



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

---

# **Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία για την Υποστήριξη των Προμηθευτών Ενέργειας στην Αναγνώριση και Καταπολέμηση της Ενεργειακής Φτώχειας**

**Διδακτορική Διατριβή**

**ΤΟΥ**

**Απόστολου Β. Αρσενόπουλου**

**Επιβλέπων: Χ. Δούκας**

**Καθηγητής Ε.Μ.Π**





**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

# **Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία για την Υποστήριξη των Προμηθευτών Ενέργειας στην Αναγνώριση και Καταπολέμηση της Ενεργειακής Φτώχειας**

**Διδακτορική Διατριβή**

**ΤΟΥ**

**Απόστολου Β. Αρσενόπουλου**

Συμβουλευτική Επιτροπή: Χ. Δούκας, Καθηγητής Ε.Μ.Π. (Επιβλέπων)  
Ι. Ψαρράς, Καθηγητής Ε.Μ.Π.  
Δ. Ασκούνης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή την: 22 / 12 / 2023

.....  
Χρυσόστομος Δούκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

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

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

.....  
Γρηγόριος Μέντζας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Αλέξανδρος Φλάμος  
Καθηγητής ΠΑ.ΠΕΙ

.....  
Ευάγγελος Μαρινάκης  
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Γεώργιος Τσιχριντζής  
Καθηγητής ΠΑ.ΠΕΙ

.....  
Απόστολος Β. Αρσενόπουλος

Διδάκτωρ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Απόστολος Αρσενόπουλος, 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.

***Στην οικογένειά μου  
Βησσαρίωνα, Αρετή, Κωνσταντίνο***

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

---

Η παρούσα διδακτορική διατριβή έλαβε χώρα στο Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, το διάστημα Οκτώβριος 2017 – Σεπτέμβριος 2023.

Το παρόν τεύχος συνιστά το αποτέλεσμα μιας προσπάθειας που ξεκίνησε στα τέλη του 2017 και πλέον έφτασε στο τέλος της, προσφέροντάς μου πολλά καθ' όλη τη διάρκεια του ταξιδιού, τόσο σε επαγγελματικό όσο και σε προσωπικό επίπεδο. Οι γνώσεις, οι συνεργασίες, τα ατελείωτα ξενύχτια, τα άγχη και τα νεύρα, μπορεί να προδιαγράψουν μια δύσκολη και απαιτητική διαδρομή, η οποία ωστόσο στην πράξη αποδείχθηκε τρομερά ευχάριστη και εποικοδομητική. Αυτή ήταν άλλωστε, που συνέβαλε τα μέγιστα και στη διαμόρφωση νέων ισχυρών διαπροσωπικών σχέσεων με μέλη του εργαστηρίου με τα οποία πλέον μας συνδέει δυνατή φιλία.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή και επιβλέποντά μου κ. Χάρη Δούκα, καταρχάς για την ευκαιρία που μου έδωσε να ενταχθώ στο δυναμικό του εργαστηρίου και να εκκινήσουμε παρέα τη διαδρομή αυτή. Το βασικότερο όμως όλων είναι η αμέριστη εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου από την πρώτη στιγμή, και η συνεχής καθοδήγησή του, στοιχεία που βοήθησαν τα μέγιστα στην περαιτέρω διαμόρφωσή μου τόσο ως ανθρώπου όσο και ως ερευνητή.

Θερμές ευχρηστίες θα ήθελα επίσης να δώσω σε όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, αλλά κυρίως στον διευθυντή του, Καθηγητή κ. Ιωάννη Ψαρρά, για τη διαρκή ενθάρρυνσή του σε όλο αυτό το ταξίδι, όπως και στον Καθηγητή κ. Δημήτριο Ασκούνη για όλη τη βοήθειά και συνεισφορά του ως μέλος της συμβουλευτικής μου επιτροπής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Αλέξανδρο Φλάμο με τον οποίο είχα τη χαρά και τιμή να συνεργαστώ πολυπλεύρως, μεταξύ άλλων και σε διάφορα ερευνητικά προγράμματα, τον Επικ. Καθηγητή κ. Ευάγγελο Μαρινάκη, ο οποίος ήταν και ο πρώτος άνθρωπος που γνώρισα με την έναρξη αυτής της πορείας και στον οποίο οφείλω πολλά, και τους Καθηγητές κ. Γρηγόριο Μέντζα και Γεώργιο Τσιχριντζή, για την τιμή που μου έκαναν να παραβρεθούν στην εξέταση υποστήριξης της διατριβής μου.

Κλείνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Βησσαρίωνα και Αρετή, και τον αδερφό μου Κωνσταντίνο, καθώς, χωρίς την παρότρυνση, την κατανόηση, τη στήριξη αλλά και την παρουσία τους δίπλα μου δεν θα είχα φτάσει έως εδώ.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Η ενεργειακή φτώχεια αναφέρεται στην αδυναμία των νοικοκυριών να εξασφαλίσουν επαρκείς ενεργειακές υπηρεσίες για την κάλυψη των αναγκών τους. Η προσέγγιση αυτή έχει πυροδοτήσει την ανάπτυξη πολυάριθμων δεικτών για τη διευκόλυνση του εντοπισμού των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, οι οποίοι, ωστόσο, έχουν επικριθεί είτε λόγω της υποκειμενικότητας και της πολυπλοκότητας υπολογισμού τους, είτε λόγω της έλλειψης συμπερίληψης και κάλυψης σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Οι προμηθευτές ενέργειας, που είναι υποχρεωμένοι να εφαρμόσουν μέτρα ενεργειακής απόδοσης με στόχευση σε ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά βάσει των καθεστώτων επιβολής, όπως αυτά πηγάζουν από τις προδιαγραφές του Άρθρου 7 της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση, ανέδειξαν την ανάγκη για ανάπτυξη κατάλληλα προσαρμοσμένων μεθόδων προσδιορισμού της ενεργειακής φτώχειας που βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα, οι οποίες με τη σειρά τους θα διευκολύνουν τους ίδιους τους προμηθευτές ενέργειας να σχεδιάσουν, να υιοθετήσουν και να εφαρμόσουν μέτρα που θα βοηθήσουν τους ενεργειακά φτωχούς και ευάλωτους καταναλωτές να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση των κατοικιών τους με βέλτιστο τρόπο.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής, παρουσιάζεται ένα αρθρωτό πλαίσιο που αποτελείται από δύο διακριτές μεθοδολογικές συνιστώσες: (α) συγκριτικό πλαίσιο πολλαπλών πηγών που επιτρέπει στους προμηθευτές ενέργειας να εντοπίζουν ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μεταξύ των πελατών τους, μέσω της κοινής ενσωμάτωσης διαφορετικών δεικτών μέτρησης ενεργειακής φτώχειας. Αυτοί περιλαμβάνουν ένα συνδυασμό δεικτών που παρουσιάζονται στο Ευρωπαϊκό Παρατηρητήριο Ενεργειακής Φτώχειας, και «παραδοσιακές» προσεγγίσεις, από κοινού με έναν νέο δείκτη, που αναπτύχθηκε για να παρέχει πιο ακριβή αποτελέσματα. Το προτεινόμενο πλαίσιο απαιτεί απλά δεδομένα εισοδήματος και ενέργειας για τον υπολογισμό όσο το δυνατόν ακριβέστερων και αντικειμενικών αποτελεσμάτων. και (β) ένα πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων που θα βοηθήσει τους προμηθευτές ενέργειας να αξιολογήσουν αποτελεσματικά διαφορετικά σχήματα δράσεων ενεργειακής φτώχειας όσον αφορά το κόστος, το ρίσκο και την εξοικονόμηση ενέργειας, και να επιλέξουν το(α) βέλτιστο(α) που πρέπει να εξεταστούν προς υλοποίηση. Ο τελικός συνδυασμός σχημάτων

δράσεων, πληροί ένα σύνολο συγκεκριμένων στόχων και περιορισμών, και προκύπτει υπό το πρίσμα της ελαχιστοποίησης τόσο του κόστους όσο και του ρίσκου που απορρέει από την υλοποίηση αυτών των δράσεων για τους προμηθευτές ενέργειας. Η εν λόγω μεθοδολογική συνιστώσα διαμορφώνεται με βάση τις αρχές του Πολυστοχικού Μαθηματικού Προγραμματισμού.

Οι δύο μεθοδολογικές συνιστώσες εφαρμόζονται τελικά σε επτά πραγματικές μελέτες περίπτωσης, με τη συμμετοχή προμηθευτών ενέργειας, ηλεκτρισμού ή/και φυσικού αερίου, από διάφορες χώρες της Ευρώπης (Ρουμανία, Ελλάδα, Ισπανία, Ιταλία, Λετονία, Κροατία και Ιρλανδία), με σκοπό να αναδειχθούν οι δυνατότητες της προτεινόμενης μεθοδολογίας στο σύνολό της, αποκαλύπτοντας επίσης ορισμένους από τους περιορισμούς της.



## ABSTRACT

---

Energy poverty refers to the inability of households to afford sufficient energy services to cover their needs. This approach has triggered the development of numerous indicators to facilitate the identification of energy poor households, which, nevertheless, have been criticised either due to their subjectivity and calculation complexity, or their lack of inclusiveness and coverage at regional and local level. Energy suppliers, obligated to implement energy efficiency measures targeting energy poor households, drawing from the obligation schemes as they are specified in Article 7 of the Energy Efficiency Directive, highlighted the need of tailored and real data-driven energy poverty identification methods to be released, which will in turn facilitate the energy suppliers themselves design, adopt and implement measures that will help energy poor and vulnerable consumers improve the energy efficiency of their dwellings in an optimal way.

Considering the above, in the context of this PhD thesis, a modular framework is presented, which comprise of two distinct methodological components: (a) multi-sourced comparative framework that will allow energy suppliers to identify energy poor households among their customers, through the joint integration of different energy poverty indicators. These include a mix of indicators presented in the European Energy Poverty Observatory, and “traditional” approaches, along with a new indicator, developed to provide more accurate results. The proposed framework requires simple income and energy data to calculate as accurate and objective results as possible. and (b) a decision support framework to help energy suppliers effectively evaluate different energy poverty schemes in terms of cost, risk and energy savings and select the optimal one(s) to be considered for implementation. The final combination of schemes meets a set of context-specific targets and constraints, and is elicited in the scope of minimising both cost and risk that derive from the implementation of these actions on the energy suppliers’ end. This methodological component is established upon the basic principles of Multi-objective Programming.

Both methodological components are eventually applied in seven real-life case studies, involving energy suppliers of electricity and/or natural gas, that span several countries across Europe (Romania, Greece, Spain, Italy, Latvia, Croatia, and Ireland),

to highlight the potential of the proposed methodology as a whole, also revealing some of its limitations.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT.....	9
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	11
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	13
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	14
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	15
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>20</b>
1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	20
1.2. ΣΥΜΒΟΛΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ .....	20
1.2.1. Ανάπτυξη ολοκληρωμένης και πολυδιάστατης μεθοδολογίας μέτρησης και συγκριτικής αξιολόγησης της ενεργειακής φτώχειας.....	21
1.2.2. Συσχέτιση υφιστάμενων τεχνικών και επιστημονικών μεθοδολογιών με το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας.....	23
1.2.3. Ανάπτυξη εργαλειοθήκης για την υποστήριξη των προμηθευτών ενέργειας στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας .....	24
1.3. ΔΟΜΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ.....	25
<b>2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....</b>	<b>28</b>
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ .....	28
2.1.1. Η Ευρωπαϊκή Ένωση σε αναζήτηση ενιαίου ορισμού .....	31
2.1.2. Ευρωπαϊκό ρυθμιστικό πλαίσιο .....	33
2.1.3. Ο κρίσιμος ρόλος των προμηθευτών ενέργειας .....	36
2.2. ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ.....	38
2.3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ .....	42
2.3.1. Δείκτες δαπανών .....	43
2.3.2. Συναινετικοί δείκτες .....	45
2.3.3. Δείκτες αποτελεσμάτων .....	46
2.3.4. Δείκτης EEPi: η Ευρωπαϊκή προσέγγιση για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας.....	47
2.4. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	50
2.4.1. Πλαίσιο προβλήματος αναγνώρισης ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών – 1 <sup>η</sup> συνιστώσα ανάλυσης .....	50
2.4.2. Πλαίσιο προβλήματος υλοποίησης δράσεων καταπολέμησης ενεργειακής φτώχειας – 2 <sup>η</sup> συνιστώσα ανάλυσης .....	52
2.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	53
<b>3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ .....</b>	<b>59</b>
3.1. ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ: ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ .....	59
3.2. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ.....	73

3.3.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ .....	85
3.4.	Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗ ΜΑΧΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ .....	94
3.5.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	97
<b>4.</b>	<b>ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>111</b>
4.1.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ .....	113
4.2.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ .....	118
4.3.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	129
<b>5.</b>	<b>ΕΦΑΡΜΟΓΗ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>131</b>
5.1.	HER ESCO, ΚΡΟΑΤΙΑ.....	131
5.1.1.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας – αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.....</i>	<i>131</i>
5.1.2.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας – υλοποίηση βέλτιστων δράσεων για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....</i>	<i>135</i>
5.2.	ELECTRIC IRELAND, ΙΡΛΑΝΔΙΑ.....	139
5.2.1.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας – αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.....</i>	<i>140</i>
5.2.2.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας – υλοποίηση βέλτιστων δράσεων για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....</i>	<i>142</i>
5.3.	FORTUM, ΛΕΤΟΝΙΑ.....	146
5.3.1.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας – αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.....</i>	<i>146</i>
5.3.2.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας – υλοποίηση βέλτιστων δράσεων για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....</i>	<i>150</i>
5.4.	EVISO, ΙΤΑΛΙΑ .....	154
5.4.1.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας – αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.....</i>	<i>154</i>
5.4.2.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας – υλοποίηση βέλτιστων δράσεων για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....</i>	<i>157</i>
5.5.	ΔΕΗ, ΕΛΛΑΔΑ.....	160
5.5.1.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας – αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.....</i>	<i>161</i>
5.5.2.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας – υλοποίηση βέλτιστων δράσεων για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....</i>	<i>165</i>
5.6.	NATURGY, ΙΣΠΑΝΙΑ.....	169
5.6.1.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας – αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.....</i>	<i>169</i>
5.6.2.	<i>Πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας – υλοποίηση βέλτιστων δράσεων για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....</i>	<i>173</i>
5.7.	CEZ VANZARE, ΡΟΥΜΑΝΙΑ .....	176

5.7.1. Πιλοτική εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας – αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.....	176
5.7.2. Πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας – υλοποίηση βέλτιστων δράσεων για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....	180
5.8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	184
<b>6. ΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ SOCIALWATT ANALYSER ΚΑΙ SOCIALWATT PLAN.....</b>	<b>186</b>
6.1. ΤΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ SOCIALWATT ANALYSER .....	186
6.2. ΤΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ SOCIALWATT PLAN .....	193
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ .....</b>	<b>200</b>

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

---

<b>Εικόνα 2.1</b> Δείκτες κατανομής ενεργειακής φτώχειας σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο για το 2019.....	29
<b>Εικόνα 2.2</b> Κατανομή ενεργειακής φτώχειας στην ΕΕ για το έτος 2018, σύμφωνα με τους δείκτες μέτρησης «Αδυναμία διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας» και «Καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας», αντίστοιχα. ....	30
<b>Εικόνα 6.1</b> Πρόσβαση στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Analyser.....	187
<b>Εικόνα 6.2</b> Ενσωματωμένες χώρες στο εργαλείο SocialWatt Analyser.....	188
<b>Εικόνα 6.3</b> Ενσωματωμένα αρχεία Δήμων/Επαρχιών/Περιφερειών ανά επιλεγμένη χώρα, με σκοπό τη συμπλήρωση εισοδηματικών δεδομένων από το χρήστη. ....	188
<b>Εικόνα 6.4</b> Επιλογή μεθόδου («Method»), και ενημέρωση του χρήστη για τους τύπους και τη δομή δεδομένων της επιλεγμένης μεθόδου.....	189
<b>Εικόνα 6.5</b> Ενσωματωμένοι δείκτες μέτρησης ενεργειακής φτώχειας στο εργαλείο SocialWatt Analyser.....	190
<b>Εικόνα 6.6</b> Παράμετροι του επιλεχθέντος δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας, προς συμπλήρωση από το χρήστη.....	190
<b>Εικόνα 6.7</b> Λεπτομερείς πληροφορίες για τον επιλεγμένο δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας και τις παραμέτρους του, διαθέσιμες στο χρήστη μέσω της επιλογής «info». ....	191
<b>Εικόνα 6.8</b> Ανέβασμα αρχείου ενεργειακών δεδομένων εισόδου από τους προμηθευτές ενέργειας. ....	191
<b>Εικόνα 6.9</b> Ανέβασμα αρχείου εισοδηματικών δεδομένων εισόδου από τους προμηθευτές ενέργειας σε επίπεδο Δήμου, Περιφέρειας ή Επαρχίας. ....	191
<b>Εικόνα 6.10</b> Αποτελέσματα ενεργειακής φτώχειας σε εθνικό επίπεδο.....	192
<b>Εικόνα 6.11</b> Αποτελέσματα ενεργειακής φτώχειας σε επίπεδο Δήμου. ....	192

<b>Εικόνα 6.12</b> Παραγωγή λεπτομερούς αναφοράς σχετικά με την κατάσταση ενεργειακής φτώχειας για κάθε εξεταζόμενο νοικοκυριό καθ' όλη τη χρονική περίοδο εξέτασης.....	193
<b>Εικόνα 6.13</b> Πρόσβαση στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan.....	195
<b>Εικόνα 6.14</b> Σχήματα δράσεων διαφορετικών θεματικών περιοχών που περιλαμβάνονται στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan. ....	196
<b>Εικόνα 6.15</b> Δράσεις που περιλαμβάνονται στο σχήμα «Greening home».....	196
<b>Εικόνα 6.16</b> Ενδεικτικό παράδειγμα των πληροφοριών που εμπεριέχονται σε κάθε εξεταζόμενη δράση. ....	196
<b>Εικόνα 6.17</b> Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που περιλαμβάνονται στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan.....	197
<b>Εικόνα 6.18</b> Περιορισμοί και στόχοι προς συμπλήρωση από το χρήστη, που περιλαμβάνονται στο εργαλείο SocialWatt Plan. ....	198
<b>Εικόνα 6.19</b> Εξαγωγή βέλτιστων χαρτοφυλακίων που ικανοποιούν πλήρως τους στόχους και περιορισμούς που έχουν τεθεί, οπτικοποιημένα με τη βοήθεια του Μετώπου Pareto.....	198
<b>Εικόνα 6.20</b> Ανάλυση επιλεγμένου από το χρήστη χαρτοφυλακίου, από πλευράς κόστους, εξοικονόμησης ενέργειας και συνολικού αριθμού παρεμβάσεων ανά σχήμα δράσεων. ....	199

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

---

<b>Πίνακας 2.1</b> Ορισμοί ενεργειακής φτώχειας σε χώρες της Ευρώπης.....	31
<b>Πίνακας 2.2</b> Κατηγοριοποίηση πολιτικών αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας. ....	40
<b>Πίνακας 2.3</b> Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κατηγοριών δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας. ....	46
<b>Πίνακας 3.1</b> Επισκόπηση των δημοσιεύσεων μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας. ....	61
<b>Πίνακας 3.2</b> Επισκόπηση των δημοσιεύσεων ΠΑ στο πλαίσιο της ενεργειακής φτώχειας και της ενεργειακής απόδοσης. ....	75
<b>Πίνακας 3.3</b> Επισκόπηση των δημοσιεύσεων ΑΧ και πολυστοχικής βελτιστοποίησης στο πλαίσιο της ενεργειακής απόδοσης. ....	87
<b>Πίνακας 3.4</b> Επισκόπηση πληροφοριακών εργαλείων με κεντρικό περιεχόμενο την ενεργειακή φτώχεια. ....	96
<b>Πίνακας 4.1</b> Εξεταζόμενοι δείκτες μέτρησης ενεργειακής φτώχειας στο πλαίσιο της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας, παράμετροι διαμόρφωσης για τον καθένα, και ελάχιστα απαιτούμενα δεδομένα από τους προμηθευτές ενέργειας.....	114
<b>Πίνακας 4.2</b> Σχήματα και δράσεις για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας που εξετάζονται μέσω της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας. ....	119
<b>Πίνακας 4.3</b> Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που εξετάζονται στο πλαίσιο της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας.....	123

<b>Πίνακας 5.1</b> Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της HEP.....	132
<b>Πίνακας 5.2</b> Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της Electric Ireland.....	140
<b>Πίνακας 5.3</b> Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της Fortum. ....	148
<b>Πίνακας 5.4</b> Τιμές παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της eVISO μέσω του δείκτη SocialWatt. ....	154
<b>Πίνακας 5.5</b> Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των ευάλωτων πελατών της ΔΕΗ.....	162
<b>Πίνακας 5.6</b> Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της Naturgy. ....	170
<b>Πίνακας 5.7</b> Μεριδίο «ευάλωτων» πελατών της Naturgy που προσδιορίζονται ως ενεργειακά φτωχοί.....	172
<b>Πίνακας 5.8</b> Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της CEZ Vanzare. ....	177
<b>Πίνακας 5.9</b> Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στους πέντε πιο ευάλωτους Δήμους, και ποσοστό αυτών σε σχέση με τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά στο σύνολο των εξεταζόμενων δεδομένων, ανά δείκτη, για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare.....	179

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

---

<b>Σχήμα 1.1</b> Συμβολή διδακτορικής διατριβής. ....	21
<b>Σχήμα 1.2</b> Πρώτο επίπεδο συμβολής της διδακτορικής διατριβής.....	22
<b>Σχήμα 1.3</b> Δεύτερο επίπεδο συμβολής της διδακτορικής διατριβής. ....	24
<b>Σχήμα 1.4</b> Τρίτο επίπεδο συμβολής της διδακτορικής διατριβής. ....	25
<b>Σχήμα 1.5</b> Δομή έκθεσης προόδου και πρότασης διατριβής.....	26
<b>Σχήμα 2.1</b> Πορεία εξέλιξης της ευρωπαϊκής νομοθεσίας σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια.....	34
<b>Σχήμα 2.2</b> Ο ρόλος των προμηθευτών ενέργειας στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....	37
<b>Σχήμα 2.3</b> Οφέλη για τους προμηθευτές ενέργειας από την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.....	38
<b>Σχήμα 2.4</b> Αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών πρωταρχικών παραμέτρων πρόκλησης ενεργειακής φτώχειας.....	39
<b>Σχήμα 2.5</b> Συνεισφορά διαστάσεων ενεργειακής φτώχειας στον οικιακό τομέα (EDEPI) και στις μεταφορές (ETEPI) στον υπολογισμό του δείκτη EEPi για τα κράτη-μέλη το 2016.....	48
<b>Σχήμα 2.6</b> Συνεισφορά διαστάσεων οικιακής ενεργειακής φτώχειας στον υπολογισμό του δείκτη EDEPI για τα κράτη-μέλη το 2016. ....	49

<b>Σχήμα 2.7</b> Συνεισφορά διαστάσεων ενεργειακής φτώχειας των μεταφορών στον υπολογισμό του δείκτη ΕΤΕΡΠ για τα κράτη-μέλη το 2016. ....	49
<b>Σχήμα 3.1</b> Αξιοποίηση υφιστάμενων δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας στην εξεταζόμενη βιβλιογραφία. ....	67
<b>Σχήμα 3.2</b> Αξιοποίηση υφιστάμενων δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας στην εξεταζόμενη βιβλιογραφία, συνολικά και σε συγκριτικό πλαίσιο. ....	69
<b>Σχήμα 3.3</b> Κατηγοριοποίηση των μελετών και πλήθος μελετών ανά κατηγορία. ....	81
<b>Σχήμα 3.4</b> Πλήθος μελετών ανά μέθοδο ΠΑ. ....	82
<b>Σχήμα 3.5</b> Πλήθος εφαρμογών μεθόδων ΠΑ ανά κατηγορία μελετών. ....	83
<b>Σχήμα 3.6</b> Πλήθος μελετών ανά κατηγορία κριτηρίων. ....	84
<b>Σχήμα 3.7</b> Κατηγοριοποίηση των μελετών και πλήθος μελετών ανά κατηγορία. ....	86
<b>Σχήμα 3.8</b> Πλήθος μελετών ανά αριθμό αντικειμενικών συναρτήσεων. ....	93
<b>Σχήμα 3.9</b> Πλήθος μελετών ανά κατηγορία περιορισμών. ....	93
<b>Σχήμα 4.1</b> Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο απαρτιζόμενο από δυο επιμέρους συνιστώσες. ....	112
<b>Σχήμα 4.2</b> Αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών με χρήση του δείκτη SocialWatt. ....	117
<b>Σχήμα 5.1</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους τυπικούς καταναλωτές-πελάτες της ΗΕΡ. ....	133
<b>Σχήμα 5.2</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους ενεργειακά ευάλωτους καταναλωτές-πελάτες της ΗΕΡ. ....	133
<b>Σχήμα 5.3</b> Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της ΗΕΡ ΕΣΚΟ. ....	136
<b>Σχήμα 5.4</b> Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της ΗΕΡ ΕΣΚΟ. ....	137
<b>Σχήμα 5.5</b> Οικονομική συνεισφορά της ΗΕΡ ΕΣΚΟ και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας). ....	138
<b>Σχήμα 5.6</b> Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, κατανομημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της ΗΕΡ ΕΣΚΟ. ....	139
<b>Σχήμα 5.7</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές-πελάτες της Electric Ireland. ....	141
<b>Σχήμα 5.8</b> Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της Electric Ireland. ....	143
<b>Σχήμα 5.9</b> Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της Electric Ireland. ....	144
<b>Σχήμα 5.10</b> Οικονομική συνεισφορά της Electric Ireland και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας). ....	145



<b>Σχήμα 5.11</b> Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, κατανεμημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της Electric Ireland. ....	146
<b>Σχήμα 5.12</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της Fortum. ....	149
<b>Σχήμα 5.13</b> Βέλιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της Fortum. ....	150
<b>Σχήμα 5.14</b> Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της Fortum. ....	151
<b>Σχήμα 5.15</b> Οικονομική συνεισφορά της Fortum και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας). ....	153
<b>Σχήμα 5.16</b> Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, κατανεμημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της Fortum. ....	153
<b>Σχήμα 5.17</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της eVISO. ....	155
<b>Σχήμα 5.18</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας ανά Περιφέρεια για τους καταναλωτές–πελάτες της eVISO, ως συνάρτηση του μέσου εισοδήματος ανά νοικοκυριό σε επίπεδο Περιφέρειας. ....	156
<b>Σχήμα 5.19</b> Βέλιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της eVISO. ....	158
<b>Σχήμα 5.20</b> Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της eVISO. ....	159
<b>Σχήμα 5.21</b> Οικονομική συνεισφορά της eVISO και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας). ....	160
<b>Σχήμα 5.22</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της ΔΕΗ. ....	163
<b>Σχήμα 5.23</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας στους πέντε Δήμους όπου εμφανίζονται τα περισσότερα ευάλωτα νοικοκυριά–πελάτες της ΔΕΗ. ....	164
<b>Σχήμα 5.24</b> Βέλιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της ΔΕΗ. ....	165
<b>Σχήμα 5.25</b> Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της ΔΕΗ. ....	166
<b>Σχήμα 5.26</b> Οικονομική συνεισφορά της ΔΕΗ και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας). ....	168
<b>Σχήμα 5.27</b> Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, κατανεμημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της ΔΕΗ. ....	168

<b>Σχήμα 5.28</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας σε πέντε μεγάλους Δήμους της Ισπανίας όπου εμφανίζονται τα περισσότερα νοικοκυριά–πελάτες της Naturgy. ....	171
<b>Σχήμα 5.29</b> Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της Naturgy. ....	173
<b>Σχήμα 5.30</b> Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της Naturgy. ....	174
<b>Σχήμα 5.31</b> Οικονομική συνεισφορά της Naturgy και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας). ....	175
<b>Σχήμα 5.32</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της CEZ Vanzare. ....	178
<b>Σχήμα 5.33</b> Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας σε πέντε Δήμους της Ρουμανίας όπου εμφανίζονται τα περισσότερα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά–πελάτες της CEZ Vanzare. ....	179
<b>Σχήμα 5.34</b> Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare. ....	181
<b>Σχήμα 5.35</b> Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare. ....	182
<b>Σχήμα 5.36</b> Οικονομική συνεισφορά της CEZ Vanzare και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας). ....	183
<b>Σχήμα 5.37</b> Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, κατανομημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare. ....	184



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Αντικείμενο της παρούσας διδακτορικής διατριβής αποτελεί η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου υποστήριξης αποφάσεων, για την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με ένα νευραλγικό μετασχηματισμό, ο οποίος επιχειρείται στο πλαίσιο της επιδίωξης ενός βιώσιμου και ανθεκτικού ενεργειακού τομέα: την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας. Για λόγους βαθύτερης κατανόησης, το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο διαρθρώνεται και αναλύεται σε δυο διακριτές συνιστώσες: (α) την αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, και (β) την ανάπτυξη, υιοθέτηση και τελικά υλοποίηση δράσεων αντιμετώπισης του προβλήματος με βέλτιστο τρόπο. Καθεμιά από τις συνιστώσες αυτές συνοδεύεται από την αντίστοιχη μεθοδολογία και την ανάπτυξη ενός πληροφοριακού εργαλείου. Τόσο οι επιμέρους μεθοδολογίες, όσο και τα πληροφοριακά εργαλεία, απευθύνονται στους προμηθευτές ενέργειας με σκοπό να τους υποστηρίξουν στην εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους, όπως αυτές πηγάζουν από το Άρθρο 7 της ευρωπαϊκής Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση.

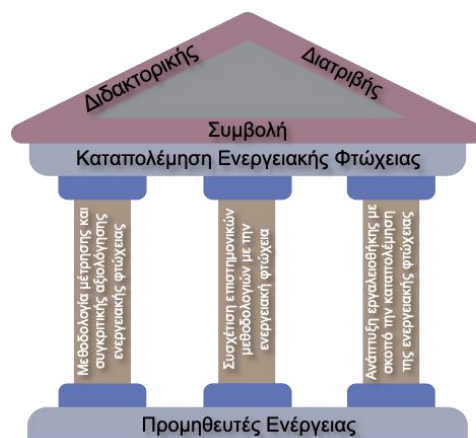
Ο στόχος της διατριβής είναι διπλός: να προσφέρει στους προμηθευτές ενέργειας την απαραίτητη τεχνογνωσία και τα κατάλληλα εργαλεία, που αφενός, θα τους επιτρέψουν να αναγνωρίσουν αποτελεσματικά τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μεταξύ των πελατών της επιχείρησής τους, μέσα από την κοινή ενσωμάτωση ενός συνόλου διαφορετικών δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας κάτω από ένα ενιαίο μεθοδολογικό πλαίσιο συγκριτικής αξιολόγησης αποτελεσμάτων, και, αφετέρου θα τους διευκολύνουν στην εφαρμογή στοχευμένων δράσεων (ή/και συνδυασμών δράσεων) ανακούφισης των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, παρέχοντάς τους ένα ολιστικό πλαίσιο βέλτιστης υλοποίησης με το ελάχιστο δυνατό κόστος και ρίσκο.

Για καθεμιά από τις παραπάνω συνιστώσες παρουσιάζονται αναλυτικά: (α) τα σημεία συμβολής της διατριβής, (β) το πλαίσιο του προβλήματος, (γ) η βιβλιογραφική επισκόπηση των σχετιζόμενων μεθόδων και τεχνικών, (δ) η ανάπτυξη της σχετικής μεθοδολογίας, (ε) η λεπτομερής πρακτική εφαρμογή της μεθοδολογίας σε επτά πραγματικές μελέτες περίπτωσης μέσω του αντίστοιχου υποστηρικτικού εργαλείου λογισμικού και (στ) τα συμπεράσματα και οι μελλοντικές προοπτικές.

## 1.2. ΣΥΜΒΟΛΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η συμβολή της διδακτορικής διατριβής συνίσταται στην ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου σπονδυλωτού μεθοδολογικού πλαισίου και μιας υποστηρικτικής εργαλειοθήκης αποτελούμενης από δυο διακριτά αλλά συμπληρωματικά πληροφοριακά εργαλεία, τα οποία τίθενται στην υπηρεσία των προμηθευτών ενέργειας και όλων των ενδιαφερόμενων φορέων, στην προσπάθεια αναγνώρισης των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, και στοχευμένης υλοποίησης δράσεων καταπολέμησης του προβλήματος. Η προσέγγιση στην οποία βασίζεται η φιλοσοφία του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου, συμβάλλει στη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου υποστήριξης των προμηθευτών ενέργειας για την αναγνώριση και ανάλυση όλων των παραμέτρων και αναγκών του προβλήματος, καθώς και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Τα πληροφοριακά εργαλεία με τη σειρά τους ενσωματώνουν

αποτελεσματικά τις τεχνικές και τις επιμέρους επιστημονικές μεθόδους που απαρτίζουν το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο.



**Σχήμα 1.1** Συμβολή διδακτορικής διατριβής.

Ακολουθώντας το διαχωρισμό σε συνιστώσες που εφαρμόστηκε στην περιγραφή του αντικειμένου, η συμβολή της της διδακτορικής διατριβής μπορεί να διαχωριστεί σε τρία επιμέρους επίπεδα συμβολής και να συγκεκριμενοποιηθεί περαιτέρω ανά συνιστώσα, όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

### 1.2.1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

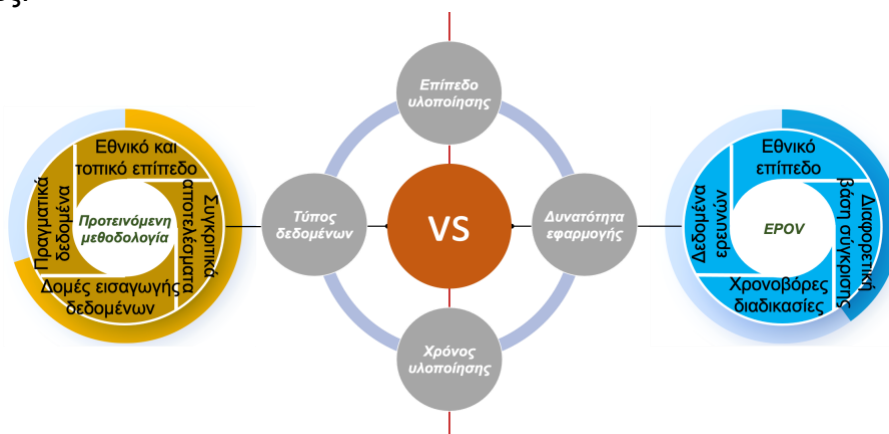
*Συνιστώσα ανάλυσης: Αναγνώριση ενεργειακής φτώχειας (1<sup>η</sup>)*

Ο κύριος μοχλός πίσω από το σχεδιασμό και την ανάπτυξη της συγκριμένης μεθοδολογίας, εντοπίζεται στις αδυναμίες και τα κενά που διαπιστώθηκαν στη βιβλιογραφία από την έλλειψη εμπειριστατωμένων μεθοδολογιών και αριθμητικών προσεγγίσεων για τον άμεσο εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.

Μέχρι σήμερα, η πιο συντονισμένη προσπάθεια διαμόρφωσης ενός κοινού εννοιολογικού και μεθοδολογικού πλαισίου αποτίμησης του μεγέθους της ενεργειακής φτώχειας έλαβε χώρα το 2016, με τη δημιουργία του ευρωπαϊκού Παρατηρητηρίου Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *Energy Poverty Observatory – EPOV*), ως αποτέλεσμα ενός έργου διάρκειας 40 μηνών, υπό την ηγεσία του Πανεπιστημίου του Μάντσεστερ, που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Λαμβάνοντας επίσης υπόψιν το κύρος και την αναγνωρισιμότητα που απολαμβάνει πλέον το EPOV, ως ένας από τους επίσημους φορείς ενασχόλησης με το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας, σε συνδυασμό με το μεγάλο όγκο των μεμονωμένων επιστημονικών προσπαθειών μέτρησης του προβλήματος, οι αδυναμίες που εντοπίζονται και παρατίθενται παρακάτω, πηγάζουν κυρίως από τη συγκριτική αξιολόγηση με την υφιστάμενη προσέγγιση του EPOV επί του θέματος, και είναι οι εξής:

- ▲ Το EPOV παρέχει αποτελέσματα αποκλειστικά σε εθνικό επίπεδο, χωρίς τη δυνατότητα παρουσίασης αντίστοιχων αποτελεσμάτων σε χαμηλότερο επίπεδο (περιφερειακό ή τοπικό).

- ▲ Ο υπολογισμός των αποτελεσμάτων του EPOV για την έκταση του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας σε εθνικό επίπεδο, υλοποιείται κυρίως με τη βοήθεια τεσσάρων πρωτεύοντων δεικτών, που, όμως, στο σύνολό τους αξιοποιούν υποκειμενικά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα, οι δύο εξ αυτών αξιοποιούν δεδομένα που βασίζονται σε προσωπικές εμπειρίες των νοικοκυριών ως προς την ικανότητα διατήρησης επαρκώς ζεστού σπιτιού και τις καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας, όπως αυτά αποτυπώνονται στα Ευρωπαϊκά Στατιστικά Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών (αγγλ. *EU Statistics on Income and Living Conditions – EU-SILC*), ενώ οι άλλοι δύο (2M και M/2) αξιοποιούν δεδομένα της Έρευνας Προϋπολογισμού Νοικοκυριών (αγγλ. *Household Budget Survey – HBS*) που πραγματοποιείται ξεχωριστά από κάθε κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και παρέχει αποτελέσματα σχετικά με τις δαπάνες των νοικοκυριών σε αγαθά και υπηρεσίες.
- ▲ Τα αποτελέσματα της HBS που αξιοποιούνται από το EPOV και συμβάλλουν στην ποσοτική αποτύπωση του μεγέθους της ενεργειακής φτώχειας σε εθνικό επίπεδο, προέρχονται από τη συμπλήρωση κατάλληλων ερωτηματολογίων και προϋποθέτουν τη συμμετοχή ενός ικανοποιητικού αριθμού νοικοκυριών. Κατά συνέπεια, τόσο η συμπλήρωσή τους όσο και η επεξεργασία τους συνιστούν χρονοβόρες διαδικασίες που τελικά οδηγούν στην εξαγωγή παρωχημένων αποτελεσμάτων. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός πως η ανανέωσή τους πραγματοποιείται από την Ευρωπαϊκή Στατιστική Υπηρεσία (αγγλ. *Eurostat*) κάθε πέντε χρόνια, ενώ τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα δεδομένα HBS που ενσωματώνονται στο EPOV χρησιμοποιούν ως έτος αναφοράς το 2015.
- ▲ Μια ανάλυση του EPOV που καταλήγει στο συμπέρασμα ότι κανένας μεμονωμένος δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε οριζόντια βάση και να αντικατοπτρίσει αποτελεσματικά το μέγεθος της ενεργειακής φτώχειας σε όλες τις χώρες.



**Σχήμα 1.2** Πρώτο επίπεδο συμβολής της διδακτορικής διατριβής.

Αντλώντας από τα παραπάνω, η προτεινόμενη μεθοδολογία αναγνώρισης των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που τίθεται στο μικροσκόπιο, αναπτύχθηκε για να συμπληρώσει πλήρως τα αναγνωρισμένα κενά, σε αντιστοιχία ένα προς ένα, ως εξής:

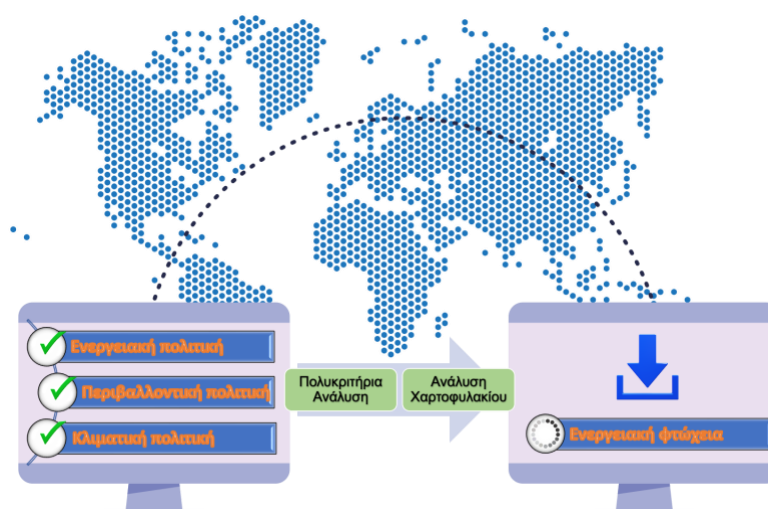
- ▲ Παρέχει εις βάθος πληροφόρηση και λεπτομερή αποτελέσματα για τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα εισόδου.
- ▲ Επιτρέπει στους προμηθευτές ενέργειας να εντοπίζουν ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα πελατών, που συλλέγονται και διατηρούνται εσωτερικά της επιχείρησης, στα οποία συμπεριλαμβάνονται η κατανάλωση και το κόστος ενέργειας σε επίπεδο νοικοκυριού, καθώς και πολυεπίπεδα στρώματα πληροφοριών προερχόμενων από ανοιχτά δεδομένα, όπως κλιματικά δεδομένα (π.χ., κλιματικές ζώνες), κοινωνικο-οικονομικά δεδομένα (π.χ., εισόδημα), άλλα δεδομένα πελατών (π.χ., καθυστερήσεις στην αποπληρωμή λογαριασμών ενέργειας) και επίπεδα άνεσης (π.χ., ενεργειακές ανάγκες κατοικίας).
- ▲ Παρέχει ευελιξία στον αποφασίζοντα, προδιαγράφοντας διαφορετικές μεθόδους εισαγωγής και τύπους δεδομένων και, κατά συνέπεια, διευκολύνει τους προμηθευτές ενέργειας (ακόμα και εκείνους με περιορισμένη τεχνογνωσία) στον εύκολο και ακριβή εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.
- ▲ Ενσωματώνει πρωτεύοντες δείκτες μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας του ΕΡΟΝ, από κοινού με «παραδοσιακές» προσεγγίσεις (π.χ., 10%) και ένα νεοσύστατο δείκτη που ονομάζεται SocialWatt, κάτω από μια ενιαία μεθοδολογική και εννοιολογική «ομπρέλα», επιτρέποντας έτσι στους προμηθευτές ενέργειας να χρησιμοποιούν συνδυασμούς δεικτών και να εξάγουν συγκριτικά αποτελέσματα. Σημειώνεται πως ο δείκτης SocialWatt αναπτύχθηκε με αποκλειστικό σκοπό να προσφέρει στους προμηθευτές ενέργειας μια επιπλέον εύκολη και περιεκτική λύση στο δύσκολο εγχείρημα της μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας. Η διαμόρφωσή του πραγματοποιήθηκε υπό το πρίσμα της ανάγκης καλύτερου προσδιορισμού των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (π.χ., εξαίρεση νοικοκυριών που παραχωρούν προτεραιότητα στην αγορά ρούχων έναντι της πληρωμής των λογαριασμών ενέργειας) και της ανάδειξης τόσο της ενεργειακής όσο και της οικονομικής διάστασης του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας. Όσον αφορά το δεύτερο σκέλος, η προσέγγιση που εφαρμόστηκε, τίθεται αντιμέτωπη με την πλειονότητα των υφιστάμενων δεικτών μέτρησης, οι οποίοι φαίνεται να συγκλίνουν στην ανάδειξη της οικονομικής πτυχής του προβλήματος ως μείζονος σημασίας, τοποθετώντας την ενεργειακή διάσταση στο παρασκήνιο.

### **1.2.2. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ**

#### *Συνιστώσα ανάλυσης: Υλοποίηση δράσεων αντιμετώπισης ενεργειακής φτώχειας (2<sup>η</sup>)*

Σε αυτό το επίπεδο συμβολής της διατριβής, και σύμφωνα με τη δεύτερη συνιστώσα ανάλυσης του προδιαγεγραμμένου προβλήματος, που εστιάζει στη βέλτιστη υλοποίηση μέτρων αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας, προσαρμόζονται στο πεδίο της ενεργειακής φτώχειας, επιστημονικές μεθοδολογίες υποστήριξης αποφάσεων όπως η Πολυκριτήρια Ανάλυση (ΠΑ) και η Ανάλυση Χαρτοφυλακίου (ΑΧ).

Έτσι, παρότι παραμένει στο προσκήνιο επί σειρά ετών για την αντιμετώπιση προβλημάτων ενεργειακής, περιβαλλοντικής και κλιματικής πολιτικής, αλλά και υποστήριξης αποφάσεων γενικότερα, η ΠΑ προσαρμόζεται στις ανάγκες του πεδίου της ενεργειακής φτώχειας. Έπειτα από λεπτομερή επισκόπηση της βιβλιογραφίας, επιλέγεται η μέθοδος TOPSIS και εφαρμόζεται με σκοπό την εξαγωγή μιας τιμής ρίσκου για κάθε εναλλακτική δράση αντιμετώπισης του προβλήματος που εξετάζεται προς υλοποίηση από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας, με τα αποτελέσματά της να αξιοποιούνται και σε μεταγενέστερο στάδιο ανάλυσης (Ανάλυση Χαρτοφυλακίου). Αξίζει να σημειωθεί ότι η εν λόγω εφαρμογή της ΠΑ ενσωματώνει τη θεώρηση της συμπεριφοράς των αποφασιζόντων και την αξιολόγηση τους απέναντι στον κίνδυνο.



**Σχήμα 1.3** Δεύτερο επίπεδο συμβολής της διδακτορικής διατριβής.

Επιπλέον, επιλέγεται και προσαρμόζεται στο εξεταζόμενο πλαίσιο η προσέγγιση ανάλυσης χαρτοφυλακίου που βασίζεται στη μέθοδο AUGMECON–2. Η μέθοδος αυτή υλοποιείται σε περιβάλλον μαθηματικού προγραμματισμού και λειτουργεί συμπληρωματικά με ένα ευέλικτο υπόδειγμα ποσοτικής μοντελοποίησης που αναπτύχθηκε αποκλειστικά για το σκοπό αυτό, καθώς και με την Πολυκριτήρια Ανάλυση, αξιοποιώντας, υπό μορφή ρίσκου δράσεων, τα αποτελέσματα της τελευταίας. Τελικός στόχος αυτής της ολιστικής προσέγγισης, είναι ο καθορισμός ενός ολοκληρωμένου πλαισίου υποστήριξης των προμηθευτών ενέργειας στην υλοποίηση μεμονωμένων ή συνδυασμών δράσεων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας, με το ελάχιστο δυνατό κόστος και ρίσκο.

### 1.2.3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΘΗΚΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

*Συνιστώσα ανάλυσης: Αναγνώριση ενεργειακής φτώχειας (1<sup>η</sup>) και υλοποίηση δράσεων για την αντιμετώπισή της (2<sup>η</sup>)*

Το τελευταίο επίπεδο συμβολής της διδακτορικής διατριβής αφορά τη σχεδίαση και ανάπτυξη δύο υποστηρικτικών πληροφοριακών εργαλείων, στη βάση της ενσωμάτωσης των επιμέρους μεθοδολογιών που απαρτίζουν τις δύο συνιστώσες ανάλυσης του εξεταζόμενου προβλήματος. Ως εκ τούτου, αναπτύχθηκαν τα εξής:



- ▲ SocialWatt Analyser: Πρόκειται για ένα εργαλείο λογισμικού που βοηθά τους προμηθευτές ενέργειας να εντοπίζουν αποτελεσματικά τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μεταξύ των πελατών τους, αξιοποιώντας ένα σύνολο δεικτών μέτρησης με διαφορετικό εστιακό περιεχόμενο. Το εργαλείο έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μην απαιτεί συγκεκριμένη τεχνογνωσία/τεχνικές δεξιότητες από τον τελικό χρήστη, ούτε ουσιαστικούς πόρους (οικονομικούς, ανθρώπινους και υπολογιστικούς). Η ανάπτυξή του υλοποιήθηκε σε περιβάλλον προγραμματισμού Python.

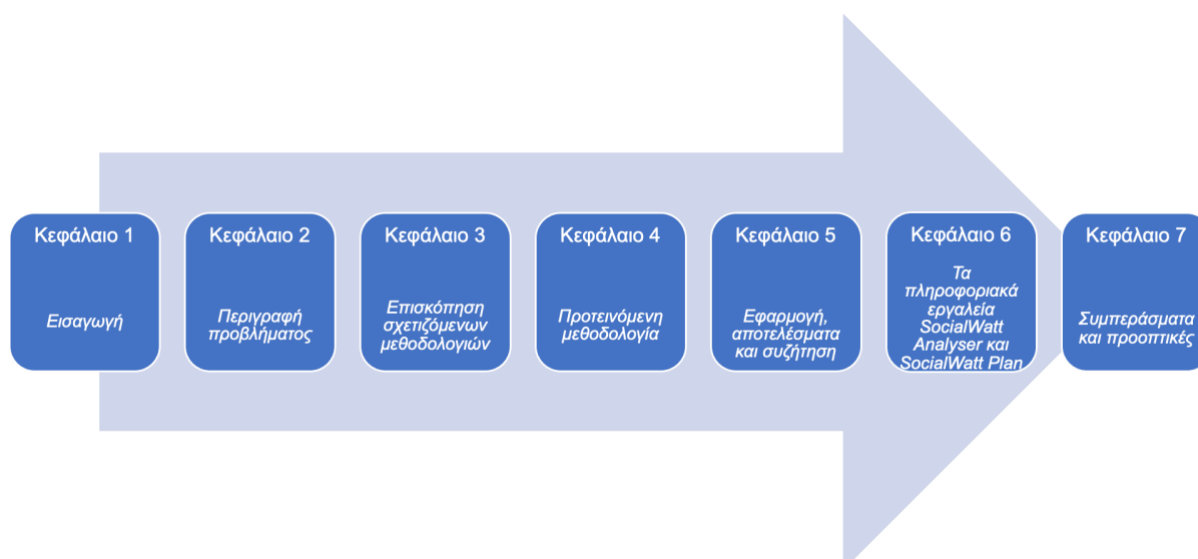


**Σχήμα 1.4** Τρίτο επίπεδο συμβολής της διδακτορικής διατριβής.

- ▲ SocialWatt Plan: Πρόκειται για ένα εργαλείο λογισμικού που υποστηρίζει τους προμηθευτές ενέργειας, παρέχοντάς τους ένα σύνολο καινοτόμων βέλτιστων χαρτοφυλακίων με διαφορετικούς συνδυασμούς δράσεων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας, τα οποία επιτυγχάνουν ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του κόστους υλοποίησης των δράσεων από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας και του ρίσκου. Το εργαλείο είναι σχεδιασμένο ώστε να παρέχει επίσης την κατανομή, ανά δράση ή/και συνολικά, παραμέτρων όπως ο διαθέσιμος προϋπολογισμός, ο αναμενόμενος αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν, η εξοικονομούμενη ενέργεια κ.ά. Η ανάπτυξή του υλοποιήθηκε σε περιβάλλον προγραμματισμού Python.

### 1.3. ΔΟΜΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η διδακτορική διατριβή διαρθρώνεται σε έξι Κεφάλαια, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1.5. Το περιεχόμενο του κάθε Κεφαλαίου παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω.



**Σχήμα 1.5** Δομή έκθεσης προόδου και πρότασης διατριβής.

Το **Κεφάλαιο 1** αποτελείται από τα όσα περιγράφηκαν μέχρι τώρα, στο οποίο πραγματοποιείται μια εισαγωγή του πλαισίου ανάλυσης και παρουσιάζεται αναλυτικά το αντικείμενο, ο στόχος και η συμβολή της διδακτορικής διατριβής.

Το **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζει διεξοδικά το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας που εξετάζεται στην παρούσα διδακτορική διατριβή καθώς και το κοινωνικο–οικονομικό πλαίσιο που το περιβάλλει. Πιο συγκεκριμένα, το Κεφάλαιο αυτό διεισδύει στη ρίζα του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας, παρουσιάζοντας αρχικά τις δυσκολίες που αναδύονται στην προσπάθεια διαμόρφωσης ενός κοινού ορισμού, τα αίτια και τα αποτελέσματά της. Έπειτα, αποτυπώνονται τα κυριότερα σημεία της ευρωπαϊκής πολιτικής που εμπεριέχουν άμεσες ή έμμεσες αναφορές στην ενεργειακή φτώχεια. Στη συνέχεια, το Κεφάλαιο εστιάζει στο ρόλο των προμηθευτών ενέργειας στη διαδικασία αναγνώρισης και καταπολέμησης του προβλήματος, καθώς και στη διερεύνηση των ευκαιριών και των προκλήσεων που αυτοί αντιμετωπίζουν στην προσπάθεια υλοποίησης στοχευμένων πολιτικών που θα ανακουφίζουν όσους πραγματικά πλήττονται. Τέλος, παρουσιάζονται οι πιο κοινές προσεγγίσεις που αξιοποιούνται για την ποσοτικοποίησή του.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζονται, αρχικά, οι επιστημονικές μέθοδοι και τεχνικές που αξιοποιούνται στην προτεινόμενη μεθοδολογία, κατηγοριοποιημένες ανά συνιστώσα ανάλυσης και σε πλήρη αντιστοιχία με τα επίπεδα συμβολής της διδακτορικής διατριβής. Η παρουσίαση των σχετιζόμενων προσεγγίσεων και μεθοδολογιών λειτουργεί συμπληρωματικά με το περιεχόμενο του δεύτερου Κεφαλαίου της διδακτορικής διατριβής και της ανάγκης που απορρέει από την ανάλυσή του, για ανάπτυξη κατάλληλων μεθοδολογιών και συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων που θα υποστηρίξουν τους προμηθευτές ενέργειας στην προσπάθεια καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας. Ουσιαστικά, πραγματοποιείται μια επισκόπηση των κυριότερων και πλέον διαδεδομένων ερευνητικών προσπαθειών αναγνώρισης και καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Στο **Κεφάλαιο 4** αποτυπώνεται λεπτομερώς το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο που έχει αναπτυχθεί με γνώμονα την υποστήριξη των προμηθευτών ενέργειας. Η προτεινόμενη μεθοδολογία απαρτίζεται από δύο διακριτές επιμέρους συνιστώσες, η πρώτη εκ των οποίων στοχεύει στην αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, και η δεύτερη στην

υλοποίηση συνδυασμού δράσεων για την καταπολέμηση του προβλήματος κατά βέλτιστο τρόπο.

Στο **Κεφάλαιο 5** πραγματοποιείται εφαρμογή των μεθοδολογικών συνιστωσών που περιγράφονται εκτενώς στο Κεφάλαιο 4, σε επτά διαφορετικές μελέτες περίπτωσης, στις οποίες εμπλέκονται προμηθευτές ενέργειας (ηλεκτρισμού ή/και φυσικού αερίου) από διαφορετικές χώρες της Ευρώπης (Ρουμανία, Ελλάδα, Ισπανία, Λετονία, Ιταλία, Ιρλανδία, Κροατία). Στο πλαίσιο του ίδιου Κεφαλαίου παρουσιάζονται τα τελικά αποτελέσματα της εφαρμογής στις παραπάνω επτά μελέτες περίπτωσης και τέλος, πραγματοποιείται σχολιασμός τους με σκοπό την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται τα πληροφοριακά εργαλεία SocialWatt Analyser και SocialWatt Plan, τα οποία ενσωματώνουν την πρώτη και δεύτερη μεθοδολογική συνιστώσα αντίστοιχα, όπως αυτές αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 4 και εφαρμόστηκαν πιλοτικά στο Κεφάλαιο 5.

Στο **Κεφάλαιο 7** παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα της διατριβής καθώς και οι κύριες προοπτικές μελλοντικής περαιτέρω έρευνας στο γνωστικό αντικείμενο της ενεργειακής φτώχειας.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### 2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ

Η επιδίωξη της μετάβασης προς ένα βιώσιμο και ανθεκτικό ενεργειακό τομέα έχει τεθεί στο επίκεντρο και έθεσε τις βάσεις για ριζικούς μετασχηματισμούς που επικεντρώνονται σε τρεις θεμελιώδεις άξονες: (α) την κλιματική αλλαγή, (β) την ασφάλεια του εφοδιασμού και (γ) την ενεργειακή φτώχεια. Όσον αφορά τους δυο πρώτους, φαίνεται να έχουν αντλήσει σημαντική προσοχή στη βιβλιογραφία στη διάρκεια των ετών (Doukas et al., 2022; Doukas and Nikas, 2020; Doukas et al., 2018), καθώς υπάρχει πληθώρα σχετικών μελετών και αναλύσεων που περιστρέφονται γύρω από κλιματικά ζητήματα μετριασμού και προσαρμογής, καθώς και χάραξης πολιτικής σε οικονομικούς τομείς όπου η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG) και ο ενεργειακός εφοδιασμός συμπεριλαμβάνονται μεταξύ των βασικών πυλώνων αξιολόγησης (Nikas et al., 2018; Forouli et al., 2019; Papapostolou et al., 2019). Ωστόσο, λιγότερη προσοχή έχει δοθεί στον τρίτο άξονα, παρόλο που ασκεί μεγάλη επιρροή στις ζωές εκατομμυρίων ανθρώπων παγκοσμίως (Arsenopoulos et al., 2020a).

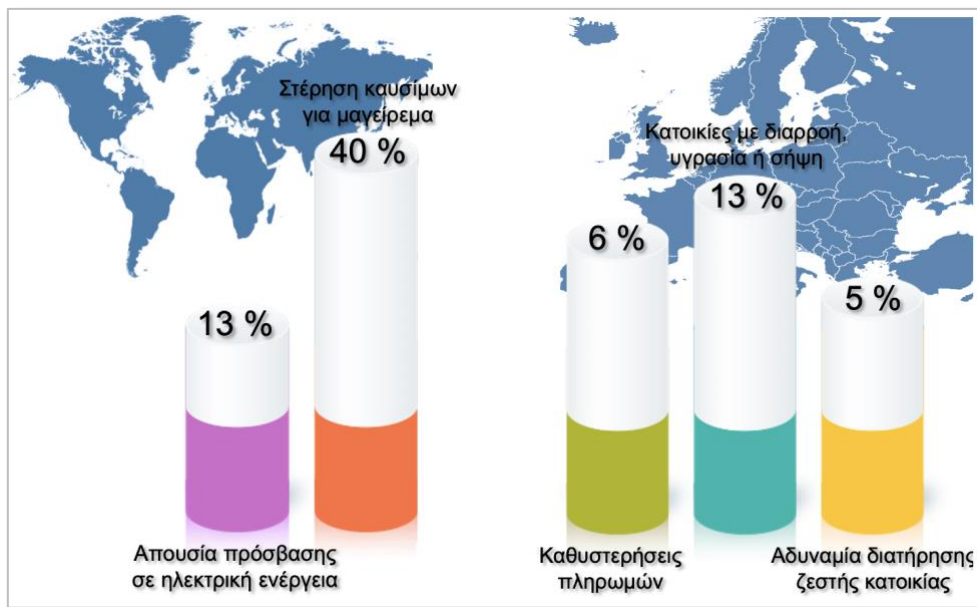
Ως απάντηση στην πρόκληση της διάδοσης της γνώσης για την ενεργειακή φτώχεια σε όλη την Ευρώπη, το EPOV αναγνωρίζει ότι μια ευρέως αποδεκτή περιγραφή της ενεργειακής φτώχειας είναι όταν τα άτομα ή τα νοικοκυριά δεν είναι σε θέση να θερμάνουν, να ψύξουν επαρκώς ή να παρέχουν άλλες απαιτούμενες ενεργειακές υπηρεσίες στις κατοικίες τους με προσιτό κόστος (Thomson and Bouzarovski, 2019). Η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί ερευνητικό θέμα για παραπάνω από τρεις δεκαετίες, από τη στιγμή που ο Boardman παρείχε για πρώτη φορά έναν ορισμό για την ενεργειακή φτώχεια στο Ηνωμένο Βασίλειο το 1991 (Siksnylyte-Butkiene et al., 2021). Αξίζει να σημειωθεί ότι τότε αναφερόταν με τον όρο «φτώχεια καυσίμων» (αγγλ. *Fuel Poverty*), ο οποίος εμπεριέχει την έννοια της οικονομικής προσιτότητας της ενέργειας και ορίζεται ως η δυσκολία που αντιμετωπίζουν τα νοικοκυριά να αντιμετωπίσουν το αυξημένο κόστος της ενέργειας, σε αντίθεση με την «ενεργειακή φτώχεια» που εστιάζει κυρίως στην ενεργειακή πρόσβαση (Imbert et al., 2016). Παρόλα αυτά, και οι δύο όροι εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά, ακόμη και σε έγγραφα της ΕΕ (Kyprianou et al., 2019).

Μια πιο εις βάθος περιγραφή της ενεργειακής φτώχειας έχει επίσης αναπτυχθεί ως λειτουργικός αφηγηματικός ορισμός, τα στοιχεία του οποίου υποστηρίζονται ευρέως από τη βιβλιογραφία. Αυτός εμπεριέχει μια κοινή κατανόηση του τι σημαίνει γενικά η ενεργειακή φτώχεια:

«Η ενεργειακή φτώχεια περιγράφει μια κατάσταση στην οποία ένα νοικοκυριό δεν είναι σε θέση να αποκτήσει πρόσβαση ή/και να ανταπεξέλθει οικονομικά σε επαρκή επίπεδα οικιακών ενεργειακών υπηρεσιών, όπως θέρμανση, ψύξη, μαγείρεμα, φωτισμός, κ.ά., για την ικανοποίηση των κοινωνικών και υλικών αναγκών του» (Bouzarovski 2018).

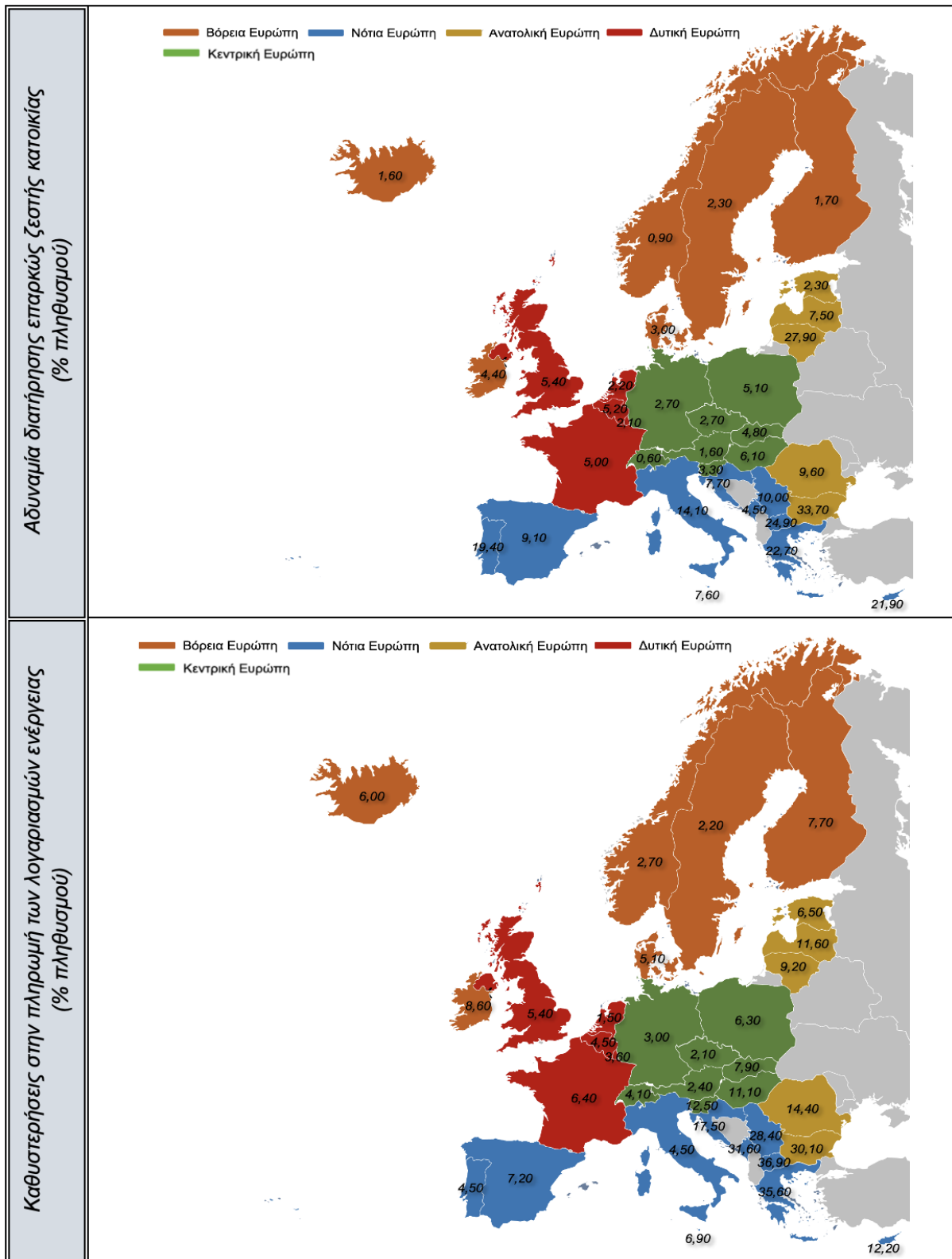
Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (αγγλ. *International Energy Agency – IEA*), υπολογίζεται ότι το 2019, 940 εκατομμύρια άνθρωποι παγκοσμίως δεν είχαν πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια (13% του παγκόσμιου πληθυσμού), ενώ 3 δισεκατομμύρια στερήθηκαν καθαρών καυσίμων για μαγείρεμα (40% περίπου του παγκόσμιου πληθυσμού) (Access to Energy 2020). Πρόκειται για δύο καταστάσεις που συνδέονται άμεσα και άρρηκτα με την ενεργειακή φτώχεια, επιβεβαιώνοντας τη σοβαρότητα του προβλήματος. Όσον αφορά την ΕΕ,

το επίπεδο ενεργειακής φτώχειας για το ίδιο έτος ανήλθε σε 50 εκατομμύρια (Arsenopoulos et al., 2021), στοιχείο που ισοδυναμεί με περισσότερα από 100 εκατομμύρια πολίτες της ΕΕ, λαμβάνοντας υπόψιν το μέσο μέγεθος ενός ευρωπαϊκού νοικοκυριού (Household Composition Statistics 2021). Από αυτούς, περίπου 36 εκατομμύρια (5% του ευρωπαϊκού πληθυσμού) αδυνατούσαν να κρατήσουν το σπίτι τους επαρκώς ζεστό (EPRS 2022). Επιπλέον, περίπου το 6% του πληθυσμού της ΕΕ σημείωσε καθυστερήσεις στην πληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών και σχεδόν το 13% διαβίωνε σε κατοικίες με διαρροή, υγρασία ή σήψη (EPRS 2022). Παρόλα αυτά, ο αριθμός αυτός θα μπορούσε να ανέρχεται σε πολύ υψηλότερα επίπεδα, δεδομένου του ασαφούς ορισμού και της περιορισμένης διαθεσιμότητας πηγών επί του θέματος (Arsenopoulos et al., 2020b).



**Εικόνα 2.1** Δείκτες κατανομής ενεργειακής φτώχειας σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο για το 2019.

Οι Bouzarovski and Petrova (2015) ανέδειξαν τη μεταβλητότητα της ενεργειακής φτώχειας που εκτείνεται σε ολόκληρη την Ευρώπη, με το Νότιο και Ανατολικό τμήμα της να υποφέρει περισσότερο, ως αποτέλεσμα ενός «εκρηκτικού» μίγματος που αποτελείται από οικονομίες χαμηλών εισοδημάτων, μη αποδοτικής στέγασης και υψηλών τιμών ενέργειας. Αντίθετα, οι χώρες της Βόρειας και Δυτικής Ευρώπης παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας, που προέρχονται, μεταξύ άλλων, από το υψηλότερο κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) και την οικονομική στήριξη που παρέχεται στα νοικοκυριά που ανήκουν στα χαμηλότερα εισοδηματικά στρώματα (Kolokotsa and Santamouris, 2015; OpenExp 2019). Η Εικόνα 2.2 αποτυπώνει την κατανομή της ενεργειακής φτώχειας στην ΕΕ για το έτος 2018, όπως αυτή διαμορφώνεται σύμφωνα με τους δείκτες μέτρησης του EPOV «Αδυναμία διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας» και «Καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας», αντίστοιχα (Statistics on Energy Poverty 2020).









**Εικόνα 2.2** Κατανομή ενεργειακής φτώχειας στην ΕΕ για το έτος 2018, σύμφωνα με τους δείκτες μέτρησης «Αδυναμία διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας» και «Καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας», αντίστοιχα.

### 2.1.1. Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΈΝΩΣΗ ΣΕ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΕΝΙΑΙΟΥ ΟΡΙΣΜΟΥ

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει επίσημος ευρωπαϊκός ορισμός της ενεργειακής φτώχειας, παρά το γεγονός ότι πραγματοποιείται αναφορά σε αυτή σε μια σειρά ευρωπαϊκών Οδηγιών, ενώ μόνο οκτώ κράτη-μέλη διαθέτουν επίσημους ή επίσημα αναγνωρισμένους ορισμούς της ενεργειακής φτώχειας: Βέλγιο, Κύπρος, Γαλλία, Ιρλανδία, Ρουμανία, Σλοβακία, Ισπανία και Ηνωμένο Βασίλειο (Πίνακας 2.1) ([SocialWatt 2019](#)).

**Πίνακας 2.1** Ορισμοί ενεργειακής φτώχειας σε χώρες της Ευρώπης.

Χώρα	Ορισμός
	<i>Ένα άτομο σε κατάσταση φτώχειας καυσίμων αντιμετωπίζει ιδιαίτερες δυσκολίες στην εξασφάλιση της απαραίτητης παροχής ενέργειας για την κάλυψη βασικών αναγκών, λόγω ανεπαρκών πόρων ή συνθηκών διαβίωσης.</i>
	<i>Η ενεργειακή φτώχεια είναι η κατάσταση ενός νοικοκυριού στην οποία δεν μπορούν να καλυφθούν οι βασικές ανάγκες σε προμήθεια ενέργειας, ως συνέπεια του ανεπαρκούς επιπέδου εισοδήματος και μπορεί να επιδεινωθεί από την ενεργειακά αναποτελεσματική στέγαση.</i>
	<i>Η ενεργειακή φτώχεια είναι μια κατάσταση κατά την οποία ένα νοικοκυριό δεν είναι σε θέση να επιτύχει ένα αποδεκτό επίπεδο οικιακών ενεργειακών υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένης της θέρμανσης, του φωτισμού, κ.λπ.) λόγω της αδυναμίας να ανταποκριθεί σε αυτές τις απαιτήσεις με προσιτό κόστος.</i>
	<i>Αγγλία: Ένα νοικοκυριό βρίσκεται σε κατάσταση φτώχειας καυσίμων εάν κατοικεί σε ακίνητο με βαθμολογία ενεργειακής απόδοσης D ή χειρότερη και το διαθέσιμο εισόδημά του (μετά την αφαίρεση του κόστους στέγασης και ενέργειας) είναι μικρότερο από το όριο εισοδηματικής φτώχειας (60% του διάμεσου εισοδήματος). Σκωτία, Ουαλία, Βόρεια Ιρλανδία: Ένα νοικοκυριό βρίσκεται σε κατάσταση φτώχειας καυσίμων όταν το συνολικό απαιτούμενο κόστος καυσίμων για την επίτευξη επαρκούς θέρμανσης στην κατοικία υπερβαίνει το 10% του εισοδήματος του νοικοκυριού. Ο ορισμός της Σκωτίας λαμβάνει υπόψη το εισόδημα μετά την αφαίρεση του κόστους στέγασης.</i>
	<i>Η ενεργειακή φτώχεια προσεγγίζεται κατά περίπτωση, σύμφωνα με τους ακόλουθους ορισμούς:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Νοικοκυριά των οποίων η ενεργειακή δαπάνη θεωρείται «ασυνήθιστα» υψηλή σε σχέση με το διαθέσιμο εισόδημά τους μετά την αφαίρεση του κόστους στέγασης</li> <li>▲ Νοικοκυριά που έχουν ασυνήθιστα χαμηλό επίπεδο δαπανών για ενεργειακές υπηρεσίες</li> <li>▲ Βασίζεται στο ποσοστό των νοικοκυριών που αναφέρουν ότι αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην επαρκή θέρμανση της κατοικίας τους.</li> </ul>
	<i>Ενεργειακή φτώχεια είναι μια κατάσταση όπου οι μέσες μηνιαίες δαπάνες του νοικοκυριού για θέρμανση, κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου,</i>



και παραγωγής ζεστού νερού αντιπροσωπεύουν σημαντικό μερίδιο του μέσου μηνιαίου εισοδήματος του νοικοκυριού.



Η ενεργειακή φτώχεια ορίζεται ως η αδυναμία του ευπαθούς καταναλωτή να καλύψει τις ελάχιστες ενεργειακές του ανάγκες για τη βέλτιστη θέρμανση του σπιτιού κατά τους κρύους μήνες του έτους.



Η ενεργειακή φτώχεια σχετίζεται με την κατάσταση πελατών που βρίσκονται σε δύσκολη θέση λόγω του χαμηλού εισοδήματός τους, όπως αυτό υποδεικνύεται από τις φορολογικές τους δηλώσεις σε συνδυασμό με την επαγγελματική τους κατάσταση, την οικογενειακή κατάσταση και τις ειδικές συνθήκες υγείας τους και ως εκ τούτου, δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν στο κόστος προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των εύλογων αναγκών τους, καθώς οι δαπάνες αυτές αντιπροσωπεύουν σημαντικό ποσοστό του διαθέσιμου εισοδήματός τους.

Μια προσεκτική ματιά στα στοιχεία που συνθέτουν την υφιστάμενη προσέγγιση της ενεργειακής φτώχειας (Bouzarovski 2018), παρέχει μια βαθύτερη κατανόηση του τι ακριβώς σημαίνει ενεργειακή φτώχεια καθώς και των προκλήσεων που πρέπει να αντιμετωπιστούν στο πλαίσιο διαμόρφωσης ενός ενιαίου ορισμού:

- ▲ Η προσέγγιση αναδεικνύει ζητήματα τόσο πρόσβασης σε επαρκείς ενεργειακές υπηρεσίες όσο και οικονομικής προσιτότητας της ενέργειας («...ένα νοικοκυριό δεν είναι σε θέση να αποκτήσει πρόσβαση ή/και να ανταπεξέλθει οικονομικά...»). Αυτό σημαίνει πως, εκτός από τις μη προσιτές ενεργειακές υπηρεσίες, ο ορισμός παραπέμπει επίσης σε καταστάσεις όπου οι ενεργειακές υπηρεσίες είναι απρόσιτες λόγω της εξάρτησης από καύσιμα που δεν είναι ασφαλή ή χαρακτηρίζονται από διακοπτόμενη παροχή (Sy and Mokaddem, 2022). Ενδεικτικά παραδείγματα των παραπάνω αποτελούν περιπτώσεις νοικοκυριών που δεν είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο (π.χ., νερού, ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου, κ.λπ.) ή όπου οι χρεώσεις για σύνδεση σε διαθέσιμο δίκτυο είναι απαγορευτικά υψηλές (Tarekegne 2020).
- ▲ Η προσέγγιση αναφέρεται σε επαρκή επίπεδα οικιακών ενεργειακών υπηρεσιών («...σε επαρκή επίπεδα οικιακών ενεργειακών υπηρεσιών, όπως θέρμανση, ψύξη, μαγείρεμα, φωτισμός, κ.ά...»). Το επαρκές επίπεδο ενεργειακών υπηρεσιών αποτελεί μια υποκειμενική έννοια. Παρόλο που υπάρχουν αναγνωρισμένα επίπεδα ενεργειακών υπηρεσιών για ορισμένες ενεργειακές χρήσεις – ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας προδιαγράφει καθεστώς ελάχιστης εσωτερικής θερμοκρασίας και θέρμανσης, κατάλληλα για τη διατήρηση της ανθρώπινης υγείας (Ormandy and Ezratty, 2012) – δεν υπάρχει πλήρης κατανόηση του τι θα συνιστούσαν επαρκή επίπεδα ενεργειακών υπηρεσιών σε όλες τις ενεργειακές υπηρεσίες (Li et al., 2014). Συνεπώς, οι ορισμοί του «επαρκούς» μπορεί να διαφέρουν ανά χώρα, περιοχή ή κοινότητα και να μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου (Spiliotis et al., 2020).
- ▲ Το αποτέλεσμα που προκύπτει ως συνέπεια της προτεινόμενης προσέγγισης είναι οι επαρκείς ενεργειακές υπηρεσίες για κοινωνικές και υλικές ανάγκες («...για την ικανοποίηση των κοινωνικών και υλικών αναγκών του»). Η έννοια των κοινωνικών και υλικών αναγκών είναι και πάλι υποκειμενική. Οι υλικές ανάγκες μπορεί να αναφέρονται σε ελάχιστες ανάγκες για υποστήριξη της ανθρώπινης υγείας (για παράδειγμα,



εσωτερικές θερμοκρασίες και καθεστώς θέρμανσης), ενώ οι κοινωνικές αναφέρονται στις ανάγκες που συνδέονται με την πλήρη συμμετοχή στην κοινωνία (Sovacool 2012).

Άλλοι ορισμοί της ενεργειακής φτώχειας που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος στην Ευρώπη, υποδεικνύουν επίσης πρόσθετες έννοιες που δεν περιλαμβάνονται στην προσέγγιση του ΕΡΟΝ, όπως για παράδειγμα:

- ▲ Οι ορισμοί της Ιρλανδίας και της Ρουμανίας αναφέρονται συγκεκριμένα στην ικανότητα διατήρησης επαρκούς θέρμανσης ως βασική ενεργειακή υπηρεσία (σε αντίθεση, για παράδειγμα, με την ανάγκη ή ικανότητα διατήρησης επαρκούς ψύξης κατά τους ζεστούς μήνες, για τους οποίους απουσιάζει η οποιαδήποτε αναφορά) (Kerr et al., 2019; Neacsu et al., 2020).
- ▲ Οι εθνικοί ορισμοί της Γαλλίας και της Ισπανίας συνδέουν συγκεκριμένα την ενεργειακή φτώχεια με τα αναποτελεσματικά σπίτια ή τις ανεπαρκείς συνθήκες διαβίωσης ως αιτιολογικό παράγοντα (Imbert et al., 2016; Aristondo and Onaindia, 2018).
- ▲ Πρόσφατες μελέτες εξετάζουν από κοινού την οικιακή ενεργειακή φτώχεια και την ενεργειακή φτώχεια του τομέα των μεταφορών για να παρέχουν έναν πιο ολιστικό ορισμό των ενεργειακών αναγκών ενός νοικοκυριού (OpenExp 2019).

## 2.1.2. ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 2.1.2.1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ

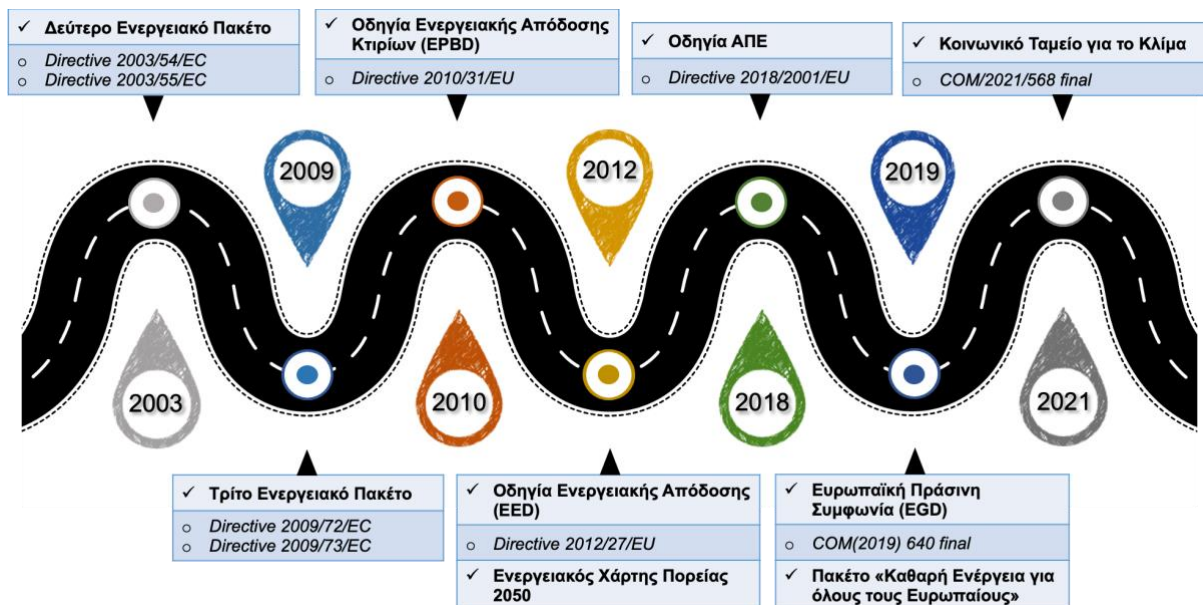
Η ενεργειακή φτώχεια δεν αποτελεί νέο αντικείμενο ενασχόλησης στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής νομοθεσίας. Η ΕΕ, προσπαθώντας να ενισχύσει την προστασία των καταναλωτών και να παρέχει ασπίδα στους ενεργειακά ευάλωτους πολίτες, ανέπτυξε από το 2003 ακόμη, το δεύτερο Ενεργειακό Πακέτο (Directive 2003/54/EC; Directive 2003/55/EC). Στη συνέχεια, και «χτίζοντας» πάνω σε αυτό, διαμόρφωσε το 2009 το τρίτο Ενεργειακό Πακέτο, με το οποίο εισήγαγε και αναγνώρισε επίσημα την έννοια της ενεργειακής φτώχειας (Directive 2009/72/EC; Directive 2009/73/EC). Οι σχετικές Οδηγίες που περιλαμβάνονταν σε αυτό, για την αγορά φυσικού αερίου και ηλεκτρισμού, απαιτούσαν τον καθορισμό κριτηρίων ορισμού ευπάθειας με σκοπό την προστασία των καταναλωτών, και αυτός ο ορισμός «μπορεί να συμπεριλαμβάνει και την ενεργειακή φτώχεια». Στο πλαίσιο αυτό, η ΕΕ εξέδωσε δύο Οδηγίες, όπου το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας αναγνωρίζεται επίσημα:

- ▲ Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (αγγλ. *Energy Performance Building Directive – EPBD*) (Directive 2010/31/EU), σύμφωνα με την οποία κάθε κράτος-μέλος καλείται να αναλάβει δράση κατά της ενεργειακής φτώχειας μέσω κατάρτισης μακροπρόθεσμων στρατηγικών ανακαινίσεων (στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (αγγλ. *National Energy and Climate Plan – NECP*)). Μεταξύ άλλων, η Οδηγία ορίζει ότι μια τέτοια στρατηγική πρέπει να παρέχει «μια επισκόπηση των πολιτικών και των ενεργειών που στοχεύουν στα τμήματα του εθνικού κτιριακού αποθέματος με τη χειρότερη απόδοση» και «ένα περίγραμμα των σχετικών εθνικών δράσεων που συμβάλλουν στην άμβλυση της ενεργειακής φτώχειας». Παρόλο που η συγκεκριμένη αναφορά απουσιάζει στην πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 2021 για αναθεώρηση της παρούσας οδηγίας (η νομοθετική διαδικασία βρίσκεται σε

εξέλιξη), προστίθενται νέες διατάξεις σχετικά με τα Ελάχιστα Πρότυπα Ενεργειακής Απόδοσης (αγγλ. *Minimum Energy Performance Standards – MEPS*), προκειμένου να επιταχυνθεί η ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος με σκοπό τη μείωση του ενεργειακού κόστους και την άμβλυση της ενεργειακής φτώχειας. Η πρόταση διερευνά επίσης οικονομικά κίνητρα και άλλα μέτρα πολιτικής με στόχο, κατά προτεραιότητα, τα ευπαθή νοικοκυριά, τα νοικοκυριά που πλήττονται από την ενεργειακή φτώχεια καθώς και αυτά που ζουν σε κοινωνική στέγασση.

- ▲ Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση (αγγλ. *Energy Efficiency Directive – EED*), σύμφωνα με το Άρθρο 7 της οποίας, τα κράτη-μέλη ενθαρρύνονται «να εφαρμόσουν ένα μέρος των δράσεων ενεργειακής απόδοσης ή εναλλακτικά μέτρα σε ευάλωτα νοικοκυριά, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και εκείνα που πλήττονται από ενεργειακή φτώχεια» ([Directive 2012/27/EU](#)). Οι πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα των μέτρων που αποσκοπούν στην ανακούφιση της ενεργειακής φτώχειας πρέπει να ενσωματώνονται στις εθνικές εκθέσεις προόδου για την ενέργεια και το κλίμα. Παρόμοιες διατάξεις περιλαμβάνονται στην πρόταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 2021 για αναθεώρηση της EED, μαζί με έναν προτεινόμενο ορισμό της ενεργειακής φτώχειας.

Σε συνέχεια των παραπάνω κοινοτικών Οδηγιών και κανονισμών, η ΕΕ εξέδωσε το 2012 έναν Ενεργειακό Χάρτη Πορείας με χρονικό ορίζοντα το 2050 (αγγλ. *Energy Roadmap 2050*), όπου πραγματοποιείται αναφορά στην «πλήρη εφαρμογή της ενεργειακής νομοθεσίας της ΕΕ με σκοπό την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας» και τα κράτη-μέλη ενθαρρύνονται να βρουν λύσεις στο πρόβλημα σε εθνικό επίπεδο, ώστε τελικά να επιτευχθεί η «ασφαλής, προσβάσιμη και κλιματικά φιλική ενέργεια» ([EC 2012](#)).



**Σχήμα 2.1** Πορεία εξέλιξης της ευρωπαϊκής νομοθεσίας σχετικά με την ενεργειακή φτώχεια.

Κατευθυνόμενοι προς το σήμερα, και ενώ έχει μεσολαβήσει μια σειρά από ανακοινώσεις και εκθέσεις της ΕΕ, του Ευρωκοινοβουλίου και όλων των σχετικών φορέων και ενδιαφερόμενων μερών, όπου τονίζεται η αναγκαιότητα συντεταγμένης αντιμετώπισης του προβλήματος

(Κοροβέση et al., 2017), η ΕΕ έχει εντείνει πλέον σημαντικά τις προσπάθειές της προς αυτή την κατεύθυνση. Πιο συγκεκριμένα:

- ▲ Η αναθεωρημένη Οδηγία του 2018 για τις ΑΠΕ (Directive 2018/2001/EU), αν και δεν περιέχει στοχευμένες διατάξεις για την ενεργειακή φτώχεια, ενθαρρύνει την πρόσβαση σε ΑΠΕ από ευπαθή νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος, για παράδειγμα μέσω ιδιοκατανάλωσης και ενεργειακών δικτύων, παρέχοντας πληροφορίες για μέτρα στήριξης.
- ▲ Το πακέτο «Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» του 2019 (αγγλ. *Clean Energy for all Europeans*) (EC 2019), το οποίο σε συνδυασμό με τον νέο Κανονισμό Διακυβέρνησης (Regulation 2018/1999), απαιτούν ουσιαστικά από κάθε κράτος-μέλος αρχικά να αναγνωρίσει και στη συνέχεια να λάβει μέτρα κατά της ενεργειακής φτώχειας, περιγράφοντας την αντίστοιχη στρατηγική στο πλαίσιο κατάρτισης του Εθνικού Σχεδίου για την Ενέργεια και το Κλίμα (Doukas and Marinakis, 2020; Arsenopoulos et al., 2020a).
- ▲ Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (αγγλ. *European Green Deal – EGD*), το γενικό αναπτυξιακό σχέδιο της ΕΕ για την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050, τονίζει επίσης την ανάγκη να ενσωματωθεί ο στόχος του μετριασμού της ενεργειακής φτώχειας και να υποστηριχθεί μια δίκαιη ενεργειακή μετάβαση για όλους «χωρίς να μείνει κανείς πίσω» (COM(2019) 640 final). Αρκετές χώρες της ΕΕ έχουν ήδη ενσωματώσει στοχευμένα μέτρα στις εθνικές τους στρατηγικές και αναπτύσσουν τους δικούς τους ορισμούς, μεθόδους μέτρησης και παρακολούθησης και λύσεις για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας (EC 2022). Ειδικότερα, η στρατηγική «Κύμα Ανακαινίσεων» (αγγλ. *Renovation Wave*), που παρουσιάστηκε το 2020 και αποτελεί μέρος της EGD, εμπεριέχει την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας και των κτιρίων με τη χειρότερη απόδοση μεταξύ των τριών τομέων εστίασης για δράση.
- ▲ Η πρόταση κανονισμού του 2021 για τη δημιουργία ενός Κοινωνικού Ταμείου για το Κλίμα (αγγλ. *Social Climate Fund*) (COM(2021) 568 final), που αποσκοπεί στην αντιστάθμιση του μελλοντικού κόστους της επέκτασης του συστήματος εμπορίας εκπομπών (αγγλ. *Emissions Trading System - ETS*) στον κτιριακό τομέα και στις οδικές μεταφορές, περιλαμβάνει ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μεταξύ των κύριων δικαιούχων του ταμείου (Άρθρο 1). Στα σχέδια του ταμείου πρέπει να περιλαμβάνεται εκτίμηση της αύξησης των τιμών που προκύπτει από τη συμπερίληψη των κτιρίων και των οδικών μεταφορών στο ETS «για τα νοικοκυριά, και ιδίως για την εμφάνιση ενεργειακής φτώχειας» (Άρθρο 4). Η καταβολή του χρηματικού ποσού στήριξης του ταμείου «πρέπει να εξαρτάται από την επίτευξη των ορόσημων και των στόχων σχετικά με τη μείωση του αριθμού των ευάλωτων νοικοκυριών, ιδίως των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών» (Άρθρο 5).

### 2.1.2.2. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει καταβάλει σημαντικές προσπάθειες για να παρακινήσει τα κράτη-μέλη να επενδύσουν στην ενεργειακή απόδοση. Η ίδια Επιτροπή ανακοίνωσε πως περίπου 14–18 δισεκατομμύρια ευρώ αφιερώθηκαν στην υλοποίηση ενεργειακά αποδοτικά λύσεων σε κατοικίες, δημόσια και βιομηχανικά κτίρια κατά την περίοδο 2014–2020 (European

*Court of Auditors, 2020*), υπογραμμίζοντας έτσι ότι οι παρεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα αποτελούν έναν αποτελεσματικό τρόπο μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας και κατά συνέπεια της ενεργειακής φτώχειας (*Bouzarovski 2018*). Την περίοδο 2014–2020, ορισμένες χώρες ανέπτυξαν προγράμματα χρηματοδότησης χρησιμοποιώντας μερικώς ή πλήρως τα Ευρωπαϊκά Διαθρωπτικά και Επενδυτικά Ταμεία (αγγλ. *European Structural and Investment Funds – ESIF*) που είναι αφιερωμένα στην αντιμετώπιση του ζητήματος της ενεργειακής φτώχειας. Αναλυτικά παραδείγματα χρηματοπιστωτικών μέσων, συστημάτων και πρακτικών που ισχύουν σε διάφορα κράτη–μέλη παρουσιάζονται στη δημοσίευση των *Lakatos and Arsenopoulos (2019)*.

Η ενεργειακή φτώχεια αντιμετωπίζεται επιπλέον και μελετάται μέσω διαφόρων ανεξάρτητων έργων και επιστημονικών προγραμμάτων. Συνήθως αυτά χρηματοδοτούνται από ευρωπαϊκά κονδύλια, σε μια προσπάθεια της ΕΕ να προωθήσει την τοπική πρωτοβουλία με έμμεσους τρόπους. Επιπλέον, συνήθως τα έργα αυτά ενθαρρύνουν διεθνώς συντονισμένες προσπάθειες για τη διερεύνηση των πολλαπλών πτυχών της ενεργειακής φτώχειας σε όλη την Ευρώπη.

Ορισμένα ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα με επίκεντρο την ενεργειακή φτώχεια χρηματοδοτήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος Horizon2020, του προγράμματος έρευνας και καινοτομίας της ΕΕ (*EPRS 2022*). Πιο συγκεκριμένα:

- ▲ STEP: Το έργο εστιάζει στη διερεύνηση λύσεων για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας χώρες της ΕΕ που πλήττονται περισσότερο, δίνοντας έμφαση σε συμπεριφορικές και ενεργειακές δράσεις χαμηλού κόστους.
- ▲ ENPOR: Το έργο αξιολογεί τον τρόπο με τον οποίο η ενεργειακή απόδοση επηρεάζει τον τομέα ενοικιάσεων ιδιόκτητων κατοικιών και προσδιορίζει τις διαστάσεις της ενεργειακής φτώχειας.
- ▲ SOCIALWATT: Το έργο στοχεύει να υποστηρίξει τους προμηθευτές ενέργειας και όλους τους σχετιζόμενους φορείς στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τελικά την υλοποίηση και διάδοση καινοτόμων συνδυασμών δράσεων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας.
- ▲ POWERPOOR: Το έργο στοχεύει στην υποστήριξη προγραμμάτων/σχημάτων για ενεργειακά φτωχούς πολίτες και την ενθάρρυνση της χρήσης εναλλακτικών σχημάτων χρηματοδότησης (π.χ., ίδρυση ενεργειακών κοινοτήτων/συνεταιρισμών, crowd funding).

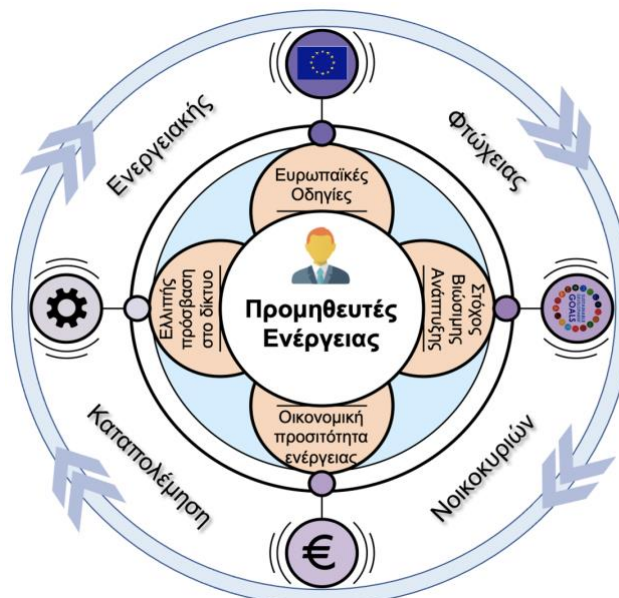
### 2.1.3. Ο ΚΡΙΣΙΜΟΣ ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Εάν ο σκοπός είναι να τερματιστεί η ενεργειακή φτώχεια έως το 2030, όπως ορίζει ο έβδομος Στόχος Βιώσιμης Ανάπτυξης (αγγλ. *Sustainable Development Goal – SDG*), οι προμηθευτές ενέργειας από κοινού με τις σχετιζόμενες εταιρείες του ιδιωτικού τομέα (π.χ., ESCO) πρέπει να θέσουν τις βάσεις και να ενώσουν τις δυνάμεις τους για να «θεραπεύσουν μόνιμα την πληγή» (*Spiliotis et al., 2020*), ειδικά σε χώρες όπως η Ελλάδα, Βουλγαρία, Κροατία, κ.λπ., όπου οι υψηλές τιμές ενέργειας και η έλλειψη ενεργειακών υποδομών θεωρούνται οι κύριοι ένοχοι (*Bouzarovski and Petrova, 2015*). Προς αυτή την κατεύθυνση, εκατοντάδες εταιρείες



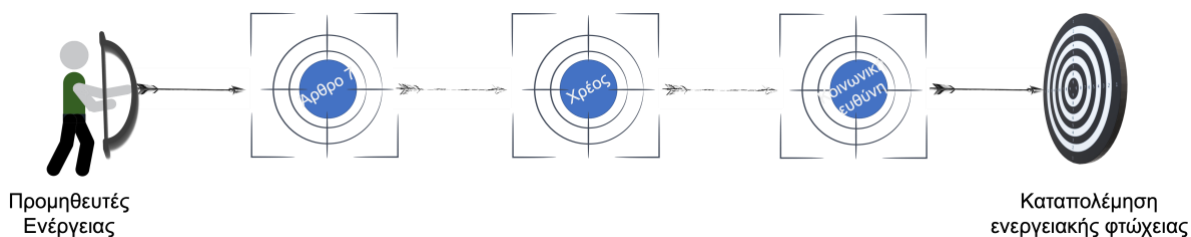
του ιδιωτικού τομέα έχουν κινητοποιηθεί την τελευταία δεκαετία, έχοντας συγκεντρώσει 1,7 δισεκατομμύρια δολάρια (70% εκ των οποίων κατά την περίοδο 2016–2019) για να βοηθήσουν τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά (Babungi and Skierka, 2019).

Στο ίδιο πλαίσιο, οι προμηθευτές ενέργειας έχουν την ευκαιρία να συνεισφέρουν με τη σειρά τους σε αυτή την προσπάθεια και να διαμορφώσουν μια κοινή στρατηγική για το μετριασμό του φαινομένου με έξυπνο και ολοκληρωμένο τρόπο (Androulaki et al., 2014; Papastamatiou et al., 2016; Marinakis et al., 2020), προωθώντας ταυτόχρονα ένα ψηφιοποιημένο και αποκεντρωμένο μέλλον στον ενεργειακό τομέα και διευκολύνοντας τη συλλογή των δεδομένων που απαιτούνται για τον εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών. Τα αριθμητικά στοιχεία, άλλωστε, που παρουσιάζονται στην αρχή της Ενότητας και αφορούν νοικοκυριά που δεν έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και νοικοκυριά που στερούνται καθαρών καυσίμων για μαγείρεμα, καταδεικνύουν τη σημασία των προμηθευτών ενέργειας για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.



**Σχήμα 2.2** Ο ρόλος των προμηθευτών ενέργειας στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.

Την ανάγκη ανάληψης πρωτοβουλιών από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας για τον μετριασμό του προβλήματος, ενισχύουν τα οφέλη που πηγάζουν και για τους ίδιους τους προμηθευτές. Πιο συγκεκριμένα, τα νοικοκυριά που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην αποπληρωμή των λογαριασμών ενέργειας ή/και να θερμάνουν/ψύξουν επαρκώς τις κατοικίες τους, πρέπει να αποτελούν πρωταρχικό μέλημα για τους προμηθευτές ενέργειας, ειδικά για χώρες που εκτείνονται στη Νότια και Ανατολική Ευρώπη, όπως είναι η Ελλάδα, η Βουλγαρία, η Κροατία και η Ρουμανία. Και αυτό διότι, αφενός, υπάρχει ισχυρή διασύνδεση μεταξύ των ανθρώπων που καθυστερούν την αποπληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών τους και εκείνων που ζουν στο όριο της ενεργειακής φτώχειας και αφετέρου, το κόστος των καθυστερούμενων οφειλών που βαραίνει τις εταιρείες προμήθειας ενέργειας μπορεί να ανέλθει σε εκατομμύρια ευρώ (Spiliotis et al., 2020; Arsenopoulos et al., 2021). Το ίδιο ισχύει, και για τις Βόρειες και Δυτικές χώρες, όπως η Σουηδία και η Ολλανδία, οι οποίες όμως ταλαιπωρούνται λιγότερο από παρόμοιες καταστάσεις.

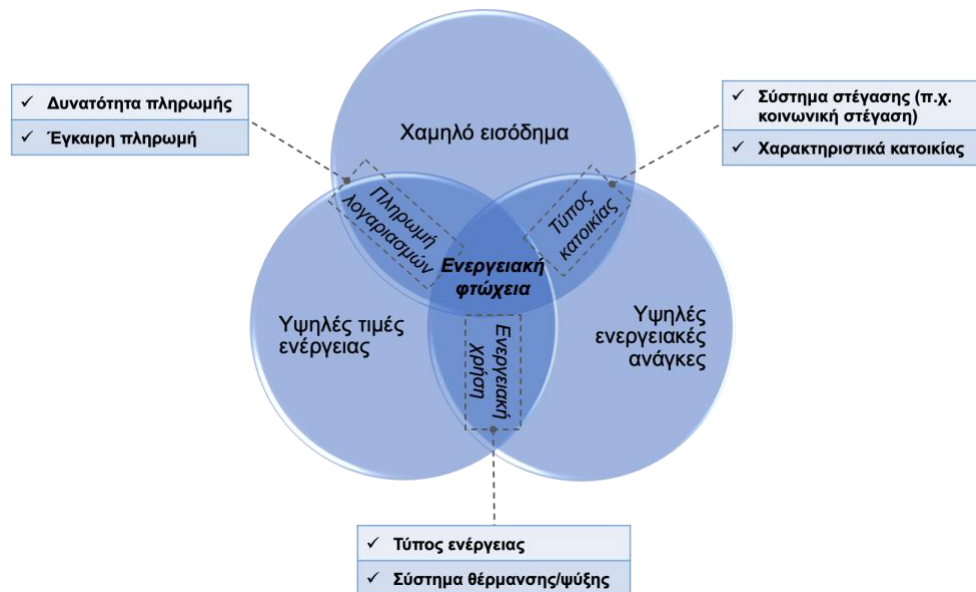


**Σχήμα 2.3** Οφέλη για τους προμηθευτές ενέργειας από την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας.

Συνεπώς, πέραν της επιτακτικής ανάγκης για κινητοποίηση των προμηθευτών ενέργειας όπως επιτάσσει ο θεσμικός τους ρόλος, είναι και προς το συμφέρον τους να εντοπίσουν και να στηρίξουν τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά, διότι με αυτό τον τρόπο θα διευκολυνθούν και οι ίδιοι στην εκπλήρωση των υποχρεώσεών τους όπως αυτές προκύπτουν από τη σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία, ενώ ταυτόχρονα θα διεκδικήσουν την αποπληρωμή των χρεών που τους οφείλονται και θα ενισχύσουν το προφίλ Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης τους (Σχήμα 2.3) (Arsenopoulos et al., 2021). Από αυτή την άποψη, οι προμηθευτές ενέργειας και όλοι οι υπόχρεοι φορείς ανά την Ευρώπη πρέπει, όχι μόνο να ενθαρρύνονται στην αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, αλλά συνεχώς να εμπλέκουν ενεργά και να συνεργάζονται αρμονικά με τους πελάτες τους που υποφέρουν από ενεργειακή φτώχεια, μέσω της ανάπτυξης, υιοθέτησης, υλοποίησης και τελικά διάδοσης καινοτόμων προγραμμάτων καταπολέμησης του προβλήματος (Eurelectric 2017). Οι κυβερνήσεις, σε εθνικό επίπεδο, θα πρέπει επίσης να εντείνουν τις προσπάθειές τους και να ενθαρρύνουν ή ακόμη και να υποχρεώσουν τους προμηθευτές ενέργειας να προβούν σε ενέργειες που αντιμετωπίζουν το συγκεκριμένο ζήτημα, ακολουθώντας τον αντίστοιχο οδικό χάρτη της ευρωπαϊκής νομοθεσίας (π.χ., Άρθρο 7 της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση) (Directive 2012/27/EU).

## 2.2. ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

Η ενεργειακή φτώχεια προκαλείται από την αλληλεπίδραση τριών πρωταρχικών παραγόντων: (α) χαμηλών εισοδημάτων, (β) υψηλών ενεργειακών αναγκών (λόγω αναποτελεσματικής στέγασης) και (γ) υψηλών τιμών ενέργειας (Arsenopoulos et al., 2020a). Αν και υπάρχει σαφής οριοθέτηση και διάκριση μεταξύ των παραγόντων αυτών, τα σημεία επικάλυψης και αλληλεπίδρασής τους δεν πρέπει να αγνοηθούν, διότι προκαλούν σύγχυση και δημιουργούν ασάφειες. Μια εξ αυτών είναι και η ταύτιση της εισοδηματικής με την ενεργειακή φτώχεια, δυο φαινομένων που, αν και συνδέονται, δεν είναι ταυτόσημα. Αρχικά, τα εισοδηματικά φτωχά νοικοκυριά, λόγω της αδυναμίας τους για οικονομική υποστήριξη σύγχρονης στέγασης, χαμηλών ενεργειακών απαιτήσεων, καταλήγουν σε κατασκευαστικά και ενεργειακά ανεπαρκείς κατοικίες, με αποτέλεσμα το κόστος για την κάλυψη των ενεργειακών τους λογαριασμών να είναι ιδιαίτερα υψηλό. Ως εκ τούτου, το κόστος αυτό καταλαμβάνει σημαντικό μερίδιο του ήδη περιορισμένου προϋπολογισμού τους. Έτσι, τα νοικοκυριά, εγκλωβισμένα σε αυτόν τον φαύλο κύκλο καταλήγουν, εκτός από εισοδηματικά φτωχά, και ενεργειακά φτωχά (Κοροβέση et al., 2017). Το Σχήμα 2.4 παρουσιάζει γραφικά τη σχέση μεταξύ των τριών πρωταρχικών παραμέτρων πρόκλησης ενεργειακής φτώχειας.



**Σχήμα 2.4** Αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών πρωταρχικών παραμέτρων πρόκλησης ενεργειακής φτώχειας.

Ενδεικτικό παράδειγμα των παραπάνω αποτελεί το Ηνωμένο Βασίλειο, μια χώρα με μακρόχρονη εμπειρία πολιτικής στο πεδίο της ενεργειακής φτώχειας, όπου τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος (εκτός του τομέα της κοινωνικής στέγασης, που έχει επωφεληθεί από τις ενεργειακές βελτιώσεις τα τελευταία χρόνια) είναι πιο πιθανό να ζουν σε σπίτια με κακή ενεργειακή απόδοση και να πληρώνουν περισσότερα για τους λογαριασμούς του νοικοκυριού τους (κυρίως τους λογαριασμούς ενέργειας) συγκριτικά με τις πιο ευκατάστατες οικογένειες (Sunderland and Croft, 2011). Συνεπώς, η προσέγγιση της ενεργειακής φτώχειας και η ανάπτυξη ορθών πολιτικών για την ανακούφισή της, δεν προϋποθέτει μόνο τη συμπερίληψη όλων των παραπάνω μεμονωμένων αιτιών, αλλά και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων.

Επιπλέον, η κρίση του ενεργειακού εφοδιασμού που συνδέεται με τον πόλεμο Ρωσίας–Ουκρανίας, μαζί με τις τιμές της ενέργειας που είχαν ήδη αυξηθεί εδώ και αρκετούς μήνες, ανάγκασαν τους καταναλωτές να πληρώνουν περισσότερα για καύσιμα, θέρμανση και ηλεκτρισμό, επιδεινώνοντας την ήδη τεταμένη κατάσταση των ευπαθών νοικοκυριών (EC 2022). Σύμφωνα με τον IEA, η άνοδος των τιμών της ενέργειας πριν από τον πόλεμο οφειλόταν στη μεταπανδημική οικονομική ανάκαμψη και στην αυξημένη ζήτηση, σε συνδυασμό με την ασυνήθιστα χαμηλή προσφορά λόγω της ψυχρής και μεγάλης χειμερινής περιόδου, των δυσμενών καιρικών συνθηκών που είχαν ως αποτέλεσμα λιγότερη αιολική ενέργεια και χαμηλά επίπεδα αποθήκευσης αερίου στην Ευρώπη (EPRS 2022). Η ανάλυση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής δείχνει ότι τόσο οι τιμές του φυσικού αερίου όσο και της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη αυξήθηκαν σε πρωτοφανή επίπεδα κατά τη διάρκεια του 2021, ενώ φαίνεται να σημείωσαν ακόμη μεγαλύτερες αυξήσεις εντός του 2022 (EPRS 2022).

Στο ίδιο πλαίσιο, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός αιτιολογικών παραγόντων που απεικονίζουν τις διαρθρωτικές, οικονομικές και κοινωνικές ιδιαιτερότητες και έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην ενεργειακή φτώχεια. Αυτοί περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τις ακραίες κλιματικές διακυμάνσεις, τη διαθεσιμότητα καυσίμων, τον τύπο κτιρίου και την απόδοσή του, τη μίσθωση κατοικίας, το υψηλό κόστος διαβίωσης (ιδιαίτερα το κόστος στέγασης), τη σύνθεση του νοικοκυριού, την ανεπαρκή πληρότητα του σπιτιού (λόγω γήρανσης του πληθυσμού της

Ευρώπης), το χαμηλό επίπεδο ενεργειακής παιδείας και ενασχόλησης με την αγορά ενέργειας, τις ασαφείς χρεώσεις στους λογαριασμούς ενέργειας, την προσωπική ευπάθεια των ατόμων, κ.ά. (Sunderland and Croft, 2011). Οι παράγοντες αυτοί κατηγοριοποιούνται σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες: (α) τις φυσικές υποδομές, (β) τις πολιτικές παρεμβάσεις και (γ) δημογραφικούς παράγοντες.

Οι φυσικές υποδομές περιλαμβάνουν το κτιριακό απόθεμα και τις ενεργειακές υποδομές που το τροφοδοτούν και επηρεάζουν μια σειρά ζητημάτων που σχετίζονται με τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας, την πρόσβαση στην παροχή ενέργειας και την ικανότητα βελτίωσης του κτιριακού ιστού. Τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας διαμορφώνονται κυρίως από την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, το μέγεθος των νοικοκυριών και τους τύπους και την απόδοση των διαθέσιμων συστημάτων θέρμανσης (Ntaintasis et al., 2019). Η αποδοτικότητα των κτιρίων (και οι απαραίτητες επενδύσεις) μπορεί να επηρεαστεί από το καθεστώς εκμετάλλευσης αυτών των κτιρίων (π.χ., κοινωνική στέγαση, ιδιωτική ενοικίαση ή ιδιοκτησία) και τον τύπο του κτιρίου (Rademaekers et al., 2016). Για παράδειγμα, ορισμένοι τύποι κτιρίων είναι πιο κατάλληλοι για προγράμματα παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης μεγάλης κλίμακας. Το είδος της ενέργειας που διατίθεται στα νοικοκυριά μπορεί επίσης να είναι κρίσιμος παράγοντας. Για παράδειγμα, μη συνδεδεμένες στο δίκτυο αγροτικές κοινότητες, μπορεί να έχουν περιορισμένη πρόσβαση σε πιο προσιτές προμήθειες ενέργειας (Preston et al., 2014). Οι αστικές κοινότητες που συνδέονται με την τηλεθέρμανση μπορεί επίσης να διαθέτουν περιορισμένες επιλογές, οι οποίες συνδέονται με συστήματα υψηλότερου κόστους και χαμηλότερης απόδοσης.

Οι πολιτικές παρεμβάσεις αποτελούν επίσης κλειδί. Οι Pye et al. (2015) παρουσιάζουν μια επισκόπηση των τύπων δράσεων που εφαρμόζονται στα κράτη-μέλη για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας και την προστασία των ευπαθών καταναλωτών. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές δράσεις, όλες σχεδιασμένες και εφαρμοσμένες σύμφωνα με το διαφορετικό κοινωνικό-οικονομικό πλαίσιο της εκάστοτε χώρας. Οι δράσεις αυτές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής (Πίνακας 2.2): (α) βραχυπρόθεσμες οικονομικές παρεμβάσεις, για την αντιμετώπιση των ανησυχιών σχετικά με την οικονομική προσιτότητα της ενέργειας, (β) πρόσθετη προστασία των καταναλωτών που στοχεύουν ειδικά σε ευπαθείς ομάδες, ιδίως στις εσωτερικές αγορές ενέργειας, (γ) δράσεις ενεργειακής απόδοσης και (δ) ευαισθητοποίηση και ενημέρωση των καταναλωτών.

**Πίνακας 2.2** Κατηγοριοποίηση πολιτικών αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας.

Κατηγορία πολιτικής	Περιεχόμενο
Οικονομικά κίνητρα	Έχουν σχεδιαστεί για να υποστηρίζουν ευπαθή και ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μέσω βραχυπρόθεσμης πληρωμής λογαριασμών.
Προστασία καταναλωτών	Ο στόχος τους έγκειται στην παροχή προστασίας στους πελάτες λιανικής, όπως η προστασία από την αποσύνδεση. Δεν στοχεύουν στη ρίζα του προβλήματος, αλλά στην πρόσκαιρη ανακούφισή του.
Ενεργειακή απόδοση	Περιλαμβάνουν κυρίως επιδοτούμενα προγράμματα που στοχεύουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο κτιριακό απόθεμα και στη χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ.



---

*Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση* Αυτές οι δράσεις πολιτικής περιλαμβάνουν εκστρατείες ευαισθητοποίησης και ενεργειακές συμβουλές για να βοηθήσουν τους ανθρώπους να κατανοήσουν τις αρνητικές επιπτώσεις της ενεργειακής φτώχειας, καθώς και να τους ενημερώσουν σχετικά με τα τιμολόγια της αγοράς και τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

---

Τα δημογραφικά περιλαμβάνουν την αναγνώριση νοικοκυριών που ενδέχεται να βρίσκονται σε κίνδυνο ενεργειακής φτώχειας για λόγους που δεν συνδέονται απαραίτητα με το εισόδημα (π.χ., ηλικιωμένοι, αναπηρίες, αγροτικές κοινότητες, μονογονεϊκά νοικοκυριά, κ.λπ.). Στους παράγοντες αυτούς περιλαμβάνεται επίσης το μέγεθος του νοικοκυριού, το οποίο, όπως αναλύθηκε παραπάνω, επηρεάζει και το επίπεδο ζήτησης ενεργειακών υπηρεσιών. Όπως σημειώνεται στους [Preston et al. \(2014\)](#), τα νοικοκυριά που βρίσκονται σε ενεργειακή φτώχεια συχνά εμφανίζουν συγκεκριμένα κοινωνικο-δημογραφικά χαρακτηριστικά. Όσον αφορά τις ευπαθείς ομάδες, τα περισσότερα κράτη-μέλη κατευθύνονται στον προσδιορισμό της ευπάθειας ανά κοινωνικο-δημογραφική ομάδα.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που η έννοια της ευπάθειας σχετίζεται με την ενεργειακή φτώχεια, είναι μια ξεχωριστή κατηγορία που ορίζεται σαφέστερα από τα κράτη-μέλη καθαυτά. Η πλειονότητα των ευρωπαϊκών χωρών διαθέτει ορισμό ή τουλάχιστον αναγνώριση της ευπάθειας εντός του ενεργειακού ρυθμιστικού πλαισίου ([Pye et al., 2015](#)). Οι ορισμοί της ευπάθειας βασίζονται συχνότερα στη λήψη κοινωνικών παροχών, την ηλικία, την αναπηρία ή τη μακροχρόνια ασθένεια ως κριτήρια επιλεξιμότητας ή ακόμη είναι προσαρμοσμένοι κατάλληλα σε συγκεκριμένες κοινωνικο-οικονομικές ομάδες (ως υποκατάστατο για την εισοδηματική ευπάθεια). Αν και είναι πιθανό να υπάρχει επικάλυψη μεταξύ των ευπαθών νοικοκυριών και εκείνων που κινδυνεύουν από ενεργειακή φτώχεια, τα κριτήρια ευπάθειας δεν αποτελούν απολύτως ακριβείς δείκτες ενεργειακής φτώχειας. Και αυτό διότι, πρώτον, τα κριτήρια ευπάθειας που χρησιμοποιούνται είναι σε μεγάλο βαθμό κριτήρια κοινωνικής ευπάθειας και όχι συγκεκριμένα κριτήρια ενεργειακής ευπάθειας ([Kyprianou et al., 2019](#)) και δεύτερον, η ενεργειακή ευπάθεια δεν αποτελεί συνώνυμη έννοια με την ενεργειακή φτώχεια. Συχνά, τα κριτήρια κοινωνικής ευπάθειας χρησιμοποιούνται ως κριτήρια επιλεξιμότητας για την ενεργειακή φτώχεια, γεγονός που οδηγεί σε αναποτελεσματική στόχευση.

Η ενεργειακή φτώχεια τοποθετείται, όμως, στο προσκήνιο και λόγω ενός ευρέως φάσματος αρνητικών επιπτώσεων, στην κοινωνική ευημερία και την υγεία ([EPAH 2022](#)). Όσον αφορά την κοινωνική διάσταση, η ενεργειακή φτώχεια μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των νοικοκυριών (με αποτέλεσμα για παράδειγμα τη μερική θέρμανση του σπιτιού), διόγκωση των χρεών, αποσυνδέσεις ή ακόμα και συρρίκνωση σε άλλους τομείς του οικιακού προϋπολογισμού με στόχο την εξοικονόμηση χρημάτων ([Castaño-Rosa et al., 2020](#)). Όλα αυτά επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις στην κοινωνική ένταξη και το μορφωτικό επίπεδο ([Acharya and Sadath, 2019](#)) με τις ευπαθείς ομάδες, όπως τα μικρά παιδιά, τα ηλικιωμένα άτομα και τα άτομα με αναπηρία ή μακροχρόνια ασθένεια, να καθίστανται περισσότερο εκτεθειμένες σε αυτές τις επιπτώσεις ([Thomson et al., 2016](#)). Τα παραπάνω, επιδρούν με τη σειρά τους αρνητικά τόσο στην ψυχική υγεία όσο και στη σωματική, με τη πρόκληση αναπνευστικών και κυκλοφορικών προβλημάτων ([Kaygusuz 2011; Spiliotis et al., 2020](#)).

Ενδεικτικά, οι Thomson et al. (2017a) επιχείρησαν να παράσχουν μια εις βάθος ανάλυση της σύνδεσης μεταξύ ενεργειακής φτώχειας και υγείας, με τα ευρήματα να υπογραμμίζουν ότι τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά επηρεάζονται σημαντικά περισσότερο από θέματα υγείας συγκριτικά με τα μη ενεργειακά φτωχά. Η Marmot Review Team (2011) τόνισε την ισχυρή σχέση μεταξύ των ψυχρών συνθηκών που επικρατούν εντός των κατοικιών και των θανάτων κατά τους χειμερινούς μήνες, αλλά και την αυξημένη συχνότητα εμφάνισης άλλων προβλημάτων υγείας. Διαπίστωσε, λοιπόν, ότι το 22% των θανάτων κατά τους χειμερινούς μήνες στο Ηνωμένο Βασίλειο θα μπορούσε να αποδοθεί στις ψυχρές συνθήκες εντός των κατοικιών. Ο Healy (2003) διερεύνησε τους διαφορετικούς παράγοντες που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην αποσαφήνιση της διακύμανσης του αριθμού των θανάτων κατά τους χειμερινούς μήνες στα διάφορα κράτη-μέλη. Η ανάλυση διαπίστωσε ότι οι χώρες με τις χειρότερες συνθήκες στέγασης (Πορτογαλία, Ελλάδα, Ιρλανδία και Ηνωμένο Βασίλειο) εμφανίζουν την υψηλότερη θνησιμότητα κατά τους χειμερινούς μήνες, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι μια βασική προληπτική παρέμβαση θα μπορούσε να συνίσταται στη βελτίωση των θερμικών προτύπων των κτιρίων, η οποία θα μείωνε επίσης την ενεργειακή φτώχεια. Τέλος, οι Fowler et al. (2014) σημειώνουν ότι η ενεργειακή φτώχεια θα μπορούσε να αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες στη διακύμανση των θνησιμότητας κατά τους χειμερινούς μήνες σε ολόκληρη την ΕΕ.

### 2.3. ΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

Οι αφηγηματικές περιγραφές της ενεργειακής φτώχειας παρέχουν σημαντικές λεπτομέρειες για την προώθηση της κοινής κατανόησης της εμπειρίας της ενεργειακής φτώχειας. Ωστόσο, χρειάζεται να συνοδεύονται και από ακριβείς δείκτες μέτρησης της έντασης του προβλήματος, για να καταστεί δυνατή η παρακολούθηση και ο καθορισμός στόχων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Η μέτρηση, όμως, της ενεργειακής φτώχειας συνιστά πολύπλοκη διαδικασία καθώς αφορά μια ιδιωτική κατάσταση, που περιορίζεται στο σπίτι, και αποτελεί μια πολυδιάστατη έννοια που είναι πολιτισμικά ευαίσθητη (Simcock and Mullen, 2016).

Στις περιπτώσεις όπου οι ορισμοί της ενεργειακής φτώχειας έχουν καθοριστεί σε επίπεδο κρατών-μελών, συνήθως αποτελούνται από μια αφηγηματική περιγραφή που είτε αναφέρεται άμεσα σε, είτε υποστηρίζεται από έναν ή περισσότερους δείκτες και κατώτατα όρια. Το αφηγηματικό μέρος του ορισμού περιγράφει την έννοια της ενεργειακής φτώχειας και δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις για προσέλκυση πολιτικού ενδιαφέροντος, ενώ οι δείκτες και τα κατώφλια επιτρέπουν τη μέτρηση της έντασης του προβλήματος σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο, τον ποσοτικό καθορισμό στόχων και την παρακολούθηση της προόδου στην προσπάθεια καταπολέμησής του. Η αναζήτηση κατάλληλων δεικτών για τη μέτρηση του επιπέδου της ενεργειακής φτώχειας παρεμποδίζεται από την έλλειψη ειδικά διαμορφωμένων συνόλων δεδομένων τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο (Thomson et al., 2017b). Ως εκ τούτου, η μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει βασιστεί σε δεδομένα που διατίθενται στην κατάλληλη κλίμακα και συλλέγονται τακτικά ώστε να είναι δυνατή η παρακολούθησή της.

Σε μια προσπάθεια προσέγγισης του καίριου ζητήματος της μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας, έχουν αναγνωρισθεί τρεις διακριτές κατηγορίες δεικτών μέτρησης (Thema and Vondung, 2020): (α) Δείκτες δαπανών, (β) Συναινετικοί δείκτες και (γ) Δείκτες αποτελεσμάτων. Δείκτες που υπάγονται στις δύο πρώτες κατηγορίες, παρουσιάζονται επίσης από το ΕΡΟΧ

και αξιοποιούνται σε κορυφαίες μελέτες (Rademaekers et al., 2016), κυρίως λόγω διαθεσιμότητας των σχετικών δεδομένων.

### 2.3.1. ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΑΠΑΝΩΝ

Οι δείκτες Δαπανών (αγγλ. *Expenditure – based indicators*) στοχεύουν στη μέτρηση της οικονομικής επιβάρυνσης που υφίστανται τα νοικοκυριά ως αποτέλεσμα των ενεργειακών τους δαπανών (EPRS 2022). Επομένως, αυτοί οι δείκτες προσδιορίζουν τις δαπάνες των νοικοκυριών για ενέργεια, είτε ως μερίδιο των εσόδων τους, είτε σε απόλυτες τιμές, συγκρίνοντας τις, και στις δύο περιπτώσεις, με ένα κανονιστικό όριο (π.χ., ενεργειακή δαπάνη μεγαλύτερη από το 10% των εσόδων ή ενεργειακή δαπάνη μικρότερη από το ήμισυ της εθνικής διαμέσου τιμής) (ComAct 2021).

Το ΕΡΟΝ περιλαμβάνει δύο δείκτες Δαπανών στην ομάδα των τεσσάρων πρωτευόντων δεικτών του, οι οποίοι παρουσιάζονται παρακάτω. Η πηγή δεδομένων και για τους δύο αυτούς δείκτες είναι οι HBS, που πραγματοποιούνται από τα κράτη-μέλη σε εθνικό επίπεδο, και τα τελικά αποτελέσματα συλλέγονται και εναρμονίζονται από τη Eurostat (Thema and Vondung, 2020). Επειδή τα κράτη-μέλη ακολουθούν διαφορετικά καθεστώτα στη συλλογή δεδομένων σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα, την τακτικότητα και τις προδιαγραφές των στοιχείων, η Eurostat αναλαμβάνει τη διαδικασία εναρμόνισης μόνο μία φορά κάθε πέντε χρόνια (Eurostat, 2022).

- ▲ *Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2)* (αγγλ. *Low absolute energy expenditure*): ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακά φτωχό εάν η ενεργειακή του δαπάνη, σε απόλυτη τιμή, είναι μικρότερη από την αντίστοιχη μισή εθνική διάμεσο τιμή. Ο δείκτης αυτός συναντάται επίσης στη βιβλιογραφία υπό τον όρο «Κρυμμένη Ενεργειακή Φτώχεια» (αγγλ. *Hidden Energy Poverty – HEP*).
- ▲ *Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)* (αγγλ. *High share of energy expenditure in income*): ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακά φτωχό εάν το μερίδιο του εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη ξεπερνά την αντίστοιχη διπλάσια εθνική διάμεσο τιμή.

Οι παραπάνω δείκτες, ωστόσο, περιλαμβάνουν ψήγματα υποκειμενικότητας, καθώς η ανάπτυξή τους βασίζεται σε δεδομένα ερευνών, η πραγματοποίηση των οποίων επαφίεται στη διακριτή ευχέρεια του εκάστοτε κράτους-μέλους (2M και M/2). Επίσης, παρόλο που αυτοί οι δείκτες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από δεδομένα που είναι δύσκολο να ανακτηθούν σε εθνικό, περιφερειακό ή/και τοπικό επίπεδο, γεγονός που εμποδίζει περαιτέρω την ευρεία χρήση τους, φαίνεται να αντλούν σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια, καθώς έχουν δημιουργηθεί για να καλύψουν τα κενά πιο «παραδοσιακών» προσεγγίσεων (Spiliotis et al., 2020; Moore 2012), όπως:

- ▲ *Δείκτης 10%*: ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακά φτωχό εάν το μερίδιο του εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη ξεπερνά το 10%.
- ▲ *Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους* (αγγλ. *Low Income–High Cost – LIHC*): ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακό φτωχό εάν το μερίδιο του εισοδήματός του για ενεργειακή δαπάνη είναι υψηλότερο από την αντίστοιχη εθνική διάμεση τιμή, ΚΑΙ το υπολειπόμενο εισόδημά του, μετά την αφαίρεση του ενεργειακού κόστους, είναι

χαμηλότερο από το όριο εισοδηματικής φτώχειας (όπως αυτό καθορίζεται σε εθνικό επίπεδο).

- ▲ *Δείκτης Ελαχίστου Εισοδήματος* (αγγλ. *Minimum Income Standard – MIS*): ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακά φτωχό εάν το εισόδημά του μετά την αφαίρεση των δαπανών για ενέργεια και στέγαση είναι μικρότερο από το MIS. Ως MIS ορίζεται το ελάχιστο εισόδημα που πρέπει να διαθέτει ένα νοικοκυριό προκειμένου να μπορεί να συμμετέχει ενεργά στην κοινωνία (π.χ., τροφή, ένδυση, πολιτιστική συμμετοχή, ανατροφή παιδιών, κ.ά.).
- ▲ *Δείκτης Φτώχειας Μετά Καυσίμων* (αγγλ. *After Fuel–Cost Poverty – AFCP*): ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακά φτωχό εάν το εισόδημά του μετά την αφαίρεση των δαπανών για ενέργεια και στέγαση είναι μικρότερο από το 60% της εθνικής διαμέσου τιμής.

Σημειώνεται πως ο δείκτης 10% αποτελεί την πρώτη προσπάθεια που υλοποιήθηκε για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας και προκάλεσε έντονη συζήτηση κυρίως σχετικά με την ικανότητά του να ενσωματώνει μεταβλητές υψηλής σημασίας, όπως η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ([Siksnelyte-Butkiene et al., 2021](#)). Το 2012, οι Βρετανοί αναθεώρησαν τον δείκτη 10% για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας και υιοθέτησαν τον δείκτη LIHC, επεκτείνοντας ουσιαστικά την αρχική προσέγγιση του 10% μέσω της αντικατάστασης του σταθερού κατωφλίου 10% με δύο σχετικά όρια ([Robinson et al., 2018](#)).

### 2.3.1.1. ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΚΑΤΩΦΛΙΟΥ

Ο δείκτης 10%, εκτός από την ευρεία κατηγορία των δεικτών Δαπανών, εντάσσεται επίσης στην κατηγορία των δεικτών Σταθερού Κατωφλίου (αγγλ. *Fixed–threshold indicator*) ([SocialWatt 2019](#)). Το κύριο χαρακτηριστικό των δεικτών Σταθερού Κατωφλίου είναι ότι ενσωματώνουν ένα σταθερό όριο και στόχο, που εξασφαλίζει σχετική απλότητα στους υπολογισμούς. Τέτοιοι δείκτες καταγράφουν επίσης τις διαστάσεις του εισοδήματος, της τιμής και των ενεργειακών αναγκών ([Preston et al., 2014](#)). Μια σημαντική αδυναμία, όμως, που εντοπίζεται από τους επικριτές, είναι ότι τέτοιοι δείκτες είναι ιδιαιτέρως πιο ευαίσθητοι στις διακυμάνσεις των τιμών της ενέργειας, συγκριτικά με το εισόδημα και την ενεργειακή απόδοση ([Rademaekers et al., 2016](#)). Επομένως, η αύξηση των τιμών της ενέργειας μπορεί εύκολα να επισκιάσει την πρόοδο που έχει επιτευχθεί με τη στήριξη του εισοδήματος ή τα μέτρα πολιτικής για την ενεργειακή απόδοση.

### 2.3.1.2. ΔΕΙΚΤΕΣ ΣΧΕΤΙΚΟΥ ΚΑΤΩΦΛΙΟΥ

Στο ίδιο πλαίσιο, οι δείκτες 2M και M/2 του EPOV, όπως επίσης οι LIHC, MIS και AFCP εντάσσονται στην πιο «περιορισμένη» κατηγορία των δεικτών Σχετικού Κατωφλίου (αγγλ. *Relative–threshold indicator*) ([SocialWatt 2019](#)). Το κατώφλι συνδέεται με ένα μέσο όρο (διάμεσος) του συνολικού πληθυσμού. Επομένως, τα αποτελέσματα βάσει των δεικτών αυτών παραμένουν σχετικά με τον πληθυσμό και την κατανομή των εσόδων και των ενεργειακών δαπανών σε αυτόν. Σε σύγκριση με τους δείκτες Σταθερού Κατωφλίου, οι δείκτες Σχετικού Κατωφλίου διευκολύνουν τον έλεγχο της επίδρασης εξωτερικών παραγόντων, όπως είναι για παράδειγμα οι διακυμάνσεις των τιμών της ενέργειας.

Ωστόσο, η ενεργειακή φτώχεια είναι πολύ δύσκολο να εξαλειφθεί όταν προσεγγίζεται με δείκτες Σχετικού Κατωφλίου. Και αυτό διότι, καθώς τα νοικοκυριά εξέρχονται από την κατάσταση ενεργειακής φτώχειας μέσω της βελτίωσης της κατάστασής τους (π.χ., αύξηση εισοδήματος) ή μιας πολιτικής παρέμβασης, τα νοικοκυριά που προηγουμένως ήταν ακριβώς πάνω από το όριο, εμπίπτουν πλέον στην ομάδα-στόχο (SocialWatt 2019). Ως εκ τούτου, το αποτέλεσμα των δεικτών Σχετικού Κατωφλίου είναι να δημιουργηθεί μια υποκατάσταση μεταξύ των νοικοκυριών που εισέρχονται και εξέρχονται από την επιλέξιμη ομάδα καθώς αλλάζει η κατάστασή τους. Μπορεί, επομένως, να ειπωθεί ότι οι δείκτες Σχετικού Κατωφλίου μετρούν την ανισότητα εντός του πληθυσμού και όχι την ίδια την ενεργειακή φτώχεια.

Αξιολογώντας συνολικά τους δείκτες Δαπανών, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως αναδεικνύουν εμφατικά την οικονομική πτυχή του προβλήματος, τοποθετώντας την ενεργειακή του διάσταση στο παρασκήνιο (Spiliotis et al., 2020). Επιπλέον, χρησιμοποιούν κατώφλια με τα οποία συγκρίνονται οι ενεργειακές δαπάνες. Αυτά τα κατώφλια μπορεί να προκαλούν σημαντικές παραμορφώσεις των αποτελεσμάτων και είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην κατανομή του πληθυσμού. Ανάλογα με την κατανομή της ενεργειακής δαπάνης ανά εισοδηματικό στρώμα για την εκάστοτε χώρα, το κατώφλι του δείκτη που θα ορισθεί, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να τεθεί στο μικροσκόπιο ένα πολύ μεγάλο ή πολύ μικρό ποσοστό του πληθυσμού (Thomson et al., 2017b). Τέλος, για τον υπολογισμό των δεικτών Δαπανών αξιοποιείται, όπου είναι απαραίτητο, το κανονικοποιημένο εισόδημα ανάλογα με το μέγεθος του νοικοκυριού. Οι επικριτές αυτής της προσέγγισης επισημαίνουν ότι το εισόδημα μετά την αφαίρεση του κόστους στέγασης ή άλλων βασικών εξόδων των νοικοκυριών θα ήταν πιο αντιπροσωπευτικό μέτρο σύγκρισης (Castaño-Rosa et al., 2019). Το κόστος στέγασης μεταβάλλεται, για παράδειγμα μεταξύ αγροτικών και αστικών τοποθεσιών, και δεδομένου ότι αποτελεί αδιαπραγμάτευτο μέρος του προϋπολογισμού των νοικοκυριών, οι επικριτές υποστηρίζουν ότι το ισοδύναμο εισόδημα δεν αποτελεί δίκαιη αναπαράσταση του διαθέσιμου εισοδήματος.

### 2.3.2. ΣΥΝΑΙΝΕΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Οι Συναινετικοί δείκτες (αγγλ. *Consensual indicators*) συνιστούν μια εναλλακτική προσέγγιση για την αξιολόγηση της ενεργειακής φτώχειας των νοικοκυριών, η οποία υλοποιείται μέσω ερωτήσεων (EPRS 2022). Χρησιμοποιώντας προσεγγίσεις που βασίζονται σε έρευνες, οι Συναινετικοί δείκτες τείνουν να ζητούν από τα νοικοκυριά να προβούν σε υποκειμενικές εκτιμήσεις της ικανότητάς τους να διατηρούν μια επαρκώς ζεστή κατοικία και να πληρώνουν έγκαιρα τους λογαριασμούς ενέργειας. Τέτοιοι δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες έμμεσης προσέγγισης ενεργειακής φτώχειας.

Το EPOV παρουσιάζει δύο τέτοιους Συναινετικούς δείκτες, οι οποίοι απαρτίζονται από κοινού με τους δείκτες Δαπανών της πρώτης κατηγορίας, την ομάδα των τεσσάρων (4) πρωτεύοντων δεικτών του EPOV (ComAct 2021):

- ▲ *Καθυστερήσεις στην αποπληρωμή των λογαριασμών ενέργειας (αγγλ. Arrears on utility bills)*: ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακά φτωχό εάν αδυνατεί να εξοφλήσει έγκαιρα τους λογαριασμούς ενέργειας.



- ▲ *Αδυναμία διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας (αγγλ. Inability to keep home adequately warm):* ένα νοικοκυριό θεωρείται ενεργειακά φτωχό εάν δεν είναι σε θέση να διατηρήσει την κατοικία του επαρκώς ζεστή κατά τους κρύους μήνες του έτους.

Όπως προκύπτει, τα δεδομένα για αυτούς τους δύο δείκτες αποτελούν προσωπικές εμπειρίες και εκτιμήσεις και προέρχονται από επεξεργασία των απαντήσεων των νοικοκυριών στις ακόλουθες ερωτήσεις: «Τους τελευταίους 12 μήνες αντιμετωπίσατε δυσκολίες στην έγκαιρη πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας (π.χ., θέρμανση, ρεύμα, φυσικό αέριο, νερό, κ.λπ.) για την κύρια κατοικία λόγω οικονομικών δυσχερειών;» και «Μπορεί το νοικοκυριό σας να υποστηρίξει οικονομικά τη διατήρηση μιας επαρκώς ζεστής κατοικίας;», αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των απαντήσεων αποτυπώνονται στο EU-SILC, μια ετήσια πανευρωπαϊκή έρευνα που αποτυπώνει Στατιστικά Εισοδήματος και Συνθηκών Διαβίωσης των Νοικοκυριών (Thema and Vondung, 2020).

### 2.3.3. ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Οι δείκτες Αποτελεσμάτων αποτελούν μια ομάδα δεικτών με περιορισμένο αποτύπωμα στη βιβλιογραφία. Ο υπολογισμός τους βασίζεται στα αποτελέσματα που πηγάζουν ως απόρροια της ενεργειακής φτώχειας (π.χ., θνησιμότητα που σχετίζεται με το κρύο ή τη ζέστη, καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας, αποσυνδέσεις, κ.λπ.) (EPRS 2022). Ωστόσο, η χρήση τους μπορεί να αποβεί προβληματική λόγω της έλλειψης στατιστικών σε εθνικό επίπεδο, της περιορισμένης πρόσβασης σε δεδομένα προμηθευτών ενέργειας (π.χ., νερού, ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου, κ.λπ.) και ενός ζητήματος αιτιότητας που ανακύπτει, όπου τα αποτελέσματα προς επεξεργασία είναι αποτελέσματα πολλών διαφορετικών παραγόντων, με την ενεργειακή φτώχεια να είναι ένας αλλά όχι ο μοναδικός παράγοντας (SocialWatt 2019).

Οι δείκτες Αποτελεσμάτων έχουν τη δυνατότητα να παράγουν αρκετά ακριβή και αντικειμενικά δεδομένα για την ενεργειακή φτώχεια. Ωστόσο, αν και η συγκεκριμένη κατηγορία δεικτών έχει χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε επίπεδο υλοποίησης έργων ή πιλοτικής εφαρμογής για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων (π.χ., άμεση μέτρηση των θερμοκρασιών εσωτερικών χώρων πριν και μετά την υλοποίηση δράσεων ενεργειακής απόδοσης), η έλλειψη δεδομένων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο προβάλλει σημαντική αντίσταση την ευρεία διάδοσή τους (Thema and Vondung, 2020). Επιπλέον, η ανάπτυξη μεγάλων συνόλων δεδομένων που βασίζονται σε άμεσες μετρήσεις ή αποτελέσματα είναι πιθανό να συνιστά απαγορευτικά δαπανηρή διαδικασία.

Ο Πίνακας 2.3 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εξεταζόμενων κατηγοριών δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας.

**Πίνακας 2.3** Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των κατηγοριών δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας.

Κατηγορία Δεικτών	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
-------------------	---------------	---------------

Δαπάνες	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ενσωματώνουν βασικές πτυχές του προβλήματος</li> <li>✓ Εφαρμόζονται σε πολλά κράτη-μέλη</li> <li>✓ Ευελιξία στην καταγραφή του προβλήματος με τη χρήση διαφορετικών ορίων (σταθερών και σχετικών)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Οικονομική διάσταση στο επίκεντρο</li> <li>✧ Αδυναμία οριζόντιας εφαρμογής σε όλα τα κράτη-μέλη</li> <li>✧ Ευαισθησία στις τιμές ενέργειας (ειδικά για τους δείκτες σταθερών ορίων)</li> <li>✧ Συνήθως βασίζονται σε αποτελέσματα ερευνών (π.χ., HBS)</li> </ul>
Συνανιτικοί	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ευκολία εφαρμογής</li> <li>✓ Συμπληρωματικοί δείκτες για μεγαλύτερη ακρίβεια</li> <li>✓ Διαμορφωμένο πλαίσιο και δομές υλοποίησης των απαραίτητων ερευνών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Προσωπικές εκτιμήσεις</li> <li>✧ Αδυναμία ακριβούς ποσοτικοποίησης του προβλήματος</li> <li>✧ Χρονοβόρες διαδικασίες συλλογής και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων</li> </ul>
Αποτελέσματα	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Αξιολόγηση επιπτώσεων ενεργειακής φτώχειας</li> <li>✓ Αξιοποίηση δεδομένων από φορείς όπως οι προμηθευτές ενέργειας</li> <li>✓ Ακρίβεια αποτελεσμάτων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Δύσκολη πρόσβαση σε δεδομένα προμηθευτών ενέργειας</li> <li>✧ Τα αποτελέσματα που εξετάζονται μπορεί να είναι απόρροια πολλών παραγόντων, ένας εκ των οποίων είναι και η ενεργειακή φτώχεια</li> </ul>

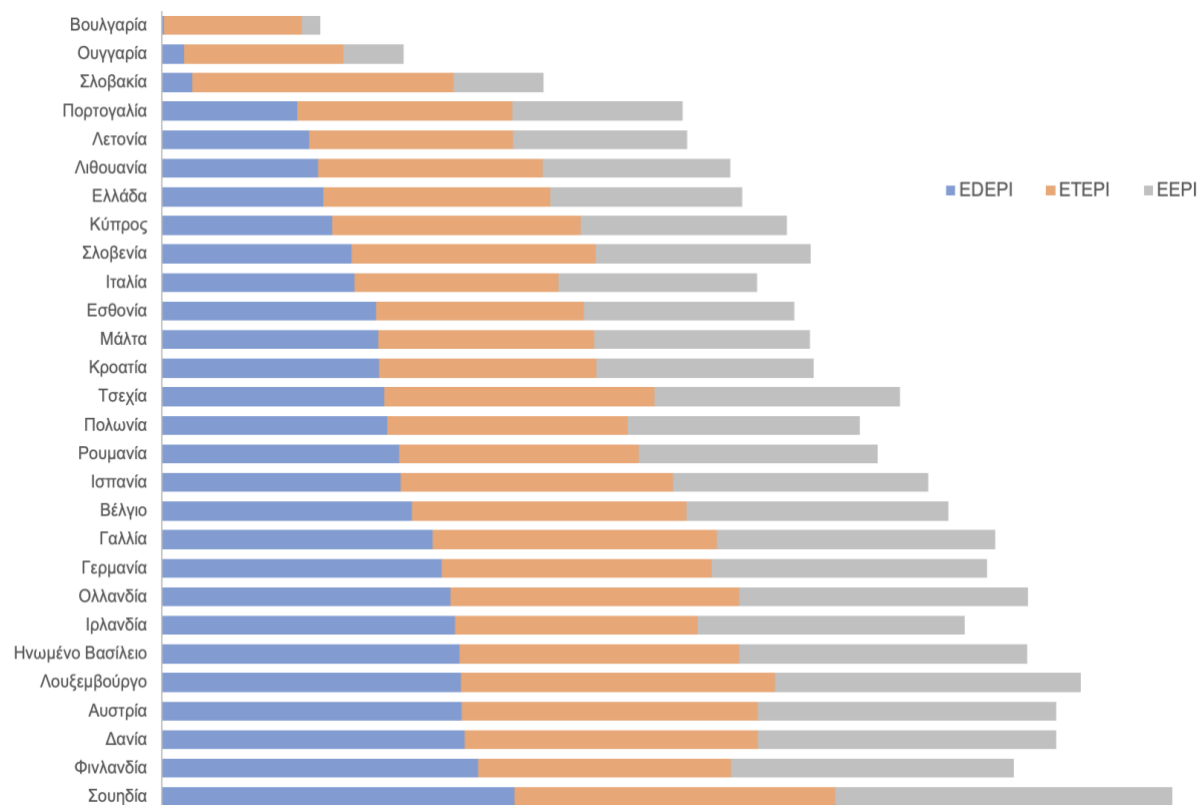
Σε μια προσπάθεια να ξεπεραστούν τα παραπάνω μειονεκτήματα, το ΕΡΟΝ ενσωμάτωσε επιπλέον των πρωτευόντων δεικτών, ένα σύνολο 24 πολυδιάστατων δευτερευόντων δεικτών, που χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικοί έμμεσοι δείκτες για την αξιολόγηση της έντασης του προβλήματος (EnR, 2019). Μερικοί από αυτούς είναι οι παρακάτω:

- Τιμές καυσίμων (π.χ., πετρέλαιο, βιομάζα, άνθρακας, ηλεκτρική ενέργεια, τηλεθέρμανση, τιμές φυσικού αερίου κ.ά.)
- Θερμικά άνετη κατοικία (ψύξη) κατά τους καλοκαιρινούς μήνες
- Θερμικά άνετη κατοικία (θέρμανση) κατά τους χειμερινούς μήνες
- Μέσος αριθμός ατόμων ανά δωμάτιο
- Κατοικία σε πυκνοκατοικημένη ή ενδιάμεση κατοικημένη περιοχή
- Κίνδυνος φτώχειας
- Κατοικία ενεργειακής κλάσης A
- Δαπάνες ενέργειας κατά εισοδηματικό στρώμα
- Ποσοστό πληθυσμού που διαβιώνει σε κατοικία με σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού
- Θνησιμότητα κατά τους χειμερινούς μήνες
- Ποσοστό πληθυσμού που κατοικεί σε σπίτι με διαρροές, υγρασία ή σήψη

#### 2.3.4. ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΕΡΠ: Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

Ο Ευρωπαϊκός Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *European Energy Poverty Indicator – EEPI*) είναι ένας σύνθετος δείκτης που βαθμολογεί και κατατάσσει την πρόοδο των κρατών-μελών όσον αφορά την άμβλυνση της ενεργειακής φτώχειας σε δύο εκφάνσεις της: (α) οικιακό τομέα και (β) μεταφορές (OpenExp 2019). Ο ΕΕΡΠ αποτελείται από δύο επιμέρους δείκτες, τον Ευρωπαϊκό Δείκτη Οικιακής Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *European Domestic Energy Poverty Indicator – EDEPI*) και τον Ευρωπαϊκό Δείκτη Ενεργειακής Φτώχειας των Μεταφορών

(αγγλ. *European Transport Energy Poverty Indicator – ETEPI*). Η τιμή του δείκτη ΕΕΠΙ υπολογίζεται για τον πληθυσμό που εμπίπτει στο κατώτατο εισοδηματικό επίπεδο, ως γεωμετρικός μέσος όρος των τιμών των δεικτών ΕΔΕΠΙ και ΕΤΕΠΙ. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του ΕΕΠΙ, τόσο καλύτερη είναι η απόδοση της χώρας στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας. Το Σχήμα 2.5 απεικονίζει τη συνεισφορά των δεικτών ΕΔΕΠΙ και ΕΤΕΠΙ στον υπολογισμό του δείκτη ΕΕΠΙ για τα κράτη-μέλη το 2016<sup>1</sup>.



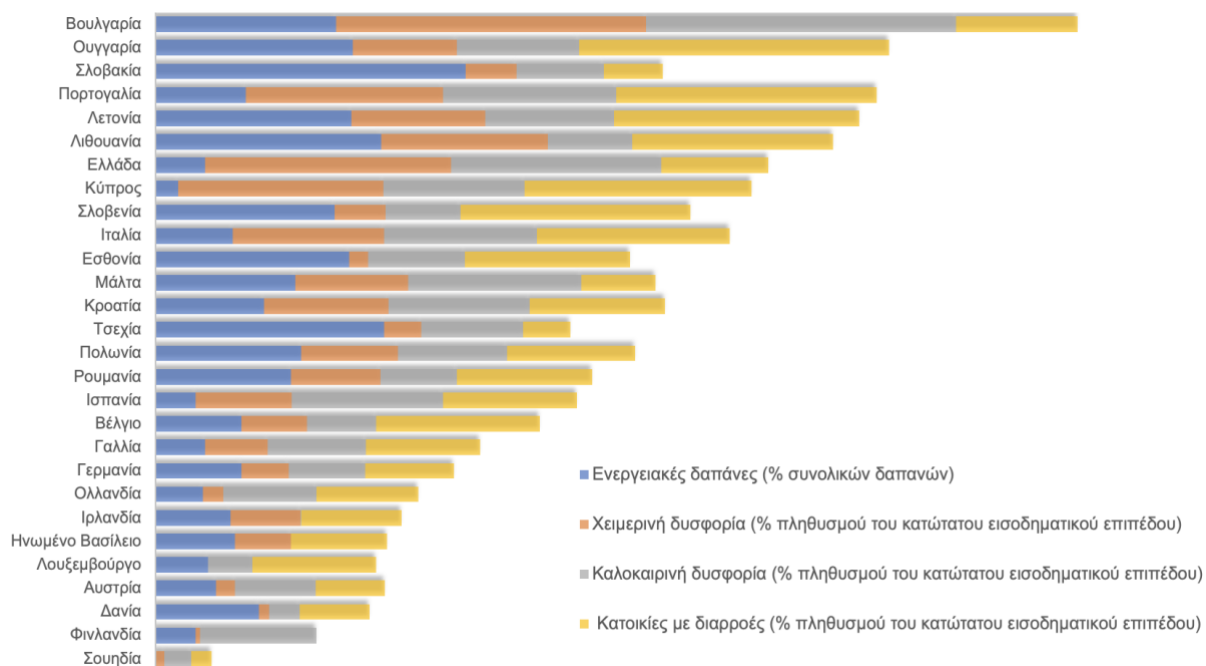
**Σχήμα 2.5** Συνεισφορά διαστάσεων ενεργειακής φτώχειας στον οικιακό τομέα (ΕΔΕΠΙ) και στις μεταφορές (ΕΤΕΠΙ) στον υπολογισμό του δείκτη ΕΕΠΙ για τα κράτη-μέλη το 2016.

Η τιμή του δείκτη ΕΔΕΠΙ υπολογίζεται ως γεωμετρικός μέσος όρος των δεικτών που αξιολογούν τα αίτια και τα συμπτώματα της οικιακής ενεργειακής φτώχειας, συμπεριλαμβανομένου του μεριδίου των ενεργειακών δαπανών επί των συνολικών δαπανών, του ποσοστού των πολιτών του κατώτατου εισοδηματικού επιπέδου που αδυνατούν να διατηρήσουν τις κατοικίες τους επαρκώς ζεστές το χειμώνα ή/και δροσερές το καλοκαίρι, καθώς και το μερίδιο των πολιτών του κατώτατου εισοδηματικού επιπέδου που διαβιώνουν σε κατοικίες όπου παρατηρούνται διαρροές και σήψη (OpenExp 2019). Το Σχήμα 2.6

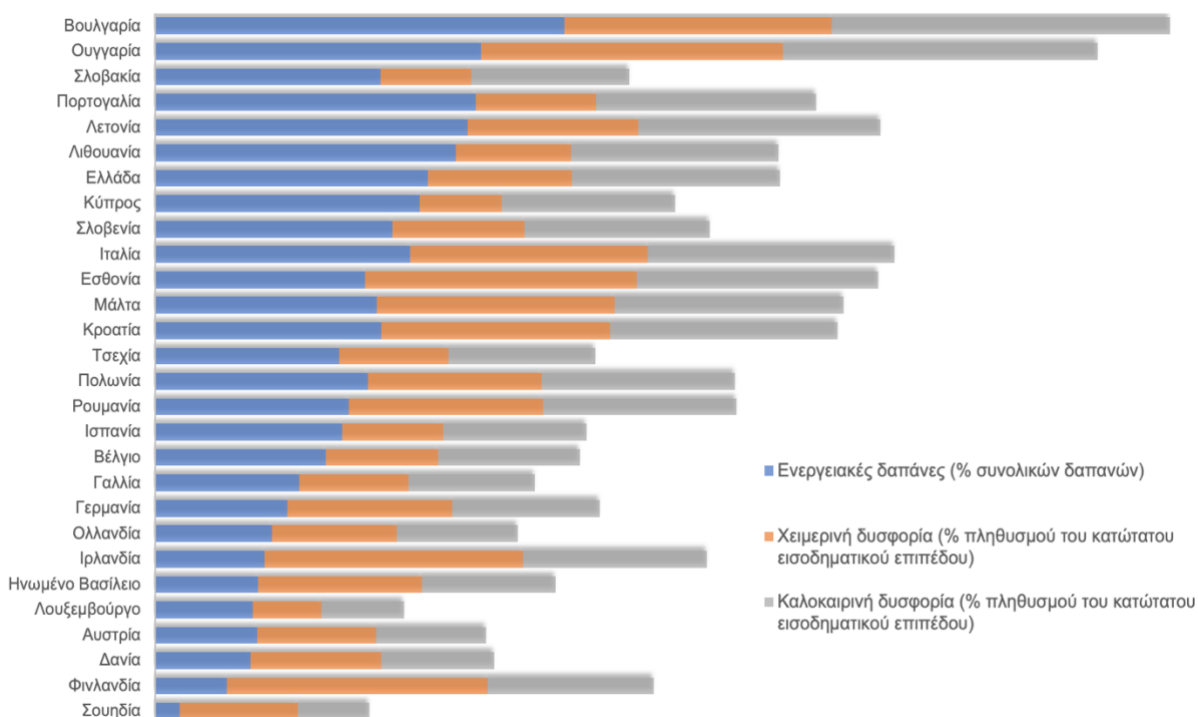
<sup>1</sup> <https://eepi.zone-c.eu/eepi.html#scores>



απεικονίζει τη συνεισφορά των παραπάνω διαστάσεων στον υπολογισμό του δείκτη ΕΔΕΠΙ, για τα κράτη-μέλη το 2016<sup>2</sup>.



**Σχήμα 2.6** Συνεισφορά διαστάσεων οικιακής ενεργειακής φτώχειας στον υπολογισμό του δείκτη ΕΔΕΠΙ για τα κράτη-μέλη το 2016.



**Σχήμα 2.7** Συνεισφορά διαστάσεων ενεργειακής φτώχειας των μεταφορών στον υπολογισμό του δείκτη ΕΤΕΠΙ για τα κράτη-μέλη το 2016.

<sup>2</sup> Ibid

Η τιμή του δείκτη ΕΤΕΡΠ υπολογίζεται ως γεωμετρικός μέσος όρος των δεικτών που αξιολογούν μερικές από τις αιτίες της ενεργειακής φτώχειας στις μεταφορές, συμπεριλαμβανομένου του μεριδίου των ενεργειακών δαπανών για μεταφορές επί του συνόλου των δαπανών για τους πολίτες που διαθέτουν αυτοκίνητα, του ποσοστού των πολιτών του κατώτατου εισοδηματικού επιπέδου που αδυνατούν να ανταπεξέλθουν οικονομικά στο κόστος χρήσης των δημοσίων μέσων μεταφοράς καθώς και το μερίδιο των πολιτών του κατώτατου εισοδηματικού επιπέδου με περιορισμένη πρόσβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς (OpenExp 2019). Λόγω έλλειψης στοιχείων, κανένας δείκτης επίπτωσης της ενεργειακής φτώχειας των μεταφορών δεν περιλαμβάνεται στον υπολογισμό του ΕΤΕΡΠ. Το Σχήμα 2.7 απεικονίζει τη συνεισφορά των παραπάνω διαστάσεων στον υπολογισμό του δείκτη ΕΤΕΡΠ, για τα κράτη-μέλη το 2016<sup>3</sup>.

## 2.4. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Ακόμη και με έναν ενιαίο ορισμό της ενεργειακής φτώχειας και την ενεργό δέσμευση των προμηθευτών ενέργειας για ανάληψη δράσης υπέρ των ενεργειακά φτωχών, η πραγματική αναγνώριση των επιλέξιμων νοικοκυριών και η αποτελεσματική κατανομή κεφαλαίων για την υλοποίηση δράσεων καταπολέμησής της ενεργειακής φτώχειας αποτελεί μεγάλη πρόκληση. Η αντιμετώπιση της πρόκλησης αυτής προσεγγίζεται με τη βοήθεια δύο επιμέρους μεθοδολογιών, οι οποίες διαμορφώνονται σε πλήρη ευθυγράμμιση με τις συνιστώσες του εξεταζόμενου προβλήματος. Οι επιμέρους μεθοδολογίες συνιστούν από κοινού το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο ενώ συνοδεύονται και από την ανάπτυξη κατάλληλων πληροφοριακών εργαλείων με σκοπό την ευκολία εφαρμογής.

### 2.4.1. ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ – 1<sup>Η</sup> ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Σύμφωνα με τα όσα αναλύθηκαν παραπάνω, το βασικό ερώτημα που ανακύπτει σχετικά με την αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (1<sup>η</sup> συνιστώσα ανάλυσης) είναι το εξής: με ποιο δείκτη τελικά μετράται αποτελεσματικότερα η ενεργειακή φτώχεια;

Από μεθοδολογικής άποψης, υπάρχουν αρκετές υφιστάμενες προσεγγίσεις και δείκτες για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας, τόσο ποσοτικής όσο και ποιοτικής φύσης, αν και μόνο ορισμένοι από αυτούς φαίνεται να «κουβαλάνε το βάρος» των αναλύσεων σε πολλές χώρες (Siksnylyte-Butkiene et al., 2021). Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται οι «παραδοσιακές» προσεγγίσεις των δεικτών 10% και LIHC, καθώς και οι τέσσερις πρωτεύοντες δείκτες του ΕΡΟΝ (2M, M/2, καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας και αδυναμία διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας). Ωστόσο, τα περιθώρια βελτίωσης που ανακύπτουν από τον τρόπο ανάπτυξης και λειτουργίας των παραπάνω δεικτών είναι πολλά και δημιουργούν εν μέρει τις προϋποθέσεις για τη διαμόρφωση της προτεινόμενης μεθοδολογίας σχετικά με την πρώτη συνιστώσα ανάλυσης του εξεταζόμενου προβλήματος, η οποία εστιάζει στην αποτελεσματική αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών.

Καταρχάς, όσον αφορά τους δείκτες του ΕΡΟΝ, η ανάπτυξή τους αξιοποιεί υποκειμενικά δεδομένα, βασισμένα είτε σε προσωπικές εμπειρίες των νοικοκυριών (ικανότητα διατήρησης επαρκώς ζεστού σπιτιού και καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας)

<sup>3</sup> Ibid

σύμφωνα με τη στατιστική EU–SILC, είτε σε έρευνες όπως η HBS (2M και M/2) (Thema and Vondung, 2020). Τα αποτελέσματα των εν λόγω ερευνών με τη σειρά τους εναρμονίζονται από αρμόδια ευρωπαϊκά όργανα και φορείς (π.χ., Eurostat) προτού δημοσιοποιηθούν, γεγονός που καθιστά την όλη διαδικασία υπολογισμού εξαιρετικά χρονοβόρα. Απόρροια της διαδικασίας αυτής είναι η σημαντική καθυστέρηση στην ανανέωση των αντίστοιχων αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται από το EPOV. Ενδεικτικό του χρονικού ορίζοντα ανανέωσης των αποτελεσμάτων του EPOV είναι το γεγονός πως τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα αποτελέσματα για τους δείκτες 2M και M/2 που ενσωματώνονται, χρησιμοποιούν ως έτος αναφοράς το 2015. Επιπλέον, πέραν της καθυστέρησης στην ανανέωσή τους, γεγονός που οδηγεί σε παρωχημένες αναλύσεις, τα αποτελέσματα αποτυπώνονται αποκλειστικά σε εθνικό επίπεδο, χωρίς τη δυνατότητα παρουσίασης σε περιφερειακό ή τοπικό επίπεδο.

Αυτό που μπορεί να εντείνει ακόμη περισσότερο το πρόβλημα της ακριβούς μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας είναι η χωρική και χρονική μεταβλητότητά της (π.χ., μη συνδεδεμένες στο δίκτυο αγροτικές κοινότητες) καθώς και η εξάρτησή της από τα χαρακτηριστικά των νοικοκυριών (π.χ., σύνθεση νοικοκυριού, επιφάνεια κατοικίας, έτος κατασκευής, κ.λπ.) και από άλλους παράγοντες που σχετίζονται με την οικονομική πτυχή του προβλήματος, όπως η υψηλή τιμή καυσίμων (π.χ., πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κ.λπ.). Οι παράγοντες αυτοί αναδεικνύουν με τη σειρά τους τη μεγάλη σημασία και τον κρίσιμο ρόλο των προμηθευτών ενέργειας στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας. Συνεπώς, καταλήγουμε στη διαμόρφωση δύο θεμελιωδών καταστάσεων: (α) η μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας είναι μια πολυδιάστατη διαδικασία υψηλής πολυπλοκότητας, κυρίως λόγω των περιορισμών που εντοπίζονται στις υφιστάμενες προσεγγίσεις, και (β) οι προμηθευτές ενέργειας πρέπει να αναλάβουν δράση προς την κατεύθυνση της αντιμετώπισης του προβλήματος, λόγω του θεσμικού τους ρόλου και των υποχρεώσεών τους βάσει ευρωπαϊκής νομοθεσίας αλλά και λόγω των οφελών που θα προκύψουν για τους ίδιους.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, η προτεινόμενη μεθοδολογική συνιστώσα τοποθετεί τους προμηθευτές ενέργειας στην καρδιά του προβλήματος και χρησιμοποιείται για να τους υποστηρίξει στον έγκυρο και έγκαιρο εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών σε εθνικό, περιφερειακό ή/και τοπικό επίπεδο μέσω της χρήσης πολλαπλών δεδομένων. Η προτεινόμενη μεθοδολογία έχει σχεδιαστεί για να συνδυάζει αυτά τα δεδομένα και να παρέχει ένα σύνολο αποτελεσμάτων σε συγκριτική βάση, που μπορούν να μετατραπούν σε ουσιαστικό επιχειρησιακό πλάνο.

Πιο συγκεκριμένα, η συγκεκριμένη προτεινόμενη μεθοδολογική συνιστώσας, λαμβάνοντας υπόψιν μια ανάλυση του EPOV που επισημαίνει ότι κανένας μεμονωμένος δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε οριζόντια βάση και να αντικατοπτρίσει αποτελεσματικά το μέγεθος της ενεργειακής φτώχειας σε όλες τις χώρες, ενσωματώνει τρεις πρωτεύοντες δείκτες μέτρησης ενεργειακής φτώχειας του EPOV (2M, M/2 και καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας), από κοινού με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις των δεικτών 10% και LIHC, καθώς και ένα νεοσύστατο δείκτη που ονομάζεται SocialWatt (εκτενής περιγραφή του δείκτη SocialWatt περιλαμβάνεται στο τέταρτο Κεφάλαιο της διατριβής όπου παρουσιάζεται αναλυτικά η προτεινόμενη μεθοδολογία), κάτω από ένα ενιαίο μεθοδολογικό και εννοιολογικό πλαίσιο, επιτρέποντας έτσι στους προμηθευτές ενέργειας να χρησιμοποιούν συνδυασμούς δεικτών και να εξάγουν συγκριτικά αποτελέσματα.

Η προτεινόμενη μεθοδολογική συνιστώσα είναι σχεδιασμένη ώστε να αξιοποιεί πραγματικά δεδομένα πελατών της επιχείρησης (π.χ., κατανάλωση και κόστος ενέργειας, τοποθεσία και έτος κατασκευής κατοικίας, κ.λπ.) και να παρέχει λεπτομερή αποτελέσματα για την κατανομή της ενεργειακής φτώχειας μεταξύ των πελατών τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο, ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα εισόδου. Τέλος, αναγνωρίζοντας την ποικιλομορφία των δεδομένων που διατηρούνται εσωτερικά στις επιχειρήσεις των προμηθευτών ενέργειας, η προτεινόμενη μεθοδολογία παρέχει την απαραίτητη ευελιξία προδιαγράφοντας διαφορετικές μεθόδους εισαγωγής και τύπους δεδομένων ανά μέθοδο. Το πληροφοριακό εργαλείο που ενσωματώνει την παραπάνω μεθοδολογία είναι το SocialWatt Analyser.

#### **2.4.2. ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΡΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ – 2<sup>Η</sup> ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ**

Στον ακαδημαϊκό χώρο, οι ερευνητές έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους στη χάραξη ενεργειακής πολιτικής, δίνοντας έμφαση στις ποικίλες και, σε ορισμένες περιπτώσεις, αντικρουόμενες παραμέτρους που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαμόρφωση ενεργειακών πολιτικών (Doukas et al., 2008). Ιδιαίτερα η ενεργειακή φτώχεια, που αποτελεί κατεξοχήν ενεργειακό πρόβλημα και έχει προσελκύσει μεγάλη προσοχή τα τελευταία χρόνια, δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστη από τέτοιες παραμέτρους. Μια από αυτές τις παραμέτρους, η οποία προκαλεί έντονη συζήτηση, είναι να προσδιοριστεί με σαφήνεια τι συνιστά δράση για το μετριασμό της ενεργειακής φτώχειας (European Parliament 2015).

Η πρώτη πανευρωπαϊκή έκθεση του EPOV που εισήγαγε την έννοια της ενεργειακής φτώχειας το 2019, περιλάμβανε δράσεις για την αντιμετώπιση του φαινομένου (Thomson and Bouzarovski, 2019). Αυτές οι δράσεις επικεντρώνονται σε νομοθετικές απαιτήσεις τόσο σε επίπεδο ΕΕ όσο και σε εθνικό επίπεδο, καθώς και σε πρακτικά συστήματα για την παροχή βοήθειας στους ευπαθείς καταναλωτές. Μέχρι στιγμής, οι πολιτικές για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, άμεσα ή έμμεσα, ενέπιπταν στην εξασφάλιση πρόσθετης προστασίας σε ευπαθείς ομάδες, όπως για παράδειγμα η προστασία αποσύνδεσης από το δίκτυο, τα προγράμματα εκπτώσεων ή/και των κοινωνικών τιμολογίων στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας και οι ενεργειακές ανακατασκευές κατοικιών (Kyprianou et al., 2019). Ειδικά όσον αφορά τις ενεργειακές ανακατασκευές, υπάρχουν πολυάριθμα ευρωπαϊκά χρηματοδοτικά προγράμματα που επικεντρώνονται στη διευκόλυνση της υλοποίησης ενεργειακών αναβαθμίσεων για την άμβλυνση της ενεργειακής φτώχειας (Lakatos and Arsenopoulos, 2019).

Έχοντας πλέον περιγράψει τον κρίσιμο ρόλο των προμηθευτών ενέργειας στο πλαίσιο καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας, που θα τους επιτρέψει, μεταξύ άλλων, να εκπληρώσουν με μεγαλύτερη ευκολία τις υποχρεώσεις τους για ενεργειακή απόδοση (Directive 2012/27/EU), καθώς και να βελτιώσουν τις δημόσιες σχέσεις, να προωθήσουν στρατηγικές Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης, να μειώσουν το χρέος τους και να ενισχύουν συνολικά τη δημόσια εικόνα τους, ειδικά στις χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (π.χ., Ελλάδα, Ισπανία, Λετονία, Εσθονία, Λιθουανία, Ουγγαρία, Πολωνία, Βουλγαρία (Εικόνα 2.1)), οι Doukas et al. (2012) αναδεικνύουν την ανάγκη υιοθέτησης νέων προσεγγίσεων από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας. Συνεπώς, τα ερωτήματα που πηγάζουν, είναι τα εξής: (α) ποιες είναι οι καλύτερες δράσεις προς υλοποίηση για την αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας; και (β) πώς μπορεί να διαμορφωθεί ένα

πλαίσιο βέλτιστης υλοποίησης δράσεων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας;

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, στόχος της συγκεκριμένης προτεινόμενης μεθοδολογικής συνιστώσας, που αποτελεί το δεύτερο τμήμα του συνολικού μεθοδολογικού πλαισίου, είναι να παράσχει στους προμηθευτές ενέργειας αλλά και σε όλους τους υπόχρεους φορείς τη δυνατότητα να αξιολογήσουν και να επιλέξουν προς υλοποίηση, δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας χαμηλού και υψηλού κόστους, συμπεριφορικές δράσεις αλλά και δράσεις που επεκτείνονται μέχρι την εγκατάσταση ΑΠΕ στις κατοικίες των νοικοκυριών. Οι δράσεις αυτές θα επιτρέψουν στους προμηθευτές ενέργειας να επιτύχουν τους προβλεπόμενους στόχους εξοικονόμησης ενέργειας και παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, ανακουφίζοντας ταυτόχρονα τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά. Η όλη μεθοδολογία στηρίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ μεθόδων που εμπίπτουν στο επιστημονικό πεδίο της Πολυκριτήριας Ανάλυσης και της Ανάλυσης Χαρτοφυλακίου, οι οποίες προσαρμόζονται στο πεδίο της ενεργειακής φτώχειας, διαμορφώνοντας ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο υποστήριξης των προμηθευτών ενέργειας στην υλοποίηση μεμονωμένων ή συνδυασμών δράσεων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας, με το ελάχιστο δυνατό κόστος και ρίσκο, κάνοντας ταυτόχρονα χρήση διαφόρων διαθέσιμων ιδιωτικών και δημόσιων οικονομικών πόρων, υπό μορφή χρηματοδοτικών μηχανισμών.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία είναι σχεδιασμένη να παρέχει επίσης την κατανομή του διαθέσιμου κεφαλαίου από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας ανά δράση, τον τελικό αριθμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν, την εξοικονομούμενη ενέργεια, κ.ά.. Το πληροφοριακό εργαλείο που ενσωματώνει την παραπάνω μεθοδολογία είναι το SocialWatt Plan.

Αξίζει να σημειωθεί πως σημείο διασύνδεσης μεταξύ των δύο συνιστωσών ανάλυσης του εξεταζόμενου προβλήματος αποτελεί ο συνολικός αριθμός των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών. Ο αριθμός αυτός μπορεί να εξαχθεί από τη μεθοδολογία αναγνώρισης των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (και αντίστοιχα από το πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Analyser) και να χρησιμοποιηθεί ως τιμή-στόχος στη μεθοδολογία της δεύτερης συνιστώσας (και αντίστοιχα από το πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan), μαζί με άλλες παραμέτρους εισόδου, προκειμένου να καθοριστεί ο τελικός αριθμός των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν, υπό όρους αριθμού παρεμβάσεων που πρέπει να υλοποιηθούν (στο SocialWatt Plan πραγματοποιείται η υπόθεση ότι σε κάθε νοικοκυριό αντιστοιχεί μία παρέμβαση κατά μέγιστο).

## 2.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Access to Energy. (2020). Available online: <https://ourworldindata.org/energy-access> (Προσπελάθηκε στις 25 Ιουλίου 2022).

Acharya R.H., Sadath A.C. (2019). Energy poverty and economic development: Household-level evidence from India. *Energy and Buildings*, 183, 785–791.

Androulaki S., Spiliotis E., Doukas H., Papastamatiou I., Psarras J. (2014). Proposing a smart city energy assessment framework linking local vision with data sets. *5<sup>th</sup> International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*, 50–56.

- Aristondo O., Onaindia E. (2018). Counting energy poverty in Spain between 2004 and 2015. *Energy Policy*, 113, 420–429.
- Arsenopoulos A., Marinakis V., Koasidis K., Stavrakaki A., Psarras J. (2020a). Assessing Resilience to Energy Poverty in Europe through a Multi-Criteria Analysis Framework. *Sustainability*, 12(12), 4899.
- Arsenopoulos A., Marinakis V., Koasidis K., Stavrakaki A., Psarras J. (2020b). Decision Support Tools for Energy Efficiency Obligated Parties towards Energy Poverty Alleviation. *11<sup>th</sup> International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*, 1–6.
- Arsenopoulos A., Sarmas E., Stavrakaki A., Giannouli I., Psarras, J. (2021). A Data-Driven Decision Support Tool at the service of Energy suppliers and Utilities for Tackling Energy Poverty: A case study in Greece, *12<sup>th</sup> International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*, 1–6.
- Babungi S., Skierka K. (2019). OPINION: Reimagining utilities as a way to end energy poverty. Thomson Reuters Foundation News, Available online: <https://news.trust.org/item/20190513141913-3m2qy/> (Προσπελάθηκε στις 28 Ιουλίου 2022).
- Bouzarovski S. (2018). *Energy Poverty: (Dis)Assembling Europe's Infrastructural Divide*. Palgrave Macmillan, Cham, Switzerland.
- Bouzarovski S., Petrova S. (2015). A global perspective on domestic energy deprivation: Overcoming the energy poverty–fuel poverty binary. *Energy Research & Social Science*, 10, 31–40.
- Castaño-Rosa R., Solís-Guzmán J., Rubio-Bellido C., Marrero M. (2019). Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review. *Energy and Buildings*, 193, 36–48.
- Castaño-Rosa R., Sherriff G., Solís-Guzmán J., Marrero M. (2020). The validity of the index of vulnerable homes: evidence from consumers vulnerable to energy poverty in the UK. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 72–91.
- COM(2019) 640 final, Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, The European Green Deal.
- COM(2021) 568 final, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a Social Climate Fund.
- ComAct. (2021). D1.1 Overview report on the energy poverty concept: Energy poverty in the privately-owned, multi-family environment.
- Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC – Statements made with regard to decommissioning and waste management activities.
- Directive 2003/55/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 98/30/EC.



- Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC.
- Directive 2009/73/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 2003/55/EC.
- Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings.
- 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.
- Directive 2018/2001/EU of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast).
- Doukas H., Arsenopoulos A., Lazoglou M., Nikas A., Flamos A. (2022). Wind repowering: Unveiling a hidden asset. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 162, 112457.
- Doukas H., Marinakis V. (2020). Energy poverty alleviation: effective policies, best practices and innovative schemes. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 45–48.
- Doukas H., Marinakis V., Psarras J. (2012). “Greening” the Hellenic corporate energy policy: An integrated decision support framework. *International Journal of Green Energy*, 9(6), 487–502.
- Doukas H., Nikas A. (2020). Decision support models in climate policy. *European Journal of Operational Research*, 280(1), 1–24.
- Doukas H., Nikas A., Gonzalez–Eguino M., Arto I., Anger-Kraavi A. (2018). From integrated to integrative: Delivering on the Paris Agreement. *Sustainability*, 10(7), 2299.
- EC – European Commission. (2012). Energy Roadmap 2050.
- EC – European Commission. (2019). Clean Energy for all Europeans.
- EC – European Commission. (2022). In focus: How can the EU help those touched by energy poverty?.
- EnR – European Energy Network. (2019). EnR Position Paper on Energy poverty in the European Union.
- EPAH – Energy Poverty Advisory Hub. (2022). What is energy poverty? Available online: [https://energy-poverty.ec.europa.eu/energy-poverty-observatory/what-energy-poverty\\_en](https://energy-poverty.ec.europa.eu/energy-poverty-observatory/what-energy-poverty_en) (Προσπελάθηκε στις 25 Ιουλίου 2022).
- EPRS – European Parliamentary Research Service. (2022). Energy Poverty in the EU.
- Eurelectric. (2017). Energy poverty: A Eurelectric position paper. Brussels: Union of the Electricity Industry – Eurelectric.
- European Court of Auditors. (2020). Special Report: Energy efficiency in buildings: greater focus on cost-effectiveness still needed.

- European Parliament. (2015). How to end energy poverty? Scrutiny of current EU and member states instruments. Study for the ITRE Committee.
- Eurostat. (2022). Household Budget Surveys (HBS) – Overview. Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/household-budget-surveys> (Προσπελάθηκε στις 25 Ιουλίου 2022).
- Forouli A., Doukas H., Nikas A., Sampedro J., Van De Ven D.–J. (2019). Identifying optimal technological portfolios for European power generation towards climate change mitigation: A robust portfolio analysis approach. *Utilities Policy*, 57, 33–42.
- Fowler T., Southgate R. J., Waite T., Harrell R., Kovats S., Bone A., Doyle Y., Murray V. (2014). Excess Winter Deaths in Europe: A multi-country descriptive analysis. *The European Journal of Public Health*, 25(2), 339–345.
- Healy J. D. (2003). Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk. *Epidemiology & Community Health*, 57(10), 784–789.
- Household Composition Statistics. Available online: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Household\\_composition\\_statistics#Household\\_size](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Household_composition_statistics#Household_size) (Προσπελάθηκε στις 25 Ιουλίου 2022).
- Imbert I., Nogues P., Sevenet M. (2016). Same but different: On the applicability of fuel poverty indicators across countries – Insights from France. *Energy Research & Social Science*, 15, 75–85.
- Kaygusuz K. (2011). Energy services and energy poverty for sustainable rural development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2), 936–947.
- Kerr N., Gillard R., Middlemiss L. (2019). Politics, problematisation, and policy: A comparative analysis of energy poverty in England, Ireland and France. *Energy and Buildings*, 194, 191–200.
- Kolokotsa D., Santamouris M. (2015). Review of the indoor environmental quality and energy consumption studies for low income households in Europe. *Science of the Total Environment*, 536, 316–330.
- Kyprianou I., Serghides D. K., Varo A., Gouveia J. P., Kopeva D., Murauskaite L. (2019). Energy poverty policies and measures in 5 EU countries: A comparative study. *Energy and Buildings*, 196, 46–60.
- Lakatos E., Arsenopoulos A. (2019). Investigating EU financial instruments to tackle energy poverty in households: A SWOT analysis. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 14(6), 235–253.
- Li K., Lloyd B., Liang X.–J., Wei Y.–M. (2014). Energy poor or fuel poor: What are the differences?. *Energy Policy*, 68, 476–481.
- Marinakos V., Doukas H., Tsapelas J., Mouzakis S., Sicilia Á., Madrazo L., Sgouridis S. (2020). From big data to smart energy services: An application for intelligent energy management. *Future Generation Computer Systems*, 110, 572–586.
- Marmot Review Team. (2011). The Health Impacts of Cold Homes and Fuel Poverty. On behalf of Friends of the Earth (FOE).
- Moore R. (2012). Definitions of fuel poverty: Implications for policy. *Energy Policy*, 49, 19–26.



- Neacsu A., Panait M., Muresan J. D., Voica M. C. (2020). Energy Poverty in European Union: Assessment Difficulties, Effects on the Quality of Life, Mitigation Measures. Some Evidences from Romania. *Sustainability*, 12, 4036.
- Nikas A., Doukas H., Martinez L. (2018). A group decision making tool for assessing climate policy risks against multiple criteria. *Heliyon*, 4(3), e00588.
- Ntaintasis E., Mirasgedis S., Tourkolias, C. (2019). Comparing different methodological approaches for measuring energy poverty: Evidence from a survey in the region of Attika, Greece. *Energy Policy*, 125, 160–169.
- OpenExp. (2019). European Energy Poverty Index (EEPI): Assessing Member States' Progress in Alleviating the Domestic and Transport Energy Poverty Nexus.
- Ormandy D., Ezratty V. (2012). Health and thermal comfort: From WHO guidance to housing strategies. *Energy Policy*, 49, 116–121.
- Papapostolou A., Karakosta C., Kourti K.–A., Doukas H., Psarras J. (2019). Supporting Europe's energy policy towards a decarbonised energy system: A comparative assessment. *Sustainability*, 11(15), 4010.
- Papastamatiou I., Doukas H., Spiliotis E., Psarras J. (2016). How “OPTIMUS” is a city in terms of energy optimization? e-SCEAF: A web based decision support tool for local authorities. *Information Fusion*, 29, 149–161.
- Preston I., White V., Blacklaws K., Hirsh D. (2014). Fuel and poverty: A Rapid Evidence Assessment for the Joseph Rowntree Foundation. *Centre for Sustainable Energy (CSE)*.
- Pye S., Dobbins A., Baffert C., Brajković J., Grgurev I., De Miglio R., Deane P. (2015). Energy poverty and vulnerable consumers in the energy sector across the EU: Analysis of policies and measures. INSIGHT\_E.
- Rademaekers K., Yearwood J., Ferreira A., Pye S., Hamilton I., Agnolucci P., Grover D., Karásek J., Anisimova N. (2016). Selecting indicators to measure energy poverty. Brussels: European Commission, DG Energy.
- Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action, amending Regulations (EC) No 663/2009 and (EC) No 715/2009 of the European Parliament and of the Council, Directives 94/22/EC, 98/70/EC, 2009/31/EC, 2009/73/EC, 2010/31/EU, 2012/27/EU and 2013/30/EU of the European Parliament and of the Council, Council Directives 2009/119/EC and (EU) 2015/652 and repealing Regulation (EU) No 525/2013 of the European Parliament and of the Council.
- Robinson C., Bouzarovski S., Lindley S. (2018). “Getting the measure of fuel poverty”: The geography of fuel poverty indicators in England. *Energy Research & Social Science*, 36, 79–93.
- Simcock N., Mullen C. (2016). Energy demand for everyday mobility and domestic life: Exploring the justice implications. *Energy Research & Social Science*, 18, 1–6.
- SocialWatt. (2019). D1.1 Report on the Status Quo of Energy Poverty and its Mitigation in the EU.
- Sovacool B. K. (2012). The political economy of energy poverty: A review of key challenges. *Energy for Sustainable Development*, 16(3), 272–282.

- Spiliotis E., Arsenopoulos A., Kanellou E., Psarras J., Kontogiorgos P. (2020). A multi-sourced data based framework for assisting utilities identify energy poor households: A case-study in Greece. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 49–71.
- Statistics on Energy Poverty. (2020). Available online: <https://socialwatt.eu/en/statistics-on-energy-poverty> (Προσπελάθηκε στις 25 Ιουλίου 2022).
- Sunderland L., Croft D. (2011). Energy poverty: Risks, conflicts and opportunities in the development of energy poverty alleviation policy under the umbrella of energy efficiency and climate change. *Eceee Summer Study proceedings*, Presqu'île de Giens, France.
- Siksnylyte-Butkiene I., Streimikiene D., Lekavicius V., Balezentis T. (2021). Energy poverty indicators: A systematic literature review and comprehensive analysis of integrity. *Sustainable Cities and Society*, 67, 102756.
- Sy S. A., Mokaddem L. (2022). Energy poverty in developing countries: A review of the concept and its measurements. *Energy Research & Social Science*, 89, 102562.
- Tarekegne B. (2020). Just electrification: Imagining the justice dimensions of energy access and addressing energy poverty. *Energy Research & Social Science*, 70, 101639.
- Thema J., Vondung F. (2020). EPOV Indicator Dashboard: Methodology Guidebook.
- Thomson H., Bouzarovski, S. (2019). Addressing Energy Poverty in the European Union: State of play and Action, European Commission.
- Thomson H., Snell C., Bouzarovski S. (2017a). Health, well-being and energy poverty in Europe: A comparative study of 32 European countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 584.
- Thomson H., Bouzarovski S., Snell C. (2017b). Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor and Built Environment*, 26(7), 879–901.
- Thomson H., Snell C., Liddell C. (2016). Fuel poverty in the European Union: a concept in need of definition?. *People, Place and Policy*, 10(1), 5–24.
- Κοροβέση Α., Μεταξά Κ., Τουλουπάκη Ε., Χρυσόγελος Ν. (2017). Ενεργειακή Φτώχεια στην Ελλάδα: Προτάσεις κοινωνικής καινοτομίας για την αντιμετώπιση του φαινομένου. *Heinrich Böll Stiftung*, Θεσσαλονίκη.

## 3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ

### 3.1. ΔΕΙΚΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ: ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

Ορισμένοι ερευνητές χρησιμοποιούν διάφορους συνδυασμούς παγκοσμίως αποδεκτών δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας, ενώ άλλοι προσπαθούν να αναπτύξουν νέους δείκτες που, κατά τη γνώμη τους, αντικατοπτρίζουν καλύτερα το υπό διερεύνηση πρόβλημα. Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης, διακρίνοντας τους ακόλουθους δείκτες: (α) 10%, (β) Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC), (γ) Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2), (δ) Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M), (ε) Δείκτης Ελαχίστου Εισοδήματος (MIS) (στ) Φτώχεια μετά την αφαίρεση του κόστους καυσίμων (AFCP), (ζ) Αδυναμία διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας, (η) Καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας. Στις περιπτώσεις όπου προτείνονται νέοι δείκτες μέτρησης, πραγματοποιείται αναφορά στο όνομα του δείκτη ή μια σύντομη περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του. Τέλος, στον ίδιο Πίνακα αποτυπώνεται το περιεχόμενο της εκάστοτε δημοσίευσης, η μορφή έκφρασης του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας κατά περίπτωση μελέτης, οι πηγές δεδομένων που αξιοποιήθηκαν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων καθώς και η χώρα υλοποίησης της πιλοτικής εφαρμογής.

Υπενθυμίζεται πως ο δείκτης 10% που εισήγαγε ο [Boardman \(1991\)](#) ταξινομεί ένα νοικοκυριό ως ενεργειακά φτωχό εάν το μερίδιο του εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη ξεπερνά το 10%. Ο δείκτης αυτός είναι πολύ ρεαλιστικός και εύκολος στον υπολογισμό. Ο δείκτης LIHC που προτείνεται από τον [Hills \(2012\)](#) ταξινομεί ένα νοικοκυριό ως ενεργειακό φτωχό εάν το μερίδιο του εισοδήματός του για ενεργειακή δαπάνη είναι υψηλότερο από την αντίστοιχη εθνική διάμεσο τιμή, ΚΑΙ το υπολειπόμενο εισόδημά του, μετά την αφαίρεση του ενεργειακού κόστους, είναι χαμηλότερο από το όριο εισοδηματικής φτώχειας. Ο δείκτης MIS προσδιορίζει ένα νοικοκυριό σε κατάσταση ενεργειακής φτώχειας εάν το εισόδημά του μετά την αφαίρεση των δαπανών για ενέργεια και στέγαση είναι μικρότερο από το MIS. Ως MIS ορίζεται το ελάχιστο εισόδημα που πρέπει να διαθέτει ένα νοικοκυριό προκειμένου να μπορεί να συμμετέχει ενεργά στην κοινωνία (π.χ., τροφή, ένδυση, πολιτιστική συμμετοχή, ανατροφή παιδιών, κ.ά.) ([Moore 2012](#)). Ο δείκτης 2M ταξινομεί ένα νοικοκυριό ως ενεργειακά φτωχό εάν το μερίδιο του εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη ξεπερνά την αντίστοιχη διπλάσια εθνική διάμεσο τιμή. Επί του παρόντος, έχουν διαμορφωθεί τέσσερις παρόμοιες εκδοχές του εν λόγω δείκτη που διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως εξής: μερίδιο του εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη διπλάσιο της εθνικής διαμέσου τιμής, μερίδιο του εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη διπλάσιο του εθνικού μέσου όρου, ενεργειακή δαπάνη σε απόλυτη τιμή διπλάσια της εθνικής διαμέσου τιμής και ενεργειακή δαπάνη σε απόλυτη τιμή διπλάσια του εθνικού μέσου όρου ([Castaño-Rosa et al., 2019](#)). Ο δείκτης M/2 κατατάσσει ένα νοικοκυριό στα ενεργειακά φτωχά, όταν το κόστος ενέργειας κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Ο δείκτης AFCP ορίζει ένα νοικοκυριό ως ενεργειακά φτωχό, όταν δεν διαθέτει αρκετό εισόδημα για να καλύψει βασικές υπηρεσίες για ενέργεια και στέγαση ([Hills 2011](#)). Τέλος, οι δείκτες καθυστερημένης πληρωμής των ενεργειακών λογαριασμών και αδυναμίας διατήρησης θερμικής άνεσης εντός της κατοικίας είναι αυτοαναφερόμενοι και υποκειμενικοί.

Να σημειωθεί στο σημείο αυτό πως τα σημεία σχολιασμού της εξεταζόμενης βιβλιογραφίας διαμορφώνονται με γνώμονα τα επίπεδα συμβολής της Διδακτορικής Διατριβής, όπως αυτά

παρουσιάστηκαν στην περιγραφή του αντικειμένου της Ενότητας 1.2. Συνεπώς, αντί να πραγματοποιηθεί μια εκτενής περιγραφή του αντικειμένου όλων των βιβλιογραφικών πηγών με κίνδυνο τη δημιουργία ασαφειών ως προς τη συσχέτιση με το πλαίσιο ανάλυσης της παρούσας διατριβής, θα εστιάσουμε σχεδόν αποκλειστικά στους πυλώνες ενδιαφέροντος που προκύπτουν μέσω των εξής ερωτημάτων:

- ▲ Πώς υλοποιείται η αξιολόγηση της ενεργειακής φτώχειας σε συγκριτικό πλαίσιο βάσει των υφιστάμενων δεικτών;
- ▲ Ποιες είναι οι πηγές δεδομένων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων;
- ▲ Πόσο ευέλικτοι και εύκολοι στον υπολογισμό είναι οι νέοι δείκτες που προτείνονται;

Πριν προχωρήσουμε σε εκτενέστερη ανάλυση της βιβλιογραφίας, σε μια πρώτη ανάγνωση, αυτό που παρατηρείται είναι ότι η ουσία των δεικτών μέτρησης ποικίλει ευρέως, ανάλογα με το αν αξιοποιούνται για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας σε κοινωνικο-οικονομικά πλαίσια αναπτυγμένων ή αναπτυσσόμενων χωρών. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, το ενδιαφέρον συχνά επικεντρώνεται στην πρόσβαση στην ενέργεια και για το λόγο αυτό το πρόβλημα εμφανίζεται ως ενεργειακή φτώχεια (Nguyen et al., 2023; Ssennono et al., 2021; Robles-Bonilla and Cedano, 2021; Seuret-Jimenez et al., 2020; Ahmed and Gasperatos, 2020; Santillan et al., 2020; Mendoza et al., 2019; Pablo et al., 2019; Nussbaumer et al., 2013; Nussbaumer et al., 2012; κ.ά.), σε αντίθεση με τις ανεπτυγμένες χώρες όπου το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στην οικονομική προσιότητα της ενέργειας με συνέπεια το πρόβλημα να παίρνει τη μορφή της φτώχειας καυσίμων (Gómez-Navarro et al., 2021; Cadaval et al., 2022; Lyra et al., 2022; Churchill et al., 2020; Castaño-Rosa et al., 2019; Marz 2018; Watson and Maitre, 2015; Price et al., 2012; Legendre and Ricci, 2015; κ.ά.), χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι οι δυο όροι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά. Ωστόσο, αυτό το είδος ερευνών στις αναπτυσσόμενες χώρες δεν πρέπει να υποτιμηθεί, καθώς αποτελεί τη βάση της ενεργειακής φτώχειας και, δεδομένων των χαρακτηριστικών μιας αναπτυσσόμενης χώρας, αποτελεί συνήθως έναν αντιπροσωπευτικό δείκτη. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με το διαχωρισμό ενεργειακής φτώχειας και φτώχειας καυσίμων περιλαμβάνονται στην Ενότητα 2.1. Παρατηρήθηκαν επίσης και κάποιες περιπτώσεις όπου πραγματοποιήθηκε στοχευμένη αναφορά σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της ενεργειακής φτώχειας όπως είναι για παράδειγμα οι δημοσιεύσεις των Mattioli et al. (2019) και Gatto and Busato (2020) που αναδεικνύουν τις διαστάσεις των τιμών καυσίμων και της ενεργειακής ευπάθειας αντίστοιχα, ως μέσο προσέγγισης του προβλήματος.

Πίνακας 3.1 Επισκόπηση των δημοσιεύσεων μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας.

Βιβλιογραφική πηγή	Έκφραση προβλήματος	Περιεχόμενο δημοσίευσης	Πηγή δεδομένων	Δείκτες μέτρησης								Χώρα εφαρμογής		
				Δείκτες Δαπανών					Συναινετικοί Δείκτες		Άλλοι Δείκτες (π.χ., Δείκτες Αποτελεσμάτων)			
				10%	LIHC	2M	M/2	MIS	AFCP	Καθυστερήσεις στις πληρωμές λογαριασμών	Αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης		Άλλος δείκτης/μέθοδος	Όνομα/Περιγραφή δείκτη/μεθόδου
Nguyen et al. (2023)	Ενεργειακή φτώχεια	Επίδραση είδους ενέργειας	Εθνική έρευνα για τις συνθήκες διαβίωσης								✓	Μοντέλο EASI-E	Βιετνάμ	
Hong et al. (2022)	Ενεργειακή φτώχεια	Επίδραση καθαρής ενέργειας	Εθνική έρευνα CFPS								✓	Υλοποίηση οπισθοδρόμησης για πρόβλεψη επίδρασης	Κίνα	
Kalfountzou et al. (2022)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία	✓		✓	✓				✓	Υλοποίηση οπισθοδρόμησης για πρόβλεψη	Ελλάδα	
Qin et al. (2022)	Ενεργειακή φτώχεια	Αξιολόγηση επιπτώσεων στη διαβίωση	Εθνική έρευνα CFPS								✓	Περιεκτικός Δείκτης Ποιότητας Διαβίωσης	Κίνα	
Cong et al. (2022)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Προμηθευτής ενέργειας	✓							✓	Δείκτης Ενεργειακού Χάσματος (EEG)	Αριζόνα	
Lyra et al. (2022)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση	Έρευνα EU-SILC							✓	✓	✓	Κατοικίες με διαρροές ή/και σήψη, Υλοποίηση οπισθοδρόμησης για πρόβλεψη	Ελλάδα
Ma et al. (2022)	Ενεργειακή φτώχεια	Συσχέτιση με περιβαλλοντικούς κανονισμούς	Εθνική έρευνα CFPS	✓							✓	Ανάπτυξη μοντέλου για αξιολόγηση πριν και μετά	Κίνα	
Cadaval et al. (2022)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση	Εθνική έρευνα για τις συνθήκες διαβίωσης								✓	Συνδυασμός υφιστάμενων δεικτών	Ισπανία	
Platten (2022)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση ευπάθειας	Ινστιτούτο SOM								✓	Υλοποίηση οπισθοδρόμησης για πρόβλεψη δυνατότητας πληρωμής	Σουηδία	
Castaño-Rosa and Okushima (2021)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα οικογενειακού εισοδήματος								✓	Τροποποιημένη εκδοχή του δείκτη 10%	Ιαπωνία	
Gómez-Navarro et al. (2021)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων	✓	✓	✓		✓		✓	✓		Ισπανία	
Ssenonono et al. (2021)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα NES								✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας για την Ουγκάντα (MEPI-U)	Ουγκάντα	

Βιβλιογραφική πηγή	Έκφραση προβλήματος	Περιεχόμενο δημοσίευσης	Πηγή δεδομένων	Δείκτες μέτρησης										Χώρα εφαρμογής
				Δείκτες Δαπανών					Συναινετικοί Δείκτες			Άλλοι Δείκτες (π.χ., Δείκτες Αποτελεσμάτων)		
				10%	LIHC	2M	M/2	MIS	AFCP	Καθυστερήσεις στις πληρωμές λογαριασμών	Αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης	Άλλος δείκτης/μέθοδος	Όνομα/Περιγραφή δείκτη/μεθόδου	
Robles-Bonilla and Cedano (2021)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνικές έρευνες ENIGH και DHS									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Μεξικό
Che et al. (2021)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Παγκόσμια Τράπεζα									✓	Συνδυασμός υφιστάμενων δεικτών	Παγκόσμια
Kahouli and Okushima (2021)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνες PHEBUS και συνθηκών νοικοκυριών									✓	Άμεση μέτρηση ενεργειακών χρήσεων	Γαλλία, Ιαπωνία
Lin and Wang (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα κατανάλωσης ενέργειας	✓	✓							✓	Μέθοδος ελάχιστης κατανάλωσης	Κίνα
Spiliotis et al. (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Προμηθευτής ενέργειας									✓	Βελτιωμένη εκδοχή του 10%	Ελλάδα
Churchill et al. (2020)	Φτώχεια καυσίμων	Αντίκτυπος στη διαβίωση των πολιτών	Εθνική έρευνα HILDA	✓	✓							✓	Βάσει ερωτηματολογίου, Δείκτης στέρησης	Αυστραλία
Santillan et al. (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνικές έρευνες ENIGH και DHS									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	7 χώρες Λατινικής Αμερικής
Kyprianou and Serghides (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων								✓	✓	Βάσει ερωτηματολογίου	Κύπρος
Castaño-Rosa et al. (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση ευπάθειας	Έρευνα συγγραφέων									✓	Δείκτης Ευπαθών Νοικοκυριών (IVH)	Ηνωμένο Βασίλειο
Kahouli (2020)	Φτώχεια καυσίμων	Αξιολόγηση επιπτώσεων στην υγεία	Βάση δεδομένων SRCV	✓							✓	✓		Γαλλία
Seuret-Jimenez et al. (2020)	Ενεργειακή πρόσβαση	Μέτρηση	Εθνική έρευνα ENCEVI									✓	Δείκτης Ενεργειακής Πρόσβασης (EAI)	Μεξικό
Sokolowski et al. (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα HBS		✓	✓					✓	✓	Συνδυασμός επιλεγμένων δεικτών για δημιουργία νέου	Πολωνία
Betto et al. (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα HBS			✓	✓							Ιταλία

Βιβλιογραφική πηγή	Έκφραση προβλήματος	Περιεχόμενο δημοσίευσης	Πηγή δεδομένων	Δείκτες μέτρησης										Χώρα εφαρμογής
				Δείκτες Δαπανών					Συναινετικοί Δείκτες		Άλλοι Δείκτες (π.χ., Δείκτες Αποτελεσμάτων)			
				10%	LIHC	2M	M/2	MIS	AFCP	Καθυστερήσεις στις πληρωμές λογαριασμών	Αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης	Άλλος δείκτης/ μέθοδος	Όνομα/Περιγραφή δείκτη/μεθόδου	
Gatto and Busato (2020)	Ενεργειακή ευπάθεια	Μέτρηση	Παγκόσμιοι δείκτες ανάπτυξης									✓	Ενιαίος Δείκτης Ενεργειακής Ευπάθειας (GEVI)	265 χώρες παγκοσμίως
Ahmed and Gasperatos (2020)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση σε περιοχές βιομηχανικών καλλιεργειών	Έρευνα συγγραφέων									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Γκάνα
Castañο-Rosa et al. (2019)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση ευπάθειας	Εθνική έρευνα EHS, Στατιστικά	✓	✓							✓	Δείκτης Ευπαθών Νοικοκυριών (IVH)	Αγγλία
Kose (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Αξιολόγηση επιπτώσεων στην υγεία	Εθνική έρευνα εισοδήματος και διαβίωσης									✓	Συνδυασμός δεικτών	Τουρκία
Okushima (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα για τις συνθήκες των νοικοκυριών									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Ιαπωνία
Sanchez-Guevara et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση ευπάθειας	Πρόγραμμα MODIFICA, Urban Audit									✓	Συνδυασμός δεικτών ενεργειακής απόδοσης κατοικιών και κοινωνικής ευπάθειας	Ισπανία, Αγγλία
Mendoza et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα HECS									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Φιλιππίνες
Pablo et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα LCS	✓								✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Εκουαδόρ
Ntaintasis et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων	✓							✓	✓	Τροποποιημένη εκδοχή του δείκτη 10%	Ελλάδα
Bonatz et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Παγκόσμια Τράπεζα									✓	Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (EPI)	Κίνα, Γερμανία
Aguilar et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα HBS	✓	✓	✓		✓	✓			✓	Δείκτης Σύνθετης Ενεργειακής Φτώχειας (CEPI)	Κανάριες Νήσοι, Ισπανία
Khanna et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Παγκόσμια Τράπεζα, IEA, Βάση δεδομένων ACE									✓	Ολοκληρωμένος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας	5 Ασιατικές χώρες
Mattioli et al. (2019)	Τιμές καυσίμων	Μέτρηση ευπάθειας	Εθνικές έρευνες									✓	Σύνθετος Δείκτης Ευπάθειας (CVI)	Αγγλία



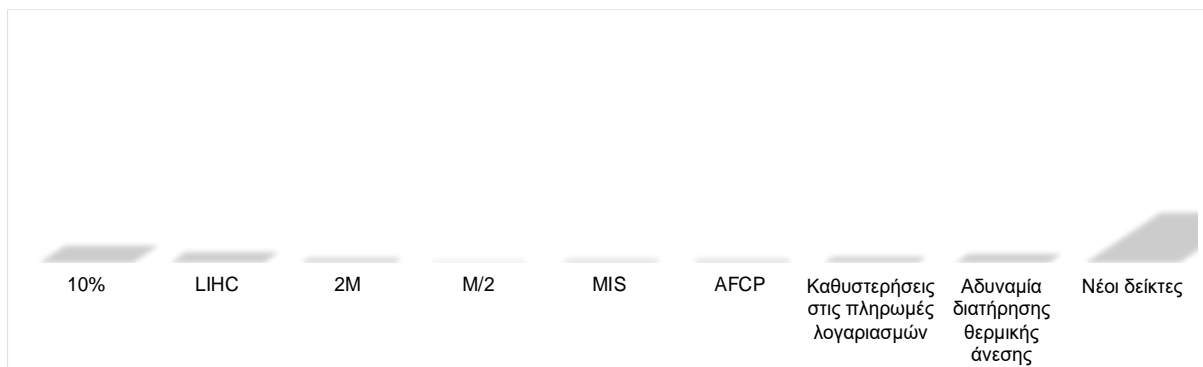
Βιβλιογραφική πηγή	Έκφραση προβλήματος	Περιεχόμενο δημοσίευσης	Πηγή δεδομένων	Δείκτες μέτρησης										Χώρα εφαρμογής	
				Δείκτες Δαπανών					Συναίνετικοί Δείκτες			Άλλοι Δείκτες (π.χ., Δείκτες Αποτελεσμάτων)			
				10%	LIHC	2M	M/2	MIS	AFCP	Καθυστερήσεις στις πληρωμές λογαριασμών	Αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης	Άλλος δείκτης/μέθοδος	Όνομα/Περιγραφή δείκτη/μεθόδου		
Gouveia et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση ευπάθειας	Πορτογαλική Στατιστική Υπηρεσία										✓	Δείκτης Ευπάθειας στην Ενεργειακή Φτώχεια (EPVI)	Πορτογαλία
Boemi and Papadopoulos (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων							✓		✓	✓	Βάσει ερωτηματολογίου	Ελλάδα
Charlier and Legendre (2019)	Φτώχεια καυσίμων	Διαμόρφωση πολιτικής	Έρευνα PHEBUS	✓	✓						✓		✓	Δείκτης Φτώχειας Καυσίμων (FPI)	Γαλλία
Recalde et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση ευπάθειας	Eurostat, Παρατηρητήριο Κτιριακού Αποθέματος									✓	✓	Δομικός δείκτης Ευπάθειας στην Ενεργειακή Φτώχεια (SEPV)	Ευρωπαϊκή Ένωση
Scarpellini et al. (2019)	Ενεργειακή φτώχεια	Αξιολόγηση κοινωνικο-οικονομικού αντίκτυπου	Έρευνα συγγραφέων, Δημόσιοι φορείς, ΜΚΟ										✓	Βάσει ερωτηματολογίου	Ισπανία
Karásek and Rojar (2018)	Ενεργειακή φτώχεια	Διαμόρφωση πολιτικής	Εθνική έρευνα HBS, Τσέχικη Στατιστική Υπηρεσία	✓									✓	Στατιστική ανάλυση	Τσεχία
Belaïd (2018)	Φτώχεια καυσίμων	Αξιολόγηση παραγόντων πρόκλησης	Έρευνα PHEBUS		✓										Γαλλία
Marz (2018)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση ευπάθειας αστικών γειτονιών	Social Structure Atlas, Γερμανική Μετεωρολογική Υπηρεσία										✓	Δείκτης Φτώχειας Καυσίμων (FPI)	Γερμανία
Olang et al. (2018)	Ενεργειακή πρόσβαση	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων										✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Κένυα
Mattioli et al. (2018)	Τιμές καυσίμων	Μέτρηση ευπάθειας	Εθνική έρευνα LCFS		✓								✓	Σύνολο οικονομικών δεικτών σε σχέση με το αυτοκίνητο	Ηνωμένο Βασίλειο
Aristondo and Onaindia (2018)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνα EU-SILC							✓		✓	✓	Κατοικίες με διαρροές ή/και σήψη	Ισπανία
Pysar et al. (2018)	Ενεργειακή ασφάλεια	Διαμόρφωση πολιτικής	Έρευνα συγγραφέων	✓	✓								✓	Δείκτης Φτώχειας Καυσίμων (FPI)	Ουκρανία



Βιβλιογραφική πηγή	Έκφραση προβλήματος	Περιεχόμενο δημοσίευσης	Πηγή δεδομένων	Δείκτες μέτρησης										Χώρα εφαρμογής
				Δείκτες Δαπανών					Συναινετικοί Δείκτες		Άλλοι Δείκτες (π.χ., Δείκτες Αποτελεσμάτων)			
				10%	LIHC	2M	M/2	MIS	AFCP	Καθυστερήσεις στις πληρωμές λογαριασμών	Αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης	Άλλος δείκτης/ μέθοδος	Όνομα/Περιγραφή δείκτη/μεθόδου	
Burlinson et al. (2018)	Φτώχεια καυσίμων	Συσχέτιση με στεγαστική φτώχεια	Εθνική έρευνα EHS		✓							✓	Τροποποιημένη εκδοχή του LIHC	Ηνωμένο Βασίλειο
Papada and Kaliampakos (2018)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	ΕΛΣΤΑΤ, ΟΤΑ	✓								✓	Στοχαστικό Μοντέλο Ενεργειακής Φτώχειας (SMEP)	Ελλάδα
Bartiaux et al. (2018)	Ενεργειακή δικαιοσύνη	Συσχέτιση με στέρηση δυνατοτήτων	Έρευνα CGP								✓	✓	Στατιστική ανάλυση	Βέλγιο
Romero et al. (2018)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα HBS	✓	✓			✓				✓	Τροποποιημένη εκδοχή του MIS	Ισπανία
Pino-Mejias et al. (2018)	Φτώχεια καυσίμων	Αξιολόγηση ρίσκου για νοικοκυριά	Εθνική έρευνα CASEN									✓	Δείκτης Πιθανού Κινδύνου Φτώχειας Καυσίμων (FPPRI)	Χιλή
Tait (2017)	Ενεργειακή πρόσβαση	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέα	✓								✓	Δείκτης Ενεργειακής Πρόσβασης (EAI)	Νότιος Αφρική
Sadath and Acharya (2017)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Εθνική έρευνα IHDS-II									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Ινδία
Llera-Sastresa et al. (2017)	Ενεργειακή ευπάθεια	Μέτρηση	Δημοτικές υπηρεσίες	✓								✓	Σύνθετος Δείκτης Ενεργειακής Ευπάθειας (EVCi)	Ισπανία
Okushima (2017)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση σε ανεπτυγμένες χώρες	Εθνικό Κέντρο Στατιστικής	✓								✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Ιαπωνία
Gevelt et al. (2016)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων									✓	Κοινωνικο-οικονομική κατάσταση (SES)	Ρουάντα
Aglina et al. (2016)	Ενεργειακή πρόσβαση	Επιπτώσεις στην οικονομική ανάπτυξη	Παγκόσμια Τράπεζα									✓	4 ομάδες δεικτών για υλοποίηση οπισθοδρόμησης	Χώρες ECOWAS
Schlör et al. (2016)	Ενεργειακή φτώχεια	Διασύνδεση με το φαινόμενο υποκατάστασης Gordon	Εθνική έρευνα EVS									✓	Δείκτης Atkinson	Γερμανία
Maxim et al. (2016)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Eurostat									✓	Δείκτης Σύνθετης Ενεργειακής Φτώχειας (CEPI)	Ευρωπαϊκή Ένωση

Βιβλιογραφική πηγή	Έκφραση προβλήματος	Περιεχόμενο δημοσίευσης	Πηγή δεδομένων	Δείκτες μέτρησης										Χώρα εφαρμογής
				Δείκτες Δαπανών					Συναινετικοί Δείκτες			Άλλοι Δείκτες (π.χ., Δείκτες Αποτελεσμάτων)		
				10%	LIHC	2M	M/2	MIS	AFCP	Καθυστερήσεις στις πληρωμές λογαριασμών	Αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης	Άλλος δείκτης/μέθοδος	Όνομα/Περιγραφή δείκτη/μεθόδου	
Wang et al. (2015)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Στατιστικά									✓	Ολοκληρωμένος Δείκτης Αξιολόγησης Ενεργειακής Φτώχειας (CEPEI)	Κίνα
Fabbri (2015)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση στον κτιριακό τομέα	Βάση δεδομένων ISTAT, AEEG, BEP	✓								✓	Δείκτης Κτιριακής Φτώχειας Καυσίμων (BFP)	Ιταλία
Legendre and Ricci (2015)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση	Εθνική έρευνα "Enquête Logement 2006"	✓	✓					✓				Γαλλία
Watson and Maitre (2015)	Φτώχεια καυσίμων	Σχέση με εισοδηματική φτώχεια	Έρευνα EU-SILC							✓		✓	Κατοικίες με διαρροές ή/και σήψη	Ιρλανδία
Heindl and Schüssler (2015)	Οικονομική προσιτότητα ενέργειας	Μέτρηση	Κοινωνικο-Οικονομικό Πάνελ (SOEP)	✓	✓	✓		✓				✓	Τροποποιημένες εκδοχές LIHC	Γερμανία
Walker et al. (2014)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων	✓								✓	Τροποποιημένη εκδοχή 10%	Βόρεια Ιρλανδία
Kimemia et al. (2014)	Ενεργειακή φτώχεια	Αξιολόγηση επιπτώσεων στην υγεία	Εθνική έρευνα ενεργειακής κατανάλωσης	✓								✓	Δείκτης ρίσκου πρόκλησης ζημιάς	Νότιος Αφρική
Dagoumas and Kitsios (2014)	Ενεργειακή φτώχεια	Επίδραση της οικονομικής κρίσης	Στατιστικές εκθέσεις ΔΕΗ									✓	Κατανάλωση ηλεκτρισμού κατά κεφαλήν	Ελλάδα
Thomson and Snell (2013)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση	Έρευνα EU-SILC							✓		✓	Κατοικίες με διαρροές ή/και σήψη	Ευρωπαϊκή Ένωση
Nussbaumer et al. (2013)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνες DHS									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Πληθώρα χωρών
Malla (2013)	Ενεργειακή πρόσβαση	Μέτρηση	Επιτροπή Ενέργειας									✓	Δείκτης Ενεργειακής Ανάπτυξης (EDI)	Νεπάλ
Nussbaumer et al. (2012)	Ενεργειακή φτώχεια	Μέτρηση	Έρευνες DHS, IEA									✓	Πολυδιάστατος Δείκτης Ενεργειακής Φτώχειας (MEPI)	Αφρικανικές χώρες
Price et al. (2012)	Φτώχεια καυσίμων	Μέτρηση	Έρευνα συγγραφέων, Εθνική έρευνα FES									✓	Οικονομική προσιτότητα ενέργειας	Ηνωμένο Βασίλειο

Σε πιο τεχνικό επίπεδο, το Σχήμα 3.1 παρουσιάζει τον αριθμό των δημοσιεύσεων στις οποίες αξιοποιήθηκε καθένας από τους εξεταζόμενους δείκτες, σε σύνολο 76 αποτελεσμάτων. Φαίνεται λοιπόν πως οι παραδοσιακές μέθοδοι μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας μέσω των δεικτών 10% και LIHC κρατούν τα σκήπτρα των αναλύσεων, με τους υποκειμενικούς δείκτες όπως αυτοί αποτυπώνονται μέσω των καθυστερήσεων στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας και στην αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης εντός της κατοικίας να ακολουθούν. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός πως οι δείκτες Δαπανών που ανήκουν και στην κατηγορία των πρωτευόντων δεικτών του ΕΡΟΝ (2M, M/2) βρίσκονται ακόμη χαμηλότερα στην κατάταξη, με τον δείκτη M/2 μάλιστα να αξιοποιείται συνολικά σε δύο δημοσιεύσεις. Οι δείκτες MIS και AFCP με τη σειρά τους, αποτελούν τους πιο ολοκληρωμένους δείκτες μεταξύ των υφιστάμενων, καθώς λαμβάνουν υπόψιν περισσότερες πτυχές του προβλήματος. Ως εκ τούτου, η εφαρμογή τους, παρότι εμπεριέχει τη μεγαλύτερη πολυπλοκότητα, δείχνει να κερδίζει σταδιακά το ενδιαφέρον των ερευνητών.



**Σχήμα 3.1** Αξιοποίηση υφιστάμενων δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας στην εξεταζόμενη βιβλιογραφία.

Αν και οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται ευρέως, έχουν πρόσφατα επικριθεί για έλλειψη επαρκούς αιτιολόγησης (Fizaine and Kahouli, 2019) ή για περιορισμένη προσέγγιση του προβλήματος (Bouzarovski and Herrero, 2017). Για παράδειγμα, ο δείκτης 10%, εντάσσεται στην κατηγορία των δεικτών Σταθερού Κατωφλίου (Ενότητα 2.3.1.1) και συνεπώς κληρονομεί τα αντίστοιχα μειονεκτήματα, καθώς επικρίνεται για την αρκετά στενή θεώρηση του προβλήματος και την υπερβολική εξάρτησή του από τις τιμές της ενέργειας (Rademaekers et al., 2016; Legendre and Ricci, 2015; Moore 2012). Οι δείκτες LIHC, 2M, M/2, MIS και AFCP από την άλλη, εντάσσονται στην κατηγορία των δεικτών Σχετικού Κατωφλίου (Ενότητα 2.3.1.2) και αποτυγχάνουν να λάβουν υπόψη τις αυξανόμενες τιμές της ενέργειας ενώ περιπλέκουν και την παρακολούθηση των πολιτικών παρεμβάσεων (Heindl and Schüssler, 2015; Marz, 2018). Οι δείκτες καθυστέρησης της πληρωμής των ενεργειακών λογαριασμών και αδυναμίας διατήρησης θερμικής άνεσης εντός της κατοικίας τοποθετούνται στο στόχαστρο για την έλλειψη αντικειμενικότητας και καθολικότητας στην εφαρμογή τους (Bouzarovski, 2014). Τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των παραπάνω δεικτών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.3.

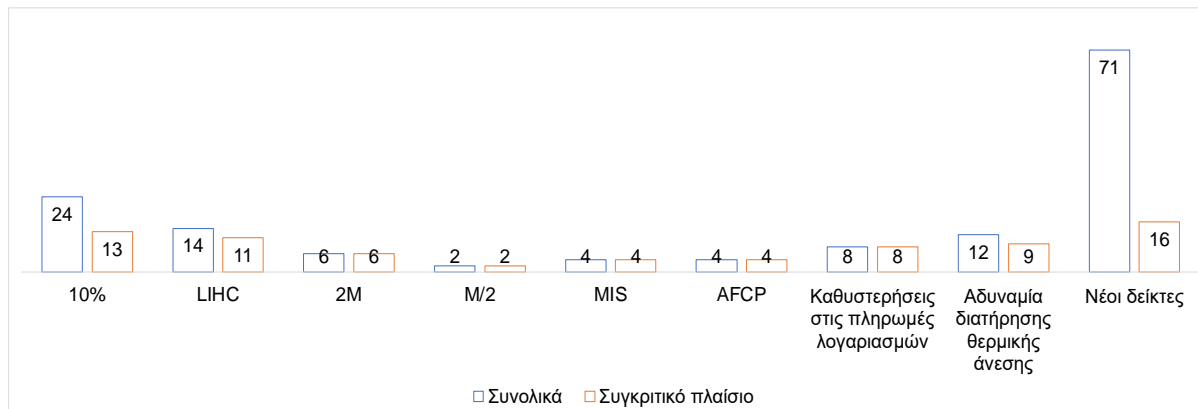
Έτσι οι ερευνητές ξεκίνησαν να αναζητήσουν διαφορετικά μονοπάτια και να καταβάλλουν αδιαμφησβήτητες μεγάλες προσπάθειες για την ανάπτυξη νέων ολοκληρωμένων και περιεκτικών δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας, δεδομένης της μεγάλης έκτασης του προβλήματος που εκτείνεται πέρα από την ενεργειακή και οικονομική διάσταση, στο περιβάλλον, την υγεία και την κοινωνική συνοχή. Αυτό αποτυπώνεται επίσης στο Σχήμα 3.1

όπου σε σύνολο 76 δημοσιεύσεων, οι 71 εξ αυτών εμπεριέχουν ανάπτυξη νέου δείκτη ή νέας μεθόδου μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας.

Όσον αφορά τώρα τα δύο πρώτα ερωτήματα που τέθηκαν στην αρχή, αυτά εξετάζονται συνδυαστικά. Σε σύνολο 76 δημοσιεύσεων που εξετάστηκαν, μόνο οι 20 εξ αυτών εμπεριέχουν χρήση υφιστάμενων δεικτών μέτρησης περισσότερων του ενός (εξαιρουμένων των νέων δεικτών που προτείνονται), γεγονός που υποδεικνύει συγκριτική αξιολόγηση. Μεταξύ των 20 αυτών δημοσιεύσεων που είναι πρωταρχικού ενδιαφέροντος, παρατηρούνται τα εξής:

- ▲ Οι δείκτες 2M, M/2, MIS, AFPC και καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας, χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σε συνδυασμό με άλλους δείκτες, στο πλαίσιο συγκριτικής αξιολόγησης (Σχήμα 3.2). Κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει με τους δείκτες 10%, LIHC και αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης εντός της κατοικίας, οι οποίοι αξιοποιούνται κατά περιπτώσεις μόνοι τους για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας (Cong et al., 2022; Ma et al., 2022; Pablo et al., 2019; Belaïd 2018; Mattioli et al., 2018; κ.ά.).
- ▲ Μόνο τέσσερις δημοσιεύσεις αξιοποιούν υφιστάμενους δείκτες μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας με αποκλειστικό σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων (Gómez-Navarro et al., 2021; Kahouli 2020; Betto et al., 2020; Legendre and Ricci, 2015) ενώ οι υπόλοιπες 16 πραγματοποιούν υπολογισμούς με τη βοήθεια υφιστάμενων δεικτών προκειμένου να καταδείξουν τις αδυναμίες τους και να προτείνουν νέους (Σχήμα 3.2).
- ▲ Οι 11 από αυτές αξιοποιούν υφιστάμενους δείκτες μέτρησης αποκλειστικά αντικειμενικού χαρακτήρα (10%, LIHC, 2M, M/2, MIS, AFPC) (π.χ., Kalfountzou et al., 2022; Lin and Wang, 2020; Churchill et al., 2020; κ.ά.) ενώ αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως πέντε δημοσιεύσεις παρέχουν συγκριτικά αποτελέσματα βασισμένα σε αποκλειστικά υποκειμενικούς δείκτες (καθυστερήσεις στις πληρωμές λογαριασμών, αδυναμία διατήρησης θερμικής άνεσης) (Lyra et al., 2022; Boemi and Papadopoulos, 2019; Aristondo and Onaindia, 2018; Watson and Maitre, 2015; Thomson and Snell, 2013). Τέλος, τέσσερις δημοσιεύσεις περιλαμβάνουν συγκριτική αξιολόγηση βάσει συνδυασμού αντικειμενικών και υποκειμενικών δεικτών (Gómez-Navarro et al., 2021; Sokolowski et al., 2020; Kahouli 2020; Ntaintasis et al., 2019).
- ▲ Οι 17 εξ αυτών αξιοποιούν αποκλειστικά δεδομένα ερευνών για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων. Οι έρευνες αυτές πραγματοποιούνται είτε συστηματικά σε εθνικό επίπεδο (π.χ., HBS, EU-SILC, HILDA, PHEBUS, κ.ά.) (Sokolowski et al., 2020; Betto et al., 2020; Churchill et al., 2020; Charlier and Legendre, 2019) είτε αποτελούν προσωπικές πρωτοβουλίες των συγγραφικών ομάδων προκειμένου να αποκτήσουν τα κατάλληλα δεδομένα προς επεξεργασία (Gómez-Navarro et al., 2021; Pysar et al., 2018; Boemi and Papadopoulos, 2019; Ntaintasis et al., 2019). Οι υπόλοιπες τρεις χρησιμοποιούν δεδομένα στατιστικών (Kalfountzou et al., 2022), συνδυαστικά δεδομένα από έρευνες και στατιστικά (Castaño-Rosa et al., 2019) ή δεδομένα από εκθέσεις φορέων όπως το κοινωνικο-οικονομικό πάνελ στη Γερμανία (SOEP) (Heindl and Schüssler, 2015). Αξίζει να αναφερθεί πως η έλλειψη πραγματικών δεδομένων κατανάλωσης νοικοκυριών και η αναπόφευκτη στροφή προς τα δεδομένα ερευνών και

στατιστικών επεκτείνεται στο σύνολο σχεδόν των εξεταζόμενων δημοσιεύσεων, πλην ελαχίστων εξαιρέσεων, όπως π.χ. η δημοσίευση των [Spiliotis et al. \(2020\)](#), οι οποίοι παρουσιάζουν ένα πλαίσιο ανάλυσης πολλαπλών πηγών για την ταυτοποίηση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, βασιζόμενοι σε πραγματικά δεδομένα κατανάλωσης φυσικού αερίου ανά νοικοκυριό.



**Σχήμα 3.2** Αξιοποίηση υφιστάμενων δεικτών μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας στην εξεταζόμενη βιβλιογραφία, συνολικά και σε συγκριτικό πλαίσιο.

Όσον αφορά το τρίτο ερώτημα, για την απάντηση του είναι απαραίτητη η περαιτέρω ανάλυση της βιβλιογραφίας όσον αφορά του νέους προτεινόμενους δείκτες. Ορισμένοι συγγραφείς αξιοποιούν τους υφιστάμενους δείκτες για την ανάπτυξη νέων. Για παράδειγμα, οι [Sokolowski et al. \(2020\)](#) παρουσιάζουν μια εκδοχή ενός νέου δείκτη που συνδυάζει πέντε επιμέρους δημοφιλείς δείκτες. Οι δύο εξ αυτών, και πιο συγκεκριμένα οι δείκτες LIHC και 2M αποτελούν αντικειμενικούς δείκτες, ενώ οι άλλοι τρεις δείκτες, δηλ. η αδυναμία διατήρησης επαρκούς θερμικής άνεσης εντός της κατοικίας, η παρουσία ρωγμών ή/και σήψης και η δυσκολία στην πληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών αποτελούν υποκειμενικούς δείκτες. Ο προτεινόμενος δείκτης είναι πρακτικά προσαρμοσμένος στη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας στον οικιακό τομέα της Πολωνίας. Η έρευνα θεωρεί ότι ένα νοικοκυριό υποφέρει από ενεργειακή φτώχεια εάν αυτό αντικατοπτρίζεται στις τιμές τουλάχιστον δύο δεικτών. Οι [Aguilar et al. \(2019\)](#) ανέπτυξαν έναν Δείκτη Σύνθετης Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *Compound Energy Poverty Indicator – CEPI*) για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας στις Καναρίους Νήσους και την Ισπανία. Αυτός ο δείκτης περιλαμβάνει τους δείκτες 10%, LIHC και AFCP και σύμφωνα με αυτόν, τα νοικοκυριά θεωρούνται ενεργειακά φτωχά όταν πληρούν τις προϋποθέσεις του δείκτη LIHC, είναι φτωχά σύμφωνα με τον δείκτη AFCP και ξοδεύουν περισσότερο από το 10% του εισοδήματός τους για ενέργεια.

Ορισμένοι συγγραφείς χρησιμοποιούν ελαφρώς προσαρμοσμένες εκδοχές των υφιστάμενων δεικτών στις δημοσιεύσεις τους. Για παράδειγμα, οι [Romero et al. \(2018\)](#) προσαρμόζουν τους δείκτες LIHC και MIS στην έρευνά τους. Κάποιοι άλλοι συνδυάζουν άλλες μεθόδους με τους δείκτες. Για παράδειγμα, οι [Mattioli et al. \(2018\)](#) πρότειναν ένα σύνολο δεικτών οικονομικής πίεσης που σχετίζεται με τα αυτοκίνητα και, σε συνδυασμό με το δείκτη LIHC, την εκτίμηση της ελαστικότητας και τη λογιστική παλινδρόμηση, προσδιόρισαν τις ομάδες νοικοκυριών που ξοδεύουν μεγάλο μέρος του εισοδήματός τους σε καύσιμα. Οι [Heindl and Schüssler \(2015\)](#) πραγματοποίησαν προσομοίωση όχι μόνο με τους δημοφιλείς δείκτες 10%, LIHC, MIS και 2M, αλλά και με τροποποιημένες εκδοχές του δείκτη LIHC, με έμφαση στις διαφοροποιήσεις ανά εισοδηματικό στρώμα και λαμβάνοντας υπόψιν σχετικά όρια εισοδηματικής φτώχειας. Οι

Walker et al. (2014) χρησιμοποίησαν μια τροποποιημένη έκδοση του δείκτη 10%, αξιοποιώντας ένα συνδυασμό διαφορετικών παραμέτρων για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας (δείκτες απόδοσης συστήματος θέρμανσης κατοικιών, θερμικά χαρακτηριστικά στέγασης όπως η ποιότητα των τοίχων, οι στέγες, τα παράθυρα, η εσωτερική και η εξωτερική θερμοκρασία, η συχνότητα και η συνήθειες θέρμανσης και αερισμού, κ.ά.).

Εκτός όμως από τις παραδοσιακές προσεγγίσεις μέτρησης και τις προεκτάσεις τους, κατά τη διάρκεια της επισκόπησης εντοπίστηκε πληθώρα σύγχρονων δεικτών που αναπτύχθηκαν για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά μερικοί από αυτούς. Οι Nussbaumer et al. (2012) και Nussbaumer et al. (2013) πρότειναν έναν Πολυδιάστατο Δείκτη Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *Multi-dimensional Energy Poverty Indicator – MEPI*) και αξιολόγησαν τα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας σε διάφορες αναπτυσσόμενες χώρες. Στο ίδιο πλαίσιο, οι Santillan et al. (2020) εφάρμοσαν τον MEPI, που προτάθηκε από τους Nussbaumer et al. (2012), για τον εντοπισμό της ενεργειακής φτώχειας σε επτά χώρες της Λατινικής Αμερικής. Οι Ahmed and Gasparatos (2020) εφάρμοσαν τον ίδιο δείκτη για να αναλύσουν και να αξιολογήσουν γεωργικά έργα στη Γκάνα και τον αντίκτυπό τους στην ενεργειακή φτώχεια των νοικοκυριών. Αυτός ο δείκτης αποτελείται από έξι υπο-δείκτες που εστιάζουν στη διαθεσιμότητα ενέργειας και είναι κατάλληλος για τη μέτρηση της πρόσβασης των πολιτών στη σύγχρονη ενέργεια, στις αναπτυσσόμενες χώρες. Υπό αυτό το πρίσμα, οι Olang et al. (2018) χρησιμοποίησαν τον δείκτη MEPI για να προσδιορίσουν νοικοκυριά χωρίς πρόσβαση σε σύγχρονες πηγές ενέργειας, προκειμένου να διαμορφώσουν αποτελεσματικές βελτιώσεις πολιτικής στην Κένυα. Οι Pablo et al. (2019) ανέλυσαν την κατάσταση της ενεργειακής φτώχειας στο Εκουαδόρ. Διαφοροποιούμενοι ελαφρώς, οι Sadath και Acharya (2017) χρησιμοποίησαν μια τροποποιημένη εκδοχή του δείκτη MEPI η οποία περιλαμβάνει οκτώ διαστάσεις που ομαδοποιούνται σε τρεις κατηγορίες (φωτισμός, μαγειρέμα και πρόσθετα μέτρα), για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας στην Ινδία.

Οι Seuret-Jimenez et al. (2020) αξιοποίησαν ασαφή λογική για να μετρήσουν τον συνολικό Δείκτη Ενεργειακής Πρόσβασης (αγγλ. *Energy Access Index – EAI*) προκειμένου να προσδιορίσουν και να κατατάξουν τις περιοχές του Μεξικού που έχουν τη μικρότερη πρόσβαση στην ενέργεια. Ο δείκτης αποτελείται από τις ακόλουθες τρεις μεταβλητές: μέση δαπάνη για μηνιαίες μεταφορές, ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμα μαγειρέματος. Τέσσερις επιμέρους δείκτες, που συνοψίζονται στη χρήση καυσίμου, την οικονομική προσιτότητα, την ασφάλεια και την αξιοπιστία, χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του δείκτη ενεργειακής πρόσβασης των νοικοκυριών που αναπτύχθηκε από την Tait (2017). Διάφορες μεταβλητές χρησιμοποιούνται για να αντικατοπτρίζουν τον κάθε δείκτη. Ο δείκτης χρήσης καυσίμου αποτελείται από μεταβλητές που αντικατοπτρίζουν τον τύπο ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε και τα καύσιμα που καταναλώθηκαν, ο δείκτης οικονομικής προσιτότητας αντικατοπτρίζει τις δαπάνες ως μέρος του εισοδήματος, ενώ ο δείκτης ασφάλειας αντανakλά τον αριθμό των παραγόντων κινδύνου που προσδιορίστηκαν και ο παράγοντας αξιοπιστίας αντανakλά τον αριθμό των διακοπών που παρατηρήθηκαν. Κατά τη δημιουργία του Ολοκληρωμένου Δείκτη Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *Comprehensive Energy Poverty Indicator*), οι Khanna et al. (2019) χρησιμοποίησαν επίσης τέσσερις επιμέρους δείκτες: πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια, καθαρά καύσιμα, τεχνολογίες μαγειρέματος και συνολική παροχή και κατανάλωση ενέργειας.

Ο Malla (2013) εισήγαγε το Δείκτη Ενεργειακής Ανάπτυξης (αγγλ. *Energy Development Index – EDI*) για να αξιολογήσει την ενεργειακή φτώχεια στο Νεπάλ. Ο δείκτης κατασκευάζεται ως ο



αριθμητικός μέσος όρος τεσσάρων άλλων δεικτών: εμπορικής κατανάλωσης ενέργειας, κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στον οικιακό τομέα, ποσοστού σύγχρονων καυσίμων στη συνολική χρήση ενέργειας στον οικιακό τομέα και ποσοστού πληθυσμού με πρόσβαση σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι [Gevelt et al. \(2016\)](#) προσπάθησαν να προσδιορίσουν πώς τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των νοικοκυριών οδηγούν στην ενεργειακή φτώχεια. Οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν τέσσερις μεταβλητές (οικιακή χρήση ενέργειας, προθυμία πληρωμής, ακαθάριστο εισόδημα και εκπαίδευση, υγεία και ασφάλεια τροφίμων) συνδυαστικά με ανάλυση οπισθοδρόμησης για να αξιολογήσουν τον αντίκτυπο της ενεργειακής φτώχειας. Η μελέτη διαπίστωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές για δαπάνες στις παραπάνω μεταβλητές, μεταξύ των νοικοκυριών με διαφορετικούς δείκτες κοινωνικο-οικονομικής κατάστασης (αγγλ. *Socio-Economic Status – SES*).

Στη μελέτη τους με στόχο τον καθορισμό του επιπέδου ενεργειακής ασφάλειας μέσω πολιτικών με κοινωνικό προσανατολισμό, οι [Pysar et al. \(2018\)](#) πρότειναν μια άλλη μεθοδολογία που εστιάζει στην οικονομική πτυχή του προβλήματος. Οι συγγραφείς προτείνουν τον Δείκτη Φτώχειας Καυσίμων (αγγλ. *Fuel Poverty Index – FPI*), ο οποίος περιλαμβάνει τους ακόλουθους δυο δείκτες: νομισματική φτώχεια και ενεργειακή αναποτελεσματικότητα. Το έργο τους αποκαλύπτει τη σχέση μεταξύ ενεργειακής ασφάλειας και φτώχειας καυσίμων. Οι [Castaño-Rosa et al. \(2019\)](#) και [Castaño-Rosa et al. \(2020\)](#) παρουσίασαν τον Δείκτη Ευπαθών Νοικοκυριών (αγγλ. *Index of Vulnerable Homes – IVH*) για την αξιολόγηση της ευπάθειας των νοικοκυριών στην ενεργειακή φτώχεια, ο οποίος περιλαμβάνει όχι μόνο οικονομικές αλλά και κοινωνικές πτυχές. Οι συγγραφείς χρησιμοποιούν τους ακόλουθους τέσσερις δείκτες για την ανάπτυξή του: νομισματικής φτώχειας, ενέργειας, άνεσης και κόστους ποιότητας ζωής που σχετίζεται με την υγεία. Στην έρευνά τους, οι [Charlier and Legendre \(2019\)](#) χρησιμοποίησαν μια τροποποιημένη εκδοχή του FPI.

Ορισμένες δημοσιεύσεις προσανατολίζονται στην κοινωνική διάσταση του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας. Οι [Gouveia et al. \(2019\)](#) προτείνουν τη χρήση του Δείκτη Ευπάθειας στην Ενεργειακή Φτώχεια (αγγλ. *Energy Poverty Vulnerability Index – EPVI*), ο οποίος αποτελείται από δύο υποδείκτες που επικεντρώνονται στα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού και στην ενεργειακή απόδοση των σπιτιών. Αν και ο προτεινόμενος δείκτης παρέχει μια ευρύτερη προσέγγιση στον υπολογισμό της ενεργειακής φτώχειας, εξακολουθεί να αναδεικνύει την έλλειψη ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης, η οποία είναι πολύ σημαντική, ιδίως στο πλαίσιο της ενεργειακής ανάπτυξης στις ανεπτυγμένες χώρες, και περιλαμβάνει δείκτες ποιότητας ζωής. Οι [Mattioli et al. \(2019\)](#) χρησιμοποίησαν ένα Σύνθετο Δείκτη Ευπάθειας (αγγλ. *Composite Vulnerability Index – CVI*) για να εξετάσουν πώς οι τιμές των καυσίμων προκαλούν ενεργειακή φτώχεια σε διαφορετικές περιοχές της χώρας και πληθυσμιακές ομάδες. Οι [Llera-Sastresa et al. \(2017\)](#) ανέπτυξαν τον Σύνθετο Δείκτη Ενεργειακής Ευπάθειας (αγγλ. *Energy Vulnerability Composite Index – EVCI*), ο οποίος έχει σχεδιαστεί για να βελτιώσει το επίπεδο διαβίωσης των νοικοκυριών της κοινωνικής στέγασης. Οι συγγραφείς χρησιμοποιούν 20 διαφορετικούς δείκτες, οι οποίοι μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες κατηγορίες: χαρακτηριστικά στέγασης, χαρακτηριστικά και ενεργειακή απόδοση συσκευών, ενεργειακό κόστος και συνήθειες και χαρακτηριστικά των νοικοκυριών. Οι [Pino-Mejías et al. \(2018\)](#) ανέπτυξαν τον Δείκτη Δυνητικού Κινδύνου Φτώχειας Καυσίμων (*Fuel Poverty Potential Risk Index – FPPRI*) και χρησιμοποιώντας πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, προσπάθησαν να υπολογίσουν τον κίνδυνο των νοικοκυριών κοινωνικής στέγασης να επέλθουν σε κατάσταση ενεργειακής φτώχειας. Οι συγγραφείς πρότειναν μια μεθοδολογία

που βασίζεται σε πολύπλοκους μαθηματικούς και στατιστικούς υπολογισμούς. Ως εκ τούτου, είναι πιθανό ότι δεν θα εφαρμοστεί ευρέως σε μελλοντικές έρευνες καθώς απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις. Οι [Schlör et al. \(2016\)](#) χρησιμοποίησαν τον δείκτη Atkinson για να προσδιορίσουν τον τρόπο διανομής του ακαθάριστου και καθαρού εισοδήματος, της ιδιωτικής κατανάλωσης και της ενεργειακής δαπάνης. Η έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι ενεργειακές δαπάνες κατανέμονται ισότιμα και η ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως δείκτης των βασικών αναγκών του νοικοκυριού ανεξαρτήτως εισοδήματος.

Άλλοι δείκτες μετρούν την ενεργειακή φτώχεια και συγκρίνουν τις χώρες. Για παράδειγμα, οι [Bonatz et al. \(2019\)](#) προσπάθησαν να μετρήσουν και να συγκρίνουν την ενεργειακή φτώχεια σε εθνικό επίπεδο στην Κίνα και τη Γερμανία. Ο δείκτης που αναπτύχθηκε από τους συγγραφείς αποτελείται από τις ακόλουθες διαστάσεις: πρόσβαση και προσιτή τιμή. Η απόδοση, το εισόδημα και οι τιμές ενέργειας χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της διάστασης της προσιτότητας, ενώ τα καθαρά καύσιμα, η ηλεκτρική ενέργεια και οι προσιτές εναλλακτικές λύσεις χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της διάστασης της πρόσβασης. Οι [Maxim et al. \(2016\)](#) πρότειναν ένα Δείκτη Σύνθετης Ενεργειακής Φτώχειας (διαφορετικό από τον δείκτη των [Aguilar et al. \(2019\)](#)) για σύγκριση χωρών, όπου οι επιλεγμένοι δείκτες ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες: δείκτες ενεργειακής φτώχειας και συντελεστές πίεσης ενεργειακής φτώχειας. Ο δείκτης αποτελείται από τρεις μεταβλητές και πιο συγκεκριμένα την απουσία θερμικής άνεσης, καθυστερήσεις πληρωμών και κατοικίες με διαρροές.

Οι [Wang et al. \(2015\)](#) ανέπτυξαν τον Ολοκληρωμένο Δείκτη Αξιολόγησης Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *Comprehensive Energy Poverty Evaluation Index – CEPEI*) για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας σε εθνικό/περιφερειακό επίπεδο. Ο δείκτης αποτελείται από εννιά επιμέρους δείκτες οι οποίοι μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις ομάδες: διαθεσιμότητα ενεργειακής υπηρεσίας, καθαρότητα κατανάλωσης ενέργειας, πληρότητα διαχείρισης ενέργειας, και ενεργειακή προσιτότητα και ενεργειακή απόδοση των νοικοκυριών. Οι δείκτες διαθεσιμότητας ενεργειακών υπηρεσιών έχουν σχεδιαστεί για να μετρούν την πρόσβαση στη σύγχρονη ενέργεια. Η καθαρότητα της κατανάλωσης ενέργειας παρουσιάζει τη δομή της ενέργειας που καταναλώνουν τα νοικοκυριά. Η πληρότητα της ενεργειακής διαχείρισης αντικατοπτρίζει τις ευκαιρίες για βελτίωση της ενεργειακής διαχείρισης στην περιοχή, ενώ η οικονομικά προσιτή τιμή και η ενεργειακή απόδοση των νοικοκυριών αντικατοπτρίζουν τις οικιακές συνθήκες και τις οικονομικές ευκαιρίες. Οι [Gatto and Busato \(2020\)](#) πρότειναν έναν Ενιαίο Δείκτη Ενεργειακής Ευπάθειας (αγγλ. *Global Energy Vulnerability Index – GEVI*) για αξιολόγηση του προβλήματος σε εθνικό επίπεδο, με 12 μεταβλητές που αντιπροσωπεύουν τις εξής διαστάσεις: κοινωνική, οικονομική, περιβαλλοντική και διακυβέρνηση. Οι [Recalde et al. \(2019\)](#) πρότειναν τον Δομικό δείκτη Ευπάθειας στην Ενεργειακή Φτώχεια (αγγλ. *Structural Energy Poverty Vulnerability – SEPV*) για να προσδιορίσει την ενεργειακή φτώχεια σε κάθε χώρα της ΕΕ και να καθορίσει εάν υπάρχουν διασυνδέσεις με τη χειμερινή θνησιμότητα.

Ο [Fabbri \(2015\)](#) παρουσίασε τον Δείκτη Κτιριακής Φτώχειας Καυσίμων (αγγλ. *Building Fuel Poverty – BFP*) με βάση την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Ο δείκτης περιλαμβάνει μεταβλητές όπως το εισόδημα των νοικοκυριών, τις τιμές ενέργειας και τα χαρακτηριστικά του κτιρίου. Οι [Sanchez-Guevara et al. \(2019\)](#) προσπάθησαν να εντοπίσουν την ενεργειακή φτώχεια κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού σε διάφορες πόλεις, εστιάζοντας στη γεωγραφική θέση, τα χαρακτηριστικά στέγασης, καθώς και την ηλικία και το εισόδημα των μελών του νοικοκυριού. Τέλος, οι [Papada and Kaliampakos \(2018\)](#) ανέπτυξαν το Στοχαστικό Μοντέλο Ενεργειακής Φτώχειας (αγγλ. *Stochastic Model of Energy Poverty – SMEP*). Το μοντέλο



περιλαμβάνει δείκτες όπως ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας, οι βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης και ο συντελεστής απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

### 3.2. ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ

Η Πολυκριτήρια Ανάλυση (ΠΑ) εντάσσεται στο ευρύτερο επιστημονικό πεδίο της Επιχειρησιακής Έρευνας και εστιάζει στην υποστήριξη πολιτικής και λήψης αποφάσεων σε πολυδιάστατους τομείς προβλημάτων, όπου διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις πρέπει να αξιολογηθούν με διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης, σε σχέση με την επίτευξη ενός αντικειμενικού στόχου–αντικειμενικής. Στη διαθέσιμη βιβλιογραφία υπάρχει ένα ευρύ φάσμα διαθέσιμων μεθόδων ΠΑ, με διαφορετικά χαρακτηριστικά και βασισμένο σε διαφορετικές προσεγγίσεις, που μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγάλο αριθμό εφαρμογών και τομέων, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγεται και η ενεργειακή φτώχεια.

Κατά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ΠΑ και λαμβάνοντας υπόψιν το κριτήριο συνάφειας με το πεδίο της ενεργειακής φτώχειας, βρέθηκαν 60 σχετικές δημοσιεύσεις. Ο Πίνακας 3.2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της λεπτομερούς βιβλιογραφικής επισκόπησης. Για τις εξεταζόμενες δημοσιεύσεις αποτυπώνεται η μέθοδος ή οι μέθοδοι ΠΑ που χρησιμοποιήθηκαν από τις εκάστοτε συγγραφικές ομάδες, μια σύντομη περιγραφή του αντικειμένου της δημοσίευσης, η φύση των κριτηρίων αξιολόγησης, ο τομέας επίδρασης και η χώρα υλοποίησης της πιλοτικής εφαρμογής.

Κάποιες γενικές παρατηρήσεις που προέκυψαν από την εξέταση της σχετικής βιβλιογραφίας είναι οι εξής: η αξιοποίηση της ΠΑ στο πεδίο καθαυτό της ενεργειακής φτώχειας, όπως φαίνεται και στα αποτελέσματα (Πίνακας 3.2), δεν έχει συγκεντρώσει μέχρι σήμερα μεγάλο ενδιαφέρον στην επιστημονική κοινότητα. Ως εκ τούτου, το κριτήριο αναζήτησης διευρύνθηκε ώστε να συμπεριλαμβάνει αξιοποίηση της ΠΑ στον ευρύτερο χώρο της ενεργειακής απόδοσης, που είναι άμεσα συνυφασμένος με την ενεργειακή φτώχεια, με σαφείς όμως αναφορές στην τελευταία. Παρόλα αυτά, κάτι τέτοιο επίσης δεν απέφερε τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Συνεπώς, το κριτήριο αναζήτησης επεκτάθηκε ακόμη περισσότερο, καταλήγοντας τελικά σε μελέτες οι οποίες αξιοποίησαν κάποια μεθοδολογία ΠΑ για την επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται είτε άμεσα με το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας, είτε έμμεσα μέσω της αξιολόγησης μέτρων, πολιτικών και στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα και στις μεταφορές, συγκεκριμένων παραμέτρων, παραγόντων επίδρασης και ρίσκων που εμποδίζουν την περαιτέρω αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και της διείσδυσης των ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα, διαχείρισης φυσικών πόρων και ενεργειακού σχεδιασμού, με προεκτάσεις στην ενεργειακή φτώχεια, ακόμη και αν κάτι τέτοιο δεν δηλώνεται σαφώς από τους συγγραφείς.

Σχετικά με τον τομέα επίδρασης, σημειώνεται ότι, παρά το γεγονός πως η ενεργειακή φτώχεια αποτελεί ένα συνδυαστικό πρόβλημα αλληλεπιδράσεων του κτιριακού και ενεργειακού τομέα, η ανάπτυξη του δείκτη ΕΕΠΙ από πλευράς της ΕΕ (Ενότητα 2.3.4) εισάγει πλέον και τη διάσταση του τομέα των μεταφορών στο πλαίσιο ανάλυσης του προβλήματος. Εντούτοις, στη σχετική βιβλιογραφία δεν υπάρχουν διαθέσιμες πηγές με εφαρμογές ΠΑ στην ενεργειακή φτώχεια των μεταφορών. Έτσι επιχειρήθηκε μια ευρύτερη βιβλιογραφική επισκόπηση με γνώμονα την εφαρμογή μεθόδων ΠΑ για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης στον τομέα των μεταφορών, από τις οποίες παρουσιάζονται μόνο ένα μικρό δείγμα αυτών που φαίνεται να

συνάδουν με τον ορισμό του δείκτη ΕΕΠΙ (μείωση του κόστους χρήσης των δημοσίων μέσω μαζικής μεταφοράς) ([OpenExp 2019](#)).

Σε συνέχεια της μεθόδου σχολιασμού που εφαρμόστηκε στην προηγούμενη Ενότητα, ο σχολιασμός της βιβλιογραφίας που υιοθετείται και εδώ, δεν αποσκοπεί να παρέχει εκτεταμένες πληροφορίες για κάθε μελέτη ξεχωριστά. Αυτές άλλωστε παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 3.2. Αντίθετα, στοχεύει σε μια σφαιρική προσέγγιση επί του θέματος, βάσει της οποίας διαμορφώνεται και το πρώτο σκέλος του δεύτερου επιπέδου συμβολής της διδακτορικής διατριβής (αξιοποίηση ΠΑ για την υποστήριξη των προμηθευτών ενέργειας στην αξιολόγηση ρίσκων που εμποδίζουν την ευρεία υλοποίηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης).

Καταρχάς, να ξεκινήσουμε την ανάλυση αναφέροντας πως οι μέθοδοι ΠΑ που αξιοποιήθηκαν στη σχετική βιβλιογραφία είναι οι εξής: AHP (Analytic Hierarchy Process) ([Saaty 1990](#)), Ασαφής AHP ([Mardani et al., 2016](#)), PROMETHEE ([Brans et al., 1986](#)), Ασαφής PROMETHEE ([Seddiki and Bennadji, 2019](#)), TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) ([Lai et al., 1994](#)), Ασαφής TOPSIS ([Sadat et al., 2021](#)), VIKOR (Criteria Optimization and Compromise Solution) ([Opricovic and Tzeng, 2004](#)), ELECTRE (Elimination and Choice Transcribing Reality) ([Roy et al., 1986](#)), MULTI(MOORA) (Multi-Objective Optimization by Ratio analysis) ([Brauers and Zavadskas, 2010](#)), MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) ([Belton and Stewart, 2002](#)), SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) ([Patel et al., 2017](#)), UTA (Utilities Additive) ([Siskos et al., 2016](#)), MIVES (Integrated Value Model for Sustainability Assessment) ([Hosseini et al., 2016](#)), PAIRS (Preference Assessment by Imprecise Ratio Statements) ([Alanne et al., 2007](#)), SWARA (Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis) ([Akhanova et al., 2020](#)), ASPID (Analysis and Synthesis of Parameters under Information Deficiency) ([Hovanov 1996](#)), και Σταθμισμένο άθροισμα ([Romani et al., 2022](#)). Στην περίπτωση που η χρησιμοποιούμενη μέθοδος δεν ανήκει σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες, επιλέγεται ο χαρακτηρισμός «Άλλη».

Πίνακας 3.2 Επισκόπηση των δημοσιεύσεων ΠΑ στο πλαίσιο της ενεργειακής φτώχειας και της ενεργειακής απόδοσης.

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Πολυκριτήρια μέθοδος															Κριτήρια αξιολόγησης					Χώρα εφαρμογής					
		AHP	Ασαφής AHP	PROMETHEE	Ασαφής PROMETHEE	TOPSIS	Ασαφής TOPSIS	VIKOR	ELECTRE	(MULTI) MOORA	MAUT	SMART	UTA	MIVES	PAIRS	SWARA	ASPID	Σταθμισμένο άθροισμα	Άλλη	Τομέας επίδρασης	Οικονομικά		Ενεργειακά	Περιβαλλοντικά/Κλιματικά	Ρυθμιστικά	Κοινωνικά	Τεχνικά
Romani et al. (2022)	Αξιολόγηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης στον οικιακό τομέα																✓	✓	Κτιριακός	★		★				★	Γαλλία
Ongpeng et al. (2022)	Αξιολόγηση στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης	✓																	Κτιριακός	★		★		★	★	Φιλιππίνες	
Lu et al. (2022)	Μέτρηση ενεργειακής φτώχειας																	✓	Κτιριακός	★	★					★	Κίνα
Mukisa et al. (2022)	Αξιολόγηση επίδρασης ενεργειακών τεχνολογιών στην τοπική βιωσιμότητα																		Κτιριακός	★		★		★	★	Ουγκάντα	
Lode et al. (2022)	Αξιολόγηση παραγόντων δημιουργίας ενεργειακών κοινοτήτων	✓																	Ενεργειακός, Κτιριακός	★	★	★	★	★	★	★	Βέλγιο, Ελλάδα, Ισπανία, Ολλανδία
Attri et al. (2022)	Αξιολόγηση τεχνολογιών διαχείρισης νερού σε τοπικό επίπεδο					✓			✓										Ενεργειακός	★		★		★	★	Ινδία	
Ponte et al. (2021)	Αξιολόγηση πολιτικών προώθησης ΑΓΠΕ		✓			✓													Ενεργειακός	★		★	★	★	★	Βραζιλία	
Siksnyte-Butkiene et al. (2021)	Αξιολόγηση βιωσιμότητας του τομέα θέρμανσης σε χώρες της Βόρειας Ευρώπης					✓													Ενεργειακός	★		★		★		7 Ευρωπαϊκές χώρες	
Mrówczyńska et al. (2021)	Αξιολόγηση σεναρίων διαμόρφωσης ενεργειακής πολιτικής σε αστικές περιοχές		✓																Ενεργειακός, Κτιριακός	★	★			★	★	Πολωνία	
Sadat et al. (2021)	Αξιολόγηση εμποδίων ανάπτυξης φωτοβολταϊκών		✓			✓													Ενεργειακός	★			★	★	★	Ιράν	
Arsenopoulos et al. (2021)	Ενεργειακός σχεδιασμός σε τοπικό επίπεδο					✓													Ενεργειακός, Κτιριακός	★			★	★	★	Ελλάδα	

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Πολυκριτήρια μέθοδος															Τομέας επίδρασης	Κριτήρια αξιολόγησης					Χώρα εφαρμογής				
		AHP	Ασαφής AHP	PROMETHEE	Ασαφής PROMETHEE	TOPSIS	Ασαφής TOPSIS	VIKOR	ELECTRE	(MULTI) MOORA	MAUT	SMART	UTA	MIVES	PAIRS	SWARA		ASPID	Σταθμισμένο άθροισμα	Άλλη	Οικονομικά	Ενεργειακά		Περιβαλλοντικά/Κλιματικά	Ρυθμιστικά	Κοινωνικά	Τεχνικά
Song et al. (2020)	Αξιολόγηση ρίσκων μετάβασης σε κτιριακό τομέα χαμηλών εκπομπών											✓							Κτιριακός							★	Κίνα
Arsenopoulos et al. (2020)	Αξιολόγηση ανθεκτικότητας στην ενεργειακή φτώχεια				✓														Ενεργειακός, Κτιριακός	★		★	★	★			11 Ευρωπαϊκές χώρες
Papapostolou et al. (2020)	Αξιολόγηση επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης							✓											Κτιριακός	★		★	★	★	★		-
Akhanova et al. (2020)	Αξιολόγηση βιωσιμότητας κτιριακού τομέα															✓			Κτιριακός	★	★					★	Καζακιστάν
Neofytou et al. (2020)	Αξιολόγηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης			✓															Κτιριακός, Μεταφορές	★		★			★	★	Ελλάδα
Siksnylyte et al. (2019)	Αξιολόγηση βαθμού επίτευξης στόχων βιώσιμης ενεργειακής ανάπτυξης								✓										Ενεργειακός	★		★			★		Χώρες Βαλτικής
Forouli et al. (2019)	Αξιολόγηση εναλλακτικών ενεργειακής απόδοσης																		Κτιριακός, Μεταφορές	★	★					★	Ελλάδα
Seddiki and Bennadji (2019)	Αξιολόγηση εναλλακτικών παροχής ηλεκτρισμού από ΑΠΕ στον οικιακό τομέα		✓		✓														Κτιριακός	★	★	★			★	★	Αλγερία
D'Agostino et al. (2019)	Αξιολόγηση εναλλακτικών ενεργειακής απόδοσης στον οικιακό τομέα															✓			Κτιριακός	★		★					Ιταλία
Goldbach et al. (2018)	Αξιολόγηση ψηφιακών παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης από προμηθευτές ενέργειας	✓																	Κτιριακός							★	-
Perera et al. (2018)	Αξιολόγηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης και κινήτρων προώθησης					✓													Κτιριακός, Μεταφορές	★		★					Καναδάς

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Πολυκριτήρια μέθοδος																Τομέας επίδρασης	Κριτήρια αξιολόγησης						Χώρα εφαρμογής	
		AHP	Ασαφής AHP	PROMETHEE	Ασαφής PROMETHEE	TOPSIS	Ασαφής TOPSIS	VIKOR	ELECTRE	(MULTI) MOORA	MAUT	SMART	UTA	MIVES	PAIRS	SWARA	ASPID		Σταθμισμένο άθροισμα	Άλλη	Οικονομικά	Ενεργειακά	Περιβαλλοντικά/Κλιματικά	Ρυθμιστικά		Κοινωνικά
Rocchi et al. (2018)	Αξιολόγηση υλικών μόνωσης για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε αγροτικές περιοχές						✓												Κτιριακός	★	★	★			★	Ιταλία
Campisi et al. (2018)	Αξιολόγηση εναλλακτικών ενεργειακής απόδοσης								✓										Κτιριακός	★	★				★	Ιταλία
Nikas et al. (2018)	Αξιολόγηση ρίσκων κλιματικής πολιτικής				✓														Κτιριακός, Μεταφορές	★			★	★	★	Ελλάδα
Vasić (2018)	Αξιολόγηση εναλλακτικών θέρμανσης χώρου και ύδατος στον οικιακό τομέα			✓															Κτιριακός	★		★		★	★	Σερβία
Marz (2018)	Αξιολόγηση ευπάθειας στην ενεργειακή φτώχεια	✓																	Ενεργειακός, Κτιριακός	★		★		★	★	Γερμανία
Invidiata et al. (2018)	Αξιολόγηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης	✓															✓	Κτιριακός	★	★	★			★	Ιταλία, Βραζιλία	
Yang et al. (2018)	Αξιολόγηση ανανεώσιμων πηγών θέρμανσης στον οικιακό τομέα				✓														Κτιριακός	★		★			★	Δανία
Dirutigliano et al. (2018)	Αξιολόγηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης			✓															Κτιριακός	★				★	★	Ιταλία
Debbarma et al. (2017)	Αξιολόγηση υδρογόνου ως καύσιμο στις μεταφορές	✓	✓				✓												Μεταφορές			★				-
Marinakis et al. (2017)	Ενεργειακός σχεδιασμός σε τοπικό επίπεδο	✓																	Ενεργειακός, Κτιριακός, Μεταφορές	★		★		★		Ελλάδα
Shad et al. (2017)	Αξιολόγηση απόδοσης κτιρίων	✓																	Κτιριακός	★	★	★			★	Ιράν
Juodagalvienė et al. (2017)	Αξιολόγηση σχημάτων κατοικιών με στόχο τη βιωσιμότητα													✓			✓		Κτιριακός	★					★	Λιθουανία
AlSabbagh et al. (2017)	Αξιολόγηση μέτρων μείωσης CO <sub>2</sub>	✓																	Μεταφορές	★		★	★	★	★	Μπαχρέιν

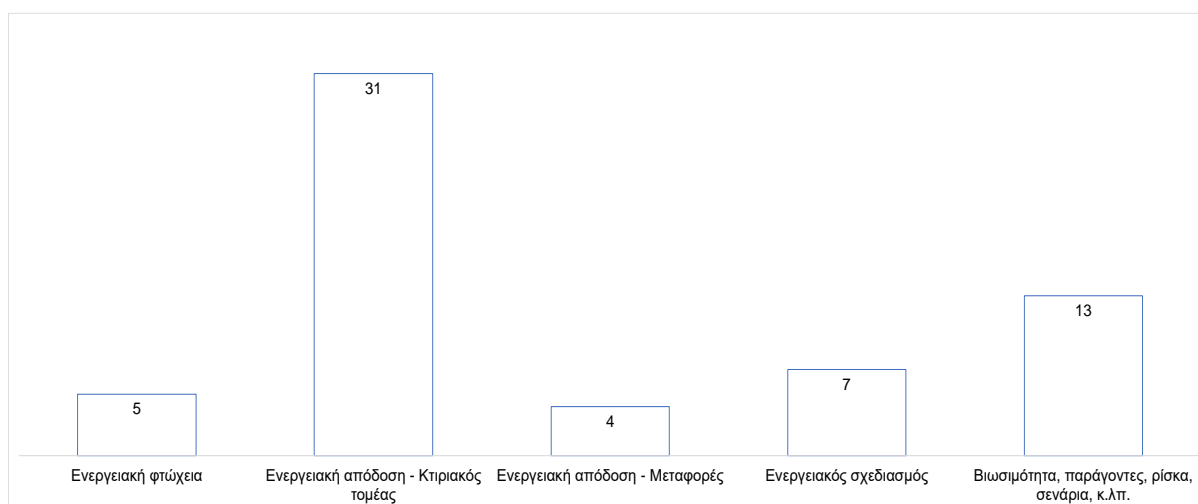
Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Πολυκριτήρια μέθοδος																Τομέας επίδρασης	Κριτήρια αξιολόγησης						Χώρα εφαρμογής	
		AHP	Ασαφής AHP	PROMETHEE	Ασαφής PROMETHEE	TOPSIS	Ασαφής TOPSIS	VIKOR	ELECTRE	(MULTI) MOORA	MAUT	SMART	UTA	MIVES	PAIRS	SWARA	ASPID		Σταθμισμένο άθροισμα	Άλλη	Οικονομικά	Ενεργειακά	Περιβαλλοντικά/Κλιματικά	Ρυθμιστικά		Κοινωνικά
Spyridaki et al. (2016)	Αξιολόγηση πολιτικών																	✓	Κτιριακός	★			★	★	Ελλάδα	
Mardani et al. (2016)	Αξιολόγηση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας σε ξενοδοχειακές μονάδες		✓			✓													Κτιριακός		★		★	★	Ιράν	
Si et al. (2016)	Αξιολόγηση πράσινων τεχνολογιών	✓																	Κτιριακός	★		★			Αγγλία	
Hosseini et al. (2016)	Αξιολόγηση βιωσιμότητας προσωρινών καταλυμάτων	✓											✓						Κτιριακός	★		★		★	Ιράν	
Pombo et al. (2016)	Αξιολόγηση στρατηγικών ανακαινίσεων στον οικιακό τομέα																	✓	Κτιριακός	★		★			Ισπανία	
Lanjewar et al. (2015)	Αξιολόγηση εναλλακτικών καυσίμων στις μεταφορές	✓																	Μεταφορές	★	★	★		★	-	
Paul et al. (2015)	Αξιολόγηση εναλλακτικών καυσίμων στις μεταφορές	✓		✓				✓											Μεταφορές			★		★	-	
Neves et al. (2015)	Ενεργειακός σχεδιασμός σε τοπικό επίπεδο																	✓	Ενεργειακός, Κτιριακός, Μεταφορές	★		★		★	Πορτογαλία	
Rojas-Zerpa and Yusta (2015)	Αξιολόγηση εναλλακτικών παροχής ηλεκτρισμού σε αγροτικές περιοχές	✓																	Ενεργειακός	★		★		★	★	Άνδεις
Grujić et al. (2014)	Αξιολόγηση σεναρίων κάλυψης της ζήτησης θερμότητας							✓											Ενεργειακός, Κτιριακός, Μεταφορές	★	★	★			Σερβία	
Vučičević et al. (2014)	Αξιολόγηση βιωσιμότητας ενεργειακής χρήσης																	✓	Κτιριακός	★		★		★	Σερβία	
Civic and Vucijak (2014)	Αξιολόγηση υλικών θερμομόνωσης για αύξηση ενεργειακής απόδοσης																		Κτιριακός	★		★		★	Βοσνία Ερζεγοβίνη	

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Πολυκριτήρια μέθοδος																Τομέας επίδρασης	Κριτήρια αξιολόγησης						Χώρα εφαρμογής	
		AHP	Ασαφής AHP	PROMETHEE	Ασαφής PROMETHEE	TOPSIS	Ασαφής TOPSIS	VIKOR	ELECTRE	(MULTI) MOORA	MAUT	SMART	UTA	MIVES	PAIRS	SWARA	ASPID		Σταθμισμένο άθροισμα	Άλλη	Οικονομικά	Ενεργειακά	Περιβαλλοντικά/Κλιματικά	Ρυθμιστικά		Κοινωνικά
Blommstein and Daim (2013)	Αξιολόγηση παραγόντων επίδρασης στο βαθμό διείσδυσης ενεργειακά αποδοτικών συσκευών στον οικιακό τομέα	✓																	Κτιριακός	★	★		★	★	Νότιος Αφρική	
Dall'O' et al. (2013)	Αξιολόγηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης στο πλαίσιο κατάρτισης ΣΔΑΕΚ						✓												Ενεργειακός, Κτιριακός	★	★		★	★	Ιταλία	
Kalbar et al. (2012)	Αξιολόγηση τεχνολογιών διαχείρισης νερού σε τοπικό επίπεδο				✓					✓									Ενεργειακός	★	★	★	★	★	Ινδία	
Hsueh (2012)	Αξιολόγηση της απόδοσης εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα	✓								✓									Κτιριακός		★		★	★	Ταϊβάν	
Kambezidis et al. (2011)	Αξιολόγηση πολιτικών προώθησης ΑΠΕ	✓								✓	✓								Ενεργειακός	★	★	★		★	Ελλάδα	
Wang et al. (2011)	Ενεργειακός σχεδιασμός σε τοπικό επίπεδο	✓																	Ενεργειακός, Κτιριακός, Μεταφορές	★	★	★		★	★	Κίνα
Hsueh and Yan (2011)	Αξιολόγηση εναλλακτικών ενεργειακής απόδοσης	✓																	Ενεργειακός, Κτιριακός		★			★	★	-
Lee and Lin (2011)	Αξιολόγηση απόδοσης κτιρίων				✓														Κτιριακός					★	Ταϊβάν	
Jovanovic et al. (2010)	Αξιολόγηση βιωσιμότητας ενεργειακών συστημάτων σε αστικές περιοχές															✓			Ενεργειακός, Κτιριακός, Μεταφορές	★	★		★		Σερβία	
Ghafghazi et al. (2010)	Αξιολόγηση συστημάτων τηλεθέρμανσης σε κτίρια του οικιακού τομέα			✓															Κτιριακός	★	★			★	Καναδάς	
Ren et al. (2009)	Αξιολόγηση οικιακών ενεργειακών συστημάτων	✓		✓															Ενεργειακός, Κτιριακός	★	★	★			Ιαπωνία	

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Πολυκριτήρια μέθοδος															Τομέας επίδρασης	Κριτήρια αξιολόγησης						Χώρα εφαρμογής		
		AHP	Ασαφής AHP	PROMETHEE	Ασαφής PROMETHEE	TOPSIS	Ασαφής TOPSIS	VIKOR	ELECTRE	(MULTI) MOORA	MAUT	SMART	UTA	MIVES	PAIRS	SWARA		ASPID	Σταθμισμένο άθροισμα	Άλλη	Οικονομικά	Ενεργειακά	Περιβαλλοντικά/Κλιματικά		Ρυθμιστικά	Κοινωνικά
Neves et al. (2008)	Αξιολόγηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης						✓												Κτιριακός	★	★		★	★	★	Πορτογαλία
Alanne et al. (2007)	Αξιολόγηση συστημάτων παροχής ενέργειας στον οικιακό τομέα								✓						✓				Κτιριακός	★	★	★			★	Φινλανδία



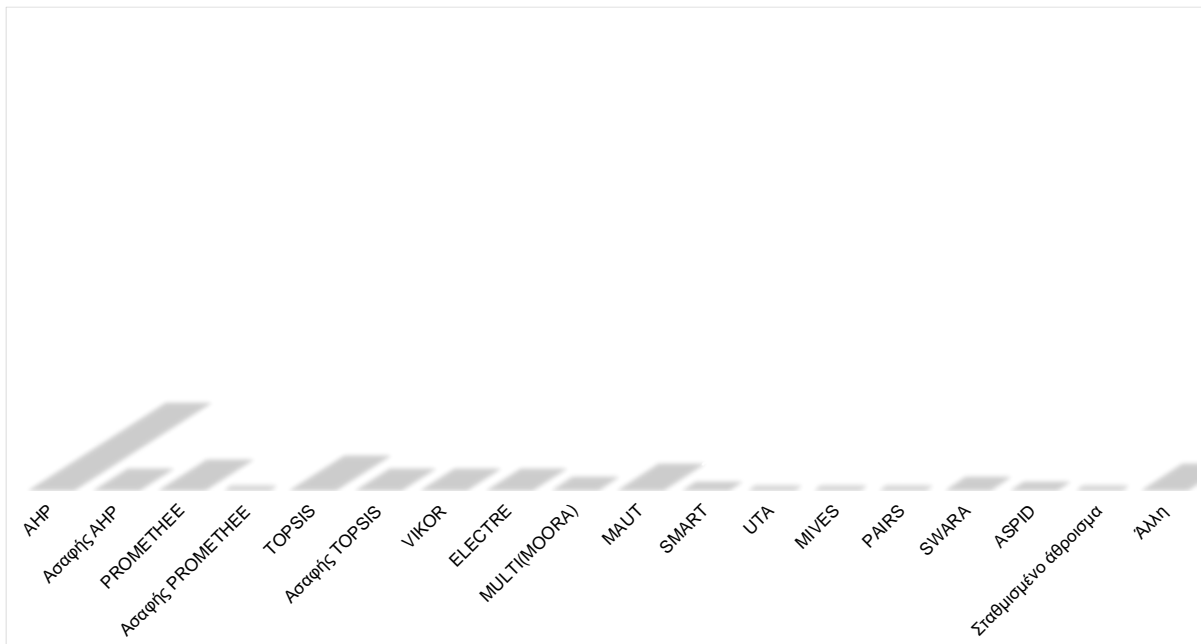
Το Σχήμα 3.3 παρουσιάζει τις εξεταζόμενες δημοσιεύσεις κατηγοριοποιημένες ανάλογα με το περιεχόμενό τους, στις εξής κατηγορίες: ενεργειακή φτώχεια, ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα, ενεργειακή απόδοση στον τομέα των μεταφορών, ενεργειακός σχεδιασμός, και αξιολόγηση βιωσιμότητας, επιμέρους παραγόντων και ρίσκων περαιτέρω αύξησης της ενεργειακής απόδοσης στον κτιριακό τομέα κ.λπ. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως η συντριπτική πλειοψηφία των δημοσιεύσεων που ανασκοπήθηκαν, εστιάζει σε εφαρμογές αξιολόγησης μέτρων, πολιτικών και στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης με επίκεντρο τον κτιριακό τομέα. Με σημαντική διαφορά ακολουθούν οι μελέτες με αντικείμενο ενδιαφέροντος την αξιολόγηση της βιωσιμότητας του κτιριακού τομέα και διαφόρων ενεργειακών τεχνολογιών, ρίσκων προώθησης των ΑΠΕ στον κτιριακό τομέα, κ.ά. Στη συνέχεια βρίσκονται οι μελέτες βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό επίπεδο καθώς και αυτές που προσεγγίζουν άμεσα το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας, με μικρή διαφορά μεταξύ τους. Τέλος, ο τομέας των μεταφορών αποδείχθηκε ο λιγότερο δημοφιλής στη σχετική βιβλιογραφία, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην πολύ πρόσφατη προσπάθεια που επιχειρείται ώστε να συμπεριληφθεί ο συγκεκριμένος τομέας στο πλαίσιο ανάλυσης της ενεργειακής φτώχειας.



**Σχήμα 3.3** Κατηγοριοποίηση των μελετών και πλήθος μελετών ανά κατηγορία.

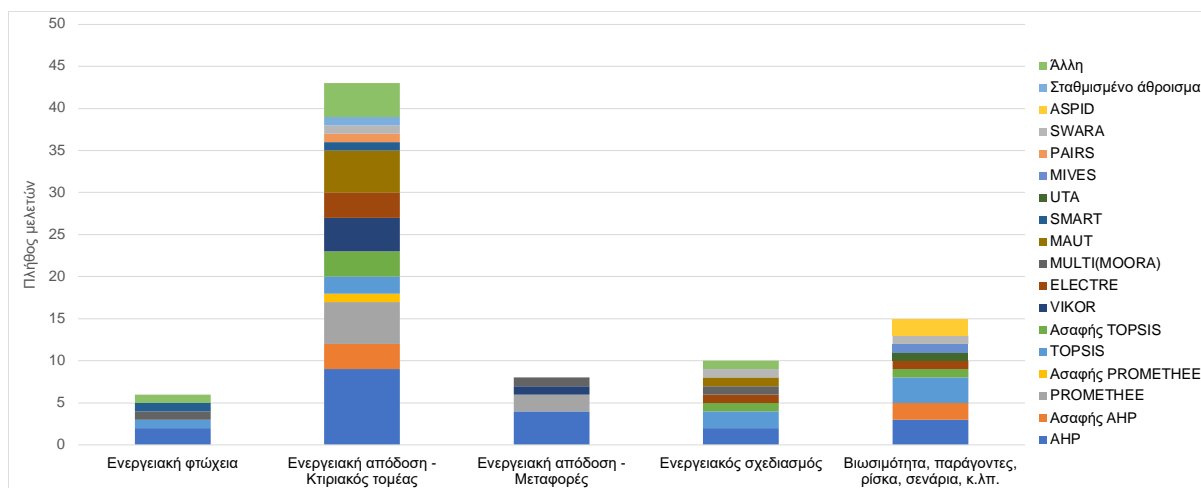
Οι 17 διαφορετικές μέθοδοι που αξιοποιήθηκαν για την επίλυση προβλημάτων στη σχετική βιβλιογραφία, φαίνεται να συγκροτούν τέσσερις «ομάδες δημοφιλίας» από άποψη πλήθους εφαρμογής (Σχήμα 3.4). Η πρώτη ομάδα απαρτίζεται αποκλειστικά από τη μέθοδο AHP (Ongpeng et al., 2022; Invidiata et al., 2018; Marinakis et al., 2017; Shad et al., 2017; Si et al., 2016; Hosseini et al., 2016; Lanjewar et al., 2015; Paul et al., 2015; κ.ά.) η οποία μοιάζει να ξεχωρίζει σημαντικά από τις υπόλοιπες. Αποτελεί μια απλή αλλά ταυτόχρονα δομημένη προσέγγιση ανάλυσης πολυκριτήριων προβλημάτων, βασισμένη σε διμερείς συγκρίσεις, με κύριο χαρακτηριστικό τη συμμετοχή εμπειρογνομώνων. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από τις TOPSIS (Siksnyte-Butkiene et al., 2021; Arsenopoulos et al., 2020; Perera et al., 2018; Nikas et al., 2018; κ.ά.), PROMETHEE (Neofytou et al., 2020; Vasić 2018; Dirutigliano et al., 2018; Debbarma et al., 2017; κ.ά.) και MAUT (D'Agostino et al., 2019; Campisi et al., 2018; Kalbar et al., 2012; Hsueh 2012; κ.ά.). Η TOPSIS αποτελεί μια μέθοδο που βασίζεται στον υπολογισμό απόστασης της κάθε εναλλακτικής από τη θετικά και αρνητικά ιδεατή λύση, η PROMETHEE συνιστά μια οικογένεια μεθόδων επίσης διμερών συγκρίσεων που επιτρέπει μερική ή ολική κατάταξη των εναλλακτικών, και η MAUT είναι πολυκριτηριακή θεωρία αξίας. Αυτές ακολουθούνται από την οικογένεια μεθόδων ELECTRE (Papapostolou et al., 2020; Rocchi et al., 2018; Grujić et al., 2014; κ.ά.), τη μέθοδο συμβιβασμού VIKOR (Mukisa et al.,

2022; Rojas-Zerpa and Yusta, 2015; Civic and Vucijak, 2014; κ.ά.) και τις ασαφείς εκδοχές των AHP (Ponte et al., 2021; Mrówczyńska et al., 2021; κ.ά.) και TOPSIS (Attri et al., 2022; Forouli et al., 2019; κ.ά.). Στη βιβλιογραφία εντοπίστηκε επίσης ένας μικρός αριθμός εφαρμογών των μεθόδων SWARA (Attri et al., 2022; Akhanova et al., 2020; Juodagalvienė et al., 2017), MOORA (Attri et al., 2022; Siksnelyte et al., 2019; Paul et al., 2015), ASPID (Vučićević et al., 2014; Jovanovic et al., 2010), SMART (Lode et al., 2022; Kambezidis et al., 2011), ενώ ακόμη λιγότερες μελέτες βρέθηκαν να χρησιμοποιούν τις μεθόδους σταθμισμένου αθροίσματος (Romani et al., 2022), UTA (Song et al., 2020), MIVES (Hosseini et al., 2016), PAIRS (Alanne et al., 2007), κ.λπ. Τέλος, η κατηγορία «Άλλη» περιλαμβάνει διάφορες εφαρμογές που υλοποιήθηκαν στη βιβλιογραφία με τη χρήση μεθόδων όπως η DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) (Lu et al. (2022), η EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) (Juodagalvienė et al., 2017), κ.ά.



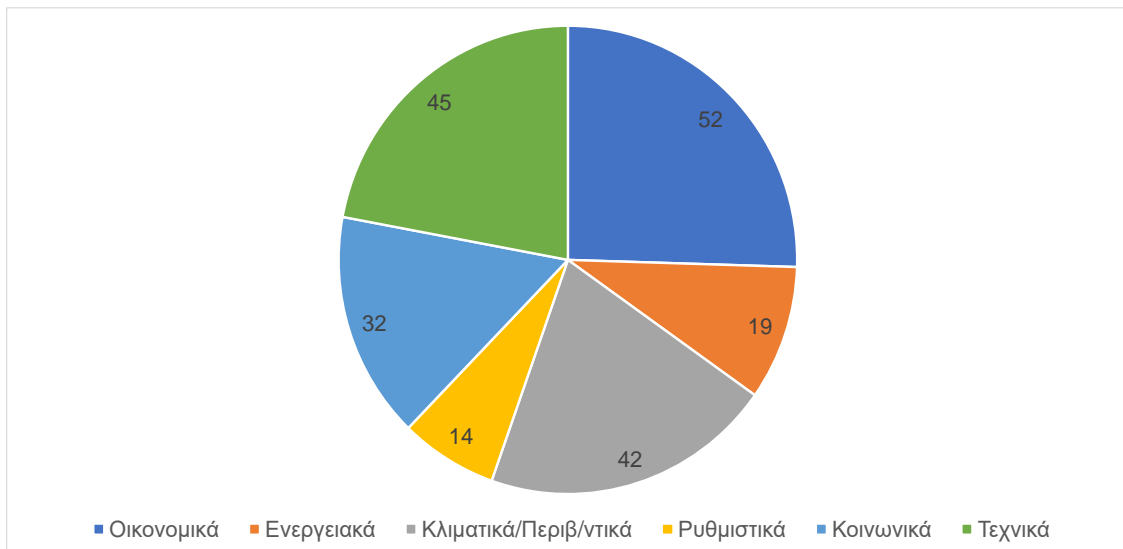
**Σχήμα 3.4** Πλήθος μελετών ανά μέθοδο ΠΑ.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 3.2, η πλειοψηφία των δημοσιεύσεων που μελετήθηκαν, βασίστηκαν στην αξιοποίηση πολλαπλών μεθόδων ΠΑ, συνήθως στο πλαίσιο εφαρμογής τους σε επιμέρους στάδια μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της μεθόδου AHP και της ασαφούς εκδοχής της, οι οποίες χρησιμοποιούνται στις περισσότερες μελέτες σε πρωταρχικό στάδιο ανάλυσης, ως ένα μέσο προσδιορισμού των βαρών των κριτηρίων του εξεταζόμενου προβλήματος, πριν ακολουθήσει η εφαρμογή άλλων μεθόδων για την τελική αξιολόγηση των εναλλακτικών. Αυτό επιβεβαιώνεται και μέσω του Σχήματος 3.5, όπου απεικονίζεται το πλήθος εφαρμογών των μεθόδων ΠΑ ανά κατηγορία μελετών. Είναι εμφανές ότι η μέθοδος AHP είναι η μοναδική που εφαρμόζεται οριζόντια σε όλες τις κατηγορίες. Η δεύτερη μέθοδος με τη μεγαλύτερη αποδοχή προκύπτει να είναι η TOPSIS, η οποία δεν αξιοποιείται στον τομέα των μεταφορών. Αυτό που παρατηρείται επίσης είναι πως οι μέθοδοι PROMETHEE, MAUT και TOPSIS (συμπεριλαμβανομένης της ασαφούς εκδοχής της) βρίσκουν τη μεγαλύτερη εφαρμογή στις μελέτες ενασχόλησης με την ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα, και, με εξαίρεση την τελευταία, η εφαρμογή τους περιορίζεται εκεί.



**Σχήμα 3.5** Πλήθος εφαρμογών μεθόδων ΠΑ ανά κατηγορία μελετών.

Ανάλογα με τη φύση του πολυκριτηριακού προβλήματος, τα κριτήρια αξιολόγησης πρέπει να επιλεγθούν κατάλληλα ώστε, αφενός να είναι μονότονα, εξαντλητικά και συνεκτικά, διαμορφώνοντας μια συνεπή οικογένεια, και αφετέρου να αντιπροσωπεύουν πλήρως το εξεταζόμενο πρόβλημα. Η διαδικασία επιλογής κριτηρίων είναι μεγάλης σημασίας για μια επιτυχημένη ανάλυση, και για το λόγο αυτό πραγματοποιείται κατά τα πρώτα στάδια διαμόρφωσης του πολυκριτηριακού προβλήματος, ακολουθώντας χρονικά την επιλογή των εναλλακτικών (Roy 1985; Siskos et al., 2016). Στις μελέτες ΠΑ που ανασκοπήθηκαν για τους σκοπούς της διδακτορικής διατριβής, τα κριτήρια ταξινομήθηκαν στις εξής κατηγορίες: οικονομικά (π.χ., κόστος επένδυσης, περίοδος αποπληρωμής, οικονομική αποδοτικότητα, καθαρή παρούσα αξία, κ.λπ.), ενεργειακά (π.χ., κατανάλωση ενέργειας, παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ, εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή απόδοση, κ.λπ.), κλιματικά και περιβαλλοντικά (π.χ., μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>, κ.λπ.), ρυθμιστικά (π.χ., ευθυγράμμιση με υφιστάμενες εθνικές ή/και ευρωπαϊκές πολιτικές και νομικά πλαίσια, κ.λπ.), κοινωνικά (π.χ., κοινωνική αποδοχή, κοινωνική συνοχή, μείωση ανεργίας, κ.λπ.) και τεχνικά (π.χ., αξιοπιστία, αστοχία υλικών, κ.λπ.). Οι περισσότερες μελέτες αξιοποίησαν κριτήρια από πολλαπλές κατηγορίες. Μόνο ένας μικρός αριθμός μελετών αξιοποίησε κριτήρια από μια κατηγορία (Song et al., 2020; Goldbach et al., 2018; Debbarma et al., 2017; Lee and Lin, 2011), αγνοώντας τις άλλες διαστάσεις, ενώ μόνο μια μελέτη χρησιμοποίησε κριτήρια όλων των κατηγοριών (Lode et al., 2022). Τέλος, σύμφωνα με το Σχήμα 3.6, όπου παρουσιάζεται το πλήθος των μελετών ανά κατηγορία κριτηρίων, η οικονομική διάσταση εμπεριέχεται στη συντριπτική πλειοψηφία των μελετών, με την τεχνική και κλιματική/περιβαλλοντική να έπονται. Η κοινωνική πτυχή βρίσκεται περίπου στο μέσον της σχετικής κατάταξης ενώ οι ενεργειακές και ρυθμιστικές προεκτάσεις των εξεταζόμενων προβλημάτων εμπλέκονται λιγότερο από όλες.



**Σχήμα 3.6** Πλήθος μελετών ανά κατηγορία κριτηρίων.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι μελέτες της βιβλιογραφίας που αξιοποιούν ΠΑ για να παρέχουν λύσεις ή/και χρήσιμα συμπεράσματα στην προσπάθεια καταπολέμησης του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας. Οι [Lode et al. \(2022\)](#) αξιοποίησαν τη μέθοδο πολυκριτήριας ανάλυσης SMART με σκοπό να αξιολογήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη ενεργειακών κοινοτήτων κατά της ενεργειακής φτώχειας, στη φάση σχεδιασμού τους. Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο εφαρμόστηκε συνολικά σε επτά μελέτες περίπτωσης, σε Βέλγιο, Ισπανία, Ολλανδία και Ελλάδα. Η μελέτη κατέληξε τελικά στη διαπίστωση πως οι πτυχές που θεωρήθηκαν πιο σημαντικές ήταν η μείωση των εκπομπών, η μείωση του ενεργειακού κόστους και η σταθερότητα του δικτύου. Οι επιλογές δράσεων στο πλαίσιο των ενεργειακών κοινοτήτων, με μεγαλύτερη συμμετοχή του τελικού καταναλωτή και οφέλη για αυτόν, προτιμήθηκαν σε όλες τις περιπτώσεις από όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς.

Οι [Arsenopoulos et al. \(2020\)](#) εισάγουν ένα μεθοδολογικό πλαίσιο ανάλυσης, βασισμένο στη μέθοδο πολυκριτήριας ανάλυσης TOPSIS, για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας διαφόρων ευρωπαϊκών χωρών έναντι του προβλήματος της ενεργειακής φτώχειας. Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόζεται λαμβάνοντας υπόψιν 11 ευρωπαϊκές χώρες (Αυστρία, Βέλγιο, Κροατία, Γαλλία, Ελλάδα, Ιρλανδία, Ιταλία, Λετονία, Ολλανδία, Ρουμανία, Ισπανία), και αξιοποιεί ποικιλομορφίες και ιδιαιτερότητες της καθεμιάς. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα πως χώρες όπως η Ολλανδία, η Ρουμανία και η Αυστρία διαθέτουν μεγάλη ανθεκτικότητα στην ενεργειακή φτώχεια, σε αντίθεση με χώρες όπως η Ελλάδα, η Ιταλία και το Βέλγιο που βρίσκονται χαμηλά στη σχετική κατάταξη.

Οι [Lu et al. \(2022\)](#) πραγματοποίησαν μια συνολική και συστηματική αξιολόγηση της απόδοσης έναντι της ενεργειακής φτώχειας 30 επαρχιών στην Κίνα για την 11ετή περίοδο 2007–2017, δίνοντας έμφαση στις χωρο-χρονικές αλλαγές τους. Η πολυκριτήρια μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό ήταν η DEMATEL. Διαπιστώθηκε ότι η κατάσταση ενεργειακής φτώχειας στην Κίνα τείνει να είναι παρόμοια μεταξύ των περισσότερων περιοχών, αλλά το χάσμα μεταξύ των καλύτερων και των χειρότερων επιδόσεων μεγαλώνει. Επιπλέον, οι επαρχίες με καλύτερες οικονομικές συνθήκες, έχουν υψηλότερες επιδόσεις και αποτελούν τους οδηγούς στην προσπάθεια άμβλυνσης του προβλήματος. Αντίθετα, στις επαρχίες των οποίων η οικονομία υστερεί, συναντώνται οι χειρότερες επιδόσεις στη μείωση της ενεργειακής φτώχειας.

Ο [Marz \(2018\)](#) έθιξε το πρόβλημα της ευπάθειας στην ενεργειακή φτώχεια. Το πρόβλημα αναλύθηκε σε τρεις διαστάσεις ευπάθειας (δυσκολία θέρμανσης, κοινωνικο-οικονομική ευπάθεια και ευπάθεια κτιρίων), καθεμία από τις οποίες αντιστοιχήθηκε σε έναν αριθμό κριτηρίων. Τα κριτήρια αξιολογήθηκαν από εμπειρογνώμονες και το βάρος τους προέκυψε μετά από χρήση της πολυκριτήριας μεθόδου AHP. Το τελικό αποτέλεσμα της όλης διαδικασίας αξιοποιήθηκε ως συνολικός δείκτης ευπάθειας στην ενεργειακή φτώχεια, με βάση τον οποίο πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση 168 αστικών συνοικιών της περιοχής Oberhausen στη Γερμανία.

Οι [Siksnylyte et al. \(2019\)](#) σύγκριναν και κατέταξαν τις χώρες της Βαλτικής ανάλογα με τον βαθμό προόδου στην επίτευξη των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης, ένας εκ των οποίων είναι και η καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας (SDG 7), για τη χρονική περίοδο 2008–2015. Η μέθοδος πολυκριτήριας ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκε για το σκοπό αυτό ήταν η MULTIMOORA, ενώ τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χώρες με τις καλύτερες επιδόσεις όσον αφορά την επίτευξη των στόχων βιώσιμης ενεργειακής ανάπτυξης κατά την εξεταζόμενη περίοδο ήταν η Δανία και η Λετονία.

### 3.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΤΟΦΥΛΑΚΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΦΤΩΧΕΙΑ

Η Ανάλυση Χαρτοφυλακίου (AX) αποτελεί ένα αποτελεσματικό εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που έχει εφαρμοστεί για την ανάλυση φυσικών, τεχνολογικών και κοινωνικών συστημάτων καθώς και των αλληλεπιδράσεών τους ([Odeh et al., 2018](#)). Η ανάπτυξη και η ευρύτερη αξιοποίησή του εμπεριέχουν προεκτάσεις στο χρηματοπιστωτικό τομέα, ειδικά από τη στιγμή που ο [Markowitz](#) εισήγαγε στο πλαίσιο συζήτησης τη βελτιστοποίηση χαρτοφυλακίου, αναδεικνύοντας την υποκατάσταση μεταξύ των αποδόσεων μιας επένδυσης και του κινδύνου αυτής ([Markowitz 1952](#)). Πρόκειται για μια μέθοδο που χρησιμοποιείται κατά κόρον στον ενεργειακό τομέα κυρίως για λόγους διαμόρφωσης χαρτοφυλακίων ενεργειακού μίγματος ή τεχνολογιών ([Forouli et al., 2019](#)), αλλά ταυτόχρονα είναι μια σχετικά νέα προσέγγιση σε μελέτες που σχετίζονται με την κλιματική πολιτική ([Gkonis et al., 2020](#)).

Κατά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας AX, με γνώμονα την εφαρμογή της σε θέματα ενεργειακής φτώχειας, δεν βρέθηκαν σχετικές μελέτες που να εμπεριέχουν σαφείς αναφορές στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Στο ίδιο πλαίσιο, και επεκτείνοντας το κριτήριο αναζήτησης ώστε να συμπεριλαμβάνει εφαρμογές AX σε θέματα που εντάσσονται στο διευρυμένο πεδίο της ενεργειακής απόδοσης, εντοπίστηκε μόνο ένας μικρός αριθμός μελετών. Συνεπώς, η βιβλιογραφική αναζήτηση επεκτάθηκε ακόμη περισσότερο προκειμένου να αναδείξει επιπλέον διάφορες μελέτες που, από τη μια μεριά εντάσσονται στο πεδίο της ενεργειακής απόδοσης (μέρος του οποίου είναι και η ενεργειακή φτώχεια), αλλά από την άλλη επεκτείνουν ή τροποποιούν το αρχικό μοντέλο βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου μέσης διακύμανσης του [Markowitz](#) και προτείνουν τεχνικές για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου πολλαπλών αντικειμενικών/στόχων.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, ο Πίνακας 3.3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της λεπτομερούς βιβλιογραφικής επισκόπησης. Για τις εξεταζόμενες δημοσιεύσεις αποτυπώνεται μια περιεκτική περιγραφή του αντικειμένου της μελέτης, το περιεχόμενο των περιουσιακών στοιχείων/εναλλακτικών και των αντικειμενικών συναρτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν από τις εκάστοτε συγγραφικές ομάδες, ο τομέας επίδρασης, η φύση των περιορισμών, και τέλος η χώρα υλοποίησης της πιλοτικής εφαρμογής. Ακολουθώντας το μοτίβο σχολιασμού των δύο

προηγούμενων ενοτήτων, ο σχολιασμός των δημοσιεύσεων της συγκεκριμένης ενότητας πραγματοποιείται με έμφαση στον τρόπο αξιοποίησης συνολικά της ΑΧ στο πεδίο της ενεργειακής απόδοσης, και όχι μέσω εκτενών αναφορών στις επιμέρους μεθοδολογίες, εναλλακτικές και αποτελέσματα/συμπεράσματα της εκάστοτε μελέτης, εκτός από περιπτώσεις όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο. Οι σχετικές πληροφορίες άλλωστε για όλες τις εξεταζόμενες μελέτες παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3. Σημειώνεται επίσης πως από τα αποτελέσματα του σχολιασμού που ακολουθεί πηγάζει το δεύτερο σκέλος του δεύτερου επιπέδου συμβολής της διδακτορικής διατριβής (αξιοποίηση ΑΧ για τη διαμόρφωση βέλτιστων χαρτοφυλακίων μέτρων ενεργειακής απόδοσης, προς υλοποίηση από τους προμηθευτές ενέργειας, με σκοπό τη στοχευμένη καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας).

Το Σχήμα 3.7 παρουσιάζει τις δημοσιεύσεις κατηγοριοποιημένες ανάλογα με τις εναλλακτικές των εξεταζόμενων προβλημάτων, στις εξής κατηγορίες: μίγμα μέτρων ενεργειακής απόδοσης, που αποτελείται από συνδυασμό μέτρων όπως αντικατάσταση παραθύρων, τοποθέτηση θερμομόνωσης, αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού κ.ά., στοχευμένα μέτρα ενεργειακής απόδοσης, που εστιάζουν σε συγκεκριμένα μέτρα ενεργειακής απόδοσης όπως είναι διάφοροι τύποι και πάχη τοίχων, παραθύρων, θερμομόνωσης, προσόψεων κτιρίων κ.ά., πολιτικές και στρατηγικές ενεργειακής απόδοσης, μίγμα αποτελούμενο από μέτρα ενεργειακής απόδοσης και τεχνολογίες ΑΠΕ (συνήθως φωτοβολταϊκά) ή άλλων ενεργειακών συστημάτων (π.χ., μονάδες ανάκτησης θερμότητας, συστήματα για θέρμανση και ψύξη, κ.ά.) και τέλος μια κατηγορία εναλλακτικών («Άλλο») που περιλαμβάνει αξιολόγηση χρηματοδοτικών προγραμμάτων αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων, συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, κ.λπ. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν πως η συντριπτική πλειοψηφία των δημοσιεύσεων που ανασκοπήθηκαν, εστιάζει σε εφαρμογές αξιολόγησης συνδυασμού μέτρων ενεργειακής απόδοσης (Chi and Xu, 2022; Wang et al., 2022; Wang and Wei, 2021; Acar et al., 2021; Zhao and Du, 2020; Hong et al., 2019; κ.ά.), με τις περισσότερες «εξειδικευμένες» μελέτες να ακολουθούν (Rabani et al., 2020; Zhai et al., 2019; Ferdyn-Grygierek and Grygierek, 2017; Echenagucia et al., 2015; Aste et al., 2013; κ.ά.). Σε χαμηλό επίπεδο κυμαίνεται ο αριθμός των μελετών που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων αξιολόγηση ΑΠΕ και διαφόρων ενεργειακών συστημάτων (Giouri et al., 2020; Ciardiello et al., 2020; Fan and Xia, 2017; Hamdy et al., 2013; Asadi et al., 2012), καθώς και αυτών που εμπεριέχουν αξιολόγηση χρηματοδοτικών προγραμμάτων, τεχνολογιών αποθήκευσης, χαρτοφυλακίων του ασφαλιστικού τομέα, κ.ά. (Samarasinghalage et al., 2022; Baltutis et al., 2020; Wu et al., 2017; Lu et al., 2015; Lee et al., 2013). Τέλος, τη μικρότερη δημοφιλία συγκεντρώνει η αξιολόγηση πολιτικών ενεργειακής απόδοσης (Gkonis et al., 2020; Mejjaouli and Alzahrani, 2020; Forouli et al., 2019).



**Σχήμα 3.7** Κατηγοριοποίηση των μελετών και πλήθος μελετών ανά κατηγορία.



Πίνακας 3.3 Επίσκόπηση των δημοσιεύσεων ΑΧ και πολυστοχικής βελτιστοποίησης στο πλαίσιο της ενεργειακής απόδοσης.

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Περιουσιακά στοιχεία/Εναλλακτικές	Αντικειμενική συνάρτηση	Τομέας επίδρασης	Περιορισμοί					Χώρα εφαρμογής
					Οικονομικοί	Περιβαλ/κοί/Κλιματικοί	Ενεργειακοί	Τεχνικοί	Κοινωνικοί	
<a href="#">Samarasinghale et al. (2022)</a>	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών μονάδων σε κτίρια	Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών και παράμετροι ρύθμισης	Μεγιστοποίηση παραγωγής ενέργειας κύκλου ζωής, Ελαχιστοποίηση κόστους κύκλου ζωής	Ενεργειακός, Κτιριακός	✓					Αυστραλία
<a href="#">Chi and Xu (2022)</a>	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης σε κοινόχρηστα πανεπιστημίου	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Μεγιστοποίηση οπτικής και θερμικής άνεσης, Ελαχιστοποίηση ενεργειακών απαιτήσεων	Κτιριακός						Κίνα
<a href="#">Wang et al. (2022)</a>	Υλοποίηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης ανάλογα με το σκοπό χρήσης των κτιρίων του οικιακού τομέα	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Μεγιστοποίηση συντελεστή απόδοσης πολλαπλών κινήτρων	Κτιριακός	✓	✓		✓	✓	Ηνωμένο Βασίλειο
<a href="#">Wang and Wei (2021)</a>	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης για εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια γραφείων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης	Κτιριακός						Κίνα
<a href="#">Acar et al. (2021)</a>	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης για υλοποίηση σε κτίρια του οικιακού τομέα	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση θερμικών αναγκών και κόστους επένδυσης	Κτιριακός						Τουρκία
<a href="#">Zhao and Du (2020)</a>	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης σε κτίρια γραφείων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό, και ωρών δυσφορίας	Κτιριακός				✓		Κίνα
<a href="#">Gkonis et al. (2020)</a>	Αξιολόγηση πολιτικών ενεργειακής απόδοσης	Πολιτικές ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους απόδοσης και ρίσκου	Κτιριακός, Μεταφορές	✓		✓	✓		Ελλάδα
<a href="#">Giouri et al. (2020)</a>	Βελτιστοποίηση απόδοσης κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης και φωτοβολταϊκά	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας, Ελαχιστοποίηση ωρών δυσφορίας	Κτιριακός				✓		Ελλάδα
<a href="#">Mejjaoui and Alzahrani (2020)</a>	Αξιολόγηση στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης	Στρατηγικές ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους κύκλου ζωής	Κτιριακός	✓			✓		Σαουδική Αραβία
<a href="#">Rabani et al. (2020)</a>	Αξιολόγηση τεχνολογιών θέρμανσης	Τεχνολογίες θέρμανσης	Ελαχιστοποίηση κόστους κύκλου ζωής	Κτιριακός	✓			✓		Νορβηγία
<a href="#">Baltutis et al. (2020)</a>	Ενσωμάτωση ρίσκου στην παροχή εγγυήσεων ενεργειακής απόδοσης	Χαρτοφυλάκια πολιτικών ασφάλειας	Ελαχιστοποίηση ρίσκου	Κτιριακός, Μεταφορές	✓	✓		✓		Γερμανία

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Περιουσιακά στοιχεία/Εναλλακτικές	Αντικειμενική συνάρτηση	Τομέας επίδρασης	Περιορισμοί					Χώρα εφαρμογής
					Οικονομικοί	Περιβαλ/κοί/Κλιματικοί	Ενεργειακοί	Τεχνικοί	Κοινωνικοί	
Ciardiello et al. (2020)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης και παραγωγής ενέργειας	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης και φωτοβολταϊκά	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας και συνεπαγόμενου κόστους, κόστους επένδυσης, και εκπομπών CO <sub>2</sub>	Κτιριακός						Ιταλία
Hong et al. (2019)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό τη θερμική άνεση	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης, ωρών δυσφορίας, κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, ΚΠΑ, και εκπομπών	Κτιριακός				✓		Νότια Κορέα
Forouli et al. (2019)	Αξιολόγηση πολιτικών ενεργειακής απόδοσης	Πολιτικές ενεργειακής απόδοσης	Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας, Ελαχιστοποίηση ρίσκου	Κτιριακός, Μεταφορές	✓			✓		Ελλάδα
Singh et al. (2019)	Αξιολόγηση τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης στον οικιακό τομέα	Τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους αποτελεσματικότητας και ρίσκου	Κτιριακός	✓	✓			✓	Ινδία
Zhai et al. (2019)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας	Τύποι παραθύρων	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας, ωρών δυσφορίας και οπτικής όχλησης	Κτιριακός						Κίνα
Ferrara et al. (2018)	Σχεδιασμός ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας	Κτιριακός				✓		Ιταλία
Lin et al. (2018)	Βελτιστοποίηση κατασκευής κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, και ωρών δυσφορίας	Κτιριακός				✓		Κίνα
Fan and Xia (2018)	Αξιολόγηση στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης με ενσωμάτωση της ενεργειακής κλάσης των κτιρίων	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας, Ελαχιστοποίηση περιόδου αποπληρωμής	Κτιριακός	✓			✓		Νότιος Αφρική
Vallée et al. (2017)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό τη βελτίωση της ηχομόνωσης κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης	Κτιριακός				✓		Γαλλία
Niemelä et al. (2017)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης σε κτίρια γραφείων	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση εκπομπών CO <sub>2</sub> από την κατανάλωση ενέργειας, ΚΠΑ, και ωρών δυσφορίας	Κτιριακός				✓		Νορβηγία
Bamdad et al. (2017)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας	Κτιριακός				✓		Αυστραλία



Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Περιουσιακά στοιχεία/Εναλλακτικές	Αντικειμενική συνάρτηση	Τομέας επίδρασης	Περιορισμοί					Χώρα εφαρμογής
					Οικονομικοί	Περιβαλ/κοί/Κλιματικοί	Ενεργειακοί	Τεχνικοί	Κοινωνικοί	
Jafari and Valentin (2017)	Αξιολόγηση στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους κύκλου ζωής	Κτιριακός	✓			✓		Η.Π.Α.
Fan and Xia (2017)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης και φωτοβολταϊκών στον οικιακό τομέα	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης και οικιακά φωτοβολταϊκά	Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας και ΚΠΑ, Ελαχιστοποίηση περιόδου αποπληρωμής	Κτιριακός	✓			✓		Νότιος Αφρική
Zhang et al. (2017)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης σε σχολικά κτίρια	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και φωτισμό, και ωρών καλοκαιρινής δυσφορίας, Μεγιστοποίηση αξιοποίηση φυσικού φωτός	Κτιριακός		✓				Κίνα
Ascione et al. (2017)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης σε σχολικά κτίρια εκπαιδευτικού σκοπού	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, και ωρών δυσφορίας	Κτιριακός			✓	✓		Ιταλία
Wu et al. (2017)	Αξιολόγηση στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης και αποθήκευσης σε τοπικό επίπεδο	Ενεργειακές τεχνολογίες και συστήματα αποθήκευσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης και εκπομπών κύκλου ζωής	Κτιριακός			✓	✓		Ελβετία
Kim et al. (2017)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης και χρονοπρογραμματισμός υλοποίησης	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης κόστους	Κτιριακός	✓			✓		Νότια Κορέα
Eskander et al. (2017)	Αξιολόγηση τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης στον οικιακό τομέα	Τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης, Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας	Κτιριακός	✓		✓	✓		Πορτογαλία
Ferdyn-Grygierek and Grygierek (2017)	Βελτιστοποίηση θερμικής απόδοσης κτιρίων	Τύποι παραθύρων και μονώσεων	Ελαχιστοποίηση κόστους κύκλου ζωής	Κτιριακός						Πολωνία
Contreras et al. (2016)	Βελτίωση ενεργειακής κλάσης κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης	Κτιριακός						Ισπανία
Delgarm et al. (2016)	Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας και αριθμού ωρών δυσφορίας	Κτιριακός				✓		Ιράν

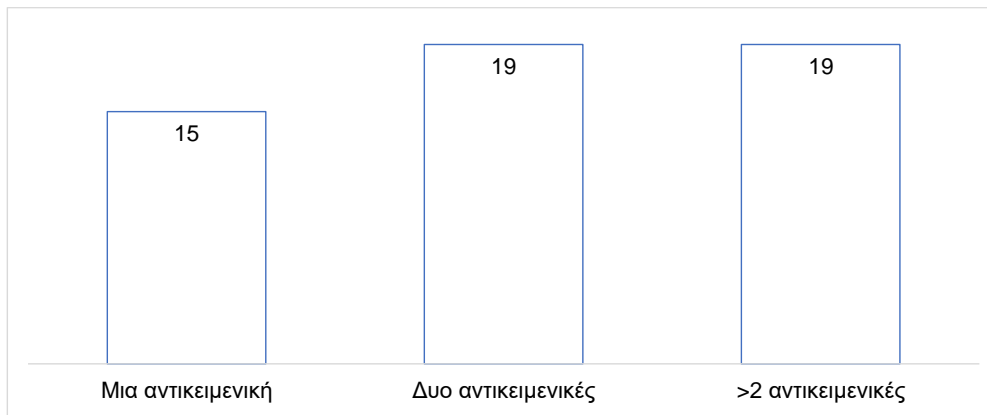
Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Περιουσιακά στοιχεία/Εναλλακτικές	Αντικειμενική συνάρτηση	Τομέας επίδρασης	Περιορισμοί					Χώρα εφαρμογής
					Οικονομικοί	Περιβαλ/κοί/Κλιματικοί	Ενεργειακοί	Τεχνικοί	Κοινωνικοί	
Swartz et al. (2016)	Βελτίωση περιβαλλοντικού αποτυπώματος κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους και εκπομπών κύκλου ζωής και συνδυασμοί τους	Κτιριακός						Ηνωμένο Βασίλειο
Konis et al. (2016)	Βελτιστοποίηση παθητικής ενεργειακής απόδοσης κτιρίων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση ενεργειακής κατανάλωσης, Μεγιστοποίηση αξιοποίησης χρήσιμου ηλιακού φωτός	Κτιριακός				✓		Η.Π.Α., Φιλανδία, Μεξικό
Lu et al. (2015)	Αξιολόγηση τεχνολογιών ΑΠΕ για εγκατάσταση σε κτίρια με σκοπό τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος	Οικιακές τεχνολογίες ΑΠΕ	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης, εκπομπών CO <sub>2</sub> , και του δείκτη αλληλεπίδρασης με το δίκτυο	Ενεργειακός, Κτιριακός			✓			Κίνα
Echenagucia et al. (2015)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας	Τύποι παραθύρων και τοίχων	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό	Κτιριακός						Ιταλία, Γερμανία, Νορβηγία
Carlucci et al. (2015)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό τη μείωση της δυσφορίας	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση θερμικής και οπτικής όχλησης	Κτιριακός				✓		Ιταλία
Negendahl and Nielsen (2015)	Αξιολόγηση προσόψεων κτιρίων με σκοπό την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης	Τύποι προσόψεων	Ελαχιστοποίηση θερμικών απαιτήσεων, κατανάλωσης ενέργειας, κόστους επένδυσης, και έκθεσης στο ηλιακό φως	Κτιριακός				✓		Δανία
Karmellos et al. (2015)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας, Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης	Κτιριακός	✓		✓			Ηνωμένο Βασίλειο, Ελλάδα
Henriques et al. (2015)	Αξιολόγηση τεχνολογιών θερμομόνωσης στον κτιριακό τομέα	Τεχνολογίες θερμομόνωσης	Μεγιστοποίηση ΑΕΠ, μείωσης ανεργίας, και επενδύσεων σε παρεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης	Κτιριακός	✓	✓	✓	✓	✓	Πορτογαλία
Ascione et al. (2015)	Βελτιστοποίηση ενεργειακής απόδοσης κτιριακού τομέα	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση ωρών δυσφορίας και κατανάλωσης ενέργειας	Κτιριακός	✓					Ιταλία
Karaguzel et al. (2014)	Αξιολόγηση τεχνολογιών θερμομόνωσης σε κτίρια γραφείων	Τεχνολογίες θερμομόνωσης	Ελαχιστοποίηση κόστους κύκλου ζωής	Κτιριακός				✓		Η.Π.Α.
Shao et al. (2014)	Αξιολόγηση στρατηγικών ενεργειακής απόδοσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης, κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO <sub>2</sub>	Κτιριακός			✓			Γερμανία

Βιβλιογραφική πηγή	Περιεχόμενο έρευνας	Περιουσιακά στοιχεία/Εναλλακτικές	Αντικειμενική συνάρτηση	Τομέας επίδρασης	Περιορισμοί					Χώρα εφαρμογής
					Οικονομικοί	Περιβαλ/κοί/Κλιματικοί	Ενεργειακοί	Τεχνικοί	Κοινωνικοί	
Lee et al. (2013)	Αξιολόγηση χρηματοδοτικών προγραμμάτων ενεργειακής απόδοσης φωτισμού	Χρηματοδοτικά προγράμματα φωτισμού	Ελαχιστοποίηση κόστους αποτελεσματικότητας και ρίσκου	Κτιριακός	✓			✓		Κορέα
Aste et al. (2013)	Αξιολόγηση διαφορετικών τεχνολογιών αντλιών θερμότητας	Τεχνολογίες αντλιών θερμότητας	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας, εκπομπών CO <sub>2</sub> , και συνολικού κόστους επένδυσης	Κτιριακός		✓	✓			Ιταλία
Hamdy et al. (2013)	Αξιολόγηση λύσεων ενεργειακής απόδοσης με στόχο τη μετάβαση σε κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακά συστήματα	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας και κόστους κύκλου ζωής	Κτιριακός				✓		Φινλανδία
Malatji et al. (2013)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης στον οικιακό τομέα	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας, Ελαχιστοποίηση περιόδου αποπληρωμής	Κτιριακός	✓		✓			Νότιος Αφρική
Asadi et al. (2012)	Αξιολόγηση στρατηγικών ανακαινίσεων	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακά συστήματα	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης και ωρών δυσφορίας, Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας	Κτιριακός				✓		Πορτογαλία
Ochoa et al. (2012)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση της οπτικής όχλησης	Τύποι παραθύρων	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας και οπτικής όχλησης	Κτιριακός				✓		Ολλανδία
Chantrelle et al. (2011)	Αξιολόγηση στρατηγικών ανακαινίσεων	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης, κατανάλωσης ενέργειας, εκπομπών κύκλου ζωής και ωρών δυσφορίας	Κτιριακός				✓		Γαλλία
Magnier and Haghghat (2010)	Βελτιστοποίηση κατασκευής κτιρίων	Μέτρα και ρυθμίσεις ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας, Μεγιστοποίηση θερμικής άνεσης	Κτιριακός				✓		Καναδάς
Djuric et al. (2007)	Αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Ελαχιστοποίηση κόστους επένδυσης	Κτιριακός					✓	Νορβηγία
Balachandra and Shekar (2001)	Αξιολόγηση τεχνολογιών φωτισμού στον οικιακό τομέα	Τεχνολογίες φωτισμού	Μεγιστοποίηση εξοικονόμησης κόστους	Κτιριακός	✓			✓		Ινδία

Το σημαντικότερο στάδιο σε μια προσπάθεια εφαρμογής ΑΧ είναι η μοντελοποίηση του προβλήματος. Με τον όρο μοντελοποίηση υποδηλώνεται άμεσα, αφενός η ανάγκη προσδιορισμού της αντικειμενικής συνάρτησης, η οποία αποτελεί τη μεταβλητή προς βελτιστοποίηση, και αφετέρου των περιορισμών του προβλήματος, το περιεχόμενο των οποίων μπορεί να είναι οικονομικό, περιβαλλοντικό/κλιματικό, ενεργειακό, τεχνικό, κοινωνικό, κ.λπ. Η ικανοποίηση των παραπάνω συνθηκών είναι αυτή που θα εξασφαλίσει ένα σύνολο χαρτοφυλακίων ικανών να παρέχουν βέλτιστη λύση στο εξεταζόμενο πρόβλημα.

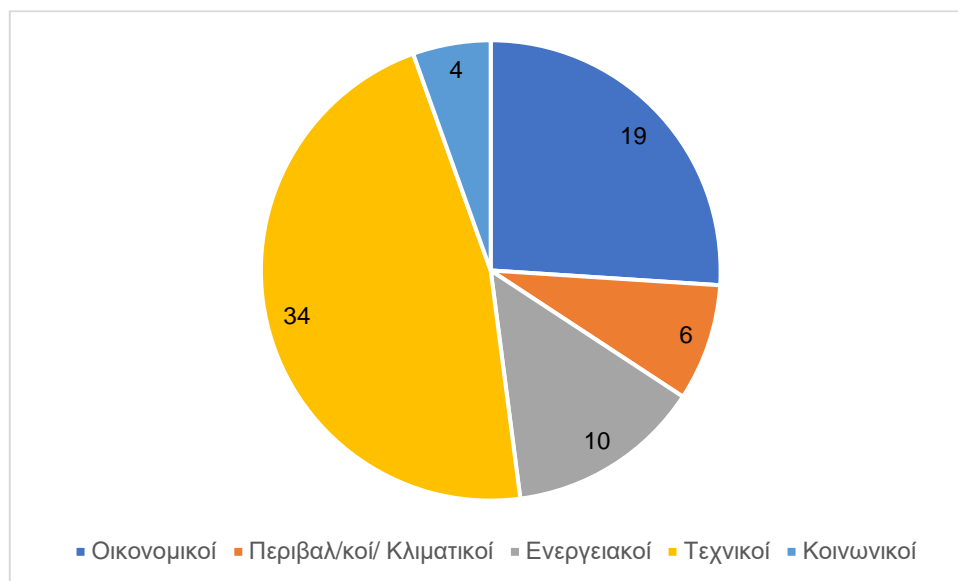
Η πλειοψηφία των σχετικών δημοσιεύσεων που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία, δεν περιορίζεται σε μια μόνο αντικειμενική συνάρτηση, αφού μόνο 14 μελέτες εντάσσονται σε αυτή την κατηγορία. Από αυτές, οι περισσότερες είναι οικονομικού χαρακτήρα και περιστρέφονται γύρω από τη διάσταση του κόστους, το οποίο εκδηλώνεται είτε με τη μορφή ελαχιστοποίησης του συνολικού κόστους κύκλου ζωής για τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης που εξετάζονται (Mejjaoui and Alzahrani, 2020; Rabani et al., 2020; Jafari and Valentin, 2017; Ferdyn-Grygierek and Grygierek, 2017; Karaguzel et al., 2014), είτε μέσω ελαχιστοποίησης του συνολικού κόστους επένδυσης (Wang and Wei, 2021; Vallée et al., 2017; Contreras et al., 2016; Djuric et al., 2007), είτε τέλος μέσω μεγιστοποίησης της εξοικονόμησης κόστους (Kim et al., 2017; Balachandra and Shekar, 2001). Δύο εξ αυτών βρέθηκαν να περιλαμβάνουν ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας (Ferrara et al., 2018; Bamdad et al., 2017), μια ελαχιστοποίηση ρίσκου (Baltuttis et al., 2020) και μια μεγιστοποίηση ενός συντελεστή απόδοσης που υπολογίζεται με σκοπό την παροχή οικονομικών κινήτρων στους ιδιοκτήτες κατοικιών προκειμένου να προβούν στην υλοποίηση μέτρων ενεργειακής απόδοσης ανάλογα με το σκοπό χρήσης της κατοικίας (π.χ., πώληση, ενοικίαση, διαμονή, κ.ά.) (Wang et al., 2022).

Η αύξηση του αριθμού των αντικειμενικών επιτρέπει την εισαγωγή περισσότερων προεκτάσεων του πεδίου της ενεργειακής απόδοσης στο πλαίσιο ανάλυσης, που εκτείνονται πέρα από τα στενά όρια της ενέργειας και της οικονομίας. Έτσι, για παράδειγμα, με τη διεύρυνση του αριθμού των αντικειμενικών (>2), ιδιαίτερο ενδιαφέρον μοιάζει να αντλεί η ελαχιστοποίηση των ωρών δυσφορίας λόγω ανεπαρκούς θέρμανσης/ψύξης για τους χρήστες των κτιρίων, η οποία συμπεριλαμβάνεται σε πληθώρα μελετών (Zhao and Du, 2020; Ascione et al., 2017; Delgarm et al., 2016; Ascione et al., 2015; Asadi et al., 2012; κ.ά.). Η διάσταση αυτή όμως μοιάζει να επισκιάζεται από τη μεγιστοποίηση της εξοικονομούμενης ενέργειας, όταν το σύνολο των αντικειμενικών περιορίζεται στις δύο. Στο ίδιο πλαίσιο, ορισμένες μελέτες ανέδειξαν τη διάσταση της οπτικής όχλησης (Chi and Xu, 2022; Zhai et al., 2019; Carlucci et al., 2015; Ochoa et al., 2012), ενώ κάποιες άλλες τοποθετούν στο προσκήνιο τη μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτός (Zhang et al., 2017; Konis et al., 2016). Χαρακτηριστικότερες όλων είναι οι μελέτες των Henriques et al. (2015) και Lu et al. (2015). Στην πρώτη επιδιώκεται, μεταξύ άλλων, τη μεγιστοποίηση των νέων θέσεων εργασίας στο πλαίσιο αξιολόγησης τεχνολογιών θερμομόνωσης προς υλοποίηση στον κτιριακό τομέα της Πορτογαλίας και στη δεύτερη η ελαχιστοποίηση της αλληλεπίδρασης με το δίκτυο ηλεκτρισμού στο πλαίσιο αξιολόγησης τεχνολογιών ΑΠΕ για εγκατάσταση σε κτίρια με σκοπό τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος στην Κίνα. Τέλος, από τη σχετική βιβλιογραφία δεν θα μπορούσαν να απουσιάζουν και μελέτες με αναφορές στην κλιματική διάσταση, μέσω ελαχιστοποίησης των εκπομπών CO<sub>2</sub> (Ciardiello et al., 2020; Hong et al., 2019; Niemelä et al., 2017; Wu et al., 2017; Schwartz et al., 2016; κ.ά.).



**Σχήμα 3.8** Πλήθος μελετών ανά αριθμό αντικειμενικών συναρτήσεων.

Αναφορικά με τους περιορισμούς, αυτοί μπορούν να χωριστούν σε πέντε κατηγορίες: οικονομικοί, περιβαλλοντικοί/κλιματικοί, ενεργειακοί, τεχνικοί, και κοινωνικοί. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως διαμορφώνεται μια σχετική ισορροπία μεταξύ των μελετών που αξιοποιούν περιορισμούς από πολλαπλές κατηγορίες (20) (Wang et al., 2022; Gkonis et al., 2020; Baltuttis et al., 2020; Eskander et al., 2017; κ.ά.), και αυτών που εστιάζουν αποκλειστικά σε μια κατηγορία (24) (Zhang et al., 2017; Delgarm et al., 2016; Konis et al., 2016; Shao et al., 2014; κ.ά.). Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι σε εννιά μελέτες δεν πραγματοποιείται χρήση περιορισμών (Chi and Xu, 2022; Acar et al., 2021; Ciardiello et al., 2020; κ.ά.), ενώ μια μόνο μελέτη ενσωματώνει περιορισμούς όλων των παραπάνω κατηγοριών (Henriques et al., 2015). Τέλος, σύμφωνα με το Σχήμα 3.9, όπου παρουσιάζεται το πλήθος των μελετών ανά κατηγορία περιορισμών, η τεχνική διάσταση κατέχει τα πρωτεία, με μοντελοποιήσεις περιορισμών που περιλαμβάνουν από ανώτατα και κατώτατα όρια απόδοσης των εναλλακτικών, εσωτερικής θερμοκρασίας άνεσης, ωρών λειτουργίας, μέχρι όρια επαναλήψεων για την εξαγωγή των βέλτιστων λύσεων. Οι περιορισμοί οικονομικού και ενεργειακού περιεχομένου έπονται κατά σειρά, ενώ στα χαμηλότερα επίπεδα βρίσκονται οι περιορισμοί με έμφαση στην κλιματική και κοινωνική διάσταση.



**Σχήμα 3.9** Πλήθος μελετών ανά κατηγορία περιορισμών.

### 3.4. Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗ ΜΑΧΗ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

Στην Ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα πληροφοριακά εργαλεία που εντοπίστηκαν κατά τη βιβλιογραφική επισκόπηση, με κεντρικό περιεχόμενο την ενεργειακή φτώχεια. Μέσω του έργου REACH, που ασχολείται με θέματα ενεργειακής φτώχειας και παροχή λύσεων, αναπτύχθηκε το «REACH energy assessment tool»<sup>1</sup>, ένα ολοκληρωμένο εργαλείο που σχεδιάστηκε σε περιβάλλον Microsoft Excel, για την αξιολόγηση της κατανάλωσης ενέργειας και νερού στα νοικοκυριά. Το εργαλείο χρησιμοποιείται από ενεργειακούς συμβούλους κατά τη διενέργεια ενεργειακού ελέγχου σε ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά και θεωρήθηκε ως ένα καλό σημείο εκκίνησης για την ανάπτυξη ενός νέου, πιο φιλικού προς τον χρήστη εργαλείου. Το εργαλείο που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου «Social Electricity» (Kamilaris et al., 2016), επιτρέπει στους πολίτες να συγκρίνουν την τρέχουσα κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με αυτή που είχαν τα προηγούμενα χρόνια ή μήνες, ή ακόμη και με την κατανάλωση των φίλων και των γειτόνων τους, να θέσουν στόχους εξοικονόμησης ενέργειας και να προβούν σε συγκρίσεις ως προς την πρόοδο επίτευξής τους, να αναλύσουν την κατανάλωσή τους με βάση τις ηλεκτρικές συσκευές των σπιτιών τους, και να κατανοήσουν καλύτερα την κατανάλωσή τους μέσω παραδειγμάτων. Η πλατφόρμα παρέχει επίσης εκπαιδευτικά παιχνίδια και υλικό. Το εργαλείο «Local Energy Balances»<sup>2</sup>, που δημιουργήθηκε από τον Κυπριακό Οργανισμό Ενέργειας (αγγλ. Cyprus Energy Agency – CEA), παρουσιάζει μέσω γραφημάτων τα ενεργειακά ισοζύγια για διάφορους τύπους ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής, τον τύπο χρήσης, και τη συσχέτισή τους. Το έργο «ENERgy Retrofit FUNDing»<sup>3</sup> (ENERFUND), ανέπτυξε ένα εργαλείο ικανό να αξιολογεί και να βαθμολογεί το δυναμικό ανακαίνισης με βάση ένα σύνολο παραμέτρων όπως δεδομένα Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (αγγλ. Energy Performance Certificates – EPC), αριθμό πιστοποιημένων εγκαταστατών, υφιστάμενα κυβερνητικά προγράμματα κ.λπ. Μέσω κατάλληλης οπτικής διεπαφής, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να επιλέξουν μια χώρα και να αντικρίσουν ένα χάρτη στον οποίο τα σπίτια εμφανίζονται με χρώματα κλιμάκωσης ανάλογα με τις παραπάνω παραμέτρους. Οι χρήστες μπορούν επίσης να φιλτράρουν τα σπίτια που παρουσιάζονται μέσω τεσσάρων παραμέτρων: υφιστάμενη ενεργειακή κατηγορία, βαθμολογία ENERFUND, εμβαδόν σπιτιού και έτος κατασκευής.

Ο Οργανισμός για την Αειφόρο Ενεργειακή Ανάπτυξη στη Βουλγαρία (ASED BG) κυκλοφόρησε το λογισμικό «Energy performance of Buildings»<sup>4</sup> που βασίζεται στην Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (EPBD) και το εργαλείο «Energy efficiency in households»<sup>5</sup>, για την αξιολόγηση της κατανάλωσης ενέργειας. Η Υπηρεσία Ενέργειας της Φιλιππούπολης δημιούργησε το εργαλείο «CO2 emissions calculator»<sup>6</sup> για τον υπολογισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> από την κατανάλωση ενέργειας στις κατοικίες. Η διαδικτυακή πλατφόρμα «EnerGbg»<sup>7</sup> μοιράζεται πληροφορίες σχετικά με τα εξής ερωτήματα: πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο αποτελεσματικά η ενέργεια από τα νοικοκυριά;, πώς μπορούν να μειωθούν οι λογαριασμοί ενέργειας;, πώς είναι δυνατό να μειωθεί η έκλυση επιβλαβών εκπομπών στην ατμόσφαιρα;, επιτρέποντας παράλληλα στους χρήστες να μοιραστούν

<sup>1</sup> <https://reachenergy.door.hr>

<sup>2</sup> [https://www.cea.org.cy/app/CEA\\_energy.html](https://www.cea.org.cy/app/CEA_energy.html)

<sup>3</sup> <http://enerfund.eu>

<sup>4</sup> <https://seea.government.bg/bg/>

<sup>5</sup> Ibid

<sup>6</sup> <https://www.eap-save.eu>

<sup>7</sup> <https://www.energbg.com/calculatori-energbg/>



γνώσεις και απόψεις. Ένα άλλο σχετικό εργαλείο, είναι το «FIESTA tool for auditors»<sup>8</sup>, που ενσωματώνει τα κύρια ενεργειακά χαρακτηριστικά ενός νοικοκυριού και μέσω αυτοματοποιημένων υπολογισμών επιτρέπει την ταχεία αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου καθώς και των συσκευών θέρμανσης και ψύξης. Το ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό υλικό «GOLEA»<sup>9</sup> περιλαμβάνει πληροφοριακά εργαλεία για εκπαίδευση σχετικά με τις ΑΠΕ και την ενεργειακή απόδοση. Διαθέτει ειδική ενότητα διαδικτυακών παιχνιδιών για διάφορες ομάδες-στόχους, από μικρά παιδιά έως μαθητές και ενήλικες. Περιλαμβάνει επίσης τεστ και ασκήσεις. Το «IDEA» εστιάζει στην αξιολόγηση του δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας στις κατοικίες, το οποίο υπολογίζεται ως αποτέλεσμα δεδομένων και πληροφοριών που εισάγει ο χρήστης κατά την έναρξη χρήσης του εργαλείου (Varnezi et al., 2022). Το «National Energy Path»<sup>10</sup> (NEP), δημιούργησε μια διαδικτυακή πλατφόρμα με πληροφορίες και μέτρα για την ενεργειακή απόδοση στις κατοικίες. Περιλαμβάνει μια βάση δεδομένων με παραδείγματα καλών και κακών πρακτικών εφαρμογής μέτρων ενεργειακής απόδοσης στα νοικοκυριά της Σλοβενίας. Το «Climate Literacy»<sup>11</sup> παρέχει εργαλεία που εστιάζουν στο ζήτημα της κλιματικής αλλαγής και σε συναφείς πτυχές. Αποτελείται από διάφορες εκπαιδευτικές ενότητες σχετικά με το θέμα, προτάσεις για τον τρόπο συμπερίληψης των εν λόγω εργαλείων στα προγράμματα σπουδών για διάφορες ομάδες-στόχους, και μια εφαρμογή για κινητά. Επιπλέον, οι διαδικτυακές εφαρμογές «Use Less» και «Let's make it happen, let's save energy»<sup>12</sup> υπολογίζουν τη χρήση ενέργειας σε ένα νοικοκυριό και την πιθανή εξοικονόμηση ενέργειας σε περίπτωση εφαρμογής μέτρων ενεργειακής απόδοσης.

Το «iEnergy»<sup>13</sup> αποτελεί μια διαδραστική διαδικτυακή πλατφόρμα που εξηγεί τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας και πώς αυτό μετασχηματίζεται σταδιακά από την παραδοσιακή κεντρική μορφή του σε ένα νέο, πιο αποκεντρωμένο σύστημα. Το «Energy Poverty Dashboard»<sup>14</sup> δημιουργήθηκε με σκοπό τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας στον τομέα των ενοικιάσεων ιδιόκτητων κατοικιών. Αξιοποιεί ένα σύνολο δεικτών άμεσης και έμμεσης μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας, απεικονίζοντας γραφικά τα πρόβλημα για τις διάφορες χώρες τις Ευρώπης, ενώ παρέχει και πληροφορίες σχετικά με τις πολιτικές και τα μέτρα που εφαρμόζονται στην εκάστοτε χώρα για την αντιμετώπισή του. Η εργαλειοθήκη που αναπτύχθηκε μέσω του έργου POWERPOOR<sup>15</sup>, δίνει τη δυνατότητα στα νοικοκυριά να υπολογίσουν το βαθμό ευπάθειάς τους στην ενεργειακή φτώχεια, να αξιολογήσουν τα προσαρμοσμένα προτεινόμενα μέτρα ενεργειακής απόδοσης που τους παρουσιάζονται βάσει του βαθμού ευπάθειάς τους και άλλων δεδομένων εισόδου, καθώς και να έρθουν σε επαφή με βέλτιστες πρακτικές μέσω μιας βιβλιοθήκης που αναπτύχθηκε αποκλειστικά για το σκοπό αυτό. Τέλος, παρέχονται πληροφορίες για υφιστάμενα χρηματοδοτικά προγράμματα που μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο υλοποίησης δράσεων ενεργειακής απόδοσης. Τέλος, το «CUSP»<sup>16</sup> αποτελεί ένα διαδικτυακό εργαλείο που αξιοποιεί ένα σύνολο δεικτών προσέγγισης της ενεργειακής φτώχειας προκειμένου να απεικονίσει γραφικά, με τη βοήθεια ενός διαδραστικού χάρτη, το μέγεθος του προβλήματος στον Καναδά.

<sup>8</sup> <http://www.fiesta-audit.eu/bg/learning/>

<sup>9</sup> <https://e-gradiva.golea.si>

<sup>10</sup> <http://nep.vitra.si/?novice=1>

<sup>11</sup> <https://www.climate-literacy.eu/en/>

<sup>12</sup> <https://prihranki.uresnicujmo.si>

<sup>13</sup> <https://www.i-energija.si>

<sup>14</sup> <https://www.energy-poverty.info>

<sup>15</sup> <https://powerpoor.eu>

<sup>16</sup> <https://energy-poverty.ca/mappingtool/>

Ο Πίνακας 3.4 συνοψίζει όλες τα σχετικά εργαλεία που αναγνωρίστηκαν κατά τη βιβλιογραφική επισκόπηση, μαζί με τον σκοπό ανάπτυξής τους, τη διάσταση μέσω της οποίας προσεγγίζουν το πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας, καθώς και τις ομάδες χρηστών στις οποίες απευθύνονται. Όλα τα παρουσιαζόμενα εργαλεία είναι «ανοιχτά» και παρέχονται με τρόπο δωρεάν πρόσβασης.

**Πίνακας 3.4** Επισκόπηση πληροφοριακών εργαλείων με κεντρικό περιεχόμενο την ενεργειακή φτώχεια.

Έργο/Πληροφοριακό εργαλείο	Σκοπός ανάπτυξης	Έκφραση ενεργειακής φτώχειας	Χρήστες	
			Ενεργειακοί σύμβουλοι	Νοικοκυριά/ Άλλοι
REACH energy assessment tool	Αξιολόγηση κατανάλωσης ενέργειας και νερού	Κατανάλωση ενέργειας	✓	
Social Electricity	Σύγκριση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας		✓
Local Energy Balances	Παρουσίαση ενεργειακού ισοζυγίου κατοικιών	Κατανάλωση ενέργειας		✓
ENERFUND	Βαθμολόγηση δυναμικού κτιρίων για ενεργειακή αναβάθμιση	Ενεργειακή αναβάθμιση	✓	✓
Energy performance of buildings	Αξιολόγηση ενεργειακής κατανάλωσης	Κατανάλωση ενέργειας	✓	
Energy efficiency in households	Αξιολόγηση ενεργειακής κατανάλωσης	Κατανάλωση ενέργειας		✓
CO2 emissions calculator	Αξιολόγηση εκπομπών CO <sub>2</sub> από κατανάλωση ενέργειας στις κατοικίες	Κατανάλωση ενέργειας	✓	
EnerGbg	Παροχή συμβουλών εξοικονόμησης ενέργειας	Εξοικονόμηση ενέργειας		✓
FIESTA tool for auditors	Αξιολόγηση ενεργειακής απόδοσης κατοικιών	Ενεργειακή απόδοση	✓	
GOLEA	Εκπαιδευτικό υλικό για εξοικονόμηση ενέργειας και ΑΠΕ	Εξοικονόμηση ενέργειας		✓
IDEA	Αξιολόγηση δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας	Εξοικονόμηση ενέργειας	✓	✓
NEP	Εκπαιδευτικό υλικό και καλές πρακτικές ενεργειακής απόδοσης	Ενεργειακή απόδοση		✓
Climate Literacy	Εκπαιδευτικό υλικό για κλιματική αλλαγή και σχετιζόμενους τομείς	Κατανάλωση ενέργειας		✓
Use Less Let's make it happen, let's save energy	Αξιολόγηση ενεργειακών χρήσεων κατοικιών και δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας	Εξοικονόμηση ενέργειας		✓
iEnergy	Κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του ηλεκτρικού συστήματος	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας		✓
Energy Poverty Dashboard	Μέτρηση ενεργειακής φτώχειας στον τομέα των νοικοκυριών ιδιόκτητων κατοικιών	Ενεργειακή φτώχεια	✓	✓
POWERPOOR	Αξιολόγηση ενεργειακής ευπάθειας νοικοκυριών και παροχή συμβουλών υποστήριξης	Ενεργειακή ευπάθεια		✓
CUSP	Μέτρηση ενεργειακής φτώχειας στον Καναδά	Ενεργειακή φτώχεια	✓	✓



### 3.5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Acar U., Kaska O., Tokgoz N. (2021). Multi-objective optimization of building envelope components at the preliminary design stage for residential buildings in Turkey. *Journal of Building Engineering*, 42, 102499.
- Aglina M. K., Agbejule A., Nyamuame G. Y. (2016). Policy framework on energy access and key development indicators: ECOWAS interventions and the case of Ghana. *Energy Policy*, 97, 332–342.
- Aguilar J. M., Ramos-Real F. J., Ramirez–Diaz A. J. (2019). Improving indicators for comparing energy poverty in the Canary Islands and Spain. *Energies*, 12(11), 2135.
- Ahmed A., Gasparatos A. (2020). Multi-dimensional energy poverty patterns around industrial crop projects in Ghana: Enhancing the energy poverty alleviation potential of rural development strategies. *Energy Policy*, 137, 111123.
- Akhanova G., Nadeem A., Kim J. R., Azhar S. (2020). A multi-criteria decision-making framework for building sustainability assessment in Kazakhstan. *Sustainable Cities and Society*, 52, 101842.
- Alanne K., Salo A., Saari A., Gustafsson S.–I. (2007). Multi-criteria evaluation of residential energy supply systems. *Energy and Buildings*, 39(12), 1218–1226.
- AlSabbagh M., Siu, Y. L., Guehnemann, A., Barrett, J. (2017). Integrated approach to the assessment of CO<sub>2</sub>e- mitigation measures for the road passenger transport sector in Bahrain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 203–215.
- Aristondo O., Onaindia E. (2018). Inequality of energy poverty between groups in Spain. *Energy*, 153, 431–442.
- Arsenopoulos A., Marinakis V., Doukas H. (2021). Participatory multi-criteria decision analysis for sustainable energy planning. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, 8(3), 276–290.
- Arsenopoulos A., Marinakis V., Koasidis K., Stavrakaki A., Psarras J. (2020). Assessing Resilience to Energy Poverty in Europe through a Multi-Criteria Analysis Framework. *Sustainability*, 12(12), 4899.
- Asadi E., Da Silva M. G., Antunes C. H., Dias L. (2012). A multi-objective optimization model for building retrofit strategies using TRNSYS simulations GenOpt and MATLAB, *Building and Environment*, 56, 370–378.
- Ascione F., Bianco N., De Masi R. F., Mauro G. M., Vanoli G. P. (2017). Energy retrofit of educational buildings: Transient energy simulations, model calibration and multi-objective optimization towards nearly zero-energy performance. *Energy and Buildings*, 144, 303–319.
- Ascione F., Bianco N., De Stasio C., Mauro G. M., Vanoli G. P. (2015). A new methodology for cost-optimal analysis by means of the multi-objective optimization of building energy performance. *Energy and Buildings*, 88, 78–90.
- Aste N., Adhikari R. S., Manfren M. (2013). Cost-optimal analysis of heat pump technology adoption in residential reference buildings. *Renewable Energy*, 60, 615–624.

- Attri S. D., Singh S., Dhar A., Powar S. (2022). Multi-attribute sustainability assessment of wastewater treatment technologies using combined fuzzy multi-criteria decision-making techniques. *Journal of Cleaner Production*, 357, 131849.
- Balachandra P., Shekar G. L. (2001). Energy technology portfolio analysis: an example of lighting for residential sector. *Energy Conversion and Management*, 42(7), 813–832.
- Baltutis D., Töppel J., Tränkler T., Wiethe C. (2020). Managing the risks of energy efficiency insurances in a portfolio context: An actuarial diversification approach. *International Review of Financial Analysis*, 68, 101313.
- Bamdad, K., Cholette M. E., Guan L., Bell J. (2017). Ant colony algorithm for building energy optimisation problems and comparison with benchmark algorithms. *Energy and Buildings*, 154, 404–414.
- Bartiaux F., Vandeschrick C., Moezzi M., Frogneux N. (2018). Energy justice, unequal access to affordable warmth, and capability deprivation: A quantitative analysis for Belgium. *Applied Energy*, 225, 1219–1233.
- Belaïd F. (2018). Exposure and risk to fuel poverty in France: Examining the extent of the fuel precariousness and its salient determinants. *Energy Policy*, 114, 189–200.
- Belton V., Stewart T. (2002). Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. *Springer Science & Business Media*.
- Betto F., Garengo P., Lorenzoni A. (2020). A new measure of Italian hidden energy poverty. *Energy Policy*, 138, 111237.
- Bhatia M., Angelou N. (2015). Beyond connections: Energy access redefined. *World Bank*.
- Blommestein K. C., Daim T. U. (2013). Residential energy efficient device adoption in South Africa. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 1, 13–27.
- Boardman B. (1991). Fuel poverty: From cold homes to affordable warmth. *Pinter Pub Limited*.
- Boemi S. N., Papadopoulos A. M. (2019). Monitoring energy poverty in Northern Greece: The energy poverty phenomenon. *International Journal of Sustainable Energy*, 38(1), 74–88.
- Bonatz N., Guo R., Wu W., Liu L. (2019). A comparative study of the interlinkages between energy poverty and low carbon development in China and Germany by developing an energy poverty index. *Energy and Buildings*, 183, 817–831.
- Bouzarovski S. (2014). Energy poverty in the European Union: landscapes of vulnerability. *Wires Energy and Environment*, 3(3), 276–289.
- Bouzarovski S., Herrero S. T. (2017). The energy divide: Integrating energy transitions, regional inequalities and poverty trends in the European Union. *European Urban and Regional Studies*, 24(1), 69–86.
- Brans J. P., Vincke P., Mareschal B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24(2), 228–238.
- Brauers W. K. M., Zavadskas, E. K. (2010). Project Management by MULTIMOORA as an Instrument for Transition Economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16, 5–24.

- Burlinson A., Giulietti M., Battisti G. (2018). The elephant in the energy room: Establishing the nexus between housing poverty and fuel poverty. *Energy Economics*, 72, 135–144.
- Cadaval M., Regueiro R. M., Calvo S. (2022). The role of the public sector in the mitigation of fuel poverty in Spain (2008–2019): Modeling the contribution of the bono social de electricidad. *Energy*, In Press, 124717.
- Campisi D., Gitto S., Morea D. (2018). An Evaluation of Energy and Economic Efficiency in Residential Buildings Sector: A Multi-criteria Analysis on an Italian Case Study. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(3), 185–196.
- Carlucci S., Cattarin G., Causone F., Pagliano L. (2015). Multi-objective optimization of a nearly zero-energy building based on thermal and visual discomfort minimization using a non-dominated sorting genetic algorithm (NSGA-II). *Energy and Buildings*, 104, 378–394.
- Castaño–Rosa R., Okushima S. (2021). Prevalence of energy poverty in Japan: A comprehensive analysis of energy poverty vulnerabilities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145, 111006.
- Castaño–Rosa R., Sherriff G., Solís–Guzmán J., Marrero M. (2020). The validity of the index of vulnerable homes: evidence from consumers vulnerable to energy poverty in the UK. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 72–91.
- Castaño–Rosa R., Sherriff G., Thomson H., Guzman J. S., Marrero M. (2019). Transferring the index of vulnerable homes: Application at the local-scale in England to assess fuel poverty vulnerability. *Energy and Buildings*, 203, 109458.
- Chantrelle F. P., Lahmidi H., Keilholz W., Mankibi M. E., Michel P. (2011). Development of a multicriteria tool for optimizing the renovation of buildings. *Applied Energy*, 88, 1386–1394.
- Charlier D., Legendre B. (2019). A multidimensional approach to measuring fuel poverty. *The Energy Journal*, 40(2), 27–53.
- Che X., Zhu B., Wang P. (2021). Assessing global energy poverty: An integrated approach. *Energy Policy*, 149, 112099.
- Chi F., Xu Y. (2022). Building performance optimization for university dormitory through integration of digital gene map into multi-objective genetic algorithm. *Applied Energy*, 307, 118211.
- Churchill S. A., Smyth R., Farrell L. (2020). Fuel poverty and subjective wellbeing. *Energy Economics*, 86, 104650.
- Ciardello A., Rosso F., Dell'Olmo J., Ciancio V., Ferrero M., Salata F. (2020). Multi-objective approach to the optimization of shape and envelope in building energy design. *Applied Energy*, 280, 115984.
- Civic A., Vucijak B. (2014). Multi-criteria Optimization of Insulation Options for Warmth of Buildings to Increase Energy Efficiency. *Procedia Engineering*, 69, 911–920.
- Cong S., Nock D., Qiu Y. L., Xing B. (2022). Unveiling hidden energy poverty using the energy equity gap. *Nature Communications*, 13, 2456.

- Contreras R. F., Moyano J., Rico F. (2016). Genetic algorithm-based approach for optimizing the energy rating on existing buildings. *Building Services Engineering Research and Technology*, 37(6), 664–681.
- D'Agostino D., Parker D., Melià P. (2019). Environmental and economic implications of energy efficiency in new residential buildings: A multi-criteria selection approach. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100412.
- Dagoumas A., Kitsios F. (2014). Assessing the impact of the economic crisis on energy poverty in Greece. *Sustainable Cities and Society*, 13, 267–278.
- Dall'O' G., Norese M. F., Galante A., Novello C. (2013). A Multi-Criteria Methodology to Support Public Administration Decision Making Concerning Sustainable Energy Action Plans. *Energies*, 6(8), 4308–4330.
- Debbarma B., Chakraborti P., Bose P. K., Deb M., Banerjee R. (2017). Exploration of PROMETHEE II and VIKOR methodology in a MCDM approach for ascertaining the optimal performance-emission trade-off vantage in a hydrogen-biohol dual fuel endeavour. *Fuel*, 210, 922–935.
- Delgarm N., Sajadi B., Delgarm S. (2016). Multi-objective optimization of building energy performance and indoor thermal comfort: a new method using artificial bee colony (ABC). *Energy and Buildings*, 131, 42–53.
- Dirutigliano D. C., Delmastro C., Moghadam S. T. (2018). A multi-criteria application to select energy retrofit measures at the building and district scale. *Thermal Science and Engineering Progress*, 6, 457–464.
- Djuric N., Novakovic V., Holst J., Mitrovic Z. (2007). Optimization of energy consumption in buildings with hydronic heating systems considering thermal comfort by use of computer-based tools. *Energy and Buildings*, 39, 471–477.
- Echenagucia T. M., Capozzoli A., Cascone Y., Sassone M. (2015). The early design stage of a building envelope: Multi-objective search through heating, cooling and lighting energy performance analysis. *Applied Energy*, 154, 577–591.
- Eskander M. M., Sandoval-Reyes M., Silva C. A., Vieira S. M., Sousa J. M. C. (2017). Assessment of energy efficiency measures using multi-objective optimization in Portuguese households. *Sustainable Cities and Society*, 35, 764–773.
- Fabbri K. (2015). Building and fuel poverty, an index to measure fuel poverty: An Italian case study. *Energy*, 89, 244–258.
- Fan Y., Xia X. (2017). A multi-objective optimization model for energy-efficiency building envelope retrofitting plan with rooftop PV system installation and maintenance. *Applied Energy*, 189, 327–335.
- Fan Y., Xia X. (2018). Building retrofit optimization models using notch test data considering energy performance certificate compliance. *Applied Energy*, 228, 2140–2152.
- Ferdyn-Grygierek J., Grygierek K. (2017). Multi-Variable Optimization of Building Thermal Design Using Genetic Algorithms. *Energies*, 10(10), 1570.
- Ferrara M., Sirombo E., Fabrizio E. (2018). Automated optimization for the integrated design process: the energy, thermal and visual comfort nexus. *Energy and Buildings*, 168, 413–427.

- Fizaine F., Kahouli S. (2019). On the power of indicators: How the choice of fuel poverty indicator affects the identification of the target population. *Applied Economics*, 51(11), 1081–1110.
- Forouli A., Gkonis N., Nikas A., Siskos E., Doukas H., Tourkolias C. (2019). Energy efficiency promotion in Greece in light of risk: Evaluating policies as portfolio assets. *Energy*, 170, 818–831.
- Gatto A., Busato F. (2020). Energy vulnerability around the world: The global energy vulnerability index (GEVI). *Journal of Cleaner Production*, 253, 118691.
- Gevelt T., Holzeis C. C., Jones B., Safdar M. T. (2016). Insights from an energy poor Rwandan village. *Energy for Sustainable Development*, 32, 121–129.
- Ghafghazi S., Sowlati T., Sokhansanj S., Melin S. (2010). A multicriteria approach to evaluate district heating system options. *Applied Energy*, 87(4), 1134–1140.
- Giouri E. D., Tenpierik M., Turrin M. (2020). Zero energy potential of a high-rise office building in a Mediterranean climate: Using multi-objective optimization to understand the impact of design decisions towards zero-energy high-rise buildings. *Energy and Buildings*, 209, 109666.
- Gkonis N., Arsenopoulos A., Stamatiou A., Doukas H. (2020). Multi-perspective design of energy efficiency policies under the framework of national energy and climate action plans. *Energy Policy*, 140, 111401.
- Goldbach K., Rotaru A. M., Reichert S., Stiffa G., Gölza S. (2018). Which digital energy services improve energy efficiency? A multi-criteria investigation with European experts. *Energy Policy*, 115, 239–248.
- Gómez-Navarro T., Calero-Pastora M., Pellicer-Sifres V., Lillo-Rodrigo P., Alfonso-Solar D., Pérez-Navarro Á. (2021). Fuel poverty map of Valencia (Spain): Results of a direct survey to citizens and recommendations for policy making. *Energy Policy*, 151, 112162.
- Gouveia J. P., Palma P., Simoes S. G. (2019). Energy poverty vulnerability index: A multidimensional tool to identify hotspots for local action. *Energy Reports*, 5, 187–201.
- Grujić M., Ivezić D., Živković M. (2014). Application of multi-criteria decision-making model for choice of the optimal solution for meeting heat demand in the centralized supply system in Belgrade. *Energy*, 67, 341–350.
- Hamdy M., Hasan A., Siren K. (2013). A multi-stage optimization method for cost-optimal and nearly-zero-energy building solutions in line with the EPBD-recast 2010. *Energy and Buildings*, 56, 189–203.
- Heindl P., Schüssler R. (2015). Dynamic properties of energy affordability measures. *Energy Policy*, 86, 123–132.
- Henriques C. O., Coelho D. H., Antunes C. H. (2015). A multi-objective input-output model to assess E4 impacts of building retrofitting measures to improve energy efficiency. *Technological and Economic Development of Economy*, 21(3), 483–494.
- Hills J. (2011). Fuel poverty: The problem and its measurement. *Case Report*, 69, 192.
- Hills J. (2012). Getting the measure of fuel poverty: final report of the Fuel Poverty Review. *Case Report*, 72, 237.

- Hong T., Kim J., Lee M. (2019). A multi-objective optimization model for determining the building design and occupant behaviors based on energy, economic, and environmental performance. *Energy*, 174, 823–834.
- Hong X., Wu S., Zhang X. (2022). Clean energy powers energy poverty alleviation: Evidence from Chinese micro-survey data. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121737.
- Hosseini S. M. A., De la Fuente A., Pons O. (2016). Multi-criteria decision-making method for assessing the sustainability of post-disaster temporary housing units technologies: A case study in Bam, 2003. *Sustainable Cities and Society*, 20, 38–51.
- Hovanov N. (1996). ASPID-METHOD: Analysis and Synthesis of Parameters under Information Deficiency. *Petersburg State University Press: St. Petersburg*.
- Hsueh S.–L. (2012). A Fuzzy Utility-Based Multi-Criteria Model for Evaluating Households' Energy Conservation Performance: A Taiwanese Case Study. *Energies*, 5(8), 2818–2834.
- Hsueh S.–L., Yan M.–R. (2011). Enhancing Sustainable Community Developments A Multi-criteria Evaluation Model for Energy Efficient Project Selection. *Energy Procedia*, 5, 135–144.
- Invidiata A., Lavagna M., Ghisia E. (2018). Selecting design strategies using multi-criteria decision making to improve the sustainability of buildings. *Building and Environment*, 139, 58–68.
- Jafari A., Valentin V. (2017). An optimization framework for building energy retrofits decision-making. *Building and Environment*, 115, 118–129.
- Jovanovic M., Afgan N., Bakic V. (2010). An analytical method for the measurement of energy system sustainability in urban areas. *Energy*, 35(9), 3909–3920.
- Juodagalvienė B., Turskis Z., Šaparauskas J., Endriukaitytė A. (2017). Integrated multi-criteria evaluation of house's plan shape based on the EDAS and SWARA methods. *Engineering Structures and Technologies*, 9(3), 117–125.
- Kahouli S. (2020). An economic approach to the study of the relationship between housing hazards and health: The case of residential fuel poverty in France. *Energy Economics*, 85, 104592.
- Kahouli S., Okushima S. (2021). Regional energy poverty reevaluated: A direct measurement approach applied to France and Japan. *Energy Economics*, 102, 105491.
- Kalbar P. P., Karmakar S., Asolekar S. R. (2012). Selection of an appropriate wastewater treatment technology: a scenario-based multiple-attribute decision-making approach. *Journal of Environmental Management*, 113, 158–169.
- Kalfountzou E., Papada L., Damigos D., Degiannakis S. (2022). Predicting energy poverty in Greece through statistical data analysis. *International Journal of Sustainable Energy*, 2092105.
- Kambezidis H. D., Kasselouri B., Konidari P. (2011). Evaluating policy options for increasing the RES-E penetration in Greece. *Energy Policy*, 39(9), 5388–5398.

- Kamilaris A., Pitsillides A., Fidas C. (2016). Social electricity: A case study on users perceptions in using green ICT social applications. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 15(1), 67–88.
- Karaguzel O. T., Zhang R., Lam K. P. (2014). Coupling of whole-building energy simulation and multi-dimensional numerical optimization for minimizing the life cycle costs of office buildings. *Building Simulation*, 7, 111–121.
- Karásek J., Pojar J. (2018). Programme to reduce energy poverty in the Czech Republic. *Energy Policy*, 115, 131–137.
- Karmellos M., Kiprakis A., Mavrotas G. (2015). A multi-objective approach for optimal prioritization of energy efficiency measures in buildings: model, software and case studies. *Applied Energy*, 139, 131–150.
- Khanna R. A., Li Y., Mhaisalkar S., Kumar M., Liang L. J. (2019). Comprehensive energy poverty index: Measuring energy poverty and identifying micro-level solutions in South and Southeast Asia. *Energy Policy*, 132, 379–391.
- Kim J., Son D., Jeong D. (2017). Two-Stage Integer Programming Model for Building Retrofit Planning for Energy Saving in South Korea. *Sustainability*, 9(11), 2087.
- Kimemia D., Vermaak C., Pachauri S., Rhodes B. (2014). Burns, scalds and poisonings from household energy use in South Africa: Are the energy poor at greater risk? *Energy for Sustainable Development*, 18, 1–8.
- Konis K., Gamas A., Kensek K. (2016). Passive performance and building form: An optimization framework for early-stage design support. *Solar Energy*, 125, 161–179.
- Kose T. (2019). Energy poverty and health: The Turkish case. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 14(5), 201–213.
- Kyprianou I., Serghides D. (2020). Dealing with energy poverty in Cyprus – an overview. *International Journal of Sustainable Energy*, 39(4), 308–320.
- Lai Y. J., Liu T. Y., Hwang C. L. (1994). TOPSIS for MODM. *European Journal of Operational Research*, 76(3), 486–500.
- Lanjewar P. B., Rao R. V., Kale A. V. (2015). Assessment of alternative fuels for transportation using a hybrid graph theory and analytic hierarchy process method. *Fuel*, 154, 9–16.
- Lee W.-N., Kim H.-J., Park J.-B., Roh J.-H., Chae M.-S. (2013). Development of Investment Strategies of Energy Efficiency Programs in Korea. *Journal of International Council on Electrical Engineering*, 3(1), 38–44.
- Lee W.-S., Lin L.-C. (2011). Evaluating and ranking the energy performance of office building using technique for order preference by similarity to ideal solution. *Applied Thermal Engineering*, 31(6), 3521–3525.
- Legendre B., Ricci O. (2015). Measuring fuel poverty in France: which households are the most fuel vulnerable?. *Energy Economics*, 49, 620–628.
- Lin B., Wang Y. (2020). Does energy poverty really exist in China? From the perspective of residential electricity consumption. *Energy Policy*, 143, 111557.



- Lin Y., Zhou S., Yang W., Li C.–Q. (2018). Design optimization considering variable thermal mass, insulation, absorptance of solar radiation, and glazing ratio using a prediction model and genetic algorithm. *Sustainability*, 10(2), 336.
- Llera–Sastresa E., Scarpellini S., Rivera–Torres P., Aranda J., Zabalza–Bribián., Aranda–Usón A. (2017). Energy vulnerability composite index in social housing, from a household energy poverty perspective. *Sustainability*, 9(5), 691.
- Lode M. L., Heuninckx S., Boveldt G., Macharis C., Coosemans T. (2022). Designing successful energy communities: A comparison of seven pilots in Europe applying the Multi-Actor Multi-Criteria Analysis. *Energy Research & Social Science*, 90, 102671.
- Lu S., Ren J., Lee C. K. M., Zhang L. (2022). Spatial-temporal energy poverty analysis of China from subnational perspective. *Journal of Cleaner Production*, 341, 130907.
- Lu Y., Wang S., Zhao Y., Yan C. (2015). Renewable energy system optimization of low/zero energy buildings using single-objective and multi-objective optimization methods. *Energy and Buildings*, 89, 61–75.
- Lyra K., Mirasgedis S., Tourkolias C. (2022). From measuring fuel poverty to identification of fuel poor households: a case study in Greece. *Energy Efficiency*, 15, 6.
- Ma R., Deng L., Ji Q., Zhai P. (2022). Environmental regulations, clean energy access, and household energy poverty: Evidence from China. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121862.
- Magnier L., Haghghat F. (2010). Multiobjective optimization of building design using TRNSYS simulations, genetic algorithm and Artificial Neural Network, *Building and Environment*, 45(3), 739–746.
- Malatji E. M., Zhang, J., Xia X. (2013). A multiple objective optimisation model for building energy efficiency investment decision. *Energy and Buildings*, 61, 81–87.
- Malla S. (2013). Household energy consumption patterns and its environmental implications: Assessment of energy access and poverty in Nepal. *Energy Policy*, 61, 990–1002.
- Mardani A., Zavadskas E. K., Streimikiene D., Jusoh A., Nor K. M. D., Khoshnoudi M. (2016). Using fuzzy multiple criteria decision making approaches for evaluating energy saving technologies and solutions in five star hotels: A new hierarchical framework. *Energy*, 117(Part 1), 131–148.
- Marinakis V., Doukas H., Xidonas P., Zopounidis C. (2017). Multicriteria decision support in local energy planning: An evaluation of alternative scenarios for the sustainable energy action plan. *Omega (United Kingdom)*, 69, 1–16.
- Markowitz H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
- Marz S. (2018). Assessing the fuel poverty vulnerability of urban neighbourhoods using a spatial multi-criteria decision analysis for the German city of Oberhausen. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 1701–1711.
- Mattioli G., Philips I., Anable J., Chatterton T. (2019). Vulnerability to motor fuel price increases: Socio-spatial patterns in England. *Journal of Transport Geography*, 78, 98–114.

- Mattioli G., Wadud Z., Lucas K. (2018). Vulnerability to fuel price increases in the UK: A household level analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 227–242.
- Maxim A., Mihai C., Apostoaie C.–M., Popescu C., Istrate C., Bostan I. (2016). Implications and measurement of energy poverty across the European union. *Sustainability*, 8(5), 483.
- Mejjaouli S., Alzahrani M. (2020). Decision-making model for optimum energy retrofitting strategies in residential buildings. *Sustainable Production and Consumption*, 24, 211–218.
- Mendoza C. B., Cayonte D. D. D., Leabres M. S., Manaligod L. R. A. (2019). Understanding multidimensional energy poverty in the Philippines. *Energy Policy*, 133, 110886.
- Moore R. (2012). Definitions of fuel poverty: Implications for policy. *Energy Policy*, 49, 19–26.
- Mrówczyńska M., Skiba M., Sztubecka M., Bazan–Krzywoszańska A., Kazak, J. K., Gajownik P. Scenarios as a tool supporting decisions in urban energy policy: The analysis using fuzzy logic, multi-criteria analysis and GIS tools. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110598.
- Mukisa N., Zamora R., Lie T. T. (2022). Multi criteria analysis of alternative energy technologies based on their predicted impact on community sustainable livelihoods capitals: A case of Uganda. *Renewable Energy*, 182, 1103–1125.
- Negendahl K., Nielsen T. R. (2015). Building energy optimization in the early design stages: A simplified method. *Energy and Buildings*, 105, 88–99.
- Neofytou H., Sarafidis Y., Gkonis N., Mirasgedis S., Askounis D. (2020). Energy Efficiency contribution to sustainable development: A multi-criteria approach in Greece. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(10–12), 572–604.
- Neves A. R., Leal V., Lourenço J. C. (2015). A methodology for sustainable and inclusive local energy planning. *Sustainable Cities and Society*, 17, 110–121.
- Neves L. P., Martins A. G., Antunes C. H., Dias L. C. (2008). A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency. *Energy Policy*, 36(7), 2351–2363.
- Nguyen L. T., Ratnasiri S., Wagner L. (2023). Does Income Affect Climbing the Energy Ladder? A New Utility-Based Approach for Measuring Energy Poverty. *The Energy Journal*, 44(4).
- Niemelä T., Levy K., Kosonen R., Jokisalo J. (2017). Cost-optimal renovation solutions to maximize environmental performance, indoor thermal conditions and productivity of office buildings in cold climate. *Sustainable Cities and Society*, 32, 417–434.
- Nikas A., Doukas H., López L. M. (2018). A group decision making tool for assessing climate policy risks against multiple criteria. *Heliyon*, 4(3), e00588.
- Ntaintasis E., Mirasgedis S., Tourkolias C. (2019). Comparing different methodological approaches for measuring energy poverty: Evidence from a survey in the region of Attika. Greece. *Energy Policy*, 125, 160–169.
- Nussbaumer P., Bazilian M., Modi V. (2012). Measuring energy poverty: Focusing on what matters. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 16, 231–243.

- Nussbaumer P., Nerini F. F., Onyeji I., Howells, M. (2013). Global insights based on the multidimensional energy poverty index (MEPI). *Sustainability*, 5(5), 2060–2076.
- Ochoa C. E., Aries M. B. C., van Loenen E. J., Hensen J. L. M. (2012). Considerations on design optimization criteria for windows providing low energy consumption and high visual comfort. *Applied Energy*, 95, 238–245.
- Odeh R. P., Watts D., Flores Y. (2018). Planning in a changing environment: applications of portfolio optimisation to deal with risk in the electricity sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82(Part 3), 3808–3823.
- Okushima S. (2017). Gauging energy poverty: A multidimensional approach. *Energy*, 137, 1159–1166.
- Okushima S. (2019). Understanding regional energy poverty in Japan: A direct measurement approach. *Energy and Buildings*, 193, 174–184.
- Olang T. A., Esteban M., Gasparatos A. (2018). Lighting and cooking fuel choices of households in Kisumu City, Kenya: A multidimensional energy poverty perspective. *Energy for Sustainable Development*, 42, 1–13.
- Ongpeng J. M. C., Rabe B. I. B., Razon L. F., Aviso K. B., Tan R. R. (2022). A multi-criterion decision analysis framework for sustainable energy retrofit in buildings. *Energy*, 239(Part D), 122315.
- OpenExp. (2019). European Energy Poverty Index (EEPI): Assessing Member States' Progress in Alleviating the Domestic and Transport Energy Poverty Nexus.
- Opricovic S., Tzeng G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445–455.
- Pablo Q. S., Paloma T., Francisco J. T. (2019). Energy poverty in Ecuador. *Sustainability*, 11, 6320.
- Papada L., Kaliampakos D. (2018). A Stochastic Model for energy poverty analysis. *Energy Policy*, 116, 153–164.
- Papapostolou A., Mexis F. D., Sarmas E., Karakosta C., Psarras, J. (2020). Web-based Application for Screening Energy Efficiency Investments: A MCDA Approach. *11<sup>th</sup> International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*, 1–7.
- Patel M. R., Vashi M. P., Bhatt B. V. (2017). SMART-Multi-criteria decision-making technique for use in planning activities.
- Paul S., Sarkar B., Bose P. K. (2015). Eclectic decision for the selection of tree borne oil (TBO) as alternative fuel for internal combustion engine. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 48, 256–263.
- Perera P., Hewage K., Alam M. S., Mèrida W., Sadiq R. (2018). Scenario-based economic and environmental analysis of clean energy incentives for households in Canada: Multi criteria decision making approach. *Journal of Cleaner Production*, 198, 170–186.

- Pino–Mejías R., Pérez–Fargallo A., Rubio–Bellido C., Pulido–Arcas J. A. (2018). Artificial neural networks and linear regression prediction models for social housing allocation: Fuel Poverty Potential Risk Index. *Energy*, 164, 627–641.
- Platten J. (2022). Energy poverty in Sweden: Using flexibility capital to describe household vulnerability to rising energy prices. *Energy Research & Social Science*, 91, 102746.
- Pombo O., Allacker K., Rivela B., Neila J. (2016). Sustainability assessment of energy saving measures: A multi-criteria approach for residential buildings retrofitting – A case study of the Spanish housing stock. *Energy and Buildings*, 116, 384–394.
- Ponte G. P., Calili R. F., Souza R. C. (2021). Energy generation in Brazilian isolated systems: Challenges and proposals for increasing the share of renewables based on a multicriteria analysis. *Energy for Sustainable Development*, 61, 74–88.
- Price C. W., Brazier K., Wang W. (2012). Objective and subjective measures of fuel poverty. *Energy Policy*, 49, 33–39.
- Pysar N., Dergacheva V., Bandura A., Pásztorová J. (2018). Composite fuel poverty index as a means to assess energy security of the country. *Economic Annals-XXI*, 169, 50–56.
- Qin L., Chen W., Sun L. (2022). Impact of energy poverty on household quality of life based on Chinese household survey panel data. *Journal of Cleaner Production*, 366, 132943.
- Rabani M., Madessa H. B., Mohseni O., Nord N. (2020). Minimizing delivered energy and life cycle cost using Graphical script: An office building retrofitting case. *Applied Energy*, 268, 114929.
- Rademaekers K., Yearwood J., Ferreira A., Pye S., Hamilton I., Agnolucci P., Grover D., Karásek J., Anisimova N. (2016). Selecting indicators to measure energy poverty. Brussels: European Commission, DG Energy.
- Recalde M., Peralta A., Oliveras L., Tirado–Herrero S., Borrell C., Palència L., Gotsens M., Artazcoz L., Marí–Dell’Olmo M. (2019). Structural energy poverty vulnerability and excess winter mortality in the European Union: Exploring the association between structural determinants and health. *Energy Policy*, 133, 110869.
- Ren H., Gao W., Zhou W., Nakagami K. (2009). Multi-criteria evaluation for the optimal adoption of distributed residential energy systems in Japan. *Energy Policy*, 37, 5484–5493.
- Robles–Bonilla T., Cedano K. G. (2021). Addressing Thermal Comfort in Regional Energy Poverty Assessment with Nussbaumer’s MEPI. *Sustainability*, 13(1), 352.
- Rocchi L., Kadziński M., Menconi M. E., Grohmann D., Miebs G., Paolotti L., Boggia A. (2018). Sustainability evaluation of retrofitting solutions for rural buildings through life cycle approach and multi-criteria analysis. *Energy and Buildings*, 173, 281–290.
- Rojas–Zerpa J. C., Yusta J. M. (2015). Application of multicriteria decision methods for electric supply planning in rural and remote areas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 557–571.
- Romani Z., Draoui A., Allard F. (2022). Metamodeling and multicriteria analysis for sustainable and passive residential building refurbishment: A case study of French housing stock. *Building Simulation*, 15(3), 453–472.

- Romero J. C., Linares P., Lopez X. (2018). The policy implications of energy poverty indicators. *Energy Policy*, 115, 98–108.
- Roy B. (1985). Méthodologie multicritère d' aide à la décision. *Economica*.
- Roy B., Présent D. M., Silhol D. (1986). A programming method for determining which Paris metro stations should be renovated. *European Journal of Operational Research*, 24(2), 318–334.
- Saaty T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9–26.
- Sadat S. A., Fini M. V., Hashemi–Dezaki H., Nazififard M. (2021). Barrier analysis of solar PV energy development in the context of Iran using fuzzy AHP-TOPSIS method. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101549.
- Sadath A. C., Acharya, R. H. (2017). Assessing the extent and intensity of energy poverty using Multidimensional Energy Poverty Index: Empirical evidence from households in India. *Energy Policy*, 102, 540–548.
- Samarasinghalage T. I., Wijeratne W. M. P. U., Yang R. J., Wakefield R. (2022). A multi-objective optimization framework for building-integrated PV envelope design balancing energy and cost. *Journal of Cleaner Production*, 342, 130930.
- Sanchez–Guevara C., Peiro M. N., Taylor J., Mavrogianni A., Gonzalez J. N. (2019). Assessing population vulnerability towards summer energy poverty: Case studies of Madrid and London. *Energy and Buildings*, 190, 132–143.
- Santillan O. S., Cedano K. G., Martinez M. (2020). Analysis of energy poverty in 7 Latin American countries using multidimensional energy poverty index. *Energies*, 13(7), 1608.
- Scarpellini S., Hernández M. A. S., Moneva J. M., Portillo–Tarragona P., Rodríguez M. E. L. (2019). Measurement of spatial socioeconomic impact of energy poverty. *Energy Policy*, 124, 320–331.
- Schlör H., Fischer W., Hake J. F. (2016). Analysing Gordon's trade-off by adapting Thurow's approach of pure public good to the German energy sector. *Energy Sustainability and Society*, 6, 34.
- Schwartz, Y., Raslan R., Mumovic D. (2016). Implementing multi objective genetic algorithm for life cycle carbon footprint and life cycle cost minimisation: a building refurbishment case study. *Energy*, 97, 58–68.
- Seddiki M., Bennadji A. (2019). Multi-criteria evaluation of renewable energy alternatives for electricity generation in a residential building. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 110, 101–117.
- Seuret–Jimenez D., Robles–Bonilla T., Cedano K. G. (2020). Measurement of energy access using fuzzy logic. *Energies*, 13(12), 3266.
- Shad R., Khorrami M., Ghaemi M. (2017). Developing an Iranian green building assessment tool using decision making methods and geographical information system: Case study in Mashhad city. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 324–340.

- Shao Y., Geyer P., Lang W. (2014). Integrating requirement analysis and multi-objective optimization for office building energy retrofit strategies. *Energy and Buildings*, 82, 356–368.
- Si J., Marjanovic–Halburd L., Nasiri F., Bell S. (2016). Assessment of building-integrated green technologies: A review and case study on applications of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method. *Sustainable Cities and Society*, 27, 106–115.
- Siksnylyte–Butkiene I., Streimikiene D., Balezentis T. (2021). Multi-criteria analysis of heating sector sustainability in selected North European countries. *Sustainable Cities and Society*, 69, 102826.
- Siksnylyte I., Zavadskas E. K., Bausys R., Streimikiene D. (2019). Implementation of EU energy policy priorities in the Baltic Sea Region countries: Sustainability assessment based on neutrosophic MULTIMOORA method. *Energy Policy*, 125, 90–102.
- Singh V. K., Henriques C. O., Martins A. G. (2019). A multiobjective optimization approach to support end-use energy efficiency policy design – the case-study of India. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 23, 55–68.
- Siskos Y., Grigoroudis E., Matsatsinis N. F. (2016). UTA Methods. In: Greco, S., Ehrgott, M., Figueira, J. (eds) Multiple Criteria Decision Analysis. *International Series in Operations Research & Management Science*, 233.
- Sokolowski J., Lewandowski P., Kielczewska A., Bouzarovski S. (2020). A multidimensional index to measure energy poverty: The Polish case. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 92–112.
- Song L., Lieu J., Nikas A., Arsenopoulos A., Vasileiou G., Doukas H. (2020). Contested energy futures, conflicted rewards? Examining low-carbon transition risks and governance dynamics in China's built environment. *Energy Research & Social Science*, 59, 101306.
- Spiliotis E., Arsenopoulos A., Kanellou E., Psarras J., Kontogiorgos P. (2020). A multi-sourced data based framework for assisting utilities identify energy poor households: A case-study in Greece. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 49–71.
- Spyridaki N.–A., Banaka S., Flamos A. (2016). Evaluating public policy instruments in the Greek building sector. *Energy Policy*, 88, 528–543.
- Ssenono V. F., Ntayi J. M., Buyinza F., Wasswa F., Aarakit S. M., Mukizaa C. N. (2021). Energy poverty in Uganda: Evidence from a multidimensional approach. *Energy Economics*, 101, 105445.
- Tait L. (2017). Towards a multidimensional framework for measuring household energy access: Application to South Africa. *Energy for Sustainable Development*, 38, 1–9.
- Thomson H., Snell C. (2013). Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union. *Energy Policy*, 52, 563–572.
- Vallée J.–C., Ferrara M., Astolfi A., Fabrizio E. (2017). Trade-off between sound insulation performance and cost-optimality in a residential nZEB. *Energy Procedia*, 140, 57–66.
- Vanezi E., Photiadis T., Yeratziotis A., Achilleos A. P., Mettouris C., Papadopoulos G. A. (2022). IDEA: A software toolkit for energy awareness. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*.

- Vasić G. (2018). Application of multi criteria analysis in the design of energy policy: Space and water heating in households – City Novi Sad, Serbia. *Energy Policy*, 113, 410–419.
- Vučičević B., Jovanović M., Afgan M., Turanjanin V. (2014). Assessing the sustainability of the energy use of residential buildings in Belgrade through multi-criteria analysis. *Energy and Buildings*, 69, 51–61.
- Walker R., McKenzie P., Liddell C., Morris C. (2014). Estimating fuel poverty at household level: An integrated approach. *Energy and Buildings*, 80, 469–479.
- Wang Y., Qu K., Chen X., Gan G., Riffat S. (2022). An innovative retrofit Motivation-Objective-Criteria (MOC) approach integrating homeowners' engagement to unlocking low-energy retrofit in residential buildings. *Energy and Buildings*, 259, 111834.
- Wang K., Wang Y.–X., Li K., Wei Y.–M. (2015). Energy poverty in China: An index based comprehensive evaluation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 308–323.
- Wang Y., Wei C. (2021). Design optimization of office building envelope based on quantum genetic algorithm for energy conservation. *Journal of Building Engineering*, 35, 102048.
- Wang L., Xu L., Song H. (2011). Environmental performance evaluation of Beijing's energy use planning. *Energy Policy*, 39(6), 3483–3495.
- Watson D., Maitre, B. (2015). Is Fuel Poverty in Ireland a Distinct Type of Deprivation?. *The Economic and Social Review*, 46(2), 267–291.
- Wu R., Mavromatidis G., Orehounig K., Carmeliet J. (2017). Multiobjective optimisation of energy systems and building envelope retrofit in a residential community. *Applied Energy*, 190, 634–649.
- Yang Y., Ren J., Solgaard H. S., Xu D., Nguyen T. T. (2018). Using multi-criteria analysis to prioritize renewable energy home heating technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 29, 36–43.
- Zhai Y., Wang Y., Huang Y., Meng X. (2019). A multi-objective optimization methodology for window design considering energy consumption, thermal environment and visual performance. *Renewable Energy*, 134, 1190–1199.
- Zhang A., Bokel R., van den Dobbelsteen A., Sun Y., Huang Q., Zhang Q. (2017). Optimization of thermal and daylight performance of school buildings based on a multi-objective genetic algorithm in the cold climate of China. *Energy and Buildings*, 139, 371–384.
- Zhao J., Du Y. (2020). Multi-objective optimization design for windows and shading configuration considering energy consumption and thermal comfort: A case study for office building in different climatic regions of China. *Solar Energy*, 206, 997–1017.

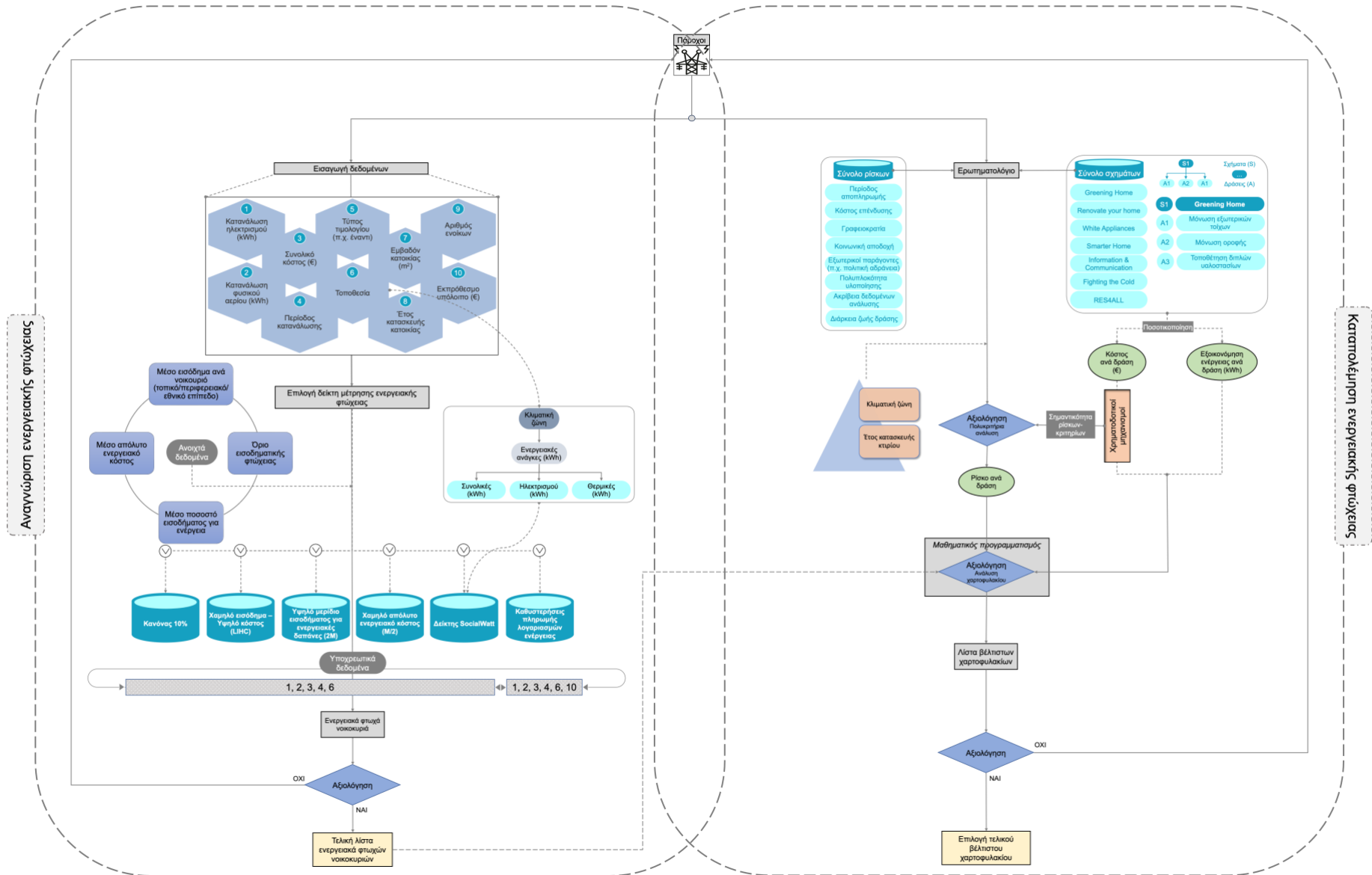
## 4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στα Κεφάλαια που προηγήθηκαν, καθιστά σαφή την ανάγκη ανάπτυξης ενός μεθοδολογικού πλαισίου υποστήριξης των προμηθευτών ενέργειας στην αναγνώριση και καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας. Στην ενότητα αυτή λοιπόν, αποτυπώνεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που αναπτύχθηκε στην προσπάθεια ανάδειξης της προοπτικής και του σημαντικού ρόλου που μπορούν να διαδραματίσουν οι προμηθευτές ενέργειας στον διαρκή αγώνα ενάντια στο πρόβλημα της ενεργειακής φτώχειας.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο που προτείνεται, απαρτίζεται από δύο διακριτές επιμέρους συνιστώσες, οι οποίες είναι διαμορφωμένες κατά τέτοιο τρόπο ώστε να λειτουργούν συμπληρωματικά η μια ως προς την άλλη, χωρίς όμως αυτό να συνεπάγεται κατ' ανάγκη ότι δεν μπορούν να αξιοποιηθούν ξεχωριστά για να επιτελέσουν συγκεκριμένες λειτουργίες. Οι δύο μεθοδολογικές συνιστώσες, έχουν σχεδιαστεί ώστε να συνεισφέρουν, η πρώτη στην αναγνώριση της ενεργειακής φτώχειας μέσω του εντοπισμού των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών–πελατών των προμηθευτών ενέργειας, και η δεύτερη στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας μέσω της διαμόρφωσης συντονισμένου σχεδίου δράσης, βασισμένου στην υλοποίηση συγκεκριμένων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ στα νοικοκυριά που υποφέρουν.

Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο αποτυπώνεται στο σύνολό του στο Σχήμα 4.1. Για λόγους όμως ευκολότερης και βαθύτερης κατανόησης του τρόπου λειτουργίας του, αλλά και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των δυο μεθοδολογικών συνιστωσών του, οι τελευταίες θα αναλυθούν λεπτομερώς σε ξεχωριστές ενότητες. Αξίζει να σημειωθεί πως το μεθοδολογικό πλαίσιο που παρουσιάζεται στις επόμενες ενότητες, απευθύνεται αποκλειστικά σε προμηθευτές ενέργειας, και ως εκ τούτου, όλα τα βήματα που περιλαμβάνονται στις επιμέρους συνιστώσες έχουν ως αφετηρία τους προμηθευτές ενέργειας.





Σχήμα 4.1 Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο απαρτιζόμενο από δυο επιμέρους συνιστώσες.

#### 4.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Ο στόχος αυτής της μεθοδολογικής συνιστώσας είναι να βοηθήσει τους προμηθευτές ενέργειας να εντοπίσουν τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μεταξύ των πελατών τους. Στη συνέχεια περιγράφονται τα επιμέρους βήματα που περιλαμβάνονται στη διαδικασία αναγνώρισης της ενεργειακής φτώχειας (σ.σ. ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών), όπως αυτά προβλέπονται μέσω της προτεινόμενης μεθοδολογικής συνιστώσας:

1. *Εισαγωγή δεδομένων:* Τα απαιτούμενα δεδομένα εισόδου που αξιοποιούνται σε όλους τους δείκτες μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας που χρησιμοποιούνται, περιέχουν τυπικά πραγματικά ενεργειακά δεδομένα νοικοκυριών, προερχόμενα από τους προμηθευτές ενέργειας, στα οποία περιλαμβάνονται τα εξής (Σχήμα 4.1):
  - ▲ Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)
  - ▲ Κατανάλωση φυσικού αερίου (kWh)
  - ▲ Περίοδος κατανάλωσης ενέργειας
  - ▲ Ετήσια ενεργειακή δαπάνη (€) ανά νοικοκυριό
  - ▲ Γεωγραφική τοποθεσία του νοικοκυριού.

Αν και η συγκεκριμένη μεθοδολογική συνιστώσα απαιτεί τουλάχιστον τα παραπάνω δεδομένα για να λειτουργήσει ομαλά, πρόσθετα δεδομένα που μπορούν να ανακτήσουν οι προμηθευτές ενέργειας, όπως το έτος κατασκευής του κτιρίου, τα προφίλ δραστηριότητας (π.χ., αριθμός ενοίκων, κ.λπ.), το εμβαδόν της κατοικίας, το έτος κατασκευής της κ.λπ., θα επιτρέψουν την καλύτερη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου αναγνώρισης ενεργειακής φτώχειας ικανό να παρέχει πιο αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα.

2. *Επιλογή δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας:* Η προτεινόμενη μεθοδολογική συνιστώσα αξιοποιεί ως βάση για την αναγνώριση της ενεργειακής φτώχειας τους ακόλουθους έξι δείκτες:
  - ▲ Δείκτης 10%
  - ▲ Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC)
  - ▲ Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2)
  - ▲ Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)
  - ▲ Καθυστέρηση πληρωμής ενεργειακών λογαριασμών
  - ▲ Δείκτης SocialWatt

Εκτενής περιγραφή των εν λόγω δεικτών παρουσιάζεται στην Ενότητα 2.3 της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Ο Πίνακας 4.1 παρουσιάζει στις παραμέτρους που περιλαμβάνονται σε κάθε δείκτη μέτρησης, καθώς και τα ελάχιστα απαιτούμενα δεδομένα από τους προμηθευτές ενέργειας.

**Πίνακας 4.1** Εξεταζόμενοι δείκτες μέτρησης ενεργειακής φτώχειας στο πλαίσιο της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας, παράμετροι διαμόρφωσης για τον καθένα, και ελάχιστα απαιτούμενα δεδομένα από τους προμηθευτές ενέργειας.

Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Ελάχιστα απαιτούμενα δεδομένα από προμηθευτές ενέργειας (ανά νοικοκυριό)
Κανόνας 10%	Μέσο εθνικό εισόδημα ανά νοικοκυριό	
Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος-Υψηλού κόστους (LHC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Μέσο εθνικό εισόδημα ανά νοικοκυριό</li> <li>✓ Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας</li> <li>✓ Μέση εθνική ενεργειακή δαπάνη</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✧ Κατανάλωση ενέργειας (ηλεκτρισμός ή/και φυσικό αέριο (κατά περίπτωση))</li> <li>✧ Συνολική ενεργειακή δαπάνη ανά νοικοκυριό</li> <li>✧ Περίοδος κατανάλωσης (σε ετήσια ή τυπικά μετρούμενη βάση)</li> <li>✧ Τοποθεσία (Περιφέρεια, Δήμος, ή Επαρχία)</li> </ul>
Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Μέσο εθνικό εισόδημα ανά νοικοκυριό</li> <li>✓ Εθνική διάμεσος τιμή ενεργειακής δαπάνης (ποσοστό επί του εισοδήματος)</li> </ul>	
Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2)	Εθνική διάμεσος τιμή απόλυτης ενεργειακής δαπάνης	
Δείκτης SocialWatt	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Μέσο εθνικό εισόδημα ανά νοικοκυριό</li> <li>✓ Εμβαδόν τυπικής κατοικίας</li> <li>✓ Κατώτατο όριο ενεργειακής κατανάλωσης</li> <li>✓ Δείκτης Αξιολόγησης Νοικοκυριού</li> <li>✓ Δείκτης Αξιολόγησης Κατοικίας</li> </ul>	
Καθυστερήσεις στην πληρωμή ενεργειακών λογαριασμών	-	

Ο λόγος για τον οποίο η συγκεκριμένη μεθοδολογική συνιστώσα εστιάζει σε αυτούς τους δείκτες έγκειται στο γεγονός ότι είναι αντικειμενικοί και, επομένως, απαλλαγμένοι από υποκειμενικές, αυτοαναφερόμενες εμπειρίες που θα μπορούσαν να ενισχύσουν το αίσθημα της μεροληψίας κατά τη μέτρηση (περισσότερες λεπτομέρειες επί του θέματος περιλαμβάνονται στο Κεφάλαιο 2). Επιπλέον, τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό τους μπορούν να ανακτηθούν και να συνδυαστούν ευκολότερα σε ένα κοινό πλαίσιο ανάλυσης συγκριτικά με άλλες υπάρχουσες προσεγγίσεις.

- i. **Ορισμός του δείκτη SocialWatt:** Εάν η πραγματική κατανάλωση ενέργειας (π.χ., ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο κ.λπ.) ενός νοικοκυριού είναι χαμηλότερη από τις θεωρητικές ενεργειακές του ανάγκες για τη διατήρηση κατάλληλης θερμικής άνεσης, το νοικοκυριό ταξινομείται ως ενεργειακά φτωχό. Σε διαφορετική περίπτωση, λαμβάνεται υπόψη το μερίδιο των εσόδων που χρησιμοποιείται για

την κάλυψη των ενεργειακών δαπανών (σε μηνιαία ή ετήσια βάση) και συγκρίνεται με ένα προκαθορισμένο όριο (Spiliotis et al., 2020). Το διάγραμμα ροής βάσει του οποίου ο δείκτης SocialWatt προσδιορίζει τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.2.

- ii. *Καθορισμός ενεργειακών αναγκών νοικοκυριού:* Ο καθορισμός των ενεργειακών αναγκών (συνολικές, ηλεκτρικές και θερμικές) που αποτελούν βασική και αναγκαία παράμετρο για τον υπολογισμό του δείκτη SocialWatt, πραγματοποιείται μέσω του ορισμού των «νοικοκυριών αναφοράς» για τη χώρα που μελετάται. Τα «νοικοκυριά αναφοράς» ορίζονται βάσει των κλιματικών ζωνών της υπό εξέταση χώρας, δηλαδή καθορίζεται ένα «νοικοκυριό αναφοράς» ανά κλιματική ζώνη.

Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διδακτορικής διατριβής, αξιοποιήθηκαν τα εργαλεία EnergyPlus<sup>1</sup>, Renewables.ninja<sup>2</sup> και Tabula<sup>3</sup>, από κοινού με άλλες πηγές ανοιχτών δεδομένων για την προσέγγιση των ενεργειακών αναγκών ενός «νοικοκυριού αναφοράς». Τα εθνικά πρότυπα (π.χ., συντελεστές μεταφοράς θερμότητας τοίχου, παραθύρου, στέγης και δαπέδου) και τυπικοί τύποι κατοικιών ανά γεωγραφική περιοχή (π.χ., διαμερίσματα ή μονοκατοικίες) ελήφθησαν υπόψη προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι ενεργειακές ανάγκες είναι αντιπροσωπευτικές των εξεταζόμενων περιοχών. Η επαλήθευση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τη χρήση των παραπάνω εργαλείων, πραγματοποιήθηκε μέσω του εργαλείου προσομοίωσης Dynamic High-Resolution Demand-side Management (DREEM) (Stavrakas and Flamos, 2020; Chatterjee et al., 2022). Το ίδιο εργαλείο χρησιμοποιήθηκε και κατά την εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας που θα αναλυθεί παρακάτω, για την ποσοτικοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ υπό όρους κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας.

3. *Ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά:* Ο κατάλογος των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, στην περίπτωση που αξιοποιούνται οι δείκτες μέτρησης 10%, LIHC, 2M, M/2, και Καθυστέρηση πληρωμής ενεργειακών λογαριασμών, συμπληρώνεται ακολουθώντας τον ορισμό του εκάστοτε δείκτη, όπως παρουσιάζεται στην Ενότητα 2.3. Παρόλα αυτά, όταν χρησιμοποιείται ο δείκτης μέτρησης SocialWatt, η λίστα των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών προκύπτει μετά από ανάλυση δύο σταδίων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.2, ενώ εισάγεται και η έννοια του «νοικοκυριού σε κίνδυνο ενεργειακής φτώχειας». Πιο συγκεκριμένα, τα κύρια βήματα εφαρμογής του δείκτη SocialWatt συνοψίζονται ως εξής:

- i. Βήμα 1 – Έλεγχος αν η κατανάλωση ενέργειας είναι μεγαλύτερη από ένα αυθαίρετο κατώτατο όριο: Με δεδομένη την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση ενός νοικοκυριού, πραγματοποιείται έλεγχος αν η συγκεκριμένη κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από ένα αυθαίρετο κατώτατο όριο (ποσοστό επί της μέσης κατανάλωσης ενέργειας του εξεταζόμενου συνόλου νοικοκυριών). Ο

<sup>1</sup> <https://energyplus.net/weather>

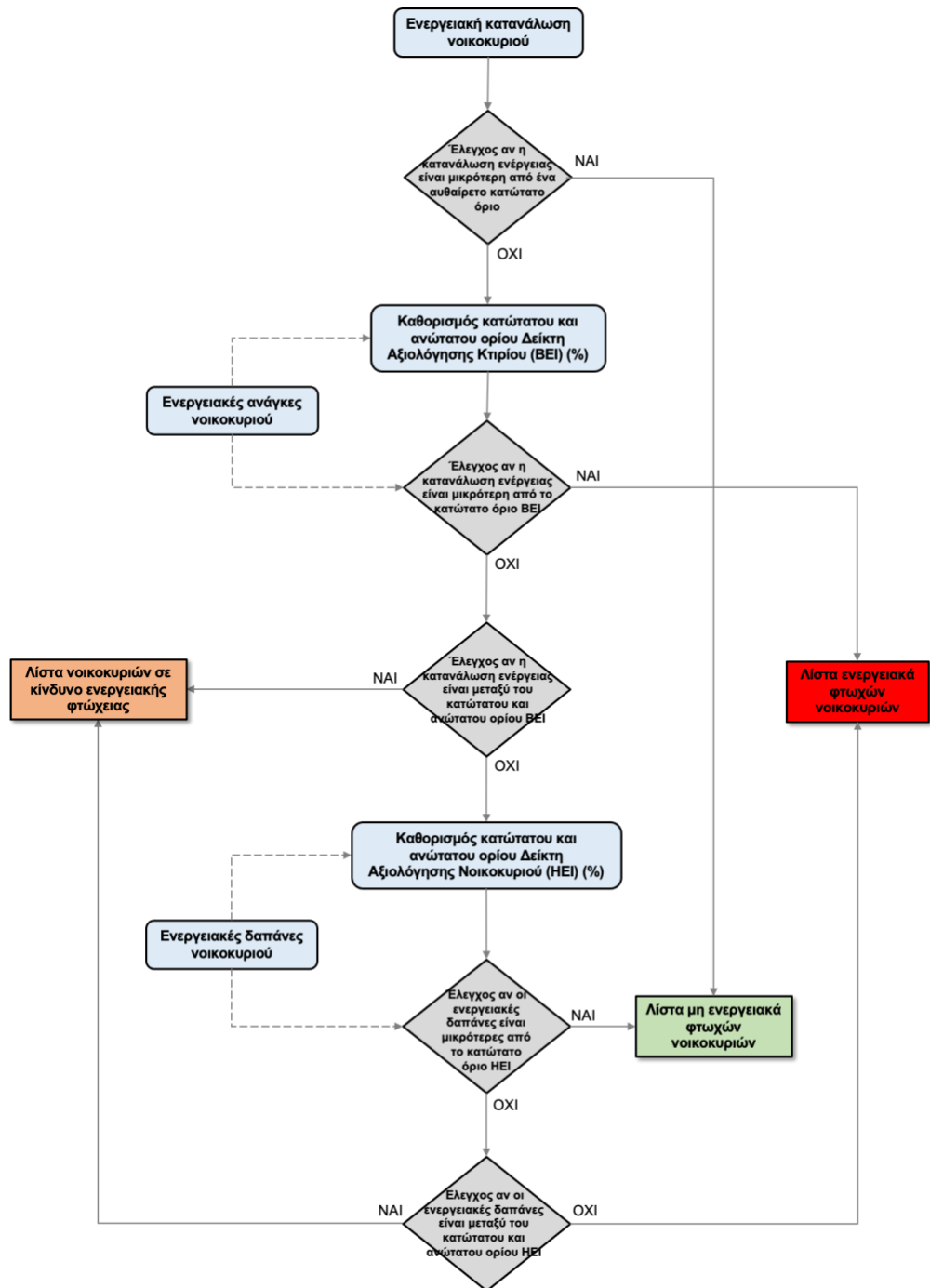
<sup>2</sup> <https://www.renewables.ninja>

<sup>3</sup> <https://webtool.building-typology.eu/#bm>

έλεγχος αυτός πραγματοποιείται για να εξασφαλιστεί ότι ο τελικός κατάλογος των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών θα αποκλείει τα νοικοκυριά που καταναλώνουν χαμηλή ενέργεια για άλλους λόγους, π.χ., η εξεταζόμενη κατοικία είναι «ενεργή» κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών και παραμένει «αδρανής» κατά τη διάρκεια του υπόλοιπου έτους. Κατά συνέπεια, εάν η κατανάλωση ενέργειας είναι μικρότερη από το κατώτατο όριο που έχει τεθεί, τότε το νοικοκυριό κατατάσσεται στα μη ενεργειακά φτωχά, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η ανάλυση συνεχίζεται στο Βήμα 2.

- ii. Βήμα 2 – Καθορισμός κατώτατου και ανώτατου ορίου Δείκτη Αξιολόγησης Κατοικιών (Building Evaluation Index–BEI): Λαμβάνοντας υπόψιν τις ενεργειακές ανάγκες του υπό εξέταση νοικοκυριού (οι οποίες καθορίζονται βάσει του αντίστοιχου «νοικοκυριού αναφοράς» που έχει οριστεί για τη συγκεκριμένη κλιματική ζώνη), καθορίζεται ένα κατώτατο και ένα ανώτατο όριο του Δείκτη Αξιολόγησης Κτιρίων (Building Evaluation Index (BEI)) (με τη μορφή ποσοστού επί των ενεργειακών αναγκών), προκειμένου αυτά να παρέχουν ευελιξία στην τιμή των ενεργειακών αναγκών που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση.
- iii. Βήμα 3 – Έλεγχος αν η κατανάλωση ενέργειας είναι μικρότερη από το κατώτατο όριο BEI: Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψιν την πραγματική κατανάλωση ενέργειας του νοικοκυριού, πραγματοποιείται έλεγχος για το αν η συγκεκριμένη κατανάλωση ενέργειας είναι μικρότερη από το κατώτατο όριο BEI που έχει τεθεί. Εάν διαπιστωθεί ότι η πραγματική κατανάλωση ενέργειας του νοικοκυριού είναι μικρότερη από το κατώτατο όριο BEI, το νοικοκυριό κατηγοριοποιείται ως ενεργειακά φτωχό, ενώ σε διαφορετική περίπτωση η ανάλυση συνεχίζεται στο Βήμα 4.
- iv. Βήμα 4 – Έλεγχος αν η κατανάλωση ενέργειας είναι μεταξύ του κατώτατου και ανώτατου ορίου BEI: Στην περίπτωση που ο έλεγχος του Βήματος 3 καταδεικνύει ότι η πραγματική κατανάλωση ενέργειας του νοικοκυριού κυμαίνεται μεταξύ του κατώτατου και του ανώτατου ορίου BEI, τότε το νοικοκυριό κατατάσσεται στη σχετική λίστα με τα νοικοκυριά σε κίνδυνο ενεργειακής φτώχειας, ενώ σε διαφορετική περίπτωση η ανάλυση προχωρά στο Βήμα 5.
- v. Βήμα 5 – Καθορισμός κατώτατου και ανώτατου ορίου Δείκτη Αξιολόγησης Νοικοκυριών (Household Evaluation Index–HEI): Ορίζεται ένα ελάχιστο και ένα μέγιστο μερίδιο του εισοδήματος που αξιοποιείται για κάλυψη των ενεργειακών δαπανών, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως κατώτατο και ανώτατο όριο ελέγχου για τη συνέχεια της ανάλυσης.
- vi. Βήμα 6 – Έλεγχος αν οι ενεργειακές δαπάνες είναι μικρότερες από το κατώτατο όριο HEI: Ο συγκεκριμένος έλεγχος πραγματοποιείται με στόχο τον εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που ξοδεύουν μικρότερο μερίδιο του εισοδήματός τους σε λογαριασμούς ενέργειας από το κατώτατο όριο HEI. Εάν από τον έλεγχο επαληθευτεί η παραπάνω συνθήκη, τότε το νοικοκυριό κατατάσσεται στη λίστα με τα μη ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά. Σε διαφορετική περίπτωση η ανάλυση συνεχίζεται στο Βήμα 7.

- vii. Βήμα 7 – Έλεγχος αν οι ενεργειακές δαπάνες κυμαίνονται μεταξύ του κατώτατου και ανώτατου ορίου HEI: Ως τελευταίο βήμα της ανάλυσης που πραγματοποιείται μέσω της χρήσης του δείκτη SocialWatt, πραγματοποιείται έλεγχος για το αν οι ενεργειακές δαπάνες κυμαίνονται μεταξύ του κατώτατου και ανώτατου ορίου HEI. Εάν επαληθεύεται η παραπάνω συνθήκη, το νοικοκυριό κατατάσσεται στη λίστα με τα νοικοκυριά σε κίνδυνο ενεργειακής φτώχειας, ενώ εάν δεν προκύπτει κάτι τέτοιο, το νοικοκυριό κατηγοριοποιείται ως ενεργειακά φτωχό.



Σχήμα 4.2 Αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών με χρήση του δείκτη SocialWatt.

4. *Αξιολόγηση:* Η «προσωρινή» λίστα των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών γνωστοποιείται στον προμηθευτή ενέργειας για μια αρχική αξιολόγηση. Σκοπός της αξιολόγησης αυτής είναι να αποφασίσει ο προμηθευτής ενέργειας εάν τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά που προέκυψαν από την ανάλυση πληρούν τυχόν εσωτερικά κριτήρια ή άλλους εθνικούς κανονισμούς, έτσι ώστε να συμπεριληφθούν στον τελικό κατάλογο των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν από σχετικές δράσεις ανακούφισης.
5. *Τελική λίστα ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών:* Διαμορφώνεται ο τελικός κατάλογος των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, ο οποίος παρέχει διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με τον(-ους) δείκτη(-ες) μέτρησης που χρησιμοποιήθηκε(-αν). Στο στάδιο αυτό εντοπίζεται και το σημείο διασύνδεσης της παρούσας μεθοδολογικής συνιστώσας με αυτή που προδιαγράφεται παρακάτω και εστιάζει στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας. Με άλλα λόγια, ο αριθμός των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που προκύπτει μέσω της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας, μπορεί να αξιοποιηθεί κατάλληλα ως δεδομένο εισόδου στη δεύτερη, όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω.

#### **4.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ**

Η συγκεκριμένη μεθοδολογική συνιστώσα επιτρέπει την αξιολόγηση διαφορετικών σχημάτων ενεργειακής φτώχειας, καθένα εκ των οποίων περιλαμβάνει ένα διαφορετικό συνδυασμό δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ. Μέσω της μεθόδου αυτής, παρέχεται στους προμηθευτές ενέργειας ένα σύνολο βέλτιστων χαρτοφυλακίων δράσεων, συμβατικών και καινοτόμων, για την ανακούφιση της ενεργειακής φτώχειας, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην ικανοποίηση των υποχρεώσεών τους που πηγάζουν από την υπαγωγή τους στο Άρθρο 7 της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση.

Συγκεκριμένα, λαμβάνοντας υπόψιν τα κόστη των δράσεων, τα πιθανά ρίσκα από την υλοποίησή τους για τους προμηθευτές ενέργειας, και ένα σύνολο χρηματοδοτικών μηχανισμών, θα προσδιοριστεί: το κατάλληλο χαρτοφυλάκιο μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ (τα ΑΠΕ δεν παράγουν εξοικονόμηση ενέργειας αλλά εξετάζονται στο πλαίσιο επίτευξης στόχου παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας), που επιτυγχάνει εξ ολοκλήρου τους στόχους που τίθενται από τους προμηθευτές ενέργειας σε σχέση με βασικούς δείκτες επίδοσης (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν, παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, κτλ.), για δεδομένο διαθέσιμο προϋπολογισμό, με κριτήριο την ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους υλοποίησης από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας καθώς και του ρίσκου που ενέχει αυτή η υλοποίηση.

Παρακάτω περιγράφονται τα επιμέρους βήματα που περιλαμβάνονται στη διαδικασία καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας, όπως αυτά προδιαγράφονται μέσω της παρούσας μεθοδολογικής συνιστώσας.

1. *Ερωτηματολόγιο:* Αρχικά, απαραίτητη προϋπόθεση της προτεινόμενης μεθοδολογικής συνιστώσας αποτελεί ο υπολογισμός ενός δείκτη ρίσκου για κάθε δράση παρέμβασης που εξετάζεται. Για να γίνει αυτό, απαιτείται η αξιολόγηση καθεμιάς εκ των εξεταζόμενων δράσεων έναντι των διαφορετικών ορατών ρίσκων που έχουν αναγνωριστεί μετά από λεπτομερή βιβλιογραφική ανασκόπηση και λαμβάνοντας

υπόψιν τις ανάγκες και τις προτεραιότητες του εκάστοτε αποφασίζοντα–προμηθευτή ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για τα εξής ρίσκα:

- ▲ Περίοδος αποπληρωμής
- ▲ Κόστος προκαταβολής
- ▲ Γραφειοκρατία
- ▲ Κοινωνική αποδοχή
- ▲ Εξωτερικοί παράγοντες (π.χ., πολιτική αδράνεια, κ.λπ.)
- ▲ Πολυπλοκότητα υλοποίησης του μέτρου
- ▲ Διάρκεια ζωής εξεταζόμενου μέτρου
- ▲ Ακρίβεια χρησιμοποιούμενων δεδομένων

Οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ που αξιολογούνται από τους προμηθευτές ενέργειας ως προς τα παραπάνω κριτήρια, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2, κατηγοριοποιημένες ανάλογα με το σχήμα στο οποίο ανήκουν (τα σχήματα δράσεων διαφοροποιούνται μεταξύ τους ανάλογα με το θεματικό τους περιεχόμενο).

**Πίνακας 4.2** Σχήματα και δράσεις για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας που εξετάζονται μέσω της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας.

<b>Σχήμα</b>	<b>Δράσεις</b>
Greening home	Μόνωση εξωτερικών τοίχων Μόνωση οροφής Διπλά τζάμια
Renovate your home	Παρεμβάσεις χαμηλού κόστους (π.χ., διαρροή στέγης, υδραυλική μόνωση, διαρροές αέρα, κ.λπ.) Αποδοτικός φωτισμός
White appliances	Πλυντήριο Κουζίνα Ψυγείο
Smarter home	Έξυπνοι θερμοστάτες
Information and Communication	Ενεργειακές συμβουλές και συμβουλευτικό υλικό (π.χ., φυλλάδια, βίντεο, κ.λπ.)
Fighting the cold	Αποδοτικός κλιματισμός Αντλίες θερμότητας Λέβητες φυσικού αερίου
RES4ALL	Ηλιακοί θερμοσίφωνες Λέβητες βιομάζας Φωτοβολταϊκά



Η καταγραφή των εκτιμήσεων των προμηθευτών ενέργειας ως προς την έκθεση της κάθε δράσης σε καθέναν από τους ορατούς κινδύνους (π.χ., περίοδος αποπληρωμής, κόστος προκαταβολής, πολυπλοκότητα υλοποίησης, κτλ.), πραγματοποιείται με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων, όπου ο κάθε προμηθευτής ενέργειας καλείται να καταγράψει τον βαθμό στον οποίο θεωρεί ότι ο εκάστοτε κίνδυνος απειλεί την επιτυχία υλοποίησης της εκάστοτε εναλλακτικής. Η καταγραφή των εκτιμήσεων πραγματοποιείται με τη χρήση μιας πενταβάθμιας αριθμητικής κλίμακας, κάθε στοιχείο της οποίας αντιστοιχίζεται σε μια γλωσσική αξιολόγηση:

- 1: Πολύ μικρή επίδραση
- 2: Μικρή επίδραση
- 3: Μέτρια επίδραση
- 4: Υψηλή επίδραση
- 5: Πολύ υψηλή επίδραση

Σύμφωνα με το Σχήμα 4.1, το ερωτηματολόγιο καταγραφής των αξιολογήσεων των προμηθευτών ενέργειας διαμορφώνεται με βάση δύο επιπλέον παραμέτρους: (α) το έτος κατασκευής των κατοικιών και (β) την κλιματική τους ζώνη. Όσον αφορά το έτος κατασκευής, οι κατοικίες κατηγοριοποιούνται στις εξής δυο βασικές κατηγορίες: (1) κατοικίες χτισμένες πριν το 1980 (παλιές), και (2) κατοικίες χτισμένες μετά το 1980 (καινούργιες).

Στο σημείο αυτό υπεισέρχεται και η δεύτερη παράμετρος, δηλαδή η κλιματική ζώνη όπου βρίσκεται η εκάστοτε εξεταζόμενη κατοικία. Με άλλα λόγια, για καθεμιά από τις κλιματικές ζώνες της χώρας όπου εδρεύουν πελάτες του προμηθευτή ενέργειας—αποφασίζοντα, οι κατοικίες διαχωρίζονται σε παλιές και καινούργιες, σύμφωνα με όσα περιγράφηκαν παραπάνω. Κατά συνέπεια, εάν για παράδειγμα ένας προμηθευτής ενέργειας αποφασίσει να εστιάσει τις προσπάθειές του στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας σε τρεις εθνικές κλιματικές ζώνες, αυτό συνεπάγεται ότι αυτόματα θα δημιουργηθούν έξι διακριτές περιπτώσεις (3 κλιματικές ζώνες x 2 ηλικιακές κατηγορίες) προς συμπλήρωση στο τελικό ερωτηματολόγιο.

Η προδιαγραφή αυτή ενσωματώθηκε στη μεθοδολογική συνιστώσα, καθότι κρίθηκε απαραίτητη η δυνατότητα διαφοροποίησης από πλευράς του προμηθευτή ενέργειας της επίδρασης των ρίσκων—κριτηρίων στην υλοποίηση δράσεων μεταξύ παλιών και νέων κατοικιών που βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές τοποθεσίες.

2. *Αξιολόγηση (Πολυκριτήρια Ανάλυση)*: Μέσω της παραπάνω διαδικασίας, διαμορφώνεται ένα πολυκριτηριακό πρόβλημα, στο οποίο οι προτεινόμενες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ αποτελούν τις εναλλακτικές, και οι αναγνωρισμένοι κίνδυνοι τα διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης. Η αξιολόγηση του ρίσκου πραγματοποιείται με τη βοήθεια της μεθόδου πολυκριτηρίας υποστήριξης αποφάσεων Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) (Hwang and Yoon, 1981), μια μέθοδο αντισταθμιστικής συνάθροισης που είναι σχεδιασμένη να παρέχει αποτελέσματα υπολογίζοντας τη γεωμετρική απόσταση τόσο από την ιδανική όσο και από τη χειρίστη λύση. Το πλαίσιο ανάλυσης της συγκεκριμένης μεθόδου βασίζεται στο αξίωμα της ελάχιστης απόστασης της εκάστοτε επιλεγμένης δράσης από

την ιδανική λύση, και ταυτόχρονα της μέγιστης γεωμετρικής απόστασης από τη χειρίστη λύση.

Η επιλογή της μεθόδου TOPSIS για τους σκοπούς της συγκεκριμένης ανάλυσης, οφείλεται στην ευρεία αξιοποίησή της στη βιβλιογραφία που αφορά το συγκεκριμένο χώρο προβλήματος. Ενδεικτικές μελέτες πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων βασισμένες στη μέθοδο TOPSIS παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.2.

Η μεθοδολογία της TOPSIS περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- ✓ Σχηματισμός του πίνακα απόφασης  $A$ , ο οποίος αποτελείται από εναλλακτικές και κριτήρια, όπως φαίνεται παρακάτω:

$$A = \begin{matrix} & \overbrace{C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_n}^C \\ \left\{ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \right. & \begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ & \vdots & & \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \end{matrix}$$

όπου  $A_1, A_2, \dots, A_m$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$  είναι οι εναλλακτικές λύσεις,  $C_1, C_2, \dots, C_m$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  είναι τα κριτήρια και  $x_{ij}$  είναι οι αποδόσεις των εναλλακτικών  $A_i$  σύμφωνα με τα κριτήρια  $C_j$ .

- ✓ Υπολογισμός του κανονικοποιημένου πίνακα απόδοσης  $R$  που θα επιτρέψει τη σύγκριση ανάμεσα στα διαφορετικά κριτήρια:

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

όπου το  $r_{ij}$  αντιπροσωπεύει την κανονικοποιημένη απόδοση του  $A_i$  σε σχέση με το  $C_j$ .

- ✓ Υπολογισμός του σταθμισμένου κανονικοποιημένου πίνακα  $P$ , πολλαπλασιάζοντας τον κανονικοποιημένο πίνακα  $R$  με τα κανονικοποιημένα βάρη:

$$p_{ij} = w_j \times r_{ij}$$

όπου,  $w_j = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ , ώστε  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$  και  $W_j = [W_1, W_2, \dots, W_n]$  το αρχικό διάνυσμα βάρους για κάθε κριτήριο  $C_j$ .

Τα κριτήρια σε ένα πρόβλημα πολυκριτήριας ανάλυσης μπορούν να ταξινομηθούν σε δυο τύπους: στα κριτήρια οφέλους και τα κριτήρια κόστους.

Όσον αφορά τα κριτήρια οφέλους, η υψηλότερη τιμή είναι η καλύτερη, ενώ για τα κριτήρια κόστους ισχύει το αντίστροφο.

- ✓ Προσδιορισμός της θετικά ιδανικής  $P^+$  (κριτήρια οφέλους) και αρνητικά ιδανικής  $P^-$  (κριτήρια κόστους) λύσης:

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

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

$$p_1^+ = \{(\max p_{ij}, j \in J) \text{ ή } (\min p_{ij}, j \in J')\}$$

$$p_1^- = \{(\min p_{ij}, j \in J) \text{ ή } (\max p_{ij}, j \in J')\}$$

όπου το  $J$  αντιπροσωπεύει κριτήρια οφέλους και το  $J'$  κριτήρια κόστους.

- ✓ Υπολογισμός των μέτρων απόστασης:  
Η απόσταση κάθε εναλλακτικής από την θετικά ιδανική λύση υπολογίζεται από τη σχέση:

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

Η απόσταση κάθε εναλλακτικής από την αρνητικά ιδανική λύση υπολογίζεται από τη σχέση:

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

- ✓ Υπολογισμός της σχετικής κοντινότητας  $D_i$  στη θετικά ιδανική λύση για κάθε εναλλακτική  $A_i$  σύμφωνα με τη σχέση:

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

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.1, τα αποτελέσματα της πολυκριτηριακής ανάλυσης και κατ' επέκταση το τελικό ρίσκο υλοποίησης της κάθε δράσης, επηρεάζονται από ένα σύνολο χρηματοδοτικών μηχανισμών. Οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί αυτοί επηρεάζουν τη σημαντικότητα των κριτηρίων του πολυκριτηριακού προβλήματος, με αποτέλεσμα η κάθε εξεταζόμενη δράση (εναλλακτικές πολυκριτηριακού προβλήματος) να λαμβάνει μια τιμή ρίσκου για κάθε διαφορετικό χρηματοδοτικό μηχανισμό. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε χρηματοδοτικό μηχανισμό σημειώνονται τα ρίσκα-κριτήρια μέγιστης σημαντικότητας, στο οποία αποδίδεται η μέγιστη δυνατή τιμή βάρους (τιμή 5), βάσει μιας τυπικής αύξουσας πενταβάθμιας κλίμακας (όπου 1=πολύ μικρή σημαντικότητα, ... και 5=πολύ μεγάλη σημαντικότητα). Συνεπώς, η εφαρμογή της πολυκριτηριακής ανάλυσης πρακτικά περιλαμβάνει την επιμέρους εφαρμογή ενός αριθμού πολυκριτηρίων αναλύσεων (ανάλογα με τον αριθμό των χρηματοδοτικών μηχανισμών που θα αξιοποιηθούν), καθεμιά εκ των οποίων διαμορφώνεται βάσει των όσων αναλύθηκαν στο Βήμα 1.

Οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που εξετάζονται στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής, μια σύντομη περιγραφή τους, το ποσοστό οικονομικής συνεισφοράς των προμηθευτών ενέργειας σε καθέναν από αυτούς, καθώς και τα ρίσκα-κριτήρια με τη μέγιστη σημαντικότητα για κάθε χρηματοδοτικό μηχανισμό, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3.

**Πίνακας 4.3** Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που εξετάζονται στο πλαίσιο της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας.

Χρηματοδοτικός μηχανισμός	Περιγραφή	Οικονομική συνεισφορά προμηθευτή ενέργειας (% του αρχικού ποσού)	Ρίσκα μέγιστης σημαντικότητας για τον χρηματοδοτικό μηχανισμό
Εξ ολοκλήρου κάλυψη του κόστους υλοποίησης από τον προμηθευτή ενέργειας (αγγλ. <i>Utility</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας καλύπτει ολόκληρο το ποσό της απαραίτητης επένδυσης για την υλοποίηση της δράσης	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Περίοδος αποπληρωμής</li> <li>➤ Κόστος προκαταβολής</li> </ul>
Μερική χρηματοδότηση από τον προμηθευτή ενέργειας (αγγλ. <i>Partial/Scalable funding by utility</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας καλύπτει ένα ποσοστό της επένδυσης που απαιτείται για ενεργειακές παρεμβάσεις, ενώ ο πελάτης είναι υπεύθυνος για το υπόλοιπο ποσό	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Κόστος προκαταβολής</li> </ul>
Αποπληρωμή τμήματος του κόστους υλοποίησης μέσω των λογαριασμών ενέργειας (αγγλ. <i>On bill financing and repayment</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας επιβαρύνεται με το κόστος των ενεργειακών παρεμβάσεων, το οποίο στη συνέχεια αποπληρώνεται μέσω του λογαριασμού ενέργειας	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Περίοδος αποπληρωμής</li> <li>➤ Κόστος προκαταβολής</li> <li>➤ Κοινωνική αποδοχή</li> </ul>
Αυτοαναπληρούμενο ταμείο δανείων (αγγλ. <i>Revolving loan fund</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας αξιοποιεί ένα ταμείο κεφαλαίων για την παροχή δανείων με σκοπό τη χρηματοδότηση ενεργειακών παρεμβάσεων, το οποίο αυτοαναπληρώνεται, χρησιμοποιώντας τόκους και πληρωμές κεφαλαίου παλαιών δανείων	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Περίοδος αποπληρωμής</li> <li>➤ Κόστος προκαταβολής</li> <li>➤ Πολυπλοκότητα υλοποίησης μέτρου</li> </ul>

Χρηματοδοτικός μηχανισμός	Περιγραφή	Οικονομική συνεισφορά προμηθευτή ενέργειας (% του αρχικού ποσού)	Ρίσκα μέγιστης σημαντικότητας για τον χρηματοδοτικό μηχανισμό
Οικονομικό κίνητρο (αγγλ. <i>Financial incentive</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας παρέχει οικονομικά κίνητρα στους πελάτες για την υλοποίηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης, π.χ., μειωμένες τιμές ενέργειας, εκπτώσεις, κ.λπ.	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Περίοδος αποπληρωμής</li> <li>➤ Γραφειοκρατία</li> </ul>
Συνεργασία με φορείς του δημόσιου τομέα (αγγλ. <i>Partnership with the public sector</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας συνεργάζεται με τις εθνικές/περιφερειακές/τοπικές αρχές για να προσφέρει οικονομικά κίνητρα και υποστήριξη για την υλοποίηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Περίοδος αποπληρωμής</li> <li>➤ Γραφειοκρατία</li> <li>➤ Εξωτερικοί παράγοντες (π.χ., πολιτική αδράνεια, κ.λπ.)</li> </ul>
Πράσινα δάνεια (αγγλ. <i>Green loan</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας, σε συνεργασία με χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, προσφέρει στους πελάτες χαμηλά/άτοκα δάνεια για τη χρηματοδότηση παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Περίοδος αποπληρωμής</li> <li>➤ Πολυπλοκότητα υλοποίησης μέτρου</li> </ul>
Συνεργασία με φορείς του ιδιωτικού τομέα (αγγλ. <i>Collaboration with the private sector</i> )	Ο προμηθευτής ενέργειας, σε συνεργασία με επιχειρήσεις του ιδιωτικού τομέα, προσφέρει εκπτώσεις για αγορά ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων ή μίσθωση ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Περίοδος αποπληρωμής</li> <li>➤ Πολυπλοκότητα υλοποίησης μέτρου</li> <li>➤ Εξωτερικοί παράγοντες (π.χ., πολιτική αδράνεια, κ.λπ.)</li> </ul>

Χρηματοδοτικός μηχανισμός	Περιγραφή	Οικονομική συνεισφορά προμηθευτή ενέργειας (% του αρχικού ποσού)	Ρίσκα μέγιστης σημαντικότητας για τον χρηματοδοτικό μηχανισμό
Συνεργασία με τρίτους φορείς (αγγλ. <i>Collaboration with third parties</i> )	Ένας τρίτος φορέας ή μια εταιρεία παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών – Energy Service Company (ESCO), χρηματοδοτεί παρεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης και χρησιμοποιεί την εξοικονόμηση κόστους του τελικού πελάτη για να αποπληρώσει το κόστος της επένδυσης (π.χ., Σύμβαση ενεργειακής απόδοσης, κ.λπ.)	5	➤ Περίοδος αποπληρωμής
Crowdfunding	Οι πελάτες ενός προμηθευτή ενέργειας ενθαρρύνονται να δωρίσουν ένα ποσό μέσω του λογαριασμού ενέργειας, προκειμένου να χρηματοδοτήσουν παρεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης ή να βοηθήσουν στη μείωση των τιμολογίων των ενεργειακά φτωχών πελατών	5	➤ Περίοδος αποπληρωμής ➤ Κοινωνική αποδοχή

3. **Ποσοτικοποίηση:** Έχοντας πλέον υπολογίσει τις τιμές ρίσκου ανά δράση σύμφωνα με τα όσα περιγράφηκαν στο Βήμα 2, είναι απαραίτητη η ποσοτικοποίηση των δράσεων υπό όρους κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας. Αναλυτικότερα, για όλες τις κλιματικές ζώνες που θα εξεταστούν και για καθεμιά κατηγορία κτιρίων (παλιά και νέα) εντός της κάθε κλιματικής ζώνης, είναι απαραίτητη η εξαγωγή τιμών κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας, για τις υπό εξέταση δράσεις. Η εν λόγω ποσοτικοποίηση πραγματοποιείται για τυπικές κατοικίες ανά ηλικιακή ομάδα και κλιματική ζώνη, τα λεγόμενα «νοικοκυριά αναφοράς». Πρόκειται για τα ίδια «νοικοκυριά αναφοράς» που αναφέρονται και κατά την ανάλυση της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας (αναγνώριση ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών), αλλά πλέον διαχωρισμένα ανά κλιματική ζώνη και ηλικιακή κατηγορία.

Η σχέση κόστους–αποτελεσματικότητας κάθε δράσης (Πίνακας 4.2) υπολογίστηκε με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης DREEM, του ίδιου λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε και κατά την επαλήθευση των ενεργειακών αναγκών των «νοικοκυριών αναφοράς» της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας. Να σημειωθεί εδώ πως η ποσοτικοποίηση μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM πραγματοποιήθηκε για το σύνολο των εξεταζόμενων δράσεων, εξαιρουμένης της δράσης που προβλέπει παροχή ενεργειακών συμβουλών και ανάπτυξη πληροφοριακού υλικού, η ποσοτικοποίηση της οποίας πραγματοποιήθηκε αυθαίρετα. Πιο συγκεκριμένα, για κάθε δράση που ενσωματώθηκε, αξιολογήθηκε η επίδραση της υλοποίησής της στα «νοικοκυριά αναφοράς», για την εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας. Το κόστος υπολογίστηκε επίσης ανά δράση, κλιματική ζώνη και ηλικιακή κατηγορία κτιρίων (παλιά και νέα). Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας κάθε εξεταζόμενης δράσης, εκφρασμένη σε €/επένδυσης/kWh-εξοικονόμησης. Στο σημείο αυτό να σημειωθεί πως η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, δεν εμπίπτει στο πλαίσιο συμμόρφωσης των προμηθευτών ενέργειας με το Άρθρο 7, ως εκ τούτου αξιοποιείται αποκλειστικά για την επίτευξη του στόχου παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας (δεν εμπεριέχει την έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας αλλά αυτή της παραγωγής).

Τα δεδομένα που λαμβάνονται υπόψη από το λογισμικό DREEM περιλαμβάνουν:

- ▲ *Δεδομένα καιρού και κλίματος:* Τα δεδομένα καιρού ελήφθησαν από βάσεις δεδομένων ανοιχτού κώδικα όπως είναι το EnergyPlus και το Renewables.ninja. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των οριακών συνθηκών και τον προσδιορισμό των απαιτήσεων θέρμανσης/ψύξης όπως και των συνθηκών θερμικής άνεσης. Ο τελευταίος βασίστηκε σε εθνικά πρότυπα και κατάλληλα θερμοκρασιακά εύρη που διασφαλίζουν τη θερμική άνεση των ενοίκων.
- ▲ *Επίπεδα δραστηριότητας και ρυθμίσεις ελέγχου Θέρμανσης, Αερισμού και Κλιματισμού (HVAC):* Οι στρατηγικές ελέγχου και τα επίπεδα δραστηριότητας καθοδηγούν τη χρήση ενέργειας, δεδομένων των χρονοπρογραμματισμένων γεγονότων, των σημάτων ζήτησης, και των επιπέδων πληρότητας (*occupancy*).
- ▲ *Προφίλ πληρότητας:* Μονοκατοικία με τρία μέλη, δύο οικονομικά ενεργά άτομα και 1 εξαρτώμενο μέλος της οικογένειας.
- ▲ *Τυπολογίες κτιρίων και υλικά κατασκευής:* Τα δεδομένα προέρχονται από το διαδικτυακό εργαλείο TABULA. Το εργαλείο TABULA ήταν το αποτέλεσμα ενός έργου που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Horizon 2020, στόχος του οποίου ήταν η δημιουργία ενός εναρμονισμένου μοντέλου για τις Ευρωπαϊκές τυπολογίες κτιρίων, ιδιαίτερα για κτίρια κατοικιών. Το σύνολο των τυπολογιών αντιπροσωπεύει διαφορετικές περιόδους κατασκευής και μεγέθη κτιρίων. Το διαδικτυακό εργαλείο TABULA παρέχει πληροφορίες για περισσότερες από 20 χώρες.
- ▲ *Συσκευές*

- ▲ Χαρακτηριστικά συστήματος ΑΠΕ: Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στο πλαίσιο εφαρμογής της μεθοδολογικής συνιστώσας αναφέρεται σε ένα σύστημα μικρής κλίμακας (1-10 kWp ονομαστικής ισχύος), που επιλέγεται με βάση τις ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας κάθε τυπικού νοικοκυριού στο πλαίσιο ενός συστήματος net-metering.

Η ποσοτικοποίηση αυτή μέσω του λογισμικού προσομοίωσης DREEM, σε συνδυασμό με τις τιμές ρίσκου που προέκυψαν ως αποτέλεσμα της πολυκριτήριας ανάλυσης, θα επιτρέψουν την υλοποίηση της ανάλυσης χαρτοφυλακίου που ακολουθεί στο βήμα 4.

4. *Αξιολόγηση (Ανάλυση Χαρτοφυλακίου)*: Με τις τιμές ρίσκου, κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας να είναι πλέον διαθέσιμες, η μεθοδολογική συνιστώσα προβλέπει την εφαρμογή ανάλυσης χαρτοφυλακίου. Η ανάλυση χαρτοφυλακίου πραγματοποιείται με τη μέθοδο augmented ε-constraint (AUGMECON & AUGMECON2), μια τεχνική πολυκριτήριας βελτιστοποίησης που χρησιμοποιείται ευρέως σε προβλήματα με μεικτές-ακέραιες μεταβλητές, όπως είναι στην πλειοψηφία τους τα προβλήματα ανάλυσης χαρτοφυλακίου (Mavrotas and Florios, 2013). Η τεχνική αυτή είναι σχεδιασμένη να αντιμετωπίζει προβλήματα με πολλαπλές αντικειμενικές συναρτήσεις, όπου βελτιστοποιείται η μια εξ αυτών και οι υπόλοιπες μετατρέπονται σε περιορισμούς. Επισημαίνεται ότι η αντικειμενική συνάρτηση αποτελεί τη μαθηματική σχέση των μεταβλητών απόφασης που εκφράζει το κριτήριο βελτιστοποίησης, και επιδιώκεται είτε η ελαχιστοποίηση είτε η μεγιστοποίηση της τιμής της αντικειμενικής συνάρτησης. Η διεύθυνση των ανισοτικών περιορισμών καθορίζεται αποκλειστικά από το στόχο της αντικειμενικής συνάρτησης, εάν δηλαδή αποσκοπεί σε μεγιστοποίηση ή ελαχιστοποίηση του εξεταζόμενου μεγέθους. Σημειώνεται επίσης πως η τελική βέλτιστη λύση που προκύπτει, είναι ανεξάρτητη των αντικειμενικών συναρτήσεων που θα επιλεγθούν για να μετατραπούν σε περιορισμούς.

Μαθηματικά, τα παραπάνω διατυπώνονται ως εξής:

Ένα αρχικό πρόβλημα της μορφής:

$$\max[f_i(x), i=1,2,\dots,p] : x \in S$$

λαμβάνει την παρακάτω μορφή σύμφωνα με τις μεθόδους ε-constraint και AUGMECON:

$$\max[f_1(x)] : f_i(x) \geq e_i, i=2,3,\dots,p, x \in S$$

όπου:

$x$  είναι το διάνυσμα που αναπαριστά τις μεταβλητές απόφασης

$f_i(x)$  είναι οι  $p$  στο πλήθος αντικειμενικές συναρτήσεις του προβλήματος

$S$  είναι ο εφικτός χώρος λύσεων

$e_i$  αποτελεί το δεξιό μέλος των ανισώσεων που προέκυψαν.



Όσον αφορά το  $e_i$ , η συστηματική παραμετρική μεταβολή του, επιτρέπει τη σάρωση όλου του εύρους των ικανών λύσεων, ενώ όσο μικρότερη είναι η τιμή του, τόσο μικρότερο είναι και το βήμα σάρωσης του μετώπου των διαφορετικών λύσεων (Μέτωπο Pareto), και συνεπώς τόσο πιο εξαντλητική είναι η διαδικασία εύρεσής τους. Όπως είναι κατανοητό, μια τέτοια περίπτωση καταλήγει σε περισσότερες δυνατές βέλτιστες λύσεις για το πρόβλημα, αυξάνοντας όμως σημαντικά τον υπολογιστικό χρόνο επίλυσης του προβλήματος.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι αντικειμενικές συναρτήσεις, και οι στόχοι και περιορισμοί που συνιστούν το πρόβλημα ανάλυσης χαρτοφυλακίου το οποίο μελετήθηκε για τους σκοπούς της παρούσας διδακτορικής διατριβής. Τονίζεται πως τόσο οι αντικειμενικές συναρτήσεις όσο και οι περιορισμοί και στόχοι που αναφέρονται παρακάτω, αφορούν το χρονικό διάστημα 2021–2030.

### Αντικειμενικές συναρτήσεις

- ▲ Αντικειμενική 1: Ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους υλοποίησης των δράσεων από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας (€)
- ▲ Αντικειμενική 2: Ελαχιστοποίηση ρίσκου υλοποίησης των δράσεων από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας

### Στόχοι και Περιορισμοί

- ▲ Στόχος 1: Συνολική εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)
  - ▲ Στόχος 2: Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης και ΑΠΕ (Σημείωση: Τα αποτελέσματα της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας μπορούν να αξιοποιηθούν εδώ).
  - ▲ Στόχος 3: Συνολική παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας (kWh)
  - ▲ Περιορισμός 1: Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο επενδυτικό κεφάλαιο από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας (€)
  - ▲ Περιορισμός 2: Ποσοστό παρεμβάσεων επί του συνόλου, σε παλιά κτίρια κατοικιών (%)
  - ▲ Περιορισμός 3: Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας επί του συνόλου, από παλιά κτίρια κατοικιών (%)
5. *Λίστα βέλτιστων χαρτοφυλακίων*: Η λίστα των βέλτιστων χαρτοφυλακίων, όπως αυτά προκύπτουν από την εφαρμογή της ανάλυσης χαρτοφυλακίου για τα δεδομένα εισόδου του εκάστοτε προμηθευτή ενέργειας, οπτικοποιείται υπό μορφή Μετώπου Pareto. Χαρακτηριστικό του Μετώπου Pareto που παράγεται ως αποτέλεσμα μιας ανάλυσης χαρτοφυλακίου, είναι η υποκατάσταση που υφίσταται μεταξύ των τιμών των αντικειμενικών συναρτήσεων. Με άλλα λόγια, και συγκεκριμενοποιώντας το για το

πρόβλημα που επιλύεται στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής, η μετάβαση από ένα χαρτοφυλάκιο στο αμέσως επόμενο προκαλεί αύξηση κόστους με ταυτόχρονη μείωση του ρίσκου. Με τη βοήθεια του Μετώπου Pareto, για κάθε χαρτοφυλάκιο παρουσιάζεται το συνολικό κόστος και ρίσκο που ενέχει η υλοποίηση των συνολικού αριθμού των παρεμβάσεων για τις δράσεις που περιλαμβάνει.

6. *Αξιολόγηση:* Η λίστα των βέλτιστων χαρτοφυλακίων, υπό τη μορφή του Μετώπου Pareto που αναφέρεται παραπάνω, γνωστοποιείται στον προμηθευτή ενέργειας για μια αρχική αξιολόγηση του εύρους κόστους και ρίσκου που ενέχει η υλοποίηση των πιθανών χαρτοφυλακίων, σύμφωνα με τους στόχους που έχει θέσει και τις τιμές των περιορισμών που έχει αποφασίσει (π.χ., επενδυτικό κεφάλαιο, εξοικονόμηση από παλιά κτίρια, κ.λπ.). Σκοπός της αξιολόγησης αυτής είναι να αποφασίσει ο προμηθευτής ενέργειας εάν τα εύρη κόστους και ρίσκου που προέκυψαν για τα διάφορα βέλτιστα χαρτοφυλάκια είναι τελικώς αποδεκτά.
7. *Επιλογή τελικού βέλτιστου χαρτοφυλακίου:* Για την επιλογή του τελικού βέλτιστου χαρτοφυλακίου του Μετώπου Pareto προς περαιτέρω ανάλυση και εν τέλει υλοποίηση από πλευράς του προμηθευτή ενέργειας, έχει υιοθετηθεί η εξής οριζόντια προσέγγιση, η οποία καθοδηγείται πλήρως από την παράμετρο του κόστους: ως βέλτιστο χαρτοφυλάκιο επιλέγεται αυτό, το οποίο έχει προκύψει από μια μετάβαση (από προηγούμενο χαρτοφυλάκιο) όπου παρατηρείται ο βέλτιστος συνδυασμός αύξησης κόστους και μείωσης ρίσκου.

Προκειμένου να καθίσταται εύκολος ο εντοπισμός του εν λόγω χαρτοφυλακίου σε κάθε παραγόμενο Μέτωπο Pareto, έχει αναπτυχθεί ένας σχετικός δείκτης. Ο προτεινόμενος δείκτης υπολογίζει τις διαφορές κόστους και ρίσκου μεταξύ όλων των διαδοχικών ζευγών των βέλτιστων λύσεων (κάθε βέλτιστη λύση στο Μέτωπο Pareto αναπαρίσταται ως ζεύγος τιμών κόστους–ρίσκου) και δημιουργεί τα αντίστοιχα

κλάσματα σύμφωνα με τον τύπο  $\frac{D_{\text{ρίσκο}_{i \rightarrow j}}}{D_{\text{κόστος}_{i \rightarrow j}}}$ , όπου με  $i \rightarrow j$  συμβολίζεται η μετάβαση από

το ένα χαρτοφυλάκιο στο επόμενο, ξεκινώντας από το χαρτοφυλάκιο με το ελάχιστο κόστος και το μέγιστο ρίσκο. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, για την παραγωγή του Μετώπου Pareto, σύμφωνα με τις αρχές της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, πραγματοποιείται υποκατάσταση μεταξύ των τιμών των αντικειμενικών συναρτήσεων (μείωση κόστους συνεπάγεται αύξηση ρίσκου και το αντίστροφο), με αποτέλεσμα το κόστος συνεχώς να αυξάνεται καθώς μετακινούμαστε από το ένα χαρτοφυλάκιο στο επόμενο, ενώ την ίδια στιγμή το ρίσκο μειώνεται. Έτσι, σκοπός είναι η μεγιστοποίηση του παραπάνω δείκτη, δηλαδή ο εντοπισμός της λύσης εκείνης, για την οποία η μετάβαση στην αμέσως επόμενη δεν μπορεί να επιφέρει συνδυασμό αύξησης κόστους και μείωσης ρίσκου καλύτερο από αυτόν που σημειώθηκε κατά τη μετάβαση στην υπό εξέταση λύση. Αυτή η λύση είναι που τελικά, κατά σύμβαση, επιλέγεται ως η βέλτιστη.

### 4.3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Chatterjee S., Stavrakas V., Oreggioni G., Süsser D., Staffell I., Lilliestam J., Molnar G., Flamos A., Ürgе-Vorsatz D. (2022). Existing tools, user needs and required model adjustments for energy demand modelling of a carbon-neutral Europe. *Energy Research & Social Science*, 90, 102662.

- Hwang C. L., Yoon K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems). *Berlin, Germany: Springer-Verlag*, pp. 259 (ISBN: 0387105581).
- Mavrotas G, Florios K. (2013). An improved version of the augmented  $\varepsilon$ -constraint method (AUGMECON2) for finding the exact Pareto set in Multi-Objective Integer Programming problems. *Advanced Mathematics and Computation*, 219 (18), 9652–9669.
- Spiliotis E., Arsenopoulos A., Kanellou E., Psarras J., Kontogiorgos P. (2020). A multi-sourced data based framework for assisting utilities identify energy poor households: A case-study in Greece. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 15(2), 49–71.
- Stavrakas V., Flamos A. (2020). A modular high-resolution demand-side management model to quantify benefits of demand-flexibility in the residential sector. *Energy Conversion and Management*, 205, 112339.

## 5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ, ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πραγματοποιείται εφαρμογή των μεθοδολογικών συνιστωσών που περιγράφονται εκτενώς στο Κεφάλαιο 4 της παρούσας διδακτορικής διατριβής, σε επτά διαφορετικές μελέτες περίπτωσης, στις οποίες εμπλέκονται προμηθευτές ενέργειας (ηλεκτρισμού ή/και φυσικού αερίου) από διαφορετικές χώρες της Ευρώπης. Σκοπό της εφαρμογής αποτελεί αρχικά η αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών μεταξύ των πελατών των προμηθευτών ενέργειας (πρώτη μεθοδολογική συνιστώσα), και στη συνέχεια η εξερεύνηση βέλτιστων πιθανών συνδυασμών δράσεων προς υλοποίηση από τους προμηθευτές ενέργειας για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Σε συνέχεια της εφαρμογής του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μελετών περίπτωσης, ενώ σχολιάζονται και τα βασικότερα ευρήματα που προκύπτουν από την καθεμιά.

### 5.1. HEP ESCO, ΚΡΟΑΤΙΑ

Η HEP ESCO αποτελεί μια από τις εταιρείες του ομίλου HEP<sup>1</sup> με έδρα την Κροατία. Ο όμιλος HEP είναι κρατικών συμφερόντων και διαθέτει τέσσερις εταιρείες προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου ως θυγατρικές, οι οποίες αποτελούν επίσης υπόχρεους φορείς σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση (EED) από το 2019. Η HEP ESCO<sup>2</sup> ειδικεύεται στην υλοποίηση δράσεων ενεργειακής απόδοσης καθώς και σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μετά την καθιέρωση των καθεστώτων επιβολής στην Κροατία, η HEP ESCO διορίστηκε από το διοικητικό συμβούλιο της HEP ως συντονιστής του εν λόγω συστήματος εκ μέρους του ομίλου. Σύμφωνα με το ρόλο και το καθεστώς που της έχει ανατεθεί εντός του Ομίλου HEP, η HEP ESCO εφάρμοσε πιλοτικά το σύνολο του μεθοδολογικού πλαισίου που προτείνεται στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής, προκειμένου να αξιολογηθούν οι δυνατότητές του και βάσει των αποτελεσμάτων να καταρτηθούν ολοκληρωμένα μελλοντικά σχέδια και στρατηγικές σχετικά τον εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών καθώς και τη στοχευμένη υλοποίηση δράσεων μείωσης της ενεργειακής φτώχειας.

Για την προσομοίωση της Κροατίας ως χώρας προέλευσης της HEP ESCO, με σκοπό την εκμαίευση όλων των απαραίτητων δεδομένων μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος υλοποίησης δράσεων, ενεργειακές ανάγκες, κ.λπ.), εξετάστηκε μια κλιματική ζώνη, όπως αυτή ορίζεται από την πρωτεύουσα της χώρας (Ζάγκρεμπ), και δύο τυπικά νοικοκυριά αναφοράς, ενός κτισμένου πριν το 1980 και ενός κτισμένου μετά το 1980, συνολικού εμβαδού 81,6 m<sup>2</sup> και στις δύο περιπτώσεις.

#### 5.1.1. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Το πρώτο σύνολο δεδομένων που εξετάστηκε περιλαμβάνει πελάτες της HEP που, σύμφωνα με εθνικά κριτήρια, θεωρούνται «ενεργειακά ευάλωτοι», ενώ το δεύτερο σύνολο δεδομένων περιλαμβάνει «τυπικούς» πελάτες. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη βάση δεδομένων περιλαμβάνει 55 ενεργειακά ευάλωτους πελάτες της HEP που τοποθετούνται γεωγραφικά

<sup>1</sup> <https://www.hep.hr/about-hep-group/2502>

<sup>2</sup> <https://www.hep.hr/esco/en>

στην Ηπειρωτική Κροατία, και η δεύτερη 57 τυπικούς πελάτες ενέργειας από την Αδριατική Κροατία. Σημειώνεται πως τα δεδομένα κατανάλωσης που περιλαμβάνονται στους δύο παραπάνω καταλόγους αφορούν αποκλειστικά ηλεκτρική ενέργεια, γεγονός που συνεπάγεται ότι το φυσικό αέριο ως πηγή ενέργειας δεν εξετάζεται στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης.

Η ανάλυση και των δύο συνόλων δεδομένων πραγματοποιήθηκε για να διαπιστωθεί εάν, παρά τον μικρό αριθμό των πελατών, η πρώτη μεθοδολογική συνιστώσα θα αναγνωρίσει τους πελάτες από τον κατάλογο των ευάλωτων νοικοκυριών ως ενεργειακά φτωχούς, καθώς επίσης και το ποσοστό των «κανονικών» πελατών που θα χαρακτηρίζονταν ως ενεργειακά φτωχοί σύμφωνα με τους εξεταζόμενους δείκτες μέτρησης ενεργειακής φτώχειας που επιλέχθηκαν προς εξέταση.

Η ανάλυση των παραπάνω συνόλων δεδομένων πραγματοποιήθηκε υπό το πρίσμα των ακόλουθων τεσσάρων δεικτών μέτρησης ενεργειακής φτώχειας, όπως αυτοί επιλέχθηκαν από τη HEP:

1. Κανόνας 10%
2. Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC)
3. Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)
4. Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2)

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1:

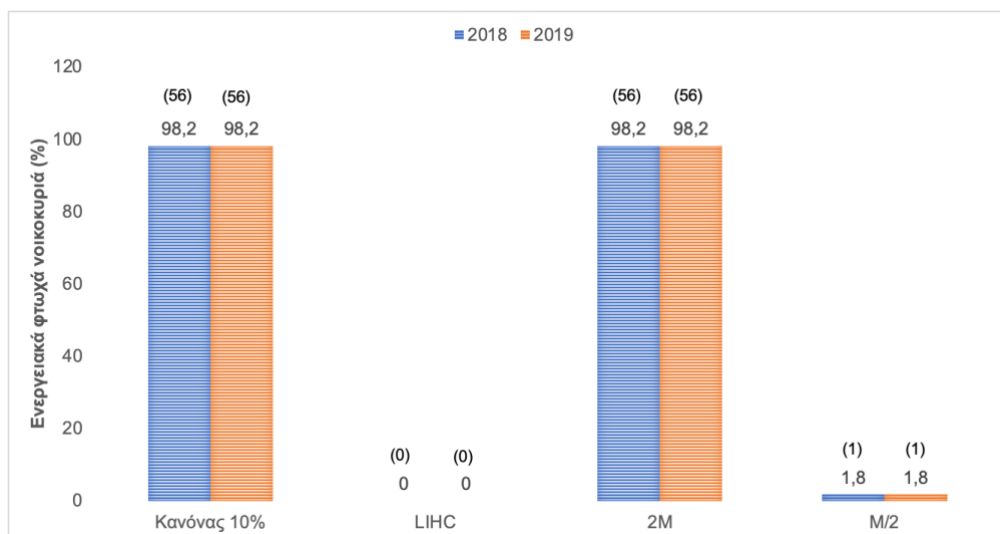
**Πίνακας 5.1** Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της HEP.

Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι			
	Μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα νοικοκυριού (€)	Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού (€)	Μέση εθνική διάμεση τιμή κόστους ηλεκτρικής ενέργειας (€)	Μέση εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας (% του εισοδήματος)
Κανόνας 10%	7.306			
LIHC	7.306	6.530	506	
2M	7.306			6
M/2			506	

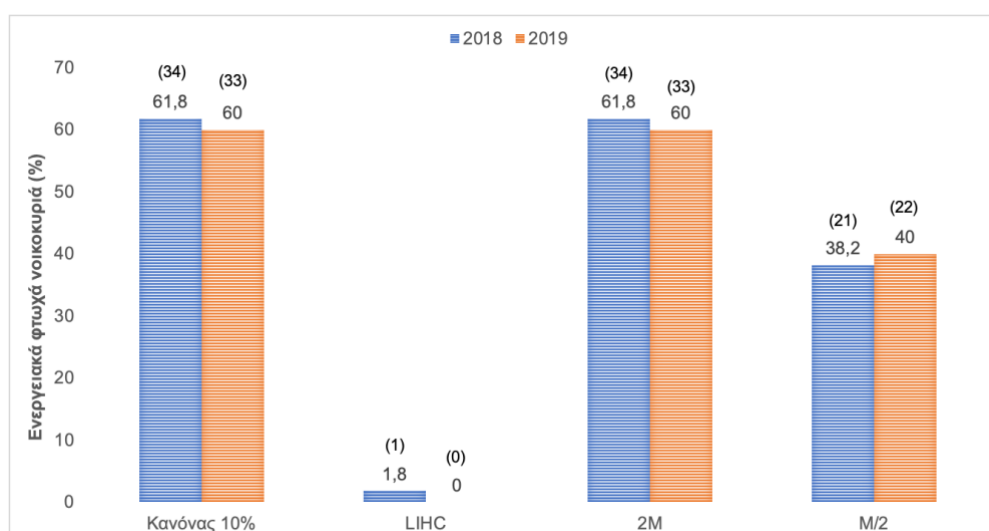
Τα δεδομένα πελατών που αναλύθηκαν, περιλαμβάνουν κατανάλωση ενέργειας και κόστος τόσο για το έτος 2018 όσο και για το 2019. Σημειώνεται πως δεν κατέστη δυνατό να ανακτηθούν εισοδηματικά στοιχεία ανά νοικοκυριό μέσω της HEP, επομένως το μέσο εθνικό εισόδημα του έτους 2019 χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση (Eurostat 2023).

Τα Σχήματα 5.1 και 5.2 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τους τυπικούς και τους ενεργειακά ευάλωτους πελάτες αντίστοιχα. Οι αριθμοί που παρουσιάζονται εντός παρενθέσεων για τον κάθε δείκτη, αναφέρονται στον πραγματικό αριθμό των νοικοκυριών που χαρακτηρίζονται ενεργειακά φτωχά βάσει του συνόλου του εξεταζόμενου δείγματος. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το διαθέσιμο δείγμα πελατών της HEP ήταν αρκετά μικρό,

ανάγοντας το πρόβλημα σε εφαρμογή μικρής κλίμακας και εισάγοντας ένα υψηλό επίπεδο αβεβαιότητας στα τελικά αποτελέσματα.



**Σχήμα 5.1** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους τυπικούς καταναλωτές-πελάτες της ΗΕΡ.



**Σχήμα 5.2** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους ενεργειακά ευάλωτους καταναλωτές-πελάτες της ΗΕΡ.

Από την ανάλυση, είναι προφανές ότι τα αποτελέσματα που σχετίζονται με τον δείκτη LIHC παρέχουν τον χαμηλότερο αριθμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, ο οποίος δεν ξεπερνά το 2% των καταναλωτών, ακόμη και στο σύνολο δεδομένων των ενεργειακά ευάλωτων πελατών. Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιεί το μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα των νοικοκυριών ως παράμετρο, το οποίο κατόπιν αφαίρεσης των ενεργειακών δαπανών των νοικοκυριών, συγκρίνεται άμεσα με το εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας. Δεδομένων των τιμών των παραμέτρων εισόδου και του ορισμού του εν λόγω δείκτη, τα νοικοκυριά χαρακτηρίζονται ενεργειακά φτωχά μόνο στην περίπτωση που το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (όχι το συνολικό κόστος ενέργειας καθώς στην παρούσα ανάλυση εξετάζεται μόνο το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας) είναι μεγαλύτερο είναι 776€. Η θεώρηση του μέσου ετήσιου κόστους ηλεκτρικής ενέργειας στα 506€ από πλευράς της ΗΕΡ είναι και αυτή που διαμορφώνει πρακτικά τα τελικά

αποτελέσματα. Αυτός είναι ένας εγγενής περιορισμός του δείκτη LHC σε συνδυασμό με τις παραμέτρους εισόδου.

Όσον αφορά τους δείκτες 10% και 2M, και οι δύο δείκτες εκτιμούν μεγάλο αριθμό νοικοκυριών ως ενεργειακά φτωχά και στις δύο βάσεις δεδομένων πελατών που χρησιμοποιήθηκαν. Καθώς και οι δύο δείκτες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα στοιχεία εισόδου του μέσου εισοδήματος ανά νοικοκυριό, είναι σαφές ότι τα περισσότερα νοικοκυριά που μελετήθηκαν, δαπανούν πάνω από το 10% του εισοδήματός τους για ενέργεια για να διατηρήσουν ένα επαρκές επίπεδο θερμικής άνεσης στις κατοικίες τους.

Τέλος, ο δείκτης M/2, ο οποίος δεν βασίζεται σε δεδομένα εισοδήματος αλλά προσδιορίζει τα νοικοκυριά των οποίων η απόλυτη ενεργειακή δαπάνη είναι κάτω από το ήμισυ της εθνικής διάμεσης τιμής, φαίνεται να προβλέπει με περισσότερη ακρίβεια τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά, γεγονός που αποτυπώνεται στη διακύμανση των αποτελεσμάτων μεταξύ των συνόλων δεδομένων των τυπικών και των ενεργειακά ευάλωτων νοικοκυριών. Ωστόσο, ο χαμηλός αριθμός των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που εντοπίστηκαν στο σύνολο των ενεργειακά ευάλωτων νοικοκυριών υποδηλώνει ότι τα νοικοκυριά αυτά στην Κροατία δαπανούν για ηλεκτρική ενέργεια περισσότερο από το μισό της αντίστοιχης εθνικής διάμεσης τιμής.

Είναι φανερό πως μια μικρή βάση καταναλωτών, όπως αυτή που αναλύθηκε στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης και αποτελείται από συνολικά 112 νοικοκυριά, δεν είναι αντιπροσωπευτική της μεταβλητότητας που αναμένεται εντός μιας βάσης δεδομένων πελατών ενός προμηθευτή ενέργειας. Ως εκ τούτου, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων που εξάγονται επηρεάζεται σημαντικά.

Αυτό όμως που καθορίζει ακόμη περισσότερο την έκβαση των τελικών αποτελεσμάτων στην περίπτωση της HEP, ιδίως συνυπολογίζοντας και το μικρό δείγμα δεδομένων, είναι η παράμετρος της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης των νοικοκυριών που εξετάζονται. Στην παραπάνω μελέτη περίπτωσης, τα διαθέσιμα δεδομένα κατανάλωσης περιλαμβάνουν μόνο ηλεκτρική ενέργεια, εξαιρώντας έτσι νοικοκυριά που χρησιμοποιούν διπλό καύσιμο (π.χ., φυσικό αέριο, κ.λπ.) ως πηγή ενέργειας. Το γεγονός αυτό από μόνο του είναι ικανό να προκαλέσει στρεβλώσεις ακόμη και στον ίδιο τον ορισμό μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας που χρησιμοποιείται. Και αυτό διότι, οι ορισμοί των δεικτών μέτρησης προβλέπουν τη χρήση δεδομένων συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης προκειμένου να παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Σε αντίθετη περίπτωση, εισάγονται παραδοχές και υποθέσεις στο πλαίσιο της ανάλυσης που μπορεί να οδηγήσουν σε λανθασμένες τελικές εκτιμήσεις.

Εξίσου καθοριστικής σημασίας με τα δεδομένα συνολικής κατανάλωσης ενέργειας είναι τα στοιχεία εισοδήματος ανά νοικοκυριό. Η διαθεσιμότητα τέτοιου τύπου στοιχείων στην περίπτωση της HEP, περιορίζεται μόνο στο μέσο εισόδημα των νοικοκυριών σε εθνικό επίπεδο. Δεδομένου ότι το εισόδημα αποτελεί σημαντική παράμετρο εισόδου για ορισμένους από τους εξεταζόμενους δείκτες, στοιχεία για το πραγματικό εισόδημα των νοικοκυριών θα βελτίωναν σημαντικά την ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Εν κατακλείδι, για τον υπολογισμό πιο αντιπροσωπευτικών αποτελεσμάτων που θα συμβάλουν στον καλύτερο εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν πληρέστερες βάσεις δεδομένων, τόσο όσον αφορά το μέγεθος του δείγματος όσο και το περιεχόμενο (π.χ., δεδομένα συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης για

όλες τις χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας). Ωστόσο, στην Κροατία δεν υπάρχει συστηματική παρακολούθηση και καταγραφή των απαιτούμενων βασικών παραμέτρων (π.χ., δημογραφικά, εισοδηματικά, κ.λπ.), ενώ τα δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας των νοικοκυριών και το κόστος που σχετίζεται με τις διάφορες ενεργειακές πηγές δεν είναι εύκολα διαθέσιμα.

### **5.1.2. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ**

Η HEP ESCO έθεσε τους ακόλουθους στόχους και περιορισμούς για την πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τον τελικό εντοπισμό των κατάλληλων δράσεων ανακούφισης της ενεργειακής φτώχειας με χρονικό ορίζοντα υλοποίησης την περίοδο 2021–2030.

Στόχοι:

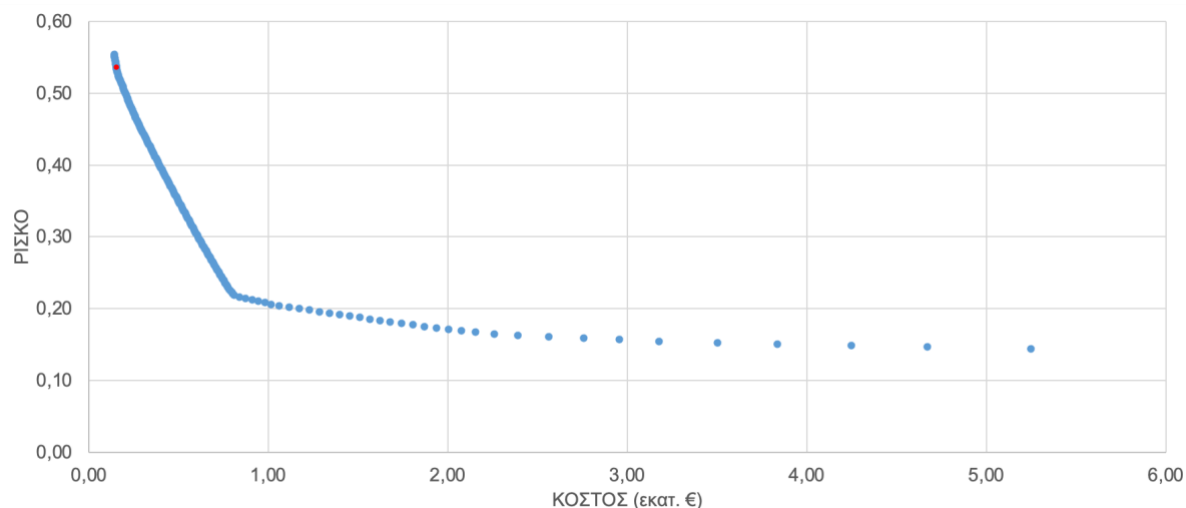
- Εξοικονόμηση ενέργειας 41 GWh
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 1,5 GWh
- Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν 10.580

Όσον αφορά τους περιορισμούς, η HEP ESCO όρισε τα εξής:

- Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο για υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ 5,5 εκατ. ευρώ
- Υλοποίηση του 10% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων σε νέα κτίρια, κατασκευασμένα μετά το 1980, και το υπόλοιπο 90% σε παλιά κτίρια κατασκευασμένα πριν το 1980
- Εξοικονόμηση του 10% της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας από υλοποίηση παρεμβάσεων σε νέα κτίρια, κτισμένα μετά το 1980, και το υπόλοιπο 90% από παλιά κτίρια κτισμένα μετά το 1980

Το Σχήμα 5.3 απεικονίζει το σύνολο των βέλτιστων λύσεων που ικανοποιούν τους παραπάνω στόχους και περιορισμούς που έχουν τεθεί, υπό μορφή ενός Μετώπου Pareto. Φαίνεται λοιπόν ότι τα πιθανά χαρτοφυλάκια δράσεων προς υλοποίηση, που προκύπτουν από την ανάλυση χαρτοφυλακίου που προηγήθηκε, ενέχουν κόστος που κυμαίνεται μεταξύ μερικών χιλιάδων ευρώ (περίπου 130 χιλ. €) και σχεδόν 5,3 εκατ. ευρώ, για το σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όσον αφορά το ρίσκο, η ελάχιστη τιμή του ισούται με 0,15, ενώ η μέγιστη τιμή του (που αντιστοιχεί στο ελάχιστο κόστος) φτάνει το 0,56. Να σημειωθεί πως η μέγιστη τιμή του ρίσκου ισούται με 1 (ή 100%), γεγονός που συνεπάγεται πως στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης το ρίσκο μεταβάλλεται μεταξύ 15%–56%.



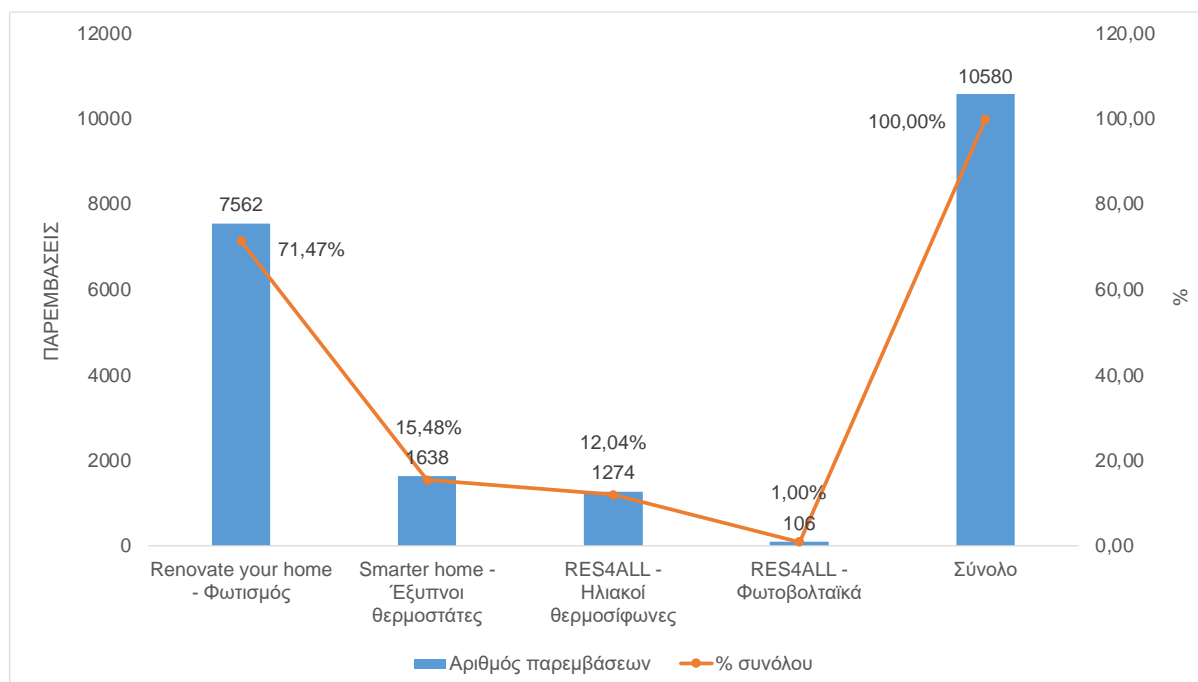


**Σχήμα 5.3** Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της HEP ESCO.

Σχετικά με την επιλογή του τελικού βέλτιστου χαρτοφυλακίου προς περαιτέρω ανάλυση, από το Μέτωπο Pareto, αυτό σημειώνεται με μια κόκκινη κουκίδα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.3. Το σκεπτικό για την επιλογή του συγκεκριμένου χαρτοφυλακίου είναι πως αυτό λειτουργεί ως σημείο αναφοράς, καθώς δεν εντοπίζεται άλλο σημείο (χαρτοφυλάκιο) στο Μέτωπο Pareto, η μετάβαση στο οποίο να επιφέρει το βέλτιστο συνδυασμό μεταβολής κόστους (αύξησης) και ρίσκου (μείωσης). Η διαδικασία επιλογής του τελικού βέλτιστου χαρτοφυλακίου, όπως αυτή έχει υιοθετηθεί για το σκοπό της συγκεκριμένης διδακτορικής διατριβής, παρουσιάζεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.

Με βάση τα παραπάνω, το τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται προς διεξοδική ανάλυση, περιλαμβάνει υλοποίηση δράσεων συνολικού κόστους 140,2 χιλ. ευρώ και συνολικού ρίσκου 54%.

Στο Σχήμα 5.4 αποτυπώνονται οι βέλτιστες δράσεις που επιλέχθηκαν προς υλοποίηση ως αποτέλεσμα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, και ο συνολικός αριθμός παρεμβάσεων που προβλέπεται για την καθεμιά. Είναι ξεκάθαρο πως το μεγάλο βάρος των παρεμβάσεων αναμένεται να σηκώσει ο φωτισμός (μέσω του σχήματος δράσεων “Renovate your home”) με ποσοστό 71,47% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων (10.580 παρεμβάσεις), ενώ σε μεγάλη απόσταση, αλλά πολύ κοντά μεταξύ τους από αριθμητικής πλευράς, είναι η εγκατάσταση έξυπνων θερμοστατών (15,48%) μέσω του σχήματος δράσεων “Smarter home”, και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες (12,04%) που περιλαμβάνονται στο σχήμα δράσεων “RES4ALL”. Τέλος, προβλέπεται και η εγκατάσταση ενός μικρού αριθμού φωτοβολταϊκών στέγης, προκειμένου να ικανοποιηθεί ο στόχος παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας που είχε αρχικά τεθεί από τη HEP ESCO.



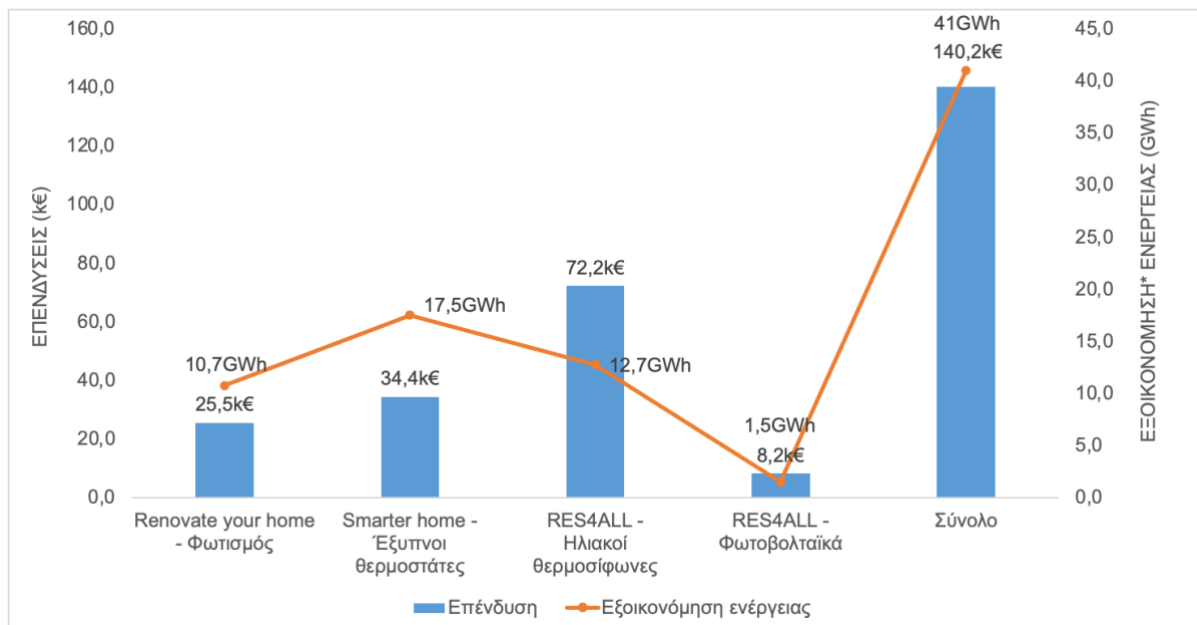
**Σχήμα 5.4** Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της HEP ESCO.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.5, η μεγαλύτερη συνολική οικονομική επιβάρυνση για τη HEP ESCO προκύπτει από την εγκατάσταση των ηλιακών θερμοσιφώνων με κόστος που ανέρχεται στα 72,2 χιλ. ευρώ. Ακολουθούν οι έξυπνοι θερμοστάτες με συνολικό κόστος 34,4 χιλ. ευρώ, και τέλος οι παρεμβάσεις αποδοτικού φωτισμού με κόστος 25,5 χιλ. ευρώ, παρά το γεγονός πως η συγκεκριμένη δράση συγκεντρώνει το μεγαλύτερο αριθμό παρεμβάσεων (Σχήμα 5.4). Να σημειωθεί εδώ πως για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους επιβάρυνσης για τη HEP ESCO, έχουν ληφθεί υπόψιν οι οικονομικές συνεισφορές που πηγάζουν από την αξιοποίηση του βέλτιστου χρηματοδοτικού μηχανισμού, ο οποίος στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης προκύπτει να είναι η «αποπληρωμή κόστους μέσω των λογαριασμών ενέργειας». Βάσει του συγκεκριμένου χρηματοδοτικού μηχανισμού, προβλέπεται (στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής) συμμετοχή του προμηθευτή ενέργειας στην υλοποίηση δράσεων με ποσοστό 5%.

Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει με το μεγαλύτερο αριθμό παρεμβάσεων (φωτισμός), και το μεγαλύτερο κόστος υλοποίησης για τη HEP ESCO (ηλιακοί θερμοσίφωνες), η εξοικονόμηση ενέργειας εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή της στους έξυπνους θερμοστάτες, με 17,5 GWh, με τους ηλιακούς θερμοσίφωνες να έπονται (12,7 GWh) και στη συνέχεια να ακολουθούν οι δράσεις αποδοτικού φωτισμού με 10,7 GWh εξοικονόμησης. Οι αριθμοί κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζονται παραπάνω, διαμορφώνουν τα εξής επίπεδα κόστους–αποτελεσματικότητας ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{εξοικονόμησης}}$ ) για την κάθε δράση (εξαιρείται η δράση εγκατάστασης φωτοβολταϊκών διότι δεν συνδέεται με εξοικονόμηση ενέργειας αλλά με παραγωγή, οπότε και ο αντίστοιχος δείκτης κόστους–αποτελεσματικότητας διαμορφώνεται σε ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{παραγωγής}}$ ):

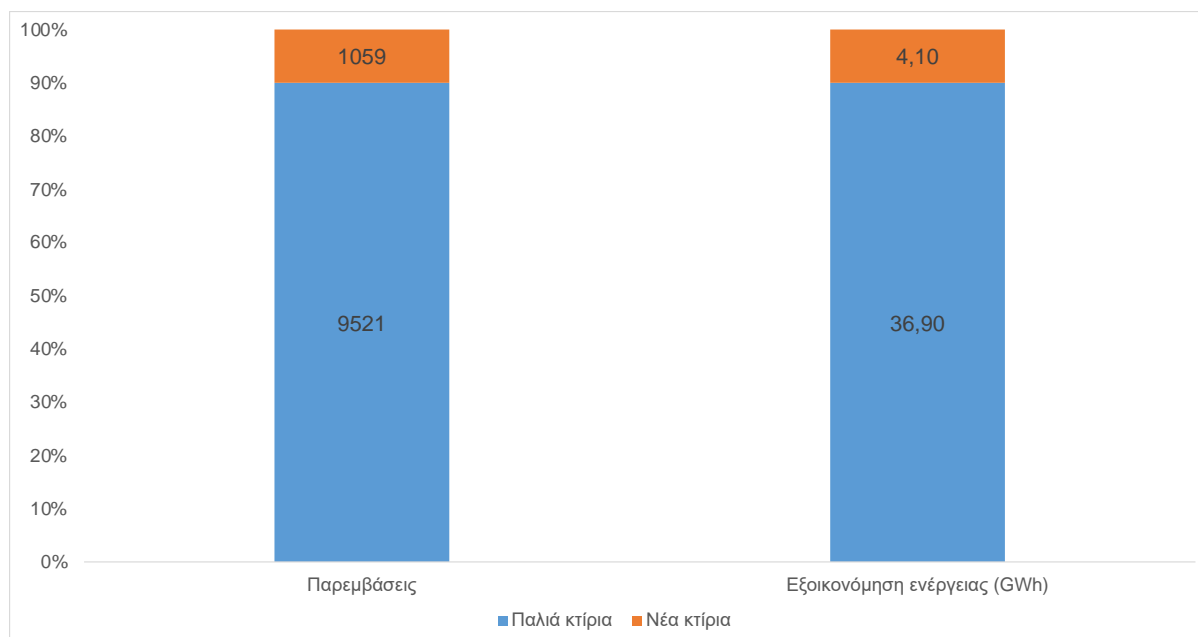
- ✓ Renovate your home – Φωτισμός: 2,37
- ✓ Smarter home – Έξυπνοι θερμοστάτες: 1,96
- ✓ RES4ALL – Ηλιακοί θερμοσίφωνες: 5,66
- ✓ RES4ALL – Φωτοβολταϊκά: 5,54

Συνοπτολογίζοντας το συνολικό κόστος και τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει για καθεμιά από τις εξεταζόμενες δράσεις, φαίνεται τελικά πως οι έξυπνοι θερμοστάτες συνιστούν την πιο αποδοτική δράση προς υλοποίηση από τη HEP ESCO με 1,96 €/MWh, ενώ, στο ίδιο πλαίσιο, οι ηλιακοί θερμοσίφωνες εμφανίζονται ως η λιγότερο αποδοτική παρέμβαση με 5,66 €/MWh.



**Σχήμα 5.5** Οικονομική συνεισφορά της HEP ESCO και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (\*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας).

Στο Σχήμα 5.6 απεικονίζεται ο αριθμός των συνολικών παρεμβάσεων καθώς και η συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των παραπάνω δράσεων, κατανεμημένων σε παλιά και νέα κτίρια. Από το σχήμα αυτό υπολογίζεται πως, και στην περίπτωση των παλιών κτιρίων, όσο και σε αυτή των νέων, η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται είναι περίπου ίση με 3,88 MWh για κάθε υλοποιούμενη παρέμβαση. Έτσι, ενώ μέσω των απόλυτων αριθμητικών τιμών που έχουν τεθεί από τη HEP ESCO στους στόχους και τους περιορισμούς του προβλήματος, είναι ξεκάθαρη η στόχευση σε παλιά κτίρια κτισμένα πριν το 1980, οι τιμές αποτελεσματικότητας ανά παρέμβαση μοιάζουν να εξισορροπούν πρακτικά την κατάσταση.



**Σχήμα 5.6** Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, καταμετρημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της HEP ESCO.

## 5.2. ELECTRIC IRELAND, ΙΡΛΑΝΔΙΑ

Η Electric Ireland<sup>3</sup> αποτελεί έναν Ιρλανδικό προμηθευτή ενέργειας που προμηθεύει ηλεκτρισμό και φυσικό αέριο σε επιχειρηματικούς και οικιακούς πελάτες στην Ιρλανδία. Συνιστά το τμήμα προμήθειας του Electricity Supply Board, της πρώην μονοπωλιακής εταιρείας ηλεκτρικής ενέργειας στην Ιρλανδία. Η εταιρεία δραστηριοποιείται πλέον σε μια ανοιχτή αγορά που ανταγωνίζεται για την προμήθεια λιανικής ηλεκτρικής ενέργειας σε οικιακούς πελάτες. Σύμφωνα με το νέο καθεστώς επιβολής που βρίσκεται σε ισχύ στη χώρα, το οποίο έχει βασιστεί στο αντίστοιχο που ίσχυε από το 2014, η Electric Ireland αποτελεί υπόχρεο μέρος για επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας ([Government of Ireland, 2021](#)). Η Electric Ireland δραστηριοποιείται επίσης στην πώληση μιας ποικιλίας έξυπνων τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των οικιακών φορτιστών ηλεκτρικών οχημάτων, ηλιακών φωτοβολταϊκών πάνελ, και αποθήκευσης μπαταριών. Σημειώνεται πως η Electric Ireland στοχεύει στην υλοποίηση σχημάτων δράσεων στο πλαίσιο συμμόρφωσης με τα εθνικά καθεστώτα επιβολής (Άρθρο 7 της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση).

Για την προσομοίωση της Ιρλανδίας ως χώρας προέλευσης της Electric Ireland, με σκοπό την εκμείωση όλων των απαραίτητων δεδομένων μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος υλοποίησης δράσεων, ενεργειακές ανάγκες, κ.λπ.), εξετάστηκε μια κλιματική ζώνη, όπως αυτή ορίζεται από την πρωτεύουσα της χώρας (Δουβλίνο), και δύο τυπικά νοικοκυριά αναφοράς, ενός κτισμένου πριν το 1980 και ενός κτισμένου μετά το 1980, συνολικού εμβαδού 75 m<sup>2</sup> και στις δύο περιπτώσεις.

<sup>3</sup> <https://www.electricireland.ie>

### 5.2.1. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Παρόλο που η Ιρλανδία διαθέτει εθνικό ορισμό της ενεργειακής φτώχειας, ο οποίος συνοδεύεται από δείκτη μέτρησης βασισμένο στον κανόνα 10%, για την εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας με στόχο την αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών της Electric Ireland, πραγματοποιήθηκε χρήση και των έξι δεικτών μέτρησης προκειμένου να διερευνηθούν οι διαφορές στα αποτελέσματα:

1. Κανόνας 10%
2. Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC)
3. Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)
4. Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2)
5. Δείκτης SocialWatt
6. Καθυστέρηση στην πληρωμή ενεργειακών λογαριασμών

Η βάση δεδομένων καταναλωτών–πελατών της Electric Ireland περιλαμβάνει βασικές παραμέτρους για την ανάλυση: (1) ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, (2) ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, (3) τοποθεσία νοικοκυριών, και (4) ληξιπρόθεσμες οφειλές για κάθε νοικοκυριό.

Το διαθέσιμο δείγμα περιλάμβανε ένα σύνολο 486 πελατών της εταιρείας με δεδομένα του έτους 2019. Ωστόσο, μετά από προσεκτική εξέταση του συνόλου δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι αυτό δεν εμπεριείχε πελάτες διπλού καυσίμου, καθώς ένα μέρος του δείγματος αποτελούταν από πελάτες ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το υπόλοιπο από πελάτες φυσικού αερίου. Κατά σύμβαση, η ανάλυση επικεντρώθηκε μόνο στους πελάτες ηλεκτρικής ενέργειας, που αθροίζονται σε 260.

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.2.

**Πίνακας 5.2** Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της Electric Ireland.

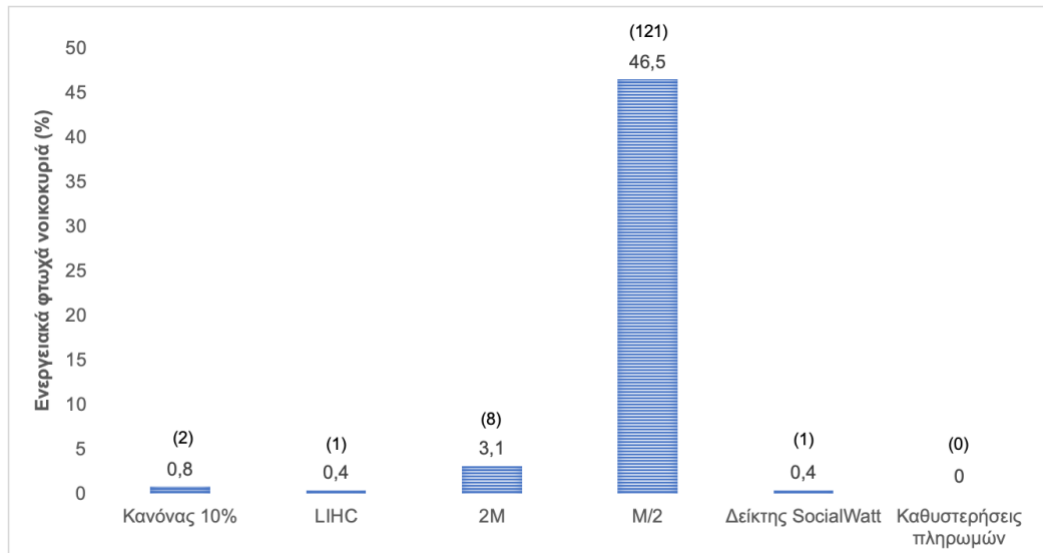
Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι							Οφειλές
	Μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα νοικοκυριού (€)	Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια (€) <sup>4</sup>	Εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας (% του εισοδήματος)	Ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (% της μέσης τιμής)	Δείκτης αξιολόγησης κτιρίου – BEI (ελάχιστος/μέγιστος)	Δείκτης αξιολόγησης νοικοκυριού – HEI (ελάχιστος/μέγιστος)	
Κανόνας 10%	28.626							
LIHC	28.626	23.885	1.100					
2M	28.626			4				
M/2			1.100					
Δείκτης SocialWatt	28.626		1.100		60%	90/110%	9/11%	

<sup>4</sup> <https://www.electricireland.ie/residential/help/billing/estimated-annual-bill>

Καθυστερήσεις  
πληρωμώνΕξαρτώμενο  
από  
νοικοκυριό

Τα δεδομένα πελατών που αναλύθηκαν, περιλαμβάνουν κατανάλωση ενέργειας και κόστος για το έτος 2019. Λόγω απουσίας εισοδηματικών στοιχείων ανά νοικοκυριό, τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα μέσω της Electric Ireland, το μέσο εθνικό εισόδημα του 2019 χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση (Eurostat 2023). Όσον αφορά το εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού, η τιμή του Πίνακα 5.2 αναφέρεται σε σταθμισμένο μέσο εθνικό όριο φτώχειας για ένα μονοπρόσωπο νοικοκυριό και ένα νοικοκυριό με δύο ενήλικες και δύο παιδιά (Eurostat 2023).

Το Σχήμα 5.7 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης για το διαθέσιμο σύνολο νοικοκυριών της Electric Ireland. Οι αριθμοί που παρουσιάζονται εντός παρενθέσεων για τον κάθε δείκτη, αναφέρονται στον πραγματικό αριθμό των νοικοκυριών που χαρακτηρίζονται ενεργειακά φτωχά βάσει του συνόλου του εξεταζόμενου δείγματος. Το δείγμα πελατών της Electric Ireland κυμάνθηκε στο ίδιο επίπεδο με το αντίστοιχο της HEP ESCO, ανάγοντας το πρόβλημα σε εφαρμογή μικρής κλίμακας, με ό,τι αυτό συνεπάγεται για τα τελικά αποτελέσματα και την αβεβαιότητα που εισάγεται.



**Σχήμα 5.7** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της Electric Ireland.

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, η πλειονότητα των δεικτών προσδιορίζει λιγότερο από το 1% των νοικοκυριών ως ενεργειακά φτωχά. Δεδομένου του μικρού αριθμού νοικοκυριών που ενσωματώθηκαν στην ανάλυση, και της δεδομένης μικρής κλίμακας εφαρμογής, δεν μπορούν να εξαχθούν απολύτως ασφαλή συμπεράσματα. Ωστόσο, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι τα περισσότερα από τα νοικοκυριά που εξετάζονται δαπανούν λιγότερο από το 8% του μέσου εθνικού εισοδήματος για δαπάνες ηλεκτρικής ενέργειας, όπως υποδεικνύεται από τα αποτελέσματα του δείκτη 2M. Επιπλέον, η απόλυτη δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας σχεδόν των μισών νοικοκυριών που εξετάζονται, είναι κάτω από το ήμισυ της εθνικής διάμεσης τιμής (δηλαδή 1.100€), σύμφωνα με τα αποτελέσματα μέτρησης με τη βοήθεια του δείκτη M/2.

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα των δεικτών του κανόνα 10%, σύμφωνα με τον οποίο μόνο το 0,8% των εξεταζόμενων νοικοκυριών καταναλώνει περισσότερο από το 10% του

εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη, και του 2M, βάσει του οποίου το 3,1% του εξεταζόμενου δείγματος καταναλώνει περισσότερο από το 8% του εισοδήματος για ενεργειακή δαπάνη, συμπεραίνεται πως στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης το 2,7% των νοικοκυριών ξοδεύει το 8–10% του εισοδήματος για ενεργειακούς σκοπούς.

Όπως και στην περίπτωση της HEP ESCO που προηγήθηκε, τα αποτελέσματα της ανάλυσης που βασίζονται στο δείκτη μέτρησης LIHC παρέχουν το μικρότερο αριθμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, ο οποίος στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν ξεπερνά το 0,4% των καταναλωτών. Βάσει του ορισμού του συγκεκριμένου δείκτη και των δεδομένων εισόδου, τα νοικοκυριά χαρακτηρίζονται ενεργειακά φτωχά μόνο στην περίπτωση που το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερο από 4.741€.

Σε αυτή τη μελέτη περίπτωσης (όπως και στην αντίστοιχη της HEP ESCO), επαληθεύεται περίτρανα πως μια μικρή βάση καταναλωτών δεν είναι διόλου αντιπροσωπευτική ενός τυπικού δείγματος καταναλωτών ενός προμηθευτή ενέργειας. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιβεβαιωθεί και από τα αποτελέσματα του Σχήματος 5.7, εάν κανείς παρατηρήσει τα αποτελέσματα του δείκτη που ορίζει τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά βάσει του εάν παρουσιάζουν ληξιπρόθεσμες οφειλές προς τον προμηθευτή ενέργειας. Ο συγκεκριμένος δείκτης ισούται με μηδέν, γεγονός που από τη μια υποδηλώνει συνέπεια η οποία δεν αποτελεί απαγορευτικό παράγοντα, αλλά από την άλλη εγείρει ερωτήματα ως προς την αντιπροσωπευτικότητα του εξεταζόμενου δείγματος.

Τέλος, σημειώνεται πως η Electric Ireland διερευνά επί του παρόντος διάφορες επιλογές για τη στόχευση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, με τη βοήθεια του SEAI (ρυθμιστικός φορέας της Ιρλανδίας που επιβλέπει τη δέσμευση στους στόχους μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας), των κοινωνικών υπηρεσιών, των εθελοντικών οργανώσεων που καταπιάνονται με θέματα ενεργειακής φτώχειας, και των δημόσιων αρχών. Αρκετοί φορείς που βοηθούν νοικοκυριά τα οποία αντιμετωπίζουν οικονομικές δυσκολίες, έχουν επίσης εκδηλώσει ενδιαφέρον να συμμετάσχουν στην υλοποίηση μιας τέτοιας πρωτοβουλίας στην Ιρλανδία.

### **5.2.2. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ**

Η Electric Ireland έθεσε τους ακόλουθους στόχους και περιορισμούς για την πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τον τελικό εντοπισμό των κατάλληλων δράσεων ανακούφισης της ενεργειακής φτώχειας με χρονικό ορίζοντα υλοποίησης την περίοδο 2021–2030.

Στόχοι:

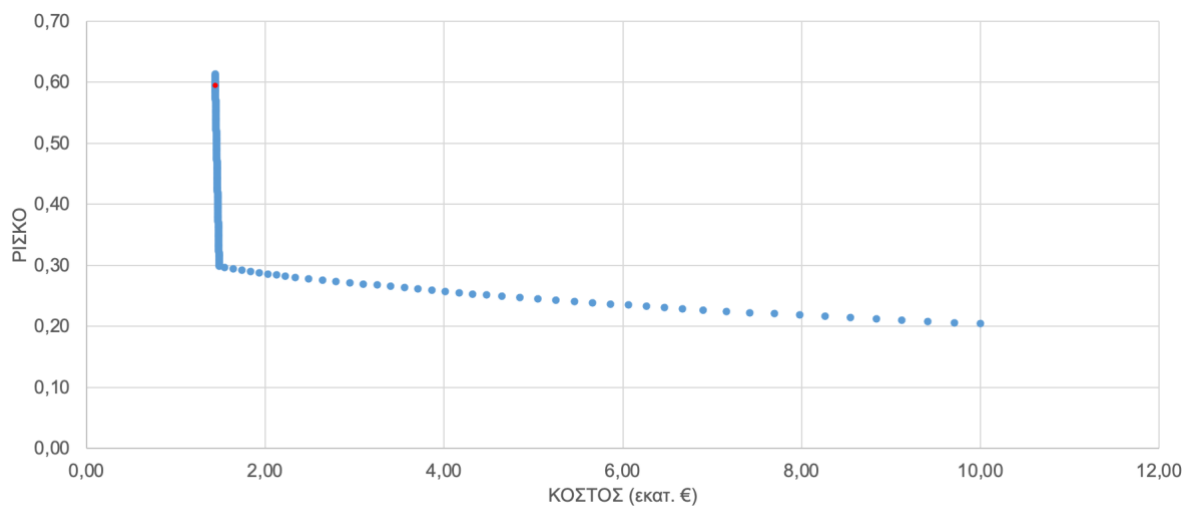
- Εξοικονόμηση ενέργειας 82 GWh
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 14 GWh
- Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν 10.000

Όσον αφορά τους περιορισμούς, η Electric Ireland όρισε τα εξής:

- Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο για υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ 10 εκατ. ευρώ

- Υλοποίηση του 10% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων σε νέα κτίρια, κατασκευασμένα μετά το 1980, και το υπόλοιπο 90% σε παλιά κτίρια κατασκευασμένα πριν το 1980
- Εξοικονόμηση του 10% της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας από υλοποίηση παρεμβάσεων σε νέα κτίρια, κτισμένα μετά το 1980, και το υπόλοιπο 90% από παλιά κτίρια κτισμένα πριν το 1980

Το Σχήμα 5.8 αποτυπώνει γραφικά το σύνολο των βέλτιστων λύσεων που ικανοποιούν τους παραπάνω στόχους και περιορισμούς που έχουν τεθεί, υπό μορφή Μετώπου Pareto. Από το σχήμα προκύπτει πως τα πιθανά χαρτοφυλάκια δράσεων προς υλοποίηση, συνδέονται με κόστος που κυμαίνεται περίπου μεταξύ 1,5 και 10 εκατ. ευρώ, για το σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όσον αφορά το ρίσκο, η ελάχιστη τιμή του ισούται με 0,20 (20%), ενώ η μέγιστη τιμή του (που αντιστοιχεί στο ελάχιστο κόστος) φτάνει το 0,62 (62%). Να σημειωθεί πως η μέγιστη τιμή του ρίσκου ισούται με 1 (100%).



**Σχήμα 5.8** Βέλιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της Electric Ireland.

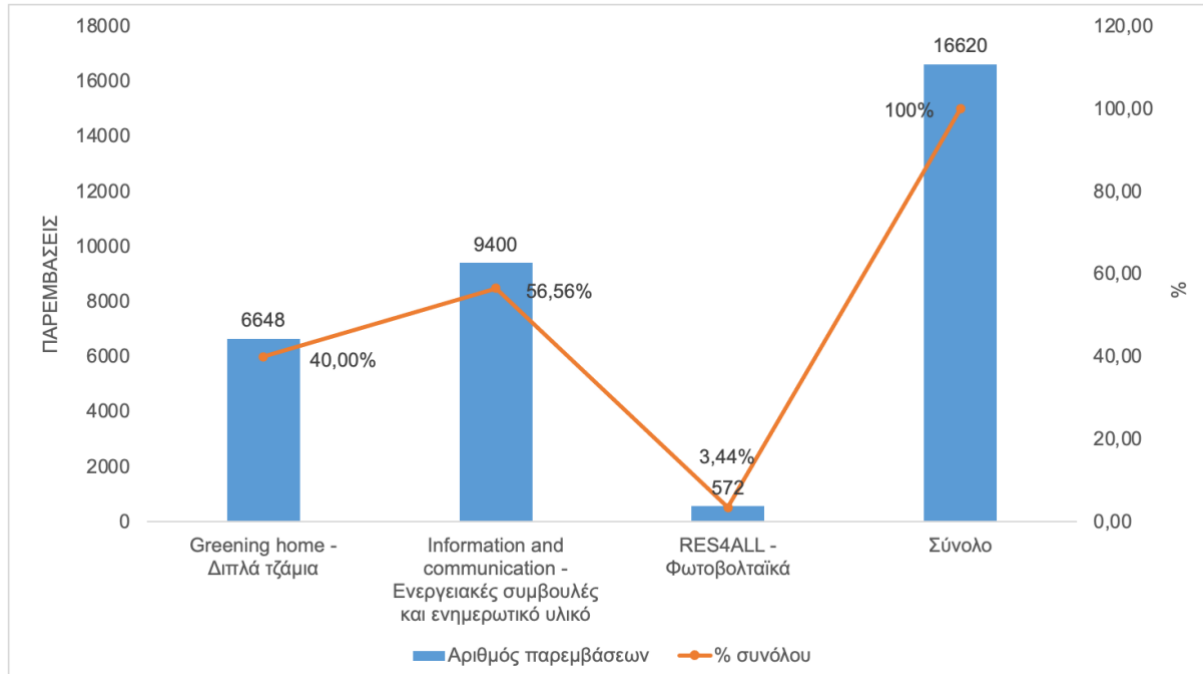
Σχετικά με την επιλογή του τελικού βέλτιστου χαρτοφυλακίου προς περαιτέρω ανάλυση, από το Μέτωπο Pareto, αυτό σημειώνεται με μια κόκκινη κουκίδα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.8. Το χαρτοφυλάκιο αυτό επιλέγεται προς διεξοδικότερη ανάλυση, όντας το σημείο αναφοράς των βέλτιστων λύσεων, καθώς, η μετάβαση από το προηγούμενο χαρτοφυλάκιο έχει επιφέρει το βέλτιστο συνδυασμό αύξησης κόστους και μείωσης ρίσκου που μπορεί να επιτευχθεί βάσει της μορφολογίας του συγκεκριμένου Μετώπου Pareto. Η διαδικασία επιλογής του τελικού βέλτιστου χαρτοφυλακίου, βρίσκεται σε απόλυτη συμφωνία με τα όσα περιγράφονται επί του θέματος στο Κεφάλαιο 4.

Με βάση τα παραπάνω, το τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται προς διερεύνηση, περιλαμβάνει υλοποίηση δράσεων συνολικού κόστους 1,43 εκατ. ευρώ και συνολικού ρίσκου 60%.

Στο Σχήμα 5.9 παρουσιάζονται οι βέλτιστες δράσεις που επιλέχθηκαν προς υλοποίηση ως αποτέλεσμα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, και ο συνολικός αριθμός παρεμβάσεων που προβλέπεται για την καθεμιά. Την πλειοψηφία των παρεμβάσεων συγκεντρώνουν οι δράσεις ενημέρωσης μέσω ενεργειακών συμβουλών και υλικού (π.χ., βίντεο, ενημερωτικά φυλλάδια,



κ.λπ.) του σχήματος «Information and Communication» (56,56%), με τις περισσότερες κοστοβόρες δράσεις της τοποθέτησης διπλών τζαμιών στα νοικοκυριά («Greening home») να έπονται με ποσοστό 40%. Τέλος, προβλέπεται και η εγκατάσταση ενός μικρού αριθμού φωτοβολταϊκών στέγης (572 παρεμβάσεις), προκειμένου να ικανοποιηθεί ο στόχος παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας που είχε αρχικά τεθεί από τη Electric Ireland.



**Σχήμα 5.9** Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της Electric Ireland.

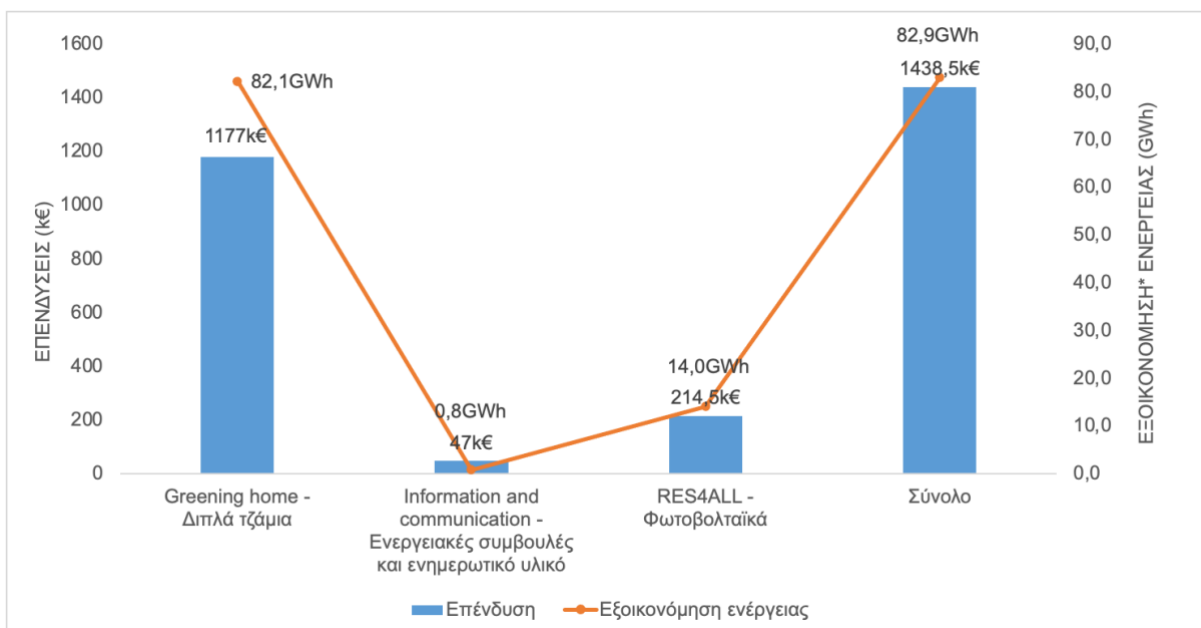
Σύμφωνα με το Σχήμα 5.10, η μεγαλύτερη συνολική οικονομική επιβάρυνση για τη Electric Ireland προκύπτει από τις παρεμβάσεις τοποθέτησης διπλών τζαμιών στα νοικοκυριά, με κόστος που ανέρχεται στα 1,18 εκατ. ευρώ. Ακολουθούν οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών με συνολικό κόστος 214,5 χιλ. ευρώ, και τέλος οι παρεμβάσεις δράσεων ενημέρωσης με κόστος 47 χιλ. ευρώ, παρά το γεγονός πως η συγκεκριμένη δράση συγκεντρώνει το μεγαλύτερο αριθμό παρεμβάσεων (Σχήμα 5.9). Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους επιβάρυνσης για τη Electric Ireland, έχουν ληφθεί υπόψιν οι οικονομικές συνεισφορές που πηγάζουν από την αξιοποίηση των βέλτιστων χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης προκύπτουν να είναι: (1) αποπληρωμή κόστους μέσω των λογαριασμών ενέργειας (3.097 παρεμβάσεις), (2) συνεργασία με τρίτους φορείς (6.881 παρεμβάσεις), και (3) crowdfunding (6.642 παρεμβάσεις). Βάσει των συγκεκριμένων χρηματοδοτικών μηχανισμών, όπως αυτοί έχουν διαμορφωθεί στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής, προβλέπεται συμμετοχή του προμηθευτή ενέργειας στην υλοποίηση δράσεων με ποσοστό 5%.

Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει με το μεγαλύτερο αριθμό παρεμβάσεων (δράσεις ενημέρωσης), η εξοικονόμηση ενέργειας φαίνεται να ακολουθεί το μοτίβο του μεγαλύτερου κόστους υλοποίησης για τη Electric Ireland (διπλά τζάμια), μιας και η μεγαλύτερη τιμή εξοικονόμησης ενέργειας εμφανίζεται ως αποτέλεσμα των παρεμβάσεων τοποθέτησης διπλών τζαμιών, με 82,1 GWh, με τις παρεμβάσεις δράσεων ενημέρωσης και παροχής ενεργειακών συμβουλών να ακολουθούν σε μεγάλη απόσταση (0,8 GWh). Οι αριθμητικές τιμές κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζονται παραπάνω, διαμορφώνουν τα εξής επίπεδα

κόστους–αποτελεσματικότητας ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{εξοικονόμησης}}$ ) για την κάθε δράση (εξαιρείται η δράση εγκατάστασης φωτοβολταϊκών διότι δεν συνδέεται με εξοικονόμηση ενέργειας αλλά με παραγωγή, οπότε και ο αντίστοιχος δείκτης κόστους–αποτελεσματικότητας διαμορφώνεται σε ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{παραγωγής}}$ ):

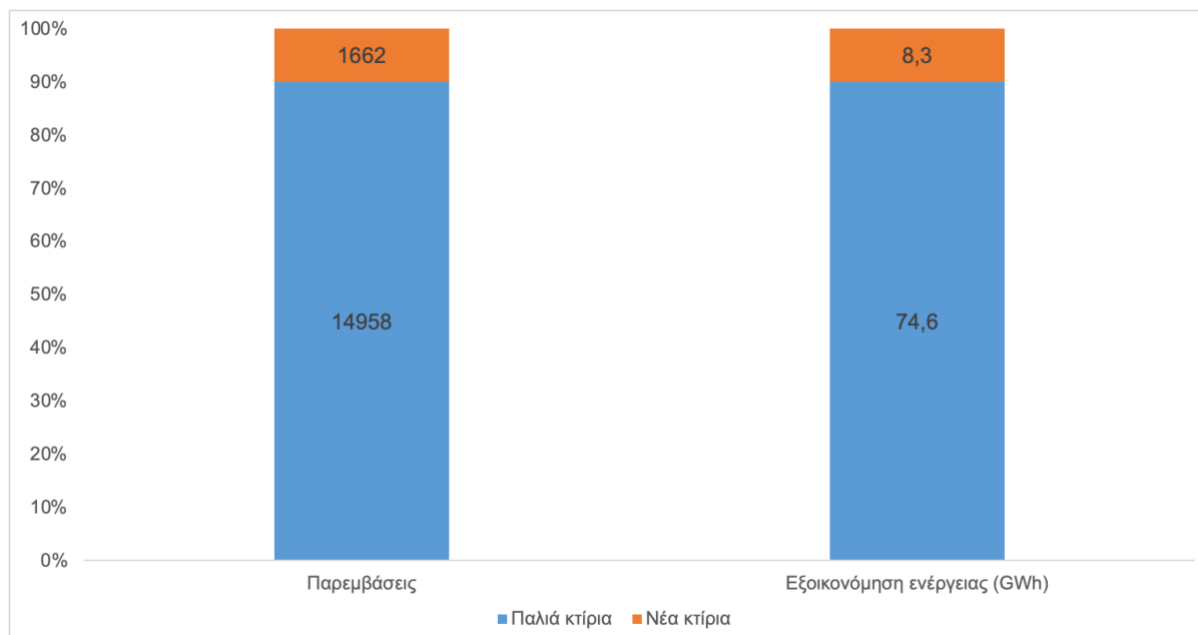
- ✓ Greening home – Διπλά τζάμια: 14,33
- ✓ Information & Communication – Ενημερωτικές δράσεις: 60,76
- ✓ RES4ALL – Φωτοβολταϊκά: 15,32

Συνυπολογίζοντας λοιπόν το συνολικό κόστος και τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει για καθεμιά από τις εξεταζόμενες δράσεις, φαίνεται τελικά πως η τοποθέτηση διπλών τζαμιών συνιστά ξεκάθαρα την πιο αποδοτική δράση προς υλοποίηση από την Electric Ireland με 14,33 €/MWh, ενώ, υπό το ίδιο πρίσμα, οι ενημερωτικές δράσεις, αν και αποτελούν φθηνή επιλογή προς υλοποίηση, εμφανίζονται ως εξαιρετικά αναποτελεσματική λύση με 60,76 €/MWh.



**Σχήμα 5.10** Οικονομική συνεισφορά της Electric Ireland και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (\*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας).

Στο Σχήμα 5.11 απεικονίζεται ο αριθμός των συνολικών παρεμβάσεων καθώς και η συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των παραπάνω δράσεων, καταμετρημένων σε παλιά και νέα κτίρια. Από το σχήμα αυτό υπολογίζεται πως, και στην περίπτωση των παλιών κτιρίων, όσο και σε αυτή των νέων, η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται είναι περίπου ίση με 4,99 MWh για κάθε υλοποιούμενη παρέμβαση.



**Σχήμα 5.11** Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, κατανεμημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της Electric Ireland.

### 5.3. FORTUM, ΛΕΤΟΝΙΑ

Η Fortum<sup>5</sup> αποτελεί κορυφαία εταιρεία καθαρής ενέργειας που αναπτύσσει και προσφέρει λύσεις για πελάτες σε θέματα ηλεκτρισμού, θέρμανσης, ψύξης, καθώς και λύσεις για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των πόρων. Η Fortum παρέχει επίσης υπηρεσίες για τη βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και λύσεις για τους καταναλωτές, ώστε να μπορούν να είναι πιο έξυπνοι στις ενεργειακές τους επιλογές. Οι δραστηριότητές της στη Λετονία επικεντρώνονται στην τηλεθέρμανση και την παραγωγή και παροχή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και στη διανομή θερμότητας και τις πωλήσεις.

Για την προσομοίωση της Λετονίας ως χώρας προέλευσης της Fortum, με σκοπό την εκμείωση όλων των απαραίτητων δεδομένων μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος υλοποίησης δράσεων, ενεργειακές ανάγκες, κ.λπ.), εξετάστηκε μια κλιματική ζώνη, όπως αυτή ορίζεται από την πρωτεύουσα της χώρας (Ρήγα), και δύο τυπικά νοικοκυριά αναφοράς, ενός κτισμένου πριν το 1980 και ενός κτισμένου μετά το 1980, συνολικού εμβαδού 62,5 m<sup>2</sup> και στις δύο περιπτώσεις.

#### 5.3.1. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Κατά τη διερεύνηση της καταλληλότητας της χρήσης εσωτερικών δεδομένων της Fortum για τον εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, εντοπίστηκαν μερικές σημαντικές προκλήσεις. Η πρώτη εξ αυτών συνίσταται στο γεγονός πως, λόγω έλλειψης ικανοποιητικού δείγματος δεδομένων κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, η προσοχή στράφηκε αποκλειστικά στην τηλεθέρμανση. Όσον αφορά την τηλεθέρμανση καθ' αυτή, και εκεί υπήρξαν κάποιες δυσκολίες. Σε αντίθεση με τις εταιρείες λιανικής πώλησης φυσικού αερίου και ηλεκτρικής

<sup>5</sup> <https://www.fortum.com/fortum>

ενέργειας, οι εταιρείες τηλεθέρμανσης διαθέτουν περιορισμένα στοιχεία σχετικά με την τελική κατανάλωση ενέργειας από τους τελικούς χρήστες και τα νοικοκυριά. Ιστορικά, η κατανάλωση ενέργειας στα συστήματα τηλεθέρμανσης μετράται σε επίπεδο κτιρίου και όχι για κάθε νοικοκυριό ή διαμέρισμα. Πιο πρόσφατα, έχουν εγκατασταθεί ξεχωριστοί μετρητές για κάθε μονάδα σε νέα κτίρια, αλλά η πλειονότητα των πολυκατοικιών συνήθως κατανέμει τη συνολική κατανάλωση ενέργειας θέρμανσης με βάση το μέγεθος του διαμερίσματος. Τα διαμερίσματα του ίδιου μεγέθους σε μια πολυκατοικία θα έχουν ακριβώς το ίδιο τιμολόγιο για την παροχή θερμότητας, ακόμη και αν ένα νοικοκυριό σε ένα διαμέρισμα έχει προβεί σε μέτρα εξοικονόμησης θερμότητας (π.χ., ρύθμιση χαμηλής θερμοκρασίας, αλλαγή παραθύρων, κ.λπ.). Συνεπώς, οι εταιρείες τηλεθέρμανσης δεν διαθέτουν στοιχεία σε επίπεδο μονάδας για την κατανάλωση θερμικής ενέργειας.

Η Fortum παρέχει τηλεθέρμανση στην πόλη Jelgava, επομένως η ανάλυση επικεντρώνεται στους πελάτες της εν λόγω περιοχής. Στην πόλη Jelgava, περίπου το 15% όλων των πολυκατοικιών που είναι συνδεδεμένες με την τηλεθέρμανση, χρησιμοποιούν καταναμητές/μετρητές που μετρούν την κατανάλωση θερμότητας σε κάθε διαμέρισμα. Σε αυτά τα κτίρια, οι ιδιοκτήτες των διαμερισμάτων συναποφασίζουν ένα συντελεστή που διαιρεί τη συνολική κατανάλωση θερμότητας σε δύο μέρη: το ένα μέρος υπολογίζεται σύμφωνα με την κατανάλωση κάθε διαμερίσματος, όπως μετράται από τον καταναμητή, και το δεύτερο μέρος διαμορφώνεται ανάλογα με το μέγεθος του διαμερίσματος. Αυτό το δεύτερο μέρος αντιπροσωπεύει την κατανάλωση θέρμανσης για τους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου – υπόγεια, κλιμακοστάσια, διάδρομοι. Όλα τα δεδομένα κατανάλωσης αξιοποιήθηκαν μέσω της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας προκειμένου να διερευνηθεί βαθύτερα η δυνατότητά της να εντοπίζει με ακρίβεια τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά.

Τα υπάρχοντα συστήματα πληροφορικής διαθέτουν περιορισμένες επιλογές εξαγωγής δεδομένων και, ως εκ τούτου, τα σχετικά σύνολα δεδομένων πρέπει να προετοιμάζονται χειροκίνητα. Για το λόγο αυτό, και εξαιτίας του γεγονότος ότι τα δεδομένα σε επίπεδο νοικοκυριών δεν είναι πάντα διαθέσιμα ή ακριβή, στην παρούσα ανάλυση συμπεριλήφθηκαν μόνο δεδομένα για κτίρια που χρησιμοποιούν καταναμητές για τη μέτρηση της θερμότητας. Ως εκ τούτου, η ανάλυση βασίζεται μόνο σε δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση θερμότητας, τα οποία δεν αντιπροσωπεύουν το συνολικό ενεργειακό κόστος των νοικοκυριών.

Στη Λετονία δεν υπάρχει επίσημος ορισμός της ενεργειακής φτώχειας. Το Υπουργείο Οικονομίας σχεδιάζει να προβεί σε αλλαγές στον ενεργειακό νόμο για να συμπεριλάβει έναν ορισμό του προβλήματος. Συνεπώς, και συνυπολογίζοντας τα όσα παρουσιάστηκαν παραπάνω, για την εφαρμογή της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας με στόχο την αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών της Fortum, πραγματοποιήθηκε χρήση και των έξι δεικτών μέτρησης:

1. Κανόνας 10%
2. Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC)
3. Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)
4. Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2)
5. Δείκτης SocialWatt
6. Καθυστέρηση στην πληρωμή ενεργειακών λογαριασμών

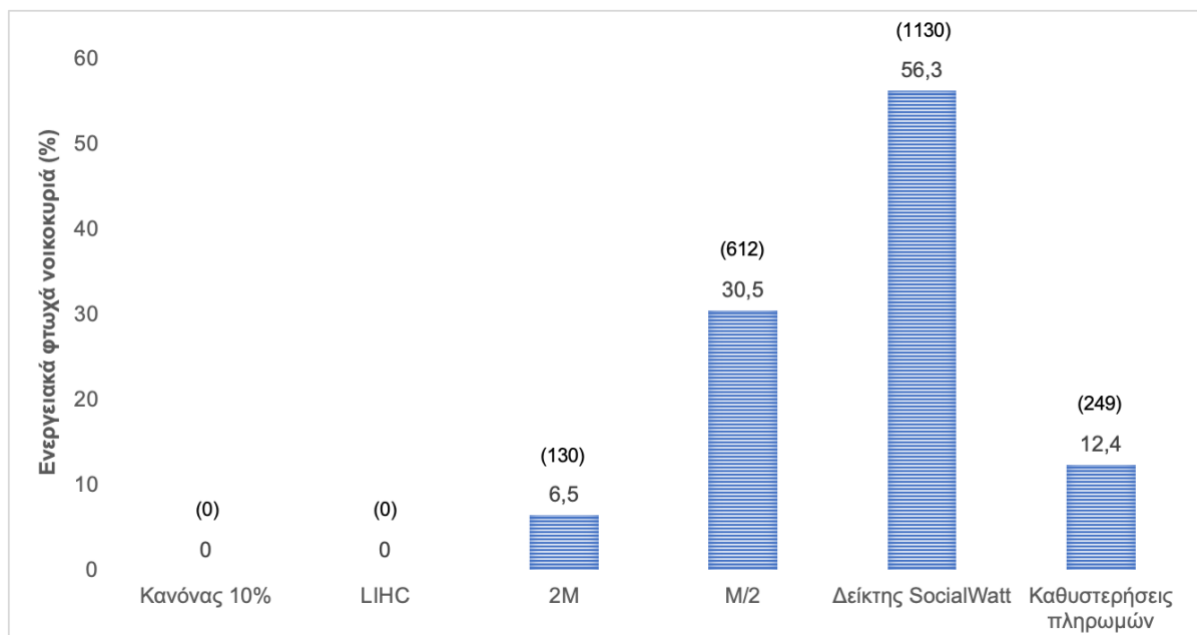
Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3.

**Πίνακας 5.3** Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της Fortum.

Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι							Οφειλές
	Μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα νοικοκυριού (€)	Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας (% του εισοδήματος)	Ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (% της μέσης τιμής)	Δείκτης αξιολόγησης κτιρίου – BEI (ελάχιστος/μέγιστος)	Δείκτης αξιολόγησης νοικοκυριού – HEI (ελάχιστος/μέγιστος)	
Κανόνας 10%	14.753							
LHC	14.753	7.620	300					
2M	14.753			2				
M/2			300					
Δείκτης SocialWatt	14.753		300		60%	90/110%	9/11%	
Καθυστερήσεις πληρωμών								Εξαρτώμενο από νοικοκυριό

Τα δεδομένα πελατών που αναλύθηκαν, περιλαμβάνουν κατανάλωση ενέργειας και κόστος για το έτος 2019, για 2.007 πελάτες της Fortum. Λόγω απουσίας εισοδηματικών στοιχείων ανά νοικοκυριό, τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα μέσω της Fortum, το μέσο εθνικό εισόδημα του 2019 χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση ([Central Statistical Bureau of Latvia, 2020](#)). Όσον αφορά τη διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια, και αυτή του μεριδίου ενεργειακών δαπανών στο εισόδημα, αυτές προέκυψαν από την ανάλυση της βάσης δεδομένων της Fortum, ελλείψει ανάλογων διαθέσιμων εθνικών στατιστικών στοιχείων.

Το Σχήμα 5.12 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης για το διαθέσιμο σύνολο νοικοκυριών της Fortum. Οι αριθμοί που παρουσιάζονται εντός παρενθέσεων για τον κάθε δείκτη, αναφέρονται στον πραγματικό αριθμό των νοικοκυριών που χαρακτηρίζονται ενεργειακά φτωχά βάσει του συνόλου του εξεταζόμενου δείγματος. Το δείγμα πελατών της Fortum είναι αρκετά μεγαλύτερο συγκριτικά με αυτά των μελετών περίπτωσης της HEP ESCO και της Electric Ireland που παρουσιάστηκαν παραπάνω, ανάγοντας το πρόβλημα σε εφαρμογή μεσαίας κλίμακας.



**Σχήμα 5.12** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της Fortum.

Όπως αναφέρθηκε ήδη, ελλείπει στοιχείων εισοδήματος σε επίπεδο νοικοκυριού, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μέσου εθνικού εισοδήματος. Για δύο από τους δείκτες που βασίζονται στη χρήση δεδομένων εισοδήματος (10% και LIHC), αυτή η προσέγγιση, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι χρησιμοποιήθηκαν μόνο δεδομένα για την κατανάλωση θερμότητας και όχι η συνολική κατανάλωση ενέργειας, είχε ως αποτέλεσμα να μην εντοπιστούν ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά. Ο δείκτης υψηλού μεριδίου ενεργειακών δαπανών (2M) αντιθέτως, προσδιόρισε το 6,5% των πελατών ως ενεργειακά φτωχούς, γεγονός που, βάσει ορισμού του συγκεκριμένου δείκτη, υποδηλώνει πως 6,5% των εξεταζόμενων νοικοκυριών σπαταλά πάνω από 4% του εισοδήματος για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Εάν αναλογιστεί κανείς τη συγγένεια που εμφανίζουν οι ορισμοί των δεικτών 10% και 2M, το χαμηλό ποσοστό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών βάσει του δείκτη 2M ίσως να εξηγεί μερικώς και το αποτέλεσμα του δείκτη 10%.

Αντίθετα, τα αποτελέσματα για τον δείκτη χαμηλής απόλυτης ενεργειακής δαπάνης (M/2) δείχνουν ότι περίπου το ένα τρίτο των νοικοκυριών είναι ενεργειακά φτωχό. Αυτό σημαίνει ότι περίπου το ένα τρίτο των νοικοκυριών ξοδεύει κάτω από το ήμισυ του μέσου κόστους τηλεθέρμανσης (300€).

Σύμφωνα με τον δείκτη SocialWatt, ο αριθμός των νοικοκυριών που προσδιορίζονται ως ενεργειακά φτωχά είναι αρκετά υψηλότερος συγκριτικά με τα αποτελέσματα των υπόλοιπων δεικτών, αγγίζοντας το 57%. Τέλος, το 12,4% των νοικοκυριών παρουσιάζει καθυστερήσεις στην πληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών για περίοδο 30 ημερών και άνω (σύμφωνα με την πολιτική της Fortum περί καθυστερήσεων στις πληρωμές των λογαριασμών).

Η έλλειψη δεδομένων από άλλους φορείς ενέργειας (για την ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο) για την παροχή ολοκληρωμένης εικόνας των συνολικών ενεργειακών δαπανών, και η έλλειψη στοιχείων για το επίπεδο εισοδήματος ανά νοικοκυριό, αποτελούν παράγοντες πρόκλησης που επηρεάζουν σημαντικά την ακρίβεια της ανάλυσης.

### 5.3.2. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

Η Fortum έθεσε τους ακόλουθους στόχους και περιορισμούς για την πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τον τελικό εντοπισμό των κατάλληλων δράσεων ανακούφισης της ενεργειακής φτώχειας με χρονικό ορίζοντα υλοποίησης την περίοδο 2021–2030.

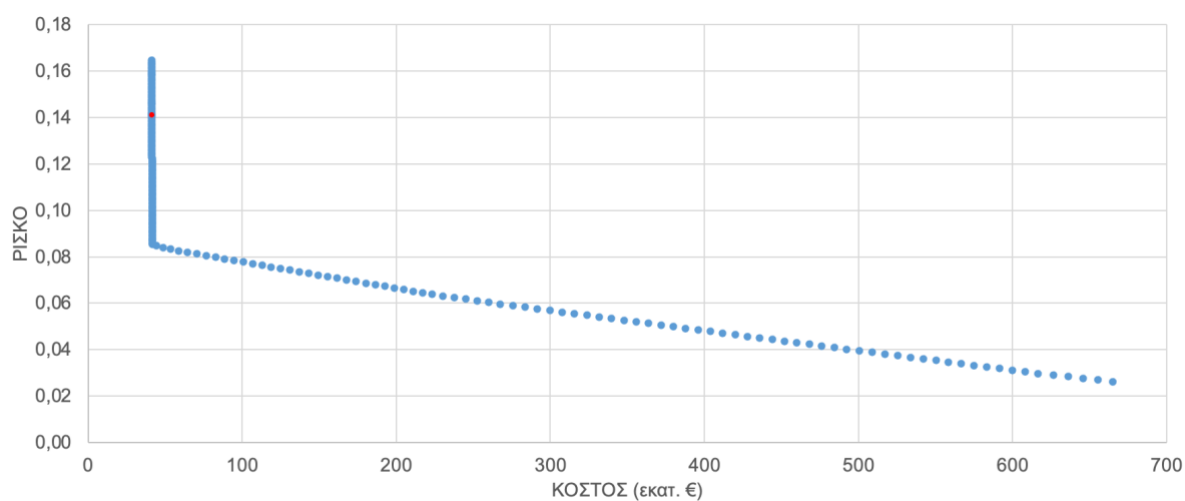
Στόχοι:

- Εξοικονόμηση ενέργειας 1,5 GWh
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 1 GWh
- Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν 3.000

Όσον αφορά τους περιορισμούς, η Fortum όρισε τα εξής:

- Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο για υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ 700 χιλ. ευρώ
- Υλοποίηση του 20% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων σε νέα κτίρια, κατασκευασμένα μετά το 1980, και το υπόλοιπο 80% σε παλιά κτίρια κατασκευασμένα πριν το 1980
- Εξοικονόμηση του 20% της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας από υλοποίηση παρεμβάσεων σε νέα κτίρια, κτισμένα μετά το 1980, και το υπόλοιπο 80% από παλιά κτίρια κτισμένα πριν το 1980

Το Σχήμα 5.13 αποτυπώνει γραφικά το σύνολο των βέλτιστων λύσεων που ικανοποιούν τους παραπάνω στόχους και περιορισμούς που έχουν τεθεί, υπό μορφή Μετώπου Pareto. Από το σχήμα προκύπτει πως τα πιθανά χαρτοφυλάκια δράσεων προς υλοποίηση, συνδέονται με κόστος που ξεκινά από 48 χιλ. ευρώ και φτάνει έως τις 680 χιλ. ευρώ περίπου, για το σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όσον αφορά το ρίσκο, η ελάχιστη τιμή του ισούται με 0,03 (3%), ενώ η μέγιστη τιμή του (που αντιστοιχεί στο ελάχιστο κόστος) αγγίζει το 0,17 (17%). Να σημειωθεί πως η μέγιστη τιμή του ρίσκου ισούται με 1 (100%).

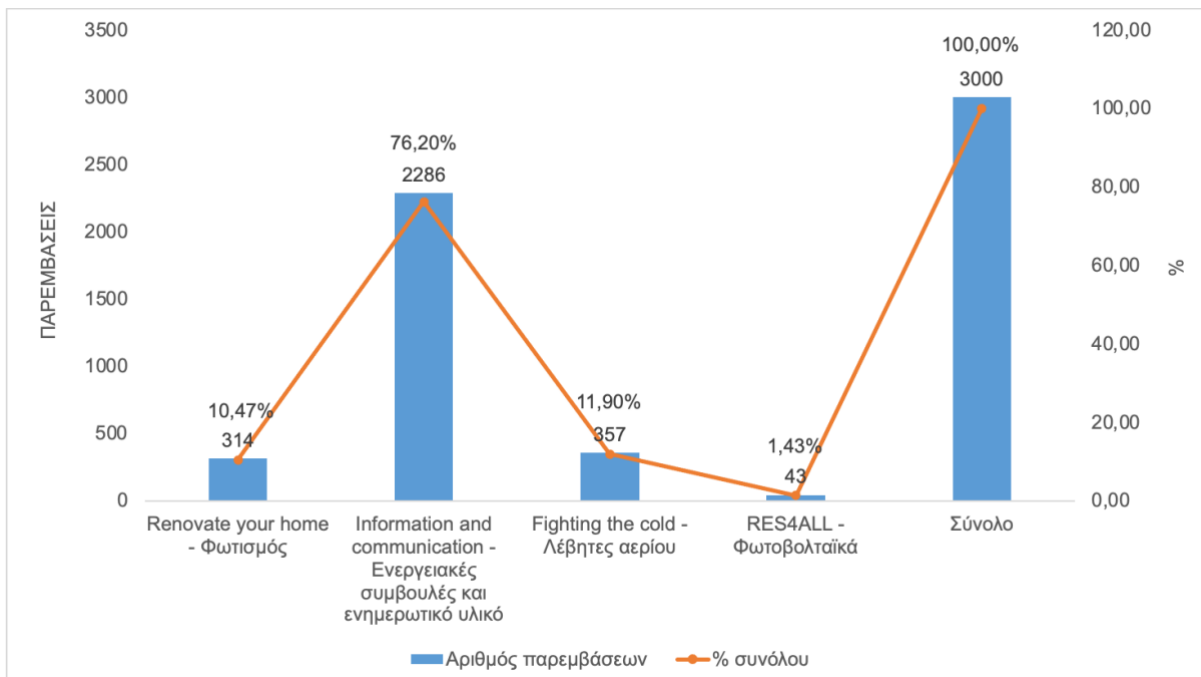


**Σχήμα 5.13** Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της Fortum.

Οι παραπάνω αριθμητικές τιμές φανερώνουν περίτρανα πως πρόκειται για μια εφαρμογή εξαιρετικά μικρής κλίμακας, τόσο από άποψης επένδυσης όσο και από πλευράς διαθέσιμου ρίσκου που ο προμηθευτής ενέργειας είναι διατεθειμένος να αναλάβει για την υλοποίηση των δράσεων. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί μερικώς, εάν ληφθεί υπόψιν το γεγονός πως οι δράσεις που τελικά προκρίνονται, εξετάζονται προς υλοποίηση αποκλειστικά σε μια πόλη της Λετονίας, τη Jelgava.

Το τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται προς περαιτέρω διερεύνηση μέσω του Μετώπου Pareto, απεικονίζεται με μια χαρακτηριστική κόκκινη κουκίδα στο Σχήμα 5.13. Η διαδικασία επιλογής του τελικού χαρτοφυλακίου, όπως και στις μελέτες περίπτωσης της HEP ESCO και της Electric Ireland που περιγράφονται παραπάνω (όπως και σε αυτές που ακολουθούν), βρίσκεται σε απόλυτη ευθυγράμμιση με τα όσα προβλέπονται σύμφωνα με τα βήματα εφαρμογής της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας (Κεφάλαιο 4). Κατά συνέπεια, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 5.13, το εν λόγω χαρτοφυλάκιο περιλαμβάνει υλοποίηση δράσεων συνολικού κόστους 47 χιλ. ευρώ και συνολικού ρίσκου περίπου 14%.

Στο Σχήμα 5.14 παρουσιάζονται οι βέλτιστες δράσεις που επιλέχθηκαν προς υλοποίηση ως αποτέλεσμα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, και ο συνολικός αριθμός παρεμβάσεων που προβλέπεται για την καθεμιά. Όπως και στη μελέτη περίπτωσης της Electric Ireland, η «φθηνή» λύση των δράσεων ενημέρωσης μέσω ενεργειακών συμβουλών και σχετικού υλικού (π.χ., βίντεο, ενημερωτικά φυλλάδια, κ.λπ.) του σχήματος «Information and communication» εμφανίζεται να κερδίζει το ενδιαφέρον, συγκεντρώνοντας το 76,20% του συνόλου των παρεμβάσεων. Σε αρκετά χαμηλότερο επίπεδο από άποψη αριθμού παρεμβάσεων εμφανίζονται οι δράσεις που εμπεριέχουν μεγαλύτερο κόστος, όπως είναι οι δράσεις αντικατάστασης παλιών λεβήτων πετρελαίου με νέους λέβητες αερίου (11,90%), και οι δράσεις αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων (10,47%). Τέλος, προβλέπεται και η εγκατάσταση ενός μικρού αριθμού φωτοβολταϊκών στέγης (43 παρεμβάσεις), προκειμένου να ικανοποιηθεί ο στόχος παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας που είχε αρχικά τεθεί από τη Fortum.



**Σχήμα 5.14** Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της Fortum.

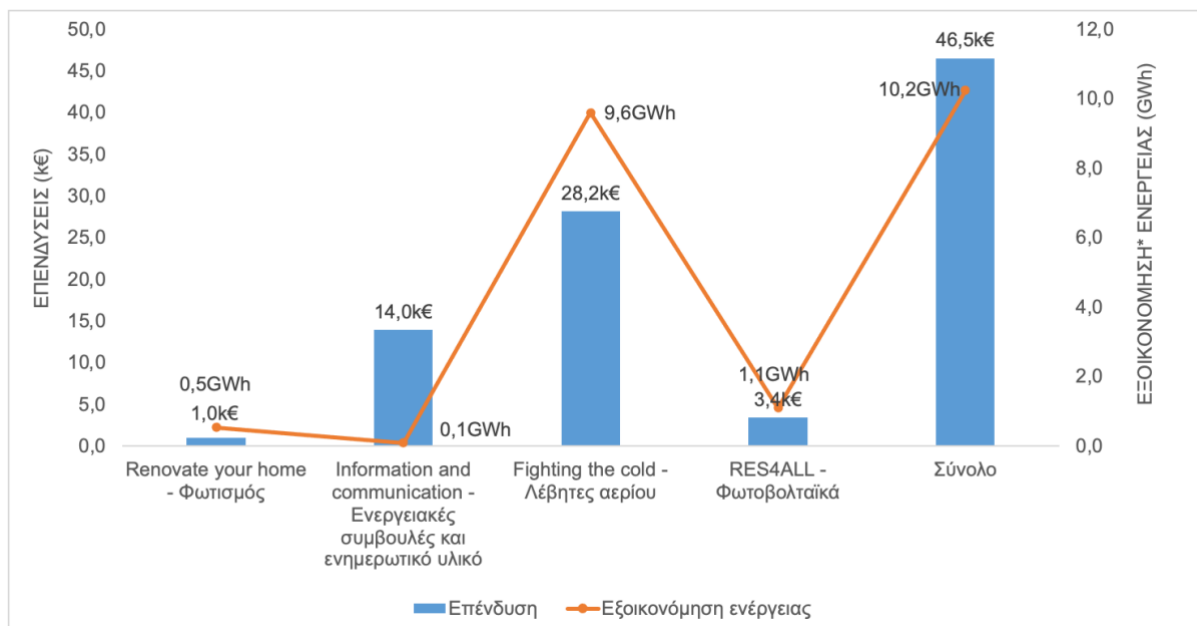


Σύμφωνα με το Σχήμα 5.15, η μεγαλύτερη συνολική οικονομική επιβάρυνση για τη Fortum προκύπτει από τις παρεμβάσεις αντικατάστασης λεβήτων στα νοικοκυριά με νέους φυσικού αερίου, με κόστος που ανέρχεται στα 9,6 χιλ. ευρώ. Δεύτερες στη σχετική λίστα κόστους εμφανίζονται οι δράσεις ενημέρωσης και παροχής συμβουλευτικού υλικού με συνολικό κόστος 14 χιλ. ευρώ, με τις παρεμβάσεις εγκατάστασης οικιακών φωτοβολταϊκών να έπονται με κόστος 3,4 χιλ. ευρώ. Τέλος, οι παρεμβάσεις δράσεων αντικατάστασης λαμπτήρων με νέους, πιο αποδοτικούς LED, επιβαρύνει λιγότερο τη Fortum. Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους επιβάρυνσης για τη Fortum, έχει συνυπολογιστεί η οικονομική συνεισφορά που προέρχεται από την αξιοποίηση των βέλτιστων χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης προκύπτουν να είναι: (1) αποπληρωμή κόστους μέσω των λογαριασμών ενέργειας (1.160 παρεμβάσεις), και (2) συνεργασία με τρίτους φορείς (1.840 παρεμβάσεις).

Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, η μεγαλύτερη τιμή της εμφανίζεται μέσω των παρεμβάσεων αντικατάστασης λεβήτων αερίου (9,6 GWh), με τις παρεμβάσεις δράσεων ενημέρωσης και παροχής ενεργειακών συμβουλών, παρότι υπερτερούν σημαντικά αριθμητικά, να βρίσκονται πολύ χαμηλά από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας (0,1 GWh). Οι δράσεις με εστίαση στον ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό εξοικονομούν ελαφρώς περισσότερη ενέργεια από τις δράσεις ενημέρωσης στο συγκεκριμένο πρόβλημα, αλλά παραμένουν χαμηλότερα συγκριτικά με τις δράσεις αντικατάστασης λεβήτων αερίου. Οι τιμές κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζονται παραπάνω, διαμορφώνουν τα εξής επίπεδα κόστους–αποτελεσματικότητας ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{εξοικονόμησης}}$ ) για την κάθε δράση (εξαιρείται η δράση εγκατάστασης φωτοβολταϊκών διότι δεν συνδέεται με εξοικονόμηση ενέργειας αλλά με παραγωγή, οπότε και ο αντίστοιχος δείκτης κόστους–αποτελεσματικότητας διαμορφώνεται σε  $(\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{παραγωγής}})$ ):

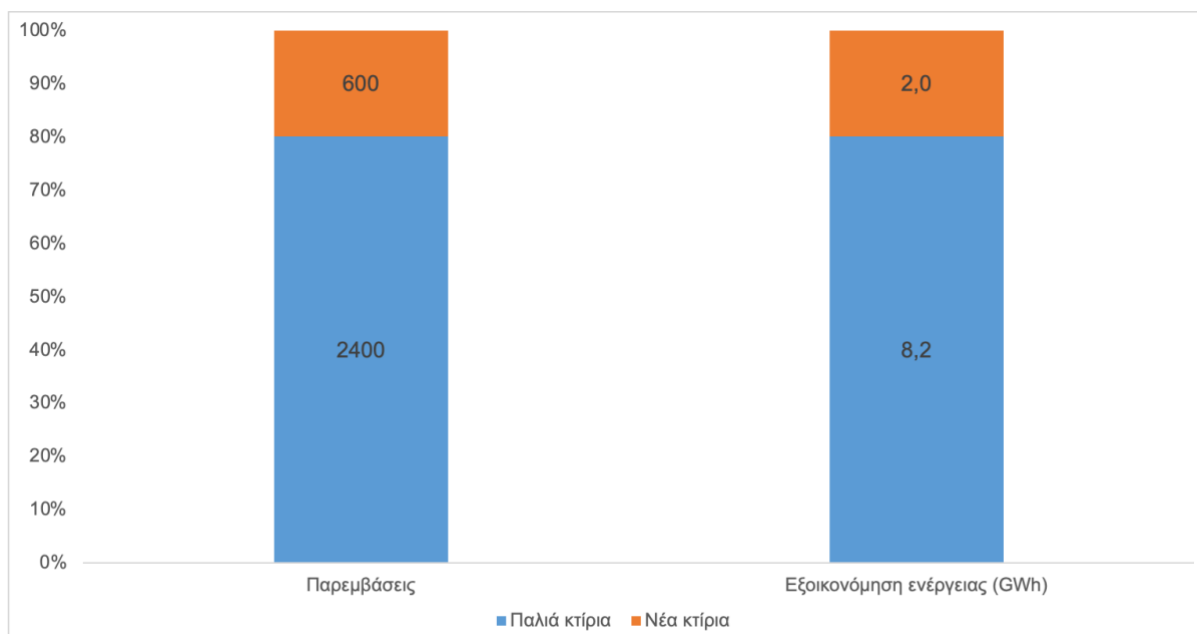
✓ Renovate your home – Φωτισμός:	1,87
✓ Information & Communication – Ενημερωτικές δράσεις:	140,93
✓ Fighting the cold – Λέβητες αερίου:	2,93
✓ RES4ALL – Φωτοβολταϊκά:	3,11

Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραπάνω αριθμητικές τιμές για το συνολικό κόστος και τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας για καθεμιά από τις εξεταζόμενες δράσεις, προκύπτει πως η δράση ενεργειακής αναβάθμισης του φωτισμού στα νοικοκυριά πλεονεκτεί ελαφρώς συγκριτικά με την αντικατάσταση των λεβήτων αερίου (1,87 €/MWh έναντι 2,93 €/MWh), και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών (3,11 €/MWh), από πλευράς αποδοτικότητας. Αναφορικά με τις δράσεις ενημέρωσης, το μικρό κόστος υλοποίησής τους δεν μπορεί να αντισταθμιστεί από μια ικανοποιητική εξοικονόμηση ενέργειας, γεγονός που καθιστά τη συγκεκριμένη δράση μια εξαιρετικά αναποτελεσματική λύση (140,93 €/MWh).



**Σχήμα 5.15** Οικονομική συνεισφορά της Fortum και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (\*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας).

Στο Σχήμα 5.16 παρουσιάζεται ο αριθμός των συνολικών παρεμβάσεων καθώς και η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την υλοποίηση των παραπάνω δράσεων, καταμετρημένων σε παλιά και νέα κτίρια. Από το σχήμα αυτό υπολογίζεται πως, στην περίπτωση των παλιών κτιρίων η εξοικονομούμενη ενέργεια ανά παρέμβαση ισούται με 3,43 MWh/παρέμβαση ενώ ο ίδιος δείκτης στην περίπτωση των νέων κτιρίων ισούται με 3,42 MWh για κάθε υλοποιούμενη παρέμβαση.



**Σχήμα 5.16** Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, καταμετρημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της Fortum.

## 5.4. EVISO, ΙΤΑΛΙΑ

Η eVISO<sup>6</sup> είναι μια εταιρεία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας που δραστηριοποιείται στην ιταλική αγορά και παρέχει καινοτόμες λύσεις για τους πελάτες της από την αρχή του 2012. Η εταιρεία εξειδικεύεται σε καταναλωτές και παραγωγούς μικρών και μικρομεσαίων επιχειρήσεων, έχοντας επί του παρόντος σχεδόν 10.000 συμβάσεις που αντιπροσωπεύουν πωλήσεις άνω των 40 εκατομμυρίων ευρώ. Η eVISO αποτελεί τον πρώτο προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ιταλία που ανέπτυξε πλατφόρμα μέτρησης της κατανάλωσης ενέργειας πραγματικού χρόνου, συλλέγοντας δεδομένα από χιλιάδες μετρητές σε πραγματικό χρόνο τα οποία συγχρονίζει επίσης με δεδομένα αγοράς, προγνώσεις καιρού κ.λπ.

Για την προσομοίωση της Ιταλίας ως χώρας προέλευσης της eVISO, με σκοπό την εκμείωση όλων των απαραίτητων δεδομένων μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος υλοποίησης δράσεων, ενεργειακές ανάγκες, κ.λπ.), εξετάστηκαν δυο κλιματικές ζώνες, όπως αυτές ορίζονται, η πρώτη από την πρωτεύουσα της χώρας (Ρώμη) και η δεύτερη από την πόλη του Μιλάνου, και δύο τυπικά νοικοκυριά αναφοράς (ανά κλιματική ζώνη), ενός κτισμένου πριν το 1980 και ενός κτισμένου μετά το 1980, συνολικού εμβαδού 117 m<sup>2</sup> και στις δύο περιπτώσεις.

### 5.4.1. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Η Ιταλία δεν διαθέτει εθνικό ορισμό της ενεργειακής φτώχειας που να συνδέεται άμεσα με κάποιο συγκεκριμένο δείκτη μέτρησης. Ως εκ τούτου, για την ανάλυση που ακολουθεί, επιλέχθηκε ο δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας SocialWatt με σκοπό τον προσδιορισμό των επιπέδων ενεργειακής φτώχειας και του κινδύνου ενεργειακής φτώχειας.

Υπενθυμίζεται πως ο ορισμός του δείκτη SocialWatt αξιολογεί:

*«Εάν η πραγματική κατανάλωση ενέργειας ενός νοικοκυριού είναι χαμηλότερη από το θεωρητικά απαιτούμενο επίπεδο για τη διατήρηση της θερμικής άνεσης, το νοικοκυριό χαρακτηρίζεται ως ενεργειακά φτωχό. Εάν η κατανάλωση δεν είναι χαμηλότερη από το θεωρητικά απαιτούμενο επίπεδο, λαμβάνεται υπόψη η αναλογία μεταξύ ενεργειακού κόστους και εισοδήματος».*

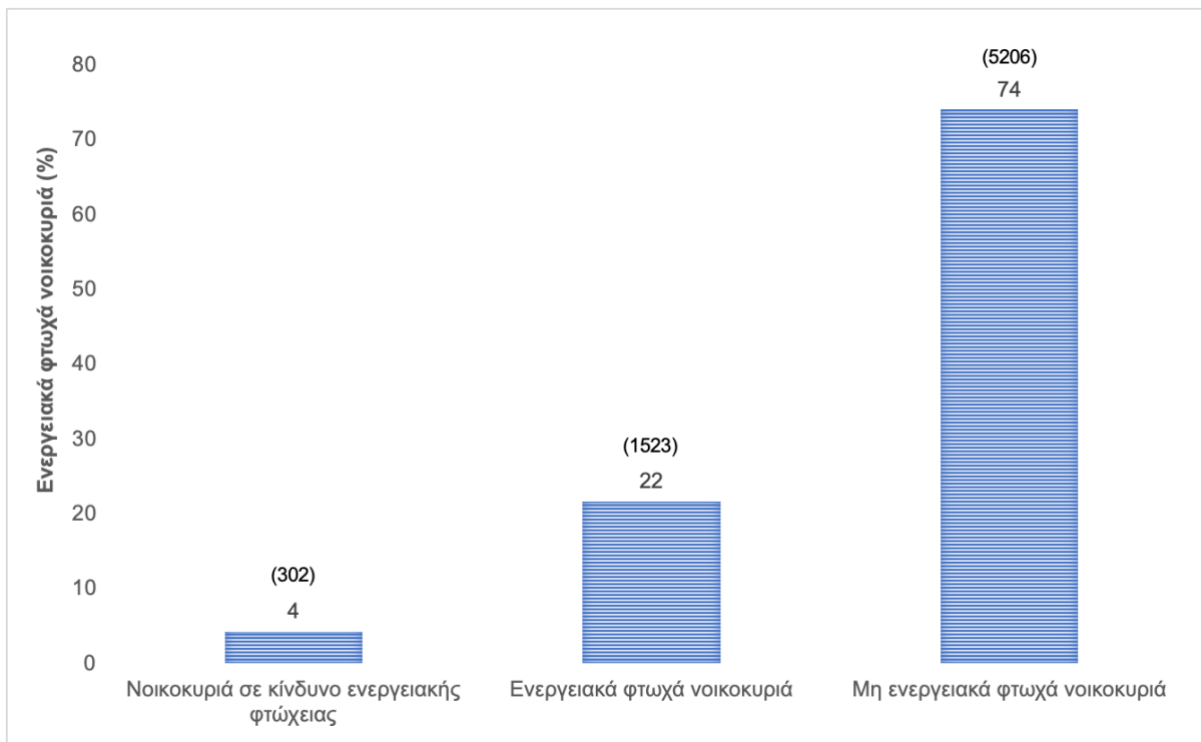
**Πίνακας 5.4** Τιμές παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της eVISO μέσω του δείκτη SocialWatt.

Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι							Οφειλές
	Μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα νοικοκυριού (€)	Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ηλεκτρισμό (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας (% του εισοδήματος)	Ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (% της μέσης τιμής)	Δείκτης αξιολόγησης κτιρίου – BEI (ελάχιστος/μέγιστος)	Δείκτης αξιολόγησης νοικοκυριού – HEI (ελάχιστος/μέγιστος)	
Δείκτης SocialWatt	21.641		417		10%	90/110%	9/11%	

<sup>6</sup> <https://eviso.it>

Τα δεδομένα πελατών που αξιοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση αυτής της ανάλυσης περιλάμβαναν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (η eVISO είναι προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας και δεν προμηθεύει φυσικό αέριο), το συνολικό κόστος του λογαριασμού ηλεκτρικής ενέργειας που καλύπτει αρκετά έτη, την τοποθεσία (Δήμος, Επαρχία ή Περιφέρεια) και το ενεργειακό χρέος για 7.031 νοικοκυριά–πελάτες της eVISO. Εκτός από τα παραπάνω στοιχεία πελατών, άλλα στοιχεία που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση είναι το μέσο εισόδημα ανά νοικοκυριό, σε επίπεδο Επαρχίας, Δήμου και Περιφέρειας του έτους 2018 ([Direzione Studi e Ricerche Economico and Fiscali Ufficio di Statistica, 2019](#)), καθώς και το μέσο εμβαδόν για ένα τυπικό νοικοκυριό (117 m<sup>2</sup>)([Truenumbers 2020](#)). Στις περιπτώσεις όπου η διαθεσιμότητα τοπικών στοιχείων για το εισόδημα ήταν περιορισμένη, χρησιμοποιήθηκε το εθνικό μέσο εισόδημα (21.641€).

Η παράμετρος «ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας» ορίστηκε στο 10% του μέσου όρου. Η παράμετρος αυτή έχει σχεδιαστεί για να αποκλείει ακίνητα με πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, ώστε να αποφεύγεται ο χαρακτηρισμός ως ενεργειακά φτωχών, νοικοκυριών που κατοικούνται σπάνια/δεν χρησιμοποιούνται ή χρησιμοποιούνται ως εξοχικές κατοικίες, τα οποία εκ φύσεως συνδέονται με πολύ χαμηλές καταναλώσεις ενέργειας.

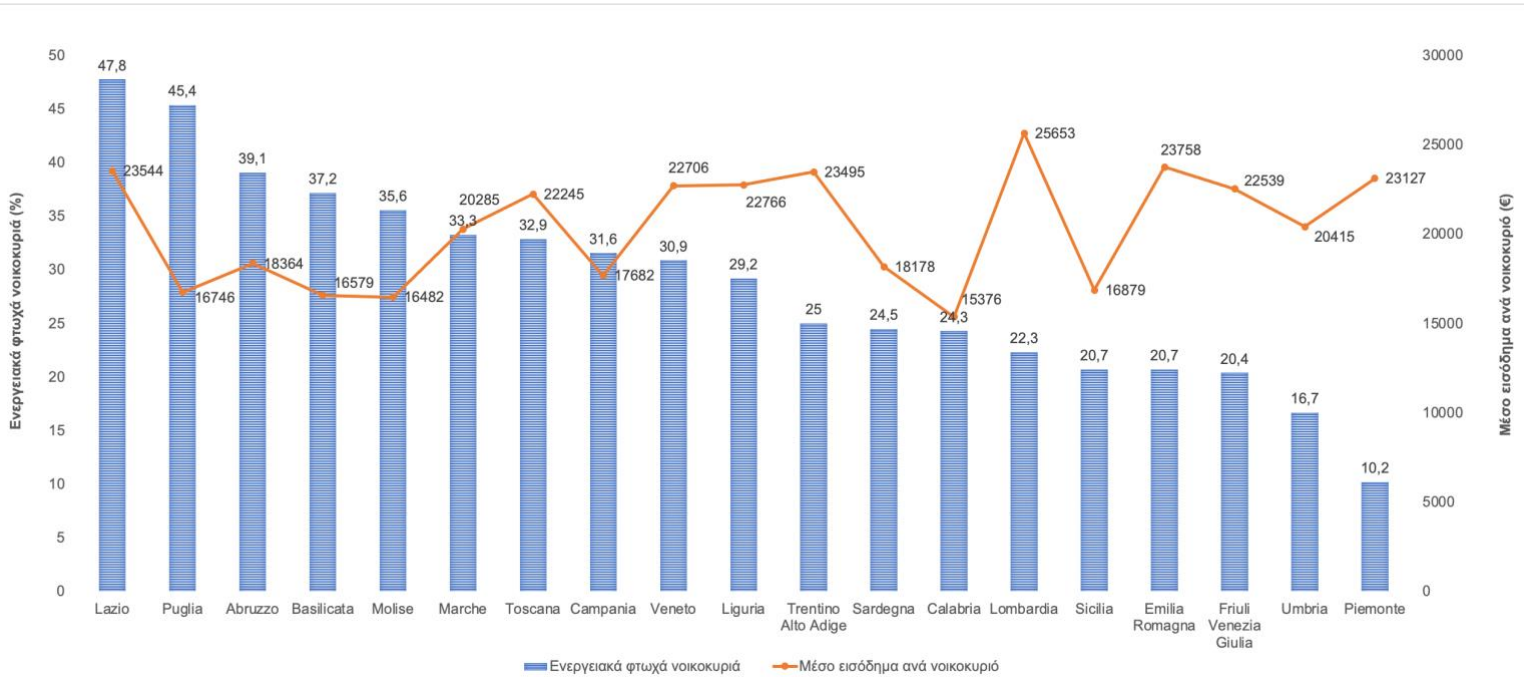


**Σχήμα 5.17** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της eVISO.

Οι 7.031 οικιακοί πελάτες, που αναλύθηκαν για το έτος 2019, περιλαμβάνουν τόσο τους άμεσους οικιακούς πελάτες της eVISO (3.222 νοικοκυριά) όσο και τους οικιακούς πελάτες που εξυπηρετούνται από μεταπωλητές ενέργειας που αγοράζουν ενέργεια από την eVISO (3.809 νοικοκυριά). Για τη δεύτερη ομάδα, τη σχέση με τον πελάτη διατηρεί ο μεταπωλητής και όχι η eVISO απευθείας. Από το σύνολο της πελατειακής βάσης, το 21,7% χαρακτηρίστηκε ως ενεργειακά φτωχό, ενώ ένα επιπλέον 4,3% χαρακτηρίστηκε ως απειλούμενο από ενεργειακή φτώχεια.

Πραγματοποιήθηκε επίσης ανάλυση ευαισθησίας για να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος της παραμέτρου ελάχιστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην διαμόρφωση των τελικών αποτελεσμάτων. Διαπιστώθηκε ότι μια μικρή αλλαγή στην παράμετρο είχε μεγάλο αντίκτυπο στην εκτίμηση της ενεργειακής φτώχειας. Η μείωση της παραμέτρου από 10% σε 5% θα οδηγήσει σε αύξηση κατά 21,4% των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (και σε αύξηση κατά 3,6% των νοικοκυριών που κινδυνεύουν από ενεργειακή φτώχεια).

Η ανάλυση διεξήχθη για δεύτερη φορά με τη χρήση ενεργειακών δεδομένων για έξι μήνες το 2019 και έξι μήνες το 2020, προκειμένου να διαπιστωθεί ο αντίκτυπος της πανδημίας COVID. Παρά το γεγονός ότι μια μικρή μεταβολή στον απόλυτο αριθμό πελατών (την περίοδο αυτή αυξήθηκε ο αριθμός πελατών της εταιρείας), το ποσοστό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών μεταβλήθηκε το 2020 από 21,7% (2019) σε 32,2% (2020), ενώ τα νοικοκυριά που βρίσκονται σε κίνδυνο ενεργειακής φτώχειας μεταβλήθηκαν από 4,3% (2019) σε 6,8% (2020). Η ενεργειακή φτώχεια, όπως εκτιμήθηκε, είναι υψηλότερη τους 12 μήνες έως τα μέσα του 2020 από ό,τι τον Ιανουάριο έως τον Δεκέμβριο του 2019, κυρίως επειδή η κατανάλωση ενέργειας στα νοικοκυριά μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια του lockdown. Έτσι, δυνητικά, η συγκεκριμένη μεθοδολογική συνιστώσα (όπως και το αντίστοιχο πληροφοριακό εργαλείο που την ενσωματώνει – το SocialWatt Analyser – και θα παρουσιαστεί στο επόμενο κεφάλαιο) μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά στην παρακολούθηση του ιστορικού της ενεργειακής φτώχειας των νοικοκυριών σε βάθος χρόνου.



**Σχήμα 5.18** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας ανά Περιφέρεια για τους καταναλωτές-πελάτες της eVISO, ως συνάρτηση του μέσου εισοδήματος ανά νοικοκυριό σε επίπεδο Περιφέρειας.

Το Σχήμα 5.18 παρουσιάζει τα αποτελέσματα ενεργειακής φτώχειας για το σύνολο των 7.031 καταναλωτών-πελατών της eVISO (άμεσους και έμμεσους μέσω μεταπωλητών), ανά περιφέρεια, και λαμβάνοντας υπόψιν το μέσο εισόδημα ανά νοικοκυριό που έχει χρησιμοποιηθεί ως παράμετρος εισόδου για την κάθε Περιφέρεια. Βάσει του Σχήματος 5.18, και συγκριτικά με το μέσο ετήσιο εισόδημα ανά νοικοκυριό σε εθνικό επίπεδο (21.641€), φαίνεται πως μερικές από τις Περιφέρειες με χαμηλότερο μέσο εισόδημα ανά νοικοκυριό εμφανίζουν μεγαλύτερα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας (π.χ., Puglia, Abruzzo, Basilicata,

Molise). Παρόλα αυτά, σημαντικές αποκλίσεις παρουσιάζονται επίσης σε σχέση με το παραπάνω μοτίβο, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στην Περιφέρεια Lazio, όπου το μέσο εισόδημα ανά νοικοκυριό φαίνεται να ξεπερνά κατά δύο χιλ. € το αντίστοιχο μέσο εθνικό, αλλά το ποσοστό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών είναι το μεγαλύτερο μεταξύ των αποτελεσμάτων.

Τέλος, διερευνήθηκε και ο δείκτης χαμηλής απόλυτης ενεργειακής δαπάνης (M/2). Αυτός ο δείκτης προσδιορίζει νοικοκυριά των οποίων η απόλυτη ενεργειακή δαπάνη είναι κάτω από το ήμισυ της εθνικής διάμεσης τιμής, ή με άλλα λόγια ασυνήθιστα χαμηλή. Για αυτόν τον δείκτη χρησιμοποιήθηκε μόνο η εθνική διάμεση τιμή της απόλυτης δαπάνης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία θεωρήθηκε ίση με 417€. Στη συνέχεια, βάσει ορισμού του εν λόγω δείκτη, η τιμή αυτή διαιρείται στη μέση (δηλαδή 208,50€) και η νέα τιμή διαμορφώνει το όριο προσδιορισμού της ενεργειακής φτώχειας. Ο συγκεκριμένος δείκτης, όταν χρησιμοποιείται μεμονωμένα, δεν αποτυπώνει ικανοποιητικά το επίπεδο ενεργειακής φτώχειας στη χώρα, επομένως τελικά δεν κρίθηκε κατάλληλος για την ανάλυση της παρούσας μελέτης περίπτωσης. Χαρακτηρίζοντας νοικοκυριά που καταναλώνουν χαμηλή ηλεκτρική ενέργεια ως ενεργειακά φτωχά, αυτός ο δείκτης ομαδοποιεί όχι μόνο τα νοικοκυριά εκείνα που ενδεχομένως διαβιώνουν σε ενεργειακά αναποτελεσματικές κατοικίες, αλλά και πιθανώς εκείνα που ζουν σε σύγχρονες, πολύ αποδοτικές κατοικίες (συνεπώς έχουν μικρή κατανάλωση ενέργειας λόγω αυξημένης αποδοτικότητας της κατοικίας). Στην ανάλυση της eVISO, ο δείκτης M/2 εντόπισε το 38% όλων των πελατών ως ενεργειακά φτωχούς. Αυτό αποτελεί ένα υψηλό αποτέλεσμα, πολύ υψηλότερο από τα αποτελέσματα που παράγονται από πιο εξελιγμένους δείκτες όπως ο δείκτης SocialWatt, και από αυτά που διατηρούνται εσωτερικά από την ίδια την eVISO.

Συνοψίζοντας, η παραπάνω ανάλυση εντόπισε πάνω από 1.500 ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά στην βάση πελατών της eVISO, όταν η μέτρηση πραγματοποιείται με τη χρήση του δείκτη SocialWatt. Από αυτούς, τα 308 βρίσκονται στην άμεση βάση πελατών της eVISO και οι 1.215 είναι πελάτες των μεταπωλητών της eVISO. Η ανάλυση έχει επίσης εντοπίσει ότι, σε δύο Περιφέρειες (Lazio και Puglia), πάνω από το 45% των πελατών της eVISO εκτιμάται ότι είναι ενεργειακά φτωχοί. Σε άλλες επτά περιοχές, περισσότερο από το 30% των πελατών της eVISO εκτιμάται ότι είναι ενεργειακά φτωχοί. Τέλος, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν επίσης ότι η συσχέτιση μεταξύ του μέσου εισοδήματος ανά νοικοκυριό σε Περιφερειακό επίπεδο και της ενεργειακής φτώχειας δεν είναι ισχυρή στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης, καθώς σε κάποιες από τις Περιφέρειες το χαμηλότερο μέσο εισόδημα (συγκριτικά με το αντίστοιχο εθνικό) συνεπάγεται υψηλότερο επίπεδο ενεργειακής φτώχειας, ενώ σε κάποιες άλλες αυτό δεν επαληθεύεται.

#### **5.4.2. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ**

Η eVISO έθεσε τους ακόλουθους στόχους και περιορισμούς για την πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τον τελικό εντοπισμό των κατάλληλων δράσεων ανακούφισης της ενεργειακής φτώχειας με χρονικό ορίζοντα υλοποίησης την περίοδο 2021–2030.

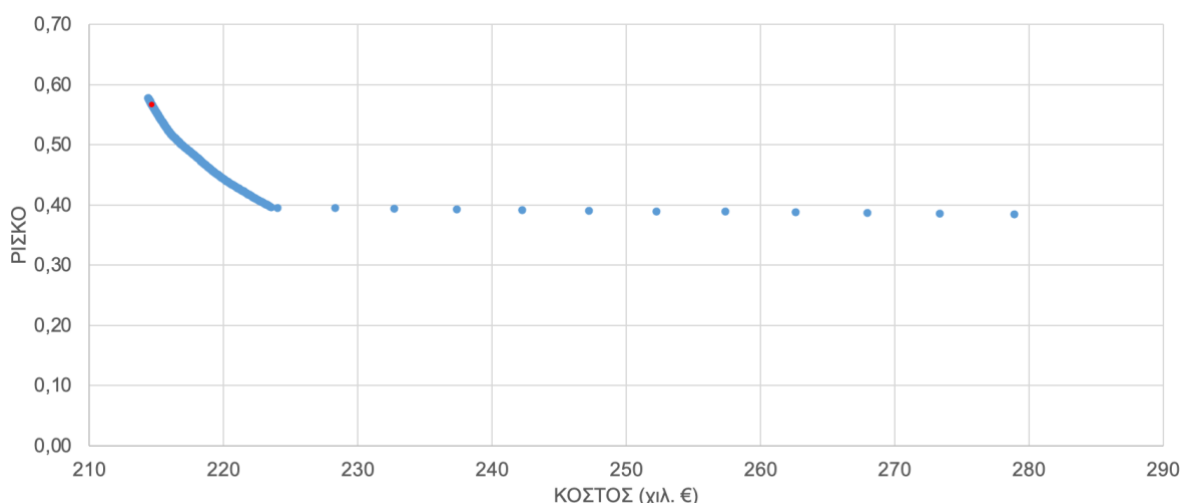
Στόχοι:

- Εξοικονόμηση ενέργειας 8 GWh
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 4,5 GWh
- Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν 6.700

Όσον αφορά τους περιορισμούς, η eVISO όρισε τα εξής:

- Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο για υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ 300 χιλ. ευρώ
- Υλοποίηση του 100% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κατασκευασμένα πριν το 1980
- Εξοικονόμηση του 100% της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας από υλοποίηση παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κατασκευασμένα πριν το 1980

Το Σχήμα 5.19 αποτυπώνει γραφικά το σύνολο των βέλτιστων λύσεων που προκύπτουν βάσει των στόχων και περιορισμών που έχουν τεθεί από την eVISO, υπό μορφή Μετώπου Pareto. Από το σχήμα φαίνεται πως, ανάλογα με την τελική επιλογή χαρτοφυλακίου δράσεων, αυτό μπορεί να εμπεριέχει «καθαρό» κόστος υλοποίησης από πλευράς του προμηθευτή ενέργειας (δεδομένης της αξιοποίησης χρηματοδοτικών μηχανισμών που καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα του συνολικού αρχικού κόστους υλοποίησης) που κυμαίνεται μεταξύ 211 έως 280 χιλ. ευρώ περίπου, για το σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όσον αφορά το ρίσκο, η ελάχιστη τιμή του ισούται με 0,39 (39%), ενώ η μέγιστη τιμή του (που αντιστοιχεί στο ελάχιστο κόστος) αγγίζει το 0,59 (59%). Να σημειωθεί πως η μέγιστη τιμή του ρίσκου ισούται με 1 (100%).



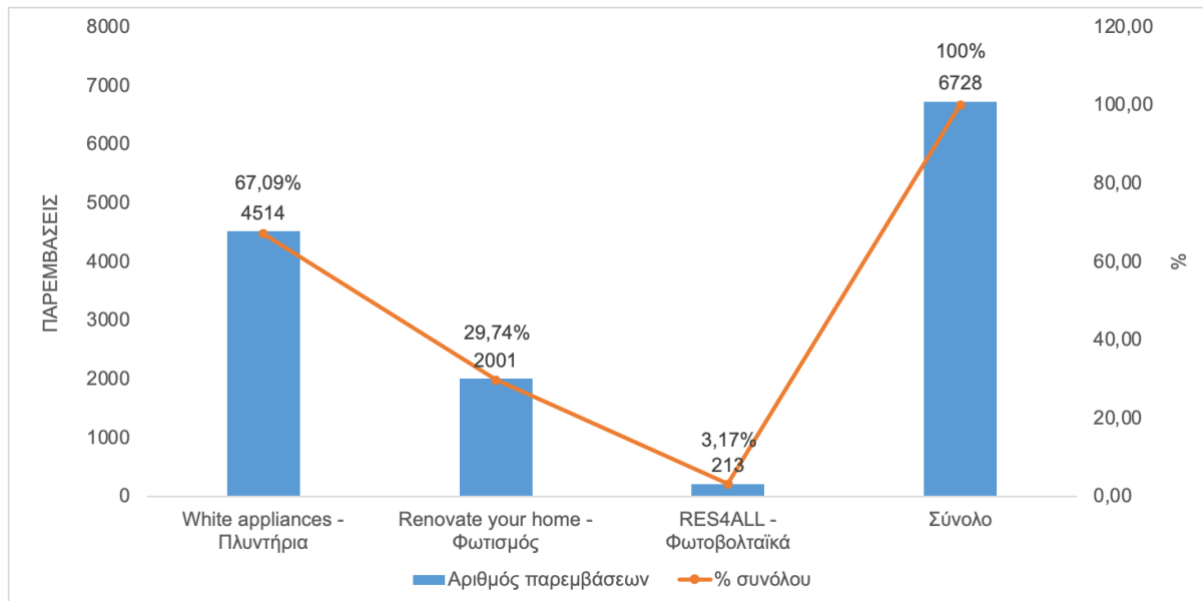
**Σχήμα 5.19** Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της eVISO.

Το τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται προς περαιτέρω διερεύνηση και ενδεχόμενη υλοποίηση, επιλέγεται μέσω του Μετώπου Pareto και απεικονίζεται σε αυτό με μια χαρακτηριστική κόκκινη κουκίδα (Σχήμα 5.19). Η διαδικασία επιλογής του τελικού χαρτοφυλακίου παραμένει αμετάβλητη σε σχέση με τα όσα περιγράφονται στις αντίστοιχες μελέτες περίπτωσης που αναλύονται παραπάνω, και βρίσκεται σε ταύτιση με τα όσα προβλέπονται στα στάδια εφαρμογής της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας (Κεφάλαιο 4). Δεδομένων αυτών, στη μελέτη περίπτωσης της eVISO, ως τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο προκρίνεται χαρτοφυλάκιο που συνδέεται με υλοποίηση δράσεων συνολικού κόστους 213,6 χιλ. ευρώ και συνολικού ρίσκου περίπου 58%.

Στο Σχήμα 5.20 παρουσιάζονται οι βέλτιστες δράσεις που επιλέχθηκαν προς υλοποίηση ως αποτέλεσμα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, και ο συνολικός αριθμός παρεμβάσεων που



προβλέπεται για την καθεμιά. Η αντικατάσταση συσκευών πλυντηρίων με νέες αποδοτικότερες του σχήματος δράσεων «White appliances» μοιάζει να υπερέχει σημαντικά υπό όρους παρεμβάσεων, συγκεντρώνοντας το 67% περίπου του συνόλου των παρεμβάσεων. Με το μισό σχεδόν αριθμό υλοποιούμενων παρεμβάσεων συγκριτικά με την αντικατάσταση συσκευών πλυντηρίων, οι ενεργειακές αναβαθμίσεις φωτιστικών σωμάτων σε 2.001 νοικοκυριά, μοιάζουν να συγκεντρώνουν επίσης μεγάλο ενδιαφέρον (29,74%). Τέλος, προβλέπεται η εγκατάσταση ενός μικρού αριθμού φωτοβολταϊκών στέγης (213 παρεμβάσεις), προκειμένου να ικανοποιηθεί ο στόχος παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας που είχε αρχικά τεθεί από τη eVISO.



**Σχήμα 5.20** Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της eVISO.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.21, η μεγαλύτερη συνολική οικονομική επιβάρυνση για την eVISO πηγάζει από τις παρεμβάσεις τοποθέτησης φωτοβολταϊκών σε 213 νοικοκυριά, με κόστος που αγγίζει τις 105 χιλ. ευρώ. Ακολουθούν οι δράσεις αντικατάστασης συσκευών πλυντηρίων με νέες αποδοτικότερες, αφού η υλοποίησή τους συνδέεται με κόστος 102 χιλ. €. Τέλος, οι παρεμβάσεις δράσεων αντικατάστασης λαμπτήρων με νέους, πιο αποδοτικούς LED, αναμένεται να επιβαρύνει λιγότερο την eVISO, παρότι ο αριθμός παρεμβάσεών τους είναι σημαντικός, βάσει των δεδομένων της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης. Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους επιβάρυνσης για την eVISO, όπως προαναφέρθηκε, έχει συνυπολογιστεί η οικονομική συνεισφορά που προέρχεται από την αξιοποίηση των βέλτιστων χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης προκύπτουν να είναι: (1) αποπληρωμή κόστους μέσω των λογαριασμών ενέργειας (1.340 παρεμβάσεις), (2) συνεργασία με τρίτους φορείς (1.310 παρεμβάσεις), και (3) crowdfunding (4.078 παρεμβάσεις).

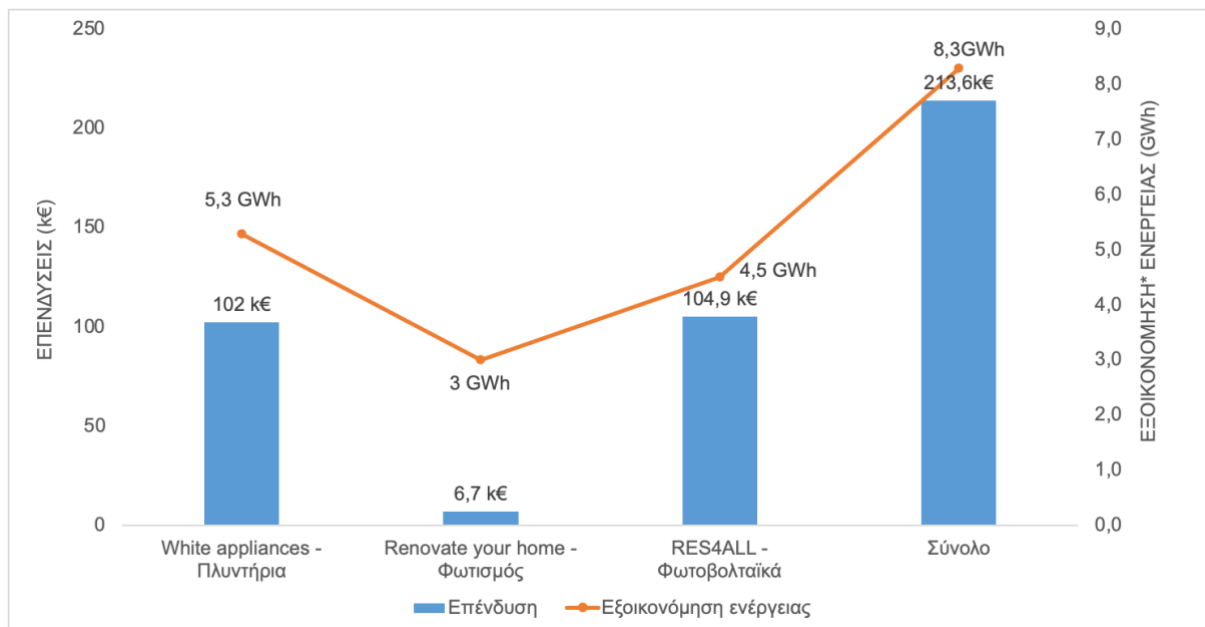
Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, η μεγαλύτερη τιμή της εμφανίζεται μέσω των παρεμβάσεων αντικατάστασης συσκευών πλυντηρίου (5,3 GWh), που υπερτερούν και αριθμητικά έναντι των υπολοίπων, με τις παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης φωτιστικών σωμάτων να ακολουθούν με 3 GWh. Από το πλαίσιο συνεισφοράς στο στόχο εξοικονόμησης ενέργειας εξαιρούνται οι δράσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, διότι δεν συνδέονται με εξοικονόμηση ενέργειας αλλά με παραγωγή, υπό το πρίσμα της συγκεκριμένης διδακτορικής



διατριβής (δεν αποτελούν επιλέξιμες δράσεις υπό το Άρθρο 7 της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση). Οι τιμές κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζονται παραπάνω, διαμορφώνουν τα εξής επίπεδα κόστους–αποτελεσματικότητας ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{εξοικονόμησης}}$ ) για την κάθε δράση, με εξαίρεση τις δράσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών για την οποία ο αντίστοιχος δείκτης κόστους–αποτελεσματικότητας διαμορφώνεται σε  $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{παραγωγής}}$ :

- ✓ White appliances – Πλυντήρια: 19,32
- ✓ Renovate your home – Φωτισμός: 2,23
- ✓ RES4ALL – Φωτοβολταϊκά: 23,31

Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραπάνω αριθμητικές τιμές για το συνολικό κόστος και τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας για καθεμιά από τις εξεταζόμενες δράσεις, προκύπτει πως η δράση ενεργειακής αναβάθμισης του φωτισμού στα νοικοκυριά πλεονεκτεί σημαντικά έναντι των υπολοίπων (2,23 €/MWh), με την αντικατάσταση συσκευών πλυντηρίων να έπεται (19,32 €/MWh), και τελευταία την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, από πλευράς αποδοτικότητας με 23,31 €/MWh.



**Σχήμα 5.21** Οικονομική συνεισφορά της eVISO και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (\*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας).

## 5.5. ΔΕΗ, ΕΛΛΑΔΑ

Η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Ελλάδος (ΔΕΗ)<sup>7</sup> ιδρύθηκε το 1950 ως οργανισμός του δημόσιου τομέα. Είναι η μεγαλύτερη εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, με εγκατεστημένη ισχύ περίπου 12 GW<sub>e</sub>, πάνω από το 80% του συνόλου. Το χαρτοφυλάκιό της περιλαμβάνει σταθμούς λιγνίτη, πετρελαίου, φυσικού αερίου και υδροηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και πάρκα αιολικής και ηλιακής ενέργειας. Έχει περίπου 7,4 εκατομμύρια πελάτες και σήμερα κατέχει περιουσιακά στοιχεία σε λιγνιτωρυχεία, παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου.

<sup>7</sup> <https://www.dei.gr/el/>

Για την προσομοίωση της Ελλάδας ως χώρας προέλευσης της ΔΕΗ, με σκοπό την εκμαίευση όλων των απαραίτητων δεδομένων μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος υλοποίησης δράσεων, ενεργειακές ανάγκες, κ.λπ.), εξετάστηκαν δυο κλιματικές ζώνες, όπως αυτές ορίζονται, η πρώτη από την πρωτεύουσα της χώρας (Αθήνα) και η δεύτερη από την πόλη του Θεσσαλονίκης, και δύο τυπικά νοικοκυριά αναφοράς (ανά κλιματική ζώνη), ενός κτισμένου πριν το 1980 και ενός κτισμένου μετά το 1980, συνολικού εμβαδού 88,6 m<sup>2</sup> και στις δύο περιπτώσεις.

### 5.5.1. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Το προτεινόμενο πλαίσιο της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας εφαρμόζεται σε ένα σύνολο ευάλωτων οικιακών πελατών της ΔΕΗ, για να αξιολογηθεί εάν τα εν λόγω νοικοκυριά υποφέρουν επίσης από ενεργειακή φτώχεια. Δεδομένης της απουσίας μιας εθνικά καθορισμένης προσέγγισης για την ενεργειακή φτώχεια στην Ελλάδα, οι ευάλωτοι πελάτες της ΔΕΗ ταξινομήθηκαν ως τέτοιοι βάσει των σχετικών εθνικών κανονιστικών διατάξεων. Ειδικότερα, οι οικιακοί πελάτες ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να συμπεριληφθούν στο μητρώο ευάλωτων πελατών εάν ανήκουν σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες ([Electricity special tariffs, 2023](#)):

- Κατηγορία Α: Πελάτες που δικαιούνται να επωφεληθούν από το Κοινωνικό Οικιακό Τιμολόγιο (ΚΟΤ)
- Κατηγορία Β: Πελάτες των οποίων το νοικοκυριό περιλαμβάνει μέλος ή μέλη που χρειάζονται ιατρικό εξοπλισμό υποστήριξης της ζωής στο σπίτι και πληρούν τα εισοδηματικά κριτήρια που ισχύουν για την ένταξη των πελατών στο κοινωνικό οικιακό τιμολόγιο
- Κατηγορία Γ: Πελάτες που έχουν συμπληρώσει την ηλικία των 70 ετών, υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει άλλο ενήλικο μέλος στο νοικοκυριό που να μην έχει συμπληρώσει την ηλικία των 70 ετών, και οι οποίοι πληρούν τα ίδια εισοδηματικά κριτήρια που ισχύουν για την ένταξη των πελατών στο Κοινωνικό Οικιακό Τιμολόγιο, προσαυξημένα κατά 8.000 ευρώ.

Οι δικαιούχοι του Κοινωνικού Οικιακού Τιμολογίου περιλαμβάνουν:

- Όποιον πληροί τα κριτήρια για την καταβολή του Κοινωνικού Επιδόματος Αλληλεγγύης (δηλαδή πληροί συγκεκριμένα ανώτατα όρια εισοδήματος και ανώτατα όρια αξίας περιουσιακών στοιχείων, καθώς και δύο βασικά κριτήρια διαμονής, δηλαδή έχει νόμιμο και μόνιμο καθεστώς διαμονής στην Ελλάδα),
- Οποιοσδήποτε με πραγματικό ή θεωρούμενο συνολικό ετήσιο εισόδημα κάτω από συγκεκριμένα όρια.

Με βάση τα παραπάνω, η ΔΕΗ προχώρησε σε ανάλυση ενεργειακής φτώχειας ενός μεγάλου συνόλου δεδομένων από 481.484 ευάλωτους πελάτες, που χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια ως κύρια πηγή ενέργειας. Τα δεδομένα που εξετάστηκαν, αναφέρονται στο έτος 2019, ενώ το γεγονός της απουσίας επίσημου ορισμού της ενεργειακής φτώχειας στη χώρα, οδήγησε τη ΔΕΗ να πραγματοποιήσει ανάλυση κατάστασης της ενεργειακής φτώχειας με τη βοήθεια και των έξι δεικτών μέτρησης που περιλαμβάνονται στην «ομπρέλα» της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας:

1. Κανόνας 10%
2. Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC)
3. Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)
4. Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2)
5. Δείκτης SocialWatt
6. Καθυστέρηση στην πληρωμή ενεργειακών λογαριασμών

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.5.

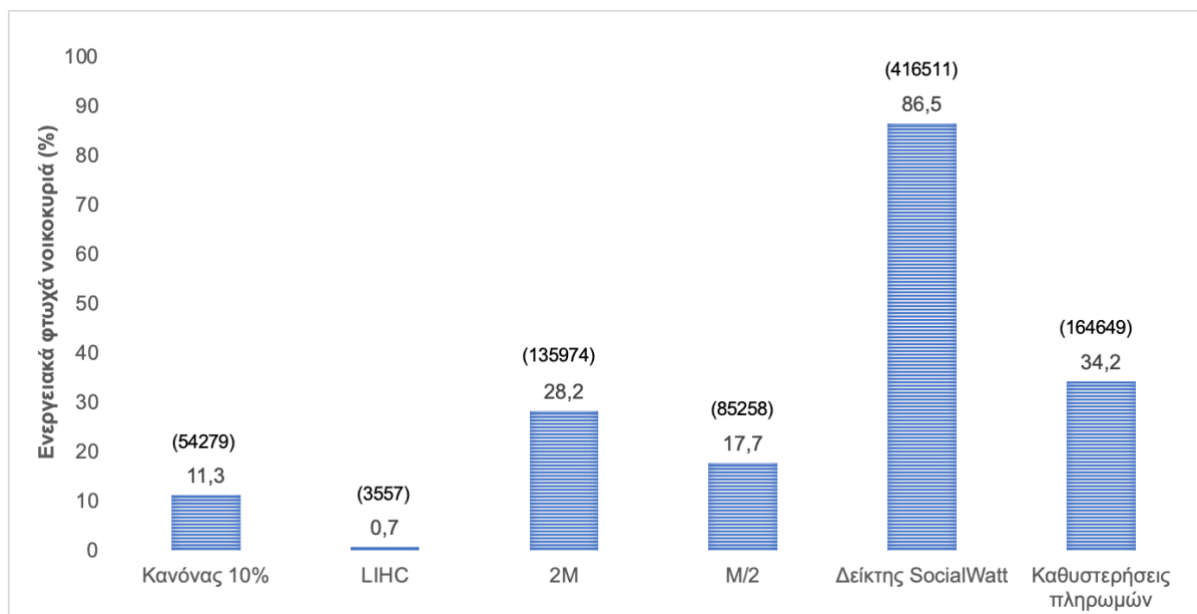
**Πίνακας 5.5** Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των ευάλωτων πελατών της ΔΕΗ.

Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι							
	Μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα νοικοκυριού (€)	Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας (% του εισοδήματος)	Ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (% της μέσης τιμής)	Δείκτης αξιολόγησης κτιρίου – BEI (ελάχιστος/μέγιστος)	Δείκτης αξιολόγησης νοικοκυριού – HEI (ελάχιστος/μέγιστος)	Οφειλές
Κανόνας 10%	9.049							
LIHC	9.049	7.021	471					
2M	9.049			3,5				
M/2			471					
Δείκτης SocialWatt	9.049		471		40%	90/110%	9/11%	
Καθυστερήσεις πληρωμών								Εξαρτώμενο από νοικοκυριό

Η βάση δεδομένων της ΔΕΗ είναι επαρκώς εκτεταμένη και περιλαμβάνει τις πιο σημαντικές παραμέτρους για την ανάλυση. Από αυτή την άποψη, η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh), το ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (€), η τοποθεσία, το έτος κατασκευής του κτιρίου και οι ληξιπρόθεσμες οφειλές (ένα υπάρχουν), αξιοποιούνται για κάθε πελάτη. Λόγω απουσίας εισοδηματικών στοιχείων ανά νοικοκυριό, τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα μέσω της ΔΕΗ, το μέσο εθνικό εισόδημα του 2019 χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση (Eurostat, 2023). Όσον αφορά τη διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια, αυτή λαμβάνεται ίση με 471€, και είναι ελαφρώς προσαρμοσμένη προς τα κάτω σε σχέση με την τιμή που λαμβάνεται από την Ευρωπαϊκή έκθεση για το συνολικό κόστος δαπάνης για ενέργεια (COM(2020) 951 final). Η αυθαίρετη μείωση της προαναφερθείσας αριθμητικής τιμής πραγματοποιείται με σκοπό αυτή να αντικατοπτρίζει όσο το δυνατόν καλύτερα το κόστος δαπάνης μόνο για ηλεκτρική ενέργεια. Όσον αφορά την αριθμητική τιμή του μεριδίου ενεργειακών δαπανών στο εισόδημα, αυτή προέκυψε από την ανάλυση της βάσης δεδομένων της ΔΕΗ, ελλείψει ανάλογων διαθέσιμων εθνικών στατιστικών στοιχείων.

Το Σχήμα 5.22 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης για το διαθέσιμο σύνολο ευάλωτων νοικοκυριών της ΔΕΗ. Οι αριθμοί που παρουσιάζονται εντός παρενθέσεων για τον κάθε δείκτη, αναφέρονται στον πραγματικό αριθμό των νοικοκυριών που χαρακτηρίζονται

ενεργειακά φτωχά βάσει του συνόλου του εξεταζόμενου δείγματος. Το προς εξέταση δείγμα πελατών της ΔΕΗ είναι πολύ μεγάλο, ανάγοντας το πρόβλημα σε εφαρμογή μεγάλης κλίμακας.



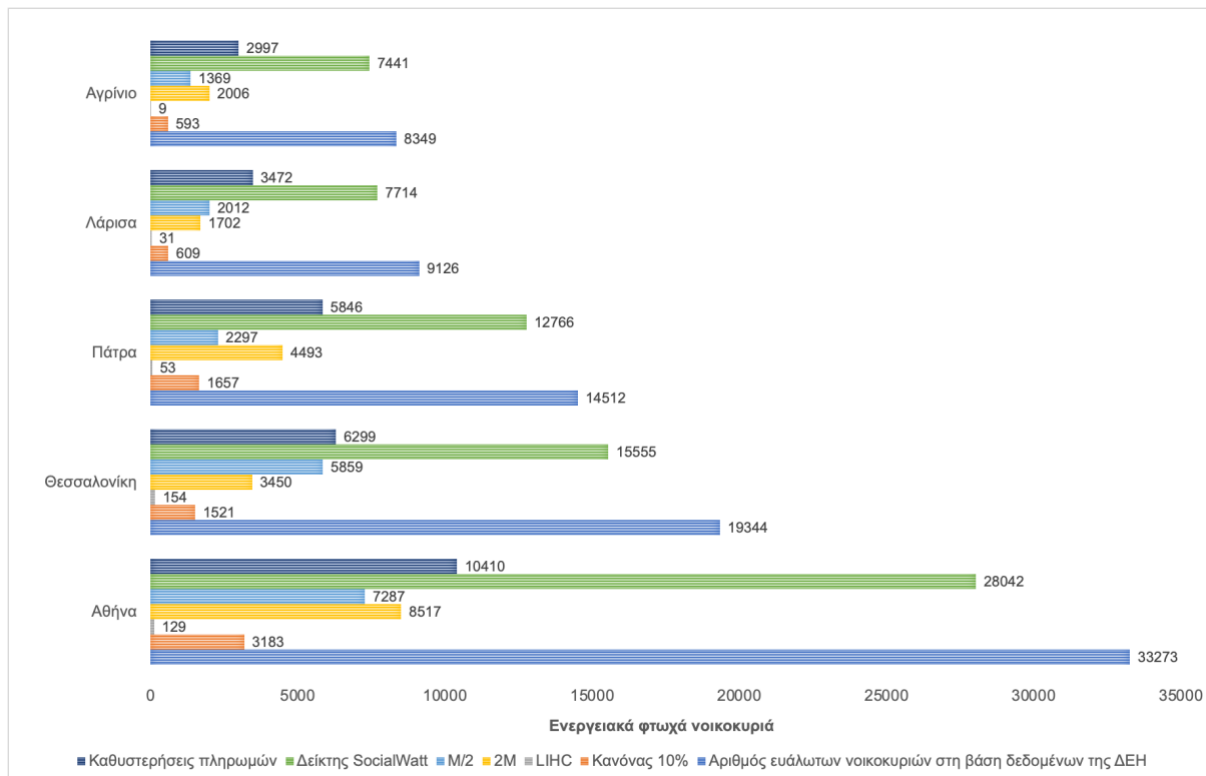
**Σχήμα 5.22** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της ΔΕΗ.

Ο δείκτης LIHC παρουσίασε το χαμηλότερο επίπεδο ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (<1%). Λαμβάνοντας υπόψη τις αριθμητικές τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του (Πίνακας 5.5), καθώς και τον ορισμό του, καθίσταται σαφές ότι η οριακή ενεργειακή δαπάνη ενός νοικοκυριού για να χαρακτηριστεί ενεργειακά φτωχό ισούται με 2.028€. Τρεις δείκτες προσδιορίζουν επίσης μικρό αριθμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στη βάση δεδομένων πελατών που εξετάστηκε. Πιο συγκεκριμένα, οι δείκτες 10%, M/2 και 2M εντόπισαν μικρό αριθμό ενεργειακά φτωχών ευάλωτων νοικοκυριών, με 11,30%, 17,70% και 28,20% αντίστοιχα, ποσοστά που παρόλα αυτά είναι σημαντικά υψηλότερο από αυτό του δείκτη LIHC. Για τη διασφάλιση της συνέπειας, όπως αναφέρεται και παραπάνω, το ενεργειακό κόστος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των συγκεκριμένων δεικτών προσαρμόστηκε αυθαίρετα λίγο χαμηλότερα από την τιμή που ανακτήθηκε βιβλιογραφικά, καθώς το αντίστοιχο κόστος του διαθέσιμου συνόλου δεδομένων αφορούσε μόνο την ηλεκτρική ενέργεια και όχι το συνολικό ενεργειακό κόστος. Εν τω μεταξύ, ο εθνικός μέσος όρος εισοδήματος ανά νοικοκυριό που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση αντιπροσωπεύει ολόκληρο τον πληθυσμό και όχι μόνο τους ευάλωτους πελάτες, καθώς τέτοια δεδομένα είναι εξαιρετικά δύσκολο να ανακτηθούν. Ως αποτέλεσμα, αυτοί οι δείκτες φαίνεται να απέχουν πολύ από το να είναι οι πιο αντιπροσωπευτικοί.

Από την άλλη πλευρά, περίπου το 34% των εξεταζόμενων νοικοκυριών προέκυψαν ενεργειακά φτωχά με τη χρήση του δείκτη που βασίζεται στις καθυστερήσεις αποπληρωμής ενεργειακών λογαριασμών για την ταξινόμηση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών. Το αποτέλεσμα αυτό ευθυγραμμίζεται εν μέρει με τα αντίστοιχα στοιχεία που παρουσιάζονται στο EPOV σχετικά με τον ίδιο δείκτη, απ' όπου προκύπτει πως το 35,6% των νοικοκυριών στην Ελλάδα ταξινομήθηκαν ως ενεργειακά φτωχά το 2018. Παρά τις καθυστερήσεις πληρωμής των ενεργειακών λογαριασμών που χρησιμοποιούνται ως μέσο για τη μέτρηση της ενεργειακής φτώχειας, ο δείκτης αυτός φαίνεται να μην έχει επαρκή ακρίβεια λόγω απουσίας

αισιότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι καθυστερήσεις στην πληρωμή τέτοιων λογαριασμών δεν εμφανίζονται απαραίτητα ως αποτέλεσμα ενεργειακής φτώχειας (π.χ., προτεραιότητα του νοικοκυριού στην αγορά ρούχων κ.λπ.) και τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μπορεί να είναι τυπικά στην πληρωμή των λογαριασμών τους.

Το υψηλότερο επίπεδο ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών προήλθε από τη χρήση του δείκτη SocialWatt. Αυτό το αποτέλεσμα φαίνεται να είναι το πιο αναμενόμενο, καθώς η κοινή λογική υποδεικνύει ότι ένα υψηλό ποσοστό ευάλωτων νοικοκυριών είναι επίσης ενεργειακά φτωχό. Τέλος, όταν χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης χαμηλής απόλυτης ενεργειακής δαπάνης (M/2), λίγο λιγότερο από το ένα πέμπτο των ευάλωτων νοικοκυριών προσδιορίστηκε ως ενεργειακά φτωχό. Αυτός ο δείκτης ταξινομεί ένα νοικοκυριό ως ενεργειακά φτωχό εάν η απόλυτη ενεργειακή του δαπάνη είναι κάτω από το ήμισυ της εθνικής διάμεσης τιμής. Καθώς οι ευάλωτοι καταναλωτές προσδιορίζονται με βάση το εισόδημα, ενώ αυτός ο δείκτης χρησιμοποιεί το ενεργειακό κόστος, είναι κατανοητό γιατί αυτά τα δύο δεν ευθυγραμμίζονται πλήρως.



**Σχήμα 5.23** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας στους πέντε Δήμους όπου εμφανίζονται τα περισσότερα ευάλωτα νοικοκυριά–πελάτες της ΔΕΗ.

Από τους 330 δήμους που περιλαμβάνονται στην εξεταζόμενη βάση δεδομένων πελατών, πέντε από αυτούς (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Πάτρα, Λάρισα και Αγρίνιο), όπου βρίσκονται οι περισσότεροι πελάτες της ΔΕΗ, αναλύονται εκτενέστερα για να εκτιμηθεί το επίπεδο ενεργειακής τους φτώχειας. Ο αριθμός των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών με βάση όλους τους δείκτες μέτρησης, καθώς και ο αριθμός των ευάλωτων νοικοκυριών σύμφωνα με τη βάση δεδομένων της ΔΕΗ, παρουσιάζονται για κάθε έναν από αυτούς τους δήμους στο Σχήμα 5.23. Παρατηρείται ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών συγκεντρώνεται στην Αθήνα, με τις ακόλουθες δύο πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις, δηλαδή τη Θεσσαλονίκη και την Πάτρα να παρουσιάζουν τα υψηλότερα επίπεδα ενεργειακής φτώχειας.

Συμπερασματικά, είναι προφανές ότι οι δείκτες που βασίζονται σε δεδομένα μέσου εθνικού εισοδήματος, ιδιαίτερα οι δείκτες 10%, 2M και LIHC, είναι λιγότερο ακριβείς στον προσδιορισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, στην υποομάδα των ευάλωτων νοικοκυριών που μελετήθηκαν.

### 5.5.2. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

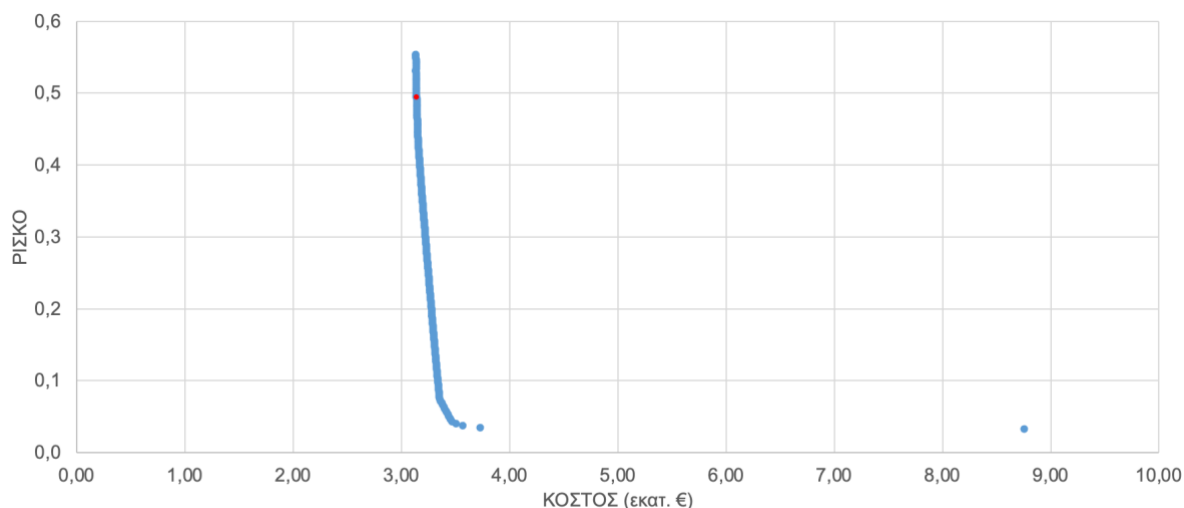
Η ΔΕΗ έθεσε τους ακόλουθους στόχους και περιορισμούς για την πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τον τελικό εντοπισμό των κατάλληλων δράσεων ανακούφισης της ενεργειακής φτώχειας με χρονικό ορίζοντα υλοποίησης την περίοδο 2021–2030.

Στόχοι:

- Εξοικονόμηση ενέργειας 465,2 GWh
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 28 GWh
- Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν 21.000

Όσον αφορά τους περιορισμούς, η ΔΕΗ όρισε τα εξής:

- Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο για υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ 10 εκατ. ευρώ
- Υλοποίηση του 80% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κατασκευασμένα πριν το 1980, και το υπόλοιπο 20% σε νέα κτίρια, κατασκευασμένα μετά το 1980
- Εξοικονόμηση του 80% της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας από υλοποίηση παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κτισμένα πριν το 1980, και το υπόλοιπο 20% από νέα κτίρια κατασκευασμένα μετά το 1980



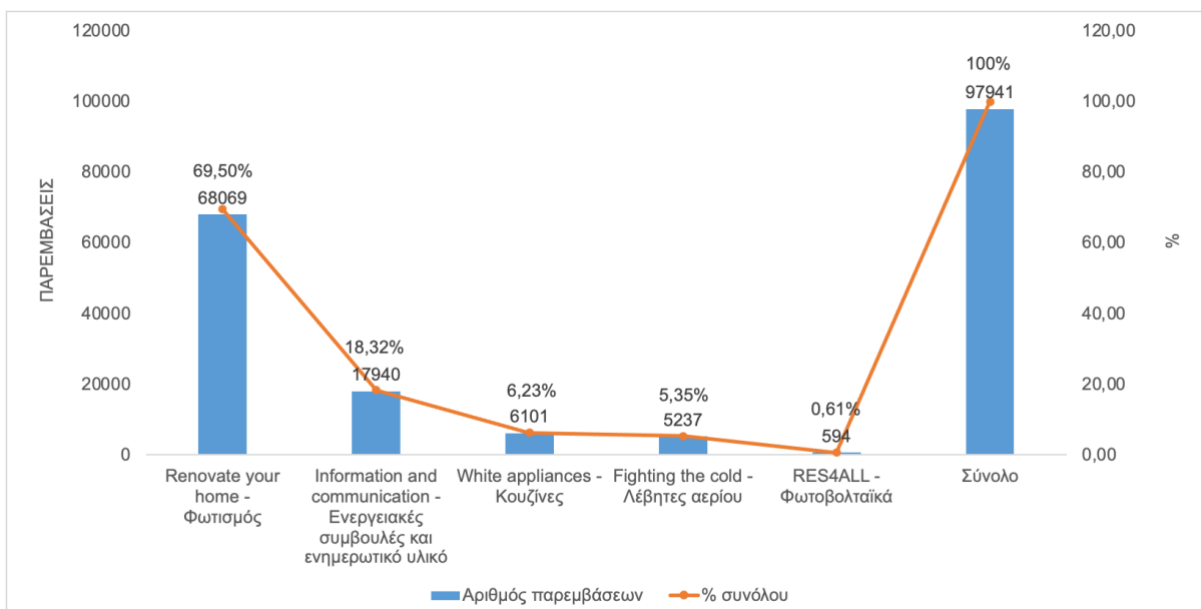
**Σχήμα 5.24** Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της ΔΕΗ.

Το Σχήμα 5.24 αποτυπώνει γραφικά το σύνολο των βέλτιστων λύσεων που προκύπτουν βάσει των στόχων και περιορισμών που έχουν τεθεί από τη ΔΕΗ, υπό μορφή Μετώπου Pareto. Από το σχήμα φαίνεται πως, ανάλογα με την τελική επιλογή χαρτοφυλακίου δράσεων, αυτό μπορεί να περιλαμβάνει κόστος υλοποίησης από πλευράς του προμηθευτή ενέργειας μεταξύ 3,12

έως 8,75 εκατ. ευρώ περίπου, για το σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όσον αφορά το ρίσκο, η ελάχιστη τιμή του ισούται με 0,03 (3%), ενώ η μέγιστη τιμή του (που αντιστοιχεί στο ελάχιστο κόστος) αγγίζει το 0,55 (55%). Να σημειωθεί πως η μέγιστη τιμή του ρίσκου ισούται με 1 (100%).

Το τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται προς περαιτέρω διερεύνηση και ενδεχόμενη υλοποίηση, ακολουθώντας τα όσα προβλέπονται για την επιλογή αυτή στις προδιαγραφές εφαρμογής της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας (Κεφάλαιο 4), απεικονίζεται στο Μέτωπο Pareto με μια χαρακτηριστική κόκκινη κουκίδα (Σχήμα 5.24). Κατά συνέπεια, στη μελέτη περίπτωσης της ΔΕΗ, ως τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο προκρίνεται το χαρτοφυλάκιο που συνδέεται με υλοποίηση δράσεων συνολικού κόστους 3,14 εκατ. ευρώ και συνολικού ρίσκου που αγγίζει το 50%.

Στο Σχήμα 5.25 παρουσιάζονται οι βέλτιστες δράσεις που επιλέχθηκαν προς υλοποίηση ως αποτέλεσμα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, και ο συνολικός αριθμός παρεμβάσεων που προβλέπεται για την καθεμιά. Η αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων με νέα αποδοτικότερα LED σε 68.069 νοικοκυριά φαίνεται να καταλαμβάνει τη μερίδα του λέοντος του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων με 69,50%. Οι δράσεις παροχής ενεργειακών συμβουλών και ανάπτυξης ενημερωτικού υλικού (π.χ., φυλλάδιο, βίντεο, κ.λπ.) εμφανίζονται δεύτερες σε πλήθος με 17.940 παρεμβάσεις, καταλαμβάνοντας το 18,32% του συνόλου των παρεμβάσεων. Έπειτα, ακολουθούν με 6,23% οι παρεμβάσεις αντικατάστασης λευκών συσκευών και πιο συγκεκριμένα κουζινών σε 6.101 νοικοκυριά, με τις παρεμβάσεις αντικατάστασης παλιών λεβήτων πετρελαίου με νέους λέβητες αερίου να κατατάσσονται τελευταίες στη σχετική λίστα με 5,35%. Τέλος, προβλέπεται η εγκατάσταση ενός μικρού αριθμού φωτοβολταϊκών στέγης σε 594 νοικοκυριά (0,61%), προκειμένου να ικανοποιηθεί ο στόχος παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας που είχε αρχικά τεθεί από τη ΔΕΗ.



**Σχήμα 5.25** Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της ΔΕΗ.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.26, η μεγαλύτερη συνολική οικονομική επιβάρυνση για τη ΔΕΗ προκύπτει από τις παρεμβάσεις αντικατάστασης παλιών λεβήτων πετρελαίου με νέους αερίου (παρά το γεγονός πως οι συγκεκριμένες παρεμβάσεις από πλευράς αριθμών καταλαμβάνουν



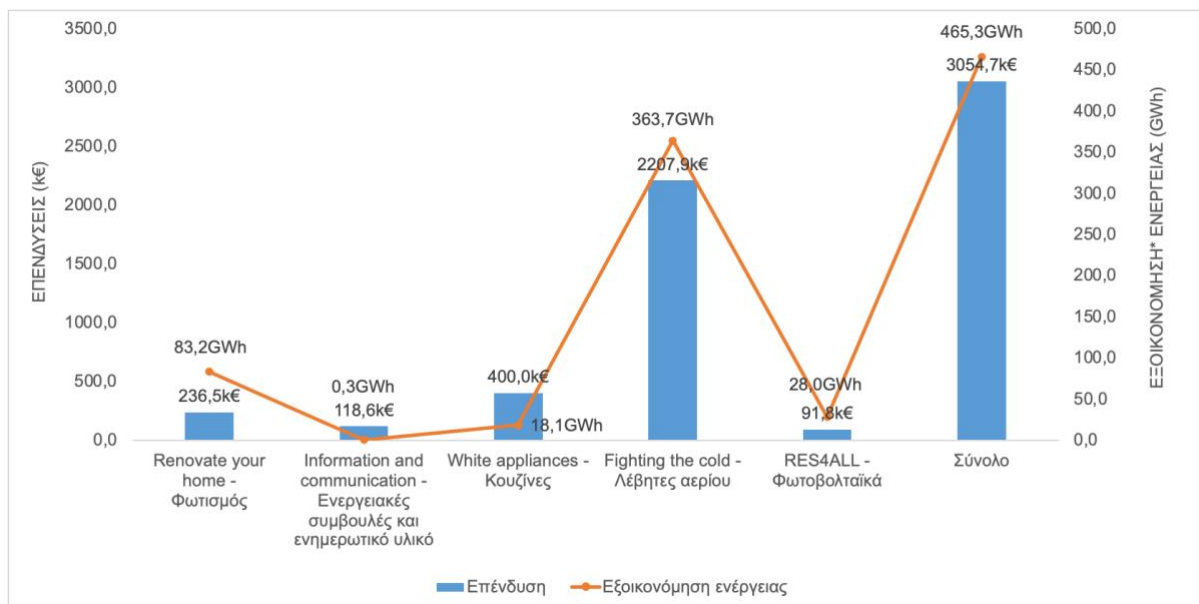
μόνο το 5,35% του συνόλου), με κόστος που ανέρχεται σε 2,2 εκατ. ευρώ. Ακολουθούν οι δράσεις αντικατάστασης συσκευών κουζινών με νέες αποδοτικότερες, η υλοποίηση των οποίων ενέχει κόστος 400 χιλ. €. Η αντικατάσταση οικιακών λαμπτήρων με νέους αποδοτικότερους LED εμφανίζεται τρίτη στη σχετική λίστα από πλευράς κόστους, αξιώνοντας παρεμβάσεις σχεδόν 237 χιλ. ευρώ. Τέλος, οι παρεμβάσεις δράσεων ενημέρωσης, και ανάπτυξης και παροχής ενημερωτικού υλικού, αναμένεται να επιβαρύνει λιγότερο τη ΔΕΗ, με κόστος 119 χιλ. ευρώ περίπου. Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους επιβάρυνσης για τη ΔΕΗ, βάσει των αριθμητικών τιμών που αναφέρονται παραπάνω, έχει ληφθεί υπόψη η οικονομική συνεισφορά που προέρχεται από την αξιοποίηση των βέλτιστων χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης προκύπτουν να είναι: (1) αποπληρωμή κόστους μέσω των λογαριασμών ενέργειας (43.755 παρεμβάσεις), (2) συνεργασία με τρίτους φορείς (36.113 παρεμβάσεις), και (3) crowdfunding (18.073 παρεμβάσεις).

Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, η μεγαλύτερη τιμή της εμφανίζεται ως αποτέλεσμα υλοποίησης των παρεμβάσεων αντικατάστασης παλιών λεβήτων πετρελαίου με σύγχρονους αερίου (363,7 GWh), παρόλο που αυτές δεν υπερτερούν αριθμητικά έναντι των υπολοίπων, με τις παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης φωτιστικών σωμάτων να ακολουθούν με 83,2 GWh. Οι παρεμβάσεις αντικατάστασης παλιών κουζινών με νέες αποδοτικότερες, αναμένεται να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας 18,1 GWh, με τις δράσεις ενημέρωσης και παροχής συμβουλευτικού υλικού να παρουσιάζουν τη μικρότερη δυνατή συνεισφορά με 0,3 GWh. Όπως και στις προηγούμενες μελέτες περίπτωσης, από το πλαίσιο συνεισφοράς στο στόχο εξοικονόμησης ενέργειας εξαιρούνται οι δράσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, διότι δεν αποτελούν επιλέξιμες δράσεις υπό το Άρθρο 7 της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση, επομένως εξετάζονται μόνο υπό το πρίσμα συμμετοχής στην επίτευξη του στόχου παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας από τη ΔΕΗ. Οι τιμές κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζονται παραπάνω, διαμορφώνουν τα εξής επίπεδα κόστους–αποτελεσματικότητας ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{εξοικονόμησης}}$ ) για την κάθε δράση, με εξαίρεση τις δράσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών για την οποία ο αντίστοιχος δείκτης κόστους–αποτελεσματικότητας διαμορφώνεται σε  $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{παραγωγής}}$ :

✓ Renovate your home – Φωτισμός:	2,84
✓ Information & Communication – Ενημερωτικές δράσεις:	424,45
✓ White appliances – Κουζίνες:	22,15
✓ Fighting the cold - Λέβητες αερίου:	6,07
✓ RES4ALL – Φωτοβολταϊκά:	3,28

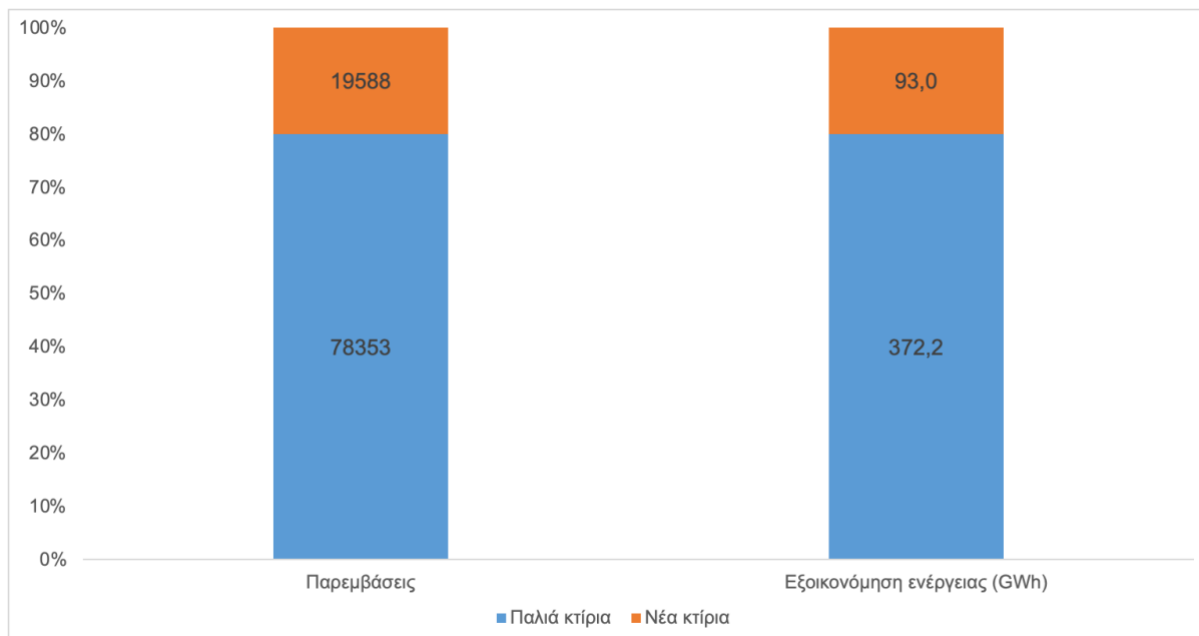
Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω αριθμητικές τιμές για το συνολικό κόστος και τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας για καθεμιά από τις εξεταζόμενες δράσεις, προκύπτει πως η δράση ενεργειακής αναβάθμισης του φωτισμού στα νοικοκυριά πλεονεκτεί έναντι των υπολοίπων (2,84 €/MWh), με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών να έπεται (3,28 €/MWh). Η αντικατάσταση παλιών λεβήτων πετρελαίου με νέους αερίου καθώς και η αντικατάσταση παλιών κουζινών με νέες αποδοτικότερες ακολουθούν με 6,07 €/MWh και 22,15 €/MWh αντίστοιχα, ενώ τελευταίες στη σχετική λίστα εμφανίζονται οι δράσεις ενημέρωσης με 424,15 €/MWh, καταδεικνύοντας τη μικρή αποτελεσματικότητά τους παρά το μικρό κόστος υλοποίησής τους.





**Σχήμα 5.26** Οικονομική συνεισφορά της ΔΕΗ και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (\*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας).

Τέλος, στο Σχήμα 5.27 παρουσιάζεται ο αριθμός των συνολικών παρεμβάσεων καθώς και η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την υλοποίηση των παραπάνω δράσεων, καταμετρημένων σε παλιά και νέα κτίρια. Από το σχήμα αυτό υπολογίζεται πως, τόσο στην περίπτωση των παλιών όσο και των νέων κτιρίων, η εξοικονομούμενη ενέργεια ανά παρέμβαση ισούται με 4,75 MWh/παρέμβαση.



**Σχήμα 5.27** Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, καταμετρημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της ΔΕΗ.

## 5.6. NATURGY, ΙΣΠΑΝΙΑ

Η Naturgy<sup>8</sup> είναι η μεγαλύτερη ολοκληρωμένη εταιρεία φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας στην Ισπανία και η τρίτη εταιρεία διανομής φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά της Ιβηρικής Χερσονήσου. Η Naturgy αποτελεί τον ηγέτη της αγοράς στη διανομή φυσικού αερίου, παρέχοντας υπηρεσίες σε περισσότερους από 1.000 δήμους σε εννέα αυτόνομες κοινότητες με περισσότερους από πέντε εκατομμύρια πελάτες. Στον κλάδο της ηλεκτρικής ενέργειας, η Naturgy είναι η τρίτη μεγαλύτερη εταιρεία στη χώρα, παρέχοντας τροφοδοσία σε 3,7 εκατομμύρια πελάτες.

Για την προσομοίωση της Ισπανίας ως χώρας προέλευσης της Naturgy, με σκοπό την εκμείωση όλων των απαραίτητων δεδομένων μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος υλοποίησης δράσεων, ενεργειακές ανάγκες, κ.λπ.), εξετάστηκαν δυο κλιματικές ζώνες, όπως αυτές ορίζονται, η πρώτη από την πρωτεύουσα της χώρας (Μαδρίτη) και η δεύτερη από την πόλη της Σεβίλλης, και δύο τυπικά νοικοκυριά αναφοράς (ανά κλιματική ζώνη), ενός κτισμένου πριν το 1980 και ενός κτισμένου μετά το 1980, συνολικού εμβαδού 80 m<sup>2</sup> και στις δύο περιπτώσεις.

### 5.6.1. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Η Naturgy διαθέτει σχεδόν επτά εκατομμύρια πελάτες στην Ισπανία που είναι πελάτες φυσικού αερίου ή/και ηλεκτρικής ενέργειας. Για την ανάλυση που ακολουθεί, επιλέχθηκαν πελάτες στους οποίους η Naturgy προμηθεύει τόσο φυσικό αέριο όσο και ηλεκτρική ενέργεια. Ο λόγος για αυτή την απόφαση είναι ότι αρκετοί από τους δείκτες που ενσωματώνονται στην πρώτη μεθοδολογική συνιστώσα (π.χ., 10%, LIHC, κ.λπ.), συγκρίνουν το ενεργειακό κόστος των πελατών με το μέσο ετήσιο εισόδημα, επομένως τα αποτελέσματα θεωρούνται πιο ακριβή εάν ληφθεί υπόψη το συνολικό ενεργειακό κόστος των νοικοκυριών.

Η ανάλυση περιορίστηκε σε πελάτες που ζουν σε πόλεις στις οποίες η Naturgy ενδιαφέρεται πρωτίστως να στοχεύσει μέσω των προγραμμάτων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας που θα αναπτύξει. Οι πόλεις που επιλέχθηκαν αποτελούν είτε πόλεις με τις οποίες η Naturgy έχει ιστορική σχέση, είτε πόλεις στις οποίες η Naturgy έχει μεγάλο αριθμό πελατών. Στις πόλεις αυτές περιλαμβάνονται οι μεγαλύτερες πόλεις της Ισπανίας. Τέλος, οι πελάτες της Naturgy που δεν έχουν συμπληρώσει χρονική διάρκεια ενός έτους από την ημέρα υπογραφής του συμβολαίου τους με την εταιρεία, δεν ελήφθησαν υπόψη στην ανάλυση, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι είναι διαθέσιμα ακριβή δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και κόστους για ένα ολόκληρο έτος.

Συνοψίζοντας, για την ανάλυση αξιοποιήθηκαν δεδομένα 431.829 πελατών της Naturgy που κατοικούν στις πόλεις της Βαρκελώνης (6.5710 πελάτες), της Coruña (24.256 πελάτες), της Μαδρίτης (329.076 πελάτες), του Mataró (3.568 πελάτες) και της Σεβίλλης (9.219 πελάτες).

Έχοντας επιλέξει το σύνολο δεδομένων πελατών, η πρώτη μεθοδολογική συνιστώσα εφαρμόστηκε αρχικά χρησιμοποιώντας όλους τους διαθέσιμους δείκτες ενεργειακής φτώχειας για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων (πλην της «καθυστέρησης στην πληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών») ως προς τον αριθμό των ενεργειακά φτωχών πελατών που

<sup>8</sup> <https://www.naturgy.com/en/about-us-naturgy/international-presence/spain/>

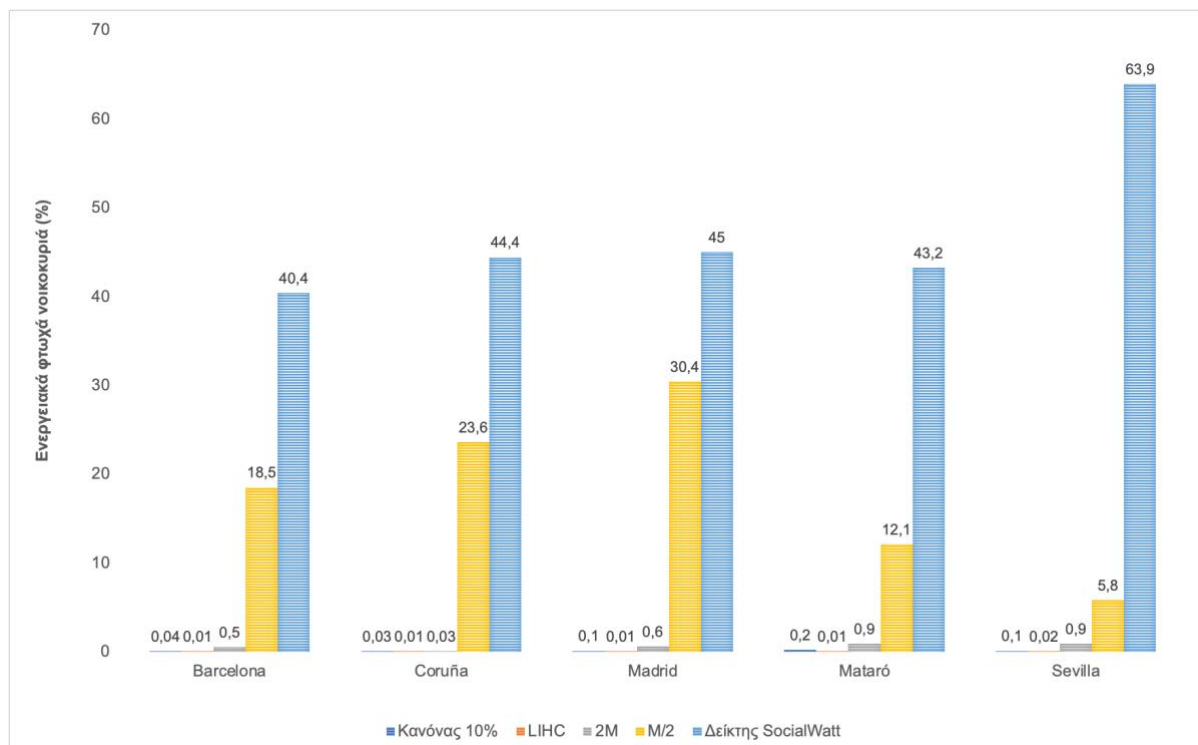
εντοπίστηκαν. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι οι δείκτες μέτρησης βάσει του υψηλού μεριδίου ενεργειακής δαπάνης στα έσοδα του νοικοκυριού (2M) και της χαμηλής απόλυτης ενεργειακής δαπάνης (M/2), θεωρούνται οι καταλληλότεροι για την Ισπανία. Και αυτό γιατί, πρόκειται για δυο από τους τέσσερις δείκτες που περιλαμβάνονται στην εθνική στρατηγική κατά της ενεργειακής φτώχειας, επομένως είναι σημαντικό να ευθυγραμμιστεί η προσέγγιση της συγκεκριμένης ανάλυσης με την αντίστοιχη εθνική. Οι άλλοι δυο δείκτες που χρησιμοποιούνται στην εθνική στρατηγική είναι οι «καθυστέρηση στην πληρωμή των ενεργειακών λογαριασμών» και «αδυναμία διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας». Εν τούτοις, οι καθυστερήσεις στην πληρωμή των λογαριασμών ενέργειας δεν αξιολογήθηκαν για τους σκοπούς της εν λόγω ανάλυσης, καθώς το χρέος των νοικοκυριών στους λογαριασμούς ενέργειας δεν θεωρείται επαρκές από μόνο του για να καθοριστεί εάν ένα νοικοκυριό βρίσκεται σε καθεστώς ενεργειακής φτώχειας. Τέλος, η Naturgy δεν διαθέτει δεδομένα για να αξιολογήσει την δυνατότητα διατήρησης επαρκώς ζεστής κατοικίας, επομένως αυτός ο δείκτης δεν ελήφθη υπόψιν.

**Πίνακας 5.6** Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της Naturgy.

Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι						
	Μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα νοικοκυριού (€)	Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας (% του εισοδήματος)	Ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (% της μέσης τιμής)	Δείκτης αξιολόγησης κτιρίου – BEI (ελάχιστος/μέγιστος)	Δείκτης αξιολόγησης νοικοκυριού – HEI (ελάχιστος/μέγιστος)
Κανόνας 10%	<i>Barcelona: 37.371</i> <i>Coruña: 31.973</i> <i>Madrid: 39.613</i> <i>Mataró: 29.515</i> <i>Sevilla: 29.394</i>						
LIHC	<i>Barcelona: 37.371</i> <i>Coruña: 31.973</i> <i>Madrid: 39.613</i> <i>Mataró: 29.515</i> <i>Sevilla: 29.394</i>						
2M	<i>Barcelona: 37.371</i> <i>Coruña: 31.973</i> <i>Madrid: 39.613</i> <i>Mataró: 29.515</i> <i>Sevilla: 29.394</i>						
M/2	<i>Barcelona: 37.371</i> <i>Coruña: 31.973</i> <i>Madrid: 39.613</i> <i>Mataró: 29.515</i> <i>Sevilla: 29.394</i>						
Δείκτης SocialWatt	<i>Barcelona: 37.371</i> <i>Coruña: 31.973</i> <i>Madrid: 39.613</i> <i>Mataró: 29.515</i> <i>Sevilla: 29.394</i>						

Το σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών περιλάμβανε τις ακόλουθες πληροφορίες για κάθε πελάτη: (1) τον τύπο ενέργειας (φυσικό αέριο ή/και ηλεκτρική ενέργεια), (2) την κατανάλωση ενέργειας, (3) το κόστος κατανάλωσης για κάθε φορέα ενέργειας, και (4) την τοποθεσία των κατοικιών. Η Naturgy δεν συλλέγει δεδομένα σχετικά με το έτος κατασκευής των κατοικιών, τον αριθμό των ατόμων ανά νοικοκυριό ή το μέγεθος των κατοικιών (σε τετραγωνικά μέτρα).

Χρησιμοποιήθηκαν επίσης στοιχεία παραμέτρων του έτους 2019 για τους δείκτες μέτρησης (INE 2020), όπως για παράδειγμα το μέσο εισόδημα των νοικοκυριών ανά δήμο, το εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού, η εθνική διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια, καθώς και η εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας ως ποσοστό του εισοδήματος. Ο Πίνακας 5.6 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις αριθμητικές τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση.



**Σχήμα 5.28** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας σε πέντε μεγάλους Δήμους της Ισπανίας όπου εμφανίζονται τα περισσότερα νοικοκυριά–πελάτες της Naturgy.

Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε έχει ένα σημαντικό περιορισμό, καθώς βασίζεται σε δεδομένα μέσου εισοδήματος ανά Δήμο, ενώ στην πραγματικότητα το εύρος των πραγματικών εισοδημάτων σε έναν Δήμο είναι αρκετά μεγάλο. Αυτό το ζήτημα επηρεάζει κυρίως τα αποτελέσματα των τριών παρακάτω δεικτών:

**Προσέγγιση 10%:** Σύμφωνα με αυτόν τον δείκτη, ένα νοικοκυριό προσδιορίζεται ως ενεργειακά φτωχό εάν ξοδεύει περισσότερο από το 10% του εισοδήματός του σε ενέργεια. Χρησιμοποιώντας μια μέση τιμή εισοδήματος, υπάρχει κίνδυνος εσφαλμένης κατηγοριοποίησης των νοικοκυριών. Για παράδειγμα, τα νοικοκυριά που προσδιορίζονται ως ενεργειακά φτωχά μπορεί να μην είναι (δηλαδή, καθώς το ενεργειακό κόστος μπορεί να είναι υψηλότερο από το 10% του μέσου εισοδήματος, αλλά χαμηλότερο από το 10% του πραγματικού εισοδήματος), ενώ τα νοικοκυριά που δεν προσδιορίζονται, μπορεί να είναι στην πραγματικότητα ενεργειακά φτωχά (δηλαδή, το ενεργειακό κόστος μπορεί να είναι χαμηλότερο από το 10% του μέσου εισοδήματος αλλά υψηλότερο από το 10% του πραγματικού εισοδήματος). Έτσι, η ακρίβεια και η χρησιμότητα αυτού του δείκτη περιορίζεται από την έλλειψη δεδομένων εισοδήματος για τα νοικοκυριά.

**Υψηλό μερίδιο της ενεργειακής δαπάνης στο εισόδημα (2M):** Σύμφωνα με αυτόν τον δείκτη, ένα νοικοκυριό προσδιορίζεται ως ενεργειακά φτωχό εάν το μερίδιο της ενεργειακής του

δαπάνης στο εισόδημα είναι περισσότερο από το διπλάσιο του αντίστοιχου εθνικού διάμεσου μεριδίου. Όπως και με την προσέγγιση του 10%, η χρήση μιας μέσης τιμής εισοδήματος ενέχει τον ίδιο κίνδυνο λανθασμένης κατηγοριοποίησης των νοικοκυριών.

Χαμηλό εισόδημα υψηλό κόστος (LIHC): Αυτός ο δείκτης προσδιορίζει ως ενεργειακά φτωχά τα νοικοκυριά που περνούν δύο ελέγχους: πρώτον, «ένα νοικοκυριό ταξινομείται ως ενεργειακά φτωχό εάν το πραγματικό του κόστος ενέργειας είναι πάνω από τον εθνικό μέσο όρο» και δεύτερον, «όταν αφαιρείται αυτό το χρηματικό ποσό, το υπόλοιπο εισόδημά του είναι κάτω από το επίσημο όριο της φτώχειας». Η χρήση δεδομένων μέσου εισοδήματος για την ανάλυση, καθιστά σχεδόν απίθανο να αξιολογηθεί ένας πελάτης ως «κάτω από το επίσημο όριο εισοδηματικής φτώχειας στον δεύτερο έλεγχο (καθώς το κόστος ενέργειας θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 10.000€ περίπου).

Από την άλλη πλευρά, ο δείκτης SocialWatt προσδιορίζει ένα νοικοκυριό ως ενεργειακά φτωχό «αν η πραγματική κατανάλωση ενέργειας ενός νοικοκυριού είναι χαμηλότερη από το θεωρητικά απαιτούμενο επίπεδο για τη διατήρηση της θερμικής άνεσης». Εάν αυτό δεν ισχύει, τότε «λαμβάνεται υπόψη η αναλογία μεταξύ ενεργειακού κόστους και εισοδήματος». Ο αριθμός των νοικοκυριών που προσδιορίζονται ως ενεργειακά φτωχά βάσει αυτού του δείκτη είναι αρκετά υψηλός, και αγγίζει περίπου το 64% στην περίπτωση της Σεβίλλης, με το χαμηλότερο ποσοστό να εμφανίζεται στη Βαρκελώνη με 40,4%.

Όσον αφορά τον δείκτη M/2, αυτός προσδιορίζει ένα νοικοκυριό ως ενεργειακά φτωχό εάν η απόλυτη ενεργειακή του δαπάνη είναι κάτω από το ήμισυ της αντίστοιχης εθνικής διάμεσης τιμής. Όταν χρησιμοποιείται αυτός ο δείκτης, έως και το ένα τρίτο των πελατών προσδιορίζεται ως ενεργειακά φτωχό, ανάλογα με την πόλη. Αυτός ο δείκτης φαίνεται πιο κατάλληλος για τον προσδιορισμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, καθώς δεν βασίζεται στο εισόδημα ενώ χρησιμοποιείται το συνολικό πραγματικό ενεργειακό κόστος των πελατών και συγκρίνεται με τη μέση ετήσια ενεργειακή δαπάνη.

Η Naturgy διαθέτει έναν αριθμό πελατών που προσδιορίζονται ως «ευάλωτοι», οι οποίοι είτε λαμβάνουν κοινωνικό τιμολόγιο είτε έχουν χαρακτηριστεί ως ενεργειακά φτωχοί από τις κοινωνικές υπηρεσίες. Για να συμπληρωθεί η ανάλυση της συγκεκριμένης μελέτης περίπτωσης, η πρώτη μεθοδολογική συνιστώσα επανεφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας μόνο τη βάση δεδομένων «ευάλωτων» πελατών της Naturgy. Ο Πίνακας 5.7 παρουσιάζει τα σχετικά αποτελέσματα.

**Πίνακας 5.7** Μεριδίο «ευάλωτων» πελατών της Naturgy που προσδιορίζονται ως ενεργειακά φτωχοί.

Δείκτης μέτρησης	Barcelona	Coruña	Madrid	Mataró	Sevilla
Κανόνας 10%	<0.01%	<0.01%	<0.01%	<0.01%	<0.01%
LIHC	<0.01%	<0.01%	<0.01%	-	-
2M	0.2%	<0.01%	<0.01%	2.8%	<0.01%
Αναγνωρισμένοι ήδη ως ενεργειακά φτωχοί	937	928	9,967	71	43

Σημαντικό μέρος των πελατών που προσδιορίζονται ως ευάλωτοι δεν αναγνωρίζονται ως ενεργειακά φτωχοί χρησιμοποιώντας τους δείκτες που βασίζονται στο εισόδημα. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί (τουλάχιστον εν μέρει) από το γεγονός ότι η ευπάθεια δεν αποτελεί

ταυτόσημη έννοια με την ενεργειακή φτώχεια. Επιπλέον, είναι προφανές ότι οι τρεις δείκτες που βασίζονται στο εισόδημα έχουν χειρότερη απόδοση σε μια βάση δεδομένων που δυνητικά περιλαμβάνει μεγαλύτερο αριθμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών. Η χρήση του μέσου εισοδήματος επηρεάζει σαφώς αρνητικά αυτήν την ανάλυση.

Συμπερασματικά, ορισμένοι δείκτες έχουν χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών. Όσοι εξ αυτών βασίζονται σε δεδομένα εισοδήματος, θα ωφεληθούν σημαντικά από τη χρήση τέτοιων δεδομένων σε επίπεδο νοικοκυριού. Αυτό είναι τεχνικά εφικτό και δυνατό από άποψη προστασίας δεδομένων, εάν μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι προς το έννομο συμφέρον του πελάτη. Από τη μέχρι τώρα ανάλυση, και ελλείψει αυτών των δεδομένων, οι δείκτες M/2 και SocialWatt φαίνονται να είναι οι πιο αξιόπιστοι.

### 5.6.2. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

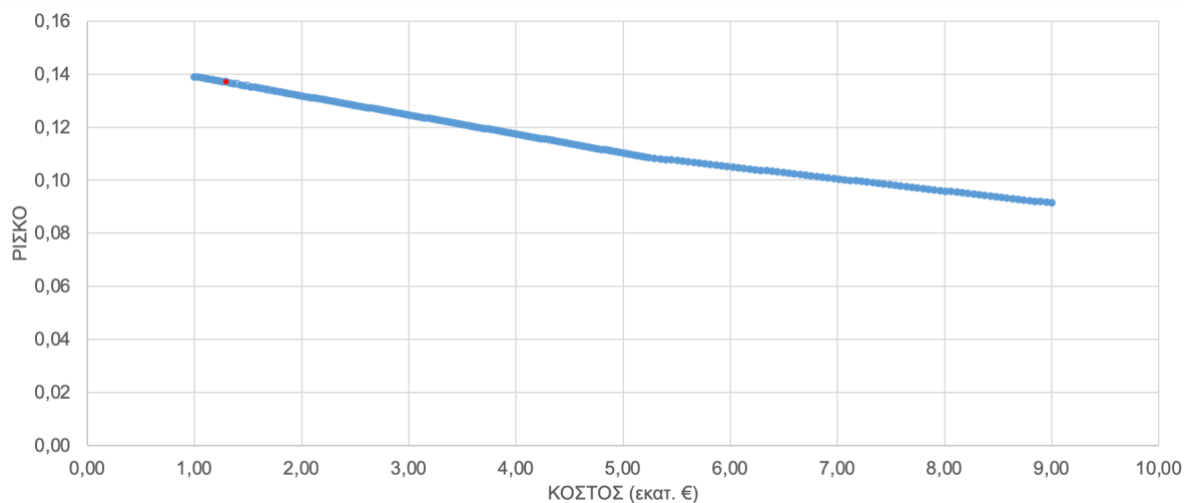
Η Naturgy έθεσε τους ακόλουθους στόχους και περιορισμούς για την πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τον τελικό εντοπισμό των κατάλληλων δράσεων ανακούφισης της ενεργειακής φτώχειας με χρονικό ορίζοντα υλοποίησης την περίοδο 2021–2030.

Στόχοι:

- Εξοικονόμηση ενέργειας 61 GWh
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 7 GWh
- Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν 40.000

Όσον αφορά τους περιορισμούς, η Naturgy όρισε τα εξής:

- Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο για υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ 9 εκατ. ευρώ
- Υλοποίηση του 100% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κατασκευασμένα πριν το 1980
- Εξοικονόμηση του 100% της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας από υλοποίηση παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κατασκευασμένα πριν το 1980



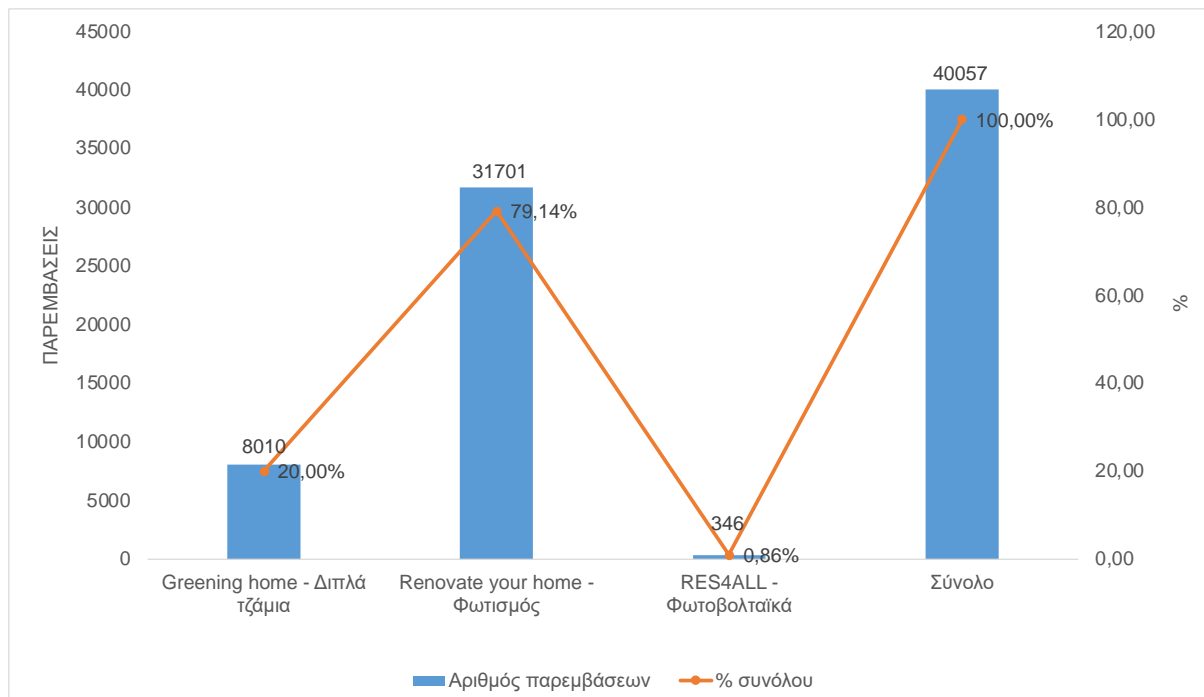
**Σχήμα 5.29** Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της Naturgy.



Το Σχήμα 5.29 αποτυπώνει γραφικά το σύνολο των βέλτιστων λύσεων που προκύπτουν βάσει των στόχων και περιορισμών που έχουν τεθεί από τη Naturgy, υπό μορφή Μετώπου Pareto. Από το σχήμα φαίνεται πως τα χαρτοφυλάκια δράσεων προς υλοποίηση ενέχουν συνολικό κόστος από πλευράς του προμηθευτή ενέργειας που κυμαίνεται μεταξύ 1 έως 9 εκατ. ευρώ περίπου, για το σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όσον αφορά το ρίσκο, η ελάχιστη τιμή του ισούται με 0,09 (9%), ενώ η μέγιστη τιμή του (που αντιστοιχεί στο ελάχιστο κόστος) αγγίζει το 0,14 (14%). Να σημειωθεί πως η μέγιστη τιμή του ρίσκου ισούται με 1 (100%).

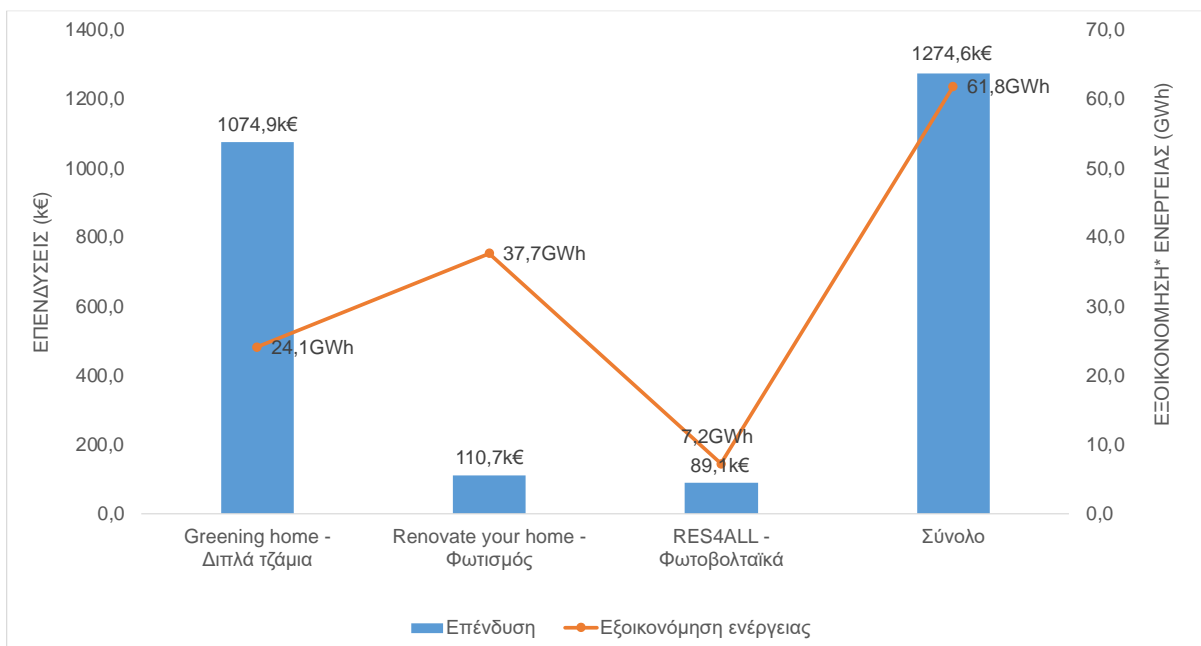
Το τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται προς περαιτέρω διερεύνηση και ενδεχόμενη υλοποίηση, σύμφωνα με τα όσα προβλέπονται στις προδιαγραφές εφαρμογής της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας (Κεφάλαιο 4), απεικονίζεται στο Μέτωπο Pareto με μια χαρακτηριστική κόκκινη κουκίδα (Σχήμα 5.29). Συνεπώς, στη μελέτη περίπτωσης της Naturgy, ως τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο επιλέγεται το χαρτοφυλάκιο εκείνο που εμπεριέχει υλοποίηση δράσεων συνολικού κόστους 1,27 εκατ. ευρώ και συνολικού ρίσκου 13,4%.

Στο Σχήμα 5.30 παρουσιάζονται οι βέλτιστες δράσεις που επιλέχθηκαν προς υλοποίηση ως αποτέλεσμα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, και ο συνολικός αριθμός παρεμβάσεων που προβλέπεται για την καθεμιά. Η αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων («Renovate your home») με νέα αποδοτικότερα LED σε 31.701 νοικοκυριά φαίνεται να συγκεντρώνει την πλειονότητα των παρεμβάσεων, με ποσοστό 79,14% επί του συνόλου. Ακολουθώντας, οι παρεμβάσεις τοποθέτησης διπλών τζαμιών («Greening home») σε 8.010 νοικοκυριά μοιάζουν να συγκεντρώνουν μεγάλο ενδιαφέρον, καταλαμβάνοντας το 20% του συνόλου των παρεμβάσεων. Τέλος, η εγκατάσταση ενός μικρού αριθμού φωτοβολταϊκών στέγης («RES4ALL»), με σκοπό την ικανοποίηση του στόχου παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας από τη Naturgy, περιλαμβάνει το μικρότερο αριθμό παρεμβάσεων (346 νοικοκυριά – 0,86% επί του συνόλου).



**Σχήμα 5.30** Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της Naturgy.

Παρά το γεγονός πως, από πλευράς αριθμού παρεμβάσεων, μόνο το 25% των παρεμβάσεων σε φωτισμό αντιστοιχεί σε παρεμβάσεις τοποθέτησης διπλών τζαμιών σε νοικοκυριά, το Σχήμα 5.31 καταδεικνύει το σημαντικά μεγαλύτερο κόστος που εμπεριέχουν οι δεύτερες συγκριτικά με τις πρώτες. Και αυτό γιατί η αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων συνδέεται με οικονομική επιβάρυνση για τη Naturgy της τάξης των 111 χιλ. ευρώ περίπου, ενώ η τοποθέτηση διπλών τζαμιών ξεπερνά το ένα εκατ. ευρώ. Της ίδιας τάξης μεγέθους με το κόστος παρεμβάσεων φωτισμού, είναι και το κόστος εγκατάστασης οικιακών φωτοβολταϊκών, μιας και η υλοποίησή τους ενέχει κόστος περίπου 90 χιλ. ευρώ. Για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους επιβάρυνσης για τη Naturgy, βάσει των αριθμητικών τιμών που αναφέρονται παραπάνω, έχει ληφθεί υπόψιν η οικονομική συνεισφορά που προέρχεται από την αξιοποίηση των βέλτιστων χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης προκύπτουν να είναι: (1) αποπληρωμή κόστους μέσω των λογαριασμών ενέργειας (12.788 παρεμβάσεις), (2) συνεργασία με τρίτους φορείς (15.088 παρεμβάσεις), και (3) crowdfunding (12.181 παρεμβάσεις).



**Σχήμα 5.31** Οικονομική συνεισφορά της Naturgy και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (\*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας).

Όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, η μεγαλύτερη τιμή της εμφανίζεται ως αποτέλεσμα υλοποίησης των παρεμβάσεων αντικατάστασης παλιών φωτιστικών σωμάτων με νέα σύγχρονα, τεχνολογίας LED (37,7 GWh), με τις παρεμβάσεις τοποθέτησης διπλών τζαμιών να έπονται με 24,1 GWh. Ακολουθώντας και εδώ το μοτίβο των προηγούμενων μελετών περίπτωσης, από το πλαίσιο συνεισφοράς στο στόχο εξοικονόμησης ενέργειας εξαιρούνται οι δράσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, διότι δεν αποτελούν επιλέξιμες δράσεις υπό το Άρθρο 7 της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση, επομένως εξετάζονται μόνο υπό το πρίσμα συμμετοχής στην επίτευξη του στόχου παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας (7,2 GWh). Οι τιμές κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζονται παραπάνω, διαμορφώνουν τα εξής επίπεδα κόστους–αποτελεσματικότητας ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{εξοικονόμησης}}$ ) για την κάθε δράση, με εξαίρεση τις δράσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{παραγωγής}}$ ):

- ✓ Greening home – Διπλά τζάμια: 44,52



- ✓ Renovate your home – Φωτισμός: 2,94
- ✓ RES4ALL – Φωτοβολταϊκά: 12,34

Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραπάνω αριθμητικές τιμές για το συνολικό κόστος και τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας για καθεμιά από τις εξεταζόμενες δράσεις, προκύπτει πως η δράση ενεργειακής αναβάθμισης του φωτισμού στα νοικοκυριά πλεονεκτεί σημαντικά συγκριτικά με τις υπόλοιπες (2,94 €/MWh), με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών να ακολουθεί (12,34 €/MWh), και την τοποθέτηση διπλών τζαμιών να εμφανίζεται με μεγάλη διαφορά ως η πιο αναποτελεσματική δράση όλων (44,52 €/MWh).

## 5.7. CEZ VANZARE, ΡΟΥΜΑΝΙΑ

Οι επιχειρηματικές δραστηριότητες του ομίλου CEZ αφορούν κυρίως διανομή, παραγωγή, εμπορία και πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και εμπορία και πωλήσεις φυσικού αερίου, εμπορία εμπορευμάτων σε αγορές χονδρικής και ενεργή παρουσία σε ενεργειακές υπηρεσίες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο όμιλος CEZ είναι ο ηγέτης στις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας της Κεντρικής και Νοτιοανατολικής Ευρώπης, συμπεριλαμβανομένων μεταξύ άλλων της Τσεχίας, της Γερμανίας, της Γαλλίας, της Πολωνίας, της Ρουμανίας, της Βουλγαρίας, της Σλοβακίας και της Τουρκίας. Η CEZ Vanzare δραστηριοποιείται σε όλη τη Ρουμανία, κυρίως στο νοτιοδυτικό τμήμα της (Arges, Dolj, Gorj, Olt, Mehedinti, Teleorman και Valcea), το οποίο περιλαμβάνει περισσότερους από 3,5 εκατομμύρια κατοίκους. Η εταιρεία προμηθεύει σχεδόν 1,4 εκατομμύρια πελάτες.

Για την προσομοίωση της Ρουμανίας ως χώρας προέλευσης της CEZ Vanzare, με σκοπό την εκμείωση όλων των απαραίτητων δεδομένων μέσω του προγράμματος προσομοίωσης DREEM (π.χ., εξοικονόμηση ενέργειας, κόστος υλοποίησης δράσεων, ενεργειακές ανάγκες, κ.λπ.), εξετάστηκε μια κλιματική ζώνη, όπως αυτή ορίζεται από την πρωτεύουσα της χώρας (Βουκουρέστι), και δύο τυπικά νοικοκυριά αναφοράς, ενός κτισμένου πριν το 1980 και ενός κτισμένου μετά το 1980, συνολικού εμβαδού 50 m<sup>2</sup> και στις δύο περιπτώσεις.

### 5.7.1. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΠΡΩΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΤΩΧΩΝ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ

Η Ρουμανία δεν διαθέτει επίσημα αποδεκτό ορισμό της ενεργειακής φτώχειας, αν και ο νόμος 196/2016 περιλαμβάνει την ακόλουθη προσέγγιση: «Η ενεργειακή φτώχεια ορίζεται ως η αδυναμία του ευάλωτου καταναλωτή να καλύψει τις ελάχιστες ενεργειακές ανάγκες για τη βέλτιστη θέρμανση του σπιτιού κατά τους κρύους μήνες του έτους».

Για την καλύτερη αντιμετώπιση και τον εντοπισμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, έχουν ληφθεί υπόψη οι πέντε από τους έξι δείκτες που έχουν ενσωματωθεί στην πρώτη μεθοδολογική συνιστώσα. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε χρήση των εξής δεικτών και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν:

1. Κανόνας 10%
2. Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC)
3. Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M)
4. Δείκτης SocialWatt
5. Καθυστέρηση στην πληρωμή ενεργειακών λογαριασμών

Τα δεδομένα που αναλύθηκαν, περιλαμβάνουν 1.039.080 εγγραφές από τη βάση δεδομένων πελατών της CEZ Vanzare (συμπεριλαμβανομένων των πελατών σε ρυθμιζόμενες τιμές). Τα δεδομένα περιλαμβάνουν τις πιο σημαντικές παραμέτρους όπως: (1) ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και αερίου, (2) ετήσιο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, (3) τοποθεσία των νοικοκυριών, και (4) ειδοποιήσεις αποσύνδεσης.

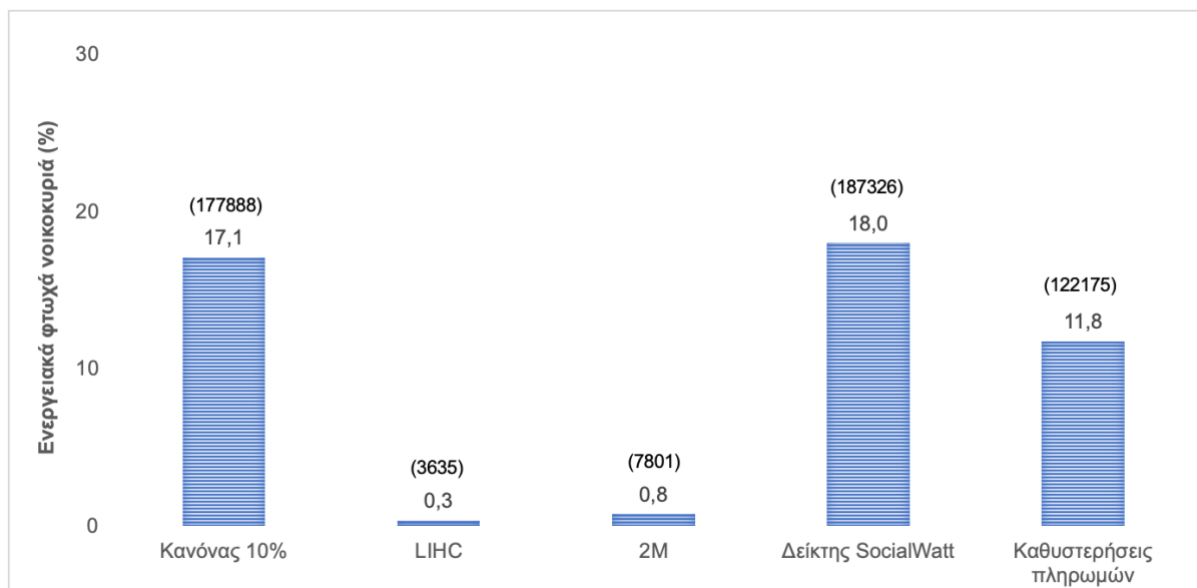
Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.8.

**Πίνακας 5.8** Τιμές παραμέτρων ανά δείκτη που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάλυση των πελατών της CEZ Vanzare.

Δείκτης μέτρησης ενεργειακής φτώχειας	Παράμετροι							Οφειλές
	Μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα νοικοκυριού (€)	Εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας νοικοκυριού (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους δαπάνης για ενέργεια (€)	Εθνική διάμεση τιμή κόστους ενέργειας (% του εισοδήματος)	Ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (% της μέσης τιμής)	Δείκτης αξιολόγησης κτιρίου – BEI (ελάχιστος/μέγιστος)	Δείκτης αξιολόγησης νοικοκυριού – HEI (ελάχιστος/μέγιστος)	
Κανόνας 10%	11.000							
LIHC	11.000	6.200	1.771					
2M	11.000			8				
M/2			1.771					
Δείκτης SocialWatt	11.000		1.771		60%	90/110%	9/11%	
Καθυστερήσεις πληρωμών								Εξαρτώμενο από νοικοκυριό

Λόγω απουσίας εισοδηματικών στοιχείων ανά νοικοκυριό, τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα μέσω της CEZ Vanzare, το μέσο εθνικό εισόδημα του 2019 χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση<sup>9</sup>. Η ίδια πηγή αξιοποιήθηκε επίσης σε σχέση με την ανάκτηση των τιμών της διάμεσης τιμής κόστους δαπάνης για ενέργεια, καθώς και αυτής του εθνικού ορίου εισοδηματικής φτώχειας. Όσον αφορά την αριθμητική τιμή του μεριδίου ενεργειακών δαπανών στο εισόδημα, αυτή προέκυψε από την ανάλυση της βάσης δεδομένων της CEZ Vanzare, ελλείψει ανάλογων διαθέσιμων εθνικών στατιστικών στοιχείων.

<sup>9</sup> <https://insse.ro/cms/>

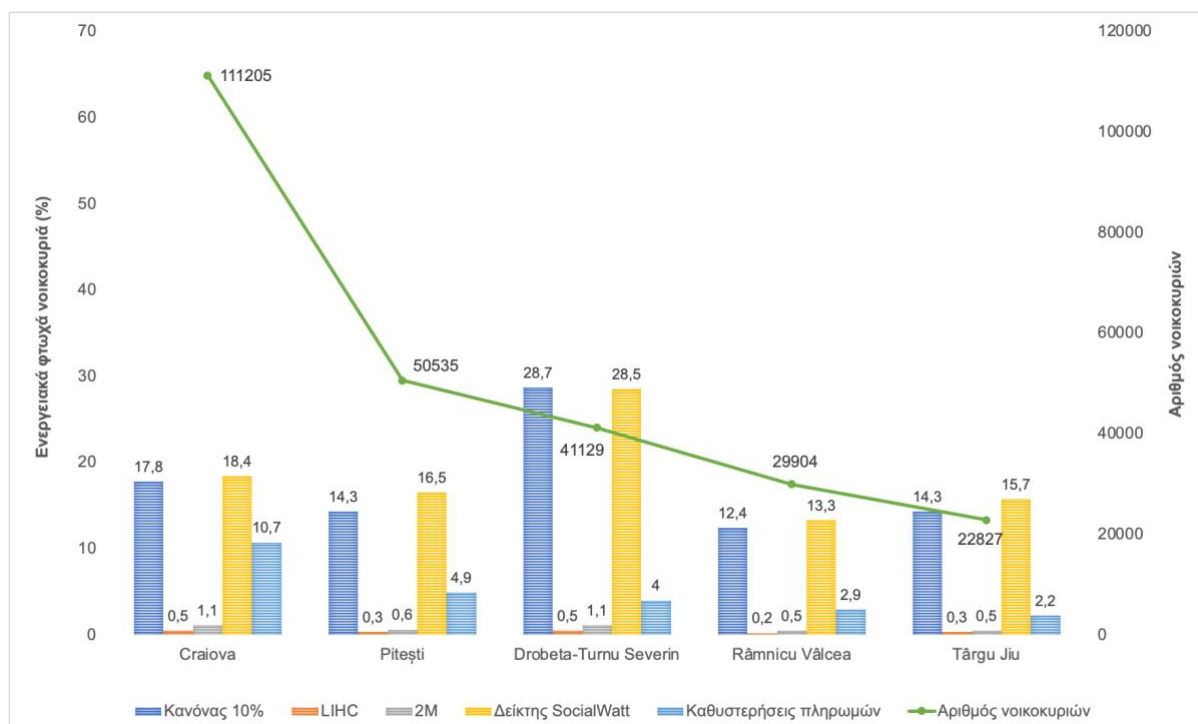


**Σχήμα 5.32** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας για τους καταναλωτές–πελάτες της CEZ Vanzare.

Το Σχήμα 5.32 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης για το διαθέσιμο σύνολο νοικοκυριών της CEZ Vanzare. Οι αριθμοί που παρουσιάζονται εντός παρενθέσεων για τον κάθε δείκτη, αναφέρονται στον πραγματικό αριθμό των νοικοκυριών που χαρακτηρίζονται ενεργειακά φτωχά βάσει του συνόλου του εξεταζόμενου δείγματος. Το προς εξέταση δείγμα πελατών της CEZ Vanzare είναι το μεγαλύτερο μεταξύ των μελετών περίπτωσης που εξετάζονται στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διδακτορικής διατριβής, κατατάσσοντας το πρόβλημα στις εφαρμογές μεγάλης κλίμακας.

Οι δείκτες LIHC και 2M έχουν ως αποτέλεσμα το χαμηλότερο αριθμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, προσδιορίζοντας <1% των πελατών ως ενεργειακά φτωχά. Στην περίπτωση του δείκτη LIHC, αυτό δεν προκαλεί έκπληξη, καθώς, ελλείψει στοιχείων για το εισόδημα των νοικοκυριών, χρησιμοποιήθηκε το μέσο ετήσιο εθνικό εισόδημα των νοικοκυριών. Αυτό συγκρίνεται με το εθνικό όριο εισοδηματικής φτώχειας (το οποίο ορίζεται στο 60% του μέσου εθνικού εισοδήματος). Αποτέλεσμα αυτού είναι ο συγκεκριμένος δείκτης να προσδιορίζει νοικοκυριά ως ενεργειακά φτωχά, μόνο εάν η ενεργειακή τους δαπάνη είναι υψηλότερη από 4.200€. Αυτός είναι ένας εγγενής περιορισμός του δείκτη LIHC όταν χρησιμοποιείται με το εθνικό ετήσιο μέσο εισόδημα, αντί για το πραγματικό εισόδημα ανά νοικοκυριό. Ο δείκτης 2M προσδιορίζει επίσης έναν χαμηλό αριθμό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, υπονοώντας ότι για τη συντριπτική πλειονότητα των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που προσδιορίζονται σύμφωνα με την προσέγγιση του δείκτη 10%, το μερίδιο της ενεργειακής δαπάνης στο εισόδημα είναι μεταξύ 10% και 16% (ως 8% έχει οριστεί ως το εθνικό διάμεσο μερίδιο).

Τέλος, ο δείκτης SocialWatt και η προσέγγιση του 10% αποκαλύπτουν πολύ παρόμοιους αριθμούς ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, περίπου στο 17% και 18% του πληθυσμού, και οι καθυστερήσεις στους λογαριασμούς κοινής ωφελείας προσδιορίζουν το 11,8% των νοικοκυριών ως ενεργειακά φτωχά.



**Σχήμα 5.33** Αποτελέσματα ανάλυσης ενεργειακής φτώχειας σε πέντε Δήμους της Ρουμανίας όπου εμφανίζονται τα περισσότερα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά–πελάτες της CEZ Vanzare.

Όσον αφορά τις 1.120 τοποθεσίες που αναλύθηκαν, οι πέντε Δήμοι στους οποίους εντοπίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό των νοικοκυριών που εκτιμάται ότι υποφέρει από ενεργειακή φτώχεια είναι οι Craiova, Pitești, Drobeta-Turnu Severin, Râmnicu Vâlcea, και Târgu Jiu. Το Σχήμα 5.33 αποτυπώνει το ποσοστό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών σε σύγκριση με το σύνολο των νοικοκυριών στους πέντε αυτούς Δήμους, απ' όπου προκύπτει πως το υψηλότερο ποσοστό του πληθυσμού που προσδιορίζεται ως ενεργειακά φτωχό κατοικεί στο Drobeta-Turnu Severin, ακολουθούμενο από την Craiova.

Τέλος, ο Πίνακας 5.9 παρουσιάζει το ποσοστό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στους πέντε πιο ευπαθείς Δήμους, σε σύγκριση με το σύνολο των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στο σύνολο των εξεταζόμενων πελατών, ανά δείκτη μέτρησης.

**Πίνακας 5.9** Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών στους πέντε πιο ευάλωτους Δήμους, και ποσοστό αυτών σε σχέση με τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά στο σύνολο των εξεταζόμενων δεδομένων, ανά δείκτη, για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare.

Δείκτης μέτρησης	Craiova	Pitești	Drobeta-Turnu Severin	Râmnicu Vâlcea	Târgu Jiu
Κανόνας 10%	19.794	7.227	11.804	3.708	3.264
	11,13%	4,06%	6,64%	2,08%	1,84%
LIHC	556	152	206	60	68
	15,30%	4,17%	5,66%	1,65%	1,88%
2M	1.223	303	452	150	114
	15,68%	3,89%	5,80%	1,92%	1,46%

Δείκτης	20.462	8.338	11.722	3.977	3.584
SocialWatt	10,92%	4,45%	6,26%	2,12%	1,91%
Καθυστέρηση	11.899	2.476	1.645	867	502
πληρωμών	9,74%	2,03%	1,35%	0,71%	0,41%

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα για κάθε Δήμο με τον συνολικό πληθυσμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, ανά δείκτη, η Κραϊόβα είναι η πόλη με το υψηλότερο ποσοστό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών, ακολουθούμενη από την Drobeta-Turnu Severin. Έτσι, τα αποτελέσματα προσδιορίζουν ξεκάθαρα αυτές τις δύο πόλεις ως ιδιαίτερου ενδιαφέροντος προς στόχευση κατά την ανάπτυξη ενός προγράμματος που στοχεύει στην ανακούφιση της ενεργειακής φτώχειας.

Ένα βασικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι ότι το πραγματικό εισόδημα ανά νοικοκυριό θα είχε ως αποτέλεσμα μια καλύτερη επισκόπηση της ενεργειακής φτώχειας, ιδίως για ορισμένους δείκτες, όπως ο δείκτης LIHC. Ωστόσο, οι πληροφορίες αυτές είναι εμπιστευτικές και διαθέσιμες μόνο στις δημόσιες αρχές. Αυτό τονίζει τη σημασία του καθορισμού σαφών κριτηρίων επιλεξιμότητας για κάθε σχέδιο που αναπτύσσεται και στοχεύει στην ανακούφιση της ενεργειακής φτώχειας.

### 5.7.2. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΦΤΩΧΕΙΑΣ

Η CEZ Vanzare έθεσε τους ακόλουθους στόχους και περιορισμούς για την πιλοτική εφαρμογή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τον τελικό εντοπισμό των κατάλληλων δράσεων ανακούφισης της ενεργειακής φτώχειας με χρονικό ορίζοντα υλοποίησης την περίοδο 2021–2030.

Στόχοι:

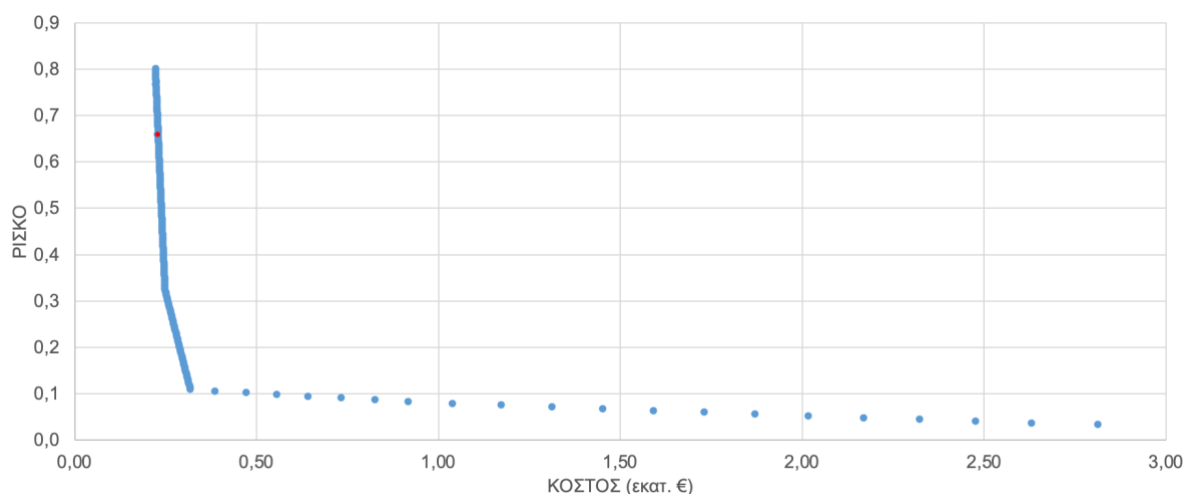
- Εξοικονόμηση ενέργειας 72,5 GWh
- Παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας 21 GWh
- Αριθμός ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που θα ωφεληθούν 12.490

Όσον αφορά τους περιορισμούς, η CEZ Vanzare όρισε τα εξής:

- Μέγιστο συνολικό διαθέσιμο κεφάλαιο για υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ 2,8 εκατ. ευρώ
- Υλοποίηση του 80% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κατασκευασμένα πριν το 1980, και του υπόλοιπου 20% σε νέα κτίρια, κατασκευασμένα μετά το 1980
- Εξοικονόμηση του 80% της συνολικής εξοικονομούμενης ενέργειας από υλοποίηση παρεμβάσεων σε παλιά κτίρια, κατασκευασμένα πριν το 1980, και του υπόλοιπου 20% από νέα κτίρια, κατασκευασμένα μετά το 1980

Το Σχήμα 5.34 αποτυπώνει γραφικά το σύνολο των βέλτιστων λύσεων που προκύπτουν βάσει των στόχων και περιορισμών που έχουν τεθεί από τη CEZ Vanzare, υπό μορφή Μετώπου Pareto. Από το σχήμα αυτό φαίνεται ότι τα πιθανά χαρτοφυλάκια δράσεων προς υλοποίηση, όπως εξάγονται από την ανάλυση χαρτοφυλακίου που προηγήθηκε, ενέχουν κόστος που

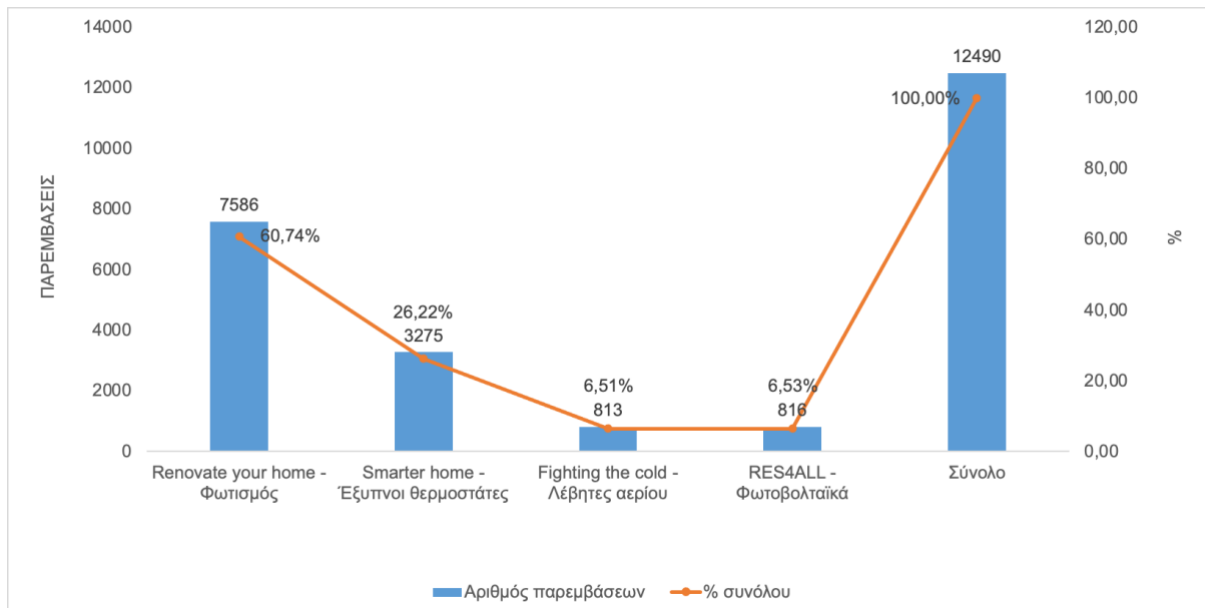
κυμαίνεται μεταξύ μερικών χιλιάδων ευρώ (περίπου 200 χιλ. €) και σχεδόν 2,8 εκατ. ευρώ, για το σύνολο της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Όσον αφορά το ρίσκο, η ελάχιστη τιμή του ισούται με 0,03 (3%), ενώ η μέγιστη τιμή του (που αντιστοιχεί στο ελάχιστο κόστος) αγγίζει το 0,81 (81%). Να σημειωθεί πως η μέγιστη τιμή του ρίσκου ισούται με 1 (ή 100%).



**Σχήμα 5.34** Βέλτιστα χαρτοφυλάκια παρουσιασμένα υπό μορφή Μετώπου Pareto για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare.

Σχετικά με την επιλογή του τελικού βέλτιστου χαρτοφυλακίου προς περαιτέρω ανάλυση, από το Μέτωπο Pareto, αυτό σημειώνεται με μια κόκκινη κουκίδα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.34. Το σκεπτικό για την επιλογή του συγκεκριμένου χαρτοφυλακίου καθώς και η διαδικασία αναγνώρισής του, όπως αυτή έχει υιοθετηθεί για το σκοπό της συγκεκριμένης διδακτορικής διατριβής, παρουσιάζεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4. Με βάση τα παραπάνω, το τελικό βέλτιστο χαρτοφυλάκιο που επιλέγεται προς διεξοδικότερη ανάλυση, περιλαμβάνει υλοποίηση δράσεων συνολικού κόστους 221,9 χιλ. ευρώ (λαμβάνοντας υπόψιν και τη συνεισφορά των χρηματοδοτικών μηχανισμών) και συνολικού ρίσκου 68%.

Στο Σχήμα 5.35 αποτυπώνονται οι βέλτιστες δράσεις που επιλέχθηκαν προς υλοποίηση ως αποτέλεσμα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου, και ο συνολικός αριθμός παρεμβάσεων που προβλέπεται για την καθεμιά. Προκύπτει λοιπόν ξεκάθαρα πως το μεγαλύτερο βάρος των παρεμβάσεων αναμένεται να σηκώσει ο φωτισμός, μέσω του σχήματος δράσεων «Renovate your home», με ποσοστό 60,74% του συνολικού αριθμού παρεμβάσεων, που αντιστοιχεί σε παρεμβάσεις σε 7.586 νοικοκυριά. Με το μισό σχεδόν αριθμό παρεμβάσεων συγκριτικά με αυτές της αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων με νέα αποδοτικότερα τύπου LED, ακολουθούν οι παρεμβάσεις εγκατάστασης έξυπνων θερμοστατών (26,22%) μέσω του σχήματος δράσεων «Smarter home», σε 3.275 νοικοκυριά. Ακολούθως, προβλέπεται η αντικατάσταση παλιών λεβήτων πετρελαίου με σύγχρονους αερίου σε 813 νοικοκυριά (6,51%). Τέλος, κρίνεται απαραίτητη και η εγκατάσταση ενός μικρού αριθμού φωτοβολταϊκών στέγης σε 816 νοικοκυριά (6,53%), προκειμένου να ικανοποιηθεί ο στόχος παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας που είχε αρχικά τεθεί από τη CEZ Vanzare.



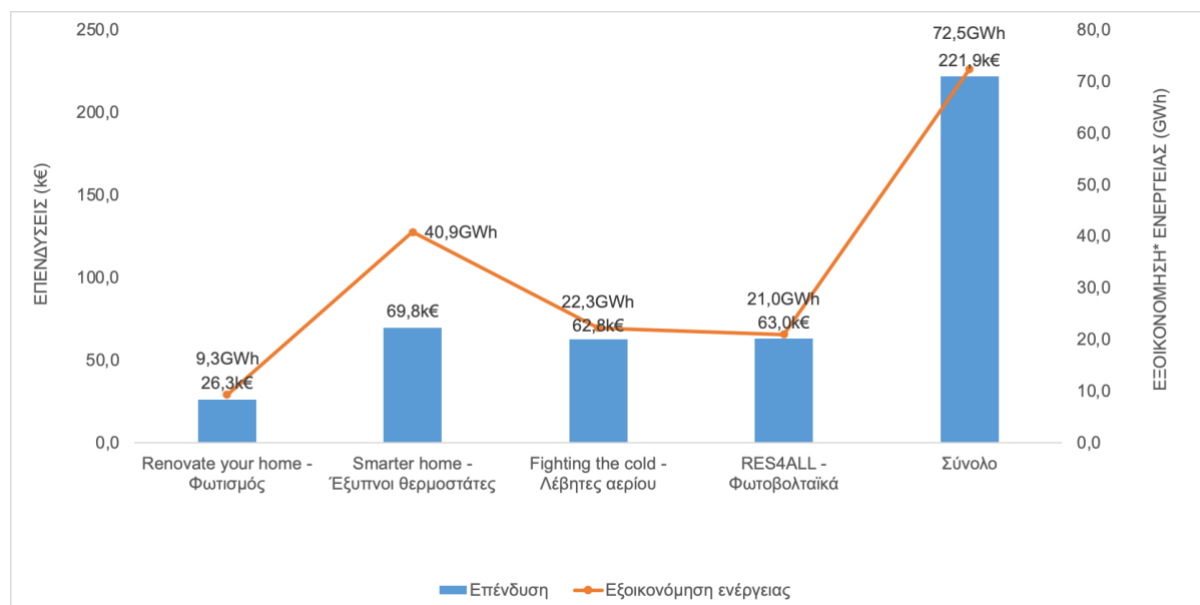
**Σχήμα 5.35** Βέλτιστος αριθμός παρεμβάσεων ανά επιλεγμένη δράση για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare.

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.36, η μεγαλύτερη συνολική οικονομική επιβάρυνση για τη CEZ Vanzare προκύπτει από την εγκατάσταση έξυπνων θερμοστατών με κόστος που ανέρχεται στα 69,8 χιλ. ευρώ. Ακολουθούν, στο ίδιο σχεδόν επίπεδο, τόσο οι παρεμβάσεις εγκατάστασης οικιακών φωτοβολταϊκών, όσο και αυτές που περιλαμβάνουν αντικατάσταση των παλιών λεβήτων πετρελαίου με λέβητες αερίου, με κόστος 63 και 62,8 χιλ. ευρώ αντίστοιχα. Τέλος, οι παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης του φωτισμού σε 7.586 νοικοκυριά εμφανίζονται να επιβαρύνουν λιγότερο τη CEZ Vanzare, με κόστος που ανέρχεται σε 26,3 χιλ. ευρώ, παρά το γεγονός πως η συγκεκριμένη δράση συγκεντρώνει το μεγαλύτερο αριθμό παρεμβάσεων (Σχήμα 5.35). Να σημειωθεί εδώ πως για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους επιβάρυνσης για τη CEZ Vanzare, έχουν ληφθεί υπόψιν οι οικονομικές συνεισφορές που πηγάζουν από την αξιοποίηση των βέλτιστων χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης προκύπτουν να είναι οι εξής: (1) συνεργασία με τρίτους φορείς (9.555 παρεμβάσεις), και (2) crowdfunding (2.935 παρεμβάσεις).

Σε αντίθεση με ό,τι συμβαίνει με το μεγαλύτερο αριθμό παρεμβάσεων (φωτισμός), η εξοικονόμηση ενέργειας εμφανίζει τη μεγαλύτερη τιμή της στους έξυπνους θερμοστάτες (οι οποίοι συνδέονται και με το μεγαλύτερο κόστος υλοποίησης), με 40,9 GWh, με τους λέβητες αερίου να έπονται (22,3 GWh) και στη συνέχεια να ακολουθούν οι δράσεις αποδοτικού φωτισμού με τη μικρότερη εξοικονομούμενη ενέργεια (9,3 GWh). Οι αριθμητικές τιμές κόστους και εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζονται παραπάνω, διαμορφώνουν τα εξής επίπεδα κόστους–αποτελεσματικότητας ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{εξοικονόμησης}}$ ) για την κάθε δράση (εξαιρείται η δράση εγκατάστασης φωτοβολταϊκών διότι δεν συνδέεται με εξοικονόμηση ενέργειας αλλά με παραγωγή, οπότε και ο αντίστοιχος δείκτης κόστους–αποτελεσματικότητας διαμορφώνεται σε ( $\text{€}_{\text{επένδυσης}}/\text{MWh}_{\text{παραγωγής}}$ ):

- ✓ Renovate your home – Φωτισμός: 2,81
- ✓ Smarter home – Έξυπνοι θερμοστάτες: 1,71
- ✓ Fighting the cold – Λέβητες αερίου: 2,82
- ✓ RES4ALL – Φωτοβολταϊκά: 3,00

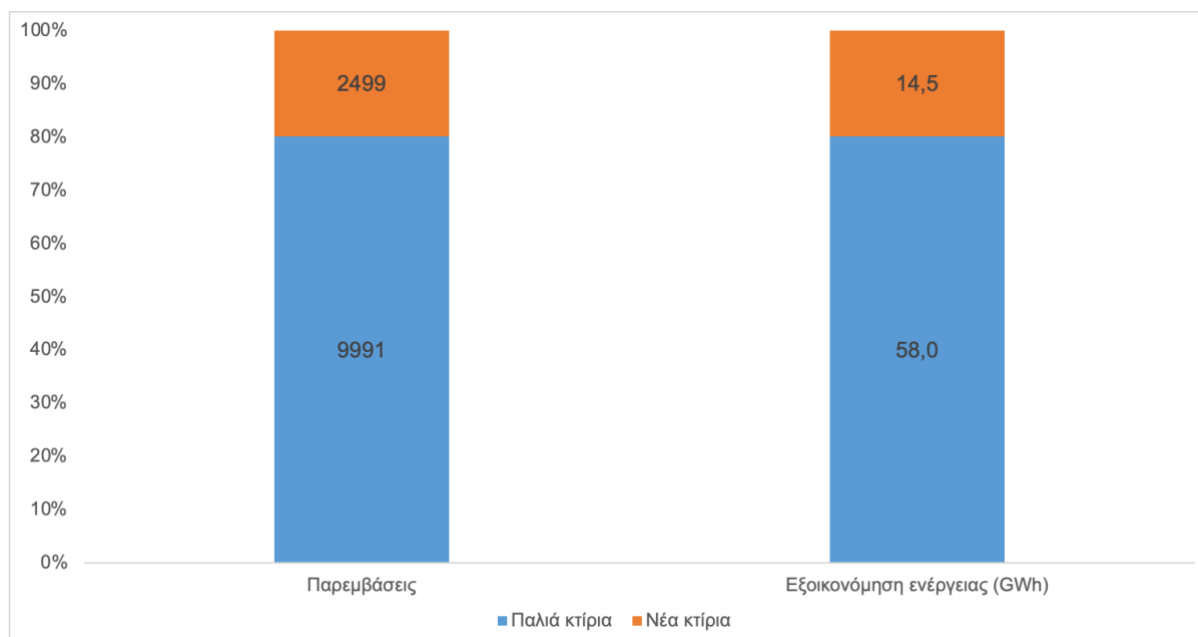
Συνοπτολογίζοντας το συνολικό κόστος και τη συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει για καθεμιά από τις εξεταζόμενες δράσεις, οι έξυπνοι θερμοστάτες συνιστούν την πιο αποδοτική δράση προς υλοποίηση από τη CEZ Vanzare με 1,71 €/MWh, ενώ, με μικρή διαφορά ακολουθούν οι παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης φωτισμού με 2,81 €/MWh και οι λέβητες αερίου με 2,82 €/MWh. Τέλος, η εγκατάσταση οικιακών φωτοβολταϊκών εμφανίζεται ως η λιγότερο αποδοτική παρέμβαση με 3,00 €/MWh.



**Σχήμα 5.36** Οικονομική συνεισφορά της CEZ Vanzare και συνολική εξοικονόμηση ενέργειας ανά επιλεγμένη δράση (\*Η δράση που προβλέπει την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών του σχήματος δράσεων RES4ALL, δεν προκαλεί εξοικονόμηση ενέργειας αλλά παραγωγή ενέργειας).

Στο Σχήμα 5.37 παρουσιάζεται ο αριθμός των συνολικών παρεμβάσεων καθώς και η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την υλοποίηση των παραπάνω δράσεων, καταμετρημένων σε παλιά και νέα κτίρια. Από το σχήμα αυτό υπολογίζεται πως, στην περίπτωση των παλιών κτιρίων η εξοικονομούμενη ενέργεια ανά παρέμβαση ισούται με 5,80 MWh/παρέμβαση ενώ ο ίδιος δείκτης στην περίπτωση των νέων κτιρίων ισούται με 5,81 MWh για κάθε υλοποιούμενη παρέμβαση.





**Σχήμα 5.37** Συνολικός αριθμός παρεμβάσεων και συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια από την υλοποίηση των βέλτιστων δράσεων, καταμετρημένα σε παλιά και νέα κτίρια, για τη μελέτη περίπτωσης της CEZ Vanzare.

## 5.8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Central Statistical Bureau of Latvia. (2020). Available online: [https://stat.gov.lv/lv/meklet?Search=%22%22&DataSource=%22data%22&Type=%5B%22table%22%2C%22other\\_format%22%5D](https://stat.gov.lv/lv/meklet?Search=%22%22&DataSource=%22data%22&Type=%5B%22table%22%2C%22other_format%22%5D) (Προσπελάθηκε στις 5 Μαρτίου 2023).

COM(2020) 951 final, Έκθεση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών, Οι τιμές και το κόστος της ενέργειας στην Ευρώπη.

Direzione Studi e Ricerche Economico, Fiscali Ufficio di Statistica. (2019). Statistiche sulle dichiarazioni fiscali analisi dei dati IRPEF, Anno d'imposta 2018.

Electricity special tariffs. (2023). Available: <https://www.dei.gr/en/home/contact-support/electricity-special-tariffs/> (Προσπελάστηκε στις 19 March 2023).

Eurostat. (2023). Mean and median income by age and sex - EU-SILC and ECHP surveys. Available online: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ILC\\_DI03\\_custom\\_6893533/default/?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ILC_DI03_custom_6893533/default/?lang=en) (Προσπελάθηκε στις 20 Φεβρουαρίου 2023).

Government of Ireland. (2021). Ireland's Energy Efficiency Obligation Scheme: Summary of responses to public consultation and policy decisions on scheme design. Available online: <https://www.gov.ie/en/consultation/11050-public-consultation-on-the-energy-efficiency-obligation-scheme-eeos/> (Προσπελάθηκε στις 10 Φεβρουαρίου 2023).

INE – Instituto Nacional de Estadística. (2020). Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF), Año 2019.

SocialWatt (2022). D2.2 Energy poverty action plans.

SocialWatt (2023). D4.6 Policy factsheets.

Truenumbers. (2020). Le case degli italiani sono grandi 117 metri quadrati. Available online: <https://www.truenumbers.it/grandezza-case-italia/> (Προσπελάθηκε στις 15 Ιουνίου 2023).

## 6. ΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ SOCIALWATT ANALYSER ΚΑΙ SOCIALWATT PLAN

Στο Κεφάλαιο 6 περιγράφονται αναλυτικά τα πληροφοριακά εργαλεία SocialWatt Analyser και SocialWatt Plan, τα οποία ενσωματώνουν την πρώτη και δεύτερη μεθοδολογική συνιστώσα αντίστοιχα, όπως αυτές αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 4 και εφαρμόστηκαν πιλοτικά στο Κεφάλαιο 5. Τα εργαλεία αυτά αναπτύχθηκαν για χρήση από τους προμηθευτές ενέργειας, με σκοπό να συμβάλλουν στην αυτοματοποίηση των μεθοδολογικών διεργασιών που εμπεριέχονται στις παραπάνω μεθοδολογικές συνιστώσες, απλοποιώντας τη διαδικασία υπολογισμών, και καθιστώντας την αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (SocialWatt Analyser) και την ανάπτυξη σχεδίων δράσεων για την καταπολέμησή της (SocialWatt Plan), πιο εύκολη και προσιτή.

### 6.1. ΤΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ SOCIALWATT ANALYSER

Δεδομένης της ευαίσθητης φύσης των δεδομένων που χρησιμοποιούνται και προκειμένου να διασφαλιστεί η συμμόρφωση με τον GDPR, το εργαλείο SocialWatt Analyser αναπτύχθηκε ως εφαρμογή επιτραπέζιου υπολογιστή (αγγλ. *desktop application*). Αυτό συνεπάγεται ότι οι χρήστες μπορούν να πραγματοποιήσουν λήψη και να χρησιμοποιούν το εργαλείο τοπικά, έτσι ώστε τα προσωπικά δεδομένα και οι πληροφορίες που εισάγονται και αναλύονται να μην κοινοποιούνται σε κανέναν άλλο οργανισμό ή να αποθηκεύονται σε ανοιχτή βάση δεδομένων ή αποθετήριο.

Το εργαλείο SocialWatt Analyser επεξεργάζεται και αναλύει δέκα διαφορετικούς τύπους συνόλων δεδομένων, όπου κάθε σύνολο δεδομένων περιλαμβάνει διαφορετικούς τύπους δεδομένων αλλά και διαφορετική δομή δεδομένων, με βάση έξι διαφορετικούς δείκτες ενεργειακής φτώχειας. Αυτά τα σύνολα δεδομένων προϋποθέτουν τη χρήση πραγματικών δεδομένων, προερχόμενων από προμηθευτές ενέργειας.

Η ανάπτυξη του εργαλείου SocialWatt Analyser βασίστηκε στο Django Model-View-Controller (MVC) Framework και αποτελείται από μια frontend πλευρά (HTML5, CSS3, Javascript V1.8.5) και μια backend πλευρά (Python V3.7). Το Django Project Framework<sup>1</sup> επιλέχθηκε λόγω της υπερσύγχρονης υλοποίησής και τεκμηρίωσής του. Το εργαλείο έχει σχεδιαστεί για να δέχεται αρχεία δεδομένων εισόδου σε μορφή .csv και .xlsx. Τα δεδομένα εισάγονται από το frontend του εργαλείου, όπου γίνεται ο χειρισμός, η επεξεργασία και η ανάλυσή τους με Pandas<sup>2</sup> και NumPy<sup>3</sup> (Python Data Analysis Libraries). Επιπλέον, για τη σχεδίαση του frontend η κύρια βιβλιοθήκη λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Bootstrap 4.4.113<sup>4</sup>, jQuery<sup>5</sup> και Javascript 1.8.5<sup>6</sup>, μαζί με ενότητες HTML5 και CSS3.

Λόγω της μεταβλητότητας στη δομή των εισαγόμενων δεδομένων, το backend επεξεργάζεται τα δεδομένα εκ νέου κατά τη φάση της εκτέλεσης, έτσι ώστε η έξοδος να συμμορφώνεται με μια καθολική δομή, επιτρέποντας στο frontend να χειρίζεται και να σχεδιάζει γραφήματα των

<sup>1</sup> <https://www.djangoproject.com>

<sup>2</sup> <https://pandas.pydata.org>

<sup>3</sup> <https://numpy.org>

<sup>4</sup> <https://getbootstrap.com>

<sup>5</sup> <https://jquery.com>

<sup>6</sup> <https://www.javascript.com>

αποτελεσμάτων. Μαζί με τα εισαγόμενα αρχεία δεδομένων, ο χρήστης μπορεί να προσαρμόσει το εργαλείο για να καλύψει τις ανάγκες του μέσω του frontend, για παράδειγμα επιλέγοντας το δείκτη ενεργειακής φτώχειας που θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση. Όσον αφορά τα αποτελέσματα, αυτά παρουσιάζονται με τη μορφή γραφημάτων, αξιοποιώντας μια βιβλιοθήκη λογισμικού Javascript, την Highcharts.js<sup>7</sup>. Ο χρήστης μπορεί επίσης να έχει πρόσβαση σε αναλυτικά δεδομένα ανά νοικοκυριό τα οποία αποτυπώνονται σε μορφή .csv.

Επί του παρόντος, οι διαφορετικές προβολές του εργαλείου SocialWatt Analyser περιλαμβάνουν:

- **Σελίδα σύνδεσης**, όπου ο χρήστης συνδέεται χρησιμοποιώντας καθολικά διαπιστευτήρια για πρόσβαση στο εργαλείο.
- **Αρχική σελίδα**, όπου ο χρήστης μπορεί να ανεβάσει δεδομένα εισόδου (αρχεία δεδομένων που σχετίζονται με την ενέργεια και το εισόδημα) και να επιλέξει τον τρόπο που θα εκτελεστεί η ανάλυση. Αυτό είναι το πιο θεμελιώδες μέρος του frontend του εργαλείου.
- **Σελίδα οπτικοποίησης**, όπου ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στα αποτελέσματα της ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένων στατιστικών γραφημάτων ή/και δεδομένων ανά νοικοκυριό για περαιτέρω ανάλυση και
- **Σελίδα αποσύνδεσης**

Τα βασικά χαρακτηριστικά του πληροφοριακού εργαλείου SocialWatt Analyser παρουσιάζονται παρακάτω, προκειμένου να προβληθούν οι λειτουργίες του εργαλείου, η ευκολία χρήσης του και ο τρόπος που αλληλεπιδρά με τον χρήστη:

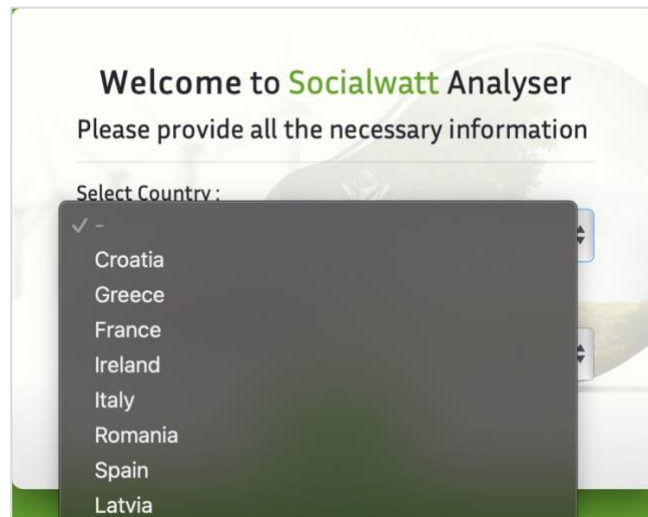
- Βήμα 1 – Πρόσβαση στο εργαλείο: Αρχικά, ο χρήστης πρέπει να εισαγάγει τα διαπιστευτήριά του, στην προσπάθειά του να αποκτήσει πρόσβαση στο εργαλείο. Επί του παρόντος, ένα κοινό όνομα χρήστη («admin») και ένας κωδικός πρόσβασης («admin») χρησιμοποιείται για κάθε χρήστη.



**Εικόνα 6.1** Πρόσβαση στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Analyser.

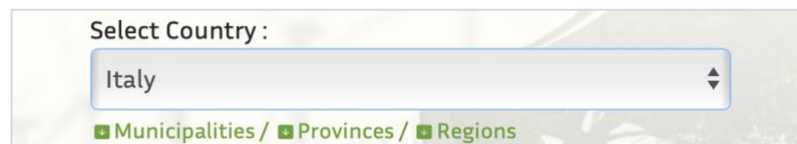
<sup>7</sup> <https://www.highcharts.com>

- Βήμα 2 – Επιλογή χώρας: Μετά την πρόσβαση στο εργαλείο, ο χρήστης καλείται να επιλέξει τη χώρα που θα ληφθεί υπόψη στην ανάλυση (στη γενική περίπτωση ταυτίζεται με τη χώρα προέλευσης του προμηθευτή ενέργειας), με τη βοήθεια ενός σχετικού αναπτυσσόμενου καταλόγου. Οκτώ χώρες έχουν ενσωματωθεί μέχρι στιγμής στο εργαλείο, και πρόκειται για τις ακόλουθες: (1) Ελλάδα, (2) Γαλλία, (3) Ισπανία, (4) Ρουμανία, (5) Λετονία, (6) Κροατία, (7) Ιταλία, και (8) Ιρλανδία.



Εικόνα 6.2 Ενσωματωμένες χώρες στο εργαλείο SocialWatt Analyser.

- Βήμα 3 – Συμπλήρωση εισοδηματικών δεδομένων εισόδου: Με την επιλογή μιας συγκεκριμένης χώρας, εμφανίζεται ένα αναδυόμενο εικονίδιο που φέρει τους τίτλους «Περιφέρειες» (αγγλ. *Regions*) ή/και «Δήμοι» (αγγλ. *Municipalities*) ή/και «Επαρχίες» (αγγλ. *Provinces*) – ανάλογα με τη χώρα που έχει επιλεγεί, διαφέρει και το πλήθος των ονομάτων που εμφανίζεται – οι οποίοι συνοδεύονται από μια επιλογή λήψης. Πατώντας στις επιμέρους επιλογές λήψης, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να κατεβάσει τα αρχεία σε μορφή .csv. Τα αρχεία αυτά εμπεριέχουν προσυμπληρωμένα τα ονόματα των Δήμων/Επαρχιών/Περιφερειών της επιλεγμένης χώρας. Αυτή η λειτουργικότητα αποσκοπεί να παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα και την ευελιξία να εισαγάγει δεδομένα κατά κεφαλήν εισοδήματος ανά νοικοκυριό που θα αξιοποιηθούν για το υπόλοιπο της ανάλυσης, σε επίπεδο Περιφέρειας, Δήμου ή Επαρχίας, ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους. Σε περίπτωση που κανένα από τα σχετικά αρχεία Περιφερειών/Δήμων/Επαρχιών δεν συμπληρωθεί με εισοδηματικά δεδομένα για την υπό εξέταση χώρα, ο χρήστης θα κληθεί σε επόμενο βήμα να εισάγει εισοδηματικά δεδομένα σε εθνικό επίπεδο.



Εικόνα 6.3 Ενσωματωμένα αρχεία Δήμων/Επαρχιών/Περιφερειών ανά επιλεγμένη χώρα, με σκοπό τη συμπλήρωση εισοδηματικών δεδομένων από το χρήστη.

- Βήμα 4 – Επιλογή τύπου και δομής καταχώρησης δεδομένων: Αφού επιλεγεί η χώρα και πραγματοποιηθεί η συμπλήρωση των δεδομένων εισοδήματος σε επίπεδο Περιφέρειας/Δήμου/Επαρχίας (εάν ο χρήστης το επιθυμεί), ο χρήστης επιλέγει τον τύπο και τη δομή καταχώρησης των δεδομένων εισόδου, χρησιμοποιώντας τον

αντίστοιχο αναπτυσσόμενο κατάλογο επιλογών. Επί του παρόντος, έχουν ενσωματωθεί δέκα πιθανές μέθοδοι δεδομένων («Methods»), καθεμία από τις οποίες έχει σχεδιαστεί να δέχεται ένα διαφορετικό σύνολο δεδομένων εισόδου από μια προκαθορισμένη λίστα, δεδομένα τα οποία δομούνται σε ξεχωριστές στήλες (.csv αρχεία) ανάλογα με τον τύπο τους. Ο χρήστης ενημερώνεται για τους αναγκαίους και αποδεκτούς τύπους δεδομένων εισόδου της κάθε μεθόδου (μιας και αυτοί υποδεικνύονται με ένα πράσινο σημάδι αποδοχής, ενώ αυτοί που δεν λαμβάνονται υπόψη από την εκάστοτε επιλεγμένη μέθοδο υποδεικνύονται με κόκκινο σύμβολο απαγόρευσης), καθώς επίσης και για την δομή που απαιτείται να έχουν.

The screenshot shows the 'Welcome to Socialwatt Analyser' interface. On the left, there are three dropdown menus: 'Select Country:' with 'Greece' selected, 'Select Data Process Method:' with 'Method 4' selected, and 'Select Energy Poverty Indicator:' with '-' selected. A 'SIGN OUT' button is at the bottom. On the right, a table titled 'Method 4 Data input' lists various data fields and their required columns. Green checkmarks indicate required data, while red X marks indicate non-required data.

Data	Required	Required Column
Customer ID	✓	B
Electricity consumption	✓	E
Natural gas consumption	✓	E
Type of invoice	✓	I
Total cost	✓	F
Date of Measurement	✓	D
Municipality	✓	V
County	✓	W
Region	✗	-
Floor area	✗	-
Year of construction	✗	-
Number of residents	✗	-
Payment frequency	✓	J
Age of customer	✓	R
Overdue Debt	✓	N

**Εικόνα 6.4** Επιλογή μεθόδου («Method»), και ενημέρωση του χρήστη για τους τύπους και τη δομή δεδομένων της επιλεγμένης μεθόδου.

- Βήμα 5 – Επιλογή δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας: Έχοντας πλέον επιλέξει τους τύπους και τη δομή καταχώρησης των δεδομένων εισόδου μέσω της επιλογής μεθόδου στο Βήμα 4, ο χρήστης καλείται τώρα να επιλέξει τον δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει για την ανάλυση των δεδομένων εισόδου. Ένα σύνολο «παραδοσιακών» αλλά και πιο σύγχρονων δεικτών ενεργειακής φτώχειας έχει ενσωματωθεί στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan, που αποτελείται από τους εξής δείκτες: (1) Δείκτης 10%, (2) Δείκτης Χαμηλού Εισοδήματος–Υψηλού Κόστους (LIHC), (3) Χαμηλή απόλυτη ενεργειακή δαπάνη (M/2), (4) Υψηλό μερίδιο ενεργειακής δαπάνης (2M), (5) Καυστήρηση πληρωμής ενεργειακών λογαριασμών, και (6) Δείκτης SocialWatt.

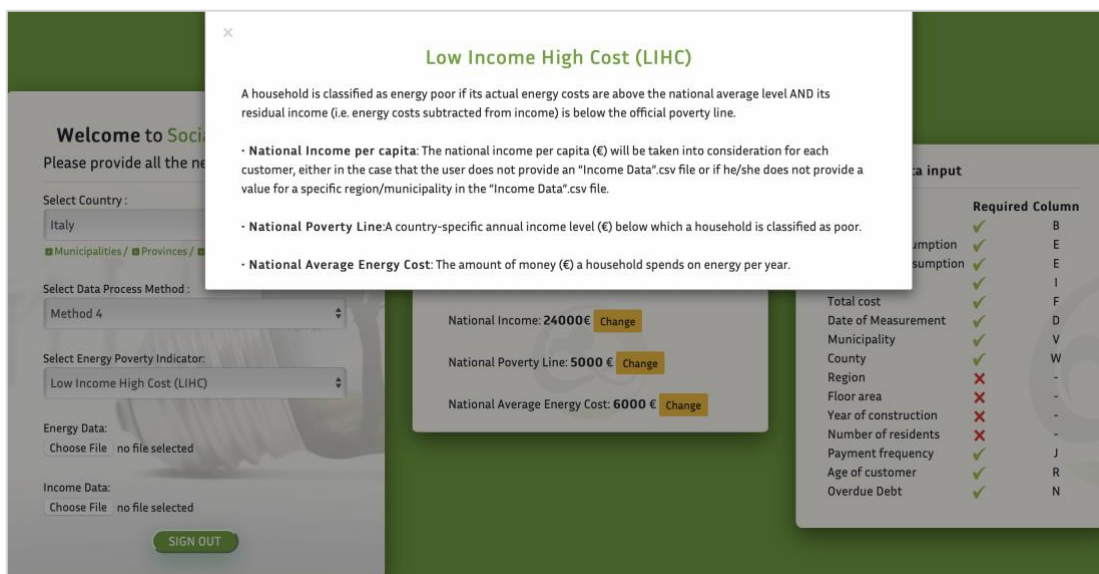
**Εικόνα 6.5** Ενσωματωμένοι δείκτες μέτρησης ενεργειακής φτώχειας στο εργαλείο SocialWatt Analyser.

- Βήμα 6 – Συμπλήρωση των παραμέτρων των δεικτών μέτρησης ενεργειακής φτώχειας: Με την επιλογή του επιθυμητού δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας, εμφανίζεται αυτόματα ο κατάλογος των παραμέτρων που είναι απαραίτητοι προς συμπλήρωση για τον επιλεγμένο δείκτη. Να σημειωθεί στο σημείο αυτό, πως, όσον αφορά τις εισοδηματικές παραμέτρους (π.χ., εισόδημα ανά νοικοκυριό σε εθνικό επίπεδο) που περιλαμβάνονται στον εκάστοτε δείκτη, δεν λαμβάνονται υπόψιν στην ανάλυση που θα ακολουθήσει στην περίπτωση που ο χρήστης έχει προχωρήσει σε εισαγωγή εισοδηματικών δεδομένων σε πιο «τοπικό» επίπεδο (Δήμοι, Επαρχίες ή Περιφέρειες) στο Βήμα 3.

**Εικόνα 6.6** Παράμετροι του επιλεχθέντος δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας, προς συμπλήρωση από το χρήστη.

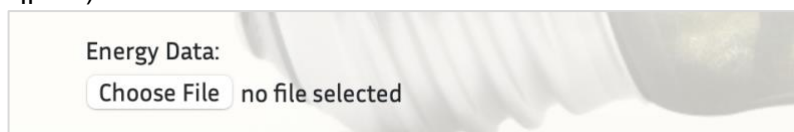
Για λόγους σαφήνειας και ευκολίας χρήσης, στην κορυφή του καταλόγου των παραμέτρων που εμφανίζεται αυτόματα με την επιλογή ενός συγκεκριμένου δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας, εμφανίζεται και πάλι το όνομα του δείκτη συνοδευόμενο από την επιλογή «info». Πατώντας στη συγκεκριμένη επιλογή, ο χρήστης μπορεί να διαβάσει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τον επιλεγμένο δείκτη και τις παραμέτρους του.





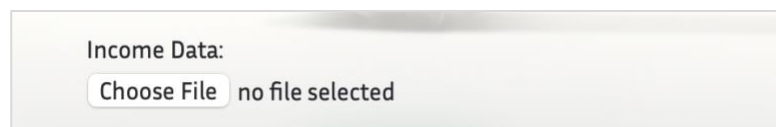
**Εικόνα 6.7** Λεπτομερείς πληροφορίες για τον επιλεγμένο δείκτη μέτρησης ενεργειακής φτώχειας και τις παραμέτρους του, διαθέσιμες στο χρήστη μέσω της επιλογής «info».

- **Βήμα 7 – Εισαγωγή αρχείου ενεργειακών δεδομένων:** Στη συνέχεια, ο χρήστης εισάγει ένα εξωτερικό αρχείο μορφής .csv, που περιλαμβάνει τα ενεργειακά δεδομένα εισόδου του προμηθευτή ενέργειας. Προκειμένου το εργαλείο να λειτουργεί σωστά, είναι επιτακτική ανάγκη τα δεδομένα ενέργειας που εισάγονται, τόσο από πλευράς περιεχομένου όσο και δομής, να συμμορφώνονται πλήρως με τη την επιλεγμένη μέθοδο (Βήμα 4).



**Εικόνα 6.8** Ανέβασμα αρχείου ενεργειακών δεδομένων εισόδου από τους προμηθευτές ενέργειας.

- **Βήμα 8 – Εισαγωγή αρχείου εισοδηματικών δεδομένων:** Τέλος, ο χρήστης εισάγει το εξωτερικό αρχείο .csv με τα δεδομένα εισοδήματος ανά νοικοκυριό σε επίπεδο Δήμου, Περιφέρειας ή Επαρχίας, όπως (και εάν) αυτό συμπληρώθηκε στο Βήμα 3. Εάν κανένα τέτοιο αρχείο .csv, είτε σε επίπεδο Περιφέρειας είτε σε επίπεδο Δήμου ή Επαρχίας, δεν εισαχθεί στο εργαλείο (π.χ., ο χρήστης δεν διαθέτει τις κατάλληλες πληροφορίες), το εθνικό κατά κεφαλήν εισόδημα λαμβάνεται υπόψη στην ανάλυση. Στο ίδιο πλαίσιο, όταν το αρχείο εισοδήματος .csv περιέχει το όνομα μιας Περιφέρειας ή ενός Δήμου ή μιας Επαρχίας στην οποία δεν έχει εκχωρηθεί μια τιμή κατά κεφαλήν εισοδήματος, τότε το εθνικό κατά κεφαλήν εισόδημα χρησιμοποιείται επίσης για τη συγκεκριμένη περιοχή.

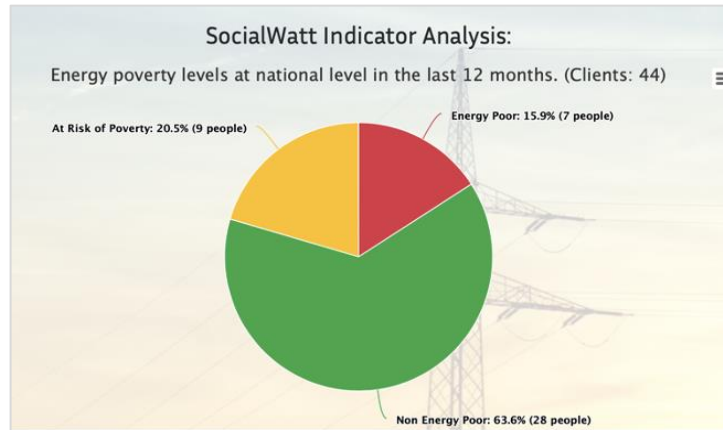


**Εικόνα 6.9** Ανέβασμα αρχείου εισοδηματικών δεδομένων εισόδου από τους προμηθευτές ενέργειας σε επίπεδο Δήμου, Περιφέρειας ή Επαρχίας.

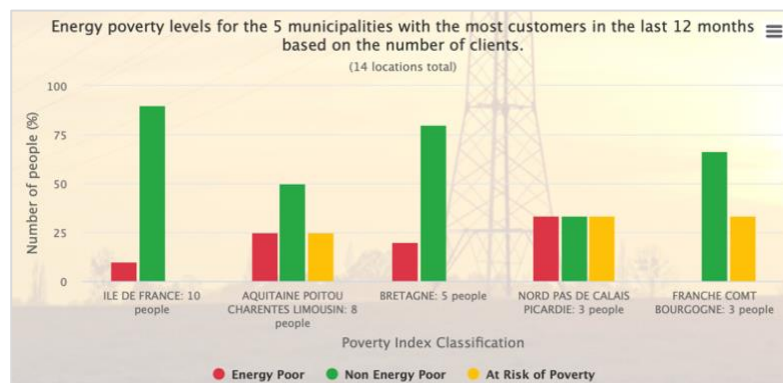
- **Βήμα 9 – Υπολογισμός αποτελεσμάτων:** Μόλις ο χρήστης ολοκληρώσει επιτυχώς όλα τα παραπάνω βήματα, η επιλογή «Analysis» ξεκινά τον υπολογισμό των τελικών



αποτελεσμάτων και την αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον τελικό χρήστη οπτικοποιημένα, και περιλαμβάνουν την κατανομή των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών σε ολόκληρη την εξεταζόμενη χώρα, καθώς και μια ανάλυση ανά δήμο, παρέχοντας χρήσιμες γνώσεις που τελικά να συμβάλουν στην ανάπτυξη πιο στοχευμένων σχεδίων για την ανακούφιση της ενεργειακής φτώχειας.



Εικόνα 6.10 Αποτελέσματα ενεργειακής φτώχειας σε εθνικό επίπεδο.



Εικόνα 6.11 Αποτελέσματα ενεργειακής φτώχειας σε επίπεδο Δήμου.

- Βήμα 10 – Παραγωγή λεπτομερούς αναφοράς (.xls): Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, το πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Analyser μπορεί να παρέχει μια λεπτομερή αναφορά με αναλυτικές πληροφορίες για κάθε πελάτη, καθώς και την κατάσταση ενεργειακής φτώχειας των νοικοκυριών καθ' όλη τη χρονική διάρκεια εξέτασης (σε περίπτωση που ένας χρήστης εισάγει δεδομένα για περισσότερο από ένα έτος). Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.12, το «ανώνυμο» νοικοκυριό 1 βρισκόταν σε κατάσταση ενεργειακής φτώχειας το 2018, αλλά διέφυγε του προβλήματος το 2019.

Customer	Year	Annual Energy	Annual Energy	Poverty Index	Location
1	2013	1072	201	EP	Saluzzo
1	2014	1160	203	EP	Saluzzo
1	2015	1104	196	EP	Saluzzo
1	2016	1314	220	EP	Saluzzo
1	2017	1270	262	EP	Saluzzo
1	2018	1186	260	EP	Saluzzo
1	2019	862	207	NEP	Saluzzo
2	2014	3082	720	EP	CASALGRASSO
2	2015	448	181	NEP	CASALGRASSO
2	2016	297	157	NEP	CASALGRASSO
2	2017	356	208	NEP	CASALGRASSO
2	2018	104	55	NEP	CASALGRASSO
3	2015	348	82	NEP	VILLAFALLETTO
3	2016	3971	866	EP	VILLAFALLETTO
3	2017	4166	817	EP	VILLAFALLETTO
3	2018	4273	876	EP	VILLAFALLETTO
3	2019	3551	738	EP	VILLAFALLETTO

**Εικόνα 6.12** Παραγωγή λεπτομερούς αναφοράς σχετικά με την κατάσταση ενεργειακής φτώχειας για κάθε εξεταζόμενο νοικοκυριό καθ' όλη τη χρονική περίοδο εξέτασης.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως η πρακτική εφαρμογή των μελετών περίπτωσης που παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 5 της παρούσας διδακτορικής διατριβής, πραγματοποιήθηκε εξ ολοκλήρου με τη βοήθεια του εργαλείου SocialWatt Analyser, τόσο για λόγους εξοικονόμησης χρόνου, όσο και ελέγχου και τελικής πιστοποίησης των λειτουργιών που είχαν αρχικά προβλεφθεί και σχεδιαστεί για το συγκεκριμένο εργαλείο.

## 6.2. ΤΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ SOCIALWATT PLAN

Παρόλο που η χρήση του SocialWatt Analyser θεωρητικά αποτελεί προϋπόθεση για τη μετάβαση στο εργαλείο SocialWatt Plan, καθώς το τελευταίο έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιεί ως στόχο ελάχιστου αριθμού παρεμβάσεων τον συνολικό αριθμό των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών που προσδιορίζεται από το SocialWatt Analyser, αυτά τα δύο εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα.

Το SocialWatt Plan αναπτύχθηκε και αυτό ως εφαρμογή σταθερού υπολογιστή (αγγλ. *desktop application*). Η ανάπτυξη του SocialWatt Plan βασίστηκε στο πρότυπο Model-View-Controller (MVC). Πρόκειται για είναι ένα μοτίβο σχεδιασμού λογισμικού που χρησιμοποιείται συνήθως για την ανάπτυξη διεπαφών χρήστη, και διαιρεί το πρόγραμμα σε τρία διασυνδεδεμένα στοιχεία. Αυτό βοηθά στο διαχωρισμό των εσωτερικών αναπαραστάσεων των πληροφοριών από τον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται και γίνονται αποδεκτές οι πληροφορίες από τον χρήστη.

Το εργαλείο SocialWatt Plan περιλαμβάνει:

- Επιλεγμένα σχήματα–δράσεις προς εξέταση
- Χρηματοδοτικούς μηχανισμούς για την υποστήριξη της υλοποίησης των σχημάτων
- Έναν αριθμό κλιματικών ζωνών για κάθε χώρα
- Τύπους κτιρίων, μαζί με τα θερμικά τους χαρακτηριστικά και την κατανάλωση ενέργειας
- Χρήστες–χώρες για πρόσβαση στο εργαλείο

Οι διαφορετικές προβολές του εργαλείου SocialWatt Plan περιλαμβάνουν:

- **Σελίδα σύνδεσης**, όπου ο χρήστης συνδέεται χρησιμοποιώντας διαπιστευτήρια συγκεκριμένης χώρας για να αποκτήσει πρόσβαση στο εργαλείο
- **Αρχική σελίδα–Ευρετήριο παρεμβάσεων**, όπου παρουσιάζεται ένα ευρετήριο των σχημάτων δράσεων (π.χ., Greening Home, Renovate your Home, White Appliances, Smarter Home, Information & Communication, Fighting the Cold, RES4ALL).
- **Δράσεις**, όπου παρουσιάζονται οι επιμέρους δράσεις που περιλαμβάνονται σε κάθε σχήμα δράσεων
- **Σελίδα πληροφοριών για κάθε επιμέρους δράση**, όπου παρουσιάζονται όλα τα δεδομένα που σχετίζονται με κάθε δράση, κατηγοριοποιημένα ανά κλιματική ζώνη και ηλικία κτιρίων
- **Περιγραφή χρηματοοικονομικών μηχανισμών**, όπου παρουσιάζονται όλοι οι διαθέσιμοι χρηματοοικονομικοί μηχανισμοί που αξιοποιούνται για την υποστήριξη της υλοποίησης των εξεταζόμενων σχημάτων δράσεων, μαζί με τη συνεισφορά του προμηθευτή ενέργειας για καθένα από αυτά. Σημειώνεται πως οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που ενσωματώνονται στο εργαλείο SocialWatt Plan έχουν προκύψει κατόπιν συνεννόησης με τους προμηθευτές ενέργειας που αξιοποίησαν πιλοτικά το εν λόγω εργαλείο.
- **Σελίδα επίλυσης**, που αποτελεί την πιο σημαντική προβολή/σελίδα του εργαλείου, καθώς ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει ορισμένες παραμέτρους (περιορισμούς και στόχους) του αλγορίθμου που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση της ανάλυσης χαρτοφυλακίου. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν έναν προσαρμόσιμο (από τον χρήστη στο frontend) αριθμό χαρτοφυλακίων που πληροί τους περιορισμούς και τους στόχους που έχουν τεθεί αρχικά από τον προμηθευτή ενέργειας, και τα οποία απεικονίζονται ως κουκκίδες σε ένα γράφημα κόστους και ρίσκου. Το γράφημα επιτρέπει στους χρήστες να επιλέξουν την κουκκίδα–χαρτοφυλάκιο που επιθυμούν και να προβάλλουν τη λεπτομερή ανάλυση κάθε χαρτοφυλακίου με τη μορφή γραφημάτων πίτας και πινάκων.
- **Σελίδα διαχειριστή**, στην οποία μόνο ο διαχειριστής του εργαλείου διαθέτει πρόσβαση, και χρησιμοποιείται για την τροποποίηση των δεδομένων του εργαλείου που λαμβάνονται υπόψιν κατά την εξέταση των προβλημάτων βελτιστοποίησης
- **Σελίδα αποσύνδεσης**

Οι ελεγκτές είναι το μέρος του λογισμικού που αναγνωρίζει τις ενέργειες των χρηστών και τους κατευθύνει ανάλογα στη σελίδα ή την ενέργεια που επιθυμούν. Συγκεκριμένα, στο SocialWatt Plan οι ελεγκτές λαμβάνουν τα δεδομένα από τα αιτήματα URL και αποδίδουν τα πρότυπα HTML Django ανάλογα.

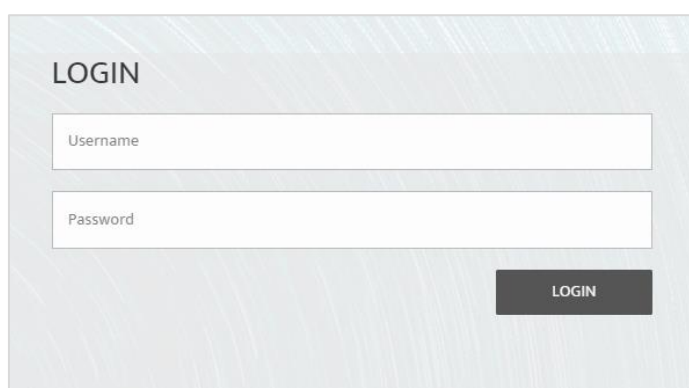
Το πλαίσιο που χρησιμοποιείται για την εργαλείο βασίζεται στο Django Framework και πιο συγκεκριμένα στην έκδοση 3.0.3. Το πλαίσιο Django επιλέχθηκε λόγω της υπερσύγχρονης υλοποίησης και τεκμηρίωσής του. Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων είναι η SQLite3 και είναι άμεσα ενσωματωμένη στο πλαίσιο του Django.

Ο αλγόριθμος βελτιστοποίησης χαρτοφυλακίου για το SocialWatt Plan δημιουργήθηκε βάσει Μικτού Ακέραιου Προγραμματισμού (MIP) και αναπτύχθηκε στη γλώσσα προγραμματισμού Python. Για τα δεδομένα εισόδου της ανάλυσης χαρτοφυλακίου όπως αυτή ενσωματώνεται και εφαρμόζεται στο εργαλείο SocialWatt Plan, χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός δεδομένων σε μορφή excel. Τέλος, για τη σχεδίαση του frontend, η κύρια βιβλιοθήκη

λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Bootstrap 4.4.1 και το jQuery. Όσον αφορά την οπτικοποιημένη απεικόνιση, το εργαλείο χρησιμοποιεί μια βιβλιοθήκη λογισμικού Javascript, την Plotly.js.

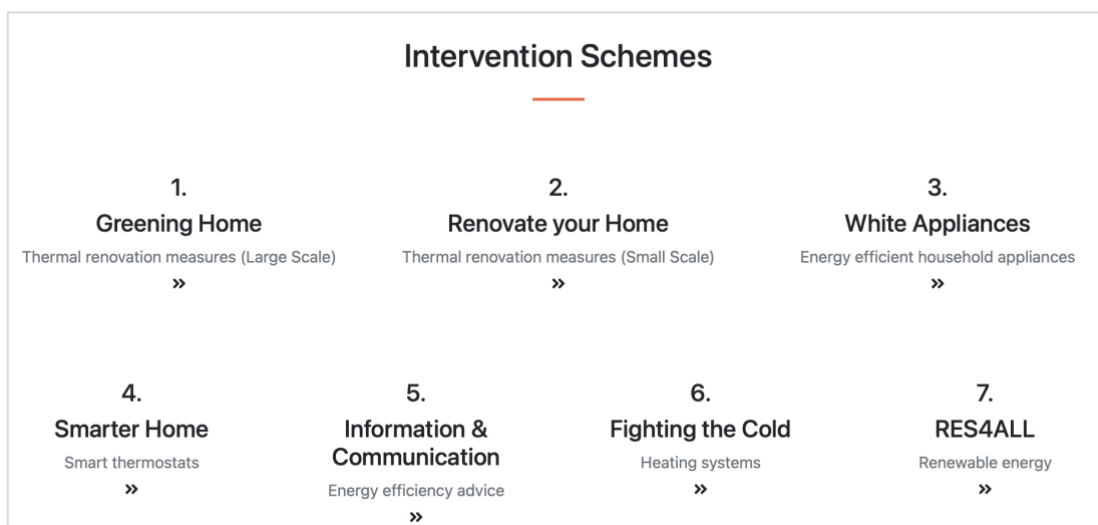
Τα βασικά χαρακτηριστικά του πληροφοριακού εργαλείου SocialWatt Plan παρουσιάζονται παρακάτω, προκειμένου να προβληθούν οι λειτουργίες του εργαλείου, η ευκολία χρήσης του και ο τρόπος που αλληλεπιδρά με τον χρήστη:

- Βήμα 1 – Πρόσβαση στο εργαλείο: Αρχικά, ο χρήστης πρέπει να εισαγάγει τα διαπιστευτήριά του για να αποκτήσει πρόσβαση στο εργαλείο. Επί του παρόντος, για κάθε χρήστη έχει προβλεφθεί η χρήση ενός ονόματος που συνδέεται με συγκεκριμένη χώρα (όνομα της χώρας – με κεφαλαίο πρώτο γράμμα (π.χ., Greece)), και ενός ενιαίου κωδικού πρόσβασης («demosite»).

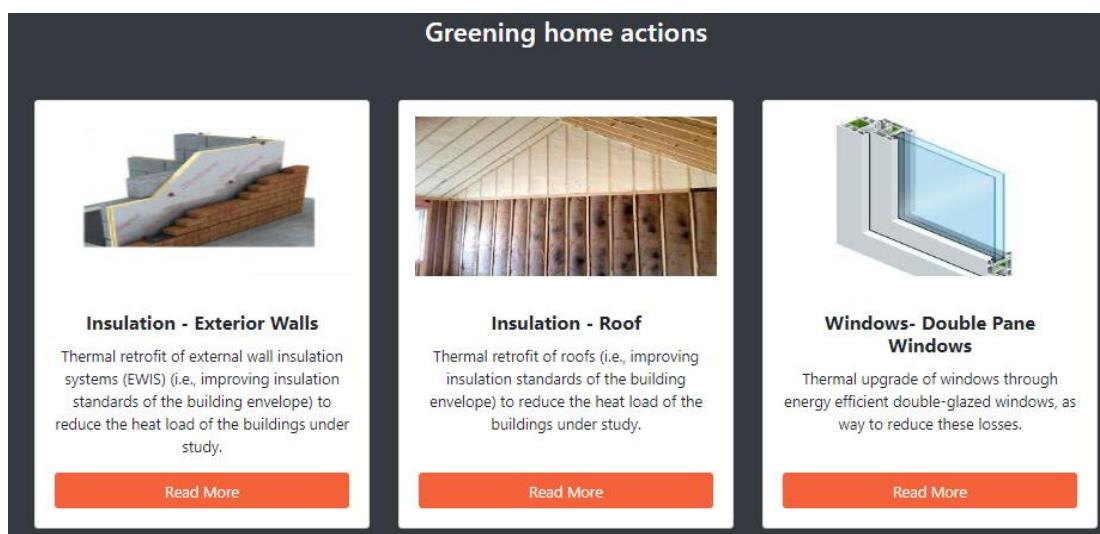


Εικόνα 6.13 Πρόσβαση στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan.

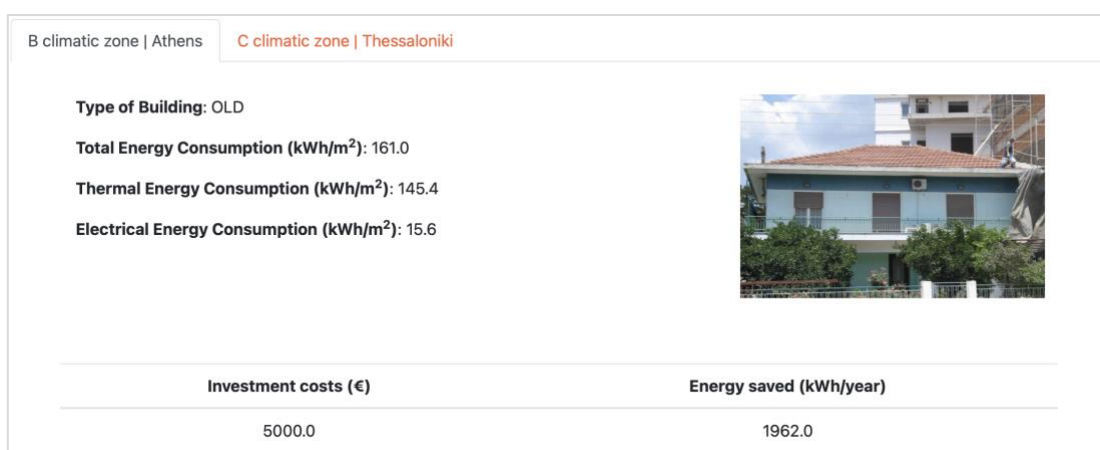
Έχοντας πλέον πρόσβαση στο εργαλείο, παρουσιάζεται στο χρήστη μια επισκόπηση των σχημάτων δράσεων που περιλαμβάνονται στο εργαλείο SocialWatt Plan. Τα σχήματα αυτά μέσω των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ που περιλαμβάνουν, αξιολογούνται ως προς την απόδοσή τους στην επίτευξη ενός συνόλου προκαθορισμένων στόχων και περιορισμών, ενώ παράλληλα ελαχιστοποιούν το συνολικό κόστος και το ρίσκο υλοποίησης από πλευράς των προμηθευτών ενέργειας, σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στην περιγραφή της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας του Κεφαλαίου 4.



**Εικόνα 6.14** Σχήματα δράσεων διαφορετικών θεματικών περιοχών που περιλαμβάνονται στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan.

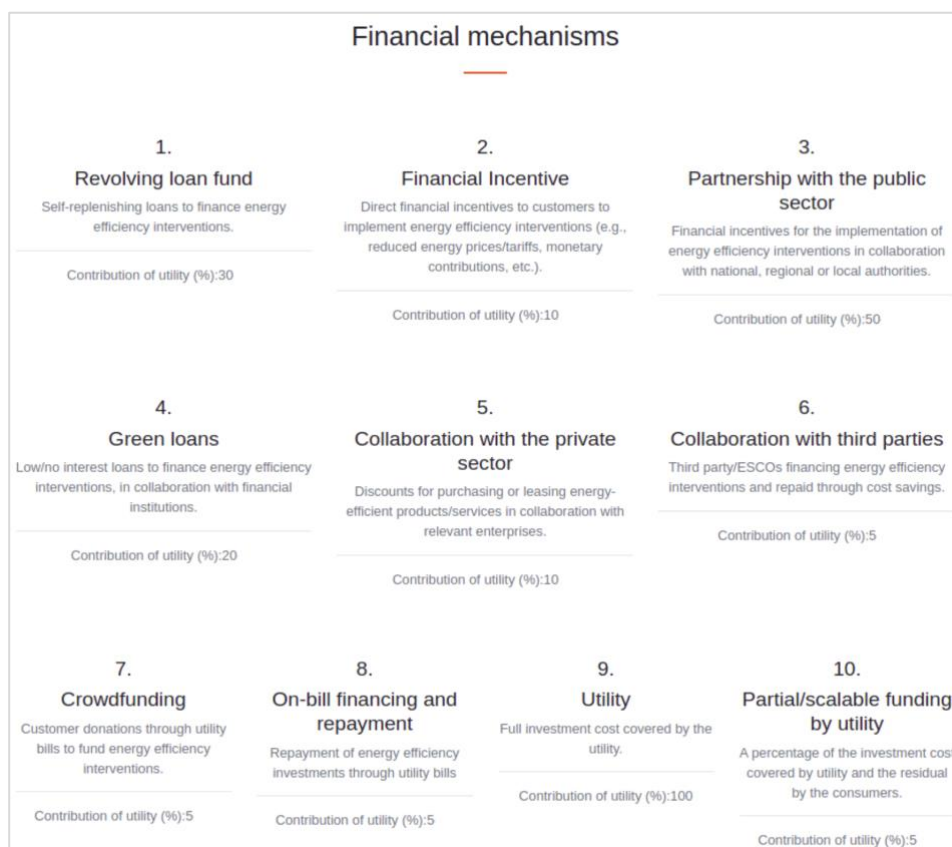


**Εικόνα 6.15** Δράσεις που περιλαμβάνονται στο σχήμα «Greening home».



**Εικόνα 6.16** Ενδεικτικό παράδειγμα των πληροφοριών που εμπεριέχονται σε κάθε εξεταζόμενη δράση.

Μια επισκόπηση των χρηματοδοτικών μηχανισμών που λαμβάνονται υπόψιν για τις αναλύσεις περιλαμβάνεται επίσης στο εργαλείο SocialWatt Plan. Σε κάθε χρηματοδοτικό μηχανισμό εκχωρείται διαφορετικό ποσοστό συμμετοχής, όσον αφορά την οικονομική συνεισφορά των προμηθευτών ενέργειας. Να σημειωθεί εδώ πως πρόκειται για τους ίδιους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς και τα ποσοστά συμμετοχής με αυτά που αποτυπώνονται στον Πίνακα 4.2.



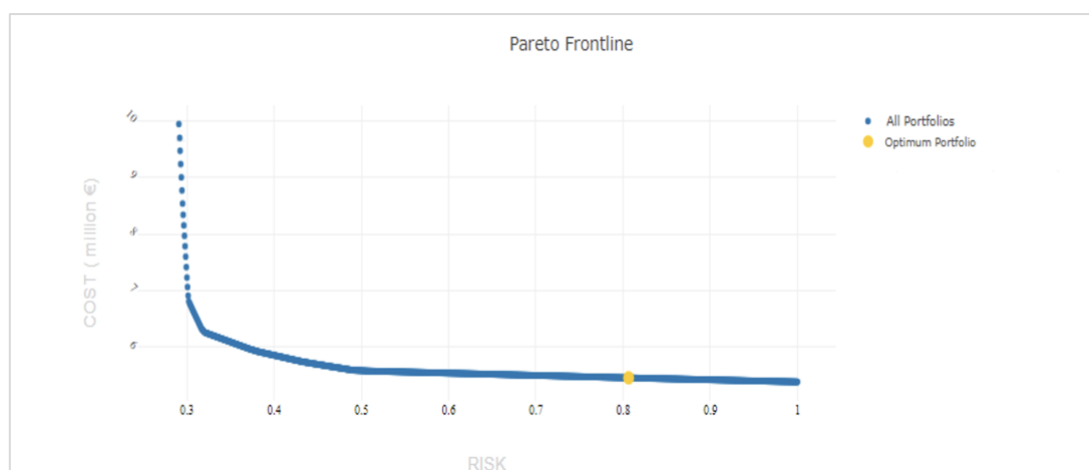
**Εικόνα 6.17** Χρηματοδοτικοί μηχανισμοί που περιλαμβάνονται στο πληροφοριακό εργαλείο SocialWatt Plan.

- Βήμα 2 – Συμπλήρωση περιορισμών και στόχων: Οι περιορισμοί και οι στόχοι που περιλαμβάνονται στις αναλύσεις του διενεργούνται μέσω του εργαλείου SocialWatt Plan, προκύπτουν σύμφωνα με τα όσα περιγράφονται κατά την λεπτομερή ανάλυση της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας του Κεφαλαίου 4 (Βήμα 4). Η μόνη προσθήκη στα παραπάνω εντοπίζεται στη συμπλήρωση του συνολικού αριθμού των χαρτοφυλακίων που επιθυμεί ο χρήστης να περιληφθούν κατά την παραγωγή των τελικών λύσεων (Μέτωπο Pareto), δεδομένου του ότι, όσο μεγαλύτερος είναι ο εν λόγω αριθμός, τόσο μεγαλύτερος θα είναι και ο υπολογιστικός χρόνος επίλυσης του προβλήματος. Η συμπλήρωση των περιορισμών και των στόχων με αριθμητικές τιμές εναπόκειται αποκλειστικά στο χρήστη, δηλαδή ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αποφασίσει τα αντίστοιχα όρια για κάθε στόχο και περιορισμό. Το εργαλείο έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε οι παρεχόμενες από το χρήστη τιμές να λαμβάνονται υπόψιν δυναμικά στο πλαίσιο της διαδικασίας βελτιστοποίησης, με στόχο η τελευταία να είναι απόλυτα παραμετροποιήσιμη ανάλογα με τις ανάγκες και απαιτήσεις του εκάστοτε χρήστη. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει πάντα η πιθανότητα ένας συγκεκριμένος συνδυασμός ορίων να οδηγήσει σε μια μη εφικτή λύση, προτρέποντας ταυτόχρονα το χρήστη να τροποποιήσει κατάλληλα τα όρια των στόχων και περιορισμών που είχαν αρχικά τεθεί και οδήγησαν σε ένα τέτοιο αποτέλεσμα.



**Εικόνα 6.18** Περιορισμοί και στόχοι προς συμπλήρωση από το χρήστη, που περιλαμβάνονται στο εργαλείο SocialWatt Plan.

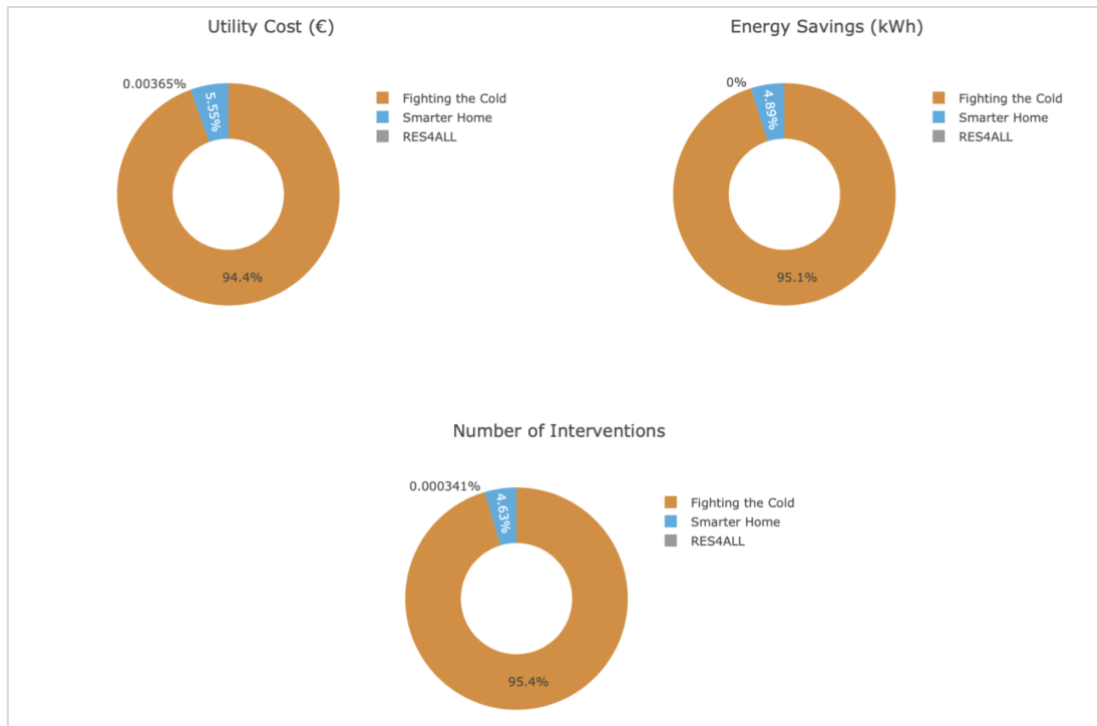
- **Βήμα 3 – Υπολογισμός αποτελεσμάτων (Ανάλυση Χαρτοφυλακίου):** Μετά την ολοκλήρωση της συμπλήρωσης των στόχων και των περιορισμών με τις επιθυμητές αριθμητικές τιμές, ο χρήστης καλείται να προχωρήσει στον υπολογισμό των τελικών αποτελεσμάτων μέσω της υλοποίησης της ανάλυσης χαρτοφυλακίου. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης χαρτοφυλακίου παρουσιάζονται οπτικοποιημένα με τη βοήθεια του μετώπου Pareto, το οποίο περιλαμβάνει τις βέλτιστες λύσεις που πληρούν τα προκαθορισμένα όρια που έχουν τεθεί από το χρήστη, όσον αφορά τους στόχους και τους περιορισμούς. Το Μέτωπο Pareto αποτελείται από πολλές κουκκίδες, καθεμία από τις οποίες εμπεριέχει ένα συγκεκριμένο συνδυασμό δράσεων (που ανήκουν σε διαφορετικά σχήματα δράσεων), ο οποίος με τη σειρά του αντιστοιχεί σε ένα μοναδικό ζεύγος τιμών κόστους-ρίσκου. Προκειμένου να διευκολυνθεί η διαδικασία επιλογής ενός χαρτοφυλακίου προς περαιτέρω ανάλυση από τον τελικό χρήστη, το χαρτοφυλάκιο που θεωρείται βέλτιστο, σύμφωνα με την προσέγγιση που υιοθετήθηκε στη δεύτερη μεθοδολογική συνιστώσα, επισημαίνεται με σαφήνεια πάνω στο Μέτωπο Pareto.



**Εικόνα 6.19** Εξαγωγή βέλτιστων χαρτοφυλακίων που ικανοποιούν πλήρως τους στόχους και περιορισμούς που έχουν τεθεί, οπτικοποιημένα με τη βοήθεια του Μετώπου Pareto.

- **Βήμα 4 – Ανάλυση αποτελεσμάτων:** Ως τελικό βήμα, το εργαλείο SocialWatt Plan παρουσιάζει τα αποτελέσματα του επιλεγμένου από το χρήστη χαρτοφυλακίου (το

επιθυμητό από το χρήστη χαρτοφυλάκιο επιλέγεται πατώντας στην αντίστοιχη κουκίδα του Μετώπου Pareto) με πίνακες και γραφήματα, αναλύοντάς τα από πλευράς κόστους, εξοικονόμησης ενέργειας, και συνολικού αριθμού παρεμβάσεων ανά σχήμα δράσεων.



**Εικόνα 6.20** Ανάλυση επιλεγμένου από το χρήστη χαρτοφυλακίου, από πλευράς κόστους, εξοικονόμησης ενέργειας και συνολικού αριθμού παρεμβάσεων ανά σχήμα δράσεων.

Όπως και στην περίπτωση του εργαλείου SocialWatt Analyser που περιγράφεται λεπτομερώς παραπάνω, αξίζει να σημειωθεί πως η πρακτική εφαρμογή των μελετών περίπτωσης του Κεφαλαίου 5, όσον αφορά τη δεύτερη μεθοδολογική συνιστώσα, πραγματοποιήθηκε εξ ολοκλήρου με τη βοήθεια του εργαλείου SocialWatt Plan, τόσο για λόγους εξοικονόμησης χρόνου, όσο και ελέγχου και τελικής πιστοποίησης των λειτουργιών που είχαν αρχικά προβλεφθεί και σχεδιαστεί για το συγκεκριμένο εργαλείο.



## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Για την άμβλυση της ενεργειακής φτώχειας, είναι επιτακτική ανάγκη η αναγνώριση των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών και η υποστήριξή τους μέσω προσαρμοσμένων μέτρων πολιτικής. Ωστόσο, η έλλειψη εναρμονισμένου ορισμού της ενεργειακής φτώχειας σε ολόκληρη την ΕΕ οδηγεί συχνά τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σε αδιέξοδο, στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν και να διασπάσουν την πολύπλευρη ιδέα και όλες τις εννοιολογικές πτυχές της ενεργειακής φτώχειας. Επιπλέον, η πλειονότητα των υπαρχουσών προσεγγίσεων για τη μέτρηση του προβλήματος, μέχρι στιγμής βασίζεται σε δεδομένα υψηλού επιπέδου, συγκεντρωτικά, που απορρέουν από έρευνες και είναι δύσκολο να συγκεντρωθούν σε μεγάλη κλίμακα και έγκαιρα. Αυτό έχει εμποδίσει τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και άλλους σχετικούς ενδιαφερόμενους φορείς να σχεδιάσουν, να υιοθετήσουν και να εφαρμόσουν αποτελεσματικά προγράμματα δράσεων για την ανακούφιση της ενεργειακής φτώχειας με ολοκληρωμένο τρόπο. Κατά συνέπεια, οι όποιες πρωτοβουλίες αντιμετώπισης του προβλήματος μέσω εφαρμογής δράσεων καταπολέμησης, δεν διαθέτουν την απαραίτητη στόχευση και καταλήγουν να προσφέρουν πρόσκαιρη ανακούφιση, παρά ριζική καταπολέμηση. Με βάση αυτόν τον προβληματισμό, οι προμηθευτές ενέργειας αναδείχθηκαν ως κρίσιμος παράγοντας στο πεδίο της ενεργειακής φτώχειας, ενεργώντας ως οι κύριοι κάτοχοι πραγματικών δεδομένων που θα μπορούσαν να συνδυαστούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο για τον υπολογισμό ακριβών αποτελεσμάτων ενεργειακής φτώχειας μεταξύ των πελατών τους, και βάσει αυτών να αντλήσουν γόνιμες γνώσεις υπό το πρίσμα εφαρμογής στοχευμένων πολιτικών με βέλτιστο τρόπο. Επιπλέον, οι υποχρεώσεις ενεργειακής απόδοσης με τις οποίες επιβαρύνονται οι προμηθευτές ενέργειας, σύμφωνα με τα όσα προδιαγράφονται στο Άρθρο 7 (πλέον Άρθρο 8) της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση, επισήμαναν ακόμη περισσότερο το ρόλο τους στην προσπάθεια μετριασμού της ενεργειακής απόδοσης και τους έθεσαν στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος.

Από την άποψη αυτή, η συγκεκριμένη διδακτορική διατριβή εισάγει ένα μεθοδολογικό πλαίσιο, αποτελούμενο από δυο επιμέρους συνιστώσες, η πρώτη εκ των οποίων είναι σχεδιασμένη να αξιοποιεί ένα σύνολο πολλαπλών πηγών δεδομένων, παρέχοντας τη δυνατότητα στους προμηθευτές ενέργειας να εντοπίζουν αποτελεσματικά τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά μεταξύ των πελατών τους, επιτρέποντας ακριβείς υπολογισμούς μέσω της κοινής ενσωμάτωσης ενός συνόλου διαφορετικών δεικτών ενεργειακής φτώχειας για τη βελτίωση της συνέπειας. Το προτεινόμενο πλαίσιο της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας συνδυάζει ένα σύνολο «παραδοσιακών» δεικτών, και δεικτών που προωθούνται από την ΕΕ, από κοινού με ένα νέο δείκτη που αναπτύχθηκε για να συνδυάζει καλύτερα τα διαθέσιμα δεδομένα των προμηθευτών ενέργειας, παρέχοντας συγκριτικά αποτελέσματα.

Όσον αφορά τη δεύτερη μεθοδολογική συνιστώσα, αυτή έχει σχεδιαστεί ώστε να αποτελεί συνέχεια της πρώτης (αν και κάτι τέτοιο στην πράξη δεν είναι προαπαιτούμενο) και να αξιοποιεί στο απόλυτο τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της, αποσκοπώντας να παρέχει ένα πλαίσιο υποβοήθησης των προμηθευτών ενέργειας στην αξιολόγηση σχημάτων δράσεων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας, υπό μορφή επίλυσης προβλημάτων βελτιστοποίησης, με στόχο οι προμηθευτές ενέργειας να καταλήξουν σε βέλτιστα σχέδια και δράσεις που πρέπει να εφαρμοστούν. Ο κύριος πυλώνας υλοποίησης του πλαισίου αυτού έγκειται στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους υλοποίησης δράσεων και του ρίσκου που αυτή ενέχει για τον εκάστοτε προμηθευτή ενέργειας,

λαμβάνοντας υπόψη ένα σύνολο ενεργειακών και κοινωνικοοικονομικών περιορισμών. Το όλο πλαίσιο διεκπεραιώνεται με τη βοήθεια Πολυστοχικού Μαθηματικού Προγραμματισμού, για την εξαγωγή βέλτιστων συνδυασμών δράσεων αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας.

Η πρακτικότητα των πλαισίων, τόσο της πρώτης όσο και της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας, καταδεικνύεται με την εφαρμογή τους σε επτά πραγματικές μελέτες περίπτωσης που υλοποιήθηκαν με τη συμμετοχή προμηθευτών ενέργειας από διαφορετικές χώρες της Ευρώπης (Ελλάδα, Ρουμανία, Ισπανία, Κροατία, Ιρλανδία, Ιταλία, Λετονία).

Τα αποτελέσματα της παραπάνω εφαρμογής όσον αφορά την πρώτη μεθοδολογική συνιστώσα δείχνουν τα εξής:

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποτελεσματική εναλλακτική λύση σε σχέση με τις παραδοσιακές αυτόνομες προσεγγίσεις μέτρησης, οι οποίες χρησιμοποιούν δύσκολα ανακτώμενα δεδομένα, που συνήθως συλλέγονται μέσω ερευνών.
- Παρέχει αποτελέσματα σε επίπεδο Δήμου ή/και Περιφέρειας (επιπλέον του εθνικού), συμβάλλοντας έτσι στην πλήρη αποτύπωση της παρούσας κατάστασης και στη διαμόρφωση στοχευμένων πολιτικών (π.χ., μελέτες περίπτωσης Ιταλίας – eVISO, Ελλάδα – ΔΕΗ, Ισπανίας – Naturgy, Ρουμανίας – CEZ Vanzare).
- Επιπλέον, το πλαίσιο αυτό μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί ανάλογα με τον φορέα ενέργειας και κατά συνέπεια με τα δεδομένα που παρέχει ο εκάστοτε προμηθευτής ενέργειας, προκειμένου να υπολογιστούν ρεαλιστικά αποτελέσματα ακόμη και με περιορισμένες πληροφορίες. Για παράδειγμα, ένας προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούσε να προσαρμόσει το προτεινόμενο πλαίσιο έτσι ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί για την εξαγωγή αποτελεσμάτων με βάση μόνο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ., μελέτη περίπτωσης Ελλάδα–ΔΕΗ) και ένας προμηθευτής φυσικού αερίου με βάση την ενέργεια που καταναλώνεται για σκοπούς θέρμανσης (π.χ., μελέτη περίπτωσης Λετονίας–Fortum).
- Οι δείκτες που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τα δεδομένα μέσου εθνικού εισοδήματος, παρουσιάζουν μικρότερη ακρίβεια στην καταγραφή της ενεργειακής φτώχειας στο σύνολο δεδομένων που μελετήθηκαν. Για μεγαλύτερη εμπάθунση στην ενεργειακή φτώχεια, ειδικά όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν δείκτες που βασίζονται στο εισόδημα, είναι ζωτικής σημασίας να υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα σε επίπεδο νοικοκυριού. Αυτό θα επέτρεπε μια πιο εις βάθος και ακριβή ανάλυση της ενεργειακής φτώχειας, η οποία με τη σειρά της θα οδηγούσε σε πιο στοχευμένες και προσαρμοσμένες λύσεις για λογαριασμό των προμηθευτών ενέργειας. Ωστόσο, τα δεδομένα αυτά είναι στις περισσότερες περιπτώσεις εμπιστευτικά και διαθέσιμα μόνο στις εθνικές αρχές.
- Όσο μεγαλύτερο είναι το εξεταζόμενο δείγμα των πελατών που υπόκεινται σε ανάλυση μέσω της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας, τόσο πιο αντιπροσωπευτικά είναι τα τελικά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα του Κεφαλαίου 5 για τις μελέτες περίπτωσης της Ελλάδας, της Ισπανίας και της Ρουμανίας, που χαρακτηρίζονται ως εφαρμογές μεγάλης κλίμακας, φαίνονται να ανταποκρίνονται σημαντικά περισσότερο στην

πραγματικότητα, συγκριτικά με αυτά για παράδειγμα της Κροατίας και της Ιρλανδίας που εντάσσονται στην κατηγορία των εφαρμογών μικρής κλίμακας και τα οποία ενσωματώνουν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας.

- Ο δείκτης μέτρησης SocialWatt σχεδιάστηκε με σκοπό να συνδυάζει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα διαθέσιμα δεδομένα εισόδου των προμηθευτών ενέργειας, «επουλώνοντας» ταυτόχρονα κάποιες από τις εμφανείς αδυναμίες των πιο παραδοσιακών προσεγγίσεων. Αυτό δείχνει να επαληθεύεται και στην πράξη, ιδίως μέσω της μελέτης περίπτωσης της Ελλάδας, όπου ο εν λόγω δείκτης επέστρεψε το μεγαλύτερο ποσοστό ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών (περίπου 87%) μεταξύ των ευάλωτων (όπως ορίζονται σύμφωνα με εθνικές κανονιστικές διατάξεις) πελατών της ΔΕΗ που εξετάστηκαν.
- Αν και το προτεινόμενο πλαίσιο έχει αναπτυχθεί ώστε να είναι όσο το δυνατόν περιεκτικό, η ακρίβειά του είναι αλληλένδετη με τα δεδομένα εισόδου που χρησιμοποιούνται. Ενδεικτικό παράδειγμα αυτού είναι το γεγονός πως ορισμένοι από τους δείκτες ενεργειακής φτώχειας που χρησιμοποιούνται (π.χ., 10%, LIHC, κ.λπ.) εισάγουν εγγενείς αβεβαιότητες, καθώς τα δεδομένα εισοδήματος δεν είναι διαθέσιμα σε επίπεδο νοικοκυριού, με αποτέλεσμα να εξωθείται η χρήση του αντίστοιχου μέσου εθνικού εισοδήματος ανά νοικοκυριό.
- Επιπλέον, δεδομένου ότι η ενεργειακή φτώχεια είναι διασυνδεδεμένη με τα κτιριακά πρότυπα σε κάθε χώρα, οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών των «νοικοκυριών αναφοράς» (συνδέονται με τη χρήση του δείκτη μέτρησης SocialWatt) ενδέχεται να αλλάξουν με την πάροδο του χρόνου, γεγονός που θα επηρεάσει σημαντικά τα τελικά αποτελέσματα.
- Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, παρά τους υποκείμενους περιορισμούς, η δυνατότητα εντοπισμού ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών σε μεγάλη κλίμακα μέσω του προτεινόμενου πλαισίου, εξοπλίζει τους προμηθευτές με το απαραίτητο «οπλοστάσιο» για την αναγνώριση της ενεργειακής φτώχειας χωρίς να απαιτείται η υλοποίηση σημαντικών επενδύσεων σε υποδομές.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας στις επτά παραπάνω μελέτες περίπτωσης καταδεικνύουν τα εξής:

- Οι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί αποπληρωμής του κόστους επένδυσης σε μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας μέσω ενεργειακών λογαριασμών, συνεργασίας με τρίτους φορείς, καθώς και το crowdfunding, συγκεντρώνουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στις εξεταζόμενες μελέτες περίπτωσης, κυρίως λόγω του μικρού τους ρίσκου (σύμφωνα πάντα με τις αξιολογήσεις των προμηθευτών ενέργειας που εφαρμόσαν πιλοτικά τη μεθοδολογική συνιστώσα) και της μεγάλης οικονομικής συνεισφοράς τους στην υλοποίηση των δράσεων.
- Οι φθηνές λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, όπως για παράδειγμα η παροχή ενεργειακών συμβουλών και ανάπτυξη πληροφοριακού υλικού, καθώς και αυτή της αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων με νέα αποδοτικότερα τύπου LED, βρίσκονται

στο επίκεντρο των αναλύσεων, στην πλειοψηφία των υπό εξέταση μελετών περίπτωσης.

- Λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας όπως για παράδειγμα η αντικατάσταση παλιών λεβήτων πετρελαίου με νέους αερίου, η τοποθέτηση διπλών τζαμιών, η αντικατάσταση παλιών λευκών συσκευών με καινούργιες αποδοτικότερες, κ.λπ. συνδέονται με μεγάλο κόστος υλοποίησης, και παρά το γεγονός ότι επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, κρίθηκαν ως εξαιρετικά αναποτελεσματικές από άποψη κόστους–αποτελεσματικότητας στην πλειονότητα των περιπτώσεων.
- Η λύση εξοικονόμησης ενέργειας μέσω παροχής ενεργειακών συμβουλών και ανάπτυξης πληροφοριακού υλικού είναι με τεράστια διαφορά η πιο φθηνή και ταυτόχρονα η πιο αναποτελεσματική (από άποψη κόστους–αποτελεσματικότητας) δράση σε όλες τις εξεταζόμενες μελέτες περίπτωσης.
- Τα «νοικοκυριά αναφοράς» συνήθως αντιπροσωπεύουν τον μέσο τύπο νοικοκυριών, όσον αφορά τον συντελεστή μετάδοσης κτιρίου, την επιφάνεια δαπέδου, την απόδοση των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, τα πρότυπα θερμικής άνεσης και τα σημεία ρύθμισης θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου, τις επιφάνειες τοίχων και παραθύρων και τα υλικά κατασκευής. Το ίδιο ισχύει και για τα προφίλ πληρότητας. Αναπόφευκτα, αυτές οι μεταβλητές οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα τιμών εξοικονόμησης ενέργειας και κόστους υλοποίησης, εάν ληφθούν υπόψη άλλοι τύποι «νοικοκυριών αναφοράς».
- Τέλος, το γεγονός ότι ο αριθμός των κλιματικών ζωνών μπορεί να είναι διαφορετικός από χώρα σε χώρα, μπορεί να δημιουργήσει δυσκολίες στην προσομοίωση όλων των απαραίτητων «νοικοκυριών αναφοράς» για κάθε ένα από αυτά, με αποτέλεσμα να προκύψουν κατά προσέγγιση τιμές.

Με την ολοκλήρωση της διδακτορικής διατριβής, μερικές σημαντικές προοπτικές που προκύπτουν για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο είναι οι εξής:

- Ενσωμάτωση επιπλέον δεικτών μέτρησης ενεργειακής φτώχειας στο πλαίσιο εφαρμογής της πρώτης μεθοδολογικής συνιστώσας, με στόχο την εξαγωγή ακόμη πιο αντιπροσωπευτικών συγκριτικών αποτελεσμάτων.
- Διερεύνηση ζητημάτων και εναλλακτικών λύσεων σχετικά με τους περιορισμούς που διαμορφώνονται σε ορισμένους δείκτες μέτρησης της ενεργειακής φτώχειας από την απουσία δεδομένων εισοδήματος ανά νοικοκυριό.
- Διερεύνηση της δυνατότητας συνεργασίας των προμηθευτών ενέργειας με κατάλληλους φορείς για τη δημιουργία ενεργειακών κοινοτήτων, με αποκλειστικό σκοπό την παροχή βοήθειας και την υλοποίηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά.
- Βελτίωση της ακρίβειας των μοντελοποιημένων ενεργειακών αναγκών των «νοικοκυριών αναφοράς», καθώς και των τιμών κόστους υλοποίησης και εξοικονομούμενης ενέργειας ανά δράση βάσει των «νοικοκυριών αναφοράς».

- Διαμόρφωση «νοικοκυριών αναφοράς» βάσει του συνόλου των κλιματικών ζωνών των εξεταζόμενων χωρών, και όχι μόνο ενός μέρους τους.
- Συμπερίληψη μεγαλύτερου εύρους χρηματοδοτικών μηχανισμών στην ανάλυση της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας και τακτική ανανέωση/τροποποίηση των στοιχείων που συνδέονται με τους ήδη υπάρχοντες.
- Συμπερίληψη επιπλέον μέτρων καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας στη μοντελοποίηση της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας (π.χ., συμπεριφορικά μέτρα, μέτρα που συνδέονται με κίνητρα, όπως για παράδειγμα εξοικονόμηση συγκεκριμένου ποσού ενέργειας με επακόλουθη έκπτωση στην αγορά μιας λευκής συσκευής, κ.λπ.) για τα οποία τα δεδομένα και στοιχεία είναι προς το παρόν περιορισμένα.
- Ενσωμάτωση πρόσθετων δεδομένων ανάλυσης στη μοντελοποίηση της δεύτερης μεθοδολογικής συνιστώσας, με έμφαση στις κοινωνικές προεκτάσεις της υλοποίησης μέτρων ενεργειακής απόδοσης για τα ενεργειακά φτωχά νοικοκυριά.