



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Καταγραφή Καίριων Δεικτών Απόδοσης για την Αξιολόγηση Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δέσποινα Π. Καραπαναγιώτη

Επιβλέπων : Ευάγγελος Μαρινάκης

Επίκουρος Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2025



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Καταγραφή Καίριων Δεικτών Απόδοσης για την Αξιολόγηση Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δέσποινα Π. Καραπαναγιώτη

Επιβλέπων : Ευάγγελος Μαρινάκης

Επίκουρος Καθηγητής Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και
Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 24η Φεβρουαρίου 2025.

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

.....
Ιωάννης Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Μαρινάκης Ευάγγελος
Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2025

.....

Δέσποινα Π. Καραπαναγιώτη

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

Copyright © Δέσποινα Καραπαναγιώτη, 2025.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

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

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

Περίληψη

Οι ενεργειακές προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση καθιστά επιτακτική την δημιουργία ενός βιώσιμου ενεργειακού μέλλοντος, στο οποίο οι Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο. Πρόκειται για ολοκληρωμένα και αποκεντρωμένα οικοσυστήματα που μετατρέπουν περιοχές σε βιώσιμους αυτόνομους κόμβους για την παραγωγή, διανομή και κατανάλωση ενέργειας, με στόχο την κάλυψη των τοπικών ενεργειακών αναγκών. Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην καταγραφή των Καίριων Δεικτών Απόδοσης για την ολιστική αξιολόγηση της ωριμότητας και αποδοτικότητας των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας.

Αρχικά, χαρτογραφούνται οι στρατηγικές κατευθύνσεις της ΕΕ για την προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας και την ενίσχυση του ρόλου των πολιτών στην ενεργειακή μετάβαση μέσω στοχευμένων πολιτικών και κανονιστικών πλαισίων. Παράλληλα, αναλύεται το νομικό πλαίσιο της ΕΕ και της Ελλάδας που ενσωματώνει τις ενεργειακές κοινότητες στην ενεργειακή πολιτική, ενώ καταγράφονται η υφιστάμενη κατάσταση και τα εμπόδια ανάπτυξής του σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Στην συνέχεια, εισάγεται η έννοια των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας ως καταλύτης για την επιτάχυνση της πράσινης μετάβασης και παρουσιάζονται οι πρωτοβουλίες της ΕΕ για την ανάπτυξη τέτοιων αποκεντρωμένων ενεργειακών συστημάτων.

Ακολουθεί βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικών έργων και επιστημονικών δημοσιεύσεων, η οποία οδηγεί στην διαμόρφωση μιας εκτεταμένης λίστας Καίριων Δεικτών Απόδοσης που καλύπτουν το τεχνικό, περιβαλλοντικό, οικονομικό, κοινωνικό και οικονομικό πεδίο. Οι τεχνικοί ΚΔΑ αξιολογούν την απόδοση των μονάδων παραγωγής, καθώς και την λειτουργία του τοπικού ενεργειακού δικτύου, ενώ οι περιβαλλοντικοί ΚΔΑ μετρούν την συμβολή στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στους τομείς των μεταφορών, της βιομηχανίας, των κτιρίων και της γεωργίας. Επίσης, οι οικονομικοί ΚΔΑ εξετάζουν την οικονομική αποδοτικότητα τέτοιων πρωτοβουλιών για όλους τους εμπλεκόμενους. Παράλληλα, οι κοινωνικοί ΚΔΑ αποτιμούν τον βαθμό συμμετοχής και αποδοχής στις Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας, την συμβολή στην καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας και στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Επιπλέον, οι πολιτικοί ΚΔΑ αξιολογούν την συμμόρφωση με τα ισχύοντα νομικά πλαίσια και διαδικασίες αδειοδότησης. Συνεπώς, η εφαρμογή των επιλεγμένων ΚΔΑ επιτρέπει μια ολοκληρωμένη και ακριβή αξιολόγηση της ωριμότητας των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας, συμβάλλοντας στην διαμόρφωση ενός ανθεκτικού και πράσινου ενεργειακού μέλλοντος.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακή μετάβαση, Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας, Καίριοι Δείκτες Απόδοσης, αξιολόγηση ωριμότητας

Abstract

The energy challenges confronting the European Union make it imperative to establish a sustainable energy future, wherein the Renewable Energy Valleys (REVs) can play a pivotal role. These valleys are integrated and decentralized ecosystems that transform regions into sustainable autonomous hubs for energy production, distribution and consumption, aiming to meet local energy needs. This thesis focuses on the comprehensive inventory of Key Performance Indicators for a holistic assessment of the maturity and efficiency of REVs.

The EU strategic policies to promote renewable energy and empower citizens in the energy transition through targeted policies and regulatory frameworks are examined. At the same time, the legal framework of the EU and Greece, which incorporates energy communities into energy policy, is analyzed, while the current situation and obstacles to their development at national and European levels are recorded. Subsequently, the concept of REVs is introduced as a catalyst for accelerating the green transition, and the EU's initiatives for the development of such decentralized energy systems are presented.

This section is followed by a literature review of relevant projects and scientific publications, which leads to the formulation of an extensive list of KPIs covering technical, environmental, economic, social, and political aspects. Technical KPIs evaluate the performance of production plants as well as the operation of the local energy network, while environmental KPIs quantify the contribution of REVs to the reduction of greenhouse gas emissions across the transport, industry, building, and agriculture sectors. In addition, economic KPIs assess the cost-effectiveness of such initiatives for all stakeholders involved. Simultaneously, social KPIs measure the level of community participation and acceptance, the impact on reducing energy poverty, and the facilitation of job creation. Moreover, political KPIs examine adherence to existing legal frameworks and licensing procedures. Therefore, the implementation of these KPIs enables a comprehensive and accurate assessment of the maturity of REVs, fostering the realization of a resilient and green energy future.

Keywords: Energy transition, Renewable Energy Valleys, Key Performance Indicators, maturity assessment

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής σηματοδοτεί και την ολοκλήρωση των σπουδών μου στην Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Θα ήθελα να ευχαριστήσω των κ. Ευάγγελο Μαρινάκη για την ευκαιρία που μου προσέφερε να την εκπονήσω στο εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης. Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον ερευνητή του εργαστηρίου, κ. Στάθη Σταματόπουλο, για την εξαιρετική καθοδήγηση και συνεργασία που είχαμε, καθώς και των κ. Παναγιώτη Σκαλούμπακα και την κ. Κατερίνα Φορούλη για τις πολύτιμες συμβουλές τους. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που στάθηκε δίπλα μου με αδιάλειπτη υποστήριξη και ενθάρρυνση σε κάθε μου βήμα, καθώς και τον φιλικό μου κύκλο για την συνεχή συμπαράσταση και την θετική ενέργεια καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2025

Καραπαναγιώτη Δέσποινα

Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη	6
Abstract	8
Ευχαριστίες	10
Πίνακας Περιεχομένων	12
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή	15
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός	15
1.2 Οργάνωση του τόμου.....	16
Κεφάλαιο 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο	17
2.1 Η ενεργειακή μετάβαση στην Ευρώπη.....	17
2.1.1 Τα βήματα της ΕΕ προς την ενεργειακή μετάβαση	17
2.1.2 Η προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας ως μέρος της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής	18
2.1.3 Ο ρόλος των πολιτών στην ενεργειακή μετάβαση.....	19
2.2 Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας στην ΕΕ	20
2.2.1 Ορισμός και θεσμικό πλαίσιο των ενεργειακών κοινοτήτων στην ΕΕ.....	20
2.2.2 Πρωτοβουλίες της ΕΕ για τις ενεργειακές κοινότητες	21
2.2.3 Η παρουσία ενεργειακών κοινοτήτων στην Ευρώπη.....	22
2.3 Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας στην Ελλάδα.....	23
2.3.1 Το εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες.....	23
2.3.2 Η παρουσία ενεργειακών κοινοτήτων στο ενεργειακό περιβάλλον της Ελλάδας.....	24
2.3.3 Εμπόδια στην ανάπτυξη των Ενεργειακών Κοινοτήτων	25
2.4 Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας	26
2.4.1 Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας για την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας επιταχύνοντας παράλληλα την πράσινη μετάβαση στην Ευρώπη.....	26
2.4.2 Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας στην Ευρώπη.....	27
Κεφάλαιο 3 Εύρεση Καίριων Δεικτών Απόδοσης	29
3.1 Η έννοια των ΚΔΑ.....	29
3.2 Διαδικασία επιλογής κατάλληλων ΚΔΑ.....	29
3.2.1 Το έργο SunHorizon	30
3.2.2 Το έργο LIGHTNESS	31
3.2.3 Το έργο CITYkeys	32

3.2.4 Το έργο X-FLEX.....	33
3.2.5 Το έργο ATELIER	33
3.2.6 Το έργο MAKING-CITY	34
3.2.7 Το έργο OneNet	35
3.2.8 Το έργο RESPONSE.....	36
3.2.9 Το έργο STORY	37
3.2.10 Το έργο LocalRES	37
3.2.11 Το έργο NetZeroCities	38
3.2.12 Το έργο ENPOWER	39
3.2.13 Άλλες επιστημονικές δημοσιεύσεις	39
3.3 Προσδιορισμός κατηγοριών και υποκατηγοριών των ΚΔΑ.....	41
3.4 Τεχνικοί ΚΔΑ	52
3.4.1 Ενεργειακή απόδοση και ανεξαρτησία	52
3.4.2 Μονάδα παραγωγής βιομάζας.....	58
3.4.3 Μονάδα παραγωγής βιοαερίου	60
3.4.4 Μονάδα παραγωγής πράσινου υδρογόνου.....	62
3.4.5 Σύστημα γεωθερμικής ενέργειας	64
3.4.6 Ενσωμάτωση ανανεώσιμης ενέργειας	65
3.4.7 Απόδοση δικτύου	67
3.4.8 Μεταφορές	71
3.4.9 Εμπορία ενέργειας.....	72
3.5 Περιβαλλοντικοί ΚΔΑ.....	73
3.5.1 Μείωση εκπομπών	73
3.5.2 Άλλα ΚΔΑ.....	75
3.6 Οικονομικοί ΚΔΑ	77
3.6.1 Άμεση εξοικονόμηση δαπανών για τον τελικό χρήστη	77
3.6.2 Διαχείριση και βελτιστοποίηση του προϋπολογισμού.....	78
3.6.3 Σχέση κόστους – αποτελεσματικότητας	81
3.6.4 Οικονομική βιωσιμότητα	82
3.7 Κοινωνικοί ΚΔΑ.....	84
3.7.1 Δημογραφική ανάλυση	84
3.7.2 Κοινοτική δέσμευση	86
3.7.3 Αποδοχή από την κοινότητα	88
3.7.4 Ευπάθεια στην ενεργειακή φτώχεια.....	89

3.7.5 Τοπική οικονομική ανάπτυξη	91
3.8 Πολιτικά ΚΔΑ	92
Κεφάλαιο 4 Συμπεράσματα.....	97
Βιβλιογραφία	101

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1 Τομείς ΚΔΑ και η πηγή τους.....	44
Πίνακας 2 Σύνολο ΚΔΑ που αντιστοιχούν σε κάθε τομέα	45
Πίνακας 3 Σύνολο ΚΔΑ που αντιστοιχούν σε κάθε πηγή.....	45
Πίνακας 4 Λίστα ΚΔΑ και η πηγή τους.....	52

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 4 Κατανομή τεχνικών ΚΔΑ	73
Εικόνα 5 Κατανομή περιβαλλοντικών ΚΔΑ.....	77
Εικόνα 6 Κατανομή οικονομικών ΚΔΑ.....	84
Εικόνα 7 Κατανομή κοινωνικών ΚΔΑ.....	92
Εικόνα 1 Κατανομή ΚΔΑ πηγών ανά τομέα.....	95
Εικόνα 2 Σύνολο ΚΔΑ ανά τομέα.....	95
Εικόνα 3 Είδος ΚΔΑ ως προς τον τρόπο υπολογισμού του.....	96

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και Σκοπός

Σήμερα, ο ενεργειακός τομέας στην Ευρώπη αντιμετωπίζει πρωτόγνωρες αλλαγές και διακυμάνσεις. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η πανδημία της COVID-19, η οποία προκάλεσε προσωρινές μεταβολές στα προφίλ κατανάλωσης, καθώς και οι αλληπάλληλες αναταράξεις στο παγκόσμιο γεωπολιτικό περιβάλλον, ιδιαίτερα σε χώρες που διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην εξόρυξη και εμπορία καυσίμων. Αυτές οι εξελίξεις επηρέασαν σημαντικά τις τιμές ενέργειας και τα αποθέματα καυσίμων, προκαλώντας νέες αστάθειες στο ενεργειακό τοπίο. Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι προκλήσεις, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε το σχέδιο REPowerEU, το οποίο στοχεύει στην ενεργειακή εξοικονόμηση, την παραγωγή καθαρής ενέργειας και τη διαφοροποίηση των πηγών ενεργειακού εφοδιασμού. Το σχέδιο αυτό συμπληρώνει και ενισχύει τις υφιστάμενες πρωτοβουλίες της ΕΕ για τη βιώσιμη ενέργεια, όπως η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal), η Δέσμη Fit for 55, και το πακέτο «Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» (Clean Energy for All Europeans Package).

Μέσα από αυτές τις πρωτοβουλίες, η ΕΕ έχει αναπτύξει και επιβεβαιώσει το όραμά της για ένα αποκεντρωμένο, ψηφιοποιημένο, ανθεκτικό και δημοκρατικό ενεργειακό σύστημα, το οποίο θα βασίζεται στην παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας και θα προωθεί τη μετάβαση από τους παθητικούς καταναλωτές σε μια δυναμικότερη σχέση, όπου οι ενεργοί πολίτες συμμετέχουν και αναλαμβάνουν ρόλο στην παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας. Οντότητες όπως οι Ενεργειακές Κοινότητες (Renewable Energy Communities - RECs) μπορούν να αποτελέσουν βασικό εργαλείο αναδιάρθρωσης των ενεργειακών συστημάτων, παρέχοντας τη δυνατότητα συλλογικών δράσεων υπό την καθοδήγηση των πολιτών για τη στήριξη της μετάβασης σε καθαρές μορφές ενέργειας [1].

Η δημιουργία βιώσιμων ενεργειακών κοινοτήτων βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στο κοινωνικό κεφάλαιο, καθώς καθορίζει την πρόθεση συμμετοχής μέσω οικογενειακών και ευρύτερων κοινωνικών δικτύων. Παράλληλα, ενώ το πολιτικό πλαίσιο είναι καθοριστικός παράγοντας για τη δημιουργία και τη λειτουργία μιας ενεργειακής κοινότητας, ο συγκεντρωτισμός εξακολουθεί να υπερισχύει έναντι μιας πιο αποκεντρωμένης προσέγγισης.

Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι οι συμβατικές ενεργειακές κοινότητες παρουσιάζουν ενδογενείς περιορισμούς. Σύμφωνα με την Οδηγία RED II, οι κοινότητες ανανεώσιμης ενέργειας πρέπει να είναι «αποτελεσματικά ελεγχόμενες από μετόχους ή μέλη που βρίσκονται σε γεωγραφική εγγύτητα με τα έργα ανανεώσιμης ενέργειας» [2]. Αυτό σημαίνει ότι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας περιορίζεται σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.

Παράλληλα, το συμβατικό μοντέλο ενεργειακών κοινοτήτων, το οποίο περιορίζεται σε μικρής κλίμακας ενεργειακά συστήματα, δεν ανταποκρίνεται πάντα στις λειτουργικές απαιτήσεις των Φορέων Διανομής (DSO) και Φορέων Μετάδοσης (TSO), οι οποίοι χρειάζονται ισχυρή υποδομή και σαφές ρυθμιστικό πλαίσιο για να λειτουργούν αποτελεσματικά. Τέτοιες προκλήσεις προκύπτουν λόγω της ανεπάρκειας υφιστάμενων υποδομών, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί για κεντριοποιημένα συστήματα υπό τον έλεγχο μεγάλων ενεργειακών εταιρειών, αντί για αποκεντρωμένες και συμμετοχικές πρωτοβουλίες πολιτών [3]. Συνεπώς, η πρόσβαση στο δίκτυο παραμένει κατακερματισμένη και ανεπαρκής.

Με βάση τα παραπάνω, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης καινοτόμων και αποτελεσματικών λύσεων, όπως οι Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας (Renewable Energy Valleys - REVs). Πρόκειται για μεγαλύτερης κλίμακας, αποκεντρωμένα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας, που επιδιώκουν να συνδέσουν διαφορετικές και απομακρυσμένες ενεργειακές κοινότητες, αξιοποιώντας πολλαπλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η γεωθερμία, η βιομάζα, το βιοαέριο και το υδρογόνο. Με αυτόν τον τρόπο, καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες ενός ευρύτερου πληθυσμού [3]. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η εφαρμογή προηγμένων τεχνολογικών λύσεων, όπως έξυπνα συστήματα μέτρησης και IoT συσκευές, διασφαλίζει τη βιωσιμότητα και αυτονομία των συστημάτων, καθώς και τη μείωση του ενεργειακού κόστους για τον τελικό καταναλωτή. Οι Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας αποτελούν έναν καινοτόμο και αναδυόμενο όρο, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την αξιολόγηση της απόδοσης και της βιωσιμότητάς τους.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, μελετήθηκαν διάφοροι Καίριοι Δείκτες Απόδοσης (ΚΔΑ) που σχετίζονται με ενεργειακά συστήματα, τα οποία προσεγγίζουν την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας με παρόμοιο τρόπο με τις ενεργειακές κοινότητες. Αποτέλεσμα αυτής της μελέτης ήταν η δημιουργία μιας εκτενούς και πολυεπίπεδης λίστας Καίριων Δεικτών Απόδοσης, βάσει της οποίας διαμορφώθηκε και υλοποιήθηκε μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία πολυκριτήριας αξιολόγησης της ωριμότητας των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας.

1.2 Οργάνωση του τόμου

Η εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Πιο συγκεκριμένα:

- στο 1^ο Κεφάλαιο, παρουσιάζεται συνοπτικά το αντικείμενο, ο σκοπός και η δομή της διπλωματικής εργασίας.
- στο 2^ο Κεφάλαιο, παρέχεται το θεωρητικό υπόβαθρο της ενεργειακής μετάβασης στην Ευρώπη, περιγράφοντας την εξέλιξη και τις πολιτικές της ΕΕ. Παράλληλα, αναλύεται το ρυθμιστικό και θεσμικό πλαίσιο που διέπει τις κοινότητες ανανεώσιμης ενέργειας, καθώς και η ανάπτυξη και η παρουσία τους σε ευρωπαϊκό και ελληνικό επίπεδο. Εξετάζονται επίσης οι προκλήσεις που δυσχεραίνουν την περαιτέρω διάδοσή τους. Επιπλέον, παρουσιάζεται η έννοια της Κοιλάδας Ανανεώσιμης Ενέργειας, μιας καινοτόμου πρωτοβουλίας που συμβάλλει στην επιτάχυνση της πράσινης μετάβασης, καθώς και οι δράσεις της ΕΕ για την υποστήριξη και υλοποίηση αντίστοιχων έργων, τα οποία αποτελούν ορόσημα για τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- στο 3^ο Κεφάλαιο, εισάγεται η έννοια των Καίριων Δεικτών Απόδοσης (ΚΔΑ), οι οποίοι αποτελούν εργαλείο αξιολόγησης της ωριμότητας των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας. Η διαδικασία επιλογής των κατάλληλων κατηγοριών, υποκατηγοριών και δεικτών βασίζεται σε εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση αντίστοιχων έργων της ΕΕ και επιστημονικών δημοσιεύσεων που εστιάζουν στον μετασχηματισμό των ενεργειακών συστημάτων μέσω της αξιοποίησης της ανανεώσιμης ενέργειας. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά οι δείκτες, ταξινομημένοι ανά κατηγορία και υποκατηγορία.
- στο 4^ο Κεφάλαιο, αναλύονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη μελέτη των ΚΔΑ, καθώς και οι προοπτικές και οι μελλοντικές εφαρμογές της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Κεφάλαιο 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

2.1 Η ενεργειακή μετάβαση στην Ευρώπη

2.1.1 Τα βήματα της ΕΕ προς την ενεργειακή μετάβαση

Τα τελευταία χρόνια, η Ευρώπη ηγείται των προσπάθειών απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και μετάβασης σε καθαρές μορφές ενέργειας, με σκοπό την επίτευξη των δεσμεύσεων της στο πλαίσιο της Συμφωνίας του Παρισιού (2015). Πρόκειται για την πρώτη παγκόσμια συμφωνία που αποσκοπεί στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου [4]. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα κράτη-μέλη της υπέγραψαν αυτή τη συμφωνία και παραμένουν προσηλωμένα στην εφαρμογή της. Σε συνέχεια αυτής της δέσμευσης, οι χώρες έθεσαν ως στόχο τη μετατροπή της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην πρώτη κλιματικά ουδέτερη οικονομία και κοινωνία έως το 2050 [4]. Οι δύο βασικοί πυλώνες της συμφωνίας είναι:

- Ο περιορισμός της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας σε επίπεδα κάτω των 2°C.
- Η κατάσχεση ενός ολοκληρωμένου σχεδίου δράσης για το κλίμα (Nationally Determined Contributions - NDCs) με σκοπό τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου

Το 2015, η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσίασε για πρώτη φορά τη στρατηγική της Ενεργειακής Ένωσης, με στόχο την εναρμόνιση της ενεργειακής και κλιματικής πολιτικής μέσω ενός συντονισμένου σχεδίου απανθρακοποίησης του ευρωπαϊκού ενεργειακού συστήματος. Η στρατηγική αυτή στηρίζεται σε πέντε αλληλένδετες και αλληλοενισχυόμενες διαστάσεις [5]. Αρχικά, προωθεί την ασφάλεια, την αλληλεγγύη και την εμπιστοσύνη μεταξύ των χωρών της ΕΕ, εξασφαλίζοντας την ενεργειακή ασφάλεια. Ταυτόχρονα, επιδιώκει την δημιουργία μιας ολοκληρωμένης εσωτερικής αγοράς ενέργειας, ώστε να διευκολυνθεί η ελεύθερη ροή ενέργειας χωρίς τεχνικά εμπόδια χάρη στην κατάλληλη υποδομή. Επίσης, η ενεργειακή απόδοση αποτελεί πυλώνα της στρατηγικής της Ενεργειακής Ένωσης, συνδράμοντας στην μείωση της εξάρτησης από εισαγωγές και εκπομπές αερίων. Παράλληλα, η συμμόρφωση με την δέσμευση της ΕΕ για γρήγορη επικύρωση της Συμφωνίας του Παρισιού και διατήρηση της ηγετικής θέσης της στον τομέα των ΑΠΕ αποτελεί σημαντική διάσταση αυτής της στρατηγικής, οδηγώντας στην απανθρακοποίηση της οικονομίας. Επίσης, δίνεται προτεραιότητα στην έρευνα και καινοτομία για την ενίσχυση της ενεργειακής μετάβασης, υποστηρίζοντας σημαντικές ανακαλύψεις και πρωτοπορίες στις τεχνολογίες καθαρής ενέργειας [6].

Το 2016, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε το νομοθετικό πακέτο «Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους», με σκοπό τη μετάφραση της στρατηγικής σε πράξη. Οι διαπραγματεύσεις για την υιοθέτηση των προτάσεων ξεκίνησαν το 2017, ενώ έως τον Μάιο του 2019 είχε ολοκληρωθεί η ψήφιση όλων των σχετικών νομοθετημάτων, σηματοδοτώντας έτσι την ολοκλήρωση της Ενεργειακής Ένωσης.

Το πακέτο αυτό διαμόρφωσε το ρυθμιστικό πλαίσιο της αγοράς ενέργειας της ΕΕ έως το 2030 και στόχευε στη διαμόρφωση ενός σταθερού, ανταγωνιστικού και βιώσιμου ενεργειακού συστήματος. Περιλαμβάνει τρεις βασικούς στόχους [7]:

- Προτεραιότητα στην ενεργειακή απόδοση

- Εδραίωση της παγκόσμιας ηγετικής θέσης της ΕΕ στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)
- Εξασφάλιση δίκαιης και ισότιμης πρόσβασης στην ενέργεια για όλους τους πολίτες

Στο πλαίσιο αυτής της στρατηγικής, η ΕΕ έθεσε φιλόδοξους στόχους, μεταξύ των οποίων:

- Αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ στο συνολικό ενεργειακό μείγμα της ΕΕ στο 32% έως το 2030
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 32,5% σε σχέση με τα τρέχοντα επίπεδα έως το 2030

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (European Green Deal - EGD), που παρουσιάστηκε το 2019, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πακέτο πολιτικών πρωτοβουλιών με σκοπό τη μετάβαση της ΕΕ σε ένα βιώσιμο οικονομικό μοντέλο και την επίτευξη κλιματικής ουδετερότητας έως το 2050. Το πακέτο αυτό καλύπτει πολλαπλούς τομείς, όπως το κλίμα, το περιβάλλον, την ενέργεια, τις μεταφορές, τη βιομηχανία, τη γεωργία και τη βιώσιμη χρηματοδότηση, διαμορφώνοντας έτσι ένα ολιστικό πλάνο πράσινης μετάβασης [8].

Επιπλέον, το πακέτο Fit for 55, που αποτελεί συνέχεια της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, αποσκοπεί στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030. Το σχέδιο αυτό επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα ζητήματα που απαιτούν ισχυρή περιβαλλοντική πολιτική, θέτοντας τα θεμέλια για την επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας. Το Fit for 55 περιλαμβάνει [9]:

- Ενίσχυση του Συστήματος Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (EU ETS), το οποίο λειτουργεί βάσει της αρχής «cap and trade» (ανώτατο όριο και εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών).
- Εφαρμογή μηχανισμών τιμολόγησης του άνθρακα, επιβάλλοντας κυρώσεις στους ρυπαίνοντες και διοχετεύοντας τα έσοδα σε πολιτικές στήριξης των καταναλωτών [11].

2.1.2 Η προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας ως μέρος της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι καθοριστικής σημασίας για την ενεργειακή μετάβαση, καθώς παρέχουν βιώσιμη, καθαρή και ανεξάντλητη ενέργεια, συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, οι ανανεώσιμες πηγές, όπως η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, βασίζονται σε φυσικές διαδικασίες που δεν εξαντλούνται με την πάροδο του χρόνου, εξασφαλίζοντας μακροπρόθεσμη ενεργειακή ασφάλεια και σταθερότητα. Η ενσωμάτωση των ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα της ΕΕ μειώνει την εξάρτηση από ασταθείς γεωπολιτικά πόρους και δημιουργεί τις προϋποθέσεις για ένα βιώσιμο ενεργειακό μέλλον.

Σε αυτό το πλαίσιο, η ΕΕ καθιέρωσε την Οδηγία για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Renewable Energy Sources Directive - RES Directive), ένα νομοθετικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των ΑΠΕ, με στόχο την αξιοποίηση του δυναμικού τους σε διάφορους τομείς και τη δημιουργία ενός σταθερού επενδυτικού περιβάλλοντος [7]. Η οδηγία υιοθετήθηκε για πρώτη φορά το 2009, καθορίζοντας στόχους για τουλάχιστον 20% μερίδιο ανανεώσιμης ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας και 10% για τις μεταφορές. Επιπλέον, οι χώρες της ΕΕ υποχρεούνται να αναπτύξουν εθνικά σχέδια δράσης για τις ΑΠΕ,

να καθορίσουν ενδεικτικές πορείες επίτευξης των στόχων τους και να υποβάλλουν εκθέσεις προόδου ανά διετία [10]. Έκτοτε, η ευρωπαϊκή νομοθεσία για τις ΑΠΕ έχει εξελιχθεί σημαντικά, αυξάνοντας τους στόχους και τις φιλοδοξίες της ΕΕ.

- Το 2018, καθορίστηκε νέος στόχος για το 2030, με 32% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης να προέρχεται από ΑΠΕ και 14% από ανανεώσιμα καύσιμα στις μεταφορές [11].
- Το 2021, η οδηγία αναθεωρήθηκε εκ νέου, αυξάνοντας τον στόχο του 32% σε 40% στο συνολικό ενεργειακό μείγμα της ΕΕ έως το 2030.
- Το 2022, στο πλαίσιο του σχεδίου REPowerEU, ο στόχος για την ανανεώσιμη ενέργεια αναθεωρήθηκε εκ νέου σε 45% έως το 2030, με έμφαση στην επιτάχυνση της διαδικασίας αδειοδότησης για νέα έργα ΑΠΕ [12].
- Επιπλέον, τέθηκε στόχος για παραγωγή και εισαγωγή 10 εκατομμυρίων τόνων πράσινου υδρογόνου έως το 2030 [10].

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στην επικαιροποιημένη οδηγία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας καθορίζονται τομεακοί στόχοι για τις χώρες της ΕΕ. Πιο συγκεκριμένα, για την βιομηχανία θεσπίζει δεσμευτικό στόχο 42% του πράσινου υδρογόνου στην συνολική κατανάλωση υδρογόνου έως το 2030 και 60% έως το 2035 και ενδεικτικό στόχο ετήσιας μέσης αύξησης 1,6 ποσοστιαίων μονάδων στις ΑΠΕ. Παράλληλα, για τα κτίρια, ορίζεται ενδεικτικός στόχος 49% για το μερίδιο της ενέργειας από ΑΠΕ έως το 2030, ενώ οι στόχοι θέρμανσης και ψύξης αυξάνονται κατά 0,8 ποσοστιαίες μονάδες έως το 2025 και 1,1 ποσοστιαίες μονάδες έως το 2030. Ταυτόχρονα, ο στόχος που έχει τεθεί για τον τομέα των μεταφορών αφορά είτε την κάλυψη της ενέργειας κατά 29% από ΑΠΕ είτε την μείωση των εκπομπών αερίων κατά 14,5%, μέσω της χρήσης προηγμένων βιοκαυσίμων και ανανεώσιμων καυσίμων μη βιολογικής προέλευσης, όπως το υδρογόνο [10].

2.1.3 Ο ρόλος των πολιτών στην ενεργειακή μετάβαση

Οι πολιτικές εξελίξεις οδήγησαν σε αισθητή αύξηση των τιμών της ενέργειας, πλήττοντας ιδιαίτερα τα νοικοκυριά χαμηλού εισοδήματος [16]. Αυτό το γεγονός κατέστησε επιτακτική την ανάγκη διαμόρφωσης ενός δικαιότερου και δημοκρατικότερου ενεργειακού συστήματος. Η μετάβαση από ένα συγκεντρωτικό μοντέλο παραγωγής ενέργειας σε ένα αποκεντρωμένο και ευέλικτο σύστημα αποτελεί κεντρικό πυλώνα της στρατηγικής της ΕΕ. Οι καταναλωτές τοποθετούνται στο επίκεντρο της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής, μέσω σειράς δράσεων και μέτρων. Το πακέτο «Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» προωθεί την προστασία, την ενημέρωση και την ενδυνάμωση των καταναλωτών, καθιστώντας τους ενεργούς συμμετοχούς στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας [13].

Στο πλαίσιο της Οδηγίας για την Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας (EU 2019/944), εισάγεται ο όρος «ενεργός πελάτης», ο οποίος αναφέρεται σε τελικούς καταναλωτές που παράγουν, αποθηκεύουν ή πωλούν αυτοπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια [14]. Η ΕΕ στηρίζει την ενεργό συμμετοχή των πολιτών, βασιζόμενη σε τέσσερις νομοθετικές πρωτοβουλίες:

- Σταθερότερες και προσιτές τιμές ενέργειας
- Ενίσχυση της πρόσβασης των πολιτών σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Μείωση της ενεργειακής φτώχειας μέσω εναλλακτικών επενδύσεων σε ΑΠΕ
- Προστασία των ευάλωτων καταναλωτών από διακοπή παροχής ενέργειας

Επιπλέον, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ως στόχο την ψηφιοποίηση του ενεργειακού τομέα, προωθώντας τη χρήση έξυπνων μετρητών και τη βελτίωση της διαλειτουργικότητας των ενεργειακών δεδομένων. Αυτό θα επιτρέψει την ασφαλή και προστατευμένη ανταλλαγή δεδομένων, καθιστώντας πιο προσιτή την κοινή χρήση ενέργειας και τις ανταγωνιστικές ενεργειακές υπηρεσίες [15].

Ταυτόχρονα, ο ενεργός ρόλος του πολίτη στην ενεργειακή μετάβαση μπορεί να ενισχυθεί μέσω των ευκαιριών που προσφέρονται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η πίεση που δημιουργήσε η ενεργειακή κρίση ώθησε πολλούς μεμονωμένους καταναλωτές να επενδύσουν σε νέες τεχνολογίες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αύξηση των εγκαταστάσεων φωτοβολταϊκών κατά 47% και των αντλιών θερμότητας κατά 38% σε σχέση με το 2021 [15]. Επιπλέον, στο πλαίσιο της κοινής χρήσης ενέργειας που προτείνεται στην μεταρρύθμιση, οι καταναλωτές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε ανανεώσιμη ενέργεια που παράγεται ή αποθηκεύεται εκτός του χώρου τους. Αυτό καθιστά την επένδυση σε ΑΠΕ πιο προσιτή σε ένα ευρύτερο φάσμα καταναλωτών, συμπεριλαμβανομένων και των νοικοκυριών με χαμηλό εισόδημα [15].

Επίσης, η Επιτροπή προτείνει την λήψη των απαραίτητων μέτρων για την προστασία των πιο ευάλωτων πελατών από την αποκοπή από τον ενεργειακό εφοδιασμό σε κάθε περίπτωση. Παρόλο που πολλές χώρες της ΕΕ εφάρμοσαν μέτρα για την προστασία των ευάλωτων πελατών κατά την διάρκεια της ενεργειακής κρίσης, η Επιτροπή τονίζει τον τεράστιο αντίκτυπο της απώλειας πρόσβασης στην ηλεκτρική ενέργεια οποιαδήποτε στιγμή. Παράλληλα, στην προσπάθειά της να προστατέψει τα ευάλωτα νοικοκυριά, η Επιτροπή προτρέπει τις χώρες να παρέμβουν στον καθορισμό των τιμών για περιορισμένο χρονικό διάστημα [15].

Επιπλέον, το σχέδιο δράσης για την ψηφιοποίηση της ενέργειας έχει ως στόχο να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ, στηρίζοντας την ανάπτυξη μιας βιώσιμης, ασφαλούς και διαφανούς αγοράς ψηφιακών ενεργειακών υπηρεσιών, διασφαλίζοντας την ιδιωτικότητα και την κυριαρχία των δεδομένων των καταναλωτών [16]. Συνεπώς, η πρόσβαση σε δεδομένα που προέρχονται από μετρητές, και ειδικότερα από έξυπνους μετρητές που μπορούν να υποστηρίξουν ανταλλαγές σε πραγματικό χρόνο, είναι πολύ σημαντική για την ενδυνάμωση των καταναλωτών. Για να διευκολυνθεί αυτό και να βελτιωθεί η διαλειτουργικότητα των ενεργειακών υπηρεσιών σε όλη την ΕΕ, η Επιτροπή έχει το καθήκον να αναπτύξει τεχνικούς κανονισμούς, με τη βοήθεια των σχετικών ενδιαφερομένων, για να διασφαλιστεί η ομαλή πρόσβαση στα δεδομένα μέτρησης από τους πελάτες που καταναλώνουν ή παράγουν ενέργεια [15]. Οι κανόνες που ορίστηκαν, λοιπόν, διευκολύνουν την εύκολη, ασφαλή και προστατευόμενη ροή δεδομένων και παρέχουν κίνητρα για την ανάπτυξη νέων ενεργειακών υπηρεσιών, όπως η κοινή χρήση ενέργειας και η απόκριση ζήτησης.

2.2 Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας στην ΕΕ

2.2.1 Ορισμός και θεσμικό πλαίσιο των ενεργειακών κοινοτήτων στην ΕΕ

Αναγνωρίζοντας τη σημασία της ανανεώσιμης ενέργειας και τον κρίσιμο ρόλο των πολιτών στη διαδικασία της ενεργειακής μετάβασης, η δέσμη μέτρων «Καθαρή Ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους» εισήγαγε την έννοια των ενεργειακών κοινοτήτων στη νομοθεσία της ΕΕ. Μέσω της Οδηγίας για την Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας και της Οδηγίας για τις

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, θεσπίστηκαν δύο βασικές κατηγορίες: οι ενεργειακές κοινότητες πολιτών και οι κοινότητες ανανεώσιμης ενέργειας.

Στο πλαίσιο της Οδηγίας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Renewable Energy Directive - RED II, EU 2018/2001), εισάγεται ο θεσμός της κοινότητας ανανεώσιμης ενέργειας, η οποία ορίζεται ως μια νομική οντότητα που βασίζεται σε ανοικτή και εθελοντική συμμετοχή. Η λειτουργία της χαρακτηρίζεται από αυτονομία και τον ουσιαστικό έλεγχο των μετόχων ή των μελών που βρίσκονται κοντά στα έργα ανανεώσιμης ενέργειας που αναπτύσσει και διαχειρίζεται η κοινότητα. Οι μέτοχοι ή τα μέλη αυτών των κοινοτήτων είναι φυσικά πρόσωπα, μικρομεσαίες επιχειρήσεις (ΜΜΕ) και τοπικές αρχές. Ο πρωταρχικός στόχος της κοινότητας δεν είναι το οικονομικό κέρδος, αλλά η παροχή περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών οφελών στα μέλη της και στις τοπικές περιοχές όπου δραστηριοποιείται [17].

Η ίδια οδηγία αναφέρει ότι τα κράτη-μέλη οφείλουν να διασφαλίσουν ότι οι κοινότητες ανανεώσιμης ενέργειας έχουν το δικαίωμα να παράγουν, να καταναλώνουν, να αποθηκεύουν και να πωλούν ανανεώσιμη ενέργεια. Επίσης, επιτρέπεται ο διαμοιρασμός της παραγόμενης ενέργειας μεταξύ των μελών της κοινότητας και η πρόσβαση στις αγορές ενέργειας, είτε άμεσα είτε μέσω σωρευτικής εκπροσώπησης [17].

Η Οδηγία για την Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας (EU 2019/944) καθορίζει νέους ρόλους και ευθύνες για τις ενεργειακές κοινότητες πολιτών, καλύπτοντας όλους τους τύπους ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με την οδηγία, οι ενεργειακές κοινότητες πολιτών είναι νομικές οντότητες που λειτουργούν με εθελοντική και ανοικτή συμμετοχή και τελούν υπό τον έλεγχο των μελών τους, τα οποία είναι φυσικά πρόσωπα, τοπικές αρχές ή μικρές επιχειρήσεις. Ο πρωταρχικός σκοπός τους είναι η παροχή περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών οφελών στην κοινότητα, όχι η μεγιστοποίηση του κέρδους. Αυτές οι κοινότητες μπορούν να δραστηριοποιούνται σε πολλαπλές ενεργειακές υπηρεσίες, όπως παραγωγή και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας, αποθήκευση ενέργειας, ενεργειακή απόδοση και φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων [14].

Συνοπτικά, οι ενεργειακές κοινότητες μπορούν να λάβουν την μορφή ένωσης, συνεταιρισμού, μη κερδοσκοπικού οργανισμού ή εταιρείας περιορισμένης ευθύνης, μεταξύ άλλων και ανεξαρτήτως είδους -ενεργειακή κοινότητα πολιτών και ανανεώσιμη ενεργειακή κοινότητα- παρουσιάζουν τα έξι χαρακτηριστικά. Αρχικά, η συμμετοχή είναι ανοικτή και εθελοντική για όλους τους τοπικούς παράγοντες χωρίς διακρίσεις. Ταυτόχρονα, ο κύριος σκοπός τους είναι να παρέχουν περιβαλλοντικά, οικονομικά ή κοινωνικά οφέλη στην κοινότητα για τα μέλη τους και τις τοπικές περιοχές που δραστηριοποιούνται [20]. Όπως ορίζουν οι προαναφερθείσες οδηγίες, οι ενεργειακές κοινότητες αποτελούν μη εμπορικές οργανώσεις που αξιοποιούν τα έσοδα από οικονομικές δραστηριότητες για την παροχή υπηρεσιών και τον διαμοιρασμό των οφελών στα μέλη ή/και την τοπική κοινότητα. Επιπλέον, και οι δύο οδηγίες δίνουν έμφαση στη συμμετοχή και την αποτελεσματική διαχείριση από τους πολίτες, τις τοπικές αρχές και τις μικρότερες επιχειρήσεις, των οποίων η κύρια οικονομική δραστηριότητα δεν σχετίζεται με τον τομέα της ενέργειας [18].

2.2.2 Πρωτοβουλίες της ΕΕ για τις ενεργειακές κοινότητες

Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο έχει υποστηρίξει την ανάπτυξη ενεργειακών κοινοτήτων μέσω της χρηματοδότησης τριών βασικών έργων, τα οποία επικεντρώθηκαν στην προώθηση βέλτιστων πρακτικών και παροχή τεχνικής βοήθειας. Η πρωτοβουλία Citizen-led Renovation, που χρηματοδοτήθηκε από την ΕΕ, έχει στόχο την ενδυνάμωση των κοινοτήτων μέσω

ενεργειακών ανακαινίσεων. Η δράση αυτή στηρίζει την εφαρμογή προγραμμάτων βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια των μελών των κοινοτήτων, περιλαμβάνοντας θερμομόνωση, αναβάθμιση τεχνικών συστημάτων και εγκατάσταση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [19].

Μέσω της υπηρεσίας υποστήριξης, επιλεγμένα πιλοτικά έργα καταφέρνουν να ξεπεράσουν χρηματοοικονομικά, νομικά, τεχνικά και πληροφοριακά εμπόδια και να προσφέρουν κτίρια που είναι μελλοντικά ανθεκτικά. Το 2024, ξεκίνησε μια νέα πρόσκληση προσφέροντας στις ενεργειακές κοινότητες την δυνατότητα να συμμετάσχουν ως «Pilot, Learner or Follower» με διάφορα επίπεδα υποστήριξης, συνδυάζοντας ατομικές συνεδρίες, διαδικτυακά σεμινάρια, εργαστήρια και εκδηλώσεις [2].

Το Αποθετήριο Ενεργειακών Κοινοτήτων, που λειτούργησε από το 2022 έως τον Ιανουάριο του 2024, παρείχε τεχνικές και διοικητικές συμβουλές για τη δημιουργία Ενεργειακών Κοινοτήτων Πολιτών και Κοινοτήτων Ανανεώσιμης Ενέργειας. Η δράση αυτή επικεντρώθηκε στην παροχή καθοδήγησης σε τοπικούς φορείς και πολίτες, καθώς και στην ανάλυση των επιπτώσεων των ενεργειακών κοινοτήτων και της συμβολής τους στην ενεργειακή μετάβαση [2].

Τέλος, το Συμβουλευτικό Κέντρο Αγροτικών Ενεργειακών Κοινοτήτων ξεκίνησε το 2022 και ολοκληρώθηκε τον Μάρτιο του 2024. Η πρωτοβουλία επικεντρώνεται στην υποστήριξη πολιτών, αγροτικών φορέων και τοπικών αρχών για τη δημιουργία μιας Ενεργειακής Κοινότητας Πολιτών ή μιας Κοινότητας Ανανεώσιμης Ενέργειας σε αγροτικές περιοχές μέσω τεχνικών και διοικητικών συμβουλών, καθώς και στην ενθάρρυνση της ανάπτυξής τους. Οι κύριες δραστηριότητες περιλαμβάνουν την ταυτοποίηση βέλτιστων πρακτικών σχετικά με τα πλαίσια υποστήριξης για τα έργα αγροτικών ενεργειακών κοινοτήτων, με στενή συμμετοχή των τοπικών αρχών, την παροχή τεχνικής βοήθειας σε επιλεγμένες αγροτικές ενεργειακές κοινότητες καθώς και την παροχή ευκαιριών δικτύωσης στους ενδιαφερόμενους [2].

2.2.3 Η παρουσία ενεργειακών κοινοτήτων στην Ευρώπη

Μέχρι το 2022, η χαρτογράφηση των ενεργειακών κοινοτήτων ανέδειξε την ύπαρξη περίπου 3.500 ενεργειακών κοινοτήτων σε 19 κράτη-μέλη της ΕΕ και στο Ηνωμένο Βασίλειο. Πρόσφατη μελέτη, που εξέτασε όλες τις πρωτοβουλίες πολιτών από το 2000 έως το 2021, εκτίμησε ότι υπάρχουν περίπου 10.500 τέτοιες πρωτοβουλίες σε 30 ευρωπαϊκές χώρες, με τη συμμετοχή περίπου 2 εκατομμυρίων πολιτών. Οι συνολικές επενδύσεις ανέρχονται σε 6,2-11,3 δισεκατομμύρια ευρώ, ενώ η εγκατεστημένη ισχύς των έργων τους φτάνει τα 7,2-9,9 GW ανανεώσιμης ενέργειας [20].

Η Γερμανία διαθέτει τον μεγαλύτερο αριθμό ενεργειακών κοινοτήτων, ακολουθούμενη από την Ολλανδία και τη Δανία. Στη Γερμανία, οι περισσότερες ενεργειακές κοινότητες παράγουν ηλιακή ενέργεια, ενώ στην Ολλανδία και τη Δανία, οι κοινότητες βασίζονται κυρίως στην αιολική ενέργεια και τη βιομάζα. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, οι ενεργειακές κοινότητες παράγουν ηλιακή, υδροηλεκτρική και αιολική ενέργεια, με τον τομέα να παρουσιάζει έντονη ανάπτυξη, διαθέτοντας πολλαπλά επιχειρηματικά μοντέλα και εμπλεκόμενους φορείς, όπως τη βιομηχανία, τις τοπικές κυβερνήσεις και μη κυβερνητικές οργανώσεις [20].

2.3 Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας στην Ελλάδα

2.3.1 Το εθνικό θεσμικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες

Ακολουθώντας τις αναθεωρημένες Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και την Εσωτερική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας, θεσπίστηκε το 2018 ένα εθνικό νομοθετικό πλαίσιο που δημιουργεί κίνητρα για την ανάπτυξη ενεργειακών κοινοτήτων. Η ενεργειακή κοινότητα ορίζεται ως αστικός συνεταιρισμός αποκλειστικού σκοπού, με βασικό στόχο την προώθηση της κοινωνικής και αλληλέγγυας οικονομίας και της καινοτομίας στον ενεργειακό τομέα. Παράλληλα, αποσκοπεί στην αντιμετώπιση της ενεργειακής φτώχειας, τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη στήριξη της ενεργειακής αειφορίας σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Οι ενεργειακές κοινότητες δραστηριοποιούνται στην παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση, διανομή και προμήθεια ενέργειας και μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στη διαχείριση ενεργειακών πόρων και στην προώθηση της ηλεκτροκίνησης [21].

Δικαίωμα ίδρυσης και συμμετοχής σε ενεργειακή κοινότητα έχουν φυσικά πρόσωπα με πλήρη δικαιοπρακτική ικανότητα, νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου (εκτός των ΟΤΑ α' και β' βαθμού), νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου, καθώς και Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ) α' και β' βαθμού που εδρεύουν εντός της ίδιας περιφερειακής ενότητας [22].

Το αντικείμενο δραστηριότητας των ενεργειακών κοινοτήτων διαχωρίζεται σε υποχρεωτικές και προαιρετικές δραστηριότητες [23]. Στις υποχρεωτικές δραστηριότητες περιλαμβάνονται:

- Παραγωγή, αποθήκευση, ιδιοκατανάλωση ή πώληση ηλεκτρικής, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας από σταθμούς ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ, εντός της περιφερειακής ενότητας της κοινότητας.
- Διαχείριση πρώτων υλών για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα, βιορευστά, βιοαέριο ή μέσω ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαποικοδομήσιμου κλάσματος αστικών αποβλήτων.
- Διανομή ηλεκτρικής, θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο.
- Προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου προς τελικούς καταναλωτές.
- Διαχείριση ζήτησης για τη μείωση της τελικής χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ανάπτυξη και λειτουργία σταθμών φόρτισης ηλεκτροκίνητων οχημάτων.
- Εγκατάσταση και λειτουργία μονάδων αφαλάτωσης νερού με χρήση ΑΠΕ

Στις προαιρετικές δραστηριότητες περιλαμβάνονται:

- Προσέλκυση κεφαλαίων για επενδύσεις σε ΑΠΕ, ΣΗΘΥΑ και ενεργειακή αποδοτικότητα.
- Σύνταξη τεχνοοικονομικών μελετών και παροχή τεχνικής υποστήριξης.
- Διαχείριση χρηματοδοτούμενων προγραμμάτων από εθνικούς και ευρωπαϊκούς πόρους.
- Ενημέρωση, εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση για θέματα ενεργειακής αειφορίας.
- Δράσεις για την καταπολέμηση της ενεργειακής φτώχειας, όπως παροχή ή συμψηφισμός ενέργειας και ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών.

2.3.2 Η παρουσία ενεργειακών κοινοτήτων στο ενεργειακό περιβάλλον της Ελλάδας

Μετά τη θέσπιση του εθνικού θεσμικού πλαισίου, ιδρύθηκε μεγάλος αριθμός ενεργειακών κοινοτήτων, αναδεικνύοντας την ανάγκη για ποιοτική και ποσοτική καταγραφή τους. Σύμφωνα με έρευνα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), μέχρι το 2021 είχαν ιδρυθεί 909 ενεργειακές κοινότητες, εκ των οποίων πάνω από το ένα τρίτο δημιουργήθηκαν μεταξύ Αυγούστου 2020 και Μαρτίου 2021 [24].

Επιπλέον, μέσω της έρευνας που διεξήχθη τον Δεκέμβριο του 2020 από τις Greenpeace, Electra Energy Cooperative και την ερευνητική ομάδα SmartRue του ΕΜΠ, καταγράφηκαν ορισμένα χαρακτηριστικά αυτών των ενεργειακών κοινοτήτων, μέσα από την ανάλυση δεδομένων και πληροφοριών από επίσημους φορείς και την απευθείας επαφή με ενεργειακές κοινότητες. Ένα από αυτά αφορά την γεωγραφική τους κατανομή, όπου παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των κοινοτήτων βρίσκεται στην κεντρική Μακεδονία, ενώ οι λιγότερες βρίσκονται στα νησιά, με εξαίρεση την Κρήτη. Παράλληλα, από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε στοιχεία που συλλέχθηκαν με απευθείας επαφές με τις ενεργειακές κοινότητες, φαίνεται πως η πλειοψηφία τους δραστηριοποιείται στον τομέα της ηλιακής ενέργειας, έχοντας υλοποιήσει φωτοβολταϊκά έργα. Η αποθήκευση ενέργειας, η αιολική ενέργεια καθώς και η βιομάζα ακολουθούν όσον αφορά τις δραστηριότητες των ενεργειακών κοινοτήτων. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι το επικρατέστερο κίνητρο, το οποίο ωθεί τα μέλη σε συμμετοχή, είναι η ευκαιρία να βγάλουν κέρδος μέσα από τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρόλα αυτά, το κεφάλαιο των ενεργειακών κοινοτήτων παρουσιάζεται σχετικά χαμηλό, καθώς η πλειοψηφία έχει συνεταιριστικό κεφάλαιο χαμηλότερο των 10.000€, γεγονός που αποτυπώνει ότι στην παρούσα φάση η πλειονότητά τους είναι πολύ μικρές επιχειρήσεις με μικρό χρονικό διάστημα λειτουργίας. Σχετικά με την οργανωτική δομή και τις συνεργασίες τους, το 50% των κοινοτήτων δήλωσαν πως είναι ανοικτές σε συγγενείς και φίλους, ενώ το 37% είναι ανοικτό και στην τοπική κοινωνία. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει μεγάλη ανισορροπία στην εκπροσώπηση των φύλων στα Διοικητικά Συμβούλια των ενεργειακών κοινοτήτων, αφού το 93% έχουν λιγότερες από 2 γυναίκες στο ΔΣ και το 6% έχει από 3 έως 5 γυναίκες στο ΔΣ [25].

Επιπλέον, αξίζει να αναφερθούν τα αποτελέσματα της πιο πρόσφατης ανάλυσης της έκθεσης GreenTank. Πιο συγκεκριμένα, από την ανάλυση προκύπτει ότι από το 2018 έως το 2023 έχουν συσταθεί 1.689 ενεργειακές κοινότητες, με αύξηση 20% σε σχέση με το 2022. Ανάμεσα τους 11 Κοινότητες Ανανεώσιμης Ενέργειας και 5 Ενεργειακές Κοινότητες Πολιτών. Τα πρωτεία εξακολουθεί να κατέχει η περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας με 334 ενεργειακές κοινότητες και είναι αυξημένες κατά 48 σε σχέση με το 2022. Στην ίδια Περιφέρεια συναντάται και η μεγαλύτερη ηλεκτρισμένη ισχύς (306.2 MW), ενώ δεύτερη είναι η Θεσσαλία (266.6 MW), και τρίτη η Ανατολική Μακεδονία & Θράκη (180.6 MW). Δεύτερη σε πλήθος ενεργειακών κοινοτήτων είναι η λιγνιτική Περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας με 294 ενεργειακές κοινότητες, όπου παρατηρήθηκε στασιμότητα στην ίδρυση νέων ενεργειακών κοινοτήτων το 2023, καθώς υπήρξαν μόνο δύο νέες μεταξύ 2022 και 2023. Ταυτόχρονα, η συνολική ισχύς συνδεδεμένων έργων ενεργειακών κοινοτήτων στην επικράτεια είναι 1,178 MW, εκ των οποίων το συντριπτικά μεγαλύτερο τμήμα (1.164 MW) προέρχεται από εμπορικά έργα και μόλις τα 14 MW από έργα αυτοπαραγωγής. Επίσης, συνεχίστηκε η εντυπωσιακή αύξηση των έργων αυτοπαραγωγής από μεμονωμένα νοικοκυριά, αγρότες, δήμους, επιχειρήσεις, καθώς και η ηλεκτρισμένη ισχύς σχεδόν διπλασιάστηκε σε ένα χρόνο από 217 MW το 2022 σε 421 MW το 2023 [24].

2.3.3 Εμπόδια στην ανάπτυξη των Ενεργειακών Κοινοτήτων

Σύμφωνα με τις μετρήσεις του The Green Tank, μέχρι τον Φεβρουάριο του 2024, τα ηλεκτρισμένα έργα των ενεργειακών κοινοτήτων είναι 1.624 και έχουν ισχύ 1.178 MW, η οποία αποτελεί το 23.9% της συνολικής αιτούμενης ισχύος έργων ενεργειακών κοινοτήτων. Ταυτόχρονα, από το 2020, που παρατηρήθηκε εκτόξευση των αιτημάτων, έως το 2023 ο ρυθμός αύξησης της ηλεκτρισμένης ισχύος μειώνεται συνεχώς. Πιο συγκεκριμένα, μεταξύ 2020 και 2021 η ισχύς που ηλεκτρίστηκε αυξήθηκε κατά 123.2%, το επόμενο έτος 2021-2022 αυξήθηκε σχεδόν κατά το ήμισυ σε ποσοστό 67,1%, ενώ την περίοδο 2022-2023 η αύξηση ήταν ακόμα μικρότερη σε ποσοστό 35% [24].

Ο μειωμένος ρυθμός αύξησης των ηλεκτρισμένων έργων οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην έλλειψη διαθέσιμου ηλεκτρικού χώρου, που περιορίζει την σύνδεση έργων ενεργειακών κοινοτήτων στο δίκτυο. Από το 2018 μέχρι και το τέλος του 2023, έχει γνωστοποιηθεί αδυναμία σύνδεσης σε 3.055 έργα ενεργειακών κοινοτήτων, δηλαδή το 48% των αιτούμενων έργων ισχύος 2.439 MW, η οποία αντιστοιχεί σε λίγο λιγότερο από το μισό της συνολικής αιτούμενης ισχύος τέτοιων έργων σε ποσοστό 49.5%. Το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο εμφανές αν εστιάσει κανείς στα έργα τα οποία έχουν ακυρωθεί οριστικά αφού πρώτα έλαβαν γνωστοποίηση αδυναμίας σύνδεσης από τον ΔΕΔΔΗΕ. Συγκεκριμένα, από το 2021 έως και το 2022 η ακυρωμένη ισχύς επταπλασιάστηκε από 77 σε 577 MW, ενώ κατά το 2023 η ακυρωμένη ισχύς αυξήθηκε κατά 72.4% [24].

Ταυτόχρονα, ο θεσμός των ενεργειακών κοινοτήτων δίνει καθοριστικό ρόλο στον πολίτη, καθώς η συμμετοχή του είναι σημαντική για την προώθηση και την εδραίωση των πρωτοβουλιών αυτών. Συνεπώς, η έλλειψη πληροφόρησης των πολιτών δυσχεραίνει την διαδικασία αποδοχής του θεσμού και, άρα, αποτελεί ένα ακόμα εμπόδιο στην ανάπτυξη ενεργειακών κοινοτήτων. Η ενημέρωση για τις ενεργειακές κοινότητες παραμένει ελλιπής και περιστασιακή. Ο απλός πολίτης δεν αντιλαμβάνεται την σημασία της συμμετοχής στην ενεργειακή μετάβαση μέσα από πρωτοβουλίες όπως οι ενεργειακές κοινότητες. Οι γνώσεις για τον τρόπο σύστασης και λειτουργίας τέτοιων θεσμών είναι περιορισμένες, αποθαρρύνοντας τους πολίτες να ασχοληθούν με την δημιουργία μιας ενεργειακής κοινότητας.

Επίσης, η απουσία κάποιου σταθερού χρηματοδοτικού εργαλείου για τις ενεργειακές κοινότητες σε συνδυασμό με τους περιορισμούς και τις δυσκολίες στην πρόσβαση χρηματοδότησης που θέτουν οι κανόνες των κρατικών ενισχύσεων αποτελεί βασικό ζήτημα στην διαδικασία σύστασης και υλοποίησης τέτοιων έργων. Τα κεφάλαια που απαιτούνται σε πολλές περιπτώσεις είναι μεγάλα και δεν μπορούν να καλυφθούν εξ' ολοκλήρου από τα μέλη της κοινότητας και αναζητείται ένα μείγμα χρηματοδοτικών πόρων και εργαλείων. Ιδίως οι μικρότερες μη κερδοσκοπικές ενεργειακές κοινότητες αντιμετωπίζουν μεγάλο πρόβλημα στην εύρεση πηγών χρηματοδότησης και, κυρίως, με τον δανεισμό. Συνεπώς, ιδιώτες επενδυτές, που κατέχουν την τεχνογνωσία και το κεφάλαιο, εκμεταλλεύτηκαν την υπάρχουσα κατάσταση σε βάρος αυθεντικών πρωτοβουλιών από τοπικές κοινότητες, που θα ευνοούσαν τα ευάλωτα νοικοκυριά.

Επιπλέον, το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο αδυνατεί να υποστηρίξει την απρόσκοπτη ανάπτυξή τους. Προβλέπεται ότι ο ελάχιστος αριθμός μελών που απαιτείται για την σύσταση της ενεργειακής κοινότητας είναι 60, αριθμός που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ανέφικτος και αποτελεί αντικίνητρο για την δημιουργία της [26]. Παράλληλα, οι διοικητικές διαδικασίες παραμένουν δαπανηρές και περίπλοκες, παρά την προσπάθεια για εισαγωγή απλοποιημένων διαδικασιών για τέτοια έργα. Επιπρόσθετα, το νομοθετικό πλαίσιο για τις

ενεργειακές κοινότητες είναι περίπλοκο και κατακερματισμένο σε πολλούς και διαφορετικούς νόμους και υπουργικές αποφάσεις, γεγονός που εντείνει την πολυπλοκότητα της διαδικασίας ανάπτυξης έργων ΑΠΕ από ενεργειακές κοινότητες και μπορεί να αποτελέσει αποτρεπτικό παράγοντα για τη σύστασή τους και τη συμμετοχή των πολιτών σε αυτές [27].

2.4 Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας

Εξαιτίας των παραπάνω εμποδίων στην σύσταση και την λειτουργία των Κοινοτήτων Ανανεώσιμης Ενέργειας, η ανάγκη εύρεσης πιο αποτελεσματικών, λειτουργικών και καινοτόμων λύσεων είναι επιτακτική. Συνεπώς, μέσω τους προγράμματος «Horizon Europe» εισάγεται για πρώτη φορά ο όρος των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας. Το «Horizon Europe» αποτελεί ένα χρηματοδοτούμενο πρόγραμμα της ΕΕ για την έρευνα και την καινοτομία για την περίοδο 2021-2027. Έχει ως στόχο την ενίσχυση της επιστημονικής και τεχνολογικής βάσης της ΕΕ με την ανάπτυξη λύσεων για την πράσινη και την ψηφιακή μετάβαση.

2.4.1 Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας για την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας επιταχύνοντας παράλληλα την πράσινη μετάβαση στην Ευρώπη

Το ενεργειακό σύστημα της ΕΕ βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην κεντρική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στις εισαγωγές καυσίμων, με το 95% της κατανάλωσης πετρελαίου και το 84% της κατανάλωσης φυσικού αερίου να προέρχονται από χώρες εκτός ΕΕ. Συνεπώς, στα πλαίσια της ομάδας «Κλίμα, ενέργεια και κινητικότητα» του προγράμματος Horizon Europe, εμφανίζεται για πρώτη φορά ο όρος της Κοιλάδας Ανανεώσιμης Ενέργειας. Η καινοτόμα πρωτοβουλία της ΕΕ συμβάλλει σημαντικά στην εφαρμογή του σχεδίου REPowerEU, στην προσπάθεια διαφοροποίησης των προμηθειών αερίου μέσω υψηλότερων επιπέδων βιώσιμου βιομεθανίου και πράσινου υδρογόνου και στην επιτάχυνση της πορείας της Ευρώπης προς την ανεξαρτησία από τα ορυκτά καύσιμα, αυξάνοντας το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας στην ευρωπαϊκή κατανάλωση ενέργειας. Παράλληλα, συνδράμουν στην αύξηση της διάδοσης τοπικών ή περιφερειακών λύσεων ανανεώσιμου ενεργειακού συστήματος για τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό, θερμότητα και καύσιμα. Επίσης, η ανάπτυξη Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας ευνοεί την δημιουργία νέων βιώσιμων θέσεων εργασίας που συνδέονται με τις αλυσίδες αξίας τοπικών ή περιφερειακών ανανεώσιμων ενεργειακών συστημάτων και, συνεπώς, ενισχύει την οικονομική ανάπτυξη των τοπικών κοινοτήτων. Ταυτόχρονα, η ασφάλεια και η αυτονομία του τοπικού εφοδιασμού ενέργειας στα κράτη-μέλη της ΕΕ διευκολύνεται και ενδυναμώνεται μέσω της εδραίωσης τέτοιων πρωτοβουλιών [28].

Οι Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας ορίζονται ως αποκεντρωμένα συστήματα ανανεώσιμης ενέργειας που προσφέρουν μια βιώσιμη, αποδοτική και οικονομικά προσιτή λύση στις ενεργειακές προκλήσεις. Για παράδειγμα, η τοπική παραγωγή και κατανάλωση, οι μειωμένες απώλειες μεταφοράς και διανομής χάρη στην εξάρτηση από τοπικά δίκτυα για τις ενεργειακές ανάγκες, η μεγαλύτερη επιχειρηματική ευελιξία και η μειωμένη εξάρτηση από ακριβές εισαγωγές καυσίμων, συμβάλλουν σε μεγαλύτερη ενεργειακή αυτονομία, ασφαλέστερο εφοδιασμό και χαμηλότερο, πιο σταθερό συνολικό ενεργειακό κόστος, συμπεριλαμβανομένου αυτού για τους μεμονωμένους πολίτες [28].

Με αυτή την πρωτοπόρα πρωτοβουλία, ο στόχος είναι η δημιουργία μιας «ζωντανής» κοιλάδας ανανεώσιμης ενέργειας σε τοπικές ή περιφερειακές κοινότητες, η οποία θα επιδεικνύει σε πραγματικές συνθήκες την βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική παραγωγή και αποθήκευση ανανεώσιμης ενέργειας από διάφορες τοπικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, παρέχοντας πολλαπλούς φορείς ανανεώσιμης ενέργειας, όπως ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα, ανανεώσιμα καύσιμα, βιομεθάνιο, βιοαέριο, υδρογόνο, καλύπτοντας πλήρως τις τοπικές ενεργειακές ανάγκες σε ετήσια βάση. Κατά τον σχεδιασμό της κοινότητας, επιβάλλεται να ληφθούν υπόψιν τόσο οι δυνατότητες σχετικά με την γεωγραφία, το κλίμα και τους φυσικούς πόρους όσο και οι διαφορετικοί τελικοί χρήστες των πολλαπλών φορέων ανανεώσιμης ενέργειας. Ταυτόχρονα, στα πλαίσια της κοινότητας, ευνοείται η ανάπτυξη και δοκιμή ενός ψηφιακού διδύμου του τοπικού ενεργειακού δικτύου για όλους του τύπους φορέων ενέργειας για λειτουργική ανάλυση, λεπτομερή πρόβλεψη ενέργειας και διαχείριση του τοπικού δικτύου. Επιπλέον, το τοπικό ή περιφερειακό ανανεώσιμο ενεργειακό σύστημα είναι απαραίτητο να αξιολογείται όσον αφορά την σταθερότητα, την ανθεκτικότητα και την καταλληλότητά του, ώστε να συμβαδίζει με τις τοπικές ανάγκες. Παράλληλα κρίνεται αναγκαίο, τόσο στην φάση του σχεδιασμού όσο και κατά την λειτουργία του εγχειρήματος, να αξιολογηθούν οι περιβαλλοντικές και οι κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις για την τοπική κοινότητα και να παρθούν μέτρα για την άμβλυνση των αρνητικών συνεπειών [28].

2.4.2 Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας στην Ευρώπη

Στην Ευρώπη, η ενσωμάτωση της παραγωγής και της κατανάλωσης καθαρής ενέργειας ενσαρκώνεται από τις Κοιλάδες Υδρογόνου, οι οποίες είναι κρίσιμες για την κλιμάκωση της οικονομίας υδρογόνου στην Ευρώπη, καθώς συνδυάζουν την παραγωγή καθαρού υδρογόνου, την αποθήκευσή του και την διανομή του στους τελικούς χρήστες [29]. Πιο συγκεκριμένα, το έργο HEAVENN, που ξεκίνησε το 2020 και εκτείνεται σε έξι τοποθεσίες, στοχεύει στην βελτιστοποίηση της ενσωμάτωσης της ηλιακής και αιολικής ενέργειας, χρησιμοποιώντας το υδρογόνο ως μέσο αποθήκευσης. Με αυτό τον τρόπο, το έργο έχει καταστεί κεντρικός ενεργειακός φορέας για περαιτέρω απανθρακοποίηση στους τομείς της βιομηχανίας, της θέρμανσης και των μεταφορών. Παράλληλα, το έργο BalticSeaH2 αποτελεί την πρώτη, μεγάλης κλίμακας Κοιλάδα Υδρογόνου γύρω από την Βαλτική Θάλασσα, μεταξύ νότιας Φινλανδίας και Εσθονίας, προβλέπει την παραγωγή έως 100.000 τόνων υδρογόνου ετησίως εντός 5 ετών και, συνεπώς, εδραιώνει την χρήση του στην παραγωγή, στην αποθήκευση και στην διανομή. Επιπλέον, το έργο North Adriatic Hydrogen Valley δημιουργεί ένα οικονομικό, κοινωνικό και βιομηχανικό οικοσύστημα που βασίζεται στο υδρογόνο, αξιοποιώντας τις δυνατότητες των τεσσάρων φορέων της τετραπλής έλικας [3].

Σε συνέχεια των παραπάνω πρωτοβουλιών της ΕΕ, στα πλαίσια του προγράμματος Horizon Europe, υποστηρίζονται δύο Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας με ευρωπαϊκή συνεισφορά, που βρίσκονται σε Ολλανδία και Ελλάδα, υποστηριζόμενα από εταίρους σε 14 κράτη-μέλη της ΕΕ. Αυτά τα δύο έργα αξιοποιούν τις τοπικές γεωγραφικές και φυσικές ιδιαιτερότητες και επενδύουν σε προηγμένες τεχνολογίες, με σκοπό να επιδείξουν πώς η τοπική ενεργειακή προσφορά και οι ανάγκες ευθυγραμμίζονται βέλτιστα, διασφαλίζοντας χαμηλότερο και πιο σταθερό συνολικό ενεργειακό κόστος για τους πολίτες [30].

Πιο συγκεκριμένα, η Κοιλάδα Ανανεώσιμης Ενέργειας του Άλκμααρ είναι μια καινοτόμος πρωτοβουλία που ξεκίνησε στην Ολλανδία και είναι γνωστή ως η πρώτη Κοιλάδα Ανανεώσιμης Ενέργειας στην Ευρώπη. Αυτή η μεσαίου μεγέθους περιοχή φιλοξενεί πάνω από 300 επιχειρήσεις και 3.000 νοικοκυριά, συνδεδεμένα σε ένα κοινό ενεργειακό δίκτυο.

Αποτελεί μέρος του χρηματοδοτούμενου από την ΕΕ έργου REFORMERS, το οποίο στοχεύει στην ανάπτυξη, υλοποίηση και διάδοση περιφερειακών οικοσυστημάτων, εστιάζοντας στην ανανεώσιμη ενέργεια. Η περιοχή που καλύπτει η Κοιλάδα Ανανεώσιμης Ενέργειας περιλαμβάνει κατοικίες, βιομηχανικές, εμπορικές και αγροτικές δραστηριότητες, με επίκεντρο το επιχειρηματικό πάρκο Boekelermeer. Η κοιλάδα ξεχωρίζει για την ενσωμάτωση διάφορων προσβάσιμων και διαρκώς επεκτεινόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική και η βιοενέργεια και την προώθηση της παραγωγής βιομεθανίου και υδρογόνου. Παράλληλα, οι υφιστάμενες υποδομές φυσικού αερίου ανασχεδιάζονται με σκοπό την ενίσχυση της διανομής και της αποθήκευσης ενέργειας [31].

Εκτός από την μεταμόρφωση του ενεργειακού συστήματος στο επιχειρηματικό πάρκο Boekelermeer, το πρόγραμμα εξυπηρετεί και άλλους τελικούς καταναλωτές στις περιοχές Overdie και Heiloo. Ειδικότερα, το Overdie είναι μια γειτονιά του Άλκμααρ με 4.000 κατοίκους, των οποίων τα σπίτια πρόκειται να συνδεθούν στο υφιστάμενο περιφερειακό δίκτυο θέρμανσης, αντικαθιστώντας το υπάρχον δίκτυο φυσικού αερίου. Ταυτόχρονα, το Heiloo, ένα γειτονικό χωριό του Άλκμααρ, φιλοξενεί 24.000 κατοίκους, οι οποίοι θα εξοπλιστούν με πρόσθετα ηλιακά πάνελ στις στέγες, 10 ατομικές και 1 συλλογική μονάδα μπαταριών, καθώς και 10 ατομικές μονάδες αποθήκευσης θερμότητας για τους κατοίκους και τις επιχειρήσεις. Συνεπώς, η Κοιλάδα Ανανεώσιμης Ενέργειας του Άλκμααρ αποτελεί πρότυπο για τις μελλοντικές κοιλάδες ενέργειας στην Ευρώπη, με έμφαση στην τοπικά παραγόμενη και καταναλωθείσα ενέργεια [31].

Επίσης, η Κοιλάδας Ανανεώσιμης Ενέργειας στο νησί της Κρήτης στοχεύει να συνδυάσει προηγμένες τεχνολογίες ΤΠΕ με κοινωνικές διαδικασίες καινοτομίας, μέσω της εμπλοκής ενδιαφερόμενων φορέων και αποδοτικών επιχειρηματικών μοντέλων. Η έμφαση δίνεται στην μετάβαση από ένα κεντροποιημένο σε ένα αποκεντρωμένο, ανανεώσιμο και χαμηλών εκπομπών άνθρακα ενεργειακό τοπίο. Το Crete REV-Lab, όπως ονομάζεται, θα καλύπτει πλήρως τις τοπικές ενεργειακές ανάγκες σε ετήσια βάση, χρησιμοποιώντας μια ποικιλία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που περιλαμβάνουν την ηλιακή και αιολική ενέργεια, την γεωθερμία, την βιομάζα, το βιοαέριο και το υδρογόνο, και αξιοποιώντας τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας. Αποτελείται από 4 Εργαστήρια Κοινοτικής Ενέργειας, τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία της Κρήτης, λειτουργώντας ως Κόμβοι Καινοτομίας. Τα Εργαστήρια έχουν σχεδιαστεί ώστε να επιδεικνύουν, υπό πραγματικές συνθήκες, καλύτερη διαχείριση πολλαπλών ενεργειακών φορέων βασισμένη σε δεδομένα, καθώς και λειτουργία για βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική παραγωγή και αποθήκευση ανανεώσιμης ενέργειας [3].

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι τοποθεσίες έχουν επιλεγεί λόγω του δυναμικού τους για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και της δυνατότητας να λειτουργούν ως πρότυπα για βιώσιμη ανάπτυξη και ενεργειακή αυτονομία. Πιο συγκεκριμένα, το χωριό Άρβη στα νότια της Κρήτης, αξιοποιεί την γεωθερμία, με την εγκατάσταση ενός συστήματος γεωανταλλαγής ανοιχτού κυκλώματος, και τα φωτοβολταϊκά για να μειώσει δραστικά την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, προσφέροντας ενεργειακή αυτονομία στους κατοίκους του. Παράλληλα, το οροπέδιο Λασιθίου χρησιμοποιεί μια μονάδα βιοαερίου και μικρούς ανεμόμυλους για την εξάλειψη της εξάρτησης από το πετρέλαιο και την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της περιοχής. Επιπλέον, το Αρκαλοχώρι αξιοποιεί την βιομάζα από κλαδέματα ελαιόδεντρων και μικρές ανεμογεννήτριες για να προσφέρει οικονομικές λύσεις θέρμανσης και ηλεκτροπαραγωγής. Ταυτόχρονα, ο Αθρινόλακκος Λασιθίου επενδύει στην παραγωγή και χρήση πράσινου υδρογόνου για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και την υποστήριξη βιώσιμων μεταφορών με υδρογονοκίνητα λεωφορεία [3].

Κεφάλαιο 3 Εύρεση Καίριων Δεικτών Απόδοσης

3.1 Η έννοια των ΚΔΑ

Η αξιολόγηση της αποδοτικότητας των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας είναι ζωτικής σημασίας στην διαχείριση έργων, ώστε να διερευνηθεί σε ποιο βαθμό οι στόχοι του έργου επιτυγχάνονται. Σε αυτή την προσπάθεια, χρησιμοποιείται ο όρος των Καίριων Δεικτών Απόδοσης (Key Performance Indicators, ΚΔΑ). Πρόκειται για ποσοτικούς και ποιοτικούς δείκτες που μετρούν την απόδοση και την επιτυχία ενός έργου, δηλαδή την επίτευξη των στρατηγικών στόχων που έχουν τεθεί [32].

Τα ΚΔΑ παρέχουν ένα ξεκάθαρο και μετρήσιμο τρόπο παρακολούθησης της εξέλιξης ενός έργου. Πιο συγκεκριμένα, συμβάλλουν στην παρακολούθηση της προόδου και της επίτευξης των στόχων του εκάστοτε έργου. Ταυτόχρονα, λειτουργούν ως σύστημα έγκαιρης προειδοποίησης, επισημαίνοντας προβληματικές περιοχές που χρειάζονται βελτίωση. Επίσης, παρέχουν αξιόπιστα δεδομένα για να διευκολύνουν την λήψη αποφάσεων σε κάθε βήμα υλοποίησης ενός έργου. Όταν εισάγονται νέες στρατηγικές ή αλλαγές, τα ΚΔΑ μετρούν τον αντίκτυπό τους συγκρίνοντας τα αποτελέσματα πριν και μετά τις παρεμβάσεις. Τέλος, η σωστή επιλογή ΚΔΑ από την αρχή ενός έργου διασφαλίζει ότι όλοι οι εμπλεκόμενοι έχουν κατανοήσει τις ευθύνες τους και εργάζονται για την εκπλήρωση των κοινών στόχων [33].

Η επιλογή των κατάλληλων ΚΔΑ μέσα από μια ποικιλία γενικών δεικτών αποτελεί μια περίπλοκη και απαιτητική διαδικασία. Έπειτα από μία βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τον σχεδιασμό των Καίριων Δεικτών Απόδοσης, τα ΚΔΑ οφείλουν να είναι σχετικά και ευθυγραμμισμένα με συγκεκριμένους στόχους, προτεραιότητες και επιδιώξεις του ενεργειακού έργου, ώστε να παρέχουν ουσιαστική πληροφόρηση για την πρόοδο προς αυτή την κατεύθυνση [34]. Ταυτόχρονα, είναι σημαντικό η διατύπωση των ΚΔΑ να είναι κατανοητή από κάθε χρήστη, ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία αξιολόγησης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων από κάθε εμπλεκόμενο [34]. Η σαφήνεια και η απλότητα στην παρουσίαση των ΚΔΑ συμβάλλουν στην ορθή λήψη αποφάσεων και στην παρακολούθηση της προόδου. Επιπλέον, ο ορισμός και η μέθοδος υπολογισμού των ΚΔΑ οφείλουν να είναι ξεκάθαρα και κατανοητά, ενισχύοντας την αξιοπιστία τους [34]. Αυτό προϋποθέτει την μέτρησή τους με συνέπεια σε βάθος χρόνου, διασφαλίζοντας οι πληροφορίες που παρέχουν είναι ακρίβεις και αντιπροσωπευτικές της πραγματικότητας. Με αυτό τον τρόπο, οι εμπλεκόμενοι λαμβάνουν αποφάσεις στηριζόμενοι σε σταθερά και έγκυρα δεδομένα, δίνοντας παράλληλα την δυνατότητα σύγκρισης των μετρήσεων στο πέρασμα του χρόνου. Επίσης, είναι απαραίτητο τα δεδομένα που απαιτούνται για τον υπολογισμό τους να είναι εύκολα προσβάσιμα, προσθέτοντας ένα ακόμα χαρακτηριστικό στα ΚΔΑ, την έννοια της διαθεσιμότητας [32]. Συνεπώς, διασφαλίζεται η συστηματική και έγκαιρη παρακολούθηση των επιδόσεων του έργου. Τέλος, τα ΚΔΑ είναι καλό να μπορούν να αποδοθούν με σαφήνεια μέσω αριθμητικών δεδομένων, δηλαδή να είναι μετρήσιμα [32]. Ακόμα και όταν πρόκειται για ποιοτικά ΚΔΑ, είναι σημαντικό να βασίζονται σε ποσοτικές μετρήσεις, οι οποίες προκύπτουν από ερωτηματολόγια ή άλλες μορφές συλλογής δεδομένων.

3.2 Διαδικασία επιλογής κατάλληλων ΚΔΑ

Για την εδραίωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου αξιολόγησης ενεργειακών κοιλάδων, απαιτείται μια σειρά από ΚΔΑ που επιτρέπουν μια αντικειμενική και ολιστική μέτρηση των επιδόσεων του έργου σε πολλούς τομείς. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτενής

βιβλιογραφική ανασκόπηση και ανάλυση αντίστοιχων έργων και επιστημονικών δημοσιεύσεων, που επικεντρώνονται στον μετασχηματισμό των ενεργειακών συστημάτων μέσω ανανεώσιμης ενέργειας. Η ανάλυση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας επέτρεψε τον εντοπισμό κρίσιμων παραμέτρων και βέλτιστων πρακτικών που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα για την αποτίμηση της ωριμότητας και της βιωσιμότητας παρόμοιων ενεργειακών έργων. Πιο συγκεκριμένα, προσδιορίστηκε ο συνήθης τρόπος κατηγοριοποίησης που χρησιμοποιείται σε τέτοιου είδους περίπλοκα και πολυδιάστατα έργα, διευκολύνοντας την κατανόηση και ταξινόμησή τους. Στην συνέχεια, εφαρμόστηκαν συγκεκριμένα κριτήρια επιλογής των ΚΔΑ, τα οποία διαμορφώθηκαν με γνώμονα την συνάφεια των δεικτών με τους στρατηγικούς στόχους των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας. Παράλληλα, αξιολογήθηκε η ικανότητά τους να ανταποκρίνονται πλήρως στις θεμελιώδεις απαιτήσεις της μετρησιμότητας, της ακρίβειας, της διαφάνειας και της προσβασιμότητας που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 3.1. Οι επιλεγμένοι ΚΔΑ εισήχθησαν σε ένα αρχείο Excel για την καλύτερη οργάνωση και διαχείρισή τους. Κάθε ΚΔΑ περιλάμβανε περιγραφή, μεθοδολογία υπολογισμού, το είδος του ΚΔΑ, καθώς και η πηγή από την οποία προήλθε. Επιπλέον, σε κάθε ΚΔΑ αποδόθηκε ένα μοναδικό αναγνωριστικό προσαρμοσμένο στην κατηγορία στην οποία ανήκει για την διευκόλυνση της αναφοράς και της ταξινόμησής τους.

Πιο συγκεκριμένα, η βιβλιογραφική ανασκόπηση βασίστηκε στα έργα SunHorizon, LIGHTNESS, CITYkeys, X-FLEX, Atelier, MAKING-CITY, OneNet, RESPONSE, STORY, LocalRES, NetZeroCities και ENPOWER. Πρόκειται για πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αξιοποιούν προηγμένες και έξυπνες τεχνολογίες με απώτερο σκοπό την ενεργειακή μετάβαση. Οι στόχοι και οι προσεγγίσεις τους ευθυγραμμίζονται με το όραμα και τις στρατηγικές κατευθύνσεις των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας.

3.2.1 Το έργο SunHorizon

Πιο συγκεκριμένα, το έργο SunHorizon διερευνά νέους τρόπους για την μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην παραγωγή θέρμανσης και ψύξης [35]. Το έργο επικεντρώνεται στο πώς ο σωστός συνδυασμός προηγμένων τεχνολογιών, που αναφέρονται ως Πακέτα Τεχνολογίας (Technology Packages – TP) μπορεί να φέρει την επανάσταση στην ενεργειακή αποδοτικότητα και βιωσιμότητα στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Αυτά τα Πακέτα Τεχνολογίας ενσωματώνουν καινοτόμες λύσεις, όπως φωτοβολταϊκά πάνελ και αντλίες θερμότητας, που παρακολουθούνται μέσω ενός εξελιγμένου ελεγκτή με δυνατότητες προληπτικής συντήρησης. Ο συνδυασμός αυτό στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της σπατάλης ενέργειας, την έγκαιρη ανίχνευση βλαβών στον εξοπλισμό, την μέγιστη αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την αύξηση της ενεργειακής αυτάρκειας, τον περιορισμό των τοπικών ενεργειακών δαπανών και την σημαντική μείωση των εκπομπών CO₂ [36]. Το έργο περιλαμβάνει οκτώ επιδεικτικούς χώρους με Πακέτα Τεχνολογιών σε εννέα διαφορετικούς τύπους κτιρίων και τρεις τύπους κλίματος, με σκοπό να δοκιμαστούν ο εξοπλισμός και τα έξυπνα εργαλεία παρακολούθησης σε διαφορετικά πλαίσια και χώρες.

Οι τρεις ερευνητικοί πυλώνες που αλληλεπιδρούν με στόχο την επιτυχία του έργου περιλαμβάνουν τον βελτιστοποιημένο σχεδιασμό και κατασκευή των τεχνολογιών του SunHorizon, την έξυπνη λειτουργική παρακολούθηση, καθώς και την διαχείριση και αξιολόγηση βασισμένη σε ΚΔΑ [37]. Συνεπώς, είναι καθοριστικής σημασίας ο προσδιορισμός ΚΔΑ, που διευκολύνουν την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της απόδοσης για κάθε Πακέτου Τεχνολογίας, επιτρέποντας την σύγκριση μεταξύ της αρχικής κατάστασης και της περιόδου μετά την αναβάθμιση για τις βελτιώσεις που επιτεύχθηκαν. Ταυτόχρονα, οι ΚΔΑ είναι χρήσιμοι για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό των συνόλων

δεδομένων που είναι απαραίτητο να παρακολουθούνται, των αισθητήρων και του εξοπλισμού συλλογής δεδομένων. Μέσω συζητήσεων σε τηλεδιασκέψεις με συμμετοχή των εταίρων και των ειδικών, καθώς και με την βοήθεια εκθέσεων συντήρησης και εγχειριδίων από τους παρόχους τεχνολογίας του SunHorizon, τεκμηριώθηκε ένα ολοκληρωμένο σύνολο δώδεκα ΚΔΑ, οι οποίοι είναι σε μεγάλο βαθμό εφαρμόσιμοι σε όλους επιδεικτικούς χώρους επιτρέποντας μια ενιαία ανάλυση της συνολικής απόδοσης. Οι ΚΔΑ επικεντρώνονται σε τέσσερις βασικούς τομείς που αφορούν την τεχνική απόδοση, που περιλαμβάνει 3 ΚΔΑ, την οικονομική απόδοση, η οποία αξιολογείται με γνώμονα 5 ΚΔΑ, την περιβαλλοντική απόδοση, που αποτιμάται με βάση 1 ΚΔΑ, καθώς και την ευημερία των χρηστών, που αναλύεται διακρίνοντας 3 ΚΔΑ. Στην συνέχεια, ακολουθεί μια ολοκληρωμένη ανάλυση, που περιλαμβάνει την περιγραφή, τον σκοπό, την μονάδα μέτρησης, την μέθοδο υπολογισμού καθώς και τα δεδομένα που απαιτεί, την περίοδο αναφοράς και το κατώφλι του εκάστοτε ΚΔΑ στα πλαίσια του έργου SunHorizon [36].

3.2.2 Το έργο LIGHTNESS

Σε συνέχεια της βιβλιογραφικής ανάλυσης, μελετήθηκε το έργο LIGHTNESS, το οποίο αποσκοπεί στην ενδυνάμωση των πολιτών, ώστε να παράγουν, να μοιράζονται και να πωλούν ανανεώσιμη ενέργεια μέσω των Ενεργειακών Κοινοτήτων Πολιτών (CEC), νομικές οντότητες που αποτελούνται από ενώσεις πολιτών, συνεταιρισμούς, τοπικές αρχές και επιχειρήσεις που συνεργάζονται για να συμμετέχουν στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, ενισχύοντας τον ρόλο των μελών της στην ενεργειακή μετάβαση [38]. Η ομάδα του LIGHTNESS εργάζεται συστηματικά ώστε να αναλύσει τις ανάγκες και τις ευκαιρίες για κάθε πιλοτική περίπτωση σε Πολωνία, Ολλανδία, Γαλλία, Ιταλία και Ισπανία και να διευκολύνει τις διαδικασίες τοπικής συμμετοχής για την εμπλοκή των τελικών χρηστών, επαγγελματιών και υπεύθυνων χάραξης πολιτικής. Παράλληλα, παρέχει τεχνολογικές συσκευές και εργαλεία παρακολούθησης για την υποστήριξη των πολιτών στην δημιουργία, κοινή χρήση και πώληση ενέργειας, καθώς και στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών CO₂. Ταυτόχρονα, στην προσπάθεια του έργου να αφήσει το κοινωνικό του αποτύπωμα, το έργο ευαισθητοποιεί την κοινωνία για την νέα ενεργειακή κουλτούρα με στόχο μια δίκαιη ενεργειακή μετάβαση [39].

Χάρη στο έργο LIGHTNESS, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων αποκτούν ένα εργαλείο αξιολόγησης για την αποτελεσματική ανάπτυξη των Ενεργειακών Κοινοτήτων Πολιτών και την αξιόπιστη ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ο ορισμός ΚΔΑ για την πολυκριτήρια ανάλυση είναι κρίσιμος για την αξιολόγηση, μέτρηση, σύγκριση και ποσοτικοποίηση της απόδοσης μιας κοινότητας, ιδίως για τις ΕΚΠ που αποτελούν νέα, πολύπλοκα και πολυπαραγοντικά μοντέλα οργάνωσης. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η αναγνώριση των βασικών τομέων που επηρεάζουν την κοινότητα και περιλαμβάνουν την ενέργεια, το περιβάλλον, την οικονομία, την κοινωνία, τα νομικά θέματα και των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών. Η μεθοδολογική προσέγγιση προέκυψε από συνεργασία μεταξύ των εταίρων, οι οποίοι παρέχουν γνώση σχετική με την ειδικότητά τους, συζητούν για τον καθορισμό των τιμών καθώς και των ΚΔΑ, ορίζοντας την περιγραφή, την πηγή δεδομένων, την μονάδα μέτρησης, του τρόπου υπολογισμού και τα ενδιαφερόμενα μέλη που εμπλέκονται με κάθε ΚΔΑ [39].

Πιο συγκεκριμένα σε συνέχεια της προηγούμενης μεθοδολογίας, προκύπτουν 9 ΚΔΑ, που παρέχουν αναλυτικές και ποσοτικές μετρήσεις της απόδοσης από ενεργειακή άποψη και 2 ΚΔΑ, που αντικατοπτρίζουν τις επιπτώσεις των Ενεργειακών Κοινοτήτων Πολιτών στο περιβάλλον. Παράλληλα, ορίζονται 7 ΚΔΑ, που αξιολογούν την οικονομική

αποδοτικότητα των επενδύσεων ώστε η προτεινομένη λύση να είναι βιώσιμη και ελκυστική τόσο για τους επιχειρηματικούς εταίρους και επενδυτές όσο και για τους τελικούς χρήστες. Επίσης, η έντονη κοινωνική διάσταση, που στοχεύει στην προώθηση μιας δίκαιης και βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης των Κοινοτήτων διερευνάται μέσα από 6 ΚΔΑ. Ταυτόχρονα, η παρακολούθηση και η αξιολόγηση του νομοθετικού πλαισίου επιτυγχάνεται με την βοήθεια 5 ΚΔΑ, ώστε να εντοπιστούν τυχόν ρυθμιστικά εμπόδια. Τέλος, οι 4 ΚΔΑ στον τομέα των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών βοηθούν στην συλλογή, επεξεργασία και μέτρηση του μεγάλου όγκου δεδομένων που κυκλοφορεί εντός της κοινότητας [39].

3.2.3 Το έργο CITYkeys

Ταυτόχρονα, το έργο CITYkeys ανέπτυξε και επικύρωσε ένα ολιστικό πλαίσιο μέτρησης της απόδοσης για την εναρμονισμένη και διαφανή παρακολούθηση και σύγκριση των δραστηριοτήτων των ευρωπαϊκών πόλεων κατά την υλοποίηση λύσεων Έξυπνης Πόλης, που στοχεύουν στην υιοθέτηση ψηφιακών λύσεων για αποτελεσματικότερη χρήση των ενεργειακών πόρων και μείωση των εκπομπών [40]. Για την ανάπτυξη της μεθοδολογίας, απαιτείται εκτεταμένη συνεργασία και επικοινωνία με τις ευρωπαϊκές πόλεις, δημιουργία βάσης δεδομένων μέσω ανάλυσης και ενσωμάτωσης υπαρχόντων αποτελεσμάτων από προγενέστερες πρωτοβουλίες, ορισμός ενός συνόλου ΚΔΑ για την αξιολόγηση και την σύγκριση πρωτοβουλιών Έξυπνων Πόλεων, καθώς και έξυπνες λύσεις για την διαφανή και ανοικτή συλλογή και επεξεργασία δεδομένων.

Η μέτρηση της επίδρασης ενός έργου Έξυπνης Πόλης περιλαμβάνει την σύγκριση της κατάστασης πριν και μετά την εφαρμογή του έργου. Αξίζει να σημειωθεί ότι μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση περιλαμβάνει μια εκτενή περιγραφή του πλαισίου του έργου, των δραστηριοτήτων και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, της χρηματοδότησης, του επιχειρηματικού μοντέλου, καθώς και της διαδικασίας εφαρμογής [41]. Το πλαίσιο μέτρησης απόδοσης CITYkeys είναι δομημένο γύρω από τις κατηγορίες «Άνθρωποι», που προσεγγίζει την κοινωνική διάσταση του έργου, «Πλανήτης», που αναλύει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του, «Ευημερία», που εστιάζει στην επίδραση του έργου στην τοπική οικονομία, «Διακυβέρνηση», που εξετάζει την λειτουργία της τοπικής διακυβέρνησης και «Διάδοση», που επικεντρώνεται στην δυνατότητα κλιμάκωσης των λύσεων που εφαρμόζονται σε ευρύτερο επίπεδο [42].

Κάθε προαναφερθείσα θεματική ενότητα περιλαμβάνει υποθέματα που είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με αντίστοιχους στόχους, ώστε να υπογραμμιστεί η σχέση μεταξύ των στόχων και των δεικτών και να παρέχεται η βάση για την σύγκριση των δεικτών μεταξύ τους. Πιο συγκεκριμένα, η κατηγορία «Άνθρωποι» εξετάζει την μακροπρόθεσμη ελκυστικότητα των πόλεων για ένα ευρύ φάσμα χρηστών, ειδικά των ευάλωτων, ανάλογα με την ποιότητα ζωής που προσφέρουν μέσα από 6 ΚΔΑ. Επιπλέον, η πλευρά του «Πλανήτη» εξετάζεται με την βοήθεια 5 ΚΔΑ, που αξιολογούν την προσαρμοστικότητα των πόλεων στην κλιματική αλλαγή και την συνεισφορά σε μια πιο καθαρή πόλη. Παράλληλα, η «Ευημερία», μέσα από 6 ΚΔΑ, αναφέρεται στην οικονομική βιωσιμότητα και την αξία ενός έργου έξυπνης πόλης για μια γειτονιά, για τους χρήστες και τους εμπλεκόμενους φορείς. Ταυτόχρονα, ο τομέας της «Διακυβέρνησης» περιλαμβάνει 3 ΚΔΑ και συμβάλλει στην επιτυχημένη υλοποίηση έργων και στην αυξημένη υποστήριξη σε πρωτοβουλίες Έξυπνων Πόλεων. Τέλος, η «Διάδοση» στοχεύει στην αξιολόγηση της δυνατότητας αναπαραγωγής και κλιμάκωσης των λύσεων σε ευρύτερη κλίμακα με την βοήθεια 2 ΚΔΑ [41].

3.2.4 Το έργο X-FLEX

Παράλληλα, μελετήθηκε το έργο X-FLEX, το οποίο ενθαρρύνει όλους τους εμπλεκόμενους φορείς να συμμετέχουν ενεργά στις αγορές ενέργειας με σκοπό την αύξηση της ευελιξίας και την αποτελεσματικότερη διαχείριση της ενέργειας στα έξυπνα δίκτυα [43]. Το έργο περιλαμβάνει την ανάπτυξη τριών εργαλείων για την εφαρμογή ευελιξίας στα έξυπνα δίκτυα. Πιο συγκεκριμένα, το MARKETFLEX παρέχει μηχανισμούς αγοράς που ενθαρρύνουν την ευελιξία, το GRIDFLEX εισάγει τεχνολογίες έξυπνων δικτύων για βέλτιστη παρατήρηση και εργαλεία για αυξημένη αυτοματοποίηση και έλεγχο του δικτύου και το SERVIFLEX διασφαλίζει μέτρα ευελιξίας και υπηρεσίες δικτύου μέσω αποθήκευσης και απόκρισης ζήτησης. Η υλοποίηση του έργου αποσκοπεί στην βελτίωση της ευελιξίας του δικτύου, στην αύξηση της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, εξασφαλίζοντας παράλληλα την οικονομική προσιτότητα της ενέργειας και στην ενίσχυση της ασφάλειας και της σταθερότητας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Ταυτόχρονα, η επίδειξη του αντίκτυπου του έργου, η υπέρβαση υφιστάμενων εμποδίων μέσω συνεργασίας με παρόμοια έργα χρηματοδοτούμενα από την ΕΕ και η ανάπτυξη δράσεων διάχυσης και επικοινωνίας για την μεγιστοποίηση του αντίκτυπου τόσο για τους εμπλεκόμενους φορείς όσο και για το ευρύτερο κοινό στην Ευρώπη [44].

Η κατηγοριοποίηση που επιλέγεται για την αξιολόγηση της απόδοσης του έργου αφορά τον τεχνικό, οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό τομέα, δίνοντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της συμβολής των λύσεων του X-FLEX στην δημιουργία ενός πιο ευέλικτου και ανθεκτικού ενεργειακού δικτύου. Μια επαναληπτική διαδικασία, που διεξήχθη σε διάστημα αρκετών μηνών, δια σφάλισε ότι οι ΚΔΑ αναθεωρήθηκαν και επικυρώθηκαν από τους συνεργάτες, συμπεριλαμβανομένων των προγραμματιστών εργαλείων και των χειριστών πιλοτικών τοποθεσιών. Κάθε ΚΔΑ αποδόθηκε στους αντίστοιχους ενδιαφερόμενους για παρακολούθηση και έλεγχο, διασφαλίζοντας την συνέπεια. Συνεπώς, για κάθε κατηγορία ορίζονται ΚΔΑ που είναι ευθυγραμμισμένοι με τους στόχους του έργου και είναι χωρισμένοι σε κατηγορίες. Πιο συγκεκριμένα, οι τεχνικές επιδόσεις και η ανθεκτικότητα του δικτύου αξιολογείται με την βοήθεια 27 ΚΔΑ. Επίσης, η χρήση ανάλυσης κόστους-οφέλους και άλλων οικονομικών δεικτών, μέσα από 7 ΚΔΑ, που προσαρμόζονται στα επιχειρηματικά μοντέλα κάθε στοιχείου του έργου αποτυπώνει την οικονομική βιωσιμότητα των λύσεων. Παράλληλα, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των τεχνολογιών από την παραγωγή μέχρι το τέλος της ζωής τους σκιαγραφείται μέσω 3 ΚΔΑ και η κοινωνική διάσταση, που περιλαμβάνει την ικανοποίηση του τελικού χρήστη από τις καινοτόμες λύσεις του έργου, αξιολογείται ορίζοντας 4 ΚΔΑ [44].

3.2.5 Το έργο ATELIER

Επίσης, στην προσπάθεια προσδιορισμού των κατηγοριών ΚΔΑ, λήφθηκε υπόψιν το έργο ATELIER, που επικεντρώνεται στην δημιουργία Περιοχών με Θετικό Ενεργειακό Ισοζύγιο (PEDs) σε Άμστερνταμ και Μπιλμπάο, οι οποίες παράγουν περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνουν και είναι καθοριστικές για την δημιουργία κλιματικά ουδέτερων πόλεων. Ο σχεδιασμός των PEDs επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση βασικών ενεργειακών αρχών, που περιλαμβάνουν την παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας, την ενεργειακή αυτονομία και τις μηδενικές εκπομπές CO₂. Μέσω αυτών των περιοχών, το έργο καταφέρνει να ενισχύσει το τοπικό οικοσύστημα καινοτομίας, απομακρύνοντας νομικά, χρηματοοικονομικά ή κοινωνικά εμπόδια για την υλοποίηση έξυπνων λύσεων. Τα PED Innovation Ateliers, όπως ονομάζονται, είναι αυτοσυντηρούμενα, διασφαλίζοντας την

συνέχισή τους για μεγάλο χρονικό διάστημα και μετά το πέρας του έργου και λειτουργώντας ως κίνητρα για την κλιμάκωση και την αναπαραγωγή έξυπνων λύσεων σε ευρύτερο επίπεδο [45].

Το έργο ATELIER δημιουργεί ένα κοινό πλαίσιο για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του στους τομείς της ενέργειας, του περιβάλλοντος, της οικονομίας και της επιχειρηματικής ανάπτυξης, της κινητικότητας, της κοινωνίας και της συμμετοχής των πολιτών, της διακυβέρνησης και της διάχυσης της γνώσης [46]. Πιο συγκεκριμένα, ο τομέας της ενέργειας, που ορίζει 13 ΚΔΑ, εστιάζει στην ενεργειακή απόδοση και στην αύξηση της διείσδυσής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με σκοπό την επίτευξη πλεονάζουσας ενέργειας στα PEDs. Παράλληλα, η κινητικότητα περιλαμβάνει 4 ΚΔΑ, οι οποίοι αξιολογούν τόσο τις υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων όσο και τις έξυπνες υπηρεσίες κινητικότητας με στόχο την μείωση χρήσης αυτοκινήτων και την μετάβαση σε βιώσιμες μορφές μεταφοράς αντί ορυκτών καυσίμων.

Επίσης, η παρακολούθηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου στις περιοχές των PEDs υλοποιείται με 12 ΚΔΑ, μελετώντας τις επιπτώσεις σε όλο τον κύκλο ζωής των παρεμβάσεων ώστε να διασφαλιστεί μια ολιστική προσέγγιση για την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Ταυτόχρονα, τα επιχειρηματικά μοντέλα για την κατασκευή, την λειτουργία και την συντήρηση των PEDs, καθώς και η ευρύτερη οικονομική επίδραση του έργου σκιαγραφούνται με την βοήθεια 7 ΚΔΑ. Η ανάπτυξη ενός βιώσιμου, έξυπνου και προσιτού για όλους τους πολίτες ενεργειακού συστήματος επιτυγχάνεται μέσω 4 ΚΔΑ, που συνδυάζουν ποιοτικούς δείκτες με ποιοτικές μεθόδους δυναμικής αξιολόγησης. Επιπλέον, οι προσπάθειες κλιμάκωσης των ήδη υπαρχόντων εγκαταστάσεων, με περαιτέρω ενσωμάτωση ΑΠΕ και εξάπλωση των έξυπνων λύσεων, καθώς και αναπαραγωγής των λύσεων σε άλλες περιοχές διερευνώνται μέσω 4 ΚΔΑ. Τέλος, ορίζονται 4 ΚΔΑ που αξιολογούν την διαδικασία παραγωγής και διαμοιρασμού της γνώσης, που επιτυγχάνεται μέσω της παρακολούθησης των πιλοτικών εφαρμογών, των εξειδικευμένων ερευνητικών δραστηριοτήτων, της εμπλοκής ενδιαφερόμενων φορέων και της συνεργασίας με άλλα έργα [46].

3.2.6 Το έργο MAKING-CITY

Επιπλέον, το έργο MAKING-CITY στοχεύει στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων στρατηγικών για την μετάβαση των αστικών ενεργειακών συστημάτων, δίνοντας έμφαση στην προσέγγιση των Περιοχών Θετικού Ισοζυγίου (PEDs), δηλαδή των περιοχών που σχεδιάζονται ώστε να παράγουν περισσότερη ενέργεια από αυτή που καταναλώνουν [47]. Το έργο αναπτύσσει μια μεγάλης κλίμακας επίδειξη τριών PEDs σε πόλεις της Ολλανδίας και της Φινλανδίας, όπου εφαρμόζεται ένα αυστηρό πρόγραμμα παρακολούθησης και αξιολόγησης, δίνοντας έμφαση στην συλλογή δεδομένων, στην συμμόρφωση με τους κανόνες, το πλαίσιο αξιολόγησης και την ενσωμάτωση σε μια πλατφόρμα παρακολούθησης. Στόχοι του έργου είναι η αναβάθμιση των κτιρίων για την μέγιστη απόδοση των υποδομών, η αύξηση των ανανεώσιμων πηγών για την παραγωγή αυτόνομης πράσινης ενέργειας, ο σχεδιασμός, η προσαρμογή και η αναβάθμιση συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, η ανάπτυξη συστημάτων αποθήκευσης και μεταφοράς για την πρόβλεψη υψηλής ζήτησης ενέργειας και την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης δημόσιας χρήσης για την ενίσχυση της ηλεκτροκίνησης [48].

Το πλαίσιο αξιολόγησης περιλαμβάνει δείκτες που επιλέγονται για την παρακολούθηση των δράσεων που υλοποιούνται στις περιοχές επίδειξης και την αποτίμηση των δράσεων των πόλεων. Για την αξιολόγηση αυτής της πρωτοβουλίας, αναπτύσσονται

ΚΔΑ που εκτείνονται σε διαφορετικές διαστάσεις, που αφορούν την ενέργεια, το περιβάλλον, την ηλεκτροκίνηση, την οικονομία, την ευελιξία του συστήματος και την κοινωνία [49]. Πιο συγκεκριμένα, η μέτρηση της αποτελεσματικότητας των δράσεων για την επίτευξη βιώσιμης ενεργειακής μετάβασης και μείωσης του περιβαλλοντικού αποτυπώματος επιτυγχάνονται με την βοήθεια 9 ΚΔΑ. Παράλληλα, 2 ΚΔΑ μελετούν την διείσδυση της ηλεκτροκίνησης μέσω της ανάπτυξης δημοσίων σταθμών φόρτισης και 3 ΚΔΑ αξιολογούν την ικανότητα του συστήματος να ανταποκρίνεται στις μεταβαλλόμενες ενεργειακές απαιτήσεις, είτε σε περιόδους υψηλής ζήτησης είτε διακοπής παροχής, μέσω ενσωμάτωσης έξυπνων τεχνολογιών. Επίσης, ο τομέας της οικονομίας επικεντρώνεται στην δημιουργία βιώσιμων οικονομικών μοντέλων που υποστηρίζουν την ανάπτυξη και αναπαραγωγή των PEDs και σκιαγραφείται μέσα από 3 ΚΔΑ. Τέλος, η κοινωνική διάσταση του έργου, που αφορά την αύξηση της ευαισθητοποίησης των πολιτών σχετικά με την βιωσιμότητα, την ενίσχυση της ενεργειακής κουλτούρας καθώς και την βελτίωση της ποιότητας ζωής, διερευνάται μέσα από 3 ΚΔΑ [49].

3.2.7 Το έργο OneNet

Ταυτόχρονα, μια ακόμα προσέγγιση για την κατηγοριοποίηση των ΚΔΑ δίνει το έργο OneNet, που αποσκοπεί στην δημιουργία των κατάλληλων συνθηκών για μια νέα γενιά υπηρεσιών δικτύου, αξιοποιώντας την απόκριση ζήτησης, την αποθήκευση ενέργειας και την αποκεντρωμένη παραγωγή για την διευκόλυνση πρόσβασης του καταναλωτή στην αγορά ενέργειας. Η ευελιξία και η ψηφιοποίηση αποτελούν βασικούς πόρους και μοχλούς για την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος, στοχεύοντας στην ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των Διαχειριστών Συστήματος Μεταφοράς (TSO) και των Διαχειριστών Συστημάτων Διανομής (DSO), την ενσωμάτωση ανανεώσιμης ενέργειας, την βελτίωση της λειτουργίας του δικτύου και την σταθεροποίηση του κόστους μελλοντικών συνδέσεων. Το έργο περιλαμβάνει 15 ευρωπαϊκές χώρες, προάγοντας την διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ των επιδεικτικών προγραμμάτων.

Οι δραστηριότητες του έργου βασίζονται σε τρεις κύριους πυλώνες, που περιλαμβάνουν τον ορισμό ενός κοινά αποδεκτού σχεδιασμού αγοράς για την Ευρώπη, μέσω της τυποποίησης προϊόντων και βασικών παραμέτρων για υπηρεσίες δικτύου, τον ορισμό μιας κοινής αρχιτεκτονικής και διεπαφών πληροφορικής, που δημιουργούν ένα διαλειτουργικό δίκτυο πλατφορμών, το οποίο διασφαλίζει την καθολική πρόσβαση των συμμετεχόντων ανεξαρτήτως γεωγραφικής θέσης και την επικύρωση των προτεινόμενων λύσεων μέσω δοκιμών σε ευρύτερο επίπεδο [50].

Η ποικιλομορφία των δραστηριοτήτων επίδειξης στο πλαίσιο του έργου απαιτεί την κατηγοριοποίηση των ΚΔΑ ώστε η αξιολόγηση να είναι ολιστική και να καλύπτει τις διαφορετικές πτυχές επιρροής του. Πιο συγκεκριμένα, ορίζονται 8 γενικοί ΚΔΑ, που καταγράφουν τα γενικά χαρακτηριστικά μιας δραστηριότητας επίδειξης στο πλαίσιο του συντονισμού TSO-DSO-Καταναλωτών και λειτουργούν ως βάση για την παρακολούθηση και την αξιολόγηση του έργου. Παράλληλα, η εκτίμηση της οικονομικής αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας των λύσεων πραγματοποιείται μέσα από 2 ΚΔΑ, που σκιαγραφούν την επίδραση του έργου στον τομέα της οικονομίας. Επιπλέον, ο τομέας του περιβάλλοντος και της κοινωνίας αξιολογείται με 3 ΚΔΑ, που αναδεικνύουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και τις κοινωνικές αλλαγές που επιφέρει το έργο. Ταυτόχρονα, ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στους 17 ΚΔΑ που απεικονίζουν τις επιδόσεις της αγοράς, εστιάζοντας στην μέτρηση και στην παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας και της λειτουργικότητάς της. Επίσης, η συμβολή των προτεινόμενων λύσεων στην διαχείριση και αποφυγή της συμφόρησης και στην μείωση

του χρόνου απόκρισης σε ώρες αιχμής σκιαγραφείται μέσα από 15 ΚΔΑ. Παράλληλα, ορίζονται 2 ΚΔΑ για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών ελέγχου τάσης καθώς και 14 ΚΔΑ για την μέτρηση της αποδοτικότητας των διαδικασιών εξισορρόπησης στην διαχείριση της προσφοράς και της ζήτησης. Τέλος, αξίζει να αναφερθούμε στους τομείς επεξεργασίας δεδομένων, λειτουργίας του δικτύου και διαδικασίας προεπιλογής που αποτυπώνονται μέσα από 28, 5 και 9 ΚΔΑ αντίστοιχα [50].

3.2.8 Το έργο RESPONSE

Παράλληλα, το έργο RESPONSE στοχεύει στην επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας των πόλεων αντιμετωπίζοντας την ενεργειακή τριπλή πρόκληση της ασφάλειας, της ισότητας και της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας σε επίπεδο κτηρίων και αστικών συνοικιών [51]. Το έργο βασίζεται σε ευφυή, ολοκληρωμένα και διασυνδεδεμένα ενεργειακά συστήματα, συνδυασμένα με υποδομές πόλης, μοντέλα διακυβέρνησης και υπηρεσίες που προάγουν την βιώσιμη ενέργεια. Στόχος είναι να εισάγει τοπικά ανανεώσιμη ενέργεια στο ενεργειακό μείγμα των πόλεων-φάρων ενώ, παράλληλα, να βελτιστοποιήσει την λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών αποθήκευσης και προηγμένων συστημάτων παρακολούθησης, ελέγχου και αυτοματοποίησης. Με αυτό τον τρόπο, οι εταίροι του έργου δημιουργούν ένα ανοικτό και συνεργατικό οικοσύστημα, που θα επιτρέπει την ανάληψη πρωτοβουλιών σχεδιασμού και συνδημιουργίας με κεντρικό άξονα τους πολίτες, λαμβάνοντας μαθήματα από τις πόλεις-φάρους και μεταφέροντάς τα στις πόλεις-εταίρους [52].

Για την ολιστική παρακολούθηση και αξιολόγηση των λύσεων που παρουσιάζονται, το έργο RESPONSE προτείνει την κατηγοριοποίηση των ΚΔΑ σε επίπεδο ενέργειας, περιβάλλοντος, ηλεκτροκίνησης, τεχνολογιών πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, οικονομίας, κοινωνίας, διακυβέρνησης και διάδοσης των λύσεων σε ευρύτερο επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης και της συμβολής των λύσεων προς την ενεργειακή μετάβαση πραγματοποιείται με την βοήθεια 11 ΚΔΑ. Παράλληλα, το έργο εστιάζει στην μέτρηση της περιβαλλοντικής επίδοσης με την βοήθεια 6 ΚΔΑ, καθώς αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για τον μετασχηματισμό των πόλεων σε έξυπνες και βιώσιμες. Επίσης, η χρήση 5 ΚΔΑ αναδεικνύει την κρίσιμη σημασία της βιώσιμης αστικής μετακίνησης και της ενσωμάτωσης της ηλεκτροκίνησης στις έξυπνες πόλεις, δίνοντας έμφαση σε καινοτόμες τεχνολογίες, όπως η σύνδεση των οχημάτων με το δίκτυο (V2G) [52].

Ταυτόχρονα, η ενσωμάτωση σύγχρονων λύσεων Τεχνολογιών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών (ΤΠΕ) για την διαχείριση και την παρακολούθηση δεδομένων, την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα γεννά την ανάγκη για αντίστοιχα 5 ΚΔΑ, που αξιολογούν ολοκληρωμένες λύσεις με σκοπό την δημιουργία ενός ανθεκτικού και ασφαλούς αστικού οικοσυστήματος. Επιπλέον, δύο ακόμα βασικοί πυλώνες του μεθοδολογικού πλαισίου του έργου, που αξιολογούν την οικονομική βιωσιμότητα των προτεινόμενων λύσεων και την κοινωνική διάσταση, που προάγει την συνεργασία με τους πολίτες και παρέχει ένα ανοικτό οικοσύστημα καινοτομίας, αποτυπώνονται με την βοήθεια 7 και 4 ΚΔΑ αντίστοιχα. Τέλος, ορίζονται 4 δείκτες που αξιολογούν την αποτελεσματική διακυβέρνηση των έξυπνων πόλεων, την συμβατότητα του νομικού πλαισίου και την ανοιχτή πρόσβαση σε δεδομένα καθώς και 3 δείκτες που εξετάζουν την δυνατότητα του έργου να κλιμακωθεί και να διαδοθεί σε άλλες κοινότητες [52].

3.2.9 Το έργο STORY

Επίσης, το έργο STORY αποτελεί μία ακόμα πρωτοβουλία που ορίζει ΚΔΑ ώστε να αξιολογήσει την προσπάθεια ανάπτυξης πιο αποδοτικών, ανταγωνιστικών και οικονομικά βιώσιμων συσκευών αποθήκευσης ενέργειας, ενισχύοντας ένα ευρωπαϊκό οικοσύστημα συνεργασίας μεταξύ της βιομηχανίας και ερευνητικών οργανισμών στο τομέα των τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας. Στο έργο συμμετέχουν 18 εταίροι από 7 διαφορετικές ευρωπαϊκές χώρες, συμπεριλαμβανομένων πανεπιστημίων, ερευνητικών ιδρυμάτων και βιομηχανικών φορέων. Μέσω πιλοτικών εφαρμογών και μελετών περίπτωσης, το έργο STORY εξετάζει πρακτικές λύσεις που μπορούν να συνεισφέρουν στην βιώσιμη διαχείριση της ενέργειας και στην μετάβαση σε ένα πιο πράσινο ενεργειακό μοντέλο [53]. Συνεπώς, επικεντρώνεται στην ανάδειξη της προστιθέμενης αξίας, που μπορεί να προσφέρει η αποθήκευση ενέργειας για ένα ευέλικτο, ασφαλές και βιώσιμο ενεργειακό σύστημα. Οι επιδείξεις αποτελούν βασική δραστηριότητα, καθώς κάθε επίδειξη παρουσιάζει μια διαφορετική τεχνολογία, πλαίσιο ή επιχειρηματικό μοντέλο, προσφέροντας μια ουσιαστική βάση για την ανάλυση του αντίκτυπου σε ευρύτερο επίπεδο [54].

Στην διαδικασία αξιολόγησης των τεχνικών και των στρατηγικών που επιλέγονται, ξεχωρίζουν τρεις κατηγορίες που εκτείνονται σε τεχνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό επίπεδο και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της επιρροής και των ωφελειών του έργου. Πιο συγκεκριμένα, 12 ΚΔΑ αποτελούν εργαλεία αξιολόγησης της απόδοσης των λύσεων αποθήκευσης ενέργειας που δοκιμάζονται στο πλαίσιο του έργου, συμβάλλοντας στην δημιουργία ενός βιώσιμου και σταθερού ενεργειακού μοντέλου. Παράλληλα, η αλλαγή στα έσοδα των κύριων φορέων, που περιλαμβάνουν τον τελικό καταναλωτή, τον διαχειριστή συστήματος διανομής και τον ιδιοκτήτη συστημάτων αποθήκευσης καθώς και η μείωση του κόστους που μπορεί να επιτευχθεί μέσω της απόκρισης ζήτησης αξιολογούνται με τα αντίστοιχα 2 ΚΔΑ, που υπάγονται στον τομέα της οικονομίας. Επίσης, η μείωση των εκπομπών του θερμοκηπίου λόγω της αυξημένης συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ενεργειακή τροφοδοσία του δικτύου και, επακόλουθα, το κόστος αποφυγής εκπομπών αποτελούν σημαντικές παράμετροι του τομέας του περιβάλλοντος και μετρίονται με τα αντίστοιχα 2 ΚΔΑ [55].

3.2.10 Το έργο LocalRES

Το έργο LocalRES εστιάζει στις Κοινότητες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οι οποίες αποτελούν τους βασικούς παράγοντες για την υλοποίηση της δομικής αλλαγής προς την απανθρακοποίηση των τοπικών ενεργειακών συστημάτων, μέσα από την συμμετοχή και την ευαισθητοποίηση των πολιτών. Στο πλαίσιο του έργου, αναπτύσσεται ένα εργαλείο σχεδιασμού που προάγει την συμμετοχή των πολιτών στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για τον σχεδιασμό των κοινοτήτων. Επιπλέον, υιοθετεί την προσέγγιση της Πολυ-Ενεργειακής Εικονικής Μονάδας Παραγωγής, που επιτρέπει την βελτιστοποίηση σε πραγματικό χρόνο διαφορετικών ενεργειακών πηγών και υπηρεσιών ευελιξίας, λαμβάνοντας υπόψιν τις προτιμήσεις της κοινότητας [56]. Το έργο LocalRES απαρτίζεται από 22 εταίρους από 8 χώρες, που εκπροσωπούν βασικούς εμπλεκόμενους φορείς στην αλυσίδα αξίας των έξυπνων δικτύων, οι οποίοι συνεισφέρουν εξειδικευμένη και πολύτιμη γνώση για την επίτευξη των στόχων που τίθενται [57].

Η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας του έργου απαιτεί την διανομή ενός ερωτηματολογίου στους τοπικούς εμπλεκόμενους των τεσσάρων περιοχών επίδειξης, με στόχο την συλλογή πληροφοριών για την ποιοτική

απεικόνιση των αποτελεσμάτων των επιδείξεων. Με αυτό τον τρόπο, η προσέγγιση βασίζεται σε λεπτομερή ανάλυση, ανατροφοδότηση από τους συμμετέχοντες και συνεχείς επαναληπτικές βελτιώσεις [58]. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνική διάσταση των δράσεων επίδειξης αναλύεται με 7 ΚΔΑ, που αξιολογούν την αποδοτικότητα στην χρήση ενέργειας, την διείσδυση ανανεώσιμης ενέργειας και την μείωση της εξάρτησης από το δίκτυο. Παράλληλα, η περιβαλλοντική επίδραση του έργου αποτυπώνεται με την βοήθεια 4 ΚΔΑ, επιτρέποντας την παρακολούθηση της αποδοτικότητας των στρατηγικών μείωσης των εκπομπών, της βέλτιστης χρήσης των πόρων και της μείωσης της ηχορύπανσης. Επιπλέον, η κοινωνική πρόοδος του έργου, μέσω της βελτίωσης της ποιότητας ζωής και της συμμόρφωσης με το ρυθμιστικό πλαίσιο, αξιολογείται με τα αντίστοιχα 4 ΚΔΑ. Τέλος, οι συνολικές επενδύσεις που αφορούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας εντός της κοινότητας αποτυπώνει την επιρροή του έργου στον τομέα της οικονομίας με τον αντίστοιχο ΚΔΑ [59].

3.2.11 Το έργο NetZeroCities

Το έργο NetZeroCities αποτελεί μια σημαντική πρωτοβουλία που υποστηρίζει την αποστολή της ΕΕ για την δημιουργία «100 Κλιματικά Ουδέτερων και Έξυπνων Πόλεων έως το 2030» σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τις πόλεις να ξεπεράσουν τα υφιστάμενα δομικά και θεσμικά εμπόδια στην προσπάθεια για επίτευξη της κλιματικής ουδετερότητας, παρέχοντας στις πόλεις τα εργαλεία, τους πόρους και την τεχνογνωσία. Λειτουργεί ως μια πλατφόρμα μέσω της οποίας οι πόλεις έχουν πρόσβαση σε νέες και υφιστάμενες υποστηρικτικές λύσεις, εξασφαλίζοντας ότι είναι έτοιμες να επιτύχουν τους κλιματικούς τους στόχους. Η πλατφόρμα περιλαμβάνει μια διαδικτυακή πύλη που προσφέρει κεντρική πρόσβαση σε όλα τα εργαλεία και υπηρεσίες [60].

Το μεθοδολογικό πλαίσιο αξιολόγησης του έργου NetZeroCities έχει σχεδιαστεί να βοηθήσει τις πόλεις να αξιολογήσουν την πρόοδο τους προς την κλιματική ουδετερότητα, προσφέροντας μια δομημένη προσέγγιση για την παρακολούθηση, την ανάλυση και την αναφορά των επιδόσεών τους. Συνεπώς, η αξιολόγηση βασίζεται στην μέτρηση των άμεσων και έμμεσων οφελών από τις δράσεις του έργου. Πιο συγκεκριμένα, η μέτρηση των επιδόσεων του έργου στους τομείς των κτιρίων, των μεταφορών, των αποβλήτων, των βιομηχανίας και της γεωργίας επιτυγχάνεται με την βοήθεια 19 ΚΔΑ, περιλαμβάνοντας τους τομείς των εκπομπών αερίων και της ενέργειας. Παράλληλα, η διατήρηση και η αποκατάσταση των οικοσυστημάτων, καθώς και η προώθηση των φυσικών πόρων σε αστικές περιοχές αποτελεί μια ακόμα πτυχή της περιβαλλοντικής επίδρασης του έργου και αποτελείται από 4 ΚΔΑ. Επίσης, η κατηγορία της δημόσιας υγείας και του περιβάλλοντος εστιάζει στην υγεία των πολιτών και την ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος στις πόλεις, ορίζοντας 7 ΚΔΑ [61].

Επιπλέον, η κοινωνική διάσταση του έργου επικεντρώνεται στην δημιουργία πιο δίκαιων, συμμετοχικών, καινοτόμων και βιώσιμων κοινωνιών, που προάγουν την ενεργειακή μετάβαση και την ευαισθητοποίηση σε ενεργειακά θέματα, αξιολογείται με 7 ΚΔΑ. Ταυτόχρονα, η προσπάθεια ψηφιοποίησης, που αφορά την χρήση προηγμένων τεχνολογιών ψηφιακών εργαλείων και τεχνολογιών για την δημιουργία έξυπνων και αποδοτικών πόλεων, εξετάζεται με την βοήθεια 4 ΚΔΑ. Επίσης, ο τομέας της οικονομίας και των επενδύσεων περιλαμβάνει 9 ΚΔΑ και εστιάζει στην δημιουργία ισχυρά οικονομικών εργαλείων και πολιτικών που ενισχύουν τις πράσινες επενδύσεις, στηρίζουν την καινοτομία και εξασφαλίζουν την ανθεκτικότητα των τοπικών οικονομιών. Τέλος, ορίζονται 5 ΚΔΑ που επικεντρώνονται στην μείωση των αποβλήτων, την αποτελεσματική χρήση των πόρων και

την μετάβαση σε κυκλικές οικονομικές διαδικασίες που περιορίζουν την χρήση πρώτων υλών [61].

3.2.12 Το έργο ENPOWER

Το έργο ENPOWER επιδιώκει να μετατρέψει τους παραδοσιακούς παθητικούς καταναλωτές σε ενεργούς πολίτες ενέργειας, δίνοντάς τους τον πλήρη έλεγχο της ενεργειακής τους κατανάλωσης. Η εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογίας που συνδυάζει κοινωνικές, τεχνολογικές και επιχειρηματικές διαστάσεις επιδιώκει να φέρει επανάσταση στα ενεργειακά συστήματα, να ενδυναμώσει τις κοινότητες και να δημιουργήσει ένα ενεργειακό τοπίο με επίκεντρο τον καταναλωτή. Πιο συγκεκριμένα, αποκαλύπτει τις προτιμήσεις και την συμπεριφορά των καταναλωτών μέσα στις ενεργειακές κοινότητες, ενισχύοντας την συμμετοχή των πολιτών, προάγοντας τον διάλογο μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων και διευκολύνοντας την διαδικασία συν-δημιουργίας και συν-υλοποίησης [62].

Η ενεργή κοινωνική συμμετοχή στον ενεργειακό τομέα είναι ουσιαστική για την προώθηση της διαφάνειας και της συμπερίληψης στην διαδικασία λήψης αποφάσεων, την ενίσχυση της καινοτομίας, την οικοδόμηση της κοινωνικής αποδοχής για τα ενεργειακά έργα, καθώς και την ενδυνάμωση ατόμων, κοινοτήτων και επιχειρήσεων για να συμβάλλουν σε ένα πιο βιώσιμο και ανθεκτικό ενεργειακό σύστημα. Συνεπώς, η κατανόηση των προτιμήσεων απόφασης των πολιτών, καθώς και των διαφορών στις προτιμήσεις συμμετοχής και ενεργειακής κατανάλωσης μεταξύ διαφορετικών κοινωνικών ομάδων και ενδιαφερόμενων φορέων συνδράμουν σημαντικά στην διαδικασία ενεργοποίησης των πολιτών. Πιο συγκεκριμένα, το έργο ENPOWER συλλέγει ποσοτικά δεδομένα μέσω διαδικτυακής έρευνας από έξι ευρωπαϊκές χώρες. Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν εντοπίζει γενικά πρότυπα προτιμήσεων και ειδικές διαφορές μεταξύ χωρών και εξυπηρετεί στην τμηματοποίηση με βάση το φύλο, την ηλικία, το μέσο εισόδημα, την σύνθεση του νοικοκυριού, την συμμετοχή ή μη σε ενεργειακή κοινότητα, το είδος κατοικίας, τον τόπο κατοικίας και τον τρόπο θέρμανσης [63].

3.2.13 Άλλες επιστημονικές δημοσιεύσεις

Πέρα από τα παραπάνω πρωτοβουλίες που υλοποιεί η ΕΕ και παρέχουν μια ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση της διαδικασίας αξιολόγησης που βασίζεται σε ΚΔΑ, υπάρχει πληθώρα επιστημονικών δημοσιεύσεων που εστιάζουν στην ανάπτυξη, αξιολόγηση και βελτίωση βιώσιμων ενεργειακών συστημάτων μέσω μετρήσιμων δεικτών και συμβάλλουν στην βελτιστοποίηση τεχνολογιών, όπως οι ενεργειακές κοινότητες, οι μονάδες παραγωγής ενέργειας και τα έξυπνα δίκτυα.

Πιο συγκεκριμένα, το άρθρο των Bianco et al. [64] παρουσιάζει ένα σύνολο δεικτών για την αξιολόγηση και την σύγκριση διαφορετικών ενεργειακών κοινοτήτων. Λαμβάνοντας υπόψιν την πολυπλοκότητα που τις χαρακτηρίζει, που συχνά λειτουργούν ως συστήματα πολυπαραγωγής, ενσωματώνοντας διάφορες πρωτογενείς πηγές ενέργειας και πολλαπλούς ενεργειακούς φορείς, οι ΚΔΑ είναι απαραίτητο να οριστούν τρεις βασικές κατηγορίες, που αξιολογούν την ηλεκτρική, θερμική και περιβαλλοντική απόδοση της περιοχής που εξετάζεται. Οι 3 ΚΔΑ, που διερευνούν την ηλεκτρική σκοπιά, εξετάζουν τον βαθμό αυτό-παραγωγής που επιτυγχάνει η κάθε περιοχή για την κάλυψη των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα, ορίζονται 4 ΚΔΑ που ποσοτικοποιούν την παραγωγή θερμικής ενέργειας από τις τεχνολογίες που αξιοποιούνται εντός της περιοχής. Επιπλέον, οι συνολικοί

όγκοι εκπομπών αερίων που καταφέρνουν να αποφευχθούν χάρη στα βιώσιμα ενεργειακά συστήματα μετρώνται με την βοήθεια 3 ΚΔΑ.

Επίσης, το άρθρο των Feiz et al. [65] επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της παραγωγής βιοαερίου από οργανικά απόβλητα, με έμφαση στην μεθοδολογική προσέγγιση της ανάλυσης κύκλου ζωής, δίνοντας σημαντικές πληροφορίες για την μονάδα παραγωγής βιοαερίου που αξιοποιείται στα πλαίσια της ενεργειακής κοιλιάδας. Ο βαθμός αξιοποίησης και αποδόμησης της βιομάζας αναφέρεται στην αποτελεσματικότητα μετατροπής του οργανικού υλικού σε χρήσιμη ενέργεια και μετριέται με την απόδοση μεθανίου, που εκτιμά την ποσότητα μεθανίου που παράγεται ανά τόνο οργανικών αποβλήτων. Ταυτόχρονα, ο περιορισμός της κλιματικής αλλαγής που απορρέει από την παραγωγή βιοαερίου και την ενσωμάτωσή του σε συστήματα διαχείρισης αποβλήτων σε όρους εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί έναν ακόμα ΚΔΑ. Επιπλέον, ορίζεται ΚΔΑ που μετρά την ενεργειακή απόδοση της διαδικασίας, υπολογίζοντας την αναλογία μεταξύ της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή βιοαερίου και της ενέργειας που παράγεται σε μορφή μεθανίου. Παράλληλα, αναλύονται 3 ΚΔΑ που εκτιμούν την ανακύκλωση αζώτου και φωσφόρου που επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας παραγωγής βιοαερίου, καθώς και την βελτίωση της διαθεσιμότητας αζώτου για τα φυτά. Επίσης, το κόστος των πόρων που απαιτούνται για την παραγωγή βιοαερίου, όπως το κόστος πρώτων υλών και των υποστηρικτικών διαδικασιών αποτυπώνεται με έναν ΚΔΑ που αξιολογεί την οικονομική αποδοτικότητα του συστήματος.

Παράλληλα, το άρθρο των Personal et al. [66] εστιάζει στην αξιολόγηση της επιτυχίας έργων έξυπνων δικτύων, που εξελίσσουν την παραδοσιακή ροή ενέργειας σε νέες, πιο πολύπλοκες τοπολογίες με μεγαλύτερη παρουσία αποκεντρωμένης παραγωγής, αυξημένη αποδοτικότητα, μεγαλύτερο σεβασμό προς το περιβάλλον και αξιοπιστία. Η ανάλυση βασίζεται στους στόχους του έργου Smartcity Malaga, ένα πιλοτικό πρόγραμμα στην νότια Ισπανία που βασίζεται στην εφαρμογή τεχνολογιών έξυπνων δικτύων, με τους ΚΔΑ να κατηγοριοποιούνται με βάση 7 στόχους. Η απόδοση του συστήματος παράδοσης ενέργειας συνδέεται με 3 ΚΔΑ, που αφορούν την μείωση της συνολικής ζήτησης, της ζήτησης αιχμής και των απωλειών μεταφοράς και διανομής. Επίσης, η απόδοση κατανάλωσης ενέργειας περιλαμβάνει την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στις υποδομές, στους οικιακούς πελάτες, στις επιχειρήσεις και την επίδραση από την διείσδυση ηλεκτρικών οχημάτων. Ταυτόχρονα, η αύξηση χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εστιάζει στην ενσωμάτωση ανανεώσιμης ενέργειας σε διάφορα επίπεδα του δικτύου, καθώς και η μείωση των εκπομπών συνδέεται με το αντίστοιχο ΚΔΑ, που μετρά τις εκπομπές CO_2 . Επιπλέον, η βελτίωση της ποιότητας ισχύος εξετάζει την αξιοπιστία παροχής, την μείωση του χρόνου ανίχνευσης και απομόνωσης σφαλμάτων και την αντιμετώπιση προβλημάτων ποιότητας ισχύος. Επίσης, η παράταση ζωής των εγκαταστάσεων αξιολογεί τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής μετασχηματιστών, διακοπών και καλωδίων, καθώς και η μείωση του κόστους βλαβών και συντήρησης επικεντρώνεται στο κόστος που συνδέεται με αστοχίες του δικτύου.

Επιπλέον, το άρθρο του Angelakoglou et al. [67] αναπτύσσει ένα ολιστικό και ευέλικτο πλαίσιο με ΚΔΑ που μπορούν να υιοθετηθεί από έργα έξυπνων πόλεων για την αξιολόγηση της ενεργειακής μετάβασης και της προόδου ανάπτυξης Θετικών Ενεργειακών Περιοχών. Το πλαίσιο αναπτύχθηκε χάρη στο έργο POCITYF, ένα χρηματοδοτούμενο ευρωπαϊκό έργο, που συντονίζει δραστηριότητες επίδειξης σε δύο πόλεις-φάρους και αναπαράγει τις λύσεις σε έξι πόλεις-εταίρους. Η ανάλυση κατέληξε σε 63 ΚΔΑ, τα οποία ταξινομήθηκαν σε 8 βασικές διαστάσεις, που αφορούν την Ενέργεια με 15 ΚΔΑ, το Περιβάλλον με 8 ΚΔΑ, την Οικονομία με 11 ΚΔΑ, τις Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) με 7 ΚΔΑ, την Κινητικότητα με 8 ΚΔΑ, την Κοινωνία με 5 ΚΔΑ, την

Διακυβέρνηση με 5 ΚΔΑ, καθώς και την Διάδοση με 4 ΚΔΑ. Με αυτό τον τρόπο, εξασφαλίζεται ισορροπία μεταξύ της διευκόλυνσης παρακολούθησης και της ενσωμάτωσης των πιο σημαντικών και σχετικών ΚΔΑ.

Ταυτόχρονα, το EPaH Handbook 1 [68] αναφέρεται στην μεθοδολογία εντοπισμού, ανάλυσης και αντιμετώπισης της ενεργειακής φτώχειας με σκοπό να καθοδηγήσει τους ενδιαφερόμενους φορείς να αναπτύξουν στρατηγικές για την καταπολέμησή της. Χρησιμοποιεί ένα ευρύ φάσμα δεικτών, οι οποίοι καλύπτουν ποικίλες διαστάσεις. Διερευνώνται οι συνθήκες κατοικίας, που περιλαμβάνει την ύπαρξη μόνωσης, την ποιότητα των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, καθώς και των ηλεκτρικών συσκευών και του φωτισμού. Παράλληλα, εξετάζεται το επίπεδο άνεσης που βιώνουν οι κάτοικοι, ώστε οι συνθήκες να είναι κατάλληλες για μια υγιή και αξιοπρεπή διαβίωση. Επίσης, οι δείκτες συνδυάζονται με δεδομένα για το κόστος ενέργειας σε σχέση με το εισόδημα του νοικοκυριού, ώστε να αξιολογηθεί η οικονομική πίεση που ασκείται από τις ενεργειακές δαπάνες. Με αυτό τον τρόπο, συμβάλλει στην διαδικασία αξιολόγησης των ενεργειακών κοιλάδων, καθώς προσφέρουν μια δομημένη και ολιστική προσέγγιση για την κατανόηση των ενεργειακών αναγκών, της ευαλωτότητας και των δυνατοτήτων βελτίωσης.

Παράλληλα, το άρθρο του Lindberg et al. [69] επικεντρώνεται στον κρίσιμο ρόλο που παίζουν οι ΚΔΑ στην αξιολόγηση και βελτίωση των βιομηχανικών διεργασιών, οι οποίες περιλαμβάνουν μονάδες παραγωγής που αξιοποιούνται στα πλαίσια των ενεργειακών κοιλάδων. Πιο συγκεκριμένα, τα ΚΔΑ εστιάζουν στην ενεργειακή απόδοση, με σκοπό την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής δαπάνης, στην κατανάλωση πρώτων υλών για την καλύτερη διαχείριση των πόρων και στην αποδοτικότητα και λειτουργικότητα των μηχανημάτων και του εξοπλισμού. Επίσης, τα ΚΔΑ παρακολουθούν την συχνότητα και τον χρόνο συντήρησης του εξοπλισμού, καθώς και την επίδραση του ελέγχου στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Παράλληλα, η προσήλωση στο σχέδιο παραγωγής μέσω της ανάλυσης της απόκλισης προγραμματισμένης και πραγματικής παραγωγής και η βελτιστοποίηση της χρήσης των αποθεμάτων αξιολογούνται με τα αντίστοιχα ΚΔΑ. Με αυτό τον τρόπο, συλλέγονται σημαντικές πληροφορίες για την αξιολόγηση της απόδοσης των μονάδων παραγωγής και του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια των ενεργειακών κοιλάδων.

Ταυτόχρονα, το άρθρο του Franco et al. [70] αναδεικνύει το κρίσιμο ρόλο της ηλεκτρόλυσης νερού στην παραγωγή πράσινου υδρογόνου με χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Εξετάζει την τεχνολογική βάση, τους τύπους ηλεκτρόλυσης, καθώς και τις προκλήσεις κλιμάκωσης και βελτιστοποίησης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Παράλληλα, με συστηματική προσέγγιση, το άρθρο προσφέρει βασικές πληροφορίες για την αποδοτικότητα, την σύνδεση με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, την βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας στην διαδικασία της ηλεκτρόλυσης, την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, την κλιμάκωση της παραγωγής και το κόστος. Με αυτό τον τρόπο, δημιουργείται μια βάση για τον προσδιορισμό των κατάλληλων ΚΔΑ που αφορούν την μονάδα παραγωγής πράσινου υδρογόνου.

3.3 Προσδιορισμός κατηγοριών και υποκατηγοριών των ΚΔΑ

Η παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση οδηγεί στην κατηγοριοποίηση των ΚΔΑ σε τεχνικό, περιβαλλοντικό, οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο, συνδράμοντας σε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της βιωσιμότητας των ενεργειακών κοιλάδων. Πιο συγκεκριμένα, ο τομέας των τεχνικών ΚΔΑ είναι σημαντικός για την παροχή αναλυτικών

αποτελεσμάτων σε σχέση με λειτουργικές παραμέτρους που αφορούν τις Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας [71]. Αρχικά, είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν η αποτελεσματικότητα και η απόδοση του συνολικού συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας. Παράλληλα, η εύρυθμη λειτουργία και η απόδοση των μονάδων παραγωγής που χρησιμοποιούνται στα πλαίσια της ενεργειακής κοιλάδας οφείλουν να διερευνηθούν μέσα από αντίστοιχα ΚΔΑ. Πιο συγκεκριμένα, εγκαθίσταται μια μονάδα αεριοποίησης βιομάζας για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης των μελών της κοινότητας, καθώς και μια μονάδα παραγωγής βιοαερίου υποδέχεται ρεύματα υγρών και στερεών βιολογικών αποβλήτων και το βιοαέριο που παράγεται τροφοδοτεί ένα κινητήρα συνδυασμένης θερμότητας και ισχύος, εξαλείφοντας την χρήση ακριβού πετρελαίου ντίζελ για την θέρμανση εσωτερικών χώρων [3]. Ταυτόχρονα, η παραγωγή πράσινου υδρογόνου απαιτεί την διαδικασία της ηλεκτρόλυσης, κατά την οποία το νερό διασπάται, με την βοήθεια ηλεκτρικής ενέργειας που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, σε υδρογόνο και οξυγόνο και, έπειτα, το υδρογόνο αποθηκεύεται σε δεξαμενές [72]. Επιπλέον, η εγκατάσταση μονάδας γεω-αναλλαγής ανοιχτού βρόχου παρέχει θέρμανση και ψύξη χρησιμοποιώντας το έδαφος ως ψύκτρα, απορροφώντας την θερμότητα όταν οι υπέργειες θερμοκρασίες είναι υψηλότερες και ως πηγή θερμότητας όταν είναι χαμηλότερες [73].

Επίσης, αφού ο βασικός στόχος λειτουργίας της κοιλάδας είναι η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με ανανεώσιμη ενέργεια και, άρα, η μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα, η καταγραφή ΚΔΑ που αποτυπώνουν την ενσωμάτωση ανανεώσιμης ενέργειας είναι απαραίτητη. Παράλληλα, η αποδοτικότητα, η αξιοπιστία και η απρόσκοπτη λειτουργία του τοπικού δικτύου παραγωγής και διανομής ενέργειας οφείλει να αξιολογηθεί μέσα από διάφορα ΚΔΑ. Επιπλέον, στα πλαίσια της κοιλάδας, δίνεται η δυνατότητα εμπορίας ενέργειας peer-to-peer (P2P), που λειτουργεί ως αγορά στην οποία καταναλωτές και παραγωγοί ανταλλάσσουν ενέργεια χωρίς να χρειάζεται ενδιάμεσος και η απόδοσή και η ευκολία πραγματοποίησής της αξιολογείται με αντίστοιχα ΚΔΑ [74]. Ταυτόχρονα, ΚΔΑ που αφορούν την προσπάθεια εξηλεκτρισμού των μεταφορών, με την αντικατάσταση των καυσίμων με ηλεκτρική ενέργεια, χρειάζεται να καταγραφούν καθώς στηρίζουν την πρωτοβουλία της ενεργειακής κοιλάδας για απεξάρτηση από ορυκτά καύσιμα.

Ταυτόχρονα, ο αντίκτυπος στο περιβάλλον γεννά την ανάγκη για τα περιβαλλοντικά ΚΔΑ, ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των τεχνολογιών και η απόδοση μιας Κοιλάδας Ανανεώσιμης Ενέργειας αναφορικά με τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον [75]. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις μεταφορές προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Πάνω από το 94% του καυσίμου που χρησιμοποιείται για τις μεταφορές βασίζεται στο πετρέλαιο και έχει ως αποτέλεσμα άμεσες εκπομπές, καθιστώντας τον τομέα των μεταφορών την μεγαλύτερη πηγή αερίων θερμοκηπίου [76]. Ταυτόχρονα, τα ορυκτά καύσιμα που καίγονται για την θερμότητα και την ψύξη κτηρίων που σχετίζονται με τον εμπορικό και οικιακό τομέα ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης, οι εκπομπές αερίων που προέρχονται από την βιομηχανία αποτελούν την τρίτη μεγαλύτερη πηγή άμεσων εκπομπών, οι οποίες σχετίζονται με την καύση ορυκτών καυσίμων για ενέργεια, καθώς και με τις εκπομπές αερίων από χημικές αντιδράσεις των πρώτων υλών για την παραγωγή αγαθών [76]. Παράλληλα, στον τομέα της γεωργίας, παρατηρούνται σημαντικές εκπομπές μεθανίου, οξειδίου του αζώτου και διοξειδίου του άνθρακα, που προέρχονται από τον τρόπο διαχείρισης της κοπριάς, την χρήση γεωργικών λιπασμάτων και την αποσύνθεση της φυτικής ύλης στο έδαφος [77]. Συνεπώς, η αξιολόγηση της συνεισφοράς των τεχνολογιών της κοιλάδας στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλους τους παραπάνω τομείς είναι σημαντική.

Επίσης, οι οικονομικοί Καίριοι Δείκτες Απόδοσης κρίνουν σε μεγάλο βαθμό πόσο ώριμο είναι το έργο των ενεργειακών κοιλάδων τόσο για τον επενδυτή όσο και για τον τελικό χρήστη. Αρχικά, είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν τα άμεσα οικονομικά οφέλη για τον τελικό χρήστη, που αφορούν τόσο τις μειώσεις που προκύπτουν στους λογαριασμούς ρεύματος όσο και τις οικονομίες από την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων και καθιστούν την συμμετοχή του απλού πολίτη πιο ελκυστική και αποτελεσματική. Ταυτόχρονα, οφείλουν να διερευνηθούν ΚΔΑ που αφορούν την διαχείριση και την βελτιστοποίηση του προϋπολογισμού του έργου, περιλαμβάνοντας το αρχικό κεφάλαιο για την επένδυση, τις λειτουργικές δαπάνες, τα κόστη συντήρησης και την κατανομή των πόρων στα μέλη της κοινότητας καθώς και ΚΔΑ που αφορούν την απόδοση της αρχικής επένδυσης σε σχέση με την παραγωγή μιας μονάδας ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας ή υδρογόνου. Παράλληλα, η οικονομική βιωσιμότητα του έργου, δηλαδή την ικανότητά του να δημιουργήσει τις απαιτούμενες ταμειακές ροές για την κάλυψη των δαπανών και των αποπληρωμών του χρέους, αξιολογείται μέσα από διάφορους δείκτες εκτίμησης κερδοφορίας, όπως η περίοδος αποπληρωμής και η καθαρή τρέχουσα αξία [78].

Παράλληλα, η κοινωνική διάσταση οφείλει να διερευνηθεί ως ξεχωριστή κατηγορία ΚΔΑ, με σκοπό να αξιολογηθεί η σημασία τέτοιων ενεργειακών πρωτοβουλιών για το κοινωνικό σύνολο. Αρχικά, η κατανόηση της δημογραφικής σύνθεσης των μελών της ενεργειακής κοιλάδας παρέχει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο της κοινότητας και εξυπηρετεί την διαδικασία στόχευσης σε πιο ευάλωτα νοικοκυριά. Ταυτόχρονα, αφού βασικός στόχος της κοιλάδας είναι η ενεργή συμμετοχή των πολιτών, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί κατά πόσο οι δραστηριότητές της καταφέρνουν να προσελκύσουν σημαντικό αριθμό μελών και συμμετεχόντων, κατά πόσο οι δίοδοι επικοινωνίας είναι αποτελεσματικοί στην ενημέρωση της κοινότητας, καθώς και κατά πόσο τα μέλη αισθάνονται ικανοποίηση από τα αποτελέσματα του έργου. Επιπλέον, η επιτυχία του έργου κρίνεται σε μεγάλο βαθμό από την αποδοχή που λαμβάνει. Η διαδικασία της αποδοχής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ενεργειακή παιδεία που κατέχουν τα μέλη της κοινότητας, η οποία διαμορφώνει μια γενικότερη στάση και συμπεριφορά απέναντι σε ενεργειακά θέματα. Επίσης, η ενεργειακή φτώχεια, η κατάσταση κατά την οποία ένα νοικοκυριό αδυνατεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες του, αποτελεί μια πραγματικότητα στην σύγχρονη κοινωνία του ενεργειακού συγκεντρωτισμού. Σύμφωνα με την σύσταση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής του 2020, η ενεργειακή φτώχεια συνδέεται με το χαμηλό εισόδημα, την υψηλή δαπάνη για ενέργεια και την φτωχή ενεργειακή απόδοση στα κτίρια, βάση των οποίων προκύπτουν αντίστοιχα ΚΔΑ [79]. Παράλληλα, η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας άμεσα ή έμμεσα συνδεδεμένων με τις πρωτοβουλίες της ενεργειακής κοιλάδας, καθώς και οι επενδύσεις που προκύπτουν από τα κέρδη της οδηγούν στην γενικότερη οικονομική ανάπτυξη της τοπικής κοινότητας, γεννώντας αντίστοιχα ΚΔΑ.

Επίσης, η υλοποίηση αυτού του έργου έχει νομικές προεκτάσεις που οφείλουν να διερευνηθούν μέσω των ΚΔΑ. Η ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία θέτουν τα όρια και τις κατευθυντήριες γραμμές για όλες τις δραστηριότητες της ενεργειακής κοιλάδας, επηρεάζοντας άμεσα την ικανότητα της κοινότητας να επιτύχει τους τεχνικούς, οικονομικούς, περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς στόχους της. Στα πλαίσια της κοιλάδας, οφείλουν να διερευνηθούν τα νομικά πλαίσια που διέπουν την συλλογική ιδιοκατανάληψη, τις τεχνολογίες εξισορρόπησης του τοπικού δικτύου, τα μικροδίκτυα και τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας. Τέλος, η ανταπόκριση των ρυθμιστικών φορέων στα αιτήματα αδειών επηρεάζει σημαντικά την ταχύτητα και την επιτυχία των πρωτοβουλιών της

ενεργειακής κοιλάδας, καθιστώντας τις απλοποιημένες και διαφανείς διαδικασίες αδειοδότησης ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των ευρύτερων στόχων του εγχειρήματος.

Η εφαρμογή του προτεινόμενου πλαισίου οδηγεί στην επιλογή κατάλληλων δεικτών απόδοσης, που χωρίζονται σε κατηγορίες, συνδράμοντας σημαντικά στην διαδικασία αξιολόγησης ωριμότητας των ενεργειακών κοιλάδων. Οι τεχνικοί, περιβαλλοντικοί, οικονομικοί, κοινωνικοί και πολιτικοί δείκτες που επιλέχθηκαν ομαδοποιούνται σε υποκατηγορίες καθιστώντας την αξιολόγηση ακριβή και άμεσα συνυφασμένη με τους στόχους που έχουν τεθεί με την δημιουργία ενεργειακών κοιλάδων.

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι πηγές και το πλήθος των ΚΔΑ που συνδέονται με κάθε τομέα, ο αριθμός των ΚΔΑ ανά πηγή, καθώς και οι πηγές που σχετίζονται με κάθε ΚΔΑ.

<i>Τομέας ΚΔΑ</i>	<i>Πηγή τομέα ΚΔΑ</i>
Τεχνικός	SunHorizon [36], LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], X-FLEX [44], ATELIER [46], MAKING-CITY [49], OneNet [50], RESPONSE [52], STORY [55], LocalRES D4.1 [59], Angelakoglou et al. [67]
Περιβαλλοντικός	SunHorizon [36], LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], X-FLEX [44], ATELIER [46], MAKING-CITY [49], OneNet [50], RESPONSE [52], STORY [55], LocalRES D4.1 [59], Angelakoglou et al. [67]
Οικονομικός	SunHorizon [36], LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], X-FLEX [44], ATELIER [46], MAKING-CITY [49], OneNet [50], RESPONSE [52], STORY [55], LocalRES D4.1 [59], Angelakoglou et al. [67]
Κοινωνικός	SunHorizon [36], LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], X-FLEX [44], ATELIER [46], MAKING-CITY [49], OneNet [50], RESPONSE [52], STORY [55], LocalRES D4.1 [59], Angelakoglou et al. [67]
Πολιτικός	LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], ATELIER [46], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67]

Πίνακας 1 Τομείς ΚΔΑ και η πηγή τους

<i>Τομέας ΚΔΑ</i>	<i>Σύνολο ΚΔΑ</i>
Τεχνικός	58

Περιβαλλοντικός	9
Οικονομικός	17
Κοινωνικός	25
Πολιτικός	6

Πίνακας 2 Σύνολο ΚΔΑ που αντιστοιχούν σε κάθε τομέα

<i>Πηγή</i>	<i>Σύνολο ΚΔΑ</i>
LocalRES [58], [59]	29
LIGHTNESS [39]	27
CITYkeys [41]	20
Angelakoglou et al. [67]	17
Lindberg et al. [69]	15
SunHorizon [36]	14
RESPONSE [52]	13
ATELIER [46]	12
OneNet [50]	12
NetZeroCities [61]	11
STORY [55]	10
MAKING-CITY [49]	9
ENPOWER [63]	9
X-FLEX [44]	8
EPaH Handbook 1 [68]	5
Feiz et al. [65]	4
Franco et al. [70]	3
ISO52000 [80]	3
Personal et al. [66]	2

Πίνακας 3 Σύνολο ΚΔΑ που αντιστοιχούν σε κάθε πηγή

<i>ΚΔΑ</i>	<i>Πηγή ΚΔΑ</i>
-------------------	------------------------

TE.1 Η συνολική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας	MAKING-CITY [49], ATELIER [46], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67], LIGHTNESS [39]
TE.2 Η εξοικονόμηση πρωτογενούς μη ανανεώσιμης ενέργειας	SunHorizon [36]
TE.3 Η αύξηση κατανάλωσης πρωτογενούς ανανεώσιμης ενέργειας	MAKING-CITY [49], ATELIER [45], OneNet [50], CITYkeys [41], NetZeroCities [61]
TE.4 Εξοικονόμηση ενέργειας από το δίκτυο	LocalRES D1.2 [58], STORY [55], MAKING-CITY [49], LIGHTNESS [39]
TE.5 Εξωτερική κατανάλωση ενέργειας	LIGHTNESS [39]
TE.6 Διαφορά χρήσης ενέργειας από ένα συμβατικό σύστημα χωρίς βέλτιστες ροές ενέργειας	LocalRES D1.2 [58], Personal et al.
TE.7 Αποθηκευτική ικανότητα θερμικής ενέργειας στο σύστημα	LocalRES D4.1 [59], STORY [55], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67], ATELIER [46]
TE.8 Αθροιστική χωρητικότητα συστήματος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας	STORY [55], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67], ATELIER [46]
TE.9 Αποδοτικότητα διαχείρισης ζήτησης ενέργειας	OneNet [50], X-FLEX [44]
TE.10 Αποδοτικότητα μετατόπισης φορτίου	STORY [55], X-FLEX [44]
TE.11 Βαθμός ιδιοκατανάλωσης	Bianco et al. [64], STORY [55], MAKING-CITY [49], SunHorizon [36], LIGHTNESS [39]
TE.12 Βαθμός αντάρκειας της κοινότητας	STORY [56], Bianco et al. [64], RESPONSE [52], LIGHTNESS [39], X-FLEX [44]
TE.13 Παραγωγή θερμότητας από τεχνολογίες	Bianco et al. [64], RESPONSE [52]
TE.14 Χρήση θερμικής ενέργειας	ATELIER [46], ISO52000 [80]
TE.15 Αποδοτικότητα παραγωγής ενέργειας από την μονάδα παραγωγής βιομάζας	Lindberg et al. [69]
TE.16 Ρυθμός μετατροπής βιομάζας σε ενέργεια	Lindberg et al. [69]

TE.17 Ώρες πλήρους λειτουργίας για την μονάδα βιομάζας	Lindberg et al. [69]
TE.18 Λειτουργικός χρόνος μονάδας βιομάζας	Lindberg et al. [69]
TE.19 Απόσταση μεταφοράς πρώτης ύλης για μονάδα βιομάζας	Feiz et al. [65]
TE.20 Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης βιομάζας	Lindberg et al. [69]
TE.21 Αποδοτικότητα παραγωγής βιοαερίου	Lindberg et al. [69]
TE.22 Παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο	Lindberg et al [69]
TE.23 Απόδοση βιοαερίου ανά τόνο οργανικού υλικού	Feiz et al. [65]
TE.24 Ώρες πλήρους λειτουργίας για την μονάδα βιοαερίου	Lindberg et al. [69]
TE.25 Λειτουργικός χρόνος μονάδας βιοαερίου	Lindberg et al. [69]
TE.26 Απόσταση μεταφοράς πρώτης ύλης για μονάδα βιοαερίου	Feiz et al. [65]
TE.27 Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης για την μονάδα παραγωγής βιοαερίου	Lindberg et al. [69]
TE.28 Αποδοτικότητα χρήσης νερού	Franco et al. [70]
TE.29 Απόδοση της ηλεκτρόλυσης	Franco et al. [70]
TE.30 Αποθηκευτική ικανότητα δεξαμενών υδρογόνου σε σχέση με την ημερήσια ζήτηση	Franco et al. [70]
TE.31 Ώρες πλήρους λειτουργίας για την ηλεκτρόλυση	Lindberg et al. [69]
TE.32 Λειτουργικός χρόνος ηλεκτρόλυσης	Lindberg et al. [69]
TE.33 Βαθμός απόδοσης συστημάτων γεωθερμικής ενέργειας	Lindberg et al. [69]
TE.34 Λειτουργικός χρόνος συστήματος γεωθερμικής ενέργειας	Lindberg et al. [69]
TE.35 Ώρες πλήρους λειτουργίας για το σύστημα γεωθερμικής ενέργειας	Lindberg et al. [69]

TE.36 Η συνολική πρωτογενής μη ανανεώσιμη ενέργεια	ISO52000 [80]
TE.37 Η συνολική πρωτογενής ανανεώσιμη ενέργεια	ISO52000 [80]
TE.38 Αναλογία ανανεώσιμης ενέργειας	SunHorizon [36], Angelakoglou et al. [67], LocalRES [58]
TE.39 Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για θερμική χρήση	ATELIER [46], LIGHTNESS [39], LocalRES D1.2 [58]
TE.40 Εγκατεστημένη ισχύς θερμικής ανανεώσιμης ενέργειας	LocalRES D1.2 [58]
TE.41 Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικής ανανεώσιμης ενέργειας	LocalRES D1.2 [58]
TE.42 Ποικιλία στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	προτεινόμενο
TE.43 Περιορισμένη χρήση ενέργειας από ΑΠΕ	LIGHTNESS [39], OneNet [50], X-FLEX [44]
TE.44 Συμφόρηση δικτύου	LocalRES D1.2 [58], LIGHTNESS [39], OneNet [50], X-FLEX [44]
TE.45 Λόγος απόκλισης συχνότητας	LocalRES D1.2 [58], OneNet [50]
TE.46 Λόγος απόκλισης τάσης	LocalRES D1.2 [58], OneNet [50], STORY [55]
TE.47 Απόκλιση στην ζήτηση θερμικής ενέργειας κατά τις ώρες αιχμής	LocalRES D1.2 [58]
TE.48 Μείωση αιχμής φορτίου	LocalRES D1.2 [58], LIGHTNESS [39], ATELIER [46], OneNet [50], STORY [55], Angelakoglou et al. [67]
TE.49 Χρόνος ανοχής απώλειας φορτίου για την αποφυγή ενδεχόμενης διακοπής ρεύματος	LocalRES D1.2 [58]
TE.50 Παροχή εφεδρικής ενέργειας κατά την διάρκεια διακοπής ρεύματος	LocalRES D1.2 [58]
TE.51 Αριθμός συμβάντων στα οποία έχει εμπλακεί η κοιλάδα	LocalRES D1.2 [58]
TE.52 Εξαγόμενη τοπική ενέργεια	ATELIER [46], LIGHTNESS [39], MAKING-CITY [49]

TE.53 Ποσότητα ενέργειας που ανταλλάσσεται μέσω εμπορίας ενέργειας P2P	LocalRES D1.2 [58]
TE.54 Αριθμός χρηστών που συμμετέχουν στο εμπόριο ενέργειας P2P	LocalRES D1.2 [58]
TE.55 Αξιοποίηση τεχνολογιών για την αποτελεσματική εμπορία ενέργειας	προτεινόμενο
TE.56 Κατανάλωση ενέργειας από τους δημόσιους φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων	LocalRES D1.2 [58]
TE.57 Η αποθηκευτική ικανότητα των PEV μπαταριών που προσφέρονται μέσω της υπηρεσίας V2G	LocalRES D1.2 [58]
TE.58 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των ηλεκτρικών λεωφορείων ή σκαφών στην κοινότητα	LocalRES D1.2 [58]
ΠΕΡΙΒ.1 Μείωση εκπομπών στις μεταφορές	NetZeroCities [61]
ΠΕΡΙΒ.2 Μείωση εκπομπών σε δημόσια και οικιστικά κτίρια	NetZeroCities [61]
ΠΕΡΙΒ.3 Μείωση εκπομπών στην βιομηχανία	NetZeroCities [61]
ΠΕΡΙΒ.4 Μείωση εκπομπών στην παραγωγή ενέργειας	NetZeroCities [61]
ΠΕΡΙΒ.5 Μείωση εκπομπών στην γεωργία	NetZeroCities [61]
ΠΕΡΙΒ.6 Δείκτης ποιότητας αέρα	RESPONSE [52], CITYkeys [41], Angelakoglou et al. [67]
ΠΕΡΙΒ.7 Διακύμανση ηχορύπανσης	CITYkeys [41], ATELIER [46], LocalRES D4.1 [59], Angelakoglou et al. [67]
ΠΕΡΙΒ.8 Χρήση γης για ενέργεια	LocalRES D4.1 [59], NetZeroCities [61]
ΠΕΡΙΒ.9 Διαχείριση αποβλήτων	CITYkeys [41], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67], NetZeroCities [61]
ΟΙΚ.1 Μείωση λογαριασμών ενέργειας	SunHorizon [36], CITYkeys [41], RESPONSE [52], STORY [55], LocalRES D1.2 [58]

ΟΙΚ.2 Εξοικονόμηση δαπανών καυσίμων από χρήση ηλεκτρικών οχημάτων αντί για συμβατικών	STORY [55]
ΟΙΚ.3 Κεφαλαιουχικές δαπάνες	SunHorizon [36], ATELIER [46], MAKING-CITY [49], OneNet [50], RESPONSE [52], LocalRES D4.1 [59], Angelakoglou et al. [67]
ΟΙΚ.4 Έξοδα συντήρησης	SunHorizon [36], CITYkeys [41], Personal et al. [66]
ΟΙΚ.5 Κόστος χρηματοδότησης	SunHorizon [36]
ΟΙΚ.6 Λειτουργικές δαπάνες	SunHorizon [36], CITYkeys [41], OneNet [50], Angelakoglou et al. [67]
ΟΙΚ.7 Κόστος κύκλου ζωής παραγωγής ενέργειας	LIGHTNESS [39]
ΟΙΚ.8 Συνεισφορά στην συνολική δαπάνη	προτεινόμενο
ΟΙΚ.9 Αποφυγή λειτουργικών δαπανών	SunHorizon [36]
ΟΙΚ.10 Κόστος πόρων ανά τόνο	Feiz et al. [65]
ΟΙΚ.11 Εξισορροπημένο Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας	SunHorizon [36]
ΟΙΚ.12 Εξισορροπημένο Κόστος Θερμικής Ενέργειας	SunHorizon [36]
ΟΙΚ.13 Εξισορροπημένο Κόστος Υδρογόνου	προτεινόμενο
ΟΙΚ.14 Καθαρή παρούσα αξία	SunHorizon [36], CITYkeys [41], OneNet [50]
ΟΙΚ.15 Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης	LIGHTNESS [39], CITYkeys [41]
ΟΙΚ.16 Δείκτης οικονομικής ευημερίας	LIGHTNESS [39]
ΟΙΚ.17 Περίοδος απόσβεσης	SunHorizon [36], LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], ATELIER [46], MAKING-CITY [49], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67]
KOIN.1 Φύλο	ENPOWER [63]
KOIN.2 Ηλικία	ENPOWER [63]
KOIN.3 Επίπεδο εκπαίδευσης	ENPOWER [63]
KOIN.4 Επάγγελμα	ENPOWER [63]

KOIN.5 Εθνικότητα	ENPOWER [63]
KOIN.6 Σύνθεση του νοικοκυριού	ENPOWER [63]
KOIN.7 Μέσο εισόδημα	ENPOWER [63]
KOIN.8 Αριθμός των μελών που απαρτίζουν την κοιλιάδα	RESPONSE [52], ENPOWER [63], OneNet [50], Angelakoglou et al. [67]
KOIN.9 Αριθμός των συμμετεχόντων σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την κοιλιάδα	ENPOWER [63], LocalRES D1.2 [58]
KOIN.10 Αριθμός των καναλιών επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική ενεργοποίηση των πολιτών	LIGHTNESS [39]
KOIN.11 Μετρήσεις από τα κανάλια επικοινωνίας	προτεινόμενο
KOIN.12 Ενεργειακή δημοκρατία	CITYkeys [41], LIGHTNESS [39]
KOIN.13 Συνολική ικανοποίηση	SunHorizon [36], LIGHTNESS [39], X-FLEX [44], CITYkeys [41], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67]
KOIN.14 Χρόνος έως την αξία για την προσέλκυση μελών	LIGHTNESS [39]
KOIN.15 Ενεργειακή παιδεία	LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], MAKING-CITY [49], NetZeroCities [61]
KOIN.16 Αύξηση της εμπιστοσύνης και της αποδοχής της απόκρισης ζήτησης από τους συμμετέχοντες	ATELIER [46]
KOIN.17 Επίπεδο της κοινωνικής αποδοχής των πρωτοβουλιών του έργου	LIGHTNESS [39], OneNet [50], NetZeroCities [61]
KOIN.18 Αναλογία ενεργειακών δαπανών με εισόδημα	CITYkeys [41], EPAH Handbook 1 [68]
KOIN.19 Αριθμός μελών εντός του ορίου ενεργειακής φτώχειας	EPAH Handbook 1 [68], CITYkeys [41]
KOIN.20 Μερίδιο κτιρίων με EPC σε κάθε τάξη	EPAH Handbook 1 [68]
KOIN.21 Άτομα ή νοικοκυριά κάτω από το όριο της φτώχειας	EPAH Handbook 1 [68], LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], MAKING-CITY [49], Angelakoglou et al. [67], LocalRES D4.1 [59]

ΚΟΙΝ.22 Αριθμός νοικοκυριών σε δυσφορία	EPAH Handbook 1 [68]
ΚΟΙΝ.23 Δημιουργία άμεσων θέσεων εργασίας	CITYkeys [41], X-FLEX [44], LocalRES D4.1 [59], Angelakoglou et al. [67], NetZeroCities [61]
ΚΟΙΝ.24 Δημιουργία έμμεσων θέσεων εργασίας	CITYkeys [41], X-FLEX [44], LocalRES D4.1 [59]
ΚΟΙΝ.25 Επενδύσεις από τα κέρδη του έργου	CITYkeys [41], Angelakoglou et al. [67]
ΠΟΛ.1 Νομικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες	LIGHTNESS [39], CITYkeys [41], RESPONSE [52], Angelakoglou et al. [67], LocalRES D4.1 [59]
ΠΟΛ.2 Νομικό πλαίσιο συλλογικής ιδιοκατανάλωσης	LIGHTNESS [39]
ΠΟΛ.3 Τοπικό νομικό πλαίσιο τεχνολογιών εξισορρόπησης δικτύου	LIGHTNESS [39]
ΠΟΛ.4 Νομικό πλαίσιο για τα μικροδίκτυα	LIGHTNESS [39]
ΠΟΛ.5 Κατάλληλο πλαίσιο για την αποθήκευση ενέργειας	LIGHTNESS [39]
ΠΟΛ.6 Ανταπόκριση των ρυθμιστικών φορέων σε αιτήματα αδειών	LIGHTNESS [39]

Πίνακας 4 Λίστα ΚΔΑ και η πηγή τους

3.4 Τεχνικοί ΚΔΑ

3.4.1 Ενεργειακή απόδοση και ανεξαρτησία

Η υποκατηγορία αυτή απαριθμεί δείκτες που συνδράμουν στην παρακολούθηση και στην αξιολόγηση της βιωσιμότητας και της αδιάλειπτης και της ασφαλούς λειτουργίας της ενεργειακής κοινότητας. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά όλοι οι δείκτες που επιλέχθηκαν.

Η συνολική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (TE.1)

Περιγραφή: η διαφορά σε συνολική πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνεται από τα μέλη της κοινότητας πριν και μετά την δημιουργία μιας ενεργειακής κοινότητας.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την μείωση της τελικής ενέργειας, ανανεώσιμης και μη ανανεώσιμης, που χρησιμοποιείται από την κοινότητα. Ένα μεγάλο, θετικό ποσοστό επικυρώνει την επιτυχία του έργου.

Τύπος:

$$\left[\frac{PE_{tot,bef} - PE_{tot,scen,x}}{PE_{tot,bef}} \right] \times 100\%$$

όπου $PE_{tot,bef}$ η συνολική πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε πριν την δημιουργία της ενεργειακής κοιλάδας, που μετριέται σε MWh και $PE_{tot,scen,x}$ η συνολική πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε μετά την δημιουργία της, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς μη ανανεώσιμης ενέργειας (TE.2)

Περιγραφή: η διαφορά σε πρωτογενή μη ανανεώσιμη ενέργεια που καταναλώνεται από τα μέλη της κοινότητας πριν και μετά την δημιουργία μιας ενεργειακής κοιλάδας.

Στόχος: ο δείκτης στοχεύει να ποσοτικοποιήσει κατά πόσο η μη ανανεώσιμη ενέργεια που χρησιμοποιείται μειώθηκε ή αυξήθηκε. Ένα μεγάλο, θετικό ποσοστό αποδεικνύει την επιτυχία του εγχειρήματος στην μείωση χρήσης ορυκτών καυσίμων.

Τύπος:

$$\left[\frac{PE_{nren,bef} - PE_{nren,scen,x}}{PE_{nren,bef}} \right] \times 100\%$$

όπου $PE_{nren,bef}$ η συνολική πρωτογενής μη ανανεώσιμη ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε πριν την δημιουργία της ενεργειακής κοιλάδας, που μετριέται σε MWh και $PE_{nren,scen,x}$ η συνολική πρωτογενής μη ανανεώσιμη ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε μετά την δημιουργία της, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Η αύξηση κατανάλωσης πρωτογενούς ανανεώσιμης ενέργειας (TE.3)

Περιγραφή: η διαφορά σε συνολική πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνεται από τα μέλη της κοινότητας πριν και μετά την δημιουργία μιας ενεργειακής κοιλάδας.

Στόχος: ο δείκτης παρέχει πληροφορίες σχετικά με την αύξηση χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας στα πλαίσια της ενεργειακής κοιλάδας. Ένα μεγάλο, θετικό ποσοστό επικυρώνει την επιτυχία του έργου.

Τύπος:

$$\left[\frac{PE_{ren,scen,x} - PE_{ren,bef}}{PE_{ren,scen,x}} \right] \times 100\%$$

όπου $PE_{ren,bef}$ η συνολική πρωτογενής ανανεώσιμης ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε πριν την δημιουργία της ενεργειακής κοιλάδας, που μετριέται σε MWh και $PE_{ren,scen,x}$ η συνολική πρωτογενής ανανεώσιμη ενέργεια που χρησιμοποιήθηκε μετά την δημιουργία της, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Εξοικονόμηση ενέργειας από το δίκτυο (TE.4)

Περιγραφή: η μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται από το δίκτυο λόγω των εγκαταστάσεων ανανεώσιμης ενέργειας πριν και μετά την δημιουργία της κοιλάδας.

Στόχος: ο δείκτης χρησιμοποιείται για να μετρηθεί η μείωση της εξάρτησης από το δίκτυο. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό τόσο μικρότερη είναι η εξάρτηση από το δίκτυο.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{grid,sys,bef} - E_{grid,sys,scen,x}}{E_{grid,sys,scen,x}} \right] \times 100\%$$

όπου $E_{grid,sys,bef}$ η χρήση ενέργειας πριν την υλοποίηση του έργου, που μετριέται σε MWh και $E_{grid,sys,scen,x}$ η χρήση ενέργειας μετά την υλοποίηση του έργου, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Εξωτερική κατανάλωση ενέργειας (TE.5)

Περιγραφή: η εξωγενής ενέργεια που εισάγεται από το δίκτυο και καταναλώνεται από την κοινότητα σε σχέση με την συνολική κατανάλωση της κοινότητας.

Στόχος: ο δείκτης μετρά σε ποιο βαθμό η κοινότητα καταφέρνει να ανεξαρτητοποιηθεί από το δίκτυο, αποτυπώνοντας την απόδοση και την βιωσιμότητα του έργου. Ένα μικρό ποσοστό δείχνει ότι η περισσότερη ενέργεια που καταναλώνεται παράγεται από την ίδια την κοινότητα και δεν εισάγεται από το δίκτυο.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{sys} - E_{RES,sys}}{E_{sys}} \right] \times 100\%$$

όπου E_{sys} η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται από την κοινότητα μέσα σε έναν χρόνο, που μετριέται σε MWh και $E_{RES,sys}$ η ενέργεια που παράγεται από την κοινότητα, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Διαφορά χρήσης ενέργειας από ένα συμβατικό σύστημα χωρίς βέλτιστες ροές ενέργειας (TE.6)

Περιγραφή: απεικονίζει την διακύμανση στην κατανάλωση ενέργειας μεταξύ του αξιολογούμενου συστήματος σε κανονικές συνθήκες και του συστήματος σε βέλτιστες συνθήκες.

Στόχος: ο δείκτης μετράει πόσο βελτιώνεται η ενεργειακή απόδοση όταν εφαρμόζονται έξυπνες συσκευές. Ποσοτικοποιεί τη διαφορά μεταξύ των τυπικών και των βελτιστοποιημένων λειτουργιών, καθιστώντας ευκολότερη την κατανόηση του αντίκτυπου των τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{bef} - E_{scen,x}}{E_{bef}} \right] \times 100\%$$

όπου E_{bef} η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται από την κοινότητα σε κανονικές συνθήκες, που μετριέται σε MWh και $E_{scen,x}$ η ενέργεια που καταναλώνεται σε βέλτιστες συνθήκες, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Αποθηκευτική ικανότητα θερμικής ενέργειας στο σύστημα (TE.7)

Περιγραφή: απεικονίζει την ικανότητα του συστήματος να αποθηκεύει και να χρησιμοποιεί θερμική ενέργεια αποτελεσματικά.

Στόχος: η ποσοτικοποίηση αυτής της ικανότητας αντανακλά την επιτυχία του έργου στην διαχείριση της ζήτησης και στην βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας. Μία μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα είναι επιθυμητή για την επίτευξη των παραπάνω στόχων.

Τύπος: Ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kW

Είδος KPI: ποσοτικό

Αθροιστική χωρητικότητα συστήματος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (TE.8)

Περιγραφή: απεικονίζει την ικανότητα του συστήματος να αποθηκεύει και να χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια αποτελεσματικά.

Στόχος: η ποσοτικοποίηση αυτής της ικανότητας αντανακλά την επιτυχία του έργου στην διαχείριση της ζήτησης και στην βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας. Μία μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα είναι επιθυμητή για την επίτευξη των παραπάνω στόχων.

Τύπος: Ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kW

Είδος KPI: ποσοτικό

Αποδοτικότητα διαχείρισης ζήτησης ενέργειας (TE.9)

Περιγραφή: ο δείκτης απεικονίζει την διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της προβλεπόμενης ζήτησης ενέργειας

Στόχος: μετράει την αποτελεσματικότητα του συστήματος να προβλέψει σωστά την ζήτηση και να ανταπεξέλθει στις ανάγκες της κοινότητας. Ένα μικρό ποσοστό, δηλαδή μια μικρή απόκλιση μεταξύ πραγματικής και προβλεπόμενης ζήτησης, είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Πραγματική ζήτηση ενέργειας (MWh)} - \text{Προβλεπόμενη ζήτηση ενέργειας (MWh)}}{\text{Πραγματική ζήτηση ενέργειας (MWh)}} \right] \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Αποδοτικότητα μετατόπισης φορτίου (TE.10)

Περιγραφή: πόση ενέργεια έχει μετατοπιστεί από περιόδους αιχμής ζήτησης σε περιόδους εκτός αιχμής σε σχέση με την συνολική ενέργεια.

Στόχος: η μετατόπιση ενέργειας σε περιόδους εκτός αιχμής βοηθάει στην βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας και στην αποφυγή διακοπών. Ένα μεγάλο ποσοστό δείχνει ότι η κατανάλωση σε περιόδους εκτός αιχμής είναι σημαντική.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{shifted}}{E_{sys}} \right] \times 100\%$$

όπου $E_{shifted}$ η συνολική ενέργεια που μετατοπίζεται σε περιόδους εκτός αιχμής, που μετριέται σε MWh και E_{sys} η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Βαθμός ιδιοκατανάλωσης (TE.11)

Περιγραφή: η ενέργεια που παράγεται από το σύστημα και καταναλώνεται τοπικά σε σύγκριση με την συνολική παραγόμενη ενέργεια.

Στόχος: ένα μεγάλο ποσοστό αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα και την απόδοση του συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{RES,sys}}{E_{RES}} \right] \times 100\%$$

όπου $E_{RES,sys}$ η ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται από την κοινότητα, που μετριέται σε MWh και E_{RES} η συνολική ενέργεια που παράγεται από την κοινότητα, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Βαθμός αντάρκειας της κοινότητας (TE.12)

Περιγραφή: η ποσότητα της καταναλωθείσας ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται τοπικά σε σχέση με την συνολική ενέργεια που καταναλώνεται.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει κατά πόσο η κοινότητα είναι ανεξάρτητη και καταφέρνει να καλύψει τις ανάγκες της με την ενέργεια που παράγεται από την κοιλάδα, χωρίς να απαιτούνται εξωτερικές πηγές. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{RES,sys}}{E_{sys}} \right] \times 100\%$$

όπου $E_{RES,sys}$ η ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται από την κοινότητα, που μετριέται σε MWh και E_{RES} η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Παραγωγή θερμότητας από τεχνολογίες (TE.13)

Περιγραφή: η παραγωγή θερμικής ενέργειας από μια συγκεκριμένη τεχνολογία, όπως αντλίες θερμότητας και λέβητες σε σχέση με την συνολική θερμική παραγωγή.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την ικανότητα παραγωγής της εκάστοτε τεχνολογίας, δείχνοντας ποια είναι πιο αποδοτική και αποτελεσματική.

Τύπος:

$$\left[\frac{Q_{tech,sys}}{Q_{sys}} \right]$$

όπου $Q_{tech,sys}$ η ενέργεια που παράγεται και καταναλώνεται από την κοινότητα, που μετριέται σε MWh και Q_{sys} η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Χρήση θερμικής ενέργειας (TE.14)

Περιγραφή: ποσότητα ενέργειας σε μορφή θερμότητας που παρέχεται σε μια κατοικία ή κοινότητα για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται σε κάθε νοικοκυριό μέσω της υλοποίησης του έργου.

Τύπος: οι μετρήσεις γίνονται με μετρητές δικτύου θέρμανσης ή μεμονωμένους μετρητές σε επίπεδο κατοικιών.

Μονάδα μέτρησης: kW

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.2 Μονάδα παραγωγής βιομάζας

Αποδοτικότητα παραγωγής ενέργειας από την μονάδα παραγωγής βιομάζας (TE.15)

Περιγραφή: το ποσοστό που η εισαγόμενη ενέργεια στην μονάδα παραγωγής μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και θερμότητα

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποδοτικότητα και την παραγωγική δύναμη της μονάδας παραγωγής. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{output}}{E_{input}} \right] \times 100\%$$

όπου E_{output} η ενέργεια που παράγεται από την μονάδα, που μετρείται σε MWh και E_{input} η εισροή ενέργειας που απαιτείται, που μετρείται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Ρυθμός μετατροπής βιομάζας σε ενέργεια (TE.16)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό της ενέργειας που λαμβάνεται από την βιομάζα σε σύγκριση με το συνολικό ενεργειακό δυναμικό της πρώτης ύλης βιομάζας.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα της μετατροπής των πόρων βιομάζας σε χρησιμοποιήσιμη ενέργεια. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{E_{output}}{E_{potential}} \right] \times 100\%$$

όπου E_{output} η ενέργεια που παράγεται από την μονάδα, που μετρείται σε MWh και $E_{potential}$ το συνολικό ενεργειακό δυναμικό της πρώτης ύλης της βιομάζας, που μετρείται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Ωρες πλήρους λειτουργίας για την μονάδα βιομάζας (TE.17)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει τον συνολικό αριθμό ωρών που θα χρειαζόταν η μονάδα βιομάζας για να λειτουργήσει με την πλήρη ονομαστική της ισχύ για να παράγει την ετήσια παραγωγή ενέργειας.

Στόχος: ένας υψηλός αριθμός ωρών δείχνει ορθότερη χρήση της δυναμικότητας της μονάδας.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Παραγωγή μονάδας (MWh)}}{\text{Ονομαστική ισχύς της μονάδας (MW)}} \right]$$

Μονάδα μέτρησης: ώρες

Είδος KPI: ποσοτικό

Λειτουργικός χρόνος μονάδας βιομάζας (TE.18)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό που η μονάδα παραγωγής είναι λειτουργική και καταφέρνει να παράγει σε σχέση με τον συνολικό χρόνο

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αξιοπιστία και την διαθεσιμότητα της μονάδας παραγωγής. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό και διασφαλίζει την σταθερή και προβλέψιμη παροχή ενέργειας.

Τύπος:

$$\left[\frac{t_{op}}{t_{total}} \right] \times 100\%$$

Όπου t_{op} ο λειτουργικός χρόνος της μονάδας, που μετριέται σε ώρες και t_{total} ο συνολικός χρόνος, που μετριέται σε ώρες.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Απόσταση μεταφοράς πρώτης ύλης για μονάδα βιομάζας (TE.19)

Περιγραφή: πόσο μακριά απαιτείται να μεταφερθεί η πρώτη ύλη βιομάζας από την πηγή της στην μονάδα βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας.

Στόχος: Η μικρότερη απόσταση είναι επιθυμητή και εξυπηρετεί στην άμεση κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και την μείωση του κόστους.

Τύπος: Ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: km

Είδος KPI: ποσοτικό

Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης βιομάζας (TE.20)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό της συνολικής πρώτης ύλης, που προέρχεται από το κλάδεμα των ελαιόδεντρων και είναι άμεσα προσβάσιμη.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα της μετατροπής των πόρων βιομάζας σε χρησιμοποιήσιμη ενέργεια. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Ποσότητα προσβάσιμης βιομάζας (τόνοι)}}{\text{Συνολική ποσότητα βιομάζας (τόνοι)}} \right] \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.3 Μονάδα παραγωγής βιοαερίου

Αποδοτικότητα παραγωγής βιοαερίου (TE.21)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό της ενέργειας που παράγεται σε σχέση με την πρωτογενή ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών της μονάδας βιοαερίου στην μετατροπή βιομάζας σε βιοαέριο.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Παραγόμενο βιοαέριο (κυβικά μέτρα)}}{\text{Πρώτη ύλη (κιλά)}} \right] \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο (TE.22)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει την απόκλιση που έχει η πραγματική παραγωγή βιοαερίου με την προσδοκώμενη παραγωγή.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί πόσο καλά αποδίδει η μονάδα βιοαερίου όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Πραγματική παραγωγή (MWh)}}{\text{Προσδοκώμενη παραγωγή (MWh)}} \right] \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Απόδοση βιοαερίου ανά τόνο οργανικού υλικού (TE.23)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει την ποσότητα βιοαερίου που παράγεται από έναν τόνο οργανικού υλικού σε μια μονάδα βιοαερίου.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί πόσο καλά αποδίδει η μονάδα βιοαερίου όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Συνολική παραγωγή βιοαερίου (κυβικά μέτρα)}}{\text{Μάζα εισροής οργανικής ύλης (τόνοι)}} \right]$$

Μονάδα μέτρησης: cubic meters/tons

Είδος KPI: ποσοτικό

Ωρες πλήρους λειτουργίας για την μονάδα βιοαερίου (TE.24)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει τον συνολικό αριθμό ωρών που θα χρειαζόταν η μονάδα βιοαερίου για να λειτουργήσει με την πλήρη ονομαστική της ισχύ για να παράγει την ετήσια παραγωγή ενέργειας.

Στόχος: ένας υψηλός αριθμός ωρών δείχνει ορθότερη χρήση της δυναμικότητας της μονάδας.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Παραγωγή μονάδας (MWh)}}{\text{Ονομαστική ισχύς της μονάδας (MW)}} \right]$$

όπου E_{output} η ενέργεια που παράγεται από την μονάδα και *Nominal Power of the Generator* η μέγιστη συνεχής ισχύς που έχει ρυθμιστεί να παράγει η μονάδα.

Μονάδα μέτρησης: ώρες

Είδος KPI: ποσοτικό

Λειτουργικός χρόνος μονάδας βιοαερίου (TE.25)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό που η μονάδα παραγωγής είναι λειτουργική και καταφέρνει να παράγει σε σχέση με τον συνολικό χρόνο

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αξιοπιστία και την διαθεσιμότητα της μονάδας παραγωγής. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό και διασφαλίζει την σταθερή και προβλέψιμη παροχή ενέργειας.

Τύπος:

$$\left[\frac{t_{op}}{t_{total}} \right] \times 100\%$$

Όπου t_{op} ο λειτουργικός χρόνος της μονάδας, που μετριέται σε ώρες και t_{total} ο συνολικός χρόνος, που μετριέται σε ώρες.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Απόσταση μεταφοράς πρώτης ύλης για μονάδα βιοαερίου (TE.26)

Περιγραφή: πόσο μακριά απαιτείται να μεταφερθεί η πρώτη ύλη από την πηγή της στην μονάδα βιοαερίου για την παραγωγή ενέργειας.

Στόχος: Η μικρότερη απόσταση είναι επιθυμητή και εξυπηρετεί στην άμεση κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και την μείωση του κόστους.

Τύπος: Ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: km

Είδος KPI: ποσοτικό

Διαθεσιμότητα πρώτης ύλης για την μονάδα παραγωγής βιοαερίου (TE.27)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό της συνολικής πρώτης ύλης, που προέρχεται από ρεύματα υγρών και στερεών βιολογικών αποβλήτων και είναι άμεσα προσβάσιμη.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα της μετατροπής των πόρων σε χρησιμοποιήσιμη ενέργεια. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Ποσότητα προσβάσιμης πρώτης ύλης (τόνοι)}}{\text{Συνολική ποσότητα πρώτης ύλης (τόνοι)}} \right] \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.4 Μονάδα παραγωγής πράσινου υδρογόνου

Αποδοτικότητα χρήσης νερού (TE.28)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό του νερού που μετατρέπεται σε πράσινο υδρογόνο μέσω της ηλεκτρόλυσης.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί πόσο αποδοτικά χρησιμοποιείται το νερό στην ηλεκτρόλυση για την παραγωγή υδρογόνου. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{V_{hydrogen}}{V_{water}} \right] \times 100\%$$

όπου $V_{hydrogen}$ ο όγκος παραγόμενου υδρογόνου, που μετριέται σε κυβικά μέτρα και V_{water} ο όγκος χρησιμοποιούμενου νερού, που μετριέται σε λίτρα.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Απόδοση της ηλεκτρόλυσης (TE.29)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε πράσινο υδρογόνο μέσω της ηλεκτρόλυσης.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί πόσο αποδοτικά χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια στην ηλεκτρόλυση για την παραγωγή υδρογόνου. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\left[\frac{V_{hydrogen}}{V_{electricity}} \right] \times 100\%$$

όπου $V_{hydrogen}$ ο όγκος παραγόμενου υδρογόνου, που μετριέται σε κυβικά μέτρα και $V_{electricity}$ ο όγκος χρησιμοποιούμενης ηλεκτρικής ενέργειας, που μετριέται σε κυβικά μέτρα.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Αποθηκευτική ικανότητα δεξαμενών υδρογόνου σε σχέση με την ημερήσια ζήτηση (TE.30)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει για πόσο το αποθηκευμένο υδρογόνο μπορεί να καλύψει την ημερήσια ζήτηση χωρίς να χρειαστεί πρόσθετος ανεφοδιασμός.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αυτονομία και την αυτάρκεια ενός συστήματος αποθήκευσης υδρογόνου. Ένας υψηλός αριθμός ημερών είναι επιθυμητός.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Αποθηκευτική ικανότητα (κυβικά μέτρα)}}{\text{Ημερήσια ζήτηση (κυβικά μέτρα)}} \right]$$

Μονάδα μέτρησης: μέρες

Είδος KPI: ποσοτικό

Ώρες πλήρους λειτουργίας για την ηλεκτρόλυση (TE.31)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει τον συνολικό αριθμό ωρών που θα χρειαζόταν η ηλεκτρόλυση για να λειτουργήσει με την πλήρη χωρητικότητά της για να παράγει την ετήσια παραγωγή υδρογόνου.

Στόχος: ένας υψηλός αριθμός ωρών δείχνει ορθότερη χρήση της δυναμικότητας της μονάδας.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Παραγόμενο υδρογόνο (κυβικά μέτρα)}}{\text{Χωρητικότητα ηλεκτρολύτη (κυβικά μέτρα ανά ώρα)}} \right]$$

όπου $\text{Χωρητικότητα ηλεκτρολύτη}$ η μέγιστη ποσότητα υδρογόνου που παράγει

Μονάδα μέτρησης: ώρες

Είδος KPI: ποσοτικό

Λειτουργικός χρόνος ηλεκτρόλυσης (TE.32)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό που η ηλεκτρόλυση είναι λειτουργική και καταφέρνει να παράγει σε σχέση με τον συνολικό χρόνο

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αξιοπιστία και την διαθεσιμότητα της ηλεκτρόλυσης. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό και διασφαλίζει την σταθερή και προβλέψιμη παροχή ενέργειας.

Τύπος:

$$\left[\frac{t_{op}}{t_{total}} \right] \times 100\%$$

Όπου t_{op} ο λειτουργικός χρόνος της ηλεκτρόλυσης, που μετριέται σε ώρες και t_{total} ο συνολικός χρόνος, που μετριέται σε ώρες.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.5 Σύστημα γεωθερμικής ενέργειας

Βαθμός απόδοσης συστημάτων γεωθερμικής ενέργειας (TE.33)

Περιγραφή: συγκρίνει την πραγματική παραγωγή ενέργειας του συστήματος με την ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία του.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί πόσο αποτελεσματικά το σύστημα μετατρέπει την θερμότητα σε χρήσιμη θέρμανση ή ψύξη. Μια τιμή μεταξύ 3 και 5 θεωρείται ιδανική.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Συνολική παραγωγή ενέργειας (MWh)}}{\text{Συνολική εισροή ενέργειας (MWh)}} \right] \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Λειτουργικός χρόνος συστήματος γεωθερμικής ενέργειας (TE.34)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει το ποσοστό που το σύστημα παραγωγής είναι λειτουργικό και καταφέρνει να παράγει σε σχέση με τον συνολικό χρόνο.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αξιοπιστία και την διαθεσιμότητα του συστήματος παραγωγής ενέργειας Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό και διασφαλίζει την σταθερή και προβλέψιμη παροχή ενέργειας.

Τύπος:

$$\left[\frac{t_{op}}{t_{total}} \right] \times 100\%$$

Όπου t_{op} ο λειτουργικός χρόνος του συστήματος, που μετριέται σε ώρες και t_{total} ο συνολικός χρόνος, που μετριέται σε ώρες.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Ωρες πλήρους λειτουργίας για το σύστημα γεωθερμικής ενέργειας (TE.35)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει τον συνολικό αριθμό ωρών που θα χρειαζόταν το σύστημα γεωθερμικής ενέργειας για να λειτουργήσει με την πλήρη ονομαστική της ισχύ για να παράγει την ετήσια παραγωγή ενέργειας.

Στόχος: ένας υψηλός αριθμός ωρών δείχνει ορθότερη χρήση της δυναμικότητας του συστήματος γεωθερμικής ενέργειας.

Τύπος:

$$\left[\frac{\text{Παραγωγή συστήματος γεωθερμικής ενέργειας (MWh)}}{\text{Ονομαστική ισχύς του συστήματος (MW)}} \right]$$

Μονάδα μέτρησης: ώρες

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.6 Ενσωμάτωση ανανεώσιμης ενέργειας

Η συνολική πρωτογενής μη ανανεώσιμη ενέργεια (TE.36)

Περιγραφή: η συνολική πρωτογενής μη ανανεώσιμη ενέργεια, περιλαμβάνοντας μόνο τα ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το κάρβουνο, που καταναλώνεται από μία ενεργειακή κοιλιάδα.

Στόχος: η μέτρηση του δείκτη δείχνει κατά πόσο η κοινότητα είναι εξαρτώμενη από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βοηθώντας στην αξιολόγηση της απόδοσης του ενεργειακού συστήματος.

Τύπος:

$$E_{grid,sys} \times PEF_{nren,grid} + Q_f \times PEF_f - \sum (E_{ren,exp} \times PEF_{nren,grid})$$

όπου $E_{grid,sys}$ η ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτείται στο σύστημα από το δίκτυο, $PEF_{nren,grid}$ συντελεστής πρωτογενούς μη ανανεώσιμης ενέργειας, δηλαδή η ποσότητα της ενέργειας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της τελικής ενέργειας, Q_f η ενέργεια σε μορφή θερμότητας που παρέχεται από ένα καύσιμο, PEF_f συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας για το καύσιμο, $E_{ren,exp}$ η ανανεώσιμη ενέργεια που εξάγεται από το σύστημα.

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος δείκτη: ποσοτικό

Η συνολική πρωτογενής ανανεώσιμη ενέργεια (TE.37)

Περιγραφή: η συνολική πρωτογενής ανανεώσιμη ενέργεια, όπως αιολική, ηλιακή και βιομάζα, που καταναλώνεται από μία ενεργειακή κοιλιάδα.

Στόχος: η μέτρηση του δείκτη ποσοτικοποιεί την ανανεώσιμη ενέργεια που καταφέρνει η κοινότητα να παράγει και να καταναλώνει, ώστε να επιτύχει τον στόχο της, δηλαδή την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών με ΑΠΕ.

Τύπος:

$$E_{grid,sys} \times PEF_{ren,grid} + Q_f \times PEF_f - \sum (E_{nren,exp} \times PEF_{ren,grid})$$

όπου $E_{grid,sys}$ η ηλεκτρική ενέργεια που τροφοδοτείται στο σύστημα από το δίκτυο, $PEF_{ren,grid}$ συντελεστής πρωτογενούς ανανεώσιμης ενέργειας, δηλαδή η ποσότητα της ενέργειας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή της τελικής ενέργειας, Q_f η ενέργεια σε μορφή θερμότητας που παρέχεται από ένα καύσιμο, PEF_f συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας για το καύσιμο, $E_{nren,exp}$ η μη ανανεώσιμη ενέργεια που εξάγεται από το σύστημα.

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Αναλογία ανανεώσιμης ενέργειας (TE.38)

Περιγραφή: η πρωτογενής ανανεώσιμη ενέργεια που χρησιμοποιείται εντός των ορίων του συστήματος σε σύγκριση με την συνολική πρωτογενή ενέργεια (ανανεώσιμη και μη ανανεώσιμη) που χρησιμοποιείται.

Στόχος: ο δείκτης δείχνει κατά πόσο η υλοποίηση του έργου καταφέρνει η συνολική ενέργεια που καταναλώνεται εντός της κοινότητας να είναι ανανεώσιμη. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό ώστε να επιτύχει τους στόχους του εγχειρήματος.

Τύπος:

$$\frac{PE_{ren}}{PE_{tot}} \times 100\%$$

όπου PE_{ren} η συνολική πρωτογενής ανανεώσιμη ενέργεια που χρησιμοποιείται εντός της κοιλιάδας και PE_{tot} η συνολική πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιείται εντός της κοιλιάδας

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Μερίδιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για θερμική χρήση (TE.39)

Περιγραφή: το ποσοστό της θερμικής ζήτησης ενέργειας που καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές σε σχέση με την συνολική θερμική ζήτηση.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την αποδοτικότητα του συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας να συνδράμει στην κάλυψη της ζήτησης για θερμότητα. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\frac{Q_{RES,sys}}{Q_{sys}} \times 100\%$$

όπου $Q_{RES,sys}$ η συνολική ζήτηση που καλύπτεται από ανανεώσιμη ενέργεια και Q_{sys} η συνολική ζήτηση θερμότητας.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Εγκατεστημένη ισχύς θερμικής ανανεώσιμης ενέργειας (TE.40)

Περιγραφή: η μέγιστη ποσότητα θερμικής ενέργειας που μπορούν να παράγουν οι εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ενέργειας κάτω από βέλτιστες συνθήκες.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την δυναμική του συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας και κατά πόσο εξυπηρετεί στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της κοινότητας.

Τύπος: Ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kW

Είδος KPI: ποσοτικό

Εγκατεστημένη ισχύς ηλεκτρικής ανανεώσιμης ενέργειας (TE.41)

Περιγραφή: η μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν να παράγουν οι εγκαταστάσεις ανανεώσιμης ενέργειας κάτω από βέλτιστες συνθήκες.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την δυναμική του συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας και κατά πόσο εξυπηρετεί στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της κοινότητας.

Τύπος: Ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kW

Είδος KPI: ποσοτικό

Ποικιλία στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (TE.42)

Περιγραφή: πόσες διαφορετικές πηγές, όπως ήλιος, αέρας, υδρογόνο, βιομάζα και βιοαέριο, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την αποτελεσματικότητα της κοιλιάδας στην παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας από πολλαπλές πηγές.

Τύπος:

$$1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{E_i}{E_{total}} \right)^2 \quad [81]$$

όπου E_i η ενέργεια που παράγεται από μία πηγή ανανεώσιμης ενέργειας, που μετριέται σε MWh και E_{total} η συνολική ενέργεια που παράγεται, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.7 Απόδοση δικτύου

Περιορισμένη χρήση ενέργειας από ΑΠΕ (TE.43)

Περιγραφή: η ποσότητα ανανεώσιμης ενέργειας που περιορίστηκε κατά την διάρκεια ενός έτους λόγω αιτημάτων των διαχειριστών του δικτύου εξαιτίας έλλειψης ισορροπίας

μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Υπολογίζεται ως η διαφορά της προβλεπόμενης και της πραγματικής παραγωγής.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την σταθερότητα του δικτύου και την ικανότητά του να διατηρήσει ισορροπία μεταξύ παροχής και ζήτησης. Μια μικρή διαφορά είναι επιθυμητή.

Τύπος:

$$E_{RES,pred} - E_{RES,actual}$$

όπου $E_{RES,pred}$ η προβλεπόμενη παραγωγή ενέργειας, που μετριέται σε MWh και $E_{RES,actual}$ η πραγματική παραγωγή, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Συμφόρηση δικτύου (TE.44)

Περιγραφή: δείχνει την διαφορά των περικοπών ενέργειας πριν και μετά την υλοποίηση του έργου.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει κατά πόσο βελτιώνεται η σταθερότητα του δικτύου, η ικανότητά του να διατηρήσει ισορροπία μεταξύ παροχής και ζήτησης και να αποφύγει την υπερφόρτωση του συστήματος. Μια μεγάλη διαφορά είναι επιθυμητή.

Τύπος:

$$E_{RES,curtailed,bef} - E_{RES,curtailed,after}$$

όπου $E_{RES,curtailed,bef}$ οι περικοπές ενέργειας πριν την υλοποίηση του έργου, που μετριέται σε MWh και $E_{RES,curtailed,after}$ οι περικοπές ενέργειας μετά την υλοποίηση του έργου, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Λόγος απόκλισης συχνότητας (TE.45)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει την έκταση της απόκλισης της ηλεκτρικής συχνότητας από την ονομαστική της τιμή.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την σταθερότητα και την απόδοση του ηλεκτρικού δικτύου. Ένα μικρό ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\frac{Freq_{nom} - Freq_{actual}}{Freq_{nom}} \times 100\%$$

όπου $Freq_{nom}$ η ονομαστική τιμή της ηλεκτρικής συχνότητας, που μετριέται σε Hz και $Freq_{actual}$ η πραγματική τιμή της ηλεκτρικής συχνότητας, που μετριέται σε Hz.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Λόγος απόκλισης τάσης (TE.46)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει την έκταση της απόκλισης της ηλεκτρικής συχνότητας από την ονομαστική της τιμή.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την σταθερότητα και την ποιότητα του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα μικρό ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\frac{Voltage_{nom} - Voltage_{actual}}{Voltage_{nom}} \times 100\%$$

όπου $Voltage_{nom}$ η ονομαστική τιμή της τάσης, που μετριέται σε Volt και $Voltage_{actual}$ η πραγματική τιμή της τάσης, που μετριέται σε Volt.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Απόκλιση στην ζήτηση θερμικής ενέργειας κατά τις ώρες αιχμής (TE.47)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει την αλλαγή στην αναμενόμενη ή τυπική κατανάλωση θερμικής ενέργειας λόγω συμβάντων απόκρισης ζήτησης μέσω των τεχνολογιών P2H και H2P, που μετατρέπουν την περισσευούμενη ηλεκτρική ενέργεια σε θερμότητα και αντίστροφα.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την σταθερότητα και την αξιοπιστία που προσφέρει το δίκτυο σε ώρες αιχμής, που η ζήτηση είναι υψηλή.

Τύπος:

$$Q_{needs,bef} - Q_{needs,DRevent}$$

όπου $Q_{needs,bef}$ η ζήτηση θερμικής ενέργειας χωρίς κανένα συμβάν απόκρισης ζήτησης, που μετριέται σε MWh και $Q_{needs,DRevent}$ η ζήτηση θερμικής ενέργειας με την εφαρμογή των τεχνολογιών H2P και P2H, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Μείωση αιχμής φορτίου (TE.48)

Περιγραφή: αντιπροσωπεύει την μείωση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο κατά τις περιόδους αιχμής. Αυτό επιτυγχάνεται με τα προγράμματα απόκρισης ζήτησης καθώς και με την ανάπτυξη τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας που επιτρέπει στην υπερβολική ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται κατά τις χαμηλές καταναλωτικές ώρες να αποθηκεύεται και να απελευθερώνεται κατά τις ώρες αιχμής.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την σταθερότητα και την αξιοπιστία του δικτύου σε περιπτώσεις υψηλής ζήτησης. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

Τύπος:

$$\frac{E_{peak,bef} - E_{peak,after}}{E_{peak,after}} \times 100\%$$

όπου $E_{peak,bef}$ η κατανάλωση ενέργειας σε ώρες αιχμής πριν την εφαρμογή των προτεινόμενων λύσεων, που μετριέται σε MWh και $E_{peak,after}$ η κατανάλωση ενέργειας μετά την εφαρμογή των προτεινόμενων λύσεων, που μετριέται σε MWh.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Χρόνος ανοχής απώλειας φορτίου για την αποφυγή ενδεχόμενης διακοπής ρεύματος (TE.49)

Περιγραφή: αναφέρεται στην διάρκεια κατά την οποία το σύστημα ηλεκτροδότησης μπορεί να διαχειριστεί μια απώλεια φορτίου, δηλαδή σε περιπτώσεις που η ζήτηση υπερβαίνει την προσφορά, χωρίς να προκληθεί διακοπή ρεύματος χρησιμοποιώντας τις διαθέσιμες πηγές ευελιξίας, όπως η απόκριση ζήτησης, η αποθήκευση ενέργειας και η εφεδρική παραγωγή [82].

Στόχος: ένας μεγάλος αριθμός ωρών αποτυπώνει την αξιοπιστία του ενεργειακού συστήματος σε καταστάσεις υψηλής ζήτησης.

Τύπος:

$$\sum \text{number of hours}$$

Μονάδα μέτρησης: ώρες

Είδος KPI: ποσοτικό

Παροχή εφεδρικής ενέργειας κατά την διάρκεια διακοπής ρεύματος (TE.50)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ποσότητα εφεδρικής ενέργειας που παρέχεται κατά τις διακοπές ρεύματος.

Στόχος: μια μεγάλη ποσότητα εφεδρικής ενέργειας αποτυπώνει την ετοιμότητα του συστήματος να ανταπεξέλθει σε διακοπές ρεύματος και να λειτουργεί απρόσκοπτα.

Τύπος:

$$\sum E_{backup,sys}$$

Μονάδα μέτρησης: ώρες

Είδος KPI: ποσοτικό

Αριθμός συμβάντων στα οποία έχει εμπλακεί η κοιλάδα (TE.51)

Περιγραφή: αναφέρεται στον αριθμό των περιπτώσεων που η κοιλάδα συμμετέχει σε γεγονότα που επηρεάζουν το ευρύτερο κύριο δίκτυο. Αυτά τα γεγονότα μπορεί να

περιλαμβάνουν δράσεις που σχετίζονται με τον έλεγχο της συχνότητας και την διαχείριση της τάσης

Στόχος: ένας μεγάλος αριθμός τέτοιων γεγονότων δείχνει ότι ο ρόλος της κοιλάδας επεκτείνεται πέρα από τα άμεσα μέλη, αποδεικνύοντας την σημασία της για το ευρύτερο οικοσύστημα.

Τύπος:

$$\sum \text{number of events}$$

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Εξαγόμενη τοπική ενέργεια (TE.52)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ποσότητα ενέργειας που δεν καταναλώνεται, αλλά παράγεται, από την κοιλάδα και τελικά εξάγεται στο δίκτυο.

Στόχος: μια μεγάλη ποσότητα εξαγόμενης ενέργειας ενισχύει την σταθερότητα του δικτύου και συμβάλλει στην προσπάθεια μετάβασης σε ένα αποκεντρωμένο, βασισμένο σε ανανεώσιμη ενέργεια σύστημα.

Τύπος:

$$E_{RES} - E_{RES,sys}$$

όπου E_{RES} η συνολική ανανεώσιμη ενέργεια που παράγεται από το σύστημα, που μετριέται σε kWh και $E_{RES,sys}$ η ενέργεια που καταναλώνεται από την κοιλάδα, που μετριέται σε kWh.

Μονάδα μέτρησης: kWh

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.8 Μεταφορές

Κατανάλωση ενέργειας από τους δημόσιους φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων (TE.56)

Περιγραφή: αναφέρεται στην μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται από δημόσια προσβάσιμους φορτιστές ηλεκτρικών οχημάτων.

Στόχος: ο δείκτης παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ζήτηση για υποδομές φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, ώστε το δίκτυο να είναι σε ετοιμότητα να την αντιμετωπίσει.

Τύπος: στοιχεία από μετρητές

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Η αποθηκευτική ικανότητα των PEV μπαταριών που προσφέρονται μέσω της υπηρεσίας V2G (TE.57)

Περιγραφή: αναφέρεται στην χωρητικότητα των PEV μπαταριών, δηλαδή επαναφορτιζόμενων συσκευών αποθήκευσης που εγκαθίστανται σε ηλεκτρικά οχήματα με σκοπό να αποθηκεύουν ενέργεια από μια εξωτερική πηγή για την λειτουργία του οχήματος, μέσω της τεχνολογίας V2G. Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την διπλή κατεύθυνση της ροής ενέργειας μεταξύ ηλεκτρικών οχημάτων και ηλεκτρικού δικτύου [83].

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την δυνατότητα των ηλεκτρικών οχημάτων να λειτουργούν ως κινητά αποθηκευτικά συστήματα ενέργειας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: Wh

Είδος KPI: ποσοτικό

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των ηλεκτρικών λεωφορείων ή σκαφών στην κοινότητα (TE.58)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν τα ηλεκτρικά λεωφορεία ή σκάφη.

Στόχος: ο δείκτης αποτυπώνει την βιωσιμότητα των μεταφορών και εξυπηρετεί στην βελτιστοποίηση της ηλεκτροκίνησης.

Τύπος: στοιχεία από μετρητές

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

3.4.9 Εμπορία ενέργειας

Ποσότητα ενέργειας που ανταλλάσσεται μέσω εμπορίας ενέργειας P2P (TE.53)

Περιγραφή: αναφέρεται σε μία αποκεντρωμένη προσέγγιση για την ανταλλαγή ενέργειας που επιτρέπει στους καταναλωτές να αγοράζουν και να πωλούν ηλεκτρική ενέργεια άμεσα ο ένας από τον άλλον.

Στόχος: μια μεγάλη ποσότητα ενέργειας που ανταλλάσσεται αποτυπώνει την ενεργή συμμετοχή του καταναλωτή, την μείωση της εξάρτησης από το δίκτυο και, συνεπώς, την γενικότερη επιτυχία δημιουργίας ενός αποκεντρωμένου ενεργειακού συστήματος.

Τύπος: στοιχεία από μετρητές

Μονάδα μέτρησης: MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Αριθμός χρηστών που συμμετέχουν στο εμπόριο ενέργειας P2P (TE.54)

Περιγραφή: αναφέρεται στον αριθμό των ατόμων που συμμετέχουν ενεργά στην P2P ενεργειακή συναλλαγή.

Στόχος: ένας μεγάλος αριθμός χρηστών αντικατοπτρίζει την υιοθέτηση και την δημοτικότητα αυτής της αποκεντρωμένης ανταλλαγής ενέργειας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Αξιοποίηση τεχνολογιών για την αποτελεσματική εμπορία ενέργειας (TE.55)

Περιγραφή: αναφέρεται στις διαφορετικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για το εμπόριο ενέργειας, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η μηχανική μάθηση και το blockchain.

Στόχος: μια ποικιλία χρήσης τεχνολογιών διευκολύνει τον αυτοματισμό των διαδικασιών, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα στις λειτουργίες του εμπορίου ενέργειας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποιοτικό

Παρακάτω, φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή των τεχνικών ΚΔΑ ανά υποκατηγορία.



Εικόνα 1 Κατανομή τεχνικών ΚΔΑ

3.5 Περιβαλλοντικοί ΚΔΑ

3.5.1 Μείωση εκπομπών

Μείωση εκπομπών στις μεταφορές (ΠΕΡΙΒ.1)

Περιγραφή: αναφέρεται στην διαφορά που προκύπτει στις εκπομπές αερίων στις μεταφορές μετά από την υιοθέτηση ηλεκτρικών οχημάτων και λεωφορείων υδρογόνου.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στον τομέα των μεταφορών.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kg ή tons of CO_2 equivalent

Είδος KPI: ποσοτικό

Μείωση εκπομπών σε δημόσια και οικιστικά κτίρια (ΠΕΡΙΒ.2)

Περιγραφή: οι ενεργειακά αποδοτικές κτιριακές πρακτικές μπορούν να επιτρέψουν στα νέα και στα υπάρχοντα κτίρια να χρησιμοποιούν λιγότερη ενέργεια για να επιτύχουν τις ίδιες λειτουργίες, οδηγώντας σε λιγότερες εκπομπές αερίων. Οι τεχνικές για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου περιλαμβάνουν βιώσιμες τεχνολογίες για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό.

Στόχος: : ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα κτίρια.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kg ή tons of CO_2 equivalent

Είδος KPI: ποσοτικό

Μείωση εκπομπών στην βιομηχανία (ΠΕΡΙΒ.3)

Περιγραφή: αναφέρεται στην προσπάθεια η βιομηχανία να γίνει πιο ενεργειακά αποδοτική, εξοικονομώντας ενέργεια για την τροφοδοσία βιομηχανικών διεργασιών και την λειτουργία εξοπλισμού. Ταυτόχρονα, η μετάβαση σε ανανεώσιμη ενέργεια αντί για την χρήση ορυκτών καυσίμων για την κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στόχος: : ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην βιομηχανία.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kg ή tons of CO_2 equivalent

Είδος KPI: ποσοτικό

Μείωση εκπομπών στην παραγωγή ενέργειας (ΠΕΡΙΒ.4)

Περιγραφή: αναφέρεται στην προσπάθεια μείωσης εκπομπών στην παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενέργειας, μέσω της αύξησης της απόδοσης των υφιστάμενων σταθμών παραγωγής με χρήση προηγμένων τεχνολογιών και την αντικατάσταση των καυσίμων με άλλα χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Στόχος: : ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην παραγωγή ενέργειας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kg ή tons of CO_2 equivalent

Είδος KPI: ποσοτικό

Μείωση εκπομπών στην γεωργία (ΠΕΡΙΒ.5)

Περιγραφή: αναφέρεται στην προσπάθεια μείωσης στην γεωργία με την αξιοποίηση ενός βιώσιμου λιπάσματος, συμποϊόν της διαδικασίας παραγωγής βιοαερίου, αντί συνθετικού λιπάσματος, καθώς και με την διαχείριση των γεωργικών απορριμμάτων [84].

Στόχος: : ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην γεωργία.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: kg ή tons of CO_2 equivalent

Είδος KPI: ποσοτικό

3.5.2 Άλλα ΚΔΑ

Δείκτης ποιότητας αέρα (ΠΕΡΙΒ.6)

Περιγραφή: αναφέρεται στο πώς επηρεάζεται το επίπεδο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης για έναν συγκεκριμένο ρυπαντή με την υλοποίηση του έργου της ενεργειακής κοιλάδας.

Στόχος: : ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των πρωτοβουλιών που στοχεύουν στην μείωση των εκπομπών αερίου και, συνεπώς, στην βελτίωση της ποιότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, προστατεύοντας την δημόσια υγεία.

Τύπος:

$$\frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} \times (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

όπου C_p η περικομμένη συγκέντρωση ριπών του ρυπαντή p, BP_{Hi} η οριακή τιμή συγκέντρωσης που είναι μεγαλύτερη ή ίση του C_p , δηλαδή η υψηλότερη συγκέντρωση του ρύπου που αντιστοιχεί στο εύρος τιμή του δείκτη ποιότητας αέρα (AQI) στο οποίο αντιστοιχεί η τρέχουσα συγκέντρωση του ρυπαντή, BP_{Lo} η οριακή τιμή συγκέντρωσης που είναι μικρότερη ή ίση του C_p , δηλαδή η χαμηλότερη συγκέντρωση του ρύπου που αντιστοιχεί στο εύρος τιμή του δείκτη ποιότητας αέρα (AQI) στο οποίο αντιστοιχεί η τρέχουσα συγκέντρωση του ρυπαντή, I_{Hi} η τιμή του αέρα (AQI) που αντιστοιχεί στο BP_{Hi} , I_{Lo} η τιμή του δείκτη ποιότητας αέρα (AQI) που αντιστοιχεί στο BP_{Lo} [85].

Μονάδα μέτρησης: αριθμός μεταξύ 0 και 500

Είδος KPI: ποσοτικό

Διακύμανση ηχορύπανσης (ΠΕΡΙΒ.7)

Περιγραφή: αναφέρεται στην μεταβολή επιπέδου θορύβου που σχετίζεται με την παραγωγή ενέργειας πριν και μετά την δημιουργία της ενεργειακής κοιλάδας.

Στόχος: : ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο η δημιουργία ενός τέτοιου ενεργειακού συστήματος συμβάλλει στην βελτίωση της δημόσιας υγείας και της ποιότητας ζωής.

Τύπος: ερωτηματολόγιο ή dB ανά τεχνολογία ή άμεση μέτρηση

Μονάδα μέτρησης: χαμηλή/μέτρια/υψηλή

Είδος KPI: ποσοτικό

Χρήση γης για ενέργεια (ΠΕΡΙΒ.8)

Περιγραφή: αναφέρεται στο αναλογικό εμβαδόν γης που καταλαμβάνουν οι μονάδες παραγωγής ενέργειας, εξαιρώντας τις εγκαταστάσεις ηλιακής ενέργειας στην οροφή.

Στόχος: μια μικρή τιμή του μετρητή υποδεικνύει μια πιο αποτελεσματική χρήση της γης, που σημαίνει ότι απαιτείται λιγότερη έκταση για την παραγωγή ενός μεγαβάτ.

Τύπος: συνολικά τετραγωνικά μέτρα για τον εξοπλισμό ανανεώσιμης ενέργειας, μέσα από το δελτίο δεδομένων εξοπλισμού ή εκτίμηση από μέσες τιμές.

Μονάδα μέτρησης: m^2/MW

Είδος KPI: ποσοτικό

Διαχείριση αποβλήτων (ΠΕΡΙΒ.9)

Περιγραφή: αναφέρεται στο ποσοστό των αποβλήτων από την χωματερή και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαερίου.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί πόσο αποτελεσματικά η κοινότητα διαχειρίζεται τα απόβλητά της και μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διάθεσης απορριμμάτων. Ένα μεγάλο ποσοστό είναι επιθυμητό.

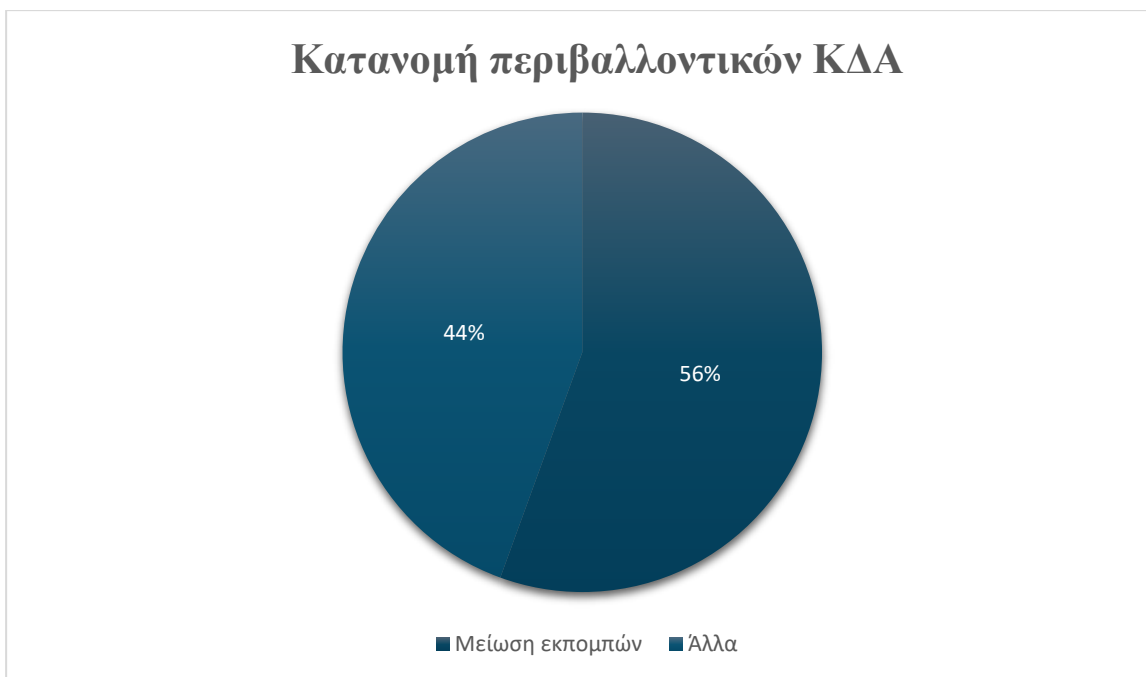
Τύπος:

$$\frac{\text{Συνολικά απόβλητα που εκτρέπονται (τόνοι)}}{\text{Συνολικά απόβλητα που παράγονται (τόνοι)}} \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Παρακάτω, φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή των περιβαλλοντικών ΚΔΑ ανά υποκατηγορία.



Εικόνα 2 Κατανομή περιβαλλοντικών ΚΔΑ

3.6 Οικονομικοί ΚΔΑ

3.6.1 Άμεση εξοικονόμηση δαπανών για τον τελικό χρήστη

Μείωση λογαριασμών ενέργειας (ΟΙΚ.1)

Περιγραφή: αναφέρεται στην οικονομική εξοικονόμηση στους λογαριασμούς ενέργειας για τους πολίτες μετά την δημιουργία της κοιλάδας.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί τα οικονομικά οφέλη από την εγκατάσταση ενός συστήματος ανανεώσιμης ενέργειας. Μια σημαντική πτώση στους λογαριασμούς ενέργειας υποδηλώνει επιτυχή εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Τύπος:

$$EC_{bef} - EC_{after}$$

όπου EC_{bef} η κατανάλωση ενέργειας πριν την δημιουργία της κοιλάδας, που μετριέται σε MWh/year και EC_{after} η κατανάλωση ενέργειας μετά την δημιουργία της κοιλάδας, που μετριέται σε MWh/year.

Μονάδα μέτρησης: €

Είδος KPI: ποσοτικό

Εξοικονόμηση δαπανών καυσίμων από χρήση ηλεκτρικών οχημάτων αντί για συμβατικών (ΟΙΚ.2)

Περιγραφή: αναφέρεται στις οικονομίες του τελικού χρήστη που συμμετέχει στην κοιλάδα και καταναλώνει ανανεώσιμη ενέργεια.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει τα άμεσα οικονομικά οφέλη για τον τελικό χρήστη από την χρήση ηλεκτρικών οχημάτων. Μια σημαντική διαφορά δείχνει ότι ο τελικός χρήστης ωφελείται σημαντικά από την μετάβαση από τα συμβατικά οχήματα στα ηλεκτρικά.

Τύπος:

$$P_{fuel,conv} \times D \times E_{fuel} - P_{elec,EV} \times D \times E_{elec}$$

όπου $P_{fuel,conv}$ τιμή του καυσίμου που χρησιμοποιεί ένα συμβατικό όχημα για μια συγκεκριμένη διαδρομή, που μετριέται σε €/L, D η απόσταση που διανύει το όχημα, που μετριέται σε km, E_{fuel} ο βαθμός απόδοσης της χημικής ενέργειας του καυσίμου σε κινητική, που μετριέται σε L/km, $P_{elec,EV}$ που μετριέται σε €/L και E_{elec} η απόδοση του ηλεκτρικού οχήματος, που μετριέται σε kWh/km.

Μονάδα μέτρησης: €

Είδος KPI: ποσοτικό

3.6.2 Διαχείριση και βελτιστοποίηση του προϋπολογισμού

Κεφαλαιουχικές δαπάνες (ΟΙΚ.3)

Περιγραφή: αναφέρεται στο κόστος επένδυσης για όλες τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας. Το κόστος αφορά την απόκτηση και την εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αποθήκευσης ενέργειας και υποδομών δικτύου εντός της κοιλάδας.

Στόχος: ο δείκτης χρησιμοποιείται ώστε να διασφαλιστεί ότι το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο, ευθυγραμμίζεται με μακροπρόθεσμους στόχους και είναι ικανό να διαχειριστεί οποιονδήποτε κίνδυνο.

Τύπος:

$$sum(CAPEX_{tech,1} + CAPEX_{tech,2} + \dots + CAPEX_{tech,N})$$

όπου $CAPEX_{tech,1,2,\dots,N}$ η κεφαλαιουχική δαπάνη από κάθε τεχνολογία που χρησιμοποιείται εντός της κοιλάδας.

Μονάδα μέτρησης: €

Είδος KPI: ποσοτικό

Έξοδα συντήρησης (ΟΙΚ.4)

Περιγραφή: αναφέρεται στο συνολικό ποσό των δαπανών συντήρησης προς κάθε πάροχο τεχνολογίας.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει την αξιοπιστία και την μακροβιότητα των συστημάτων και του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται στην κοιλάδα.

Τύπος: φύλλο δεδομένων εξοπλισμού

Μονάδα μέτρησης: €/kWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Κόστος χρηματοδότησης (ΟΙΚ.5)

Περιγραφή: αναφέρεται στο κόστος, τους τόκους και άλλες επιβαρύνσεις που σχετίζονται με τον δανεισμό και την απόκτηση κεφαλαίων για την χρηματοδότηση του έργου.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει κατά πόσο το έργο είναι κερδοφόρο και βιώσιμο μακροπρόθεσμα, βοηθώντας παράλληλα να μειωθεί ο κίνδυνος αθέτησης υποχρεώσεων ή οικονομικής αποτυχίας. Το μειωμένο κόστος δανεισμού δείχνει ότι η κοινότητα μπορεί να δημιουργήσει αρκετά έσοδα ώστε να ανταποκριθεί στο χρέος της και να πληρώσει έγκαιρα τις δόσεις της, μειώνοντας το οποιοδήποτε οικονομικό ρίσκο [86].

Τύπος: υπολογισμός των σχετικών τόκων ανάλογα με το επιτόκιο της τράπεζας

Μονάδα μέτρησης: €

Είδος KPI: ποσοτικό

Λειτουργικές δαπάνες (ΟΙΚ.6)

Περιγραφή: αναφέρεται στο άθροισμα των συνολικών δαπανών λειτουργίας, των προγραμματισμένων λειτουργιών και συντήρησης, καθώς και της απρογραμμάτιστης συντήρησης.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει το πώς κατανέμονται οι πόροι εντός της κοιλάδας και βοηθάει στην πρόβλεψη των δημοσιονομικών απαιτήσεων καθώς και στην αποφυγή απροσδόκητων οικονομικών ελλείψεων.

Τύπος:

$$EC_f + EC_E + EC_{maint} + EC_{fin} + EC_Q$$

όπου EC_f τα έξοδα που αναφέρονται σε καύσιμα, EC_E τα έξοδα που συνδέονται με την ηλεκτρική κατανάλωση, EC_{maint} τα έξοδα που αφορούν την συντήρηση των ενεργειακών συστημάτων, EC_{fin} το συνολικό κόστος χρηματοδότησης και EC_Q τα έξοδα που αφορούν την θέρμανση.

Μονάδα μέτρησης: €/kWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Κόστος κύκλου ζωής παραγωγής ενέργειας (ΟΙΚ.7)

Περιγραφή: αναφέρεται στο άθροισμα των συνολικών δαπανών καθ' όλη την διάρκεια ζωής της ενεργειακής επένδυσης, ως προς την παραγόμενη ενέργεια.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει την σχέση κόστους – αποτελεσματικότητας και την βιωσιμότητα των διαφορετικών τεχνολογιών καθαρής παραγωγής ενέργειας

Τύπος:

$$\frac{CAPEX + OPEX}{ET_{RES}}$$

όπου $CAPEX$ οι κεφαλαιουχικές δαπάνες του έργου, $OPEX$ οι λειτουργικές δαπάνες του έργου, και ET_{RES} η συνολική ηλεκτρική και θερμική παραγωγή.

Μονάδα μέτρησης: €/MWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Συνεισφορά στην συνολική δαπάνη (ΟΙΚ.8)

Περιγραφή: αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο μοιράζονται οι χρηματικοί πόροι μεταξύ των πολιτών, δίνοντας έμφαση στην επένδυση που διατίθεται για την βελτίωση των κατοικιών σε σχέση με την συνολική επένδυση.

Στόχος: ο δείκτης παρέχει πληροφορίες για τις προτεραιότητες του ενεργειακού έργου και για το επενδυτικό βάρος που έχει δοθεί στις κατοικίες.

Τύπος:

$$\frac{\text{Επενδύσεις σε κατοικίες}}{\text{Συνολική επένδυση}} \times 100\%$$

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Αποφυγή λειτουργικών δαπανών (ΟΙΚ.9)

Περιγραφή: αναφέρεται στα κόστη λειτουργίας που καταφέρνει να εξοικονομήσει η κοινότητα με την δημιουργία της κοιλάδας.

Στόχος: μια σημαντική μείωση των λειτουργικών δαπανών βοηθάει την κοινότητα να βελτιστοποιήσει την κατανομή των πόρων, να μειώσει την σπατάλη και να μεγιστοποιήσει την κερδοφορία.

Τύπος:

$$OPEX_{bef} - OPEX_{after}$$

όπου $OPEX_{bef}$ τα λειτουργικά έξοδα πριν την υλοποίηση του έργου και $OPEX_{after}$ τα λειτουργικά έξοδα μετά την υλοποίηση του έργου.

Μονάδα μέτρησης: €/kWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Κόστος πόρων ανά τόνο (ΟΙΚ.10)

Περιγραφή: αναφέρεται στο μέσο κόστος που προέκυψε για τον χειρισμό ή επεξεργασία κάθε τόνου αποβλήτων στην είσοδο της μονάδας παραγωγής βιοαερίου.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποδοτικότητα χρήσης των πόρων και εντοπίζει ευκαιρίες για την βελτιστοποίηση του κόστους στην απόκτηση και διαχείριση των αποβλήτων.

Τύπος:

Έξοδα για την λειτουργία της μονάδας παραγωγής (€/χρόνο)

Συνολική ποσότητα οργανικών αποβλήτων που διαχειρίζεται η μονάδα (τόνοι/χρόνο)

Μονάδα μέτρησης: €/τόνο

Είδος KPI: ποσοτικό

3.6.3 Σχέση κόστους – αποτελεσματικότητας

Εξισορροπημένο Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΟΙΚ.11)

Περιγραφή: αναφέρεται στο συνολικού κόστος για την κατασκευή και την λειτουργία ενός περιουσιακού στοιχείου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας διαιρούμενη με την συνολική ενέργεια που παράγει.

Στόχος: ο δείκτης χρησιμοποιείται ώστε να αξιολογήσει και να συγκρίνει διαφορετικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ανεξαρτήτως διάρκειας ζωής, μεγέθους και κόστους κεφαλαίου του εκάστοτε έργου.

Τύπος:

$$\frac{I_0 - S_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

όπου I_0 η αρχική επένδυση για την απόκτηση του περιουσιακού στοιχείου, S_0 οι επιδοτήσεις που λαμβάνονται, C_t τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης, E_t η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, r το προεξοφλητικό επιτόκιο, που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της παρούσας αξίας των μελλοντικών ταμειακών ροών, T η περίοδος ανάλυσης.

Μονάδα μέτρησης: €/kWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Εξισορροπημένο Κόστος Θερμικής Ενέργειας (ΟΙΚ.12)

Περιγραφή: αναφέρεται στο συνολικό κόστος για την κατασκευή και την λειτουργία ενός περιουσιακού στοιχείου για την παραγωγή θερμότητας διαιρούμενη με την συνολική ενέργεια που παράγει.

Στόχος: ο δείκτης χρησιμοποιείται ώστε να αξιολογήσει και να συγκρίνει διαφορετικές μεθόδους παραγωγής θερμότητας, ανεξαρτήτως διάρκειας ζωής, μεγέθους και κόστους κεφαλαίου του εκάστοτε έργου.

Τύπος:

$$\frac{I_0 - S_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{T_t}{(1+r)^t}}$$

όπου I_0 η αρχική επένδυση για την απόκτηση του περιουσιακού στοιχείου, S_0 οι επιδοτήσεις που λαμβάνονται, C_t τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης, T_t η παραγόμενη θερμότητα, r το προεξοφλητικό επιτόκιο, που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της παρούσας αξίας των μελλοντικών ταμειακών ροών, T η περίοδος ανάλυσης.

Μονάδα μέτρησης: €/kWh

Είδος KPI: ποσοτικό

Εξισορροπημένο Κόστος Υδρογόνου (ΟΙΚ.13)

Περιγραφή: αναφέρεται στο συνολικό κόστος για την κατασκευή και την λειτουργία της μονάδας παραγωγής υδρογόνου διαιρούμενη με την συνολική ποσότητα που παράγεται.

Στόχος: ο δείκτης χρησιμοποιείται ώστε να αξιολογήσει η βιωσιμότητα και η κερδοφορία μιας μονάδας παραγωγής πράσινου υδρογόνου.

Τύπος:

$$\frac{I_0 - S_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{H_t}{(1+r)^t}}$$

όπου I_0 η αρχική επένδυση για την μονάδα παραγωγής πράσινου υδρογόνου, S_0 οι επιδοτήσεις που λαμβάνονται, C_t τα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης, H_t το παραγόμενο υδρογόνο κατά την διάρκεια της ζωής της, r το προεξοφλητικό επιτόκιο, που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της παρούσας αξίας των μελλοντικών ταμειακών ροών, T η περίοδος ανάλυσης.

Μονάδα μέτρησης: €/kWh

Είδος KPI: ποσοτικό

3.6.4 Οικονομική βιωσιμότητα

Καθαρή παρούσα αξία (ΟΙΚ.14)

Περιγραφή: αναφέρεται στην αξία των ολικών οφελών του έργου, συμπεριλαμβανομένων των φάσεων σχεδίασης, εγκατάστασης και εκτέλεσης.

Στόχος: μία θετική τιμή του δείκτη αντικατοπτρίζει ότι τα προβλεπόμενα κέρδη υπερβαίνουν το αναμενόμενο κόστος και, συνεπώς, ότι το έργο είναι επικερδές.

Τύπος:

$$I_0 + \sum_{t=1}^T \frac{E_t - A_t}{(1+i)^t}$$

όπου I_0 η αρχική επένδυση για το σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας, E_t οι ταμειακές εισροές στην περίοδο t , A_t οι ταμειακές εκροές στην περίοδο t και i το προεξοφλητικό επιτόκιο.

Μονάδα μέτρησης: €

Είδος KPI: ποσοτικό

Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (ΟΙΚ.15)

Περιγραφή: αναφέρεται στο επιτόκιο έκπτωσης με το οποίο η καθαρή παρούσα αξία γίνεται ίση με μηδέν.

Στόχος: ο δείκτης χρησιμοποιείται ώστε να αναλύσει την προβλεπόμενη κερδοφορία του έργου. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής τόσο πιο επιθυμητή είναι η υλοποίηση της επένδυσης.

Τύπος:

$$\sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

όπου E_t οι καθαρές ταμειακές εισροές στην περίοδο t , C_0 η συνολική αρχική επένδυση και r το προεξοφλητικό επιτόκιο.

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Δείκτης οικονομικής ευημερίας (ΟΙΚ.16)

Περιγραφή: αναφέρεται στο ποσό της αξίας που παράγεται από το έργο. Υπολογίζεται συνήθως ως η ποσότητα των ευρώ που παράγεται από κάθε ευρώ που επενδύεται για την υλοποίηση του έργου.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται η επένδυση για την δημιουργία αξίας. Μία υψηλότερη τιμή του δείκτη υποδηλώνει ότι το έργο αποφέρει μεγαλύτερη απόδοση για κάθε μονάδα κεφαλαίου που δαπανάται.

Τύπος:

$$\frac{DS + IS + OS + OPEX + CAPEX}{CAPEX}$$

όπου DS οι άμεσες οικονομίες από την υλοποίηση του έργου, IS οι έμμεσες οικονομίες από την υλοποίηση του έργου, OS λοιπές οικονομίες που συνδέονται με την μείωση της ρύπανσης και με την εξοικονόμηση φυσικών πόρων, $OPEX$ οι λειτουργικές δαπάνες και $CAPEX$ η αρχική επένδυση.

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Περίοδος απόσβεσης (ΟΙΚ.17)

Περιγραφή: αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται για τα συνολικά κέρδη από μια επένδυση να ισούνται με την συνολική επένδυση.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει πότε ξεκινάει η επένδυση να αποφέρει κέρδος. Μικρότερη περίοδος απόσβεσης καθιστά την επένδυση πιο ελκυστική και λιγότερο ριψοκίνδυνη.

Τύπος:

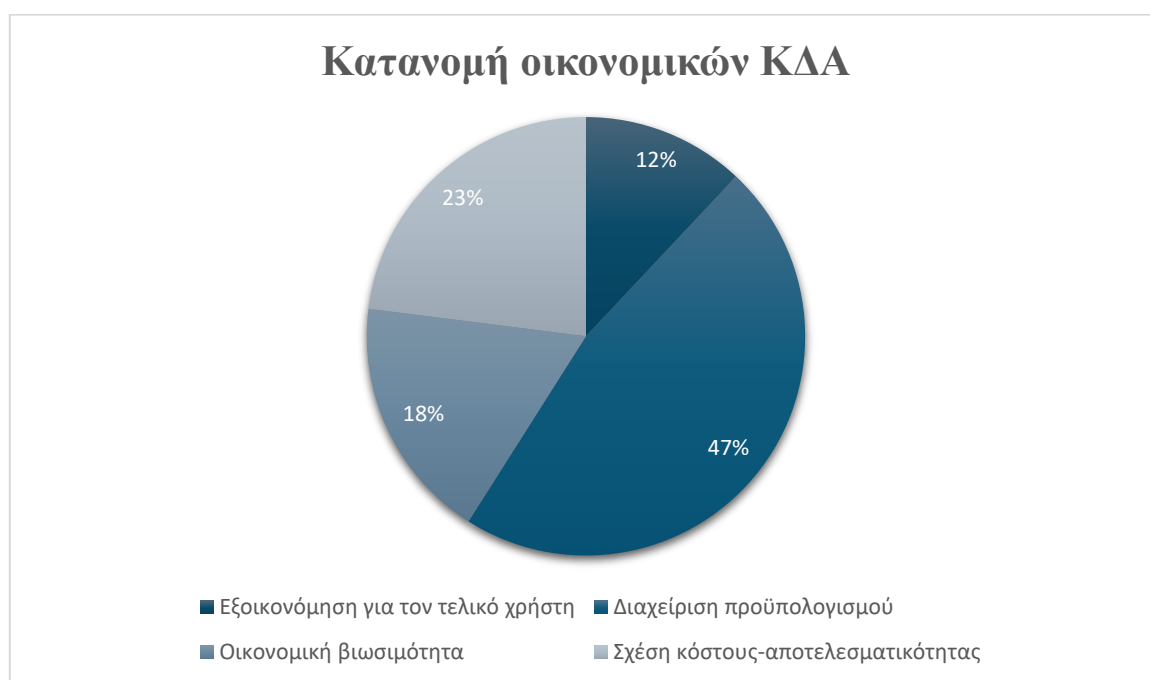
$$\frac{CAPEX + OPEX}{C_t}$$

όπου *OPEX* οι λειτουργικές δαπάνες, *CAPEX* η αρχική επένδυση και C_t οι καθαρές ταμειακές εισροές στην διάρκεια της περιόδου t .

Μονάδα μέτρησης: χρόνια

Είδος KPI: ποσοτικό

Παρακάτω φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή των οικονομικών ΚΔΑ ανά υποκατηγορία.



Εικόνα 3 Κατανομή οικονομικών ΚΔΑ

3.7 Κοινωνικοί ΚΔΑ

3.7.1 Δημογραφική ανάλυση

Φύλο (ΚΟΙΝ.1)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ομαδοποίηση των πολιτών που συμμετέχουν στην ενεργειακή κοιλάδα με βάση το φύλο.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει την αναλογία ανδρών και γυναικών στην κοιλάδα και αξιολογεί κατά πόσο η συμμετοχή σε αυτή είναι ισότιμη και δίκαιη και για τα δύο φύλα εξίσου.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Ηλικία (KOIN.2)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ομαδοποίηση των πολιτών που συμμετέχουν στην ενεργειακή κοιλάδα με βάση την ηλικία.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο η ενεργειακή κοιλάδα έχει καταφέρει να προσελκύσει διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, που η καθεμία έχει διαφορετικές ενεργειακές απαιτήσεις.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Επίπεδο εκπαίδευσης (KOIN.3)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ομαδοποίηση των πολιτών που συμμετέχουν στην ενεργειακή κοιλάδα με βάση το επίπεδο εκπαίδευσης.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την επιτυχία του έργου να πείσει όλους τους πολίτες, ανεξαρτήτως επιπέδου εκπαίδευσης, να συμμετέχουν σε αυτή την πρωτοβουλία για την ενεργειακή μετάβαση.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Επάγγελμα (KOIN.4)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ομαδοποίηση των πολιτών που συμμετέχουν στην ενεργειακή κοιλάδα με βάση το επάγγελμα.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο οι συμμετέχοντες προέρχονται από διαφορετικά επαγγελματικά περιβάλλοντα, παρέχοντας πληροφορίες για τις ενεργειακές ανάγκες που προκύπτουν από αυτή την κατηγοριοποίηση.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Εθνικότητα (KOIN.5)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ομαδοποίηση των πολιτών που συμμετέχουν στην ενεργειακή κοιλάδα με βάση την εθνικότητα.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο όλοι οι πολίτες, ανεξαρτήτως εθνικότητας, καταφέρνουν να έχουν πρόσβαση στο σύστημα ανανεώσιμης ενέργειας και να ικανοποιήσουν τις ενεργειακές τους ανάγκες.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Σύνθεση του νοικοκυριού (KOIN.6)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ομαδοποίηση των πολιτών που συμμετέχουν στην ενεργειακή κοιλάδα με βάση την σύνθεση του νοικοκυριού.

Στόχος: ο δείκτης βοηθάει την κοιλάδα να κατανοήσει καλύτερα τις διαφορετικές ανάγκες των νοικοκυριών, ανάλογα με τον αριθμό των μελών τους, και να προσαρμόσουν τις στρατηγικές παραγωγής και διανομής ενέργειας ανάλογα.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Μέσο εισόδημα (KOIN.7)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ομαδοποίηση των πολιτών που συμμετέχουν στην ενεργειακή κοιλάδα με βάση το μέσο εισόδημα.

Στόχος: ο δείκτης αντικατοπτρίζει την οικονομική ποικιλομορφία εντός της κοινότητας, εστιάζοντας στα νοικοκυριά με χαμηλό εισόδημα που βρίσκονται στα όρια της ενεργειακής φτώχειας και που διεκδικούν ισότιμη πρόσβαση σε οικονομικά προσιτές ενεργειακές υπηρεσίες.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

3.7.2 Κοινοτική δέσμευση

Αριθμός των μελών που απαρτίζουν την κοιλάδα (KOIN.8)

Περιγραφή: αναφέρεται στον αριθμό των μελών που απαρτίζουν αυτή την πρωτοβουλία ενεργειακής μετάβασης.

Στόχος: ο δείκτης δίνει μια εικόνα σχετικά με το μέγεθος και το εύρος της κοιλάδας. Ένας μεγαλύτερος αριθμός μελών υποδηλώνει μια ευρύτερη εμβέλεια του έργου και μια πιο δραστική επιρροή στον τρόπο με τον οποίο παράγεται και καταναλώνεται ενέργεια εντός της τοπικής κοινότητας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Αριθμός των συμμετεχόντων σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την κοιλιάδα (KOIN.9)

Περιγραφή: αναφέρεται στον αριθμό των συμμετεχόντων σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την κοιλιάδα, χωρίς απαραίτητα να είναι μέλη της.

Στόχος: ο δείκτης παρέχει πληροφορίες σχετικά με το ενδιαφέρον προς τις δραστηριότητες της κοιλιάδας. Ένας υψηλός αριθμός συμμετεχόντων δείχνει ότι οι πρωτοβουλίες της κοιλιάδας προσελκύουν την προσοχή και δημιουργούν ενθουσιασμό στην τοπική κοινότητα.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Αριθμός των καναλιών επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται για την αποτελεσματική ενεργοποίηση των πολιτών (KOIN.10)

Περιγραφή: αναφέρεται στην ποικιλία των μέσων μέσω των οποίων οι εμπλεκόμενοι με το έργο επικοινωνούν με τους ενδιαφερόμενους.

Στόχος: ο δείκτης παρέχει πληροφορίες σχετικά με το κατά πόσο οι δίοδοι επικοινωνίας με τον απλό πολίτη είναι διαφορετικοί και, συνεπώς, καταφέρνουν να προσεγγίσουν ένα ευρύτερο κοινό, διευκολύνοντας την διαδικασία ενημέρωσης και ενεργοποίησης της τοπικής κοινότητας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Μετρήσεις από τα κανάλια επικοινωνίας (KOIN.11)

Περιγραφή: αναφέρεται σε ποσοτικά δεδομένα που σχετίζονται με την αλληλεπίδραση που πετυχαίνει κάθε κανάλι επικοινωνίας με τον τελικό χρήστη.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την απόδοση και την συνεισφορά κάθε καναλιού επικοινωνίας στην διαδικασία ενεργοποίησης της τοπικής κοινότητας ως προς τις ενεργειακές κοιλιάδες, ώστε να εντοπιστούν πιθανές αδυναμίες και να βελτιστοποιηθεί η προωθητική στρατηγική.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Ενεργειακή δημοκρατία (KOIN.12)

Περιγραφή: αναφέρεται στην προσπάθεια εκδημοκρατισμού της παραγωγής, της διαχείρισης και της διανομής της ενέργειας, προωθώντας την κοινωνική δικαιοσύνη και ισότητα.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί στην επιτυχία του έργου να μετατρέψει τον τοπικό ενεργειακό τομέα από συγκεντρωτικό, που ελέγχεται από μερικές μεγάλες οντότητες, σε αποκεντρωμένο, συμμετοχικό και χωρίς αποκλεισμούς.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποιοτικό

Συνολική ικανοποίηση (KOIN.13)

Περιγραφή: αναφέρεται στο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης του τελικού χρήστη αναφορικά με την συμμετοχή, την συνεισφορά στην πράσινη μετάβαση και την δικαιοσύνη στον τομέα της ενέργειας.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την αποτελεσματικότητα του έργου ανανεώσιμης ενέργειας να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις και στις προσδοκίες των μελών της τοπικής κοινότητας. Υψηλά επίπεδα ικανοποίησης βοηθούν ώστε τα μέλη να παραμείνουν αφοσιωμένα στους στόχους της κοιλάδας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποιοτικό

Χρόνος έως την αξία για την προσέλκυση μελών (KOIN.14)

Περιγραφή: αναφέρεται στον χρόνο που απαιτείται ώστε τα μέλη να αντιληφθούν αξία από την αλληλεπίδρασή τους με την κοιλάδα.

Στόχος: ο δείκτης λειτουργεί ως εργαλείο για την μέτρηση της αποτελεσματικότητας της παροχής υπηρεσιών. Μικρότερη χρονική αξία καθιστά την σχέση μελών – κοιλάδας επιτυχημένη και διαρκή [87].

Τύπος:

*Ημερομηνία κατά την οποία τα μέλη συνειδητοποιούν αξία
– Ημερομηνία αρχικής ενσωμάτωσης στην κοιλάδα*

Μονάδα μέτρησης: μέρες

Είδος KPI: ποσοτικό

3.7.3 Αποδοχή από την κοινότητα

Ενεργειακή παιδεία (KOIN.15)

Περιγραφή: αναφέρεται στο επίπεδο βασικής γνώσης σχετικά με την ενέργεια, σε συνδυασμό με την κατανόηση των επιπτώσεων της παραγωγής και της κατανάλωσης

ενέργειας στο περιβάλλον, τον τρόπο χρήσης της ενέργειας στην καθημερινή ζωή και στην υιοθέτηση συμπεριφορών εξοικονόμησης ενέργειας [88].

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο τα μέλη της κοινότητας είναι ευαισθητοποιημένα απέναντι σε ενεργειακά θέματα, διευκολύνοντας την διαδικασία κατανόησης του έργου από τους πολίτες καθώς και την ένταξή τους σε αυτό.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποιοτικό

Αύξηση της εμπιστοσύνης και της αποδοχής της απόκρισης ζήτησης από τους συμμετέχοντες (KOIN.16)

Περιγραφή: αναφέρεται στην αύξηση της εμπιστοσύνης και της αποδοχής των προγραμμάτων απόκρισης ζήτησης, χάρη στα «έξυπνα» συμβόλαια, που αυτοματοποιούν μια συμφωνία.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο τα μέλη της κοινότητας αποκτούν εξοικείωση με προηγμένες τεχνολογίες διαχείρισης ζήτησης και ανταλλαγής ενέργειας, μέσω αυτοματοποιημένων διαδικασιών.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποιοτικό

Επίπεδο της κοινωνικής αποδοχής των πρωτοβουλιών του έργου (KOIN.17)

Περιγραφή: αναφέρεται στην αποδοχή που λαμβάνει το έργο από την ευρύτερη κοινότητα, προάγοντας την συμμετοχή των πολιτών.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο το έργο χαίρει αποδοχής από την πλειοψηφία των πολιτών, διευκολύνοντας την επιτυχημένη υλοποίηση του έργου.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: Likert Scale

Είδος KPI: ποιοτικό

3.7.4 Ευπάθεια στην ενεργειακή φτώχεια

Αναλογία ενεργειακών δαπανών με εισόδημα (KOIN.18)

Περιγραφή: αναφέρεται στο ποσοστό του εισοδήματος του νοικοκυριού που χρησιμοποιείται για ενεργειακά έξοδα.

Στόχος: ο δείκτης παρέχει πληροφορίες σχετικά με την ενεργειακή προσιτότητα και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ενεργειακής φτώχειας. Τα νοικοκυριά με υψηλή αναλογία ενεργειακών δαπανών με εισόδημα οδηγούνται σε οικονομικό άγχος και δυσφορία.

Τύπος: ερωτηματολόγιο και τοπικές ή εθνικές τιμές ΑΕΠ

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Αριθμός μελών εντός του ορίου ενεργειακής φτώχειας (KOIN.19)

Περιγραφή: αναφέρεται στον αριθμό των μελών που βρίσκονται κάτω από το όριο της ενεργειακής φτώχειας. Για το υπολογισμό του δείκτη απαιτείται να προσδιοριστεί η αναλογία ενεργειακών δαπανών προς το συνολικό εισόδημα και, έπειτα, ο αριθμός των ενεργειακά φτωχών νοικοκυριών προκύπτει συγκρίνοντας το αποτέλεσμα της αναλογίας με το προκαθορισμένο κατώφλι ενεργειακής φτώχειας [89].

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο η συμμετοχή νοικοκυριών χαμηλού εισοδήματος στα πλαίσια της κοιλάδας είναι ισχυρή, ευθυγραμμίζοντας τους στόχους της με τις αρχές της κοινωνικής ισότητας και της ενεργειακής δικαιοσύνης.

Τύπος:

$$\frac{\text{Number of members_EPT}}{\text{Total members}}$$

όπου *Number of members_EPT* ο αριθμός των μελών της κοιλάδας που βρίσκονται εντός του ορίου ενεργειακής φτώχειας και *Total members* ο συνολικός αριθμός μελών.

Μονάδα μέτρησης: -

Είδος KPI: ποσοτικό

Μερίδιο κτιρίων με EPC σε κάθε τάξη (KOIN.20)

Περιγραφή: αναφέρεται στο ποσοστό των κτιρίων της κοιλάδας σε καθένα από τα A-G EPC επίπεδα. Τα EPC είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την χαρτογράφηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος της τοπικής κοινότητας και κυμαίνονται από το A έως το G, που αντιστοιχούν στην υψηλότερη και στην χαμηλότερη απόδοση [90].

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο τα κτίρια της κοινότητας καταφέρνουν να έχουν μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση, αλλά με την ίδια ενεργειακή άνεση, υποδεικνύοντας πού απαιτούνται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Άτομα ή νοικοκυριά κάτω από το όριο της φτώχειας (KOIN.21)

Περιγραφή: αναφέρεται στο ποσοστό των νοικοκυριών που βρίσκονται κάτω από το όριο της φτώχειας. Αυτό το περιθώριο ορίζεται ως το ελάχιστο εισόδημα που απαιτείται για την κάλυψη των βασικών αναγκών ενός νοικοκυριού.

Στόχος: ο δείκτης παρέχει πληροφορίες για την οικονομική κατάσταση των μελών της κοινότητας, βοηθώντας στον εντοπισμό εκείνων που είναι πιο ευάλωτοι και χρειάζονται υποστήριξη.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

Αριθμός νοικοκυριών σε δυσφορία (KOIN.22)

Περιγραφή: αναφέρεται στο ποσοστό των νοικοκυριών που αντιμετωπίζουν δυσχερείς συνθήκες διαβίωσης, λόγω ανεπαρκούς θέρμανσης και ψύξης.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την ποιότητα ζωής των μελών της κοινότητας, δίνοντας την δυνατότητα για στοχευμένες παρεμβάσεις με σκοπό την βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: %

Είδος KPI: ποσοτικό

3.7.5 Τοπική οικονομική ανάπτυξη

Δημιουργία άμεσων θέσεων εργασίας (KOIN.23)

Περιγραφή: αναφέρεται στον αριθμό των νέων ευκαιριών απασχόλησης που δημιουργούνται άμεσα από τα έργα της κοιλάδας.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο οι πρωτοβουλίες της κοιλάδας συμβάλλουν άμεσα στην οικονομική ανάπτυξη και ευημερία της τοπικής κοινότητας

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποσοτικό

Δημιουργία έμμεσων θέσεων εργασίας (KOIN.24)

Περιγραφή: αναφέρεται στον αριθμό των νέων ευκαιριών απασχόλησης που δημιουργούνται έμμεσα από τα έργα της κοιλάδας. Οι θέσεις εργασίας αφορούν την απασχόληση σε βιομηχανίες που προμηθεύουν και υποστηρίζουν τις βασικές λειτουργίες του έργου, αλλά και παράγουν ενδιάμεσες εισροές κατά μήκος της αλυσίδας αξίας κάθε τεχνολογίας ανανεώσιμης ενέργειας [91].

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο οι πρωτοβουλίες της κοιλάδας συμβάλλουν στην ευρύτερη οικονομική ανάπτυξη της τοπικής κοινότητας πέρα από τα όρια της κοιλάδας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποσοτικό

Επενδύσεις από τα κέρδη του έργου (KOIN.25)

Περιγραφή: αναφέρεται στην συνολική αξία των χρηματοοικονομικών επενδύσεων ή κεφαλαιακών δαπανών που προέρχονται από τα κέρδη του έργου.

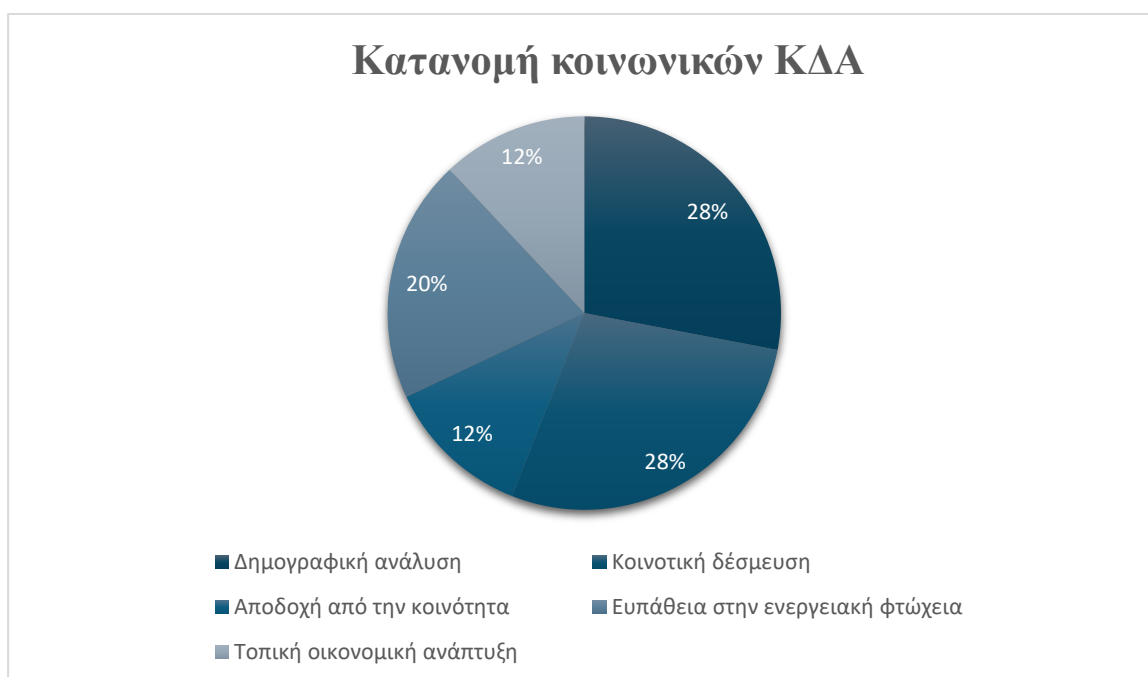
Στόχος: ο δείκτης παρέχει ένα σαφές μέτρο του αντίκτυπου του έργου στην τοπική οικονομία, καταδεικνύοντας παράλληλα την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του. Υψηλά ποσοστά επανεπένδυσης αντικατοπτρίζουν μια ισχυρότερη δέσμευση για την ανάπτυξη της κοινότητας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποσοτικό

Παρακάτω φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή των κοινωνικών ΚΔΑ ανά υποκατηγορία.



Εικόνα 4 Κατανομή κοινωνικών ΚΔΑ

3.8 Πολιτικά ΚΔΑ

Νομικό πλαίσιο για τις ενεργειακές κοινότητες (ΠΟΛ.1)

Περιγραφή: αναφέρεται στο βαθμό που η εθνική νομοθεσία συμφωνεί με την ευρωπαϊκή, η οποία θέτει ένα αποτελεσματικό νομικό και διοικητικό πλαίσιο που δημιουργεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη και την λειτουργία των ενεργειακών κοινοτήτων και, επακόλουθα, των ενεργειακών κοιλάδων [92].

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο διευκολύνεται η ανάπτυξη των ενεργειακών κοιλάδων, μετριάζοντας τις ρυθμιστικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν από ελλείψεις και αναντιστοιχίες ανάμεσα στις εθνικές και ευρωπαϊκές οδηγίες αναφορικά με τις ενεργειακές πρωτοβουλίες.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποιοτικό

Νομικό πλαίσιο συλλογικής ιδιοκατανάλωσης (ΠΟΛ.2)

Περιγραφή: αναφέρεται στο ευρωπαϊκό πλαίσιο που παρέχει την δυνατότητα στους συμμετέχοντες της ενεργειακής κοιλιάδας να μοιράζονται τα οφέλη της παραγωγής ανανεώσιμης ενέργειας πωλώντας την σε άλλους καταναλωτές [93].

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο η ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία είναι υποστηρικτική στις πρωτοβουλίες συλλογικής ιδιοκατανάλωσης.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποιοτικό

Τοπικό νομικό πλαίσιο τεχνολογιών εξισορρόπησης δικτύου (ΠΟΛ.3)

Περιγραφή: αναφέρεται στο νομικό πλαίσιο που έχει θεσπιστεί για την διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ της προσφοράς και ζήτησης ενέργειας σε τοπικό επίπεδο.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την νομική υποστήριξη για την ανάπτυξη τεχνολογιών εξισορρόπησης δικτύου, όπως σύστημα αποθήκευσης ενέργειας και προγράμματα απόκρισης ζήτησης, με σκοπό την αποφυγή διακοπών ρεύματος και καταπόνησης του δικτύου.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποιοτικό

Νομικό πλαίσιο για τα μικροδίκτυα (ΠΟΛ.4)

Περιγραφή: αναφέρεται στο νομικό πλαίσιο που έχει θεσπιστεί για μια ομάδα διασυνδεδεμένων φορτίων και ενεργειακών πόρων εντός σαφώς καθορισμένων ορίων που λειτουργεί ως ενιαία ελεγχόμενη οντότητα σε σχέση με το δίκτυο [94].

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί την πληρότητα του νομικού πλαισίου, ώστε να διευκολυνθεί η ομαλή ενσωμάτωση των μικροδικτύων στο τοπικό ενεργειακό σύστημα.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποιοτικό

Κατάλληλο πλαίσιο για την αποθήκευση ενέργειας (ΠΟΛ.5)

Περιγραφή: αναφέρεται στους νόμους και τις πολιτικές που διέπουν την εγκατάσταση, την λειτουργία και την σύνδεση των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας στο δίκτυο.

Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο το νομικό πλαίσιο συμβάλλει στην ασφαλή, αποτελεσματική και ευρεία υιοθέτηση τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας, ενισχύοντας την ισορροπία του δικτύου.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

Μονάδα μέτρησης: κλίμακα Likert

Είδος KPI: ποιοτικό

Ανταπόκριση των ρυθμιστικών φορέων σε αιτήματα αδειών (ΠΟΛ.6)

Περιγραφή: αναφέρεται στον χρόνο που μεσολαβεί ώστε οι ρυθμιστικοί φορείς να απορρίψουν ή να εγκρίνουν τα αιτήματα αδειών.

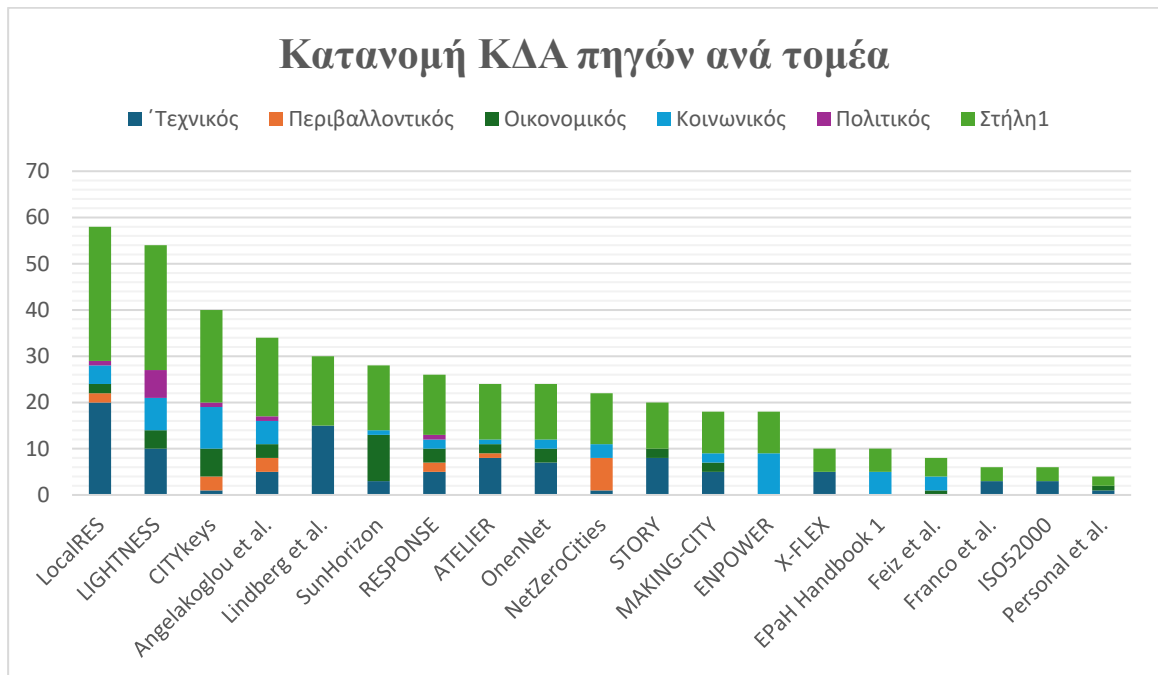
Στόχος: ο δείκτης αξιολογεί κατά πόσο η διαδικασία απόρριψης ή έγκρισης αιτημάτων είναι χρονοβόρα, εξαιτίας της πολυπλοκότητας και της έλλειψης σαφήνειας του νομικού πλαισίου που τα περιβάλλει, δημιουργώντας καθυστερήσεις στις υλοποιήσεις των έργων της κοιλιάδας.

Τύπος: ερωτηματολόγιο

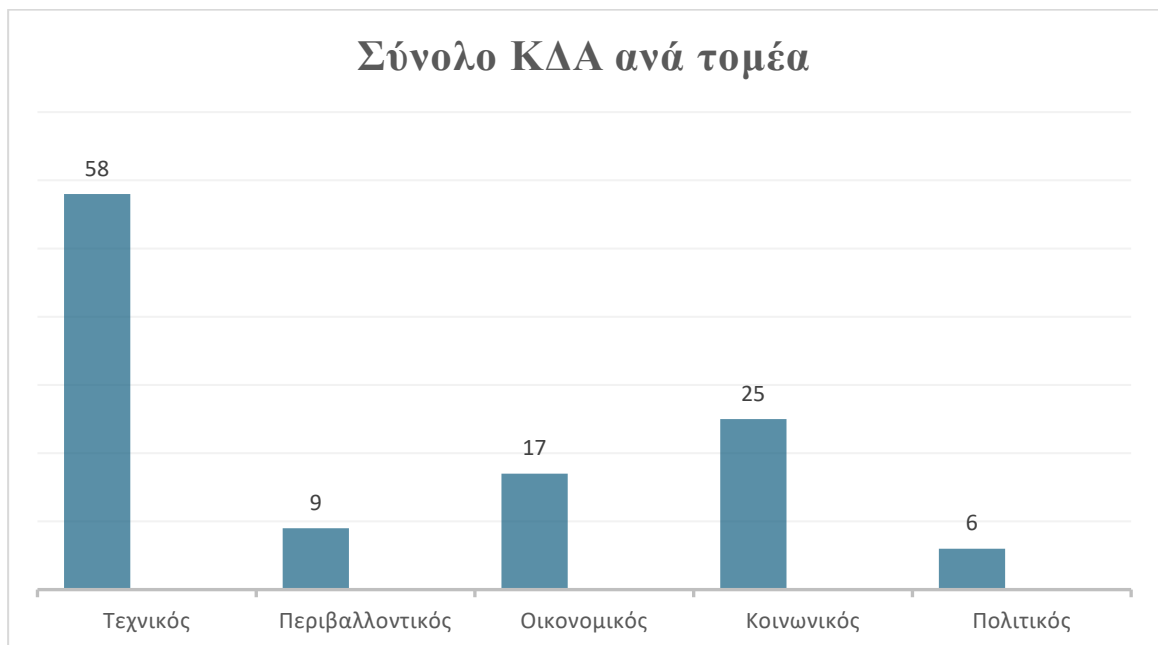
Μονάδα μέτρησης: μέρες

Είδος KPI: ποσοτικό

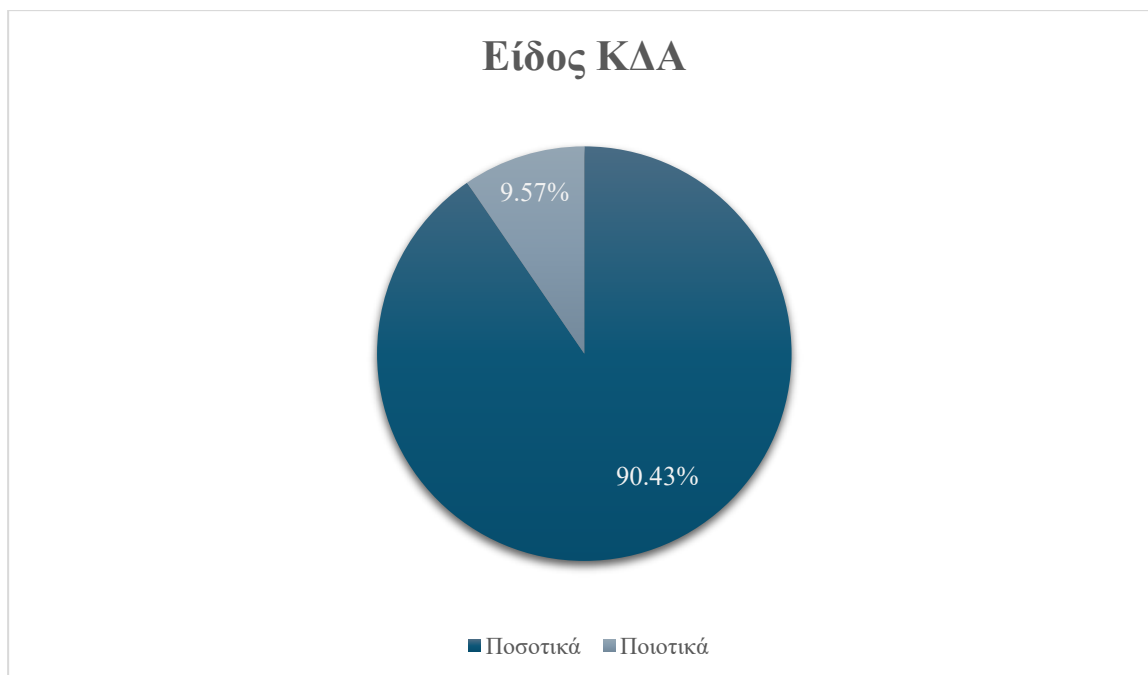
Παρακάτω, παρουσιάζονται ορισμένα γραφήματα για την απεικόνιση δεδομένων σχετικά με τα ΚΔΑ, προσφέροντας σημαντικές πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 5 Κατανομή ΚΔΑ πηγών ανά τομέα



Εικόνα 6 Σύνολο ΚΔΑ ανά τομέα



Εικόνα 7 Είδος ΚΔΑ ως προς τον τρόπο υπολογισμού του

Κεφάλαιο 4 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην συστηματική ανασκόπηση των ΚΔΑ, τα οποία παρέχουν έναν σαφή και μετρήσιμο τρόπο για την παρακολούθηση της προόδου, επιτρέποντας την αξιολόγηση των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας. Παράλληλα, λειτουργούν ως μηχανισμός έγκαιρης προειδοποίησης, εντοπίζοντας περιοχές που απαιτούν βελτιώσεις και προσφέρουν αξιόπιστα δεδομένα που διευκολύνουν την διαδικασία λήψης αποφάσεων σε όλα τα στάδια υλοποίησης του έργου. Ταυτόχρονα, η καταγραφή τους διευκολύνει την σύγκριση της πραγματικής απόδοσης με τους προκαθορισμένους στόχους, επιτρέποντας την έγκαιρη ανίχνευση αποκλίσεων και την λήψη βελτιωτικών μέτρων. Επιπλέον, η κατηγοριοποίηση των ΚΔΑ σε τεχνικό, περιβαλλοντικό, οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο εξυπηρετεί την ταυτόχρονη εξέταση διαφορετικών τομέων της ανάλυσης, σκιαγραφώντας την πολυπλοκότητα αυτών των πρωτοβουλιών, προσφέροντας μια ολιστική προσέγγιση για την παρακολούθηση της αποδοτικότητάς τους.

Η πρόοδος της κοιλάδας εξαρτάται άμεσα από την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, την επίτευξη κάλυψης των ενεργειακών αναγκών και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για τον λόγο αυτό, η συνεχής παρακολούθηση των τεχνικών ΚΔΑ κρίθηκε αναγκαία, ώστε να διασφαλίζεται η ευθυγράμμιση με τους στόχους της κοιλάδας και, ευρύτερα, της ενεργειακής πολιτικής σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Παράλληλα, λόγω της τεχνικής πολυπλοκότητας τέτοιων έργων, που πολλαπλές μονάδες παραγωγής συνδυάζονται για την δημιουργία ενός ενιαίου ενεργειακού συστήματος, είναι απαραίτητη μια ολιστική και πολυδιάστατη προσέγγιση. Οι τεχνικοί ΚΔΑ επιτρέπουν την συνεχή ανάλυση της απόδοσης και της συνεισφοράς κάθε επιμέρους τεχνολογίας, από την βιομάζα και το βιοαέριο έως την παραγωγή υδρογόνου και τα γεωθερμικά συστήματα. Ταυτόχρονα, η θέσπιση ΚΔΑ, που παρακολουθούν την λειτουργία του δικτύου παραγωγής και διανομής ενέργειας, συνεισφέρει στην διασφάλιση της αξιοπιστίας, της σταθερότητας και της μέγιστης αποδοτικότητάς του. Επιπλέον, η ανάπτυξη καινοτόμων ενεργειακών λύσεων, όπως η εμπορία ενέργειας peer-to-peer (P2P) και η ηλεκτροκίνηση, οδήγησε στον προσδιορισμό κατάλληλων ΚΔΑ που θα αποτυπώνουν την συνεισφορά τους στην συνολική ενεργειακή στρατηγική της κοιλάδας.

Ωστόσο, η αξιολόγηση της βιωσιμότητας τέτοιων έργων δεν περιορίζεται αποκλειστικά σε τεχνικές παραμέτρους, αλλά επεκτείνεται και σε περιβαλλοντικές, κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές διαστάσεις. Οι περιβαλλοντικοί ΚΔΑ αποτελούν κρίσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση του οικολογικού αποτυπώματος μιας κοιλάδας. Η παρακολούθηση της προόδου στους περιβαλλοντικούς στόχους είναι απαραίτητη, καθώς η αποκλιμάκωση της κλιματικής κρίσης και η βιώσιμη διαχείριση των φυσικών πόρων βρίσκονται στο επίκεντρο αυτών των πρωτοβουλιών. Η αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμβάλλει δραστικά στον περιορισμό ρύπων, που προέρχονται από την βιομηχανία, τις μεταφορές και τα κτίρια. Οι αντίστοιχοι ΚΔΑ καταγράφουν την συμβολή της κοιλάδας στην μείωση αυτών των ρύπων, παρέχοντας ακριβή στοιχεία για την αποδοτικότητα των πράσινων τεχνολογιών που αξιοποιούνται. Συνολικά, οι περιβαλλοντικοί ΚΔΑ παρέχουν μια αντικειμενική μέτρηση της περιβαλλοντικής απόδοσης, εξασφαλίζοντας ότι η ανάπτυξή της συμβαδίζει με τις αρχές της αειφορίας και της οικολογικής ισορροπίας, ενώ επιτυγχάνει ουσιαστική μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος της κοιλάδας.

Επιπλέον, οι κοινωνικοί ΚΔΑ μετρούν τον αντίκτυπο μιας Κοιλάδας Ανανεώσιμης Ενέργειας στην τοπική κοινωνία, διασφαλίζοντας ότι η ενεργειακή μετάβαση είναι δίκαιη,

συμμετοχική και ωφέλιμη για όλους. Οι ΚΔΑ βοηθούν στην αξιολόγηση της κοινωνικής αποδοχής του έργου, η οποία εξαρτάται άμεσα από την ενεργειακή παιδεία και την ενεργό συμμετοχή των πολιτών, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για συνεχιζόμενη ενημέρωση και ευαισθητοποίηση. Οι ΚΔΑ καταγράφουν την προσβασιμότητα των νοικοκυριών σε καθαρή ενέργεια, συμβάλλοντας στην μείωση της ενεργειακής φτώχειας και στην βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Παράλληλα, εξίσου σημαντική είναι η ικανοποίηση των μελών της κοινότητας, καθώς και η αποτελεσματικότητα των μηχανισμών ενημέρωσης και επικοινωνίας. Επίσης, οι κοινωνικοί ΚΔΑ αποτυπώνουν τον αντίκτυπο στην τοπική οικονομία, παρακολουθώντας την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την τόνωση της επιχειρηματικής δραστηριότητας μέσω επενδύσεων στον ενεργειακό τομέα. Συνολικά, οι κοινωνικοί ΚΔΑ εξασφαλίζουν ότι η κοιλάδα δεν είναι απλώς ένα τεχνικό έργο, αλλά μια δυναμική πρωτοβουλία που ενισχύει την κοινωνική συνοχή και βελτιώνει την ποιότητα ζωής της κοινότητας.

Παράλληλα, η οικονομική διάσταση μιας κοιλάδας είναι καθοριστική για την μακροχρόνια βιωσιμότητα και επιτυχία της, γεγονός που καθιστά τους οικονομικούς ΚΔΑ απαραίτητους για την παρακολούθηση της προόδου του εγχειρήματος. Οι ΚΔΑ αποτυπώνουν τα οικονομικά οφέλη για τους πολίτες και την μείωση των εξόδων από την μετάβαση στην ηλεκτροκίνηση. Επιπλέον, επιτρέπουν την αξιολόγηση της βιωσιμότητας της επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη τον προϋπολογισμό του έργου, τις λειτουργικές δαπάνες και την μακροχρόνια οικονομική σταθερότητα. Δείκτες όπως ο χρόνος απόσβεσης και η καθαρή παρούσα αξία παρέχουν κρίσιμες πληροφορίες για την αποδοτικότητα και το χρηματοοικονομικό ρίσκο του εγχειρήματος.

Παράλληλα, οι πολιτικοί ΚΔΑ είναι σημαντικοί για την παρακολούθηση της συμμόρφωσης της Κοιλάδας Ανανεώσιμης Ενέργειας με τις νομικές και κανονιστικές απαιτήσεις. Η αξιολόγηση των ΚΔΑ βοηθά στην ευθυγράμμιση της κοιλάδας με τις εθνικές και ευρωπαϊκές πολιτικές και στην κατάρτιση αποτελεσματικών νομικών πλαισίων για την υποστήριξη της συλλογικής ιδιοκατανάλωσης, των μικροδικτύων και των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας. Ταυτόχρονα, οι ΚΔΑ εξασφαλίζουν ότι οι διαδικασίες αδειοδότησης είναι διαφανείς και αποτελεσματικές, διευκολύνοντας την ταχύτητα υλοποίησης των πρωτοβουλιών. Συνεπώς, οι πολιτικοί ΚΔΑ διασφαλίζουν ότι η κοιλάδα εντάσσεται σε ένα ευνοϊκό θεσμικό πλαίσιο, που ενισχύει την σταθερότητα και την επιτυχία του έργου μακροπρόθεσμα.

Η επιλογή των κατάλληλων ΚΔΑ προέκυψε από εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση αντίστοιχων έργων και επιστημονικών δημοσιεύσεων, που αποσκοπούν στην απανθρακοποίηση των ενεργειακών συστημάτων. Μέσα από την ανάλυση 12 έργων και 7 επιστημονικών δημοσιεύσεων, επιλέχθηκαν συνολικά 115 ΚΔΑ, εκ των οποίων τα 58 αφορούν τον τεχνικό τομέα και καταλαμβάνουν την πλειονότητα της λίστας, τα 9 μελετούν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, τα 17 αναλύουν την οικονομική διάσταση, τα 25 αξιολογούν τον κοινωνικό αντίκτυπο και τα 6 εξετάζουν τις πολιτικές προεκτάσεις. Κάθε ΚΔΑ κατατάσσεται σε συγκεκριμένη κατηγορία και υποκατηγορία και περιλαμβάνει μια περιγραφή, τον στόχο, τον τρόπο υπολογισμού, ο οποίος προκύπτει είτε από μαθηματικό τύπο είτε από ερωτηματολόγιο, την μονάδα μέτρησης και το είδος του επιτρέποντας μια σαφή απεικόνιση των ΚΔΑ και μια εις βάθος ανάλυση κάθε τομέα. Συνεπώς, προκύπτει ένα ισχυρό και πρακτικό πλαίσιο για την πλήρη αξιολόγηση των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας.

Η έννοια των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας στην Ευρώπη ενσαρκώνεται από τις 25 Κοιλάδες Υδρογόνου, καθώς και από 2 σημαντικές πρωτοβουλίες που διαδραματίζονται σε Ολλανδία και Ελλάδα και αποτελούν τις πρώτες ολοκληρωμένες προσπάθειες υλοποίησης

Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η τρέχουσα κατάσταση ανάπτυξης βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, με αρκετά πιλοτικά έργα να βρίσκονται σε φάση υλοποίησης, δοκιμής και προσαρμογής, με περιορισμένη γεωγραφική κάλυψη, με έμφαση σε βιομηχανικές και ενεργειακές περιοχές. Ωστόσο, η Ευρωπαϊκή Ένωση επενδύει όλο και περισσότερο σε τέτοιες πρωτοβουλίες με στόχο τόσο την επέκταση των υφιστάμενων κοιλάδων όσο και την δημιουργία νέων, διαμορφώνοντας ένα ανθεκτικό, αποκεντρωμένο και πράσινο πανευρωπαϊκό ενεργειακό δίκτυο.

Άλλωστε, η ανάπτυξη και η επέκταση των Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας αποτελεί καταλύτη για την τεχνολογική πρόοδο, την οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική συνοχή και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Λειτουργούν ως ζωντανά εργαστήρια καινοτομίας, επιταχύνοντας την έρευνα και την ανάπτυξη σε τομείς όπως η αποθήκευση ενέργειας και τα έξυπνα δίκτυα. Παράλληλα, προσελκύουν επενδύσεις, ενισχύουν την καινοτόμα επιχειρηματικότητα και δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας, συμβάλλοντας δυναμικά στην οικονομική ανάπτυξη. Ταυτόχρονα, ενθαρρύνουν την συμμετοχή των πολιτών, προωθούν την ενεργειακή δημοκρατία και αντιμετωπίζουν αποτελεσματικά την ενεργειακή φτώχεια. Συνεπώς, οι Κοιλάδες Ανανεώσιμης Ενέργειας δεν αποτελούν μόνο μοχλό βιώσιμης ανάπτυξης, αλλά και βασικό εργαλείο για την διαμόρφωση ενός ανθεκτικού, αυτόνομου και πράσινου ενεργειακού μέλλοντος για την Ελλάδα και την Ευρώπη.

Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζουν την υλοποίηση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, προωθώντας την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρουν στο σχέδιο REPowerEU για την μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα, ενισχύοντας την παραγωγή και αποθήκευση καθαρής ενέργειας. Επίσης, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Στρατηγικής για το Υδρογόνο και της Οδηγίας για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, επιταχύνοντας την αξιοποίηση καινοτόμων και καθαρών τεχνολογιών και έξυπνων ενεργειακών λύσεων. Σε εθνικό επίπεδο, οι κοιλάδες ευθυγραμμίζονται πλήρως με το Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα, συμβάλλοντας στην αύξηση της διείσδυσης των ΑΠΕ και της αποκεντρωμένης παραγωγής. Συνεπώς, η ανάπτυξη Κοιλάδων Ανανεώσιμης Ενέργειας είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένη με τους στρατηγικούς ενεργειακούς στόχους της Ευρώπης και της Ελλάδας.

Συνοψίζοντας, οι μελλοντικές προεκτάσεις της παρούσας διπλωματικής εργασίας επικεντρώνεται στην προσπάθεια να παραμένει ενημερωμένη η λίστα των ΚΔΑ, ώστε να ανταποκρίνεται στις διαρκώς εξελισσόμενες απαιτήσεις των ενεργειακών συστημάτων και να ενσωματώνει νέες και καινοτόμες τεχνολογικές εξελίξεις, με στόχο την βελτίωση της απόδοσης και της βιωσιμότητας των ενεργειακών λύσεων. Ειδικότερα, η ανάπτυξη νέων μεθόδων αποθήκευσης ενέργειας προσφέρει μια σημαντική ευκαιρία για την εξισορρόπηση της προσφοράς και ζήτησης, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα των ενεργειακών συστημάτων. Παράλληλα, η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για την πρόβλεψη και διαχείριση της ενεργειακής κατανάλωσης, αναμένεται να επιφέρει σημαντικά οφέλη στην κατανόηση των ενεργειακών αναγκών και στην δημιουργία έξυπνων δικτύων. Οι παραπάνω καινοτομίες θα επιταχύνουν την μετάβαση σε ένα βιώσιμο, εύελκτο και ψηφιακό ενεργειακό μέλλον, υποστηρίζοντας την διαμόρφωση ενός πιο ανθεκτικού και αποτελεσματικού ενεργειακού συστήματος που θα ανταποκρίνεται στις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής και των αυξανόμενων αναγκών. Επιπλέον, οι αλλαγές στο εθνικό και ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο αναμένεται να έχουν σημαντική επίδραση στον τρόπο παρακολούθησης και αξιολόγησης της προόδου. Η εισαγωγή νέων κανονισμών για την συλλογική ιδιοκατανάλωση και τα μικροδίκτυα θα απαιτήσει την προσαρμογή των ΚΔΑ, ώστε να διασφαλίζεται η

συμμόρφωση με τις νέες ρυθμιστικές απαιτήσεις. Παράλληλα, η πιθανή απλοποίηση και επιτάχυνση των διαδικασιών αδειοδότησης θα καταστήσει αναγκαία την παρακολούθηση της ταχύτητας, της διαφάνειας και την αποτελεσματικότητας αυτών των διαδικασιών, μέσω αντίστοιχων ΚΔΑ.

Βιβλιογραφία

- "Energy Communities," [Online]. Available:
1] https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en?prefLang=el&etrans=el. [Accessed May 2024].
- E. Commission, "Energy Communities," [Online]. Available:
2] https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-communities_en?prefLang=el. [Accessed 11 July 2024].
- P. Skaloumpakas, E. Sarmas, M. Rachmanidis and V. Marinakis, "Scientific reports," 5 April 2024. [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-57471-7>. [Accessed 2024 April 2024].
- E. Council, "Paris agreement," [Online]. Available:
4] <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/climate-change/paris-agreement/>. [Accessed May 2024].
- E. Commission, "Energy union," [Online]. Available:
5] https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/energy-union_en?prefLang=el&etrans=el. [Accessed 6 June 2023].
- "United States Climate Change," [Online]. Available:
6] <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. [Accessed May 2024].
- C. chance, "Clean energy for all Europeans new eu rules for renewable energy and energy efficiency.," [Online]. Available:
7] <https://www.cliffordchance.com/content/dam/cliffordchance/briefings/2019/02/clean-energy-for-all-europeans-new-eu-rules-for-renewable-energy-and-energy-efficiency.pdf>. [Accessed May 2024].
- E. Council, "European Green Deal," [Online]. Available:
8] <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/>. [Accessed 27 June 2024].
- E. Commission, "What is the EU ETS?," [Online]. Available:
9] https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/what-eu-ets_en?prefLang=el. [Accessed 27 June 2024].
- E. Κοινοβούλιο, "Ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές," [Online]. Available:
10] <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/70/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%89%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%82-%CF%80%CE%B7%CE%B3%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82>. [Accessed 19 June 2023].
- D. Milek, P. Nowak and J. Latosińska, "The Development of Renewable Energy Sources in the European Union in the Light of the European Green Deal," [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/en15155576>.

- 12]

iea.org, "RePowerEU Plan : Joint European action on renewable energy and energy efficiency," 2024. [Online]. Available: <https://www.iea.org/policies/15691-repowereu-plan-joint-european-action-on-renewable-energy-and-energy-efficiency>. [Accessed 6 June 2024].
- 13]

C. A. T. FORCE, "Clean Energy from the Ground Up: Energy Communities in the European Union," [Online]. Available: <https://www.catf.us/resource/clean-energy-ground-up-energy-communities-european-union/>. [Accessed 13 July 2024].
- 14]

"ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2019/944 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 5ης Ιουνίου 2019 σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας και την τροποποίηση της οδηγίας 2012/27/ΕΕ," *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, p. L 158/140, 2019.
- 15]

E. Commission, "Protecting and empowering energy consumers," [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumer-rights/protecting-and-empowering-energy-consumers_en. [Accessed 6 June 2024].
- 16]

E. Commission, "Digitalisation of the energy system," [Online]. Available: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-systems-integration/digitalisation-energy-system_en?etranolive=1. [Accessed 6 June 2024].
- 17]

"ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (αναδιτύπωση)," *Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*, p. L 328/103, 2018.
- 18]

A. Κάππος, "Τεχνικά χαρακτηριστικά και κοινωνική συνεισφορά των ενεργειακών κοινοτήτων: Μελέτη Περίπτωσης για τη Ραφήνα," Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2023.
- 19]

E. Commission, "Citizen-led renovation," [Online]. Available: https://citizen-led-renovation.ec.europa.eu/about_en. [Accessed 7 July 2024].
- 20]

M. Koltunov, S. Pezzutto, A. Bisello, G. Lettner, A. Hiesl, W. van Sark, A. Louwen and E. Wilczynski, "Mapping of Energy Communities in Europe: Status Quo and Review of Existing Classifications," vol. 15, no. 10, p. 8201, 2023.
- 21]

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, *Άρθρο 01-Ορισμός-Σκοπός*, 2017.
- 22]

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, *Άρθρο 02- Μέλη Ενεργειακής Κοινότητας*, 2017.
- 23]

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, *Άρθρο 04 – Σκοπός – Αντικείμενο δραστηριότητας Ενεργειακής Κοινότητας*, 2017.
- 24]

The Green Tank 2024, "Ενεργειακές κοινότητες & αυτοπαραγωγή στην Ελλάδα και τις λιγνιτικές περιοχές #5".

- 25] Bee Green and SmartRue 2021, "Ο ρόλος των ενεργειακών κοινοτήτων στη δίκαιη ενεργειακή μετάβαση στην Ελλάδα," 2021.
- 26] Greenpeace, "Ενεργειακές κοινότητες: τα σχόλιά μας για το νέο νομοσχέδιο," [Online]. Available: <https://www.greenpeace.org/greece/issues/klima/48309/energeiakes-koinotites-sxolia-nomosxedio/>. [Accessed 2024].
- 27] ReScoop, "ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ," [Online]. Available: <https://www.rescoop.eu/uploads/%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%9E%CE%97-%CE%A4%CE%A9%CE%9D-%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%A9%CE%9D-%CE%9A%CE%9F%CE%99%CE%9D%CE%9F%CE%A4%CE%97%CE%A4%CE%A9%CE%9D-%CE%A3%CE%A4%CE%97%CE%9D-%CE>. [Accessed 13 August 2024].
- 28] E. Commission, "Horizon Europe Work Programme 2023-2025 8. Climate, Energy and Mobility," 2024.
- 29] C. H. Partnership, "Hydrogen Valleys," [Online]. Available: https://www.clean-hydrogen.europa.eu/get-involved/hydrogen-valleys_en. [Accessed 9 January 2025].
- 30] E. Commission, "Commission invests €172 million in research and innovation projects to support EU energy independence through Horizon Europe," [Online]. Available: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/commission-invests-eu172-million-research-and-innovation-projects-support-eu-energy-independence-2024-01-11_en. [Accessed 8 January 2025].
- 31] REFORMERS, "Flagship valley," [Online]. Available: <https://reformers-energyvalleys.eu/flagship-valley/>. [Accessed 8 January 2024].
- 32] K. Angelakoglou, N. Nikolopoulos, P. Giourka, S. Inger-Lise, P. Tsarchopoulos, T. Athanasios and D. Tzovaras, "A Methodological Framework for the Selection of Key Performance Indicators to Assess Smart City Solutions," *Smart Cities 2019*, pp. 269-306.
- 33] E. Community, "Key Performance Indicators," [Online]. Available: <https://www.evalcommunity.com/career-center/key-performance-indicators/>. [Accessed May 2024].
- 34] A. Neely, H. Richards, J. Mills, K. Platts and M. Bourne, "Designing performance measures: a structured approach," University of Cambridge, Cambridge.
- 35] E. Commission, "Towards more efficient heating and cooling in Europe's buildings," [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/article/id/435581-towards->

more-efficient-heating-and-cooling-in-europe-s-buildings. [Accessed 9 November 2024].

36] SunHorizon, "D2.4 – KPIs assessment based methodology," European Commission, 2019.

37] SunHorizon, "Project Brief," [Online]. Available: <https://sunhorizon-project.eu/project-brief/>. [Accessed 18 November 2024].

38] LIGHTNESS, "About LIGHTNESS Project," [Online]. Available: <https://www.lightness-project.eu/about/>. [Accessed 24 November 2024].

39] LIGHTNESS, "D3.2: Report on the definition of the KPIs Assessment frameworks," LIGHTNESS.

40] E. Commission, "Smart City performance measurement system," [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/646440/reporting>. [Accessed 9 November 2024].

41] CITYkeys, "D1.3 Smart City (project) KPIs and related methodology," CITYkeys, 2015.

42] CITYkeys, "CITYkeys smart city performance measurement system," International Journal for Housing Science and Its Applications, Finland, 2017.

43] E. Commission, "Facilitating participation, unleashing energy flexibility's potential," [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/article/id/449486-facilitating-participation-unleashing-energy-flexibility-s-potential>. [Accessed 10 November 2024].

44] X-FLEX, "D2.5 KPI identification and monitoring preparation," X-FLEX, 2021.

45] Atelier, "About Atelier," [Online]. Available: <https://smartcity-atelier.eu/about/>. [Accessed 28 November 2024].

46] Atelier, "D9.1 – Repository of definitions of terms, key characteristics archetypes, and a set of KPIs," ATELIER MONITORING AND EVALUATION FRAMEWORK, 2020.

47] E. Commission, "MAKING-CITY," [Online]. Available: <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/projects-and-sites/projects/making-city>. [Accessed 12 November 2024].

48] MAKING-CITY, "THE MAKING-CITY PROJECT," [Online]. Available: <https://makingcity.eu/the-project/>. [Accessed 29 November 2024].

49] M. CITY, "D5.2 – Project Level Indicators," Making City, 2020.

- OneNet, "D2.4 OneNet priorities for KPIs, Scalability and Replicability in view of harmonised EU electricity markets," OneNet, 2021.
- RESPONSE, "Breif Description," [Online]. Available: <https://h2020response.eu/about/>. [Accessed 2 November 2024].
- RESPONSE, "D2.1 RESPONSE KPI Framework," RESPONSE, 2021.
- S. R. I. Eco-System, "StoRIES," [Online]. Available: <https://ease-storage.eu/eu-projects/stories/>. [Accessed 14 November 2024].
- STORY, "Case Studies," [Online]. Available: <https://horizon2020-story.eu/case-studies/>. [Accessed 12 November 2024].
- STORY, "Use cases and Key Performance Indicators (KPIs) of the STORY project," STORY, 2018.
- LocalRES, "MISSION AND CONTEXT," [Online]. Available: <https://www.localres.eu/about-the-project/mission-and-context/>. [Accessed 4 November 2024].
- LocalRES, "THE CONSORTIUM," [Online]. Available: <https://www.localres.eu/the-consortium/>. [Accessed 6 November 2024].
- LocalRES, "D1.2 – Definition of the Use Cases," 2023.
- LocalRES, "D4.1 – KPI-driven evaluation framework and baseline," 2023.
- NetZeroCities, "About NetZeroCities," [Online]. Available: <https://netzerocities.eu/the-netzerocities-project/>. [Accessed 7 November 2024].
- NetZeroCities, "Comprehensive Indicator Framework," 2024.
- E. Project, "Energy Activated Citizens and Data-Driven Energy Secure Communities for a Consumer-Centric Energy System," [Online]. Available: <https://www.enpower-project.eu/about/project>. [Accessed 19 August 2024].
- E. Project, "D2.2 Active societal participation, emergence and consolidation factors of energy activated citizens and data-driven energy-secure communities," ENPOWER Project, 2024.
- G. Bianco, B. Bonvini, S. Bracco, F. Delfino, P. Laiolo and G. Piazza, "Key Performance Indicators for an Energy Community Based on Sustainable Technologies," Sustainability, Genoa, 2021.
- R. Feiz Aghaei, M. Johansson, E. Lindkvist, J. Moestedt, S. Nilsson Påledal and N. Svensson, "Key performance indicators for biogas production-

methodological insights on the life - cycle analysis of biogas production from source - separated food waste," Energy, Linköping, 2020.

- 66] E. Personal, J. I. Guerrero, A. Garcia, M. Peña and C. Leon, "Key performance indicators: A useful tool to assess Smart Grid goals," Energy 976-988, 2014.
- 67] K. Angelakoglou, N. Nikolopoulos, P. Giourka, S. Inger-Lise, P. Tsarchopoulos, T. Athanasios and D. Tzovaras, "From a Comprehensive Pool to a Project-Specific List of Key Performance Indicators for Monitoring the Positive Energy Transition of Smart Cities—An Experience-Based Approach," *Smart Cities* 2020, pp. 705-735.
- 68] E. P. A. HUB, "Energy Poverty Advisory Hub Handbook 1: A Guide to Energy Poverty Diagnosis," Brussels, 2023.
- 69] C.-F. Lindberg, S. Tan, J. Yan and F. Starfelt, "Key performance indicators improve industrial performance," Energy Procedia 75 1785 – 1790, 2015.
- 70] A. Franco and C. Giovannini, "Recent and Future Advances in Water Electrolysis for Green Hydrogen Generation: Critical Analysis and Perspectives," Sustainability, 15(24), 16917, 2023.
- 71] G. Morabito and I. Krupa, "Report on the definition of the KPIs Assessment frameworks," LIGHTNESS.
- 72] ENERGY.GOV, "Hydrogen Production: Electrolysis," [Online]. Available: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-electrolysis#:~:text=Electrolysis%20is%20the%20process%20of,a%20unit%20called%20an%20electrolyzer..> [Accessed 21 August 2024].
- 73] ENERGY.GOV, "Geothermal Basics," [Online]. Available: <https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-basics#:~:text=Geothermal%20energy%20is%20heat%20energy,depths%20below%20the%20earth's%20surface..> [Accessed 22 August 2024].
- 74] IRENA, ", Innovation landscape brief: Peer-to-peer electricity trading," International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2020.
- 75] N. Nikolopoulos, A. Kartalidis, K. Tataraki and P. Almpanis, "D6.1: Definition of Assessment KPIs," NESOI, 2020.
- 76] EPA, "Sources of Greenhouse Gas Emissions," [Online]. Available: <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>. [Accessed 1 September 2024].
- 77] R. f. t. future, "Agricultural Greenhouse Gas Emissions 101," [Online]. Available: <https://www.rff.org/publications/explainers/agricultural-greenhouse-gas-emissions->

101/#:~:text=Key%20Points,%2C%20nitrous%20oxide%2C%20and%20methane..
[Accessed 18 September 2024].

- OneAdvanced, "The importance of financial viability for businesses,"
78] [Online]. Available: <https://www.oneadvanced.com/news-and-opinion/the-importance-of-financial-viability-for-businesses/>. [Accessed 2 October 2024].
- A. Widuto, "Energy poverty in the EU," European Parliament, 2023.
79]
- E. Center, "Report on Case Study to EN ISO 52000-1 Overarching standard,"
80] EPB Center, 2021.
- J. Pappas, "How to calculate Simpson's Diversity Index (AP Biology),"
81] BIOLOGY SIMULATIONS, [Online]. Available:
<https://www.biologysimulations.com/post/how-to-calculate-simpson-s-diversity-index-ap-biology/>. [Accessed 25 August 2024].
- O. Babatunde, J. Munda and Y. Hamam, "Power system flexibility: A
82] review," Okinawa, 2019.
- VIRTA, "Everything you need to know about V2G," [Online]. Available:
83] <https://www.virta.global/vehicle-to-grid-v2g/>. [Accessed 31 August 2024].
- M. ENERGY, "Crete valley-CEL2 Lasithi Plateau," 2024.
84]
- Office of Air Quality Planning and Standards, Air Quality Assessment
85] Division and Research Triangle Park, "Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index," 2018.
- WallStreetMojo, "Financing Costs," [Online]. Available:
86] <https://www.wallstreetmojo.com/financing-costs/>. [Accessed 18 September 2024].
- V. Metrics, "Time to Value (TTV)," [Online]. Available:
87] <https://www.verifiedmetrics.com/blog/time-to-value-ttv>. [Accessed 5 October 2024].
- A. Martins, M. Madaleno and M. Ferreira Dias, "Energy literacy: What is out
88] there to know?," Energy reports, 2020.
- M. Kashour and M. M. Jaber, "Revisiting energy poverty measurement for
89] the European Union," Energy Research & Social Science, 2024.
- A. Arcipowska , F. Anagnostopoulos, F. Mariottini and S. Kunkel,
90] "ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATES ACROSS THE EU," BPIE, 2014.
- S. e. j. platform, "Employment Direct Indirect And Induced," [Online].
91] Available: <https://www.sejplatform.org/Key-concepts/Employment-Direct-Indirect-and-Induced>. [Accessed 7 October 2024].

- 92] REScoop.EU, "Enabling frameworks for Renewable Energy Communities".
- 93] D. Frieden, A. Tuerk, J. Roberts and A. Gubina, "Collective self-consumption and energy communities: Overview of emerging regulatory approaches in," COMPILE: Integrating community power in energy islands, 2019.
- 94] IBM, "What is a microgrid?," [Online]. Available: <https://www.ibm.com/topics/microgrid>. [Accessed 13 October 2024].
- 95] E. Συμβούλιο, "Ορίζων Ευρώπη," [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/horizon-europe/>. [Accessed 15 August 2024].