



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία για την
Υποστήριξη Αποφάσεων των Τοπικών &
Περιφερειακών Αρχών προς την Κατεύθυνση
του Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

του

Ευάγγελου Γ. Μαρινάκη

Επιβλέπων Καθηγητής
Ιωάννης Ψαρράς

Αθήνα, Δεκέμβριος 2015



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία για την
Υποστήριξη Αποφάσεων των Τοπικών &
Περιφερειακών Αρχών προς την
Κατεύθυνση του Βιώσιμου Ενεργειακού
Σχεδιασμού**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

του

Ευάγγελου Γ. Μαρινάκη



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία για την Υποστήριξη Αποφάσεων των Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών προς την Κατεύθυνση του Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

του

Ευάγγελου Γ. Μαρινάκη

Συμβουλευτική Επιτροπή: Ι. Φαρράς, Καθηγητής Ε.Μ.Π. (επιβλέπων)
Δ. Ασκούνης, Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Γ. Μέντζας, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή την: / /2015

.....
Ιωάννης Φαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

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

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

.....
Βασίλειος Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Αλέξανδρος Φλάμος
Επικ Καθηγητής ΠΑ.ΠΕΙ.

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

.....
Ιωάννης Σίσκος
Καθηγητής ΠΑ.ΠΕΙ.

.....
Ευάγγελος Γ. Μαρινάκης

Διδάκτωρ Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών

Copyright © Ευάγγελος Γ. Μαρινάκης, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Πρόλογος

Η διδακτορική διατριβή έλαβε χώρα στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, το διάστημα Οκτώβριος 2009 – Δεκέμβριος 2015. Η ολοκλήρωση αυτού του διδακτορικού ερευνητικού έργου αποτελεί το επιστέγασμα ενός προσωπικού αγώνα, όπου σημαντικό ρόλο είχε η συνδρομή και υποστήριξη πολλών ανθρώπων, στους οποίους εκφράζω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη.

Πρώτα από όλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διατριβής μου, Καθηγητή κ. Ιωάννη Ψαρρά, για την πολύτιμη συνεισφορά του, όχι μόνο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διατριβής αλλά και σε ολόκληρη την πορεία μου στο Εργαστήριο. Η εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και η αναγνώριση της αφοσίωσης και της συνολικής μου προσφοράς στο Εργαστήριο συνέβαλαν αποφασιστικά στην ολοκλήρωση αυτής της έρευνας. Θερμές ευχαριστίες οφείλω και στα άλλα δύο μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, τους Καθηγητές κ. Δημήτριο Ασκούνη και κ. Γρηγόριο Μέντζα για τις οξυδερκείς και γόνιμες παρατηρήσεις τους.

Μέρος των ευχαριστιών μου ανήκει στον Καθηγητή κ. Βασίλειο Ασημακόπουλο και στον Επίκουρο Καθηγητή Αλέξανδρο Φλάμο, μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής, για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Σε αυτό το σημείο, ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον Καθηγητή κ. Ιωάννη Σίσκο, ο οποίος με υποστήριξε καθοριστικά στο ερευνητικό μου έργο, αφιερώνοντας μέρος του πολύτιμου χρόνου του. Επιπλέον, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Χάρη Δούκα, με τον οποίο είχα την τιμή και τη χαρά να συνεργάζομαι όλα αυτά τα χρόνια και να καρπώνομαι τις πολύτιμες συμβουλές του.

Ευχαριστώ επίσης όλους τους συναδέλφους μου από το Εργαστήριο για το αρμονικό κλίμα συνεργασίας μας, την παρέα και τις εποικοδομητικές συζητήσεις που είχαμε όλα αυτά τα χρόνια. Ξεχωριστά θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου και Χαρά Καρακώστα για την ατσαστή συνεργασία μας και τις χρήσιμες συμβουλές που μου προσέφεραν.

Το πιο «μεγάλο» ευχαριστώ το οφείλω στους γονείς μου Γιώργο και Κατερίνα για την πολύπλευρη συμπαράσταση και όλες τις θυσίες που έκαναν έτσι ώστε να μπορέσω να εκπληρώσω τα όνειρα που είχα από μικρός, καθώς και στη γυναίκα μου Στέβη για την αγάπη, κατανόηση και υπομονή της όλο αυτό το διάστημα. Τους ευχαριστώ θερμά μέσα από την καρδιά μου και τους αφιερώνω αυτήν τη διατριβή!

Αθήνα, Δεκέμβριος 2015
Μαρινάκης Ευάγγελος

Περίληψη

Το αντικείμενο της Διδακτορικής Διατριβής είναι η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού. Η Διατριβή έχει ως στόχο να συμβάλει στην κάλυψη του επιστημονικού «κενού» που εντοπίστηκε σχετικά με την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, με απώτερο σκοπό την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Μέσα από την εμπειριστατωμένη ανάλυση των βασικών παραμέτρων του προβλήματος και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων, επιτυγχάνεται ο σχεδιασμός ενός αξιόπιστου και συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των τελικών αποφασισζόντων.

Σε πρώτο επίπεδο, λοιπόν, η Διατριβή συμβάλει με την ανάπτυξη του ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου «MPC⁺» που περιλαμβάνει τις ακόλουθες συνιστώσες:

- ▲ *Συνιστώσα «Map»:* Αποτελεί σημείο εκκίνησης της διαδικασίας ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης και αφορά στην χαρτογράφηση της παρούσας κατάστασης, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών.
- ▲ *Συνιστώσα «Plan»:* Περιλαμβάνει το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, δηλαδή ενός συνόλου μέτρων και δράσεων κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.
- ▲ *Συνιστώσα «Choose»:* Στοχεύει στην υποστήριξη των αποφασισζόντων για τον εντοπισμό του επικρατέστερου Σεναρίου Δράσης στην περιοχή που εξετάζεται.
- ▲ *Συνιστώσα «Check»:* Επικεντρώνεται στην αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης που υλοποιείται, μέσα από την παρακολούθηση και έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί σε κάθε τομέα δραστηριότητας.

Σε δεύτερο επίπεδο, συμβάλει στην ανάπτυξη πρότυπων τεχνικών και εργαλείων για την υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών στη διαδικασία ανάπτυξης, παρακολούθησης και ελέγχου του Σχεδίου Δράσης, όπως πολυκριτήρια ανάλυση, ανάλυση ευστάθειας, πλαίσιο δεικτών αξιολόγησης, μέθοδοι ανάπτυξης ισοζυγίου ενέργειας και εκτίμηση μελλοντικής εξέλιξης εκπομπών σε τοπικό επίπεδο. Το τελευταίο επίπεδο συμβολής, αποτελεί η ανάπτυξη του πληροφοριακού συστήματος «Action³» που ενσωματώνει την προτεινόμενη προσέγγιση «MPC⁺».

Για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων που παρέχει η προτεινόμενη μεθοδολογία, βασικό πλεονέκτημα αποτέλεσε η εφαρμογή της, μέσω του υποστηρικτικού πληροφοριακού συστήματος, σε πραγματικό πρόβλημα (σε δύο αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα). Ιδιαίτερα σημαντική, σε αυτό το σημείο, ήταν η άμεση επικοινωνία που υπήρξε με τις τοπικές αρχές και άλλους εμπλεκόμενους φορείς, καθώς και η αξιοποίηση πραγματικών δεδομένων και αξιόπιστων πληροφοριών που αντλήθηκαν στο πλαίσιο υλοποίησης του ευρωπαϊκού προγράμματος «eReNet - Rural Web Energy Learning Network for Action» και ειδικότερα κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια των δύο δήμων.

Λέξεις Βιώσιμος Ενεργειακός Σχεδιασμός, Υποστήριξη Αποφάσεων,
Κλειδιά: Πολυκριτήρια Ανάλυση, Ανάλυση Ευστάθειας, Πλαίσιο Δεικτών, Σενάρια Δράσης, Σχέδιο Δράσης, Τοπική - Περιφερειακή Ανάπτυξη

Abstract

The main objective of this thesis is the development of an integrated methodological framework for the decision support of local and regional authorities towards sustainable energy planning. The thesis scope is to contribute to the scientific «gap» regarding the development, implementation and monitoring of the Sustainable Energy Action Plan, aiming at the promotion of sustainable energy planning at the local - regional level. Based on the identification of the problem's parameters and their interrelations, the elaboration of a transparent and reliable decision support framework for the decision makers is achieved.

In particular, this thesis contributes to the development of the proposed approach «MPC⁺», consisted of the following four modules:

- ▲ «*Map*» is the starting point of the overall procedure and concerns the mapping of the current status in the region, giving particular emphasis on the energy and CO₂ emissions baseline.
- ▲ «*Plan*» includes the design of alternative Scenarios of Actions, namely a set of measures and actions suitable for implementation at local - regional level.
- ▲ «*Choose*» supports decision makers to the selection of the appropriate Scenario of Action in the region.
- ▲ «*Check*»: relates to the evaluation of the Action Plan under implementation, monitoring the objectives set in each area of activity.

Moreover, this thesis contributes to the development of standard techniques and tools, in order to support local and regional authorities in the development, implementation and monitoring of the Action Plan, such as multi-criteria analysis, robustness analysis, indicator-based assessment framework, methods for the development of energy balance and estimation of the future emission trends at the local level. This thesis contributes also to the development of the information system «Action³» incorporating the proposed approach «MPC⁺».

The pilot application of the proposed methodology (through the support of the information system developed) in real problem (two representative municipalities in Greece), provided the possibility to evaluate its completeness and the results' reliability. An important element of the procedure for the assessment of the methodology was the direct communication with the local authorities and other stakeholders, as well as the availability of real data and reliable information within the framework of the European project «eReNet - Rural Web Energy Learning Network for Action» and particularly during the development of the Sustainable Energy Action Plans of the two municipalities.

Keywords: Sustainable Energy Planning, Decision Support, Multi-Criteria Analysis, Robustness Analysis, Indicator-Based Assessment Framework, Scenarios of Actions, Action Plan, Local – Regional Development

Πίνακας Περιεχομένων

ΕΥΡΕΙΑ ΠΕΡΙΛΗΨΗ	Π.1
I. Εισαγωγή	Π.3
I.1 Πρόβλημα	Π.3
I.2 Αντικείμενο & Στόχος Διατριβής	Π.4
I.3 Συμβολή Διατριβής.....	Π.4
I.4 Δομή Διδακτορικής Διατριβής.....	Π.6
II. Περιγραφή Προβλήματος	Π.7
II.1 Κλιματική Αλλαγή, Αειφόρος Ανάπτυξη & Ενεργειακή Πολιτική	Π.7
II.2 Τοπικός Ενεργειακός Σχεδιασμός.....	Π.7
II.3 Ανάγκη Υποστήριξης Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών	Π.9
II.4 Συμπεράσματα	Π.10
III. Επισκόπηση Σχετιζόμενων Μεθοδολογιών	Π.11
III.1 Μεθοδολογίες & Εργαλεία για Τοπικό Ενεργειακό Σχεδιασμό.....	Π.11
III.2 Πολυκριτήρια Ανάλυση & Ανάλυση Ευστάθειας.....	Π.12
III.3 Μέθοδοι Εκτίμησης.....	Π.13
III.4 Πλαίσιο Δεικτών Αξιολόγησης	Π.13
III.5 Συμπεράσματα	Π.13
IV. Προτεινόμενη Μεθοδολογία	Π.15
IV.1 Μεθοδολογικό Πλαίσιο	Π.15
IV.2 Συνολική Διαδικασία	Π.15
IV.3 Συνιστώσα I: «Map»	Π.16
IV.4 Συνιστώσα II: «Plan».....	Π.17
IV.5 Συνιστώσα III: «Choose»	Π.18
IV.6 Συνιστώσα IV: «Check»	Π.21
IV.7 Συμπεράσματα	Π.22
V. Πιλοτική Εφαρμογή	Π.23
V.1 Πληροφοριακό Σύστημα	Π.23
V.2 1 ^η Φάση: Βασική Απογραφή Εκπομπών	Π.24
V.3 2 ^η Φάση: Σχεδιασμός & Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης.....	Π.24
V.4 3 ^η Φάση: Έλεγχος Στόχων	Π.27
V.5 Συμπεράσματα.....	Π.28
VI. Συμπεράσματα - Προοπτικές	Π.29

VI.1 Συμπεράσματα	Π.29
VI.2 Προοπτικές	Π.30
Βιβλιογραφία	Π.31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Πρόβλημα	3
1.2 Αντικείμενο & Στόχος Διατριβής.....	9
1.3 Συμβολή Διατριβής	10
1.4 Δομή Διδακτορικής Διατριβής	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	21
2.1 Εισαγωγή.....	23
2.2 Κλιματική Αλλαγή, Αειφόρος Ανάπτυξη & Ενεργειακή Πολιτική.....	24
2.2.1 Κλιματική Αλλαγή	24
2.2.2 Αειφόρος Ανάπτυξη	24
2.2.3 Ευρωπαϊκή Πολιτική για το 2020	27
2.2.4 Ευρωπαϊκή Πολιτική έως το 2050.....	36
2.3 Τοπικός Ενεργειακός Σχεδιασμός.....	37
2.3.1 Ρόλος Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών	37
2.3.2 Έξυπνες Πόλεις & Κοινότητες	37
2.3.3 Ενεργειακά Βιώσιμες Κοινότητες.....	40
2.3.4 Προσέγγιση Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού.....	41
2.3.5 Σύμφωνο των Δημάρχων	43
2.4 Ανάγκη Υποστήριξης Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών	50
2.4.1 Προσδιορισμός Περιοχών - Στόχων	50
2.4.2 Βασικά Μεγέθη Τοπικής - Περιφερειακής Ανάπτυξης.....	51
2.4.3 Προτεραιότητες για Βιώσιμο Ενεργειακό Σχεδιασμό	55
2.4.4 Ανάγκη για Υποστήριξη Αποφάσεων	58
2.4.5 Βασικοί Παράμετροι Προβλήματος.....	59
2.5 Συμπεράσματα	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ.....	63
3.1 Εισαγωγή.....	65
3.2 Μεθοδολογίες & Εργαλεία για Τοπικό Ενεργειακό Σχεδιασμό.....	66

3.2.1	Γενική Περιγραφή	66
3.2.2	Υφιστάμενες Μεθοδολογίες & Εργαλεία.....	66
3.2.3	Αξιολόγηση	85
3.3	Πολυκριτήρια Ανάλυση & Ανάλυση Ευστάθειας	87
3.3.1	Πολυκριτηριακή Φύση Προβλήματος.....	87
3.3.2	Βασικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων	88
3.3.3	Εφαρμογές Κυριότερων Πολυκριτηριακών Μεθόδων	89
3.3.4	Ανάλυση Ευστάθειας: Θεμελιώδεις Αρχές & Εφαρμογές	95
3.3.5	Αξιολόγηση	95
3.4	Μέθοδοι Εκτίμησης.....	97
3.4.1	Ανάγκη Εκτίμησης σε Τοπικό - Περιφερειακό Επίπεδο.....	97
3.4.2	Βασικές Μέθοδοι Εκτίμησης της Μελλοντικής Εξέλιξης.....	97
3.4.3	Κυριότερες Εφαρμογές	99
3.4.4	Αξιολόγηση	100
3.5	Πλαίσιο Δεικτών Αξιολόγησης.....	101
3.5.1	Χρήση Δεικτών για Τοπικό Ενεργειακό Σχεδιασμό	101
3.5.2	Ανασκόπηση Εργασιών Ανάπτυξης Δεικτών.....	102
3.5.3	Δημοφιλέστερα Πλαίσια Δεικτών.....	102
3.5.4	Αξιολόγηση	103
3.6	Συμπεράσματα	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ		107
4.1	Εισαγωγή.....	109
4.2	Μεθοδολογικό Πλαίσιο.....	110
4.2.1	Φιλοσοφία Προτεινόμενης Προσέγγισης	110
4.2.2	Συνολική Διαδικασία	111
4.2.3	Διάγραμμα Ροής.....	113
4.3	Συνιστώσα I: «Map»	114
4.3.1	Διαδικασία Προσέγγισης.....	114
4.3.2	Έτος Βάσης	114
4.3.3	Γενικά Χαρακτηριστικά.....	115
4.3.4	Τομείς & Μορφές Ενέργειας.....	116
4.3.5	Εναλλακτικές Μέθοδοι Υπολογισμού Ισοζυγίου Ενέργειας.....	117
4.3.6	Τοπικά Παραγόμενη Ενέργεια	122
4.3.7	Βασική Απογραφή Εκπομπών.....	124

4.4	Συνιστώσα II: «Plan».....	127
4.4.1	Διαδικασία Προσέγγισης.....	127
4.4.2	Προσδιορισμός Δράσεων & Μέτρων	127
4.4.3	Μοντελοποίηση.....	128
4.4.4	Αρχικός Σχεδιασμός Σεναρίων Δράσης	130
4.4.5	Εκτίμηση Μελλοντικής Εξέλιξης Εκπομπών CO ₂	131
4.4.6	Συμμετοχή Τοπικών Φορέων	139
4.4.7	Εφικτά Σενάρια Δράσης.....	141
4.5	Συνιστώσα III: «Choose»	142
4.5.1	Διαδικασία Προσέγγισης.....	142
4.5.2	Κατασκευή Συνεπούς Οικογένειας Κριτηρίων	142
4.5.3	Κατασκευή Μοντέλου Αξιολόγησης.....	145
4.5.4	Ανάλυση Ευστάθειας	149
4.5.5	Αποδοτικότητα.....	151
4.6	Συνιστώσα IV: «Check».....	152
4.6.1	Διαδικασία Προσέγγισης.....	152
4.6.2	Εισαγωγή Δεδομένων	152
4.6.3	Πλαίσιο Αξιολόγησης.....	153
4.6.4	Κατασκευή Σύνθετου Δείκτη.....	156
4.7	Συμπεράσματα	160
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	161
5.1	Εισαγωγή.....	163
5.2	Πληροφοριακό Σύστημα	164
5.2.1	Πιλοτική Εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος.....	164
5.2.2	Τεχνολογίες & Λειτουργίες Εκκίνησης.....	165
5.2.3	Υποσύστημα «BEI-Action».....	166
5.2.4	Υποσύστημα «MDS-Action»	169
5.2.5	Υποσύστημα «SEC-Action»	173
5.3	1 ^η Φάση: Βασική Απογραφή Εκπομπών	174
5.3.1	Γενικά Χαρακτηριστικά.....	174
5.3.2	Καταγραφή Δεδομένων στους Τομείς Δραστηριότητας.....	176
5.3.3	Ισοζύγιο Ενέργειας & Εκπομπών	181
5.4	2 ^η Φάση: Σχεδιασμός & Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης.....	186
5.4.1	Σχεδιασμός Εναλλακτικών Σεναρίων.....	186

5.4.2	Εφικτά Σενάρια Δράσης	191
5.4.3	Περιθώριες Συναρτήσεις Κριτηρίων	192
5.4.4	Προσδιορισμός Βαρών Κριτηρίων	194
5.4.5	Κατάταξη Εναλλακτικών Σεναρίων	196
5.4.6	Επικρατέστερο Σενάριο Δράσης	198
5.5	3 ^η Φάση: Έλεγχος Στόχων	201
5.5.1	Τιμές Δεικτών Αξιολόγησης.....	201
5.5.2	Υπολογισμός Δείκτη «SEC _{Index} »	203
5.6	Συμπεράσματα	206
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ		207
6.1	Συμπεράσματα	209
6.2	Προοπτικές	215
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		217
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....		239
I.	Δημοσιεύσεις.....	241
II.	Δράσεις & Μέτρα	247
III.	Εναλλακτικές Μέθοδοι Υπολογισμού Ισοζυγίου Ενέργειας	252
IV.	Ενδεικτικά Τμήματα Κώδικα	262
V.	Πιλοτική Εφαρμογή: Επιλεγμένες Δράσεις & Μέτρα.....	265

ΕΥΡΕΙΑ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

I. Εισαγωγή

I.1 Πρόβλημα

**Βιώσιμος
Ενεργειακός
Σχεδιασμός σε
Τοπικό -
Περιφερειακό
Επίπεδο** Τα τελευταία χρόνια, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναλάβει ένα ρόλο πρωτοπόρου στον τομέα της ενέργειας και του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο και έχει ασκήσει μεγάλη πίεση για την υιοθέτηση συγκεκριμένων και φιλόδοξων στόχων (EC, 2014a; 2010; 2008). Σημαντικό ρόλο για την πρόοδο και εκπλήρωση των στόχων της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» έχουν αναμφίβολα οι τοπικές και περιφερειακές αρχές (Azevedo et al., 2013).

Ο βιώσιμος ενεργειακός σχεδιασμός αποτελεί μια πρόκληση για πολλούς δήμους, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ο μονοσήμαντος προσανατολισμός της οικονομίας των περιοχών αυτών στις συμβατικές μορφές ενέργειας θεωρείται κρίσιμος ανασταλτικός παράγοντας για την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητά τους (Hiremath et al., 2007). Η απαγκίστρωση από την μονομερή οικονομική ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί μέσω της σταδιακής προώθησης κατάλληλων τεχνολογικών επιλογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας.

**Σύμφωνο των
Δημάρχων** Η παραπάνω φιλοσοφία μετουσιώνεται στην ιδέα των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων, η οποία κερδίζει σταδιακά έδαφος σε πολλές περιοχές στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια. Παράλληλα, όλο και περισσότεροι δήμοι από την Ευρώπη αναδεικνύουν την πολιτική τους βούληση και δέσμευση για επίτευξη βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, με τη συμμετοχή τους στην ευρωπαϊκή πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων.

**Πρόβλημα
Απόφασης &
Εμπλεκόμενοι** Η προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, μέσα από την ανάπτυξη, υλοποίηση, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, αποτελεί ένα περίπλοκο πρόβλημα απόφασης. Απαιτείται η διαμόρφωση του μακροπρόθεσμου οράματος του δήμου με σαφείς στόχους, καθώς και η επιλογή μέτρων και δράσεων για τους επιμέρους τομείς δραστηριότητας (δημοτικό, οικιακό, τριτογενή, μεταφορές, κλπ) του δήμου (EC, 2014b).

Η τοπική αρχή, δηλαδή ο Δήμαρχος και το Δημοτικό Συμβούλιο (Αποφασίζων) σε συνεργασία με τον Τεχνικό Υπεύθυνο (Αναλυτής) καλούνται να εντοπίσουν το σύνολο των μέτρων και δράσεων που θα εντάξουν στο Σχέδιο Δράσης, βασιζόμενοι στο ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών. Ενεργό ρόλο στην ανάπτυξη και υλοποίηση του Σχέδιο Δράσης έχουν οι διάφοροι τοπικοί φορείς, όπως ενεργειακά κέντρα, επενδυτές, εταιρείες, αντιπρόσωποι της τοπικής αγοράς και πολίτες.

**Ανάγκη για
Υποστήριξη
Αποφάσεων** Ωστόσο, η έλλειψη τεχνογνωσίας, εμπειρίας και πόρων αποτελούν βασικοί ανασταλτικοί παράγοντες σε αυτή τη διαδικασία, ειδικότερα για περιοχές που βρίσκονται έξω από μεγάλες πόλεις και αστικά

κέντρα, δηλαδή αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές (Doukas et al., 2012; Μαρινάκης, 2011). Παρόλο που παρουσιάζουν υψηλό δυναμικό αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προώθησης δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας, οι περιοχές αυτές δεν διαθέτουν την επαρκή ικανότητα για ανάπτυξη και υλοποίηση των Σχεδίων Δράσης (Marinakis et al., 2015a).

I.2 Αντικείμενο & Στόχος Διατριβής

Αντικείμενο Το αντικείμενο της Διδακτορικής Διατριβής είναι η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού.

Στόχος Η Διατριβή έχει ως στόχο να συμβάλει στην κάλυψη του επιστημονικού «κενού» που εντοπίστηκε σχετικά με την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, με απώτερο σκοπό την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Μέσα από την εμπειριστατωμένη ανάλυση των βασικών παραμέτρων του προβλήματος και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων, επιτυγχάνεται ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου, αξιόπιστου και συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των τελικών αποφασιζόντων.

I.3 Συμβολή Διατριβής

Η συμβολή της Διδακτορικής Διατριβής διακρίνεται σε τρία (3) επίπεδα, τα οποία αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

1^ο Επίπεδο Συμβολής

Ολοκληρωμένη Μεθοδολογική Προσέγγιση για την Προώθηση του Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού σε Τοπικό – Περιφερειακό Επίπεδο

Η προτεινόμενη προσέγγιση «MPC⁺» περιλαμβάνει τέσσερις (4) συνιστώσες, όπου η καθμία είναι επικεντρωμένη στην επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος. Η Συνιστώσα «Map» αποτελεί σημείο εκκίνησης της διαδικασίας ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης. Αφορά στην χαρτογράφηση της παρούσας κατάσταση, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών. Η Συνιστώσα «Plan» περιλαμβάνει το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, δηλαδή ενός συνόλου μέτρων και δράσεων κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Η Συνιστώσα «Choose» στοχεύει στην υποστήριξη των αποφασιζόντων για τον εντοπισμό του επικρατέστερου Σεναρίου Δράσης στην περιοχή που εξετάζεται. Τέλος, η Συνιστώσα «Check» επικεντρώνεται στην αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης που υλοποιείται, μέσα από την παρακολούθηση και έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί σε κάθε τομέα δραστηριότητας.

2^ο Επίπεδο
ΣυμβολήςΕπιμέρους Μεθοδολογικά Πλαίσια Υποστήριξης
Τοπικών – Περιφερειακών Αρχών

Ακολουθώς, περιγράφονται τα τέσσερα (4) μεθοδολογικά πλαίσια που διατυπώνει η προτεινόμενη μεθοδολογία.

Πολυκριτηριακή Προσέγγιση Αξιολόγησης Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης & Ανάλυση Ευστάθειας του Μοντέλου Αξιολόγησης

- ▲ *Πολυκριτηριακή Προσέγγιση για την Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης:* Η Διατριβή συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας πολυκριτηριακής προσέγγισης για την αξιολόγηση εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Η πολυκριτηριακή προσέγγιση στηρίζεται σε τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού σε συνδυασμό με ανάλυση ποιοτικής παλινδρόμησης (αγγλ., multicriteria ordinal regression approach).
- ▲ *Ανάλυση Ευστάθειας Μοντέλου Αξιολόγησης:* Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ανάλυσης ακραίων κατατάξεων (αγγλ. extreme ranking analysis method), κάθε εναλλακτικό Σενάριο Δράσης εξετάζεται χωριστά και υπολογίζεται η μέγιστη και ελάχιστη θέση που μπορεί να έχει στην τελική κατάταξη.

Μεθοδολογικό Πλαίσιο Εκτίμησης της Μελλοντικής Εξέλιξης των Εκπομπών CO₂ σε Τοπικό - Περιφερειακό Επίπεδο

Κατά το σχεδιασμό των εναλλακτικών Σεναρίων δημιουργείται το ερώτημα, αν τα προτεινόμενα μέτρα και δράσεις είναι αρκετά για την επίτευξη του ελάχιστου στόχου μείωσης εκπομπών CO₂ που θέτει ο δήμος, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή στην τελική κατανάλωση ενέργειας (π.χ. λόγω μεταβολής πληθυσμού, τιμών ενέργειας, κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, κλπ) και κατ' επέκταση των εκπομπών CO₂ (Marinakis et al., 2012b). Σε αυτό το επίπεδο συμβολής της Διατριβής διατυπώνεται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο εκτίμησης της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Εναλλακτικές Μέθοδοι Ανάπτυξης Ισοζυγίου Ενέργειας σε Τοπικό - Περιφερειακό Επίπεδο

Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο, ενσωματώνει μία κοινή τεχνική προσέγγιση για την ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Ο κύριος στόχος ήταν να διευκολυνθούν οι υπολογισμοί των καταναλώσεων ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας, παρέχοντας τις ακόλουθες εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού: Συνολικής Κατανάλωσης, Δεδομένα σε Περιφερειακό Επίπεδο, «Bottom up» Προσέγγιση και Συνδυασμός «bottom up» Προσέγγισης και Δεδομένων σε Περιφερειακό Επίπεδο.

Πλαίσιο Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων

Η Διατριβή συμβάλει με την ανάπτυξη ενός Πλαισίου Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται από δείκτες αξιολόγησης που δομούνται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, την «Ενέργεια», το «Περιβάλλον», την «Οικονομία» και τις «Υποδομές & Ενημέρωση». Με την κατασκευή ενός σύνθετου δείκτη («SEC_{Index}») καθίσταται δυνατή η ευκολότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων για κάθε τομέα δραστηριότητας. Η διαδικασία κατασκευής του σύνθετου δείκτη βασίζεται στην προσέγγιση «proximity-to-target», δηλαδή για κάθε δείκτη αξιολόγησης υπολογίζεται η απόστασή του από το στόχο που έχει τεθεί.

3^ο Επίπεδο Συμβολής

Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων

Το τελευταίο επίπεδο συμβολής της Διατριβής, αποτελεί η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος, το οποίο ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία «MPC⁺». Το πληροφοριακό σύστημα υποστήριξης αποφάσεων «Action³» αποτελείται από τρία (3) κύρια υποσυστήματα «BEI-Action (Baseline Emission Inventory)», «MDS-Action (Multicriteria Decision Support)» και «SEC-Action (Sustainable Energy Communities)».

I.4 Δομή Διδακτορικής Διατριβής

Το περιεχόμενο καθενός από τα Κεφάλαια της Διατριβής περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω:

- ▲ *Κεφάλαιο 1^ο - Εισαγωγή:* Παρουσιάζεται συνοπτικά το πρόβλημα, η ανάγκη ανάπτυξης μεθοδολογικής προσέγγισης, το αντικείμενο, ο στόχος και η συμβολή της Διατριβής.
- ▲ *Κεφάλαιο 2^ο - Περιγραφή Προβλήματος:* Αναλύεται διεξοδικά το πρόβλημα υποστήριξης αποφάσεων που εξετάζεται στη Διατριβή.
- ▲ *Κεφάλαιο 3^ο - Επισκόπηση Σχετιζόμενων Μεθοδολογιών:* Γίνεται μια επισκόπηση των κυριότερων ερευνητικών προσπαθειών σε ευρωπαϊκό επίπεδο σχετικά με την ανάπτυξη Σχεδίων Δράσης και των πλέον διαδεδομένων εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων.
- ▲ *Κεφάλαιο 4^ο - Προτεινόμενη Μεθοδολογία:* Περιγράφεται η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση «MPC⁺ (Map, Plan, Choose, Check)» και τα επιμέρους στάδια – συνιστώσες.
- ▲ *Κεφάλαιο 5^ο - Πιλοτική Εφαρμογή:* Παρουσιάζεται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας, μέσω του υποστηρικτικού πληροφοριακού συστήματος «Action³» που αναπτύχθηκε.
- ▲ *Κεφάλαιο 6^ο - Συμπεράσματα – Προοπτικές:* Παρουσιάζονται τα θεωρητικά επιτεύγματα της προτεινόμενης προσέγγισης «MPC⁺», καθώς και μια σειρά από σκέψεις και προτάσεις προοπτικής για περαιτέρω ερευνητικές δραστηριότητες.

II. Περιγραφή Προβλήματος

II.1 Κλιματική αλλαγή, Αειφόρος Ανάπτυξη & Ενεργειακή Πολιτική

Κλιματική Αλλαγή & Αειφόρος Ανάπτυξη Είναι γεγονός ότι η κλιματική αλλαγή παραμένει μία από τις μεγαλύτερες παγκόσμιες προκλήσεις. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία είναι ήδη σχεδόν κατά 0,8° C υψηλότερη από την αντίστοιχη της προβιομηχανικής περιόδου. Υπάρχει ευρεία επιστημονική συναίνεση ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη πρέπει να διατηρηθεί κάτω από 2° C ώστε να αποφευχθούν επικίνδυνες και μη αναστρέψιμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αειφόρος ανάπτυξη (ή βιώσιμη ανάπτυξη) αποτέλεσε ένα βασικό πρόταγμα στο σχεδιασμό πολιτικής για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Omer, 2008). Το ζήτημα της ενέργειας βρίσκεται στην καρδιά του προβληματισμού και της επιδίωξης για την επίτευξη των τριών πυλώνων της βιώσιμης ανάπτυξης, δηλαδή την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη, καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος (Doukas et al., 2008).

Ευρωπαϊκή Πολιτική Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναλάβει ένα ρόλο πρωτοπόρου στον τομέα της ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο και έχει ασκήσει μεγάλη πίεση για την υιοθέτηση συγκεκριμένων και φιλόδοξων στόχων. Πιο συγκεκριμένα, έχει θέσει ως στόχο να επιτύχει έως το τέλος του 2020 («Σχέδιο 20-20-20») μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990, εξασφάλιση του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και αύξηση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης (EC, 2008). Σε συνέχεια της Στρατηγικής της Λισσαβόνας, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο υιοθέτησε και οριστικοποίησε μια νέα στρατηγική «Ευρώπη 2020» (EC, 2010). Προς την ίδια κατεύθυνση, το Πλαίσιο Πολιτικής για το Κλίμα και την Ενέργεια για το 2030 θέτει ως στόχο τη μείωση τουλάχιστον 40% στις εκπομπές αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου από τα επίπεδα του 1990, τη συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας τουλάχιστον κατά 27% και εξοικονόμηση ενέργειας τουλάχιστον 27% (EC, 2014a).

II.2 Τοπικός Ενεργειακός Σχεδιασμός

Ρόλος Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών Η προσαρμογή στα δεδομένα της κάθε χώρας, καθώς και το γεγονός ότι σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αρμόδιες για τομείς πολιτικής που συνδέονται με τη στρατηγική «Ευρώπη 2020» είναι οι περιφερειακές και οι τοπικές αρχές, έχει οδηγήσει στην υιοθέτηση μίας περιφερειακής προσέγγισης για την επίτευξη των στόχων. Οι τοπικές αρχές αποτελούν τον πιο σημαντικό μοχλό άσκησης πολιτικής, όχι μόνο γιατί έχουν καλύτερη γνώση επί των ιδιοτεροτήτων της περιοχής τους, αλλά επίσης γιατί μπορούν να την υπηρετήσουν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (Terrados et al., 2007).

Οι τοπικές και περιφερειακές αρχές μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τη ζήτηση ενέργειας μέσω της διαχείρισης των δικών τους καταναλώσεων, αλλά και έμμεσα με την ενημέρωση και την παροχή κινήτρων στους πολίτες σχετικά με την αποδοτικότερη χρήση ενέργειας από μέρους τους (Schoor & Scholtens, 2015). Δύνανται, επίσης, να πάρουν αποφάσεις για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών και την εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικότερων συστημάτων, ώστε να βελτιώσουν το ενεργειακό μείγμα της περιοχής τους, προωθώντας την τοπική παραγωγή ενέργειας και περιορίζοντας την ενεργειακή εξάρτηση (Rae & Bradley, 2012; Μαρινάκης et al., 2012; 2011).

Σύμφωνο των Δημάρχων

Η προώθηση του τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού και κατ' επέκταση η ιδέα των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων, κερδίζουν σταθερά έδαφος τα τελευταία χρόνια σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Μια από τις σημαντικότερες και ίσως η πιο επιτυχημένη πρωτοβουλία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη μετάβαση των τοπικών κοινωνιών σε ένα πιο βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης είναι το Σύμφωνο των Δημάρχων. Το Σύμφωνο αποτελεί μια εθελοντική δέσμευση των τοπικών αρχών για μείωση των εκπομπών CO₂ τουλάχιστον κατά 20% μέχρι το 2020, μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας.

Από την έναρξη της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας (Ιανουάριος 2008) μέχρι σήμερα, οι Υπογράφοντες του Συμφώνου ξεπερνούν τις 5.800, καλύπτοντας πάνω από 200 εκ. κατοίκους. Οι περισσότεροι δήμοι που έχουν υπογράψει το Σύμφωνο είναι μικροί σε μέγεθος. Σύμφωνα με έκθεση Joint Research Centre (JRC) οι περισσότεροι υπογράφοντες (4.453) αποτελούν κοινότητες με λιγότερους από 50.000 κατοίκους (Cerutti et al., 2013). Παρά τον μεγάλο αριθμό των υπογραφόντων, η έλλειψη σωστής πληροφόρησης και επικοινωνίας σχετικά με την πρωτοβουλία του Συμφώνου και τις υποχρεώσεις που απορρέουν από την υπογραφή του, φαίνεται να εμποδίζουν την πλήρη υλοποίηση των δυνατοτήτων της πρωτοβουλίας (Christoforidis et al., 2013; 2011).

Γενική Φιλοσοφία Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια

Με τη συμμετοχή τους στο Σύμφωνο των Δημάρχων, οι υπογράφοντες δεσμεύονται να:

- ▲ Ετοιμάσουν τη Βασική Απογραφή Εκπομπών για το έτος βάσης που επιλέγεται.
- ▲ Υποβάλουν Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, εγκεκριμένο από το Δημοτικό Συμβούλιο μέσα σε ένα έτος από την υπογραφή του Συμφώνου.
- ▲ Δημοσιεύουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα εκθέσεις αξιολόγησης, αναφέροντας το βαθμό υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης και των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων.

Τα επιλεγμένα μέτρα και δράσεις του Σχεδίου αφορούν, όχι μόνο κτίρια και εγκαταστάσεις που τελούν υπό τη διαχείριση του δήμου, αλλά και τους βασικούς τομείς δραστηριότητας στην περιοχή, όπως οικιακό τομέας, τριτογενής τομέας, δημόσια και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς, κλπ (Marinakakis et al., 2013a; 2013b). Η εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η αρχιτεκτονική με

βιοκλιματικά χαρακτηριστικά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η βιώσιμη κινητικότητα, η επαναχρησιμοποίηση της γης, και άλλες οριζόντιες δράσεις (π.χ. δημιουργία μονάδων επεξεργασίας βιοαποβλήτων), μπορούν να δημιουργήσουν μια νέα εικόνα και λειτουργία του δήμου και να αναβαθμίσουν την ποιότητα της ζωής των πολιτών.

II.3 Ανάγκη Υποστήριξης Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών

Προδιορισμός Περιοχών - Στόχων Οι αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές (κοινότητες έξω από μεγάλες πόλεις και αστικά κέντρα) καλύπτουν περίπου το 90% της συνολικής έκτασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ πάνω από 50% των πολιτών κατοικούν σε αυτές τις περιοχές. Βάσει πληθυσμιακών κριτηρίων, στις περιοχές αυτές διαμένει το 32% της ανατολικής, το 17% της βόρειας, το 34% της νότιας και το 17% της δυτικής Ευρώπης (UN, 2011).

Παρούσα Κατάσταση Η ενεργειακή προστιότητα και διαθεσιμότητα είναι ένα ζήτημα πολύ μεγάλης σημασίας, ειδικά για τις αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές, όπου το φαινόμενο της «ενεργειακής φτώχειας» είναι πολύ έντονο (Kaygusuz, 2010). Λόγω του μειωμένου εισοδήματος των κατοίκων, καθώς και των υψηλών ενεργειακών αναγκών τους (παλαιότητα κτιρίων, κλπ), η προώθηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας αναμένεται να έχει σημαντικά οφέλη. Οι περιοχές αυτές παρουσιάζουν, επίσης, υψηλό δυναμικό αξιοποίησης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (OECD, 2013).

Ωστόσο, η έλλειψη τεχνογνωσίας, εμπειρίας και πόρων αποτελούν τα πιο σημαντικά εμπόδια για αυτές τις περιοχές, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τα χαμηλότερα ποσοστά ανάπτυξης και πλήττονται διαρκώς από την συνεχιζόμενη κρίση που εμποδίζει τις αναπτυξιακές τους προσπάθειες (Doukas et al., 2012; Marinakis et al., 2012a). Ως αποτέλεσμα, οι περιοχές αυτές δεν διαθέτουν την επαρκή ικανότητα για ανάπτυξη και υλοποίηση Σχεδίων Δράσης, προκειμένου να κινηθούν προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού (Marinakis et al., 2015b; 2012b).

Ανάγκη για Υποστήριξη Αποφάσεων Παρά τις προσπάθειες που γίνονται για την υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών (π.χ. Υποστηρικτικές Δομές Συμφώνου), ολοένα και περισσότερο διαφαίνεται η ανάγκη για την ουσιαστική, συνεχή και αποτελεσματική υποστήριξη και καθοδήγησή τους για βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό. Προς αυτή την κατεύθυνση, σημαντικό ρόλο έχει η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου που θα περιλαμβάνει όλα τα στάδια της διαδικασίας ανάπτυξης ενός Σχεδίου Δράσης, παρέχοντας υποστήριξη στους τοπικούς και περιφερειακούς φορείς στη διαδικασία λήψης απόφασης.

Βασικοί Παράμετροι Προβλήματος Συνοψίζοντας, οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν τις αγροτικές και ενδιάμεσες κοινότητες στην ανάπτυξη και υλοποίηση του Σχεδίου Δράσης τους, προσδιορίζονται ως ακολούθως (Marinakis et al., 2015a):

- ▲ Διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές για τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας, όπως οι τεχνολογίες βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας και

ηλεκτρισμού κλπ (Flamos et al., 2011; Gavrilescu, 2008; Hiremath et al., 2007).

- ▲ Οι κοινότητες αυτές συνήθως δεν εξυπηρετούνται από «καλές» υποδομές, όπως η έλλειψη δικτύων για φυσικό αέριο, παλαιότερα και λιγότερο ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, αν και από την άλλη πλευρά έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες για εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης, παραδείγματος χάριν.
- ▲ Μικρός αριθμός ενδιαφερομένων μερών, κάτι το οποίο επιτρέπει μία διαφορετική διαδικασία λήψης αποφάσεων.
- ▲ Σημαντικός ρόλος των καταναλώσεων του αγροτικού τομέα (αλιεία, δασοκομία, γεωργία), οι οποίες αποτελούν μεγάλο ποσοστό των συνολικών καταναλώσεων.
- ▲ Ήσσονος σημασίας ρόλος της βιομηχανίας και, συνήθως, μικρή συμβολή του τομέα των δημοσίων και ιδιωτικών μεταφορών στις συνολικές καταναλώσεις.

II.4 Συμπεράσματα

Μέσα από τη μελέτη που διεξήχθη παραπάνω, αναδεικνύεται η σημασία του προβλήματος, όπως περιγράφεται ακολούθως:

Ανάγκη Ουσιαστικής Υποστήριξης Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών με Στόχο τη Δημιουργία Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων

Οι έντονες περιφερειακές ανισότητες που αναπόφευκτα υφίστανται μέσα σε έναν τόσο εκτεταμένο κοινωνικο-οικονομικό χώρο, αναδεικνύουν την ανάγκη για υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών, λαμβάνοντας υπόψη τις κατά τόπους ιδιαιτερότητες. Το εξαιρετικά υψηλό ανεκμετάλλευτο δυναμικό τους σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των αστικών κέντρων. Μόνο μέσα από την ουσιαστική υποστήριξή τους, θα μπορέσουν να κινηθούν δυναμικά και αποτελεσματικά προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού και τη δημιουργία των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

Ανάγκη Ολοκληρωμένου Πλαισίου Υποστήριξης Αποφάσεων για την Ανάπτυξη, Παρακολούθηση & Έλεγχο του Σχεδίου Δράσης

Από την ανάλυση που έγινε προκύπτει η ανάγκη για εξορθολογισμό των αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών φορέων κατά τη διαδικασία ανάπτυξης, παρακολούθησης και ελέγχου του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. Ειδικότερα, απαιτείται η υποστήριξη αποφάσεων, μέσω των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων, που επιτρέπουν τη διαφάνεια και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών από έξυπνες τεχνολογίες πληροφορικής. Προς αυτή την κατεύθυνση, η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος θα μπορούσε να συμβάλει στην υποστήριξή τους με στόχο την προώθηση της τοπικής και περιφερειακής ανάπτυξης.

III. Επισκόπηση Σχετιζόμενων Μεθοδολογιών

III.1 Μεθοδολογίες & Εργαλεία για Τοπικό Ενεργειακό Σχεδιασμό

Υφιστάμενες Μεθοδολογίες & Εργαλεία

Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται ένας σημαντικός αριθμός μελετών που παρουσιάζουν μεθοδολογίες και εργαλεία για την ανάπτυξη Σχεδίων Δράσεων. Μια πρώτη προσπάθεια συγκέντρωσης αυτών των μεθοδολογιών έγινε από τους Bertoldi et al. (2009), όταν είχε ξεκινήσει η λειτουργία της πρωτοβουλίας του Συμφώνου. Από τότε αρκετές μεθοδολογίες και εργαλεία έχουν αναπτυχθεί με στόχο να παρέχουν υποστήριξη στις τοπικές αρχές κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης.

Από την ανάλυση των υφιστάμενων μεθοδολογιών και εργαλείων (Σχήμα Π1) παρατηρείται ότι υπάρχουν μεθοδολογίες που δίνουν έμφαση στη συλλογή ενεργειακών δεδομένων, ενώ άλλες παρέχουν εναλλακτικούς τρόπους για τη συμμετοχή των τοπικών φορέων στην ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. Παράλληλα, ορισμένες μεθοδολογίες παρέχουν στοχευόμενα οδηγίες για τους διάφορους τομείς των Σχεδίων Δράσης, όπως η βιομηχανία και οι μεταφορές. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί εργαλεία που παρέχουν μία σειρά από κατευθυντήριες οδηγίες, όπως «Toolbox of Methodologies on Climate & Energy», «Covenant capaCITY Training Platform» και «CoMO's e-learning».

	Συλλογή Ενεργειακών Δεδομένων	Συμμετοχή Τοπικών Φορέων	Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων	Χρηματοοικονομική Αξιολόγηση Δράσεων	Παρακολούθηση & Αξ	Κτίρια, Εξοπλισμός & Υπεραστάσεις	Βιομηχανία	Μεταφορές	Ηλεκτροπαραγωγή, Ψύξη/Θέρμανση	Αγροτικές Τομείς
BELIEF	★	★★★	★	★	★	☐	☐	☐	☐	☐
Climate Compass	★★★	★			★★★	☐	☐	☐	☐	☐
COMBAT Report guidelines	★★★	★★★	★	★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
CoMO's e-learning	★★★	★★★	★	★★★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
Covenant capaCITY	★★★	★★★	★	★	★★★	☑	☐	☑	☐	☐
ENNEREG	★	★★★	★	★	★	☑	☑	☑	☑	☐
ENOVA	★★★	★	★	★	★	☑	☑	☑	☑	☐
ENSRC	★	★★★	★	★	★	☑	☐	☑	☑	☑
European Energy Award	★★★	★★★	★	★★★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
ICLEI / Natural Capitalism	★★★	★★★	★	★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
Make it Be	★	★★★	★	★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
Minnesota Project	★	★★★	★	★	★★★	☐	☐	☐	☑	☐
MODEL	★★★	★	★	★★★	★★★	☐	☐	☐	☐	☐
Moving Sustainably	★★★	★★★	★	★★★	★★★	☐	☐	☑	☐	☐
MUSEC	★★★	★★★	★	★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
PEPESEC	★★★	★	★	★	★	☑	☑	☑	☐	☐
SEC Tools	★★★	★★★	★	★★★	★★★	☑	☐	☑	☑	☐
Secure Project	★★★	★★★	★	★	★	☑	☐	☑	☑	☐
Toolbox of Methodologies	★★★	★★★	★	★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
Wise Plans	★★★	★★★	★	★★★	★★★	☑	☑	☑	☑	☐
100-RES-COMMUNITIES	★	★★	★	★★★	★★★	☐	☐	☐	☐	☑

Σχήμα Π1. Υφιστάμενες Μεθοδολογίες & Εργαλεία

III.2 Πολυκριτήρια Ανάλυση & Ανάλυση Ευστάθειας

Πολυκριτήρια Ανάλυση Η ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια αποτελεί ένα πρόβλημα απόφασης. Για να προσεγγιστεί επιστημονικά ένα πρόβλημα απόφασης η πολυκριτήρια ανάλυση (αγγλ. multicriteria analysis) αποτελεί μονόδρομο. Η λήψη απόφασης γίνεται μέσα από συνεχείς κύκλους μελέτης των δεδομένων, των εναλλακτικών λύσεων ή ακόμη και του ίδιου του αντικειμένου της απόφασης (Σίσκος, 2008).

Τα μοντέλα της πολυκριτήριας ανάλυσης, στην πλειοψηφία τους, απεικονίζουν μια παραδοσιακή αντίληψη του ορθολογισμού που βασίζεται στις αρχές της γραμμικότητας και της αιτιότητας, δηλαδή στη λογική ότι η απόφαση καθορίζεται από τα κριτήρια (συνθετική προσέγγιση). Η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση, από τη δική της πλευρά, δέχεται ότι η απόφαση και τα κριτήρια επιδέχονται προοδευτική επεξεργασία, αλληλοδομούμενα μέσα στο χρόνο (Jacquet-Lagréze & Siskos, 1982). Η αναλυτική προσέγγιση εστιάζεται στη συσχέτιση των πραγματικών δεδομένων απόφασης και του μοντέλου απόφασης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή συμβατότητα μοντέλου-αποφασίζοντος.

Πολυάριθμες είναι οι εφαρμογές των μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης (συναρτησιακές, σχεσιακές και αναλυτικές) σε διάφορα προβλήματα λήψης απόφασης, όπως σε θέματα που σχετίζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη και τις ενεργειακές τεχνολογίες (Catalina et al., 2011; Ghafghazi et al., 2010; Gil-de-Castro et al., 2010; Cavallaro, 2009; Martins et al., 2008).

Όλες αυτές οι μέθοδοι της πολυκριτήριας ανάλυσης διαφέρουν σε πολλά σημεία, καθώς κάποιες έχουν αναπτυχθεί για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα και δεν έχουν ιδιαίτερη αξία για την επίλυση άλλων προβλημάτων. Άλλες μέθοδοι είναι πιο γενικές και πολλές από αυτές έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς. Η κύρια ιδέα όλων των μεθόδων είναι να δημιουργήσουν μια πιο τυποποιημένη και καλύτερα δομημένη διαδικασία για λήψη απόφασης.

Ανάλυση Ευστάθειας Η ανάλυση ευστάθειας (αγγλ. robustness analysis) είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα στο χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης. Με την ανάλυση ευστάθειας προωθείται μια νέα θεώρηση στη μοντελοποίηση των προβλημάτων, σύμφωνα με την οποία μια λύση/απόφαση είναι ικανοποιητική όχι όταν ανταποκρίνεται ικανοποιητικά σε ένα συγκεκριμένο και αυστηρά καθορισμένο σύνολο παραδοχών/υποθέσεων/εκτιμήσεων, αλλά εάν παραμένει ικανοποιητική ακόμα και όταν η αξιολόγησή της βασιστεί σε ένα διαφορετικό πλαίσιο (Hites et al., 2006). Μέσα από μελέτη του Roy (2010) αναδεικνύεται ο προβληματισμός για την έννοια, το ρόλο και την ιδιαίτερη σημασία της ευστάθειας στη διαδικασία λήψης και υποστήριξης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια.

III.3 Μέθοδοι Εκτίμησης

*Εκτίμηση
Μελλοντικής
Εξέλιξης
Εκπομπών CO₂
σε Τοπικό -
Περιφερειακό
Επίπεδο*

Κατά το σχεδιασμό των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, είναι αναγκαία η εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά εξωτερικών παραμέτρων, όπως η αύξηση του πληθυσμού, οι τιμές της ενέργειας, το κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, κλπ (Marinakis et al., 2012b).

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει παρουσιαστεί μια σειρά από μοντέλα για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης της ζήτησης ενέργειας (IIASA, COMMEND, ENPEP, MAED, HELM, MED-PRO). Επιπλέον έχουν δημοσιευθεί μελέτες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που σχετίζονται με την ανάλυση σεναρίων της μακροπρόθεσμης πρόβλεψης της ενέργειας και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Cinar & Kayakutlu, 2010; Stocker et al., 2011; Sanstad et al., 2014; Simões et al., 2008; Medved, 2006; Madlener et al., 2007).

III.4 Πλαίσιο Δεικτών Αξιολόγησης

*Χρήση
Δεικτών για
Τοπικό
Ενεργειακό
Σχεδιασμό*

Στο πλαίσιο υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης από το δήμο είναι αναγκαία η παρακολούθησή του και ο έλεγχος των στόχων που έχουν τεθεί, λαμβάνοντας υπόψη το οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο που τον περιβάλλει. Για το σκοπό αυτό, οι δείκτες αξιολόγησης αποτελούν κατάλληλο μεθοδολογικό εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων, καθώς ποσοτικοποιούν και απλοποιούν φαινόμενα με στόχο την καλύτερη κατανόηση μίας πολύπλοκης πραγματικότητας.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την ανάπτυξη ενεργειακά σχετιζόμενων δεικτών δείχνει ότι οι σημαντικότερες προσπάθειες εντοπίζονται σε μεγάλους διεθνείς οργανισμούς, με έμφαση σε τρία κύρια πεδία, το περιβάλλον, την αειφόρο ανάπτυξη και την ενεργειακή χρήση και αποδοτικότητα (Organisation for Economic Development and Cooperation, Eurostat, European Environment Agency, International Energy Agency, κλπ). Στην πράξη, η ερευνητική κοινότητα χρησιμοποιεί σύνθετους δείκτες, με τους οποίους η ερμηνεία και η σύγκριση των τάσεων είναι πιο εύκολη συγκριτικά με τους μεμονωμένους δείκτες αξιολόγησης (Evans et al., 2009).

III.5 Συμπεράσματα

Από την επισκόπηση των σχετιζόμενων μεθοδολογιών που προηγήθηκε, προκύπτουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά για την επίλυση του προβλήματος που εξετάζεται στην παρούσα Διδακτορική Διατριβή:

*Έλλειψη
Ολοκληρωμένης
Μεθοδολογικής*

Μέσα από τη μελέτη και αξιολόγηση αυτών των μεθοδολογιών και εργαλείων που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, προκύπτει ότι οι περισσότερες από αυτές:

*Προσέγγιση,
κατάλληλα
προσαρμοσμένη
στα Ιδιαίτερα
Χαρακτηριστικά
των Τοπικών
Κοινοτήτων*

- ▲ Επικεντρώνονται κυρίως στην έκδοση κατευθυντήριων οδηγιών για την ανάπτυξη ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, χωρίς να παρέχουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων, ειδικότερα σε ότι έχει να κάνει με την επιλογή βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας.
- ▲ Στοχεύουν σε αστικές περιοχές, παραβλέποντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνώρισμα των αγροτικών περιοχών. Πιο συγκεκριμένα, ο αγροτικός τομέας (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία) διακρίνεται για τις ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις.
- ▲ Δίνουν έμφαση σε ορισμένους τομείς του Σχεδίου Δράσης, όπως οι μεταφορές και η βιομηχανία. Ωστόσο, οι αστικές μεταφορές και η βιομηχανία διαδραματίζουν δευτερεύοντα ρόλο στις αγροτικές περιοχές.

*Περιορισμένες
Ερευνητικές
Προσπάθειες σε
επιμέρους
Τεχνολογίες
Υποστήριξης
Αποφάσεων &
στη Διαδικασία
Ενσωμάτωσής
τους σε ένα
Ενιαίο Πλαίσιο
Υποστήριξης
για Βιώσιμο
Ενεργειακό
Σχεδιασμό σε
Τοπικό –
Περιφερειακό
Επίπεδο*

Η μελέτη της βιβλιογραφίας δείχνει ότι επιμέρους τεχνολογίες υποστήριξης αποφάσεων έχουν εφαρμοσθεί εδώ και πολλά χρόνια σε ενεργειακά προβλήματα, οδηγώντας στην εξαγωγή των ακόλουθων συμπερασμάτων:

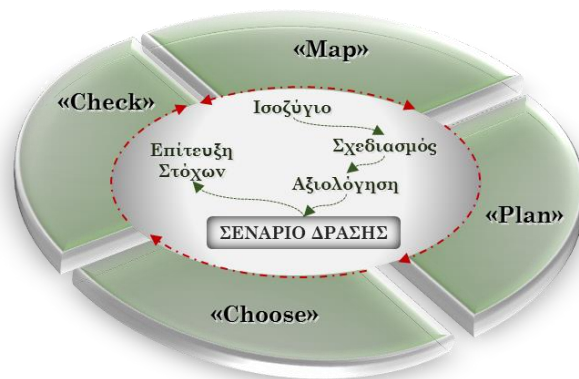
- ▲ Όσον αφορά σε ερευνητικές προσπάθειες για βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, η εφαρμογή των πολυκριτηριακών συστημάτων φαίνεται να είναι περιορισμένη και να αφορά επιμέρους μόνο χαρακτηριστικά, δίνοντας έμφαση σε εθνικό ή ευρωπαϊκό επίπεδο.
- ▲ Σε διεθνές επίπεδο, η ανάλυση ευστάθειας στην πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων αποτελεί ένα αντικείμενο που έχει κεντρίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον. Αποτελεί, όμως, γεγονός ότι στο πεδίο αξιολόγησης μέτρων και δράσεων για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, όπως αυτό ορίζεται στο συγκεκριμένο πρόβλημα, δεν φαίνεται να έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση από τους ερευνητές.
- ▲ Αν και οι περισσότερες από τις μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία για την εκτίμηση της μελλοντικής κατάστασης παρουσιάζουν αξιόπιστα αποτελέσματα, η πλειοψηφία αυτών έχει επικεντρωθεί σε εθνικό επίπεδο παρά σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Επιπλέον, αυτές οι προσεγγίσεις επικεντρώνονται στη χρήση ποσοτικών μεθόδων, χρησιμοποιώντας πλήθος δεδομένων εισόδου και ιστορικών στοιχείων από τον τελικό χρήστη.
- ▲ Η ανάπτυξη σύνθετων δεικτών για την υποστήριξη των διαδικασιών που σχετίζονται με το βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό είναι δυσεύρετη στη διεθνή βιβλιογραφία.

IV. Προτεινόμενη Μεθοδολογία

IV.1 Μεθοδολογικό Πλαίσιο

Φιλοσοφία Προτεινόμενης Προσέγγισης

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η φιλοσοφία ανάπτυξης του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο έχει ως στόχο να υποστηρίξει τις τοπικές και περιφερειακές αρχές κατά την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.



Σχήμα Π2. Φιλοσοφία Προσέγγισης

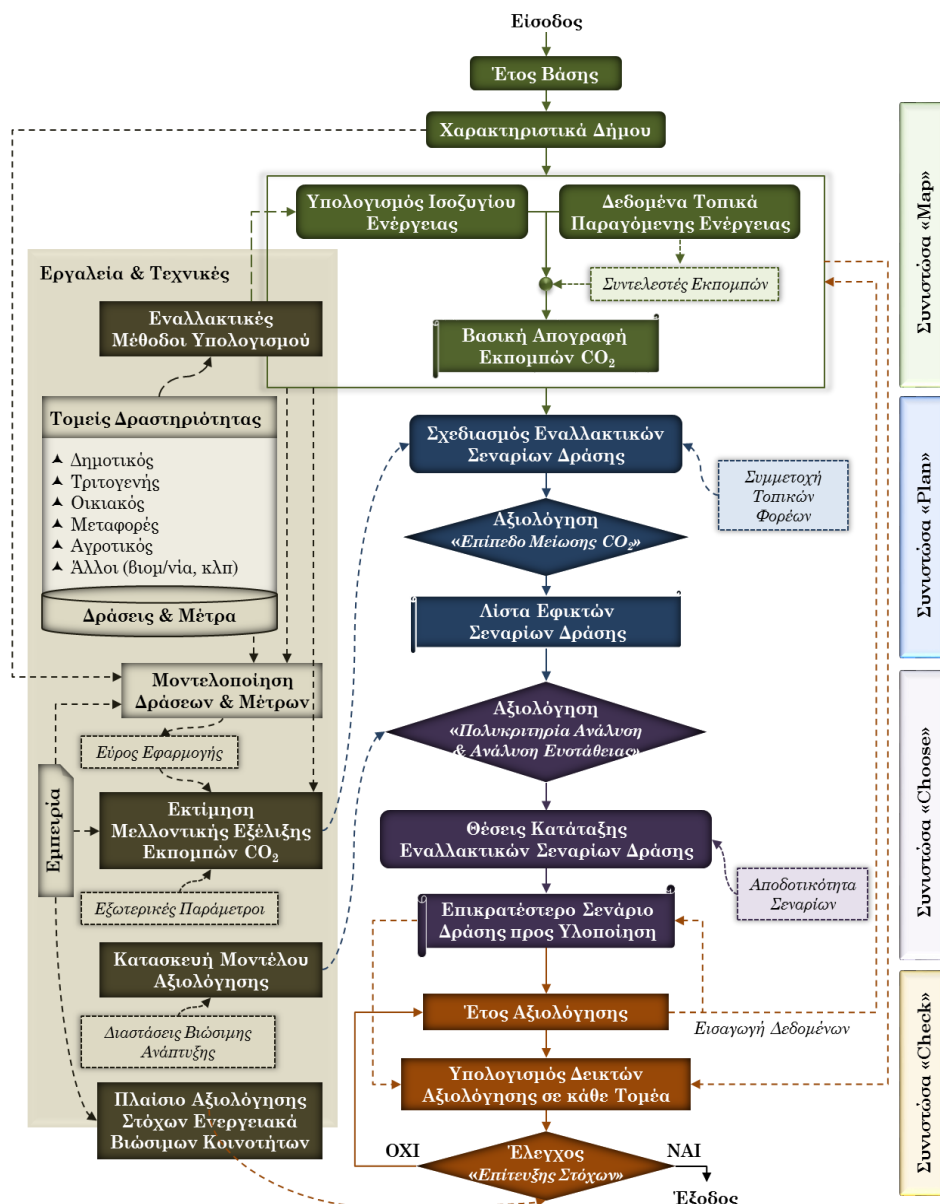
Η προτεινόμενη προσέγγιση «MPC+ (Map, Plan, Choose, Check)» περιλαμβάνει τις ακόλουθες τέσσερις (4) συνιστώσες (Σχήμα Π2):

- ▲ *Συνιστώσα «Map»:* Αποτελεί σημείο εκκίνησης της διαδικασίας ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης. Αφορά στην χαρτογράφηση της παρούσας κατάσταση, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών.
- ▲ *Συνιστώσα «Plan»:* Επικεντρώνεται στο σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, λαμβάνοντας υπόψη την αποτύπωση της υπάρχουσας «εμπειρίας», την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο και τη συμμετοχή των τοπικών φορέων.
- ▲ *Συνιστώσα «Choose»:* Στοχεύει στην υποστήριξη των αποφασιζόντων για τον εντοπισμό του επικρατέστερου Σεναρίου Δράσης για την περιοχή που εξετάζεται.
- ▲ *Συνιστώσα «Check»:* Αφορά στην αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης που υλοποιείται από το δήμο μέσα από την παρακολούθηση και έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί σε κάθε τομέα δραστηριότητας.

IV.2 Συνολική Διαδικασία

Διάγραμμα Ροής

Η μορφή του διαγράμματος ροής της ακολουθούμενης μεθοδολογικής προσέγγισης του προβλήματος, παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχήμα Π3.



Σχήμα Π3. Διάγραμμα Ροής

Στις ενότητες που ακολουθούν περιγράφονται τα επιμέρους στάδια της προτεινόμενης προσέγγισης.

IV.3 Συνιστώσα I: «Map»

Ισοζύγιο Ενέργειας

Αρχικά, απαιτείται η εισαγωγή γενικών πληροφοριών και στατιστικών στοιχείων για τον δήμο (πληθυσμός, έκταση, ηλιακό δυναμικό περιοχής, κλπ). Για τον υπολογισμό των τελικών καταναλώσεων ενέργειας, αναπτύχθηκαν οι ακόλουθες εναλλακτικές μέθοδοι:

- ▲ *Συνολική Κατανάλωσης*: Ο χρήστης εισάγει συγκεντρωτικά δεδομένα για τους διάφορους τομείς.
- ▲ *Δεδομένα σε Περιφερειακό Επίπεδο*: Η τελική κατανάλωση ενέργειας σε τοπικό επίπεδο προκύπτει ύστερα από αναγωγή των διαθέσιμων καταναλώσεων σε περιφερειακό επίπεδο με βάση τον

πληθυσμό ή τον αριθμό οχημάτων.

- ▲ «Bottom up» Προσέγγιση: Στη συγκεκριμένη μέθοδο γίνονται εκτιμήσεις της κατανάλωσης ενέργειας μέσω της χρήσης κατάλληλων δεικτών (kWh/m²).
- ▲ Συνδυασμός «bottom up» Προσέγγισης και Δεδομένων σε Περιφερειακό Επίπεδο: Συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων.

Τοπικά Παραγόμενη Ενέργεια

Στο επόμενο στάδιο, στόχος είναι η ανάπτυξη ενός μητρώου ενέργειας των ήδη υπάρχοντων θερμοηλεκτρικών σταθμών, έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και επλεγμένων έργων εξοικονόμησης ενέργειας (συμπαράγωγη, τηλεθέρμανση) που βρίσκονται σε λειτουργία εντός της περιοχής του δήμου. Βάσει των δεδομένων αυτών, μπορεί να υπολογιστεί ο τοπικός συντελεστής εκπομπών για τον ηλεκτρισμό και τη θέρμανση/ψύξη.

Ισοζύγιο Εκπομπών

Τέλος, επλέγονται οι συντελεστές εκπομπών που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της τελικής απογραφής εκπομπών (πρότυποι συντελεστές εκπομπών σύμφωνα με τις αρχές της IPCC ή συντελεστές εκπομπών Ανάλυσης Κύκλου Ζωής). Παράλληλα, επλέγεται εάν αντί για τους εθνικούς συντελεστές θα χρησιμοποιηθούν τοπικοί συντελεστές για την ηλεκτρική ενέργεια και τη θέρμανση/ψύξη.

IV.4 Συνιστώσα II: «Plan»

Μοντελοποίηση Δράσεων

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε ο εντοπισμός ενός συνόλου δράσεων και μέτρων, κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Συνολικά, εντοπίστηκαν 96 δράσεις και μέτρα που μπορούν να υλοποιηθούν είτε από την πλευρά του δήμου είτε από την πλευρά των πολιτών. Για να λάβουν οι δράσεις αυτές «επεξεργάσιμη μορφή» και να είναι δυνατός ο σχεδιασμός εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, ήταν αναγκαία μια διαδικασία μοντελοποίησής τους. Εντοπίστηκαν, δηλαδή, οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν την εξοικονόμηση/παραγωγή ενέργειας, καθώς και εκείνοι που παρουσιάζουν αβεβαιότητα. Οι παράγοντες αυτοί μετατράπηκαν σε συγκεκριμένους δείκτες, για τους οποίους προκύπτουν ευκολότερα βιβλιογραφικά δεδομένα.

Σχεδιασμός Σεναρίων Δράσης

Η εφαρμογή του συνόλου των δράσεων που εντοπίστηκαν, αφενός δεν είναι εφικτή σε οικονομικό και οργανωτικό επίπεδο, αφετέρου δεν ενδείκνυται, καθώς κάθε δήμος έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά, όσον αφορά τον πληθυσμό, τη δόμηση των κατοικιών, τη διάρθρωση της κατανάλωσης ενέργειας, κτλ. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η κατασκευή εναλλακτικών Σεναρίων, όπου τα ποσοστά εφαρμογής των δράσεων θα ποικίλλουν, προσεγγίζοντας όσο είναι δυνατόν τις πραγματικές ανάγκες κάθε δήμου. Λαμβάνοντας υπόψη την υπάρχουσα «εμπειρία» από άλλα Σχέδια Δράσης, αναπτύχθηκαν τριάντα δύο (32) εναλλακτικά Σενάρια συνολικά. Οι διαφορές ανάμεσα στα σενάρια έγκεινται στο γεγονός ότι, κατά την κατασκευή τους, δόθηκε βαρύτητα σε δράσεις που αφορούν διαφορετικούς τομείς δραστηριότητας (δημοτικό, οικιακό, τριτογενή, κλπ.).

Εκτίμηση Μελλοντικής Εξέλιξης Εκπομπών CO₂ Για τον υπολογισμό της μείωσης εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνει κάθε Σενάριο, χρησιμοποιείται το μεθοδολογικό πλαίσιο εκτίμησης της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό-περιφερειακό επίπεδο. Το πλαίσιο αυτό βασίζεται στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και κατ' επέκταση των εκπομπών ανά πηγή ενέργειας για κάθε τομέα δραστηριοποίησης. Στους επιμέρους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη δεδομένα από το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών, την εκτιμώμενη μείωση της ενέργειας και των εκπομπών από τις δράσεις και μέτρα του εξεταζόμενου Σεναρίου, καθώς και οι τιμές εξωτερικών παραμέτρων.

Οι κύριες παράμετροι που εντοπίστηκαν για κάθε τομέα δραστηριότητας παρουσιάζονται ακολούθως:

- ▲ Μεταβολή πληθυσμού σε εθνικό και τοπικό επίπεδο.
- ▲ Μεταβολή του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ Ετήσιες βαθμονήμερες θέρμανσης και ψύξης σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ Μεταβολή των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων.
- ▲ Μεταβολή της κατανάλωσης ενέργειας στους επιμέρους τομείς (δημοτικό, τριτογενή, οικιακό, βιομηχανίες, μεταφορές και αγροτικό) σε εθνικό επίπεδο.
- ▲ Βαθμός ανάπτυξης οδικού δικτύου στο δήμο.

Συμμετοχή Τοπικών Φορέων Για την τελική διαμόρφωση των εξεταζόμενων εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, σημαντική είναι η εμπλοκή των τοπικών φορέων, έτσι ώστε να εντοπιστούν πιθανά νέα σενάρια ή να τροποποιηθούν κατάλληλα τα ήδη υπάρχοντα. Στο πλαίσιο αυτό, προτείνεται μια σειρά από εναλλακτικές μεθόδους για την προσέγγιση και ενημέρωση των τοπικών φορέων. Επιπλέον, για την υποστήριξη των τοπικών φορέων σε αυτή τη διαδικασία, δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων με περισσότερες από 100 καλές πρακτικές έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας.

Εφικτά Σενάρια Δράσης Όλα τα προτεινόμενα Σενάρια αξιολογούνται με βάση τη μείωση εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνουν προκειμένου να δημιουργηθεί η λίστα εφικτών Σεναρίων Δράσης. Οι αποφασίζοντες θέτουν το επίπεδο του ελάχιστου στόχου μείωσης των εκπομπών CO₂ (π.χ. 20% με βάση τις οδηγίες του Συμφώνου των Δημάρχων).

IV.5 Συνιστώσα III: «Choose»

Κατασκευή Συνεπούς Οικογένειας Κριτηρίων Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης είναι τα ακόλουθα:

- ▲ g_1 - Κόστος Επένδυσης Δήμου (Ποσοτικό Κριτήριο - €): Αφορά στο συνολικό κόστος που θα απαιτηθεί από τον δήμο για να υλοποιήσει το εξεταζόμενο Σενάριο. Όσο υψηλότερο είναι το κόστος επένδυσης, τόσο μικρότερη είναι η απόδοσή του κριτηρίου.
- ▲ g_2 - Συμβολή στην Απασχόληση (Ποιοτικό Κριτήριο): Εκφράζει την

επίπτωση των δράσεων κάθε Σεναρίου Δράσης στο κοινωνικό περιβάλλον, όσον αφορά στον τομέα της απασχόλησης εντός της περιοχής του δήμου. Η απόδοση του κριτηρίου αυτού ορίζεται βάσει της κλίμακας 1-5 ("1" πολύ χαμηλή, "2" χαμηλή "3" μέτρια "4" υψηλή και "5" πολύ μεγάλη συμβολή στην απασχόληση).

- ▲ g_3 - Κοινωνικό Κόστος (Ποσοτικό Κριτήριο - €/resident): Εκφράζει το εκτιμώμενο κόστος για την υλοποίηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων κάθε Σεναρίου από τους πολίτες του δήμου. Όσο υψηλότερο είναι το κόστος επένδυσης, τόσο μικρότερη είναι η απόδοσή του κριτηρίου.
- ▲ g_4 - Μείωση Εκπομπών CO₂ (Ποσοτικό Κριτήριο - %): Αντικατοπτρίζει το ποσοστό μείωσης των εκπομπών CO₂ που προκύπτει από την υλοποίηση των προτεινόμενων δράσεων του Σεναρίου Δράσης, σε σχέση με το έτος βάσης που έχει επιλεγεί. Όσο υψηλότερο είναι το κόστος επένδυσης, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοσή του κριτηρίου.
- ▲ g_5 - Επιδράσεις στο Φυσικό Περιβάλλον (Ποιοτικό Κριτήριο): Εκφράζει την αρνητική επίπτωση των δράσεων κάθε σεναρίου στο περιβάλλον. Η απόδοση του κριτηρίου αυτού ορίζεται βάσει της κλίμακας 1-5 ("1" πολύ χαμηλή, "2" χαμηλή "3" μέτρια "4" υψηλή και "5" πολύ μεγάλη επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον).

Κατασκευή Μοντέλου Αξιολόγησης

Η συνολική αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης γίνεται μέσω ενός μοντέλου προσθετικής αξίας που αντικατοπτρίζει τις προτιμήσεις των αποφασιζόντων. Η προσθετική συνάρτηση αξίας έχει την ακόλουθη μορφή:

$$u(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i) \quad (\text{Π1})$$

υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n p_i &= 1 \\ u_i(g_{i,*}) &= 0, u_i(g_{i,*}) = 1, \forall i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (\text{Π2})$$

όπου:

$u_i(g_i)$, με $i = 1, 2, \dots, n$ είναι οι μη φθίνουσες περιθώριες συναρτήσεις αξίας κάθε κριτηρίου, (αγγλ. marginal value functions), κανονικοποιημένες μεταξύ 0 και 1

$g_{i,*}, g_{i,*}$ το χειρότερο και το καλύτερο επίπεδο της κλίμακας του κριτηρίου g_i

p_i με $i = 1, 2, \dots, n$ οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων, με άθροισμα τη μονάδα

Η ύπαρξη ενός τέτοιου μοντέλου προϋποθέτει την *προτιμησιακή ανεξαρτησία των κριτηρίων* (αγγλ. preference independence) για τον αποφασίζοντα (Keeney and Raiffa, 1976). Η ιδιότητα της συνέπειας ή μονοτονίας θα πρέπει να ισχύει, τόσο για τις περιθώριες όσο και για την ολική συνάρτηση αξίας.

Στην τελευταία περίπτωση, θα πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθες ιδιότητες:

$$u[g(a)] > u[g(b)] \text{ if } a > b \text{ (προτίμηση)}$$

$$u[g(a)] = u[g(b)] \text{ if } a \sim b \text{ (αδιαφορία)}$$
(Π3)

Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται μια σειρά από μεθόδους για τη δημιουργία του προτεινόμενου συστήματος αξιών (Figueira et al., 2005; Keeney, 1992; Farquhar, 1984). Ωστόσο, οι αναλυτές προτιμούν την κατασκευή ενός μοντέλου προσθετικής αξίας από δεδομένα ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος, με εφαρμογή συνθετικών προσεγγίσεων. Η εργασία των Hurson & Siskos (2014), που δημοσιεύθηκε πρόσφατα, παρουσιάζει τις μεθόδους και τη συνέργεια των μεθόδων για την αξιολόγηση των προσθετικών μοντέλων αξίας, όπως η τεχνική «MACBETH», η πρότυπη «MAUT trade-off analysis» και οι μέθοδοι «UTA» (UTA I, II UTA, UTAGMS, GRIP, RUTA, κλπ).

Κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών οι μέθοδοι UTA έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε διάφορα προβλήματα λήψης αποφάσεων (βλ. Siskos et al. (2005), όπου παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη ανάλυση των μεθόδων UTA και αντίστοιχων εφαρμογών). Αν και οι μέθοδοι UTA έχουν εφαρμοστεί σε προβλήματα που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση, επεξεργασία λυμάτων και περιβαλλοντικά ζητήματα (Sola & Mota, 2012; Demesouka et al., 2013), δεν υπάρχουν μελέτες που να εστιάζονται στο βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Για το πρόβλημα που εξετάζεται στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος UTA II, που προτάθηκε από τον Siskos (1980). Η UTA II έχει ως στόχο την εκτίμηση (επαγωγή) μίας προσθετικής συνάρτησης αξίας με βάση μία προδιάταξη ενός συνόλου αναφοράς A_R (Jacquet-Lagrèze & Siskos, 1982). Η μέθοδος χρησιμοποιεί τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού προκειμένου να κατασκευαστεί μια συνάρτηση αξίας, η οποία οδηγεί σε μία κατάταξη όσο το δυνατό πιο συμβατή με την αρχική προδιάταξη.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της UTA, σε σύγκριση με τις τυπικές μεθόδους γραμμικής παλινδρόμησης, είναι τα ακόλουθα:

- ▲ Ικανότητα διαχείρισης ποιοτικών όσο και ποσοτικών κριτηρίων στην αξιολόγηση των εναλλακτικών.
- ▲ Εκτίμηση ενός συνόλου από προσθετικές συναρτήσεις αξίας αντί για μία και μοναδική.
- ▲ Χρήση τυπικών τεχνικών γραμμικού προγραμματισμού.
- ▲ Φύση των προτιμήσεων που εκφράζεται σαν ολοκληρωμένη ασθενής κατάταξη αντί να εκφράζεται μέσω αριθμητικών τιμών.

Στη μέθοδο UTA II εφαρμόζεται μια διαδικασία δύο φάσεων, σύμφωνα με την οποία (Siskos, 1980):

- ▲ *1^η Φάση:* Κατασκευάζονται οι περιθώριες συναρτήσεις αξίας μέσω μίας ανεξάρτητης μεθόδου.
- ▲ *2^η Φάση:* Ζητείται από τον αποφασίζοντα να δώσει μια κατάταξη ενός συνόλου δράσεων αναφοράς A_R . Το πρόβλημα πλέον είναι ο προσδιορισμός των συντελεστών βαρύτητας p_j , $j = 1, 2, \dots, n$ των

κριτηρίων.

Ανάλυση Ευστάθειας Για τη διερεύνηση των πολλαπλών λύσεων χρησιμοποιείται η μέθοδος ανάλυσης ακραίων κατατάξεων (Kadzinski et al., 2012). Κάθε εναλλακτικό Σενάριο Δράσης εξετάζεται χωριστά και υπολογίζεται η μέγιστη και ελάχιστη θέση που μπορεί να πάρει στην κατάταξη. Προκειμένου να βρεθεί η καλύτερη δυνατή θέση που μπορεί να πάρει ένα Σενάριο Δράσης, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους δυνατούς συνδυασμούς συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων, αναζητείται το πλήθος των εναλλακτικών Σεναρίων που σε κάθε περίπτωση υπεριοχύνουν του Σεναρίου που εξετάζεται.

Επικρατέστερο Σενάριο Δράσης προς Υλοποίηση Με βάση την αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης προκύπτει το επικρατέστερο Σενάριο προς υλοποίηση για την περιοχή. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση όπου δύο ή περισσότερα Σενάρια βρεθούν στην πρώτη θέση, για τα Σενάρια αυτά εξετάζεται η αποδοτικότητά τους, έτσι ώστε να υπάρξει ένας διαχωρισμός μεταξύ τους και να προκύψει το επικρατέστερο.

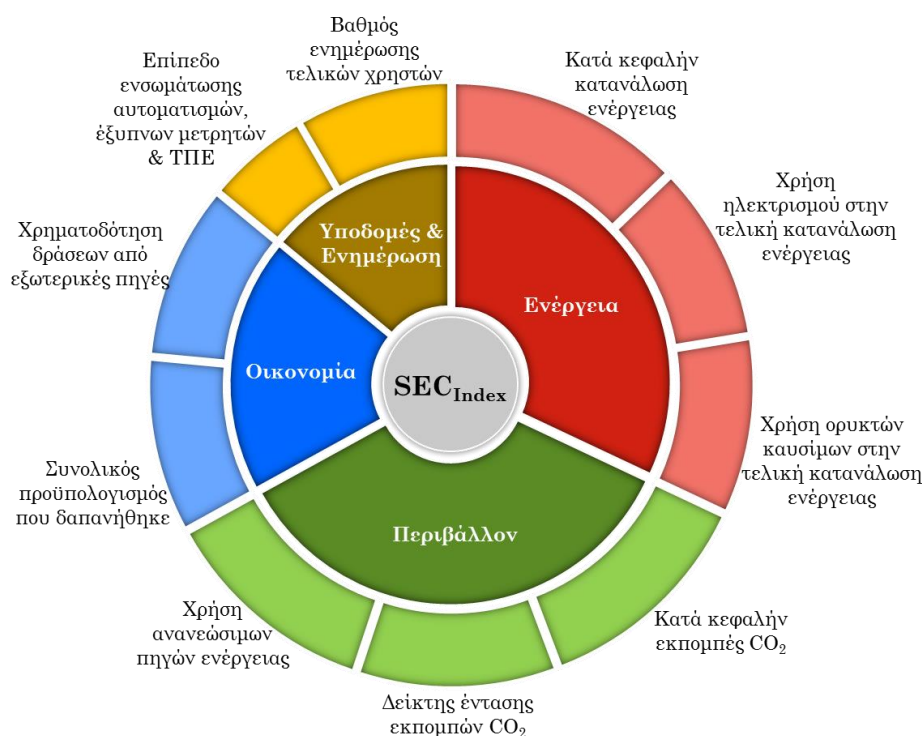
IV.6 Συνιστώσα IV: «Check»

Εισαγωγή Δεδομένων & Δείκτες Αξιολόγησης Από τα δεδομένα που συμπληρώνονται για το έτος αξιολόγησης (ισοζύγιο ενέργειας/εκπομπών και δράσεις), είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας σειράς δεικτών αξιολόγησης για κάθε τομέα δραστηριότητας του δήμου. Το Πλαίσιο Αξιολόγησης αποτελείται από δείκτες που δομούνται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, την «Ενέργεια», το «Περιβάλλον», την «Οικονομία» και τις «Υποδομές & Ενημέρωση».

Κατασκευή Σύνθετου Δείκτη Για την ευκολότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων έγινε η κατασκευή ενός σύνθετου δείκτη. Πιο συγκεκριμένα, αναπτύχθηκε ο δείκτης «SEC_{Index} (Sustainable Energy Community Index)», έτσι ώστε να είναι ορατές οι διαφορές μεταξύ των τομέων δραστηριότητας με τις καλύτερες ή χειρότερες επιδόσεις. Η διαδικασία κατασκευής του δείκτη «SEC_{Index}» βασίστηκε σε μια προσέγγιση «proximity-to-target». Ουσιαστικά, για κάθε δείκτη αξιολόγησης υπολογίζεται η απόστασή του από το στόχο που έχει τεθεί. Με τον τρόπο αυτό, οι τιμές των δεικτών αξιολόγησης μετασχηματίζονται σε μια κλίμακα της μορφής «0-100», με «100» τη μέγιστη απόδοση και «0» τη χειρότερη απόδοση.

Στη συνέχεια, υπολογίζεται ο «SEC_{Index}» με βάση μια αθροιστική διαδικασία δύο επιπέδων. Παίρνοντας ως βάση αναφοράς τους δέκα δείκτες αξιολόγησης υπολογίζονται τα σκορ των τεσσάρων κατηγοριών και κατ' επέκταση ο σύνθετος δείκτης «SEC_{Index}». Σημειώνεται ότι ο κάθε δείκτης αξιολόγησης συμμετέχει με διαφορετική βαρύτητα σε κάθε κατηγορία. Ο προσδιορισμός των συντελεστών βαρύτητας έγινε με τη συμμετοχή εμπειρογνομώνων.

Η γενικότερη φιλοσοφία, λοιπόν, του Πλαισίου Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων απεικονίζεται στο Σχήμα Π4.



Σχήμα Π4. Πλαίσιο Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων

Με βάση τις τιμές του δείκτη «SEC_{Index}» για κάθε τομέα δραστηριότητας είναι δυνατός ο υπολογισμός του συνολικού δείκτη «SEC_{Index}» του δήμου. Η τιμή του προκύπτει ως συνδυασμός των τιμών κάθε τομέα δραστηριότητας, χρησιμοποιώντας ως συντελεστές βαρύτητας τη συμμετοχή κάθε τομέα στις συνολικές εκπομπές CO₂ του δήμου.

IV.7 Συμπεράσματα

Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο «MPC⁺», αποσκοπώντας να υποστηρίξει ουσιαστικά και ρεαλιστικά τους τοπικούς και περιφερειακούς φορείς, διακρίνεται από σημαντική ευελιξία και προσαρμοστικότητα. Σημειώνεται ότι η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε αποσκοπεί στην ολοκληρωμένη κάλυψη της υποστήριξης αποφάσεων για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Παράλληλα, κάθε μία από τις επιμέρους συνιστώσες, παρόλο που είναι άμεσα διασυνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να αποτελέσουν ξεχωριστά η κάθε μία επιμέρους εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων.

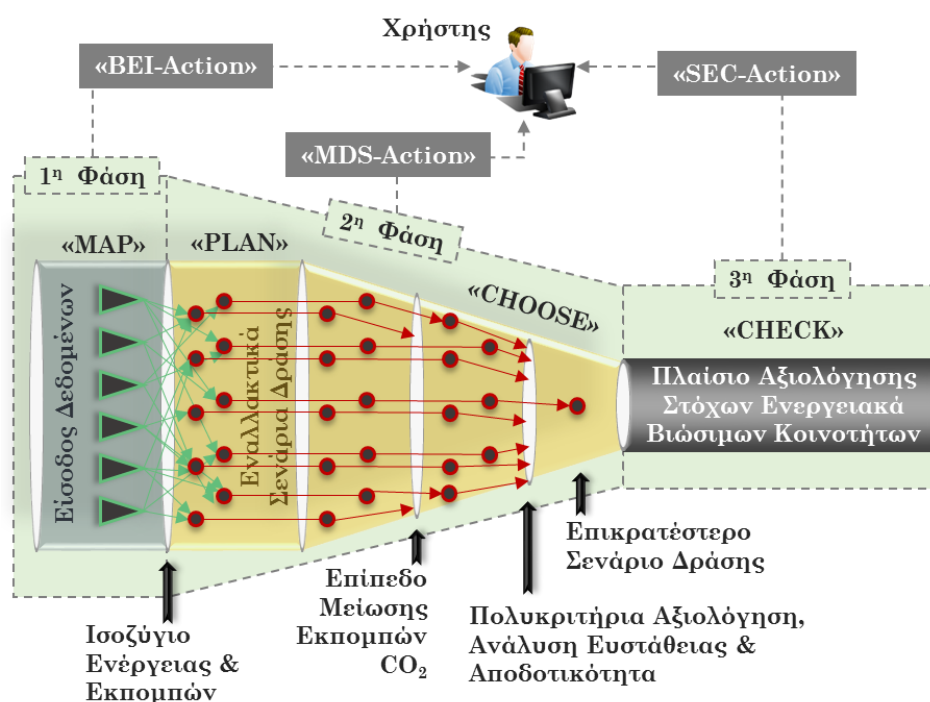
V. Πιλοτική Εφαρμογή

V.1 Πληροφοριακό Σύστημα

Φάσεις Πιλοτικής Εφαρμογής

Η πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης προσέγγισης «MPC⁺ (Map – Plan – Choose – Check)», μέσω του πληροφοριακού συστήματος «Action³» που αναπτύχθηκε, πραγματοποιήθηκε σε δύο (2) αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα, το Αρμύνταιο και τον Ευρώτα. Η εφαρμογή έγινε σε τρεις διαδοχικές φάσεις, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα Π5.

- ▲ 1^η Φάση: Βασική απογραφή εκπομπών.
- ▲ 2^η Φάση: Σχεδιασμός και αξιολόγηση Σεναρίων Δράσης.
- ▲ 3^η Φάση: Έλεγχος στόχων.



Σχήμα Π5. Φάσεις Πιλοτικής Εφαρμογής

Αντληση επιμέρους δεδομένων και πληροφοριών, πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος «Rural Web Energy Learning Network for Action (eReNet), <http://erenet.epu.ntua.gr> (IEE/10/224/SI2.593412)», καθώς και κατά τη διάρκεια επαφών με τις τοπικές αρχές και εμπειρογνώμονες για την ανάπτυξη των Σχεδίων Δράσης τους.

Υποσυστήματα Σε κάθε φάση της πιλοτικής εφαρμογής χρησιμοποιείται κάθε ένα από τα τρία (3) κύρια υποσυστήματα του «Action³»:

- ▲ «BEI-Action (Baseline Emission Inventory)»: Υποσύστημα για την αποτύπωση της παρούσας κατάστασης, ενσωματώνοντας τους επιμέρους αλγορίθμους για τις εναλλακτικές μεθόδους

υπολογισμού του ισοζυγίου ενέργειας, καθώς και τους υπολογισμούς των συντελεστών εκπομπών CO₂ για την ανάπτυξη της βασικής απογραφής εκπομπών.

- ▲ *«MDS-Action (Multicriteria Decision Support)»*: Υποσύστημα που ενσωματώνει, σε πρώτη φάση, την προσέγγιση για το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης και την αξιολόγησή τους σχετικά με το επίπεδο μείωσης εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνουν. Σε δεύτερη φάση, το σύνολο των εφικτών Σεναρίων αξιολογείται με χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης και ανάλυσης ευαισθησίας του μοντέλου αξιολόγησης, προκειμένου να εντοπιστεί το επικρατέστερο.
- ▲ *«SEC-Action (Sustainable Energy Communities)»*: Υποσύστημα για την ενσωμάτωση του πλαισίου ελέγχου στόχων των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

V.2 1^η Φάση: Βασική Απογραφή Εκπομπών

Γενικά Χαρακτηριστικά Οι δύο Δήμοι προσχώρησαν στο Σύμφωνο των Δημάρχων την 18^η Απριλίου 2011 (Αμύνταιο) και την 24^η Απριλίου 2012 (Ευρώτα). Ο Δήμος Αμυνταίου καταλαμβάνει το νότιο τμήμα του Νομού Φλώρινας και έχει έκταση 589.323 στρέμματα και πληθυσμό 16.890 κατοίκους. Ο Δήμος Ευρώτα ανήκει στην περιφέρεια Πελοποννήσου και βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της, στο νομό Λακωνίας. Η έκταση του δήμου είναι 865,7 km², ενώ ο πληθυσμός του, σύμφωνα με στοιχεία της απογραφής του έτους 2011, ανέρχεται στους 18.050 κατοίκους.

Τελική Κατανάλωση Ενέργειας και Εκπομπές CO₂ Η τελική κατανάλωση ενέργειας στο Δήμο Αμυνταίου εκτιμάται σε 308.505,1 MWh (18,3 MWh/κάτοικο) και στον Δήμο Ευρώτα 275.627 MWh (15,3 MWh/κάτοικο). Οι εκπομπές CO₂ υπολογίζονται σε 138.064,7 tnCO₂ (8,2 tnCO₂/κάτοικο) για το Αμύνταιο και 140.563 tnCO₂ (7,8 tnCO₂/κάτοικο) τον Ευρώτα.

V.3 2^η Φάση: Σχεδιασμός & Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης

Σχεδιασμός Εναλλακτικών Σεναρίων Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από το αρχικό στάδιο (γενικά χαρακτηριστικά και ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών) γίνεται η μοντελοποίηση των μέτρων/δράσεων και κατ' επέκταση ο σχεδιασμός των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Από τα δεδομένα εισόδου για τις εξωτερικές παραμέτρους προκύπτει η εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε κάθε δήμο. Για την τελική διαμόρφωση των εναλλακτικών Σεναρίων, οι δύο δήμοι πραγματοποίησαν μια σειρά από ενέργειες (προσαρμογή και βελτιστοποίηση των εσωτερικών διοικητικών δομών, ανεπίσημες συναντήσεις και συζητήσεις, διανομή ερωτηματολογίων, ημέρες διαβούλευσης, κλπ).

Για τους δύο δήμους δημιουργήθηκαν, αρχικά, τριάντα δύο (32) εναλλακτικά Σενάκια Δράσης. Λαμβάνοντας υπόψη το μειωμένο ρόλο που έχει η τοπική παραγωγή για θέρμανση/ψύξη στο Δήμο Ευρώτα, έξι επιπλέον εναλλακτικά Σενάκια Δράσης αναπτύχθηκαν. Και για τους

δύο δήμους το όριο για μείωση εκπομπών είναι 20%, σύμφωνα με τις οδηγίες του Συμφώνου των Δημάρχων. Ως εκ τούτου, ορισμένα Σενάρια Δράσης μένουν εκτός της αξιολόγησης που ακολουθεί.

**Προσδιορισμός
Βαρών
Κριτηρίων**

Από τα σημεία που υπέδειξαν οι εμπειρογνώμονες προκύπτουν οι συναρτήσεις για τις τιμές των κριτηρίων (χρησιμοποιώντας πολυωνυμική προσέγγιση δευτέρου βαθμού). Μέσα από αυτή τη διαδικασία κατασκευάστηκαν συνολικά επτά εικονικά σενάρια για κάθε δήμο. Συνεπώς, δημιουργήθηκε το πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού για κάθε δήμο. Υπολογίζοντας, λοιπόν, το βαρύκεντρο των πέντε λύσεων εντός του κυρτού πολυέδρου, όπου κάθε σημείο του με συντεταγμένες $(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5)$ αποτελεί μια λύση του γραμμικού προβλήματος, προκύπτει:

- ▲ για τον Δήμο Αμυνταίου $p_1 = 0,299, p_2 = 0,168, p_3 = 0,339, p_4 = 0,123, p_5 = 0,071,$
- ▲ και για τον Δήμο Ευρώτα $p_1 = 0,375, p_2 = 0,089, p_3 = 0,238, p_4 = 0,127, p_5 = 0,171.$

**Αρχική
Κατάταξη
Εναλλακτικών
Σεναρίων**

Η αρχική κατάταξη των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης για το Δήμο Αμυνταίου (Πίνακας Π1) και για το Δήμο Ευρώτα (Πίνακας Π2).

Πίνακας Π1. Αρχική Κατάταξη Σεναρίων Δράσης (Αμύνταιο)

A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο	A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο
1	0,701	S11	10	0,612	S2
2	0,698	S10	11	0,608	S20
3	0,691	S21	12	0,607	S24
4	0,678	S17	13	0,586	S7
5	0,669	S12	14	0,584	S3
5	0,669	S16	15	0,566	S8
7	0,642	S9	16	0,561	S4
8	0,630	S13	17	0,529	S5
9	0,614	S6	18	0,522	S1

Πίνακας Π2. Αρχική Κατάταξη Σεναρίων Δράσης (Ευρώτας)

A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο	A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο
1	0,783	S33	11	0,652	S16
2	0,775	S35	12	0,634	S12
3	0,760	S34	13	0,574	S9
4	0,757	S20	14	0,573	S13
5	0,741	S21	15	0,477	S8
6	0,739	S17	16	0,469	S2
7	0,737	S25	16	0,469	S4

8	0,732	S28	18	0,422	S5
8	0,732	S18	19	0,390	S1
10	0,723	S24			

Ανάλυση Ευστάθειας Σε συνέχεια της αξιολόγησης των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, πραγματοποιείται η ανάλυση της ευστάθειας του μοντέλου αξιολόγησης, προκειμένου να βρεθεί η καλύτερη και η χειρότερη δυνατή θέση που μπορεί να πάρει κάθε Σενάριο Δράσης.

Για το Δήμο Αμυνταίου, παρατηρείται ότι τα Σενάρια S11, S10 και S21 μπορούν να βρεθούν στην πρώτη θέση. Στην περίπτωση του Δήμου Ευρώτα, παρατηρείται ότι τα Σενάρια Δράσης S33, S35, S34 και S20 μπορούν να βρεθούν στην πρώτη θέση. Από τα αποτελέσματα, για το Δήμο Αμυνταίου παρατηρείται ότι σενάρια που περιλαμβάνουν την προώθηση έργων τηλεθέρμανσης και γενικότερα της τοπικής παραγωγής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη βρίσκονται υψηλά στη λίστα κατάταξης, με τα S11 και S10 να βρίσκονται, μάλιστα, στην πρώτη θέση. Αντίθετα, αυτά τα σενάρια στην περίπτωση του Δήμου Ευρώτα σημειώνουν χαμηλές αποδόσεις, ενώ μερικά από αυτά (S3, S6, S7, S10 και S11) δεν επιτυγχάνουν καν τον ελάχιστο στόχο μείωσης των εκπομπών (20%) και για αυτό έμειναν εκτός αξιολόγησης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη γεωγραφική θέση του δήμου, καθώς οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής δεν ευνοούν την υλοποίηση τέτοιων έργων, όπως στο Αμύνταιο. Έτσι λοιπόν, για το Δήμο Ευρώτα υψηλά στη λίστα κατάταξης βρίσκονται Σενάρια που περιλαμβάνουν δράσεις για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μεταξύ άλλων. Τέλος, και για τους δύο δήμους, παρατηρείται ότι Σενάρια, στα οποία η συμμετοχή όλων των τομέων είναι πολύ υψηλή, σημειώνουν πολύ χαμηλές αποδόσεις, κυρίως εξαιτίας του πολύ υψηλού κόστους που απαιτείται για την υλοποίησή τους, τόσο από την πλευρά του δήμου όσο και από την πλευρά των πολιτών.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευστάθειας, παρατηρείται, επίσης, ότι οι διαφορές μεταξύ των ακραίων θέσεων των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, άλλοτε είναι μικρότερη και άλλοτε μεγαλύτερη. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερες αποκλίσεις εντοπίζονται στα Σενάρια S8 για το Αμύνταιο, S20, S25, S12 και S2 για τον Ευρώτα. Σε γενικές γραμμές, προκύπτει ότι η τελική κατάταξη για το Δήμο Αμυνταίου είναι αρκετά ευσταθής (μέσος όρος εύρους θέσεων κατάταξης 2,8), ενώ αντίθετα για το Δήμο Ευρώτα δεν είναι ιδιαίτερα ευσταθείς (μέσος όρος εύρους θέσεων κατάταξης 3,9).

Για τη μείωση της αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων, ειδικότερα για την περίπτωση του Δήμου Ευρώτα, εξετάζεται μια μείωση του μεγέθους του χώρου των λύσεων κάνοντας πιο αυστηρούς τους περιορισμούς του γραμμικού προβλήματος. Για το σκοπό αυτό, η τιμή του κατωφλιού δ μεταβάλλεται σε 0,01 (η μέγιστη τιμή του δ για την επίλυση του προβλήματος είναι 0,02). Σε αυτή την περίπτωση, η λύση που προκύπτει η λύση που προκύπτει είναι $p_1 = 0,384$, $p_2 = 0,089$, $p_3 = 0,270$, $p_4 = 0,103$, $p_5 = 0,154$ και η αρχική κατάταξη των τεσσάρων πρώτων Σεναρίων «S33» 0,802, «S35» 0,796, «S34» 0,781, «S20» 0,770.

Από την ανάλυση ευστάθειας, ο νέος μέσος όρος του εύρους θέσεων κατάταξης είναι 2,4 καθιστώντας το αποτέλεσμα πιο ευσταθές. Ωστόσο, και σε αυτή την περίπτωση τα τέσσερα αυτά Σενάρια μπορούν να βρεθούν στην πρώτη θέση.

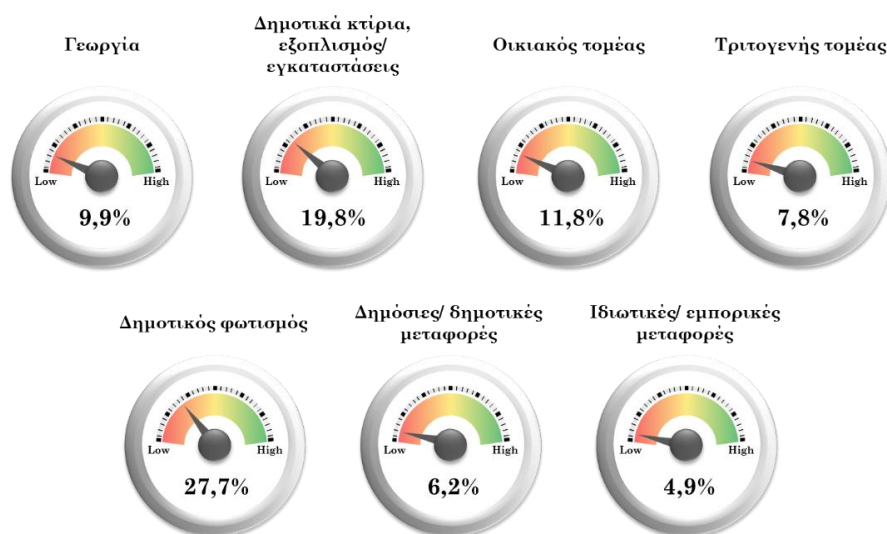
**Επικρατέστερο
Σενάριο
Δράσης**

Για το διαχωρισμό των παραπάνω Σεναρίων, υπολογίζεται και ο δείκτης αποδοτικότητας. Το Σενάριο Δράσης που επιλέχθηκε τελικά και ενσωματώθηκε στο Σχέδιο Δράσης του Δήμου Αμυνταίου είναι το S11. Το Σχέδιο Δράσης υποβλήθηκε στο Σύμφωνο των Δημάρχων το Σεπτέμβριο του 2013 (Amyntaio, 2014). Το Σενάριο Δράσης που επιλέχθηκε από το Δήμο Ευρώτα τελικά είναι το S33 και ενσωματώθηκε στο Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια που υποβλήθηκε. Το Σχέδιο Δράσης του Δήμου Ευρώτα υποβλήθηκε το Μάρτιο του 2014 (Evrota, 2014).

V.4 3^η Φάση: Έλεγχος Στόχων

Το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας περιλαμβάνει την παρακολούθηση και αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης που υλοποιείται μέσω του Πλαισίου Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων. Σημειώνεται ότι επειδή ο Δήμος Ευρώτα δεν έχει προχωρήσει στην αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης, πραγματικά και αξιόπιστα δεδομένα ήταν εφικτό να συγκεντρωθούν μόνο για την περίπτωση του Αμυνταίου.

Έτσι λοιπόν, από τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν έγινε ο υπολογισμός των δεικτών αξιολόγησης και του σύνθετου δείκτη «SEC_{Index}» για το Δήμο Αμυνταίου. Από τα αποτελέσματα (Σχήμα Π6), μεγαλύτερη πρόοδος παρατηρείται στο δημοτικό φωτισμό και στα δημοτικά κτίρια, εξοπλισμό και εγκαταστάσεις. Αντίθετα, πολύ χαμηλή απόδοση εντοπίζεται στις μεταφορές και στον τριτογενή τομέα.



Σχήμα Π6. Απεικόνιση Αποτελεσμάτων σε κάθε Τομέα Δραστηριότητας

Ωστόσο, είναι φανερό ότι η πρόοδος που έχει επιτευχθεί μέχρι τώρα κινείται σε αρκετά χαμηλά επίπεδα. Το χαρακτηριστικό αυτό αντικατοπτρίζεται και στο συνολικό δείκτη «SEC_{Index}» για το δήμο Αμυνταίου (Σχήμα Π7).



Σχήμα Π7. Δείκτης «SEC_{Index}» Δήμου Αμυνταίου

V.5 Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας και του αντίστοιχου πληροφοριακού συστήματος στους δύο αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα (Αμύνταιο και Ευρώτας), έδωσε τη δυνατότητα για την αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που παρέχει. Η παραπάνω εφαρμογή παρέχει καταρχάς τη δυνατότητα εξαγωγής κάποιων βασικών συμπερασμάτων:

- ▲ Η χρήση του πληροφοριακού συστήματος, που ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία είναι ευέλικτη, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής.
- ▲ Η προτεινόμενη μεθοδολογία παρέχει άμεσο και σαφή καθορισμό όλων των παραμέτρων του προβλήματος και εμπειριστατωμένη ανάλυση των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού και της αξιολόγησης των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης από τους αποφασίζοντες.

Σημαντικό πλεονέκτημα της εφαρμογής αποτέλεσε η διαθεσιμότητα πραγματικών δεδομένων για τους δύο δήμους, καθώς και οι επαφές που υπήρξαν με τις τοπικές αρχές και τους τοπικούς εμπειρογνώμονες. Όπως σημειώθηκε και στην αρχή του Κεφαλαίου, τα δεδομένα αυτά ήταν διαθέσιμα στο πλαίσιο υλοποίησης του έργου «eReNet» και των αντίστοιχων Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια των δύο δήμων.

Το γεγονός αυτό κάνει όχι μόνο ρεαλιστική την εφαρμογή αλλά δίνει και τη δυνατότητα αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας με πραγματικά δεδομένα, σε ένα πεδίο όπου διαθέσιμα και αξιόπιστα δεδομένα είναι εξαιρετικά δύσκολο να εντοπιστούν, ενώ η διεθνής ερευνητική εμπειρία ήταν περιορισμένη.

VI. Συμπεράσματα - Προοπτικές

VI.1 Συμπεράσματα

Τα γενικά συμπεράσματα που απορρέουν από την ανάλυση που παρατέθηκε έχουν ως εξής:

- ▲ Μια από τις σημαντικότερες και ίσως η πιο επιτυχημένη πρωτοβουλία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη μετάβαση των τοπικών κοινωνιών σε ένα πιο βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης αποτελεί το Σύμφωνο των Δημάρχων. Ορόσημα για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο αποτελεί η ανάπτυξη και υλοποίηση ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.
- ▲ Ωστόσο, η έλλειψη τεχνογνωσίας, εμπειρίας και πόρων, ειδικότερα για τις αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές, οδηγεί στην ανάγκη εισαγωγής ενός ευέλικτου μεθοδολογικού πλαισίου για την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης.
- ▲ Οι μεθοδολογίες και τα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα δεν παρέχουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων για την επιλογή κατάλληλων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Επιπλέον, στοχεύουν κυρίως σε αστικές περιοχές, παραβλέποντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα των αγροτικών και ενδιάμεσων περιοχών.
- ▲ Η ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση «MPC⁺» αποτυπώθηκε επιτυχώς με τη χρήση κατάλληλων τεχνολογιών πληροφορικής στο πληροφοριακό σύστημα «Action³». Η Συνιστώσα «Map» εστιάζει στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών χρησιμοποιώντας εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού. Η Συνιστώσα «Plan» περιλαμβάνει το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Η Συνιστώσα «Choose» επικεντρώνεται στην υποστήριξη των αποφασιζόντων για την τελική επιλογή του κατάλληλου Σεναρίου Δράσης προς υλοποίηση. Μέσα από τη Συνιστώσα «Check» επιτυγχάνεται η παρακολούθηση και ο έλεγχος των στόχων που έχουν τεθεί στους επιμέρους τομείς δραστηριότητας.
- ▲ Ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται η εφαρμογή του πληροφοριακού συστήματος σε πραγματικό πρόβλημα (σε δύο αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα), από την οποία διαφαίνεται η πληρότητα του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.
- ▲ Το πιο σημαντικό στοιχείο στην αξιολόγηση της μεθοδολογίας αποτέλεσε η άμεση επικοινωνία που υπήρξε με τις τοπικές αρχές (αποφασίζοντες) και άλλους εμπλεκόμενους φορείς, καθώς και η αξιοποίηση πραγματικών δεδομένων και αξιόπιστων πληροφοριών που αντλήθηκαν στο πλαίσιο υλοποίησης του ευρωπαϊκού έργου «eReNet» και ειδικότερα κατά τη διαδικασία ανάπτυξης των

Σχεδίων Δράσης των δύο δήμων.

- ▲ Η προτεινόμενη μεθοδολογία, αποσκοπώντας να υποστηρίξει ουσιαστικά και ρεαλιστικά τους τοπικούς και περιφερειακούς φορείς, διακρίνεται από σημαντική ευελιξία και προσαρμοστικότητα. Κάθε μία από τις επιμέρους συνιστώσες, παρόλο που είναι άμεσα διασυνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να αποτελέσουν ξεχωριστά η κάθε μία επιμέρους εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων.

VI.2 Προοπτικές

Με την ολοκλήρωση της διδακτορικής διατριβής, μερικές σημαντικές προοπτικές για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο παρατίθενται παρακάτω:

- ▲ Εμπλουτισμός και επικαιροποίηση των δεδομένων που αντλήθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση (δείκτες κατανάλωσης, κλπ) και ενσωμάτωση επιπλέον δράσεων και μέτρων με βάση την εμπειρία που αντλείται στο πλαίσιο υλοποίησης Σχεδίων Δράσης από δήμους της Ευρώπης.
- ▲ Η συσχέτιση του δείκτη «SEC_{Index}» με το έτος αξιολόγησης και το βαθμό υλοποίησης των δράσεων και μέτρων σε κάθε τομέα θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια σειρά συμπεράσματα σχετικά με την ανάγκη θέσπισης νέων δράσεων ή τη συνέχιση των υφιστάμενων δράσεων.
- ▲ Περαιτέρω εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας και σε άλλες δήμους, προκειμένου να εξαχθούν περισσότερα συμπεράσματα για τις δυνατότητες εφαρμογής της, καθώς και να πραγματοποιηθούν συγκριτικές αναλύσεις μεταξύ περιοχών.
- ▲ Επέκταση του πληροφοριακού συστήματος, μέσω του αναλυτικότερου σχεδιασμού, ανάπτυξης των επιμέρους συνιστωσών και δυνατότητα άμεσης επικαιροποίησης των βάσεων δεδομένων.
- ▲ Μελλοντική πρόκληση αποτελεί η ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων που θα έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν πλήθος δεδομένων από κτίρια και υποδομές του δήμου (αισθητήρες, καταγραφείς και ενεργοποιητές επιμέρους συστημάτων). Με τον τρόπο αυτό θα παρέχουν μια πλήρη εικόνα των καταναλώσεων σε πραγματικό χρόνο αλλά και θα κατευθύνουν τον ενεργειακό διαχειριστή του δήμου στην ανάπτυξη βραχυπρόθεσμων σχεδίων δράσης.

Η μεταρρύθμιση στην τοπική αυτοδιοίκηση έχει δημιουργήσει πλέον όλες τις προϋποθέσεις για ένα μοντέλο ανάπτυξης βασισμένο σε μεγάλο βαθμό στους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης. Οι δήμοι έχουν αρκετές από τις προϋποθέσεις εκείνες ώστε να εκμεταλλευτούν τις ευκαιρίες ανάπτυξης, να αναλάβουν το συντονιστικό του ρόλου ανάμεσα στους τοπικούς φορείς και να διαμορφώσουν μια κεντρική στρατηγική μέσα από τον εν γένει ρυθμιστικό του ρόλο στην τοπική ανάπτυξη.

Βιβλιογραφία

- Amyntaio. (2013). Sustainable Energy Action Plan of the Municipality of Amyntaio. Available at: http://www.covenantofmayors.eu/about/signatories_en.html?city_id=4310&seap.
- Azevedo I., Delarue E., Meeus L. (2013). Mobilizing Cities towards a Low-Carbon Future: Tambourines, Carrots and Sticks. *Energy Policy*, 61:894-900.
- Bertoldi, P., Cayuela, D. B., Monni, S., Raveschootm, R.P. 2009. “Existing Methodologies and Tools for the Development and Implementation of Sustainable Energy Action Plans (SEAP)”. European Commission - Joint Research Centre (EC-JRC). Brussels, Belgium.
- Buchholz T., Rametsteiner E., Volk T.A., Luzadis V.A. (2009). Multi Criteria Analysis for Bioenergy Systems Assessments. *Energy Policy*, 37(2):484-495.
- Catalina T., Virgone J., Blanco E. (2011). Multi-Source Energy Systems Analysis Using a Multi-Criteria Decision Aid Methodology. *Renewable Energy*, 36:2245-2252.
- Cavallaro F. (2009). Multi-Criteria Decision Aid to Assess Concentrated Solar Thermal Technologies. *Renewable Energy*, 34:1678-1685.
- Cerutti, A.K., Iancu, A., Janssens-Maenhout, G., Melica, G., Paina, F. and P. Bertoldi. (2013). The Covenant of Mayors in Figures: Assessment 5-Year. Joint Research Centre Scientific and Policy Reports. Luxembourg.
- Christoforidis, G.C., Chatzisavvas, K.C., Lazarou, S., Parisses, C. (2013). “Covenant of Mayors Initiative-Public Perception Issues and Barriers in Greece”. *Energy Policy*, 60, 643-655.
- Christoforidis, G.C., Lazarou, S., Parisses, C., Bakouris, M. (2011). “The Covenant of Mayors Initiative: Status in Europe and Barriers towards realizing its Full Potential in Greece”. 8th International Conference on the European Energy Market, EEM 11, art. no. 5953099, pp. 692-697.
- Cinar D., Kayakutlu G. (2010). Scenario Analysis Using Bayesian Networks: A Case Study in Energy Sector. *Knowledge-Based Systems*, 23(3):267-276.
- CoM – Covenant of Mayors. (2014). Reporting Guidelines on Sustainable Energy Action Plan and Monitoring.
- Demesouka O.-E., Vavatsikos A.-P., Anagnostopoulos K.-P. (2013). Spatial UTA (S-UTA) – A New Approach for Raster-Based GIS Multicriteria Suitability Analysis and its Use in Implementing Natural Systems for Wastewater Treatment. *Journal of Environmental Management*, 125:41-54.
- Doukas H, Patlitzianas K, Kagiannas A, Psarras J. (2008), “Energy Policy Making: An Old Concept or a Modern Challenge?”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy Journal*, 3:362–371, 2008.
- Doukas, H., Papadopoulou, A., Savvakis, N., Tsoutsos, T., Psarras J. (2012). Assessing Energy Sustainability of Rural Communities using Principal Component Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4):1949-1957.
- EC - European Commission. (2008). Communication from the Commission to the

- European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: 20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity; 2008; COM (2008) 30 final.
- EC - European Commission. (2010). Communication from the Commission Europe 2020 - A strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth; 2010; COM(2010) 2020 final.
- EC - European Commission. (2014a). 2030 Framework for Climate and Energy. Outcome of the October 2014 European Council. Available at; http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm.
- EC - European Commission. (2014b). Reporting Guidelines on Sustainable Energy Action Plan and Monitoring. Covenant of Mayors. Brussels, Belgium.
- Evans A., Strezov V., Evans T.J. (2009). Assessment of Sustainability Indicators for Renewable Energy Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(5):1082-1088.
- Evrota. (2014). Sustainable Energy Action Plan of the Municipality of Evrota. Available at: http://www.covenantofmayors.eu/about/signatories_en.html?city_id=3318&seap.
- Farquhar P. H. (1984). Utility assessment methods. *Management Science*, 30(11),1283-1300.
- Figueira J, Greco S, Ehrgott M. (2005). *State-of-Art of Multiple Criteria Decision Analysis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gavrilescu M. (2008). Biomass Power for Energy and Sustainable Development. *Environmental Engineering and Management Journal*, 7(5):617-640.
- Ghafghazi S., Sowlati T., Sokhansanj S., Melin S. (2010). A Multicriteria Approach to Evaluate District Heating System Options. *Applied Energy*, 87:1134–1140.
- Gil-de-Castro A. Muñoz M., López Rodríguez M.A., de la Rosa J.J.G. (2010). A Sustainable Development Solved by Using Multi-criteria. *Modern Electric Power Systems*. Wroclaw, Poland.
- Hiremath R.B., Shikha S., Ravindranath N.H. (2007). Decentralized Energy Planning; Modeling and Application-A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(5):729-752.
- Hites R., De Smet Y., Risse N., Salazar-Neumann M., Vincke P. (2006), About the applicability of MCDA to some robustness problems, *European Journal of Operational Research*, 174, 322-332.
- Hurson C., Siskos Y. (2014). A Synergy of Multicriteria Techniques to Assess Additive Value Models. *European Journal of Operational Research* 238:540-551.
- Jacquet-Lagrange E., Siskos J. (1982). Assessing a Set of Additive Utility Functions for Multicriteria Decision-Making, The UTA Method. *European Journal of Operational Research*, 10(2):151-164.
- Kadzinski M., Greco S., Slowinski R. (2012). Extreme Ranking Analysis in Robust Ordinal Regression. *Omega*, 40:488-501.
- Kaygusuz K. (2010). Energy Services and Energy Poverty for Rural Regions. *Journal: Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5(4):424-433.

- Keeney R.L., Raiffa H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 592 (ISBN: 0-521-43883-7).
- Keeney R.L. (1992). *Value-focused thinking: a path to creative decision making*. London: Harvard UP.
- Madlener R., Kowalski K., Stagl S. (2007). *New Ways for the Integrated Appraisal of National Energy Scenarios: The Case of Renewable Energy Use in Austria*. *Energy Policy*, 35(12):6060-6074.
- Marinakis V., Papadopoulou A.G., Doukas H., Psarras J. (2015b). *A Web Tool for Sustainable Energy Communities*. *International Journal of Information and Decision Sciences* (in press).
- Marinakis V., Doukas H., Karakosta C., Psarras J. (2013a). *An Integrated System for Buildings' Energy-Efficient Automation: Application in the Tertiary Sector*. *Applied Energy*, 101:6-14.
- Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2012a). *Strengthening Sustainable Energy Policies within the Covenant of Mayors Initiative*. *Proceedings of the 5th International Scientific Conference on "Energy and Climate Change"*, 11-12 October 2012, Athens, Greece.
- Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2015a). *Local Communities towards a Sustainable Energy Future: Needs and Priorities*. *International Journal of Sustainable Energy* (in press).
- Marinakis V., Papadopoulou A., Siskos J., Psarras J. (2012b). *Sustainable Energy Communities: A Methodological Framework for the Support of Local and Regional Stakeholders*. *Management of Energy Sources & Systems*, *Proceedings of the 23rd National Conference of the Hellenic Operational Research Society (HELORS)*. Psarras, J. and Matsatsinis N. (eds). 12-14 September 2012, Athens, Greece (ISBN: 978-960-87277-8-6).
- Marinakis V., Karakosta C., Doukas H., Androulaki S., Psarras J. (2013b). *A building automation and control tool for remote and real time monitoring of energy consumption*. *Sustainable Cities and Society*, 6(1):11-15.
- Martins A.G., Antunes C.H., Dias L.C., Neves L.P. (2008). *A Multi-Criteria Decision Approach to Sorting Actions for Promoting Energy Efficiency*. *Energy Policy* 36:2351–2363.
- Medved S. (2006). *Present and Future Ecological Footprint of Slovenia – The Influence of Energy Demand Scenarios*. *Ecological Modelling*, 192(1-2):25-36.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2013). *Linking Renewable Energy to Rural Development*. *Executive Summary Brief for Policy Makers*. Paris, France
- Omer A.M. (2008). *Energy, Environment and Sustainable Development*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9):2265-2300.
- Panwar N.L., Kaushik S.C., Kothari S. (2011). *Role of Renewable Energy Sources in Environmental Protection: A Review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3):1513-1524.
- Rae C., Bradley F. (2012). *Energy Autonomy in Sustainable Communities - A Review of Key Issues*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(9):6497-6506.
- Roy B. (2010). *Robustness in Operational Research and Decision Aiding: A Multi-*

- Faceted Issue”. *European Journal of Operational Research*, 200:629–638.
- Sanstad A.H., McMenemy S., Sukenik A., Barbose G.L., Goldman C.A. (2014). Modeling an Aggressive Energy-Efficiency Scenario in Long-Range Load Forecasting for Electric Power Transmission Planning. *Applied Energy*, 128:265-276.
- Schoor T., Scholtens B. (2015). Power to the People: Local Community Initiatives and the Transition to Sustainable Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43:666–675
- Simões S., Cleto J., Fortes P., Seixas J., Huppel G. (2008). Cost of Energy and Environmental Policy in Portuguese CO₂ Abatement – Scenario Analysis to 2020. *Energy Policy*, 36(9):3598-3611.
- Siskos J. (1980). Comment modéliser les preferences au moyen de fonctions d'utilité additives. *RAIRO Recherche Opérationnelle*, 14:53-82.
- Siskos Y., Grigoroudis E., Matsatsinis N. (2005). The UTA methods. In J. Figueira, S. Greco, & M. Ehrgott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys* (pp. 297-343). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sola A.-V.-H., Mota C.-M.-de-M. (2012). A Multi-Attribute Decision Model for Portfolio Selection Aiming to Replace Technologies in Industrial Motor Systems. *Energy Conversion and Management*, 57:97-106.
- Stocker A., Großmann A., Madlener R., Wolter M.I. (2011). Sustainable Energy Development in Austria until 2020: Insights from Applying the Integrated Model “e3.at”. *Energy Policy*, 39(10):6082–6099.
- Terrados J., Almonacid G., Hontoria L. (2007). Regional Energy Planning through SWOT Analysis and Strategic Planning Tools. Impact on Renewables Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(6):1275-1287.
- UN - United Nations. (2013). *World Urbanization Prospects: Department of Economic and Social Affairs – Population Division*. Available at: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/index.shtml>.
- Μαρινάκης Ε. (2011). Προώθηση Πράσινης Επιχειρηματικότητας σε Τοπικό Επίπεδο. ΗΜΕΡΙΔΑ: Πράσινη Επιχειρηματικότητα – Ευκαιρίες & Προκλήσεις, *Capital and Vision*. 23-25 Σεπτεμβρίου 2011, Ξενοδοχείο Hilton, Αθήνα, Ελλάδα.
- Μαρινάκης Ε., Παπαδοπούλου Α., Λούκας Χ., Ψαρράς Ι. (2012). Βιώσιμη Ενέργεια και Αγροτική Ανάπτυξη: Μια Μελέτη Περίπτωσης για την Ελλάδα. 12^ο Ειδικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών, 9^η Συνάντηση Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων «Πληροφοριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων με Πολλαπλά Κριτήρια», 11-13 Οκτωβρίου 2012, Καβάλα, Ελλάδα.
- Μαρινάκης Ε., Παπαδοπούλου Α., Καρακώστα Χ., Ψαρράς Ι. (2011). Υποστήριξη Αποφάσεων για την Προώθηση της Αγροτικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης. 11^ο Ειδικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών, 8^η Συνάντηση Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων, Πολυκριτήρια Ανάλυση και Διαχείριση Τεχνολογίας. 8-10 Δεκεμβρίου 2011, Ξενοδοχείο Negroronte Resort, Ερέτρια Ευβοίας, Ελλάδα.
- Σίκοκ Ι. (2008). Μοντέλα Αποφάσεων – Μεθοδολογία Επιχειρησιακής Έρευνας, Θεωρία Πολυκριτήριας Ανάλυσης, Εφαρμογές σε Επιχειρήσεις και Οργανισμούς. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών. Αθήνα, Ελλάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

1.1 Πρόβλημα

Κλιματική Αλλαγή & Βιώσιμη Ανάπτυξη

Η τρέχουσα οικονομική κρίση και οι ευρύτερες κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές ανακατατάξεις των τελευταίων ετών (κλιματική αλλαγή, ανεπάρκεια φυσικών πόρων, κλπ) έχουν θέσει σοβαρά σε αμφισβήτηση τα παραδοσιακά μοντέλα τρόπου ζωής, κατανάλωσης και κατανομής πόρων (Koepper et al., 2009). Αυτές οι πιέσεις έχουν δημιουργήσει υψηλές προσδοκίες για συντονισμένες δράσεις προς τη σφαιρική αντιμετώπιση των προβλημάτων της σύγχρονης κοινωνίας και ανταγωνιστικότητας της οικονομίας (Doukas et al., 2012a).

Το ζήτημα της ενέργειας και το πρόβλημα της άμβλυνσης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής βρίσκονται στην καρδιά του προβληματισμού και της επιδίωξης για την επίτευξη των τριών πυλώνων της βιώσιμης ανάπτυξης (αγγλ. sustainable development), δηλαδή την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη, καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος (Omer, 2008). Είναι αλήθεια ότι βρισκόμαστε σε ένα σταυροδρόμι όπου η «πεπατημένη» δεν αποτελεί πλέον επιλογή, με αποτέλεσμα να επιβάλλεται ο πλήρης επαναπροσδιορισμός του τρόπου ανεύρεσης, χρήσης και διατήρησης της ενέργειας και των φυσικών πόρων, παράγοντες που συμβάλουν καθοριστικά στην επιβράδυνση της κλιματικής αλλαγής και σε μια πιο αειφόρο ανάπτυξη (Panwar et al., 2011).

Η διεθνής εμπειρία καταδεικνύει συνεχώς, μέσα από μελέτες και εφαρμογές, ότι η έννοια και η πρακτική της βιώσιμης ανάπτυξης στηρίζεται πλέον στο σχεδιασμό, στην έρευνα, στην αναζήτηση της καινοτομίας και στον προσδιορισμό του είδους της ανάπτυξης που επιδιώκει να επιτύχει η κάθε περιοχή (Karakosta et al., 2013a). Οι εμπειρογνώμονες συστήνουν μια μαζική στροφή προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, στηριζόμενη σε συστήματα καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Lund, 2007). Οι παραπάνω πτυχές προσδιορίζονται με βάση τρεις αλληλένδετες παραμέτρους, την οργανωμένη προσπάθεια, τη διερεύνηση εναλλακτικών σεναρίων και την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων (Marinakis et al., 2015a).

Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική

Τα τελευταία χρόνια, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναλάβει ένα ρόλο πρωτοπόρου στον τομέα της ενέργειας και του περιβάλλοντος σε παγκόσμιο επίπεδο και έχει ασκήσει μεγάλη πίεση για την υιοθέτηση συγκεκριμένων και φιλόδοξων στόχων. Κύριος στρατηγικός ενεργειακός στόχος της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής αποτελεί η μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών CO₂.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε το «Σχέδιο 20-20-20» για το 2020, με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990, την εξασφάλιση του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την αύξηση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης (EC, 2008). Επιπρόσθετα, η στρατηγική «Ευρώπη 2020»

εστιάζει στις πτυχές της έξυπνης, βιώσιμης και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξης (EC, 2010a). Όλα τα κράτη μέλη έχουν δεσμευτεί να επιτύχουν τους στόχους της ευρωπαϊκής στρατηγικής, τους οποίους έχουν μετατρέψει σε εθνικούς στόχους και σε πολιτικές τόνωσης της ανάπτυξης (EU, 2014a).

Η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 40% κάτω από τα επίπεδα του 1990, αλλά και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας που να φτάνουν τουλάχιστον στο 27% αποτελούν τους πυλώνες του νέου Πλαισίου Πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το Κλίμα και την Ενέργεια για το 2030 (EC, 2014b).

*Βιώσιμος
Ενεργειακός
Σχεδιασμός σε
Τοπικό -
Περιφερειακό
Επίπεδο*

Σημαντικό ρόλο για την πρόοδο και εκπλήρωση των στόχων της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» έχουν αναμφίβολα οι τοπικές και περιφερειακές αρχές (Azevedo et al., 2013; FREE, 2013). Η δημοτική αρχή και στο σύνολο του η λειτουργία του δήμου βρίσκεται στο προνομιακό ρόλο του ρυθμιστή, ώστε να μεγιστοποιηθεί το αποτέλεσμα του συνδυασμού όλων των πλεονεκτημάτων και ευκαιριών που υπάρχουν στην περιοχή της. Οι δήμοι, λαμβάνοντας υπόψη ότι ο ρόλος των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης δεν περιορίζεται μόνο στην παροχή δημόσιων υπηρεσιών προς τους πολίτες, οφείλουν να λειτουργήσουν ως θεσμός πολιτικός, κοινωνικός και αναπτυξιακός έχοντας ως χρονικό ορίζοντα το 2020 και πέρα από αυτό.

Οι επιλογές σχετικά με την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο επηρεάζουν όλες τις πλευρές της κοινωνικής και οικονομικής πραγματικότητας, αλλά και του φυσικού της περιβάλλοντος, όπως για παράδειγμα τη διαχείριση των υδάτινων πόρων, την αγροτική ανάπτυξη, την υγεία του πληθυσμού, τις θέσεις εργασίας, την ποιότητα του δομημένου περιβάλλοντος, κλπ (EC, 2004). Οι τοπικές και περιφερειακές αρχές μπορούν να επηρεάσουν άμεσα τη ζήτηση ενέργειας μέσω της διαχείρισης των δικών τους καταναλώσεων, αλλά και έμμεσα με την ενημέρωση και την παροχή κινήτρων στους πολίτες σχετικά με την αποδοτικότερη χρήση ενέργειας από μέρους τους (Marinaki et al., 2015; Grafakos et al., 2015a; Schoor & Scholtens, 2015). Οι πολίτες (ιδιωτικός τομέας) έχουν τη δυνατότητα να ακολουθήσουν τις τοπικές και περιφερειακές αρχές σε νέες προτάσεις και προανατολισμούς, σε νέες επιχειρηματικότητες που δίνουν άλλες προοπτικές, πέρα από την ευκολία του κέρδους που βασίζεται στην εκμετάλλευση της γης και σε πολύ στενά πρότυπα.

Οι τοπικές και περιφερειακές αρχές δύνανται, επίσης, να πάρουν αποφάσεις για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών και την εφαρμογή ενεργειακά αποδοτικότερων συστημάτων, ώστε να βελτιώσουν το ενεργειακό μείγμα της περιοχής τους, προωθώντας την τοπική παραγωγή ενέργειας και περιορίζοντας την ενεργειακή εξάρτηση (Rae & Bradley, 2012; Μαρινάκης et al., 2012).

Ο βιώσιμος ενεργειακός σχεδιασμός αποτελεί, λοιπόν, μία πρόκληση για πολλούς δήμους τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Ο μονοσήμαντος προανατολισμός της οικονομίας των περιοχών αυτών

στις συμβατικές μορφές ενέργειας θεωρείται κρίσιμος ανασταλτικός παράγοντας για την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητά τους (Hiremath et al., 2007; Byrne et al., 1998). Η απαγκίστρωση από την μονομερή οικονομική ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί μέσω της διαμόρφωσης κατάλληλης ενεργειακής στρατηγικής, που θα έχει ως στόχο τη σταδιακή προώθηση τεχνολογικών επιλογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας.

Συνεπώς, για την επίτευξη των τριών πυλώνων της βιώσιμης ανάπτυξης απαιτείται ο επαναπροσανατολισμός των τοπικών κοινωνιών στο ζήτημα της κάλυψης των ενεργειακών τους αναγκών και τη στροφή τους προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την ορθολογική χρήση της ενέργειας, μέσα από την ανάπτυξη μιας νέας ενεργειακής κουλτούρας και την αλλαγή των προτύπων ενεργειακής κατανάλωσης (Marinakakis et al., 2014; 2012a). Η υιοθέτηση τέτοιων πολιτικών δίνει τη δυνατότητα ενισχύσεις της τοπικής κοινωνίας, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, αλλά μπορεί να αποτελέσει και ένα ανάχωμα στο διαρκώς εντεινόμενο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής (Grafakos et al, 2015b).

***Ενεργειακά
Βιώσιμες
Κοινότητες***

Η παραπάνω φιλοσοφία μετουσιώνεται στην ιδέα των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων, η οποία κερδίζει σταδιακά έδαφος σε πολλές περιοχές στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια. Στο επίκεντρο της προσέγγισης των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων βρίσκεται η ενεργειακή διάσταση, με τη μορφή αφενός μεν της προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε τοπική κλίμακα, αφετέρου δε της ορθολογικής αξιοποίησης και εξοικονόμησης της ενέργειας, μέσα από την ευαισθητοποίηση των τοπικών κοινωνιών και την αλλαγή συμπεριφοράς ως προς τα πρότυπα ενεργειακής κατανάλωσης (Μαρινάκης et al., 2012). Δεδομένου του «οριζόντιου ρόλου» της ενεργειακής διάστασης, οι ενεργειακά βιώσιμες κοινότητες εμφανίζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, τα οποία αγγίζουν πολλές διαφορετικές πτυχές της τοπικής κοινωνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής πραγματικότητας (Στρατηγέα, 2010).

***Σύμφωνο των
Δημάρχων***

Προς αυτή την κατεύθυνση, όλο και περισσότεροι δήμοι από την Ευρώπη αναδεικνύουν την πολιτική τους βούληση και δέσμευση για επίτευξη του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, με τη συμμετοχή τους στην ευρωπαϊκή πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων (αγγλ. Covenant of Mayors). Το Σύμφωνο των Δημάρχων αποτελεί μια εθελοντική δέσμευση των τοπικών αρχών για μείωση των εκπομπών CO₂ τουλάχιστον κατά 20% μέχρι το 2020, μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας (CoM, 2014).

Ορόσημο για την ολοκλήρωση του τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού, αποτελεί η ανάπτυξη και υλοποίηση ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (αγγλ. Sustainable Energy Action Plan). Ουσιαστικά, οι τοπικές - περιφερειακές αρχές δεσμεύονται να προχωρήσουν στις ακόλουθες ενέργειες (EC, 2010b):

- ▲ Απογραφή εκπομπών αναφοράς (αγγλ. baseline emission inventory) για το έτος βάσης, δηλαδή πλήρη καταγραφή της τελικής

κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂ εντός της περιοχής ανά τομέα (δημοτικός, οικιακός, τριτογενής, μεταφορές, κλπ) και ανά μορφή ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, βιομάζα, κλπ).

- ▲ Δέσμευση για υλοποίηση μέτρων και δράσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας σε κάθε τομέα δραστηριότητας.
- ▲ Προσδιορισμός του συνολικού στόχου μείωσης των εκπομπών CO₂.
- ▲ Υποβολή ανά τακτά χρονικά διαστήματα μιας Έκθεσης Αξιολόγησης (αγγλ. Evaluation Report) για την παρακολούθηση, αξιολόγηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια που υλοποιείται.

**Πρόβλημα
Απόφασης &
Εμπλεκόμενοι**

Η προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, μέσα από την ανάπτυξη, υλοποίηση, παρακολούθηση και αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια αποτελεί ένα περίπλοκο πρόβλημα απόφασης. Τα επιλεγμένα μέτρα και δράσεις θα πρέπει να αφορούν, όχι μόνο κτίρια και εγκαταστάσεις που τελούν υπό τη διαχείριση του δήμου, αλλά και βασικούς τομείς δραστηριότητας στην περιοχή, όπως ο οικιακός και τριτογενής τομέας, τα δημόσια και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς, κλπ.

Στο Σχήμα 1.1 απεικονίζεται η διαδικασία λήψης απόφασης κατά την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.



Σχήμα 1.1. Διαδικασία Λήψης Απόφασης κατά την Ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια

Η τοπική αρχή, δηλαδή ο Δήμαρχος και το Δημοτικό Συμβούλιο (Αποφασίζων) σε συνεργασία με τον Τεχνικό Υπεύθυνο (Αναλυτής) καλούνται να εντοπίσουν το σύνολο των μέτρων και δράσεων που θα εντάξουν στο Σχέδιο Δράσης, βασιζόμενοι στο ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών. Ενεργό ρόλο στην ανάπτυξη και υλοποίηση του Σχέδιο

Δράσης έχουν οι διάφοροι τοπικοί φορείς, όπως ενεργειακά κέντρα, επενδυτές, εταιρείες, αντιπρόσωποι της τοπικής αγοράς και πολίτες. Ο ρόλος των τοπικών αρχών και φορέων του δήμου είναι σημαντικός και απαιτείται ζύμωση και κοινή οπτική, διότι αυτοί θα δώσουν πνοή στα έργα που θα υλοποιηθούν.

Ανάγκη για Υποστήριξη Αποφάσεων

Από τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι η ανάπτυξη και υλοποίηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια από τις τοπικές και περιφερειακές αρχές θα πρέπει να βασίζεται στη βαθιά γνώση της τοπικής κατάστασης, σε ότι αφορά στην ενέργεια και στις εκπομπές CO₂ (Amorim, 2014). Με τον τρόπο αυτό μπορεί να διαμορφωθεί το μακροπρόθεσμο όραμα του δήμου με σαφείς στόχους, καθώς και να εφαρμοστούν μέτρα και δράσεις που καλύπτουν τους βασικούς τομείς δραστηριότητας (Marinakis et al., 2014).

Ωστόσο, η έλλειψη τεχνογνωσίας, εμπειρίας και πόρων αποτελούν βασικοί ανασταλτικοί παράγοντες σε αυτή τη διαδικασία, ειδικότερα για περιοχές που βρίσκονται έξω από μεγάλες πόλεις και αστικά κέντρα, δηλαδή αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές. Αυτές οι περιοχές καλύπτουν περίπου το 90% της συνολικής έκτασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ πάνω από 50% των πολιτών κατοικούν σε αυτές τις περιοχές (ΕΕ, 2012).

Οι αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές χαρακτηρίζονται από χαμηλότερα ποσοστά ανάπτυξης και πλήττονται διαρκώς από τη συνεχιζόμενη κρίση που εμποδίζει τις αναπτυξιακές τους προσπάθειες (Szell, 2014; Doukas et al., 2012b). Παρόλο που παρουσιάζουν υψηλό δυναμικό αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και προώθησης δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας, δεν διαθέτουν την επαρκή ικανότητα για ανάπτυξη Σχεδίων Δράσης, προκειμένου να κινηθούν προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού (Marinakis et al., 2015a).

Οι έντονες περιφερειακές ανισότητες, που αναπόφευκτα υφίστανται σε έναν τόσο εκτεταμένο κοινωνικο-οικονομικό χώρο, καθώς και η έλλειψη μεθοδολογιών και εργαλείων κατάλληλα προσαρμοσμένων στις κατά τόπους ιδιαιτερότητες, αναδεικνύουν την ανάγκη για ανάπτυξη ενός ικανού πλαισίου υποστήριξης αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών. Το πλαίσιο αυτό θα δώσει μια νέα προοπτική στην Τοπική Αυτοδιοίκηση να λειτουργήσει αποτελεσματικά και δημιουργικά στο νέο αυξημένο ρόλο της, για το περιβάλλον και την τοπική οικονομία.

Βασικές Παράμετροι Προβλήματος

Μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών, κατά τη διαδικασία ανάπτυξης, παρακολούθησης και ελέγχου του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από σαφήνεια και διαύγεια. Παράλληλα, θα πρέπει να ικανοποιεί τις βασικές απαιτήσεις του αποφασίζοντα για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού.

Ουσιαστικά, θα δίνει απαντήσεις στις βασικές ανάγκες (παραμέτρους) του συγκεκριμένου προβλήματος, όπως περιγράφονται ακολούθως:

- ▲ Αποτύπωση της παρούσας κατάστασης και του «δυναμικού» της περιοχής για αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας.
- ▲ Ευέλικτο μεθοδολογικό πλαίσιο, ώστε να συμπεριλάβει την υπάρχουσα «εμπειρία» και τους εμπλεκόμενους φορείς στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.
- ▲ Επιλογή κατάλληλου συνδυασμού μέτρων και δράσεων, λαμβάνοντας υπόψη την πολυκριτηριακή φύση του προβλήματος, αλλά και τους στόχους που θέτει η Τοπική Αυτοδιοίκηση για κοινωνική, περιβαλλοντική και οικονομική αειφόρο ανάπτυξη.
- ▲ Συνεχή παρακολούθηση της πορείας υλοποίησης των μέτρων και δράσεων που έχουν ενσωματωθεί στο Σχέδιο Δράσης και έλεγχος των στόχων που έχουν τεθεί.

Στο πλαίσιο αυτό, τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (αγγλ. decision support system) μπορούν να αποτελέσουν το κατάλληλο μέσο, επιτρέποντας τη διαφάνεια και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών μέσα από έξυπνες τεχνολογίες πληροφορικής. Η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος θα συμβάλει στην άμεση υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών, με στόχο την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού και της δημιουργίας των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

1.2 Αντικείμενο & Στόχος Διατριβής

Αντικείμενο Το αντικείμενο της Διδακτορικής Διατριβής είναι η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού.

Στόχος Η Διατριβή έχει ως στόχο να συμβάλει στην κάλυψη του επιστημονικού «κενού» που εντοπίστηκε σχετικά με την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, με απώτερο σκοπό την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Μέσα από την εμπειριστατωμένη ανάλυση των βασικών παραμέτρων του προβλήματος και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων, επιτυγχάνεται ο σχεδιασμός ενός αξιόπιστου και συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των τελικών αποφασιζόντων.

1.3 Συμβολή Διατριβής

Συμβολή Η συμβολή της Διδακτορικής Διατριβής συνίσταται στη διατύπωση μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης για την αντιμετώπιση του προβλήματος της προώθησης του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, στην αξιοποίηση επιμέρους μεθοδολογιών υποστήριξης αποφάσεων, καθώς και στη δημιουργία ενός πληροφοριακού συστήματος για την υποστήριξη των αποφασιζόντων.



Σχήμα 1.2. Συμβολή Διδακτορικής Διατριβής

Η συμβολή της Διδακτορικής Διατριβής, όπου απεικονίζεται και εποπτικά στο παραπάνω Σχήμα 1.2, διακρίνεται σε τρία (3) επίπεδα, τα οποία αναλύονται στις επόμενες παραγράφους.

1^ο Επίπεδο Συμβολής

Ολοκληρωμένη Μεθοδολογική Προσέγγιση για την Προώθηση του Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού σε Τοπικό – Περιφερειακό Επίπεδο

Η ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση που προτείνεται για την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, με απώτερο στόχο την υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, αποτελεί το πρώτο επίπεδο συμβολής της Διατριβής. Η «ουστημική» προσέγγιση, στην οποία βασίζεται η φιλοσοφία της προτεινόμενης μεθοδολογίας, συμβάλει στη διαμόρφωση ενός διαφανούς και συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των αποφασιζόντων για την αναγνώριση όλων των παραμέτρων και αναγκών του προβλήματος, καθώς και την ανάλυση των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων.

Όπως ήδη επισημάνθηκε, μια από τις σημαντικότερες και ίσως η πιο επιτυχημένη πρωτοβουλία για την προώθηση των ενεργειακά βιώσιμων

κοινοτήτων είναι το Σύμφωνο των Δημάρχων, όπου οι τοπικές αρχές καλούνται να αναπτύξουν το Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (EC, 2010b). Ωστόσο, μέσα από τη μελέτη και αξιολόγηση των μεθοδολογιών και εργαλείων, που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα για την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης, προκύπτει ότι τα περισσότερα από αυτά (Marinakis et al., 2015a):

- ▲ Δεν παρέχουν ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για την επιλογή βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας και κατ' επέκταση την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης.
- ▲ Στοχεύουν σε αστικές περιοχές, παραβλέποντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα των αγροτικών περιοχών. Για παράδειγμα, ο αγροτικός τομέας (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία) διακρίνεται για τις ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις του σε αυτές τις περιοχές.
- ▲ Δίνουν έμφαση σε ορισμένους μόνο τομείς του Σχεδίου Δράσης, όπως οι μεταφορές και η βιομηχανία. Ωστόσο, οι μεταφορές και η βιομηχανία διαδραματίζουν δευτερεύοντα ρόλο στις αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές.

Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις ανάγκες, κρίνεται απαραίτητη η εισαγωγή ενός ευέλικτου μεθοδολογικού πλαισίου, με θεωρητικές καινοτομίες και πρωτότυπα πρακτικά εργαλεία, οι οποίες αναλύοντας τους σχετιζόμενους παράγοντες και τις επαγόμενες αλληλεπιδράσεις, να αντιμετωπίζουν με ένα συνεκτικό και ολοκληρωμένο τρόπο το πρόβλημα του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Η προτεινόμενη προσέγγιση «MPC+ (*Map, Plan, Choose, Check*)» περιλαμβάνει τις ακόλουθες τέσσερις (4) συνιστώσες. Η καθεμία είναι επικεντρωμένη στην επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος, όπως φαίνεται και στο 2^ο επίπεδο συμβολής της Διατριβής:

- ▲ *Συνιστώσα «Map»*: Η συνιστώσα αυτή αποτελεί σημείο εκκίνησης της διαδικασίας ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης. Αφορά στην χαρτογράφηση της παρούσας κατάστασης στην περιοχή, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών. Τα αποτελέσματα σε αυτό το στάδιο αποτελούν τη βάση για τη διαμόρφωση ενός πλήρους Σχεδίου Δράσης, καθώς και την παρακολούθηση και τον έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί.
- ▲ *Συνιστώσα «Plan»*: Η συνιστώσα αυτή επικεντρώνεται στο σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, δηλαδή ενός συνόλου μέτρων και δράσεων κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Μέσα από τη μοντελοποίηση των μέτρων και δράσεων, την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο και τη συμμετοχή των τοπικών φορέων επιτυγχάνεται ο σχεδιασμός των Σεναρίων.
- ▲ *Συνιστώσα «Choose»*: Η συνιστώσα αυτή έχει ως στόχο την υποστήριξη των αποφασιζόντων στη διαδικασία εντοπισμού του επικρατέστερου Σεναρίου Δράσης για την περιοχή που εξετάζεται. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση των Σεναρίων Δράσης με χρήση της πολυκριτήριας ανάλυσης και της ανάλυσης ευστάθειας.

- ▲ *Συνιστώσα «Check»:* Η συνιστώσα αυτή αφορά στον έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί σε κάθε τομέα δραστηριότητας. Ουσιαστικά, επιτυγχάνεται η παρακολούθηση και αξιολόγηση της πορείας του δήμου προς την κατεύθυνση της βιώσιμη ανάπτυξη μέσα στο οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο που τον περιβάλλει.

2^ο Επίπεδο Συμβολής

Επιμέρους Μεθοδολογικά Πλαίσια Υποστήριξης Τοπικών – Περιφερειακών Αρχών

Σε αυτό το επίπεδο συμβολής της Διατριβής και σύμφωνα με το προδιαγεγραμμένο πρόβλημα αναπτύσσονται επιμέρους προσεγγίσεις επίλυσής του. Το πρόβλημα του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο είναι πολυδιάστατο και πολυπαραγοντικό. Κατά συνέπεια, μια ενδεδειγμένη οδός για την αντιμετώπισή του, είναι ένα κλιμακωτό μεθοδολογικό πλαίσιο, ώστε να προσδιορίζονται τα χαρακτηριστικά επίλυσης των επιμέρους προβλημάτων και να παρέχονται απαντήσεις σε αυτά βήμα προς βήμα. Η Διδακτορική Διατριβή, λοιπόν, συμβάλει σε δεύτερο επίπεδο στην ανάπτυξη πρότυπων τεχνικών και εργαλείων για την υποστήριξη των τοπικών – περιφερειακών αρχών στη διαδικασία ανάπτυξης, παρακολούθησης και ελέγχου του Σχεδίου Δράσης. Αναλυτικότερα, στη συνέχεια περιγράφονται τα τέσσερα (4) μεθοδολογικά πλαίσια που διατυπώνει η προτεινόμενη μεθοδολογία.

Πολυκριτηριακή Προσέγγιση Αξιολόγησης Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης & Ανάλυση Ευστάθειας του Μοντέλου Αξιολόγησης

- ▲ *Πολυκριτηριακή Προσέγγιση για την Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης*

Η χρήση της πολυκριτηριακής ανάλυσης σε ένα πρόβλημα απόφασης, όπως αυτό που εξετάζεται στην παρούσα Διατριβή, αποτελεί μονόδρομος. Ωστόσο, όπως σημειώθηκε και παραπάνω, οι μεθοδολογίες και τα εργαλεία που είναι διαθέσιμα για την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης δεν παρέχουν ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για την επιλογή βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας.

Οι εφαρμογές της πολυκριτηριακής ανάλυσης σε επιμέρους θέματα που αφορούν στο βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό είναι περιορισμένες, εστιάζοντας σε επιμέρους μόνο χαρακτηριστικά, με έμφαση σε εθνικό ή ευρωπαϊκό επίπεδο (Buchholz et al., 2009; Greening & Bernow, 2004; Pohekar & Ramachandran, 2004). Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα του συγκεκριμένου προβλήματος ακυρώνουν τις υπάρχουσες προσεγγίσεις εφαρμογής των ίδιων «συνταγών» για αποτελεσματική προώθηση του βιώσιμου

ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Σε αυτό το επίπεδο, η διατριβή συμβάλει στην ανάπτυξη μιας πολυκριτηριακής προσέγγισης για την αξιολόγηση εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Τα εναλλακτικά Σενάρια αξιολογούνται χρησιμοποιώντας μια συνεπής οικογένεια κριτηρίων. Τα κριτήρια αυτά κατανέμονται σε τρεις (3) άξονες προτίμησης με στόχο το βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό (περιβαλλοντικός, κοινωνικός και οικονομικός). Η συνολική αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης πραγματοποιείται μέσω ενός μοντέλου προσθετικής αξίας (αγγλ. additive value function), που αντικατοπτρίζει τις προτιμήσεις των αποφασιζόντων.

Η πολυκριτηριακή αυτή προσέγγιση στηρίζεται σε τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού σε συνδυασμό με ανάλυση ποιοτικής παλινδρόμησης (αγγλ. multicriteria ordinal regression approach). Η συγκεκριμένη πολυκριτηριακή προσέγγιση επιτρέπει την επίλυση του προβλήματος με συνυπολογισμό των διαφορετικών οπτικών γωνιών και εμπειριών των εμπειρογνομόνων μέσα από μια διαδραστική διαδικασία.

▲ *Ανάλυση Ευστάθειας του Μοντέλου Αξιολόγησης*

Κάθε μαθηματικό πρότυπο (μοντέλο) πολυκριτηριακής υποστήριξης αποφάσεων βασίζεται σε ένα σύνολο παραδοχών, υποθέσεων και εκτιμήσεων. Τα στοιχεία αυτά συχνά χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αβεβαιότητας, δεδομένης της πολυπλοκότητας και αβεβαιότητας του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις (Hites et al., 2006).

Στο πλαίσιο αυτό, σημαντικό ρόλο έχει η ανάλυση της ευστάθειας του μοντέλου αξιολόγησης. Η έννοια της ευστάθειας αναφέρεται τόσο στη συμφωνία των παραδοχών και εκτιμήσεων που διαμορφώνουν ένα μοντέλο υποστήριξης αποφάσεων σε σχέση με τα πραγματικά χαρακτηριστικά του προβλήματος, όσο και στην ποιότητα των προτεινόμενων λύσεων σε σχέση με εναλλακτικά σενάρια για το πλαίσιο και το περιβάλλον της απόφασης (Roy, 2010). Σε διεθνές επίπεδο, η ανάλυση ευστάθειας στην πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων αποτελεί ένα αντικείμενο που έχει κεντρίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον. Αποτελεί, όμως, γεγονός ότι στο πεδίο αξιολόγησης μέτρων και δράσεων για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, όπως αυτό ορίζεται στο συγκεκριμένο πρόβλημα, δεν φαίνεται να έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση από τους ερευνητές.

Το επίπεδο αυτό συμβολής της Διατριβής, επικεντρώνεται στη μελέτη της ευστάθειας του μοντέλου αξιολόγησης, αναζητώντας τις πολλαπλές βέλτιστες λύσεις του. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ανάλυσης ακραίων κατατάξεων (αγγλ. extreme ranking analysis method), κάθε εναλλακτικό Σενάριο Δράσης εξετάζεται χωριστά και υπολογίζεται η μέγιστη και ελάχιστη θέση που μπορεί να έχει στην τελική κατάταξη.

Μεθοδολογικό Πλαίσιο Εκτίμησης της Μελλοντικής Εξέλιξης των Εκπομπών CO₂ σε Τοπικό - Περιφερειακό Επίπεδο

Για να είναι εφικτός ο σχεδιασμός εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, εντοπίστηκε ένα σύνολο από μέτρα και δράσεις, κατάλληλα για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Για να λάβουν οι δράσεις αυτές «επεξεργάσιμη μορφή» ήταν αναγκαία μια διαδικασία μοντελοποίησής τους, εντοπίζοντας τους παράγοντες εκείνους που επηρεάζουν την τελική εξοικονόμηση/παραγωγή ενέργειας, καθώς και εκείνους που παρουσιάζουν αβεβαιότητα. Ωστόσο, κατά το σχεδιασμό των εναλλακτικών Σεναρίων δημιουργείται το ερώτημα, αν τα προτεινόμενα μέτρα και δράσεις είναι αρκετά για την επίτευξη του ελάχιστου στόχου μείωσης εκπομπών CO₂ που θέτει ο δήμος, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή στην τελική κατανάλωση ενέργειας (π.χ. λόγω μεταβολής πληθυσμού, τιμών ενέργειας, κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, κλπ) και κατ' επέκταση των εκπομπών CO₂ (Marinakis et al., 2012b). Ως εκ τούτου, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο (Marinakis et al., 2012b).

Αν και οι περισσότερες από τις μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία για την εκτίμηση της μελλοντικής κατάστασης παρουσιάζουν αξιόπιστα αποτελέσματα, η πλειοψηφία αυτών έχει επικεντρωθεί σε εθνικό επίπεδο παρά σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Επιπλέον, αυτές οι προσεγγίσεις επικεντρώνονται στη χρήση ποσοτικών μεθόδων, χρησιμοποιώντας πλήθος δεδομένων εισόδου και ιστορικών στοιχείων από τον τελικό χρήστη (Marinakis et al., 2012a). Ωστόσο, ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα είναι η δυσκολία εύρεσης δεδομένων σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο και η έλλειψη ιστορικών στοιχείων (City of Friedrichshafen, 2014; Technopolis Group et al., 2013).

Σε αυτό το επίπεδο συμβολής της Διατριβής διατυπώνεται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο εκτίμησης της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Το προτεινόμενο πλαίσιο βασίζεται στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών ανά πηγή ενέργειας για κάθε τομέα δραστηριότητας (δημοτικό, οικιακό, τριτογενή, μεταφορές, κλπ) με τη συμμετοχή εμπειρογνομώνων.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται δεδομένα από το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών, τις τιμές εξωτερικών παραμέτρων (μεταβολή πληθυσμού της κοινότητας, κατά κεφαλήν εισοδήματος, κλπ) και την εκτιμώμενη μείωση της ενέργειας και των εκπομπών από τις δράσεις και μέτρα του εξεταζόμενου Σεναρίου. Με τον τρόπο αυτό αξιοποιούνται όλα τα διαθέσιμα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης, χωρίς να απαιτείται από τον τελικό χρήστη (Αποφασίζων) επιπλέον πληροφορία και ιστορικά στοιχεία, τα οποία είναι εξαιρετικά δύσκολο να προσδιοριστούν σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Εναλλακτικές Μέθοδοι Ανάπτυξης Ισοζυγίου Ενέργειας σε Τοπικό - Περιφερειακό Επίπεδο

Ένα από τα πρώτα βήματα κατά την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια είναι η βασική απογραφή εκπομπών για το έτος βάσης, δηλαδή η ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών για κάθε μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται και τομέα δραστηριότητας:

- ▲ Γεωργία / Δασοκομία / Αλιεία.
- ▲ Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός / εγκαταστάσεις.
- ▲ Τριτογενής Τομέας.
- ▲ Οικιακός Τομέας.
- ▲ Δημοτικός Φωτισμός.
- ▲ Βιομηχανίες.
- ▲ Δημοτικό Στόλος / Δημοτικά μέσα μεταφοράς.
- ▲ Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές.

Ωστόσο, όπως σημειώθηκε και παραπάνω, η διαδικασία της συλλογής ενεργειακών δεδομένων είναι εξαιρετικά δύσκολη και χρονοβόρα για τις τοπικές αρχές, καθώς δεν υπάρχουν συγκεντρωμένα διαθέσιμα δεδομένα, ενώ παράλληλα θα πρέπει να επικοινωνήσουν με αρμόδιες υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και άλλες εταιρείες διανομής ενέργειας. Αυτό συνδέεται, επίσης, με την έλλειψη των διαθέσιμων ανθρώπινων και οικονομικών δυνατοτήτων. Βασική, λοιπόν, πρόκληση που έχει να αντιμετωπίσει κάθε Τοπική Αυτοδιοίκηση είναι να συλλέξει όλα τα απαραίτητα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια, καύσιμα, κλπ) (Pablo-Romero et al., 2015).

Στο πλαίσιο αυτό, το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο, ενσωματώνει μία κοινή τεχνική προσέγγιση για την ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Ο κύριος στόχος ήταν να διευκολυνθούν οι υπολογισμοί των καταναλώσεων ενέργειας ανά τομέα δραστηριότητας (ειδικά για τον τριτογενή τομέα, τις κατοικίες, τις ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές, τη γεωργία κλπ.) παρέχοντας τις ακόλουθες εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού στους χρήστες:

- ▲ *Συνολική Κατανάλωσης*: Συγκεντρωτικά δεδομένα για τους διάφορους τομείς.
- ▲ *Δεδομένα σε Περιφερειακό Επίπεδο*: Η τελική κατανάλωση ενέργειας σε τοπικό επίπεδο προκύπτει ύστερα από αναγωγή των διαθέσιμων καταναλώσεων σε περιφερειακό επίπεδο με βάση τον πληθυσμό ή τον αριθμό οχημάτων.
- ▲ *«Bottom up» Προσέγγιση*: Εκτιμήσεις της κατανάλωσης ενέργειας μέσω της χρήσης κατάλληλων δεικτών.
- ▲ *Συνδυασμός «bottom up» Προσέγγισης και Δεδομένων σε Περιφερειακό Επίπεδο*: Συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων.

Πλαίσιο Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων

Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των στόχων που έχουν τεθεί αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μέρος της διαδικασίας υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. Ειδικότερα, οι υπογράφωντες του Συμφώνου δεσμεύονται να υποβάλλουν Έκθεση Υλοποίησης με σκοπό την αξιολόγηση, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης.

Η Διατριβή συμβάλει σε αυτό το σημείο με την ανάπτυξη ενός Πλαισίου Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται από δείκτες αξιολόγησης που δομούνται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, την «Ενέργεια», το «Περιβάλλον», την «Οικονομία» και τις «Υποδομές & Ενημέρωση», στοχεύοντας στη μοντελοποίηση των κυριότερων παραμέτρων παρακολούθησης των στόχων με τρόπο σαφή και κατανοητό. Για τον υπολογισμό των δεικτών χρησιμοποιούνται δεδομένα από το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών, καθώς και από την παρακολούθηση της υλοποίησης των δράσεων.

Με την κατασκευή ενός σύνθετου δείκτη («SEC_{Index}») καθίσταται δυνατή η ευκολότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων για κάθε τομέα δραστηριότητας. Η διαδικασία κατασκευής του σύνθετου δείκτη βασίζεται στην προσέγγιση «proximity-to-target», δηλαδή για κάθε δείκτη αξιολόγησης υπολογίζεται η απόστασή του από το στόχο που έχει τεθεί. Έτσι λοιπόν, για κάθε τομέα δραστηριότητας προκύπτει ο δείκτης «SEC_{Index}», δίνοντας τη δυνατότητα αξιολόγησης των διαφορών που εντοπίζονται στους τομείς με τις καλύτερες ή/και χειρότερες επιδόσεις.

3^ο Επίπεδο Συμβολής

Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων

Το τελευταίο επίπεδο συμβολής της Διατριβής, αποτελεί η ανάπτυξη ενός πληροφοριακού συστήματος, το οποίο ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία «MPC⁺» για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού.

Το πληροφοριακό σύστημα υποστήριξης αποφάσεων «Action³» αποτελείται από τρία (3) κύρια υποσυστήματα:

- ▲ *«BEI-Action (Baseline Emission Inventory)»*: Υποσύστημα για την αποτύπωση της παρούσας κατάστασης, ενσωματώνοντας τους επιμέρους αλγορίθμους για τις εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού του ισοζυγίου ενέργειας, καθώς και τους υπολογισμούς των συντελεστών εκπομπών CO₂ για την ανάπτυξη της βασικής απογραφής εκπομπών.
- ▲ *«MDS-Action (Multicriteria Decision Support)»*: Υποσύστημα που ενσωματώνει, σε πρώτη φάση, την προσέγγιση για το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης και την αξιολόγησή τους σχετικά με το επίπεδο μείωσης εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνουν. Σε

δεύτερη φάση, το σύνολο των εφικτών Σεναρίων αξιολογείται με χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης και ανάλυσης ευαισθησίας του μοντέλου αξιολόγησης, προκειμένου να εντοπιστεί το επικρατέστερο.

- ▲ «*SEC-Action (Sustainable Energy Communities)*»: Υποσύστημα για την ενσωμάτωση του πλαισίου ελέγχου στόχων των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

Το πληροφοριακό σύστημα αναπτύχθηκε με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού «Java» και με τη βοήθεια της πλατφόρμας ανάπτυξης λογισμικού «NetBeans IDE».

1.4 Δομή Διδακτορικής Διατριβής

Η Διδακτορική Διατριβή αποτελείται από έξι (6) Κεφάλαια, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1.3.



Σχήμα 1.3. Δομή Διδακτορικής Διατριβής

Πιο αναλυτικά το περιεχόμενο καθενός από τα Κεφάλαια της Διατριβής περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω.

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή Αποτελεί το παρόν Κεφάλαιο της Διδακτορικής Διατριβής, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το πρόβλημα και στηρίζεται η ανάγκη ανάπτυξης μιας μεθοδολογικής προσέγγισης για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών κατά τη διαδικασία ανάπτυξης, παρακολούθησης και ελέγχου του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. Επιπλέον, στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το αντικείμενο, ο στόχος και η συμβολή της Διατριβής.

Κεφάλαιο 2^ο Περιγραφή Προβλήματος Σε συνέχεια της σύντομης παρουσίασης του προβλήματος στην Εισαγωγή, το Κεφάλαιο 2 αναλύει διεξοδικά το πρόβλημα της υποστήριξης αποφάσεων που εξετάζεται στην παρούσα Διατριβή.

Στο Κεφάλαιο αυτό αναλύεται το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, η φιλοσοφία της βιώσιμης ανάπτυξης και τα κυριότερα σημεία της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής στον τομέα της ενέργειας και του περιβάλλοντος. Έπειτα, αποτυπώνεται ο ρόλος των τοπικών και περιφερειακών αρχών στη διαδικασία του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού και η ιδέα των βιώσιμων ενεργειακά κοινοτήτων, δίνοντας έμφαση στην ευρωπαϊκή πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων.

Επίσης, περιλαμβάνει τη διεξοδική διερεύνηση όλων των ευκαιριών και προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι τοπικές και περιφερειακές αρχές προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, καταλήγοντας στη διατύπωση της ανάγκης για υποστήριξη αποφάσεων κατά την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, καθώς και των βασικών παραμέτρων του προβλήματος και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων.

**Κεφάλαιο 3^ο
Επισκόπηση
Σχετιζόμενων
Μεθοδολογιών** Λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση του δεύτερου Κεφαλαίου της Διατριβής και της ανάγκης που απορρέει για την ανάπτυξη κατάλληλων μεθοδολογιών και συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων, στο Κεφάλαιο 3 περιγράφονται οι επιστημονικές περιοχές, στις οποίες έγκειται η προτεινόμενη μεθοδολογία. Ουσιαστικά, γίνεται μια επισκόπηση των κυριότερων ερευνητικών προσπαθειών σε ευρωπαϊκό επίπεδο σχετικά με την ανάπτυξη Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, και των πλέον διαδεδομένων εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων. Το Κεφάλαιο κλείνει με την υποστήριξη της καινοτομίας της προτεινόμενης μεθοδολογίας, όσον αφορά στη χρήση των προσεγγίσεων αυτών στο παρόν πρόβλημα υποστήριξης αποφάσεων που εξετάζεται.

**Κεφάλαιο 4^ο
Προτεινόμενη
Μεθοδολογία** Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η συνολική φιλοσοφία της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης «MPC⁺ (Map, Plan, Choose, Check)».

Αναλύονται όλα τα επιμέρους στάδια του αλγορίθμου που αναπτύχθηκε για τις επιμέρους συνιστώσες της προτεινόμενης προσέγγισης, περιλαμβάνοντας μεταξύ άλλων, τις εναλλακτικές μεθόδους για την ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών, τη μοντελοποίηση των δράσεων, το σχεδιασμό των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης και την αρχική αξιολόγηση αυτών, λαμβάνοντας υπόψη την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂, με στόχο τη δημιουργία λίστας εφικτών Σεναρίων Δράσης.

Επιπλέον, αποτυπώνεται όλη η διαδικασία αξιολόγησης των εναλλακτικών Σεναρίων προκειμένου να εντοπιστεί το επικρατέστερο, εστιάζοντας στην κατασκευή του μοντέλου αξιολόγησης των εναλλακτικών και στην ανάλυση ευστάθειας του μοντέλου για την αναζήτηση πολλαπλών βέλτιστων λύσεων. Το Κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τη διατύπωση του πλαισίου για τον έλεγχο των στόχων των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

**Κεφάλαιο 5^ο
Πιλοτική
Εφαρμογή** Το 5^ο Κεφάλαιο παρουσιάζει την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας «MPC⁺», μέσω του υποστηρικτικού πληροφοριακού συστήματος «Action³» που αναπτύχθηκε, σε δύο αντιπροσωπευτικούς

δήμους από την Ελλάδα (Αμύνταιο και Ευρώτας). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων από την εφαρμογή των επιμέρους βημάτων της προτεινόμενης προσέγγισης.

Κεφάλαιο 6^ο
Συμπεράσματα -
Προοπτικές

Το τελευταίο Κεφάλαιο της Διατριβής παρουσιάζει τα θεωρητικά επιτεύγματα της προτεινόμενης προσέγγισης «MPC⁺», που απορρέουν τόσο από την ανάλυση των αρχικών Κεφαλαίων όσο και από τα εμπειρικά αποτελέσματα κατά την εφαρμογή σε πραγματικό πρόβλημα. Τέλος, το Κεφάλαιο αυτό καταλήγει σε μια σειρά από σκέψεις και προτάσεις προοπτικής για περαιτέρω ερευνητικές δραστηριότητες πάνω στο πρόβλημα υποστήριξης αποφάσεων για την προώθηση του τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Περιγραφή Προβλήματος

2.1 Εισαγωγή

Στόχος Κεφαλαίου Κύριος στόχος του Κεφαλαίου είναι η αναλυτική περιγραφή του προβλήματος που εξετάζεται στη Διδακτορική Διατριβή και η ανάδειξη της ανάγκης για την υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών κατά την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, προκειμένου να κινηθούν προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού.

Δομή Κεφαλαίου Το Κεφάλαιο αυτό, πέρα από την εισαγωγή, περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενότητες:

- ▲ *2^η Ενότητα:* Αποτυπώνονται το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, οι βασικές αρχές της αειφόρου ανάπτυξης και οι στόχοι της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής μέχρι και μετά το 2020.
- ▲ *3^η Ενότητα:* Διατυπώνεται ο ρόλος των τοπικών και περιφερειακών αρχών για την επίτευξη των στόχων της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» και αναλύεται η ιδέα των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων και της ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας του Συμφώνου των Δημάρχων.
- ▲ *4^η Ενότητα:* Εστιάζεται στην ανάλυση των δυνατοτήτων, εμποδίων, ευκαιριών και δυσκολιών για επίτευξη τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού, αναδεικνύοντας την ανάγκη για υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών - περιφερειακών αρχών.
- ▲ *5^η Ενότητα:* Με βάση την παραπάνω διερεύνηση, στην τελευταία ενότητα συνοψίζονται οι κύριες παράμετροι του προβλήματος που εξετάζεται.

2.2 Κλιματική Αλλαγή, Αειφόρος Ανάπτυξη & Ενεργειακή Πολιτική

2.2.1 Κλιματική Αλλαγή

Τρέχουσες Εξελίξεις Είναι γεγονός ότι η κλιματική αλλαγή παραμένει μία από τις μεγαλύτερες παγκόσμιες προκλήσεις. Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία είναι ήδη σχεδόν κατά 0,8° C υψηλότερη από την αντίστοιχη της προβιομηχανικής περιόδου. Υπάρχει ευρεία επιστημονική συναίνεση ότι η υπερθέρμανση του πλανήτη πρέπει να διατηρηθεί κάτω από 2° C ώστε να αποφευχθούν επικίνδυνες και μη αναστρέψιμες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Κατά την διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή στην Κοπεγχάγη το 2009 (COP-15), οι χώρες που αντιπροσωπεύουν πάνω από το 80% των παγκόσμιων εκπομπών υπέγραψαν τη «Συμφωνία της Κοπεγχάγης», η οποία κατέστησε σαφές ότι το όριο αυτό ήταν απαραίτητο για την αποφυγή ή τουλάχιστον τον μετριασμό των πλέον επικίνδυνων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (UNFCCC, 2010). Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος της διατήρησης της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας κάτω από 2° C σε κάθε χώρα, σε όλο τον κόσμο, θα πρέπει να κινηθούμε γρήγορα προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (ΥΠΕΚΑ, 2015). Πιο συγκεκριμένα, οι αναπτυγμένες χώρες θα πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές τους κατά 80-95% έως το 2050.

2.2.2 Αειφόρος Ανάπτυξη

Περιγραφή της Ιδέας Τις τελευταίες δεκαετίες, η αειφόρος ανάπτυξη (ή βιώσιμη ανάπτυξη) αποτέλεσε ένα βασικό πρόταγμα στο σχεδιασμό πολιτικής για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Omer, 2008). Η έννοια εμφανίστηκε στη δεκαετία του 1970, στο πλαίσιο ενός προβληματισμού που είχε αναπτυχθεί σε κύκλους σχεδιαστών πολιτικής και οικολογικών οργανώσεων για τις αρνητικές επιδράσεις της ανάπτυξης στο περιβάλλον.

Σε κάποιον βαθμό, η ιδέα της αειφόρου ανάπτυξης ήρθε ως μια απάντηση σε ριζοσπαστικές εκδοχές του περιβαλλοντικού κινήματος, οι οποίες ζητούσαν να τεθούν όρια στην ανάπτυξη και επιδίωκαν τη λήψη μέτρων που θα απαντούσαν δραστικά στην οικολογική υποβάθμιση (Flamos et al., 2011). Σε αυτή τη λογική, η αειφόρος ανάπτυξη αποτέλεσε ένα αναλυτικό εργαλείο που προσπάθησε να συνδέσει οικολογικά και κοινωνικοοικονομικά προβλήματα και να συμφιλιώσει την αναπτυξιακή στρατηγική με την περιβαλλοντική προστασία, ως πρακτικές που υπό προϋποθέσεις μπορούσαν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά (Hopwood et al., 2005; Gidding et al., 2002; Baker et al., 1997).

Έκθεση Brundtland Με αφετηρία την έκθεση Brundtland (1987), στην οποία διατυπώθηκε για πρώτη φορά ως επίσημη αναφορά η έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, έχουν διατυπωθεί διάφοροι ορισμοί. Κοινός τόπος όλων των ορισμών είναι πως η αειφόρος ανάπτυξη εμφορείται από την οικολογική, την κοινωνική και την οικονομική αλληλεξάρτηση.

Ο πλέον ευρύτερα χρησιμοποιούμενος ορισμός της αειφόρου ανάπτυξης είναι ο κλασικός ορισμός που περιέχεται στην έκθεση με τίτλο «Το κοινό μας μέλλον» που συνέταξε η Gro Harlem Brundtland ως πρόεδρος της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (αγγλ.. World Community Environmental Development, WCED)

«Η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες των σύγχρονων γενεών χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των επόμενων γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες».

Στη συνήθη χρήση της έννοιας κυριαρχεί η περιβαλλοντική διάσταση, η ανάγκη προστασίας και διαφύλαξης του περιβάλλοντος και ειδικότερα των μη ανανεώσιμων παραγωγικών και ενεργειακών πηγών (πρώτες ύλες, πετρέλαιο). Εντούτοις, η οικονομική, η κοινωνική και κυρίως η πολιτική διάσταση είναι μαζί με την περιβαλλοντική διάσταση οι αναγκαίοι συνθετικοί όροι της έννοιας της αειφόρου ανάπτυξης. Η συνθετική αυτή προσέγγιση ενυπάρχει στο ίδιο κείμενο της έκθεσης Brundtland.

Διεθνείς Οργανισμοί Συμπληρωματικός του προηγούμενου είναι ο ορισμός που προέρχεται από την κοινή έκδοση της Παγκόσμιας Ένωσης Προστασίας της Φύσης (αγγλ. International Union for Conservation of Nature, IUCN), του Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (αγγλ. United Nations Environment Programme, UNEP) και του Παγκόσμιου Ταμείου για τη Φύση (αγγλ. World Wildlife Fund, WWF) και αναφέρει ότι:

«Βιώσιμη ανάπτυξη σημαίνει βελτίωση της ποιότητας ζωής στο πλαίσιο της φέρουσας ικανότητας των υποστηρικτικών οικοσυστημάτων».

Η βιώσιμη ανάπτυξη είναι πολύ πιο ευρύτερη έννοια από την προστασία του περιβάλλοντος. Υποδηλώνει το ενδιαφέρον για τις μελλοντικές γενεές και για τη μακροπρόθεσμη υγεία και ακεραιότητα του περιβάλλοντος.

Εμπεριέχει το ενδιαφέρον για την ποιότητα ζωής (όχι μόνο της αύξησης του εισοδήματος), για την ισότητα μεταξύ ανθρώπων σήμερα (μαζί με την πρόληψη της φτώχειας), για τη μεταξύ των γενεών ισότητα (οι άνθρωποι στο μέλλον δικαιούνται ένα περιβάλλον τουλάχιστον τόσο καλό όσο αυτό που εμείς τώρα απολαμβάνουμε αν όχι καλύτερο) και για τις κοινωνικές, υγιεινές και ηθικές διαστάσεις της ανθρώπινης ευημερίας. Υποδηλώνει επίσης ότι η παραπέρα ανάπτυξη θα λάβει χώρα μόνο εφόσον είναι μέσα στη φέρουσα ικανότητα των φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων.

**Διεθνής
Συνδιάσκεψη
του Ρίο 1992 -
Agenda 21**

Μια πιο πρακτική και με τοπική διάσταση ερμηνεία της βιώσιμης ανάπτυξης είναι ο ορισμός ο οποίος διατυπώθηκε στη διεθνή συνδιάσκεψη του Ρίο και συμπεριλαμβάνεται στο πλαίσιο του προγράμματος «Local Agenda 21 Model Communities Program» του Διεθνούς Συμβουλίου Τοπικών Πρωτοβουλιών Περιβάλλοντος (ICLEI 1994) και αναφέρει το εξής:

«Βιώσιμη ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που παρέχει βασικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές υπηρεσίες σε όλους τους κατοίκους μιας κοινότητας χωρίς να απειλεί τη βιωσιμότητα των φυσικών, οικιστικών και κοινωνικών συστημάτων πάνω στις οποίες η διανομή αυτών των υπηρεσιών εξαρτάται».

**Διαστάσεις
Αειφόρου
Ανάπτυξης**

Η αειφόρος ανάπτυξη βασίζεται σε τρεις αρχές (Caring for the Earth, 1991). Η πρώτη αναφέρεται στην ανάγκη για ικανοποιητικές συνθήκες ζωής για τις παρούσες και τις μέλλουσες γενιές, η δεύτερη υπογραμμίζει την εξάρτηση της ανθρώπινης κοινωνίας από τους φυσικούς πόρους, και η τρίτη αρχή συνθέτει τις δυο προηγούμενες τονίζοντας, ότι η διατήρηση της ανθρώπινης κοινωνίας προϋποθέτει την κατάλληλη χρήση των φυσικών πόρων στο πλαίσιο μιας βιώσιμης λύσης.



Σχήμα 2.1. Διαστάσεις Αειφόρου Ανάπτυξης

Τέλος, όλα τα παραπάνω τα συνδέει ο πυλώνας των θεσμών, επισημαίνοντας την αναγκαιότητα ενός θεσμικού πλαισίου που θα προτείνει στρατηγικές και θα επιβάλλει μέτρα προκειμένου να εφαρμοστούν στην πράξη και να λειτουργήσουν όλα τα παραπάνω μαζί (UNCED, 1992). Αυτή η συνθετική παρουσίαση επιδιώκει να δείξει ότι (Σχήμα 2.1):

- ▲ Οι οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές διαδικασίες αλληλοσυνδέονται και υλοποιούνται με τη βοήθεια του θεσμικού πλαισίου. Αυτή την αλληλεξάρτηση θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους οι σχεδιαζόμενες παρεμβάσεις.

- ▲ Η βιώσιμη ανάπτυξη ξεπερνά την απλή περιβαλλοντική προστασία. Η κάλυψη των αναγκών χρειάζεται την οικονομική ευημερία και την κοινωνική αλληλεγγύη.
- ▲ Η βιώσιμη ανάπτυξη απαιτεί μακροχρόνια διαρθρωτική αλλαγή των οικονομικών και κοινωνικών μας συστημάτων, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης των περιβαλλοντικών πόρων σε ένα επιτρεπτό επίπεδο, με διατήρηση του οικονομικού δυναμικού και της κοινωνικής συνοχής έτσι ώστε οι μελλοντικές συνέπειες των σημερινών ενεργειών να επιτρέπουν στις μελλοντικές γενιές να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες.

Το ζήτημα της ενέργειας βρίσκεται, λοιπόν, στην καρδιά του προβληματισμού και της επιδίωξης για την επίτευξη των τριών πυλώνων της βιώσιμης ανάπτυξης, δηλαδή την κοινωνική και οικονομική ανάπτυξη, καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος (Doukas et al., 2010; 2008).

2.2.3 Ευρωπαϊκή Πολιτική για το 2020

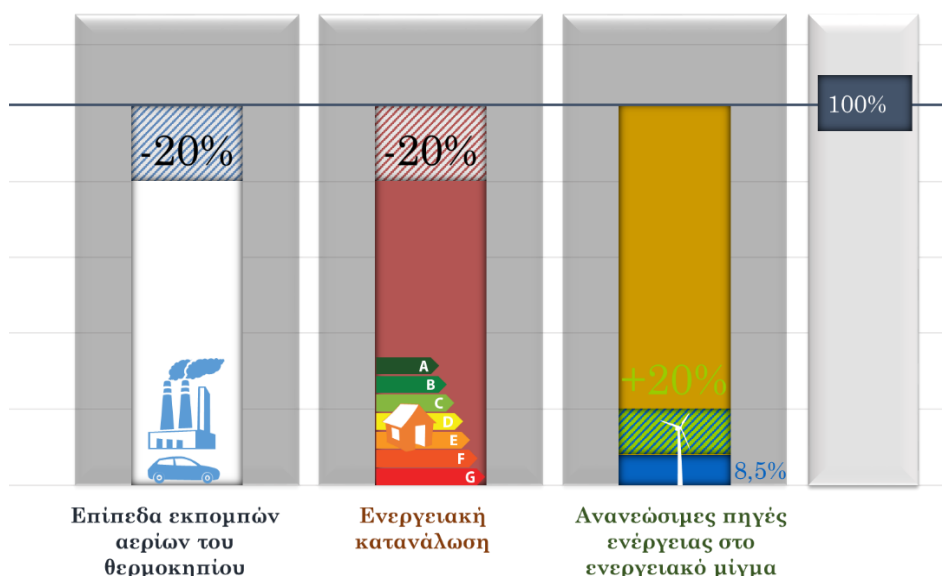
*Σχέδιο
20-20-20*

Τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναλάβει ένα ρόλο πρωτοπόρου στον τομέα της ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο και έχει ασκήσει μεγάλη πίεση για την υιοθέτηση συγκεκριμένων και φιλόδοξων στόχων.

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Μαρτίου 2007, επεσήμανε ότι, για να επιτευχθεί ο στόχος της Σύμβασης, η σταθεροποίηση δηλαδή των συγκεντρώσεων των αερίων θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα σε επίπεδα τα οποία αποτρέπουν την επικίνδυνη ανθρωπογενή παρεμβολή στο κλιματικό σύστημα, η συνολική ετήσια μέση αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια του πλανήτη δεν θα πρέπει να υπερβεί τους 2 °C σε σύγκριση με τα προ - βιομηχανικής εποχής επίπεδα. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτείται να μειωθούν οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου μέχρι το 2050 σε ποσοστό τουλάχιστον 50 % έναντι των επιπέδων του 1990 (ΥΠΕΚΑ, 2015).

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική με στόχο την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενισχύοντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητα της και την μετατροπή της σε μια ιδιαίτερα αποδοτική από ενεργειακή άποψη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο («Σχέδιο 20-20-20», Σχήμα 2.2) να επιτύχει έως το τέλος του 2020 (EC, 2008):

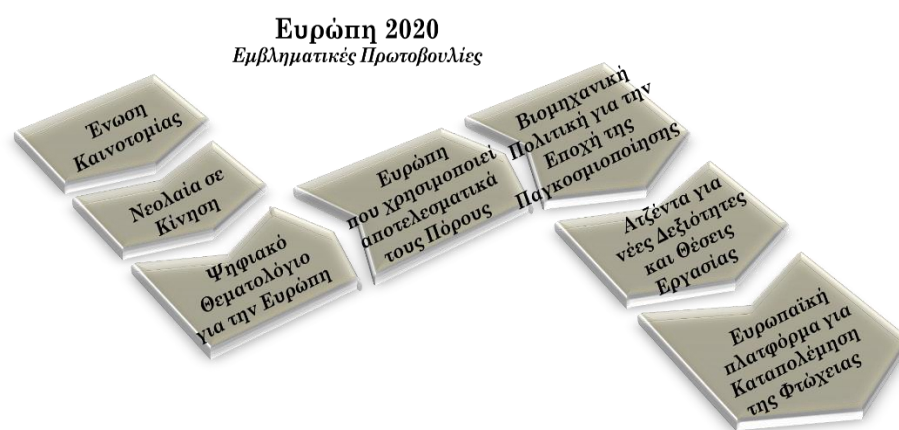
- ▲ μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το 1990.
- ▲ εξασφάλιση του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.
- ▲ αύξηση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης.



Σχήμα 2.2. «Σχέδιο 20-20-20»

Στρατηγική «Ευρώπη 2020» Σε συνέχεια της Στρατηγικής της Λισαβόνας, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο υιοθέτησε και οριστικοποίησε μια νέα στρατηγική «Ευρώπη 2020» (EC, 2010a). Η αναπτυξιακή στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν είναι απλά ένα εργαλείο για την καταπολέμηση της κρίσης που εξακολουθεί να πλήττει πολλές από τις ευρωπαϊκές οικονομίες.

Αντίθετα, στοχεύει στην αντιμετώπιση των ελλείψεων του αναπτυξιακού μοντέλου της Ένωσης και στη δημιουργία των αναγκαίων συνθηκών για μια ανάπτυξη πιο έξυπνη, ανάπτυξη μιας οικονομίας βασισμένης στη γνώση και την καινοτομία, διατηρήσιμη, προώθηση μιας πιο αποδοτικής στη χρήση πόρων, πιο πράσινης και πιο ανταγωνιστικής οικονομίας, και χωρίς αποκλεισμούς, μια οικονομία με υψηλή απασχόληση που θα επιτυγχάνει κοινωνική και εδαφική συνοχή.



Σχήμα 2.3. Εμβληματικές Πρωτοβουλίες της «Ευρώπη 2020»

Η «Ευρώπη 2020» περιλαμβάνει, επτά «εμβληματικές πρωτοβουλίες» (Σχήμα 2.3), που παρέχουν το πλαίσιο μέσα στο οποίο η Ευρωπαϊκή Ένωση και οι εθνικές αρχές αλληλοϋποστηρίζονται σε τομείς που

προάγουν τις προτεραιότητες αυτής της στρατηγικής, όπως η καινοτομία, η ψηφιακή οικονομία, η απασχόληση, η νεολαία, η βιομηχανική πολιτική, η φτώχεια και η αποτελεσματική αξιοποίηση των πόρων (EC, 2010a).

Στόχοι Στρατηγικής «Ευρώπη 2020» Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο συμφώνησε ως προς τους κατωτέρω πρωταρχικούς στόχους, οι οποίοι αποτελούν τους κοινούς σκοπούς που καθοδηγούν τη δράση των κρατών μελών και της Ένωσης (EC, 2010a).

- ▲ *Απασχόληση*: 75% της ηλικιακής κατηγορίας 20-64 ετών.
- ▲ *Έρευνα και Ανάπτυξη*: 3% του ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- ▲ *Κλιματική αλλαγή και ενεργειακή βιωσιμότητα*:
 - ◇ Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% (ή και 30%, εφόσον οι συνθήκες το επιτρέπουν) σε σχέση με το 1990.
 - ◇ Εξασφάλιση 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.
 - ◇ Αύξηση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης.
- ▲ *Εκπαίδευση*:
 - ◇ Μείωση κάτω από 10% του ποσοστού εγκατάλειψης της σχολικής εκπαίδευσης.
 - ◇ Ολοκλήρωση τριτοβάθμιων σπουδών τουλάχιστον για το 40% της ηλικιακής κατηγορίας 30-34 ετών.
- ▲ *Καταπολέμηση Φτώχειας και Κοινωνικού Αποκλεισμού*: Μείωση τουλάχιστον κατά 20 εκατομμύρια των ατόμων που βρίσκονται ή κινδυνεύουν να βρεθούν σε κατάσταση φτώχειας και κοινωνικού αποκλεισμού.

Στόχοι Κρατών Μελών Όλα τα κράτη μέλη έχουν δεσμευτεί να επιτύχουν τους στόχους της στρατηγικής «Ευρώπη 2020», τους οποίους έχουν μετατρέψει σε εθνικούς στόχους και σε πολιτικές τόνωσης της ανάπτυξης. Στον Πίνακα 2.1 απεικονίζονται οι στόχοι των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αντιμετώπιση της κλιματική αλλαγή και την ενεργειακή βιωσιμότητα στο πλαίσιο της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» (EU, 2014a).

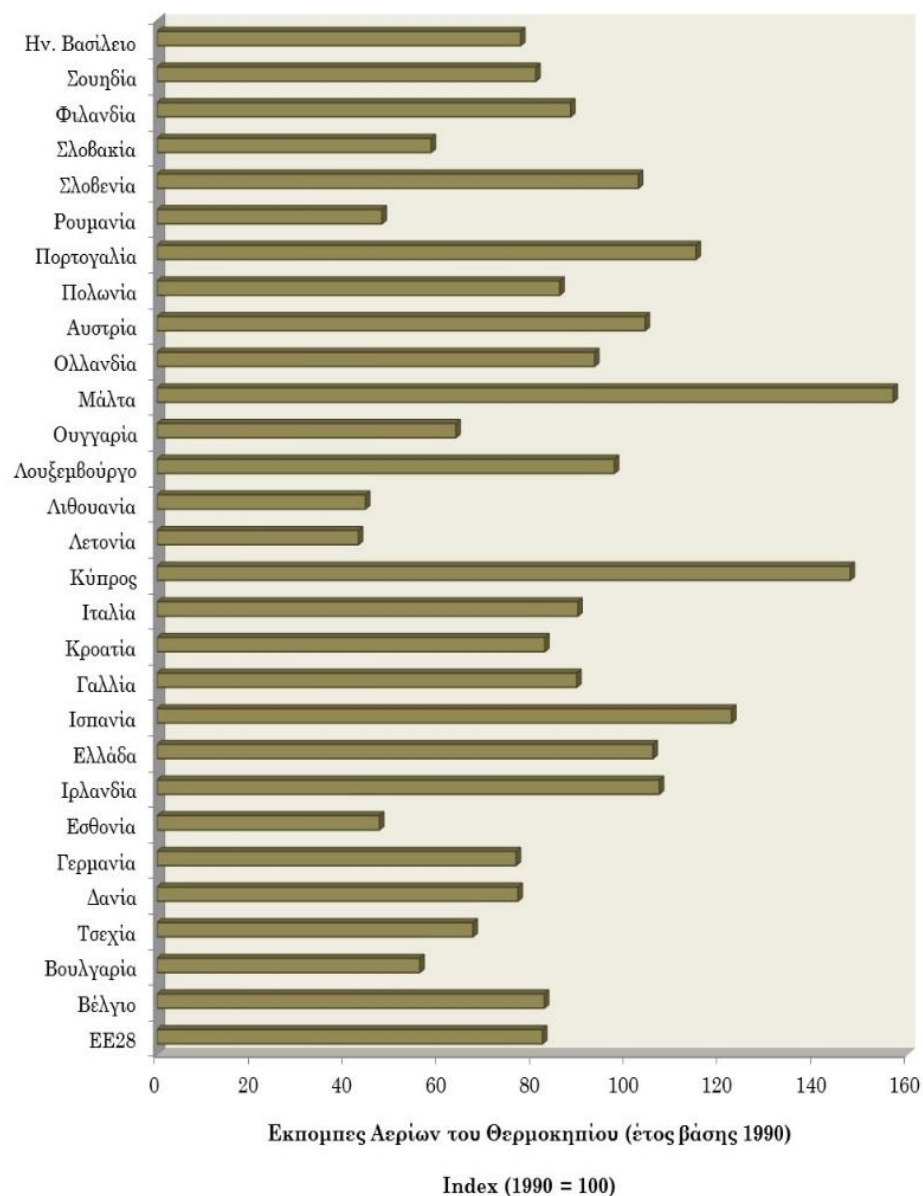
Πίνακας 2.1. Στόχοι Ευρωπαϊκής Ένωσης/Κρατών Μελών (EU, 2014a)

Στόχοι κρατών μελών	Στόχοι μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου*	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*	Ενεργειακή απόδοση - (σε Mtoe)*
Γενικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης	-20 % (σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990)	20 %	αύξηση κατά 20% της ενεργειακής απόδοσης ίση με 368 Mtoe
AT	-16 %	34 %	7,06
BE	-15 %	13 %	9,80
BG	20 %	16 %	3,20
CY	-5 %	13 %	0,46
CZ	9 %	13 %	μ.δ.σ

DE	-14 %	18 %	38,30
DK	-20 %	30 %	0,83
EE	11 %	20 %	0,71
EL	-4 %	18 %	2,70
ES	-10 %	20 %	25,20
FI	-16 %	38 %	4,21
FR	-14 %	23 %	34,00
HU	10 %	14,65 %	2,96
IE	-20 %	16 %	2,75
IT	-13 %	17 %	27,90
LT	15 %	23 %	1,14
LU	-20 %	11 %	0,20
LV	17 %	40 %	0,67
MT	5 %	10 %	0,24
NL	-16 %	14 %	μ.δ.σ
PL	14%	15,48 %	14,00
PT	1 %	31 %	6,00
RO	19 %	38 %	10,00
SE	-17 %	49 %	12,80
SI	4 %	25 %	μ.δ.σ
SK	13 %	14 %	1,65
UK	-16 %	15 %	μ.δ.σ

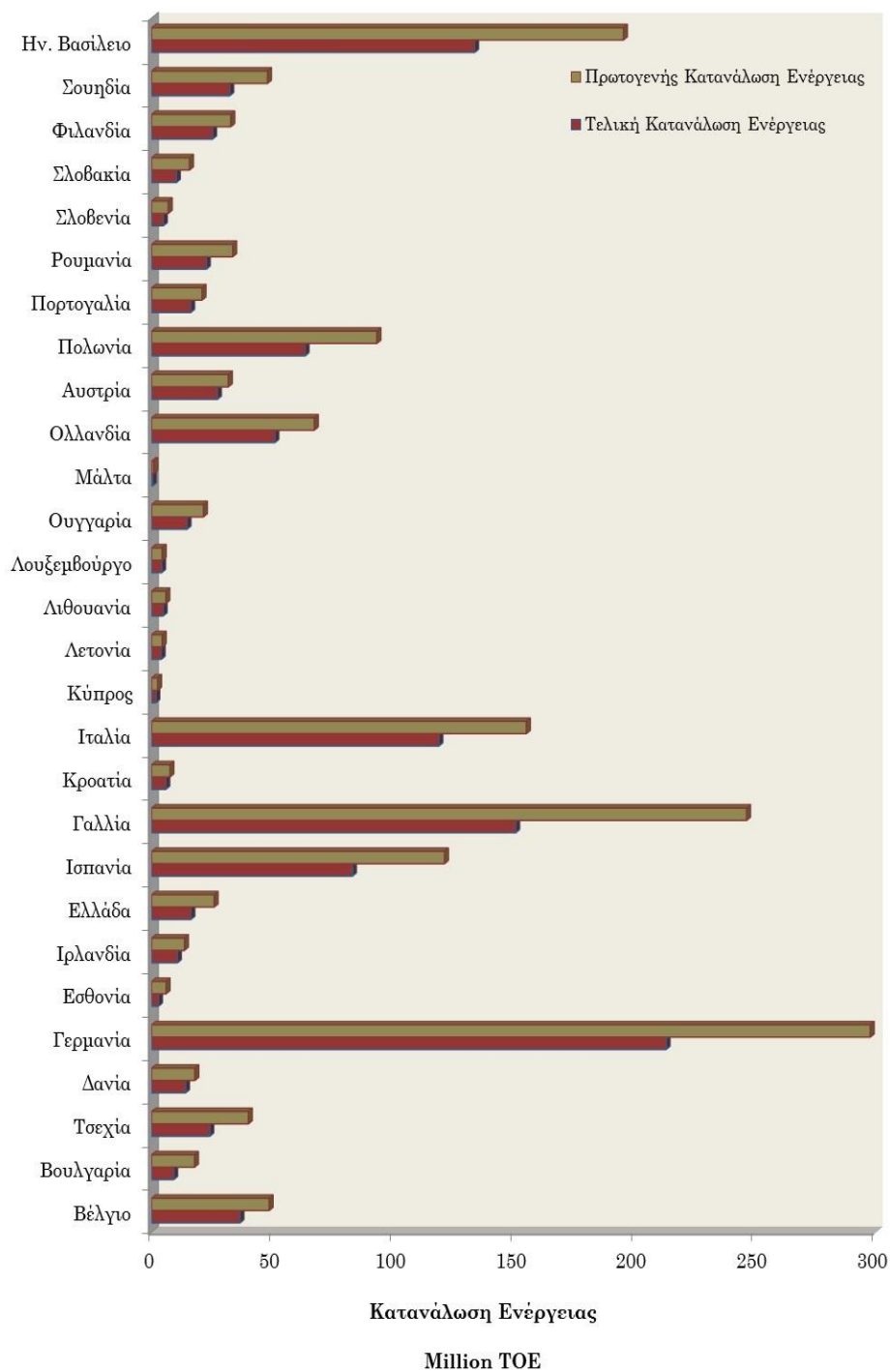
**Όπως ορίστηκαν από τα κράτη μέλη στα εθνικά προγράμματα μεταρρυθμίσεων τον Απρίλιο του 2011.*

Ακολούθως, παρουσιάζονται οι κυριότερες εξελίξεις στους τομείς που σχετίζεται με την αντιμετώπιση της κλιματική αλλαγή και την ενεργειακή βιωσιμότητα και πιο συγκεκριμένα τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Σχήμα 2.4), την πρωτογενή και τελική κατανάλωση ενέργειας (Σχήμα 2.5) και τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Σχήμα 2.6) σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης και ανά χώρα για το έτος 2012.

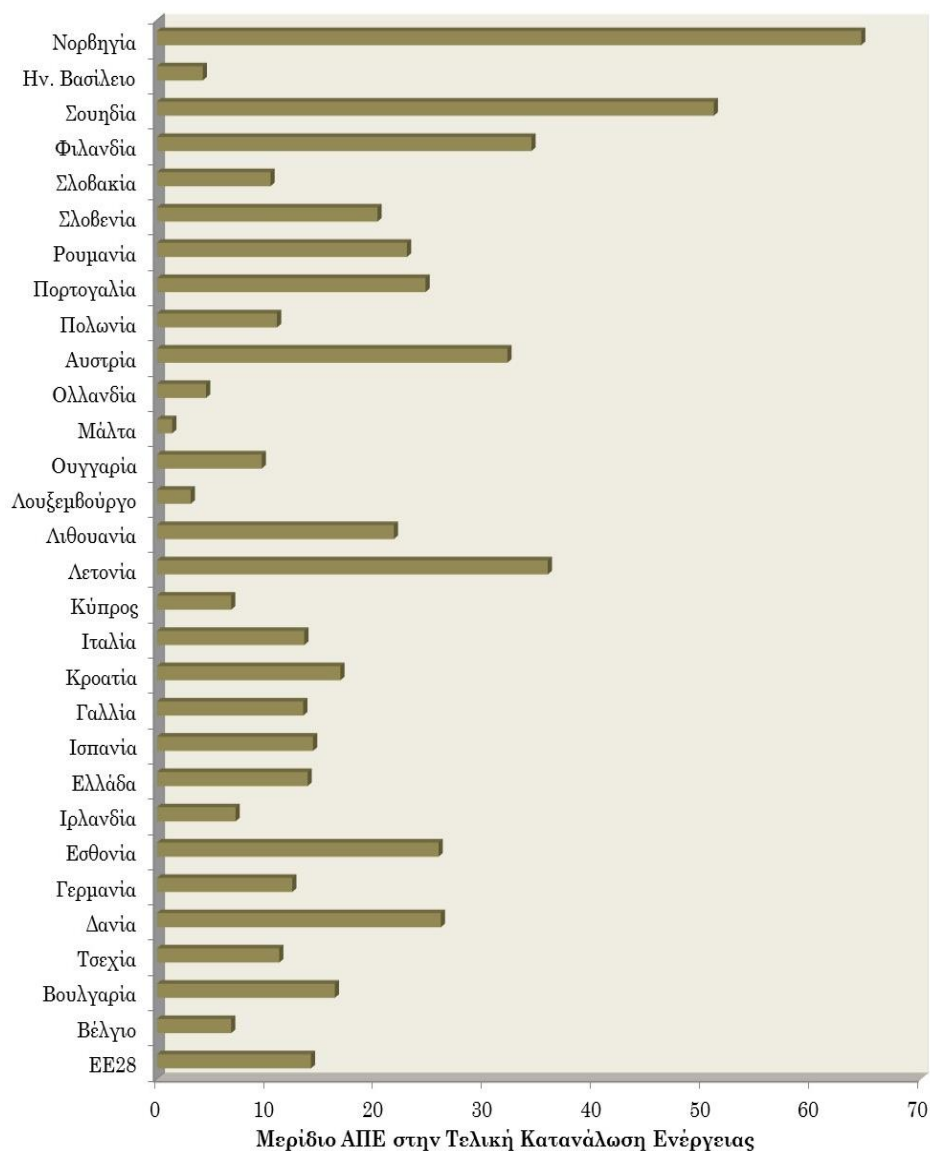


Σχήμα 2.4. Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου το έτος 2012 (Eurostat, 2014)

Η κρίση έχει σαφή αντίκτυπο και ενέτεινε τις διαφορές των επιδόσεων μεταξύ των Κρατών Μελών σε πολλούς τομείς. Ωστόσο, παρά την κρίση υπάρχουν θετικότερες διαρθρωτικές τάσεις, για παράδειγμα στα επίπεδα εκπαίδευσης, τη δημιουργία πιο βιώσιμου συνδυασμού πηγών ενέργειας και τη μείωση της έντασης άνθρακα της οικονομίας.



Σχήμα 2.5. Πρωτογενής και Τελική Κατανάλωση Ενέργειας το έτος 2012 (Eurostat, 2014)



Σχήμα 2.6. Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
το έτος 2012 (Eurostat, 2014)

**Πρόσδος
Ελληνικών
Στόχων**

Οι προκλήσεις για την ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας συνάδουν σε πολύ μεγάλο βαθμό με εκείνες της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής και αφορούν:

- ▲ στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.
- ▲ στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκύπτουν σχετικά με το περιβάλλον και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.
- ▲ στη προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και στην προστασία του καταναλωτή,
- ▲ στον εκσυγχρονισμό και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας της εσωτερικής αγοράς ενέργειας, καθώς και
- ▲ της «ενέργειας» ως πυλώνα της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας και της αναβάθμισης της γεωπολιτικής της θέσης.

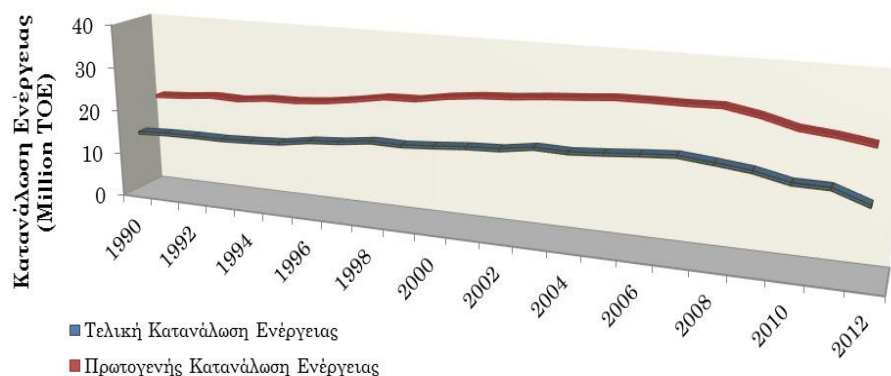
Η Ελληνική οικονομία βρίσκεται σε μια κρίσιμη συγκυρία όσον αφορά στις προοπτικές ανάπτυξης, γεγονός που οφείλεται κατά κύριο λόγο στην κατάσταση ύφεσης της οικονομίας, η οποία επιπλέον περιβάλλεται από κινδύνους και αβεβαιότητες, που επιτείνονται από την αργή ανάκαμψη στην ευρωζώνη και στην παγκόσμια οικονομία.

Τα βασικά μεγέθη της ελληνικής οικονομίας με βάση στοιχεία από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία έχουν ως εξής (Πίνακας 2.2):

Πίνακας 2.2. Βασικά μεγέθη Ελληνικής Οικονομίας (ΕΛΣΤΑΤ, 2013)

Στοιχείο	Περίοδος	Τιμή
Δείκτης Τιμών Καταναλωτή (Πληθωρισμός)	Ιούλ. 14/Ιούλ. 13	-0,7
Εναρμονισμένος Δείκτης Τιμών Καταναλωτή	Ιούλ. 14/Ιούλ. 13	-0,8
Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (Προσωρινά στοιχεία)	Α' 3μηνο 2014	-0,9
Δείκτης Ανεργίας	Α' 3μηνο 2014	27,8
Δείκτης Βιομηχανικής Παραγωγής	Μάι. 14/Μάι. 13	1,8
Δείκτης Κύκλου Εργασιών στο Λιανικό Εμπόριο	Μαι. 14/Μαι. 13	-8,5
Δείκτης Τιμών Παραγωγού στη Βιομηχανία	Ιούν. 14/Ιούν. 13	1,1
Οικοδομική Δραστηριότητα (όγκος)	Απρ. 14/Απρ. 13	-11,6%

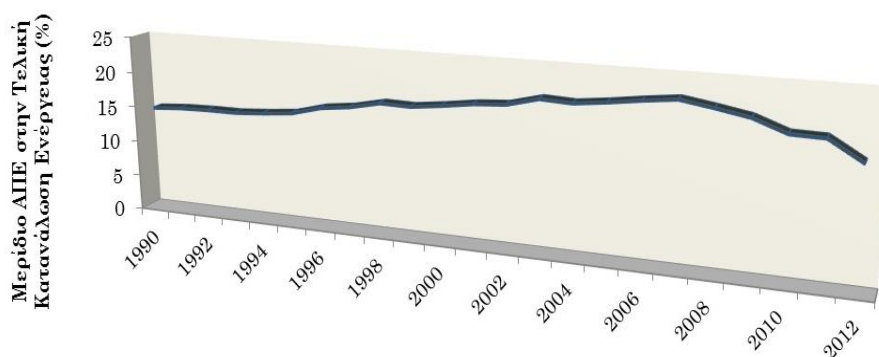
Κατά την τελευταία 20ετία, το ενεργειακό σύστημα εξελίχθηκε σύμφωνα, τόσο με τα μεγέθη της οικονομικής ανάπτυξης όσο και με τις νέες καταναλωτικές συνήθειες που υιοθετήθηκαν. Παρατηρήθηκε μια τάση για διαρκή αύξηση της ζήτησης ενέργειας σε όλους τους τομείς κατανάλωσης, η οποία επηρέασε την ανάπτυξη του ενεργειακού συστήματος. Ωστόσο, οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης των τελευταίων ετών και στον ενεργειακό τομέα είναι εμφανείς (Σχήμα 2.7).



Σχήμα 2.7. Πρωτογενής και Τελική Κατανάλωση Ενέργειας το έτος 2012 (Eurostat, 2014)

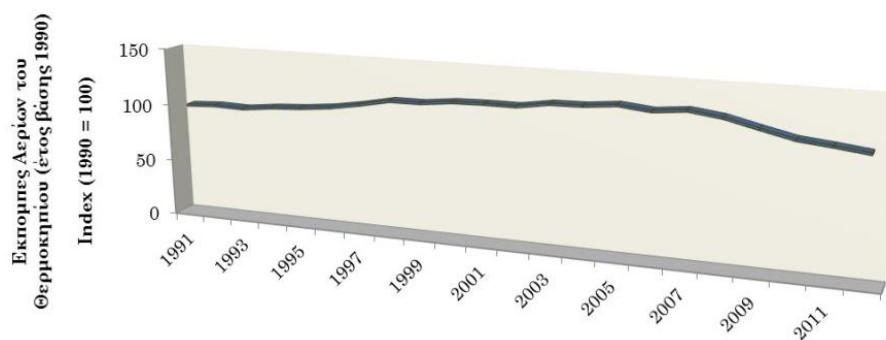
Το υψηλό επίπεδο χρήσης συμβατικών καυσίμων, τόσο για την παραγωγή ηλεκτρισμού όσο και για την κατανάλωση σε όλους ανεξαιρέτως τους τομείς, αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό του ελληνικού ενεργειακού συστήματος. Η αξιοποίηση του λιγνίτη, αποτέλεσε στρατηγική επιλογή, παρά τις περιβαλλοντικές του επιπτώσεις, καθώς μέχρι σήμερα αποτελεί το βασικό εγχώριο καύσιμο. Το ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας κυριαρχείται επίσης, από εισαγόμενους υδρογονάνθρακες, κυρίως πετρελαϊκά προϊόντα και λιγότερο φυσικό αέριο.

Η μεγάλη εξάρτηση της χώρας από τις εισαγωγές καυσίμων και οι μη προβλέψιμες και κυρίως μη ελεγχόμενες μεταβολές στην τιμή τους, επιφέρουν ένα σημαντικό παράγοντα αβεβαιότητας στο σχεδιασμό ενεργειακών πολιτικών, αλλά και στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού (Σχήμα 2.8).



Σχήμα 2.8. Διείσδυση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας το έτος 2012 (Eurostat, 2014)

Η υιοθέτηση κοινών ευρωπαϊκών πολιτικών στον τομέα της ενέργειας και κυρίως σε σχέση με τις απαιτήσεις για περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχει ήδη επηρεάσει το εθνικό ενεργειακό σύστημα. Ειδικότερα, τα τελευταία χρόνια επιτυγχάνεται μια ολοένα και αυξανόμενη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας τόσο στην ηλεκτροπαραγωγή, όσο και στην τελική χρήση ενέργειας, ενώ ήδη έχουν εφαρμοστεί μέτρα και πολιτικές για την εξοικονόμηση ενέργειας (Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9. Εκπομπές Αερίων του Θερμοκηπίου το έτος 2012 (Eurostat, 2014)

2.2.4 Ευρωπαϊκή Πολιτική έως το 2050

*Πλαίσιο
για την Ενέργεια
με Ορίζοντα
το 2030*

Το νέο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το κλίμα και την ενέργεια για το 2030 επιδιώκει να προωθήσει τη συνεχή πρόοδο προς μια οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα και ένα ανταγωνιστικό και ασφαλές ενεργειακό σύστημα που εξασφαλίζει ενέργεια σε τιμές προσιτές για όλους τους καταναλωτές, αυξάνει την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μειώνει την εξάρτησή μας από τις εισαγωγές ενέργειας και δημιουργεί νέες ευκαιρίες για την ανάπτυξη και την απασχόληση, λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές επιπτώσεις στις τιμές μακροπρόθεσμα (COM(2014) 15 τελικό).

Το Πλαίσιο Πολιτικής για το Κλίμα και την Ενέργεια για το 2030 (αγγλ. 2030 Framework for Climate and Energy Policies) περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τους ακόλουθους στόχους (EC, 2014b):

- ▲ μείωση τουλάχιστον 40% στις εκπομπές αερίων φαινομένου του θερμοκηπίου από τα επίπεδα του 1990.
- ▲ συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας κατά τουλάχιστον 27%.
- ▲ τουλάχιστον 27% εξοικονόμηση ενέργειας.

*Οδικός
Χάρτης
για το 2050*

Στον Οδικό Χάρτη για το 2050 η Ευρωπαϊκή Ένωση θέτει ως κεντρικό στόχο να μειώσει έως το 2050 τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 80%-95% σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του 1990, μέσω της απανθρακοποίησης του ενεργειακού τομέα, με ταυτόχρονη εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και της ανταγωνιστικότητας της Ευρωπαϊκής οικονομίας (COM (2011) 112 τελικό).

Βασικά εργαλεία για την επίτευξη αυτού του στόχου καθίστανται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ το απαιτούμενο κόστος επενδύσεων για την επίτευξη του στόχου προκύπτει ότι θα είναι πιθανά και χαμηλότερο από το κόστος που θα επιβαρύνει την Ευρωπαϊκή οικονομία αν δε ληφθούν τα απαραίτητα αυτά μέτρα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε τομείς, όπως ο ασφαλής ανταγωνιστικός, βιώσιμη κινητικότητα, δομημένο περιβάλλον, βιομηχανικοί κλάδοι και αειφόρος αύξηση της παραγωγικότητας των χρήσεων γης.

2.3 Τοπικός Ενεργειακός Σχεδιασμός

2.3.1 Ρόλος Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών

Τοπικές Αρχές & Ενεργειακή Πολιτική

Η προσαρμογή στα δεδομένα της κάθε χώρας, καθώς και το γεγονός ότι σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αρμόδιες για τομείς πολιτικής που συνδέονται με τη στρατηγική «Ευρώπη 2020» είναι οι περιφερειακές και οι τοπικές αρχές, οδήγησε στην υιοθέτηση μίας περιφερειακής προσέγγισης για την επίτευξη των στόχων. Οι τοπικές αρχές αποτελούν τον πιο σημαντικό μοχλό άσκησης ενεργειακής πολιτικής, όχι μόνο γιατί έχουν καλύτερη γνώση επί των ιδιαιτεροτήτων της περιοχής τους, αλλά επίσης γιατί μπορούν να την υπηρετήσουν με πολλούς διαφορετικούς τρόπους (Terrados et al., 2007):

- ▲ Οι ίδιες ως καταναλωτές ενέργειας μπορούν να αποτελέσουν παράδειγμα για τους πολίτες της περιοχής τους, προωθώντας ενέργειες για εξοικονόμηση σε τομείς που βρίσκονται υπό την αιγίδα της (δημοτικά κτίρια, δημοτικός φωτισμός, κλπ).
- ▲ Ένας ακόμα ρόλος που μπορούν να διαδραματίσουν οι τοπικές αρχές στην εφαρμογή ενεργειακής πολιτικής είναι αυτός του ρυθμιστή της τοπικής ανάπτυξης. Προσεκτικός σχεδιασμός και στρατηγικές αποφάσεις σχετικά με την τοπική ανάπτυξη, όπως η δημιουργία σχεδίου βιώσιμης ανάπτυξης για τους πολίτες, αποτελούν τη βάση για μετέπειτα μείωση των καταναλώσεων ενέργειας.
- ▲ Οι τοπικές αρχές αποτελούν, επίσης, την καλύτερη επιλογή για την ενημέρωση, την ευαισθητοποίηση και την θέσπιση κινήτρων για τους πολίτες της περιοχής τους. Η οργάνωση και η πραγματοποίηση σεμιναρίων και ενημερωτικών εκστρατειών σχετικά με θέματα αποδοτικότερης χρήσης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι πρωτοβουλίες που οδηγούν σε εξοικονόμηση ενέργειας με σχετικά μικρό κόστος.
- ▲ Τέλος, οι ίδιες οι τοπικές και περιφερειακές αρχές μπορούν να αναλάβουν το ρόλο του τοπικού παραγωγού ενέργειας. Κάποιες σχετικές δράσεις που μπορούν να αναλάβουν είναι:
 - ✦ Δημιουργία σταθμού συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.
 - ✦ Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε στέγες δημοτικών κτιρίων.
 - ✦ Εφαρμογή τηλεθέρμανση.

2.3.2 Έξυπνες Πόλεις & Κοινότητες

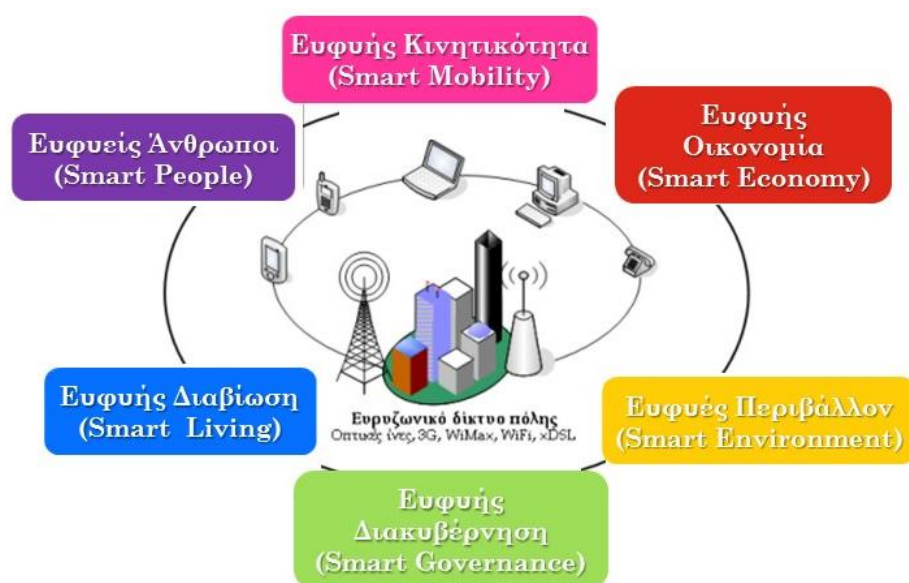
Θεμελιώδεις Αρχές

Οι Έξυπνες Πόλεις και Κοινότητες αποτελούν τμήμα της ευρύτερης Ευρωπαϊκής στρατηγικής «Ευρώπη 2020» για μετάβαση στην κοινωνία και οικονομία της γνώσης. Οι Έξυπνες Πόλεις ξεχωρίζουν για τη χρήση καινοτόμων λύσεων για την παροχή ενέργειας, πιο αποδοτικά και αποτελεσματικά, όσον αφορά το κόστος, το οικολογικό αποτύπωμα

και/ή τον αντίκτυπο στην κοινωνία. Η στροφή προς μια «Έξυπνη Πόλη» θα πρέπει, επίσης, να επιφέρει μεγάλα οφέλη στον πληθυσμό, όσον αφορά την ποιότητα ζωής, τις καλύτερες μεταφορές και τη μείωση της ρύπανσης, η οποία σχετίζεται με ασθένειες.

Μία Έξυπνη Πόλη μπορεί να είναι μία πόλη με καλές επιδόσεις σε αυτά τα έξι χαρακτηριστικά, βασισμένη σε έναν «ευφυή» συνδυασμό δραστηριοτήτων από αποφασιστικούς, ανεξάρτητους και ενημερωμένους πολίτες (Σχήμα 2.10).

- ▲ Η «Ευφυής Οικονομία» περιλαμβάνει παράγοντες γύρω από την οικονομική ανταγωνιστικότητα, όπως καινοτομία, επιχειρηματικότητα, εμπορικά σήματα, παραγωγικότητα και ευελιξία της αγοράς εργασίας, καθώς επίσης και την ενσωμάτωση στην διεθνή αγορά.
- ▲ Οι «Ευφυείς Άνθρωποι» περιγράφονται όχι μόνο από τα προσόντα ή την εκπαίδευση των πολιτών αλλά και από την ποιότητα των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων όσον αφορά την ενσωμάτωση και τη δημόσια ζωή.
- ▲ Η «Ευφυής Διακυβέρνηση» περιλαμβάνει πτυχές της συμμετοχής στην πολιτική, υπηρεσίες για τους πολίτες, καθώς επίσης και λειτουργικότητα της διοίκησης.
- ▲ Η τοπική και διεθνής προσβασιμότητα είναι σημαντικές πτυχές της «Ευφυούς Κινητικότητας», καθώς και η διαθεσιμότητα τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας και τα μοντέρνα και αειφόρα συστήματα μεταφορών.
- ▲ Το «Ευφύες Περιβάλλον» περιγράφεται από ελκυστικές φυσικές συνθήκες (κλίμα, πράσινο, κλπ.), ρύπανση, διαχείριση πόρων, και από τις προσπάθειες για την προστασία του περιβάλλοντος.
- ▲ Τέλος, η «Ευφυής Διαβίωση» περιλαμβάνει διάφορες πτυχές της δημόσιας ζωής, όπως πολιτισμός, υγεία, ασφάλεια, στέγαση, τουρισμός, κλπ.



Σχήμα 2.10. Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Πόλεων και Κοινοτήτων

Εξυπνες Πόλεις και Κοινότητες - Ευρωπαϊκή Σύμπραξη Πρωτοπορίας Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναγνωρίσει τη σημασία των πόλεων και έχει ξεκινήσει, ως μέρος της στρατηγικής της Ένωσης Πρωτοπορίας για «Εξυπνες Πόλεις και Κοινότητες» (αγγλ. Smart Cities and Communities, SCC) την Ευρωπαϊκή Σύμπραξη Πρωτοπορίας (αγγλ. European Innovation Partnership, EIP).

Η καινοτομία «Εξυπνες Πόλεις και Κοινότητες» είναι μία συνεργασία στους τομείς της ενέργειας, της μεταφοράς, της ενημέρωσης και της επικοινωνίας με σκοπό την καταλυτική πρόοδο σε τομείς, όπου η παραγωγή, διανομή και χρήση της ενέργειας, η κινητικότητα και οι μεταφορές και οι τεχνολογίες επικοινωνίας και πληροφορίας (ΤΠΕ) είναι αλληλένδετες και προσφέρουν νέες διεπιστημονικές ευκαιρίες για τη βελτίωση των υπηρεσιών, μειώνοντας την ενεργειακή κατανάλωση και τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και εκπομπές άλλων ρύπων (Σχήμα 2.11). Το επόμενο βήμα είναι να πολλαπλασιαστούν με περιεκτικό και ολοκληρωμένο τρόπο οι προσπάθειες που αφορούν της ενεργειακά αποδοτικές συνιστώσες του Ευρωπαϊκού Στρατηγικού Σχεδίου Ενεργειακών Τεχνολογιών (SET-Plan) το 2013.



Σχήμα 2.11. «Εξυπνες Πόλεις και Κοινότητες»

Οι «Εξυπνες Πόλεις και Κοινότητες» επικεντρώνονται στην καινοτομία βασισμένη στη βιομηχανίες ως κινητήρια δύναμη για την επίτευξη οικονομικής και κοινωνικής αλλαγής στις αστικές περιοχές και προάγει δράσει σε όλο τον κύκλο της καινοτομίας καθώς και σε διαφορετικούς τομείς. Με τον τρόπο αυτό θα υποστηριχθούν υφιστάμενες και μελλοντικές πρωτοβουλίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις αστικές περιοχές στον τομέα του περιβάλλοντος και των κλιματικών πολιτικών.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αναπτύξει ένα κοινό ευρωπαϊκό όραμα για αειφόρο αστική και περιφερειακή ανάπτυξη. Οι Ευρωπαϊκές πόλεις πρέπει αν είναι μέρη της προηγμένης κοινωνικής προόδου και της αναγέννησης του περιβάλλοντος, καθώς και οι πόλοι έλξης της οικονομικής ανάπτυξης, με βάση μία ολιστική ολοκληρωμένη προσέγγιση όπου θα λαμβάνονται υπόψη όλες οι πτυχές της αειφόρου ανάπτυξης. Οι «Εξυπνες Πόλεις και Κοινότητες» πρέπει να συμβάλουν με αποφασιστικό τρόπο στη ευρύτερη ευρωπαϊκή πολιτική ατζέντα.

2.3.3 Ενεργειακά Βιώσιμες Κοινότητες

Ορισμός Σαν αποτέλεσμα της προώθησης της «Local Agenda 21» και της έμφασης στον τομέα της ενέργειας για την επίτευξη κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών στόχων, η ιδέα των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων κερδίζει σταδιακά έδαφος σε πολλές περιοχές του πλανήτη (Selman & Parker, 1997). Οι κοινότητες αυτές επιδιώκουν, μέσα από την ολοκληρωμένη αξιοποίηση των τοπικά διαθέσιμων ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων και την εξοικονόμηση ενέργειας, τη σταδιακή απεξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας για την επίτευξη περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών στόχων (Kennedy et al., 2007). Κύριο χαρακτηριστικό των κοινοτήτων αυτών είναι η ισχυρή συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας (πολιτών και επιχειρήσεων) στη διαδικασία σχεδιασμού και τη χάραξη πολιτικής για την εφαρμογή ανάλογων Σχεδίων Δράσης (Hidson, 2004).

Οφέλη Η προώθηση της ιδέας των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων έχει θετικές επιπτώσεις στις ακόλουθες διαστάσεις της τοπικής πραγματικότητας (Στρατηγέα, 2010).

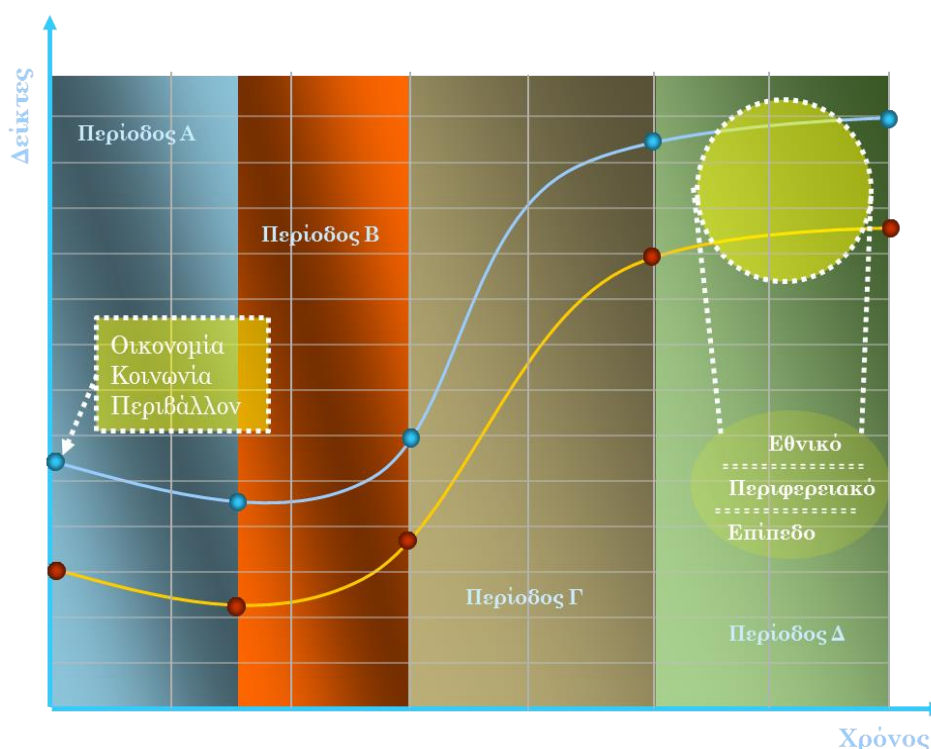
- ▲ *Περιβαλλοντική Διάσταση:* Δυνατότητα μείωσης της ρύπανσης που παράγεται εξ αιτίας της καύσης των ορυκτών καυσίμων. Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τη βοήθεια «καθαρών τεχνολογιών» δίνει τη δυνατότητα παραγωγής θερμότητας, ηλεκτρισμού και καυσίμων για την εξυπηρέτηση των ενεργειακών αναγκών με έναν ασφαλή, αξιόπιστο, «καθαρό» και οικονομικά αποτελεσματικό τρόπο.
- ▲ *Κοινωνική Διάσταση:* Η πρόσβαση σε ενεργειακές υπηρεσίες αποτελεί μία διάσταση σε τοπικό επίπεδο, η οποία επηρεάζει σημαντικά την ποιότητα ζωής, ενώ συμβάλει στη δημιουργία θέσεων απασχόλησης, ενισχύοντας έτσι το εισόδημα και την κοινωνική συνοχή σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ *Οικονομική Διάσταση:* Αναφέρεται στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων που στηρίζονται στην αξιοποίηση υπαρχόντων πόρων (περιβαλλοντική ενέργεια διαθέσιμη σε τοπικό επίπεδο), τη δημιουργία αγοράς για ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας, την ανταγωνιστικότερη προσφορά ενέργειας με θετικές επιπτώσεις στις υπόλοιπες οικονομικές δραστηριότητες και τα νοικοκυριά, τη διασφάλιση της ενεργειακής επάρκειας και την απεξάρτηση από άλλες, μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- ▲ *Τεχνολογική Διάσταση:* Αξιοποίηση υπαρχόντων τεχνολογιών και ανάπτυξη καινοτομιών σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας, που είναι ζωτικής σημασίας για τη στήριξη της ενεργειακής πολιτικής σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ *Αναπτυξιακή διάσταση:* Πρόσβαση των δραστηριοτήτων και των νοικοκυριών σε ένα διευρυμένο μίγμα ενεργειακών υπηρεσιών σε τοπικό επίπεδο, που μειώνουν τον κίνδυνο εξάρτησής τους από εξωτερικές ενεργειακές πηγές.

2.3.4 Προσέγγιση Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού

*Βιώσιμος
Ενεργειακός
Σχεδιασμός σε
Τοπικό -
Περιφερειακό
Επίπεδο*

Στο Σχήμα 2.12 διακρίνονται τα τέσσερα μεταβατικά στάδια για βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο με στόχο τη μετάβαση σε ενεργειακά βιώσιμες κοινότητες (Polatidis et al, 2003):

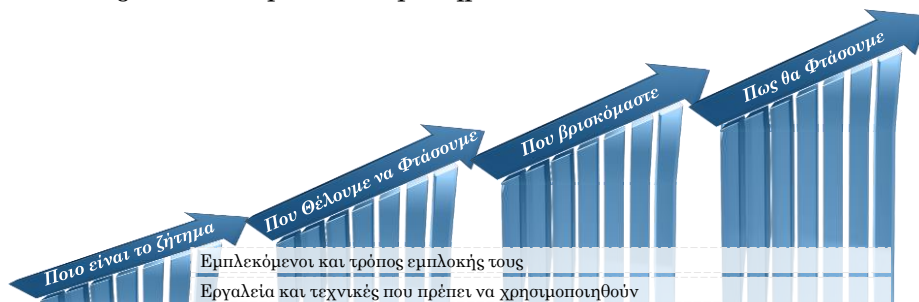
- ▲ *Περίοδος Α:* Το στάδιο πριν την ανάπτυξη, όπου δεν φαίνεται να υπάρχει αξιόλογη μεταβολή της υπάρχουσας κατάστασης. Στο στάδιο αυτό κυριαρχούν τα στερεά καύσιμα και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πρέπει να ανταγωνιστούν με αυτά κάτω από συνθήκες ελεύθερης αγοράς.
- ▲ *Περίοδος Β:* Το στάδιο της απογείωσης, όπου ξεκινά η διαδικασία μεταβολής.
- ▲ *Περίοδος Γ:* Το στάδιο της επιτάχυνσης, όπου η μεταβολή είναι πλέον εμφανής. Στο σημείο αυτό διαφορετικές επενδυτικές πρακτικές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ανταγωνίζονται μεταξύ τους.
- ▲ *Περίοδος Δ:* Το στάδιο της σταθεροποίησης, όπου δημιουργείται μια νέα δυναμική ισορροπία, όπου κυριαρχούν τα κοινωνικά και θεσμικά ζητήματα.



Σχήμα 2.12. Προσέγγιση Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού (Polatidis et al, 2003)

Στο πλαίσιο αυτό, θα μπορούσε να θεωρηθεί πως διαφορετικά κριτήρια, βάρη και εναλλακτικές δράσεις εμφανίζονται στο προσκήνιο ανάλογα με το συγκεκριμένο σημείο στην καμπύλη μετάβασης (Polatidis et al, 2003).

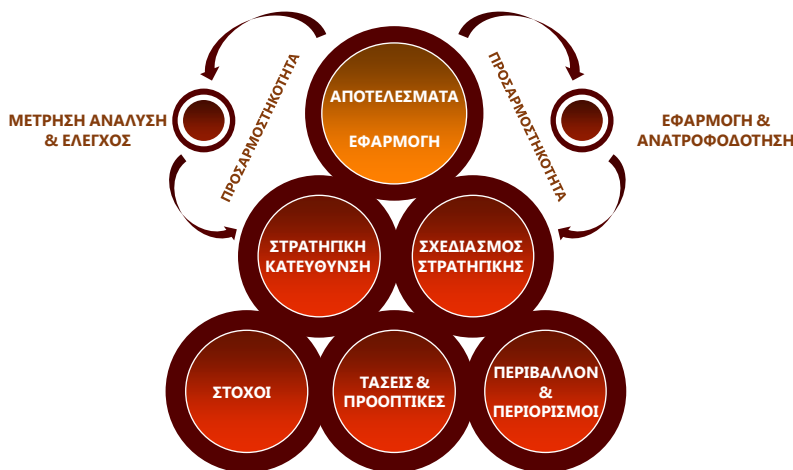
Διαμόρφωση Στρατηγικής Η στρατηγική διαμορφώνεται πάντοτε σύμφωνα με συγκεκριμένες απαντήσεις σε δεδομένα ερωτήματα (Σχήμα 2.13). Με τον τρόπο αυτό τα συχνά πολύπλοκα και διαφορούμενα ζητήματα που καθορίζουν τη στρατηγική, αναλύονται σε λίγα, θεμελιώδη και αρκετά απλά ερωτήματα, χωρίς αυτό να μειώνει ούτε στο ελάχιστο το βαθμό δυσκολίας να απαντηθούν τα ερωτήματα αυτά.



Σχήμα 2.13. Γενικά Θεμελιώδη Ζητήματα Διαμόρφωσης Στρατηγικής

Τα χαρακτηριστικά, τα οποία οφείλουν να διέπουν την ενεργειακή στρατηγική σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο είναι (Σχήμα 2.14):

- ▲ Σαφήνεια στόχων, σχετικών προτεραιοτήτων και κόστους ευκαιρίας.
- ▲ Κατανόηση των αιτιών, των τάσεων, των ευκαιριών, των απειλών και των πιθανών προοπτικών.
- ▲ Ρεαλιστική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των διάφορων μέσων άσκησης πολιτικής και της ικανότητας των θεσμών (στρατηγικές που ισχύουν θεωρητικά, αλλά δεν μπορούν να εφαρμοστούν είναι μικρής χρησιμότητας).
- ▲ Δημιουργικότητα στην αξιοποίηση νέων ευκαιριών και δυνατοτήτων.
- ▲ Αποτελεσματικότητα μηχανισμών εφαρμογής, που χαρακτηρίζονται από προσαρμοστικότητα και αξιοποίηση της προηγούμενης εμπειρίας με γρήγορη ανατροφοδότηση και ροή πληροφοριών για να ανταποκρίνονται στις εξελίξεις.
- ▲ Αποτελεσματική επικοινωνία προς όλους όσους κατέχουν μερίδιο στην εφαρμογή και την χρηματοδότηση της εφαρμογής της στρατηγικής.



Σχήμα 2.14. Γενική Αντίληψη Διαμόρφωσης Στρατηγικής

**Προώθηση
Τοπικού
Ενεργειακού
Σχεδιασμού**

Από την υπάρχουσα εμπειρία σε Ευρωπαϊκή κλίμακα καταγράφονται μία σειρά από παράγοντες, οι οποίοι είναι σημαντικοί για την προώθηση του τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού. Αυτοί είναι οι ακόλουθοι (Hidson, 2004):

- ▲ Καθορισμός ρεαλιστικών ενεργειακών προγραμμάτων με ξεκάθαρους στόχους και χρονοδιάγραμμα επίτευξης αυτών, ως προϊόν του κατάλληλου σχεδιασμού.
- ▲ Επιτυχημένη καθοδήγηση του όλου εγχειρήματος από έμπειρη και καταρτισμένη ομάδα, με ξεκάθαρες αρμοδιότητες.
- ▲ Δημιουργία ευρέων συνεργασιών με άλλους φορείς, την κεντρική εξουσία, ερευνητικά κέντρα, τοπικούς παράγοντες, ομάδες πολιτών κ.λπ.
- ▲ Προώθηση συμμετοχικών προσεγγίσεων που αποσκοπούν στην επικοινωνία και πληροφόρηση της τοπικής κοινωνίας και την απόκτηση πληροφορίας από αυτή.
- ▲ Αναζήτηση πόρων για την υλοποίηση του σχεδίου μέσα από περιφερειακά, εθνικά και Ευρωπαϊκά προγράμματα, σχετικά με τους στόχους του έργου.
- ▲ Παρακολούθηση, αξιολόγηση και διάχυση των αποτελεσμάτων, προβάλλοντας τη θετική συμβολή στα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά δεδομένα της περιοχής από την επιδίωξη του στόχου των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.
- ▲ Προβολή των επιμέρους επιτυχημένων αποτελεσμάτων για την απόκτηση της εμπιστοσύνης των πολιτών και την ένταξη των προσπαθειών, στη βάση των αποτελεσμάτων αυτών.

Τέτοιου είδους προσπάθειες κερδίζουν ολοένα και περισσότερο έδαφος διεθνώς, αλλά και στη χώρα μας, με σημαντικές πρωτοβουλίες σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο.

2.3.5 Σύμφωνο των Δημάρχων

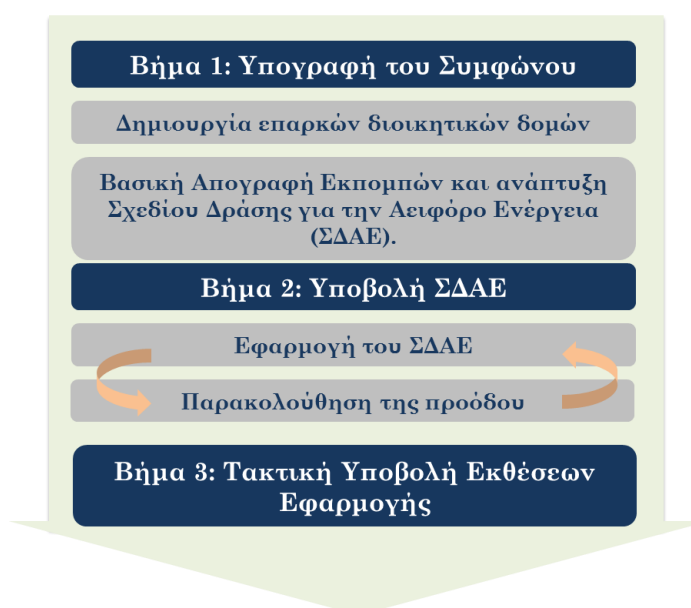
Όραμα Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι δήμοι από την Ευρώπη αναδεικνύουν την πολιτική τους βούληση και δέσμευση προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού μέσα από τη συμμετοχή τους στην ευρωπαϊκή πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων. Το Σύμφωνο των Δημάρχων αποτελεί μια εθελοντική δέσμευση των τοπικών αρχών για μείωση των εκπομπών CO₂ τουλάχιστον κατά 20% μέχρι το 2020, μέσω της ενσωμάτωσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας, στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής πολιτικής και του στόχου 20-20-20 (20% διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, 20% εξοικονόμηση ενέργειας και 20% μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2020).

Η συμμετοχή στο Σύμφωνο είναι εθελοντική και σε περίπτωση μη τήρησης των παραπάνω δεσμεύσεων είναι δυνατή η διαγραφή του δήμου από το Σύμφωνο, χωρίς περαιτέρω νομικές, οικονομικές ή πάσης φύσεως κυρώσεις για το Δήμο.

Δεσμεύσεις Οι υπογράφωντες του Συμφώνου, για να επιτύχουν το στόχο τους, δεσμεύονται για τα ακόλουθα:

- ▲ Να ετοιμάσουν μια Βασική Απογραφή Εκπομπών εντός ενός έτους από την υπογραφή του Συμφώνου.
- ▲ Να υποβάλουν Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, εγκεκριμένο από το Δημοτικό Συμβούλιο μέσα σε ένα έτος από την υπογραφή του Συμφώνου.
- ▲ Να δημοσιεύουν ανά τακτά χρονικά διαστήματα - ανά διετία μετά την υποβολή του Σχεδίου Δράσης τους - εκθέσεις αξιολόγησης αναφέροντας το βαθμό υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης και των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων

Βήματα Τα επιμέρους βήματα για τη συμμετοχή στο Σύμφωνο των Δημάρχων παρουσιάζονται στο ακόλουθο Σχήμα 2.15.



Σχήμα 2.15. Βήματα προς Βήμα η Συμμετοχή στο Σύμφωνο

Οφέλη Ορισμένα από τα κυριότερα οφέλη για ένα δήμο στο πλαίσιο της συμμετοχής του στο Σύμφωνο των Δημάρχων είναι τα ακόλουθα:

- ▲ Ανάδειξη του δήμου σε πρότυπο βιώσιμης ανάπτυξης τόσο σε περιφερειακό όσο και σε εθνικό επίπεδο.
- ▲ Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας σε τοπικό επίπεδο και εν γένει συμβολή στην τοπική ανάπτυξη.
- ▲ Συνεργασία και ανταλλαγή εμπειριών και τεχνογνωσίας με δήμους από όλη την Ευρώπη.
- ▲ Δυνατότητα επίτευξης σημαντικών εξοικονομήσεων ενέργειας και χρηματικών πόρων σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ Δυνατότητα συμμετοχής στους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την ανάπτυξη έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας. Πράγματι, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συμβάλλει οικονομικά με τη δημιουργία χρηματοδοτικών μηχανισμών προκειμένου να βοηθήσει τους φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης να ανταποκριθούν στους στόχους τους.

Εμπλεκόμενοι Φορείς Ο παρακάτω πίνακας απεικονίζει τους πιθανούς ρόλους τους οποίους μπορούν να διαδραματίσουν οι δήμοι και οι ενδιαφερόμενοι φορείς στη διαδικασία εκπόνησης και υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης (Πίνακας 2.3).

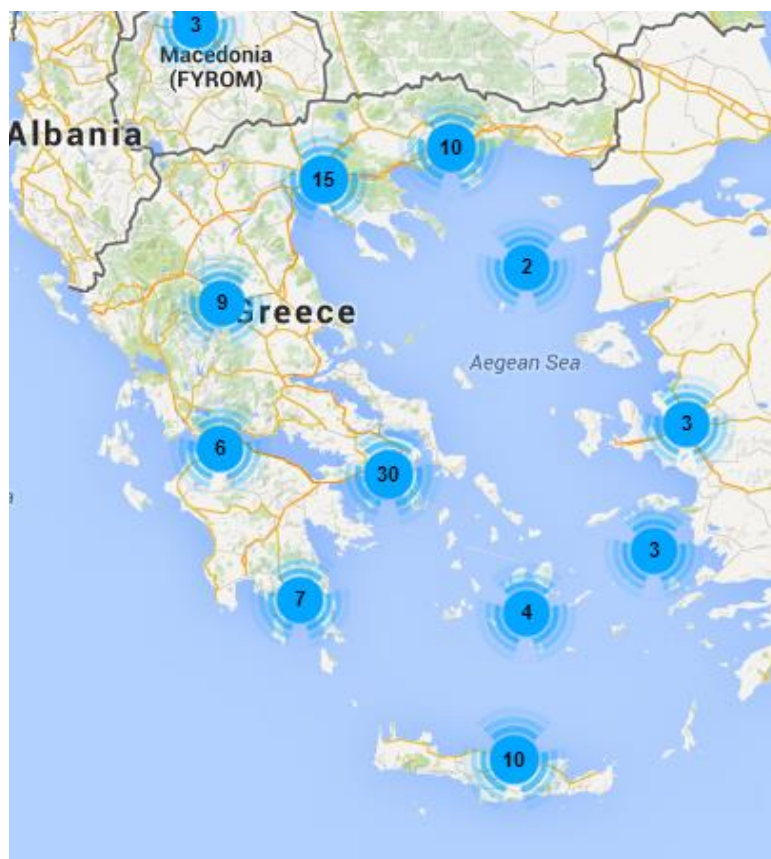
Πίνακας 2.3. Ρόλος Εμπλεκομένων Φορέων

Στάδιο	Δημοτικό συμβούλιο	Τοπική διοίκηση	Ενδιαφερόμενοι φορείς
Δέσμευση και Υπογραφή	Αρχική δέσμευση, υπογραφή Συμφώνου & παροχή απαιτούμενης ώθησης σε τοπική διοίκηση	Ενθάρρυνση πολιτικών αρχών για ανάληψη δράσης & ενημέρωση	Άσκηση πίεσης στις πολιτικές αρχές για την ανάληψη δράσης
Δομές	Κατανομή επαρκών πόρων & διασφάλιση της ύπαρξης κατάλληλων διοικητικών δομών		
Στήριξη φορείς	Ανάδειξη της οπουδιαιότητας συμμετοχής & της στήριξης των ενδιαφερομένων φορέων	Εντοπισμός κύριων φορέων & καθορισμός καναλιών επικοινωνίας/συμμετοχής	Διατύπωση απόψεων, επεξήγηση του ενδεχόμενου ρόλου τους στο Σχέδιο Δράσης
Που βρισκόμαστε?	Διασφάλιση ύπαρξης απαραίτητων πόρων για το στάδιο σχεδιασμού	Αρχική αξιολόγηση, συλλογή δεδομένων και επεξεργασία της βασικής απογραφής	Παροχή χρήσιμων πληροφοριών και δεδομένων, ανταλλαγή γνώσεων
Που θέλουμε να πάμε?	Στήριξη στη διαμόρφωση του οράματος, διασφάλιση ύπαρξης φιλόδοξων στόχων	Θέσπιση οράματος και στόχων, διασφάλιση ύπαρξης κοινού οράματος	Συμμετοχή στη διαμόρφωση του οράματος, διατύπωση των απόψεών τους
Πως θα πραγματοποιηθεί?	Στήριξη επεξεργασίας σχεδίου, καθορισμός προτεραιοτήτων	Καθορισμός πολιτικών και μέτρων, θέσπιση προ/σμού & χρονοδιαγράμματος	Συμμετοχή στην επεξεργασία του Σχεδίου, παροχή πληροφοριών
Υποβολή	Έγκριση σχεδίου και απαιτούμενων κονδυλίων	Υποβολή Σχεδίου Δράσης	Άσκηση πίεσης για έγκριση του Σχεδίου
Εφαρμογή	Παροχή μακροπρόθεσμης πολιτικής στήριξης, εκδήλωση ενδιαφέροντος για την εφαρμογή του Σχεδίου & δικτύωση με άλλους υπογράφοντες,	Συντονισμός του Σχεδίου, παρακίνηση για ανάληψη δράσης & σωστή ενημέρωση των ενδιαφερομένων φορέων	Εφαρμογή από κάθε ενδιαφερόμενο φορέα των μέτρων που εμπίπτουν στην αρμοδιότητά του
Παρακολούθηση	Υποβολή αιτήματος για τακτική ενημέρωση σε σχέση με την πρόοδο του Σχεδίου	Τακτική παρακολούθηση του Σχεδίου & αξιολόγηση των στόχων	Παροχή απαιτούμενων πληροφοριών & δεδομένων
Έκθεση αναφοράς	Έγκριση της έκθεσης	Υποβολή αναφοράς ανά τακτά χρονικά διαστήματα, ενημέρωση του Σχεδίου	Σχολιασμός έκθεσης & συμμετοχή στην ενημέρωση του Σχεδίου

Συμμετοχή Από την έναρξη της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας (Ιανουάριος 2008) μέχρι σήμερα, οι Υπογράφοντες του Συμφώνου ξεπερνούν τις 5.800, καλύπτοντας πάνω από 200 εκ. κατοίκους. (Σχήμα 2.16).



Σχήμα 2.16. Υπογράφοντες του Συμφώνου των Δημάρχων στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο Κόσμο



Σχήμα 2.17. Υπογράφοντες του Συμφώνου των Δημάρχων στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα οι Υπογράφοντες είναι στο σύνολο τους 103, ενώ έχουν κατατεθεί 76 Σχέδια Δράσης (Σχήμα 2.17). Οι πιο πολλές συμμετοχές στο Σύμφωνο υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής. Έντονη κινητικότητα παρατηρείται και στην περιφέρεια της Θεσσαλίας, στα νησιά των Κυκλάδων αλλά και στο νομό Θεσσαλονίκης.

Οι περισσότεροι δήμοι που έχουν υπογράψει το Σύμφωνο είναι μικροί σε μέγεθος. Σύμφωνα με έκθεση Joint Research Centre (JRC) οι περισσότεροι υπογράφοντες (4.453) αποτελούν κοινότητες με λιγότερους από 50.000 κατοίκους (Cerutti et al., 2013). Ωστόσο, το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού στο Σύμφωνο καλύπτεται από μεγάλες πόλεις και αστικά κέντρα (32,13% του πληθυσμού των Δημάρχων από πόλεις με πληθυσμό 100.000-500.000, και 27,26% σε πόλεις με περισσότερους από 1.000.000 κατοίκους).

Πίνακας 2.4. Κατανομή Πληθυσμού στο Σύμφωνο των Δημάρχων (Cerutti et al., 2013)

Πληθυσμός	Υπογράφοντες Συμφώνου	Ποσοστό επί του Συνόλου	Συνολικό Πληθυσμός	Ποσοστό επί του Συνόλου
< 50,000	4 453	88.18%	30,859,830	16.45%
50,001-100,000	252	4.99%	17,631,099	9.40%
100,001-500,000	277	5.49%	60,256,208	32.13%
500,001-1,000,000	44	0.87%	28,252,913	15.06%
> 1,000,001	24	0.50%	51,121,639	27.26%

Υφιστάμενες Δομές Συμφώνου

Τα τελευταία χρόνια, έχει δημιουργηθεί ένα ειδικό καθεστώς στο πλαίσιο του Συμφώνου για την Τοπική Αυτοδιοίκηση, καθώς και δίκτυα, τα οποία είναι σε θέση να βοηθήσουν τους υπογράφοντες να εκπληρώσουν τους φιλόδοξους στόχους τους. Πιο συγκεκριμένα, έχουν αναπτυχθεί οι ακόλουθες υποστηρικτικές δομές από το Σύμφωνο των Δημάρχων:

- ▲ Οι «Συντονιστές του Συμφώνου» αποτελούν δημόσιες διοικήσεις που παρέχουν στρατηγική καθοδήγηση, οικονομική και τεχνική υποστήριξη στους δήμους που εντάσσονται στο Σύμφωνο των Δημάρχων, αλλά δεν διαθέτουν τις απαραίτητες δεξιότητες και/ή πόρους για την εκπλήρωση των απαιτήσεών τους.
- ▲ Οι «Υποστηρικτές του Συμφώνου» είναι ευρωπαϊκά, εθνικά και περιφερειακά δίκτυα και ενώσεις τοπικών αρχών που αξιοποιούν τις δραστηριότητες άσκησης πίεσης, επικοινωνίας και δικτύωσής τους για να προωθήσουν την πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων και να υποστηρίξουν τις δεσμεύσεις των υπογραφόντων τους.
- ▲ Οι «Συνδεδεμένοι Εταίροι» διαθέτουν πόρους από τους οποίους

μπορούν να επωφεληθούν οι υπογράφωντες κατά την υλοποίηση των στόχων του Συμφώνου. Συγκεκριμένα, οι πόροι αυτοί συνίστανται στην αξιοποίηση της εμπειρογνομosύνης, στην ανάπτυξη τεχνικών ή μεθοδολογικών εργαλείων για τους υπογράφωντες το Σύμφωνο καθώς και στη διεξαγωγή ερευνών για διάφορες πτυχές του Συμφώνου.

*Γενική
Φιλοσοφία
Σχεδίου
Δράσης για
την Αειφόρο
Ενέργεια*

Η ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια θα πρέπει να βασίζεται στη βαθιά γνώση της τοπικής κατάστασης σε ότι αφορά την ενέργεια και τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Συνακόλουθα, θα πρέπει να διεξαχθεί μια αξιολόγηση του ισχύοντος πλαισίου (Σχήμα 2.18).



Σχήμα 2.18. Γενική Φιλοσοφία Σχεδίου Δράσης

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη δημιουργία της Απογραφής Εκπομπών Αναφοράς CO₂, έτσι ώστε η δημοτική αρχή να έχει μια σαφή εικόνα της παρούσας κατάστασης στο δήμο.

Το Σχέδιο Δράσης θα πρέπει, επίσης, να περιλαμβάνει το μακροπρόθεσμο όραμα του δήμου με σαφείς στόχους και εφαρμογή μέτρων και δράσεων που καλύπτουν τους βασικούς τομείς δραστηριότητας. Τα επιλεγμένα μέτρα και δράσεις του Σχεδίου αφορούν, όχι μόνο κτίρια και εγκαταστάσεις που τελούν υπό τη διαχείριση του δήμου, αλλά και τους βασικούς τομείς δραστηριότητας στην περιοχή, όπως οικιακό τομέας, τριτογενής τομέας, δημόσια και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς, κλπ (Marinakis et al., 2013a; 2013b).

Το Σχέδιο Δράσης μπορεί επίσης να περιλαμβάνει δράσεις που συνδέονται με την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ανάπτυξη φωτοβολταϊκών, αιολική ενέργεια, κλπ), καθώς και την τοπική παραγωγή θέρμανσης/ψύξης. Αντίθετα, ο βιομηχανικός τομέας δεν αποτελεί βασικό στόχο του Συμφώνου, επομένως εξαρτάται από τον εκάστοτε δήμο εάν θα συμπεριλάβει ή όχι δράσεις σε αυτό τον τομέα.

Συνεπώς, η εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η αρχιτεκτονική με βιοκλιματικά χαρακτηριστικά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η βιώσιμη κινητικότητα, η επαναχρησιμοποίηση της γης, και άλλες οριζόντιες δράσεις (π.χ.

δημιουργία μονάδων επεξεργασίας βιο-αποβλήτων), μπορούν να δημιουργήσουν μια νέα εικόνα και λειτουργία του δήμου και να αναβαθμίσουν την ποιότητα της ζωής των πολιτών.

Στο Σχήμα 2.19 απεικονίζεται ο βαθμός συμμετοχής του δήμου και των πολιτών, καθώς και η βαρύτητα κάθε τομέα.



Σχήμα 2.19. Συμμετοχή Δήμου και Πολιτών

Οι υπογράφοντες δεσμεύονται να υποβάλλουν μια «Έκθεση Αξιολόγησης» κάθε δεύτερο έτος από την υποβολή του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια με σκοπό την αξιολόγηση, την παρακολούθηση και τον έλεγχό του. Το Σχέδιο Δράσης δεν θα πρέπει να θεωρείται ως ένα παγωμένο και άκαμπτο έγγραφο, δεδομένου ότι οι συνθήκες αλλάζουν και, καθώς οι δράσεις σε εξέλιξη παρέχουν αποτελέσματα και εμπειρίες, η αναθεώρηση του Σχεδίου σε τακτική βάση μπορεί να φανεί χρήσιμη και αναγκαία (CoM, 2015).

Παρά τον μεγάλο αριθμό των υπογραφόντων, η έλλειψη σωστής πληροφόρησης και επικοινωνίας σχετικά με την πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων και τις υποχρεώσεις που απορρέουν από την υπογραφή του φαίνεται να εμποδίζουν την πλήρη υλοποίηση των δυνατοτήτων της πρωτοβουλίας (Christoforidis et al., 2013; 2011).

2.4 Ανάγκη Υποστήριξης Τοπικών & Περιφερειακών Αρχών

2.4.1 Προσδιορισμός Περιοχών - Στόχων

Στατιστικά Στοιχεία Οι κοινότητες έξω από τις μεγάλες πόλεις και τα αστικά κέντρα (αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές) καλύπτουν περίπου το 90% της συνολικής έκτασης της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ πάνω από 50% των πολιτών κατοικούν σε αυτές τις περιοχές (ΕΕ, 2012). Βάσει πληθυσμιακών κριτηρίων, στις τοπικές κοινότητες διαμένει το 32% της ανατολικής, το 17% της βόρειας, το 34% της νότιας και το 17% της δυτικής Ευρώπης (UN, 2011).

Στον Πίνακα 2.5 που ακολουθεί παρουσιάζεται μια πιο αναλυτική κατανομή της έκτασης και του πληθυσμού στα Κράτη Μέλη της ΕΕ-27, σύμφωνα με την τυπολογία της ΕΕ για τις αγροτικές - αστικές περιοχές (ΕΥ, 2012):

- ▲ *Αστικές Περιοχές*: Ο αγροτικός πληθυσμός είναι μικρότερος από 20% του συνολικού πληθυσμού.
- ▲ *Ενδιάμεσες Περιοχές*: Ο αγροτικός πληθυσμός είναι μεταξύ 20% και 50% του συνολικού πληθυσμού.
- ▲ *Αγροτικές Περιοχές*: Ο αγροτικός πληθυσμός είναι μεγαλύτερος από 20% του συνολικού πληθυσμού.

Πίνακας 2.5. Γεωγραφική Έκταση και Πληθυσμός στις Αγροτικές Περιοχές

	% Έδαφος			% Πληθυσμός		
	Αγροτικές Περιοχές	Ενδιάμεσες Περιοχές	Αστικές Περιοχές	Αγροτικές Περιοχές	Ενδιάμεσες Περιοχές	Αστικές Περιοχές
Αυστρία	72,2	18,9	8,9	39,2	26,5	34,3
Βέλγιο	33,8	31,8	34,4	8,6	23,8	67,5
Γαλλία	64,6	27,3	8,1	28,7	35,7	35,6
Γερμανία	39,8	48,4	11,8	17,4	40,0	42,6
Δανία	71,8	27,0	1,2	42,8	36,0	21,3
Ελλάδα	82,2	12,1	5,7	42,9	10,5	46,6
Εσθονία	79,6	20,4	-	48,2	51,8	-
Ην. Βασίλειο	27,4	47,0	25,6	2,9	25,9	71,2
Ιρλανδία	98,7	-	1,3	72,7	-	27,3

Ισπανία	46,1	39,5	14,4	13,2	38,3	48,5
Ιταλία	45,5	42,3	12,3	20,5	44,0	35,5
Κύπρος	-	100	-	-	100	-
Λετονία	62,8	21,1	16,1	38,2	13,4	48,4
Λιθουανία	65,0	19,9	15,0	43,5	31,3	25,3
Λουξεμβούργο	-	100	-	-	100	-
Μάλτα	-	-	100	-	-	100
Ολλανδία	2,2	51,5	46,3	0,7	28,2	71,2
Ουγγαρία	66,3	33,1	0,6	47,3	35,7	17,0
Πολωνία	55,6	34,5	9,9	37,9	33,8	28,3
Πορτογαλία	84,0	8,7	7,3	36,2	15,2	48,6
Ρουμανία	59,3	39,9	0,8	45,8	43,8	10,4
Σλοβακία	59,0	36,8	4,2	50,4	38,3	11,4
Σλοβενία	61,0	39,0		43,2	56,8	
Σουηδία	52,6	45,8	1,6	22,5	56,1	21,3
Τσεχία	48,3	37,1	14,6	33,2	43,4	23,4
Φιλανδία	83,2	14,8	2,0	42,9	30,7	26,4
<i>EU-27</i>	<i>56,7</i>	<i>34,2</i>	<i>9,1</i>	<i>23,6</i>	<i>35,5</i>	<i>41,0</i>

Από τον παραπάνω Πίνακα παρατηρείται ότι χώρες όπως η Φιλανδία, Ιρλανδία, Πορτογαλία, Ελλάδα, Αυστρία και Εσθονία εμφανίζουν την μεγαλύτερη κάλυψη από γεωργικές περιοχές, ενώ αντίθετα Ολλανδία, Βέλγιο και Ηνωμένο Βασίλειο περιλαμβάνουν περισσότερες αστικές περιοχές.

2.4.2 Βασικά Μεγέθη Τοπικής - Περιφερειακής Ανάπτυξης

Ενέργεια & Εκπομπές CO₂

Η ενεργειακή προστιότητα και διαθεσιμότητα είναι ένα ζήτημα πολύ μεγάλης σημασίας, ειδικά για τις αγροτικές περιοχές όπου το φαινόμενο της «ενεργειακής φτώχειας» είναι πολύ έντονο (Kavgusuz, 2010). Λόγω του μειωμένου εισοδήματος των κατοίκων των περιοχών αυτών, καθώς και των μεγαλύτερων ενεργειακών αναγκών τους (παλαιότητα κτιρίων, κλπ), το κόστος της ενέργειας για τις καθημερινές δραστηριότητές τους είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με την οικονομική τους κατάσταση.

Η γεωγραφική θέση πολλών αγροτικών κοινοτήτων, καθώς και οι μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους, καθιστούν δύσκολη τη σύνδεσή τους στα μεγάλα ενεργειακά δίκτυα, καθιστώντας τες ευάλωτες σε καταστάσεις έλλειψης προσφοράς ενέργειας (Free Choice, 2012).

Παρόλη την επικρατούσα αντίληψη ότι τα αστικά κέντρα έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, μελέτες και αναλύσεις έχουν αποδείξει ότι οι κατά κεφαλήν εκπομπές των αγροτικών περιοχών είναι μεγαλύτερες από αυτές των αστικών (Dodman, 2009). Το γεγονός αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, όπως το μίγμα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται, η χαμηλή ενεργειακή απόδοση, καθώς και στις ενεργοβόρες γεωργικές δραστηριότητες. Υπάρχει μεγάλη ενεργειακή εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα και κυρίως από το αργό πετρέλαιο, σε ποσοστά που φτάνουν και το 80%, με αποτέλεσμα οι αγροτικές κοινότητες να πλήττονται σε μεγάλο βαθμό από τις συνεχείς ανατιμήσεις του (Groenenberg et al., 2011).

Επιπλέον, οι αγροτικές περιοχές πλήττονται περισσότερο από τις επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου (πλημμύρες, βροχές, ξηρασίες, καύσωνες, χαλάζι κλπ.), καταστρέφοντας την κύρια οικονομική δραστηριότητα των κατοίκων. Ταυτόχρονα, ενώ σε γενικό επίπεδο η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι εντονότερη στα αστικά κέντρα, υπάρχουν πολλές αγροτικές περιοχές στην Ευρώπη που αντιμετωπίζουν μεγάλα προβλήματα στην ποιότητα του αέρα (ΕΕ, 2012). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Δήμος Αμυνταίου, όπου η περιβαλλοντική υποβάθμιση της περιοχής λόγω της χρήσης των κοιτασμάτων λιγνίτη για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα.

**κατά
κεφαλή
Ακαθάριστο
Εγχώριο Προϊόν
(ΑΕγχΠ)**

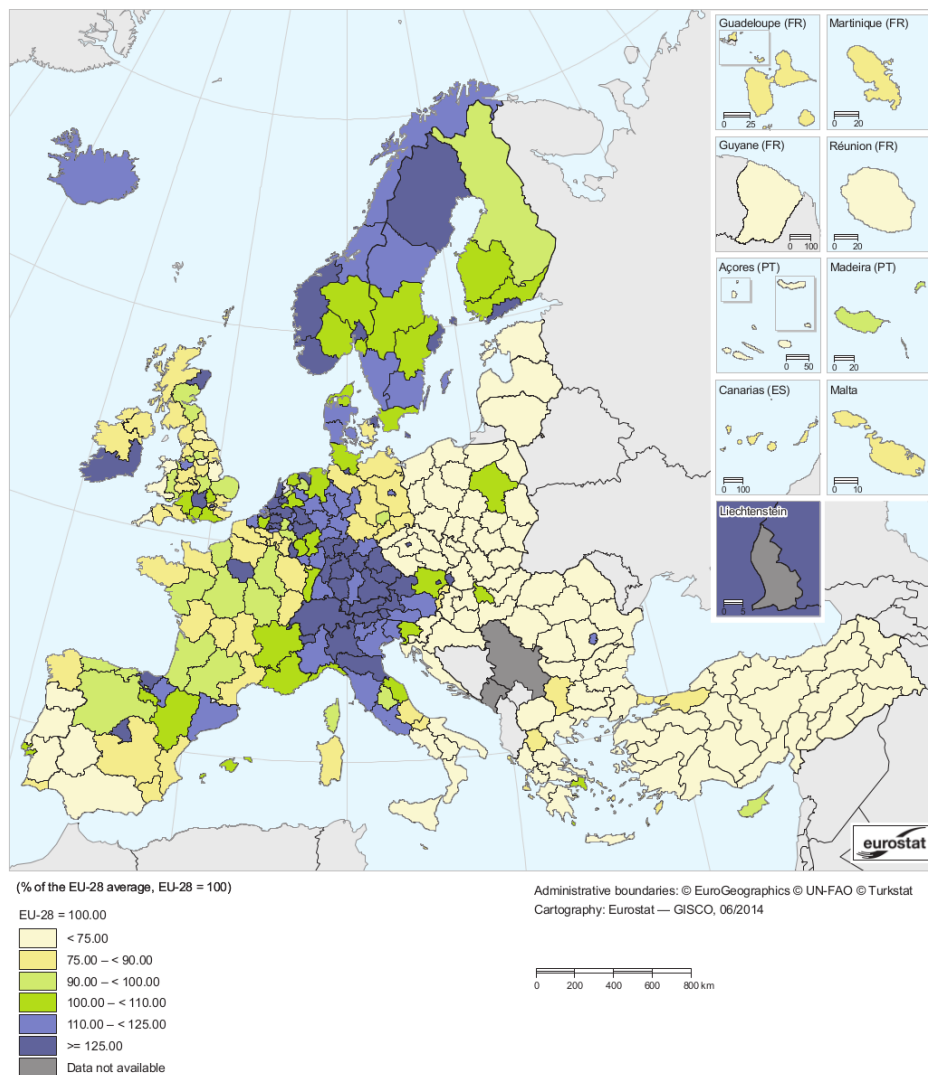
Το 81% των αγροτικών αυτών περιοχών παρήγαγε το 2009 κατά κεφαλήν ακαθάριστο προϊόν κάτω του μέσου όρου του συνόλου της Ευρωπαϊκής Ένωσης την ίδια περίοδο (Eurostat, 2012).

Στον χάρτη του Σχήματος 2.20 παρουσιάζεται το κατά κεφαλή Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕγχΠ) για κάθε περιφέρεια επιπέδου NUTS 2¹ ως ποσοστό επί του μέσου όρου της ΕΕ-27, που το 2010 σε απόλυτους όρους ανήλθε σε 24 500 ΜΑΔ², από τις 23 500 ΜΑΔ το 2009, αλλά εξακολουθεί να είναι κατά τι χαμηλότερο από το επίπεδο των 25 000 ΜΑΔ στο οποίο βρισκόταν πριν από τη χρηματοπιστωτική κρίση (Eurostat, 2014).

Στις περισσότερες περιπτώσεις, η (εμπειρική ή θεωρητική) έρευνα δείχνει ότι ενώ οι διαφορές στο κ.κ. ΑΕΠ ανάμεσα στα κράτη-μέλη τείνουν να μειώνονται, τέτοια σύγκλιση δε συμβαίνει σε ότι αφορά το εσωτερικό των κρατών. Οι περιφερειακές ανισότητες στο εσωτερικό των κρατών-μελών παραμένουν οι ίδιες ή ακόμα και αυξάνονται (όπως διαπιστώνεται ειδικά στη δεκαετία 1990), ενώ οι πλουσιότερες περιφέρειες (οι οποίες μπορούν καλύτερα να αξιοποιήσουν τις χρηματοδοτικές ευκαιρίες και αναπτυξιακά κίνητρα), των χωρών με αναπτυξιακή υστέρηση έχουν καλύτερες επιδόσεις, βελτιώνοντας την εικόνα της συνοχής στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

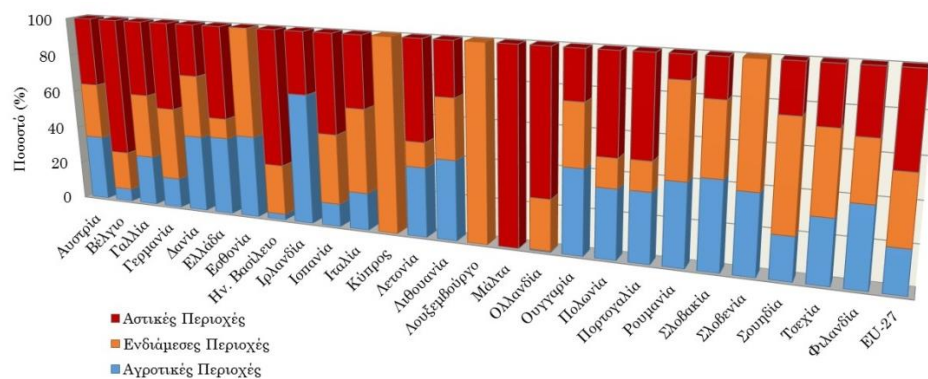
¹ Η ονοματολογία των εδαφικών στατιστικών μονάδων, NUTS είναι μια γεωγραφική ονοματολογία που υποδιαιρεί την επικράτεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε περιφέρειες με βάση τρία διαφορετικά επίπεδα (NUTS 1, 2 και 3, ξεκινώντας από τις μεγαλύτερες προς τις μικρότερες εδαφικές μονάδες, αντίστοιχα). Πάνω από το επίπεδο NUTS 1 είναι το 'εθνικό' επίπεδο, δηλαδή το κράτος μέλος.

² Μονάδα Αγοραστικής Δύναμης (ΜΑΔ)



Σχήμα 2.20. ΑΕYXII ανά Περιφέρεια για το Έτος 2010 (Eurostat, 2014)

Απασχόληση Το ποσοστό απασχόλησης στις αγροτικές περιοχές το 2010 βρισκονταν στο 62,5%, πολύ μακριά από το στόχο του 75% που έχει τεθεί για το 2020 από τη στρατηγική «Ευρώπη 2020» (Σχήμα 2.21).



Σχήμα 2.21. Κατανομή Απασχόληση (ΕΕ, 2012)

Ελλάδα Όσον αφορά την Ελλάδα, εξακολουθούν να καταγράφονται ανισότητες και διαφορετικοί ρυθμοί εξέλιξης των οικονομικών και κοινωνικών μεγεθών των Περιφερειών (Πίνακας 2.6).

Πίνακας 2.6. Κατά κεφαλήν ΑΕΠ ανά Περιφέρεια σε τρέχουσες τιμές για τα έτη 2007-2011

Περιφ/ειες	Έτος				
	2007	2008	2009	2010	2011
Σύνολο Ελλάδος	19.991	20.846	20.656	19.918	18.747
Βόρεια Ελλάς	15.842	16.437	16.099	15.408	14.439
Ανατ. Μακεδονία - Θράκη	14.563	15.164	15.037	14.768	13.338
Κεντρική Μακεδονία	16.197	16.744	16.382	15.569	14.611
Δυτική Μακεδονία	18.177	19.256	18.879	18.379	18.760
Θεσσαλία	15.070	15.599	15.168	14.377	13.251
Κεντρική Ελλάς	16.702	17.063	16.626	16.152	15.127
Ήπειρος	14.285	14.604	14.496	14.089	12.957
Ιόνια Νησιά	20.791	21.259	20.480	19.273	17.676
Δυτική Ελλάς	15.478	15.815	15.308	14.948	13.946
Στερεά Ελλάς	18.304	18.906	18.096	17.940	16.913
Πελοπόννησος	16.597	16.741	16.664	15.968	15.166
Αττική	25.992	27.359	27.443	26.610	25.224
Νησιά Αιγαίου, Κρήτη	18.863	19.754	19.581	18.519	17.322
Βόρειο Αιγαίο	16.237	17.108	16.894	15.695	14.765
Νότιο Αιγαίο	22.598	23.869	23.789	22.446	20.896
Κρήτη	17.744	18.431	18.211	17.335	16.225

Από τον Πίνακα 2.6 παρατηρούνται σημαντικές ανισότητες μεταξύ των 13 Περιφερειών. Οι περιφέρειες της χώρας κατατάσσονται ως εξής:

- ▲ *Λιγότερο αναπτυγμένες:* Ανατολική Μακεδονία - Θράκη, Κεντρική Μακεδονία, Θεσσαλία, Ήπειρος, Δυτική Ελλάδα
- ▲ *Μεταβατικής Στήριξης:* Δυτική Μακεδονία, Ιόνια Νησιά, Στερεά Ελλάδα, Πελοπόννησος, Βόρειο Αιγαίο και Κρήτη
- ▲ *Περισσότερο Αναπτυγμένες:* Αττική και Νότιο Αιγαίο.

Οι δυσμενείς οικονομικές εξελίξεις είχαν ιδιαίτερα αρνητική επίπτωση στα μεγέθη της απασχόλησης των Περιφερειών. Οι Περιφέρειες που έχουν πληγεί περισσότερο είναι οι Περιφέρειες Δυτικής Μακεδονίας, Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης και Κεντρικής Μακεδονίας (Country Fact Sheet, Ιούλιος 2012 και ΤτΕ, 2012).

2.4.3 Προτεραιότητες για Βιώσιμο Ενεργειακό Σχεδιασμό

Σύμφωνα με την μελέτη των Marinakis et al. (2015) οι κύριες προτεραιότητες των τοπικών και περιφερειακών αρχών είναι οι ακόλουθες:

Ενημέρωση, Εκπαίδευση Στις τοπικές κοινότητες υπάρχει σημαντική έλλειψη γνώσης όσον αφορά στην επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης. Σε όλες τις κοινότητες αποτελεί προτεραιότητα η αξιοποίηση όλων των δυνατών μέσων προώθησης, ενημέρωσης και εκπαίδευσης. Τα προτεινόμενα μέτρα και δραστηριότητες μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες, αυτές που αφορούν τον κτιριακό τομέα, τις μεταφορές και τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Πολιτική Βούληση Η συμμετοχή στο Σύμφωνο αποτελεί δείγμα της θετικής στάσης των τοπικών αρχών απέναντι στην βιώσιμη ανάπτυξη, αλλά αποτελεί μόνο το πρώτο βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση. Το σημαντικότερο από τα επόμενα βήματα που πρέπει να γίνουν είναι η παροχή του ανθρώπινου δυναμικού, καθώς και των απαραίτητων οικονομικών πόρων, το κέρδος των οποίων θα γίνει αντιληπτό κυρίως μέσω της μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης.

Οι τοπικές και περιφερειακές αρχές έχουν πολύ σημαντικό ρόλο και πρέπει να συμμετέχουν ενεργά στην εφαρμογή του προγράμματος. Αυτοί είναι εκείνοι που μπορούν και θα έπρεπε να προσφέρουν υποστήριξη σε όλα τα στάδια της εφαρμογής του Συμφώνου, καθώς μόνο με τη πλήρη στήριξή τους μπορεί να επιτευχθεί μια ποιοτική και επιτυχής εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης.

Συμμετοχή Τοπικών Φορέων Οι κύριοι ενδιαφερόμενοι φορείς για την ανάπτυξη και εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια πρακτικά θα έπρεπε να είναι όλοι αυτοί των οποίων:

- ▲ Το συμφέρον είναι άμεσα συνδεδεμένο με οποιονδήποτε τρόπο με το Σχέδιο Δράσης.
- ▲ Οι δραστηριότητες τους επηρεάζουν με οποιονδήποτε τρόπο το Σχέδιο Δράσης.
- ▲ Η ιδιοκτησία, η πρόσβαση σε πληροφορία, οι πηγές και η τεχνογνωσία είναι απαραίτητη για μία επιτυχημένη ανάπτυξη και εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης.

Στην ανάπτυξη και εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης πρέπει να συμμετέχουν όσο περισσότεροι ενδιαφερόμενοι φορείς, κάτι το οποίο απαιτεί αποτελεσματική επικοινωνιακή στρατηγική, με πρώτο βήμα τον προσδιορισμό τους.

Μέσα Χρηματοδότησης Για τις κοινότητες, υπάρχουν διαθέσιμες πηγές χρηματοδότης για την εφαρμογή των επιλεγμένων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας, όπως:

- ▲ *Ίδιοι Πόροι:*
 - ✧ Οι επενδυτές των έργων χρησιμοποιούν τους δικούς τους πόρους (δημοτικός προϋπολογισμός, φορολογικά έσοδα, κλπ)

- χωρίς την χρήση εξωτερικών κονδυλίων.
- ✧ Απλή επένδυση.
 - ✧ Κεφάλαιο κίνησης: Τα έσοδα παραμένουν διαθέσιμα για να χρηματοδοτήσουν τις συνεχιζόμενες δράσεις, χωρίς περιορισμούς σε ετήσια βάση.
 - ▲ *Κινητοποίηση των τοπικών πόρων:* Παροχή κινήτρων στα τοπικά ενδιαφερόμενα μέρη για την επένδυση σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας, όπως:
 - ✧ Άμεσες επιδοτήσεις, π.χ. τραπεζικά δάνεια με μηδενικό επιτόκιο.
 - ✧ Φορολογία ή άλλα φορολογικά κίνητρα (φόρος εισοδήματος, φόρος ακίνητης περιουσίας, κλπ).
 - ✧ Ομαδικές αγορές με αποτέλεσμα μικρότερα κόστη.
 - ✧ Δημοτικά Ομόλογα: Αύξηση των ιδίων κεφαλαίων του Δήμου με έκδοση ομολόγου.
 - ✧ Εθελοντικές συμφωνίες: Προσαρμοσμένες συμφωνίες ανάμεσα στις τοπικές αρχές και σε ιδιώτες ή επιχειρήσεις.
 - ▲ *Εξωτερικές πηγές χρηματοδότησης:* Η εξωτερική χρηματοδότηση περιλαμβάνει αφενός τα διαρθρωτικά ταμεία και το ταμείο συνοχής, καθώς και τα κονδύλια της Ευρωπαϊκής Ένωσης, και από την άλλη τη χρηματοδότηση του χρέους, όπου οι επενδυτές δανείζονται τα χρήματα που επενδύουν, είτε με τη μορφή δανείων είτε με έκδοση μετοχών.
 - ▲ *Χρηματοδότηση από τρίτους (ΧΑΤ):* Η ΧΑΤ είναι ένας καινοτόμος χρηματοδοτικός μηχανισμός που συνήθως απαντάται στις ακόλουθες τρεις μορφές:
 - ✧ *Συμβάσεις Ενεργειακής Απόδοσης:* Επενδύσεις χωρίς αρχικό κόστος από τους Δήμους. Προϋποθέτει τη συμμετοχή μίας Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών, το κέρδος της οποίας προκύπτει ανάλογα με την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε.
 - ✧ *Μίσθωση:* Επιτρέπει στις επιχειρήσεις να μισθώσουν περιουσιακά στοιχεία, αντί να τα δανείζονται, και στη συνέχεια να τα αποκτήσουν.
 - ✧ *Πίστωση προμηθευτή:* Όταν αγοράζουν οι δήμοι εξοπλισμό τον αποπληρώνουν σε μικρό χρονικό διάστημα.

2.4.4 Ανάγκη για Υποστήριξη Αποφάσεων

Ανάλυση Συνοψίζοντας την παραπάνω ανάλυση, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα των αγροτικών και ενδιάμεσων περιοχών. Τα συμπεράσματα αυτά παρουσιάζονται μέσω μιας ανάλυσης «SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)», όπου καταγράφονται τα δυνατά και αδύναμα σημεία, οι ευκαιρίες και οι απειλές των εξεταζόμενων περιοχών (Σχήμα 2.22).



Σχήμα 2.22. Ανάλυση «SWOT»

Δυνατότητες Οι αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές παρουσιάζουν υψηλό δυναμικό αξιοποίησης των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας (OECD, 2013). Η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων είναι πολύ χαμηλότερη, λόγω της παλαιότητας του κτιριακού αποθέματος και των μειωμένων κινήτρων που δίνονται στις περιοχές αυτές. Σε πολλές περιπτώσεις, τα κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των αγροτικών περιοχών, τις καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλες να ωφεληθούν από τις επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τέτοια χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν:

- ▲ Το σχετικά μεγάλο ποσοστό διάσπαρτου αγροτικού πληθυσμού.
- ▲ Η υψηλή οικονομική εξάρτηση από ένα τομέα σε καθοδική ανάπτυξη, όπως είναι ο αγροτικός, λόγω των μειωμένων επιδοτήσεων.
- ▲ Τα υψηλά ποσοστά ανεργίας.
- ▲ Η έλλειψη εναλλακτικών λύσεων για την τοπική ανάπτυξη.
- ▲ Η εσωτερική μετανάστευση προς τις πόλεις και η γήρανση του εναπομείναντος πληθυσμού.

Συνεπώς, είναι προφανές, ότι η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των εφαρμογών εξοικονόμησης ενέργειας στις αγροτικές κοινότητες μπορεί να είναι πολύ ευεργετική.

Εμπόδια Ωστόσο, η έλλειψη τεχνογνωσίας, εμπειρίας και πόρων αποτελούν τα πιο σημαντικά εμπόδια για αυτές τις περιοχές, οι οποίες

χαρακτηρίζονται από τα χαμηλότερα ποσοστά ανάπτυξης και πλήττονται διαρκώς από την συνεχιζόμενη κρίση που εμποδίζει τις αναπτυξιακές τους προσπάθειες (Szell, 2014; Doukas et al., 2012; Marinakis et al., 2012). Επιπρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν τις αναπτυξιακές προσπάθειες των περιοχών αυτών είναι οι ακόλουθοι (EREC 2005):

- ▲ Έλλειψη εθνικής πολιτικής στήριξης και χάραξης μακροπρόθεσμης στρατηγικής.
- ▲ Έλλειψη δομών υποστήριξης σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ Έλλειψη σχεδιασμού για την επανεπένδυση των οικονομικών ωφελειών που μπορεί να προκύψουν (π.χ. περαιτέρω ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, περιβαλλοντικής αναβάθμισης κλπ).
- ▲ Έλλειψη γνώσης και ευαισθητοποίησης των τοπικών κοινωνιών σχετικά με την ενεργειακή διάσταση της βιώσιμης ανάπτυξης.
- ▲ Συνθήκες κοινωνικής και οικονομικής ανάπτυξης στην τοπική κοινότητα.

Ως αποτέλεσμα, οι περιοχές αυτές δεν διαθέτουν την επαρκή ικανότητα για ανάπτυξη Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, προκειμένου να κινηθούν την κατεύθυνση των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων (Marinakis et al., 2012).

Ευκαιρίες Οι αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές θα πρέπει να αξιοποιήσουν τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται με τη στροφή τους προς τη κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, εκμεταλλευόμενοι τα σημαντικά τους πλεονεκτήματα. Η ενεργειακή αναβάθμισή τους θα οδηγήσει στην οικονομική ελάφρυνση των κατοίκων τους, καθώς και στην δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και ακολούθως στην αναστροφή των δημογραφικών τάσεων που τις χαρακτηρίζουν. Οι αδυναμίες των περιοχών, ωστόσο, καθιστούν κρίσιμη την ανάγκη υποστήριξής τους με νέες ειδικές δομές τεχνικού και χρηματοδοτικού χαρακτήρα που θα εστιάζονται στις ιδιαιτερότητές και προτεραιότητές τους.

Προκλήσεις Οι κίνδυνοι από τέτοια εγχειρήματα είναι υπαρκτοί, αλλά αποτρέψιμοι μέσω σωστής οργάνωσης και πρόληψης. Για παράδειγμα, ο κίνδυνος αλλοίωσης του φυσικού τοπίου, η πιθανή καθυστέρηση έργων λόγω ανεπαρκούς δικτύου ανεφοδιασμού και το ενδεχόμενο μη αποδοχής των δράσεων από τον τοπικό πληθυσμό αποτελούν, αναμφίβολα, πιθανές προκλήσεις. Η ανάπτυξη μηχανισμών βιώσιμης ανάπτυξης και έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αυτές τις κοινότητες, πρέπει να τεθεί ως βασική προτεραιότητα τόσο σε κρατικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, διότι χωρίς τη συμμετοχή τους, η επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί θα είναι δύσκολα εφικτή.

Ανάγκη Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει ότι ενώ όλο και περισσότεροι δήμοι δείχνουν την πολιτική θέληση να ενταχθούν στο Σύμφωνο, δεν διαθέτουν πάντοτε τους οικονομικούς και τεχνικούς πόρους για να ανταποκριθούν στις δεσμεύσεις τους. Παρά τις προσπάθειες που γίνονται για την υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών (π.χ. Υποστηρικτικές Δομές Συμφώνου), ολοένα και περισσότερο

διαφαίνεται η ανάγκη για την ουσιαστική, συνεχή και αποτελεσματική υποστήριξη και καθοδήγησή τους για βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό και στη δημιουργία των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

Η υποστήριξη των τοπικών - περιφερειακών αρχών για βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό, είναι, λοιπόν, ζήτημα άμεσης προτεραιότητας, τόσο για την επίτευξη των περιβαλλοντικών και ενεργειακών στόχων της Ευρώπης, όσο και για την αντιμετώπιση των οικονομικών και κοινωνικών προβλημάτων που μαστίζουν τις περιοχές αυτές.

Προς αυτή την κατεύθυνση, σημαντικό ρόλο έχει η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου που θα περιλαμβάνει όλα τα στάδια της διαδικασίας ανάπτυξης ενός Σχεδίου Δράσης, παρέχοντας υποστήριξη στους τοπικούς και περιφερειακούς φορείς στη διαδικασία λήψης απόφασης. Ειδικότερα, απαιτείται η υποστήριξη αποφάσεων, μέσω των Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων, που επιτρέπουν τη διαφάνεια και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών από έξυπνες τεχνολογίες πληροφορικής.

2.4.5 Βασικοί Παράμετροι Προβλήματος

Παράμετροι Συνοψίζοντας, οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν τις αγροτικές και ενδιάμεσες κοινότητες στην ανάπτυξη και υλοποίηση του Σχεδίου Δράσης τους, προσδιορίζονται ως ακολούθως (Marinakakis et al., 2015a):

- ▲ Διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές για τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας, όπως οι τεχνολογίες βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού κλπ (Flamos et al., 2011; Gavrilescu, 2008; Demirbas, 2008; Hiremath et al., 2007).
- ▲ Οι κοινότητες αυτές συνήθως δεν εξυπηρετούνται από «καλές» υποδομές, όπως η έλλειψη δικτύων για φυσικό αέριο, παλαιότερα και λιγότερο ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, αν και από την άλλη πλευρά έχουν μεγαλύτερες δυνατότητες για εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης, παραδείγματος χάριν.
- ▲ Μικρός αριθμός ενδιαφερομένων μερών, κάτι το οποίο επιτρέπει μία διαφορετική διαδικασία λήψης αποφάσεων.
- ▲ Σημαντικός ρόλος των καταναλώσεων του αγροτικού τομέα (αλιεία, δασοκομία, γεωργία), οι οποίες αποτελούν μεγάλο ποσοστό των συνολικών καταναλώσεων.
- ▲ Ήσσονος σημασίας ρόλος της βιομηχανίας και, συνήθως, μικρή συμβολή του τομέα των δημοσίων και ιδιωτικών μεταφορών στις συνολικές καταναλώσεις.

2.5 Συμπεράσματα

Βασικά Χαρακτηριστικά

Η ανάλυση του Κεφαλαίου οδηγεί σε μια σειρά συμπερασμάτων για τις νέες συνθήκες και τάσεις σχετικά με την επίτευξη του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο:

- ▲ Ο ενεργειακός τομέας αποτελεί μία σημαντική παράμετρο για την επιδίωξη του στόχου της αειφόρου ανάπτυξης, αφού συνδέεται στενά τόσο με την περιβαλλοντική όσο και με την κοινωνική και οικονομική διάσταση του εν λόγω στόχου.
- ▲ Οι τοπικές αρχές αποτελούν έναν από τους πιο σημαντικούς μοχλούς άσκησης ενεργειακής πολιτικής, όχι μόνο γιατί έχουν καλύτερη γνώση επί των ιδιαιτεροτήτων της περιοχής τους, αλλά και γιατί μπορούν να προωθήσουν άμεσα αναπτυξιακή πολιτική με πολλούς διαφορετικούς τρόπους.
- ▲ Η ιδέα των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων, οι οποίες, μέσα από την ολοκληρωμένη αξιοποίηση των διαθέσιμων ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων και την εξοικονόμηση ενέργειας, επιδιώκουν τη σταδιακή απεξάρτησή τους από τα ορυκτά καύσιμα και τη βελτίωση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών μεταβλητών τους, κερδίζει σταθερά έδαφος τα τελευταία χρόνια.
- ▲ Η Ευρωπαϊκή πρωτοβουλία του Συμφώνου των Δημάρχων δίνει πλέον μια νέα προοπτική στην Τοπική Αυτοδιοίκηση να λειτουργήσει αποτελεσματικά και δημιουργικά στο νέο αυξημένο ρόλο της, για το περιβάλλον και την τοπική οικονομία.

Ένα από τα ορόσημα για την ολοκλήρωση του ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο αποτελεί η ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, μέσα από το οποίο προσδιορίζονται τα μέτρα και οι δράσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας και κατ' επέκταση ο στόχος για μείωση των εκπομπών αερίων CO₂ μέχρι το 2020, που θα δεσμευτεί ο Δήμος.

Ανάγκη Μέσα από τη μελέτη που διεξήχθη, αναδεικνύεται η σημασία του προβλήματος, όπως περιγράφεται ακολούθως:

Ανάγκη Ουσιαστικής Υποστήριξης Τοπικών και Περιφερειακών Αρχών με Στόχο τη Δημιουργία Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων

Οι έντονες περιφερειακές ανισότητες που αναπόφευκτα υφίστανται μέσα σε έναν τόσο εκτεταμένο κοινωνικο-οικονομικό χώρο, αναδεικνύουν την ανάγκη για υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών, λαμβάνοντας υπόψη τις κατά τόπους ιδιαιτερότητες. Το εξαιρετικά υψηλό ανεκμετάλλευτο δυναμικό τους σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί συγκριτικό πλεονέκτημα έναντι των αστικών κέντρων. Μόνο μέσα από την ουσιαστική υποστήριξή τους, θα μπορέσουν να κινηθούν δυναμικά

και αποτελεσματικά προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού και τη δημιουργία των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

Ανάγκη Ολοκληρωμένου Πλαισίου Υποστήριξης Αποφάσεων για την Ανάπτυξη, Παρακολούθηση & Έλεγχο του Σχεδίου Δράσης

Από την ανάλυση που έγινε προκύπτει η ανάγκη για εξορθολογισμό των αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών φορέων κατά τη διαδικασία ανάπτυξης, παρακολούθησης και ελέγχου του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. Ειδικότερα, απαιτείται η υποστήριξη αποφάσεων, μέσω των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων, που επιτρέπουν τη διαφάνεια και την αυτοματοποίηση των διαδικασιών από έξυπνες τεχνολογίες πληροφορικής. Προς αυτή την κατεύθυνση, η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος θα μπορούσε να συμβάλει στην υποστήριξή τους με στόχο την προώθηση της τοπικής και περιφερειακής ανάπτυξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Επισκόπηση Σχετιζόμενων Μεθοδολογιών

3.1 Εισαγωγή

Στόχος Κεφαλαίου Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο προηγούμενο Κεφάλαιο καθίσταται σαφές ότι η υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού αποτελεί ένα περίπλοκο πρόβλημα απόφασης. Στο πλαίσιο αυτό, αναγνωρίστηκαν τρία διαφορετικά επιστημονικά πεδία για την υποστήριξη των τοπικών - περιφερειακών αρχών κατά την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης:

- ▲ Πολυκριτήρια ανάλυση και ανάλυση ευστάθειας.
- ▲ Μέθοδοι εκτίμησης κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών CO₂.
- ▲ Πλαίσιο δεικτών αξιολόγησης.

Απώτερος σκοπός του κεφαλαίου είναι να στηρίξει, πρώτον την καταλληλότητα της χρήσης των παραπάνω πεδίων στην επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος και δεύτερον τα καινοτομικά χαρακτηριστικά της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

Δομή Κεφαλαίου Το Κεφάλαιο αυτό, εκτός από την Εισαγωγή, δομείται σε πέντε (5) ενότητες:

- ▲ *2^η Ενότητα:* Συγκριτική ανάλυση των υφιστάμενων μεθοδολογιών και εργαλείων για την ανάπτυξη και εφαρμογή Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.
- ▲ *3^η, 4^η και 5^η Ενότητα:* Παρουσιάζονται οι βασικές αρχές των ανωτέρω επιστημονικών πεδίων, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την εφαρμογή αυτών στον τομέα του ενεργειακού σχεδιασμού.
- ▲ *6^η Ενότητα:* Συνοψίζονται τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ανάλυση του παρόντος Κεφαλαίου.

3.2 Μεθοδολογίες & Εργαλεία για Τοπικό Ενεργειακό Σχεδιασμό

3.2.1 Γενική Περιγραφή

Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται ένας σημαντικός αριθμός μελετών που παρουσιάζουν μεθοδολογίες και εργαλεία για την ανάπτυξη Σχεδίων Δράσεων για την Αειφόρο Ενέργεια. Μια πρώτη προσπάθεια συγκέντρωσης αυτών των μεθοδολογιών έγινε από τους Bertoldi et al. (2009), όταν είχε ξεκινήσει η λειτουργία της πρωτοβουλίας του Συμφώνου των Δημάρχων. Από τότε αρκετές μεθοδολογίες και εργαλεία έχουν αναπτυχθεί με στόχο να παρέχουν υποστήριξη στις τοπικές αρχές κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης.

Σημειώνεται ότι, το μεγαλύτερο μέρος των μεθοδολογιών και εργαλείων που εντοπίστηκαν έχουν αναπτυχθεί στα πλαίσια Ευρωπαϊκών προγραμμάτων, όπως το «Intelligent Energy Europe».

3.2.2 Υφιστάμενες Μεθοδολογίες & Εργαλεία

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται επισκόπηση όλων αυτών των μεθοδολογιών και εργαλείων που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα, παρουσιάζοντας τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους.

«BELIEF»

Γενική Περιγραφή

Το Ευρωπαϊκό έργο «BELIEF» υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος «Intelligent Energy Europe». Το 2008 δημοσιεύθηκε ένας οδηγός, με τίτλο «Involve Stakeholders and Citizens in your Local Energy Policy, Turn Over a New LIEF», περιλαμβάνοντας μία μεθοδολογία για την προετοιμασία και υλοποίηση ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (Energie-Cites, 2008).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.1. Βασικά Στάδια («BELIEF»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.1. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («BELIEF»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ευρύ φάσμα παραδειγμάτων, με δυνατότητα εφαρμογής σε άλλους δήμους και επαρκής επικοινωνία. ▲ Στοχευόμενη προσέγγιση στον τρόπο απόκτησης στήριξης από τους τοπικούς φορείς. ▲ Έμφαση στην επικοινωνία μεταξύ των ενδιαφερόμενων μερών και διάδοση των αποτελεσμάτων. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Έλλειψη τρόπων συλλογής και παρακολούθησης των δεδομένων. ▲ Μη αποδοτική ανάπτυξη σημαντικών πτυχών του σχεδίου δράσης, όπως η διαχείριση οικονομικών θεμάτων και η διαχείριση έργων.

«Climate Compass»

Γενική Περιγραφή

Η μεθοδολογία «Climate Compass» αναπτύχθηκε το 2006, από το δίκτυο «European City Network Climate Alliance», με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, στο πλαίσιο προώθησης της βιώσιμης αστικής ανάπτυξης. Κύρια επιδίωξη της μεθοδολογίας αποτελεί η παροχή βοήθειας σε τοπικές αρχές, έτσι ώστε να αναπτύξουν και να υλοποιήσουν το συντομότερο δυνατόν ένα Σχέδιο Δράσης για την κλιματική αλλαγή (CLIMATE COMPASS, 2006).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.2. Βασικά Στάδια («Climate Compass»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («Climate Compass»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Προσφέρει μια σύνοψη των μέτρων προς υλοποίηση για την κλιματική αλλαγή σε τοπικό επίπεδο. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Μη αναπτυγμένες πτυχές επικοινωνίας και διάδοσης του σχεδίου δράσης.

- ▲ Παρέχει δυνατότητα επιλογής από μία σειρά δράσεων (κυρίως για τις μεταφορές και την ηλεκτροπαραγωγή) σε τομείς προσφιλείς στην εκάστοτε κοινότητα και του επιπέδου φιλοδοξίας αυτής.
- ▲ Η απογραφή και η παρακολούθηση των εκπομπών CO₂ γίνεται από το εργαλείο «ECORegion».
- ▲ Μη διαθέσιμες πληροφορίες στο ευρύ κοινό.
- ▲ Χαρακτηρίζεται ως επικεντρωμένη και λεπτομερής μόνο για τις δράσεις προς υλοποίηση.

«COMBAT Report Guidelines»

Γενική Περιγραφή Στο πλαίσιο της δράσης «Central Baltic Capitals (COMBAT)», τέσσερις πρωτεύουσες της Βαλτικής, Ελσίνκι, Ρίγα, Στοκχόλμη και Ταλίν, ανέπτυξαν μία σειρά από κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με την ανάπτυξη και υλοποίηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (COMBAT, 2008).

Βασικά Στάδια Οι οδηγίες δίνουν απαντήσεις στα ακόλουθα βασικά ερωτήματα κατά την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια:

- ▲ Πώς οι ενδιαφερόμενοι φορείς συμμετείχαν στη διάρκεια της διαδικασίας και με ποιον τρόπο θα λαμβάνουν μέρος και στο μέλλον, παρουσιάζοντας κριτήρια για την αναγνώριση των σημαντικότερων εμπλεκόμενων μερών.
- ▲ Πώς οι δήμοι υπολόγισαν τις απογραφές εκπομπών τους και πώς συνέλεξαν τα απαιτούμενα δεδομένα.
- ▲ Πώς τα μέτρα για το Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια επιλέχθηκαν, πώς αξιολογήθηκαν τα αναμενόμενα αποτελέσματα και προγραμματίστηκαν οι βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες δράσεις.
- ▲ Πώς παρακολουθήθηκαν και αξιολογήθηκαν η εφαρμογή και επιτυχία των δράσεων.

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («COMBAT Report Guidelines»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Οι κατευθυντήριες γραμμές συμπληρώνουν τον οδηγό δράσης όσον αφορά την ανάπτυξη Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, στα πλαίσια του Συμφώνου. ▲ Οι πόλεις του έργου «COMBAT» συνεργάζονται πάνω σε διάφορα θέματα, ανταλλάσσοντας ιδέες και εμπειρίες. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Τα χαρακτηριστικά των μικρών δήμων δεν συμπεριλήφθηκαν και δεν εξετάστηκαν στο έργο.

«CoMO's e-learning»

Γενική Περιγραφή Στα πλαίσια του Σύμφωνου των Δημάρχων αναπτύχθηκε μία διαδραστική πλατφόρμα για τους δήμους με στόχο την καλύτερη ενημέρωση σχετικά με την πρωτοβουλία. Το νέο διαδικτυακό υλικό, που παρέχεται μέσω αυτής της δράσης, οδηγεί στην ανάπτυξη των τεχνικών ικανοτήτων των Υπογραφόντων και τους καθοδηγεί από το σχεδιασμό προς την εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (CoM, 2013).

Βασικά Στάδια Η διαδικτυακή πλατφόρμα περιλαμβάνει μία σειρά από επτά διαδραστικές ενότητες, οι οποίες παρέχουν πλούσιο υλικό όπως βίντεο, μελέτες περίπτωσης και ερωτηματολόγια αυτο-αξιολόγησης.

Αξιολόγηση Πίνακας 3.4. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («CoMO's e-learning»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<p>▲ Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να λαμβάνουν γνώση και να βελτιώνουν την κατανόηση ειδικών θεμάτων όπως επεξεργασία απογραφής εκπομπών, ανάπτυξη Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια και χρηματοδότηση των δράσεων.</p>	<p>▲ Η πλατφόρμα εστιάζει κυρίως στην εκπαίδευση των χρηστών, χωρίς να υποστηρίζει άμεσα τους χρήστες στη συμπλήρωση των δεδομένων.</p>

«Covenant capaCITY»

Γενική Περιγραφή Το έργο «Covenant capaCITY», που ξεκίνησε τον Ιούνιο του 2011, έχει ως στόχο την ανάπτυξη ενός εξειδικευμένου προγράμματος αξιοποίησης και ενίσχυσης των ικανοτήτων των τοπικών αρχών, για την ενημέρωσή τους σε όλες τις φάσεις του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (από ενίσχυση των κινήτρων δράσης, σχεδιασμό, υλοποίηση του έργου, μέχρι παρακολούθηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων) (Covenant capaCITY, 2013)

Βασικά Στάδια Το «Covenant capaCITY» έχει ως αντικείμενο δραστηριοποίησης την δημιουργία ενός καινούργιου Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια (“1^η γενιά”) και παρέχει ιδέες στη διάρκεια εκτίμησης του υπάρχοντος Σχεδίου Δράσης (“2^η γενιά”). Προσφέρει βασική καθοδήγηση, παροχή ιδεών, συμβουλών και εργαλείων, που έχουν να κάνουν με ανθρώπους, δομές, διαδικασίες και τεχνικό προσωπικό.

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.5. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («Covenant capaCITY»)

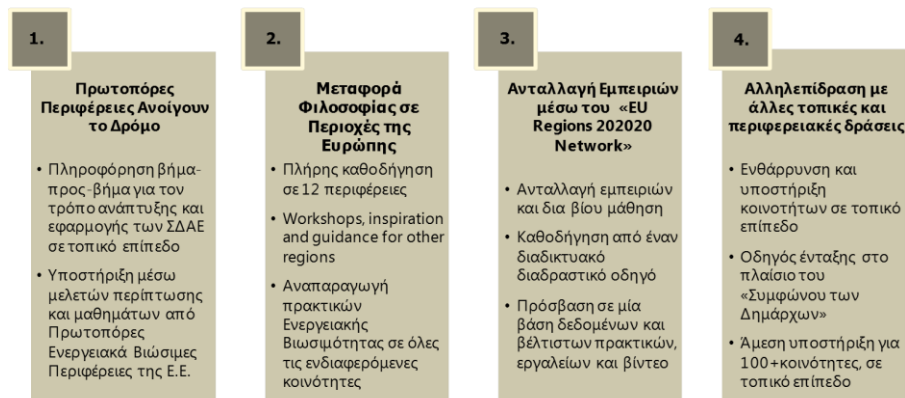
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Έμφαση στον εντοπισμό και την ανάμιξη των ενδιαφερόμενων μερών στην ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης. ▲ Καθοδήγηση και εκπαίδευση των χρηστών. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Όπως και στην CoMO's e-learning, η πλατφόρμα εστιάζει κυρίως στην εκπαίδευση των χρηστών, χωρίς να υποστηρίζει άμεσα τους χρήστες στη συμπλήρωση των δεδομένων.

«ENNEREG»

Γενική Περιγραφή

Το «ENNEREG» είναι ένα ευρωπαϊκό έργο που υλοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος «Intelligent Energy Europe», από τον Μάιο 2010 μέχρι Απρίλιο 2013. Έχει ως βασικό στόχο να κινητοποιήσει και να εμπνεύσει τις ευρωπαϊκές κοινότητες να ανταποκριθούν στην πρόκληση επίτευξης των κλιματικών και ενεργειακών στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Στόχοι 20-20-20). Συνολικά 12 ευρωπαϊκές περιφέρειες θα αναλάβουν τη δημιουργία και υλοποίηση Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, ανταλλάσσοντας, παράλληλα, σημαντική γνώση και εμπειρίες από τις επιμέρους διαδικασίες (ENNEREG, 2013).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.3. Βασικά Στάδια («ENNEREG»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.6. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («ENNEREG»)

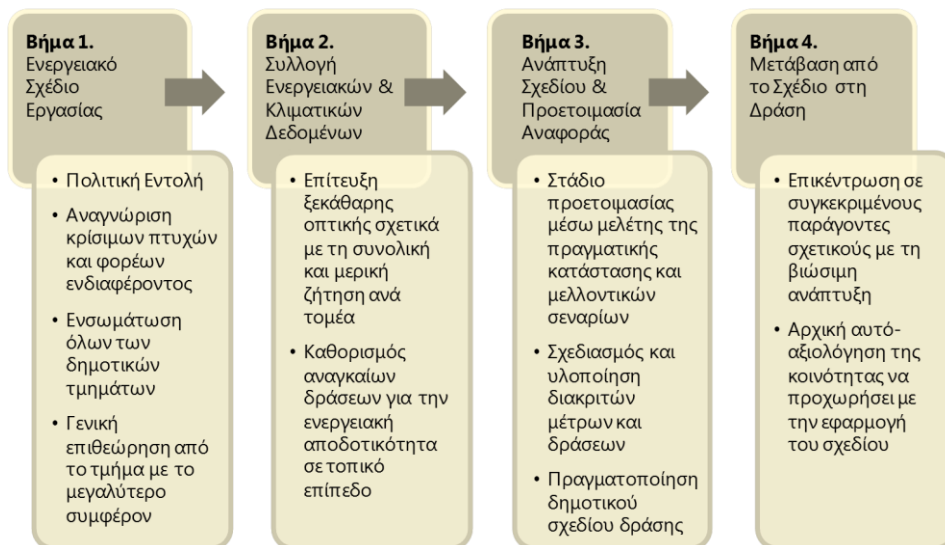
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Βήμα προς βήμα καθοδήγηση. ▲ Διοργάνωση σεμιναρίων, ημερίδων και άλλων εκδηλώσεων σε κοινότητες της ευρωπαϊκής Ένωσης. ▲ Πλήρως αναλυτική ιστοσελίδα με παλαιότερες δραστηριότητες, πλούσιο υλικό και αποτελέσματα. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Μη αναπτυγμένες κατευθυντήριες γραμμές, μέχρι στιγμής, για την υλοποίηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.

«ENOVA»

Γενική Περιγραφή

Η «ENOVA» σε συνεργασία με τους φορείς «Norwegian Association of Local and Regional Authorities», «Norwegian Pollution Control Authority», «Institute for Energy Technology» και «New Energy performance AS» δημιούργησαν έναν οδηγό, με τίτλο «Municipal Energy and Climate Planning». Ο οδηγός αυτός εκδόθηκε το 2008 και ο κύριος στόχος του υπήρξε η κατασκευή ενός εργαλείου για τους δήμους, που έχουν σκοπό την έκδοση των δικών τους ενεργειακών και κλιματικών Σχεδίων Δράσης (ENOVA, 2012).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.4. Βασικά Στάδια («ENOVA»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.7. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («ENOVA»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ενσωμάτωση παραδειγμάτων πινάκων, επιτρέποντας την εκτίμηση της δυνητικής μείωσης των εκπομπών CO₂, αναλύοντας τις πηγές ενέργειας και σταδιακά την πρόοδο των δράσεων. ▲ Πρόβλεψη των μέσων για την ένταξη των Σχεδίων Δράσης στην γενικότερη λειτουργία των δήμων. ▲ Λίστα με λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις τεχνικές πτυχές των Σχεδίων Δράσης. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Η επιτυχής υλοποίηση των δράσεων και η συνολική εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης δεν περιλαμβάνει τη συμμετοχή των πολιτών του δήμου. ▲ Μη επαρκής ενημέρωση των φορέων δράσης σχετικά με την πορεία του σχεδίου. ▲ Οδηγός επικεντρωμένος στην ειδική περίπτωση της Νορβηγίας. ▲ Έλλειψη επαρκούς παρακολούθησης και στοχοθέτησης.

«ENSRC»

Γενική Περιγραφή Η δράση «ENSRC», υποστηριζόμενη από το κοινοτικό πρόγραμμα «Intelligent Energy Europe», ανέπτυξε έναν οδηγό, με τίτλο «The Formation and Operation of Energy Self Supply Co-Operatives in Rural Areas» (ENSRC, 2011).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.5. Βασικά Στάδια («ENSRC»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.8. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («ENSRC»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ανάπτυξη ενεργειακά βιώσιμων συνεταιρισμών σε επίπεδο τοπικών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως βιοαέριο, υγρά καύσιμα, ηλιακή και αιολική ενέργεια και γεωθερμία. ▲ Ο οδηγός επικεντρώνεται στην ενθάρρυνση αγροτών, ενώσεων παραγωγών, τοπικών ηγεσιών και υπηρεσιών αγροτικής ανάπτυξης να συνθέσουν ευρύτερους συνεταιρισμούς. ▲ Απόκτηση εμπειρίας από εταιρους που δημιούργησαν ανάλογους συνεταιρισμούς στην δική τους περιοχή. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Απουσία καθοδήγησης στη συλλογή και παρακολούθηση των δεδομένων. ▲ Ανεπαρκής λειτουργία παρακολούθησης της διαδικασίας και εξαγωγή αναφορών παρατηρήσεων.

«European Energy Award»

Γενική Περιγραφή

Το «European Energy Award» είναι ένα εξειδικευμένο εργαλείο για την καθοδήγηση και τον έλεγχο της ενεργειακής πολιτικής σε τοπικό επίπεδο, προκειμένου να αναθεωρηθούν συστηματικά όλες οι δραστηριότητες, σχετιζόμενες με τον ενεργειακό κλάδο. Παρέχει υποστήριξη στις κοινότητες που επιθυμούν να ακολουθήσουν μία βιώσιμη ενεργειακή πολιτική και αστική ανάπτυξη, μέσω της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας και της αυξημένης χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για το σκοπό αυτό, το συγκεκριμένο εργαλείο παρέχει μία μεθοδολογία 6 φάσεων, με στόχο να βελτιώσουν οι κοινότητες την επίδοση των ενεργειακά συσχετιζόμενων λειτουργιών τους (European Energy Award, 2007).



Σχήμα 3.6. Βασικά Στάδια («European Energy Award»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.9. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («European Energy Award»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Υποστήριξη της διαδικασίας από έναν ενεργειακό σύμβουλο ▲ Πλήθος μέτρων. ▲ Διαθέσιμα παραδείγματα βέλτιστης πρακτικής ▲ Παροχή τυποποιημένης φόρμας αξιολόγησης. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Κατευθυντήρια εργαλεία και δεδομένα δεν είναι διαθέσιμα στο ευρύ κοινό. ▲ Η συμμετοχή στη διαδικασία περιλαμβάνει πληρωμή ενός αντιτίμου από την κοινότητα. ▲ Η διαθεσιμότητα δεδομένων, εργαλείων και βέλτιστων πρακτικών στηρίζεται σημαντικά στην χώρα δραστηριοποίησης και την ομιλούμενη γλώσσα.

«ICLEI»

Γενική Περιγραφή

Το 2007, το έργο «ICLEI», χρηματοδοτούμενο από το ίδρυμα «Paradigm Nouveau Enterprises», εξέδωσε τον οδηγό «Climate Protection Manual for Cities» (ICLEI, 2007).

Βασικά Στάδια

Για το σκοπό αυτό, οι βασικές φάσεις της διαδικασίας μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε μία κοινότητα εικονίζονται ακολούθως.



Σχήμα 3.7. Βασικά Στάδια («ICLEI»)

Αξιολόγηση

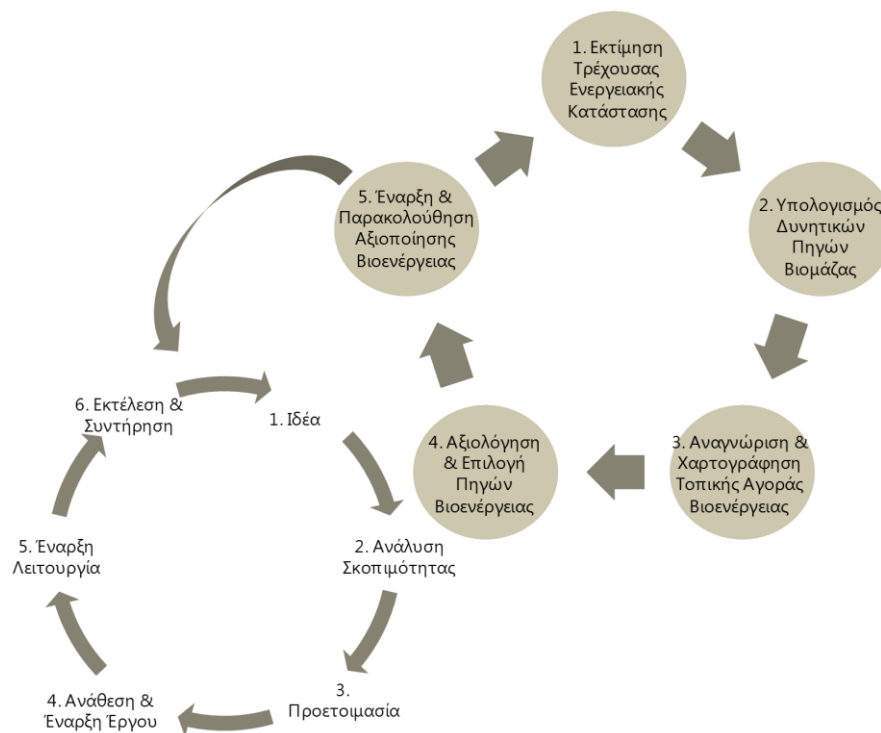
Πίνακας 3.10. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («ICLEI»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Καλές πρακτικές, χρήσιμες για την αναγνώριση και αντιμετώπιση των κυριότερων εμποδίων. ▲ Ύπαρξη μίας μεγάλης σειράς επιχειρημάτων για ενίσχυση της ευαισθητοποίησης των ενδιαφερόμενων μερών στη διαδικασία. ▲ Πλήθος αναφορών σε εξωτερικές πηγές. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Οικονομικές πτυχές δεν λαμβάνονται υπόψη στη διαδικασία. ▲ Μικρή σημασία σε τομείς όπως συγκριτικές αξιολογήσεις και δικτύωση κοινοτήτων.
«MAKE-IT-BE»	

Γενική Περιγραφή

Ο κύριος στόχος του προγράμματος «MAKE-IT-BE» ήταν η δημιουργία μίας ευέλικτης και ευκόλως αναπαραγόμενης μεθοδολογίας για την ανάπτυξη της τοπικής πολιτικής και περιφερειακών συνεργασιών στο τομέα της βιοενέργειας, σε συνεργασία με τοπικούς και περιφερειακούς βασικούς παράγοντες και αντίστοιχες τοπικές αρχές. Σε αυτό το πλαίσιο, κατά τη διάρκεια υλοποίησης της δράσης (2008-2011), μία μεθοδολογία δημιουργήθηκε (MAKE-IT-BE, 2011).

**Βασικά
Στάδια**



Σχήμα 3.8. Βασικά Στάδια («MAKE-IT-BE»)

Αξιολόγηση Πίνακας 3.11. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («MAKE-IT-BE»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Αντιστοιχισμός της προσφοράς και ζήτησης βιομάζας σε τοπικό επίπεδο. ▲ Χρήση και αξιοποίηση κατάλληλων εργαλείων, όπως η μεθοδολογία πληροφοριακών συστημάτων του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας του Ο.Η.Ε. ▲ Συμμετοχή διαφορετικών εμπλεκόμενων φορέων στη διαδικασία, όπως υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, ενεργειακοί σύμβουλοι, διαχειριστές, έμποροι, επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και τελικοί καταναλωτές. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ποικίλα εμπόδια σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών δαπανών και κερδών, προερχόμενα από τη ανάπτυξη υποδομών βιοενέργειας. ▲ Απουσία κατάλληλων οικονομικών και οργανωτικών μηχανισμών, ακόμα και για χαμηλού τζίρου περιπτώσεις. ▲ Έλλειψη πληροφόρησης και προηγούμενων εμπειριών που δύναται να συμβάλουν στην ενσωμάτωση των ενδιαφερόμενων μερών στη διαδικασία εκπόνησης του Σχεδίου Δράσης. ▲ Αναποτελεσματική ενσωμάτωση του ενεργειακού προγραμματισμού σε τμήματα όπως ο αστικός σχεδιασμός και η διαχείριση της αγροτικής παραγωγής και των υδάτινων πόρων.

«Minnesota Project»

Γενική Περιγραφή Το 2003, η συνεργασία των «Minnesota Project», «University of Minnesota's Regional Sustainable Development Partnerships» και «Minnesota Department of Commerce» συνέβαλε στη δημιουργία ενός εγχειριδίου βιώσιμης ενέργειας με τίτλο «Designing a Clean Energy Future: A Resource Manual - Developed for the Clean Energy Resource Teams» (Minnesota Project et al., 2003).



Σχήμα 3.9. Βασικά Στάδια («Minnesota Project»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.12. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («Minnesota Project»)

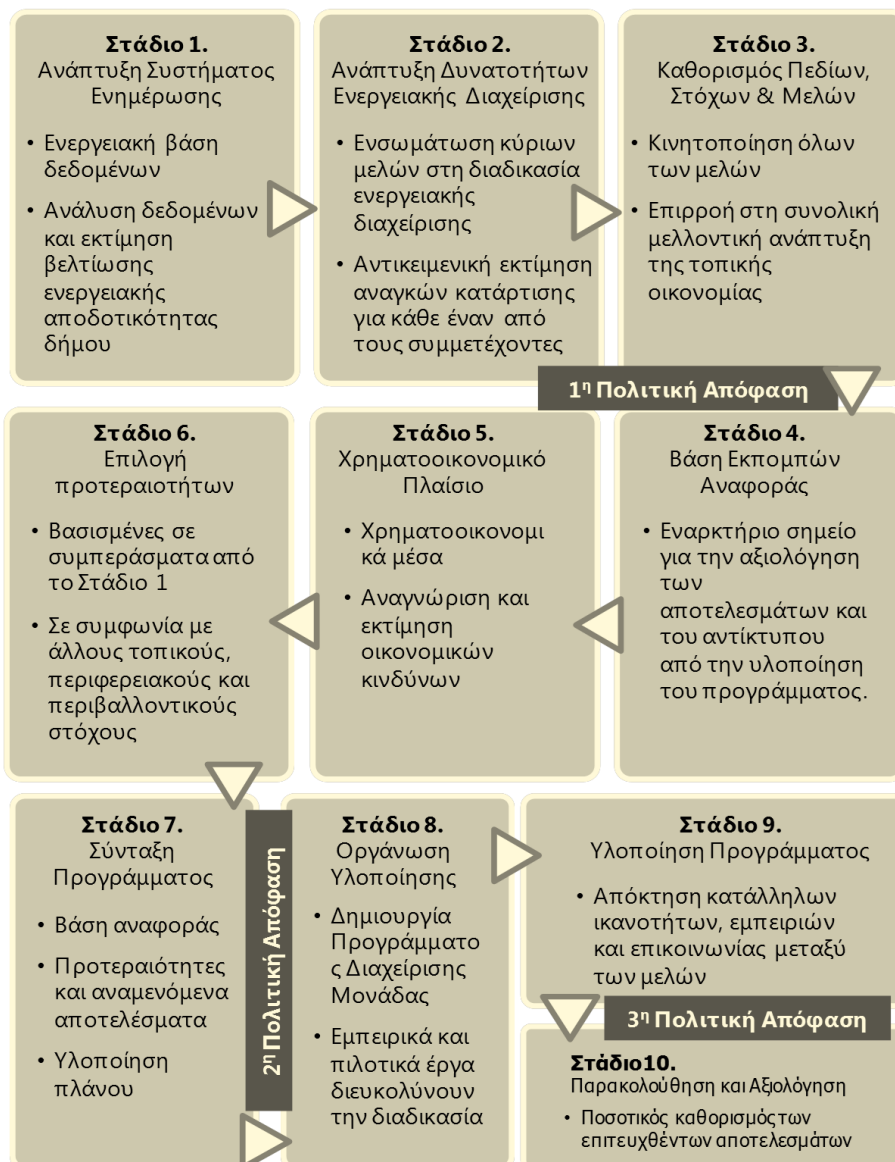
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Γενική επισκόπηση του σχεδιασμού και της υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης. ▲ Επικεντρωμένη στις προβληματικές περιοχές σχετικά με την υποστήριξη και την ευαισθητοποίηση του κοινού. ▲ Μελέτες περίπτωσης. ▲ Αναλυτική περιγραφή του ρόλου κάθε εμπλεκόμενου φορέα. ▲ Εκτίμηση τόσο της κοινωνικής όσο και της επιστημονικής διάστασης του σχεδίου. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ελλιπείς πληροφορίες αναλογικά με την υλοποίηση του κάθε βήματος της μεθοδολογίας. ▲ Σημαντικές πτυχές όπως οικονομικά θέματα παρακολούθησης και σύνταξης αναφορών δεν περιλαμβάνονται.

«MODEL»

Γενική Περιγραφή

Το «MODEL» είναι ένα έργο υποστηριζόμενο από το πρόγραμμα «Intelligent Energy Europe», υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης Τοπικών Κοινοτήτων «Energy Cities». Στοχεύει στη μείωση του ενεργειακού κενού που εντοπίζεται σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης και ευρύτερα, παρέχοντας υποστήριξη σε τοπικές κοινότητες που επιδιώκουν να γίνουν, εθελοντικά, ενεργειακά πρότυπα για τους κατοίκους τους και τις υπόλοιπες κοινότητες. Στο πλαίσιο του έργου MODEL, έχει αναπτυχθεί μία μεθοδολογία, με τίτλο «Common Framework Methodology for Municipal Energy Planning», η οποία έχει υλοποιηθεί σε 43 πλοτικές πόλεις της Ευρώπης (MODEL, 2008).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.10. Βασικά Στάδια («MODEL»)

Αξιολόγηση Πίνακας 3.13. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («MODEL»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Αναλυτική και άρτια δομημένη προσέγγιση. ▲ Εκτενής αριθμός από επιτυχημένες εφαρμογές, σε πολυάριθμες Ευρωπαϊκές Κοινότητες. ▲ Πλούσιο υλικό για αναζήτηση πόρων σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Η δυνατότητα ανταλλαγής εμπειριών με άλλους δήμους δεν περιλαμβάνεται στο πλάνο. ▲ Έλλειψη ανάλυσης σχετικά με βασικές πτυχές παλαιότερων επιτυχημένων εφαρμογών.

«Moving Sustainably Project»

Γενική Περιγραφή

Στα πλαίσια του προγράμματος «Baltic Sea Region INTERREG III B project BUSTRIP (Baltic Urban Sustainable Transport Implementation and Planning)», υλοποιήθηκε ένας διαδικτυακός οδηγός, «A Guide to Sustainable Urban Transport Plans (SUTP) - Moving Sustainably», κατά το χρονικό διάστημα 2007-2011. Ο οδηγός είναι διαθέσιμος σε 8 γλώσσες, με κύριο στόχο να αποτελεί την παροχή εργαλείων καθοδήγησης στους αποφασίζοντες, σχετικά με τον τομέα των μεταφορών (Moving Sustainably Project, 2011).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.11. Βασικά Στάδια («Moving Sustainably Project»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.14. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («Moving Sustainably Project»)

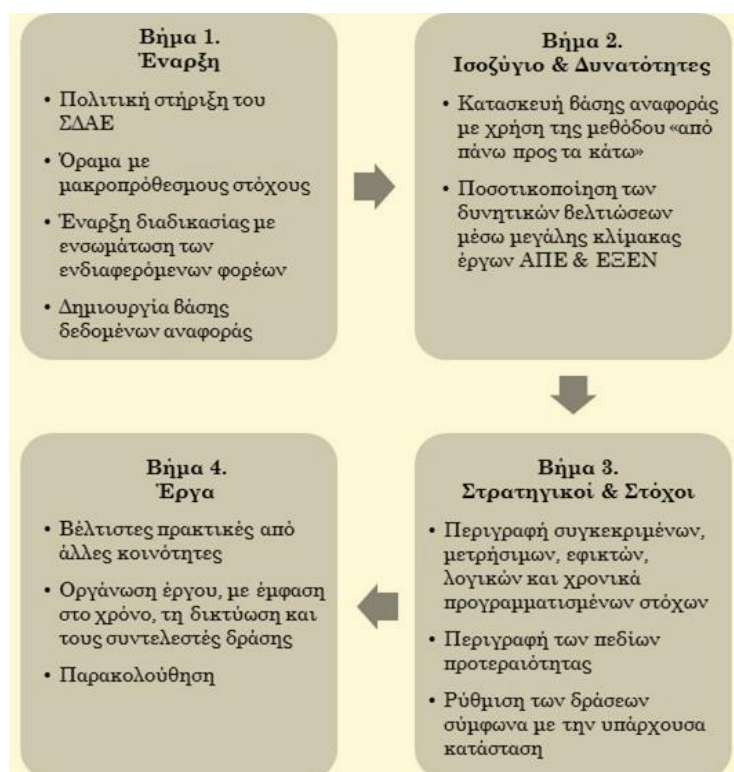
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Επαρκής επεξήγηση κάθε σταδίου, περιλαμβάνοντας οδηγίες για τη φάση της υλοποίησης. ▲ Απόδοση λίστας ελέγχου για κάθε φάση υλοποίησης της μεθοδολογίας. ▲ Παροχή διαφόρων επιτυχημένων εμπειριών, παρουσιάζοντας κάθε βήμα της εκτέλεσης. ▲ Αποτελεσματική συμμετοχή των κύριων εμπλεκόμενων φορέων. ▲ Εξαγωγή αναφορών. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Μη λεπτομερής επικοινωνιακή ή στρατηγική. ▲ Έλλειψη συγκριτικής αξιολόγησης και μετάδοση γνώσης μεταξύ των δόμων.

«MUSEC»

Γενική Περιγραφή

Η μεθοδολογία «MUSEC» στο πλαίσιο του προγράμματος «Intelligent Energy Europe» υλοποιήθηκε το 2009. Βασικός στόχος της είναι η δημιουργία και υλοποίηση μίας στρατηγικής «Βιώσιμης Ενεργειακής Κοινότητας» σε επτά Ευρωπαϊκές κοινότητες της Ιταλίας, Βουλγαρίας, Γερμανίας, Δανίας και των Κάτω Χωρών. Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε μία διαδικασία περιγραφής του τρόπου ανάπτυξης αυτής της στρατηγικής των «Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων» (MUSEC, 2007).

Βασικά Στάδια



Σχήμα 3.12. Βασικά Στάδια («MUSEC»)

Αξιολόγηση Πίνακας 3.15. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («MUSEC»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ένταξη συμβουλών και πρακτικών, βασισμένες στην εμπειρία, διευκολύνοντας τη διαδικασία υλοποίησης. ▲ Λεπτομερής επεξήγηση των βασικών σταδίων των διαδικασιών. ▲ Ο οδηγός προσφέρει λύσεις σε αρκετά προβλήματα των κοινοτήτων και συμβάλει προς την κατεύθυνση δημιουργίας της δικής τους στρατηγικής για ενεργειακά βιώσιμη κοινότητα. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Μη αναπτυγμένη επικοινωνιακή πολιτική διάδοσης του σχεδίου. ▲ Απουσία επαγγελματικών εργαλείων για παρακολούθηση των αποτελεσμάτων.

«PEPESEC»

Γενική Περιγραφή Ο οδηγός «PEPESEC-Energy Planning Guidance» εκδόθηκε το 2008 στο πλαίσιο της δράσης «PEPESEC» υποστηριζόμενη από το πρόγραμμα «Intelligent Energy Europe». Ο συγκεκριμένος οδηγός υλοποιήθηκε μέσω της συνεργασίας των ακόλουθων μερών: «Knowledge Capital Eurocities», «Skane Energy Agency» και «Malmo Municipality», ενώ ανάμεσα στους κύριους στόχους του είναι να παρέχει καθοδήγηση για την διαδικασία ενεργειακού σχεδιασμού και να αναγνωρίσει τους βασικούς παράγοντες επιτυχίας για εφαρμογή (PEPESEC, 2008).

Βασικά Στάδια Οι βασικές φάσεις της μεθοδολογίας περιγράφονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Σχήμα 3.13. Βασικά Στάδια («PEPESEC»)

Αξιολόγηση Πίνακας 3.16. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («PEPESEC»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Εφαρμογή της μεθοδολογίας σε 9 πόλεις της Σουηδίας. ▲ Όλα τα στάδια περιλαμβάνουν πραγματικά παραδείγματα εφαρμογών. ▲ Δημιουργία ενός δικτύου ανταλλαγής της γνώσης σε ενεργειακά βιώσιμες κοινότητες. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Μη ξεκαθαρισμένες διαφορές στην εφαρμογή των μέτρων, σε δημοτικό και ατομικό επίπεδο. ▲ Δεν λαμβάνονται υπόψη οικονομικές πτυχές των δράσεων (κατάστροφωση επενδυτικού πλάνου, εκτίμηση πόρων). ▲ Η διαδικασία δεν εμπεριέχει συγκριτική αξιολόγηση ή ανταλλαγή εμπειριών. ▲ Απουσία ανάπτυξης τεχνικών λεπτομερειών των μέτρων.

«SEC Tools»

Γενική Περιγραφή

Ο πυρήνας της δράσης «Sustainable Energy Communities Tools (SEC Tools)», ενός έργου υποστηριζόμενου από το πρόγραμμα «Intelligent Energy Europe», αφορά στην επεξεργασία ενός εργαλείου, «Toolbox», με στόχο να ενθαρρύνει τη βιώσιμη ενεργειακή σκέψη και πρακτική. Το «SEC-Toolbox» στοχεύει στην καθοδήγηση και την υποστήριξη διαφόρων ενδιαφερόμενων φορέων, κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού και της ανάπτυξης μίας ενεργειακά βιώσιμης κοινότητας (SEC-Tools, 2008).

Βασικά Στάδια

Τα κύρια βήματα υλοποίησης του SEC-Toolbox είναι τα ακόλουθα:



Σχήμα 3.14. Βασικά Στάδια («SEC Tools»)

Αξιολόγηση Πίνακας 3.17. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («SEC Tools»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Επεξεργασία μίας γενικής εργαλειοθήκης με αποδεδειγμένα, άρτια αναλυμένα εργαλεία για ενεργειακά βιώσιμες κοινότητες και αξιοποίηση αυτών σε ευρεία κλίμακα. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Οι πρακτικές βέλτιστες πολιτικές στηρίζονται σημαντικά στην εκάστοτε χώρα δραστηριοποίησης και οικολογούμενη νλώσσα.

- ▲ Ακριβείς δράσεις στους τρεις άξονες των Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων (τοπικός ενεργειακός προγραμματισμός, ενεργοποίηση της ενεργειακής αγοράς και κινητοποίηση των τελικών χρηστών).

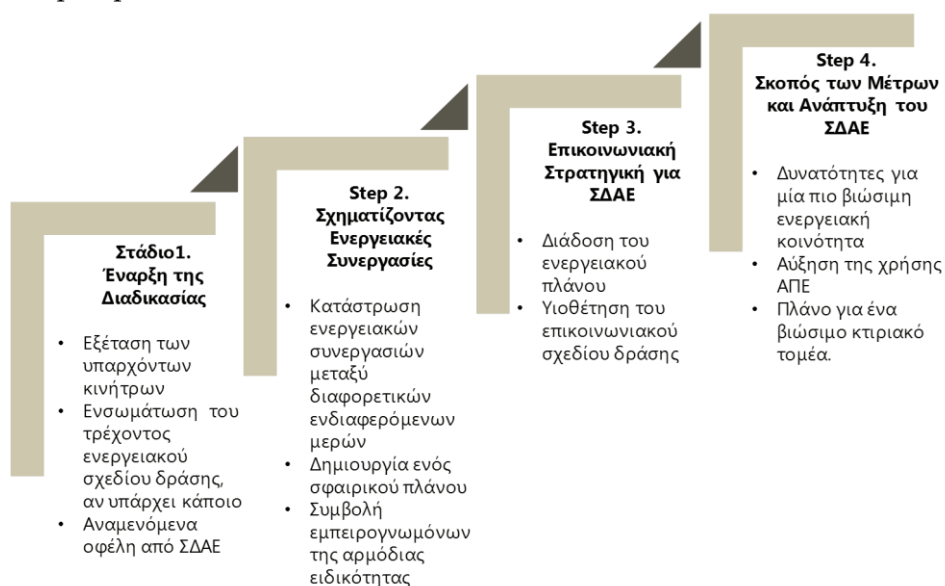
«Secure Project»

Γενική Περιγραφή

Η μεθοδολογία με τίτλο «Sustainable Energy Communities in Urban Areas in Europe (SECURE)», υποστηριζόμενη από το πρόγραμμα «Intelligent Energy Europe» που ολοκληρώθηκε το 2008, υλοποίησε ενεργειακά σχέδια δράσεων με στόχο να οδηγήσει τις πόλεις εφαρμογής της (Malmö, Dublin, Hilleröd και Tallinn) σε εξασφάλιση οικολογικής βιωσιμότητας. Τα σχέδια δράσης επικεντρώνονται σε μακροπρόθεσμο μετασχηματισμό των ενεργειακών συστημάτων αυτών των πόλεων, ώστε να αποκτήσουν ενεργειακή βιωσιμότητα, επιτυγχάνοντας μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, ενίσχυση της χρήσης ανανεώσιμης ενέργειας και περιορισμό των περιβαλλοντικών αντίκτυπων του τομέα των μεταφορών (SECURE Project, 2008).

Βασικά Στάδια

Τα βασικά βήματα που ακολουθεί η μεθοδολογία αναπαρίστανται στην επόμενη εικόνα.



Σχήμα 3.15. Βασικά Στάδια («Secure Project»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.18. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («Secure Project»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
▲ Διαθέσιμος διαδικτυακός οδηγός δράσης.	▲ Απουσία λειτουργιών όπως παρακολούθηση και στόχευση.
▲ Απλή μέθοδος, ιδανική για χρήση σαν υαία ποώτη	▲ Σημαντική έλλειψη

προσέγγιση εκπόνησης του Σχεδίου Δράσης.	λεπτομερειών σχετικά με όλες τις πτυχές της μεθοδολογίας.
▲ Ενσωμάτωση μίας σειράς εκστρατειών για την ευαισθητοποίηση του κοινού για δράσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.	▲ Δυσκολία των μικρών εταιρειών να ενταχθούν στο σύστημα εμπορίας εκπομπών άνθρακα.

«Toolbox of Methodologies on Climate and Energy»

Γενική Περιγραφή Το «Toolbox of Methodologies on Climate and Energy» αναπτύχθηκε από τις δράσεις “Capacity building of local governments to advance Local Climate and Energy Action - from planning to action to monitoring (Covenant CapaCITY)», «European Sustainable Energy Communities - effective Integrated Local Energy Action today (SUSTAINABLE NOW)» και το πρόγραμμα «ENERGY for MAYORS» με την υποστήριξη της πρωτοβουλίας του Συμφώνου των Δημάρχων (TMC, 2011).

Βασικά Στάδια Αυτή η εργαλειοθήκη παρέχει πολλούς διαφορετικούς τύπους παραδειγμάτων, σε διάφορες γλώσσες, με χρήσιμες μεθοδολογίες και εργαλεία, συμπεριλαμβανομένων αρχείων, παρουσιάσεων, διαδικτυακών συνδέσμων, βίντεο και άλλου υλικού καθοδήγησης (παιχνίδια κλπ.).

Αξιολόγηση Σύμφωνα με τα παραπάνω, η αξιολόγηση της μεθοδολογίας ακολουθεί, με την παράθεση των θετικών και αρνητικών της σημείων, στο επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.19. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («Toolbox of Methodologies on Climate and Energy»)

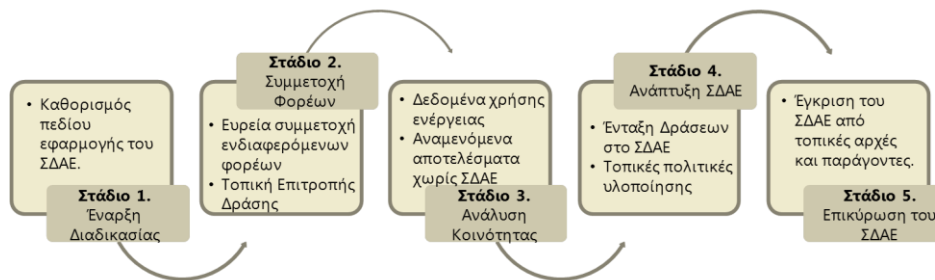
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ενσωματωμένη διαδικτυακή πλατφόρμα παρέχει πρόσβαση σε αντίστοιχη πληροφορία, περιλαμβάνοντας άλλες μεθοδολογίες και βέλτιστες πρακτικές. ▲ Με μία απλή δομή και φόρμα αναζήτησης (αλφαβητικά ή βάσει γλώσσας), είναι δυνατή η αναζήτηση στοιχείων που είναι αναγκαία για τη διαδικασία δημιουργίας ενός Σχεδίου Δράσης. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Δυσκολίες εφαρμογής της μεθοδολογίας σε μικρές κοινότητες.

«Wise Plans»

Γενική Περιγραφή Το «Wise-plans» είναι ένα έργο συγχρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το οποίο στοχεύει στην διάδοση των Σχεδίων

Δράσης για πιο αποδοτική χρήση και διαχείριση των ενεργειακών πηγών σε κοινότητες τεσσάρων χωρών: Ουαλία, Ιταλία, Σουηδία και Ισπανία. Στη διάρκεια της υλοποίησης των δράσεων (2006-2007), γενικές κατευθυντήριες γραμμές, με στόχο την επεξεργασία και υιοθέτηση Σχεδίου Δράσης, τέθηκαν σε ισχύ (Wise Plans, 2007).

Βασικά Στάδια Στη βάση της ανωτέρω περιγραφής, οι κατευθυντήριες γραμμές της συγκεκριμένης μεθοδολογίας παρουσιάζονται εν συντομία στο ακόλουθο σχήμα.



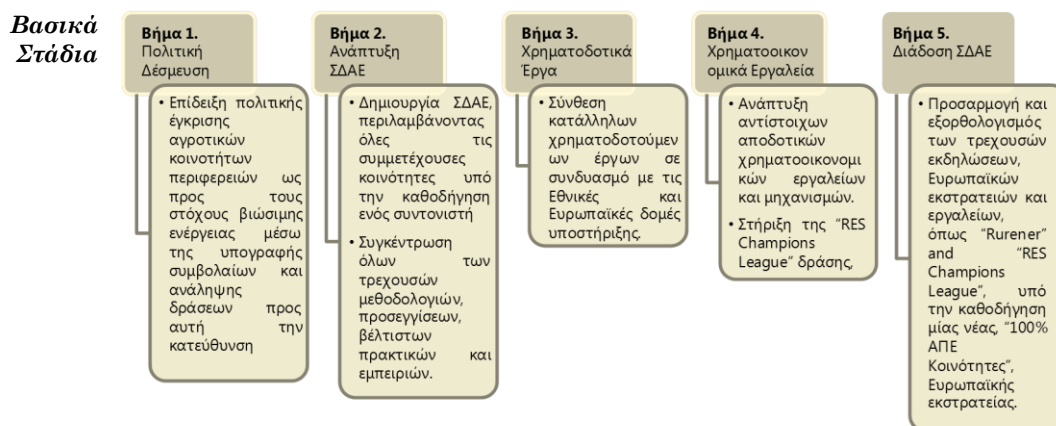
Σχήμα 3.16. Βασικά Στάδια («Wise Plans»)

Αξιολόγηση Πίνακας 3.20. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («Wise Plans»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Απλή διαδικασία, εύκολα εφαρμόσιμη και προσαρμόσιμη σε κάθε ενδιαφερόμενη κοινότητα. ▲ Συμμετοχή ευρείας κλίμακας ενδιαφερόμενων μερών. ▲ Συνολική επισκόπηση της υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης. ▲ Λεπτομερής πληροφόρηση σχετικά με τα αναγκαία δεδομένα της κοινότητας, προς συλλογή. ▲ Παροχή υποδειγμάτων για ένταξή τους στο Σχέδιο Δράσης. 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ελλιπής πληροφόρηση σχετικά με κάθε βήμα υλοποίησης της μεθοδολογίας. ▲ Απουσία γνώσης σημαντικών πτυχών όπως οικονομικά ζητήματα, παρακολούθηση και αξιολόγηση. ▲ Μη ανεπτυγμένες τεχνικές επικοινωνιακής πολιτικής και διάδοσης του Σχεδίου Δράσης. ▲ Ανάγκη περισσότερων λεπτομερειών για κατάλληλη χρήση των κατευθυντήριων γραμμών. ▲ Μη διαθεσιμότητα παραδειγμάτων βέλτιστων πρακτικών και μελετών περίπτωσης.

«100-RES-COMMUNITIES»

Γενική Περιγραφή Το έργο «100-RES-COMMUNITIES», υποστηριζόμενο από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα «Intelligent Energy Europe», στοχεύει στην εφαρμογή νέων Σχεδίων Δράσης σε αγροτικές κοινότητες. Ενθαρρύνει την ανταλλαγή εμπειριών μεταξύ εξελιγμένων και εκπαιδευόμενων κοινοτήτων, στηριζόμενες στην επιτυχημένη λειτουργία του δικτύου «European Rurener» (100-RES-COMMUNITIES, 2010).



Σχήμα 3.17. Βασικά Στάδια («100-RES-COMMUNITIES»)

Αξιολόγηση

Πίνακας 3.21. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα («100 RES Communities»)

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε κοινότητες με εμπειρία και γνώση, βασισμένες στην επιτυχημένη υλοποίηση του δικτύου «European Rurener». ▲ Δραστηριότητες ανάπτυξης ικανοτήτων και δημιουργίας χρηματοδοτούμενων έργων συμβάλουν στη δημιουργία μίας τοπικής ώθησης προς «100% RES communities». 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Εξαιτίας των αρχικών σταδίων εξέλιξης της μεθοδολογίας, δεν υπάρχουν, ακόμα, καταγεγραμμένα αρνητικά σημεία της μεθοδολογίας.

3.2.3 Αξιολόγηση

Συγκριτική Ανάλυση

Με βάση την ανάλυση των υφιστάμενων μεθοδολογιών και εργαλείων παρατηρείται ότι υπάρχουν μεθοδολογίες που δίνουν έμφαση στη συλλογή ενεργειακών δεδομένων, ενώ άλλες παρέχουν εναλλακτικούς τρόπους για τη συμμετοχή των τοπικών φορέων στην ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο Σχήμα 3.18.

Παράλληλα, ορισμένες μεθοδολογίες παρέχουν στοχευόμενα οδηγίες για τους διάφορους τομείς των Σχεδίων Δράσης, όπως η βιομηχανία και οι μεταφορές. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί εργαλεία που παρέχουν μία σειρά από κατευθυντήριες οδηγίες, όπως «Toolbox of Methodologies on Climate & Energy», «Covenant capaCITY Training Platform» και «CoMO's e-learning».

	Συλλογή Ενεργειακών Δεδομένων	Συμμετοχική Τοπικών Φορέων	Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων	Χρηματοοικονομική Αξιολόγηση Δράσεων	Παρακολούθηση & Αξιολόγηση	Κτίρια, Εξοπλισμός & Υποδομές	Βιομηχανία	Μεταφορές	Ηλεκτροπαραγωγή, Ψύξη/Θέρμανση	Αγροτικός Τομέας
BELIEF	★	★★★	★	★	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Climate Compass	★★★	★	★	★	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
COMBAT Report guidelines	★★★	★★★	★	★	★★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CoMO's e-learning	★★★	★★★	★	★★★	★★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Covenant capACITY	★★★	★★★	★	★★★	★★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ENNEREG	★	★★★	★	★	★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ENOVA	★★★	★	★	★	★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ENSRC	★	★★★	★	★	★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
European Energy Award	★★★	★★★	★	★★★	★★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ICLEI / Natural Capitalism	★★★	★★★	★	★★★	★★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Make it Be	★★★	★★★	★	★★★	★★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minnesota Project	★	★★★	★	★	★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MODEL	★★★	★	★	★★★	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Moving Sustainably	★★★	★★★	★	★★★	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MUSEC	★★★	★★★	★	★★★	★★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PEPESEC	★★★	★★★	★	★★★	★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SEC Tools	★★★	★	★	★★★	★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Secure Project	★★★	★★★	★	★	★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toolbox of Methodologies	★★★	★★★	★	★	★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wise Plans	★★★	★★★	★	★★★	★★	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100-RES-COMMUNITIES	★	★★★	★	★★★	★★★	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Σχήμα 3.18. Υφιστάμενες Μεθοδολογίες & Εργαλεία Ανάπτυξης Σχεδίου Ανάπτυξης για την Αειφόρο Ενέργεια

Συμπεράσματα Μέσα από τη μελέτη και αξιολόγηση αυτών των μεθοδολογιών και εργαλείων προκύπτει ότι τα περισσότερα από αυτά (Marinakakis et al., 2015a):

- ▲ Δεν παρέχουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για την ανάπτυξη του σχεδίου δράσης και ειδικότερα υποστήριξη για την επιλογή βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας.
- ▲ Στοχεύουν σε αστικές περιοχές, παραβλέποντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα των αγροτικών και ενδιάμεσων περιοχών. Ο αγροτικός τομέας (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία) διακρίνεται για τις ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις του.
- ▲ Δίνουν έμφαση σε ορισμένους τομείς του Σχεδίου Δράσης, όπως οι μεταφορές και η βιομηχανία. Ωστόσο, οι μεταφορές και η βιομηχανία διαδραματίζουν δευτερεύοντα ρόλο στις αγροτικές περιοχές.

3.3 Πολυκριτήρια Ανάλυση & Ανάλυση Ευστάθειας

3.3.1 Πολυκριτηριακή Φύση Προβλήματος

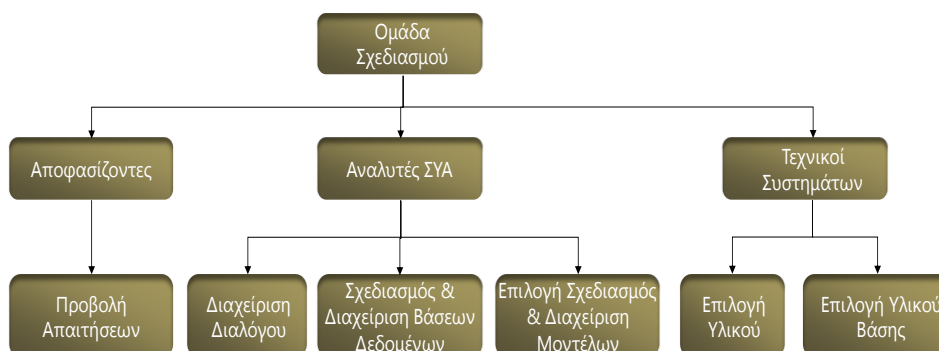
Πρόβλημα Απόφασης Η ανάπτυξη ενός Σχεδίου Δράσης προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο αποτελεί ένα πρόβλημα απόφασης. Ο Αποφασίζων (τοπική αρχή, δηλαδή ο Δήμαρχος και το Δημοτικό Συμβούλιο) σε συνεργασία με τον Αναλυτή (Τεχνικός Υπεύθυνος) καλούνται να εντοπίσουν το σύνολο των μέτρων και δράσεων που θα εντάξουν στο Σχέδιο Δράσης, βασιζόμενοι στο ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών CO₂. Ενεργό ρόλο στην ανάπτυξη και υλοποίηση του Σχέδιο Δράσης έχουν φυσικά οι διάφοροι τοπικοί φορείς, όπως ενεργειακά κέντρα, επενδυτές, εταιρείες, αντιπρόσωποι της τοπικής αγοράς και πολίτες.

Τα επιλεγμένα μέτρα και δράσεις θα πρέπει να αφορούν, όχι μόνο κτίρια και εγκαταστάσεις που τελούν υπό τη διαχείριση του δήμου, αλλά και βασικούς τομείς δραστηριότητας στην περιοχή, όπως ο οικιακός και τριτογενής τομέας, τα δημόσια και ιδιωτικά μέσα μεταφοράς, κλπ. Παράλληλα, όπως σημειώθηκε και παραπάνω, θα πρέπει να προσδιορίσουν το μακροπρόθεσμο στόχο μείωσης των εκπομπών CO₂, που θα θέσει ο δήμος.

Για να προσεγγιστεί επιστημονικά ένα πρόβλημα απόφασης η πολυκριτήρια ανάλυση (αγγλ. multicriteria analysis) αποτελεί μονόδρομο. Η λήψη απόφασης γίνεται μέσα από συνεχείς κύκλους μελέτης των δεδομένων, των εναλλακτικών λύσεων ή ακόμη και του ίδιου του αντικειμένου της απόφασης (Σίσοκος, 2008).

Η ραγδαία εξέλιξη της πληροφορικής σε συνδυασμό με την αναθεώρηση του τρόπου προσέγγισης των προβλημάτων είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων (αγγλ. decision support systems). Τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων είναι αλληλεπιδραστικά συστήματα λογισμικού που αποσκοπούν στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών λήψης αποφάσεων σε χώρους προβλημάτων που χαρακτηρίζονται από χαμηλό βαθμό δόμησης.

Η διαμόρφωση και ανάπτυξη ενός συστήματος είναι μια εξελικτική διαδικασία που εκδηλώνεται με μια ανακύκλωση τριών βασικών σταδίων, Σχεδιασμός - Εφαρμογή/Χρήση - Αξιολόγηση (Σίσοκος, 2008). Στα πλαίσια ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων, ο αποφασίζων υποστηρίζεται από αναλυτικές μεθόδους και μοντέλα για να θέτει στόχους και να ορίζει εναλλακτικά σενάρια, να αναλύει τις επιπτώσεις τους, να αξιολογεί τις εναλλακτικές λύσεις και τελικά να επιλέγει την κατάλληλη λύση που θα εφαρμοσθεί (Σχήμα 3.19).



Σχήμα 3.19. Σύνθεση και Αρμοδιότητες Ομάδας Σχεδιασμού (Σίσκος, 2008)

3.3.2 Βασικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

Κυριότερες Κατηγορίες Οι κυριότερες κατηγορίες πολυκριτήριας ανάλυσης είναι οι ακόλουθες τρεις (Σίσκος, 2008):

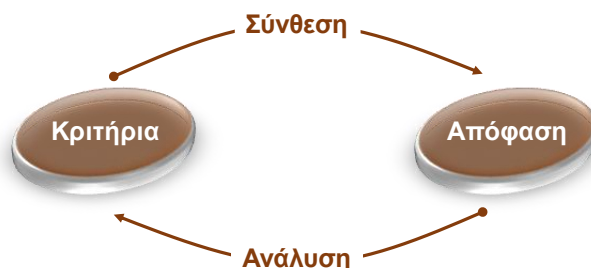
- ▲ *Συναρτησιακές Μέθοδοι:* Η σύνθεση των κριτηρίων επιτυγχάνεται μέσω μιας ή περισσότερων συναρτήσεων αξίας ή χρησιμότητας.
- ▲ *Σχεσιακές Μέθοδοι:* Η σύνθεση των κριτηρίων επιτυγχάνεται μέσω μιας ή περισσότερων σχέσεων υπεροχής. Οι κύριες μέθοδοι που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι η ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite) και η PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations).
- ▲ *Αναλυτικές Μέθοδοι:* Το μοντέλο σύνθεσης των κριτηρίων συμπεραίνεται έμμεσα από δεδομένα ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος. Οι κύριες μέθοδοι που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία είναι οι μέθοδοι της UTA (Utilités Additives) και MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique).

Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί οι μέθοδοι αναγωγής σε ένα κριτήριο (TOPSIS - Technique For Preference By Similarity To The Ideal Solution, AHP - Analytic Hierarchy Process, MAUT - Multi Attribute Theory), καθώς και μοντέλα αποφάσεων υπό αβεβαιότητα με ένα ή πολλαπλά κριτήρια απόφασης (fuzzy AHP, fuzzy TOPSIS και LOWA - Linguistic Ordered Weighted Averaging).

Αναλυτική - Συνθετική Προσέγγιση Τα μοντέλα της πολυκριτήριας ανάλυσης, στη μεγαλύτερη πλειοψηφία τους, απεικονίζουν μια παραδοσιακή αντίληψη του ορθολογισμού που βασίζεται στις αρχές της γραμμικότητας και της αιτιότητας, δηλαδή στη λογική ότι η απόφαση καθορίζεται από τα κριτήρια (συνθετική προσέγγιση, αγγλ. aggregation approach). Η αναλυτική-συνθετική προσέγγιση (αγγλ. aggregation-disaggregation approach), από τη δική της πλευρά, δέχεται ότι η απόφαση και τα κριτήρια επιδέχονται προοδευτική επεξεργασία αλληλοδομούμενα μέσα στο χρόνο, όπως αυτό φαίνεται στο Σχήμα (Jacquet-Lagrèze & Siskos, 1982).



Σχήμα 3.20. Παραδοσιακή Προσέγγιση Προβλημάτων Απόφασης



Σχήμα 3.21. Αναλυτική - Συνθετική Προσέγγιση Προβλημάτων Απόφασης

Η αναλυτική προσέγγιση εστιάζεται στη συσχέτιση των πραγματικών δεδομένων απόφασης και του μοντέλου απόφασης, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή συμβατότητα μοντέλου-αποφασίζοντος. Ουσιαστικά, στις μεθόδους της συγκεκριμένης προσέγγισης, εκτιμώνται ή συμπεραίνονται οι παράμετροι εκείνες ενός μοντέλου απόφασης οι οποίες επιτρέπουν την βελτίωση ανασύσταση μιας απόφασης.

3.3.3 Εφαρμογές Κυριότερων Πολυκριτηριακών Μεθόδων

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται σύντομα οι πιο πρόσφατες επιστημονικές εργασίες πολυκριτηριακής ανάλυσης, στο ευρύτερο συσχετιζόμενο πεδίο της παρούσας διδακτορικής διατριβής (ενεργειακός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη). Σημειώνεται ότι έμφαση δίνεται σε ορισμένες από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους, όπως η AHP, ELECTRE, MAUT, PROMETHEE, TOPSIS, UTA.

AHP - Analytical Hierarchy Process

Περιγραφή Η μέθοδος της Αναλυτικής Ιεραρχικής Διαδικασίας (αγγλ. Analytical Hierarchy Process, AHP) αναπτύχθηκε από τον Saaty (1980). Κύριο μέλημα της μεθόδου αποτελεί η διευκόλυνση του συμμετέχοντα στο να κατορθώσει να δομήσει το πρόβλημα, μέσω του σχηματισμού μιας ιεραρχίας χαρακτηριστικών, εναλλακτικών επιλογών – κριτηρίων αξιολόγησης (Lootsma & Schuijt, 1997; Ramanathan, 2001; Saaty, 1990).

Η μέθοδος AHP είναι από τις πιο διαδεδομένες πολυκριτηριακές μεθόδους σε θέματα ενεργειακής και περιβαλλοντικής διαχείρισης, αειφόρου ανάπτυξης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και από τις πρώτες που χρησιμοποιήθηκαν.

Εφαρμογές

Πίνακας 3.22. Εφαρμογές AHP

Μελέτη	Αντικείμενο
Amer & Daim, 2011	Επιλογή τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αναπτυσσόμενη χώρα
Awasthi & Chauhan, 2011	Αξιολόγηση βιωσιμότητας εναλλακτικών προτάσεων για τις μεταφορές
Barin et al., 2011	Επιλογή κατάλληλων τεχνολογιών αποθήκευσης ενέργειας
Dytczak & Ginda, 2006	Αξιολόγηση οφελών και κόστους από την επιλογή καυσίμων σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης
Erol & Kilikis, 2012	Εκτίμηση στρατηγικής σχετικά με εναλλακτικές πηγές ενέργειας
Garfi et al., 2011	Περιβαλλοντική αξιολόγηση υδάτινων προγραμμάτων
Kablan, 2004	Προώθηση εξοικονόμησης ενέργειας
Karagiannidis et al., 2010	Αξιολόγηση σεναρίων για θερμική επεξεργασία αποβλήτων στην κεντρική Μακεδονία
Marjan et al., 2011	Προώθηση αειφόρου αστικής ανάπτυξης
Meyar & Vaez, 2012	Ενεργειακή πολιτική με στόχο την επίτευξη αειφόρου ανάπτυξης
Nigim et al., 2004	Ιεράρχηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
Ren et al., 2009	Αξιολόγηση ενεργειακών συστημάτων
Shen et al., 2011	Χαρτοφυλάκιο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την επίτευξη των στόχων της ενεργειακής πολιτικής
Tegou et al., 2010	Πλαίσιο περιβαλλοντικής διαχείρισης για την επιλογή τοποθεσίας αιολικού πάρκου

ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite)

Περιγραφή Οι μέθοδοι ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalite) αποτελούν μια από τις πλέον δημοφιλείς προσεγγίσεις στο χώρο της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων. Η ανάπτυξή τους ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1960 από τον Bernard Roy (1968) με τη μέθοδο ELECTRE I και ακολούθησε μια σειρά παραλλαγών ELECTRE II, III, IV, Tri, IS (Roy, 1991).

Η προσέγγιση των μεθόδων ELECTRE ξεκινά από τη διαισθητική προϋπόθεση ότι ο αποφασίζων είναι δυνατόν να επιτύχει μόνο προσεγγιστικές συγκρίσεις μεταξύ των αποδόσεων των εναλλακτικών δράσεων. Η έννοια της υπεροχής (αγγλ. outranking) στερείται αξιωματικής βάσης, αλλά βασίζεται στην εκτίμηση διαφόρων παραμέτρων και στην εφαρμογή ενός αλγόριθμου απόφασης (Hokkanen & Salminen, 1997a; 1997b; Miettinen & Salminen, 1999; Mousseau & Slowinski, 1998).

Οι διάφορες μορφές των μεθόδων ELECTRE που προέκυψαν στη συνέχεια, εφαρμόστηκαν ευρέως σε διάφορα προβλήματα, στηρίζονται στις ίδιες βασικές ιδέες, αλλά διαφέρουν στον τρόπο εφαρμογής και στον στόχο της προβληματικής που καλύπτουν.

Εφαρμογές

Πίνακας 3.23. Εφαρμογές ELECTRE

Μελέτη	Αντικείμενο
Beccali et al., 2003	Διάδοση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε τοπικό επίπεδο
Bojkovic et al., 2010	Αξιολόγηση βιωσιμότητας των μεταφορών
Catalina et al., 2011	Ανάλυση ενεργειακών συστημάτων
Cavallaro, 2010	Συγκριτική εκτίμηση των διεργασιών παραγωγής φωτοβολταϊκών συστημάτων
Georgiou et al., 2008	Δημιουργία οδικού χάρτη για την επιλογή χωρών υποδοχής έργων αιολικής ενέργειας στα πλαίσια του καθαρού μηχανισμού ανάπτυξης
Georgopoulou et al., 2003	Προσδιορισμό εθνικών προτεραιοτήτων για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον ενεργειακό τομέα
Gil-de-Castro et al., 2010	Λύση θεμάτων σχετικά με την αειφόρο ανάπτυξη
Haurant et al., 2011	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων σε αγροτικές περιοχές
Özkan et al., 2011	Επιλογή συστήματος διαχείρισης στερεών αποβλήτων
Neves et al., 2008	Πολυκριτηριακή προσέγγιση διαλογής δραστηριοτήτων για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας
Mróz, 2008	Σχεδιασμός εκουγχρονισμού και εξέλιξης συστημάτων θέρμανσης
Achillas et al., 2010	Επιλογή τοποθεσίας μονάδας διαχείρισης αποβλήτων
Papadopoulos et., 2008	Βελτιστοποίηση αποκεντρωμένων συστημάτων ενέργειας

MAUT - Multi Attribute Utility Theory

Περιγραφή Η περίπτωση της Πολυκριτηριακής Θεωρίας Χρησιμότητας (αγγλ. Multi Attribute Utility Theory, MAUT) είναι η προσέγγιση του συστήματος αξιών (value system approach) - της Αμερικανικής σχολής (Edwards, 1977; Keeney & Raiffa, 1976; Von Winterfeldt & Edwards, 1986). Η μέθοδος MAUT δε χρησιμοποιείται ιδιαίτερα όπως οι υπόλοιπες μέθοδοι για την ενεργειακή διαχείριση και πολιτική, θέματα ενεργειακά και στην αειφόρο ανάπτυξη.

Η MAUT χρησιμοποιείται με σκοπό να βοηθήσει τους αποφασίζοντες να αποκτήσουν μια καλύτερη αντίληψη και εποπτικότητα στις αποφάσεις - παράγοντες και προτεραιότητες. Στοχεύει στην επιλογή της βέλτιστης λύσης, μεταξύ περισσότερων της μιας εναλλακτικών, σε καταστάσεις όπου τα αποτελέσματα της απόφασης δεν είναι γνωστά με βεβαιότητα (Hu et al., 2010).

Εφαρμογές

Πίνακας 3.24. Εφαρμογές MAUT

Μελέτη	Αντικείμενο
Kambezidis et al., 2011	Αξιολόγηση επιλογών με σκοπό την αύξηση της διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ελλάδα
Pan & Teklu, 2000	Σχεδιασμός εναλλακτικών επιλογών για την διαχείριση των πόρων
Voropai, 2002	Σχεδιασμός επέκτασης συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

PROMETHEE - Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations

Περιγραφή

Η οικογένεια των μεθόδων PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations), που ανήκει στην κατηγορία των μεθόδων υπεροχής αναπτύχθηκε από τους Brans & Vincke (1985). Το μεγαλύτερο πλεονέκτημά τους αποτελεί η ενοποίηση όλων των σύγχρονων απόψεων μοντελοποίησης της προτίμησης με έναν απλό τρόπο. Προσαρμόζεται καλά σε προβλήματα, όπου ένας ορισμένος αριθμός εναλλακτικών επιλογών πρέπει να τοποθετηθεί σε σειρά, λαμβάνοντας υπόψη πολλά και μερικές φορές αντικρουόμενα κριτήρια (Σίσκος, 2008).

Εφαρμογές

Πίνακας 3.25. Εφαρμογές PROMETHEE

Μελέτη	Αντικείμενο
Beynona et al., 2008	Βελτίωση εκπομπών οχημάτων βασισμένη σε κατάταξη προτίμηση
Cavallaro, 2009	Αξιολόγηση τεχνολογιών ηλιακών θερμικών μονάδων
Diakoulaki et al., 2007	Αξιολόγηση και ανάλυση κόστους-οφέλους εναλλακτικών σεναρίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα
Doukas et al., 2006	Προώθηση τεχνολογιών για την αειφόρο ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα
Ghafghazi et al., 2010	Πολυκριτηριακή προσέγγιση αξιολόγησης συστημάτων θέρμανσης
Goumas & Lygerou, 2000	Κατάταξη έργων με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Haralambopoulos & Politiadis, 2003	Εκμετάλλευση γεωθερμικών πόρων σε νησί
Madlener et al., 2007	Εξεύρεση νέων τρόπων ολοκληρωμένης αξιολόγησης εθνικών ενεργειακών σχεδίων
Polatidis & Haralambopoulos, 2010	Σχεδιασμός και προγραμματισμός παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Terrados et al., 2009	Σχεδιασμός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε περιοχή της Ισπανίας
Tsoutsos et al., 2009	Σχέδιο δράσης για την αειφόρο ενέργεια στο νησί της Κρήτης

TOPSIS - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

Περιγραφή Η μέθοδος TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) παρουσιάστηκε από τους Chen & Hwang (1992), με αναφορά στους Hwang & Yoon (1981) για την επίλυση πολυκριτηριακών προβλημάτων αποφάσεων. Βασική αρχή αυτής της μεθόδου είναι ο ορισμός της ιδανικής (αγγλ. ideal) και μη ιδανικής (αγγλ. negative ideal ή anti-ideal) λύσης. Η ιδανική λύση είναι αυτή που μεγιστοποιεί τα ωφέλιμα κριτήρια και ελαχιστοποιεί τα κριτήρια κόστους, ενώ η μη ιδανική λύση είναι ακριβώς το αντίθετο.

Εφαρμογές

Πίνακας 3.26. Εφαρμογές TOPSIS

Μελέτη	Αντικείμενο
Aalami et al., 2010	Επιλογή προγραμμάτων ενεργειακής ζήτησης
Boran et al., 2012	Εκτίμηση τεχνολογιών ανανεώσιμης ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
Chamodraskas & Matrakos, 2011	Επιλογή ενεργειακά αποδοτικών δικτύων
Choudhart & Shankar 2012	Αξιολόγηση και επιλογή τοποθεσίας θερμοηλεκτρικού σταθμού
Dai et al., 2010	Αξιολόγηση ασφαλούς συστήματος αποθεμάτων νερού
Doukas et al., 2010;	Αξιολόγηση βιωσιμότητας ανανεώσιμων ενεργειακών επιλογών
Lee et al., 2010	Αξιολόγηση και ιεράρχηση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
Orpicovic & Tzeng, 2007	Αξιολόγηση εναλλακτικών συστημάτων υδροηλεκτρικής ενέργειας
Thomaidis et al., 2008	Κατάταξη των ενεργειακών κοινοτήτων στην Ευρώπη

UTA - Utilités Additives

Περιγραφή Η μέθοδος UTA (Utilités Additives), προτάθηκε από τους Jacquet-Lagrèze & Siskos (1978, 1982) και έχει ως στόχο την εκτίμηση (επαγωγή) μίας προσθετικής συνάρτησης αξίας από μία προδιάταξη ενός συνόλου αναφοράς A_R . Η μέθοδος χρησιμοποιεί ειδικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για να καθορίσει τις συγκεκριμένες συναρτήσεις, έτσι ώστε η(οι κατάταξη(εις) που αποκτάται(ώνται) μέσω αυτών των συναρτήσεων στο A_R να είναι όσο το δυνατό πιο συμβατή(ές) με την αρχική προδιάταξη.

Η μέθοδος υιοθετεί βασικές αρχές της θεωρίας της πολυκριτήριας χρησιμότητας (MAUT), αφού δέχεται την ύπαρξη μίας προσθετικής συνάρτησης αξίας που συνθέτει όλα τα επιμέρους κριτήρια. Η μέθοδος, σε τελικό στάδιο, εκτιμάει ένα σύνολο συναρτήσεων αξίας που αναπαριστούν τις προτιμήσεις που έχει εκφράσει ο αποφασίζων, αντί για μία και μοναδική συνάρτηση (Jacquet-Lagrèze & Siskos, 1982).

Κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών οι μέθοδοι UTA έχουν εφαρμοστεί σε διάφορα προβλήματα λήψης αποφάσεων (βλ. Siskos et al. (2005), όπου παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη ανάλυση των μεθόδων UTA και αντίστοιχων εφαρμογών), με τις πιο πρόσφατες έρευνες να επικεντρώθηκαν σε προβλήματα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (Siskos et al., 2013; 2014).

Εφαρμογές

Πίνακας 3.27. Εφαρμογές UTA

Μελέτη	Αντικείμενο
Demesouka et al., 2013	Επιλογή τοποθεσίας ανάπτυξης φυσικών συστημάτων επεξεργασίας λυμάτων, όπως λίμνες σταθεροποίησης και τεχνητούς υγρότοπους, σε περιφερειακές ενότητες στη Θράκη
Diakoulaki et al., 1999	Δυνατότητες χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για εξοικονόμηση ενέργειας και αποδοτική διαχείριση των ενεργειακών πόρων
Hadzinakos et al., 1991	Διαχείριση περιβάλλοντος όσον αφορά την πρόληψη κατολισθήσεων στην Ελλάδα, υπολογίζοντας την εύνοια των συνθηκών για κατολίσθηση σε 23 διαφορετικές περιοχές της χώρας
Kholghi, 2001	Σχεδιασμός διαχείρισης λυμάτων, μέσω της επιλογής της κατάλληλης τεχνικής επεξεργασίας λυμάτων, με χρήση περιβαλλοντικών και οικονομικών κριτηρίων
Siskos & Assimakopoulos, 1989	Περιβαλλοντικά καλύτερη χάραξη και κατασκευή δρόμου στη Γαλλία
Sola & Mota, 2012	Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων των βιομηχανιών, με την αξιολόγηση των βιομηχανικών κινητήρων που θα αντικαταστήσουν τους ενεργοβόρους παλαιότερους

3.3.4 Ανάλυση Ευστάθειας: Θεμελιώδεις Αρχές & Εφαρμογές

Θεμελιώδεις Αρχές Κάθε διαδικασία πολυκριτήριας ανάλυσης, όπως και κάθε άλλη μορφή μοντελοποίησης ενός προβλήματος, απαιτεί την υιοθέτηση παραδοχών και υποθέσεων για τα χαρακτηριστικά του προβλήματος και την πραγματοποίηση εκτιμήσεων για ένα σύνολο παραμέτρων που προσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο συνθέτονται τα κριτήρια (Hites et al., 2006). Τα στοιχεία όμως αυτά εμπεριέχουν αβεβαιότητες, ασάφειες, και σφάλματα, χαρακτηριστικά τα οποία είναι απόλυτα συνυφασμένα με την πολυπλοκότητα των σύγχρονων προβλημάτων.

Είναι λοιπόν συνηθισμένο φαινόμενο να απαιτούνται σημαντικές τροποποιήσεις της μοντελοποίησης όταν υπάρχουν μικρές αλλαγές του πλαισίου της απόφασης (μεταβολές στα δεδομένα, τις απαιτήσεις/στόχους/περιορισμούς). Επιπλέον, συχνά οι λύσεις που επιλέγονται ως ικανοποιητικές στη φάση του σχεδιασμού και ανάλυσης ενός προβλήματος, παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα στο στάδιο της πρακτικής εφαρμογής, λόγω της διαφοροποιήσεων που διαπιστώνονται (εκ των υστέρων) μεταξύ της μοντελοποίησης και των πραγματικών χαρακτηριστικών του προβλήματος.

Μέσα στο πλαίσιο αυτό, η ανάλυση ευστάθειας (αγγλ. robustness analysis) είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα στο χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης. Η ανάλυση ευστάθειας αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων, προωθώντας μια νέα θεώρηση στη μοντελοποίηση των προβλημάτων, σύμφωνα με την οποία μια λύση/απόφαση είναι ικανοποιητική όχι όταν ανταποκρίνεται ικανοποιητικά σε ένα συγκεκριμένο και αυστηρά καθορισμένο σύνολο παραδοχών/υποθέσεων/εκτιμήσεων, αλλά εάν παραμένει ικανοποιητική ακόμα και όταν η αξιολόγησή της βασιστεί σε ένα διαφορετικό πλαίσιο (Hites et al., 2006).

Ειδικότερα, μέσα από μελέτη του Roy (2010) αναδεικνύεται ο προβληματισμός για την έννοια, το ρόλο και την ιδιαίτερη σημασία της ευστάθειας στη διαδικασία λήψης και υποστήριξης αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια.

Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας Στη διεθνή βιβλιογραφία εντοπίζονται πρόσφατες έρευνες που εστιάζονται κυρίως στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων λειτουργικών διαδικασιών για την ανάλυση και μέτρηση της ευστάθειας σε διάφορες μεθοδολογίες πολυκριτήριας ανάλυσης και στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να προσαρμοστούν οι υπάρχοντες τεχνικές ώστε να επιτευχθεί η διαμόρφωση ευσταθών λύσεων σε πρακτικά προβλήματα (Mavrotas et al., 2015a, 2015b; Kadzinski et al., 2013, 2012; Kadzinski & Tervonen, 2013a, 2013b; Greco et al., 2012; Figueira et al., 2009; Greco et al., 2008).

3.3.5 Αξιολόγηση

Πολυκριτήρια Ανάλυση Όλες αυτές οι μέθοδοι της πολυκριτήριας ανάλυσης διαφέρουν σε πολλά σημεία, καθώς κάποιες έχουν αναπτυχθεί για ένα συγκεκριμένο

πρόβλημα και δεν έχουν ιδιαίτερη αξία για την επίλυση άλλων προβλημάτων. Άλλες μέθοδοι είναι πιο γενικές και πολλές από αυτές έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς. Η κύρια ιδέα όλων των μεθόδων είναι να δημιουργήσουν μια πιο τυποποιημένη και καλύτερα δομημένη διαδικασία για λήψη απόφασης.

Οι εφαρμογές της πολυκριτήριας ανάλυσης σε επιμέρους θέματα που αφορούν στο βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό είναι υπαρκτές, εστιάζοντας κυρίως σε εθνικό ή ευρωπαϊκό επίπεδο, όπως διαφαίνεται από την αναλυτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας (Buchholz et al., 2009; Greening & Bernow, 2004; Pohekar & Ramachandran, 2004). Ωστόσο, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα του συγκεκριμένου προβλήματος ακυρώνουν τις υπάρχουσες προσεγγίσεις εφαρμογής των ίδιων «συνταγών» για αποτελεσματική προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

*Ανάλυση
Ευστάθειας* Σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη αποφάσεων έχει η ανάλυση της ευστάθειας του μοντέλου αξιολόγησης, καθώς κάθε μαθηματικό πρότυπο (μοντέλο) βασίζεται σε ένα σύνολο παραδοχών, υποθέσεων και εκτιμήσεων. Σε διεθνές επίπεδο, η ανάλυση ευστάθειας στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων αποτελεί ένα αντικείμενο που έχει κεντρίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον. Αποτελεί, όμως, γεγονός ότι στο πεδίο αξιολόγησης μέτρων και δράσεων για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, όπως αυτό ορίζεται στο συγκεκριμένο πρόβλημα, δεν φαίνεται να έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση από τους ερευνητές.

3.4 Μέθοδοι Εκτίμησης

3.4.1 Ανάγκη Εκτίμησης σε Τοπικό - Περιφερειακό Επίπεδο

*Εκτίμηση
Μελλοντικής
Εξέλιξης
Εκπομπών CO₂
σε Τοπικό -
Περιφερειακό
Επίπεδο*

Κατά το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων δημιουργείται το ερώτημα, αν τα προτεινόμενα μέτρα και δράσεις είναι αρκετά για την επίτευξη του ελάχιστου στόχου μείωσης εκπομπών CO₂ που θέτει ο δήμος, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή στην τελική κατανάλωση ενέργειας (π.χ. λόγω μεταβολής πληθυσμού, τιμών ενέργειας, κατά κεφαλήν ακαθάριστο εγχώριο προϊόν, κλπ) και κατ' επέκταση των εκπομπών CO₂ (Marinakis et al., 2012b). Ως εκ τούτου, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο (Marinakis et al., 2012b).

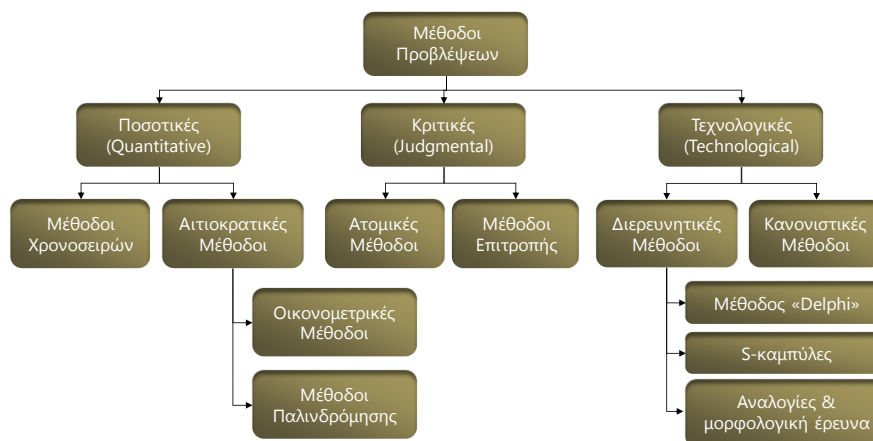


Σχήμα 3.22. Εκτίμηση Μελλοντικής Εξέλιξης Εκπομπών CO₂ σε Τοπικό - Περιφερειακό

Σημειώνεται ότι μέχρι σήμερα, η εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ έχει ενσωματωθεί σε έναν περιορισμένο αριθμό Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργειας που υποβλήθηκαν από πόλεις στην Ευρώπη, παρουσιάζοντας μόνο τα κύρια αποτελέσματα χωρίς λεπτομερή ανάλυση της προσέγγισης που υιοθετήθηκε (Faro, 2013; Dublin, 2010).

3.4.2 Βασικές Μέθοδοι Εκτίμησης της Μελλοντικής Εξέλιξης

Οι βασικές μέθοδοι εκτίμησης (πρόβλεψης) που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα εντάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, τις ποσοτικές (αγγλ. quantitative) που διακρίνονται, τις κριτικές (αγγλ. judgmental) και τις τεχνολογικές (αγγλ. technological), οι οποίες φαίνονται και σχηματικά παρακάτω.



Σχήμα 3.23. Βασικές Μέθοδοι (Makridakis et al., 1998)

Ποσοτικές Μέθοδοι Οι ποσοτικές μέθοδοι προβλέψεων εφαρμόζονται όταν η διαθέσιμη πληροφορία ποσοτικοποιείται με τη μορφή αριθμητικών δεδομένων και με την υπόθεση ότι το πρότυπο συμπεριφοράς των ιστορικών αυτών δεδομένων διατηρείται σταθερό στο μέλλον. Οι ποσοτικές μέθοδοι προβλέψεων μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το μοντέλο που χρησιμοποιείται (Assimakoroulos & Konida, 1992). Έτσι αυτές διακρίνονται στα μοντέλα χρονοσειρών (αγγλ. time series model) και στα αιτιοκρατικά μοντέλα (αγγλ. causal relationship or explanatory model).

Κριτικές Μέθοδοι Οι κριτικές μέθοδοι πρόβλεψης δεν έχουν τις ίδιες απαιτήσεις σε δεδομένα με τις ποσοτικές μεθόδους. Τα δεδομένα των μεθόδων αυτών αποτελούν προϊόν διαίσθησης, κρίσης και συσσωρευμένης γνώσης. Οι κριτικές μέθοδοι είναι αυτές που χρησιμοποιούνται συχνά σε επιχειρήσεις και οργανισμούς. Στις κριτικές μεθόδους η πρόβλεψη μπορεί να βασίζεται είτε στις γνώσεις και την κρίση ενός ατόμου (ατομικές μέθοδοι) είτε να προκύπτει από την ανταλλαγή και το συνδυασμό απόψεων των μελών κάποιας επιτροπής (μέθοδοι επιτροπής).

Τεχνολογικές Μέθοδοι Οι τεχνολογικές μέθοδοι πρόβλεψης απευθύνονται σε μακροπρόθεσμα πλάνα τεχνολογικής, κοινωνικής, οικονομικής ή πολιτικής φύσης και διακρίνονται στις:

- ▲ *Διερευνητικές (αγγλ. exploratory)*: Οι διερευνητικές μέθοδοι (Delphi, S-καμπύλες, αναλογίες και μορφολογική έρευνα) έχουν ως σημείο εκκίνησης το παρελθόν, το παρόν και κινούνται προς το μέλλον με τρόπο ευρετικό, εξετάζοντας συχνά όλες τις διαθέσιμες πιθανές περιπτώσεις.
- ▲ *Κανονιστικές (αγγλ. normative)*: Οι κανονιστικές μέθοδοι (όπως οι μήτρες αποφάσεων, τα δέντρα συσχετίσεων και η ανάλυση συστημάτων) καθορίζουν αρχικά τους μελλοντικούς στόχους και στη συνέχεια εξετάζουν την δυνατότητα επίτευξής τους με τους υπάρχοντες περιορισμούς και τους διαθέσιμους πόρους και τεχνολογίες.

3.4.3 Κυριότερες Εφαρμογές

Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχει παρουσιαστεί μια σειρά από μοντέλα για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης της ζήτησης ενέργειας (PIASA, COMMEND, ENPEP, MAED, HELM, MED-PRO). Επιπλέον, έχουν δημοσιευθεί μελέτες που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που σχετίζονται με την ανάλυση σεναρίων της μακροπρόθεσμης πρόβλεψης της ενέργειας και την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Doukas et al., 2014; Sanstad et al., 2014; Stocker et al., 2011; Cinar & Kayakutlu, 2010; Hillman & Sandén, 2008; Simões et al., 2008; Madlener et al., 2007; Hainoun et al., 2006; Medved, 2006; Wei et al., 2006; Renn, 2003; Yamamoto et al., 2000; Oniszk-Poplawska, 2003).

Ορισμένες από τις κυριότερες δραστηριοτήτων με χρήση μοντέλων πρόβλεψης παρουσιάζεται παρακάτω:

- ▲ Μια ανάλυση σεναρίων μελλοντικών ενεργειακών συστημάτων που βασίζονται σε ένα μοντέλο ροής ενέργειας παρουσιάζεται από Kikuchi et al. (2014).
- ▲ Το πιο κατάλληλο μείγμα πολιτικής για την Ελλάδα για την επίτευξη ή την προσέγγιση των εθνικών στόχων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έως το 2020 παρουσιάστηκε από τους Kambezidis et al. (2011), με βάση το μοντέλο προσομοίωσης Green-X.
- ▲ Οι Kowalski et al. (2009) παρουσίασαν σενάρια ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Αυστρία για το 2020.
- ▲ Οι Busuttill et al. (2008) ανέλυσαν μια πιο ενοποιημένη προσέγγιση για την αξιολόγηση της τεχνικής σκοπιμότητας των διαφόρων σεναρίων για την εξέλιξη της ενέργειας.
- ▲ Ο Cuaresma (2004) έχει μελετήσει τις ικανότητες πρόβλεψης μιας συστοιχίας πολυμεταβλητών μοντέλων για τις ωριαίες τιμές ηλεκτρικής ενέργειας.
- ▲ Ο Chuen-ho Chow (2001) έχει συζητήσει την ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα στο Χονγκ Κονγκ για την περίοδο 1984-97 δίνοντας έμφαση στον οικιακό τομέα.
- ▲ Στη μελέτη των Christodoulakis et al. (2000) γίνεται εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης για ενέργεια και του επιπέδου των εκπομπών CO₂ στην Ελλάδα.
- ▲ Οι Florides et al. (2000) χρησιμοποίησε το πρόγραμμα υπολογιστή TRNSYS για τη μοντελοποίηση και προσομοίωση των ενεργειακών ροών σε σύγχρονες κατοικίες τις Κύπρου.
- ▲ Ένα εκθετικό μοντέλο πρόβλεψης είχε αναπτυχθεί για την πρόβλεψη της κατανάλωσης ενέργειας στην Ιορδανία από τους Tamimi - Kodah (1993).
- ▲ Τα μοντέλα υποκατάστασης ενέργειας χρησιμοποιήθηκαν από τους Bodger - Tay (1987) για την πρόβλεψη της κατανάλωσης ενέργειας στη Νέα Ζηλανδία.

3.4.4 Αξιολόγηση

Αν και οι περισσότερες από τις μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία παρουσιάζουν αξιόπιστα αποτελέσματα, η πλειοψηφία αυτών έχει επικεντρωθεί στην εκτίμηση της μελλοντικής κατάστασης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο παρά σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Επιπλέον, αυτές οι προσεγγίσεις επικεντρώνονται στη χρήση ποσοτικών μεθόδων, με αποτέλεσμα να απαιτούνται πλήθος δεδομένων εισόδου και ιστορικά στοιχεία από τον τελικό χρήστη.

Το κύριο, όμως, πρόβλημα για την πρόβλεψη της κατανάλωσης ενέργειας σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, είναι ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμα επαρκή ιστορικά δεδομένα. Πράγματι, η κύρια πρόκληση σε κάθε κοινότητα είναι να συλλέξει όλα τα απαραίτητα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια, τα καύσιμα, κλπ) για τους ακόλουθους τομείς, με στόχο την Απογραφή Εκπομπών Αναφοράς:

- ▲ Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις
- ▲ Τριτογενής Τομέας
- ▲ Κατοικίες
- ▲ Δημοτικός Φωτισμός
- ▲ Βιομηχανίες
- ▲ Δημοτικό Στόλος/Δημοτικά μέσα μεταφοράς
- ▲ Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές
- ▲ Γεωργία/Δασοκομία/Αλιεία

Ωστόσο, η διαδικασία της συλλογής ενεργειακών δεδομένων είναι δύσκολη και χρονοβόρα για τις τοπικές αρχές, καθώς δεν υπάρχουν συγκεντρωμένα διαθέσιμα δεδομένα, ενώ παράλληλα θα πρέπει να επικοινωνήσουν με αρμόδιες υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και άλλες εταιρείες διανομής ενέργειας (City of Friedrichshafen, 2014; Technopolis Group et al., 2013). Αυτό συνδέεται, επίσης, με την έλλειψη των διαθέσιμων ανθρώπινων και οικονομικών δυνατοτήτων.

3.5 Πλαίσιο Δεικτών Αξιολόγησης

3.5.1 Χρήση Δεικτών για Τοπικό Ενεργειακό Σχεδιασμό

Αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης που Υλοποιείται

Για την αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης που υλοποιείται από το δήμο είναι σημαντική η παρακολούθησή του, λαμβάνοντας υπόψη το οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο που τον περιβάλλει. Τον Μάιο 2014, το Σύμφωνο των Δημάρχων δημοσίευσε ειδικό οδηγό για την παρακολούθηση και υποβολή εκθέσεων αναφοράς (CoM, 2014). Η «Έκθεση Υλοποίησης» θα πρέπει να περιλαμβάνει ποσοτικά στοιχεία σχετικά με τα μέτρα που υλοποιούνται, τις επιπτώσεις τους στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές CO₂, καθώς και μια ανάλυση της διαδικασίας εφαρμογής του Σχεδίου Δράσης, συμπεριλαμβανομένων των διορθωτικών και προληπτικών μέτρων όπου αυτό απαιτείται. Συνεπώς, για την αξιολόγηση της προόδου υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης κρίνεται απαραίτητη η αξιοποίηση των δεικτών.

Επιλογή Δεικτών

Οι δείκτες αποτελούν ένα μεθοδολογικό εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων, καθώς ποσοτικοποιούν και απλοποιούν φαινόμενα με στόχο την καλύτερη κατανόηση μίας πολύπλοκης πραγματικότητας. Σύμφωνα, με τον ορισμό που έχει δώσει ο Shipper et al. (2001), οι δείκτες δεν είναι δεδομένα αλλά παρουσιάζουν ποσοτικοποιημένες, κατά κύριο λόγο, πληροφορίες και επεξεργάζονται διαφορετικά και πολλαπλά δεδομένα (Androulaki et al., 2015).

Διαφορετικές ομάδες ερευνητών έχουν εξετάσει τις βασικές παραμέτρους για την επιλογή των δεικτών (Rees et al. 2008, Niemeijer & de Groot, 2008). Η επιλογή δεικτών εξαρτάται έντονα από τη φύση και το στόχο της μελέτης και από τους αποφασίζοντες. Σύμφωνα με τους Patlitzianas et al. (2007), κατά την επιλογή των δεικτών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κριτήρια που σχετίζονται με την πληρότητα την προσαρμοστικότητα και την καταλληλότητα (Σχήμα 3.24).



Σχήμα 3.24. Επιλογή Δεικτών

3.5.2 Ανασκόπηση Εργασιών Ανάπτυξης Δεικτών

Βασικότερες Συσχετιζόμενες Μεθοδολογίες Δεικτών

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την ανάπτυξη ενεργειακά σχετιζόμενων δεικτών δείχνει ότι οι σημαντικότερες προσπάθειες εντοπίζονται σε μεγάλους διεθνείς οργανισμούς, με έμφαση σε τρία κύρια πεδία, το περιβάλλον, την αειφόρο ανάπτυξη και την ενεργειακή χρήση και αποδοτικότητα. Ορισμένες από τις βασικότερες συσχετιζόμενες μεθοδολογίες δεικτών περιγράφονται ακολούθως:

- ▲ Ο «OECD (Organisation for Economic Development and Cooperation)» δραστηριοποιείται στον τομέα των περιβαλλοντικών πληροφοριών εδώ και περίπου 30 χρόνια. Έχει καταφέρει να αναπτύξει μία συλλογή άμεσα συσχετισμένων δεικτών και αρκετές συλλογές δεικτών για διάφορους τομείς (για παράδειγμα δείκτες ενέργειας-περιβάλλοντος, δείκτες μεταφορών-περιβάλλοντος, κλπ). Οι δείκτες ενέργειας-περιβάλλοντος αναπτύχθηκαν για να προάγουν και να ενισχύσουν την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών ανησυχιών στο σχεδιασμό της ενεργειακής πολιτικής για τις χώρες του «OECD».
- ▲ Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αναπτύξει μια σειρά από κατάλληλους δείκτες που συνδέονται με το περιβάλλον δραστηριοποίησης των ενεργειακών εταιριών κυρίως μέσω της «Eurostat» (EC, 2015) και του «European Environment Agency» (EEA, 2015).
- ▲ Μια από τις πρώτες προσπάθειες για τη δημιουργία ενός συνόλου δεικτών που εκφράζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη έγινε το 1995 από το Τμήμα Οικονομικών και Κοινωνικών Υποθέσεων των Ηνωμένων Εθνών (UNDESA, 2015). Η προσέγγιση, όμως, ήταν γενική και μόνο τρεις από τους προτεινόμενους δείκτες αφορούσαν την ενέργεια. Συγκεκριμένα, αυτοί ήταν η ετήσια κατά κεφαλή χρήση ενέργειας, η ποσοστιαία συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην κατανάλωση ενέργειας και ο λόγος της συνολικής χρήσης ενέργειας προς το ΑΕΠ μιας χώρας.
- ▲ Παράλληλα, η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας (αγγλ. International Energy Agency, IEA) σε συνεργασία με το Εθνικό Εργαστήριο του Berkeley (LBNL) επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη δεικτών για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, της αποδοτικής της χρήσης σε διάφορους τομείς της οικονομίας αλλά και τη σύνδεσή της με τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (IEA, 2015).
- ▲ Ο Διεθνής Οργανισμός Ατομικής Ενέργειας (αγγλ. International Atomic Energy Agency, IAEA), συνεχίζοντας την προσπάθεια των Ηνωμένων Εθνών, σε συνεργασία και με άλλους 4 οργανισμούς, παρουσίασε έναν κατάλογο με Ενεργειακούς Δείκτες για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, μαζί με τη μέθοδο υπολογισμού τους, αλλά και οδηγίες για τη χρήση τους στη λήψη αποφάσεων (IAEA, 2015).

3.5.3 Δημοφιλέστερα Πλαίσια Δεικτών

Πλαίσιο PSR

Το πλαίσιο PSR (Pressure - State - Response), αναπτύχθηκε από τον OECD, για την κατηγοριοποίηση των περιβαλλοντικών δεικτών, και

είναι βασισμένο στο μοντέλο “stress-response” που αναπτύχθηκε από τους Rapport and Friend (1979). Το πλαίσιο PSR εκφράζει ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες ασκούν πιέσεις στο περιβάλλον, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν αλλαγές στην κατάσταση του περιβάλλοντος. Η κοινωνία τότε αντιδρά στις αλλαγές με περιβαλλοντικές και οικονομικές πολιτικές και προγράμματα τα οποία σκοπεύουν να εμποδίσουν ή να μειώσουν τις πιέσεις και τις περιβαλλοντικές καταστροφές.

Πλαίσιο DSR Το πλαίσιο Driving Force - State - Response (DSR) αναπτύχθηκε από τα Ηνωμένα Έθνη για την παρακολούθηση της αειφόρου ανάπτυξης. Στο πλαίσιο αυτό ο όρος Πιέσεις αντικαταστάθηκε από τον όρο Κινητήριες δυνάμεις έτσι ώστε να διευθετήσει επακριβώς την προσθήκη κοινωνικών, οικονομικών και θεσμικών δεικτών. Επιπρόσθετα, η χρήση του όρου αυτού επιτρέπει τη θεώρηση του γεγονότος ότι οι επιπτώσεις στην αειφόρο ανάπτυξη μπορεί να είναι είτε θετικές είτε αρνητικές. Το πλαίσιο DSR είναι στην ουσία ένας πίνακας που περιλαμβάνει οριζοντίως τους τρεις τύπους των δεικτών και καθέτως τις διαστάσεις της αειφόρου ανάπτυξης, οι οποίες είναι η κοινωνική, η οικονομική, η περιβαλλοντική και η θεσμική.

Πλαίσιο DPSIR Το πλέον διαδεδομένο και κοινώς αποδεκτό μεθοδολογικό πλαίσιο δεικτών, είναι το μοντέλο Driving Force - Pressure - State - Impact - Response (DPSIR), το οποίο υιοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση και παρέχει ένα συνολικό μηχανισμό για την ανάλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων.

3.5.4 Αξιολόγηση

Κατασκευή Σύνθετου Δείκτη Στην πράξη, η ερευνητική κοινότητα χρησιμοποιεί σύνθετους δείκτες, με τους οποίους η ερμηνεία και η σύγκριση των τάσεων είναι πιο εύκολη συγκριτικά με τους μεμονωμένους δείκτες αξιολόγησης. Ουσιαστικά, σύνθετοι δείκτες είναι το σύνολο συγκεντρωτικών ή σταθμισμένων δεικτών, το οποίο περιγράφει τους συγκεντρωτικούς αριθμούς που έχουν υπολογισθεί σαν συνάρτηση δύο ή περισσότερων δεικτών που αντιπροσωπεύουν ένα σύστημα ή φαινόμενο (OECD, 2002). Η σωστή κατασκευή προϋποθέτει προσεκτική επιλογή των επιμέρους δεικτών αλλά και του καταμερισμού των σχετικών βαρών τους. Ένας από τους σύνθετους δείκτες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι ο Δείκτης Περιβαλλοντικής Επίδοσης (αγγλ. Environmental Performance Index, EPI) (EPI, 2015). Αποτελεί μια μέθοδο ποσοτικής και αριθμητικής συγκριτικής αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιδόσεων μιας χώρας και των αντίστοιχων πολιτικών της.

Σύνθετοι Δείκτες για Βιώσιμο Ενεργειακό Σχεδιασμό Η ανάπτυξη σύνθετων δεικτών για την υποστήριξη της διαδικασίας αξιολόγησης του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού είναι δυσεύρετη στη διεθνή βιβλιογραφία (Evans et al., 2009; Vera & Langlois, 2007; Afgan Net al., 2000). Οι Brown & Sovacool (2007) πρότειναν τη δημιουργία ενός ενεργειακού δείκτη για την ενημέρωση των ενδιαφερόμενων, επενδυτών και αναλυτών σχετικά με την ενεργειακή κατάσταση στις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι Abouelnaga et al. (2010)

έχουν μελετήσει τον δείκτη βιωσιμότητας πυρηνικής ενέργειας ενώ οι Afgan et al. (2005) επικεντρώθηκαν στη μοντελοποίηση του δείκτη βιώσιμης ανάπτυξης.

Παρακολούθηση Σχεδίου Δράσης Σε ότι έχει να κάνει με τις μελέτες και εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί για την παρακολούθηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, ο αριθμός τους είναι περιορισμένος, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.28.

Πίνακας 3.28. Μελέτες/Εργαλεία Παρακολούθησης Σχεδίων Δράσης

Μελέτη/Εργαλείο	Περιγραφή
«Sustainable barometer»	Το «Sustainable barometer» είναι μία διαδικτυακή βάση παρακολούθησης που αναπτύχθηκε από την τοπική αρχή της πόλης Luleå, της Σουηδίας. Το εργαλείο αυτό είναι ικανό να αξιολογήσει την περιβαλλοντική κατάσταση της πόλης ενώ παρέχει πρόσβαση τόσο στο ευρύ κοινό όσο και σε άλλους φορείς. Επιπλέον, διευκολύνει την ιεράρχηση των δράσεων και επιτρέπει την διύπηρεσιακή και διαπεριφερειακή συνεργασία για περιβαλλοντικά θέματα.
«Etude comparative des dispositifs d'observation régionaux de l'énergie et des GES»	Συγκριτική μελέτη εργαλείων παρακολούθησης εκπομπών αερίων και κατανάλωσης ενέργειας.
«Monitoring SEAPs: proposal and first results»	Το 2012 το επαρχιακό συμβούλιο της Βαρκελώνης δημοσίευσε μια πρόταση για την παρακολούθηση των Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από μεγάλες κωμοπόλεις, όσο και από μικρούς δήμους για την παρακολούθηση του σχεδίου δράσης τους.
Εργαλείο «DESGEL (Programa de Diagnòstic Energètic i Simulador de Gasos d'Efecte hivernacle Locals)»	Το εργαλείο DESGEL υποστηρίζει την παρακολούθηση των δεσμεύσεων του Συμφώνου των Δημάρχων και αξιολογεί τόσο την κατανάλωση ενέργειας όσο και τις εκπομπές αερίων ενός δήμου.
Σύστημα για την αυτόματη παρακολούθηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	Στο δήμο Ζλιν της Τσεχίας έχει σχεδιαστεί ένα σύστημα για την αυτόματη παρακολούθηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (ΑΙΜ) και της ποιότητας του αέρα. Τα σύστημα αυτό είναι μέρος ενός περιφερειακού δικτύου σταθμών παρακολούθησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης της περιοχής

3.6 Συμπεράσματα

Επισκόπηση Μεθοδολογιών Από την επισκόπηση των σχετιζόμενων μεθοδολογιών που προηγήθηκε, προκύπτουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά για την επίλυση του προβλήματος που εξετάζεται στην παρούσα Διδακτορική Διατριβή:

Έλλειψη Ολοκληρωμένης Μεθοδολογικής Προσέγγισης, κατάλληλα Προσαρμοσμένης στα Ιδιαίτερα Χαρακτηριστικά των Τοπικών Κοινοτήτων

Μέσα από τη μελέτη και αξιολόγηση αυτών των μεθοδολογιών και εργαλείων που έχουν αναπτυχθεί μέχρι τώρα προκύπτει ότι οι περισσότερες από αυτές:

- ▲ Επικεντρώνονται κυρίως στην έκδοση κατευθυντήριων οδηγιών για την ανάπτυξη ενός Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, χωρίς να παρέχουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων ειδικότερα σε ότι έχει να κάνει με την επιλογή βιώσιμων ενεργειακών τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας.
- ▲ Στοχεύουν σε αστικές περιοχές, παραβλέποντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα των αγροτικών περιοχών. Ο αγροτικός τομέας (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία) διακρίνεται για τις ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις.
- ▲ Δίνουν έμφαση σε ορισμένους τομείς του Σχεδίου Δράσης, όπως οι μεταφορές και η βιομηχανία. Ωστόσο, οι αστικές μεταφορές και η βιομηχανία διαδραματίζουν δευτερεύοντα ρόλο στις αγροτικές περιοχές.

Περιορισμένες Ερευνητικές Προσπάθειες σε επιμέρους Τεχνολογίες Υποστήριξης Αποφάσεων & στη Διαδικασία Ενσωμάτωσής τους σε ένα Ενιαίο Πλαίσιο Υποστήριξης για Τοπικό Ενεργειακό Σχεδιασμό

Η μελέτη της βιβλιογραφίας δείχνει ότι επιμέρους τεχνολογίες υποστήριξης αποφάσεων έχουν εφαρμοσθεί εδώ και πολλά χρόνια σε ενεργειακά προβλήματα, οδηγώντας στην εξαγωγή των ακόλουθων συμπερασμάτων:

- ▲ Όσον αφορά σε ερευνητικές προσπάθειες για βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, η εφαρμογή των πολυκριτηριακών συστημάτων φαίνεται να είναι περιορισμένη και να αφορά επιμέρους μόνο χαρακτηριστικά, δίνοντας έμφαση σε εθνικό ή ευρωπαϊκό επίπεδο.
- ▲ Σε διεθνές επίπεδο, η ανάλυση ευστάθειας στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων αποτελεί ένα αντικείμενο που έχει κεντρίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον. Αποτελεί, όμως, γεγονός ότι στο πεδίο

αξιολόγησης μέτρων και δράσεων για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, όπως αυτό ορίζεται στο συγκεκριμένο πρόβλημα, δεν φαίνεται να έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση από τους ερευνητές.

- ▲ Αν και οι περισσότερες από τις μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία για την εκτίμηση της μελλοντικής κατάστασης παρουσιάζουν αξιόπιστα αποτελέσματα, η πλειοψηφία αυτών έχει επικεντρωθεί σε εθνικό επίπεδο παρά σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Επιπλέον, αυτές οι προσεγγίσεις επικεντρώνονται στη χρήση ποσοτικών μεθόδων, χρησιμοποιώντας πλήθος δεδομένων εισόδου και ιστορικών στοιχείων από τον τελικό χρήστη.
- ▲ Ένα εύχρηστο εργαλείο για την παρακολούθηση, μέτρηση και έλεγχο των επιπτώσεων της χρήσης ενέργειας στην οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον είναι οι δείκτες. Η ανάπτυξη σύνθετων δεικτών για την υποστήριξη των διαδικασιών που σχετίζονται με το βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό είναι δυσεύρετη στη διεθνή βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

4.1 Εισαγωγή

Στόχος Η ανάλυση που παρατέθηκε στα προηγούμενα Κεφάλαια, καθιστά σαφές την ανάγκη για ανάπτυξη ενός ικανού πλαισίου υποστήριξης αποφάσεων, δίνοντας πλέον μια νέα προοπτική στην Τοπική Αυτοδιοίκηση να λειτουργήσει αποτελεσματικά και δημιουργικά στο νέο αυξημένο ρόλο της, για το περιβάλλον και την τοπική οικονομία. Στο πλαίσιο αυτό, στόχος του Κεφαλαίου είναι η αναλυτική παρουσίαση της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης «MPC+ (Map, Plan, Choose, Check)».

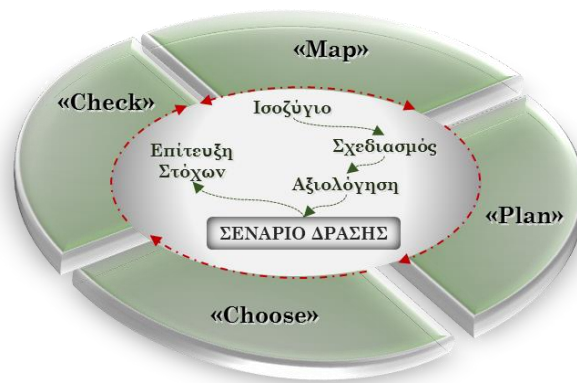
Δομή Κεφαλαίου Το Κεφάλαιο αυτό, πέρα από την εισαγωγή, περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενότητες:

- ▲ *2^η Ενότητα:* Αναλύεται η φιλοσοφία και η συνολική διαδικασία του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου «MPC+».
- ▲ *3^η Ενότητα:* Παρουσιάζονται τα επιμέρους στάδια της συνιστώσας «Map», δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις εναλλακτικές μεθόδους που αναπτύχθηκαν για τον υπολογισμό του ισοζυγίου ενέργειας.
- ▲ *4^η Ενότητα:* Αποτυπώνονται οι διαδικασίες για τη μοντελοποίηση δράσεων, το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης και την αξιολόγηση του επιπέδου μείωσης των εκπομπών CO₂, με στόχο τη δημιουργία της τελικής λίστας εφικτών Σεναρίων, στάδια τα οποία διαμορφώνουν τη συνολική προσέγγιση της συνιστώσας «Plan».
- ▲ *5^η Ενότητα:* Εστιάζεται στη μεθοδολογική προσέγγιση που αναπτύχθηκε για την αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων προκειμένου να προταθεί το επικρατέστερο Σενάριο Δράσης για την περιοχή, η οποία αποτελεί το βασικό τμήμα της συνιστώσας «Choose».
- ▲ *6^η Ενότητα:* Αποτυπώνεται η τελευταία συνιστώσα «Check», η οποία επικεντρώνεται στο μεθοδολογικό πλαίσιο ελέγχου στόχων των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.
- ▲ *7^η Ενότητα:* Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα.

4.2 Μεθοδολογικό Πλαίσιο

4.2.1 Φιλοσοφία Προτεινόμενης Προσέγγισης

Γενική Περιγραφή Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η φιλοσοφία ανάπτυξης του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου, το οποίο έχει ως στόχο να υποστηρίξει τις τοπικές και περιφερειακές αρχές κατά την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.



Σχήμα 4.1. Φιλοσοφία Προσέγγισης

Πιο συγκεκριμένα, η προτεινόμενη προσέγγιση «MPC+ (Map - Plan - Choose - Check)» περιλαμβάνει τις ακόλουθες τέσσερις (4) συνιστώσες (Σχήμα 4.1):

- ▲ *Συνιστώσα «Map»:* Η συνιστώσα αυτή αποτελεί σημείο εκκίνησης της διαδικασίας ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης. Αφορά στην χαρτογράφηση της παρούσας κατάστασης στην περιοχή, δίνοντας έμφαση στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών. Τα αποτελέσματα σε αυτό το στάδιο αποτελούν τη βάση για τη διαμόρφωση ενός πλήρους Σχεδίου Δράσης, καθώς και την παρακολούθηση και τον έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί.
- ▲ *Συνιστώσα «Plan»:* Η συνιστώσα αυτή επικεντρώνεται στο σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, δηλαδή ενός συνόλου μέτρων και δράσεων κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Μέσα από τη μοντελοποίηση των μέτρων και δράσεων, την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο και τη συμμετοχή των τοπικών φορέων επιτυγχάνεται ο σχεδιασμός των Σεναρίων.
- ▲ *Συνιστώσα «Choose»:* Η συνιστώσα αυτή έχει ως στόχο την υποστήριξη των αποφασιζόντων στη διαδικασία εντοπισμού του επικρατέστερου Σεναρίου Δράσης για την περιοχή που εξετάζεται. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση των Σεναρίων Δράσης με χρήση της πολυκριτήριας ανάλυσης και της ανάλυσης ευστάθειας.
- ▲ *Συνιστώσα «Check»:* Η συνιστώσα αυτή αφορά στον έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί σε κάθε τομέα δραστηριότητας. Ουσιαστικά, επιτυγχάνεται η παρακολούθηση και αξιολόγηση της πορείας του δήμου προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης

μέσα στο οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο που τον περιβάλλει.

Με αυτό τον τρόπο, η «συστημική» προσέγγιση, στην οποία βασίζεται η φιλοσοφία της προτεινόμενης μεθοδολογίας, συμβάλλει στη διαμόρφωση ενός διαφανούς και συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των αποφαιζόντων για την αναγνώριση όλων των παραμέτρων του προβλήματος και την ανάλυση των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων, προς την κατεύθυνση των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

4.2.2 Συνολική Διαδικασία

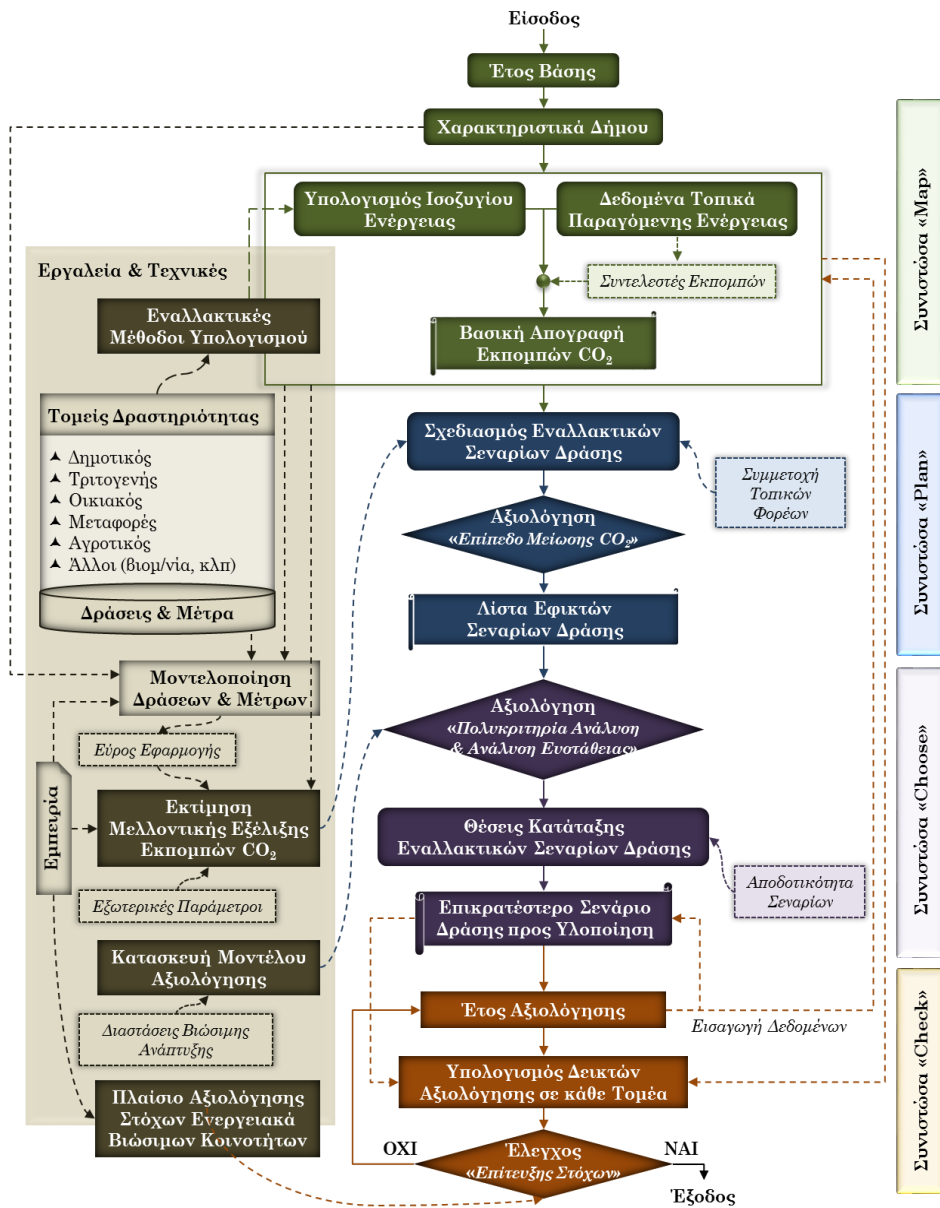
Ακολουθώντας τη λογική της προτεινόμενης προσέγγισης, το μεθοδολογικό πλαίσιο περιλαμβάνει επιμέρους στάδια, τα οποία περιγράφεται αναλυτικά ακολούθως:

- Συνοπτική «Map»**
- ▲ *Έτος Βάσης*: Επιλέγεται το έτος για το οποίο θα αναπτυχθεί το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών
 - ▲ *Χαρακτηριστικά Δήμου*: Εισάγονται στατιστικά στοιχεία για την περιοχή που μελετάται, όπως πληθυσμός, αριθμός κατοικιών, χρήσεις γης (π.χ. συνολική έκταση γης, καλλιεργήσιμες εκτάσεις), κλπ. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται τόσο κατά την ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών όσο και κατά το σχεδιασμό των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης σε επόμενο στάδιο.
 - ▲ *Υπολογισμός Ισοζυγίου Ενέργειας*: Υπολογισμός του ισοζυγίου ενέργειας σε τοπικό-περιφερειακό επίπεδο με χρήση των εναλλακτικών μεθόδων που αναπτύχθηκαν.
 - ▲ *Δεδομένα Τοπικά Παραγόμενης Ενέργειας*: Εισαγωγή δεδομένων σχετικά με την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την τοπικά παραγόμενη θέρμανση/ψύξη. Με τα δεδομένα αυτά γίνεται ο προσδιορισμός των τοπικών συντελεστών εκπομπών CO₂.
 - ▲ *Βασική Απογραφή Εκπομπών CO₂*: Το τελευταίο στάδιο, περιλαμβάνει τη βασική απογραφή εκπομπών CO₂, με βάση τον υπολογισμό του ισοζυγίου ενέργειας και τους συντελεστές εκπομπών ανά μορφή ενέργειας (εθνικούς και τοπικούς).
- Συνοπτική «Plan»**
- ▲ *Σχεδιασμός Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης*: Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη μοντελοποίηση ενός συνόλου δράσεων και μέτρων, κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, οδηγούν στον αρχικό σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Για τη διαμόρφωση των Σεναρίων γίνεται, επίσης, εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Η συμμετοχή των τοπικών φορέων έχει σημαντικό ρόλο σε αυτό το στάδιο για την τελική διαμόρφωση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης.
 - ▲ *Αξιολόγηση (Επίπεδο Μείωσης Εκπομπών CO₂)*: Σε πρώτο στάδιο, όλα τα εναλλακτικά Σενάρια αξιολογούνται για τη μείωση εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνουν, με βάση το ελάχιστο όριο που θέτουν οι τοπικές αρχές ως στόχο (από το Σύμφωνο το ελάχιστο όριο είναι 20% έως το 2020).

- ▲ *Λίστα Εφικτών Σεναρίων Δράσης*: Η παραπάνω διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της λίστας εφικτών Σεναρίων Δράσης, τα οποία θα αξιολογηθούν στη συνέχεια, προκειμένου να εντοπιστεί το επικρατέστερο Σενάριο προς υλοποίηση για την περιοχή.
- Συνιστώσα «Choose»**
- ▲ *Αξιολόγηση (Πολυκριτήρια Αξιολόγηση & Ανάλυση Ευστάθειας)*: Σε δεύτερο στάδιο, τα εναλλακτικά Σενάρια αξιολογούνται μέσω της κατασκευής μιας συνεπούς οικογένειας κριτηρίων και ενός μοντέλου αξιολόγησης. Η κατασκευή της συνεπούς οικογένειας κριτηρίων βασίζεται στους τρεις (3) άξονες προτίμησης με στόχο την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης (περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί και οικονομικοί). Η συνολική αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης πραγματοποιείται μέσω ενός μοντέλου προσθετικής αξίας (αγγλ. Additive Value Function). Χρησιμοποιούνται τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού σε συνδυασμό με ανάλυση ποιοτικής παλινδρόμησης (αγγλ. Multicriteria Ordinal Regression Approach). Με την ανάλυση ευστάθειας αναζητούνται οι πολλαπλές βέλτιστες λύσεις του. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας την μέθοδο ανάλυσης ακραίων κατατάξεων (αγγλ. Extreme Ranking Analysis Method), κάθε εναλλακτικό Σενάριο Δράσης εξετάζεται χωριστά και υπολογίζεται η μέγιστη και ελάχιστη θέση που μπορεί να πάρει στην κατάταξη.
- ▲ *Θέσεις Κατάταξης Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης*: Από την παραπάνω αξιολόγηση, προκύπτει η τελική λίστα κατάταξης των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσεων, απεικονίζοντας τη μέγιστη και ελάχιστη θέση κάθε Σεναρίου.
- ▲ *Επικρατέστερο Σενάριο Δράσης προς Υλοποίηση*: Από την τελική λίστα κατάταξης προκύπτει το επικρατέστερο Σενάριο Δράσης προς υλοποίηση. Σε περίπτωση όπου δύο ή περισσότερα Σενάρια βρεθούν στην πρώτη θέση, για τα Σενάρια αυτά εξετάζεται η αποδοτικότητά τους, έτσι ώστε να υπάρξει ένας διαχωρισμός μεταξύ τους και να προκύψει το επικρατέστερο. Το επικρατέστερο Σενάριο είναι και αυτό που προτείνεται για να ενσωματωθεί στο Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.
- Συνιστώσα «Check»**
- ▲ *Έτος Αξιολόγησης*: Για το έτος αξιολόγησης που επιλέγεται, εισάγονται δεδομένα για το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών και για τις δράσεις και τα μέτρα που περιλαμβάνονται στο Σχέδιο Δράσης που υλοποιείται.
- ▲ *Υπολογισμός Δεικτών Αξιολόγησης σε κάθε Τομέα*: Από τα δεδομένα που εισάγονται γίνεται ο υπολογισμός των δεικτών αξιολόγησης για κάθε τομέα δραστηριότητας.
- ▲ *Έλεγχος (Επίτευξη Στόχων)*: Υπολογισμός του σύνθετου δείκτη «SEC_{Index}» για κάθε τομέα δραστηριότητας, καθιστώντας δυνατή την αξιολόγηση των διαφορών που εντοπίζονται στους τομείς με τις καλύτερες ή/και χειρότερες επιδόσεις.

4.2.3 Διάγραμμα Ροής

Η μορφή του διαγράμματος ροής της ακολουθούμενης μεθοδολογικής προσέγγισης του προβλήματος, παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχήμα 4.2.

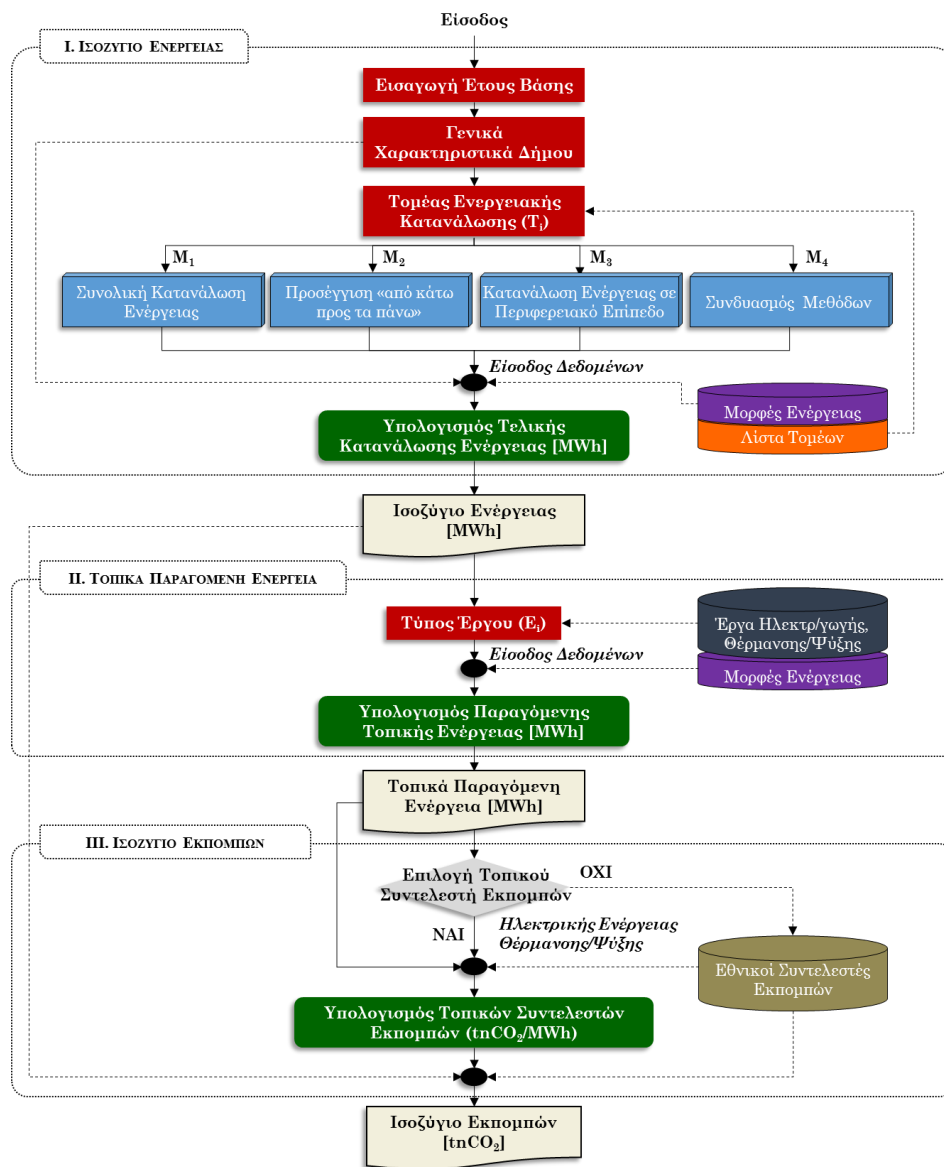


Σχήμα 4.2. Διάγραμμα Ροής

4.3 Συνιστώσα Ι: «Map»

4.3.1 Διαδικασία Προσέγγισης

Διαδικασία 1^η Συνιστώσας Η συνολική διαδικασία που ακολουθείται για την αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης και την ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών απεικονίζεται στο παρακάτω Σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3. Διαδικασία 1^η Συνιστώσας

4.3.2 Έτος Βάσης

Επιλογή Σύμφωνα με τις οδηγίες του Συμφώνου των Δημάρχων τα στοιχεία για την απογραφή των εκπομπών το συνιστώμενο έτος αναφοράς της απογραφής είναι το 1990. Εάν όμως ο Δήμος δεν διαθέτει στοιχεία για

κατάρτιση της απογραφής εκπομπών, κατά το έτος 1990, τότε θα πρέπει να επιλέξει το επόμενο πλησιέστερο έτος για το οποίο θα μπορεί να συλλεχθούν πλήρη και αξιόπιστα στοιχεία.

Η δέσμευση για τη συνολική μείωση θα πρέπει να μεταφραστεί σε συγκεκριμένες δράσεις και μέτρα σε συνδυασμό με την υπολογίσιμη σε τόνους μείωση CO₂ για το μακροπρόθεσμο στόχο μείωσης (για παράδειγμα 2020).

4.3.3 Γενικά Χαρακτηριστικά

Δεδομένα Αρχικά, απαιτείται η εισαγωγή γενικών πληροφοριών και στατιστικών στοιχείων για τον δήμο, όπως απεικονίζονται στον ακόλουθο Πίνακα 4.1. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται τόσο κατά την ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών όσο και κατά τον σχεδιασμό των εναλλακτικών Σχεδίων Δράσης σε επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας.

Πίνακας 4.1. Γενικά Χαρακτηριστικά Δήμου

Τομέας	Δεδομένα
Γενικά Στοιχεία	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Πληθυσμός ▲ Έκταση (km²) και κατανομή ▲ Κλιματική ζώνη δήμου ▲ Κατανομή απασχόλησης (%)
Αγροτικός Τομέας	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Αγροτικές εκτάσεις (στέμματα) ▲ Αριθμός ελκυστήρων ▲ Κατανομή μεθόδων άρδευσης καλλιεργήσιμων εκτάσεων
Δημοτικά Κτίρια	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Αριθμός δημοτικών κτιρίων, τύπος και συνολικό εμβαδόν (m²) ▲ Αριθμός και τύπος αντλιοστασίων, γεωτρήσεων, δεξαμενών ύδρευσης, βιολογικών καθαρισμών
Οικιακός Τομέας	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Αριθμός κατοικιών και συνολικό εμβαδόν κατοικιών (m²) ▲ Κατανομή σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, καθώς και σε κατοικίες με ή χωρίς κεντρική θέρμανση
Τριτογενής Τομέας	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Πλήθος κτιρίων επιχειρήσεων τριτογενούς τομέα και συνολικό εμβαδόν (m²)
Δημοτικός φωτισμός	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Πλήθος φωτιστικών σημείων και τύπος
Μεταφορές	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Αριθμός επιβατικών οχημάτων, λεωφορείων και άλλων οχημάτων δημόσιας χρήσεως ▲ Αριθμός ιδιωτικών επιβατικών οχημάτων, μοτοσυκλετών, φορτηγών
Τοπικά	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Ηλιακό δυναμικό περιοχής (kW/m²/έτος)

Παραγόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια	▲ Αιολικό δυναμικό περιοχής (μέση ταχύτητα ανέμου – m/s)
	▲ Ύπαρξη ποταμού στον δήμο, έκταση (km ³) και ροή (runoff – Bm ³)

4.3.4 Τομείς & Μορφές Ενέργειας

Τομείς Ενεργειακής Κατανάλωσης

Κάθε τομέας ενεργειακής κατανάλωσης συμβολίζεται ως:

$$T_i, \quad i=1, 2, \dots, x \quad (4.1)$$

όπου:

T_i : Απεικονίζεται ο τομέας ενεργειακής κατανάλωσης «i».

Οι τομείς ενεργειακής κατανάλωσης είναι συνολικά $x=9$, και παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2. Τομείς Ενεργειακών Καταναλώσεων

Σύμβολο	Τομέας
T_1	Γεωργία/Δασοκομία/Αλιεία
T_2	Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις
T_3	Οικιακός τομέας
T_4	Κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα
T_5	Δημοτικός δημόσιος φωτισμός
T_6	Βιομηχανίες (εκτός βιομηχανιών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου - ΣΕΔΕ)
T_7	Δημοτικός στόλος
T_8	Δημόσιες μεταφορές
T_9	Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές

Είναι φανερό ότι καθένας από αυτούς τους τομείς διαφοροποιείται έναντι του άλλου ως προς την επίδρασή του σε οικονομικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο.

Μορφές Ενέργειας

Οι μορφές ενέργειας συμβολίζεται ως εξής:

$$ME_j, \quad j=1, 2, \dots, y \quad (4.2)$$

όπου:

ME_j : Απεικονίζεται η μορφή ενέργειας «j».

Οι μορφές ενέργειας που εντοπίζονται είναι συνολικά $z=17$, και παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3. Μορφές Ενέργειας

Σύμβολο	Μορφή Ενέργειας
ME ₁	Ηλεκτρική ενέργεια
ME ₂	Θέρμανση/ ψύξη
ME ₃	Ορυκτά καύσιμα
ME ₄	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
ME ₅	Φυσικό αέριο
ME ₆	Υγραέριο
ME ₇	Πετρέλαιο θέρμανσης
ME ₈	Πετρέλαιο ντίζελ
ME ₉	Βενζίνη
ME ₁₀	Λιγνίτης
ME ₁₁	Γαιάνθρακας
ME ₁₂	Άλλα ορυκτά καύσιμα
ME ₁₃	Φυτικά έλαια
ME ₁₄	Βιοκαύσιμα
ME ₁₅	Άλλο είδος βιομάζας
ME ₁₆	Ηλιοθερμική
ME ₁₇	Γεωθερμική

4.3.5 Εναλλακτικές Μέθοδοι Υπολογισμού Ισοζυγίου Ενέργειας

Προτεινόμενη Προσέγγιση Υπολογισμού Ισοζυγίου Ενέργειας

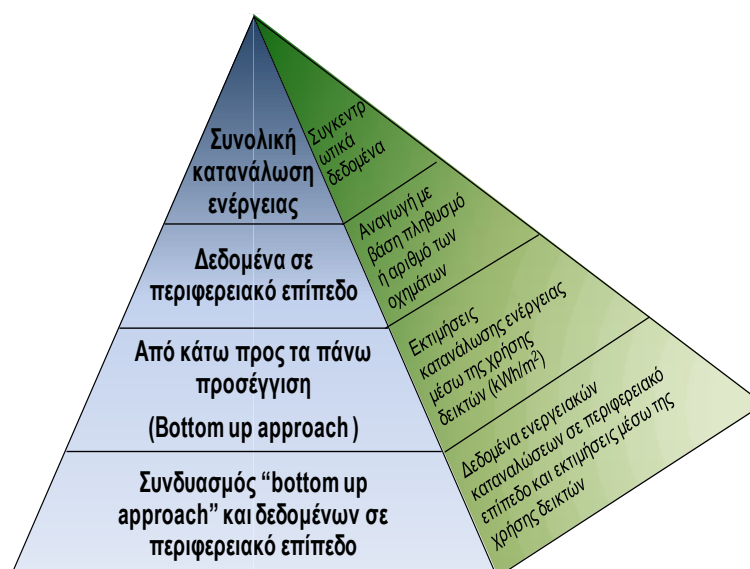
Όπως σημειώθηκε και στο Κεφάλαιο 3, ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι τοπικές αρχές κατά την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης είναι η διαδικασία συλλογής ενεργειακών δεδομένων, καθώς είναι δύσκολη, χρονοβόρα και δεν υπάρχουν συγκεντρωμένα διαθέσιμα δεδομένα (City of Friedrichshafen, 2014; Technopolis Group et al., 2013).

Στο πλαίσιο αυτό, μία κοινή τεχνική προσέγγιση έχει υιοθετηθεί, όπως επίσης, έχουν αναπτυχθεί οι απαραίτητοι αλγόριθμοι για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης ενέργειας. Ο κύριος στόχος ήταν να διευκολυνθούν οι υπολογισμοί της ενεργειακής κατανάλωσης ανά τομέα δραστηριότητας (ειδικά για τον τριτογενή τομέα, τις κατοικίες, τις ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές, τη γεωργία κλπ.) παρέχοντας εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού στους χρήστες (Σχήμα 4.4):

- ▲ *Συνολική Κατανάλωσης:* Ο χρήστης εισάγει συγκεντρωτικά δεδομένα για τους διάφορους τομείς (π.χ. στο δημοτικό τομέα,

δημοτικό στόλο και δημοτικές μεταφορές για την Ελλάδα).

- ▲ *Δεδομένα σε Περιφερειακό Επίπεδο:* Η τελική κατανάλωση ενέργειας σε τοπικό επίπεδο προκύπτει ύστερα από αναγωγή των διαθέσιμων καταναλώσεων σε περιφερειακό επίπεδο με βάση τον πληθυσμό ή τον αριθμό οχημάτων (π.χ. τελικές καταναλώσεις ενέργειας στον τριτογενή τομέα ή στις ιδιωτικές μεταφορές για την Ελλάδα).
- ▲ *«Bottom up» Προσέγγιση:* Στη συγκεκριμένη μέθοδο γίνονται εκτιμήσεις της κατανάλωσης ενέργειας μέσω της χρήσης κατάλληλων δεικτών (kWh/m^2). Στην Ελλάδα, η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οικιακό τομέα ή τον τομέα των μεταφορών.
- ▲ *Συνδυασμός «bottom up» Προσέγγισης και Δεδομένων σε Περιφερειακό Επίπεδο:* Συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων. Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως από χώρες του εξωτερικού, όπως η Αυστρία και η Κροατία.



Σχήμα 4.4. Προτεινόμενη Προσέγγιση Υπολογισμού Ισοζυγίου Ενέργειας

Πρέπει να σημειωθεί ότι ξεχωριστή έμφαση δόθηκε στους τομείς της γεωργίας, δασοκομίας και αλιείας, λαμβάνοντας υπόψη πως οι συγκεκριμένοι τομείς συνθέτουν ένα σημαντικό τμήμα της Αρχικής Απογραφής Εκπομπών των αγροτικών και ενδιάμεσων περιοχών. Σημειώνεται ότι για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης προσέγγισης έγινε μελέτη των μεθόδων και των προβλημάτων απόκτησης των απαραίτητων δεδομένων σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με έμφαση στην Αυστρία, Βουλγαρία, Γερμανία, Ελλάδα, Κροατία και Πορτογαλία.

Εναλλακτικές Μέθοδοι Οι προσεγγίσεις που χρησιμοποιήθηκαν ανά τομέα δραστηριότητας παρουσιάζονται ακολούθως:

Γεωργία/Δασοκομία/Αλιεία

Γεωργία

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ *Μέθοδος 2:* Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»
 - ◇ Γεωργικά Προϊόντα
 - ✓ Τύπος Γεωργικού Προϊόντος
 - ✓ Έκταση καλλιεργήσιμης γης (Ha)
 - ✓ Μέση κατανάλωση και τύπος καυσίμου
 - ◇ Κτηνοτροφία
 - ✓ Τύπος και πλήθος κτηνοτροφικού προϊόντος
 - ✓ Μέση κατανάλωση και τύπος καυσίμου
 - ◇ Παραγωγή Ελαιολάδου
 - ✓ Έτος και ποσότητα παραγωγής

Δασοκομία

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια – Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις βασισμένες στα ακόλουθα στοιχεία:
 - ◇ Ποσότητα παραγόμενης βιομάζας
 - ◇ Μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά ποσότητα βιομάζας (βασισμένη σε εθνικές μελέτες)

Αλιεία

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ *Μέθοδος 2:* Εκτίμησης της ενεργειακής κατανάλωσης
 - ◇ Τύπος σκαφών παράκτιας αλιείας (με βάση το μήκος)
 - ◇ Αριθμός σκαφών παράκτιας αλιείας ανά τύπο
 - ◇ Μέση κατανάλωση και τύπος καυσίμου
- ▲ *Μέθοδος 3:* Εκτίμησης της ενεργειακής κατανάλωσης
 - ◇ Συνολικός αριθμός σκαφών παράκτιας αλιείας
 - ◇ Μέση ισχύς σκάφους παράκτιας αλιείας
 - ◇ Ετήσιες ώρες λειτουργίας ανά σκάφος
 - ◇ Μέση κατανάλωση και τύπος καυσίμου

Δημοτικά Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις

Σχολεία

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ *Μέθοδος 2:* Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις για Νηπιαγωγεία, Δημοτικά Σχολεία, Γυμνάσια, Λύκεια κλπ.

Δημοτικά Κτίρια

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)

- ▲ *Μέθοδος 2:* Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις για Κοινοτικά Γραφεία, Νοσοκομεία, Αθλητικές Εγκαταστάσεις, Κτίρια Πολιτισμού, Άλλα.

Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ *Μέθοδος 2:* Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις σε Μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων, Κέντρα Ανακύκλωσης, Μονάδες Λιπασματοποίησης, Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων, Άλλα.

Οικιακός Τομέας & Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις Τριτογενούς Τομέα

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία).
- ▲ *Μέθοδος 2:* Κατανάλωση ενέργειας σε περιφερειακό επίπεδο (εκτίμηση στηριζόμενη στην αναλογία πληθυσμού ή το δείκτη επιφανείας κτιρίων).
 - ✦ Κατανάλωση ενέργειας σε περιφερειακό επίπεδο, υπολογισμός της κατανάλωσης στον οικιακό τομέα βάσει της αναλογίας πληθυσμού τοπικό/περιφερειακό ή του δείκτη επιφανείας κτιρίων (m²).
- ▲ *Μέθοδος 3:* Μεμονωμένες καταναλώσεις ενέργειας.
 - ✦ Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας:
 - ✓ Εκτίμηση και προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» βασισμένη στον αριθμό και την επιφάνεια (m²) των μονοκατοικιών και πολυκατοικιών και τη μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια (kWh/m²). Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί ή όχι να περιλαμβάνει κατανάλωση για θέρμανση χώρων (βασισμένη στην διαθεσιμότητα του αντίστοιχου δείκτη).
 - ✦ Θέρμανση Χώρων: Εκτίμηση και προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» στηριζόμενη σε:
 - ✓ Επιφάνεια (m²) και αριθμό των μονοκατοικιών και πολυκατοικιών με ή χωρίς κεντρική θέρμανση,
 - ✓ Αριθμό των κτιρίων με θερμομόνωση, για τις κατηγορίες με ή χωρίς κεντρική θέρμανση,
 - ✓ Μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση (kWh/m²), για κτίρια με ή χωρίς κεντρική θέρμανση,
 - ✓ Δείκτες σχετικούς με την ποσοστιαία (%) διάρθρωση του κάθε καυσίμου (πχ. πετρέλαιο ντίζελ, φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια κλπ.) στο ενεργειακό μίγμα θέρμανσης,
 - ✓ Ειδικά για τη βιομάζα, καθώς αγροτικές κοινότητες μελετώνται, αξιοποιούνται οι δείκτες για τη μέση χρήση καυσόξυλων (τόνοι ανά κατοικία) και ο αριθμός των κατοικιών.
 - ✓ Συγκεντρωτικά δεδομένα τηλεθέρμανσης (από τους

- προμηθευτές ενέργειας).
- ✧ Θέρμανση Νερού
 - ✓ Ηλιακοί συλλέκτες (Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών – m^2 και εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ηλιακών συλλεκτών - KWh/m^2 για κάθε χώρα).
 - ▲ Μέθοδος 4: Συνδυασμός της κατανάλωσης ενέργειας σε περιφερειακό επίπεδο και προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»
 - ✧ Εκτίμηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας
 - ✓ Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε περιφερειακό επίπεδο και υπολογισμός της κατανάλωσης σε επίπεδο δήμου με βάση τον πληθυσμό της κοινότητας και το δείκτη αναλογίας σε περιφερειακό επίπεδο.
 - ✓ Χρήση της συνολικής επιφάνειας όλων των κτιρίων του οικιακού τομέα (m^2) σε περιφερειακό επίπεδο και δείκτης μέσης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m^2). Υπολογισμός της κατανάλωσης σε επίπεδο δήμου βασισμένο στον πληθυσμό της κοινότητας και τον δείκτη αναλογίας σε περιφερειακό επίπεδο.
 - ✧ Θέρμανση Χώρων
 - ✓ Χρήση της συνολικής επιφάνειας όλων των κτιρίων του οικιακού τομέα (m^2) σε περιφερειακό επίπεδο και μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση (kWh/m^2). Υπολογισμός της κατανάλωσης σε επίπεδο δήμου με βάση τον πληθυσμό της κοινότητας και τον περιφερειακό δείκτη αναλογίας. Χρήση των δεικτών σχετικά με την ποσοστιαία (%) διάρθρωση της κατανάλωσης ανά καύσιμο (πχ. πετρέλαιο ντίζελ, ηλεκτρισμός, φυσικό αέριο, βιομάζα κλπ.) στο ενεργειακό μίγμα για τις ανάγκες της θέρμανσης.
 - ✓ Συγκεντρωτικά στοιχεία σχετικά με την τηλεθέρμανση (από τις εταιρείες παροχής).
 - ✧ Θέρμανση Νερού
 - ✓ Ηλιακοί συλλέκτες (Εγκαταστάσεις ηλιακών συλλεκτών – m^2 και εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ηλιακών συλλεκτών - KWh/m^2 για κάθε χώρα).

Δημοτικός Δημόσιος Φωτισμός

- ▲ Μέθοδος 1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ Μέθοδος 2: Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις βασισμένες στην περιοχή κατανάλωσης και την αντίστοιχη ενεργειακή κατανάλωση (kWh ανά περιοχή)

Βιομηχανίες

- ▲ Μέθοδος 1: Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)

Δημοτικός Στόλος

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ *Μέθοδος 2:* Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις βασισμένες στα ακόλουθα στοιχεία:
 - ◇ Τύπος Οχήματος (Γκρέιντερ, Εκοκαφέας, Λεωφορείο, Φορτηγό, Απορριματοφόρο, Ασθενοφόρο, Αυτοκίνητο, Πυροσβεστικό Όχημα, Άλλο)
 - ◇ Αριθμός οχημάτων και διανυόμενων χιλιομέτρων
 - ◇ Μέση κατανάλωση και τύπος καυσίμου.

Δημόσιες Μεταφορές

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ *Μέθοδος 2:* Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις βασισμένες στα ακόλουθα στοιχεία:
 - ◇ Τύπος Οχήματος (Λεωφορείο, Ταξί).
 - ◇ Αριθμός συνολικών διαδρομών.
 - ◇ Αριθμός διανυόμενων χιλιομέτρων ανά διαδρομή.
 - ◇ Μέση κατανάλωση και τύπος καυσίμου.

Ιδιωτικές & Εμπορικές Μεταφορές

- ▲ *Μέθοδος 1:* Συνολική κατανάλωση ενέργειας (συγκεντρωτικά στοιχεία)
- ▲ *Μέθοδος 2:* Εκτιμήσεις βασισμένες στην ενεργειακή κατανάλωση σε περιφερειακό επίπεδο και χρήση του δείκτη πλήθους οχημάτων κοινότητας/περιφέρειας
- ▲ *Μέθοδος 3:* Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - Μεμονωμένες ενεργειακές καταναλώσεις βασισμένες στα ακόλουθα στοιχεία:
 - ◇ Τύπος Οχήματος (Αυτοκίνητο, Μοτοσυκλέτα, Όχημα για μεταφορά αγαθών, Άλλο)
 - ◇ Αριθμός Οχημάτων
 - ◇ Αριθμός διανυόμενων χιλιομέτρων ανά όχημα
 - ◇ Μέση κατανάλωση και τύπος καυσίμου

4.3.6 Τοπικά Παραγόμενη Ενέργεια

Περιγραφή Στο επόμενο στάδιο, στόχος είναι η ανάπτυξη ενός μητρώου ενέργειας των ήδη υπαρχόντων θερμοηλεκτρικών σταθμών, έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και επιλεγμένων έργων εξοικονόμησης ενέργειας (συμπαράγωγή, τηλεθέρμανση) που βρίσκονται σε λειτουργία εντός της περιοχής του δήμου. Βάσει των δεδομένων αυτών, μπορεί να υπολογιστεί ο τοπικός συντελεστής εκπομπών για τον ηλεκτρισμό και τη θέρμανση/ψύξη.

Εισαγωγή Έργων Κάθε τύπος έργου για ηλεκτροπαραγωγή και θέρμανση/ψύξη συμβολίζεται ως:

$$E_k, \quad k=1, 2, \dots, z \quad (4.3)$$

όπου:

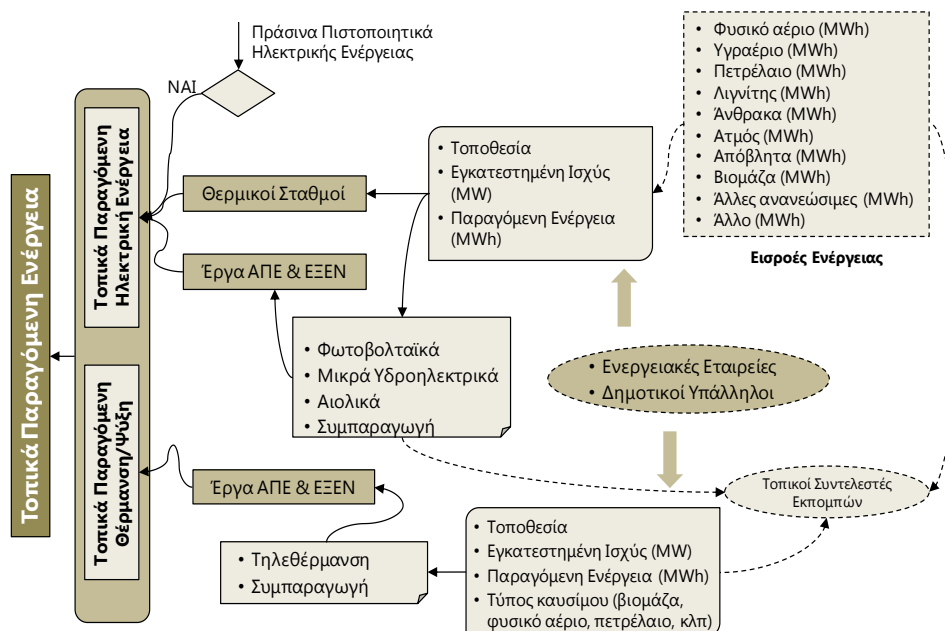
E_k : Απεικονίζεται το έργο για ηλεκτροπαραγωγή και θέρμανση/ψύξη «k».

Συνολικά, δεδομένα χρησιμοποιούνται για k=6 επιλεγμένους τύπους έργων.

Πίνακας 4.4. Τύποι Έργων

Σύμβολο	Έργο
E_1	Αιολική ενέργεια
E_2	Υδροηλεκτρική ενέργεια
E_3	Φωτοβολταϊκά
E_4	Συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ΣΗΘ) – για ηλεκτρισμό
E_5	Συμπαράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ΣΗΘ) – για θέρμανση/ψύξη
E_6	Μονάδα(ες) τηλεθέρμανσης

Για τα παραπάνω έργα απαιτείται η συμπλήρωση δεδομένων από τον χρήστη, όπως τοποθεσία, παραγόμενη ενέργεια, κλπ (Σχήμα 4.5)



Σχήμα 4.5. Μέθοδος Υπολογισμού Τοπικά Παραγόμενης Ενέργειας

4.3.7 Βασική Απογραφή Εκπομπών

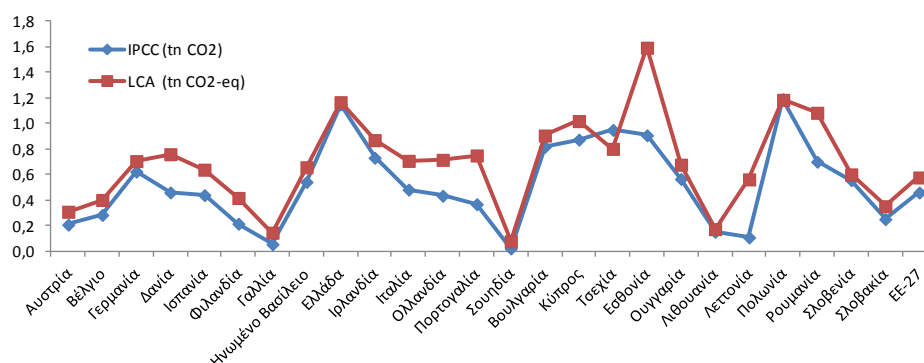
Εναλλακτικές Προσεγγίσεις Οι συντελεστές εκπομπών μπορούν να επιλεγθούν ακολουθώντας δύο διαφορετικές προσεγγίσεις (Πίνακας 4.5):

- ▲ Πρότυποι συντελεστές εκπομπών σύμφωνα με τις αρχές της IPCC, οι οποίοι καλύπτουν όλες τις εκπομπές CO₂ που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης ενέργειας εντός της περιοχής του δήμου, είτε άμεσα, εξαιτίας της καύσης καυσίμων, είτε έμμεσα μέσω της καύσης καυσίμων η οποία σχετίζεται με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανση/ψύξης εντός της περιοχής.
- ▲ Συντελεστές εκπομπών Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) που λαμβάνουν υπόψη τον συνολικό κύκλο ζωής.

Πίνακας 4.5. Συντελεστές Εκπομπών για Διάφορους Τύπους Καυσίμων

Τύπος Καυσίμου	IPCC (tnCO ₂ /MWh)	LCA (tnCO ₂ -eq/MWh)
Βενζίνη	0.249	0.299
Πετρέλαιο Ντιζελ	0.267	0.305
Λιγνίτης	0.364	0.375
Φυσικό αέριο	0.202	0.237
Ευλεία	0 – 0.403	0.002 – 0.405
Βιοντιζελ	0	0.156
Ηλιοθερμικά	0	-
Γεωθερμία	0	-

Παράλληλα, επιλέγεται εάν αντί για τους εθνικούς συντελεστές θα χρησιμοποιηθούν τοπικοί συντελεστές για την ηλεκτρική ενέργεια και την θέρμανση/ψύξη. Στο Σχήμα 4.6 απεικονίζεται ο εθνικός συντελεστής εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια σε κάθε χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Σχήμα 4.6. Εθνικός Συντελεστής Εκπομπών για Ηλεκτρική Ενέργεια

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι αλγόριθμοι για τον υπολογισμό του τοπικού συντελεστή εκπομπών, που ενσωματώνει η προτεινόμενη μεθοδολογία.

Υπολογισμός Τοπικού Συντελεστή Εκπομπών για Ηλεκτρισμό Ο υπολογισμός του τοπικού συντελεστή εκπομπών για τον ηλεκτρισμό γίνεται με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$EFE = [(TCE - LPE - GEP) * NEEFE + CO2LPE + CO2GEP] / (TCE) \quad (4.4)$$

όπου:

- ▲ EFE = τοπικός συντελεστής εκπομπών για τον ηλεκτρισμό [t/MWh_e]
- ▲ TCE = συνολική κατανάλωση ηλεκτρισμού στην τοπική αυτοδιοίκηση [MWh_e]
- ▲ LPE = τοπική παραγωγή ηλεκτρισμού [MWh_e]
- ▲ GEP = αγορές πράσινης ηλεκτρικής ενέργειας από την τοπική αυτοδιοίκηση [MWh_e]
- ▲ NEEFE = εθνικός ή Ευρωπαϊκός συντελεστής εκπομπών για τον ηλεκτρισμό [t/MWh_e]
- ▲ CO2LPE = Εκπομπές CO₂ εξαιτίας της τοπικής παραγωγής ηλεκτρισμού [t]
- ▲ CO2GEP = Εκπομπές CO₂ εξαιτίας της παραγωγής πιστοποιημένης πράσινης ενέργειας αγορασμένη από την τοπική αυτοδιοίκηση [t]

Στην εξαιρετική περίπτωση όπου η τοπική αυτοδιοίκηση μπορούσε να είναι ένας καθαρός εξαγωγέας ηλεκτρικής ενέργειας, τότε η φόρμα υπολογισμού θα μπορούσε να είναι:

$$EFE = (CO2LPE + CO2GEP) / (LPE + GEP) \quad (4.5)$$

Υπολογισμός Τοπικού Συντελεστή Εκπομπών για Θέρμανση/ Ψύξη Ο υπολογισμός του τοπικού συντελεστή εκπομπών για θέρμανση/ ψύξη γίνεται με βάση την ακόλουθη εξίσωση:

$$EFH = (CO2LPH + CO2IH - CO2EH) / LHC \quad (4.6)$$

όπου:

- ▲ EFH = συντελεστής εκπομπής για θέρμανσης [t/MWh_{heat}]
- ▲ CO2LPH = εκπομπές CO₂ εξαιτίας της τοπικής παραγωγής θέρμανσης [t]
- ▲ CO2IH = εκπομπές CO₂ σχετιζόμενες με κάθε εισαγόμενη θερμική ενέργεια από το εξωτερικό της επικράτειας της τοπικής αυτοδιοίκησης [t]
- ▲ CO2EH = εκπομπές CO₂ σχετιζόμενες με κάθε εξαγόμενη θερμική ενέργεια προς το εξωτερικό της επικράτειας της τοπικής αυτοδιοίκησης [t]
- ▲ LHC = τοπική κατανάλωση θερμικής ενέργειας [MWh_{heat}]

Υπολογισμός Συνάρτηση Πετρελαίου Κίνησης Ο συντελεστής εκπομπών για το πετρέλαιο κίνησης προκύπτει συνυπολογιζόμενου του ποσοστού βιοντίζελ, σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$F_{diesel\ new} = PCD \times F_{diesel} + PBD \times F_{biodiesel} \quad (II) \quad (4.7)$$

όπου:

- ▲ $F_{\text{diesel new}}$: Ο διορθωμένος συντελεστής εκπομπών για το ντίζελ κίνησης στο έτος αναφοράς.
- ▲ F_{diesel} : Ο τυπικός συντελεστής εκπομπών για το ντίζελ κίνησης (t/MWh).
- ▲ $F_{\text{biodiesel}}$: Ο τυπικός συντελεστής εκπομπών για το βιοντίζελ (t/MWh).
- ▲ PCD: Ποσοστό συμβατικού πετρελαίου κίνησης.
- ▲ PBD: Ποσοστό βιοντίζελ.

*Υπολογισμός
Συνάρτηση
Τηλεθέρμανσης*

Ο συντελεστής εκπομπών της θερμότητας που διανέμεται μέσω τηλεθέρμανσης και παράγεται από ΣΗΘ υπολογίζεται μέσω της ακόλουθης εξίσωσης.

$$CO_{2\text{ CHPH}} = \frac{\frac{P_{\text{CHPH}}}{n_h}}{\frac{P_{\text{CHPH}}}{n_h} + \frac{P_{\text{CHPE}}}{n_e}} \times CO_{2\text{ CHPT}} \quad (4.8)$$

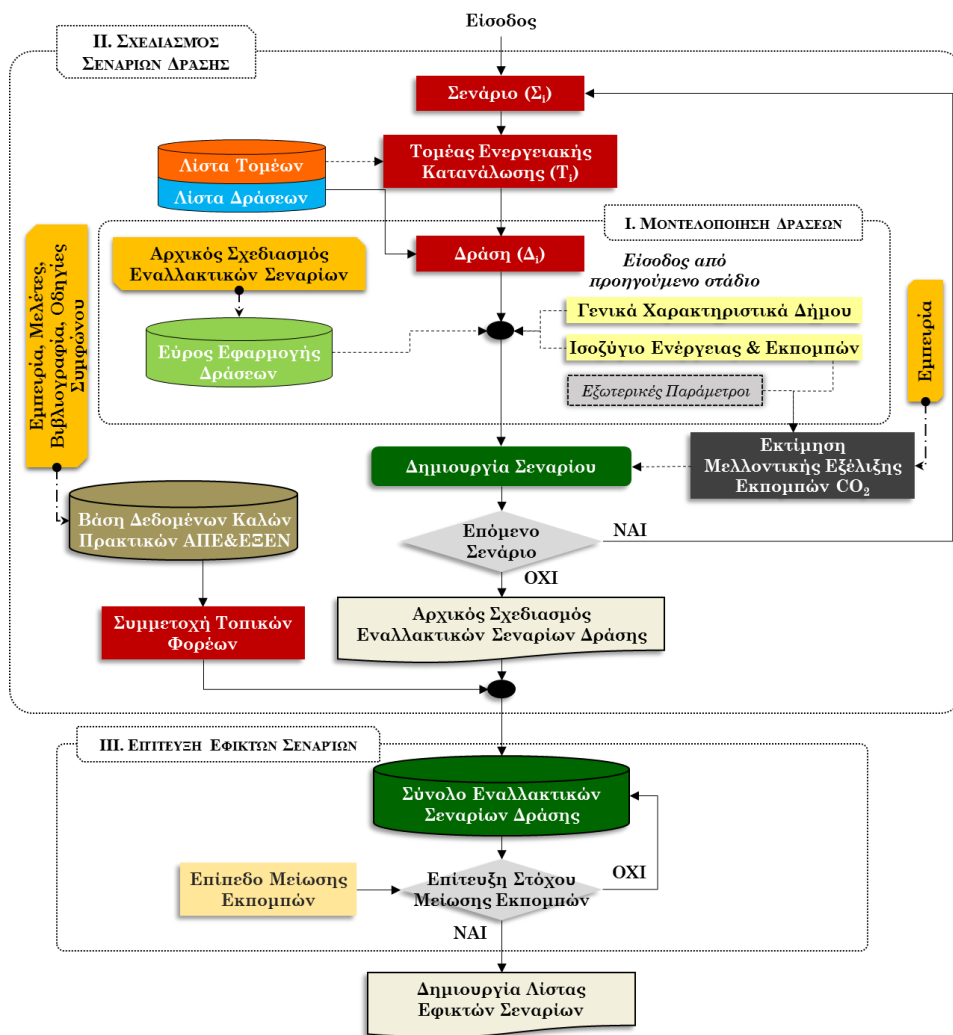
όπου:

- ▲ $CO_{2\text{ CHPH}}$: Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την παραγωγή θερμότητας (t).
- ▲ $CO_{2\text{ CHPT}}$: Οι συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από το σταθμό ΣΗΘ, υπολογισμένες βάσει της κατανάλωσης των καυσίμων εισόδου και των τυπικών συντελεστών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (t).
- ▲ P_{CHPH} : Το ποσό της παραγόμενης θερμικής ενέργειας (MWh_{th}).
- ▲ P_{CHPE} : Το ποσό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας (MWh_e).
- ▲ n_h : Ο τυπικός συντελεστής απόδοσης της ξεχωριστής παραγωγής θερμότητας. Η προτεινόμενη τιμή σύμφωνα με τις οδηγίες είναι 90%.
- ▲ n_e : Ο τυπικός συντελεστής απόδοσης της ξεχωριστής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η προτεινόμενη τιμή σύμφωνα με τις οδηγίες είναι 40%, που είναι όμως πολύ υψηλή τιμή για τους λιγνιτικούς ΑΗΣ στην Ελλάδα (μ.ο. ~35%).

4.4 Συνιστώσα II: «Plan»

4.4.1 Διαδικασία Προσέγγισης

Διαδικασία 2^{ης} Συνιστώσας Στο Σχήμα 4.7 απεικονίζεται η μεθοδολογία που ακολουθείται για την μοντελοποίηση των δράσεων και την ανάπτυξη εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης.



Σχήμα 4.7. Διαδικασία 2^{ης} Συνιστώσας

Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά τα επιμέρους βήματα των παραπάνω προσεγγίσεων.

4.4.2 Προσδιορισμός Δράσεων & Μέτρων

Τομείς Ενεργειακής Κατανάλωσης

Όπως παρουσιάστηκε και στην προηγούμενη ενότητα, καταμερισμός της ενεργειακής κατανάλωσης του δήμου γίνεται στους εξής τομείς:

- ▲ Γεωργία/Δασοκομία/Αλιεία.

- ▲ Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις.
- ▲ Οικιακός τομέας.
- ▲ Κτίρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις τριτογενούς τομέα (μη δημοτικά).
- ▲ Δημοτικός δημόσιος φωτισμός.
- ▲ Βιομηχανίες (εκτός βιομηχανιών που συμμετέχουν στο ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου - ΣΕΔΕ).
- ▲ Δημοτικός στόλος.
- ▲ Δημόσιες μεταφορές.
- ▲ Ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές.

Για κάθε έναν από τους τομείς αυτούς εντοπίστηκαν ένα σύνολο από δράσεις και μέτρα, που είναι εφικτό να υλοποιηθούν σε τοπικό – περιφερειακό επίπεδο τόσο από την πλευρά του Δήμου όσο και των πολιτών (Παράρτημα II). Οι δράσεις και τα μέτρα που εντοπίστηκαν, προέκυψαν ύστερα από αναλυτική μελέτη της βιβλιογραφίας (Marinakakis et al., 2013a; 2013b), καθώς και Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια που έχουν υποβληθεί στο Σύμφωνο των Δημάρχων από δήμους της Ευρώπης. Συνολικά εντοπίστηκαν 96 δράσεις και μέτρα (Πίνακας 4.6)

Πίνακα 4.6. Δράσεις και Μέτρα

	Δράσεις/ Μέτρα Δήμου	Δράσεις Πολιτών
Γεωργία/Δασοκομία/Αλιεία	3	6
Δημοτικά Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις	22	-
Οικιακός Τομέας	3	14
Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις Τριτογενούς Τομέα	2	13
Δημοτικός Δημόσιος Φωτισμός	4	-
Βιομηχανίες	-	4
Δημοτικός Στόλος & Δημόσιες Μεταφορές	6	-
Ιδιωτικές & Εμπορικές Μεταφορές	7	4
Τοπική Ηλεκτροπαραγωγή	2	6
Τοπικά Παραγόμενη Ψύξη- Θέρμανση	3	-

4.4.3 Μοντελοποίηση

Περιγραφή Για να λάβουν οι δράσεις αυτές «επεξεργάσιμη μορφή» και να είναι δυνατός ο σχεδιασμός εναλλακτικών Σεναρίων, είναι αναγκαία μια

διαδικασία μοντελοποίησής τους. Πρέπει δηλαδή να εντοπιστούν οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν την τελική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και εκείνοι που παρουσιάζουν αβεβαιότητα. Οι παράγοντες αυτοί μετατρέπονται, στη συνέχεια, σε συγκεκριμένους δείκτες, για τους οποίους μπορούν να προκύψουν ευκολότερα βιβλιογραφικά δεδομένα.

Μείωση Κατανάλωσης Ενέργειας

Η συνολική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας σε κάθε είδος τελικής χρήσης δίνεται από την σχέση της μορφής:

$$ES_i = U \times EC \times ES_{i\%} \times AP \quad (4.9)$$

όπου:

- ▲ ES_i : Εξοικονόμηση ενέργειας από την δράση i .
- ▲ U : Μονάδα που μπορεί να εκφράζει αριθμό κατοίκων, έκταση, κτίρια, κλπ. (η τιμή της προκύπτει από τα γενικά χαρακτηριστικά του δήμου).
- ▲ EC : Κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα, που προκύπτει από το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών.
- ▲ $ES_{i\%}$: Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας από την εφαρμογή της δράσης i , με βάση σχετικούς δείκτες από την βιβλιογραφία.
- ▲ AP : Εύρος εφαρμογής (ποσοστό του συνόλου των καταναλωτών).

Παραγωγή Ενέργειας

Αντίστοιχα, η συνολική αύξηση στην παραγωγή ενέργειας από ένα έργο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο δήμο εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- ▲ Εγκατεστημένη ισχύς.
- ▲ Βαθμός απόδοσης μονάδας.
- ▲ Κλιματολογικά δεδομένα.

Με την παραδοχή ότι ο βαθμός απόδοσης μπορεί να θεωρηθεί σταθερός και πως τα κλιματικά δεδομένα δεν θα αλλάξουν δραστικά τα επόμενα 10-15 χρόνια η μόνη μεταβλητή παράμετρος είναι ο βαθμός εφαρμογής της κάθε δράσης.

Κόστος

Ο υπολογισμός του αρχικού κόστους εφαρμογής μιας δράσης, ύστερα από αναγωγές και προσαρμογή σε κάθε δράση, γίνεται εν γένει από τον τύπο:

$$IC_i = U \times C \times AP \quad (4.10)$$

- ▲ IC_i : Κόστος επένδυσης της δράσης i .
- ▲ U : Μονάδα που μπορεί να εκφράζει αριθμό κατοίκων, έκταση, κτίρια, κλπ. (η τιμή της προκύπτει από τα γενικά χαρακτηριστικά του δήμου).
- ▲ C : Κόστος ανά μονάδα, με βάση σχετικούς δείκτες από την βιβλιογραφία ή τιμές της αγοράς.

- ▲ ΑΡ: Εύρος εφαρμογής (ποσοστό του συνόλου των καταναλωτών).

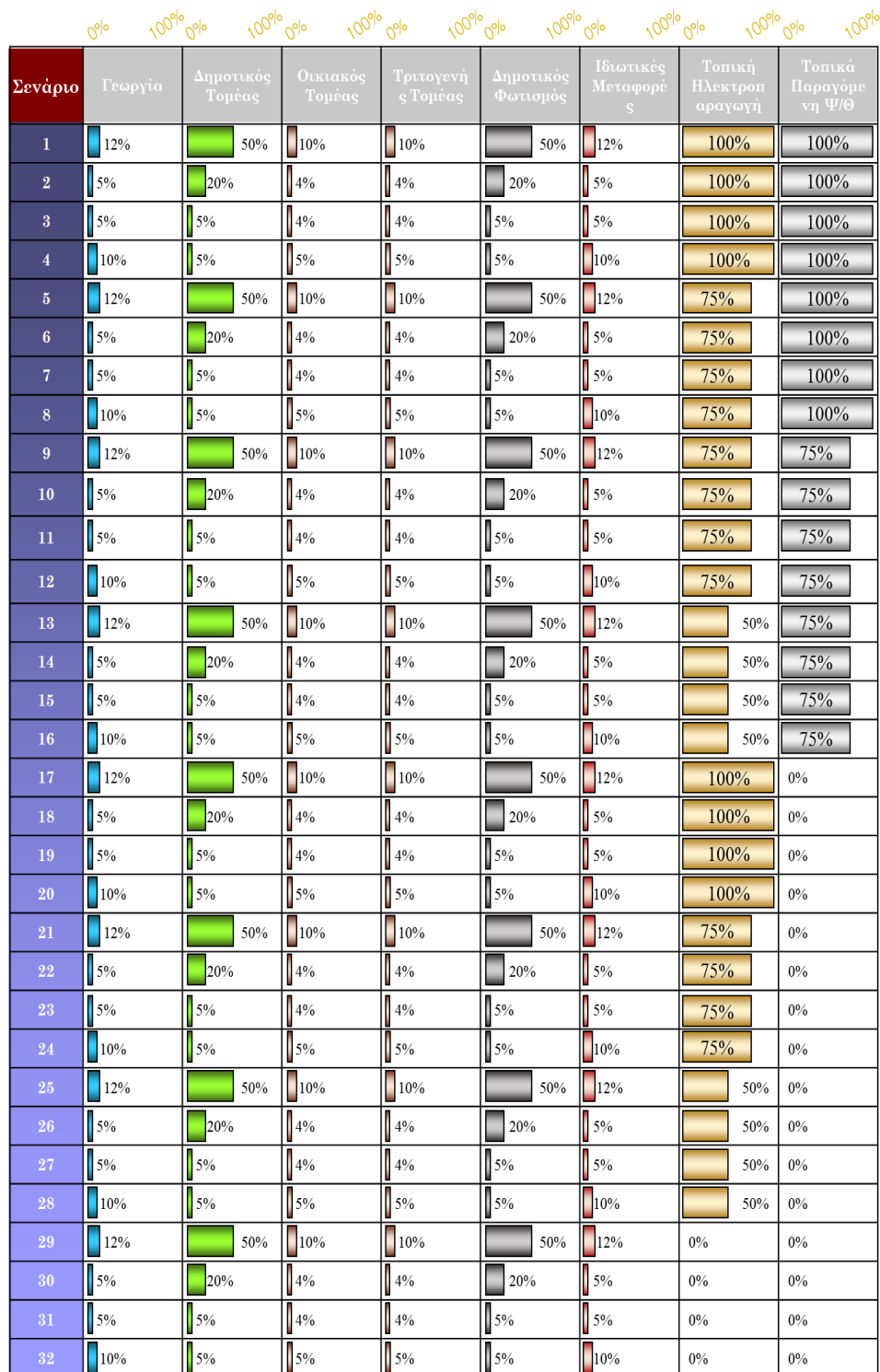
Δείκτες Για κάθε προτεινόμενη δράση, λοιπόν, προκύπτει από τη βιβλιογραφική έρευνα (ΙΟΒΕ, 2011; ΠΑΣΕΓΕΣ, 2014; ΙΝΑΣΟ, 2009; ΕΓΣΕ, 2007; Μποζατζίδης, 2006; Αποστολίδου, 2010; ΚΑΠΕ, 2012; Balaras et al., 2007; ΟΕΕ, 2008; Santamouris et al., 2004; Σαμιωτάκης, 2010; Dascalaki, 2012; TABULA, 2012; Δρούτσα, 2009; ΥΠΕΚΑ, 2009; ΥΠΕΚΑ, 2010) ένα πλήθος δεικτών (π.χ. εξοικονόμηση ενέργειας και κόστος για εκσυγχρονισμό και αντικατάσταση των γεωργικών ελκυστήρων, θερμομόνωση κτιρίων, κλπ). Οι δείκτες αυτοί χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των παραπάνω εξισώσεων.

4.4.4 Αρχικός Σχεδιασμός Σεναρίων Δράσης

Η εφαρμογή του συνόλου των δράσεων που εντοπίστηκαν, αφενός δεν είναι εφικτή σε οικονομικό και οργανωτικό επίπεδο, αφετέρου δεν ενδείκνυται, καθώς κάθε δήμος έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά, όσον αφορά τον πληθυσμό, τη δόμηση των κατοικιών, τη διάρθρωση της κατανάλωσης ενέργειας, κτλ. Για αυτό το λόγο είναι απαραίτητη η κατασκευή εναλλακτικών Σεναρίων, όπου τα ποσοστά εφαρμογής των δράσεων θα ποικίλλουν, προσεγγίζοντας όσο είναι δυνατόν τις πραγματικές ανάγκες κάθε δήμου.

Λαμβάνοντας υπόψη την υπάρχουσα «εμπειρία» από άλλα Σχέδια Δράσης, αναπτύχθηκαν τριάντα δύο (32) εναλλακτικά Σενάρια συνολικά. Στο Σχήμα 4.8 απεικονίζεται ο βαθμός εφαρμογής κάθε εναλλακτικού Σεναρίου Δράσης ανά τομέα.

Οι διαφορές ανάμεσα στα Σενάρια έγκεινται στο γεγονός ότι, κατά την κατασκευή τους, δόθηκε βαρύτητα σε δράσεις που αφορούν διαφορετικούς τομείς ενεργειακής κατανάλωσης (δημοτικό, οικιακό, τριτογενή, κλπ.).



Σχήμα 4.8. Βαθμός Εφαρμογής Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης

4.4.5 Εκτίμηση Μελλοντικής Εξέλιξης Εκπομπών CO₂

Το μεθοδολογικό πλαίσιο εκτίμησης της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό-περιφερειακό επίπεδο βασίζεται στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας

και των εκπομπών ανά πηγή ενέργειας για κάθε τομέα δραστηριοποίησης (δημοτικό, οικιακό, τριτογενή, μεταφορές, κλπ). Στους επιμέρους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη δεδομένα από το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών, την εκτιμώμενη μείωση της ενέργειας και των εκπομπών από τις δράσεις και μέτρα του εξεταζόμενου Σεναρίου, καθώς και οι τιμές εξωτερικών παραμέτρων, όπως η μεταβολή του πληθυσμού της κοινότητας, του κατά κεφαλήν εισοδήματος, κλπ.

Φάσεις Ανάπτυξης

Τα μοντέλα πρόβλεψης αναπτύχθηκαν με τη συμμετοχή ενεργειακών εμπειρογνομόνων από οργανισμούς χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (που εντοπίστηκαν στο πλαίσιο του έργου «eReNet»), μέσα από τη συμπλήρωση κατάλληλων ερωτηματολογίων. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε, ουσιαστικά, αποτελεί μια παραλλαγή της μεθόδου Delphi, μια μεθοδολογία που έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε πλήθος επιστημονικών πεδίων, μεταξύ των οποίων και στο χώρο της ενέργειας (de Oliveira Matias et al., 2007; Cheng et al., 2014). Η συγκεκριμένη μέθοδος επιδιώκει να επιτύχει τη μέγιστη δυνατή συναίνεση μιας προεπιλεγμένης ομάδας εμπειρογνομόνων πάνω σε ένα θέμα, μέσα από τη χορήγηση σε αυτούς μιας σειράς διαδοχικών ερωτηματολογίων (Adler & Ziglio, 1996).

Οι φάσεις ανάπτυξης του μεθοδολογικού πλαισίου παρουσιάζονται παρακάτω:

- ▲ *Φάση 1 – Εντοπισμός Εμπειρογνομόνων:* Αρχικά εντοπίστηκαν περισσότεροι από 210 εμπειρογνώμονες από την Αυστρία, τη Βουλγαρία, τη Γερμανία, την Ελλάδα και την Πορτογαλία. Οι εμπειρογνώμονες προέρχονται από ενεργειακούς φορείς (αγγλ. energy agencies), επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και τις εταιρείες ενέργειας και σχεδιαστές (αγγλ. planners).
- ▲ *Φάση 2 – Σύνθεση Ερωτηματολογίων:* Στο επόμενο στάδιο στόχος ήταν η σύνθεση κατάλληλων ερωτηματολογίων για τον προσδιορισμό όλων εκείνων των εξωτερικών παραμέτρων που μπορούν να επηρεάσουν την τελική κατανάλωση ενέργειας στους τομείς δραστηριοποίησης (δημοτικό, τριτογενή, κατοικίες, μεταφορές, κλπ) και κατ'επέκταση το βαθμό βαρύτητάς τους.
- ▲ *Φάση 3 – Διανομή Ερωτηματολογίων και Ανάλυση Αποτελεσμάτων:* Διανομή των ερωτηματολογίων στους εμπειρογνώμονες μέσω «email». Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από τα ερωτηματολόγια που υποβλήθηκαν επεξεργάστηκαν (με χρήση κατάλληλου πακέτου λογισμικού που χρησιμοποιείται για στατιστική ανάλυση, όπως το SPSS Statistics). Η ποσοτική ανάλυση των δεδομένων περιλάμβανε υπολογισμούς σχετικά με τα ποσοστά ανταπόκρισης, το βαθμό συμφωνίας σε κάθε δήλωση, τη μέση τιμή, την επικρατούσα τιμή, την τυπική απόκλιση, κλπ.
- ▲ *Φάση 4 – Ενημέρωση Εμπειρογνομόνων:* Οι εμπειρογνώμονες πληροφορήθηκαν σχετικά με τις παραμέτρους στις οποίες υπήρξε γενική ομοφωνία και για τις παραμέτρους για τις οποίες δεν υπήρξε γενική ομοφωνία. Ζητήθηκε επίσης από τους εμπειρογνώμονες να διατυπώσουν τα επιχειρήματα τους σε περιπτώσεις μεγάλων αποκλίσεων. Σαν αποτέλεσμα, αρκετοί από τους εμπειρογνώμονες

επανεξέτασαν τις εκτιμήσεις τους μειώνοντας το εύρος των αποκλίσεων.

- ▲ *Φάση 5 – Ανάπτυξη Σεναρίων Εξέλιξης:* Ανάπτυξη των τριών σεναρίων εξέλιξης με βάση τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων.
- ▲ *Φάση 6 – Αξιολόγηση των Σεναρίων Εξέλιξης από Εμπειρογνώμονες:* Οι εμπειρογνώμονες κλήθηκαν και πάλι να υποβάλουν τις παρατηρήσεις τους σχετικά με τα προτεινόμενα σενάρια εξέλιξης, δίνοντας παράλληλα νέες ιδέες και λύσεις.

**Κυριότερες
Παράμετροι**

Οι κύριες παράμετροι που εντοπίστηκαν με βάση την παραπάνω προσέγγιση για κάθε τομέα (δημοτικό, τριτογενή, οικιακό, κλπ.) είναι οι ακόλουθες:

- ▲ Μεταβολή πληθυσμού σε εθνικό και τοπικό επίπεδο.
- ▲ Μεταβολή του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ) σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ Ετήσιες βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης σε τοπικό επίπεδο.
- ▲ Μεταβολή των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων.
- ▲ Μεταβολή της κατανάλωσης ενέργειας στους επιμέρους τομείς (δημοτικό, τριτογενή, οικιακό, βιομηχανίες, μεταφορές και αγροτικό) σε εθνικό επίπεδο.
- ▲ Βαθμός ανάπτυξης οδικού δικτύου στο δήμο.

Πίνακα 4.7. Συμβολή Παραμέτρων στην Κατανάλωση Ενέργειας

	Τριτογενής	Οικιακός	Βιομηχανία	Μεταφορές	Αγροτικός
Μεταβολή πληθυσμού σε εθνικό και τοπικό επίπεδο	20%	35%	-	35%	30%
Μεταβολή του κατά κεφαλήν ΑΕΠ σε τοπικό επίπεδο	35%	25%	-	15%	-
Ετήσιες βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης σε τοπικό επίπεδο	10%	10%	-	-	-
Μεταβολή των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων	10%	10%	40%	20%	20%
Μεταβολή της κατανάλωσης ενέργειας στους επιμέρους τομείς σε εθνικό επίπεδο	25%	20%	60%	25%	50%
Βαθμός ανάπτυξης οδικού δικτύου στο δήμο	-	-	-	5%	-

**Προτεινόμενο
Μοντέλο**

Στη συνέχεια προσδιορίστηκαν οι εξισώσεις για κάθε έναν τομέα δραστηριότητας της περιοχής.

- ▲ *Δημοτικά Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις:* Η προβλεπόμενη ενεργειακή κατανάλωση σε δημοτικά κτίρια, εξοπλισμό και

εγκαταστάσεις, εκτιμάται από τη συγκέντρωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε κάθε κατηγορία (σχολεία, δημοτικά κτίρια και εξοπλισμούς/εγκαταστάσεις), λαμβάνοντας υπόψη τις παρακάτω παραμέτρους:

- ✧ *Σχολεία*: Ρυθμός αύξησης του πληθυσμού (ηλικίες 0-19) σε δημοτικό επίπεδο.
 - ✧ *Δημοτικά Κτίρια*: Σταθερή ενεργειακή κατανάλωση.
 - ✧ *Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις*: Δείκτης αύξησης του πληθυσμού σε δημοτικό επίπεδο.
- ▲ *Τριτογενής και Οικιακός Τομέας*: Η προβλεπόμενη ενεργειακή κατανάλωση του τριτογενούς και του οικιακού τομέα εκτιμάται από τη σχετική ενεργειακή κατανάλωση στο έτος βάσης, σε συνδυασμό με έναν αριθμό από τοπικές παραμέτρους και το δείκτη αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης σε εθνικό επίπεδο, όπως φαίνεται στη συνέχεια:
- ✧ Δείκτης αύξησης του πληθυσμού σε δημοτικό επίπεδο.
 - ✧ Δείκτης αύξησης του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος σε δημοτικό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη ένα διορθωτικό παράγοντα.
 - ✧ Ετήσιες βαθμομηρές θέρμανσης και ψύξης σε δημοτικό επίπεδο, πολλαπλασιαζόμενες με το δείκτη αύξησης του κατά κεφαλής Ακαθάριστου.
 - ✧ Εγχώριου Προϊόντος σε δημοτικό επίπεδο και διαιρεμένο με τις βαθμομηρές θέρμανσης και ψύξης σε εθνικό επίπεδο, αντίστοιχα.
 - ✧ Δείκτης τιμών ηλεκτρισμού και καυσίμων, λαμβάνοντας υπόψη έναν διορθωτικό παράγοντα.
 - ✧ Δείκτης αύξησης ενεργειακής κατανάλωσης, μέχρι το 2020, του τριτογενούς και του οικιακού τομέα σε εθνικό επίπεδο, προσαρμοσμένο σε δημοτικό επίπεδο, σύμφωνα με τις κατωτέρω παραμέτρους.
 - ✧ Κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, σε δημοτικό επίπεδο, διαιρεμένο με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, σε εθνικό επίπεδο.
 - ✧ Ετήσιες βαθμομηρές θέρμανσης, σε δημοτικό επίπεδο, διαιρεμένες με τις ετήσιες βαθμομηρές θέρμανσης, σε εθνικό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη το δείκτη αύξησης του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος, σε δημοτικό επίπεδο.
 - ✧ Ετήσιες βαθμομηρές θέρμανσης, σε δημοτικό επίπεδο, διαιρεμένες με τις ετήσιες βαθμομηρές θέρμανσης, σε εθνικό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη το δείκτη αύξησης του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος, σε δημοτικό επίπεδο.

Είναι αναγκαίο να σημειωθεί ότι ο αντίκτυπος της αύξησης του πληθυσμού λαμβάνεται περισσότερο υπόψη στον οικιακό τομέα, σε σύγκριση με τον τριτογενή τομέα. Αντιθέτως, η αύξηση του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος θα συνεισφέρει σημαντικά στην προβλεπόμενη ενεργειακή κατανάλωση του

τριογενή τομέα. Επιπλέον, οι ετήσιες βαθμομημέρες θέρμανσης έχουν αυξημένη συνεισφορά στην προβλεπόμενη ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση (πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο, κλπ.) ενώ οι ετήσιες βαθμομημέρες ψύξης επιδρούν σημαντικά στην προβλεπόμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

- ▲ *Δημοτικός Φωτισμός:* Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού, σε δημοτικό επίπεδο, είναι η κύρια παράμετρος για την πρόβλεψη της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στον τομέα του δημοτικού φωτισμού.
- ▲ *Βιομηχανίες:* Η προβλεπόμενη ενεργειακή κατανάλωση του βιομηχανικού τομέα εκτιμάται από την ενεργειακή κατανάλωση κατά το έτος βάσης, σε συνδυασμό με το δείκτη τιμών ηλεκτρισμού και καυσίμων και το δείκτη αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης, μέχρι το 2020, του βιομηχανικού τομέα σε εθνικό επίπεδο.
- ▲ *Δημοτικός Στόλος και Δημόσιες Μεταφορές:* Η προβλεπόμενη ενεργειακή κατανάλωση του δημοτικού στόλου θεωρείται σταθερή.
- ▲ *Ιδιωτικές και Εμπορικές Μεταφορές:* Όμοια με τον τριογενή ή οικιακό τομέα, η προβλεπόμενη ενεργειακή κατανάλωση του τομέα των μεταφορών εκτιμάται από έναν αριθμό τοπικών παραμέτρων και το δείκτη αύξησης ενεργειακής κατανάλωσης, σε εθνικό επίπεδο, όπως φαίνεται στη συνέχεια:
 - ◇ Δείκτης αύξησης του πληθυσμού σε δημοτικό επίπεδο
 - ◇ Δείκτης αύξησης του κατά κεφαλήν Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος, σε δημοτικό επίπεδο, λαμβάνοντας υπόψη έναν διορθωτικό παράγοντα
 - ◇ Δείκτης τιμών των καυσίμων λαμβάνοντας υπόψη ένα διορθωτικό παράγοντα
 - ◇ Δείκτης αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης, μέχρι το 2020, του τομέα των μεταφορών σε εθνικό επίπεδο, προσαρμοσμένο στο δημοτικό επίπεδο σύμφωνα με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, σε δημοτικό επίπεδο, διαιρεμένο με το κατά κεφαλήν Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν, σε εθνικό επίπεδο και έναν διορθωτικό παράγοντα.
 - ◇ Ανάπτυξη του οδικού δικτύου.
- ▲ *Αγροτικός Τομέας:* Οι δείκτες αύξησης του πληθυσμού, σε δημοτικό επίπεδο, των τιμών ηλεκτρισμού και καυσίμων, όπως επίσης της αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης, μέχρι το 2020, του αγροτικού τομέα αποτελούν τις βασικές παραμέτρους, λαμβάνοντας υπόψη τους σχετικούς διορθωτικούς παράγοντες.

Εξισώσεις Δημοτικά Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις

$$EC_{Mpr-e} = EC_{Ms-e} \times (1 + PG_{0-19}) + EC_{Mb-e} + EC_{Mef-e} \times (1 + PG) \quad (4.11)$$

$$EC_{Mpr-h} = EC_{Ms-h} \times (1 + PG_{0-19}) + EC_{Mb-h} \quad (4.12)$$

$$EC_{Mpr-ng} = EC_{Ms-ng} \times (1 + PG_{0-19}) + EC_{Mb-ng} + EC_{Mef-ng} \times (1 + PG) \quad (4.13)$$

$$EC_{Mpr-b} = EC_{Ms-b} \times (1 + PG_{0-19}) + EC_{Mb-b} \quad (4.14)$$

$$EC_{Mpr-d} = EC_{Mef-d} \times (1 + PG) \quad (4.15)$$

Τριτογενής Τομέας

$$EC_{Tpr-e} = 0.2 \times EC_{T-e} \times (1 + PG) + 0.35 \times EC_{T-e} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.1 \times EC_{T-e} \times [1 + (0.15 \times GDP_{pcM} \times HDD_M / HDD_N + 0.85 \times GDP_{pcM} \times CDD_M / CDD_N)] + 0.1 \times EC_{T-e} \times (1 - P_e \times b) + 0.25 \times EC_{T-e} \times [1 + ECG_T \times (1 + 0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.1 \times GDP_{pcM} \times HDD_{M/N} + 0.4 \times GDP_{pcM} \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.16)$$

$$EC_{Tpr-h} = 0.2 \times EC_{T-h} \times (1 + PG) + 0.35 \times EC_{T-h} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.10 \times EC_{T-h} \times [1 + (0,9 \times GDP_{pcM} \times HDD_M + 0,1 \times GDP_{pcM} \times CDD_M) / HDD_N] + 0.1 \times EC_{T-h} \times (1 - P_f \times b) + 0.25 \times EC_{T-h} \times [1 + ECG_T \times (0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.45 \times HDD_{M/N} + 0.05 \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.17)$$

$$EC_{Tpr-b} = 0.2 \times EC_{T-b} \times (1 + PG) + 0.35 \times EC_{T-b} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.10 \times EC_{T-b} \times [1 + (0,9 \times GDP_{pcM} \times HDD_M + 0,1 \times GDP_{pcM} \times CDD_M) / HDD_N] + 0.1 \times EC_{T-b} \times (1 - P_b \times b) + 0.25 \times EC_{T-b} \times [1 + ECG_T \times (0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.45 \times HDD_{M/N} + 0.05 \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.18)$$

$$EC_{Tpr-ng} = 0.2 \times EC_{T-ng} \times (1 + PG) + 0.35 \times EC_{T-ng} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.10 \times EC_{T-ng} \times [1 + (0,9 \times GDP_{pcM} \times HDD_M + 0,1 \times GDP_{pcM} \times CDD_M) / HDD_N] + 0.1 \times EC_{T-ng} \times (1 - P_{ng} \times b) + 0.25 \times EC_{T-ng} \times [1 + ECG_T \times (0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.45 \times HDD_{M/N} + 0.05 \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.19)$$

Οικιακός Τομέας

$$EC_{Rpr-e} = 0.35 \times EC_{R-e} \times (1 + PG) + 0.25 \times EC_{R-e} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.1 \times EC_{R-e} \times [1 + (0.15 \times GDP_{pcM} \times HDD_M / HDD_N + 0.85 \times GDP_{pcM} \times CDD_M / CDD_N)] + 0.1 \times EC_{R-e} \times (1 - P_e \times b) + 0.2 \times EC_{R-e} \times [1 + ECG_R \times (1 + 0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.1 \times GDP_{pcM} \times HDD_{M/N} + 0.4 \times GDP_{pcM} \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.20)$$

$$EC_{Rpr-h} = 0.35 \times EC_{R-h} \times (1 + PG) + 0.25 \times EC_{R-h} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.1 \times EC_{R-h} \times [1 + (0,9 \times GDP_{pcM} \times HDD_M + 0,1 \times GDP_{pcM} \times CDD_M) / HDD_N] + 0.1 \times EC_{R-h} \times (1 - P_f \times b) + 0.2 \times EC_{R-h} \times [1 + ECG_R \times (0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.45 \times HDD_{M/N} + 0.05 \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.20)$$

$$EC_{Rpr-b} = 0.35 \times EC_{R-b} \times (1 + PG) + 0.25 \times EC_{R-b} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.1 \times EC_{R-b} \times [1 + (0,9 \times GDP_{pcM} \times HDD_M + 0,1 \times GDP_{pcM} \times CDD_M) / HDD_N] + 0.1 \times EC_{R-b} \times (1 - P_b \times b) + 0.2 \times EC_{R-b} \times [1 + ECG_R \times (0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.45 \times HDD_{M/N} + 0.05 \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.21)$$

$$EC_{Rpr-ng} = 0.35 \times EC_{R-ng} \times (1 + PG) + 0.25 \times EC_{R-ng} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.1 \times EC_{Rng} \times [1 + (0,9 \times GDP_{pcM} \times HDD_M + 0,1 \times GDP_{pcM} \times CDD_M) / HDD_N] + 0.1 \times EC_{Rng} \times (1 - P_{ng} \times b) + 0.2 \times EC_{Rng} \times [1 + ECG_T \times (0.5 \times GDP_{pcM/N} + 0.45 \times HDD_{M/N} + 0.05 \times CDD_{M/N}) \times c] \quad (4.22)$$

Δημοτικός Φωτισμός

$$EC_{PLpr-e} = EC_{PL-e} \times (1 + PG) \quad (4.23)$$

Βιομηχανίες

$$EC_{Ipr-e/h/d/ng/g} = 0.6 \times EC_{I-e/h/d/ng/g} \times (1 + ECG_I \times a) + 0.4 \times EC_I \times (1 + P_{e/h/d/ng} \times b) \quad (4.24)$$

Δημοτικός Στόλος και Δημόσιες Μεταφορές

$$EC_{MLPTpr-d/g/ng/lg} = EC_{MLPT-d/g/ng/lg} \times (1 + PG) \quad (4.25)$$

Ιδιωτικές και Εμπορικές Μεταφορές

$$EC_{PCTpr-d/g/ng/lg} = 0.35 \times EC_{PCT-d/g/ng/lg} \times (1 + PG) + 0.15 \times EC_{PCT-d/g/ng/lg} \times (1 + GDP_{pcM} \times a) + 0.2 \times EC_{PCT-d/g/ng/lg} \times (1 - P_{d/ng} \times b) + 0.25 \times EC_{PCT-d/g/ng/lg} \times [1 + ECG_{PCT} \times (1 + GDP_{pcM/N}) \times c] + 0.05 \times EC_{PCT-d/g/ng/lg} \times (1 + 0.01 \times DV_{rn}) \quad (4.26)$$

Αγροτικός Τομέας

$$EC_{Apr-e/d/g/ng} = 0.3 \times EC_{A-e/d/g/ng} \times (1 + PG) + 0.2 \times EC_{A-e/d/g/ng} \times (1 - P_E \times a) + 0.5 \times EC_{A-e/d/g/ng} \times (1 + ECG_A \times b) \quad (4.27)$$

όπου:

- ▲ $EC_{Mpr-e/h/ng/b/d}$: Προβλεπόμενη κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / φυσικού αερίου / βιομάζας και πετρελαίου κίνησης σε δημοτικά κτίρια, εγκαταστάσεις και εξοπλισμό
- ▲ $EC_{Tpr-e/h/b/ng}$: Προβλεπόμενη κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / βιομάζας / φυσικού αερίου στον τριτογενή τομέα
- ▲ $EC_{Rpr-e/h/b/ng}$: Προβλεπόμενη κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / βιομάζας / φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα
- ▲ EC_{PLpr-e} : Προβλεπόμενη κατανάλωση ηλεκτρισμού στον δημοτικό φωτισμό
- ▲ $EC_{Ipr-e/h/d/ng/g}$: Προβλεπόμενη κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / φυσικού αερίου / βενζίνης στη βιομηχανία
- ▲ $EC_{MLPTpr-d/g/ng/lg}$:
- ▲ Προβλεπόμενη κατανάλωση πετρελαίου κίνησης / βενζίνης /

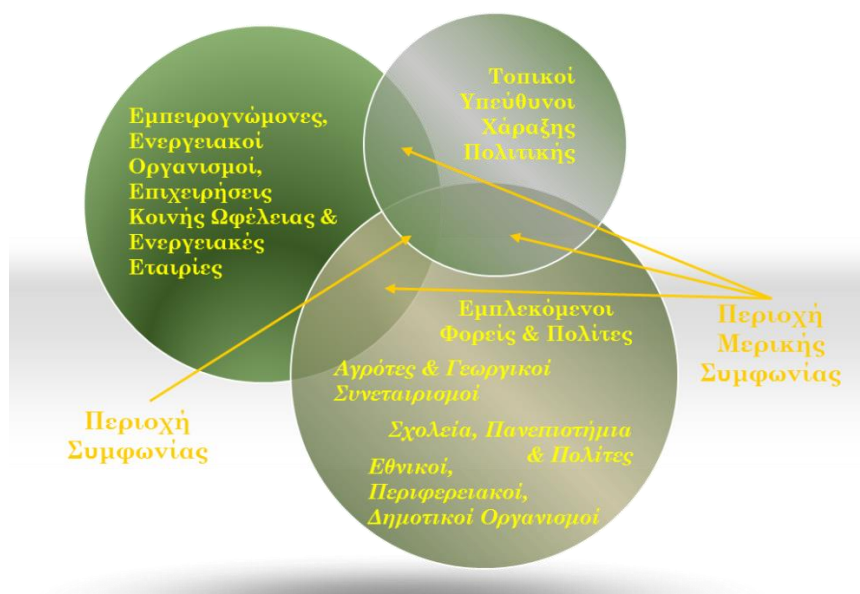
- φυσικού αερίου / υγραερίου για δημοτικό στόλο και δημοτικές μεταφορές
- ▲ $EC_{PCTpr-d/g/ng/lg}$: Προβλεπόμενη κατανάλωση πετρελαίου κίνησης / βενζίνης / φυσικού αερίου / υγραερίου σε ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές
 - ▲ $EC_{Apr-e/d/g/ng}$: Προβλεπόμενη κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου κίνησης / βενζίνης / φυσικού αερίου στη γεωργία
 - ▲ $EC_{Ms-e/h/ng/b}$: Κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / φυσικού αερίου / βιομάζας σε σχολεία
 - ▲ $EC_{Mb-e/h/ng/b}$: Κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / φυσικού αερίου / βιομάζας στα δημοτικά κτίρια
 - ▲ $EC_{Mef-e/d/ng}$: Κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου / φυσικού αερίου για εξοπλισμό και εγκαταστάσεις σε δημοτικό επίπεδο
 - ▲ $EC_{T-e/h/b/ng}$: Κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / φυσικού αερίου / βιομάζας στον τριτογενή τομέα
 - ▲ $EC_{R-e/h/b/ng}$: Κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / φυσικού αερίου / βιομάζας στον οικιακό τομέα
 - ▲ EC_{PL-e} : Κατανάλωση ηλεκτρισμού στον δημοτικό φωτισμό
 - ▲ $EC_{I-e/h/d/ng/g}$: Κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου θέρμανσης / φυσικού αερίου / υγραερίου στη βιομηχανία
 - ▲ $EC_{MLPT-d/g/ng/lg}$: Κατανάλωση πετρελαίου / βενζίνης / φυσικού αερίου / υγραερίου σε δημοτικό στόλο και δημοτικές μεταφορές
 - ▲ EC_{PCT} : Κατανάλωση πετρελαίου / βενζίνης / φυσικού αερίου / υγραερίου σε ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές
 - ▲ $EC_A-e/d/g/ng$: Κατανάλωση ηλεκτρισμού / πετρελαίου / βενζίνης / φυσικού αερίου στη γεωργία
 - ▲ PG : Ρυθμός μεταβολής πληθυσμού σε δημοτικό επίπεδο
 - ▲ PG_{0-19} : Ρυθμός μεταβολής πληθυσμού (ηλικίας 0-19) σε δημοτικό επίπεδο
 - ▲ $P_{e/h/d/ng}$: Ρυθμός μεταβολής των τιμών ηλεκτρισμού / πετρελαίου / φυσικού αερίου.
 - ▲ HDD_M : Βαθμοημέρες θέρμανσης σε δημοτικό επίπεδο
 - ▲ CDD_M : Βαθμοημέρες ψύξης σε δημοτικό επίπεδο
 - ▲ HDD_N : Βαθμοημέρες θέρμανσης σε εθνικό επίπεδο
 - ▲ CDD_N : Βαθμοημέρες ψύξης σε εθνικό επίπεδο
 - ▲ $HDD_{M/N}$: Βαθμοημέρες θέρμανσης σε δημοτικό επίπεδο προς τις βαθμοημέρες θέρμανσης σε εθνικό επίπεδο
 - ▲ $CDD_{M/N}$: Βαθμοημέρες ψύξης σε δημοτικό επίπεδο προς τις βαθμοημέρες ψύξης σε εθνικό επίπεδο
 - ▲ GDP_{pcM} : Ρυθμός μεταβολής του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος κατά κεφαλήν σε δημοτικό επίπεδο
 - ▲ $GDP_{pcM/N}$: Ακαθάριστο εγχώριο προϊόν κατά κεφαλήν σε δημοτικό επίπεδο προς το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν κατά κεφαλήν σε εθνικό επίπεδο
 - ▲ $ECG_{T/R/I/PCT/A}$: Ρυθμός μεταβολής ενεργειακής κατανάλωσης σε

εθνικό επίπεδο για τους τομείς τριτογενή / οικιακό / βιομηχανία / ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές / γεωργία

- ▲ DV_m : Δείκτης ανάπτυξης οδικού δικτύου
- ▲ a, b, c : Διορθωτικοί συντελεστές για κάθε τομέα

4.4.6 Συμμετοχή Τοπικών Φορέων

Περιγραφή Προσέγγισης Για την τελική διαμόρφωση των εξεταζόμενων εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, σημαντική είναι η εμπλοκή των τοπικών φορέων, έτσι ώστε να εντοπιστούν πιθανά νέα σενάρια ή να τροποποιηθούν κατάλληλα τα ήδη υπάρχοντα (Σχήμα 4.9).



Σχήμα 4.9. Ενδιαφερόμενοι Φορείς σε Τοπικό – Περιφερειακό Επίπεδο

Μέθοδοι Επικοινωνίας Στο πλαίσιο αυτό, προτείνεται μια σειρά από εναλλακτικούς μεθόδους για την προσέγγιση και ενημέρωση των ενδιαφερομένων φορέων. Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται τα κυριότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτών των μεθόδων.

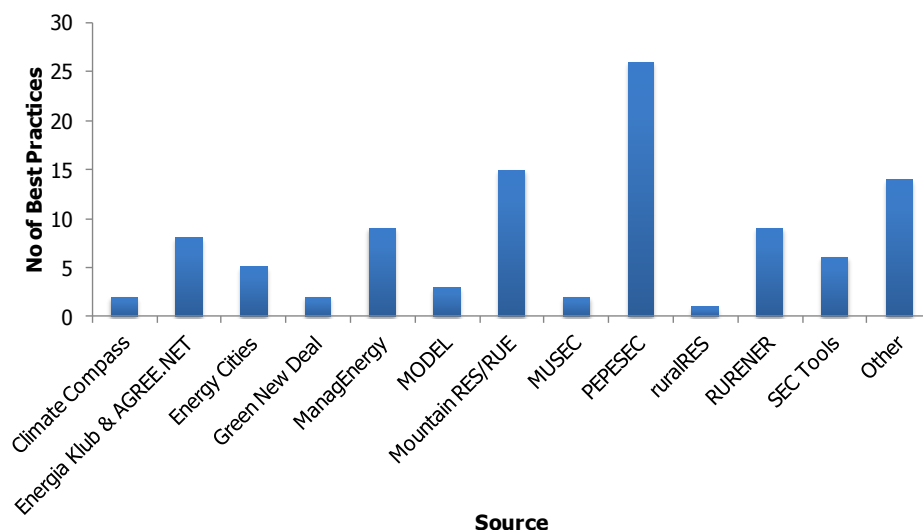
Πίνακας 4.8. Μέθοδοι Επικοινωνίας

Μέθοδος	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Τηλεφωνική Επικοινωνία	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Πολύ άμεσες ▲ Δίνει τη δυνατότητα για επικοινωνία με το κατάλληλο άτομο, θέτοντας τις απαραίτητες ερωτήσεις 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Υψηλό κόστος

E-mails	▲ Πολύ γρήγορη διαδικασία	▲ Δυσκολία στη ανταπόκριση
Δημόσιες Ημερίδες Διαβούλευσης	▲ Άμεση και αποτελεσματική διαδικασία ▲ Δυνατότητα προσέγγισης του μεγαλύτερου μέρους των ενδιαφερομένων	▲ Αρκετός χρόνος προετοιμασίας
Συνέδρια / Σεμινάρια	▲ Δυνατότητα προσέγγισης του μεγαλύτερου μέρους των ενδιαφερομένων	▲ Αρκετός χρόνος προετοιμασίας

Βάση Δεδομένων Καλών Πρακτικών

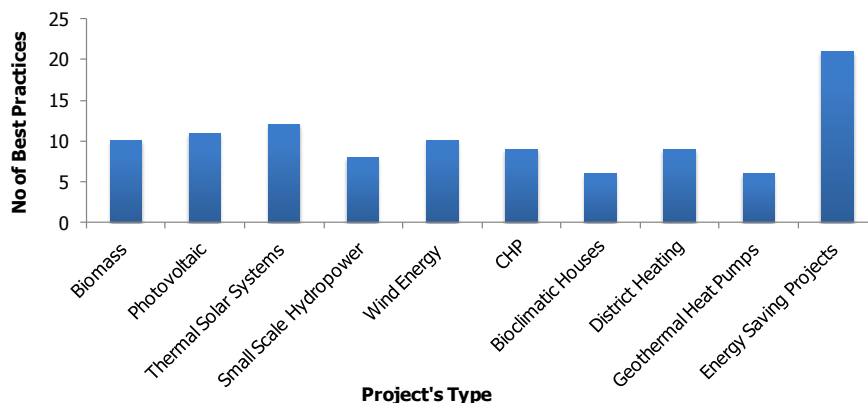
Παράλληλα, για την υποστήριξη των ενδιαφερομένων φορέων στη διαδικασία σχεδιασμού των εναλλακτικών σεναρίων εντοπίστηκαν μια σειρά από καλές πρακτικές έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν υλοποιηθεί από δήμους στην Ευρώπη και ειδικότερα στο πλαίσιο υλοποίησης έργων χρηματοδοτούμενα από την Ευρωπαϊκή Ένωση, όπως το «Intelligent Energy Europe».



Σχήμα 4.10. Πηγές Βέλτιστων Πρακτικών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας

Όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 4.10 περισσότερες από 100 καλές πρακτικές εντοπίστηκαν, προερχόμενες από τα ακόλουθα έργα: PEPESEC, MUSEC, SEC Tools, Network of small rural communities of energetic neutrality (RURENER), RES and RUE Stimulation in Mountainous - Agricultural Communities towards Sustainable Development (Mountain RES/RUE), κλπ.

Οι καλές πρακτικές έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας κατηγοριοποιήθηκαν μεταξύ άλλων, ανά τύπο έργου, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 4.11.



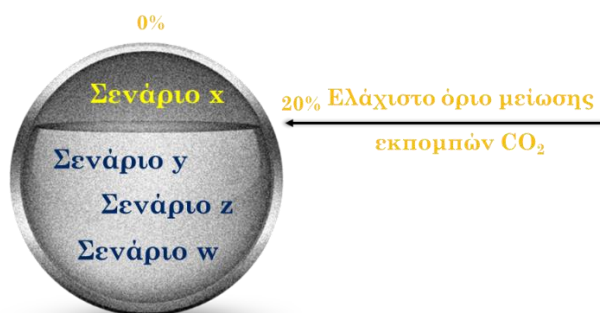
Σχήμα 4.11. Τύποι Βέλτιστων Πρακτικών ΑΠΕ/ΕΞΕΝ

4.4.7 Εφικτά Σενάρια Δράσης

Προέγγιση Αξιολόγησης

Όλα τα προτεινόμενα Σενάρια αξιολογούνται με βάση τη μείωση εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνουν προκειμένου να δημιουργηθεί η λίστα εφικτών Σεναρίων Δράσης. Οι αποφασίζοντες θέτουν το επίπεδο του ελάχιστου στόχου μείωσης των εκπομπών CO₂ (π.χ. 20% με βάση τις οδηγίες του Συμφώνου των Δημάρχων).

Με τον τρόπο αυτό αξιολογείται αν ο επιλεγμένος συνδυασμός δράσεων και μέτρων είναι ενδεδειγμένος, προκειμένου να επιτευχθεί ο ελάχιστος στόχος μείωσης των εκπομπών CO₂. Η παραπάνω διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της λίστας εφικτών Σεναρίων Δράσης.

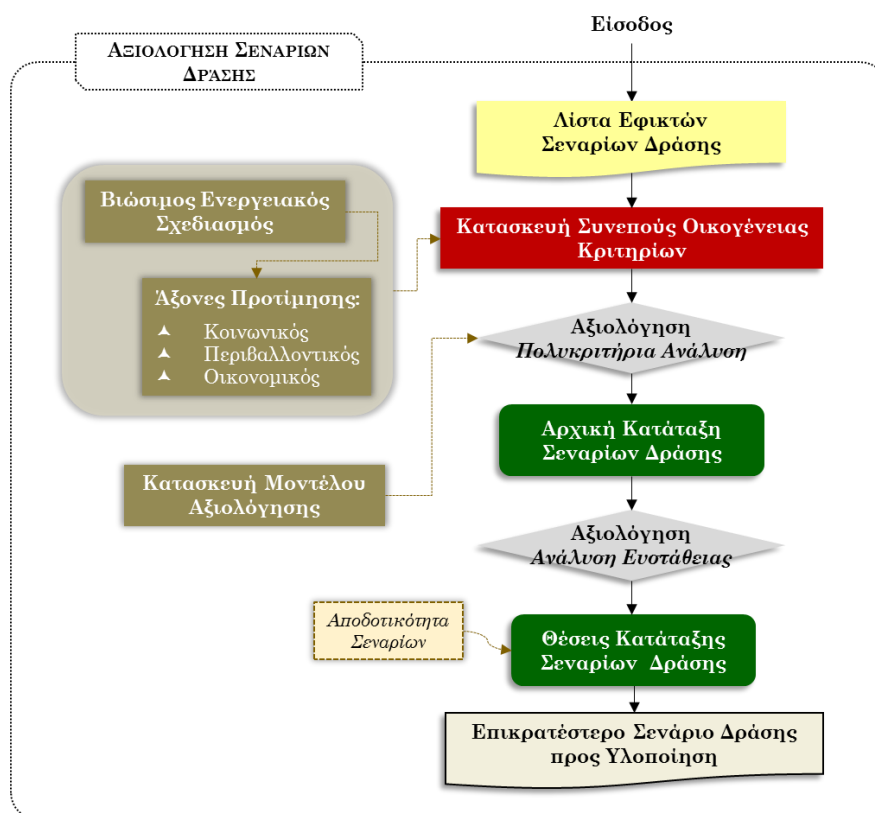


Σχήμα 4.12. Επιλογή Εφικτών Σεναρίων Δράσης

4.5 Συνιστώσα III: «Choose»

4.5.1 Διαδικασία Προσέγγισης

Διαδικασία 3^{ης} Συνιστώσας Ο αλγόριθμος για την αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχήμα 4.13. Στις ενότητες που ακολουθούν αναλύονται τα επιμέρους βήματα της προσέγγισης, δηλαδή τα στάδια κατασκευής της συνεπούς οικογένειας κριτηρίων, του μοντέλου αξιολόγησης και της ανάλυσης ευστάθειας.



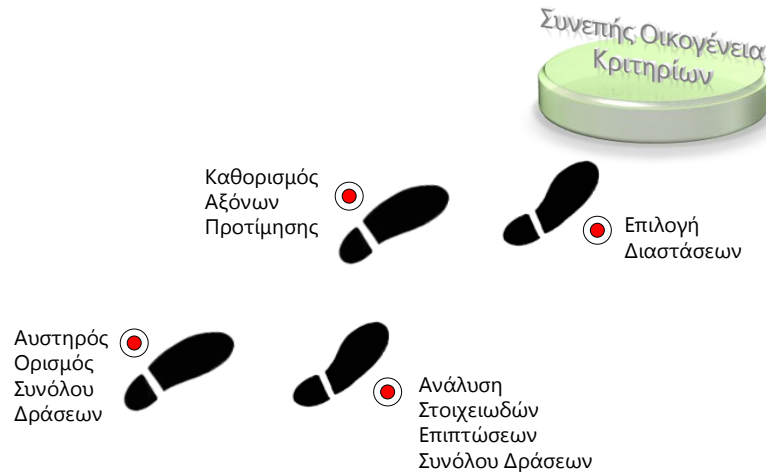
Σχήμα 4.13. Διαδικασία 3^{ης} Συνιστώσας

4.5.2 Κατασκευή Συνεπούς Οικογένειας Κριτηρίων

Περιγραφή Ο ρόλος του αναλυτή συνίσταται στη διασάφηση των επιπτώσεων των διαφόρων δράσεων του συνόλου των εναλλακτικών και εν συνεχεία, στην επινόηση και μοντελοποίηση των κριτηρίων βάσει των οποίων θα παρθεί η απόφαση. Αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι η κατασκευή ενός συστήματος κριτηρίων, που ονομάζεται συνεπής οικογένεια κριτηρίων. Για το συγκεκριμένο στάδιο, ο Roy (1985) πρότεινε μια μεθοδολογική προσέγγιση, η οποία περιγράφεται στο Σχήμα 4.14.

Η συνεπής οικογένεια κριτηρίων πρέπει να πληρεί τις ακόλουθες τρεις θεμελιώδεις συνθήκες:

- ▲ **Συνέπεια ή μονοτονία (αγγλ. cohesiveness):** Εάν για ένα ζεύγος δράσεων (a, b) ισχύει: $g_i(a) = g_i(b), \forall i \neq j$ και $g_j(a) > g_j(b)$ τότε η δράση a υπερέχει της b (aSb)
- ▲ **Επάρκεια (αγγλ. exhaustiveness):** Εάν ένα ζεύγος δράσεων (a, b) ισχύει: $g_i(a) = g_i(b), \forall i = 1, 2, \dots, n$ τούτο συνεπάγεται ότι η δράση a είναι αδιάφορη της b, δηλαδή δεν απουσιάζει κανένα κριτήριο απόφασης από το σύνολο των n κριτηρίων.
- ▲ **Μη πλεονασμός (αγγλ. non redundancy):** Η διαγραφή ενός κριτηρίου g_i από το σύνολο των κριτηρίων είναι ικανή να αναιρέσει μια από τις προηγούμενες δύο συνθήκες για κάποια ζεύγη δράσεων.



Σχήμα 4.14. Διαδικασία Κατασκευής Συνεπούς Οικογένειας Κριτηρίων

Σύστημα Αξιολόγησης Η συγκεκριμένη διαδικασία οδήγησε σε μια συνεπή οικογένεια πέντε (5) κριτηρίων (Σχήμα 4.15).



Σχήμα 4.15. Σύστημα Αξιολόγησης

Περιγραφή Κριτηρίων Αξιολόγησης Στον Πίνακα 4.9 απεικονίζονται τα κριτήρια, ο τύπος (ποσοτικό ή ποιοτικό) και το εύρος τιμών των κριτηρίων αξιολόγησης.

- ▲ g_1 - Κόστος Επένδυσης Δήμου (Ποσοτικό Κριτήριο - €): Αφορά στο συνολικό κόστος που θα απαιτηθεί από τον δήμο για να υλοποιήσει το εξεταζόμενο Σενάριο. Το κόστος σχετίζεται με δράσεις σε

δημοτικά κτίρια και εγκαταστάσεις, δημοτικό φωτισμό και οχήματα, τοπική παραγωγή ενέργειας, αλλά και υλοποίηση δράσεων ενημέρωσης των πολιτών σχετικά με την ενεργειακή απόδοση στις μεταφορές και στον αγροτικό, οικιακό και τριτογενή τομέα (Ενότητα 4.4.1). Ο υπολογισμός του κριτηρίου προκύπτει από την εξίσωση 4.10 (Ενότητα 4.4.2). Όσο υψηλότερο είναι το κόστος επένδυσης, τόσο μικρότερη είναι η απόδοσή του κριτηρίου.

- ▲ g_2 - *Συμβολή στην Απασχόληση (Ποιοτικό Κριτήριο)*: Εκφράζει την επίπτωση των δράσεων κάθε Σεναρίου Δράσης στο κοινωνικό περιβάλλον, όσον αφορά στον τομέα της απασχόλησης εντός της περιοχής του δήμου. Για παράδειγμα, τόσο η εφαρμογή δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων όσο και η κατασκευή έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συνδέονται άμεσα και έμμεσα με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στην τοπική κοινωνία. Πρόκειται για ένα ποιοτικό κριτήριο και προκύπτει ως μέση τιμή από τις προτεινόμενες δράσεις σε κάθε Σενάριο. Η απόδοση του κριτηρίου αυτού ορίζεται βάσει της κλίμακας 1-5 ("1" πολύ χαμηλή, "2" χαμηλή "3" μέτρια "4" υψηλή και "5" πολύ μεγάλη συμβολή στην απασχόληση).
- ▲ g_3 - *Κοινωνικό Κόστος (Ποσοτικό Κριτήριο - €/κάτοικο)*: Εκφράζει το εκτιμώμενο κόστος για την υλοποίηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων κάθε Σεναρίου από τους πολίτες του δήμου (Ενότητα 4.4.1). Ο υπολογισμός του κριτηρίου προκύπτει από την εξίσωση 4.10 (Ενότητα 4.4.2). Όσο υψηλότερο είναι το κόστος επένδυσης, τόσο μικρότερη είναι η απόδοσή του κριτηρίου.
- ▲ g_4 - *Μείωση Εκπομπών CO₂ (Ποσοτικό Κριτήριο - %)*: Αντικατοπτρίζει το ποσοστό μείωσης των εκπομπών CO₂ που προκύπτει από την υλοποίηση των προτεινόμενων δράσεων του Σεναρίου Δράσης, σε σχέση με το έτος βάσης που έχει επιλεγεί. Για τον υπολογισμό του κριτηρίου λαμβάνεται υπόψη η εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ (Ενότητα 4.4.5). Όσο υψηλότερο είναι το κόστος επένδυσης, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοσή του κριτηρίου.
- ▲ g_5 - *Επιδράσεις στο Φυσικό Περιβάλλον (Ποιοτικό Κριτήριο)*: Εκφράζει την αρνητική επίπτωση των δράσεων κάθε σεναρίου στο περιβάλλον. Περιλαμβάνει την επίπτωση σε τομείς, όπως ηχορύπανση, αισθητικές παρεμβάσεις και εκτεταμένη χρήση γης. Ακόμα περικλείει την βελτίωση της ποιότητας του αέρα στην περιοχή και τη συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος. Μεγαλύτερη συμβολή σε αυτό το κριτήριο έχουν δράσεις που σχετίζονται με την τοπική ηλεκτροπαραγωγή και την τοπικά παραγόμενη θέρμανση/ψύξη. Πρόκειται για ένα ποιοτικό κριτήριο και προκύπτει ως μέση τιμή από τις προτεινόμενες δράσεις σε κάθε Σενάριο. Η απόδοση του κριτηρίου αυτού ορίζεται βάσει της κλίμακας 1-5 ("1" πολύ χαμηλή, "2" χαμηλή "3" μέτρια "4" υψηλή και "5" πολύ μεγάλη επίπτωση στο φυσικό περιβάλλον).

Πίνακας 4.9. Περιγραφή Κριτηρίων Αξιολόγησης

	Κριτήριο	Τύπος	Εύρος Τιμών	
			Χειρότερη	Καλύτερη
g_1	Κόστος Επένδυσης Δήμου	Ποσοτικό (€)	120.000.000	0
g_2	Συμβολή στην Απασχόληση	Ποιοτικό	1	5
g_3	Κοινωνικό Κόστος	Ποσοτικό (€/κάτοικο)	2,000	0
g_4	Μείωση Εκπομπών CO ₂	Ποσοτικό (%)	20	100
g_5	Επιδράσεις στο Φυσικό Περιβάλλον	Ποιοτικό	1	5

4.5.3 Κατασκευή Μοντέλου Αξιολόγησης

Προσθετική Συνάρτηση Αξίας Η συνολική αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης γίνεται μέσω ενός μοντέλου προσθετικής αξίας (αγγλ. Additive Value Function), που αντικατοπτρίζει τις προτιμήσεις των αποφασιζόντων. Η προσθετική συνάρτηση αξίας έχει την ακόλουθη μορφή:

$$u(\mathbf{g}) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i) \quad (4.29)$$

υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n p_i &= 1 \\ u_i(g_{i*}) &= 0, u_i(g_i^*) = 1, \forall i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (4.30)$$

όπου:

$u_i(g_i)$ με $i = 1, 2, \dots, n$ είναι οι μη φθίνουσες περιθώριες συναρτήσεις αξίας κάθε κριτηρίου, (αγγλ. marginal value functions), κανονικοποιημένες μεταξύ 0 και 1,

g_{i*}, g_i^* το χειρότερο και το καλύτερο επίπεδο της κλίμακας του κριτηρίου g_i

p_i με $i = 1, 2, \dots, n$ οι συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων, με άθροισμα τη μονάδα

Προτιμησιακή Ανεξαρτησία Κριτηρίων Η ύπαρξη ενός τέτοιου μοντέλου προϋποθέτει την *προτιμησιακή ανεξαρτησία των κριτηρίων* (αγγλ. *preference independence*) για τον αποφασίζοντα (Keeney and Raiffa, 1976). Ενώ, άλλες συνθήκες για την προσθετικότητα (αγγλ. *additivity*) έχουν προταθεί από τον Fishburn (1966, 1967). Η ιδιότητα της συνέπειας ή μονοτονίας θα πρέπει να ισχύει, τόσο για τις περιθώριες όσο και για την ολική συνάρτηση αξίας.

Στην τελευταία περίπτωση, θα πρέπει να ισχύουν οι ακόλουθες ιδιότητες:

$$\begin{aligned} u[g(a)] &> u[g(b)] \text{ εάν } a > b \text{ (προτίμηση)} \\ u[g(a)] &= u[g(b)] \text{ εάν } a \sim b \text{ (αδιαφορία)} \end{aligned} \quad (4.31)$$

Επιλογή Μεθόδου Στη διεθνή βιβλιογραφία καταγράφεται μια σειρά από μεθόδους για τη δημιουργία του προτεινόμενου συστήματος αξιών (Figueira et al., 2005; Keeney, 1992; Farquhar, 1984). Λαμβάνοντας, όμως, υπόψη το βαθμό της γνωστικής προσπάθειας (αγγλ. cognitive effort) που απαιτείται ή για λόγους δεοντολογίας, η εφαρμογή τους σε πραγματικά προβλήματα απόφασης δημιουργεί πολλά ερωτήματα.

Για το σκοπό αυτό, οι αναλυτές προτιμούν την κατασκευή ενός μοντέλου προσθετικής αξίας από δεδομένα ολικής προτίμησης του αποφασίζοντος, με εφαρμογή συνθετικών προσεγγίσεων. Η εργασία των Hurson & Siskos (2014), που δημοσιεύθηκε πρόσφατα, παρουσιάζει τις μεθόδους και τη συνέργεια των μεθόδων για την αξιολόγηση των προσθετικών μοντέλων αξίας, όπως η τεχνική «MACBETH», η πρότυπη «MAUT trade-off analysis» και οι μέθοδοι «UTA» (UTA I, II UTA, UTAGMS, GRIP, RUTA, κλπ).

Κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών οι μέθοδοι UTA έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε διάφορα προβλήματα λήψης αποφάσεων (βλ. Siskos et al. (2005), όπου παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη ανάλυση των μεθόδων UTA και αντίστοιχων εφαρμογών), με τις πιο πρόσφατες έρευνες να επικεντρώθηκαν σε προβλήματα ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (Siskos et al., 2013; 2014). Αν και οι μέθοδοι UTA έχουν εφαρμοστεί σε προβλήματα που σχετίζονται με τη βιώσιμη ανάπτυξη, όπως η ενεργειακή απόδοση, επεξεργασία λυμάτων και περιβαλλοντικά ζητήματα (Sola & Mota, 2012; Demesouka et al., 2013; Kholghi, 2001), δεν υπάρχουν μελέτες που να εστιάζονται στον βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό σε τοπικό – περιφερειακό επίπεδο.

Για το πρόβλημα που εξετάζεται στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος UTA II, που προτάθηκε από τον Siskos (1980). Η UTA II έχει ως στόχο την εκτίμηση (επαγωγή) μίας προσθετικής συνάρτησης αξίας με βάση μία προδιάταξη ενός συνόλου αναφοράς A_R (Jacquet-Lagrèze & Siskos, 1982). Η μέθοδος χρησιμοποιεί τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού προκειμένου να κατασκευαστεί μια συνάρτηση αξίας, η οποία οδηγεί σε μία κατάταξη όσο το δυνατό πιο συμβατή με την αρχική προδιάταξη.

Τα πλεονεκτήματα της UTA, σε σύγκριση με τις τυπικές μεθόδους γραμμικής παλινδρόμησης, είναι τα ακόλουθα:

- ▲ Η ικανότητα διαχείρισης ποιοτικών όσο και ποσοτικών κριτηρίων στην αξιολόγηση των εναλλακτικών.
- ▲ Η εκτίμηση ενός συνόλου από προσθετικές συναρτήσεις αξίας αντί για μία και μοναδική.
- ▲ Η χρήση τυπικών τεχνικών γραμμικού προγραμματισμού.
- ▲ Η φύση των προτιμήσεων που εκφράζεται σαν ολοκληρωμένη ασθενής κατάταξη αντί να εκφράζεται μέσω αριθμητικών τιμών.

Φάσεις Υλοποίησης Στη μέθοδο UTA II εφαρμόζεται μια διαδικασία δύο φάσεων, σύμφωνα με την οποία (Siskos, 1980):

- ▲ *1^η Φάση:* Κατασκευάζονται οι περιθώριες συναρτήσεις αξίας μέσω μιας ανεξάρτητης μεθόδου.
- ▲ *2^η Φάση:* Ζητείται από τον αποφασίζοντα να δώσει μια κατάταξη ενός συνόλου δράσεων αναφοράς A_R . Το πρόβλημα πλέον είναι ο προσδιορισμός των συντελεστών βαρύτητας p_j , $j = 1, 2, \dots, n$ των κριτηρίων.

Κατασκευή Περιθωρίων Συναρτήσεων Αξίας Για την κατασκευή καθεμιάς συνάρτησης $u_i(g_i)$ χρησιμοποιείται η μέθοδος της άμεσης κατασκευής (αγγλ. direct assessment). Ο αποφασίζων είναι εκείνος που προσδιορίζει την αξία/θέση ενός σημείου στην κλίμακα αξιών $[0, 1]$.

Για τη δημιουργία της αναλυτικής εξίσωσης της $u_i(g_i)$, η οποία θα διέρχεται από τα σημεία της κλίμακας $[g_{i^*}, g_i^*]$ που έχει ορίσει ο αποφασίζων, χρησιμοποιείται η πολυωνυμική προσέγγιση των ελαχίστων τετραγώνων.

Το σύνολο δεδομένων περιλαμβάνει τα σημεία:

$$(x_i, y_i), i = 1, 2, \dots, m \quad (4.32)$$

Θεωρούμε πολυώνυμο βαθμού $n < m$ της μορφής:

$$P_n(x) = a_n x_n + \dots + a_1 x_1 + a_0 \quad (4.33)$$

Απαιτείται ο υπολογισμός των συντελεστών a_0, a_1, \dots, a_n έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το σφάλμα των ελαχίστων τετραγώνων. Το σφάλμα των ελαχίστων τετραγώνων είναι:

$$E = \sum_{i=0}^m (y_i - p_n(x_i))^2 \quad (4.34)$$

$$E = \sum_{i=0}^m y_i^2 - 2 \sum_{j=0}^n a_j \sum_{i=0}^m x_i^j y_i + \sum_{j=0}^n \sum_{k=0}^n a_j a_k \sum_{i=0}^m x_i^{j+k}$$

Για την ελαχιστοποίηση του E είναι αναγκαίο να ισχύουν:

$$\frac{\partial E}{\partial a_j} = 0, j = 0, 1, \dots, n \quad (4.35)$$

Οπότε προκύπτει ένα σύστημα με $n+1$ αγνώστους a_j και $n+1$ εξισώσεις. Για $n=2$ (πολυώνυμο δεύτερου βαθμού) και $m=6$ (σημεία του συνόλου δεδομένων) οι εξισώσεις είναι οι εξής:

$$\alpha_0 \sum_{i=0}^6 \chi_i^0 + \alpha_1 \sum_{i=0}^6 \chi_i^1 + \alpha_2 \sum_{i=0}^6 \chi_i^2 = \sum_{i=0}^6 y_i \chi_i^0 \quad (4.36)$$

$$\alpha_0 \sum_{i=0}^6 \chi_i^1 + \alpha_1 \sum_{i=0}^6 \chi_i^2 + \alpha_2 \sum_{i=0}^6 \chi_i^3 = \sum_{i=0}^6 y_i \chi_i^1$$

$$\alpha_0 \sum_{i=0}^6 \chi_i^2 + \alpha_1 \sum_{i=0}^6 \chi_i^3 + \alpha_2 \sum_{i=0}^6 \chi_i^4 = \sum_{i=0}^6 y_i \chi_i^2$$

Το σύστημα έχει πάντα μοναδική λύση, με την προϋπόθεση ότι τα σημεία χ_i είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Με τη λύση του συστήματος προσδιορίζονται οι ζητούμενοι συντελεστές a_0, a_1, a_2 για τον προσδιορισμό του πολυωνύμου.

**Κατασκευή
Εικονικών
Εναλλακτικών**

Για τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας, αρχικά, κατασκευάζεται ένα σύνολο αναφοράς $A_R = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, εικονικών εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Για να είναι εφικτή η σύγκριση των εικονικών Σεναρίων, θα πρέπει οι συγκρίσεις αυτές να μην παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ή πολύ μικρή πολυπλοκότητα (Siskos et al., 2013). Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, αν τα εικονικά Σενάρια διαφοροποιούνται σε όλα ή σε πολλά από τα κριτήρια η διαδικασία θα γινόταν χαστική. Αντίθετα, δε θα είχε νόημα μια σύγκριση μεταξύ Σεναρίων που διαφέρουν σε ένα μόνο κριτήριο, γιατί γνωρίζοντας ότι η προσθετική συνάρτηση αξίας είναι αύξουσα, θα ήταν προφανές ότι θα επικρατούσε το Σενάριο Δράσης με τη μεγαλύτερη βαθμολογία στο συγκεκριμένο κριτήριο.

Για το λόγο αυτό το σετ των εικονικών Σεναρίων κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε σε κάθε σύγκριση να διαφοροποιούνται δύο ή το πολύ τρία από το σύνολο των κριτηρίων μεταξύ των Σεναρίων. Με αυτό τον τρόπο, σε κάθε ανισότητα ή οποία θα αποτελέσει ύστερα και περιορισμό στο γραμμικό μας πρόβλημα εμπλέκονται δύο ή τρία βάρη κριτηρίων. Ως αποτέλεσμα, τα σενάρια του συνόλου αναφοράς A_R είναι πλέον διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο ώστε $a_i > a_{i+1}$ ή $a_i \sim a_{i+1}$.

**Πρόβλημα
Γραμμικού
Προγραμματισμού**

Μέσα από διμερείς συγκρίσεις, τα αποτελέσματα των οποίων δίνει ο αποφασίζων, δημιουργείται μία κατάταξη για τις εικονικές εναλλακτικές του συνόλου. Τα βάρη υπολογίζονται από την επίλυση του παρακάτω προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού:

$$\Delta(a_i, a_{i+1}) = \sum_{i=1}^n p_i \{u_i[g_i(a_i)] - u_i[g_i(a_{i+1})]\} - \sigma^+(a_i) + \sigma^-(a_i) + \sigma^+(a_{i+1}) - \sigma^-(a_{i+1}) \quad (4.37)$$

όπου:

$a_i \in A_R$ και

$\sigma^+(a_i), \sigma^-(a_i)$ τα σφάλματα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης αντίστοιχα

Δηλαδή, για την κατασκευή του γραμμικού προβλήματος, μέσω του οποίου υπολογίζονται τα βάρη των κριτηρίων, ισχύει ότι η σχέση μπορεί να περιέχει ένα σφάλμα εκτίμησης του εμπειρογνώμονα, το οποίο όμως πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Έτσι, σαν αντικειμενική συνάρτηση σε ένα πρόβλημα θεωρείται το άθροισμα των σφαλμάτων,

δηλαδή:

$$[\min]F = \sum_{i=1}^m \sigma^+(a_i) + \sigma^-(a_i) \quad (4.38)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\Delta(a_i, a_{i+1}) \geq \delta, \text{ if } a_i > a_{i+1}$$

$$\Delta(a_i, a_{i+1}) = 0, \text{ if } a_i \sim a_{i+1}$$

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1,$$

$$p_i \geq 0, \sigma^+(a_i) \geq 0, \sigma^-(a_i) \geq 0 \forall a_i \in A_R$$

Όπου δ ένας πολύ μικρός θετικός αριθμός.

Σημειώνεται ότι η βέλτιστη λύση που θα προκύψει από την επίλυση του παραπάνω γραμμικού προβλήματος μπορεί να μην είναι μια και μοναδική. Για το σκοπό αυτό, ελέγχεται η ύπαρξη πολλαπλών βέλτιστων ή ημιβέλτιστων λύσεων, υπολογίζοντας το βαρύκεντρο των προσθετικών συναρτήσεων αξίας που μεγιστοποιούν τις αντικειμενικές συναρτήσεις $u_i(g_i^*)$ στο υπερπολύεδρο των περιορισμών του παραπάνω γραμμικού προβλήματος, που προσδιορίζεται από τον επόμενο νέο περιορισμό $\sum_{a \in A_R} [\sigma^+(a) + \sigma^-(a)] \leq z^* + \varepsilon$, όπου z^* είναι η βέλτιστη τιμή (σφάλμα) του γραμμικού προβλήματος και ε είναι ένας πολύ μικρός θετικός αριθμός ή μηδέν.

4.5.4 Ανάλυση Ευστάθειας

Αβεβαιότητα Η λύση του γραμμικού προβλήματος αποτελεί ένα μέρος του χώρου n διαστάσεων, όπου n είναι το πλήθος των μεταβλητών. Ωστόσο, το συγκεκριμένο σημείο του χώρου που θα επηρεαστεί εξαρτάται από τον τρόπο επίλυσης. Αυτό συμβαίνει όταν στην αντικειμενική συνάρτηση δεν υπεισέρχονται όλες οι μεταβλητές, και δεν μπορούμε να επηρεάσουμε ένα σημείο έναντι ενός άλλου εντός του πολυέδρου των λύσεων (Siskos et al., 2013). Με αυτό τον τρόπο προκύπτει μια αβεβαιότητα σχετικά με την τελική κατάταξη κάθε Σεναρίου Δράσης. Συνεπώς, ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι η ευστάθεια του μοντέλου αξιολόγησης.

**Μέθοδος
Ανάλυσης
Ακραίων
Κατατάξεων**

UTA^{GMS}, GRIP, RUTA, «extreme ranking analysis» and «robustness measurement control» είναι μερικές από τις πιο πρόσφατες μεθόδους της UTA που έχουν παρουσιαστεί (Kadzinski et al., 2013, 2012; Kadzinski & Tervonen, 2013a, 2013b; Greco et al., 2012; Figueira et al., 2009; Greco et al., 2008). Για την διερεύνηση των πολλαπλών λύσεων χρησιμοποιείται η μέθοδος ανάλυσης ακραίων κατατάξεων (Kadzinski et al., 2012). Κάθε εναλλακτικό Σενάριο Δράσης εξετάζεται χωριστά και υπολογίζεται η μέγιστη και ελάχιστη θέση που μπορεί να πάρει στην κατάταξη.

Προκειμένου να βρεθεί η καλύτερη δυνατή θέση που μπορεί να πάρει ένα Σενάριο Δράσης, λαμβάνοντας υπόψη όλους τους δυνατούς συνδυασμούς συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων, αναζητούμε το πλήθος των εναλλακτικών Σεναρίων που σε κάθε περίπτωση υπερσχύουν του Σεναρίου που εξετάζεται.

Για τον υπολογισμό αυτό, κατασκευάζεται και επιλύεται το εξής πρόβλημα μεικτού ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού:

$$[min]F = \sum_{b \in A \setminus \{a\}} u_b \quad (4.39)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$E_u^{AR}$$

$$U(a) \geq U(b) - Mu_b$$

για όλα τα $b \in A \setminus \{a\}$

Το άθροισμα $\sum_{b \in A \setminus \{a\}} u_b$ αποτελεί το πλήθος Σεναρίων Δράσης που μπορούν να βρεθούν σε καλύτερη θέση από το Σενάριο a . Το u_b είναι ένα σετ μεταβλητών δυαδικού τύπου (0 ή 1). Η τιμή του καθορίζεται από τη σχέση υπεροχής μεταξύ των δύο Σεναρίων a και b που εξετάζονται. Αν το Σενάριο b ξεπερνά το a με κάθε δυνατό συνδυασμό βαρών, τότε $u_b = 1$, διαφορετικά $u_b = 0$.

Συνεπώς, το σετ περιορισμών που εισάγεται είναι το σύνολο των εξεταζόμενων σεναρίων μειωμένο κατά 1. Ουσιαστικά, κάθε περιορισμός αντιπροσωπεύει τη σύγκριση ενός Σεναρίου με το Σενάριο a . Το M είναι ένας μεγάλος αριθμός, τάξεις μεγέθους πάνω από τη βαθμολογία των Σεναρίων, για να είναι ικανή η βαθμολογία οποιουδήποτε Σεναρίου να ξεπεράσει κάποιο άλλο όταν του προστεθεί το M . Στον αλγόριθμό επιλέγεται $M = 10$.

Για την εύρεση της χαμηλότερης θέσης που μπορεί να λάβει ένα Σενάριο Δράσης ακολουθείται μια παρόμοια διαδικασία. Σε αυτή την περίπτωση, αναζητείται πλέον το πλήθος εναλλακτικών Σεναρίων που με κάθε συνδυασμό βαρών βρίσκονται στην κατάταξη χαμηλότερα από το Σενάριο Δράσης που εξετάζεται. Το πλήθος αυτό προκύπτει από την επίλυση του ακόλουθου προβλήματος μεικτού ακέραιου γραμμικού προγραμματισμού:

$$[min]F = \sum_{b \in A \setminus \{a\}} u_b \quad (4.40)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$E_u^{AR}$$

$$U(b) \geq U(a) + \varepsilon - Mu_b$$

για όλα τα $b \in A \setminus \{a\}$

Όμοια με την προηγούμενη περίπτωση, το άθροισμα $\sum_{b \in A \setminus \{a\}} u_b$ αποτελεί το πλήθος Σεναρίων Δράσης που μπορούν να βρεθούν σε χαμηλότερη θέση από το Σενάριο a .

Το u_b είναι ένα σετ μεταβλητών δυαδικού τύπου (0 ή 1), όπου σε αυτή την περίπτωση τώρα, το $u_b = 1$ αν το Σενάριο b δεν ξεπερνά το a με κάθε δυνατό συνδυασμό βαρών. Το M είναι ένας μεγάλος αριθμός. Το ε είναι ένας μικρός αριθμός και χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου οι αξίες των Σεναρίων που συγκρίνονται είναι ίσες. Δηλαδή, αν τα δύο Σενάρια που εξετάζονται έχουν την ίδια συνολική αξία τότε θεωρείται $u_b = 1$, δηλαδή ότι το Σενάριο a βρίσκεται υψηλότερα από το Σενάριο b .

4.5.5 Αποδοτικότητα

Περιγραφή Δείκτη Με την ανάλυση ευστάθειας προκύπτουν οι ακραίες θέσεις που μπορούν να λάβουν στην κατάταξη τα εναλλακτικά Σενάρια Δράσης. Σε περίπτωση όπου δύο ή περισσότερα Σενάρια βρεθούν στην πρώτη θέση, για τα Σενάρια αυτά εξετάζεται η αποδοτικότητά τους, έτσι ώστε να υπάρξει ένας διαχωρισμός μεταξύ τους και να προκύψει το επικρατέστερο.

Ο δείκτης αποδοτικότητας είναι ο λόγος της παρούσας αξίας των μελλοντικών εισροών από την παρούσα αξία των εκροών.

$$\Delta A = \frac{\text{Παρούσα Αξία Εισροών}}{\text{Σύνολο Εκροών}} = \frac{\sum_{i=1 \dots n} \frac{ES * PE}{(1+r)^n}}{\sum_{i=1 \dots n} I_i} \quad (4.41)$$

ES: Ετήσια Εξοικονόμηση Ενέργεια

PE: Τιμή της Ενέργειας

I: Κόστος Επένδυσης

r: Επιτόκιο αναγωγής

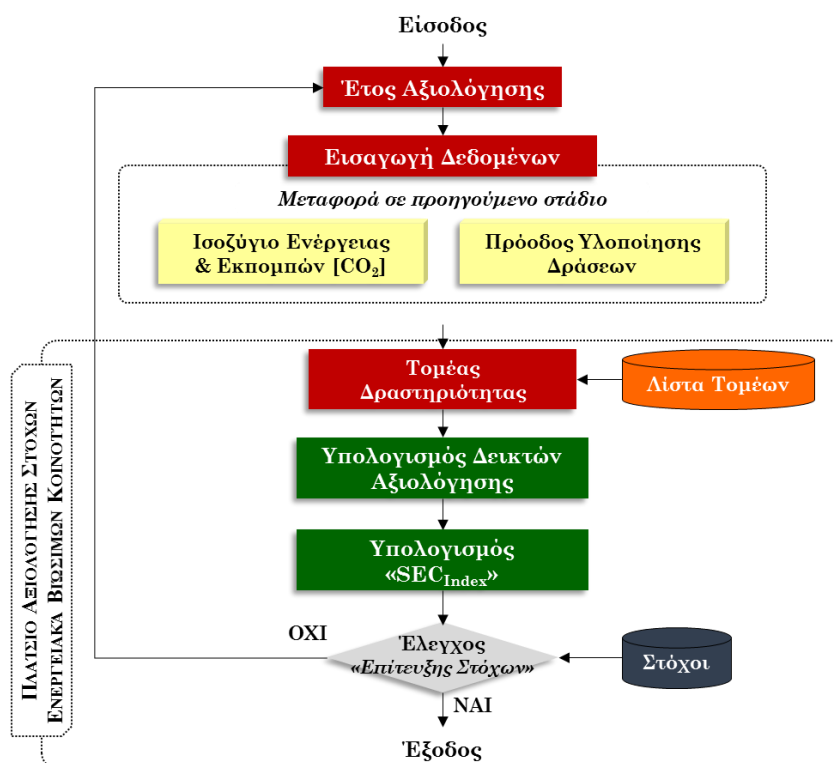
n: διάρκεια

Το εξεταζόμενο Σενάριο Δράσης με τη μεγαλύτερη τιμή του δείκτη αποδοτικότητας είναι και το επικρατέστερο.

4.6 Συνιστώσα IV: «Check»

4.6.1 Διαδικασία Προσέγγισης

Διαδικασία 4^{ης} Συνιστώσας Το τελικό στάδιο της προτεινόμενης προσέγγισης περιλαμβάνει το Πλαίσιο Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων. Η συνολική διαδικασία της προσέγγισης απεικονίζεται στο Σχήμα 4.16.



Σχήμα 4.16. Διαδικασία 4^{ης} Συνιστώσας

4.6.2 Εισαγωγή Δεδομένων

Μέθοδοι Τα δεδομένα για το έτος αξιολόγησης που επιλέγεται προκύπτουν μέσα από τις ακόλουθες μεθόδους:

- ▲ *Ισοζύγιο Ενέργειας και Εκπομπών*: Μετάβαση στο 1^ο στάδιο της μεθοδολογίας, όπου συμπληρώνονται εκ νέου δεδομένα για το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών. Στις σχετικές φόρμες εμφανίζονται τα δεδομένα που έχουν συμπληρωθεί κατά το έτος βάσης, έτσι ώστε ο τελικός χρήστης να προβεί στις κατάλληλες τροποποιήσεις.
- ▲ *Πρόοδος Υλοποίησης Δράσεων/Μέτρων*: Μετάβαση στο τελευταίο στάδιο κατά την αξιολόγηση των Σεναρίων Δράσης, όπου εισάγονται δεδομένα για τους στόχους και την πορεία υλοποίησης των δράσεων και μέτρων σε κάθε τομέα.

Από τα δεδομένα που έχουν συμπληρωθεί για το έτος αξιολόγησης είναι

δυνατός, λοιπόν, ο υπολογισμός μιας σειράς δεικτών αξιολόγησης για κάθε τομέα του δήμου, δηλαδή αγροτικό, δημοτικό, οικιακό και τριτογενή τομέας, δημοτικό φωτισμό, δημόσιες/ δημοτικές μεταφορές και ιδιωτικές/ εμπορικές μεταφορές.

4.6.3 Πλαίσιο Αξιολόγησης

Δείκτες Αξιολόγησης

Το Πλαίσιο Αξιολόγησης που αναπτύχθηκε αποτελείται από δείκτες που δομούνται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες, την «Ενέργεια», το «Περιβάλλον», την «Οικονομία» και τις «Υποδομές & Ενημέρωση». Στον Πίνακα 4.10 παρουσιάζονται οι δείκτες αξιολόγησης (Δ_{ij}) για κάθε κατηγορία «i» του Πλαισίου Αξιολόγησης.

Πίνακας 4.10. Δείκτες Αξιολόγησης

Σύμβολο	Δείκτες Αξιολόγησης
Δ_1	Ενέργεια
Δ_{11}	Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας
Δ_{12}	Χρήση ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας
Δ_{13}	Χρήση ορυκτών καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας
Δ_2	Περιβάλλον
Δ_{21}	Κατά κεφαλήν εκπομπές CO ₂
Δ_{22}	Δείκτης έντασης εκπομπών CO ₂
Δ_{23}	Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
Δ_3	Οικονομία
Δ_{31}	Συνολικός προϋπολογισμός που δαπανήθηκε
Δ_{32}	Χρηματοδότηση δράσεων από εξωτερικές πηγές
Δ_4	Υποδομές & Ενημέρωση
Δ_{41}	Επίπεδο ενσωμάτωσης έξυπνων μετρητών, συστημάτων παρακολούθησης και ΤΠΕ
Δ_{42}	Βαθμός ενημέρωσης τελικών χρηστών

Οι δείκτες αξιολόγησης προέκυψαν ύστερα από αναλυτή μελέτη της βιβλιογραφίας και των σχετικών οδηγιών του Συμφώνου των Δημάρχων. Επιπλέον, κύριος στόχος αποτέλεσε η ευκολία υπολογισμού των δεικτών με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, τόσο κατά το στάδιο ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης όσο και κατά την παρακολούθησή του.

Περιγραφή Δεικτών Αναλυτικότερα, οι παραπάνω δείκτες περιγράφονται ως ακολούθως.

Πίνακας 4.11. Περιγραφή Δεικτών

Δ₁₁: Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας	
Περιγραφή	Αντικατοπτρίζει την τελική κατανάλωση ενέργειας στους επιμέρους τομείς του δήμου.
Υπολογισμός	Προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους καταναλώσεων ανά μορφή ενέργειας διαιρούμενο με το συνολικό πληθυσμό της περιοχής κατά το έτος αξιολόγησης.
Μονάδες	MWh/κάτοικο
Δ₁₂: Χρήση ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας	
Περιγραφή	Εκφράζει το ποσοστό χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας.
Υπολογισμός	Προκύπτει από την κατανάλωση ενέργειας για ηλεκτρισμό διαιρούμενη με τη συνολική κατανάλωση ενέργειας στο συγκεκριμένο τομέα.
Μονάδες	Ποσοστό το οποίο εκφράζεται επί τοις εκατό (%)
Δ₁₃: Χρήση ορυκτών καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας	
Περιγραφή	Εκφράζει το ποσοστό χρήσης ορυκτών καυσίμων (βενζίνη, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, κλπ) στην τελική κατανάλωση ενέργειας.
Υπολογισμός	Προκύπτει από το άθροισμα των καταναλώσεων ορυκτών καυσίμων διαιρούμενο με τη συνολική κατανάλωση ενέργειας στο συγκεκριμένο τομέα.
Μονάδες	Ποσοστό το οποίο εκφράζεται επί τοις εκατό (%)
Δ₂₁: Κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂	
Περιγραφή	Υποδεικνύει τις συνολικές εκπομπές CO ₂ εντός της περιοχής.
Υπολογισμός	Προκύπτει από το άθροισμα των εκπομπών CO ₂ ανά μορφή ενέργειας διαιρούμενο με το συνολικό πληθυσμό της περιοχής κατά το έτος αξιολόγησης.
Μονάδες	tnCO ₂ /κάτοικο
Δ₂₂: Δείκτης έντασης εκπομπών CO₂	
Περιγραφή	Εκφράζει το μέγεθος των εκπομπών CO ₂ ανά μονάδα κατανάλωσης.
Υπολογισμός	Προκύπτει από το άθροισμα των εκπομπών CO ₂ ανά μορφή ενέργειας διαιρούμενο με τη συνολική κατανάλωση ενέργειας.
Μονάδες	tnCO ₂ /MWh

Δ₂₃: Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Περιγραφή	Αντικατοπτρίζει τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην περιοχή.
Υπολογισμός	Προκύπτει από το άθροισμα της συνολικά παραγόμενης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (για ηλεκτρισμό και θέρμανση/ψύξη) διαιρούμενο με το συνολικό πληθυσμό της περιοχής κατά το έτος αξιολόγησης.
Μονάδες	MWh/κάτοικο

Δ₃₁: Συνολικός προϋπολογισμός που δαπανήθηκε

Περιγραφή	Υποδεικνύει το συνολικό προϋπολογισμό που έχει αξιοποιηθεί για την υλοποίηση των προβλεπόμενων δράσεων και μέτρων στους επιμέρους τομείς δραστηριοποίησης.
Υπολογισμός	Προκύπτει από τη διαίρεση του συνολικού προϋπολογισμού που δαπανήθηκε με το συνολικό πληθυσμό της περιοχής κατά το έτος αξιολόγησης.
Μονάδες	€/κάτοικο

Δ₃₂: Χρηματοδότηση δράσεων από εξωτερικές πηγές

Περιγραφή	Υποδεικνύει το συνολικό ποσό χρηματοδότησης δράσεων από εξωτερικές πηγές.
Υπολογισμός	Προκύπτει από τη διαίρεση του συνολικού ποσού χρηματοδότησης με το συνολικό πληθυσμό της περιοχής κατά το έτος αξιολόγησης.
Μονάδες	€/κάτοικο

Δ₄₁: Επίπεδο ενσωμάτωσης έξυπνων μετρητών, συστημάτων παρακολούθησης και ΤΠΕ

Περιγραφή	Εκφράζει το εύρος εγκατάστασης έξυπνων μετρητών, συστημάτων παρακολούθησης ενέργειας, ΤΠΕ, κλπ.
Υπολογισμός	Προκύπτει από τη διαίρεση της συνολικής ενέργειας που παρακολουθείται από έξυπνους μετρητές, συστήματα παρακολούθησης και ΤΠΕ σε σχέση με την τελική κατανάλωση ενέργειας.
Μονάδες	Ποσοστό το οποίο εκφράζεται επί τοις εκατό (%)

Δ₄₂: Βαθμός ενημέρωσης τελικών χρηστών

Περιγραφή	Αντικατοπτρίζει το σύνολο των τελικών χρηστών σε κάθε τομέα που έχουν συμμετέχει σε δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.
------------------	--

Υπολογισμός	Προκύπτει από το ποσοστό των τελικών χρηστών που συμμετείχε στις δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης.
Μονάδες	Ποσοστό το οποίο εκφράζεται επί τοις εκατό (%)

Η παραπάνω ανάλυση συνοψίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 4.17.



Σχήμα 4.17. Πλαίσιο Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων

4.6.4 Κατασκευή Σύνθετου Δείκτη

Περιγραφή «SEC_{Index}» Με την κατασκευή ενός σύνθετου δείκτη καθίσταται δυνατή η ευκολότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων για κάθε τομέα δραστηριότητας. Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε ο «SEC_{Index} (Sustainable Energy Community Index)».

Η διαδικασία κατασκευής του δείκτη «SEC_{Index}» βασίστηκε σε μια προσέγγιση «proximity-to-target». Ουσιαστικά, για κάθε δείκτη αξιολόγησης υπολογίζεται η απόστασή του από το στόχο που έχει τεθεί. Με τον τρόπο αυτό, οι τιμές των δεικτών αξιολόγησης μετασχηματίζονται σε μια κλίμακα της μορφής «0-100», με «100» τη μέγιστη απόδοση και «0» τη χειρότερη απόδοση.

Στη συνέχεια, υπολογίζεται ο «SEC_{Index}» με βάση μια αθροιστική διαδικασία δύο επιπέδων. Παιρνοντας ως βάση αναφοράς τους δέκα δείκτες αξιολόγησης υπολογίζονται τα σκορ των τεσσάρων κατηγοριών και κατ' επέκταση ο σύνθετος δείκτης «SEC_{Index}».

Σημειώνεται ότι ο κάθε δείκτης αξιολόγησης συμμετέχει με διαφορετική βαρύτητα σε κάθε κατηγορία. Ο προσδιορισμός των συντελεστών βαρύτητας έγινε με τη συμμετοχή εμπειρογνομόνων (που εντοπίστηκαν στο πλαίσιο του έργου «eReNet»), μέσα από τη συμπλήρωση κατάλληλων ερωτηματολογίων (παράλληλα με τη διαδικασία που ακολουθήθηκε για την ανάπτυξη των εξισώσεων εκτίμησης της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂).

Οι τιμές των συντελεστών βαρύτητας απεικονίζονται στον Πίνακα 4.12.

Πίνακας 4.12. Συντελεστές Βαρύτητας

Κατηγορία	Δείκτης Αξιολόγησης	Βαρύτητα
Ενέργεια (32%)	Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας	12,8%
	Ποσοστό χρήσης ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας	9,6%
	Ποσοστό χρήσης ορυκτών καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας	9,6%
Περιβάλλον (35%)	Κατά κεφαλήν εκπομπές CO ₂	12,25%
	Δείκτης έντασης εκπομπών CO ₂	10,85%
	Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	11,9%
Οικονομία (19%)	Αξιοποίηση εκτιμώμενου προϋπολογισμού	9,5%
	Ποσοστό χρηματοδότησης δράσεων από εξωτερικές πηγές	9,5%
Υποδομές & Ενημέρωση (14%)	Επίπεδο ενσωμάτωσης αυτοματισμών, έξυπνων μετρητών και ΤΠΕ	5,6%
	Βαθμός ενημέρωσης τελικών χρηστών	8,4%

*Πλαίσιο Ελέγχου
Στόχων
Ενεργειακά
Βιώσιμων
Κοινοτήτων*

Με βάση την παραπάνω ανάλυση, η εξίσωση για τον υπολογισμό του δείκτη «SEC_{Index}» σε κάθε τομέα δραστηριότητας είναι η ακόλουθη:

$$SEC_{Index_k} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{2\text{ ή }3} w_{ij} \frac{\Delta_{evaluation_{ij}} - \Delta_{base_{ij}}}{\Delta_{target_{ij}} - \Delta_{base_{ij}}} \quad (4.42)$$

όπου:

SEC_{Index_k} Η τιμή του σύνθετου δείκτη «SEC_{Index}» για τον τομέα δραστηριότητας k

w_{ij} Ο συντελεστής βαρύτητας για το δείκτη j της κατηγορίας i

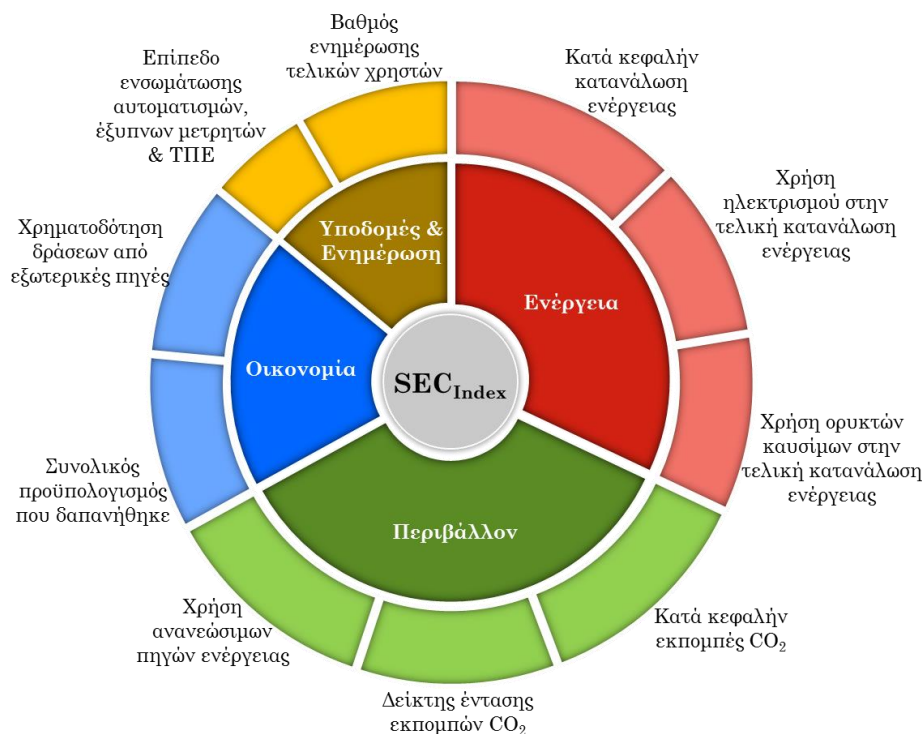
$\Delta_{target_{ij}}$ Ο στόχος για το δείκτη αξιολόγησης Δ_{ij}

$\Delta_{base_{ij}}$ Η τιμή του δείκτη αξιολόγησης Δ_{ij} κατά το έτος βάσης

$\Delta_{evaluation_{ij}}$ Η τιμή του δείκτη αξιολόγησης Δ_{ij} κατά το έτος αξιολόγησης

Ο δείκτης «SEC_{Index}», λοιπόν, δείχνει την πρόοδο που έχει επιτευχθεί στο συγκεκριμένο τομέα δραστηριότητας σχετικά με την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί κατά την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.

Η γενικότερη φιλοσοφία, λοιπόν, του Πλαισίου Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 4.18.



Σχήμα 4.18. Πλαίσιο Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων

Απεικόνιση Τιμών Τέλος, για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται ο παρακάτω μετρητής (Σχήμα 4.19).



Σχήμα 4.19. Απεικόνιση Αποτελεσμάτων

Με τον τρόπο αυτό, γίνεται καλύτερη αξιολόγηση σχετικά με το πόσο «κοντά» είναι ένας τομέας στην επιτυχή ολοκλήρωση των στόχων που έχουν τεθεί. Αντίθετα, στους τομείς με χαμηλή απόδοση υπάρχει

μεγαλύτερη ανάγκη για περαιτέρω προώθηση των μέτρων και δράσεων, έτσι ώστε να ολοκληρωθούν οι προβλεπόμενοι στόχοι.

Τέλος, σημειώνεται ότι με βάση τις τιμές του δείκτη «SEC_{Index}» για κάθε τομέα δραστηριότητας είναι δυνατός ο υπολογισμός του συνολικού δείκτη «SEC_{Index}» του δήμου. Η τιμή του προκύπτει ως συνδυασμός των τιμών κάθε τομέα δραστηριότητας, χρησιμοποιώντας ως συντελεστές βαρύτητας τη συμμετοχή κάθε τομέα στις συνολικές εκπομπές CO₂ του δήμου.

4.7 Συμπεράσματα

Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο «MPC⁺» ενσωματώνει τέσσερις συνιστώσες («Map, Plan, Choose, Check»), που αφορούν στην χαρτογράφηση της παρούσας κατάστασης, το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης και την υποστήριξη αποφάσεων, τόσο κατά τη φάση ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης, όσο και κατά την παρακολούθηση και τον έλεγχο των στόχων που έχουν τεθεί. Η προτεινόμενη προσέγγιση, αποσκοπώντας να υποστηρίξει ουσιαστικά και ρεαλιστικά τους τοπικούς και περιφερειακού φορείς, διακρίνεται από σημαντική ευελιξία και προσαρμοστικότητα. Κάθε μία από τις επιμέρους συνιστώσες, παρόλο που είναι άμεσα διασυνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να αποτελέσουν ξεχωριστά η κάθε μία επιμέρους εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της πρώτης συνιστώσας «Map» αποτέλεσε η εισαγωγή εναλλακτικών μεθόδων για τον υπολογισμό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα και ανά μορφή ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό υποστηρίζετε άμεσα ο τελικός χρήστης στη διαδικασία ανάπτυξης του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών.

Η δεύτερη συνιστώσα «Plan» δίνει τη δυνατότητα για τη μοντελοποίηση ενός συνόλου δράσεων και μέτρων, κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, αλλά και της ανάπτυξης εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, λαμβάνοντας υπόψη την αποτύπωση της υπάρχουσας «εμπειρίας», την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο και τη συμμετοχή των τοπικών φορέων. Από τα Σενάρια που σχεδιάζονται αρχικά προκύπτει η λίστα των εφικτών Σεναρίων Δράσης, δηλαδή εκείνων των Σεναρίων που επιτυγχάνουν τον ελάχιστο στόχο μείωσης εκπομπών CO₂ που θέτει ο δήμος.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην αξιολόγηση των εφικτών Σεναρίων Δράσης, στο πλαίσιο της συνιστώσας «Choose», μέσα από την χρήση πολυκριτήριας ανάλυσης, ανάλυσης ευστάθειας, αλλά και ελέγχου της αποδοτικότητας. Η προσέγγιση αυτή έχει ως στόχο την άμεση υποστήριξη του αποφασίζοντος στη διαδικασία επιλογής του επικρατέστερου Σεναρίου Δράσης προς υλοποίηση για την περιοχή.

Η υλοποίηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, δημιουργεί την ανάγκη για υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών στη διαδικασία παρακολούθησης και ελέγχου των στόχων που έχουν τεθεί. Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκε ένα Πλαίσιο Ελέγχου Στόχων των Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων (Συνιστώσα «Check»), χρησιμοποιώντας μια σειρά κατάλληλων δεικτών αξιολόγησης και τον σύνθετο δείκτη «SEC_{Index}».

Στο επόμενο Κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά το πληροφορικά σύστημα που αναπτύχθηκε και η εφαρμογή του σε πραγματικό πρόβλημα για την αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Πιλοτική Εφαρμογή

5.1 Εισαγωγή

**Στόχος
Κεφαλαίου** Το παρόν κεφάλαιο εστιάζεται στην πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης προσέγγισης «MPC⁺», μέσω του υποστηρικτικού πληροφοριακού συστήματος («Action³») που αναπτύχθηκε, σε δύο (2) αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα, το Αμύνταιο και τον Ευρώτα.

Αντληση επιμέρους δεδομένων και πληροφοριών, πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος «Rural Web Energy Learning Network for Action (eReNet), <http://erenet.epu.ntua.gr> (ΙΕΕ/10/224/SI2.593412)», καθώς και κατά τη διάρκεια επαφών με τις τοπικές αρχές και εμπειρογνώμονες για την ανάπτυξη των Σχεδίων Δράσης τους.

Τα παραπάνω οδήγησαν στην συγκέντρωση αντικειμενικών, επικυρωμένων και επιστημονικά τεκμηριωμένων δεδομένων για την παρούσα κατάσταση, τις ενεργειακές ανάγκες και προτεραιότητες, καθώς και το όραμα των περιοχών αυτών προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως είσοδο στο πληροφοριακό σύστημα για την εφαρμογή που διενεργήθηκε.

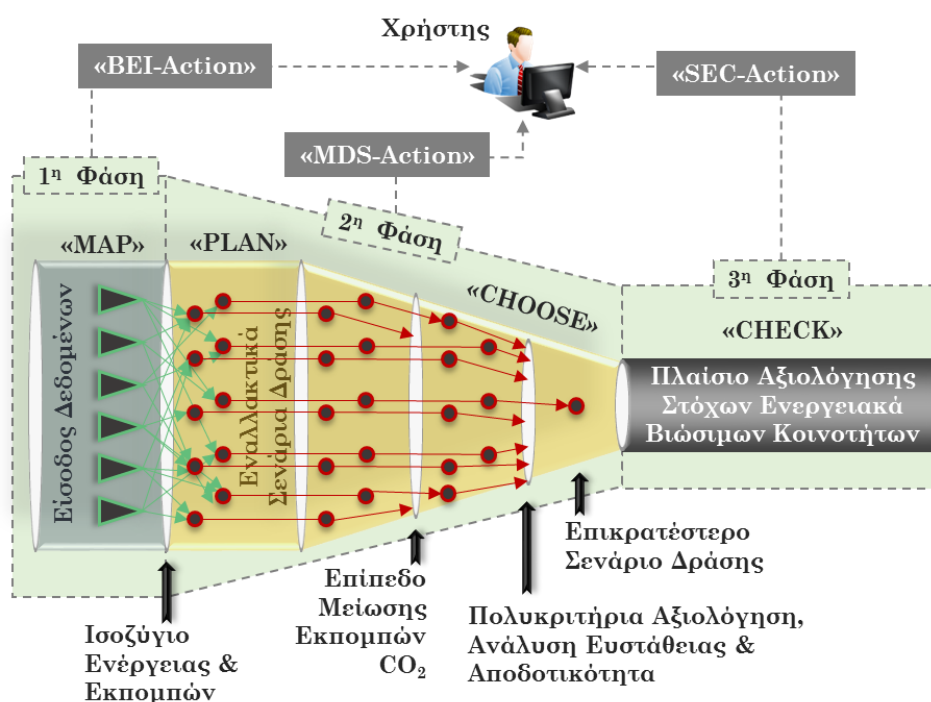
**Δομή
Κεφαλαίου** Στη συνέχεια του κεφαλαίου, παρουσιάζεται το πληροφοριακό σύστημα «Action³». Επιπλέον, περιγράφονται τα κυριότερα αποτελέσματα από την εφαρμογή του πληροφοριακού συστήματος στους δύο δήμους. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται και αναλύεται το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών, ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης και τέλος ο έλεγχος των στόχων του Σχεδίου Δράσης που υλοποιείται. Το κεφάλαιο κλείνει με την παρουσίαση των συμπερασμάτων που απορρέουν από την παραπάνω ανάλυση.

5.2 Πληροφοριακό Σύστημα

5.2.1 Πιλοτική Εφαρμογή Πληροφοριακού Συστήματος

Φάσεις Πιλοτικής Εφαρμογής Η πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης προσέγγισης «MPC⁺ (Map – Plan – Choose – Check)», μέσω του πληροφοριακού συστήματος «Action³» που αναπτύχθηκε, πραγματοποιήθηκε σε τρεις διαδοχικές φάσεις, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.1.

- ▲ 1^η Φάση: Βασική απογραφή εκπομπών.
- ▲ 2^η Φάση: Σχεδιασμός και αξιολόγηση Σεναρίων Δράσης.
- ▲ 3^η Φάση: Έλεγχος στόχων.



Σχήμα 5.1. Φάσεις Πιλοτικής Εφαρμογής

Υποσυστήματα Ουσιαστικά, σε κάθε φάση της πιλοτικής εφαρμογής χρησιμοποιείται κάθε ένα από τα τρία (3) κύρια υποσυστήματα του «Action³»:

- ▲ «BEI-Action (Baseline Emission Inventory)»: Υποσύστημα για την αποτύπωση της παρούσας κατάστασης, ενσωματώνοντας τους επιμέρους αλγόριθμους για τις εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού του ισοζυγίου ενέργειας, καθώς και τους υπολογισμούς των συντελεστών εκπομπών CO₂ για την ανάπτυξη της βασικής απογραφής εκπομπών.
- ▲ «MDS-Action (Multicriteria Decision Support)»: Υποσύστημα που ενσωματώνει, σε πρώτη φάση, την προσέγγιση για το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης και την αξιολόγησή τους σχετικά με το επίπεδο μείωσης εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνουν. Σε δεύτερη φάση, το σύνολο των εφικτών Σεναρίων αξιολογείται με χρήση πολυκριτηρίας ανάλυσης και ανάλυσης ευαισθησίας του

μοντέλου αξιολόγησης, προκειμένου να εντοπιστεί το επικρατέστερο.

- ▲ «SEC-Action (Sustainable Energy Communities)»: Υποσύστημα για την ενσωμάτωση του πλαισίου ελέγχου στόχων των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων.

5.2.2 Τεχνολογίες & Λειτουργίες Εκκίνησης

Τεχνολογίες Το πληροφοριακό σύστημα αναπτύχθηκε με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού «Java» και με τη βοήθεια της πλατφόρμας ανάπτυξης λογισμικού «NetBeans IDE». Η «Java» είναι μια συνεχώς αναπτυσσόμενη γλώσσα και ευρέως χρησιμοποιούμενη, διαθέτοντας ένα αρκετά μεγάλο αριθμό βιβλιοθηκών.

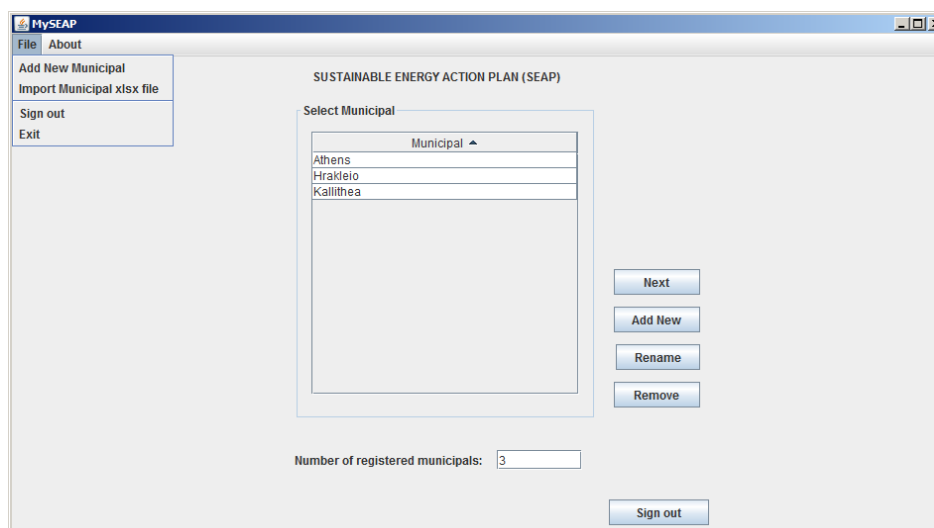
Για τις λειτουργίες της εφαρμογής απαιτήθηκαν κάποιες τεχνολογίες όπως, τεχνολογία ανάπτυξης γραφικού περιβάλλοντος χρήστη, λειτουργίες χειρισμού και επικοινωνίας με .xlsx και .xml αρχεία, λειτουργίες χειρισμού και δημιουργίας .pdf αρχείων, λειτουργίες χειρισμού και δημιουργίας γραφικών παραστάσεων, λειτουργίες εκτέλεσης πολυωνυμικής προσέγγισης και επίλυσης προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού. Οι κυριότερες βιβλιοθήκες της «Java» που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

- ▲ itextpdf-5.4.5 (δημιουργία και το χειρισμό .pdf αρχείων).
- ▲ jdom-2.0.5 & dom4j-1.6.1 (δημιουργία και το χειρισμό .xml αρχείων).
- ▲ xmlbeans-2.3.0 (δημιουργία και το χειρισμό .xml αρχείων).
- ▲ jfreechart-1.0.17 & jcommon-1.0.21 (δημιουργία και χειρισμό διαγραμμάτων).
- ▲ Commons-math3-3.2 (επίλυση προβλημάτων γραμμικού προγραμματισμού).
- ▲ poi-3.9 (χειρισμό .xlsx αρχείων).
- ▲ jasypt-1.9.2 (κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση).

Σημειώνεται, επίσης, ότι στις περισσότερες φόρμες του συστήματος υπάρχει η δυνατότητα εμφάνισης των αποτελεσμάτων σε αναφορά (αγγλ. report), σε μορφή .pdf αρχείου.

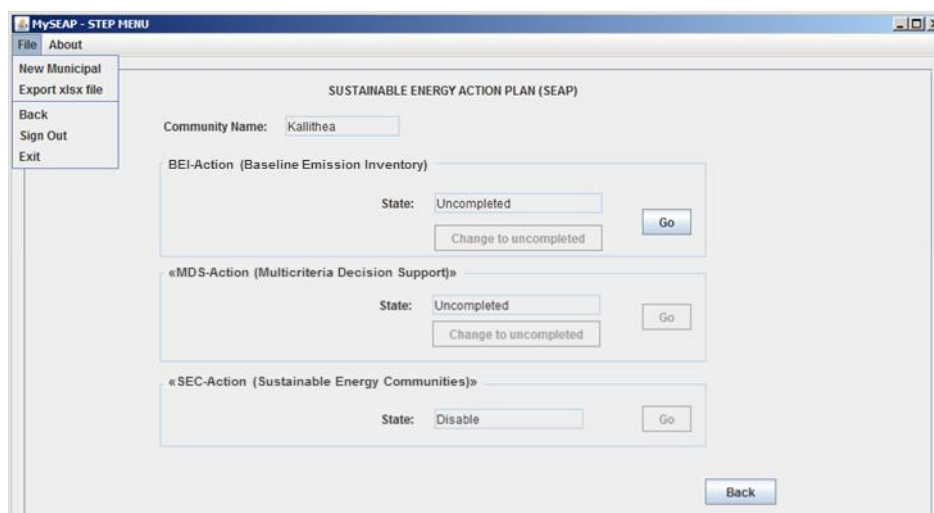
Λειτουργίες Εκκίνησης Αρχικά, ο χρήστης εισέρχεται στο παράθυρο σύνδεσης ή εγγραφής. Με την είσοδο των χρηστών στο σύστημα, εμφανίζεται το εισαγωγικό παράθυρο του Σχήματος 5.2, το οποίο περιλαμβάνει τις ακόλουθες δυνατότητες:

- ▲ Εμφάνιση δήμων που έχουν καταχωρηθεί με αλφαβητική σειρά και δυνατότητα επιλογής δήμου και είσοδος στο κεντρικό μενού.
- ▲ Δυνατότητα προσθήκης νέου δήμου και εγγραφής του ονόματός του, μετονομασίας ή διαγραφής του.
- ▲ Στο μενού «File» παρέχεται επιπλέον η δυνατότητα της εισαγωγής ενός .xlsx αρχείου με τα στοιχεία ενός δήμου για την προσθήκη του δήμου στο σύστημα.



Σχήμα 5.2. Εισαγωγικό Παράθυρο Συνδεδεμένων Χρηστών

Κεντρικό Μενού Βημάτων Μετά την καταχώρηση και επιλογή μίας εγγραφής, το πρόγραμμα οδηγείται στο κεντρικό μενού βημάτων που περιλαμβάνει τα τρία κύρια υποσυστήματα «BEI-Action», «MDS-Action» και «SEC-Action» (Σχήμα 5.3).



Σχήμα 5.3. Κεντρικό Μενού Βημάτων

5.2.3 Υποσύστημα «BEI-Action»

Τελική Κατανάλωση Ενέργειας Κύριος στόχος του υποσυστήματος «BEI-Action» είναι η ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών. Αρχικά, ζητείται από τον χρήστη η συμπλήρωση των γενικών χαρακτηριστικών του δήμου, η επιλογή του έτους βάσης και του έτους στόχου.

Μέσω των επιλογών για τους επιμέρους τομείς δραστηριότητας που εμφανίζονται στο συγκεντρωτικό πίνακα, ο χρήστης μεταβαίνει στις αντίστοιχες φόρμες συμπλήρωσης δεδομένων (Σχήμα 5.4).

BASELINE EMISSION INVENTORY

Community Details: Name: Kallithea, Number Of inhabitants: 95500
 District: Αθήναι, Country: Greece

Baseline and Target Year: Baseline Year: 2012, Target Year: 2020

FINAL ENERGY CONSUMPTION (MWh)

BUILDINGS, EQUIPMENT/FACILITIES AND INDUSTRIES

Category	Fossil Fuels										Renewable Energy				Total	
	Electricity	Heat/Coke	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal	Other fossil	Plant Oil	Biofuel	Other Biomass	Solar Thermal		Geothermal
Municipal build...	200	80	2,700	0	0,4	1,2	0	0	0	0	0	40	20	30	10	296,600
Tertiary (non m...	100	80	0,700	0	0,4	0,4	0	0	0	2	0	20	10	50	50	313,700
Residential build...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Municipal public...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Industries (excl...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal:	200	160	3,400	0	1	1,6	0	0	0	10	0	60	30	80	60	604,540

TRANSPORT

Category	Fossil Fuels										Renewable Energy				Total	
	Electricity	Heat/Coke	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal	Other fossil	Plant Oil	Biofuel	Other Biomass	Solar Thermal		Geothermal
Municipal Fleet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Public Transport	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Private and com...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subtotal:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

AGRICULTURE/FORESTRY/FISHERY

Category	Fossil Fuels										Renewable Energy				Total	
	Electricity	Heat/Coke	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal	Other fossil	Plant Oil	Biofuel	Other Biomass	Solar Thermal		Geothermal
Agriculture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Forestry	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Σχήμα 5.4. Τελική Κατανάλωση Ενέργειας

Σημειώνεται ότι για κάθε τομέα έχουν αναπτυχθεί οι αντίστοιχοι αλγόριθμοι των εναλλακτικών μεθόδων υπολογισμού της τελικής κατανάλωσης ενέργειας, οι οποίες παρουσιάστηκαν αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4 (ενότητα 4.3.5).

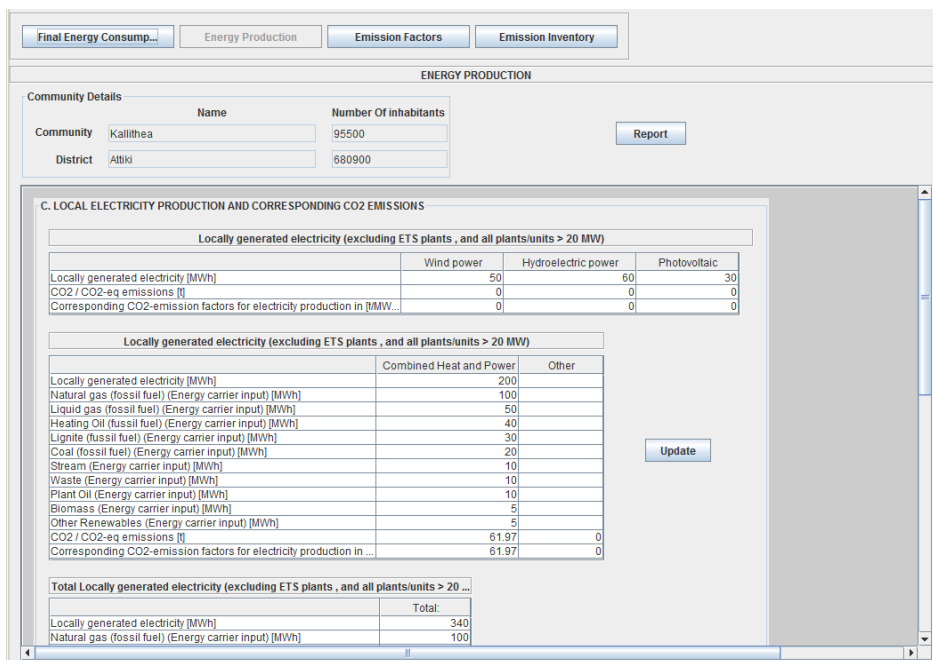
- ▲ Συνολική κατανάλωσης.
- ▲ Δεδομένα σε περιφερειακό επίπεδο.
- ▲ «Bottom up» προσέγγιση.
- ▲ Συνδυασμός «bottom up» προσέγγισης και δεδομένων σε περιφερειακό επίπεδο.

Ο χρήστης είναι, λοιπόν, σε θέση να επιλέξει ανάμεσα στις εναλλακτικές μεθόδους (Σχήμα 5.5), προκειμένου να εισάγει τα διαθέσιμα δεδομένα. Όλες οι σχετικές φόρμες του συστήματος σε αυτό το στάδιο παρουσιάζονται στο Παράρτημα ΙΙΙ

Σχήμα 5.5. Επιλογή Μεθόδου Καταχώρησης Δεδομένων

Τοπικά Παραγόμενη Ενέργεια

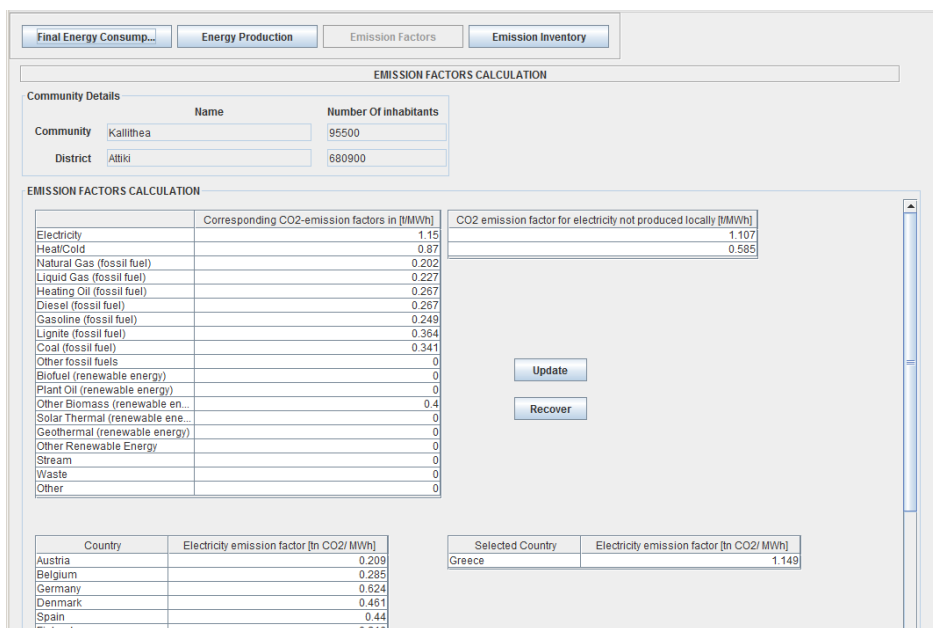
Η φόρμα για την συμπλήρωση των απαραίτητων δεδομένων σχετικά με την τοπικά παραγόμενη ενέργεια (ηλεκτρισμός και θέρμανση/ψύξη) απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 5.6. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς του τοπικού συντελεστή εκπομπών για ηλεκτρισμό και θέρμανση/ ψύξη, όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 4 (εξισώσεις 4.4 – 4.8), οι αλγόριθμοι των οποίων έχουν ενσωματωθεί στο σύστημα.



Σχήμα 5.6. Τοπικά Παραγόμενη Ενέργεια

Επιλογή Συντελεστών Εκπομπών

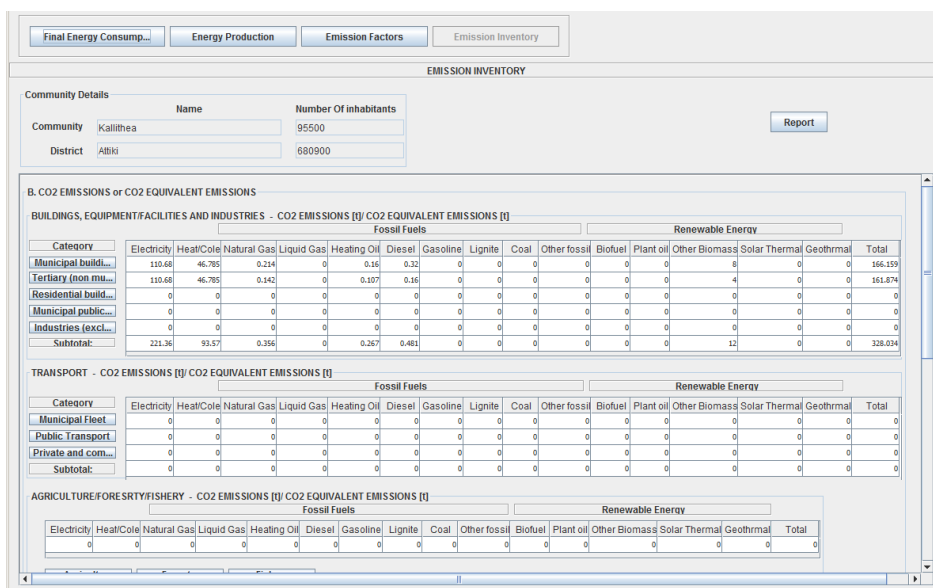
Στο Σχήμα 5.7 απεικονίζεται η φόρμα που περιλαμβάνει τους συντελεστές εκπομπών. Για κάθε μορφή ενέργειας εμφανίζονται προκαθορισμένες τιμές, τις οποίες ωστόσο έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει ο χρήστης.



Σχήμα 5.7. Συντελεστές Εκπομπών

Ισοζύγιο Εκπομπών CO2

Στο Σχήμα 5.8 απεικονίζεται η φόρμα του συστήματος με τη βασική απογραφή εκπομπών CO₂. Όπως και στην αντιστοιχη φόρμα για την τελική κατανάλωση ενέργειας και εδώ υπάρχει η δυνατότητα εισόδου στους επιμέρους τομείς και επεξεργασίας των δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας που έχουν εισαχθεί αρχικά.

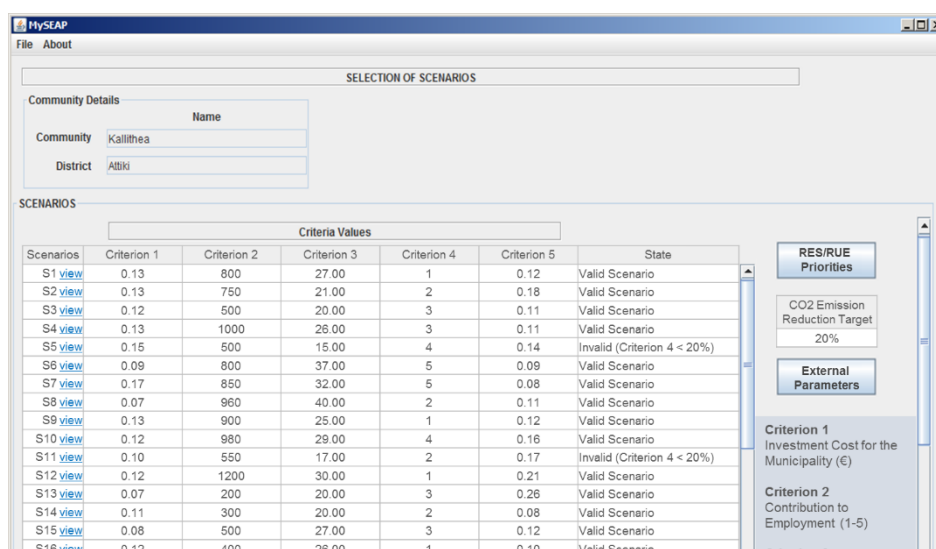


Σχήμα 5.8. Ισοζύγιο Εκπομπών CO₂

5.2.4 Υποσύστημα «MDS-Action»

*Σχεδιασμός
Εναλλακτικών
Σεναρίων
Δράσης*

Σε πρώτη φάση, κύριος στόχος του υποσυστήματος «MDS-Action» είναι ο σχεδιασμός εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂, και η αξιολόγησή τους σχετικά με το επίπεδο μείωσης εκπομπών CO₂ που επιτυγχάνουν. Στην φόρμα του Σχήματος 5.9 απεικονίζονται τα εναλλακτικά σενάρια που δημιουργεί το σύστημα ύστερα από τη μοντελοποίηση των δράσεων (όπως περιεγράφηκε αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4, ενότητα 4.4.3).



Σχήμα 5.9. Σχεδιασμός Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης

Για κάθε Σενάριο έχουν προσδιοριστεί οι αντίστοιχες τιμές των κριτηρίων. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να περιηγηθεί στις δράσεις και τα μέτρα των επιμέρους Σεναρίων, να επεξεργαστεί τα δεδομένα τους, καθώς και να εισάγει επιπλέον Σενάρια.

**Εκτίμηση
Μελλοντικής
Εξέλιξης
Εκπομπών
CO₂ – Είσοδος
Εξωτερικών
Παραμέτρων**

Για τον υπολογισμό της μείωσης εκπομπών CO₂, λαμβάνεται υπόψη η εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂, εξαιτίας της μεταβολής του πληθυσμού και άλλων εξωτερικών παραμέτρων που ορίστηκαν στο Κεφάλαιο 4. Οι τιμές των εξωτερικών παραμέτρων εισάγονται σε αυτό το στάδιο με την επιλογή «External Parameters» (Σχήμα 5.9). Η σχετική φόρμα για την εισαγωγή των δεδομένων απεικονίζεται στο Σχήμα 5.10.

INPUT

Inventory Year: 2010

Inventory Year	2015	2020	2025	2030	
Population Growth (Municipal)	18,050	17,529.5	17,009	16,578	16,147
Population Growth (Municipal) (age 0-19)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Annual Heating Degree Days (Municipal)	2,584				
Annual Cooling Degree Days (Municipal)	40				

Development of the road network (0-5)

	2009 - 15	2015 - 20	2020 - 25	2025 - 30
	1	1	1	1

Per capita gross domestic product (€ per capi.)

Inventory Year	2010
	12,691

Inventory Year: 2010

Inventory Year	2015	2020	2025	2030	
Population Growth (National) (x1,000)	11,316	11,505	11,618	11,674	11,699

Projection of Energy Consumption (ktoe)	Inventory Year	2015	2020	2025	2030
Agriculture	1,065	1,045	1,033	1,044	1,051
Industry	4,300	4,192	4,486	4,936	4,729
Transport	8,355	8,757	9,369	10,018	10,521
Residential	5,752	6,009	6,865	7,544	8,089
Tertiary	2,059	2,193	2,436	2,680	2,884

Buttons: Update, Clear, Back, Next

Σχήμα 5.10. Δεδομένα Είσοδου

**Συμμετοχή
Τοπικών
Φορέων**

Για την υποστήριξη των τοπικών - περιφερειακών αρχών στην επιλογή των κύριων ενδιαφερόμενων μερών, στο σύστημα έχει ενσωματωθεί μια λίστα με διάφορες κατηγορίες φορέων (Σχήμα 5.11). Με την επιλογή «RES/RUE Priorities», παρουσιάζεται μια σειρά από δραστηριότητες ένταξης αυτών των πιθανών ενδιαφερομένων φορέων στη διαδικασία του σχεδιασμού Σεναρίων Δράσης. Ο εντοπισμός αυτών των δραστηριοτήτων βασίζεται σε αποτελέσματα από ανάλογες πρωτοβουλίες στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Intelligent Energy Europe», και πιο συγκεκριμένα, μεθοδολογίες όπως «PEPESEC», «BELIEF», «MODEL», «SECURE», κλπ.

RES/RUE Priorities

Stakeholders' Engagement

Basic prerequisite before identifying the RES/RUE projects for the municipality's SEAP is the realization of a series of meetings and discussions among the key stakeholders, so as to make the necessary decisions regarding the community's sustainable energy vision and the appropriate way to incorporate the sustainable energy planning in the general development strategy of the municipality. To this end, the stakeholders' engagement is a critical factor for elaborating and implementing a successful SEAP. It is evident, that stakeholder participation starts with a stakeholder selection, analysis and a stakeholder communication planning process.

A Stakeholder Engagement Methodology has been developed by the IEE initiative, entitled Partnership Energy Planning a tool for realising European Sustainable Energy Communities (PEPESEC), in order to ensure that a two-way dialogue is established between the local authority and key stakeholders.

- Pepesec Stakeholder Engagement Methodology
- Application of Stakeholders Engagement Methodology

A number of stakeholders have been identified and divided into two major groups:

- Group A includes the stakeholders with a high interest and a high influence to the object of the planning and, therefore, a high capacity of intervention on the decisions. The local authority needs a more comprehensive and aggressive approach (targeted activities, such as questionnaires' distribution, training workshops, panel discussions, etc.), in order to provide them with the necessary stimulus for their discussions and in general facilitate the decision making procedure.
- Group B includes the stakeholders with a high interest, but without the tools and instruments to express their interests in a strong and homogenous way. For these reasons, public awareness activities will be provided by the local authority (e.g. awareness raising campaign, competitions, dissemination materials, energy days, etc.), in order to establish the necessary communication with them.

Group A		Group B	
A/A	Stakeholder	A/A	Stakeholder
1	Architects	1	Citizens / Youth
2	Banks / Economists	2	Companies

Σχήμα 5.11. Μέθοδοι Εμπλοκής Ενδιαφερομένων Φορέων

**Βάση
Δεδομένων
Επιλεγμένων
Έργων**

Παράλληλα, για τον προσδιορισμό κατάλληλων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας αναπτύχθηκε μια βάση δεδομένων με καλές πρακτικές (Σχήμα 5.12). Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει έργα που έχουν παρουσιαστεί στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Intelligent Energy Europe», καθώς και από Σχέδια Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια που έχουν αναπτυχθεί. Στο σύστημα έχουν ενσωματωθεί δυνατότητες ταξινόμησης των έργων ανά κατηγορία, τύπο έργου, χώρα, κλίμακα και μέγεθος κοινότητας.

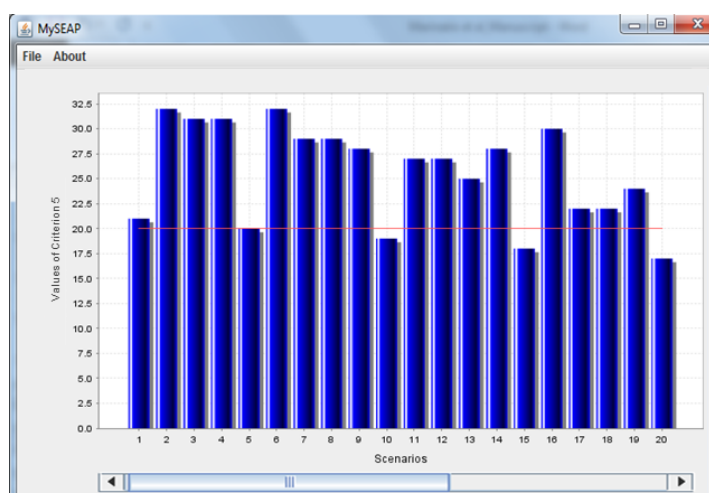
RES/RUE Best Practices			
Category	Type	Country	Scale
Modernization and saving energy at street lighting			
	Type: Energy Saving	Category: RUE	Energy Produced/Saving: 533.1 MWh
	Installed Capacity: -	Country: Austria	
	Cost: 1.804 €	Scale: Small scale project	
	Community: Urban		
	CO2 Reductions:		
Energy efficiency at hospital building			
	Type: Energy Saving	Category: RUE	Energy Produced/Saving: -
	Installed Capacity: -	Country: Sweden	
	Cost: 20.000 €	Scale: Small scale project	
	Community: Rural		
	CO2 Reductions:		

Σχήμα 5.12. Βάση Δεδομένων Έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας

**Επίτευξη
Εφικτών
Σεναρίων**

Σε πρώτο στάδιο, όλα τα εναλλακτικά σενάρια αξιολογούνται με βάση το επίπεδο μείωσης των εκπομπών CO₂. Ο μακροπρόθεσμος στόχος εισάγεται από τον χρήστη (πεδίο CO₂ Emission Reduction Target στη φόρμα του Σχήματος 5.9). Ανάλογα, λοιπόν, με την απόκλιση της εκτιμώμενης μείωσης των εκπομπών σε σχέση με τον μακροπρόθεσμο στόχο, στη στήλη «State» του Σχήματος 5.9 παρουσιάζεται η κατάσταση κάθε Σεναρίου. Δηλαδή, αν επιτυγχάνει ή όχι τον στόχο και κατ'επέκταση αν είναι στη λίστα των εφικτών Σεναρίων Δράσης ή όχι, τα οποία θα αξιολογηθούν στη συνέχεια προκειμένου να εντοπιστεί το επικρατέστερο.

Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα απεικόνισης των αποτελεσμάτων μέσω διαγράμματος (Σχήμα 5.13).



Σχήμα 5.13. Επίτευξη Εφικτών Σεναρίων Δράσης

**Κατασκευή
Περιθωρίων
Συναρτήσεων
Αξίας**

Στη Συνέχεια, ο αποφασίζων προσδιορίζει την αξία/θέση ενός σημείου στην κλίμακα αξιών [0, 1] για το κάθε κριτήριο (Σχήμα 5.14).

Criteria values in order to generate marginal value factions					
Criteria Values (Qualitative X% / Quantitative)	Criterion 1	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6
0% / 1	0	0	0	0	0
20% / 2	0.40	0.20	0.20	0.35	0.50
40% / 3	0.50	0.40	0.25	0.70	0.60
60% / 4	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80
80% / -	0.90		0.80	0.90	
100% / 5	1	1	1	1	1

Σχήμα 5.14. Τιμές Κριτηρίων για τη Δημιουργία των Περιθωρίων Συναρτήσεων Αξίας

Η μέθοδος της πολυωνυμικής προσέγγισης με ελάχιστα τετράγωνα υλοποιήθηκε από την εφαρμογή με σκοπό την προσέγγιση πολυωνύμου δεύτερου βαθμού με χρήση έξι γνωστών σημείων. Η απαιτούμενη πολυωνυμική προσέγγιση υλοποιείται από τη μέθοδο `findPolynomial()` της κλάσης `Calculations` του προγράμματος. Ο κώδικας της σχετικής μεθόδου παρουσιάζεται στο Παράρτημα IV. Από το σύστημα δίνεται η δυνατότητα απεικόνισης των συναρτήσεων σε διαγράμματα.

**Κατασκευή
Εικονικών
Εναλλακτικών**

Για τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας, κατασκευάζεται ένα σύνολο αναφοράς $A_R = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$, εικονικών εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, με βάση τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4 (ενότητα 4.5.3). Η αντιστοιχη φόρμα του συστήματος απεικονίζεται στο ακόλουθο Σχήμα 5.15.

SELECTION OF SCENARIOS						
Community Details						
Name						
Community	Kallithea					
District	Aliki					
REFERENCE SCENARIOS						
Scenarios	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Order
A	60000000	3	320	20%	2	1
B	70000000	4	770	30%	2	2
C	70000000	5	900	35%	2	2
D	20000000	3	900	20%	3	3
E	15000000	3	900	20%	3	4
F	10000000	2	800	25%	4	5
G	85000000	3	800	25%	2	6
H	85000000	3	860	30%	1	6
I	10000000	3	510	35%	1	7
J	10000000	4	900	40%	1	8

Σχήμα 5.15. Κατασκευή Εικονικών Εναλλακτικών

**Επίλυση
Προβλήματος
Γραμμικού
Προγραμματισμού**

Τέλος, γίνεται η επίλυση του προβλήματος γραμμικού προγραμματισμού για τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων. Η επίλυση του προβλήματος του γραμμικού προγραμματισμού υλοποιείται από τη μέθοδο `linearProgrammingCalculator10()` της κλάσης `Calculations` του προγράμματος. Ο κώδικας της σχετικής μεθόδου παρουσιάζεται στο Παράρτημα IV.

Σε συνέχεια του υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας, παρουσιάζεται ο πίνακας κατάταξης των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Τα σενάρια είναι διατεταγμένα σε φθίνουσα σειρά σύμφωνα με

την τελική τους τιμή. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα απεικόνισης των αποτελεσμάτων από την ανάλυση ευστάθειας, δηλαδή η μέγιστη και ελάχιστη θέση που μπορεί να πάρει στην κατάταξη κάθε εναλλακτικό Σενάριο Δράσης.

Scenario	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Total Value
12	0.932	0.758	0.690	0.826	0.115	0.770164
6	0.952	0.712	0.690	0.826	0.049	0.764557
4	0.948	0.712	0.690	0.728	0.222	0.762034
5	0.911	0.758	0.880	0.610	0.276	0.760022
18	0.934	0.758	0.340	0.877	0.032	0.743963

Σχήμα 5.16. Επίλυση Προβλήματος

5.2.5 Υποσύστημα «SEC-Action»

Έλεγχος Στόχων Το γραφικό περιβάλλον για την παρακολούθηση της προόδου υλοποίησης του Σχεδίου Δράσης περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- ▲ Κεντρικό παράθυρο, μέσω του οποίου γίνεται η καταχώρηση της εγγραφής του έτους αξιολόγησης («Monitoring Records»),
- ▲ Για την εισαγωγή των δεδομένων κατά το έτος αξιολόγησης, ουσιαστικά, ο χρήστης οδηγείται σε προηγούμενες φόρμες του συστήματος («Monitoring Data»), παρέχοντας δεδομένα σχετικά με το ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών και την πρόοδο υλοποίησης δράσεων και μέτρων.
- ▲ Με βάση τα δεδομένα που συμπληρώνονται γίνεται ο υπολογισμός των δεικτών αξιολόγησης και του σύνθετου δείκτη «SEC_{Index}» για κάθε τομέα δραστηριότητας («Indicators»).

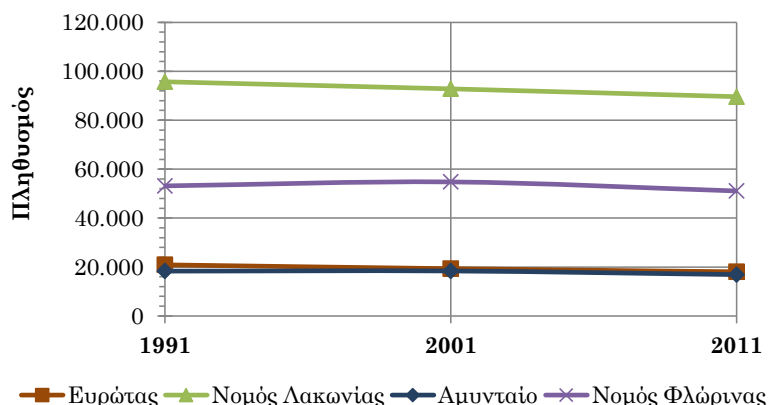
Σχήμα 5.17. Αξιολόγηση Σχεδίου Δράσης

5.3 1^η Φάση: Βασική Απογραφή Εκπομπών

5.3.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Συμμετοχή στο Σύμφωνο Αρχικά, σημειώνεται ότι οι Δήμοι Αμυνταίου και Ευρώτα προσχώρησαν στο Σύμφωνο των Δημάρχων την 18^η Απριλίου 2011 και την 24^η Απριλίου 2012, αντιστοίχα.

Πληθυσμός & Έκταση Ο Δήμος Αμυνταίου καταλαμβάνει το νότιο τμήμα του Νομού Φλώρινας και έχει έκταση 589.323 στρέμματα και πληθυσμό 16.890 κατοίκους. Ο Δήμος Ευρώτα ανήκει στην περιφέρεια Πελοποννήσου και βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της, στο νομό Λακωνίας. Η έκταση του δήμου είναι 865,7 km², ενώ ο πληθυσμός του, σύμφωνα με στοιχεία της απογραφής του έτους 2011, ανέρχεται στους 18.050 κατοίκους (Σχήμα 5.18).



Σχήμα 5.18. Πληθυσμιακή Εξέλιξη την Περίοδο 1991-2011

Η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε 4 κλιματικές ζώνες, Α έως Δ, με τη ζώνη Α να είναι η θερμότερη και τη ζώνη Δ η ψυχρότερη. Ο Δήμος Αμυνταίου ανήκει στην Δ κλιματική ζώνη, ενώ ο Δήμος Ευρώτα στην Α κλιματική ζώνη.

Δήμος Αμυνταίου Η γήρανση του πληθυσμού σε συνδυασμό με τον αγροτικό χαρακτήρα της οικονομίας αναμένεται ότι θα έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο Δήμο Αμυνταίου μέσα στα επόμενα χρόνια, όπως είναι η αποχώρηση των ηλικιωμένων αγροτών από την ενεργή οικονομική δραστηριότητα με ταυτόχρονη εγκατάλειψη των εκμεταλλεύσεων, η μείωση των εισοδημάτων και οι περαιτέρω τάσεις επιδείνωσης των κοινωνικό - οικονομικών συνθηκών.

Στον πρωτογενή τομέα η απασχόληση είναι 29%, στο δευτερογενή 17,5% και στον τριτογενή 34%. Στο εσωτερικό όμως της περιοχής εμφανίζονται μεγάλες διαφοροποιήσεις από οικισμό σε οικισμό. Στο σύνολο της περιοχής μελέτης η γεωργική γη καταλαμβάνει έκταση 223.500 στρ. ή ποσοστό 41% του Νομού. Αν και το υδάτινο δυναμικό της περιοχής είναι πλούσιο, υπόγειο και επιφανειακό, εντούτοις δε

γίνεται ορθολογική και κατάλληλη αξιοποίηση για τις ανάγκες άρδευσης των καλλιεργειών. Άρδευεται σημαντικό μέρος της γεωργικής γης σε ποσοστό 40% ή 81.556 στρ. περίπου. Σημαντική δυνατότητα μπορεί να αποτελέσει στο μέλλον η άρδευση καλλιεργειών με νερό από τα λύματα των Βιολογικών Καθαρισμών. Η ανεξέλεγκτη χρήση των ιδιωτικών γεωτρήσεων συμβάλλει στην υποβάθμιση του υπόγειου υδροφορέα. Το πρόβλημα συμπληρώνει και η ευρέως διαδεδομένη άρδευση με καταιονισμό των εκτάσεων με συστήματα άρδευσης μεγάλων πιέσεων. Μόνο οι δενδρώδεις καλλιέργειες αρδεύονται με στάγδην άρδευση.

Το Αμύνταιο αποτελεί το κέντρο παροχής υπηρεσιών της ευρύτερης περιοχής, ενώ η παρουσία της ΔΕΗ στην περιοχή φαίνεται ότι δεν περιθωριοποίησε τον πρωτογενή τομέα. Πολύ σημαντικό μέρος του ανθρώπινου δυναμικού εργάζεται στη ΔΕΗ και στις παράπλευρες δραστηριότητες και ανάγκες που δημιουργούνται, αλλά η περιβαλλοντική υποβάθμιση είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί άμεσα. Συνολικά, στο δήμο δραστηριοποιούνται 1.299 επιχειρήσεις.

Ο Δήμος Αμυνταίου αποτελεί τμήμα της τεκτονικής τάφρου Μοναστηρίου – Αμυνταίου – Πτολεμαΐδας – Σερβίων, στην οποία βρίσκονται τα μεγαλύτερα λιγνιτικά κοιτάσματα της χώρας. Τα κοιτάσματα του Αμυνταίου ξεπερνούν τους 450 εκατ. τόνους. Τα κοιτάσματα λιγνίτη της περιοχής χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη στο σταθμό ΑΗΣ Αμυνταίου – Φιλώτα που είναι εγκατεστημένος Βορειοδυτικά του οικισμού του Φιλώτα. Ο σταθμός αποτελείται από 2 μονάδες συνολικής ισχύος 600 MW (2 X 300 MW), οι οποίες μέσω Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) εγκατεστημένης ισχύος 24 MW_{th}, τροφοδοτούν μέσω του υφιστάμενου δικτύου τηλεθέρμανσης τον οικιακό και τριτογενή τομέα της ΔΕ Αμυνταίου με θέρμανση. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι συγκεκριμένες μονάδες του ΑΗΣ υπάγονται στο ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΣΕΔΕ – EU-ETS).

Παράλληλα, όσον αφορά την ανάπτυξη των ΑΠΕ στην περιοχή, αυτή τη στιγμή είναι επικεντρωμένη κυρίως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά συστήματα.

**Δήμος
Ευρώτα**

Το ποσοστό των κατοίκων του Δήμου Ευρώτα που ανήκουν ηλικιακά στην κατηγορία 0-14, είναι περίπου ίσο με αυτό του νομού και μικρότερο από αυτό του συνόλου της χώρας κατά 1,34%. Στην κατηγορία 15-64 ο Δήμος κατέχει ποσοστό μεγαλύτερο από του νομού και μικρότερο από της χώρας, ενώ στις ηλικίες άνω των 65, το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχει ο νομός και ακολουθεί ο Δήμος, με ποσοστό μεγαλύτερο από αυτό του μέσου όρου της χώρας.

Η χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση του Δήμου Ευρώτα φτάνει τα 246.377 στρέμματα, που αντιστοιχεί σε ποσοστό ίσο με το 28,8% της συνολικής του έκτασης. Στο Δήμο Ευρώτα δραστηριοποιούνται περίπου 1.853 επιχειρήσεις, σύμφωνα με στοιχεία του Επιμελητηρίου Λακωνίας.

Ο Δήμος Ευρώτα παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό το οποίο φτάνει τις 1.200 KWh παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανά KW_p εγκατεστημένης ισχύος σε ετήσια βάση. Για το έτος απογραφής 2010, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις ξεπέρασε τις 1.300 KW_p. Επίσης, διαρκώς αυξανόμενη είναι και η εγκατεστημένη ισχύς μεγάλων φωτοβολταϊκών πάρκων και εγκαταστάσεων άνω των 100 KW_p, αλλά και άνω του 1 MW.

Αντίθετα, η περιοχή του Δήμου Ευρώτα δεν χαρακτηρίζεται από σημαντικό αιολικό δυναμικό, σύμφωνα με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Ως αποτέλεσμα δεν υπάρχει καμία εγκατάσταση παραγωγής αιολικής ενέργειας στα όρια του Δήμου.

Έτος Αναφοράς Τα πλησιέστερα προς το έτος 1990 δεδομένα που διαθέτει ο καλλικρατικός Δήμος Αμυνταίου είναι για το έτος 2009, για το οποίο ο δήμος διαθέτει πλήρη και αξιόπιστα στοιχεία. Αντίστοιχα, για τον Δήμο Ευρώτα, ως έτος αναφοράς επιλέχθηκε το 2010 (Σχήμα 5.19).

Σχήμα 5.19. Έτος Αναφοράς

5.3.2 Καταγραφή Δεδομένων στους Τομείς Δραστηριότητας

Αγροτικός Τομέας Τα δεδομένα για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον αγροτικό τομέα αντλήθηκαν από την ΔΕΗ. Η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για την άρδευση των καλλιεργειών. Άλλες χρήσεις, μικρής όμως κλίμακας, είναι η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών θερμοκρασίας στα θερμοκήπια, καθώς και η λίπανση των καλλιεργειών μέσω ψεκαστικών μηχανημάτων ή υδραυλικών αντλιών λίπανσης.

Η κατανάλωση καυσίμων για τη γεωργία προσδιορίστηκε με βάση τα στατιστικά δεδομένα ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης που εκδίδει σε ετήσια βάση το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως για την κατανάλωση πετρελαίου ανά καλλιέργεια φυτικής παραγωγής (ΦΕΚ 1644/22-7-2011), σε συνδυασμό με δεδομένα για τις καλλιεργούμενες εκτάσεις σύμφωνα με το γεωργικό συνεταιρισμό.

Για τον κτηνοτροφικό τομέα, η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης και ηλεκτρικής ενέργειας όσον αφορά τη θέρμανση και το φωτισμό των χώρων των κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων, περιλαμβάνεται στη κατανάλωση του τριτογενούς τομέα και των εγκαταστάσεών του. Η αλιεία στον Δήμο Ευρώτα, λόγω του χαρακτήρα της ενασχόλησης (ερασιτεχνική ή ημι-επαγγελματική) και του μικρού πλήθους των σκαφών, έχει ιδιαίτερα μικρή συνεισφορά, και για αυτό δε μελετάται ξεχωριστά. Οι καταναλώσεις των σκαφών αλιείας περιλαμβάνονται στο σύνολο των ιδιωτικών καταναλώσεων στον τομέα των μεταφορών. Για τη δασοκομία δεν υπάρχουν δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας σε επίπεδο δήμου.

**Δημοτικά
Κτίρια,
Εξοπλισμός/
Εγκαταστάσεις**

Τα δημοτικά κτίρια αποτελούν κυρίως παιδικοί σταθμοί, σχολεία, γραφεία και αθλητικά κέντρα. Επίσης περιλαμβάνονται οι δημοτικές εγκαταστάσεις, οι οποίες αφορούν κυρίως την ύδρευση και άρδευση των δήμων, καθώς και εγκαταστάσεις βιολογικών καθαρισμών.

Για τη θέρμανση των δημοτικών κτιρίων χρησιμοποιείται πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, για τον Δήμο Αμυνταίου γίνεται χρήση της τηλεθέρμανσης. Ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται επίσης για την ικανοποίηση αναγκών φωτισμού, ψύξης, χρήσης Η/Μ εξοπλισμού και άλλων καταναλώσεων στα κτίρια, καθώς και στις υπόλοιπες εγκαταστάσεις των δήμων.

Η καταγραφή της κατανάλωσης των δημοτικών κτιρίων και εγκαταστάσεων βασίστηκε σε επίσημα στοιχεία από τους δήμους (παραστατικά έκδοσης λογαριασμών ρεύματος της ΔΕΗ). Όσον αφορά την κατανάλωση καυσίμων για τη θέρμανση των κτιρίων συγκεντρώθηκαν στοιχεία με βάση τα τιμολόγια των προμηθευτών καυσίμων, καθώς και της Δημοτικής Επιχείρησης Τηλεθέρμανσης Ευρύτερης Περιοχής Αμυνταίου (ΔΕΤΕΠΑ) για την περίπτωση του Αμυνταίου.

**Οικιακός
Τομέας**

Τα δεδομένα για τον οικιακό τομέα σχετικά με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αντλήθηκαν από τη ΔΕΗ. Για τη θέρμανση κατοικιών χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες εναλλακτικές μορφές θέρμανσης: πετρέλαιο θέρμανσης, ξυλεία, ηλεκτρισμός, καθώς και τηλεθέρμανση στην περίπτωση του Αμυνταίου.

Για τον προσδιορισμό της καταναλισκόμενης θερμικής ενέργειας υιοθετείται η «από κάτω προς τα πάνω» προσέγγιση (bottom up approach), καθώς αξιοποιούνται υφιστάμενα στατιστικά δεδομένα, δείκτες ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης και μελέτες.

Η συνολική ηλεκτροδοτούμενη επιφάνεια του οικιακού τομέα κατανέμεται σε μονοκατοικίες και πολυκατοικίες με και χωρίς θερμομόνωση, σύμφωνα με τα στοιχεία των ακόλουθων Πινάκων 5.1 και 5.2.

Πίνακας 5.1. Τετραγωνικά μέτρα κατοικιών
Δήμου Αμυνταίου ανά τύπο οικίας

	Μονοκατοικίες		Πολυκατοικίες	
	Κεντρική θέρμανση	Άλλου είδους θέρμανση	Κεντρική θέρμανση	Άλλου είδους θέρμανση
μετά 1980	84.283	15.928	23.219	1.111
προ 1980	310.834	251.699	31.652	3.396

Πίνακας 5.2. Τετραγωνικά μέτρα κατοικιών
Δήμου Ευρώτα ανά τύπο οικίας

	Μονοκατοικίες		Πολυκατοικίες	
	Κεντρική θέρμανση	Άλλου είδους θέρμανση	Κεντρική θέρμανση	Άλλου είδους θέρμανση
μετά 1980	88.271	189.094	5.635	4.085
προ 1980	85.485	393.084	2.940	3.175

Τριτογενής Τομέας Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στον τριτογενή τομέα προσδιορίστηκε άμεσα από στοιχεία της ΔΕΗ. Στο Δήμο Αμυνταίου τα κτίρια του τριτογενούς τομέα καλύπτουν τις θερμικές τους ανάγκες μέσω του δικτύου τηλεθέρμανσης, πέραν της καύσης πετρελαίου θέρμανσης. Η ποσότητα πετρελαίου που καταναλώνεται στον τριτογενή τομέα προσδιορίστηκε από τη συνολική ποσότητα πετρελαίου θέρμανσης που καταναλώνεται στο δήμο, πλην των δημοτικών και οικιακών καταναλώσεων. Τα δεδομένα για τη συνολική ποσότητα πετρελαίου θέρμανσης στο αντλήθηκαν από τη Διεύθυνση Πετρελαϊκής Πολιτικής του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και ακολούθως έγινε κατάλληλη πληθυσμιακή αναγωγή για τους δήμους.

Δημοτικός Δημόσιος Φωτισμός Η συλλογή των στοιχείων για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος στον τομέα του δημοτικού δημόσιου φωτισμού προέκυψε από τα παραστατικά έκδοσης λογαριασμών ρεύματος δήμου-κοινοτήτων της ΔΕΗ που είχαν αποσταλεί στους δήμους.

Βιομηχανίες Καθώς η μελέτη του βιομηχανικού τομέα είναι προαιρετική σύμφωνα με τις οδηγίες του Συμφώνου, επιλέχθηκε λόγω δυσκολίας συγκέντρωσης δεδομένων να μη μελετηθεί ο συγκεκριμένος τομέας.

Δημοτικός Στόλος Οι Δήμοι έχουν στη διάθεσή τους τόσο επιβατικά οχήματα, όσο και μηχανήματα έργου. Τα οχήματα αυτά χρησιμοποιούνται ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες τους στον τομέα των μεταφορών, της συλλογής και απόθεσης απορριμμάτων, έκτακτων ιατρικών αναγκών και εργασιών.

Δημόσιες Μεταφορές Ο προσδιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας για τις δημόσιες μεταφορές βασίζεται σε στοιχεία που δόθηκαν από τα ΚΤΕΛ σχετικά με τα χιλιόμετρα που πραγματοποιούνται εντός δήμου, καθώς και της μέσης κατανάλωσης των λεωφορείων. Επίσης συγκεντρώθηκαν στοιχεία για τις μεταφορές μαθητών με λεωφορεία και ταξί. Η κατανάλωση των λεωφορείων σε πετρέλαιο κίνησης «diesel» θεωρήθηκε ίση με 0,35 lt/km, βάσει πληροφοριών από την εταιρία κατασκευής τους. Ο αριθμός των χιλιομέτρων κάθε δρομολογίου που διανύονται εντός του Δήμου, καθώς και η μέση ταχύτητα των λεωφορείων κατά την εκτέλεση της διαδρομής αυτής, υπολογίστηκε με χρήση του διαδικτυακού εργαλείου «Fuel and Energy Consumption Calculator» του προγράμματος «Emisia» (Emisia, 2014).

Ιδιωτικές και Εμπορικές Μεταφορές Η ενεργειακή κατανάλωση στις ιδιωτικές και εμπορικές μεταφορές υπολογίστηκε με βάση στοιχεία από το Τμήμα Πετρελαϊκής Πολιτικής του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής για την καταγραφή της παράδοσης βενζίνης και πετρελαίου κίνησης του Νομού για το έτος αναφοράς. Για να προσδιοριστεί η κατανάλωση καυσίμων στον δήμο χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία για τον αριθμό οχημάτων ανά τύπο καυσίμου στον Νομό και στο Δήμο από την Διεύθυνση Οργάνωσης και Πληροφορικής του υπουργείου Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων. Η κατανάλωση καυσίμου προκύπτει με βάση την αναλογία οχημάτων μεταξύ Δήμου και Νομού.

Τοπική Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας Ο Δήμος Αμυνταίου είναι ένας κατεξοχήν ενεργειακός δήμος. Παρόλα αυτά δε θα μελετηθούν οι μεγάλες μονάδες παραγωγής της περιοχής, αλλά οι μικρότερες στις οποίες ο δήμος μπορεί να ασκήσει κάποια επιρροή. Τα κριτήρια για να συμπεριληφθεί μια μονάδα στο ΣΔΑΕ είναι:

- ▲ Εγκαταστάσεις/μονάδες που δεν περιλαμβάνονται στο ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής Αερίων του Θερμοκηπίου (ΣΕΔΕ).
- ▲ Εγκαταστάσεις/μονάδες με εισροή θερμικής ενέργειας έως και 20 MW στην περίπτωση εγκαταστάσεων καύσης καυσίμων ή που παράγουν έως και 20 MW από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (τα 20 MW αντιστοιχούν στο όριο ΣΕΔΕ της ΕΕ για εγκαταστάσεις καύσης).

Στα όρια του δήμου παράγεται μεγάλη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας από τον ΑΗΣ Αμυνταίου – Φιλώτα, στα πλαίσια της λειτουργίας της ΣΗΘ. Ο σταθμός αυτός όμως είναι μεγάλης ισχύος (2x300 MW), ενώ εντάσσεται και στο ΣΕΔΕ. Για τους λόγους αυτούς, δε συμπεριλαμβάνεται στο ΣΔΑΕ η συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης και της ενέργειας που παράγεται στα πλαίσια της ΣΗΘ.

Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μπορεί να ενταχθεί στο παρόν σχέδιο είναι η παραγωγή από φωτοβολταϊκά συστήματα. Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία, για το 2009 παράχθηκαν από φωτοβολταϊκά 352,8 MWh. Για το έτος αναφοράς δεν υπήρχαν άλλες μορφές ΑΠΕ εγκατεστημένες στην περιοχή.

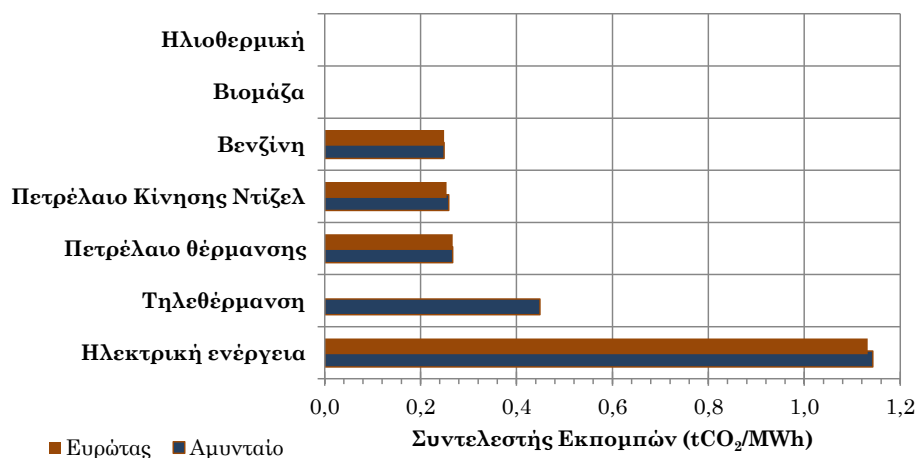
Η τοπική ηλεκτροπαραγωγή στο δήμο Ευρώτα για το 2010 συνίσταται σε παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά σε στέγες και φωτοβολταϊκά πάρκα. Οι καταστάσεις με τον αριθμό των εγκαταστάσεων και την εγκατεστημένη ισχύ τους, δόθηκαν από τα γραφεία της ΔΕΗ της περιοχής. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε ετήσια βάση υπολογίστηκε βάσει διαδικτυακού εργαλείου του Ινστιτούτου Ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Šúri et al., 2007). Προέκυψε ότι κατά το έτος βάσης 2010 η τοπική ηλεκτροπαραγωγή από φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις ανέρχεται στις 1.239 MWh.

Τοπικά Παραγόμενη Θέρμανση/ Ψύξη

Στις τοπικές κοινότητες Αμυνταίου, Φιλώτα και Λεβαΐας παρέχεται τηλεθέρμανση από τη ΔΕΤΕΠΑ. Η τηλεθέρμανση παρέχεται μέσω συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (ΣΗΘ) από τον ΑΗΣ Αμυνταίου – Φιλώτα. Μολονότι η θερμική ισχύς του ΑΗΣ είναι ανώτερη από τα 20MW (24MW_{th}), ενώ και ο σταθμός συμμετέχει στο ΣΕΔΕ, επιλέχθηκε να συμπεριληφθεί στο ΣΔΑΕ του δήμου το κομμάτι της θερμικής παραγωγής, καθώς οι θερμικές ανάγκες του οικιακού, τριτογενούς, αλλά και δημοτικού τομέα ικανοποιούνται σε σημαντικό βαθμό από την τηλεθέρμανση, που τροφοδοτείται από το συγκεκριμένο ΑΗΣ. Σύμφωνα με στοιχεία που παρείχε η ΔΕΤΕΠΑ, για το 2009 αγοράστηκαν 31.511 MWh από τη ΔΕΗ, που ταυτίζονται με την παραγόμενη από τον ΑΗΣ θερμική ενέργεια, ενώ η συνολική κατανάλωση από τους προαναφερθέντες τομείς ήταν 27.352,4 MWh. Κατά συνέπεια, οι απώλειες του δικτύου τηλεθέρμανσης ανέρχονται στο 13,2% της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, καθώς δεν υπάρχουν ιδιοκαταναλώσεις.

Υπολογισμός Εκπομπών CO₂

Οι καταναλισκόμενες ποσότητες καυσίμων μετατράπηκαν σε tncO₂ σύμφωνα με τους συντελεστές IPCC. Για τον υπολογισμό των εκπομπών θα χρησιμοποιηθούν οι τυπικοί συντελεστές εκπομπών CO₂ για το πετρέλαιο θέρμανσης, τη βενζίνη και την ηλιοθερμική ενέργεια, όπως προκύπτουν από τις οδηγίες του Συμφώνου των Δημάρχων. Οι συντελεστές εκπομπών CO₂ για τις μορφές ενέργειας που καταναλώνονται στο δήμο παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.20.



Σχήμα 5.20. Συντελεστές Εκπομπών

5.3.3 Ισοζύγιο Ενέργειας & Εκπομπών

Τελική Κατανάλωση Ενέργειας Η τελική κατανάλωση ενέργειας στο Δήμο Αμυνταίου εκτιμάται σε 308.505,1 MWh (18,3 MWh/κάτοικο) και στον Δήμο Ευρώτα 275.627 MWh (15,3 MWh/κάτοικο).

Στα Σχήματα 5.21 και 5.22 παρουσιάζεται οι σχετικές φόρμες του συστήματος με τη συμμετοχή κάθε τομέα και κάθε μορφής ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας των δύο δήμων.

The figure consists of three screenshots of spreadsheets showing final energy consumption (MWh) for Amuntau and Eurota municipalities. Each screenshot is divided into 'Fossil Fuels' and 'Renewable Energy' sections. The 'Fossil Fuels' section includes categories like Electricity, Heat/Cold, Natural Gas, Liquid Gas, Heating Oil, Diesel, Gasoline, and Lignite. The 'Renewable Energy' section includes categories like Coal/Other fossil, Plant Oil, Biofuel/Other Biomass, Solar Thermal, and Geother. The 'Total' column shows the sum of all categories for each sub-total.

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - BUILDINGS, EQUIPMENT/FACILITIES AND INDUSTRIES (Amuntau)

Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Municipal build...	4.498,4	1.523,4	0,0	0,0	4.649,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10.671,6
Tertiary (non mu...)	15.181,5	7.367,4	0,0	0,0	7.323,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29.872,3
Residential build...	19.538,4	18.461,6	0,0	0,0	83.704,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10.465,6	1.429,8	0,0	133.600,2
Municipal public...	2.073,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.073,3
Industries (excl...)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal:	41.291,6	27.352,4	0,0	0,0	95.678,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10.465,6	1.429,8	0,0	176.217,4

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - TRANSPORT (Amuntau)

Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Municipal Fleet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	866,5	246,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.112,9
Public Transport	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.265,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1.265,9
Private and com...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41.584,8	31.033,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72.618,3
Subtotal:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43.717,3	31.279,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74.997,1

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - AGRICULTURE/FORESTRY/FISHERY (Amuntau)

Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Agriculture	21.628,2	0,0	0,0	0,0	0,0	35.662,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57.290,6
Forestry	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fishery	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal:	21.628,2	0,0	0,0	0,0	0,0	35.662,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57.290,6

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - BUILDINGS, EQUIPMENT/FACILITIES AND INDUSTRIES (Eurota)

Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Municipal build...	3963,5	0,0	0,0	0,0	785,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4729,2
Tertiary (non mu...)	14250,0	0,0	0,0	0,0	6319,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20569,7
Residential build...	23395,1	0,0	0,0	0,0	29274,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17545,3	2604,7	0,0	72819,3
Municipal public...	1984,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1984,7
Industries (excl...)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal:	43593,4	0,0	0,0	0,0	36359,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17545,3	2604,7	0,0	100102,9

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - TRANSPORT (Eurota)

Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Municipal Fleet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	907,1	99,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1006,3
Public Transport	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1340,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1340,7
Private and com...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38555,9	47479,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	86035,4
Subtotal:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40803,6	47578,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88382,4

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - AGRICULTURE/FORESTRY/FISHERY (Eurota)

Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Agriculture	42357,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31772,9	13010,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87140,2
Forestry	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fishery	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal:	42357,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31772,9	13010,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87140,2

Σχήμα 5.21. Ισοζύγιο Ενέργειας (Δήμος Αμυνταίου)

The figure consists of three screenshots of spreadsheets showing final energy consumption (MWh) for Eurota municipality. Each screenshot is divided into 'Fossil Fuels' and 'Renewable Energy' sections. The 'Fossil Fuels' section includes categories like Electricity, Heat/Cold, Natural Gas, Liquid Gas, Heating Oil, Diesel, Gasoline, and Lignite. The 'Renewable Energy' section includes categories like Coal/Other fossil, Plant Oil, Biofuel/Other Biomass, Solar Thermal, and Geother. The 'Total' column shows the sum of all categories for each sub-total.

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - BUILDINGS, EQUIPMENT/FACILITIES AND INDUSTRIES (Eurota)

Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Municipal build...	3963,5	0,0	0,0	0,0	785,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4729,2
Tertiary (non mu...)	14250,0	0,0	0,0	0,0	6319,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20569,7
Residential build...	23395,1	0,0	0,0	0,0	29274,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17545,3	2604,7	0,0	72819,3
Municipal public...	1984,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1984,7
Industries (excl...)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal:	43593,4	0,0	0,0	0,0	36359,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17545,3	2604,7	0,0	100102,9

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - TRANSPORT (Eurota)

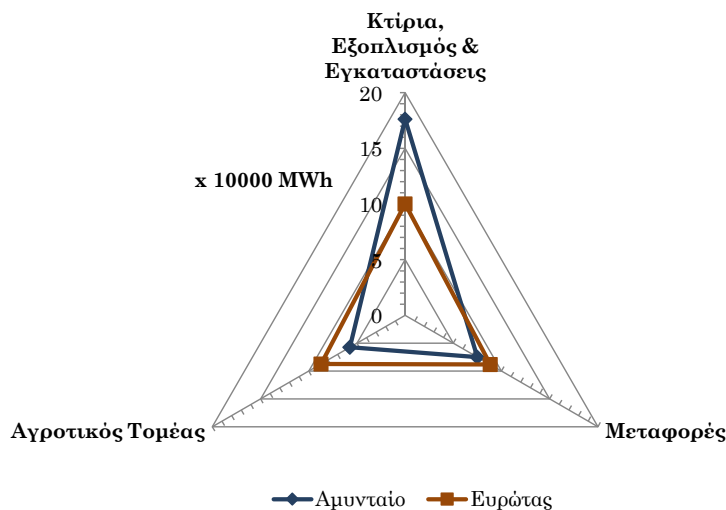
Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Municipal Fleet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	907,1	99,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1006,3
Public Transport	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1340,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1340,7
Private and com...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38555,9	47479,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	86035,4
Subtotal:	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40803,6	47578,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88382,4

FINAL ENERGY CONSUMPTION [MWh] - AGRICULTURE/FORESTRY/FISHERY (Eurota)

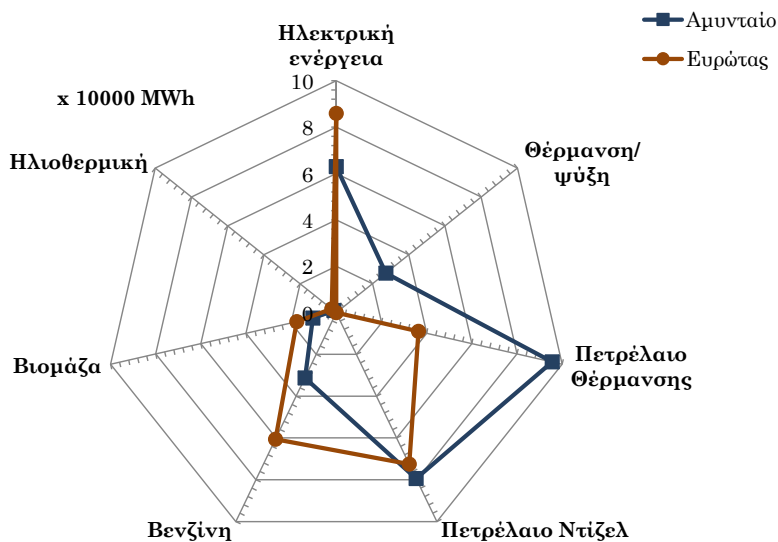
Category	Electricity	Heat/Cold	Natural Gas	Liquid Gas	Heating Oil	Diesel	Gasoline	Lignite	Coal/Other fossil	Plant Oil	Biofuel/Other Biomass	Solar Thermal	Geother	Total
Agriculture	42357,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31772,9	13010,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87140,2
Forestry	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fishery	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Subtotal:	42357,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31772,9	13010,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87140,2

Σχήμα 5.22. Ισοζύγιο Ενέργειας (Δήμος Ευρώτα)

Η κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά κατηγορία κατανάλωσης και μορφή ενέργειας απεικονίζεται στα ακόλουθα Σχήματα.



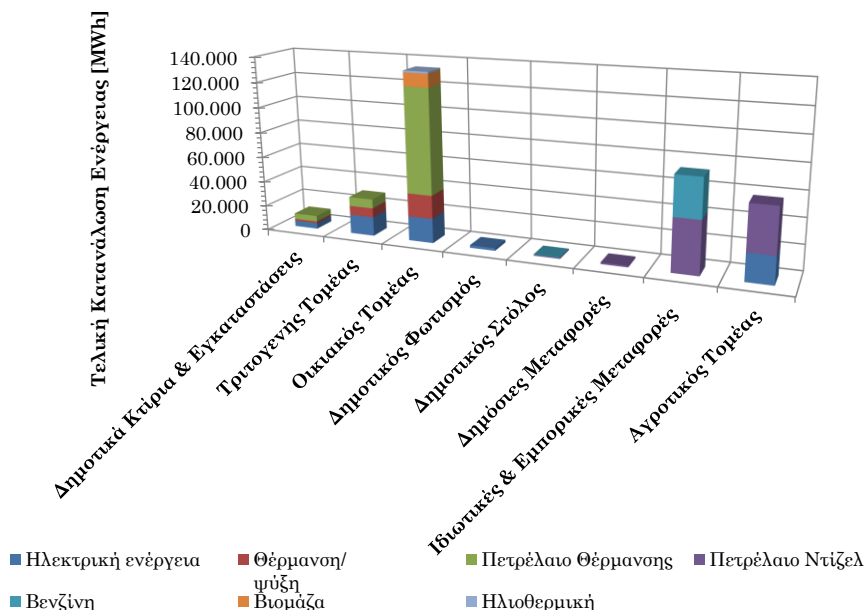
Σχήμα 5.23. Τελική Κατανάλωση Ενέργειας ανά Τομέα Κατανάλωσης



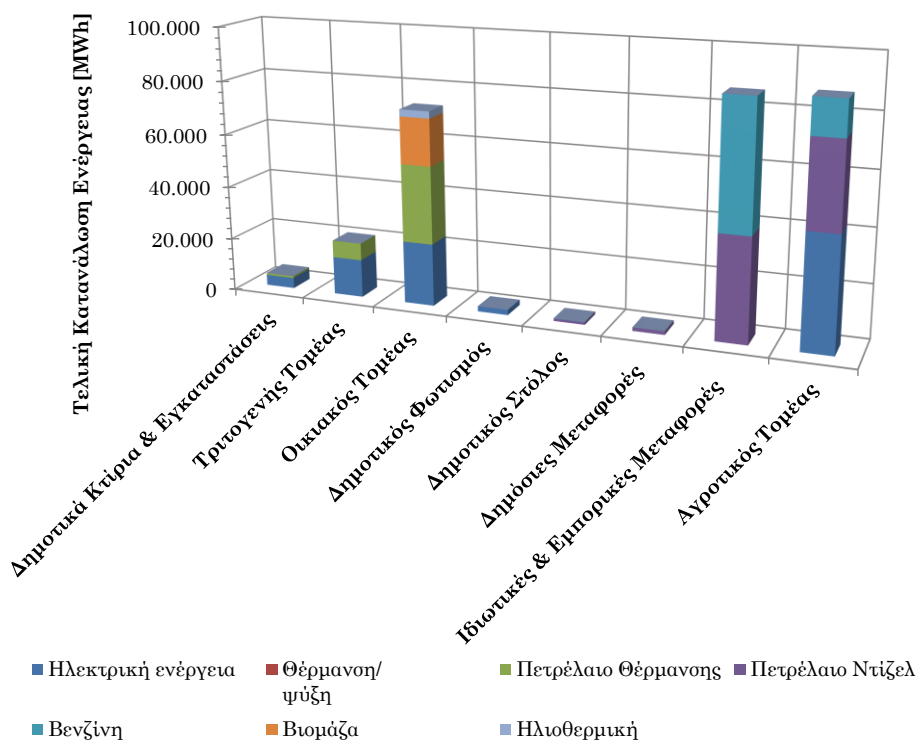
Σχήμα 5.24. Τελική Κατανάλωση Ενέργειας ανά Τύπο Καυσίμου

Στο Δήμο Αμυνταίου, ο αγροτικός τομέας καταναλώνει 18,6% της συνολικής ενέργειας ο κτιριακός τομέας και οι εγκαταστάσεις 57,1% και οι μεταφορές 24,3%. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αφορά το 20,4% της συνολικής κατανάλωσης, η ενέργεια από τηλεθέρμανση 8,9%, από πετρέλαιο θέρμανσης προέρχεται 31,0% της ενέργειας, από πετρέλαιο κίνησης 25,7%, από βενζίνη 10,1%, από βιομάζα 3,4% και από ηλιοθερμική 0,5%.

Στο Δήμο Ευρώτα, ο αγροτικός τομέας περιλαμβάνει το 31,6% της συνολικής ενέργειας ο κτιριακός τομέας και οι εγκαταστάσεις 36,3% και οι μεταφορές 32,1%. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αφορά στο 31,2% της συνολικής κατανάλωσης, από πετρέλαιο θέρμανσης προέρχεται 13,2% της ενέργειας, από πετρέλαιο κίνησης 26,3%, από βενζίνη 22,0%, βιομάζα 6,4% και ηλιοθερμία 0,9%.



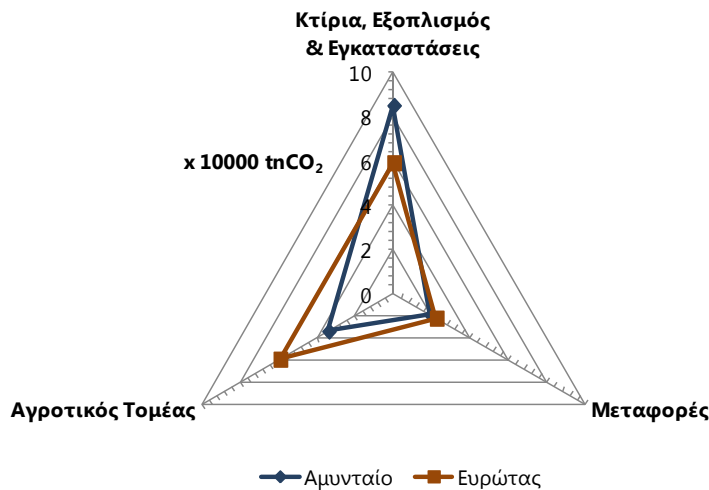
Σχήμα 5.25. Τελική Κατανάλωση Ενέργειας ανά Κατηγορία Κατανάλωσης και Μορφή Ενέργειας (Δήμος Αμυνταίου)



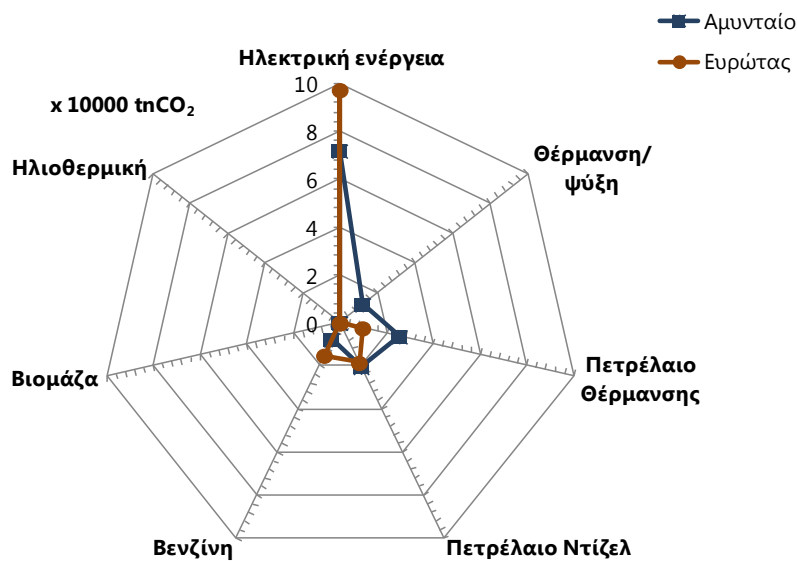
Σχήμα 5.26. Τελική Κατανάλωση Ενέργειας ανά Κατηγορία Κατανάλωσης και Μορφή Ενέργειας (Δήμος Ευρώτα)

Από τα παραπάνω δεδομένα παρατηρείται ότι αν και το Αμύνταιο είναι μικρότερος πληθυσμιακά δήμος σε σχέση με τον Ευρώτα, η τελική κατανάλωση ενέργειας είναι μεγαλύτερη. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην υψηλή κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση λόγω της γεωγραφικής θέσης της περιοχής του Αμυνταίου.

Εκπομπές CO₂ Αντίστοιχα, οι εκπομπές CO₂ υπολογίζονται σε 138.064,7 tnCO₂ (8,2 tnCO₂/κάτοικο) για το Αμυνταίο και 140.563 tnCO₂ (7,8 tnCO₂/κάτοικο). Στα Σχήματα 5.27 και 5.28 παρουσιάζεται η συμμετοχή κάθε τομέα και κάθε μορφής ενέργειας στις εκπομπές CO₂ δύο δήμων.

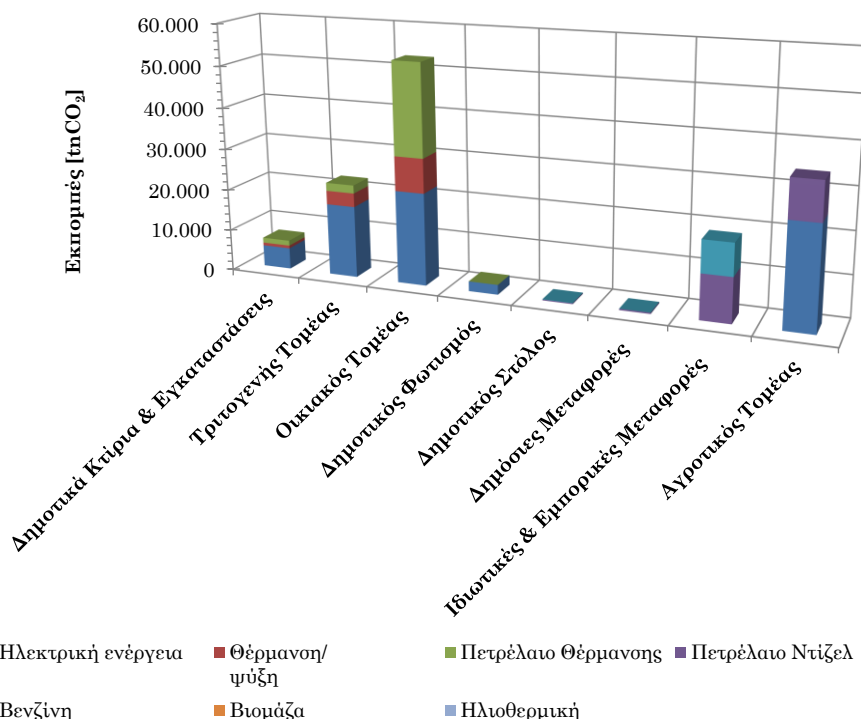


Σχήμα 5.27. Εκπομπές CO₂ ανά Τομέα Κατανάλωσης

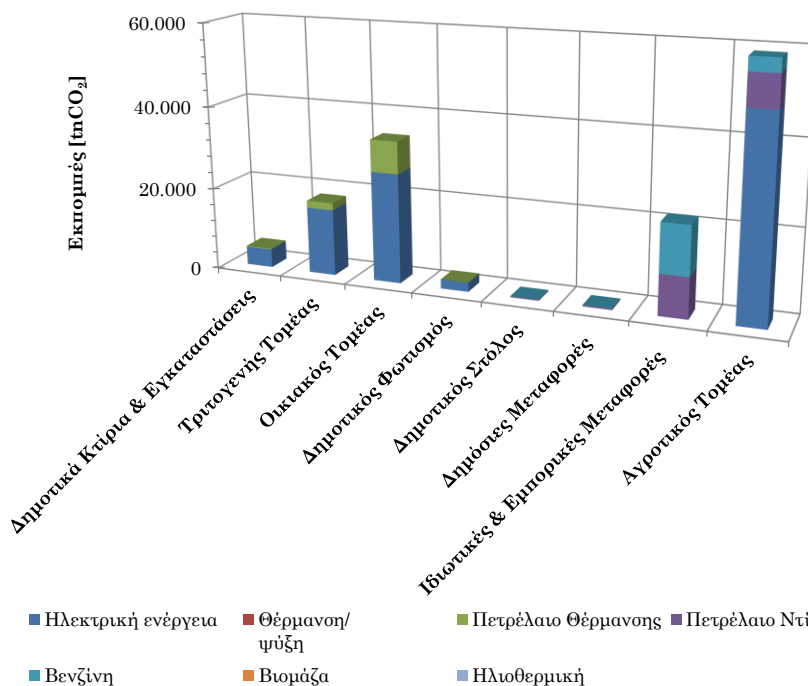


Σχήμα 5.28. Εκπομπές CO₂ ανά Τύπο Καυσίμου

Οι εκπομπές CO₂ ανά κατηγορία κατανάλωσης και μορφή ενέργειας απεικονίζεται στα Σχήματα 5.29 και 5.30.



Σχήμα 5.29. Εκπομπές CO₂ ανά Κατηγορία Κατανάλωσης και Μορφή Ενέργειας (Δήμος Αμυνταίου)



Σχήμα 5.30. Εκπομπές CO₂ ανά Κατηγορία Κατανάλωσης και Μορφή Ενέργειας (Δήμος Ευρώτα)

Αντίθετα με την τελική κατανάλωση ενέργειας, στις εκπομπές CO₂ παρατηρείται μικρή διαφορά μεταξύ των δύο περιοχών, γεγονός που οφείλεται στον υψηλό συντελεστή εκπομπών για την ηλεκτρική ενέργεια.

5.4 2^η Φάση: Σχεδιασμός & Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης

5.4.1 Σχεδιασμός Εναλλακτικών Σεναρίων

Μοντελοποίηση Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από το αρχικό στάδιο (γενικά χαρακτηριστικά και ισοζύγιο ενέργειας και εκπομπών) γίνεται η μοντελοποίηση των μέτρων και δράσεων και κατ' επέκταση ο σχεδιασμός των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Σύμφωνα με την ανάλυση που έγινε στο Κεφάλαιο 4 (βλ. ενότητα 4.4.4 «Αρχικός Σχεδιασμός Σεναρίων Δράσης»), για τους δύο δήμους δημιουργήθηκαν, αρχικά, τριάντα δύο (32) εναλλακτικά Σενάρια Δράσης.

Συμμετοχή Τοπικών Φορέων Για την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης, οι δύο δήμοι πραγματοποίησαν μια σειρά από ενέργειες. Πιο συγκεκριμένα, προχώρησαν στην προσαρμογή και βελτιστοποίηση των εσωτερικών διοικητικών δομών σύμφωνα με τις οδηγίες του Συμφώνου. Σε μια προσπάθεια ενθάρρυνσης της συμμετοχής των τοπικών ενδιαφερομένων στη διαδικασία του ενεργειακού σχεδιασμού πραγματοποιήθηκε μια σειρά ανεπίσημων συναντήσεων και συζητήσεων.

Επιπλέον, στον Ευρώτα έγινε διανομή ερωτηματολογίων σε υπαλλήλους του δήμου και σε πολίτες του οικιακού και τριτογενή τομέα. Στελέχη του Δήμου Αμυνταίου συμμετείχαν σε εκπαιδευτικές ημερίδες στην Κροατία (17-19 Οκτωβρίου 2011) και στη Γερμανία (8-10 Μαΐου 2012), που διοργανώθηκαν στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας «eReNet». Στο Δήμο Αμυνταίου, η διαδικασία ολοκληρώθηκε με δύο δημόσιες διαβουλεύσεις, τον Ιούνιο και τον Οκτώβριο του 2012, στις οποίες συμμετείχαν εκπρόσωποι τοπικών φορέων, δημοτικοί σύμβουλοι και πολίτες.

Η παραπάνω διαδικασία, οδήγησε το Δήμο Ευρώτα στο σχεδιασμό έξι επιπλέον εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, λαμβάνοντας υπόψη το μειωμένο ρόλο που έχει η τοπική παραγωγή για θέρμανση/ψύξη στην περιοχή. Σημειώνεται ότι ο βαθμός υλοποίησης των δράσεων για τοπική παραγωγή θέρμανσης/ψύξης στα Σενάρια S1 έως S16 είναι 75-100%.

Ο βαθμός υλοποίησης των δράσεων σε κάθε τομέα για τα επιπλέον Σενάρια Δράσης απεικονίζεται στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 5.3. Επιπλέον Σενάρια Δράσης Δήμου Ευρώτα

Γεωργία	Δημοτικός Τομέας	Οικιακός Τομέας	Τριτογενής Τομέας	Δημοτικός Φωτισμός	Ιδιωτικές Μεταφορές	Τοπική Ηλεκτρο παραγωγή	Τοπική Παραγωγή Θέρμανσης/ Ψύξης
8%	20%	5%	5%	20%	7%	100%	0%
8%	5%	5%	5%	8%	7%	100%	0%
8%	20%	5%	5%	20%	7%	75%	0%
8%	5%	5%	5%	8%	7%	75%	0%
8%	20%	5%	5%	20%	7%	50%	0%
8%	5%	5%	5%	8%	7%	50%	0%

**Τιμές
Εξωτερικών
Παραμέτρων**

Για την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂, τα δεδομένα εισόδου που συμπληρώθηκαν για τους δύο δήμους απεικονίζονται στα Σχήματα 7.31 και 7.32. Οι σχετικές φόρμες περιλαμβάνουν δεδομένα όπως η εξέλιξη του πληθυσμού των δήμων, οι βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης για κάθε περιοχή και η εκτιμώμενη αναβάθμιση του οδικού δικτύου.

INPUT

Inventory Year: 2010

	Inventory Year	2015	2020	2025	2030
Population Growth (Municipal)	16.890	16.850	16.800	16.800	16.850
Population Growth (Municipal) (age 0-19)	1.050	1.000	950	950	950

Annual Heating Degree Days (Municipal)	2.584
Annual Cooling Degree Days (Municipal)	40

	2009 - 15	2015 - 20	2020 - 25	2025 - 30
Development of the road network (0-5)	1	1	1	1

Σχήμα 5.31. Τιμές Εξωτερικών Παραμέτρων για το Αμύνταιο

INPUT

Inventory Year: 2010

	Inventory Year	2015	2020	2025	2030
Population Growth (Municipal)	18.050	17.529,5	17.009	16.578	16.147
Population Growth (Municipal) (age 0-19)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000

Annual Heating Degree Days (Municipal)	1.075
Annual Cooling Degree Days (Municipal)	27

	2009 - 15	2015 - 20	2020 - 25	2025 - 30
Development of the road network (0-5)	1	1	1	1

Σχήμα 5.32. Τιμές Εξωτερικών Παραμέτρων για τον Ευρώτα

Επιπλέον, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξέλιξη του πληθυσμού σε εθνικό επίπεδο, τη μεταβολή των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων, καθώς και τη μεταβολή της κατανάλωσης

ενέργειας σε επιμέρους τομείς (δημοτικό, τριτογενή, οικιακό, βιομηχανίες, μεταφορές και αγροτικό) σε εθνικό επίπεδο απεικονίζονται στο Σχήμα 5.33.

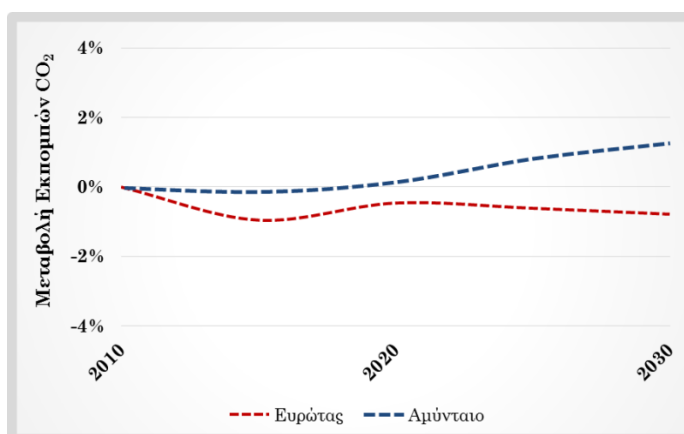
Σημειώνεται ότι η μεταβολή της κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο προκύπτει από τα αποτελέσματα σχετικής μελέτης για την Ελλάδα (ΥΠΕΚΑ, 2010b). Οι τιμές των καυσίμων προέρχονται από το σενάριο αναφοράς του “World Energy Outlook, 2009 Edition” που δημοσιεύτηκε από το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA) το Νοέμβριο του 2009.

	Inventory Year	2015	2020	2025	2030
Population Growth (National) (x1.000)	11.316	11.505	11.618	11.674	11.699
Projection of Energy Consumption (ktoe)					
	Inventory Year	2015	2020	2025	2030
Agriculture	1.065	1.045	1.033	1.044	1.051
Industry	4.300	4.192	4.486	4.936	4.729
Transport	8.355	8.757	9.368	10.018	10.521
Residential	5.752	6.009	6.865	7.544	8.089
Tertiary	2.059	2.193	2.436	2.680	2.884
Per capita gross domestic product (€ per c...					
	Inventory Year	2015	2020	2025	2030
Per capita gross domestic product (€ per c...	18.101	18.769	21.151	23.400	26.135
Price rates					
	2015	2020	2025	2030	
Electricity	0,1	0,1	0,1	0,1	
Energy Prices (€/unit)					
	Inventory Year	2015	2020	2025	2030
Natural Gas	9,84	9,91	11,47	12,41	13,29
Crude Oil	91,94	86,68	100	107,5	115

Σχήμα 5.33. Τιμές Κύριων Παραμέτρων σε Εθνικό Επίπεδο

**Εκτίμηση
Μελλοντικής
Εξέλιξης
Εκπομπών
CO₂**

Από τα δεδομένα εισόδου για τις εξωτερικές παραμέτρους προκύπτει η εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂ σε κάθε δήμο. Στο διάγραμμα του Σχήματος 5.34 απεικονίζεται η μεταβολή των εκπομπών CO₂ σε κάθε περιοχή έως το 2030, λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβολή των δύο παραμέτρων και θεωρώντας ότι δεν έχει γίνει υλοποίηση μέτρων και δράσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας στους δύο δήμους («do nothing» σενάριο).



Σχήμα 5.34. Μεταβολή Εκπομπών CO₂ στους δύο Δήμους

Από το παραπάνω διαγράμματα, παρατηρείται η μια μικρή μεταβολή των εκπομπών CO₂ στο Δήμο Ευρώτα (-0,46% έως το 2020 και -0,78% έως το 2030), που οφείλεται κυρίως στην επίδραση της εκτιμώμενης μείωσης του πληθυσμού στην περιοχή. Για το Δήμο Αμυνταίου παρατηρείται σταδιακή αύξηση των εκπομπών (0,13% έως το 2020 και 1,26% έως το 2020).

Το σύνολο των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης των δύο δήμων και οι αντίστοιχες τιμές στα πέντε κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγησή τους απεικονίζονται στους ακόλουθους Πίνακες 5.4 και 5.5.

*Εναλλακτικά
Σενάρια
Δράσης
(Αμύνταιο)*

Πίνακας 5.4. Τιμές Κριτηρίων (Δήμος Αμυνταίου)

Σενάριο	g ₁ - Κόστος Επένδυσης Δήμου	g ₂ - Συμβολή στην Απασχόληση	g ₃ - Κοινωνικό Κόστος	g ₄ - Μείωση Εκπομπών CO ₂	g ₅ - Επίδρασεις στο Φυσικό Περιβάλλον
	€	1-5	€/κάτ.	%	1-5
S1	98.608.467	5	989	40,73	1
S2	90.317.283	5	403	26,02	1
S3	87.516.632	3	403	25,77	1
S4	89.115.938	4	806	34,47	1
S5	96.223.873	5	947	36,97	1
S6	88.030.647	5	385	23,35	1
S7	85.229.996	3	385	23,10	1
S8	86.759.332	4	771	31,02	1
S9	77.374.934	5	989	36,53	2
S10	74.155.600	4	345	21,22	2
S11	65.705.600	3	345	21,80	2
S12	67.882.405	4	806	30,27	2
S13	75.158.267	4	989	34,64	2
S14	62.867.083	4	365	19,93	2
S15	64.066.432	3	403	19,68	2
S16	65.665.738	4	806	28,37	2
S17	22.373.073	3	989	27,66	2
S18	14.179.847	3	347	16,01	2
S19	11.379.196	2	385	15,76	2
S20	12.908.532	2	771	23,68	2
S21	20.324.334	3	991	29,61	3
S22	12.033.150	2	365	14,90	3
S23	9.232.499	2	403	14,65	3
S24	10.831.805	2	806	23,35	3
S25	18.107.667	2	989	27,72	4

S26	9.816.483	2	365	13,01	4
S27	7.015.832	1	403	12,76	4
S28	8.615.138	2	806	21,45	4
S29	14.450.504	2	976	28,84	5
S30	5.313.180	1	347	8,44	5
S31	2.512.529	1	385	8,19	5
S32	4.041.866	1	771	16,11	5

*Εναλλακτικά
Σενάρια
Δράσης
(Ευρώτας)*

Πίνακας 5.5. Τιμές Κριτηρίων (Δήμος Ευρώτα)

Σενάριο	g ¹ - Κόστος Επένδυσης Δήμου	g ² - Συμβολή στην Απασχόληση	g ³ - Κοινωνικό Κόστος	g ⁴ - Μείωση Εκπομπών CO ₂	g ⁵ - Επιδράσεις στο Φυσικό Περιβάλλον
	€	1-5	€/κάτ.	%	1-5
S1	69.075.394	5	1.126	28,25%	1
S2	55.491.990	5	511	20,31%	1
S3	45.317.284	4	511	19,96%	1
S4	46.344.570	4	891	25,16%	1
S5	60.862.640	5	1.005	25,78%	1
S6	55.093.203	4	456	17,90%	1
S7	44.438.001	4	456	17,59%	1
S8	45.567.553	4	795	23,93%	1
S9	51.785.110	5	994	25,49%	2
S10	39.319.902	4	451	17,70%	2
S11	31.342.534	3	451	17,20%	2
S12	35.797.385	4	786	23,67%	2
S13	49.444.810	4	917	23,46%	2
S14	36.375.819	4	416	16,29%	2
S15	29.887.169	3	416	16,01%	2
S16	30.762.341	4	725	21,78%	2
S17	7.091.820	4	1.104	28,96%	3
S18	4.984.830	2	501	20,11%	3
S19	3.032.010	2	501	19,77%	3
S20	3.700.080	3	873	26,89%	3
S21	6.737.229	4	983	24,62%	3
S22	4.735.589	2	446	17,09%	3
S23	2.880.410	2	446	16,80%	3
S24	3.515.076	2	777	22,86%	3
S25	6.737.229	3	883	22,59%	4
S26	4.735.589	2	401	15,69%	4

S27	2.880.410	1	401	15,42%	4
S28	3.515.076	2	698	20,98%	4
S29	6.737.229	2	552	14,48%	5
S30	4.735.589	1	250	9,85%	5
S31	2.880.410	1	250	9,69%	5
S32	3.515.076	1	437	13,18%	5
S33	5.136.000	4	581	22,98%	3
S34	3.340.350	3	642	20,69%	3
S35	4.882.050	4	571	20,12%	3
S36	3.173.333	3	571	17,58%	3
S37	4.882.050	2	514	17,93%	4
S38	3.173.333	1	514	16,14%	4

Σημειώνεται ότι τα Σενάρια 1-32 αντιστοιχούν ένα προς ένα με τα Σενάρια που απεικονίζονται στο Σχήμα 4.8. Τα επιπλέον Σενάρια 32-38 του Δήμου Ευρώτα αντιστοιχούν σε αυτά του Πίνακα 5.3.

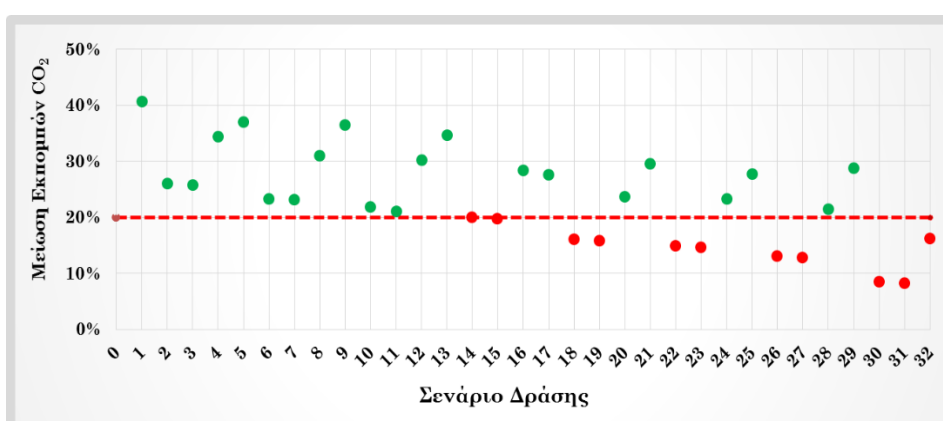
5.4.2 Εφικτά Σενάρια Δράσης

*Στόχος
Μείωσης
Εκπομπών
CO₂*

Και για τους δύο δήμους το όριο για μείωση εκπομπών είναι 20%, σύμφωνα με τις οδηγίες του Συμφώνου των Δημάρχων. Ως εκ τούτου, ορισμένα Σενάρια Δράσης μένουν εκτός της αξιολόγησης που θα ακολουθήσει. Στα Σχήματα 5.35 και 5.36 που ακολουθούν απεικονίζονται οπτικά όλα τα σενάρια και η μείωση εκπομπών που επιτυγχάνεται. Τα Σενάρια Δράσης που μένουν εκτός απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα.

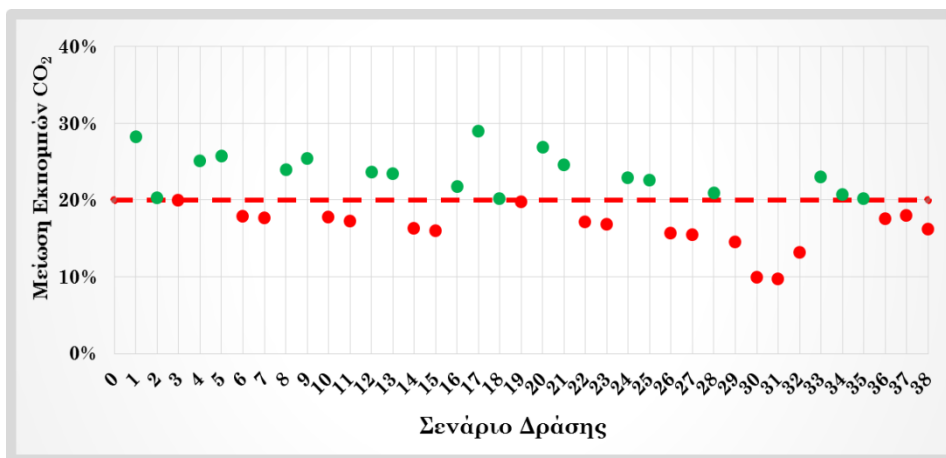
*Σύνολο
Εφικτών
Σεναρίων
Δράσης
για το Δήμο
Αμυνταίου*

Για τον Δήμο Αμυνταίου τα σενάρια S14, S15, S18, S19, S22, S23, S26, S27, S30, S31 και S32 μένουν εκτός.



Σχήμα 5.35. Εφικτά Σενάρια Δράσης Δήμου Αμυνταίου

Σύνολο Εφικτών Σεναρίων Δράσης για το Δήμο Ευρώτα Για την περίπτωση του Δήμου Ευρώτα τα σενάρια S3, S6, S7, S10, S11, S14, S15, S19, S22, S23, S26, S27, S29, S30, S31, S32, S36, S37 και S38 μένουν εκτός.



Σχήμα 5.36. Εφικτά Σενάρια Δράσης Δήμου Ευρώτα

5.4.3 Περιθώριες Συναρτήσεις Κριτηρίων

Είσοδος Δεδομένων Λαμβάνοντας υπόψη τα σημεία που υπέδειξαν οι εμπειρογνώμονες προκύπτουν οι συναρτήσεις για τις τιμές των κριτηρίων (χρησιμοποιώντας πολυωνυμική προσέγγιση δευτέρου βαθμού).

Criteria values in order to generate marginal value factions					
Criteria Values (Qualitative X% / Quantitative)	Criterion 1	Criterion 2	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5
0% / 1	0	0	0	0	0
20% / 2	0.48	0.21	0.18	0.44	0.72
40% / 3	0.72	0.78	0.38	0.76	0.81
60% / 4	0.85	0.92	0.65	0.95	0.86
80% / -	0.95		0.8	0.99	
100% / 5	1	1	1	1	1

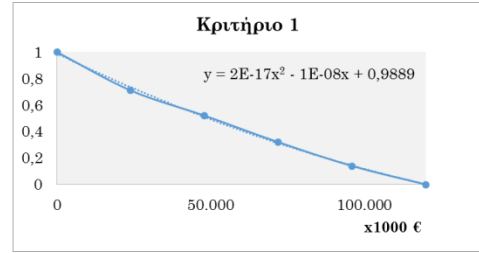
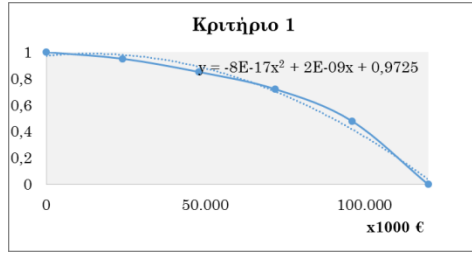
Σχήμα 5.37. Απαντήσεις Εμπειρογνώμονα για την Κατασκευή των Περιθώριων Συναρτήσεων (Αμύνταιο)

Criteria values in order to generate marginal value factions					
Criteria Values (Qualitative X% / Quantitative)	Criterion 1	Criterion 3	Criterion 4	Criterion 5	Criterion 6
0% / 1	0	0	0	0	0
20% / 2	0.14	0.34	0.28	0.48	0.72
40% / 3	0.32	0.69	0.56	0.78	0.81
60% / 4	0.52	0.88	0.78	0.91	0.86
80% / -	0.71		0.9	0.96	
100% / 5	1	1	1	1	1

Σχήμα 5.38. Απαντήσεις Εμπειρογνώμονα για την Κατασκευή των Περιθώριων Συναρτήσεων (Ευρώτας)

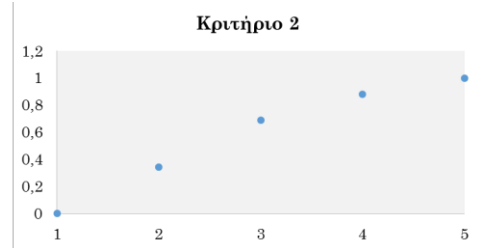
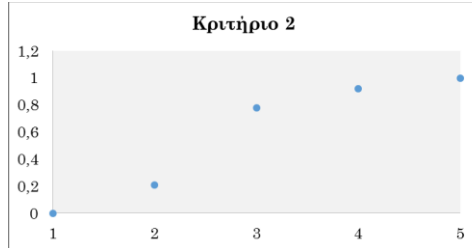
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι περιθώριες συναρτήσεις για κάθε κριτήριο.

Κριτήριο 1
«Κόστος
Επένδυσης
Δήμου»



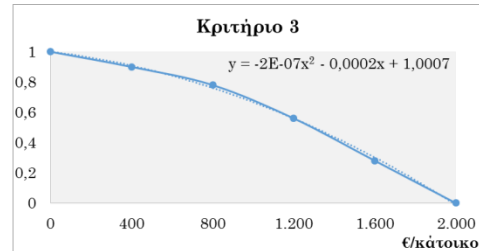
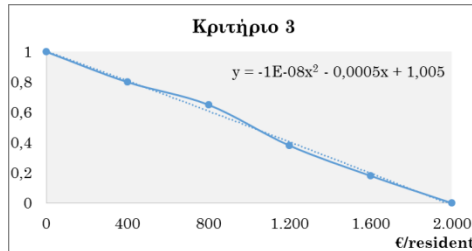
Σχήμα 5.39. Περιθώρια Συνάρτηση 1^{ου} Κριτηρίου (αριστερά Αμύνταιο και δεξιά Ευρώτας)

Κριτήριο 2
«Συμβολή στην
Απασχόληση»



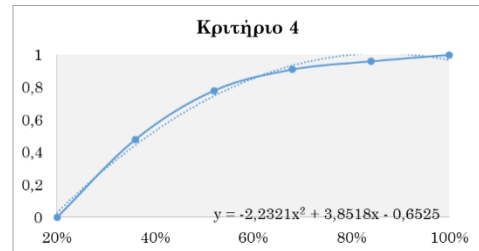
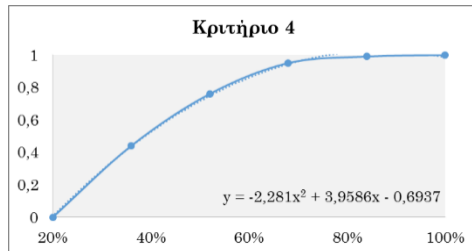
Σχήμα 5.40. Περιθώρια Συνάρτηση 2^{ου} Κριτηρίου (αριστερά Αμύνταιο και δεξιά Ευρώτας)

Κριτήριο 3
«Κοινωνικό
Κόστος»



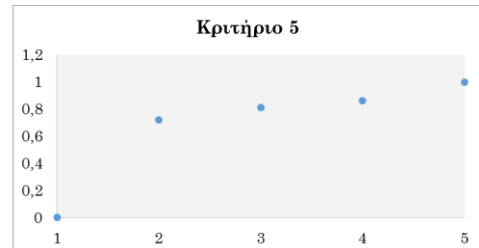
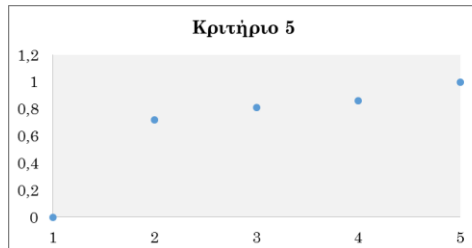
Σχήμα 5.41. Περιθώρια Συνάρτηση 3^{ου} Κριτηρίου (αριστερά Αμύνταιο και δεξιά Ευρώτας)

Κριτήριο 4
«Μείωση
Εκπομπών
CO₂»



Σχήμα 5.42. Περιθώρια Συνάρτηση 4^{ου} Κριτηρίου (αριστερά Αμύνταιο και δεξιά Ευρώτας)

Κριτήριο 5
«Επιδράσεις
στο Φυσικό
Περιβάλλον»



Σχήμα 5.43. Περιθώρια Συνάρτηση 5^{ου} Κριτηρίου (αριστερά Αμύνταιο και δεξιά Ευρώτας)

5.4.4 Προσδιορισμός Βαρών Κριτηρίων

Κατασκευή Εικονικών Σεναρίων Δράσης Τα εικονικά Σενάκια Δράσης κατασκευάστηκαν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε σε κάθε σύγκριση να υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ δύο ή τριών κριτηρίων, διευκολύνοντας των αποφασίζοντα στην διαδικασία αξιολόγησής τους (βλ. ενότητα 4.5.3). Μέσα από αυτή τη διαδικασία κατασκευάστηκαν συνολικά επτά εικονικά σενάκια για κάθε δήμο.

Τα εικονικά Σενάκια Δράσης και η κατάταξη που έδωσαν οι αποφασίζοντες απεικονίζονται στους Πίνακες 5.6 και 5.7.

Εικονικά Σενάκια Δράσης (Αμύνταιο)

Πίνακας 5.6. Τιμές Κριτηρίων Εικονικών Σεναρίων (Αμύνταιο)

Εικονικά Σενάκια	g ₁ - Κόστος Επένδυσης Δήμου	g ₂ - Συμβολή στην Απασχόληση	g ₃ - Κοινωνικό Κόστος	g ₄ - Μείωση Εκπομπών CO ₂	g ₅ - Επιδράσεις στο Φυσικό Περιβάλλον	Σειρά Προτίμησης	Τιμή
	€	1-5	€/κάτ	%	1-5		
A	0,81	0,92	0,66	0,26	0,72	1	0,026
B	0,97	0,78	0,51	0,26	0,72	2	0,000
C	0,97	0,78	0,59	0,01	0,81	2	0,089
D	0,99	0,21	0,59	0,01	0,81	4	0,000
E	0,62	0,78	0,63	0,01	0,81	4	0,039
F	0,62	0,78	0,51	0,07	0,72	6	0,021
G	0,39	0,92	0,51	0,26	0,72	7	0,026

Εικονικά Σενάκια Δράσης (Ευρώτας)

Πίνακας 5.7. Τιμές Κριτηρίων Εικονικών Σεναρίων (Ευρώτας)

Εικονικά Σενάκια	g ₁ - Κόστος Επένδυσης Δήμου	g ₂ - Συμβολή στην Απασχόληση	g ₃ - Κοινωνικό Κόστος	g ₄ - Μείωση Εκπομπών CO ₂	g ₅ - Επιδράσεις στο Φυσικό Περιβάλλον	Σειρά Προτίμησης	Τιμή
	€	1-5	€/κάτ	%	1-5		
A	0,93	0,69	0,85	0,12	0,81	1	0,023
B	0,95	0,69	0,73	0,12	0,81	2	0,000
C	0,95	0,34	0,80	0,22	0,81	2	0,027
D	0,83	0,34	0,80	0,30	0,86	4	0,068
E	0,78	0,69	0,67	0,12	0,72	5	0,096

F	0,78	0,88	0,67	0,20	0,00	6	0,040
G	0,63	0,88	0,73	0,20	0,00	7	0,023

**Επίλυση
Γραμμικού
Προβλήματος**

Με βάση τα παραπάνω, δημιουργήθηκε το πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού για κάθε δήμο (σύμφωνα με την εξίσωση 5.11), χρησιμοποιώντας $\delta = 0,001$. Η επιλογή του δ αντιπροσωπεύει την εμπιστοσύνη στον αποφασίζοντα, δηλαδή στην ικανότητα του να ξεχωρίσει ποια χώρα υπεριοχύει ανάμεσα σε δύο με πολύ μικρές διαφορές.

Παρατηρείται ότι και για τα δύο προβλήματα υπάρχουν πολλαπλές βέλτιστες λύσεις, καθώς $[\min]F = \sum_{a \in A_R} \sigma^+(a) + \sigma^-(a) = 0$. Άρα οι ελεύθερες μεταβλητές του κάθε προβλήματος είναι οι 6 συντελεστές βαρύτητας. Μέσα από την ανάλυση μεταβελτιστοποίησης (post-optimality analysis), αναζητήθηκαν οι πιο χαρακτηριστικές λύσεις για κάθε πρόβλημα, μεγιστοποιώντας τα βάρη κάθε κριτηρίου.

Υπολογίζοντας, λοιπόν, το βαρύκεντρο των πέντε λύσεων εντός του κυρτού πολυέδρου, όπου κάθε σημείο του με συντεταγμένες $(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5)$ αποτελεί μια λύση του γραμμικού προβλήματος, προκύπτει:

- ▲ για τον Δήμο Αμυνταίου $p_1 = 0,299$, $p_2 = 0,168$, $p_3 = 0,339$, $p_4 = 0,123$, $p_5 = 0,071$ (Σχήμα 5.44)
- ▲ και για τον Δήμο Ευρώτα $p_1 = 0,375$, $p_2 = 0,089$, $p_3 = 0,238$, $p_4 = 0,127$, $p_5 = 0,171$ (Σχήμα 5.45).

SCENARIOS AND VALUES OF CRITERIA					
Value of d:		0.001		Resolve	
Optimal Solution Found!					
Weights of Criteria (after solving linear programming problem)					
P1	P2	P3	P4	P5	
0,299584	0,168158	0,339458	0,123238	0,071098	

Σχήμα 5.44. Βάρη Κριτηρίων (Αμύνταιο)

SCENARIOS AND VALUES OF CRITERIA					
Value of d:		0.001		Resolve	
Optimal Solution Found!					
Weights of Criteria (after solving linear programming problem)					
P1	P2	P3	P4	P5	
0,375259	0,089128	0,238065	0,127328	0,171441	

Σχήμα 5.45. Βάρη Κριτηρίων (Ευρώτας)

Σημειώνεται ότι οι λύσεις αυτές ανταποκρίνονται και στις αρχικές προτιμήσεις των αποφασιζόντων, όπως απεικονίζονται και στους παραπάνω Πίνακες 5.6 και 5.7.

5.4.5 Κατάταξη Εναλλακτικών Σεναρίων

Αρχική Κατάταξη Λαμβάνοντας υπόψη τα βάρη των κριτηρίων προκύπτει η κατάταξη των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης για τον Δήμο Αμυνταίου (Πίνακας 5.8) και για τον Δήμο Ευρώτα (Πίνακας 5.9).

Πίνακας 5.8. Αρχική Κατάταξη Σεναρίων Δράσης (Αμύνταιο)

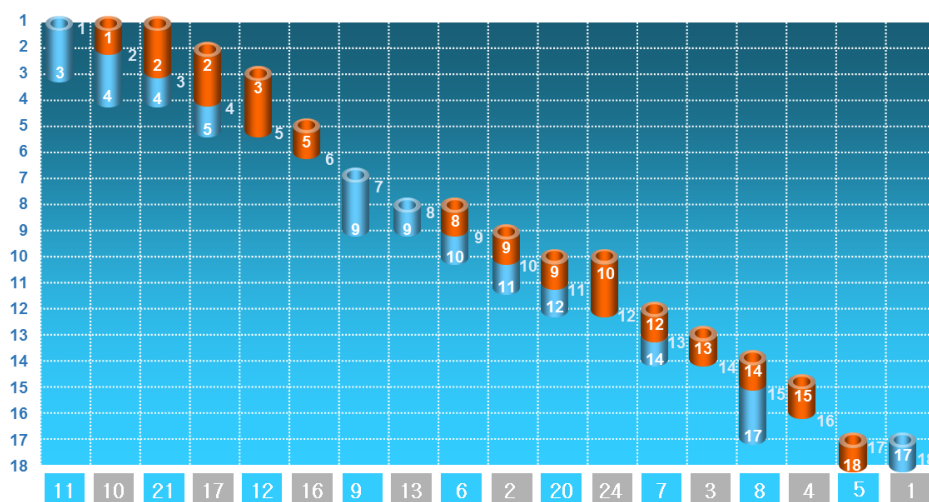
A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο	A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο
1	0,701	S11	10	0,612	S2
2	0,698	S10	11	0,608	S20
3	0,691	S21	12	0,607	S24
4	0,678	S17	13	0,586	S7
5	0,669	S12	14	0,584	S3
5	0,669	S16	15	0,566	S8
7	0,642	S9	16	0,561	S4
8	0,630	S13	17	0,529	S5
9	0,614	S6	18	0,522	S1

Πίνακας 5.9. Αρχική Κατάταξη Σεναρίων Δράσης (Ευρώτας)

A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο	A/A	Συνολική Αξία	Σενάριο
1	0,783	S33	11	0,652	S16
2	0,775	S35	12	0,634	S12
3	0,760	S34	13	0,574	S9
4	0,757	S20	14	0,573	S13
5	0,741	S21	15	0,477	S8
6	0,739	S17	16	0,469	S2
7	0,737	S25	16	0,469	S4
8	0,732	S28	18	0,422	S5
8	0,732	S18	19	0,390	S1
10	0,723	S24			

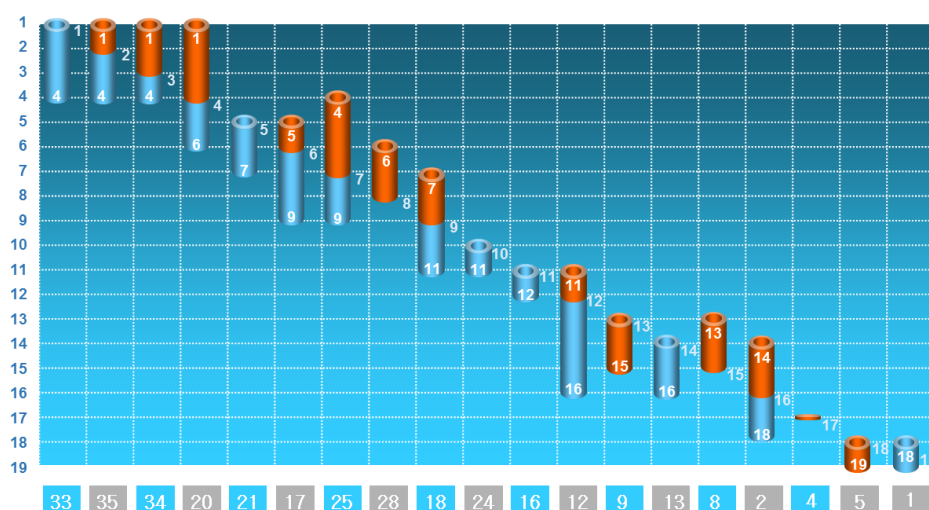
Ανάλυση Ευστάθειας Σε συνέχεια της αξιολόγησης των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, πραγματοποιείται η ανάλυση της ευστάθειας του μοντέλου αξιολόγησης, προκειμένου να βρεθεί η καλύτερη και η χειρότερη δυνατή θέση που μπορεί να πάρει κάθε Σενάριο Δράσης.

Στο Σχήμα 5.46 απεικονίζονται οι ακραίες θέσης κατάταξης κάθε Σεναρίου Δράσης για το Δήμο Αμυνταίου. Παρατηρείται ότι τα Σενάριο S11, S10 και S21 μπορούν να βρεθούν στην πρώτη θέση.



Σχήμα 5.46. Ακραίες Θέσης Κατάταξης Σεναρίων Δράσης (Αμύνταιο)

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για το Δήμο Ευρώτα παρουσιάζονται στο Σχήμα 5.47. Σε αυτή την περίπτωση, παρατηρείται ότι τα Σενάρια Δράσης S33, S35, S34 και S20 μπορούν να βρεθούν στην πρώτη θέση.



Σχήμα 5.47. Ακραίες Θέσης Κατάταξης Σεναρίων Δράσης (Ευρώτας)

Από τα αποτελέσματα, για το Δήμο Αμυνταίου παρατηρείται ότι σενάρια που περιλαμβάνουν την προώθηση έργων τηλεθέρμανσης και γενικότερα της τοπικής παραγωγής ενέργειας για θέρμανση/ψύξη βρίσκονται υψηλά στη λίστα κατάταξης, με τα S11 και S10 να βρίσκονται, μάλιστα, στην πρώτη θέση. Αντίθετα, αυτά τα σενάρια στην περίπτωση του Δήμου Ευρώτα σημειώνουν χαμηλές αποδόσεις, ενώ μερικά από αυτά (S3, S6, S7, S10 και S11) δεν επιτυγχάνουν καν τον ελάχιστο στόχο μείωσης των εκπομπών (20%) και για αυτό έμειναν εκτός αξιολόγησης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη γεωγραφική θέση του δήμου, καθώς οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής δεν ευνοούν την υλοποίηση τέτοιων έργων, όπως στο Αμύνταιο. Έτσι λοιπόν, για το Δήμο Ευρώτα υψηλά στη λίστα κατάταξης βρίσκονται Σενάρια που περιλαμβάνουν δράσεις για την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μεταξύ άλλων. Τέλος, και για τους δύο

δήμους, παρατηρείται ότι Σενάρια, στα οποία η συμμετοχή όλων των τομέων είναι πολύ υψηλή, σημειώνουν πολύ χαμηλές αποδόσεις, κυρίως εξαιτίας του πολύ υψηλού κόστους που απαιτείται για την υλοποίησή τους, τόσο από την πλευρά του δήμου όσο και από την πλευρά των πολιτών.

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευστάθειας, παρατηρείται, επίσης, ότι οι διαφορές μεταξύ των ακραίων θέσεων των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, άλλοτε είναι μικρότερη και άλλοτε μεγαλύτερη. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτερες αποκλίσεις εντοπίζονται στα Σενάρια S8 για το Αμύνταιο, S20, S25, S12 και S2 για τον Ευρώτα. Σε γενικές γραμμές, προκύπτει ότι η τελική κατάταξη για το Δήμο Αμυνταίου είναι αρκετά ευσταθής (μέσος όρος εύρους θέσεων κατάταξης 2,8), ενώ αντίθετα για το Δήμο Ευρώτα δεν είναι ιδιαίτερα ευσταθείς (μέσος όρος εύρους θέσεων κατάταξης 3,9).

Για τη μείωση της αβεβαιότητας των αποτελεσμάτων, ειδικότερα για την περίπτωση του Δήμου Ευρώτα, εξετάζεται μια μείωση του μεγέθους του χώρου των λύσεων κάνοντας πιο αυστηρούς τους περιορισμούς του γραμμικού προβλήματος. Για το σκοπό αυτό, η τιμή του κατωφλιού δ μεταβάλλεται σε 0,01 (η μέγιστη τιμή του δ για την επίλυση του προβλήματος είναι 0,02). Σε αυτή την περίπτωση, η λύση που προκύπτει η λύση που προκύπτει είναι $p_1 = 0,384$, $p_2 = 0,089$, $p_3 = 0,270$, $p_4 = 0,103$, $p_5 = 0,154$ και η αρχική κατάταξη των τεσσάρων πρώτων Σεναρίων «S33» 0,802, «S35» 0,796, «S34» 0,781, «S20» 0,770. Από την ανάλυση ευστάθειας, ο νέος μέσος όρος του εύρους θέσεων κατάταξης είναι 2,4 καθιστώντας το αποτέλεσμα πιο ευσταθές. Ωστόσο, και σε αυτή την περίπτωση τα τέσσερα αυτά Σενάρια μπορούν να βρεθούν στην πρώτη θέση.

5.4.6 Επικρατέστερο Σενάριο Δράσης

Δείκτης Αποδοτικότητας Στους Πίνακες 5.10 και 5.11 παρουσιάζεται ο δείκτης αποδοτικότητας των Σεναρίων Δράσης κάθε Δήμου που μπορούν να βρεθούν στην πρώτη θέση, σύμφωνα με τα αποτελέσματα από την ανάλυση ευστάθειας.

Πίνακας 5.10. Δείκτης Αποδοτικότητας Σεναρίων Δράσης S11, S11 και S21 (Αμύνταιο)

	S11	S10	S21
Δείκτης Αποδοτικότητας	1,52	1,28	1,38
Συνολική Αξία	0,701	0,698	0,691
Ακραίες Θέσεις Κατάταξης	1-3	1-4	1-4

Πίνακας 5.11. Δείκτης Αποδοτικότητας Σεναρίων Δράσης S33, S35, S34 και S20 (Ευρώτας)

	S33	S35	S34	S20
Δείκτης Αποδοτικότητας	1,89	1,29	1,62	1,30
Συνολική Αξία	0,783	0,775	0,760	0,757
Ακραίες Θέσεις Κατάταξης	1-4	1-4	1-4	1-6

*Επικρατέστερο
Σενάριο
Δράσης
(Αμύνταιο)*

Το Σενάριο Δράσης που επιλέχθηκε τελικά και ενσωματώθηκε στο Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια που υποβλήθηκε από το Δήμο Αμυνταίου είναι το S11. Το Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια του Δήμου Αμυνταίου υποβλήθηκε το Σεπτέμβριο του 2013 (Αμυνταίο, 2014). Οι δράσεις και τα μέτρα του S11 παρουσιάζονται στο Παράρτημα V. Οι επιμέρους στόχοι για κάθε τομέα του δήμου παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 5.12.

Πίνακας 5.12. Συμβολή του Σεναρίου S11 (Αμύνταιο)

Τομέας	ΕΞΕΝ/ Παραγόμενη Ενέργεια (MWh)	Μείωση Εκπομπών (tn CO ₂)	Κόστος (€)
Γεωργία	5.486,3	3.906,5	636.000
Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/ εγκαταστάσεις	1.339,7	1.122,4	3.447.000
Οικιακός Τομέας	9.858,1	4.290,6	96.000
Τριτογενής Τομέας	2.688,5	2.035,4	52.000
Δημοτικός Φωτισμός	554,6	633,9	700.000
Μεταφορές	10.742,5	3.433,8	1.914.000
Τοπική Ηλεκτροπαραγωγή	3.511,9	4.840,8	1.810.000
Τοπικά Παραγόμενη Θέρμανση	46.215,7	9.826,3	57.050.600
Σύνολο	80.397,3	30.089,8	65.705.600

*Επικρατέστερο
Σενάριο
Δράσης
(Ευρώτας)*

Το Σχέδιο Δράσης που επιλέχθηκε από το Δήμο Ευρώτα τελικά είναι το S3 και ενσωματώθηκε στο Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια που υποβλήθηκε. Το Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια του Δήμου Ευρώτα υποβλήθηκε το Μάρτιο του 2014 (Ενρωτά, 2014). Οι δράσεις και τα μέτρα του Σεναρίου S33 παρουσιάζονται στο Παράρτημα

V. Οι επιμέρους στόχοι για κάθε τομέα του δήμου παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 5.13.

Πίνακας 5.13. Συμβολή του Σεναρίου S33 (Ευρώτας)

Τομέας	ΕΞΕΝ/ Παραγόμενη Ενέργεια (MWh)	Μείωση Εκπομπών (tn CO ₂)	Κόστος (€)
Αγροτικός Τομέας	5.164	4.385	112.000
Δημοτικά Κτίρια, Εξοπλισμός/ Εγκαταστάσεις	1.229	1.088	2.555.000
Δημοτικός Φωτισμός	726	821	720.000
Οικιακός Τομέας	5.279	4.491	61.000
Τριτογενής Τομέας	1.791	1.378	17.000
Μεταφορές	6.936	2.256	1.351.000
Τοπική Ηλεκτροπαραγωγή	16.161	17.889	500.000
Σύνολο	37.286	32.308	5.316.000

5.5 3^η Φάση: Έλεγχος Στόχων

5.5.1 Τιμές Δεικτών Αξιολόγησης

Το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας περιλαμβάνει την παρακολούθηση και αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης που υλοποιείται, μέσω του Πλαισίου Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων. Σημειώνεται ότι επειδή ο Δήμος Ευρώτα δεν έχει προχωρήσει στην αξιολόγηση του Σχεδίου Δράσης, πραγματικά και αξιόπιστα δεδομένα ήταν εφικτό να συγκεντρωθούν μόνο για την περίπτωση του Αμυνταίου.

Στόχοι σε κάθε Τομέα

Οι στόχοι κάθε δείκτη αξιολόγησης ανά τομέα παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 5.14. Οι δείκτες παρουσιάζονται σύμφωνα με τις κατηγορίες που έχουν οριστεί, δηλαδή «Ενέργεια», το «Περιβάλλον», την «Οικονομία» και τις «Υποδομές & Ενημέρωση».

Πίνακας 5.14. Στόχοι σε κάθε Τομέα

Σύμβολο	Γεωργία	Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/ εγκαταστάσεις	Οικιακός τομέας	Τριτογενής τομέας	Δημοτικός φωτισμός	Δημόσιες/δημοτικές μεταφορές	Ιδιωτικές/εμπορικές μεταφορές
Δ₁	Ενέργεια						
Δ ₁₁	3,34	0,61	7,84	1,76	0,11	0,14	4,26
Δ ₁₂	1,26	0,25	1,14	0,89	0,11	0,00	0,00
Δ ₁₃	2,09	0,26	4,90	0,43	0,00	0,14	4,26
Δ₂	Περιβάλλον						
Δ ₂₁	1,97	0,36	3,07	1,31	0,12	0,02	1,09
Δ ₂₂	0,59	0,61	0,39	0,74	1,08	0,12	0,25
Δ ₂₃	0,00	0,20	1,18	1,10	0,01	0,00	0,00
Δ₃	Οικονομία						
Δ ₃₁	4,28	195,28	265,36	72,46	8,18	7,61	2,15
Δ ₃₂	0,85	105,86	155,77	14,20	3,88	2,46	0,15
Δ₄	Υποδομές & Ενημέρωση						
Δ ₄₁	0,00	0,25	0,12	0,01	1,15	0,00	0,00
Δ ₄₂	1,25	6,87	1,16	1,16	-	5,89	2,26
Δ ₁₁ Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας (MWh /κάτ)							
Δ ₁₂ Χρήση ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας (MWh /κάτ)							

- Δ₁₃ Χρήση ορυκτών καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας (MWh/κάτ)*
Δ₂₁ Κατά κεφαλήν εκπομπές CO₂ (tnCO₂/κάτ)
Δ₂₂ Δείκτης έντασης εκπομπών CO₂ (tnCO₂/MWh)
Δ₂₃ Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (MWh/κάτ)
Δ₃₁ Συνολικός προϋπολογισμός που δαπανήθηκε (€/κατ)
Δ₃₂ Χρηματοδότηση δράσεων από εξωτερικές πηγές (€/κατ)
Δ₄₁ Επίπεδο ενσωμάτωσης έξυπνων μετρητών, συστημάτων παρακολούθησης & ΤΠΕ (%)
Δ₄₂ Βαθμός ενημέρωσης τελικών χρηστών (%)

**Πρόοδος
Υλοποίησης
Δράσεων &
Μέτρων**

Το έτος αξιολόγησης του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια είναι το 2013. Ακολουθώς, παρουσιάζεται συνοπτικά ανά τομέα δραστηριότητας η πρόοδος που έχει επιτευχθεί σχετικά με την υλοποίηση των δράσεων και μέτρων:

- ▲ *Αγροτικός τομέας:* Ίδρυση Τμήματος Αγροτικής Ανάπτυξης με στόχο την τεχνολογική υποστήριξη και διαρκή ενημέρωση των αγροτών σχετικά με νέα προγράμματα χρηματοδότησης που είναι διαθέσιμα. Ωστόσο, μικρή πρόοδος έχει επιτευχθεί μέχρι σήμερα σχετικά με τον εκσυγχρονισμό των γεωργικών ελκυστήρων και τις τεχνικές άρδευσης.
- ▲ *Δημοτικά κτήρια, εξοπλισμός/εγκαταστάσεις:* Η ενεργειακή αναβάθμιση ορισμένων δημοτικών κτιρίων έχει επιφέρει μείωση της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας.
- ▲ *Οικιακός τομέας:* Δεδομένου ότι η τοπική αρχή δεν έχει τη δυνατότητα να επηρεάσει άμεσα την κατανάλωση του οικιακού τομέα, έχει εστιάσει στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των πολιτών.
- ▲ *Τριτογενής τομέας:* Επιδιώκεται η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των επαγγελματιών του τριτογενούς τομέα, ώστε να μειωθεί η τελική κατανάλωση και οι σχετικές εκπομπές αερίων.
- ▲ *Δημοτικός Φωτισμός:* Σε αυτόν τον τομέα έχει προχωρήσει η αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων με νέους, μεγαλύτερης απόδοσης.
- ▲ *Μεταφορές:* Μικρή πρόοδος έχει γίνει στο κομμάτι των μεταφορών, με έμφαση να έχει δοθεί περισσότερο στην αύξηση της χρήσης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και την αποδοτικότερη διαχείριση του δημοτικού στόλου.
- ▲ *Τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας:* Την περίοδο 2009-2013 οι περισσότερες δράσεις για την τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αφορούσαν την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- ▲ *Τοπική παραγωγή θέρμανσης/ψύξης:* Ο δήμος εστιάζει στην επέκταση των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης που θα οδηγήσει στην υποκατάσταση του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας ως πηγές θέρμανσης.

**Τιμές
Δεικτών
για το Έτος
Αξιολόγησης**

Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψη τη Βασική Απογραφή Εκπομπών για το έτος αξιολόγησης 2014, καθώς και την πρόοδο υλοποίησης των προτεινόμενων δράσεων και μέτρων, προκύπτουν οι ακόλουθες τιμές

των δεικτών αξιολόγησης για κάθε τομέα δραστηριότητας του δήμου (Πίνακα 5.15). Ουσιαστικά, με την προσέγγιση «proximity-to-target», για κάθε δείκτη αξιολόγησης υπολογίζεται η απόστασή του από το στόχο που έχει τεθεί.

Πίνακας 5.15. Τιμές Δεικτών για το Έτος Αξιολόγησης

Σύμβολο	Γεωργία	Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/ εγκαταστάσεις	Οικιακός τομέας	Τριτογενής τομέας	Δημοτικός φωτισμός	Δημόσιες/δημοτικές μεταφορές	Ιδιωτικές/εμπορικές μεταφορές
Δ₁	Ενέργεια						
Δ ₁₁	16,00	26,39	12,00	5,43	38,84	8,93	6,53
Δ ₁₂	12,16	24,63	13,45	6,80	38,84	0,00	0,00
Δ ₁₃	19,50	18,45	11,07	8,15	-	6,96	5,99
Δ₂	Περιβάλλον						
Δ ₂₁	18,05	24,87	10,67	6,79	33,66	9,14	5,18
Δ ₂₂	6,12	16,10	19,04	10,69	23,52	1,99	10,59
Δ ₂₃	0,10	22,21	13,05	14,80	38,35	9,69	0,54
Δ₃	Οικονομία						
Δ ₃₁	11,37	18,25	13,96	9,97	19,74	8,95	7,59
Δ ₃₂	4,51	24,73	13,66	5,58	20,80	4,45	3,53
Δ₄	Υποδομές & Ενημέρωση						
Δ ₄₁	0,00	1,67	0,60	0,07	2,88	0,00	0,00
Δ ₄₂	5,00	8,59	3,31	4,64	-	7,36	6,46
Δ ₁₁	Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας (%)						
Δ ₁₂	Χρήση ηλεκτρισμού στην τελική κατανάλωση ενέργειας (%)						
Δ ₁₃	Χρήση ορυκτών καυσίμων στην τελική κατανάλωση ενέργειας (%)						
Δ ₂₁	Κατά κεφαλήν εκπομπές CO ₂ (%)						
Δ ₂₂	Δείκτης έντασης εκπομπών CO ₂ (%)						
Δ ₂₃	Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (%)						
Δ ₃₁	Συνολικός προϋπολογισμός που δαπανήθηκε (%)						
Δ ₃₂	Χρηματοδότηση δράσεων από εξωτερικές πηγές (%)						
Δ ₄₁	Επίπεδο ενσωμάτωσης έξυπνων μετρητών, συστημάτων παρακολούθησης & ΤΠΕ (%)						
Δ ₄₂	Βαθμός ενημέρωσης τελικών χρηστών (%)						

5.5.2 Υπολογισμός Δείκτη «SEC_{Index}»

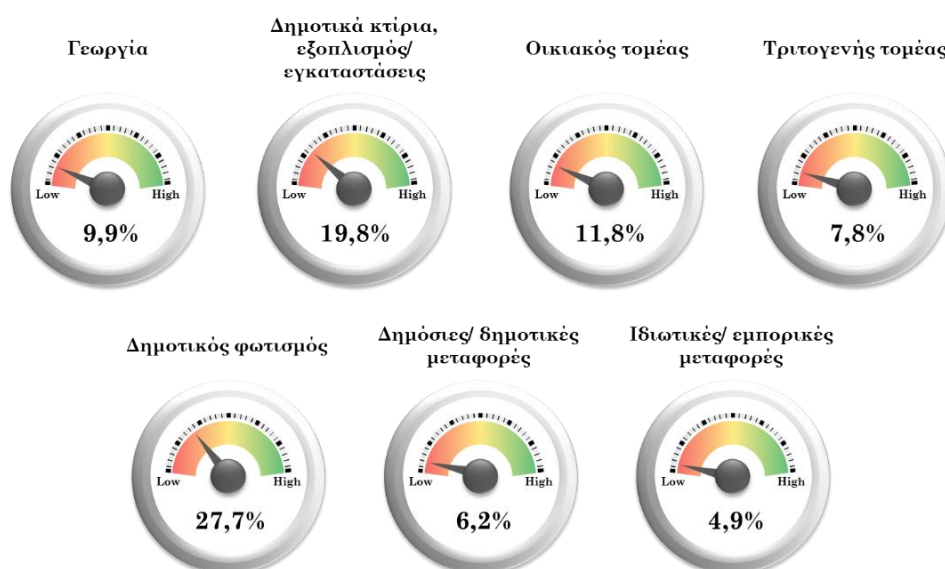
Με βάση τη μεθοδολογία που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4, στον Πίνακα 5.16 απεικονίζεται η πρόοδος που έχει επιτευχθεί σε κάθε

κατηγορία (Ενέργεια, Περιβάλλον, Οικονομία, Υποδομές και Ενημέρωση).

Πίνακας 5.16. Αποτελέσματα

Σύμβολο	Ενέργεια	Περιβάλλον	Οικονομία	Υποδομές & Ενημέρωση	«SEC _{Index} »
Γεωργία	5,1%	2,9%	1,5%	0,4%	9,9%
Δημοτικά κτίρια, εξοπλισμός/ εγκαταστάσεις	7,5%	7,4%	4,1%	0,8%	19,8%
Οικιακός τομέας	3,9%	4,9%	2,6%	0,3%	11,8%
Τριτογενής τομέας	2,1%	3,8%	1,5%	0,4%	7,8%
Δημοτικός φωτισμός	12,4%	11,2%	3,9%	0,2%	27,7%
Δημόσιες/ δημοτικές μεταφορές	1,8%	2,5%	1,3%	0,6%	6,2%
Ιδιωτικές/ εμπορικές μεταφορές	1,4%	1,8%	1,1%	0,5%	4,9%

Έτσι λοιπόν, υπολογίζεται ο δείκτης «SEC_{Index}», αναδεικνύοντας την πρόοδο που έχει επιτευχθεί σε κάθε τομέα δραστηριότητας σχετικά με την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί κατά την ανάπτυξη του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.



Σχήμα 5.48. Απεικόνιση Αποτελεσμάτων σε κάθε Τομέα Δραστηριότητας

Για την καλύτερη απεικόνιση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιούνται οι παρακάτω μετρητές για κάθε τομέα δραστηριότητας (Σχήμα 5.48). Μεγαλύτερη πρόοδος παρατηρείται στο δημοτικό φωτισμό και στα δημοτικά κτίρια, εξοπλισμό και εγκαταστάσεις. Αντίθετα, πολύ χαμηλή απόδοση εντοπίζεται στις μεταφορές και στον τριτογενή τομέα.

Τέλος, γίνεται ο υπολογισμός του συνολικού δείκτη «SEC_{Index}» για το δήμο Αμυνταίου, ως συνδυασμός των επιμέρους αποτελεσμάτων σε κάθε τομέα δραστηριότητας. Με βάση τη συμμετοχή κάθε τομέα στις εκπομπές CO₂ υπολογίζεται η βαρύτητα κάθε τομέα και στη συνέχεια ο συνολικός δείκτης «SEC_{Index}». Από τα αποτελέσματα γίνεται φανερό η πρόοδος που έχει επιτευχθεί μέχρι τώρα σε επίπεδο δήμου κινείται σε αρκετά χαμηλά επίπεδα.



Σχήμα 5.49. Δείκτης «SEC_{Index}» Δήμου Αμυνταίου

5.6 Συμπεράσματα

Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων

Το πληροφοριακό σύστημα «Action³» ενσωματώνει όλες τις συνιστώσες της προτεινόμενης μεθοδολογίας και έχει ως στόχο να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων για τη προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Σημειώνεται ότι κάθε ένα από τα τέσσερα επιμέρους υποσυστήματα είναι δυνατόν να αποτελέσουν ξεχωριστά εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων:

- ▲ *«BEI-Action (Baseline Emission Inventory)»*: Αποτύπωση της παρούσας κατάστασης στην περιοχή, με έμφαση στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών.
- ▲ *«MDS-Action (Multicriteria Decision Support)»*: Σχεδιασμός και αξιολόγηση εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, προκειμένου να εντοπιστεί το επικρατέστερο.
- ▲ *«SEC-Action (Sustainable Energy Communities)»*: Αξιολόγηση των στόχων που θέτουν οι κοινότητες για επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης.

Πιλοτική Εφαρμογή

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας και του αντίστοιχου πληροφοριακού συστήματος στους δύο αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα (Αμύνταιο και Ευρώτας), έδωσε τη δυνατότητα για την αξιολόγηση της προτεινόμενης μεθοδολογίας και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που παρέχει. Η παραπάνω εφαρμογή παρέχει καταρχάς τη δυνατότητα εξαγωγής κάποιων βασικών συμπερασμάτων:

- ▲ Η χρήση του πληροφοριακού συστήματος, που ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία είναι ευέλικτη, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής.
- ▲ Η προτεινόμενη μεθοδολογία παρέχει άμεσο και σαφή καθορισμό όλων των παραμέτρων του προβλήματος και εμπειριστατωμένη ανάλυση των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού και της αξιολόγησης των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης από τους αποφασίζοντες.

Σημαντικό πλεονέκτημα της εφαρμογής αποτέλεσε η διαθεσιμότητα πραγματικών δεδομένων για τους δύο δήμους, καθώς και οι επαφές που υπήρξαν με τις τοπικές αρχές και τους τοπικούς εμπειρογνώμονες. Όπως σημειώθηκε και στην αρχή του Κεφαλαίου, τα δεδομένα αυτά ήταν διαθέσιμα στο πλαίσιο υλοποίησης του έργου «eReNet» και των αντίστοιχων Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια των δύο δήμων.

Το γεγονός αυτό κάνει όχι μόνο ρεαλιστική την εφαρμογή αλλά δίνει και τη δυνατότητα αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της μεθοδολογίας με πραγματικά δεδομένα, σε ένα πεδίο όπου διαθέσιμα και αξιόπιστα δεδομένα είναι εξαιρετικά δύσκολο να εντοπιστούν, ενώ η διεθνής ερευνητική εμπειρία ήταν περιορισμένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

Συμπεράσματα - Προοπτικές

6.1 Συμπεράσματα

Στόχος Κεφαλαίου Το αντικείμενο της Διδακτορικής Διατριβής ήταν η ανάπτυξη μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών προς την κατεύθυνση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού. Η Διατριβή είχε ως στόχο να συμβάλει στην κάλυψη του επιστημονικού «κενού» που εντοπίστηκε σχετικά με την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, με απώτερο σκοπό την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Μέσα από την εμπειριστατωμένη ανάλυση όλων των παραμέτρων του προβλήματος και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων, έγινε ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου, αξιόπιστου και συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των τελικών αποφαιζόντων. Για το σκοπό αυτό, η Διατριβή επικεντρώθηκε σε ένα σύνολο διαδοχικών φάσεων, έτσι όπως αναλυτικά παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, και αφορούσαν:

- ▲ *1^η Φάση:* Ανάδειξη του προβλήματος της προώθησης του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο και των παραμέτρων που το επηρεάζουν.
- ▲ *2^η Φάση:* Ανάλυση και μελέτη της βιβλιογραφίας, των κυριότερων ερευνητικών προσπαθειών σε ευρωπαϊκό επίπεδο σχετικά με τον τοπικό ενεργειακό σχεδιασμό, καθώς και των πλέον διαδεδομένων εργαλείων για την υποστήριξη αποφάσεων κατά την ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο του Σχεδίου Δράσης.
- ▲ *3^η Φάση:* Ανάπτυξη της προτεινόμενης μεθοδολογίας «MPC⁺ (Map, Plan, Choose, Check)» και του υποστηρικτικού πληροφοριακού συστήματος «Action³» που αναπτύχθηκε.
- ▲ *4^η Φάση:* Αξιολόγηση της μεθοδολογίας σε πραγματικό πρόβλημα, μέσω της εφαρμογής αυτής σε δύο αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα (Αμύνταιο και Ευρώτας).

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει τα γενικά συμπεράσματα που απορρέουν από τη Διδακτορική Διατριβή, καθώς και τις προοπτικές που διαφαίνονται για περαιτέρω ερευνητικές δραστηριότητες πάνω στο πρόβλημα που εξετάζεται.

Συμπεράσματα Συνοπτικά, τα γενικά συμπεράσματα που απορρέουν από την ανάλυση που παρατέθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια έχουν ως εξής:

Βιώσιμος Ενεργειακός Σχεδιασμός σε Τοπικό - Περιφερειακό Επίπεδο

Η προώθηση του τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού και κατ' επέκταση η ιδέα των ενεργειακά βιώσιμων κοινοτήτων, κερδίζουν σταθερά έδαφος

τα τελευταία χρόνια σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Μια από τις σημαντικότερες και ίσως η πιο επιτυχημένη πρωτοβουλία για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη μετάβαση των τοπικών κοινωνιών σε ένα πιο βιώσιμο μοντέλο ανάπτυξης αποτελεί το Σύμφωνο των Δημάρχων.

Ωστόσο, για τις αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές (δηλαδή περιοχές έξω από μεγάλες πόλεις και αστικά κέντρα) η έλλειψη τεχνογνωσίας, εμπειρίας και πόρων αποτελούν σημαντικοί ανασταλτικοί παράγοντες προς αυτή την κατεύθυνση. Οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται από χαμηλά ποσοστά ανάπτυξης και πλήττονται διαρκώς από τη συνεχιζόμενη κρίση που εμποδίζει τις αναπτυξιακές τους προσπάθειες. Ως αποτέλεσμα, δεν διαθέτουν την επαρκή εμπειρία και ικανότητα για ανάπτυξη, παρακολούθηση και έλεγχο των Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη.

Τα παραπάνω γνωρίσματα οδηγούν στην ανάγκη για την εισαγωγή ενός ευέλικτου μεθοδολογικού πλαισίου, με θεωρητικές καινοτομίες, πρωτότυπες τεχνικές και πρακτικά εργαλεία. Αναλύοντας τους σχετιζόμενους παράγοντες και τις επαγόμενες αλληλεπιδράσεις, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με ένα συνεκτικό και ολοκληρωμένο τρόπο το πρόβλημα του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Υποστήριξη Αποφάσεων των Τοπικών και Περιφερειακών Αρχών προς την κατεύθυνση του Βιώσιμου Ενεργειακού Σχεδιασμού

Οι μεθοδολογίες και τα εργαλεία που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα για την ανάπτυξη Σχεδίων Δράσης δεν παρέχουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο υποστήριξης αποφάσεων για την επιλογή κατάλληλων έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον, στοχεύουν κυρίως σε αστικές περιοχές, παραβλέποντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και γνωρίσματα των αγροτικών και ενδιάμεσων περιοχών (π.χ. ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις σε αγροτικό τομέα, κλπ).

Μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τα τρία διαφορετικά επιστημονικά πεδία υποστήριξης αποφάσεων που χρησιμοποιούνται, προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- ▲ *Πολυκριτήρια Ανάλυση*: Οι εφαρμογές της πολυκριτήριας ανάλυσης σε επιμέρους θέματα που αφορούν στο βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό είναι υπαρκτές, εστιάζοντας ωστόσο, κυρίως σε εθνικό ή ευρωπαϊκό επίπεδο. Γεγονός όμως αποτελεί, ότι για την αξιολόγηση εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης με στόχο την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο δεν φαίνεται να έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση από τους ερευνητές.
- ▲ *Ανάλυση Ευστάθειας*: Κάθε μαθηματικό πρότυπο (μοντέλο)

πολυκριτήριας υποστήριξης αποφάσεων βασίζεται σε ένα σύνολο παραδοχών, υποθέσεων και εκτιμήσεων. Σημαντικό ρόλο σε αυτό το πλαίσιο έχει η ανάλυση της ευστάθειας του μοντέλου αξιολόγησης. Σε διεθνές επίπεδο, η ανάλυση ευστάθειας στην πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων αποτελεί ένα αντικείμενο που έχει κεντρίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον. Ωστόσο, ο ρόλος της ευστάθειας στην υποστήριξη αποφάσεων σε ένα εύρος προβλημάτων δε φαίνεται να έχει μελετηθεί εκτενώς μέχρι σήμερα.

- ▲ *Μέθοδοι Εκτίμησης:* Αν και οι περισσότερες από τις μελέτες στη διεθνή βιβλιογραφία για την εκτίμηση (πρόβλεψη) καταναλώσεων και εκπομπών παρουσιάζουν αξιόπιστα αποτελέσματα, η πλειοψηφία αυτών επικεντρώνεται σε εθνικό ή ευρωπαϊκό επίπεδο, παρά σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Επιπλέον, αυτές οι προσεγγίσεις βασίζονται στη χρήση ποσοτικών μεθόδων, αξιοποιώντας πλήθος δεδομένων και ιστορικών στοιχείων.
- ▲ *Πλαίσιο Δεικτών Αξιολόγησης:* Οι δείκτες αποτελούν ένα μεθοδολογικό εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων, καθώς ποσοτικοποιούν και απλοποιούν φαινόμενα με στόχο την καλύτερη κατανόηση μίας πολύπλοκης πραγματικότητας. Στην πράξη, η ερευνητική κοινότητα χρησιμοποιεί σύνθετους δείκτες, με τους οποίους η ερμηνεία και η σύγκριση των τάσεων είναι πιο εύκολη συγκριτικά με τους μεμονωμένους δείκτες αξιολόγησης. Ωστόσο, η ανάπτυξη τέτοιων δεικτών για την υποστήριξη της διαδικασίας αξιολόγησης του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού είναι δυσεύρετη στη διεθνή βιβλιογραφία.

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν οι αγροτικές και ενδιάμεσες περιοχές ακυρώνει κάθε προσέγγιση εφαρμογής των ίδιων «συνταγών» για αποτελεσματικό βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο. Η ανάπτυξη Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια από τις τοπικές - περιφερειακές αρχές αποτελεί μία περίπλοκη διαδικασία η οποία δημιουργεί την ανάγκη για ένα απλό μοντέλο το οποίο θα δίνει τη βάση για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού.

Ολοκληρωμένη Μεθοδολογική Προσέγγιση για την Υποστήριξη
Αποφάσεων των Τοπικών και Περιφερειακών Αρχών

Η μεθοδολογική προσέγγιση «MPC⁺» που προτείνεται από τη Διδακτορική Διατριβή περιλαμβάνει τέσσερις (4) συνιστώσες, «Map», «Plan», «Choose» και «Check», καθεμία εκ των οποίων είναι επικεντρωμένη στην επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος, όπως παρουσιάστηκε αναλυτικά στα προηγούμενα κεφάλαια.

Η συνιστώσα «Map» αποσκοπεί στην χαρτογράφηση της παρούσας κατάσταση εντός της περιοχής του δήμου. Έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών χρησιμοποιώντας εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού. Η συνιστώσα «Plan»

περιλαμβάνει τη μοντελοποίηση ενός συνόλου δράσεων και μέτρων, κατάλληλων για υλοποίηση σε τοπικό επίπεδο, καθώς και την εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης των καταναλώσεων και εκπομπών CO₂ σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, με στόχο το σχεδιασμό εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης. Η συνιστώσα «Choose» επικεντρώνεται στην υποστήριξη των αποφαιζόντων στην τελική επιλογή του κατάλληλου Σεναρίου Δράσης προς υλοποίηση, με χρήση των τεχνικών της πολυκριτήριας ανάλυσης και ανάλυσης ευστάθειας. Τέλος, μέσα από τη συνιστώσα «Check» γίνεται η παρακολούθηση και έλεγχος των στόχων που έχουν τεθεί στους επιμέρους τομείς δραστηριότητας του δήμου.

Η μεθοδολογία αποτυπώθηκε επιτυχώς με τη χρήση κατάλληλων τεχνολογιών πληροφορικής στο πληροφοριακό σύστημα «Action³», το οποίο περιλαμβάνει τρία (3) κύρια υποσυστήματα: «BEI-Action (Baseline Emission Inventory)», «MDS-Action (Multicriteria Decision Support)» και «SEC-Action (Sustainable Energy Communities)».

Αξιολόγηση της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας Υποστήριξης Αποφάσεων

Ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται η εφαρμογή του πληροφοριακού συστήματος σε πραγματικό πρόβλημα (σε δύο αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα), δίνοντας τη δυνατότητα για αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων που παρέχει. Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική, αναγνωρίζοντας την πληρότητα του προτεινόμενου μεθοδολογικού πλαισίου για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία, αποσκοπώντας να υποστηρίξει ουσιαστικά και ρεαλιστικά τους τοπικούς και περιφερειακούς φορείς, διακρίνεται από σημαντική ευελιξία και προσαρμοστικότητα. Παράλληλα, κάθε μία από τις επιμέρους συνιστώσες, παρόλο που είναι άμεσα διασυνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να αποτελέσουν ξεχωριστά η κάθε μία επιμέρους εργαλεία υποστήριξης αποφάσεων.

Συγκεκριμένα, τα πλεονεκτήματα της προτεινόμενης μεθοδολογίας και του πληροφοριακού συστήματος περιλαμβάνουν:

- ▲ Εισαγωγή εναλλακτικών μεθόδων για την ανάπτυξη του ισοζυγίου ενέργειας και εκπομπών, λαμβάνοντας υπόψη τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι αρχές σχετικά με την εύρεση δεδομένων σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.
- ▲ Μοντελοποίηση δράσεων και μέτρων κατάλληλων για εφαρμογή σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, έτσι ώστε το σύνολο των δράσεων που εξετάζεται να λάβει μια «επεξεργάσιμη μορφή».
- ▲ Ανάπτυξη ενός πλαισίου εκτίμησης της μελλοντικής εξέλιξης των εκπομπών CO₂, λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά εξωτερικών παραμέτρων.
- ▲ Κατασκευή εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης, δίνοντας έμφαση κάθε

φορά σε διαφορετικούς τομείς δραστηριότητας (δημοτικό, οικιακό, τριτογενή, κλπ).

- ▲ Εισαγωγή της πολυκριτήριας ανάλυσης και της ανάλυσης ευστάθειας στη διαδικασία ανάπτυξης του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια, με στόχο την αξιολόγηση των εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης.
- ▲ Παρακολούθηση και έλεγχος των στόχων που έχουν τεθεί σε κάθε τομέα δραστηριότητας μέσω του Πλαισίου Ελέγχου Στόχων Ενεργειακά Βιώσιμων Κοινοτήτων.

Σημειώνεται ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία δεν αποσκοπεί στο να αντικαταστήσει τους φορείς λήψης αποφάσεων (τοπικές και περιφερειακές αρχές) και τους εμπειρογνώμονες.

Επίλογος Η ανάλυση του προβλήματος του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο, καθώς και των στόχων που πρέπει να επιτευχθούν έδειξε ότι ο βαθμός πολυπλοκότητας των σχετιζόμενων παραμέτρων είναι ιδιαίτερα μεγάλος. Ο απεγκλωβισμός του ρόλου των τοπικών αρχών από την προώθηση κατά κύριο λόγο έργων υποδομής χωρίς κεντρικό σχεδιασμό και η διασύνδεση τους με στρατηγικούς στόχους βιώσιμης ανάπτυξης είναι ένα από τα στοιχεία που πρέπει να κερδηθεί.

Οι δήμοι μόνο εάν εργαστούν προς την κατεύθυνση ενίσχυσης των πλεονεκτημάτων της περιοχής τους με αξιοποίηση των ευκαιριών που δίνονται σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο θα είναι σε θέση να αναπτυχθούν πραγματικά. Ο όρος πραγματική ανάπτυξη περιγράφει την αλλαγή αναπτυξιακού μοντέλου, ώστε να επιτευχθεί η εισροή κεφαλαίων στην περιοχή όχι μόνο με την μορφή δημοσίων έργων αλλά και με την μορφή ιδιωτικών επενδύσεων.

Η βιώσιμη ανάπτυξη μέσα από τη δημιουργία των συνθηκών εκείνων που θα προωθήσουν την προσέλκυση νέων επενδύσεων σε έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο είναι ο πυρήνας πάνω στον οποίο θα στηριχθεί ο βιώσιμος ενεργειακός σχεδιασμός. Μέτρο της επιτυχίας της προσπάθειας αυτής αποτελεί η συμβολή στην αντιμετώπιση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής μέσω της μείωσης των εκπομπών CO₂, καθώς και η δημιουργία διατηρήσιμων θέσεων εργασίας, μέσα από την ενδυνάμωση μιας εξωστρεφούς οικονομικής δραστηριότητας σε τοπικό επίπεδο.

Ωστόσο, το πρόβλημα του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού δεν πρέπει να παρερμηνευθεί ως ένα τυπικό επιστημονικό πεδίο, όσο και αν η ανάγκη για υποστήριξη αποφάσεων στο πεδίο αυτό γίνεται εντονότερη τα τελευταία χρόνια. Θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία δεν αποτελεί πανάκια για την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού, ούτε και αποσκοπεί στον παραγκωνισμό του ρόλου των αποφασίζόντων. Αντίθετα, αποτελεί ένα συνεπές και κατά το δυνατόν ρεαλιστικό εργαλείο για την υποστήριξη αποφάσεων των τοπικών και περιφερειακών αρχών για την ανάπτυξη,

υλοποίηση και παρακολούθηση του Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια.

Η επίτευξη του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού απαιτεί τη βελτίωση των συνθηκών όσον αφορά τη χρηματοδότηση, το νομικό πλαίσιο και τις διοικητικές διαδικασίες. Η ύπαρξη υψηλής ποιότητας επιστημονικού δυναμικού, το μεγάλο εθνικό και διεθνές ενδιαφέρον για επενδύσεις πάνω στη ενεργειακή βιωσιμότητα και οι ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες για άμεση εμπλοκή των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης στην πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κλιματική αλλαγή αποτελούν τα συστατικά ενός μίγματος που μπορεί να οδηγήσει σε βιώσιμη ανάπτυξη.

6.2 Προοπτικές

Με την ολοκλήρωση της διδακτορικής διατριβής, προέκυψαν μια σειρά από σκέψεις και προτάσεις προοπτικής για περαιτέρω ερευνητικές δραστηριότητες πάνω στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο, οι οποίες παρατίθενται παρακάτω.

Προτάσεις Ενίσχυσης της Προτεινόμενης Προσέγγισης

- ▲ *Επέκταση Προτεινόμενης Μεθοδολογίας & Εμπλουτισμός Δεδομένων Εισόδου:*
 - ✧ Ενσωμάτωση περισσότερων δράσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και εξοικονόμησης ενέργειας με βάση την εμπειρία που αντλείται στο πλαίσιο υλοποίησης Σχεδίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια από δήμους της Ευρώπης.
 - ✧ Εμπλουτισμός και επικαιροποίηση των δεδομένων που αντλήθηκαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση (δείκτες κατανάλωσης, κλπ.) για τη μοντελοποίηση των δράσεων και μέτρων.
 - ✧ Στο στάδιο παρακολούθησης και αξιολόγησης του Σχεδίου Δράσης, η συσχέτιση του δείκτη «SEC_{Index}» με το έτος αξιολόγησης και το βαθμό υλοποίησης των δράσεων και μέτρων σε κάθε τομέα θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια σειρά συμπερασμάτων σχετικά με την ανάγκη θέσπισης νέων δράσεων ή τη συνέχιση των υφιστάμενων δράσεων.
- ▲ *Επέκταση Εφαρμογής Προτεινόμενης Μεθοδολογίας:* Μετά την επιτυχή πιλοτική εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας «MPC⁺» σε αντιπροσωπευτικούς δήμους από την Ελλάδα, είναι δυνατή η περαιτέρω εφαρμογή της και σε άλλες δήμους, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Μέσα από αυτή τη διαδικασία θα εξαχθούν περισσότερα συμπεράσματα για τις δυνατότητες σχετικά με την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε μεγαλύτερο εύρος περιοχών από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Επιπλέον, με αυτό τον τρόπο μπορούν να πραγματοποιηθούν συγκριτικές αναλύσεις μεταξύ περιοχών και να εξαχθούν σφαιρικά συμπεράσματα σχετικά με την προώθηση του βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού σε τοπικό - περιφερειακό επίπεδο.
- ▲ *Επέκταση Πληροφοριακού Συστήματος:*
 - ✧ Επέκταση του πληροφοριακού συστήματος, μέσω του αναλυτικότερου σχεδιασμού και ανάπτυξης των επιμέρους συνιστωσών.
 - ✧ Δυνατότητα άμεσης επικαιροποίησης των βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται.

Σε ευρύτερο πλαίσιο, οι ερευνητικές προοπτικές που διαφαίνονται για την ουσιαστική υποστήριξη των αποφαιζόντων για την προώθηση του τοπικού ενεργειακού σχεδιασμού είναι σημαντικές και συνεχώς αυξανόμενες. Η εξέλιξη των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων για την υποστήριξη των τοπικών και περιφερειακών αρχών επηρεάζεται

σημαντικά από την τεχνολογική πρόοδο στον τομέα των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ).

**Μελλοντική
Πρόκληση**

Η μεταρρύθμιση στην τοπική αυτοδιοίκηση έχει δημιουργήσει πλέον όλες τις προϋποθέσεις για ένα μοντέλο ανάπτυξης βασισμένο σε μεγάλο βαθμό στους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης. Οι δήμοι έχουν αρκετές από τις προϋποθέσεις εκείνες ώστε να εκμεταλλευτούν τις ευκαιρίες ανάπτυξης, να αναλάβουν συντονιστικό ρόλο ανάμεσα στους τοπικούς φορείς και να διαμορφώσουν μια κεντρική στρατηγική μέσα από τον εν γένει ρυθμιστικό του ρόλο στην τοπική ανάπτυξη.

Μελλοντική πρόκληση αποτελεί η ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων που θα έχουν τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν πλήθος δεδομένων από κτίρια και υποδομές του δήμου (αισθητήρες, καταγραφείς και ενεργοποιητές επιμέρους συστημάτων). Με τον τρόπο αυτό θα παρέχουν μια πλήρη εικόνα των καταναλώσεων σε πραγματικό χρόνο αλλά και θα κατευθύνουν τον ενεργειακό διαχειριστή του δήμου στην ανάπτυξη βραχυπρόθεσμων σχεδίων δράσης.

Η ιδιότητα αυτή προσδίδει και την ευφυΐα στα συστήματα αυτά, από τη στιγμή που θα δίνουν τη δυνατότητα στο διαχειριστή να αξιοποιήσει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και να εξισορροπήσουν αναλόγως τις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, εξασφαλίζοντας αδιαλείπτως θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η καινοτομία τους έγκειται στη δυνατότητα τους να:

- ▲ Συλλέγουν πολυδιάστατα δεδομένα, όπως καιρικών συνθηκών, ενεργειακών προφίλ των υπό εξέταση κτιρίων, τιμών ενέργειας, δεδομένων παραγωγής ενέργειας (από ανανεώσιμες), ακόμα και δεδομένων από μέσα κοινωνική δικτύωσης.
- ▲ Οργανώνουν τα δεδομένα αυτά μέσω της χρήσης σημασιολογικών τεχνολογιών (“semantic technologies”) για να δημιουργούν τάσεις, πρότυπα κλπ.
- ▲ Ενσωματώνουν ευφυείς κανόνες για να προτείνουν σχέδια ενεργειακής βελτιστοποίησης.

Στο πλαίσιο αυτό, ολοκληρωμένες πλατφόρμες μπορούν να αναπτυχθούν, χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες του διαδικτύου, που να βασίζονται σε αυτές τις τρεις συνιστώσες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aalami H.A., Moghaddam P.M., Yousefi G.R. (2010). Modeling and Prioritizing Demand Response Programs in Power Markets. *Electric Power Systems Research*, 80:426–435.
- Abouelnaga A.E., Metwally A., Aly N., Nagy M., Agamy S. (2010). Assessment of Nuclear Energy Sustainability Index using Fuzzy Logic. *Nuclear Engineering and Design*, 240:1928–33.
- Abu-Taleb M.F., Mareschal B. (1995). Water Resources Planning in the Middle East: Application of the PROMETHEE V Multi-Criteria Method. *European Journal of Operational Research*, 81:500-511.
- Achillas Ch., Vlachokostas Ch., Moussiopoulos N., Baniass G. (2010). Decision Support System for the Optimal Location of Electrical and Electronic Waste Treatment Plants: A Case Study in Greece. *Waste Management*, 30:870–879.
- Adler M., Ziglio E. (1996). *Gazing into the oracle*. Jessica Kingsley Publishers: Bristol, PA.
- Afgan N.H., Carvalho M.G., Hovanov N.V. (2000). Energy System Assessment with Sustainability Indicators. *Energy Policy*, 28(9):603-612.
- Afgan N.H., Carvalho M.G., Hovanov N.V. (2005). Modeling of Energy System Sustainability Index. *Thermal Science*, 9(2):3-16.
- Amer M., Daim T.U. (2011). Selection of Renewable Energy Technologies for a Developing County: A case of Pakistan. *Energy for Sustainable Development*, 15:420–435.
- Amorim E.V. (2014). Sustainable Energy Action Plans: Project Management Intercomparison. CENTERIS 2014 - Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2014 - International Conference on Project MANagement / HCIST 2014 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies. *Procedia Technology*, 16:1183 – 1189.
- Amyntaio. (2013). Sustainable Energy Action Plan of the Municipality of Amyntaio. Available at: http://www.covenantofmayors.eu/about/signatories_en.html?city_id=4310&seap.
- Androulaki S., Doukas H., Marinakis V., Madrazo L., Legaki N.Z. (2015). Enabling Local Authorities to Produce Short-Term Energy Plans: A Multidisciplinary Decision Support Approach. *Management of Environmental Quality* (in press).
- Assimakopoulos V., Konida A. (1992). An Object Oriented Approach to Forecasting. *International Journal of Forecasting*, 8(20):175-185.
- Awasthi A., Chauhan S.S. (2011). Using AHP and Dempstere Shafer Theory for Evaluating Sustainable Transport Solutions. *Environmental Modelling & Software*, 26:787-796.
- Azevedo I., Delarue E., Meeus L. (2013). Mobilizing Cities towards a Low-Carbon Future: Tambourines, Carrots and Sticks. *Energy Policy*, 61:894-900.
- Baker S., Kousis M, Richardson D., Young S. (1997). Introduction: The Theory and Practice of Sustainable Development in EU Perspective, in S. Baker, M. Kousis, D. Richardson and S. Young (eds). *The Politics of Sustainable Development: Theory, Policy and Practice in the European Union*, London:

Routledge.

- Barin A., Canha L.N., da Rosa Abaide A., Magnago K.F. (2009). Selection of Storage Energy Technologies in a Power Quality Scenario – the AHP and the Fuzzy Logic. *Industrial Electronics*, 2009. IECON '09. 35th Annual Conference of IEEE, p. 3615 – 3620.
- Beccali M., Cellura M., Mistretta M. (2003). Decision-Making in Energy Planning. Application of the Electre Method at Regional Level for the Diffusion of Renewable Energy Technology. *Renewable Energy*, 28:2063–2087.
- Bertoldi, P., Cayuela, D. B., Monni, S., Raveschootm, R.P. 2009. “Existing Methodologies and Tools for the Development and Implementation of Sustainable Energy Action Plans (SEAP)”. European Commission - Joint Research Centre (EC-JRC). Brussels, Belgium.
- Beynona M.J., Wells P. (2008). The Lean Improvement of the Chemical Emissions of Motor Vehicles based on Preference Ranking: A PROMETHEE Uncertainty Analysis. *Omega*, 36:384-394.
- Bodger P.S., Tay H.S. (1987). Logistic and Energy Substitution Models for Electricity Forecasting: A Comparison Using New Zealand Consumption Data. *Technol Forecast Social Change*, 31:27-48.
- Böhringer C. (1998). The Synthesis of bottom-up and top-down in Energy Policy Modeling. *Energy Economics*, 20(3):233-248.
- Bojković N., Anić I., Pejčić-Tarle S. (2010). One Solution for Cross-Country Transport-Sustainability Evaluation using a modified ELECTRE Method». *Ecological Economics*, 69:1176–1186.
- Boran F.E., Boran K., Menlik T. (2012). The Evaluation of Renewable Energy Technologies for Electricity Generation in Turkey using TOPSIS. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 7(1):81–90.
- Brans J.P., Vincke P. (1985). PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making. *Management Science*, 31(6):647-656.
- Brown M.A., Sovacool B.K. (2007). Developing an ‘Energy Sustainability Index to Evaluate Energy Policy. *Interdisciplinary Science Review*, 32(4):335-49.
- Buchholz T., Rametsteiner E., Volk T.A., Luzadis V.A. (2009). Multi Criteria Analysis for Bioenergy Systems Assessments. *Energy Policy*, 37(2):484-495.
- Busuttill A., Krajačić G., Duić N. Energy Scenarios for Malta. *International Journal of Hydrogen Energy*, 33(16):4235-4246.
- Byrne J., Shen B., Wallace W. (1998). The Economics of Sustainable Energy for Rural Development: A study of Renewable Energy in Rural China. *Energy Policy*, 26(1):45-54.
- Catalina T., Virgone J., Blanco E. (2011). Multi-Source Energy Systems Analysis Using a Multi-Criteria Decision Aid Methodology. *Renewable Energy*, 36:2245-2252.
- Cavallaro F. (2009). Multi-Criteria Decision Aid to Assess Concentrated Solar Thermal Technologies. *Renewable Energy*, 34:1678-1685.
- Cavallaro F. (2010). A Comparative Assessment of Thin-Film Photovoltaic Production Processes Using the ELECTREIII Method», *Energy Policy*, 38:463–474.

- Cerutti A.K., Janssens-Maenhout G. (2013). An Approach with a Business-as-Usual Scenario Projection to 2020 for Setting Emission Reduction Targets in the Southern Mediterranean Partner Countries. JRC Technical Reports.
- Cerutti, A.K., Iancu, A., Janssens-Maenhout, G., Melica, G., Paina, F. and P. Bertoldi. 2013. The Covenant of Mayors in Figures: Assessment 5-Year. Joint Research Centre Scientific and Policy Reports. Luxembourg.
- Chamodrakas I., Martakos D. (2011). A Utility-Based Fuzzy TOPSIS Method for Energy Efficient Network Selection in Heterogeneous Wireless Networks. *Applied Soft Computing*, 11:3734–3743.
- Chen S.J., Hwang C.L. (1992). *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems)*. Berlin, Germany: Springer-Verlag, pp. 536 (ISBN: 3540549986).
- Cheng S., Li Z., Mang H.-P., Neupane K., Wauthelet M., Huba E.-M. Application of Fault Tree Approach for Technical Assessment of Small-Sized Biogas Systems in Nepal. *Applied Energy*, 113:1372-1381.
- Choudhary D., Shankar R. (2012). An STEEP-fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Evaluation and Selection of Thermal Power Plant Location: A Case Study from India. *Energy*, 42:510-521.
- Chow L.C.-H. (2001). A Study of Sectoral Energy Consumption in Hong Kong (1984-97) with Special Emphasis on the Household Sector. *Energy Policy*, 29:1099-110.
- Christodoulakis N., Kalyvitis S., Lalas D., Pesmajoglou S. (2000). Forecasting energy consumption and energy related CO₂ emissions in Greece: An evaluation of the consequences of the Community Support Framework II and natural gas penetration. *Energy Economics*; 2000, 22(4), 1, 395–422.
- Christoforidis, G.C., Chatzisavvas, K.C., Lazarou, S., Parisses, C. 2013. “Covenant of Mayors Initiative-Public Perception Issues and Barriers in Greece”. *Energy Policy*, 60, 643-655.
- Christoforidis, G.C., Lazarou, S., Parisses, C., Bakouris, M. 2011. “The Covenant of Mayors Initiative: Status in Europe and Barriers towards realizing its Full Potential in Greece”. 8th International Conference on the European Energy Market, EEM 11 , art. no. 5953099 , pp. 692-697.
- Cinar D., Kayakutlu G. (2010). Scenario Analysis Using Bayesian Networks: A Case Study in Energy Sector. *Knowledge-Based Systems*, 23(3):267-276.
- City of Friedrichshafen. (2014). Tips for ENPI Cities on How to Develop a Sustainable Energy Action Plan. Document produced with the Financial Assistance of the European Union. European Union and CIUDAD Programme.
- CLIMATE COMPASS. (2006). The CLIMATE COMPASS Compendium of Measures for Local Climate Change Policy.
- CoM – Covenant of Mayors. (2013). Covenant of Mayors e-learning Course Now Available in Five Languages. <http://www.simfonodimarxon.eu/Covenant-of-Mayors-e-learning,1542.html>.
- CoM – Covenant of Mayors. (2015). Available at: <http://www.covenantofmayors.eu>.
- COMBAT. (2008). COMBAT Report guidelines, Helsinki, Riga, Stockholm and

Tallinn.

- Cornelissen AMG, Van den Berg J, Koops WJ, Grossman M, Udo HMJ. (2001), “Assessment of the contribution of sustainability indicators to sustainable development: a novel approach using fuzzy set theory”, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86: 173–185.
- Covenant CapaCITY. (2013). <http://www.covenant-capacity.eu>.
- Cuaresma J.C., Hlouskova J., Kossmeier S., Obersteiner M. (2004). Forecasting Electricity Spot-Prices Using Linear Univariate Time-Series Models. *Applied Energy*, 77:87-106.
- Dai J., Qi J., Chi J., Chen S., Yang J., Ju L., Chen B. (2010). Integrated Water Resource Security Evaluation of Beijing based on GRA and TOPSIS. *Earth Sci. China*, 4(3):357-362.
- Dascalaki E., Balaras C., Droutsa P., Kontoyannidis S. (2012). Typology Approach for Building Stock Energy Assessment (TABULA), D6.2: National Scientific Report: GREECE. National Observatory of Athens – NOA. Athens, Greece.
- Davies H, Nutley SM. (2002), “Evidence-based policy and practice: moving from rhetoric to reality”. Discussion Paper 2, University of St Andrews, St Andrews.
- de Oliveira Matias J.C., Devezas T.C. (2007). Consumption Dynamics of Primary-Energy Sources: The Century of Alternative Energies. *Applied Energy*, 84(7-8), 763-770.
- Demesouka O.-E., Vavatsikos A.-P., Anagnostopoulos K.-P. (2013). Spatial UTA (S-UTA) – A New Approach for Raster-Based GIS Multicriteria Suitability Analysis and its Use in Implementing Natural Systems for Wastewater Treatment. *Journal of Environmental Management*, 125:41-54.
- Demirbas A. (2008). Biofuels Sources, Biofuel Policy, Biofuel Economy and Global Biofuel Projections. *Energy Conversion and Management*, 49(8):2106-2116.
- Dhanalakshmi S., Kannan S., Mahadevan K., Baskar S. (2011). Application of Modified NSGA-II Algorithm to Combined Economic and Emission Dispatch Problem. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 33(4):992–1002.
- Diakoulaki D., Zopounidis C., Mavrotas G., Doumpos M. (1999). The Use of a Preference Disaggregation Method in Energy Analysis and Policy Making. *Energy - The International Journal*, 24(2):157-166.
- Dodman D. (2009). Blaming Cities for Climate Change? An Analysis of Urban Greenhouse Gas Emissions Inventories. *Environment and Urbanization*, 21:185-201.
- Doukas H, Patlitzianas K, Kagiannas A, Psarras J. (2008), “Energy Policy Making: An Old Concept or a Modern Challenge?”, *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy Journal*, 3:362–371, 2008.
- Doukas H. (2013a). Modelling of Linguistic Variables in Multicriteria Energy Policy Support. *European Journal of Operational Research*, 227(2):227-238.
- Doukas H. (2013b). Linguistic Multicriteria Decision Making for Energy Systems: Building the 'RE2S' Framework. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 2(5):571-585.

- Doukas H., Flamos A., Karakosta C., Psarras J. (2010). Establishment of a European Energy Policy Think-Tank: Necessity or Luxury? *International Journal of Global Energy Issues*, 33(3/4):221-238.
- Doukas H., Marinakis V., Karakosta C., Psarras J. (2012c). Promoting Renewables in the Energy Sector of Tajikistan. *Renewable Energy*, 39(1):411-418.
- Doukas H., Marinakis V., Psarras J. (2012a). “Greening” the Hellenic Corporate Energy Policy: An Integrated Decision Support Framework. *International Journal of Green Energy*, 9(6):487-502.
- Doukas H., Patlitzianas K. D., Iatropoulos K., Psarras J. (2007). Intelligent Building Energy Management System Using Rule Sets. *Building and Environment – The International Journal of Building Science and its Applications*, 42:3562–3569.
- Doukas H., Flamos A., Marinakis V., Assadi M. (2013b). EU-GCC Cooperation for Natural Gas: Prospects and challenges. *International Journal of Energy Sector Management*, 7 (2):194-222.
- Doukas H., Tsiousi A., Marinakis V., Psarras J. (2013a). Linguistic multi-criteria decision making for energy and environmental corporate policy. *Information Sciences* (in press).
- Doukas, H., Papadopoulou, A., Savvakis, N., Tsoutsos, T., Psarras J. (2012b). Assessing Energy Sustainability of Rural Communities using Principal Component Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4):1949-1957.
- Dublin. (2010). Dublin City Council & Codema. Dublin City Sustainable Energy Action Plan 2010-2020.
- Dytczak M., Ginda G. (2006). Benefits and Costs in Selecting Fuel for Municipality Heating Systems with the Analytic Hierarchy Process. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 15(2):165-177.
- EC - European Commission. (2008). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: 20 20 by 2020 Europe's climate change opportunity; 2008; COM (2008) 30 final.
- EC - European Commission. (2010a). Communication from the Commission Europe 2020 - A strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth; 2010; COM(2010) 2020 final.
- EC - European Commission. (2010b). How to Develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) - Guidebook. Covenant of Mayors. Brussels, Belgium.
- EC - European Commission. (2014a). Eurostat regional yearbook 2014. Statistical books. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, ISBN: 978-92-79-38906-1.
- EC - European Commission. (2014b). 2030 Framework for Climate and Energy. Outcome of the October 2014 European Council http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm.
- EC - European Commission. (2014c). Reporting Guidelines on Sustainable Energy Action Plan and Monitoring. Covenant of Mayors. Brussels, Belgium.
- EC - European Communities. (2004). Local Energy Action - EU Good Practices.

Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, ISBN 92-894-8218-4.

- EDIakoulaki D., Karangelis F. (2007). Multi-Criteria Decision Analysis and Cost-Benefit Analysis of Alternative Scenarios for the Power Generation Sector in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11:716-727.
- Edwards W. (1977). How to Use Multiattribute Utility Measurement for Social Decision Making. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 7(5):326-340.
- EEA - European Environment Agency. (2015). Available at: <http://www.eea.europa.eu/el>.
- EGCE - European Geothermal Energy Council. (2007). Geothermal Innovative Applications for a Sustainable European Development.
- Eichhammer W., Wilhelm M. (1997). Industrial Energy Efficiency: Indicators for a European Cross-Country Comparison of Energy Efficiency in the Manufacturing Industry. *Energy Policy*, 25(7-9):759-772.
- Emisia - Mission for Environment. (2014). Available at: www.emisia.com.
- Energie-Cites. (2008). BELIEF-Involve Stakeholders and Citizens in your Local Energy Turn over a New LIEF!.
- ENNEREG. (2013). <http://www.regions202020.eu/cms/sec/ennereg>.
- ENOVA. (2012). Municipal Energy and Climate Planning – A Guide to the Process, ENOVA, Norway.
- ENSRC. (2011). <http://www.managenergy.net/resources/921>.
- EPI - Environmental Performance Index. (2015). Available at: <http://epi.yale.edu>.
- EREC - European Renewable Energy Council. (2005). Energy Sustainable Communities: Experiences, Success Factors and Opportunities in the EU-25.
- Erol Ö., Kilkis B. (2012). An Energy Source Policy Assessment using Analytical Hierarchy Process. *Energy Conversion and Management*, 63:245-252.
- EU - European Union. (2012). Rural Development in the EU Statistical and Economic: Information Report 2012. Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Brussels, Belgium.
- EU - European Union. (2013). Delivering on the Europe 2020 Strategy: Handbook for Local and Regional Authorities. Committee of the Regions, Brussels, Belgium.
- European Energy Award. (2007). Cooking Book: CO₂ – Balancing, In Framework of the Balance Project.
- Eurostat. (2012). The economy of EU rural regions. Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-12-030/EN/KS-SF-12-030-EN.PDF.
- Eurostat. (2014). Available at: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/GDP_at_regional_level/el.
- Eurostat. (2015). Available at: <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- Evans A., Strezov V., Evans T.J. (2009). Assessment of Sustainability Indicators for Renewable Energy Technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*,

- 13(5):1082-1088.
- Evrota. (2014). Sustainable Energy Action Plan of the Municipality of Evrota. Available at: http://www.covenantofmayors.eu/about/signatories_en.html?city_id=3318&seap.
- Faro. (2013). Sustainable Energy Action Plan of the Municipality of Faro, Portugal.
- Farquhar P. H. (1984). Utility assessment methods. *Management Science*, 30(11),1283-1300.
- Figueira J, Greco S, Ehrgott M. (2005). *State-of-Art of Multiple Criteria Decision Analysis*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Figueira J. R., Greco S., Słowiński R. (2009). Building a Set of Additive Value Functions Representing a Reference Preorder and Intensities of Preference: GRIP Method. *European Journal of Operational Research*, 195(2), 460-486.
- Fishburn P. (1966). A Note on Recent Developments in Additive Utility Theories for Multiple Factors Situations. *Operations Research*, 14:1143-1148.
- Fishburn, P. (1967). Methods for Estimating Additive Utilities. *Management Science*, 13:435-453.
- Flamos A., Georgallis P., Doukas H., Karakosta C. (2011b). Hydro Energy: Techno-Economic & Social Aspects within New Climate Regime. *International Journal of Renewable Energy Technology (IJRET)*, 2(1):32-52.
- Flamos A., Georgallis P.G., Doukas H., Psarras J. (2011a). Using Biomass to Achieve European Union Energy Targets-A Review of Biomass Status, Potential and Supporting Policies. *International Journal of Green Energy*, 8(4):411-428.
- Flamos, A. (2010). The Clean Development Mechanism – catalyst for wide spread deployment of Renewable Energy Technologies? or misnomer?, *International Journal, Environment, Development and Sustainability* 12(1):9-102.
- Florides G.A., Kalogirou S.A., Tassou S.A., Wrobel L.C. (2000). Modelling of the Modern Houses of Cyprus and Energy Consumption Analysis, *Energy*, 25:915-37.
- Fowles J. (1978). *Handbook of Futures Research*. Greenwood Press: Connecticut.
- FREE - Future of rural Energy in Europe. 2013. Rural Myths and Realities. Available at: <http://www.rural-energy.eu>.
- Free Choice. (2012). Policy Recommendations for Sustainable Rural Communities in Europe. White Paper. <http://www.rural-energy.eu/uploads/documents/freewhitepaper.pdf>.
- Garfi M., Ferrer-Martí L., Bonoli A., Tondelli S. (2011). Multi-Criteria Analysis for Improving Strategic Environmental Assessment of Water Programmes. A Case Study in Semi-Arid Region of Brazil. *Journal of Environmental Management*, 92(3):665-675.
- Gavrilescu M. (2008). Biomass Power for Energy and Sustainable Development. *Environmental Engineering and Management Journal*, 7(5):617-640.
- Georgiou P., Tourkoulas C., Diakoulaki D. A Roadmap for Selecting Host Countries of Wind Energy Projects in the Framework of the Clean Development Mechanism. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(3):712–731.
- Georgopoulou E., Sarafidis Y., Mirasgedis S., Zaimi S., Lalas D.P. (2003). A Multiple

- Criteria Decision-Aid Approach in Defining National Priorities for Greenhouse Gases Emissions Reduction in the Energy Sector. *European Journal of Operational Research*, 146:199–215.
- Ghafghazi S., Sowlati T., Sokhansanj S., Melin S. (2010). A Multicriteria Approach to Evaluate District Heating System Options. *Applied Energy*, 87:1134–1140.
- Giddings B., Hopwood B., O'Brien G. (2002). Environment, Economy and Society: Fitting them together into Sustainable Development. *Sustainable Development*, 10:187–196.
- Gil-de-Castro A. Muñoz M., López Rodríguez M.A., de la Rosa J.J.G. (2010). A Sustainable Development Solved by Using Multi-criteria. *Modern Electric Power Systems*. Wroclaw, Poland.
- Goumas M., Lygerou V. (2000). An Extension of the PROMETHEE Method for Decision Making in Fuzzy Environment: Ranking of Alternative Energy Exploitation Projects. *European Journal of Operational Research*, 123:606-613
- Grafakos S., Enseñado E. M., Flamos A., Rotmans J. (2015a). Mapping and Measuring European Local Governments' Priorities for a Sustainable and Low-Carbon Energy Future. *Energies*, 8(10), 11641-11666.
- Grafakos S., Flamos A., Enseñado E. M. (2015b). Preferences Matter: A Constructive Approach to Incorporating Local Stakeholders' Preferences in the Sustainability Evaluation of Energy Technologies. *Sustainability*, 7(8), 10922-10960.
- Greco S., Mousseau V., Slowinski R. (2008). Ordinal Regression Revisited: Multiple Criteria Ranking Using a set of Additive Value Functions. *European Journal of Operational Research*, 191(2), 416–436.
- Greco S., Siskos Y., Slowinski R. (2012). Controlling Robustness in Ordinal Regression Models. In Paper presented at the 75th meeting of the EURO working group on MCDA, Tarragona, Spain, April 12–14, 2012.
- Groenenberg H., van Breevoort P., Deng Y., Noothout P., van den Bos A., van Melle T. (2011). Rural energy in the EU. Country studies for France, Germany, Italy, Poland and the UK. ECOFYS.
- Hadzinakos I., Yannacopoulos D., Faltsetas C., Ziourkas C. (1991). Application of the MINORA Decision Support System to the Evaluation of Landslide Favourability in Greece. *European Journal of Operational Research*, 50(1):61-75.
- Hainoun A., Seif-Eldin M.K., Almoustafa S. (2006). Analysis of the Syrian Long-Term Energy and Electricity Demand Projection using the End-Use Methodology. *Energy Policy*, 34(14):1958-1970.
- Hämäläinen R.P, Mäntysaari J., Ruusunen J., Pineau P. O. (2000). Cooperative Consumers in a Deregulated Electricity Market — Dynamic Consumption Strategies and Price Coordination. *Energy*, 25(9):857-875.
- Haralambopoulos D.A., Polatidis H. (2003). Renewable Energy Projects: Structuring a Multicriteria Group Decision-Making Framework. *Renewable Energy*, 28(6):961–973.
- Hasson F., Keeney S., Mckenna H. (2000). Research Guidelines for the Delphi Survey Technique. *J Adv Nurs*, 32:1008-1015.

- Haurant P., Oberti P., Muselli M. (2011). Multicriteria Selection Aiding Related to Photovoltaic Plants on Farming Fields on Corsica Island: A Real Case Study Using the ELECTRE Outranking Framework. *Energy Policy* 39:676–688.
- Helmer O. (1977). Problems in Futures Research: Delphi and Causal Cross-Impact Analysis. *Futures*, pp. 17-31.
- Hidson M. (2004). Sustainable Energy Communities and Sustainable Development. ICLEI - Association of Local Governments for Sustainability.
- Hillman K.M., Sandén B.A. (2008). Exploring Technology Paths: The Development of Alternative Transport Fuels in Sweden 2007–2020. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(8):1279–1302.
- Hiremath R.B., Shikha S., Ravindranath N.H. (2007). Decentralized Energy Planning; Modeling and Application-A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(5):729-752.
- Hites R., De Smet Y., Risse N., Salazar-Neumann M., Vincke P. (2006), About the applicability of MCDA to some robustness problems, *European Journal of Operational Research*, 174, 322–332.
- Hokkanen J., Salminen P. (1997a). Choosing a Solid Waste Management System Using Multicriteria Decision Analysis. *European Journal of Operational Research*, 98(1): 19-36.
- Hokkanen J., Salminen P., (1997b). Electre III and IV Methods in an Environmental Problem. *Journal of Multi-Criteria Analysis*, 6(1): 216-226.
- Holey E.A., Feeley J.L., Dixon J., Whittaker V.J. (2007). An Exploration of the use of simple Statistics to Measure Concensus and Stability in Deplhi Studies. *BMC Med RES Methodol*, 7:52.
- Hopwood B., Mellor M., O'Brien G. (2005). Sustainable Development: Mapping Different Approaches. *Sustainable Development*, 13(1):38-5.
- Hu F.-H., Jiang J., Liu L., Sun L.-Y., Ji Y.-C. (2010). A New Multi-Perspective Framework for Multi-Attribute Decision Making. *Expert Systems with Applications*, 37(12): 8575-8582.
- Hurson C., Siskos Y. (2014). A Synergy of Multicriteria Techniques to Assess Additive Value Models. *European Journal of Operational Research* 238:540-551.
- Hwang C.L., Yoon K. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications (Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems). Berlin, Germany: Springer-Verlag, pp. 259 (ISBN: 0387105581).
- ICLEI. (2007). Climate Protection Manual for Cities, Natural Capitalism Solutions.
- IEA - International Energy Agency, 2014. World Energy Outlook (2014). Paris, France: OECD/IEA - Organisation for Economic Co-operation and Development/International Energy Agency, 748 pages, ISBN 978-92-64-20804-9.
- IEA - International Energy Agency. (2015). Available at: <http://www.iea.org>.
- Jacobsen H. K. (1998). Integrating the bottom-up and top-down Approach to Energy–Economy Modelling: The Case of Denmark. *Energy Economics*, 20(4):443-461.
- Jacquet-Lagrange E., Siskos J. (1982). Assessing a Set of Additive Utility Functions for Multicriteria Decision-Making, The UTA Method. *European Journal of*

- Operational Research, 10(2):151-164.
- Janssens-Maenhout G., Meijide-Orive A., Guizzardi D., Pagliari V., Iancu A. (2012). An Approach with a Business-as-Usual Scenario Projection to 2020 for the Covenant of Mayors from the Eastern Partnership. In response to the request of DG DEVCO for the Administrative Arrangement with JRC-IET on the Covenant of Mayors East.
- Javadiana M., Shamskooshkia H., Momenia M. (2011). Application of Sustainable Urban Development in Environmental Suitability Analysis of Educational Land Use by Using AHP and GIS in Tehran. *Procedia Engineering* 21:72–80.
- Jebaraj S., Iniyar S. (2004). A Review of Energy Models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1-31.
- Johnson D, McCann K. “EU Energy Policy: An Evolving Agenda”, London, FTTP - 1997.
- Kablan M.M. (2004). Decision Support for Energy Conservation Promotion: An Analytic Hierarchy Process Approach. *Energy Policy*, 32:1151–1158.
- Kadzinski M., Greco S., Slowinski R. (2012). Extreme Ranking Analysis in Robust Ordinal Regression. *Omega*, 40:488-501.
- Kadzinski M., Greco S., Slowinski, R. (2013). RUTA: A Framework for Assessing and Selecting Additive Value Functions on the basis of Rank Related Requirements. *Omega*, 41(3), 735-751.
- Kadzinski M., Tervonen T. (2013a). Stochastic Ordinal Regression for Multiple Criteria Sorting Problems. *Decision Support Systems*, 55(1), 55–66.
- Kadzinski M., Tervonen, T. (2013b). Robust Multi-Criteria Ranking with Additive Value Models and Holistic Pair-Wise Preference Statements. *European Journal of Operational Research*, 228(1), 169–180.
- Kambezidis H., Kasselouri B., Konidari P. (2011). Evaluating Policy Options for Increasing the RES-E Penetration in Greece. *Energy Policy*, 39(9):5388-5398.
- Karagiannidis A., Papageorgiou A., Perkoulidis G., Sanida G., Samaras P. (2010). A Multi-Criteria Assessment of Scenarios on Thermal Processing of Infectious Hospital Wastes: A Case Study for Central Macedonia. *Waste Management* 30:251–262.
- Karakosta C., Marinakis V., Letsou P., Psarras J. (2013b). Does the CDM offer sustainable development benefits or not?. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 20(1):1-8.
- Karakosta C., Pappas C., Marinakis V., Psarras J. (2013a). Renewable Energy and Nuclear Power towards Sustainable Development: Characteristics and Prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22:187-197.
- Karakosta C., Marinakis V., Psarras J. (2013c). RES Cooperation Opportunities between EU and MENA Countries: The Case of Morocco. *Energy Strategy Reviews*, 2(1):92-99.
- Kaygusuz K. (2010). Energy Services and Energy Poverty for Rural Regions. *Journal: Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 5(4):424-433.
- Keeney R.L., Raiffa H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA:

- Cambridge University Press, pp. 592 (ISBN: 0-521-43883-7).
- Keeney RL. (1992). Value-focused thinking: a path to creative decision making. London: Harvard UP.
- Kennedy C., Cuddihy J., Engel-Yan J. (2007). The Changing Metabolism of Cities. *Journal of Industrial Ecology*, 11:43–59.
- Kholghi M. (2001). Multi-Criterion Decision-Making Tools for Wastewater Planning Management. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 3:281-286.
- Kikuchi Y., Kimura S., Okamoto Y., Koyama M. (2014). A Scenario Analysis of Future Energy Systems based on an Energy Flow Model Represented as Functionals of Technology Options. *Applied Energy*. 132:586-601.
- Koepper J., Pavese N., Gonzalez I.A., Birnstill M. (2009). A CSR Europe Helpdesk Service: Integration of CSR/Sustainable Development into Performance Assessments and Evaluation Processes at Large Companies. Brussels, Belgium: CSR Europe.
- Kowalski K., Stagl S., Madlener R., Omann I. (2009). Sustainable Energy Futures: Methodological Challenges in Combining Scenarios and Participatory Multi-Criteria Analysis. *European Journal of Operational Research*, 197(3):1063-1074.
- Lee W.-S., Lin L.-C. (2011). Evaluating and Ranking the Energy Performance of Office Building Using Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution. *Applied Thermal Engineering*, 31:3521-3525.
- Lindberg L. (1977). The Energy Syndrome: Comparing National Responses to the Energy Crisis. Farnborough: Lexington Books and Teakfield.
- Lootsma F. A., Schuijt H., 1997. The Multiplicative AHP, SMART and ELECTRE in a Common Context. *Journal of Multi-criteria Decision Analysis*, 6(4): 185-196.
- Lund H. (2007). Renewable Energy Strategies for Sustainable Development. *Energy*, 32(6):912-919.
- Madlener R., Kowalski K., Stagl S. (2007). New Ways for the Integrated Appraisal of National Energy Scenarios: The Case of Renewable Energy Use in Austria. *Energy Policy*, 35(12):6060-6074.
- Makkonen S., Lahdelma R. (2001). Analysis of Power Pools in the Deregulated Energy Market through Simulation. *Decision Support Systems*, 30(3):289-301.
- Makridakis S., Wheelwright S.-C., Hyndman R.-J. (1998). *Forecasting Methods and Applications*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., pp. 656 (ISBN-10: 0471532339).
- Mangone G. (1977). *Energy Policies of the World*. New York, Amsterdam: Elsevier.
- Marinakis V, Papadopoulou AG, Doukas H, Psarras J. (2015b). A Web Tool for Sustainable Energy Communities. *International Journal of Information and Decision Sciences* (in press).
- Marinakis V., Doukas H., Karakosta C., Psarras J. (2013a). An Integrated System for Buildings' Energy-Efficient Automation: Application in the Tertiary Sector. *Applied Energy*, 101:6-14.
- Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2012a). Strengthening Sustainable Energy Policies within the Covenant of Mayors Initiative. *Proceedings of the 5th International Scientific Conference on "Energy and Climate Change"*, 11-

12 October 2012, Athens, Greece.

- Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2015a). Local Communities towards a Sustainable Energy Future: Needs and Priorities. *International Journal of Sustainable Energy* (in press).
- Marinakis V., Papadopoulou A., Siskos J., Psarras J. (2012b). Sustainable Energy Communities: A Methodological Framework for the Support of Local and Regional Stakeholders. *Management of Energy Sources & Systems, Proceedings of the 23rd National Conference of the Hellenic Operational Research Society (HELORS)*. Psarras, J. and Matsatsinis N. (eds). 12-14 September 2012, Athens, Greece (ISBN: 978-960-87277-8-6).
- Marinakis V., Karakosta C., Doukas H., Androulaki S., Psarras J. (2013b). A building automation and control tool for remote and real time monitoring of energy consumption. *Sustainable Cities and Society*, 6(1):11-15.
- Marinakis V., Karakosta C., Papadopoulou A.G., Psarras J. (2015c). Sustainable Energy Action Plan for the Covenant Signatories: The Choice of Emission Factors. Chapter of the Book “Sustainable Development: Processes, Challenges and Prospects”. Nova Science Publishers, Editor: Reyes D., Nova Science Publishers (ISBN: 978-1-63482-587-0).
- Martinez-Alier J., Munda G., O'Neill J. (1998). Weak Comparability of Values as a Foundation for Ecological Economics. *Ecological Economics*, 26:277-286.
- Martins A.G., Antunes C.H., Dias L.C., Neves L.P. (2008). A Multi-Criteria Decision Approach to Sorting Actions for Promoting Energy Efficiency. *Energy Policy* 36:2351–2363.
- Matthews E., Amann C., Fischer-Kowalski M., Bringezu S., Hüttler W., Dincer, I., Rosen M. A. (1999). Energy, Environment and Sustainable Development. *Applied Energy*, 64:427-440.
- Mavrotas G., Figueira J.R., Siskos E. (2015a). Robustness analysis methodology for multi-objective combinatorial optimization problems and application to project selection. *Omega*, 52:142-155
- Mavrotas G., Pechak O., Siskos E., Doukas H., Psarras J. (2015). Robustness analysis in Multi-Objective Mathematical Programming using Monte Carlo simulation. *European Journal of Operational Research*, 240(1):193-201
- McGowan F. (1989), “The single energy market and energy policy: conflicting agendas?”, *Energy Policy*, 17(6): 547-553.
- Medved S. (2006). Present and Future Ecological Footprint of Slovenia – The Influence of Energy Demand Scenarios. *Ecological Modelling*, 192(1-2):25-36.
- Meyar-Naimin H., Vaez-Zadeh S. (2012). Sustainable Development Based Energy Policy Making Frameworks, A Critical Review. *Energy Policy*, 43:351–361.
- Miettinen K., Salminen P. (1999). Decision-aid for discrete multiple criteria decision making problems with imprecise data. *European Journal of Operational Research*, 119(1): 50-60.
- Minnesota Project, University of Minnesota’s Regional, Sustainable Development Partnerships, Minnesota Department of Commerce. (2003). *Designing A Clean Energy Future: A Resource Manual – Developed for the Clean Energy Resources Teams*.

- MODEL. (2008). Common Framework Methodology (CFM) for Municipal Energy Planning – MODEL.
- Mousseau V., Slowinski R. (1998). Inferring an ELECTRE TRI Model from Assignment Examples. *Journal of Global Optimization* 12, 157-174.
- Moving Sustainably Project. (2011). Moving Sustainably - Guide to Sustainable Urban Transport Plans.
- Mróz T.M. (2008). Planning of Community Heating Systems Modernization and Development. *Applied Thermal Engineering* 28:1844–1852.
- MUSEC (2007). Energy Baseline Assessment and Target-Setting, Guidelines for Energy Accounting Procedure.
- Niemeijer D., de Groot R. (2007). A Conceptual Framework for Selecting Environmental Indicator Sets. *Ecological Indicators*, 8:14-25.
- Nigim K., Munier N. (2004). Pre-feasibility MCDM Tools to Aid Communities in Prioritizing Local Viable Renewable Energy Sources. *Journal of Green Renewable Energy*, 29:1775–1791.
- Nijkamp P., Volwahren A. (1990). New Directions in Integrated Regional Energy Planning. *Energy Policy*, 18(8):764-773.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2011). *OECD Factbook 2011-2012: Economic, Environmental and Social Statistics*. Paris, France: OECD Publishing, ISBN 9789264124189.
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (2013). *Linking Renewable Energy to Rural Development. Executive Summary Brief for Policy Makers*. Paris, France
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. (1993). *OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. OECD Environment Monographs No. 83, OECD, Paris, France.
- OECD (2002). *Aggregated Environmental Indices: Review of Aggregation Methodologies in Use*.
- Omer A.M. (2008). Energy, Environment and Sustainable Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(9):2265-2300.
- Oniszk-Poplawska A., Rogulska M., Wisniewski G. (2003). Renewable-Energy Developments in Poland to 2020. *Applied Energy*, 76(1-3):101–110.
- Opricovic S., & Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods. *European Journal of Operational Research*, 178:514–529.
- Özkan A., Banar M., Acar I., Sipahioğlu A. (2011). Application of the ELECTRE III Method for a Solid Waste Management System. *Applied Sciences and Engineering*. 12(1):11-23.
- Pablo-Romero M., Pozo-Barajas R., Sánchez-Braza A. (2015). Understanding Local CO₂ Emissions Reduction Targets. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 48:347-355.
- Pan J., Teklu Y., Rahman S., de Castro A. (2000). An Interval-Based MADM Approach to the Identification of Candidate Alternatives in Strategic Resource Planning. *IEEE Transactions on Power Systems*, 15(4).

- Panwar N.L., Kaushik S.C., Kothari S. (2011). Role of Renewable Energy Sources in Environmental Protection: A Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3):1513-1524.
- Papadopoulos A., Karagiannidis A. (2008). Application of the Multi-Criteria Analysis Method Electre III for the Optimisation of Decentralised Energy Systems. *Omega*, 36: 766 – 776.
- Pappas C., Karakosta C., Marinakis V., Psarras J. (2012). A comparison of electricity production technologies in terms of sustainable development. *Energy Conversion and Management*, 64:626-632.
- Patlitzianas K.D., Ntotas K., Doukas H., Psarras J. (2007). Assessing the Renewable Energy Producers' Environment in the EU Accession Member States. *Energy Conversion and Management*, 48(3):890-897.
- PEPESEC. (2008). Energy Planning Guidance – PEPESEC Project.
- Polatidis, H., Haralambopoulos, D., Kemp, R., Rothman, D., 'Creating an energy system that we want but don't know yet, using Integrated Assessment, Transition Management and multi-Criteria Analysis', *Integrated Assessment*, accepted for publication, forthcoming, 2003
- Rae C., Bradley F. (2012). Energy Autonomy in Sustainable Communities - A Review of Key Issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(9):6497-6506.
- Ramanathan R. (2001). A Note on the Use of the Analytic Hierarchy Process for Environmental Impact Assessment. *Journal of Environmental Management*, 63(1): 27-35.
- Rapport D.J., Friend A.M. (1979). Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: a Stressresponse Approach. Minister of Supply and Services Canada, Ottawa, Statistics Canada Catalogue 11-510.
- Rees H., Hyland J., Hylland K., Mercer Clarke C., Roff J., Ware S. (2008). Environmental Indicators: Utility in Meeting Regulatory Needs. An Overview. *ICES Journal of Marine Science*, 65:1381-1386.
- REMI. (2014). <http://www.remi.com>
- Renn O. (2013). Social Assessment of Waste Energy Utilization Scenarios. *Energy*, 28(13):1345-1357.
- Rip A., Kemp R. (1998). Technological Change, in S. Rayner and E. L. Malone (eds). *Human Choice and Climate Change*. Battelle Press, Columbus, pp. 327-399.
- Roy B. (1991). The Outranking Approach and the Foundations of Electre Methods. *Theory and Decision*, 31(1):49-73.
- Roy B. (2010). Robustness in Operational Research and Decision Aiding: A Multi-Faceted Issue". *European Journal of Operational Research*, 200:629–638.
- Roy B., Present M., Silhol D. (1986). A Programming Method for Determining which Paris Metro Stations should be Renovated. *European Journal of Operational Research*, 24(2):318-334.
- Saaty T. L., (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48(1): 9-26.
- Saaty T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York, NY, USA: McGraw-Hill International Book

- Company, pp.281 (ISBN 0-07-054371-2).
- Saltzman S. A. (1977). *Energy Technology and Global Policy: A Selection of Contributing Papers to the Conference on Energy Policies and the International System*. Santa Barbara, Oxford: Clio Press.
- Sanstad A.H., McMenamin S., Sukenik A., Barbose G.L., Goldman C.A. (2014). Modeling an Aggressive Energy-Efficiency Scenario in Long-Range Load Forecasting for Electric Power Transmission Planning. *Applied Energy*, 128:265-276.
- Santamouris M., Kapsis K., Korres D., Livada I., Pavlou C., Assimakopoulos M.N. (2004). On the Relation between the Energy and Social Characteristics of the Residential Sector». *Energy and Social Characteristics of Residential Sector*.
- Schipper L., Unander F., Marie-Lilliu C. (2000). *The IEA Energy Indicators Effort: Increasing the Understanding of the Energy/Emissions Link, Contribution of the International Energy Agency to the COP-6/FCCC*, IEA/OECD, Paris, France.
- Schoor T., Scholtens B. (2015). Power to the People: Local Community Initiatives and the Transition to Sustainable Energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43:666–675
- Schrattenholzer L. (2005). Some Issues in Energy Policy and Planning. *Encyclopedia of Life Support Systems*. Oxford, UK: EOLSS Publishers.
- Sebesta H. (2010). Accumulation Systems of Electric Energy solved by Multicriteria Analysis Methods IPA and TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 37:5491–5497.
- SEC-Tools. (2008). *Promotion of Sustainable Energy Practice at Community level in EU*.
- SECURE Project. (2008). *Finding Your Way to Energy Actions – Guidelines for Communities on How to Set an Energy Action Plan*.
- Selman P., Parker J. (1997). Citizenship, Civicness and Social Capital in Local Agenda 21. *Local Environment*, 2(2):171-184.
- Shen Y.-C., Chou C.J., Lin G.T.R. (2011). The Portfolio of Renewable Energy Sources for Achieving the Three Policy Goals. *Energy*, 36:2589-2598.
- Shipper L., Unander F., Murtishaw S., Ting M. (2001). Indicators of Energy Use and Carbon Emissions: Explaining the Energy Economy Link. *Annual Review of Energy and the Environment*, 26:49-81.
- Simões S., Cleto J., Fortes P., Seixas J., Huppés G. (2008). Cost of Energy and Environmental Policy in Portuguese CO₂ Abatement – Scenario Analysis to 2020. *Energy Policy*, 36(9):3598-3611.
- Siskos E., Dimitris, A., & Psarras, J. (2014). Multicriteria Decision Support for Global e-Government Evaluation. *Omega*, 46:51-63.
- Siskos E., Malafekas M., Askounis D., Psarras J. (2013). E-government Benchmarking in European Union: A Multicriteria Extreme Ranking Approach. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 399, 338-348.
- Siskos J. (1980). Comment modéliser les preferences au moyen de fonctions d'utilité additives. *RAIRO Recherche Opérationnelle*, 14:53-82.

- Siskos J., Assimakopoulos N. (1989). Multicriteria Highway Planning: A Case Study. *Mathematical and Computer Modelling*, 10-11(12):1401-1410.
- Siskos Y. (2001). Preference Disaggregation. *Encyclopedia of Optimization*, pp 2003-2014.
- Siskos Y., Grigoroudis E., Matsatsinis N. (2005). The UTA methods. In J. Figueira, S. Greco, & M. Ehrgott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys* (pp. 297–343). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sola A.-V.-H., Mota C.-M.-de-M. (2012). A Multi-Attribute Decision Model for Portfolio Selection Aiming to Replace Technologies in Industrial Motor Systems. *Energy Conversion and Management*, 57:97-106.
- Stocker A., Großmann A., Madlener R., Wolter M.I. (2011). Sustainable Energy Development in Austria until 2020: Insights from Applying the Integrated Model “e3.at”. *Energy Policy*, 39(10):6082–6099.
- Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A. (2007). Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. *Solar Energy*, 81, 1295–1305, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>.
- TABULA - Typology Approach for Building Stock Energy Assessment. (2012). Available at: <http://www.building-typology.eu/country/typology-gr.html>.
- Tamimi A., Kodah Z. (1993). Modelling of Energy Consumption and Projection in Jordan. *Energy Conversion & Management*, 34:427-32.
- Technopolis Group, Fondazione Eni Enrico Mattei, Hincio and Ludwig-Bolkow-Systemtechnik. (2013). Mid-term evaluation of the Covenant of Mayors. Final report.
- Tegou I., Polatidis H., Haralambopoulos D.A. (2007). Environmental Management Framework for Wind Farm Siting: Methodology and Case Study. *Journal of Environmental Management*, 91:2134-2147.
- Tegou I., Polatidis H., Haralambopoulos D.A. (2010). Environmental Management Framework for Wind Farm Siting: Methodology and Case Study. *Journal of Environmental Management*, 91:2134-2147.
- Terrados J., Almonacid G., Hontoria L. (2007). Regional Energy Planning through SWOT Analysis and Strategic Planning Tools. Impact on Renewables Development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(6):1275-1287.
- Terrados J., Almonacid G., Pérez-Higueras P. (2009). Proposal for a Combined Methodology for Renewable Energy Planning. Application to a Spanish Region». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13:2022-2030.
- Thomaidis F., Konidari P., Mavrakis D. (2008). The Wholesale Natural Gas Market Prospects in the Energy Community Treaty Countries. *Operational Research International Journal*, 8:63–75.
- TMCE - Toolbox of Methodologies on Climate and Energy. (2011). <http://toolbox.climate-protection.eu>.
- Tsoutsos Th., Drandaki M., Frantzeskaki N., Iosifidis E., Kiosses I. (2009). Sustainable Energy Planning by Using Multi-Criteria Analysis Application in the Island of Crete. *Energy Policy* 37:1587-1600.
- Tzifa, V., Papadakos, G., Papadopoulou, A.G., Marinakis, V., Psarras, J. (2014). Uncertainty and Method Limitations in a short-time Measurement of the

- Effective Thermal Transmittance on a Building Envelope using an Infrared Camera. *International Journal of Sustainable Energy* (in press).
- UN - United Nations. (2013). *World Urbanization Prospects: Department of Economic and Social Affairs – Population Division*. Available at: <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/index.shtml>.
- UNDESA - United Nations Department of Economic and Social Affairs. Available at: <http://www.un.org/en/development/desa/index.html>.
- UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. (2010). *Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009. Part One: Proceedings. FCCC/CP/2009/11 30*.
- Vera I., Langlois L. (2007). *Energy Indicators for Sustainable Development*. *Energy*, 32(6):875-882.
- Von Winterfeldt D., Edwards W. (1986). *Decision Analysis and Behavioral Research*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, pp. 624 (ISBN: 0-521-273048).
- Voropai NL., Ivanova EY. (2002). *Multicriteria Decision Analysis Technique in Electric Power System Expansion Planning*. *Electrical Power and Energy Systems*. 24(1):71–78.
- WCED - World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.
- Wei Y.-M., Liang Q.-M., Fan Y., Okada N., Tsai H.-T. (2006). *A Scenario Analysis of Energy Requirements and Energy Intensity for China's Rapidly Developing Society in the Year 2020*. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(4):405-421.
- Wise Plans. (2007). <http://www.wiseplans.eu>.
- Wiser R., Pickle S., Goldman C. (1997). *Renewable Energy and Restructuring: Policy Solutions for the Financing Dilemma*. *The Electricity Journal*, 10(10):65-75.
- Yamamoto H., Yamaji K., Fujino J. (2000). *Scenario Analysis of Bioenergy Resources and CO₂ Emissions with a Global Land Use and Energy Model*. *Applied Energy*, 66(4):325–337.
- Yedla S., Shrestha R. M. (2003). *Multi-Criteria Approach for the Selection of Alternative Options for Environmentally Sustainable Transport System in Delhi*. *Transportation Research Part A*, 37:717-729.
- IAEA - International Atomic Energy Agency. (2015). Available at: <https://www.iaea.org>.
- 100-RES-COMMUNITIES. (2010). http://eaci-projects.eu/iee/page/Page.jsp?op=project_detail&prid=2550.
- Αποστολίδου Ι. (2010). *Αξιολόγηση Καινοτόμου Θερμοκηπιακής Εκμετάλλευσης σε Συνθήκες Προσομοίωσης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεωπονική Σχολή*.
- Δρούτσα Κ., Μπαλαράς Κ. (2006). *Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και Εξοικονόμηση Ενέργειας για Θέρμανση σε Ελληνικές Πολυκατοικίες*. 8^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας Θεσσαλονίκη, Ελλάδα.
- Δρούτσα Κ., Μπαλαράς Κ. (2009). *Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και Εξοικονόμηση*

- Ενέργειας για Θέρμανση σε Ελληνικές Πολυκατοικίες. Αθήνα, Ελλάδα.
- ΕΕ - Ευρωπαϊκή Ένωση. (2012). Ενεργειακή Απόδοση σε Πόλεις και Περιφέρειες - Έμφαση στις διαφορές μεταξύ Αγροτικών Περιοχών και Πόλεων. Σχέδιο Γνωμοδότησης της Επιτροπής των Περιφερειών. Βρυξέλλες, Βέλγιο.
- ΕΕ - Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2006). Πράσινη Βίβλος: Ευρωπαϊκή Στρατηγική για Αειφόρο, Ανταγωνιστική και Ασφαλή Ενέργεια. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.
- ΕΕ - Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2008). Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών. Δύο Φορές το 20 έως το 2020. Η κλιματική αλλαγή και η ευκαιρία της Ευρώπης. COM(2008) 30 τελικό.
- ΕΕ - Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2010a). Ανακοίνωση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής: «Ευρώπη 2020: Στρατηγική για Έξυπνη, Διατηρήσιμη και χωρίς Αποκλεισμούς Ανάπτυξη». COM(2010) 2020 τελικό.
- ΕΕ - Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2010b). Στόχοι της «Ευρώπης 2020» (http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/targets_el.pdf).
- ΕΕ - Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2012). Γνωμοδότηση της Επιτροπής των Περιφερειών με θέμα «Ενεργειακή Απόδοση σε Πόλεις και Περιφέρειες – Έμφαση στις διαφορές μεταξύ Αγροτικών Περιοχών και Πόλεων», Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- ΕΕ - Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2014). Ανακοίνωση της Επιτροπής προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, το Συμβούλιο, την Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και την Επιτροπή των Περιφερειών. Απολογισμός της Στρατηγικής «Ευρώπη 2020» για μια Έξυπνη, Διατηρήσιμη και χωρίς Αποκλεισμούς Ανάπτυξη. COM(2014) 130 τελικό.
- ΕΛ.ΣΤΑΤ. - Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία. (2012). Συνθήκες Διαβίωσης στην Ελλάδα. Πειραιάς, Ελλάδα.
- ΙΝΑΣΟ - Ινστιτούτο Αγροτικής Συνεταιριστικής Οικονομίας. (2009). Μελέτη Εφαρμογής Ενιαίου Μοντέλου Διαχείρισης του Αρδευτικού Νερού στην Ελληνική Γεωργία.
- ΙΟΒΕ - Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών Ερευνών. (2011). Αγροτικά Μηχανήματα και Ανταγωνιστικότητα Πρωτογενούς Τομέα.
- Καδιανάκης Ν., Καρανάσιος Σ. (2002). Γραμμική Άλγεβρα Αναλυτική Γεωμετρία και Εφαρμογές", 2^η Έκδοση (Ε.Μ.Π.), Αθήνα, Ελλάδα.
- Καδιανάκης Ν., Καρανάσιος Σ., Φελλούρης Α. (2003). Ανάλυση ΙΙ - Συναρτήσεις Πολλών Μεταβλητών, 6^η Έκδοση (Ε.Μ.Π.), Αθήνα, Ελλάδα.
- ΚΑΠΕ - Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας. (2012). Οδηγός Υποβολής Προτάσεων στο Πρόγραμμα «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ» - Παράρτημα 1.
- MAKE-IT-BE. (2011). Decision Making and Implementation Tools for Delivery of Local & Regional BioEnergy Chains.
- Μαρινάκης Ε. (2011). Προώθηση Πράσινης Επιχειρηματικότητας σε Τοπικό Επίπεδο. ΗΜΕΡΙΔΑ: Πράσινη Επιχειρηματικότητα – Ευκαιρίες & Προκλήσεις, Capital and Vision. 23-25 Σεπτεμβρίου 2011, Ξενοδοχείο Hilton, Αθήνα, Ελλάδα.
- Μαρινάκης Ε., Παπαδοπούλου Α., Δούκας Χ., Ψαρράς Ι. (2012). Βιώσιμη Ενέργεια και Αγροτική Ανάπτυξη: Μια Μελέτη Περιπτώσεως για την Ελλάδα. 12^ο Ειδικό

- Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών, 9^η Συνάντηση Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων «Πληροφοριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων με Πολλαπλά Κριτήρια», 11-13 Οκτωβρίου 2012, Καβάλα, Ελλάδα.
- Μαρινάκης Ε., Παπαδοπούλου Α., Καρακώστα Χ., Φαρράς Ι. (2011). Υποστήριξη Αποφάσεων για την Προώθηση της Αγροτικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης. 11^ο Ειδικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών, 8^η Συνάντηση Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων, Πολυκριτήρια Ανάλυση και Διαχείριση Τεχνολογίας. 8-10 Δεκεμβρίου 2011, Ξενοδοχείο Negroponte Resort, Ερέτρια Ευβοίας, Ελλάδα.
- Μποζατζίδης Χ. (2006). Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Αντλίες Νερού. Ημερίδα για τα Ενεργειακά Αποδοτικά Ηλεκτροκινούμενα Συστήματα, Αθήνα, Ελλάδα.
- ΟΕΕ - Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας. (2008). Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια – Επιθεωρήσεις Κτιρίων.
- Παπακώστας Κ., Κυριάκης Ν., Οικονόμου Δ. (2006). Εκτίμηση της Κατανάλωσης Ενέργειας για Θέρμανση σε Κτίρια Κατοικιών 36 Ελληνικών Πόλεων. RenewEnergy2006.
- Παπακώστας Κ., Τσιλιγκιρίδης Γ., Κυριάκης Ν. (2005). Βαθμοημέρες Θέρμανσης 50 Ελληνικών Πόλεων. Τεχν. Χρον. Επιστ. Έκδ. ΤΕΕ, IV, τεύχ. 1-2. Αθήνα, Ελλάδα.
- ΠΑΣΕΓΕΣ - Πανελλήνια Συνομοσπονδία Ενώσεων Αγροτικών Συνεταιρισμών. (2014). Νερό και Γεωργία στην Ελλάδα.
- Σαμιωτάκης Α., Τοίτουρα Μ., Τσούτσος Θ. (2010). Έρευνα για την Κοινωνική Διάσταση της Ενεργειακής Ζήτησης στην Κρήτη. Τεχνικά Χρονικά.
- Σίκοκ Ι. (2008). Μοντέλα Αποφάσεων – Μεθοδολογία Επιχειρησιακής Έρευνας, Θεωρία Πολυκριτήριας Ανάλυσης, Εφαρμογές σε Επιχειρήσεις και Οργανισμούς. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών. Σελίδες 479, Αθήνα, Ελλάδα (ISBN: 978-960-6759-10-9).
- Στρατηγέα Αν. (2010). Βιώσιμες Ενεργειακά Κοινότητες - Μία Σχεδιαστική Πρόκληση για τις Ορεινές Περιοχές. 6ο Διεπιστημονικό Διαπανεπιστημιακό Συνέδριο του Ε.Μ.Π. και του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. του Ε.Μ.Π. «Η Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών» Μέτσοβο, 16-19 Σεπτεμβρίου 2010.
- ΥΠΕΚΑ - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. (2009). 6^η Εθνική Έκθεση (έτος 2009) Σχετικά με την Προώθηση της Χρήσης των Βιοκαυσίμων ή άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων για Μεταφορές στην Ελλάδα, την περίοδο 2005-2010. Αθήνα, Ελλάδα.
- ΥΠΕΚΑ - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. (2010). Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010. Αθήνα, Ελλάδα.
- ΥΠΕΚΑ - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. (2015). Ευρωπαϊκή Πολιτική. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446>.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

I. Δημοσιεύσεις

*Δημοσιευμένες
Εργασίες σε
Επιστημονικά
Περιοδικά*

- Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2015). Local Communities towards a Sustainable Energy Future: Needs and Priorities. *International Journal of Sustainable Energy* (in press).
- Androulaki S., Doukas H., Marinakis V., Madrazo L., Legaki N.Z. (2015). Enabling Local Authorities to Produce Short-Term Energy Plans: A Multidisciplinary Decision Support Approach. *Management of Environmental Quality* (in press).
- Karakosta C., Marinakis V., Flamos A., Tuerk A., Frieden D. (2015). Expanding RES Cooperation with West Balkans: From Importing Electricity to Exporting RES. *International Journal of Energy Sector Management* (in press).
- Karakosta C., Papapostolou K., Marinakis V., Flamos A. (2015). Assessment of RES Cooperation framework in North Africa: A multicriteria approach based on UTASTAR. *International Journal of Energy Sector Management* (in press).
- Tzifa, V., Papadakis, G., Papadopoulou, A.G., Marinakis, V., Psarras, J. (2015). Uncertainty and Method Limitations in a short-time Measurement of the Effective Thermal Transmittance on a Building Envelope using an Infrared Camera. *International Journal of Sustainable Energy* (in press).
- Karakosta C, Papapostolou A., Dede P., Marinakis V., Psarras J. (2015). Investigating EU-Turkey Renewable Cooperation Opportunities: A SWOT Analysis. *International Journal of Energy Sector Management* (in press).
- Marinakis V., Papadopoulou A., Doukas H., Psarras J. (2015) A Web Tool for Sustainable Energy Communities. *International Journal of Information and Decision Sciences*, 7(1):18-31.
- Doukas H., Tsiousi A., Marinakis V., Psarras J. (2014). Linguistic multi-criteria decision making for energy and environmental corporate policy. *Information Sciences*, 258:328-338.
- Marinakis V., Doukas H., Karakosta C., Psarras J. (2013). An Integrated System for Buildings' Energy-Efficient Automation: Application in the Tertiary Sector. *Applied Energy*, 101:6-14.
- Doukas H., Flamos A., Marinakis V., Assadi M. (2013). EU-GCC cooperation for natural gas: Prospects and challenges. *International Journal of Energy Sector Management*, 7 (2):194-222.
- Marinakis V., Karakosta C., Doukas H., Androulaki S., Psarras J. (2013). A building automation and control tool for remote and real time monitoring of energy consumption. *Sustainable Cities and Society*, 6(1):11-15.
- Karakosta C., Marinakis V., Psarras J. (2013). RES Cooperation

Opportunities between EU and MENA Countries: The Case of Morocco. *Energy Strategy Reviews*, 2(1):92-99.

Karakosta C., Marinakis V., Letsou P., Psarras J. (2013). Does the CDM offer sustainable development benefits or not?. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 20(1):1-8.

Karakosta C., Pappas C., Marinakis V., Psarras J. (2013). Renewable Energy and Nuclear Power towards Sustainable Development: Characteristics and Prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22:187-197.

Pappas C., Karakosta C., Marinakis V., Psarras J. (2012). A comparison of electricity production technologies in terms of sustainable development. *Energy Conversion and Management*, 64:626-632.

Doukas H., Marinakis V., Psarras J. (2012). “Greening” the Hellenic Corporate Energy Policy: An Integrated Decision Support Framework. *International Journal of Green Energy*, 9(6):487-502.

Doukas H., Marinakis V., Karakosta C., Psarras J. (2012). Promoting Renewables in the Energy Sector of Tajikistan. *Renewable Energy*, 39(1):411-418.

*Εργασίες υπό
αξιολόγηση για
δημοσίευση σε
Επιστημονικά
Περιοδικά*

Marinakis V., Doukas H., Psarras J. (2015). Multicriteria Decision Support for Scenario’s Development and Local Energy Planning. *European Journal of Operational Research* (under review).

Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2015). Forecasting of Energy Consumption and CO₂ Emissions at Local/Regional Level: The Case of Greece. *International Journal of Global Energy Issues* (under review).

*Δημοσιευμένες
Εργασίες σε
Κεφάλαια
Βιβλίων*

Marinakis V., Karakosta C., Papadopoulou A.G., Psarras J. (2015). Sustainable Energy Action Plan for the Covenant Signatories: The Choice of Emission Factors. Chapter of the Book “Sustainable Development: Processes, Challenges and Prospects”. Nova Science Publishers, Editor: Reyes D., Nova Science Publishers (ISBN: 978-1-63482-587-0).

Doukas H., Makarouni I., Karakosta C., Marinakis V., Psarras J. (2013). EU-GCC Clean Energy Cooperation: From Concepts to Action. Chapter 12 of the Book “Sustainable Practices: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications”. Editor: M. Khosrow-Pour, IGI Global Publications (ISBN: 978-1-46664-852-4).

Karakosta C., Marinakis V., and Psarras J. (2012). Supporting Decision Makers in Assessing Environmental Policy Instruments. Chapter 2 of the Book “Renewable Energy: Economics, Emerging Technologies and Global Practices”. Editor: Poullikkas A. Nova Science Publishers (ISBN: 978-1-

62618-264-6).

Doukas H., Makarouni I., Karakosta C., Marinakis V., Psarras J. (2011). EU - GCC Clean Energy Cooperation: From Concepts to Action. Chapter 15 of the Book “Sustainable Systems and Energy Management at the Regional Level: Comparative Approaches”, Editor: Tortora M., IGI Global Publications (ISBN13: 9781466648524).

*Δημοσιεύσεις σε
Επιστημονικά
Συνέδρια*

Σκονδρογιάννη Χ., Μαρινάκης Ε., Δέδε Φ., Δούκας Χ. (2015). «Ευφύεις» Κανόνες για τη Ρύθμιση Θερμοκρασίας σε Εσωτερικούς Χώρους Κτιρίων Επιτυγχάνοντας Αποδεκτά Επίπεδα Άνεσης και Εξοικονόμηση Ενέργειας. 4^ο Φοιτητικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών «Επιχειρησιακή Έρευνα: Ευκαιρίες και Προκλήσεις μέσα στην Κρίση», 17-18 Δεκεμβρίου, 2015, Αθήνα, Ελλάδα.

Σάββα Β., Μαρινάκης Ε., Πετυχάκης Μ., Δούκας Χ. (2015). «Engagement Tool»: Ένα Διαδικτυακό Εργαλείο για την Ενεργειακή Διαχείριση Κτιρίων, Οδικού Φωτισμού και Ηλεκτρικών Οχημάτων των «Εξυπνων» Πόλεων. 4^ο Φοιτητικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών «Επιχειρησιακή Έρευνα: Ευκαιρίες και Προκλήσεις μέσα στην Κρίση», 17-18 Δεκεμβρίου, 2015, Αθήνα, Ελλάδα.

Τσαπέλας Ι., Μαρινάκης Ε., Δέδε Φ., Δούκας Χ. (2015). Διαδικτυακό Εργαλείο για Προσδιορισμό των Στόχων μείωσης Ενεργειακής Κατανάλωσης, Κόστους και Εκπομπών Δημοτικών Κτιρίων. 4^ο Φοιτητικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών «Επιχειρησιακή Έρευνα: Ευκαιρίες και Προκλήσεις μέσα στην Κρίση», 17-18 Δεκεμβρίου, 2015, Αθήνα, Ελλάδα.

Νίκας Α., Κληρονόμου Μ.-Α., Μαρινάκης Ε., Δούκας Χ. (2015). Σύγκριση Εναλλακτικών Μονοπατιών Μετάβασης Χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε κοινωνίες Χαμηλών Εκπομπών Άνθρακα μέσω Ασαφών Γνωστικών Δικτύων. 4^ο Φοιτητικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών «Επιχειρησιακή Έρευνα: Ευκαιρίες και Προκλήσεις μέσα στην Κρίση», 17-18 Δεκεμβρίου, 2015, Αθήνα, Ελλάδα.

Doukas H., Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2015). Web-based Support Tools to Mobilise Regions and Cities under the Climate and Energy Challenges. 1ST International Transport Conference & 15th Special Conference of the Hellenic Operational Research Society. 15-16 October 2015, Alexandroupoli, Greece.

Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras V., Doukas H. (2015). Energy Use Optimization in Cities: Innovative Technological Solutions for the Local Authorities. 8th International Scientific Conference Energy and Climate Change - Contributing to deep Decarbonization. 7-9 October 2015, Athens, Greece.

Marinakis V., Papadopoulou A.G., Anastasopoulos G., Doukas H., Psarras J. (2015). Advanced ICT Platform for Real-time Monitoring and Infrastructure Efficiency at the City Level.

- The 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2015), 6-8 July 2015, Ionian University, Corfu, Greece.
- Papastamatiou I., Marinakis V., Doukas H., Psarras J. (2015). A Web Tool for Assessing the Energy Use of Buildings: First Results from Real Life Application. The 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2015), 6-8 July 2015, Ionian University, Corfu, Greece.
- Spiliotis E., Anastasopoulos G., Dede P., Marinakis v., Doukas H. (2015). A Framework for Integrating User Experience in Action Plan Evaluation through Social Media. The 6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA 2015), 6-8 July 2015, Ionian University, Corfu, Greece.
- Marinakis V., Papadopoulou A.G., Anastasopoulos G., Doukas H., Psarras J. (2015). Energy Management Services for the City Authorities: The ESCOCITY Web Portal. 4th International Symposium and 26th National Conference on Operational Research, 4-6 June 2015, Chania, Greece.
- Doukas H., Marinakis V., Psarras J. (2015). Current Trends of the Decision Support Systems for the Energy Performance of Buildings. 4th International Symposium and 26th National Conference on Operational Research, 4-6 June 2015, Chania, Greece.
- Karakosta, C., Marinakis, V., Papapostolou, A., Psarras, J. (2015). Benefits and Costs Sharing through RES Electricity Cooperation between Europe and Third Countries. 3rd International Conference on Energy Systems and Technologies - ICEST 2015, 16-19 February 2015, Cairo, Egypt.
- Karakosta, C., Marinakis, V., Papapostolou, A., Psarras, J. (2014). Bringing Europe and Third Countries Closer Together through Renewable Energies. Energy Technologies Conference - ENTECH 2014, 22-24 December 2014, Istanbul, Turkey.
- Papapostolou, A., Karakosta, C., Marinakis, V., Psarras, J. (2014). Country risk evaluation methodology to support bilateral cooperation in the field of electricity generation from renewable sources. Proceedings of the 3rd International Symposium and 25th National Conference on Operational Research, 26-28 June 2014, Volos, Greece (ISBN: 978-618-80361-3-0).
- Papavasileiou I., Marinakis V., Psarras J. (2013). Techno-Economic Evaluation of Energy-Saving Measures in a Public Building. Proceedings of the 2nd International Symposium and 24th National Conference on Operational Research of the Hellenic Operational Research Society (HELORS), 26-28 September 2013, Athens, Greece (ISBN: 978-618-80361-1-6).
- Κοντού Α., Μαρινάκης Ε., Ψαρράς Ι. (2012). Συγκριτική Αξιολόγηση των Μεθόδων Υπολογισμού Εκπομπών CO₂ στο πλαίσιο

- Ανάπτυξης Σχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. 2^ο Πανελλήνιο Φοιτητικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, «Πράσινη Επιχειρηματικότητα & Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη», 13 – 15 Δεκεμβρίου 2012, Αθήνα, Ελλάδα.
- Λαδάς Θ., Μαρινάκη Ε., Ψαρράς Ι. (2012). Οικονομοτεχνική Μελέτη και Αξιολόγηση Εγκατάστασης Διασυνδεδεμένου Οικιακού Συστήματος Φωτοβολταϊκών. 2^ο Πανελλήνιο Φοιτητικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, «Πράσινη Επιχειρηματικότητα & Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη», 13 – 15 Δεκεμβρίου 2012, Αθήνα, Ελλάδα.
- Δέδε Φ., Μαρινάκης Ε., Ψαρράς Ι. (2012). Δημιουργία και Αξιολόγηση Εναλλακτικών Σεναρίων Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. 2^ο Πανελλήνιο Φοιτητικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, «Πράσινη Επιχειρηματικότητα & Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη», 13 – 15 Δεκεμβρίου 2012, Αθήνα, Ελλάδα.
- Γκόγκα Α., Μαρινάκης Ε., Ψαρράς Ι. (2012). Ανάπτυξη Προσχεδίου Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια για το Δήμο Ιωαννιτών. 2^ο Πανελλήνιο Φοιτητικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, «Πράσινη Επιχειρηματικότητα & Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη», 13 – 15 Δεκεμβρίου 2012, Αθήνα, Ελλάδα.
- Παπασταματίου Η., Δούκας Χ., Παπαδοπούλου Α., Μαρινάκης Ε., Ψαρράς Ι. Ενεργειακή Επιθεώρηση: Μελέτη Περίπτωσης Νοσοκομειακής Μονάδας και Νέα Εργαλεία Υποστήριξης. 2^ο Πανελλήνιο Φοιτητικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, «Πράσινη Επιχειρηματικότητα & Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη», 13 – 15 Δεκεμβρίου 2012, Αθήνα, Ελλάδα.
- Μαρινάκης Ε., Παπαδοπούλου Α., Δούκας Χ., Ψαρράς Ι. (2012). Βιώσιμη Ενέργεια και Αγροτική Ανάπτυξη: Μια Μελέτη Περίπτωσης για την Ελλάδα. 12^ο Ειδικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών, 9^η Συνάντηση Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων «Πληροφοριακά Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων με Πολλαπλά Κριτήρια», 11-13 Οκτωβρίου 2012, Καβάλα, Ελλάδα.
- Marinakis V., Papadopoulou A., Psarras J. (2012). Strengthening Sustainable Energy Policies within the Covenant of Mayors Initiative. 5th International Scientific Conference on «Energy and Climate Change», 11-12 October 2012, Athens, Greece.
- Μαρινάκης Ε., Παπαδοπούλου Α., Σίσκος Ι., Ψαρράς Ι. (2012). Ενεργειακά Βιώσιμες Κοινότητες: Ένα Μεθοδολογικό Πλαίσιο για την Υποστήριξη των Τοπικών & Περιφερειακών Φορέων. Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων & Συστημάτων, Πρακτικά 23^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιχειρησιακών Ερευνών. Επιμέλεια Έκδοσης Ψαρράς, Ι. και Ματσοατοίνης Ν. 12 – 14 Σεπτεμβρίου, Αθήνα, Ελλάδα (ISBN: 978-960-87277-8-6).

- Pappas C., Karakosta C., Marinakis V., Psarras J. (2011). Achieving sustainability through Renewable energy and Nuclear power: A Presentation of Promising Technology Options. The Third International Renewable Energy Congress (IREC 2011), 20 – 22 December 2011, Hammamet, Tunisia.
- Μαρινάκης Ε., Παπαδοπούλου Α., Καρακώστα Χ., Ψαρράς Ι. (2011). Υποστήριξη Αποφάσεων για την Προώθηση της Αγροτικής & Περιφερειακής Ανάπτυξης. 11^ο Ειδικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας Επιχειρησιακών Ερευνών, 8^η Συνάντηση Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων, Πολυκριτήρια Ανάλυση και Διαχείριση Τεχνολογίας. 8-10 Δεκεμβρίου 2011, Ξενοδοχείο Negroponte Resort, Ερέτρια Ευβοίας, Ελλάδα.
- Marinakis V., Doukas H., Karakosta C., Psarras J. (2011). Interactive Software for Building Automation Systems towards Effective Energy and Environmental Management. The 6th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy Water and Environment Systems (SDEWES 2011), 25 – 29 September 2011, Dubrovnik, Croatia.
- Marinakis V., Karakosta C., Doukas H., Psarras J. (2011). A Smart Tool for Assessing Energy Performance of Buildings. 10th International Conference on Sustainable Energy Technologies (SET 2011), 4 – 7 September 2011, Istanbul, Turkey.
- Ανακοινώσεις σε Συνέδρια κατόπιν Πρόσκλησης* Παπαδοπούλου Α., Μαρινάκης Ε., Δούκας Χ., Ψαρράς Ι. (2013). Προωθώντας την Τοπική Ανάπτυξη μέσω της Ενεργειακής Αειφορίας. 4^ο Συνέδριο της Ένωση Διπλωματούχων Ελληνίδων Μηχανικών (ΕΔΕΜ) για την Ενέργεια: Πράσινη Ενέργεια ως Απάντηση στην Κρίση (υπό την αιγίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής - ΥΠΕΚΑ). 18-19 Ιουνίου 2013, Αθήνα, Ελλάδα.
- Μαρινάκης Ε. (2011). Προώθηση Πράσινης Επιχειρηματικότητας σε Τοπικό Επίπεδο. ΗΜΕΡΙΔΑ: Πράσινη Επιχειρηματικότητα – Ευκαιρίες & Προκλήσεις, Capital and Vision. 23-25 Σεπτεμβρίου 2011, Ξενοδοχείο Hilton, Αθήνα, Ελλάδα.
- Marinakis V., Doukas H., Psarras J., Papadopoulos D., Kostopoulos A. (2010). Integrated Framework for Enterprises Energy and Environmental Policies (ENTREE Policies). Enterprise 2020 MarketPlace Event. 28 October 2010, Brussels, Belgium.
- Δούκας Χ., Μαρινάκης Ε., Ψαρράς Ι. (2010). Έξυπνα Δίκτυα: Ευκαιρίες & Προκλήσεις προς το 2020. Συνεδριακή Ενότητα «Smart Grid» (Έξυπνα Δίκτυα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ισχύος), Athens Digital Week, 7 – 10 Οκτωβρίου 2010. ΤΕΧΝΟΠΟΛΙΣ, ΓΚΑΖΙ, Αθήνα, Ελλάδα.
- Δούκας Χ., Παπαδοπούλου Α., Καρακώστα Χ., Μαρινάκης Ε., Ψαρράς Ι. (2009). Πράσινη Επιχειρηματικότητα – Λειτουργία Εταιρειών Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (ESCOs). Money Show, 18 – 20 Δεκεμβρίου 2009, Αθήνα, Ελλάδα.

- Άρθρα σε
Περιοδικό
Τεχνικό Τύπο
(Ελληνικό και
Διεθνή)*
- Δούκας Χ., Μαρινάκης Ε., Ψαρράς Ι. (2015). Συστήματα Υποστηρίξης Αποφασεων Διαχειρισης Ενεργειας στον Κτιριακό Τομέα. Building Green Magazine (υπό έκδοση).
- Μαρινάκης Ε., Δούκας Χ., Ψαρράς Ι., Αδαμόπουλος Α. (2010). Ανάπτυξη διαδραστικών συστημάτων κτιριακού αυτοματισμού. Building Green Magazine. Οκτώβριος – Δεκέμβριος 2010, Τεύχος 17, Σελίδες 64-68.
- Δούκας Χ., Καρακώστα Χ., Μαρινάκης Ε. (2010). Εταιρική Κοινωνική Ευθύνη – Η Απάντηση των Επιχειρήσεων για την Βιώσιμη Ανάπτυξη. Περιοδικό Αζιμούθιο, Προστασία Περιβάλλοντος – Άθληση στη Φύση – Διάδοση του Πολιτισμού. Απρίλιος-Μάιος-Ιούνιος 2010, Τεύχος 60, Σελίδες 86-87.

II. Δράσεις & Μέτρα

Ακολούθως, παρουσιάζονται οι δράσεις και τα μέτρα σε κάθε έναν από τους τομείς δραστηριότητας του δήμου, που είναι εφικτό να υλοποιηθούν σε μια περιοχή τόσο από την πλευρά του Δήμου όσο και των πολιτών.

Γεωργία/Δασοκομία/Αλμεία

Δράσεις/Μέτρα Δήμου

- | | |
|-----------------|--|
| Δ ₁₁ | Αναπροσαρμογή Τμήματος Αγροτικής Ανάπτυξης |
| Δ ₁₂ | Συνεχής Κατάρτιση Αγροτών σχετικά με θέματα Άρδευσης και Εκσυγχρονισμού Γεωργικών Ελκυστήρων |
| Δ ₁₃ | Υλοποίηση Ευρύτερης Εκστρατείας Ενημέρωσης (Διανομή Ενημερωτικού Υλικού, κλπ) |

Δράσεις Πολιτών

- | | |
|-----------------|--|
| Π ₁₁ | Εκσυγχρονισμός & Αντικατάσταση Γεωργικών Ελκυστήρων |
| Π ₁₂ | Αντικατάσταση Επιφανειακής Άρδευσης & Άρδευσης με Τεχνητή Βροχή με τη Μέθοδο της Στάγδην Άρδευσης |
| Π ₁₃ | Συντήρηση & Βελτίωση Περιφερειακού Εξοπλισμού & Αρδευτικού Δικτύου από την Πλευρά των Καλλιεργητών |
| Π ₁₄ | Ενεργειακή Αναβάθμιση Ιδιωτικών Αντλιών |
| Π ₁₅ | Σύστημα Ηλεκτρονικής Υδροληψίας για Άρδευση με Κάρτες Χρέωσης |
| Π ₁₆ | Χρήση Συστημάτων Γεωθερμίας στις Καλλιέργειες |

Δημοτικά Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις

Δράσεις Δήμου

- | | |
|-----------------|--|
| Δ ₂₁ | Δράσεις Ευαισθητοποίησης Δημοτικών Υπαλλήλων |
| Δ ₂₂ | Δράσεις Ευαισθητοποίησης Μαθητών |
| Δ ₂₃ | Υλοποίηση Συστήματος Διαχείρισης Ενέργειας (ΣΔΕ) σύμφωνα με το πρότυπο ISO 50001 για Δημοτικά Κτίρια |
| Δ ₂₄ | Ενίσχυση Κτιριακού Κελύφους Δημοτικών Κτιρίων (Τοποθέτηση Μόνωσης) για Μείωση Θερμικών Απωλειών |
| Δ ₂₅ | Αντικατάσταση Κουφωμάτων |
| Δ ₂₆ | Αντικατάσταση Λαμπτήρων με Αποδοτικότερους, Νέας Τεχνολογίας/Φθορισμού/LED |
| Δ ₂₇ | Αντικατάσταση Κλιματιστικών με νέα Τύπου «Inverter» |
| Δ ₂₈ | Εγκατάσταση Ηλιακών Συλλεκτών για Ζεστό Νερό Χρήσης |

Δ ₂₉	Τοποθέτηση Συστημάτων Ηλιακής Σκίασης
Δ ₂₁₀	Χρήση Αντλιών Θερμότητας
Δ ₂₁₁	Εγκατάσταση Θερμοστατών Χώρου
Δ ₂₁₂	Εγκατάσταση Χρονοδιακόπτη για τη Λειτουργία Ψύξης/Θέρμανσης
Δ ₂₁₃	Αντικατάσταση Καυστήρων-Λεβήτων με Νέας Τεχνολογίας Πετρελαίου/Φυσικού Αερίου/«Pellet»
Δ ₂₁₄	Κεντρική Εγκατάσταση Συστήματος Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης (αγγλ. Building Energy Management System, BEMS)
Δ ₂₁₅	Εγκατάσταση Θερμοστατών Χώρου
Δ ₂₁₆	Εγκατάσταση Χρονοδιακόπτη για τη Λειτουργία Ψύξης/Θέρμανσης
Δ ₂₁₇	Μόνωση Δικτύων Μεταφοράς Συστημάτων Θέρμανσης
Δ ₂₁₈	Πράσινες Στέγες / Φυτεμένα Δώματα
Δ ₂₁₉	Ενεργειακή Αναβάθμιση Εγκαταστάσεων Ύδρευσης
Δ ₂₂₀	Ενεργειακή Αναβάθμιση Βιολογικών Καθαρισμών
Δ ₂₂₁	Εγκατάσταση Συστήματος Τηλεμετρίας στο Δίκτυο Ύδρευσης
Δ ₂₂₂	Συμβάσεις Πράσινων Προμηθειών

Οικιακός Τομέας

Δράσεις/Μέτρα Δήμου

Δ ₃₁	Διεξαγωγή Εκδηλώσεων και Ημερίδων για τους Πολίτες
Δ ₃₂	Σχεδιασμός και Διανομή Ενημερωτικών Εντύπων Σχετικά με τα Οφέλη της Ενεργειακής Αναβάθμισης Κατοικιών
Δ ₃₃	Πρωτοβουλίες Υποστήριξης Δράσεων Πολιτών (Προμήθεια Λαμπτήρων, Δανεισμός Ηλεκτρονικών Μετρητών, κλπ)

Δράσεις Πολιτών

Π ₃₁	Υιοθέτηση Ενεργειακά Ορθολογικής Συμπεριφοράς
Π ₃₂	Ενίσχυση Κτιριακού Κελύφους Δημοτικών Κτιρίων (Τοποθέτηση Μόνωσης) για Μείωση Θερμικών Απωλειών
Π ₃₃	Αντικατάσταση Κουφωμάτων
Π ₃₄	Αντικατάσταση Λαμπτήρων με Αποδοτικότερους, Νέας Τεχνολογίας/Φθορισμού/LED
Π ₃₅	Αντικατάσταση Κλιματιστικών με νέα Τύπου «Inverter»
Π ₃₆	Εγκατάσταση Ηλιακών Συλλεκτών για Ζεστό Νερό Χρήσης
Π ₃₇	Ενδοδαπέδια ψύξη/θέρμανση
Π ₃₈	Αντικατάσταση Παλαιών και Μη Αποδοτικών Ηλεκτρικών

	Συσκευών (Ψυγείων, κλπ)
Π ₃₉	Αντικατάσταση Καυστήρων-Λεβήτων με Νέας Τεχνολογίας Πετρελαίου/Φυσικού Αερίου/«Pellet»
Π ₃₁₀	Εγκατάσταση Θερμοστατών Χώρου
Π ₃₁₁	Εγκατάσταση Χρονοδιακόπτη για τη Λειτουργία Ψύξης/Θέρμανσης
Π ₃₁₂	Μόνωση Δικτύων Μεταφοράς Συστημάτων Θέρμανσης
Π ₃₁₃	Πράσινες Στέγες / Φυτεμένα Δώματα
Π ₃₁₄	Λοιπές Παρεμβάσεις (π.χ. Τοποθέτηση Ανεμιστήρων Οροφής, Χρήση Ανακλαστικών Βαφών, Εφαρμογή Αντιοσάθμισης με Τοποθέτηση Τρίοδης ή Τετράοδης Βάνας Ανάμειξης, κλπ)

Κτίρια, Εξοπλισμός/Εγκαταστάσεις Τριτογενούς Τομέα

Δράσεις / Μέτρα Δήμου

Δ ₄₁	Στοχευμένα Σεμινάρια σε διαφορετικές Επαγγελματικές Ομάδες με στόχο την Ενημέρωση σε θέματα Εξοικονόμησης Ενέργειας
Δ ₄₂	Προώθηση Δράσεων Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτιρίων Τριτογενούς Τομέα μέσω Έντυπου Ενημερωτικού Υλικού

Δράσεις Πολιτών

Π ₄₁	Υιοθέτηση Ενεργειακά Ορθολογικής Συμπεριφοράς
Π ₄₂	Ενίσχυση Κτιριακού Κελύφους Δημοτικών Κτιρίων (Τοποθέτηση Μόνωσης) για Μείωση Θερμικών Απωλειών
Π ₄₃	Αντικατάσταση Κουφωμάτων
Π ₄₄	Αντικατάσταση Λαμπτήρων με Αποδοτικότερους, Νέας Τεχνολογίας/Φθορισμού/LED
Π ₄₅	Αντικατάσταση Κλιματιστικών με νέα Τύπου «Inverter»
Π ₄₆	Εγκατάσταση Ηλιακών Συλλεκτών για Ζεστό Νερό Χρήσης
Π ₄₇	Ενδοδαπέδια ψύξη/θέρμανση
Π ₄₈	Αντικατάσταση Καυστήρων-Λεβήτων με Νέας Τεχνολογίας Πετρελαίου/Φυσικού Αερίου/«Pellet»
Π ₄₉	Εγκατάσταση Θερμοστατών Χώρου
Π ₄₁₀	Εγκατάσταση Χρονοδιακόπτη για τη Λειτουργία Ψύξης/Θέρμανσης
Π ₄₁₁	Μόνωση Δικτύων Μεταφοράς Συστημάτων Θέρμανσης
Π ₄₁₂	Εγκατάσταση Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης (αγγλ. Building Energy Management System, BEMS)
Π ₄₁₃	Λοιπές Παρεμβάσεις (π.χ. Τοποθέτηση Ανεμιστήρων Οροφής, Χρήση Ανακλαστικών Βαφών, Εφαρμογή Αντιοσάθμισης με

Τοποθέτηση Τρίοδης ή Τετράοδης Βάνας Ανάμειξης, κλπ)

Δημοτικός Δημόσιος Φωτισμός

Δράσεις Δήμου

- | | |
|-----------------|---|
| Δ ₅₁ | Αντικατάσταση Ενεργοβόρων Λαμπτήρων με Αποδοτικότερους Λαμπτήρες Νέας Τεχνολογίας |
| Δ ₅₂ | Ρύθμιση Ένταση Φωτισμού Ανάλογα με τις Συνθήκες Περιβάλλοντος |
| Δ ₅₃ | Τοποθέτηση Φωτιστικών Σημείων με ΦΒ Πλαίσιο |
| Δ ₅₄ | Εγκατάσταση Συστήματος Διαχείρισης Φωτισμού |

Βιομηχανίες

Δράσεις Πολιτών

- | | |
|-----------------|--|
| Π ₆₁ | Αντικατάσταση λεβήτων ή ΣΗΘ για τη θέρμανση και κινητήρων με περισσότερο αποδοτικούς |
| Π ₆₂ | Αερισμός με Ανάκτηση Θερμότητας |
| Π ₆₃ | Χρήση Ηλιακής Ψύξης για Βιομηχανικές Διεργασίες |
| Π ₆₄ | Εγκατάσταση Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης (αγγλ. Building Energy Management System, BEMS) |

Δημοτικός Στόλος & Δημόσιες Μεταφορές

Δράσεις Δήμου

- | | |
|-----------------|--|
| Δ ₇₁ | Σεμινάρια Eco-Driving για τους Οδηγούς του Δημοτικού Στόλου |
| Δ ₇₂ | Αντικατάσταση Παλαιών Πετρελαιοκίνητων Οχημάτων Δημοτικού Στόλου με Νέας Τεχνολογίας |
| Δ ₇₃ | Μετατροπή Βενζινοκίνητων Δημοτικού Στόλου σε LPG |
| Δ ₇₄ | Αποτελεσματικότερη διαχείριση του δημοτικού στόλου |
| Δ ₇₅ | Συντήρηση δημοτικού στόλου |
| Δ ₇₆ | Ενίσχυση Υποδομών για Φόρτιση Ηλεκτρικών Οχημάτων |

Ιδιωτικές & Εμπορικές Μεταφορές

Δράσεις / Μέτρα Δήμου

- | | |
|-----------------|---|
| Δ ₈₁ | Σεμινάρια Eco-Driving για Ιδιώτες |
| Δ ₈₂ | Εκδηλώσεις Προώθησης Δράσεων Αντικατάστασης Οχημάτων με LPG, Υβριδικά, Νέας Τεχνολογίας |

Δ ₈₃	Κατασκευή Ποδηλατοδρόμων/Παιζόδρομων
Δ ₈₄	Εκπόνηση Κυκλοφοριακής Μελέτης
Δ ₈₅	Μείωση Κυκλοφοριακής Συμφόρησης με την Κατασκευή Κυκλικών Κόμβων
Δ ₈₆	Ενίσχυση Λειτουργίας Δημοτικής Συγκοινωνίας
Δ ₈₇	Εισαγωγή της Ιδέας του «car sharing» ή «car pooling»
<i>Δράσεις Πολιτών</i>	
Π ₈₁	Υιοθέτηση των πρακτικών του eco-driving
Π ₈₂	Αντικατάσταση Οχημάτων με LPG, Υβριδικά, Νέας Τεχνολογίας
Π ₈₃	Χρήση Ποδηλατοδρόμων και Δημοτικής Συγκοινωνίας
Π ₈₄	Χρήση Βιοκαυσίμων
<i>Τοπική Ηλεκτροπαραγωγή</i>	
<i>Δράσεις Δήμου</i>	
Δ ₉₁	Φωτοβολταϊκά στις Στέγες Δημοτικών Κτιρίων
Δ ₉₂	Διεξαγωγή Εκδηλώσεων και Ημερίδων για τους Πολίτες
<i>Δράσεις Πολιτών</i>	
Π ₉₁	Φωτοβολταϊκά σε Στέγες/Δώματα
Π ₉₂	Φωτοβολταϊκά σε Οικόπεδα
Π ₉₃	Κατασκευή Αιολικού Πάρκου
Π ₉₄	Κατασκευή Μικρού Φράγματος και Υδροηλεκτρικού Σταθμού
Π ₉₅	Κατασκευή Μονάδας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Βιομάζα
Π ₉₆	Κατασκευή Σταθμού Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) με χρήση Φυσικού Αερίου
<i>Τοπικά Παραγόμενη Ψύξη-Θέρμανση</i>	
<i>Δράσεις Δήμου</i>	
Π ₁₀₁	Κατασκευή Σταθμού Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) με χρήση Φυσικού Αερίου
Π ₁₀₂	Κατασκευή Μονάδας Παραγωγής Θέρμανσης/Ψύξης από Βιομάζα
Π ₁₀₃	Ανάπτυξη/Ενίσχυση Δικτύου Τηλεθέρμανσης

III. Εναλλακτικές Μέθοδοι Υπολογισμού Ισοζυγίου Ενέργειας

Ακολουθως, παρουσιάζονται όλες οι σχετικές φόρμες του συστήματος με τις εναλλακτικές μεθόδους υπολογισμού της τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Δημοτικά Κτίρια,
Εξοπλισμός/
Εγκαταστάσεις*

Category	Schools	Municipal Buildings	Category	Equipment/Facilities
Electricity [MWh]			Electricity [MWh]	
District Heating [MWh]			Natural Gas [m³]	0
Natural Gas [m³]		0	Natural Gas [MWh]	0
Heating Oil [l]		0	Heating Oil [l]	0
Heating Oil [MWh]		0	Heating Oil [MWh]	0
Diesel [l]		0	Diesel [l]	0
Diesel [MWh]		0	Diesel [MWh]	0
Biofuel [MWh]		0	Gasoline [l]	0
Other Biomass [MWh]			Gasoline [MWh]	0
Solar Thermal [MWh]			Biofuel [MWh]	
Geothermal [MWh]			Other Biomass [MWh]	
Other Fossil [MWh]			Solar Thermal [MWh]	
			Geothermal [MWh]	
			Other Fossil [MWh]	

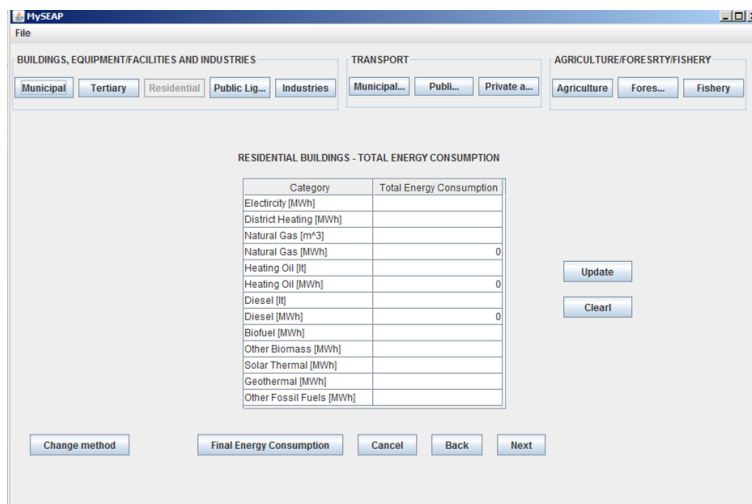
Σχήμα III.1. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

Category	Nursery Schools	Primary Schools	Lower Secondary Schools	Upper Secondary Schools	Total (Schools)
Location					0
Electricity [MWh]					0
District Heating [MWh]					0
Natural Gas [m³]					0
Natural Gas [MWh]	0	0	0	0	0
Heating Oil [l]					0
Heating Oil [MWh]	0	0	0	0	0
Diesel [l]					0
Diesel [MWh]	0	0	0	0	0
Biofuel [MWh]					0
Other Biomass [MWh]					0
Solar Thermal [MWh]					0
Geothermal [MWh]					0
Other Fossil [MWh]					0

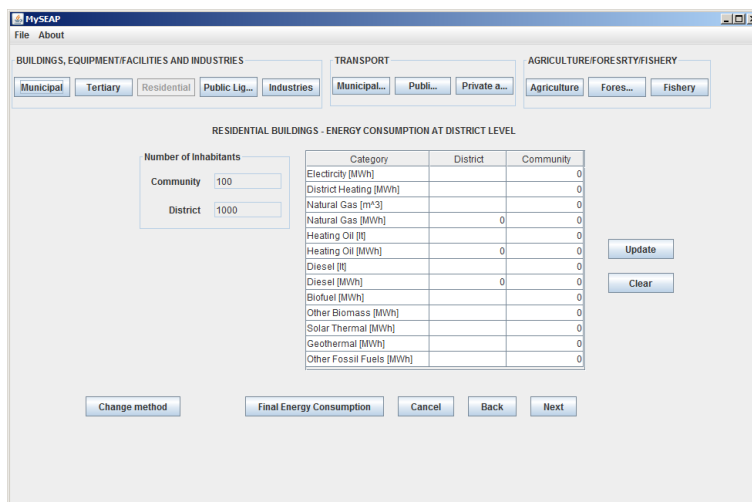
Category	Community Offices	Hospitals	Sports Facilities	Culture Buildings	Other	Total (municipal Buildings)
Location						0
Electricity [MWh]						0
District Heating [MWh]						0

Σχήμα III.2. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

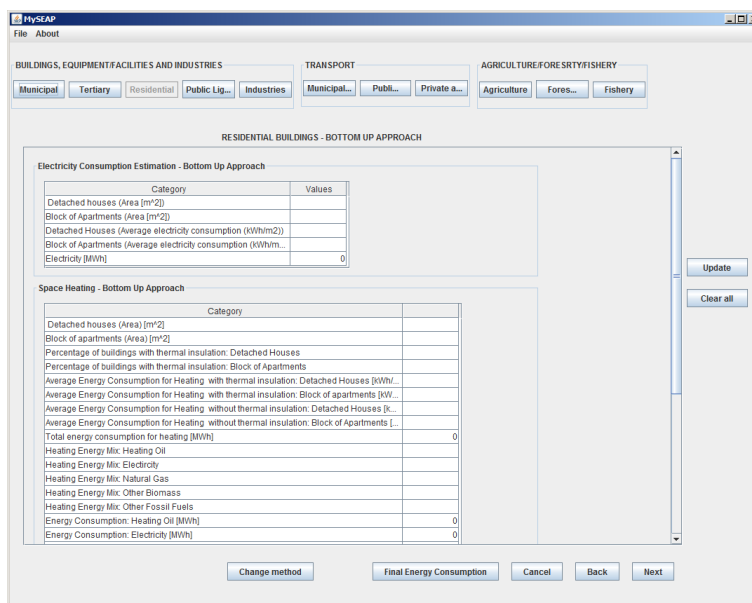
*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Οικιακό
Τομέα*



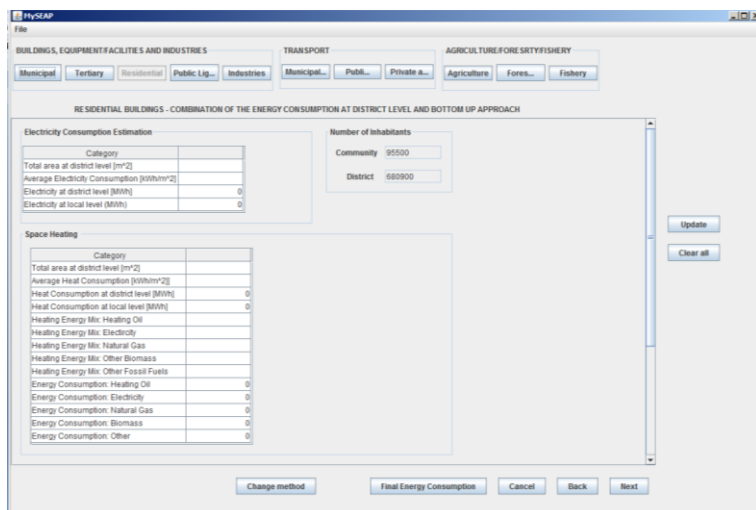
Σχήμα III.3. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας



Σχήμα III.4. Κατανάλωση Ενέργειας σε Περιφερειακό Επίπεδο

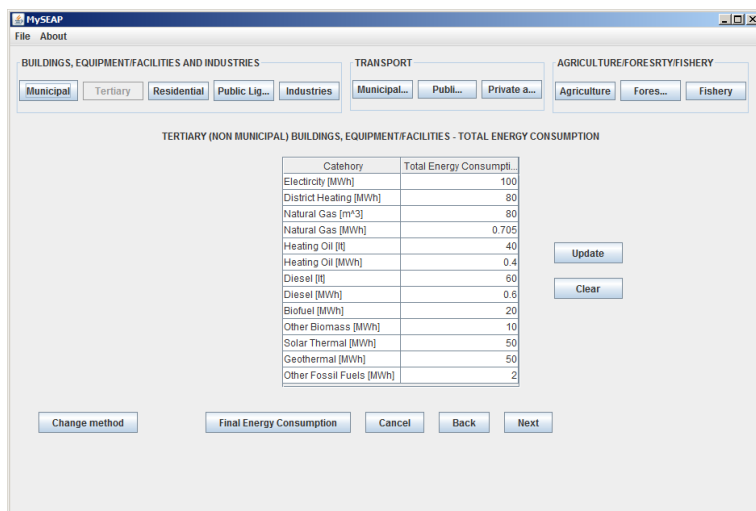


Σχήμα III.5. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

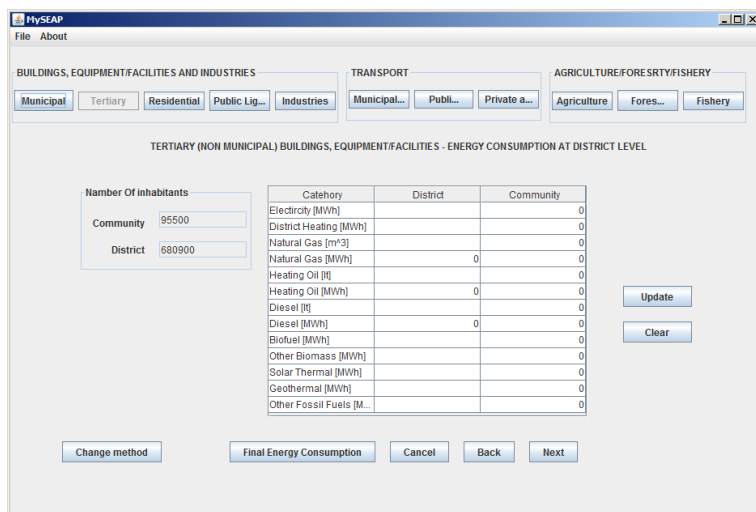


Σχήμα III.6. Συνδυασμός Κατανάλωσης Ενέργειας σε Περιφερειακό Επίπεδο και Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Τριτογενή
Τομέα*



Σχήμα III.7. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας



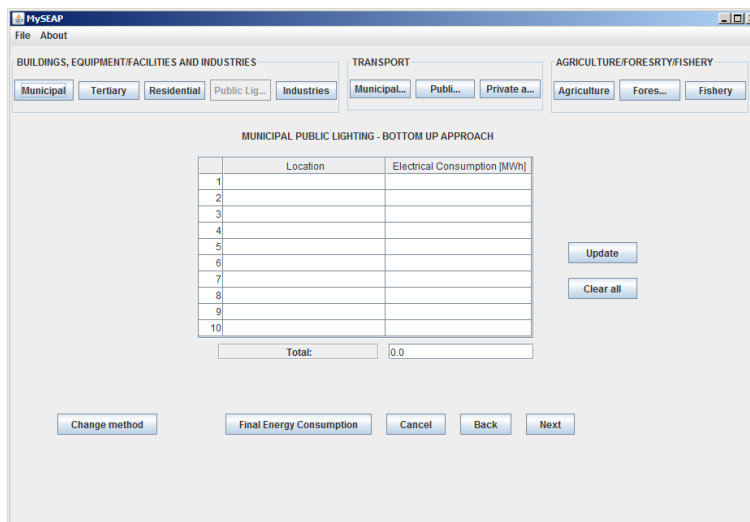
Σχήμα III.8. Κατανάλωση Ενέργειας σε Περιφερειακό Επίπεδο

Σχήμα III.9. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

Σχήμα III.10. Συνδυασμός Κατανάλωσης Ενέργειας σε Περιφερειακό Επίπεδο και Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

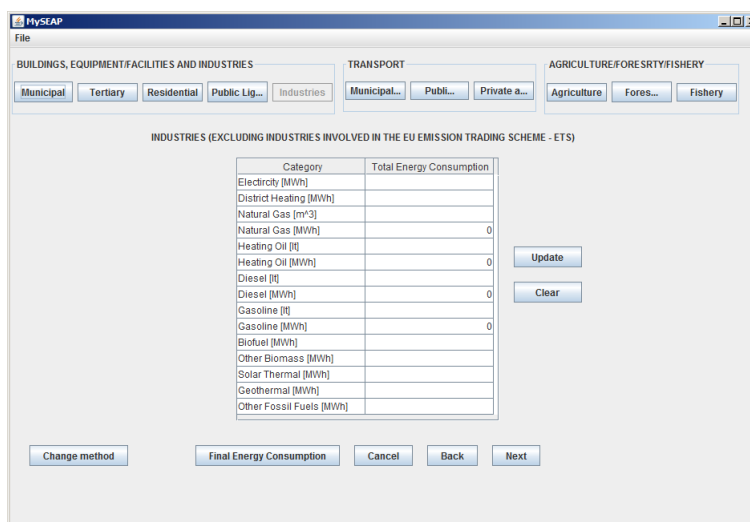
**Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Δημοτικό/
Λημόσιο Φωτισμό**

Σχήμα III.11. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας



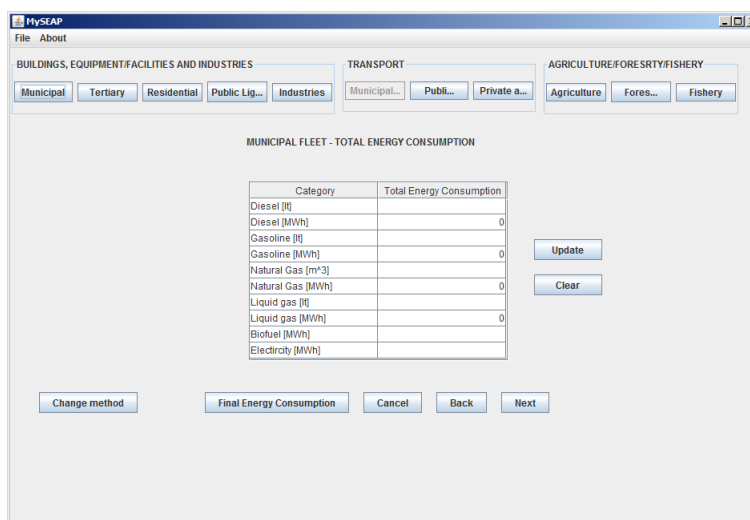
Σχήμα III.12. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Βιομηχανία*

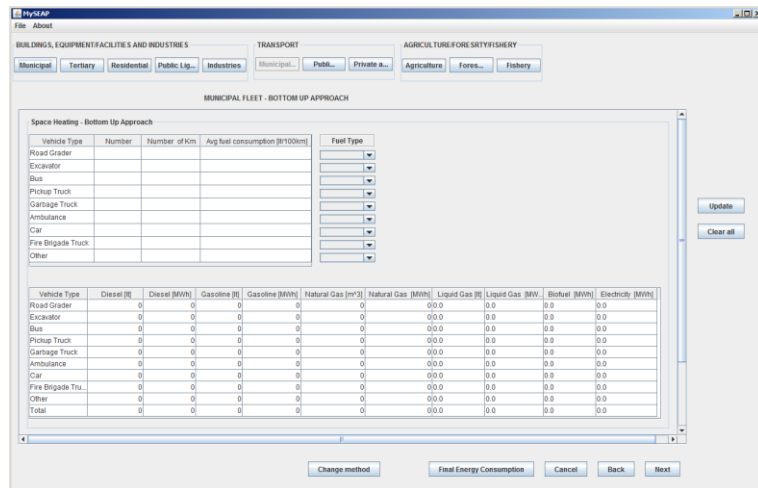


Σχήμα III.13. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Δημοτικές
Μεταφορές*

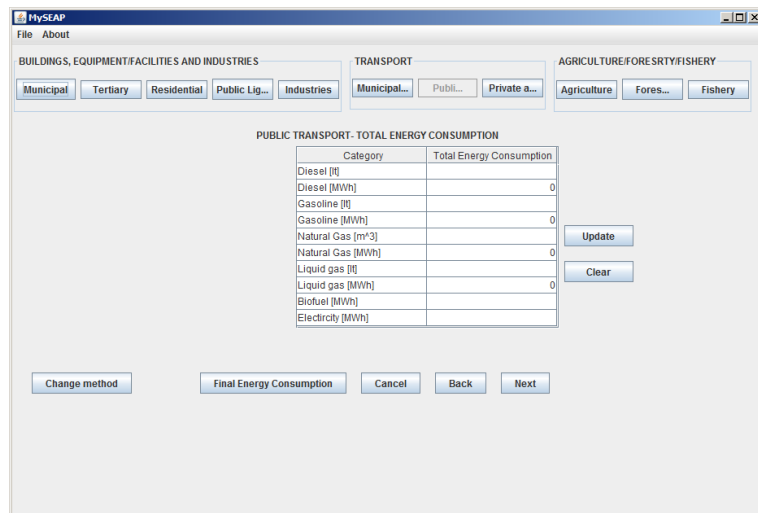


Σχήμα III.14. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

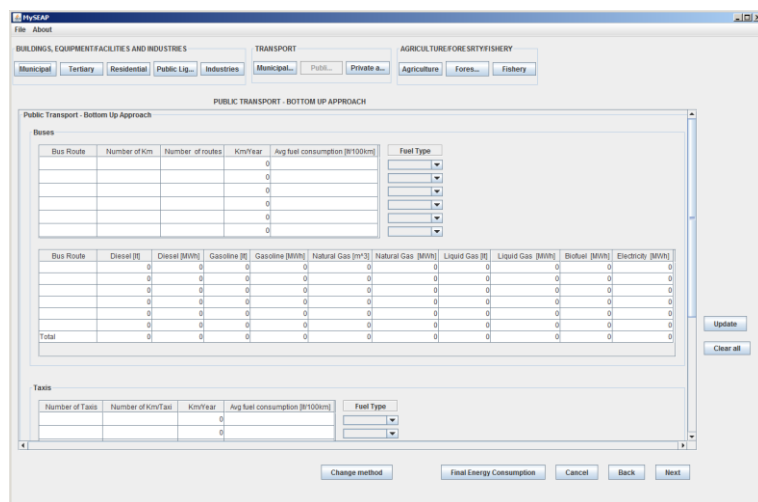


Σχήμα III.15. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Δημόσιες
Μεταφορές*

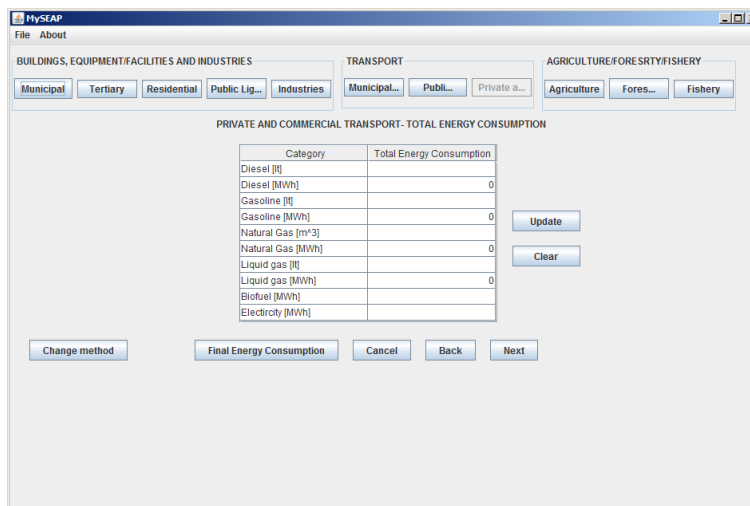


Σχήμα III.16. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

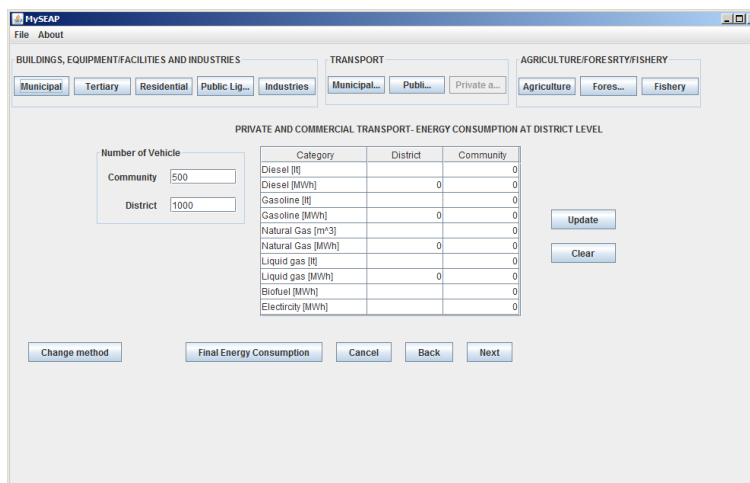


Σχήμα III.17. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

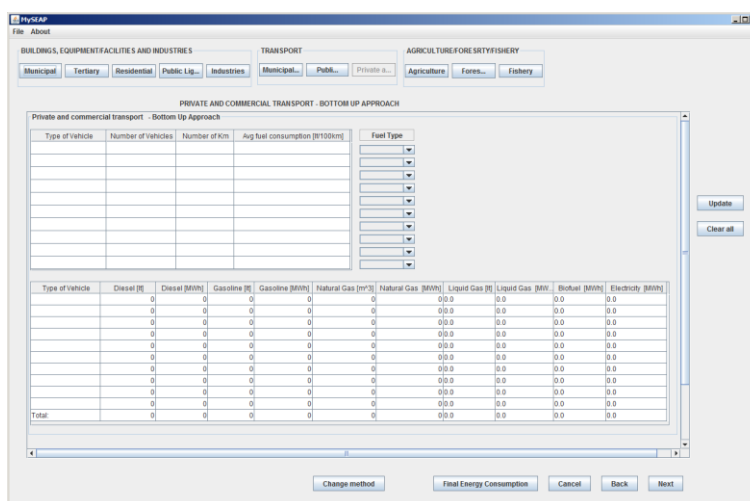
*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
Ιδιωτικές/
Εμπορικές
Μεταφορές*



Σχήμα III.18. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

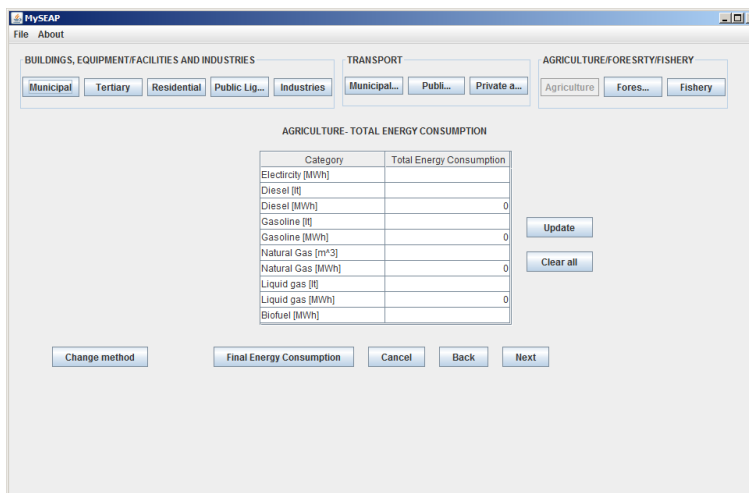


Σχήμα III.19. Κατανάλωση Ενέργειας σε Περιφερειακό Επίπεδο

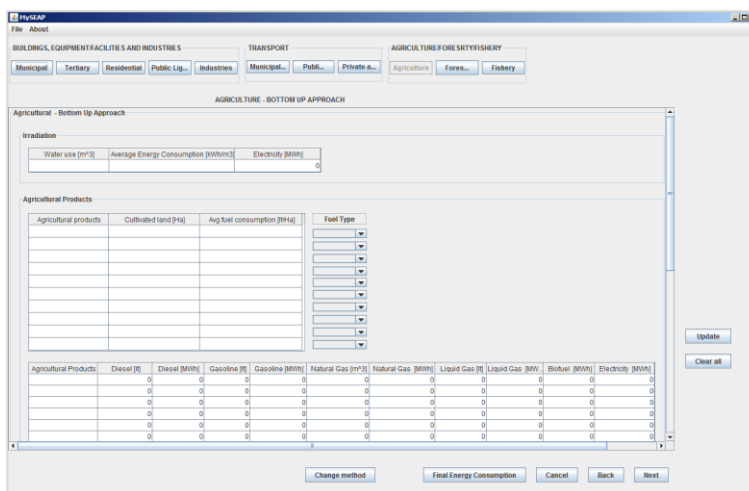


Σχήμα III.20. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για τη
Γεωργία*

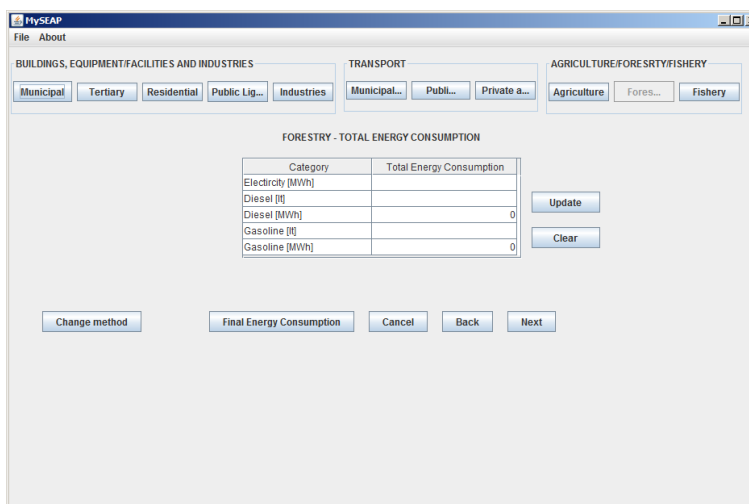


Σχήμα III.21. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

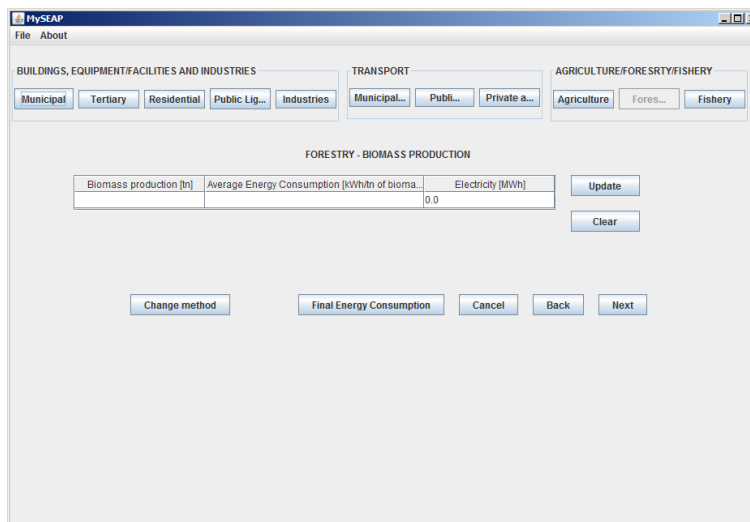


Σχήμα III.22. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για τη
Δασοκομία*

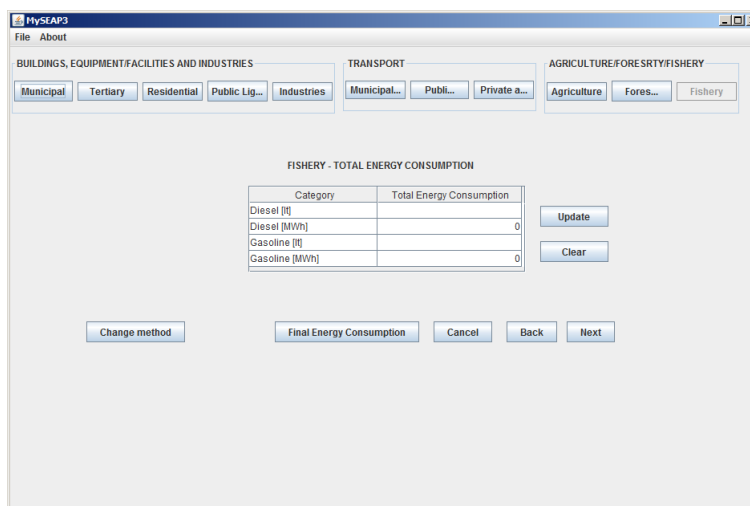


Σχήμα III.23. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας

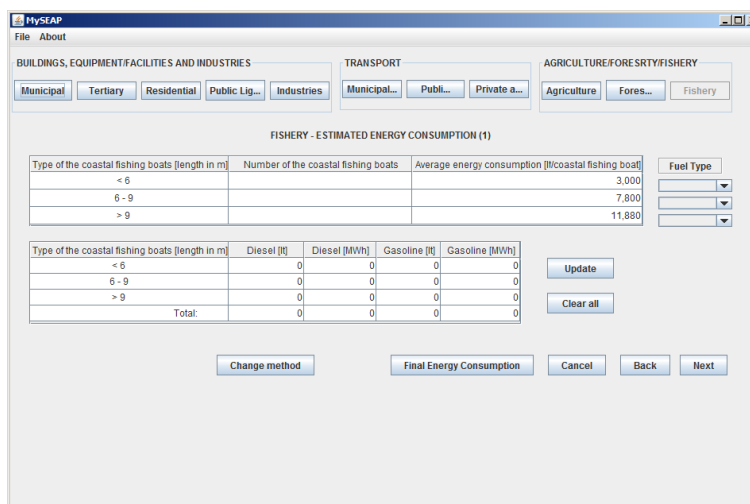


Σχήμα III.24. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω»

*Μέθοδοι
Εισαγωγής
Δεδομένων για
την Αλιεία*



Σχήμα III.25. Συνολική Κατανάλωση Ενέργειας



Σχήμα III.26. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - 1^η Μέθοδος

The screenshot shows the 'MySEAP' software interface. At the top, there are three main categories: 'BUILDINGS, EQUIPMENT/FACILITIES AND INDUSTRIES', 'TRANSPORT', and 'AGRICULTURE, FORESTRY/FISHERY'. Under 'AGRICULTURE, FORESTRY/FISHERY', the 'Fishery' sub-category is selected. The main window is titled 'FISHERY - ESTIMATED ENERGY CONSUMPTION (2)'. It contains several input fields and buttons. The 'Avg energy consumption [t/kWh]' field is set to 271.0. Below this is a table for fuel consumption:

Diesel [t]	Diesel [MWh]	Gasoline [t]	Gasoline [MWh]
0	0	0	0

Buttons include 'Update', 'Clear all', 'Change method', 'Final Energy Consumption', 'Cancel', 'Back', and 'Next'. The 'Fuel Type' dropdown menu is currently empty.

Σχήμα III.27. Προσέγγιση «από κάτω προς τα πάνω» - 2^η Μέθοδος

IV. Ενδεικτικά Τμήματα Κώδικα

Πολυωνυμική Προσέγγιση

Η απαιτούμενη πολυωνυμική προσέγγιση υλοποιείται από τη μέθοδο `findPolynomial()` της κλάσης `Calculations` του προγράμματος. Όπως φαίνεται στον παραπάνω κώδικα, ως παράμετροι στη μέθοδο δίνεται το σύνολο δεδομένων `x`, `y` σε μορφή πινάκων. Στις γραμμές 7 έως 15 του κώδικα δημιουργούνται οι εξισώσεις λαμβάνοντας τιμή οι συντελεστές τους. Στις γραμμές 16 έως 35 λύνεται το σύστημα εξισώσεων με τη βοήθεια των σχετικών κλάσεων της βιβλιοθήκης `Commons-math3-3.2` της `java`. Η μέθοδος επιστρέφει το αποτέλεσμα σε μορφή πίνακα που περιέχει τις τιμές των ζητούμενων τριών συντελεστών.

```

1. public double[] findPolynomial(double[] x, double[] y) {
2.     double[] sol = new double[3];
3.     try {
4.         int n = 6;
5.         double sxi = 0.0, sxi2 = 0.0, sxi3 = 0.0, sxi4 = 0.0;
6.         double syi = 0.0, syixi = 0.0, syixi2 = 0.0;
7.         for (int i = 0; i < n; i++) {
8.             sxi = sxi + x[i];
9.             sxi2 = sxi2 + x[i] * x[i];
10.            sxi3 = sxi3 + x[i] * x[i] * x[i];
11.            sxi4 = sxi4 + x[i] * x[i] * x[i] * x[i];
12.            syi = syi + y[i];
13.            syixi = syixi + y[i] * x[i];
14.            syixi2 = syixi2 + y[i] * x[i] * x[i];
15.        }
16.        LinearObjectiveFunction f = new LinearObjectiveFunction(
17.            new double[]{0.0, 0.0, 0.0}, 0.0);
18.        Collection<LinearConstraint> constraints =
19.            new ArrayList<>();
20.        constraints.add(new LinearConstraint(
21.            new double[]{n, sxi, sxi2}, Relationship.EQ, syi));
22.        constraints.add(new LinearConstraint(
23.            new double[]{sxi, sxi2, sxi3},
24.            Relationship.EQ, syixi));
25.        constraints.add(new LinearConstraint(
26.            new double[]{sxi2, sxi3, sxi4},
27.            Relationship.EQ, syixi2));
28.        SimplexSolver solver = new SimplexSolver();
29.        PointValuePair optSolution = solver.optimize(
30.            new MaxIter(100), f,
31.            new LinearConstraintSet(constraints),
32.            GoalType.MINIMIZE,
33.            new NonNegativeConstraint(false));
34.        sol = optSolution.getPoint();
35.        return sol;
36.    } catch (TooManyIterationsException e) {
37.        System.out.println(
38.            "Calculations.findPolynomial: returned null");
39.        return null;
40.    }
41. }
42. }

```

**Επίλυση
Προβλήματος
Γραμμικού
Προγραμματισμού**

Η επίλυση του προβλήματος του γραμμικού προγραμματισμού υλοποιείται από τη μέθοδος `linearProgrammingCalculator10()` της κλάσης `Calculations` του προγράμματος. Ο κώδικας της σχετικής μεθόδου παρουσιάζεται στο παρακάτω.

Η μέθοδος παίρνει ως παραμέτρους τον αριθμό των εξισώσεων `count`, τις τιμές των συντελεστών των `pi` στον πίνακα `gs` και την τιμή της παραμέτρου `d` στην μεταβλητή `d`. Στις γραμμές 5 έως 15 του κώδικα εκχωρούνται στον πίνακα `a` όλες οι τιμές των συντελεστών των `pi` και `σ+` και `σ-` για όλες τις εξισώσεις. Στις γραμμές 16 έως 90 καταstrώνεται το πρόβλημα γραμμικού προγραμματισμού και λύνεται με τη βοήθεια των σχετικών κλάσεων της βιβλιοθήκης `Commons-math3-3.2` της `java`. Η μέθοδος επιστρέφει τους συντελεστές `pi`, $i=1,2,\dots,6$ σε μορφή πίνακα. Αν το πρόβλημα δεν έχει λύση η μέθοδος επιστρέφει `null`.

```

1. public double[] linearProgrammingCalculator10(
2.     int count, double[][] gs, double d) {
3.     try {
4.         double[][] a = new double[count][10];
5.         for (int i = 0; i < count; i++) {
6.             for (int j = 0; j < 10; j++) {
7.                 if (j < 6) {
8.                     a[i][j] = gs[i][j];
9.                 } else if (j == 6 || j == 8) {
10.                    a[i][j] = -1.0;
11.                } else {
12.                    a[i][j] = 1.0;
13.                }
14.            }
15.        }
16.        LinearObjectiveFunction f = new LinearObjectiveFunction(
17.            new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
18.                0.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0}, 0.0);
19.        Collection<LinearConstraint> constraints = new ArrayList<>();
20.        for (int i = 0; i < count; i++) {
21.            if (gs[i][6] > 0) {
22.                constraints.add(
23.                    new LinearConstraint(
24.                        new double[]{gs[i][0], gs[i][1], gs[i][2],
25.                            gs[i][3], gs[i][4], gs[i][5], -1.0,
26.                            1.0, -1.0, 1.0}, Relationship.GEQ, d));
27.            } else {
28.                constraints.add(
29.                    new LinearConstraint(
30.                        new double[]{gs[i][0], gs[i][1], gs[i][2],
31.                            gs[i][3], gs[i][4], gs[i][5],
32.                            -1.0, 1.0, -1.0, 1.0},
33.                        Relationship.EQ, 0.0));
34.            }
35.        }
36.        // pi >= 0
37.        constraints.add(
38.            new LinearConstraint(
39.                new double[]{1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
40.                    0.0, 0.0, 0.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
41.        constraints.add(

```

```

42.         new LinearConstraint(
43.             new double[]{0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
44.                 0.0, 0.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
45.     constraints.add(
46.         new LinearConstraint(
47.             new double[]{0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
48.                 0.0, 0.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
49.     constraints.add(
50.         new LinearConstraint(
51.             new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0,
52.                 0.0, 0.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
53.     constraints.add(
54.         new LinearConstraint(
55.             new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0,
56.                 0.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
57.     constraints.add(
58.         new LinearConstraint(
59.             new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0,
60.                 0.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
61.     //sa+ >= 0, sa- >= 0, sb+ >= 0, sb- >= 0
62.     constraints.add(
63.         new LinearConstraint(
64.             new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0,
65.                 0.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
66.     constraints.add(
67.         new LinearConstraint(
68.             new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0,
69.                 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
70.     constraints.add(
71.         new LinearConstraint(
71.             new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
72.                 1.0, 0.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
73.     constraints.add(
74.         new LinearConstraint(
75.             new double[]{0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0,
76.                 0.0, 1.0}, Relationship.GEQ, 0.0));
77.     //Sum(pi)=1
78.     constraints.add(
79.         new LinearConstraint(
80.             new double[]{1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 0.0, 0.0,
81.                 0.0, 0.0}, Relationship.EQ, 1.0));
82.     SimplexSolver solver = new SimplexSolver();
83.     PointValuePair optSolution = solver.optimize(
84.         new MaxIter(100), f,
85.         new LinearConstraintSet(constraints),
86.         GoalType.MINIMIZE,
87.         new NonNegativeConstraint(true));
88.     double[] sol=new double[10];
89.     sol = optSolution.getPoint();
90.     return sol;
91. } catch (Exception e) {
92.     System.out.println(
93.         "Calculations.linearProgrammingCalculator10: "
94.         + "returned null");
95.     return null;
96. }
97. }

```

V. Πιλοτική Εφαρμογή: Επιλεγμένες Δράσεις & Μέτρα

V.1 Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια Δήμου Αμυνταίου

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το σύνολο των δράσεων και μέτρων που έχουν ενσωματωθεί στο Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια του Δήμου Αμυνταίου.

Πίνακας V.1. Μέτρα και Δράσεις Δήμου Αμυνταίου

Δράσεις	Εκτιμώμενη Εξοικονόμηση Ενέργειας (MWh/έτος)	Εκτιμώμενη Μείωση Εκπομπών (tn CO ₂ /έτος)	Κόστος (€)
Αγροτικός Τομέας			
Ίδρυση τμήματος αγροτικής ανάπτυξης	2.291,6	1.358,3	240.000
Υλοποίηση σεμιναρίων σχετικά με τον εκσυγχρονισμό των γεωργικών ελκυστήρων και τις τεχνικές άρδευσης	1.432,3	848,9	20.000
Διανομή ενημερωτικού υλικού	572,9	339,6	16.000
Σύστημα ενημέρωσης και κάρτες χρέωσης για άρδευση	1.189,5	1.359,7	450.000
Δημοτικά Κτίρια, Εγκαταστάσεις και Εξοπλισμός			
Ενεργειακή Πιστοποίηση και Αναβάθμιση Δημοτικών Κτιρίων	239,8	131,9	400.000
Δράσεις για την Ευαισθητοποίηση των Δημοτικών Υπαλλήλων	-	40,5	2.000
Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημοτικών Σχολείων	357,9	327,7	1.000.000
Δράσεις για την Ευαισθητοποίηση Μαθητών	-	20,0	5.000
Ενεργειακή Αναβάθμιση Αθλητικών Εγκαταστάσεων	134,5	52,0	500.000
Ενεργειακή Αναβάθμιση Εγκαταστάσεων Ύδρευσης και Βιολογικών Καθαρισμών	190,4	217,6	280.000

Δημιουργία Τμήματος Εξοικονόμησης Ενέργειας	-	-	240.000
Ενεργειακός υπεύθυνος Δήμου	106,7	70,7	120.000
Τηλερύθμιση και τηλεχειρισμός Δικτύων Ύδρευσης	115,0	17,0	900.00
Τριτογενής Τομέας			
Στοχευμένα σεμινάρια σε επαγγελματικές ομάδες	746,8	565,4	40.000
Συνεχής ενημέρωση για διάφορα ενεργειακά θέματα μέσω φυλλαδίων, εφημερίδων, κλπ	298,7	226,2	12.000
Δημιουργία Τμήματος Εξοικονόμησης Ενέργειας	597,4	452,3	-
Οικιακός Τομέας			
Διεξαγωγή εκδηλώσεων για τους πολίτες	1.825,6	794,6	40.000
Σχεδιασμός και διανομή ενημερωτικών εντύπων σχετικά με τα οφέλη παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σε κατοικίες	1.217,0	529,7	24.000
Δημιουργία Τμήματος Εξοικονόμησης Ενέργειας	2.434,1	1.059,4	-
Πρωτοβουλίες για την υποστήριξη των δράσεων των πολιτών	608,5	264,9	32.000
Δημοτικός Φωτισμός			
Εκπόνηση μελέτης φωτισμού	82,9	94,8	50.000
Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων με αποδοτικότερους λαμπτήρες νέας τεχνολογίας	186,6	213,3	250.000
Εγκατάσταση φωτιστικών σημείων με φωτοβολταϊκό πλαίσιο	20,7	23,7	160.000
Εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης φωτισμού	267,5	305,7	400.000
Μεταφορές			
Αντικατάσταση Δημοτικών Οχημάτων με Νέα Αποδοτικότερα	70,5	18,1	1.000.000
Αποδοτικότερη Διαχείριση Δημοτικού Στόλου	27,8	7,1	10.000

Στυντήρηση δημοτικού στόλου	72,3	18,6	20.000
Εκπαίδευση Οδηγών του Δήμου σχετικά με εφαρμογές Οικολογικής Οδήγησης (Eco Driving)	33,3	8,4	4.000
Επαναπρογραμματισμός Δρομολογίων ΚΤΕΛ	261,0	69,7	-
Εκδηλώσεις Ενημέρωσης για Νέες Τεχνολογίες Οχημάτων	1.103,8	281,2	40.000
Προώθηση οικολογικής οδήγησης (eco-driving)	3.630,9	924,9	40.000
Δημιουργία Τμήματος Εξοικονόμησης Ενέργειας	726,2	185,0	-
Αύξηση χρήσης δημόσιων συγκοινωνιών και εναλλακτικών μέσων μεταφοράς	4.720,2	1.202,4	60.000
Χρήση βιοκαυσίμων	-	701,0	-
Τοπική Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας			
Φωτοβολταϊκά στις Στέγες Δημοτικών Κτιρίων	121,5	138,9	450.000
Εκδηλώσεις Ενημέρωσης σχετικά με την Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών στις Στέγες Κατοικιών	330,5	377,8	-
Εκδηλώσεις Ενημέρωσης σχετικά με την Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών στις Στέγες Κτιρίων του Τριτογενούς Τομέα	72,9	83,3	-
Φωτοβολταϊκά Πάρκα	4.252,5	4.860,6	5.000.000
Κατασκευή μικρών φραγμάτων και υδροηλεκτρικών σταθμών	1.360,0	2.381,2	1.200.000
Τοπικά Παραγόμενη Θέρμανση/Ψύξη			
πέκταση εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης και εγκατάσταση συστήματος τηλεμετρίας του δικτύου διανομής και των θερμικών υποσταθμών τηλεθέρμανσης	-	-3.666,9	13.230.000
Εγκατάσταση Συστήματος Τηλεθέρμανσης με Βιομάζα σε Τοπικές Κοινότητες	32.868,7	11.330,5	38.570.600
Υποδομές παραγωγής βιοαερίου	3.386,1	1.892,9	5.250.000
ΣΥΝΟΛΟ	80.397,3	30.089,8	65.705.600

V.2 Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια Δήμου Ευρώτα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το σύνολο των δράσεων και μέτρων που έχουν ενσωματωθεί στο Σχέδιο Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια του Δήμου Ευρώτα.

Πίνακας V.2. Μέτρα και Δράσεις Δήμου Ευρώτα

Δράσεις	Εκτιμώμενη Εξοικονόμηση Ενέργειας (MWh/έτος)	Εκτιμώμενη Μείωση Εκπομπών (τη CO ₂ /έτος)	Κόστος (€)
Αγροτικός Τομέας			
Αναπροσαρμογή Τμήματος Αγροτικής Ανάπτυξης	-	-	100.000
Συνεχής Κατάρτιση και Ενημέρωση Αγροτών για Θέματα Άρδευσης και Εκσυγχρονισμού Γεωργικών Ελκυστήρων	-	-	8.000
Υλοποίηση Ευρύτερης Εκστρατείας Ενημέρωσης (Διανομή Ενημερωτικού Υλικού, κλπ)	-	-	4.000
Εκσυγχρονισμός Γεωργικών Ελκυστήρων	1.669	424	-
Αντικατάσταση μεθόδων άρδευσης με στάγδην άρδευση	1.149	1.302	-
Ενεργειακή αναβάθμιση ιδιωτικών αντλιών	2.040	2.312	-
Συντήρηση του περιφερειακού εξοπλισμού και του δικτύου	306	347	-
Δημοτικός Τομέας			
Δράσεις Ευαισθητοποίησης Δημοτικών Υπαλλήλων	14	12	2.000
Παρεμβάσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης Δημοτικών Κτιρίων	36	41	350.000
Δράσεις Ευαισθητοποίησης Μαθητών	26	21	3.000
Παρεμβάσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης Σχολείων	351	105	600.000
Υλοποίηση Συστήματος Διαχείρισης Ενέρονειας (ΣΔΕ)			

σύμφωνα με το πρότυπο ISO 50001 για το Δημοτικό Σχολείο & Νηπιαγωγείο Γερακίου					
Ενεργειακή Αντλιοστασιών	Αναβάθμιση	371	420	600.000	
Εγκατάσταση Τηλεμετρίας Ύδρευσης	Συστήματος στο Δίκτυο	412	467	700.000	
Συμβάσεις Προμηθειών	Πράσινων	19	22	100.000	
Ίδρυση Εξοικονόμησης Ενέργειας	Τμήματος	-	-	190.000	
Δημιουργία και Ειδικού Διαδικτυακού Τόπου	Υποστήριξη	-	-	10.000	
Δημοτικός Φωτισμός					
Αναδιάρθρωση Φωτισμού	Δικτύου	99	112	30.000	
Φυσική Ενεργοβόρων Χαμηλής Κατανάλωσης	Αντικατάσταση Λαμπτήρων με	424	480	260.000	
Τοποθέτηση Σημείων με ΦΒ Πλαίσιο	Φωτιστικών	4	4	30.000	
Εγκατάσταση Διαχείρισης Φωτισμού	Συστήματος	199	225	400.000	
Οικιακός Τομέας					
Διεξαγωγή Ημερίδων για τους Πολίτες	Εκδηλώσεων και	-	-	25.000	
Σχεδιασμός και Ενημερωτικών Εντύπων σχετικά με την Ενεργειακή Κατοικιών	Διανομή	-	-	6.000	
Πρωτοβουλίες Δράσεων Πολιτών (Προμήθεια Λαμπτήρων, Ηλεκτρονικών Μετρητών, κλπ)	Υποστήριξης (Προμήθεια Δανεισμός)	-	-	30.000	
Παρεμβάσεις Αναβάθμισης Κατοικιών	Ενεργειακής	4.921	4.086	-	
Υιοθέτηση ορθολογικής συμπεριφοράς	ενεργειακά	358	405	-	
Τριτογενής Τομέας					
Στοχευμένα διαφορετικές ομάδες με στόχο την εννημέρωση	σεμινάρια σε επαγγελματικές	-	-	15.000	

σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας			
Προώθηση δράσεων ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων τριτογενούς τομέα μέσω έντυπου ενημερωτικού υλικού	-	-	2.000
Παρεμβάσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτιρίων Τριτογενούς Τομέα	1.791	1.378	-
Δημοτικές-Δημόσιες Μεταφορές			
Σεμινάρια eco-driving για τους οδηγούς του δημοτικού στόλου	101	26	3.000
Αντικατάσταση παλαιών πετρελαιοκίνητων δημοτικού στόλου με νέας τεχνολογίας	75	18	750.000
Μετατροπή βενζινοκίνητων δημοτικού στόλου σε LPG	6	2	10.000
Ιδιωτικές Μεταφορές			
Σεμινάρια eco-driving για ιδιώτες	-	-	15.000
Εκδηλώσεις προώθησης δράσεων αντικατάστασης οχημάτων με LPG, Υβριδικά, Νέας Τεχνολογίας	-	-	8.000
Κατασκευή ποδηλατοδρόμων	-	-	100.000
Εκπόνηση Κυκλοφοριακής Μελέτης	-	-	15.000
Λειτουργία Δημοτικής Συγκοινωνίας	-	-	450.000
Υιοθέτηση των πρακτικών του eco-driving	2.581	735	-
Αντικατάσταση οχημάτων με LPG, υβριδικά, νέας τεχνολογίας	2.629	879	-
Χρήση ποδηλατοδρόμων και δημοτικής συγκοινωνίας	1.544	468	-
Χρήση Βιοκαυσίμων		128	-
Ηλεκτροπαραγωγή			
ΦΒ στις στέγες δημοτικών κτιρίων	136	154	500.000

ΦΒ έως 10KWp (σε στέγες)	1.149	1.302	-
ΦΒ μέχρι και 100 kW κατ' επάγγελμα αγροτών	3.024	3.426	-
ΦΒ ισχύος άνω των 100 kW και μέχρι 1 MW	1.525	1.728	-
ΦΒ εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος	10.327	11.279	-
ΣΥΝΟΛΟ	37.286	32.308	5.316.000

