



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

***Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων
για την Προώθηση της
Εξοικονόμησης Ενέργειας στις
Νέες Συνθήκες της Αγοράς Ενέργειας***

Διδακτορική Διατριβή

Παπαδοπούλου Αλεξάνδρα

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Ψαρράς

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση της
Εξοικονόμησης Ενέργειας στις Νέες Συνθήκες της Αγοράς
Ενέργειας**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Αλεξάνδρα Γ. Παπαδοπούλου

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση της Εξοικονόμησης Ενέργειας στις Νέες Συνθήκες της Αγοράς Ενέργειας

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Αλεξάνδρα Γ. Παπαδοπούλου

Συμβουλευτική Επιτροπή : Ι. Ψαρράς

Ι.-Ε. Σαμουηλίδης

Δ. Ασκούνης

Εγκρίθηκε από την επταμελή εξεταστική επιτροπή την

.....
Ι. Ψαρράς
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Ι.-Ε. Σαμουηλίδης
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δ. Ασκούνης
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Φ. Τοπαλής
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Γ. Μέντζας
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Β. Ασημακόπουλος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....
Δ. Διακουλάκη
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009

.....
Αλεξάνδρα Γ. Παπαδοπούλου
Διδάκτωρ Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Αλεξάνδρα Γ. Παπαδοπούλου, 2009
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Στην οικογένειά μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διδακτορική διατριβή πραγματοποιήθηκε στη Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, το διάστημα Οκτώβριος 2004 – Δεκέμβριος 2009.

Η διατριβή πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη, την συνεχή καθοδήγηση και την αμέριστη συμπαράσταση του Καθηγητή κ. Ι. Ψαρρά, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες, καθώς υπήρξε υποστηρικτής όλων των προσπαθειών μου. Παράλληλα, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στον Καθηγητή κ. Ι. Ψαρρά, τον Καθηγητή κ. Ι.-Ε. Σαμουηλίδη και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Δ. Ασκούνη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν όλα αυτά τα χρόνια. Η συνεργασία μου μαζί τους σε ένα ευρύ πλαίσιο ερευνητικών δραστηριοτήτων υπήρξε για εμένα ιδιαιτέρως διδακτική.

Θα ήθελα επιπλέον να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Β. Ασημακόπουλο, τον Καθηγητή κ. Γ. Μέντζα, τον Καθηγητή κ. Φ. Τοπαλή, και την Καθηγήτρια κα Δ. Διακουλάκη, για την τιμή που μου έκαναν να παραβρεθούν στην εξέταση υποστήριξης της διατριβής μου.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω σε όλους όσους συνέβαλαν με τον τρόπο τους στην επίτευξη αυτού του αποτελέσματος και ειδικότερα:

- ❖ Στους στενούς μου συνεργάτες, Χ. Δούκα και Χ. Καρακώστα, οι οποίοι στάθηκαν σαν πραγματικοί φίλοι σε αυτή μου την προσπάθεια.
- ❖ Στους συνεργάτες μου Ι. Μακαρούνη, Μ. Φλουρή, Χ. Μυλωνάκη, Α. Μπότσικα, Κ. Μυλωνάκη και Α. Φυλακτόπουλο για την πάντα αποδοτική συνεργασία μας όλη αυτή την περίοδο.
- ❖ Στους Μ. Ελευθεριάδου, Ε. Χριστογεωργάκη, Γ. Χρίστου, Ξ. Ψαρρά, Γ. Πριβυλεγγίου, Μ. Αργυρίου και Μ. Μπράνη, για την υποστήριξή τους σε διοικητικά θέματα.

Στο Λεωνίδα, τον άνθρωπο που στάθηκε κοντά μου όλα αυτά τα χρόνια ως ο μεγαλύτερος υποστηρικτής μου, ενθαρρύνοντάς με ακούραστα σε κάθε νέο βήμα, εμπνέοντάς με με το ήθος και την ακεραιότητά του.

Κλείνοντας, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ, πολύ μεγαλύτερο και δυνατότερο από όσο μπορώ να αποτυπώσω με λέξεις στις αδερφές και τους γονείς μου. Ήσασταν κοντά σε κάθε μου βήμα, ενθαρρύνοντας κάθε προσπάθειά μου να φτάσω λίγο πιο μακριά. Η υποστήριξή σας συνέβαλλε αποφασιστικά στην ολοκλήρωση αυτού του εγχειρήματος.

Αθήνα, Δεκέμβριος 2009,

Αλεξάνδρα Γ. Παπαδοπούλου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της διατριβής είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθοδολογίας υποστήριξης αποφάσεων για τη διαμόρφωση και αξιολόγηση προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας, και συγκεκριμένα Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης (ΠΔΖ), στο πλαίσιο των νέων παραμέτρων διαμόρφωσης του ενεργειακού τομέα. Στόχο της διατριβής αποτελεί η ανάπτυξη μιας συνεκτικής μεθοδολογίας και του σχετιζόμενου συστήματος για την αναγνώριση όλων των παραμέτρων του προβλήματος και τη διαμόρφωση ενός συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των αποφασιζόντων στην ικανοποίηση των επιδιώξεών τους.

Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση **SYCASE** περιλαμβάνει τις ακόλουθες τέσσερις (4) συνιστώσες:

- **SYstemisation**: Πραγματοποιείται η μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών εταιρειών, των αγορών στις οποίες δραστηριοποιούνται, καθώς και των ΠΔΖ.
- **CompAtibility Check**: Αφορά στον έλεγχο συμβατότητας των χαρακτηριστικών των αποφασιζόντων με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.
- **Synthesis**: Αποσκοπεί στη σύνθεση των χαρακτηριστικών των επιμέρους συμβατών τεχνολογικών προγραμμάτων ανά τύπο τεχνολογίας και τύπο προγράμματος.
- **Evaluation**: Επικεντρώνεται στην αξιολόγηση τόσο των γενικευμένων τύπων ΠΔΖ, όσο και των τεχνολογικών επιλογών, με βάση τις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία ενσωματώθηκε στο πληροφοριακό σύστημα **I-DSM** (Information System for Demand Side Management Decision Support to Energy Companies), το οποίο έχει ως στόχο να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο υποστήριξης απόφασης για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από ενεργειακές εταιρείες, μέσω της υλοποίησης των ΠΔΖ. Το I-DSM αποτελείται από τρία κύρια υποσυστήματα:

- **K-DSM (Knowledge –based system for DSM Experiences Utilization)**, το οποίο ενσωματώνει την υπάρχουσα εμπειρία των ΠΔΖ και το μεθοδολογικό πλαίσιο για τον προσδιορισμό των συμβατών τεχνολογικών ΠΔΖ.
- **SEVAN (Synthesis and multicriteria EVALuation of DSM Programme Types with Naiade)**, το οποίο συνθέτει τα χαρακτηριστικά των Τύπων Προγραμμάτων των ΠΔΖ, όπως εκφράζονται σε μικτή πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Naiade για την αξιολόγησή τους.
- **SEVEL (Synthesis and multicriteria EVALuation of DSM Programme Technologies with ELectre III)**. Συνθέτει τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών ΠΔΖ, εκφρασμένα σε ποσοτική πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Electre III για την αξιολόγησή τους.

Ως πεδίο εφαρμογής επιλέχθηκε ο ελληνικός ενεργειακός τομέας, καθώς η συγκεκριμένη διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε με την υποστήριξη του Προγράμματος Ενίσχυσης Ερευνητικού Δυναμικού (ΠΕΝΕΔ) «Υποστήριξη Αποφάσεων Προώθησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Πλαίσιο των Νέων Συνθηκών της Ελληνικής Αγοράς Ενέργειας (Υπουργείο Ανάπτυξης – ΥΠΑΝ, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας – ΓΓΕΤ, ΜΕΤΡΟ 8.3, ΔΡΑΣΗ 8.3.1)». Επιπλέον, άντληση επιμέρους δεδομένων και πληροφοριών έγινε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος «Scientific Reference System on New Energy Technologies, Energy End-use Efficiency and Energy RTD – SRS NET & EEE (EC - FP6, Coordination Action)»

Λέξεις Κλειδιά: Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης, Υποστήριξη Αποφάσεων, Πολυκριτηριακή Ανάλυση, Απελευθέρωση Ενεργειακής Αγοράς, Κλιματική Αλλαγή

ABSTRACT

The thesis' main scope is the development of an integrated methodology for supporting the promotion of energy efficiency, and in particular Demand Side Management (DSM) Programs, under the new parameters shaping the energy sector. The objectives of the thesis are the development of a cohesive methodological framework and the related information system for the identification of the related problem parameters and their elaboration in a consistent decision support framework towards energy efficiency promotion.

The suggested methodological approach **SYCASE** consists of the following four (4) components:

- **SYstemisation**: It incorporates the systemization of the problem characteristics, namely the involved energy companies, the energy markets they are activated in and the DSM Programmes considered.
- **CompAtibility Check**: It serves the compatibility check's conduction regarding the characteristics of the decision makers and the energy market within they operate.
- **Synthesis**: It is targeted towards the synthesis of the characteristics of the compatible individual programs depending on the technology and program type.
- **Evaluation**: It comprises the evaluation of DSM program types and technologies.

The proposed methodology has been integrated in the information system **I-DSM** (Information System for **Demand Side Management Decision Support to Energy Companies**), which aims to constitute a practical decision support tool for the promotion of energy efficiency. I-DSM comprises of three main subsystems:

- **K-DSM (Knowledge –based system for DSM Experiences Utilization)** incorporates the existing experience on the realization of DSM Programmes and the methodological framework for the identification of compatible DSM activities.
- **SEVAN (Synthesis and multicriteria EVALuation of DSM Programme Types with Naiade)** integrates the algorithm for the DSM Program Type characteristics' synthesis and integrates the Naiade multicriteria approach for their evaluation.
- **SEVEL (Synthesis and multicriteria EVALuation of DSM Programme Technologies with ELectre III)** realizes the synthesis of the DSM technologies, and integrates the methodology of Electre III for their evaluation.

The proposed approach was applied to the Greek energy sector, since the particular thesis was realised with the support of the PENED Program "Decision Support for the Promotion of Renewable Energy and Energy Efficiency in the New Conditions of the Greek Energy Market" (Hellenic Republic, Ministry of Development, General Secretariat for Research and Technology – GSRT, Measure 8.3 of OPERATIONAL PROGRAMME "COMPETITIVENESS" in the 3rd Community Support Programme). Moreover, the data collection was supported by the activities that took place within the framework of the European project "Scientific Reference System on New Energy Technologies, Energy End-use Efficiency and Energy RTD – SRS NET & EEE (EC - FP6, Coordination Action)"

Keywords: *Energy efficiency, Demand Side Management Programs, Decision Support, Multicriteria Analysis, Energy Markets' Deregulation, Climate Change*

The image features a central text element flanked by two horizontal bars. The top bar is composed of a solid black segment on the left and a grey segment on the right. The bottom bar is composed of a grey segment on the left and a solid black segment on the right. The text is centered between these bars.

Εκτεταμένη Περίληψη

Πίνακας Περιεχομένων Εκτεταμένης Περίληψης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
	1.1	Το Πρόβλημα v
	1.2	Το Αντικείμενο και ο Στόχος της Διατριβής vi
	1.3	Η Συμβολή της Διατριβής vi
	1.4	Η Δομή της Διατριβής viii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	
	2.1	Εισαγωγή x
	2.2	Η Πρόκληση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας x
	2.3	Σύγχρονη Ελληνική Ενεργειακή Αγορά xi
	2.4	Εργαλεία Προώθησης Ενεργειακής Αποδοτικότητας xiv
	2.5	Η Ανάγκη Υποστήριξης Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης xiv
	2.6	Συμπεράσματα xv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	
	3.1	Εισαγωγή xvii
	3.2	Ενεργειακοί Δείκτες xvii
	3.3	Έμπειρα Συστήματα xviii
	3.4	Πολυκριτηριακή Υποστήριξη Αποφάσεων xviii
	3.5	Συμπεράσματα xix
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	
	4.1	Μεθοδολογική Προσέγγιση xx

4.2	Συνιστώσα I: Οργάνωση	xxii
4.3	Συνιστώσα II: Έλεγχος Συμβατότητας	xxiii
4.4	Συνιστώσα III: Σύνθεση	xxiv
4.5	Συνιστώσα IV: Αξιολόγηση	xxvi
4.6	Πληροφοριακό Σύστημα Προώθησης Προγραμμάτων και Τεχνολογιών Διαχείρισης της Ζήτησης	xxvii
4.7	Συμπεράσματα	xxviii

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ**

5.1	Εισαγωγή	xxix
5.2	Χαρακτηριστικά Ενεργειακών Τομέων Αντλησης Εμπειρίας	xxix
5.3	Χαρακτηριστικά Ελληνικού Ενεργειακού Τομέα	xxx
5.4	Αποτελέσματα	xxxi
5.5	Συμπεράσματα	xxxiv

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

6.1	Συμπεράσματα	xxxv
6.2	Προοπτικές	xxxvi

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Το Πρόβλημα

Ο Ευρωπαϊκός στόχος εξοικονόμησης ενέργειας κατά 20% έως το 2020 αναμένεται να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας αξίας τουλάχιστον 100 δις € και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 800 εκ. τόνους ετησίως. Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, τα τελευταία 30 χρόνια έχει επιτευχθεί σημαντική βελτίωση του δείκτη ενεργειακής έντασης σε παγκόσμιο επίπεδο, γεγονός που οφείλεται κυρίως στην αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα [1], και σε μικρότερο βαθμό στη στροφή στην υπάρχουσα δομή των οικονομιών. Συνεπώς η λήψη δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να συμβάλλει αποφασιστικά στο στόχο αυτό, υποστηρίζοντας παράλληλα τους τρεις πυλώνες της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής (ασφάλεια εφοδιασμού, περιβαλλοντική προστασία, ανταγωνιστική αγορά ενέργειας).

Η ενεργειακή αποδοτικότητα περιλαμβάνει τη βελτίωση της ενεργειακής χρήσης που συνδέεται τόσο με την αξιοποίηση πλέον σύγχρονων τεχνολογιών, όσο και με την ορθολογικότερη συμπεριφορά των καταναλωτών ενέργειας [2].

Στο παραπάνω πλαίσιο, τα Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης (ΠΔΖ) προωθούν λύσεις υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας στους τομείς τελικής ζήτησης, καθώς συμβάλλουν αποτελεσματικά στην επίτευξη των στόχων ενεργειακής εξοικονόμησης των ενεργειακών εταιρειών και διαχείρισης του φορτίου αιχμής [3, 4]. Παρόλα αυτά, ενώ τα ΠΔΖ σημείωναν εξαιρετική διείσδυση στον ενεργειακό τομέα, μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '90, η πορεία της εξέλιξής τους ανακόπηκε.

Υπεύθυνη για αυτό το φαινόμενο είναι η διείσδυση δυο νέων παραμέτρων στην ενεργειακή αγορά, οι οποίες συνέβαλλαν στη διαμόρφωση του σύγχρονου ενεργειακού τομέα [5].

- Η απελευθέρωση των αγορών ενέργειας, με συνέπεια την κατάργηση των πρότινος καθετοποιημένων εταιρειών κοινής ωφέλειας και την εισαγωγή νέων εμπλεκομένων, οπότε και επιτυγχάνεται η ανακατανομή των δυνάμεων της αγοράς, έχει συμβάλλει δραστικά στην εισαγωγή της έννοιας του ανταγωνισμού.
- Το περιβάλλον των ενεργειακών εταιριών επηρεάζεται άμεσα από την παγκόσμια προσπάθεια υλοποίησης των δεσμεύσεων στο πλαίσιο του Κιότο, καθώς οι εταιρείες επιφορτίζονται πλέον με νομικά θεσπισμένες υποχρεώσεις για τη μείωση των αερίων ρύπων του θερμοκηπίου.

Στο διαμορφούμενο περιβάλλον του σύγχρονου ενεργειακού τομέα, η διαφοροποίηση των στόχων των ενεργειακών εταιρειών έχει αντίκτυπο και στο ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η ενεργειακή αποδοτικότητα και τα ΠΔΖ στην

επίτευξή τους. Όπως επισημαίνει ο Owen [6], η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελεί μια παράμετρο που μπορεί να υπηρετήσει ως το όχημα των σύγχρονων ενεργειακών εταιρειών προς την ανταγωνιστικότητα.

Συνεπώς, σε ένα τέτοιο περιβάλλον διαμορφούμενης αβεβαιότητας, εκτός από το υφιστάμενο αυξημένο ρίσκο, αναδύονται και επενδυτικές ευκαιρίες. Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα των εταιρειών, συμβάλλοντας στην εδραίωση της θέσης τους στην ενεργειακή αγορά, καθώς και τη δραστηριοποίησή τους σε νέες ευκαιρίες. Παράλληλα, η εσωτερική ευελιξία του περιβαλλοντικού κόστους βοηθάει στη διαμόρφωση του πραγματικού κόστους της ενέργειας.

Διαφαίνεται συνεπώς η ανάγκη για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση του προβλήματος προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας από μια βασική κατηγορία των εμπλεκόμενων της αγοράς, τις ενεργειακές εταιρείες, μέσω των ΠΔΖ. Η ικανότητα επεξεργασίας όλων των παραμέτρων του σύγχρονου περιβάλλοντος λειτουργίας των ενεργειακών εταιρειών επιτάσσει την ανάπτυξη κατάλληλων μεθοδολογιών και εργαλείων.

1.2 Το Αντικείμενο και ο Στόχος της Διατριβής

Αντικείμενο της διατριβής είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθοδολογίας υποστήριξης αποφάσεων για τη διαμόρφωση και αξιολόγηση προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας, και συγκεκριμένα ΠΔΖ, στο πλαίσιο των σύγχρονων συνθηκών του ενεργειακού τομέα.

Στόχο της διατριβής αποτελεί η ανάπτυξη μιας συνεκτικής μεθοδολογίας και του σχετιζόμενου συστήματος για την αναγνώριση όλων των παραμέτρων του προβλήματος και τη διαμόρφωση ενός συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των αποφασιζόντων στην ικανοποίηση των επιδιώξεών τους.

Σημειώνεται ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία της διδακτορικής διατριβής δεν επιδιώκει να αντικαταστήσει υπάρχοντα εργαλεία γύρω από τον ενεργειακό σχεδιασμό. Αντιθέτως, βασικό της μέλημα είναι η ενδελεχής μελέτη, η γνώση και η χρησιμοποίηση όλων των επιτευγμάτων των υπαρχόντων εργαλείων, ώστε να επιλύσει το συγκεκριμένο πρόβλημα και να εκμεταλλευτεί την υφιστάμενη γνώση και εμπειρία.

1.3 Η Συμβολή της Διατριβής

Η συμβολή της διατριβής εντοπίζεται σε 3 επίπεδα.

1^ο Επίπεδο Συμβολής: *Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας*

Σε πρώτο επίπεδο, η διατριβή συμβάλει ουσιαστικά στη διατύπωση ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου για τη διαμόρφωση και αξιολόγηση προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας, και ειδικότερα των ΠΔΖ, λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες επιδιώξεις των εταιρειών, όπως αποτυπώνονται στο ραγδαία διαμορφούμενο από τις νέες παραμέτρους

ενεργειακό τομέα.

Η μεθοδολογική προσέγγιση **SYCASE** (Systemization – Compatibility Check – Synthesis – Evaluation) αποτελείται από τέσσερις διαδοχικές συνιστώσες, κάθε μία από αυτές επικεντρωμένη στην επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος, όπως φαίνεται στο 2^ο επίπεδο συμβολής.

2^ο Επίπεδο Συμβολής: *Μεθοδολογικά Πλαίσια Υποστήριξης Αποφάσεων*

Η διατριβή συμβάλλει σε δεύτερο επίπεδο στην ανάπτυξη τεχνικών, που έγκεινται σε ευρύτερα επιστημονικά πεδία υποστήριξης αποφάσεων, προσαρμοσμένες κατάλληλα στο τρέχον πρόβλημα.

- *Μοντελοποίηση Χαρακτηριστικών Ενεργειακής Αγοράς, Εταιρείας και ΠΔΖ μέσω Δεικτών.*

Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από ενεργειακές εταιρείες μέσω των ΠΔΖ, αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία, καθώς πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο οι αναδυόμενες επενδυτικές ευκαιρίες, όσο και το αυξημένο ρίσκο λειτουργίας σε μια ανταγωνιστική αγορά. Παράλληλα, η ανάγκη αποσύνδεσης της επίπτωσης των συγκεκριμένων προγραμμάτων στη βιώσιμη ανάπτυξη με αυστηρά τεχνο-οικονομικούς ή μετρήσιμους όρους αποτελεί μια διογκούμενη ανάγκη για την ορθότερη αποτύπωση των χαρακτηριστικών τους και την επίτευξη μεγαλύτερης ευελιξίας. Στο παραπάνω πλαίσιο, η διατριβή στοχεύει στη μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών αγορών, των ενεργειακών εταιρειών και των ΠΔΖ με ένα επαρκές και συνεκτικό σύνολο δεικτών, το οποίο χαρακτηρίζεται από ευελιξία και απλότητα για τη διαχείριση του όγκου της πληροφορίας.

- *Αξιοποίηση Υπάρχουσας Γνώσης για την Κατάστρωση Προτάσεων ΠΔΖ*

Το πρόβλημα που διαμορφώνεται αφορά τη δυνατότητα προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω της κατάστρωσης προτάσεων ΠΔΖ (Τύποι Προγραμμάτων & Τεχνολογίες) που δύνανται να εφαρμοστούν από μια ενεργειακή εταιρεία που δραστηριοποιείται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο ενεργειακής αγοράς, αξιοποιώντας την υπάρχουσα γνώση. Για να υπερκεραστούν οι υπάρχουσες δυσκολίες, η διδακτορική διατριβή προτείνει ένα μεθοδολογικό πλαίσιο, η ανάπτυξη του οποίου βασίζεται στη μοντελοποίηση του περιβάλλοντος δραστηριοποίησης των εταιρειών και των επιδιώξεών τους και την αποτύπωση αυτής της γνώσης. Η εμπειρία αντλείται από τη μοντελοποίηση της γνώσης των υπαρχουσών προσπαθειών διεθνών οργανισμών και ανεξάρτητων ερευνητών.

- *Πολυκριτηριακές Προσεγγίσεις για την Αξιολόγηση Τύπων και Τεχνολογιών ΠΔΖ*

Η φύση του προβλήματος καθιστά αναγκαία την επιλογή πολυκριτηριακών προσεγγίσεων που να μπορούν να διαχειριστούν κατάλληλα τα διαφορετικά επίπεδα ασάφειας της διαθέσιμης πληροφορίας, είτε ποσοτικής, είτε μικτής

(ποσοτικής και ποιοτικής). Στο παραπάνω πλαίσιο, προτείνεται και υιοθετείται η χρήση 2 διακριτών πολυκριτηριακών μεθόδων, της Naiade και της Electre III, για την αξιολόγηση των προτάσεων Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών ΠΔΖ αντίστοιχα.

3^ο Επίπεδο Συμβολής: Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Το τελευταίο επίπεδο συμβολής της διατριβής αφορά την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος για την υποστήριξη αποφάσεων στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω της υλοποίησης ΠΔΖ. Το πληροφοριακό σύστημα I-DSM (Information System for Demand Side Management Decision Support to Energy Companies) έχει αναπτυχθεί σε .NET πλατφόρμα και αποτελείται από τρία κύρια υποσυστήματα:

- K-DSM (**K**nowledge –based system for **DSM** Experiences Utilization), το οποίο ενσωματώνει την υπάρχουσα εμπειρία των ΠΔΖ και το μεθοδολογικό πλαίσιο για τον εντοπισμό των συμβατών τεχνολογικών ΠΔΖ.
- SEVAN (**S**ynthesis and multicriteria **EVA**luation of DSM Programme Types with **Naiade**), το οποίο συνθέτει τα χαρακτηριστικά των Τύπων Προγραμμάτων των ΠΔΖ, όπως εκφράζονται σε μικτή πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Naiade για την αξιολόγηση και κατάταξή τους.
- SEVEL (**S**ynthesis and multicriteria **EVA**luation of DSM Programme Technologies with **EL**ectre III). Συνθέτει τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών ΠΔΖ, εκφρασμένα σε ποσοτική πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Electre III για την αξιολόγηση και κατάταξή τους.

1.4 Η Δομή της Διατριβής

Η Διατριβή αποτελείται από έξι (6) Κεφάλαια, η ροή των οποίων ακολουθεί την εξέλιξη υλοποίησης της διατριβής

- *Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή.* Αποτελεί το κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται το πρόβλημα και στηρίζεται η ανάγκη ανάπτυξης μεθοδολογίας υποστήριξης αποφάσεων για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- *Κεφάλαιο 2^ο: Το Πρόβλημα Προώθησης της Ενεργειακής Αποδοτικότητας.* Το κεφάλαιο αυτό αναλύει διεξοδικά το πρόβλημα προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Αρχικά παρουσιάζεται το ενεργειακό ζήτημα και τα μέτρα αντιμετώπισής του μέχρι σήμερα. Κατόπιν αναλύονται διεξοδικά τα χαρακτηριστικά των εμπλεκόμενων στο σύγχρονο ενεργειακό τομέα, οι επιδράσεις των νέων παραμέτρων (απελευθέρωση αγοράς ενέργειας και κλιματική αλλαγή), και οι σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα εργαλεία προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας και διερευνάται η δυνατότητα των ΠΔΖ να υποστηρίξουν την προσπάθεια αυτή. Το Κεφάλαιο καταλήγει στις συνιστώσες απόφασης που πρέπει να υποστηριχτούν στο πλαίσιο του σχεδιασμού ολοκληρωμένων

προτάσεων προώθησης Τεχνολογιών και Τύπων ΠΔΖ.

- *Κεφάλαιο 3^ο: Ανασκόπηση Σχετιζόμενων Μεθοδολογικών Εργαλείων.* Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι επιστημονικές περιοχές υποστήριξης αποφάσεων στις οποίες έγκειται η προτεινόμενη μεθοδολογία. Αναλυτικότερα το κεφάλαιο εστιάζεται στα μεθοδολογικά πλαίσια ενεργειακών δεικτών, στα έμπειρα συστήματα και στην πολυκριτηριακή υποστήριξη αποφάσεων.
- *Κεφάλαιο 4^ο: Προτεινόμενη Μεθοδολογία.* Στο τέταρτο κεφάλαιο της διατριβής περιγράφεται αναλυτικά η προτεινόμενη μεθοδολογία και αναλύονται οι τέσσερις (4) συνιστώσες της, καθώς και το υποστηρικτικό πληροφοριακό σύστημα που αναπτύχθηκε.
- *Κεφάλαιο 5^ο: Εφαρμογή στον Ελληνικό Ενεργειακό Τομέα.* Παρουσιάζεται η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας, μέσω του πληροφοριακού συστήματος που αναπτύχθηκε, στον Ελληνικό ενεργειακό τομέα.
- *Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα – Προοπτικές.* Παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που απορρέουν τόσο από την ανάλυση των αρχικών κεφαλαίων όσο και από τα αποτελέσματα της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας, καταλήγοντας σε μια σειρά από σκέψεις και προτάσεις προοπτικής για περαιτέρω ερευνητικές δραστηριότητες.

2. ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Παλαιότερα, η εξέλιξη των ανθρώπινων δραστηριοτήτων ήταν στενά συνυφασμένη με την αυξανόμενη ενεργειακή κατανάλωση. Οι δυσμενείς επιπτώσεις της αλόγιστης ενεργειακής κατανάλωσης στην ασφάλεια εφοδιασμού, ήταν ένας από τους βασικούς λόγους, μαζί με τη διασφάλιση του περιβάλλοντος σε μετέπειτα στάδιο, που διερευνήθηκαν λύσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Ιδιαίτερη βαρύτητα έχει δοθεί μέχρι σήμερα στην προώθηση των ΑΠΕ, οι δυνατότητες των οποίων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μιας οποιαδήποτε χώρας περιορίζονται από μια σειρά παραμέτρων, όπως οι περιορισμένες εδαφικές εκτάσεις και το υφιστάμενο δυναμικό ΑΠΕ.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας φαίνεται ότι μπορεί να διαδραματίσει πολύ σημαντικό ρόλο στην επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης, ιδιαίτερα αν συνυπολογιστεί η αυξημένη αξία μιας μονάδας εξοικονομούμενης ενέργειας έναντι μιας μονάδας παραγόμενης ενέργειας, λόγω των απωλειών.

Μια από τις δράσεις για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας που αναπτύχθηκαν είναι και τα Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης (ΠΔΖ), τα οποία ξεκινώντας από τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας στις ΗΠΑ λίγο μετά την πετρελαϊκή κρίση, σύντομα εξαπλώθηκαν και στον υπόλοιπο κόσμο.

Η αναδιάρθρωση της ενεργειακής αγοράς μέσω της απελευθέρωσής της, και η συνεπαγόμενη ανάγκη για ισχυροποίηση της θέσης των εμπλεκόμενων εταιρειών που ήρθαν αντιμέτωπες με το φάσμα του ανταγωνισμού, μέσω της αντίληψης μεγιστοποίησης των κερδών, οδήγησαν στην περιθωριοποίηση αυτών των προγραμμάτων. Παρόλα αυτά, η δυνατότητα συμβολής των συγκεκριμένων προγραμμάτων στους στόχους των ενεργειακών εταιρειών, έχει συντελέσει αποφασιστικά στην ανάκαμψή τους.

Το πρόβλημα της παρούσας διδακτορικής διατριβής εστιάζεται στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από τις ενεργειακές εταιρείες, μέσω των ΠΔΖ, στο σύγχρονο περιβάλλον του ενεργειακού τομέα.

2.2 Η Πρόκληση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Η ενεργειακή αποδοτικότητα χρησιμοποιείται ως όρος τόσο από ανεξάρτητους ερευνητές, όπως οι Tonh et al. [7], όσο και από την Πράσινη Βίβλο για την Ενεργειακή Απόδοση [2] για να καλύψει τις ακόλουθες δυο περιπτώσεις:

- Την ενεργειακή αποδοτικότητα που η βελτίωσή της συνδέεται άμεσα με τη

χρήση βέλτιστων τεχνολογιών για περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας.

- Την εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει μέσα από αλλαγή στη συμπεριφορά των καταναλωτών και τη στροφή τους προς την ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας.

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή ο όρος ενεργειακή αποδοτικότητα χρησιμοποιείται για να περιγράψει και τις δυο αυτές περιπτώσεις.

Οι προσπάθειες αντιμετώπισης του ενεργειακού ζητήματος έχουν απασχολήσει την Ευρωπαϊκή Κοινότητα εδώ και πολλές δεκαετίες. Παρότι όμως οι απόπειρες διαμόρφωσης μιας κοινής ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής ευοδώθηκαν περίπου στα τέλη της δεκαετίας του '80, οι προσπάθειες προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας από την πολιτεία έχουν μέχρι σήμερα περιοριστεί κυρίως σε νομοθετικές πράξεις σχετικά με τα ελάχιστα πρότυπα απόδοσης του ενεργειακού εξοπλισμού και του κτιριακού κελύφους, αναγνωρίζοντας πρόσφατα την ανάγκη προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας στους παραγωγούς ενέργειας, τόσο στην παραγωγή, όσο και στην τελική ζήτηση.

Η πρόκληση προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι ακόμα πιο εμφανής, αν ληφθούν υπόψη τα πλείστα υφιστάμενα εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστούν, και τα οποία όπως τονίζουν οι Hirst et al. [8] είναι τόσο διαρθρωτικής φύσης, όσο και εμπόδια συμπεριφοράς.

Ως διαρθρωτικά εμπόδια νοούνται εκείνα τα εμπόδια αγοράς που είναι πέρα του ελέγχου του μεμονωμένου τελικού χρήστη. Ορισμένα από τα κυριότερα διαρθρωτικά εμπόδια είναι οι στρεβλωμένες τιμές καυσίμων, λόγω της μη εσωτερίκευσης του εξωτερικού κόστους τους, η αβεβαιότητα για τις μελλοντικές τιμές καυσίμων, η περιορισμένη πρόσβαση στο κεφάλαιο, η κυβερνητική πολιτική, η έλλειψη τεχνολογικής υποδομής ή τεχνογνωσίας και τέλος η εμμονή στην αντιμετώπιση της ενέργειας ως αγαθό, και όχι υπό μορφή υπηρεσιών ενέργειας.

Παράλληλα, κάποια από τα πλέον χαρακτηριστικά εμπόδια που απορρέουν από τη συμπεριφορά των καταναλωτών είναι το ρίσκο επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, η ελλιπής πληροφόρηση, το φαινόμενο ύπαρξης διαφοροποιημένων κινήτρων, όπου το άτομο που βαρύνεται με το κόστος αγοράς του εξοπλισμού δεν ταυτίζεται με το άτομο που βαρύνεται με το λειτουργικό κόστος αυτού, και τέλος το σύνδρομο της πεπερασμένης σκέψης, όπου η λήψη των αποφάσεων πραγματοποιείται με βάση περιορισμένα κριτήρια που δεν απεικονίζουν το σύνολο της πραγματικής κατάστασης.

2.3 Σύγχρονη Ελληνική Ενεργειακή Αγορά

Οι στόχοι των εταιρειών κοινής ωφελείας σε ένα μονοπωλιακό περιβάλλον αγοράς ενέργειας, στο οποίο η κατευθυντήρια πορεία χαράσσεται από την κυβερνητική πολιτική, επικεντρώνονται [9]:

- Στην αξιόπιστη κάλυψη των αναγκών των πελατών σε ενέργεια.
- Στην ασφάλεια του απασχολούμενου δυναμικού.
- Στην ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής, μεταφοράς και διανομής

ενέργειας.

- Στην εξασφάλιση ενέργειας σε όλους τους καταναλωτές, ανεξαρτήτως κόστους λόγω π.χ. γεωγραφικών περιορισμών.
- Στην ενίσχυση της εγχώριας αγοράς, κυρίως του βιομηχανικού τομέα, μέσω της εξασφάλισης ενέργειας σε χαμηλές τιμές.

Η διατύπωση αμφιβολιών ως προς το κατά πόσο η ασφάλεια εφοδιασμού και η προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων επιτυγχάνονται με οικονομικά βιώσιμο τρόπο σε ένα μονοπωλιακό καθεστώς, σε συνδυασμό με την αλματώδη τεχνολογική πρόοδο, η οποία όπως επισημαίνεται από τον Banks [10] οδήγησε στο ερώτημα «Εάν οι μικρής κλίμακας υποδομές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι οικονομικά βιώσιμες, γιατί θα πρέπει να ανήκουν στο μονοπώλιο?», είχαν σαν αποτέλεσμα τις έντονες ζυμώσεις της αγοράς. Οι ζυμώσεις αυτές διαμόρφωσαν την κρατούσα αντίληψη που επικρατεί σήμερα, ότι η περαιτέρω ανάπτυξη και λειτουργία της ενεργειακής αγοράς τόσο μέσα σε εθνικό όσο και μέσα σε διεθνές επίπεδο, εξαρτάται από τον ανταγωνισμό, που θα οδηγήσει σε περισσότερο ανταγωνιστικές τιμές και θα ενθαρρύνει τις παραγωγικές και οργανωτικές καινοτομίες, καθώς όπως τονίζει ο Green [11], το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δε θα βασίζεται πλέον στις παραδοσιακές μεθόδους ελαχιστοποίησης του κόστους, αλλά στην αλληλεπίδραση των εταιρειών που έχουν ως στόχο τη μεγιστοποίηση των κερδών τους.

Το περιβάλλον των ενεργειακών εταιριών επηρεάζεται άμεσα από την παγκόσμια προσπάθεια πραγματοποίησης των δεσμεύσεων στο πλαίσιο του Κιότο. Όπως τονίζει ο Doukas et al. [12], η ενίσχυση των ενεργειακών εταιριών συμβάλλει στην υποστήριξη των περιβαλλοντικά φιλικών ενεργειακών τεχνολογιών, καθιστώντας αμφίδρομη τη σχέση μεταξύ ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χωρών που χαρακτηρίζονται από το εξαιρετικά πλούσιο δυναμικό ΑΠΕ και τη δυνατότητα μεγάλης κλίμακας παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στον ενεργοβόρο βιομηχανικό και τριτογενή τομέα.

Συνεπώς, η εισαγωγή των νέων παραμέτρων έχει συντελέσει στη συνεχή ζύμωση των δυνάμεων της ενεργειακής αγοράς, καθώς αναπτύσσονται νέες ευκαιρίες για τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ενεργειακό τομέα, όσον αφορά τη διείσδυση σε νέες αγορές, το χρηματιστήριο ενέργειας και το χρηματιστήριο ρύπων, ενώ σημαντικό ρόλο καλούνται να διαδραματίσουν νέοι παίχτες της αγοράς, όπως οι ρυθμιστικές αρχές, ενώ ενισχύεται η ανάπτυξη εταιριών εμπορίας ενέργειας και παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

Οι βασικοί εμπλεκόμενοι «παίχτες» στην ενεργειακή αγορά, οι οποίοι ενέχονται ποικιλοτρόπως στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, είναι οι ακόλουθοι:

- **Πολιτεία.** Η πολιτεία αποτελεί το βασικό όργανο χάραξης εθνικής πολιτικής, καθώς διαθέτει νομοθετική ισχύ. Μέσω των διαφόρων εκτελεστικών της οργάνων, όπως είναι η τοπική αυτοδιοίκηση, το βουλευτικό σώμα και η κυβέρνηση, διαμορφώνεται η πολιτική της χώρας για διάφορους τομείς, ένας εκ των οποίων και ο ενεργειακός.
- **Ενεργειακές Εταιρείες.** Οι ενεργειακές εταιρείες αποτελούν ουσιαστικά ένα

σύνολο κέντρων απόφασης, που αριθμεί τόσους εμπλεκόμενους όσο και το πλήθος των εταιρειών που δραστηριοποιούνται.

- Εταιρείες Παραγωγής Ενέργειας. Η κατάρριψη των κρατικών μονοπωλίων και οι επακόλουθες ζυμώσεις για τη διαμόρφωση ενός σύγχρονου ενεργειακού τομέα είχαν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη μιας πληθώρας εταιρειών παραγωγής ενέργειας, που έλκουν την «καταγωγή» τους σε διαφορετικές ρίζες. Συντριπτικό μερίδιο κατέχουν οι εταιρείες που προέκυψαν από την αναδιαμόρφωση των πρώην επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας, ενώ και νέοι παίκτες έχουν εμφανιστεί, οι καλούμενοι και ως ανεξάρτητοι παραγωγοί ενέργειας.
- Εταιρείες Μεταφοράς, Διανομής και Εμπορίας Ενέργειας. Οι συγκεκριμένες εταιρίες προέκυψαν μετά την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, και το διαχωρισμό των μέχρι πρότινος καθετοποιημένων επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Το πεδίο δραστηριοποίησης των συγκεκριμένων εταιρειών είναι αρκετά ευρύ, καθώς μπορεί να περιλαμβάνει αποκλειστικά τη μεταφορά, διανομή ή την εμπορία ενέργειας, ή ένα συνδυασμό αυτών.
- Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών. Αρκετά σύνηθες είναι οι συγκεκριμένες εταιρείες να αποτελούν θυγατρικές των εταιρειών παραγωγής ενέργειας, ή να αναπτύσσονται στενές συνεργασίες μεταξύ τους, για την προώθηση δράσεων βελτιστοποίησης της ενεργειακής κατανάλωσης στον τριτογενή τομέα, όπως τα ΠΔΖ.
- **Χρήστες.** Αποτελούν την ευρύτερη κατηγορία των εμπλεκόμενων και περιλαμβάνουν τους χρήστες τόσο στον πρωτογενή, όσο στο δευτερογενή και τον τριτογενή τομέα.

Οι σύγχρονοι στόχοι των ενεργειακών εταιρειών περιλαμβάνουν [13]:

- Ενίσχυση του μεριδίου αγοράς τους στην απελευθερωμένη και συνεπώς εξαιρετικά ανταγωνιστική αγορά ενέργειας.
- Μεγιστοποίηση των κερδών τους, μέσω της κατάστρωσης ενός βέλτιστου επενδυτικού σχεδίου.
- Τήρηση των υπαρχόντων περιβαλλοντικών δεσμεύσεών τους, όπως διαμορφώνονται από την κείμενη εθνική αλλά και διεθνή νομοθεσία.
- Αξιόπιστη κάλυψη των αναγκών των πελατών σε ενέργεια.
- Παρουσίαση καλής εικόνας προς τον καταναλωτή.
- Ενίσχυση του εμπορικού σήματος της εταιρείας στο καταναλωτικό κοινό.
- Διεξαγωγή ερευνητικής δραστηριότητας σε νέες τεχνολογίες και πηγές ενέργειας, καθώς και απόκτηση τεχνογνωσίας για τις σύγχρονες, ή και καινοτόμες, τεχνολογικές εξελίξεις.

2.4 *Εργαλεία Προώθησης Ενεργειακής Αποδοτικότητας*

Στο πλαίσιο της προσπάθειας προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, αναπτύχθηκε μια σειρά προγραμμάτων, τα ΠΔΖ, που στόχο είχαν υιοθετώντας μια σειρά δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, να επιτύχουν μειώσεις της καταναλισκόμενης ενέργειας στην πλευρά της ζήτησης.

Οι παραγωγοί ενέργειας, και κυρίως στον τομέα ηλεκτρικής ενέργειας όπου και έχουν εφαρμοστεί σε μεγαλύτερο βαθμό, υλοποιώντας τα συγκεκριμένα προγράμματα επιτυγχάνουν καλύτερες υπηρεσίες προς τους πελάτες τους, ενώ ταυτόχρονα έχουν ένα εναλλακτικό τρόπο κάλυψης της ζήτησης, με κόστος ανταγωνιστικό της κατασκευής νέων θερμικών σταθμών παραγωγής.

Τα βασικότερα ΠΔΖ που βρίσκουν εφαρμογή στη σύγχρονη αγορά ενέργειας σύμφωνα με τους Nadel [14] και IEA DSM [15] είναι:

- Προγράμματα ενημέρωσης,
- Επιδοτήσεις και δάνεια,
- Σύμβαση απόδοσης,
- Μετασχηματισμός της αγοράς,
- Προγράμματα διαχείρισης φορτίου,
- Προγράμματα άμεσης εγκατάστασης,
- Μειοδοτικά προγράμματα,
- Προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης.

Η διεθνής εμπειρία έχει αποδείξει ότι για την επιτυχή διεξαγωγή ΠΔΖ δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη αυστηρής νομοθεσίας, παράγων που υπήρξε η κινητήρια δύναμη στις ΗΠΑ, ούτε η διεξαγωγή ακριβών προγραμμάτων επιδοτήσεων. Η ύπαρξη επαρκών πολιτικών και οικονομικών κινήτρων για τις ενεργειακές εταιρείες συντελεί σημαντικά στη διεύθυνση των συγκεκριμένων προγραμμάτων στην αγορά.

Το συμπέρασμα αυτό επαληθεύεται από τη μέχρι τώρα διάδοση των ΠΔΖ στην Ευρωπαϊκή αγορά. Οι χώρες της ΕΕ που δραστηριοποιούνται εντονότερα στην υλοποίηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης είναι η Γαλλία, η Δανία, η Ολλανδία, η Γερμανία και η Σουηδία.

2.5 *Η Ανάγκη Υποστήριξης Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης*

Μολονότι η ενεργειακή αποδοτικότητα βρίσκεται στο επίκεντρο των σύγχρονων ενεργειακών πολιτικών εξελίξεων, τα ΠΔΖ άρχισαν πρόσφατα να βγαίνουν από την αφάνεια στο ευρωπαϊκό αλλά και ελλαδικό επίπεδο. Αν και τόσο η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, όσο και η Ελλάδα έχουν δώσει προτεραιότητα σε δράσεις περιορισμού της τελικής ζήτησης, σε επίπεδο ενεργειακών εταιρειών η κατάσταση είναι περισσότερη ρευστή, καθώς το σύγχρονο περιβάλλον του ενεργειακού τομέα διαμορφώνει ένα πολυσύνθετο πρόβλημα που καθιστά διστακτική την ιδιωτική

πρωτοβουλία για την ανάληψη μέτρων. Η εμφάνιση στο ενεργειακό προσκήνιο νέων παραμέτρων, και των εκ πρώτης όψεως αντικρουόμενων επιδιώξεων που εισάγουν, καθιστά εμφανή την ανάγκη διερεύνησης ενός αποτελεσματικού τρόπου υποστήριξης της διείσδυσης των συγκεκριμένων προγραμμάτων στην ενεργειακή αγορά.

Κατά συνέπεια, διατυπώνεται το ερώτημα «Πως μπορούν τα Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης να υποστηρίξουν τις σύγχρονες επιδιώξεις των Ενεργειακών Εταιρειών, λαμβάνοντας υπόψη τις συσχετίσεις τους με όλες τις παραμέτρους της βιώσιμης ανάπτυξης (οικονομική, τεχνολογική, περιβαλλοντική, και κοινωνική);».

Τα καίρια θέματα που καλείται να υποστηρίξει η παρούσα διδακτορική διατριβή αφορούν:

- Τη μοντελοποίηση του περιβάλλοντος δραστηριοποίησης των ενεργειακών εταιρειών (ενεργειακή αγορά και χαρακτηριστικά των εταιρειών).
- Τη μοντελοποίηση όλων των χαρακτηριστικών των ΠΔΖ σε σχέση με τις επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών.
- Τη διαχείριση της ασάφειας και της μικτής πληροφορίας (ποσοτικής και ποιοτικής) που εισάγει η μοντελοποίηση όλων των παραμέτρων των ΠΔΖ.
- Τον προσδιορισμό και στη συνέχεια την επιλογή των κατάλληλων τύπων προγραμμάτων και των τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης για κάθε ενεργειακή εταιρεία, ανάλογα με το πεδίο και την αγορά δραστηριοποίησής της.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψε η ανάγκη για τη δημιουργία ενός εργαλείου, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη τις νέες παραμέτρους που εισάγονται με την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας και τις δεσμεύσεις που αναλαμβάνουν οι χώρες, και ιδιαίτερα οι παραγωγοί ενέργειας, στο πλαίσιο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

Παράλληλα, καθώς τα μέχρι τώρα εργαλεία είναι αυστηρά στοχευμένα σε παραδοσιακούς παραγωγούς, αναδύεται η ανάγκη υποστήριξης των επικαιροποιημένων επιδιώξεων και στόχων κάθε εταιρείας που δραστηριοποιείται στον ενεργειακό τομέα, είτε είναι παραγωγός ενέργειας, είτε εταιρεία που δραστηριοποιείται στη μεταφορά και διανομή ενέργειας, είτε ΕΠΕΥ. Οι στόχοι αυτοί πλέον μπορεί να ποικίλουν και πέραν της μεγιστοποίησης του κέρδους και της τήρησης των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων, και να περιλαμβάνουν και άλλες επιδιώξεις, όπως τη διατήρηση ή και περαιτέρω ενίσχυση της θέσης της εταιρείας στην ενεργειακή αγορά, και την εμφάνιση κοινωνικής και περιβαλλοντικής συνείδησης προς το κοινό.

2.6 Συμπεράσματα

Με βάση τα παραπάνω διαφαίνεται η πολυπλοκότητα του προβλήματος προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω των προγραμμάτων και των

τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης και η ανάγκη ανάπτυξης:

- Ολοκληρωμένου πλαισίου υποστήριξης αποφάσεων για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως εκφράζεται μέσω των προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης, μεταξύ αποφασιζόντων και βασικών εμπλεκομένων των ενεργειακών εταιρειών.
- Μεθοδολογικής προσέγγισης, που να δύναται να διαχειριστεί την ασάφεια που εισάγεται μέσω της ποιοτικής πληροφορίας που χαρακτηρίζει ορισμένες παραμέτρους των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, ενώ διακρίνεται από ευελιξία για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών μιας πληθώρας προγραμμάτων, της καλούμενης εμπειρίας.

3. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας ανέδειξε την ύπαρξη μιας πληθώρας εμπειριών σχετικά με την υλοποίηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης σε διεθνές επίπεδο μέσα στην τελευταία 15ετία. Παρόλα αυτά, διαπιστώθηκε η έλλειψη ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου λήψης αποφάσεων που να αντλεί στοιχεία από το πλήθος αυτό των διάσπαρτων γεωγραφικά και χρονολογικά εμπειριών.

Στο παραπάνω πλαίσιο, τα μεθοδολογικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να καλύπτουν τις ακόλουθες ανάγκες:

- Δυνατότητα πλήρους μοντελοποίησης όλων των πτυχών του προβλήματος.
- Ευελιξία στην αποτύπωση των παραμέτρων, ώστε να καλύπτουν όλη τη γεωγραφική ευρύτητα του προβλήματος.
- Αξιοποίηση της υπάρχουσας εμπειρίας.
- Αποτύπωση της ασάφειας που υπεισέρχεται στο πρόβλημα, τόσο λόγω αδυναμίας ποσοτικής έκφρασης μιας σειράς παραμέτρων, όσο και λόγω έλλειψης δεδομένων.
- Αξιολόγησης και κατάταξης των εναλλακτικών λύσεων σύμφωνα με την πολυκριτηριακή φύση του προβλήματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες ανάγκες, αναγνωρίστηκε μια σειρά μεθοδολογικών εργαλείων, τα οποία μπορούν να συμβάλλουν αποτελεσματικά στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων όσον αφορά την προώθηση προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης και τα οποία αναφέρονται εν συνεχεία:

- Μεθοδολογίες δεικτών.
- Έμπειρα συστήματα.
- Πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων.

3.2 Ενεργειακοί Δείκτες

Οι ενεργειακοί δείκτες σύμφωνα με τον Patterson [16], μπορούν συνήθως να αποκαλύψουν σημαντικές πληροφορίες και χαρακτηριστικά της αγοράς ενέργειας, ακόμα και όταν δεν είναι διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία, και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους υπεύθυνους χάραξης της ενεργειακής πολιτικής. Όπως τονίζεται δε από τους Vera et al. [17], οι ενεργειακοί δείκτες δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως στατιστικά δεδομένα ενέργειας, καθώς εκτείνονται πέρα από αυτά για να

παράσχουν βαθύτερη κατανόηση των αιτιολογικών συσχετισμών και της δυναμικής των ενεργειακών –περιβαλλοντικών –οικονομικών δεσμών και για να φωτίσουν τις μεταξύ τους σχέσεις, που μπορεί να μην είναι ευδιάκριτες από τη χρήση απλών στατιστικών δεδομένων.

Η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας αναδεικνύει μια σειρά από προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί τις τελευταίες δεκαετίες για την ανάπτυξη μεθοδολογικών πλαισίων ενεργειακών δεικτών που άπτονται του προβλήματος της προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, και δη των ΠΔΖ. Οι κυριότερες εξ' αυτών των προσπαθειών εντοπίζονται στο πλαίσιο λειτουργίας οργανισμών και επιτροπών ευρείας εμβέλειας, συνήθως διεθνούς, όπως είναι:

- Επιτροπή Ενέργειας Καλιφόρνιας και Επιτροπή Παραγωγών Ενέργειας Καλιφόρνιας.
- Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή.
- Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης.
- Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας.
- Ηνωμένα Έθνη.

3.3 Έμπειρα Συστήματα

Τα έμπειρα συστήματα αποτελούν ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο για την επίτευξη λύσης σε μια σειρά προβλημάτων, τα οποία συχνά δε μπορούν να αντιμετωπιστούν με άλλες, πιο παραδοσιακές μεθόδους, ενώ η χρήση τους βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα και την ταχύτητα λήψης αποφάσεων. [18, 19]

Τα βασικότερα στοιχεία της δομής ενός έμπειρου συστήματος περιλαμβάνουν τον ανθρώπινο παράγοντα, τη βάση γνώσης, την απόκτηση γνώσης, τον έλεγχο συνοχής, το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων, την απόκτηση πληροφορίας, το περιβάλλον διεπαφής, τη μονάδα εκτέλεσης δράσης, το μηχανισμό επεξήγησης, τη μονάδα μάθησης και τη λειτουργική μνήμη.

Όσον αφορά τις εφαρμογές τους στον ενεργειακό τομέα, οι κυριότερες ενεργειακές προβληματικές που υποστηρίζονται από τα έμπειρα συστήματα αφορούν τον ενεργειακό σχεδιασμό & προγραμματισμό, τη διάγνωση προβλημάτων & αποκατάσταση δικτύων, καθώς και την αξιολόγηση τεχνολογιών ΑΠΕ & ΕΞΕΝ.

3.4 Πολυκριτηριακή Υποστήριξη Αποφάσεων

Ο χώρος της ΠΥΑ είναι ιδιαίτερα ευρύς ως προς τη φύση των μεθοδολογικών προσεγγίσεων που έχουν αναπτυχθεί εντός αυτού για την αντιμετώπιση προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Μεταξύ των προσεγγίσεων αυτών εντοπίζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις τόσο στη μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται, όσο και στη διαδικασία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των υποδειγμάτων.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναδεικνύει πλήθος εργασιών που βασίζονται στην ΠΥΑ για την αξιολόγηση εναλλακτικών προτάσεων στον ενεργειακό τομέα. Πιο συγκεκριμένα, διάφοροι μέθοδοι ΠΥΑ έχουν χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση εναλλακτικών τεχνολογιών και προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, όπως και σε προβλήματα ενεργειακού σχεδιασμού.

3.5 Συμπεράσματα

Με βάση την ανασκόπηση της βιβλιογραφικής έρευνας που παρουσιάστηκε στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, φαίνεται ότι οι προσπάθειες αξιοποίησης της υπάρχουσας τεχνογνωσίας γύρω από τα ΠΔΖ, καθώς και η αξιολόγησή τους, είναι ένα πρόβλημα που τώρα συγκεντρώνει ξανά το ενδιαφέρον των ερευνητών.

Οι *ενεργειακοί δείκτες* δύνανται να απεικονίσουν ρεαλιστικά την κατάσταση μιας ενεργειακής αγοράς, πλαίσιο στο οποίο εντοπίζονται κατά κόρον οι υπάρχουσες προσπάθειες ανάπτυξής τους από διεθνείς οργανισμούς. Οι προσπάθειες ανάπτυξης δεικτών όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των ΠΔΖ αποδίδονται κυρίως σε μεμονωμένους ερευνητές, παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας και φορείς συνεργασίας αυτών, με προεξέχουσα προσπάθεια αυτή του προγράμματος IEA/DSM. Και εξ αυτών όμως των προσπαθειών, ορισμένες παρελθούσες κυρίως απόπειρες ανάπτυξης δεικτών στηρίζονται στην απεικόνιση μόνο της οικονομετρικής φύσης των παραμέτρων του προβλήματος, ενώ οι πλέον σύγχρονες περιορίζονται στις αριθμητικής φύσης παραμέτρους, μη αποδίδοντας την πρέπουσα σημασία σε μεταβλητές που είναι είτε εκ φύσεως, είτε λόγω έλλειψης δεδομένων, ασαφείς.

Τα *έμπειρα συστήματα* αποτελούν ένα από τα πλέον αξιόλογα εργαλεία αξιοποίησης υπάρχουσας γνώσης. Η εφαρμογή τους σε προβλήματα του ενεργειακού τομέα είναι σημαντική, παρόλα αυτά μέχρι σήμερα δεν έχουν συναντήσει ως πεδίο εφαρμογής την επιλογή συμβατών προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης με τα χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης ενεργειακής αγοράς και εταιρείας. Η χρήση έμπειρων συμβάλλει αποφασιστικά στον εύκολο χειρισμό και ομαδοποίηση σημαντικού όγκου πληροφορίας.

Οι δυνατότητες εφαρμογής της ΠΥΑ σε προβλήματα ενεργειακής φύσης περιλαμβάνουν:

- Την ικανοποιητική απόδοση των συνδυαστικών μεθόδων σε προβλήματα προκαταρκτικού ελέγχου των χαρακτηριστικών εναλλακτικών λύσεων.
- Την ευρύτατη χρήση μεθόδων που βασίζονται σε σχέσεις υπεροχής για την επίλυση ενεργειακών προβλημάτων, όπως η Electre III και η Promethee.
- Την ικανότητα ταυτόχρονης διαχείρισης μικτής πληροφορίας (ποιοτικής και ποσοτικής) από μεθόδους όπως η Naiade, επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο την εισαγωγή της άμεσα συνδεδεμένης με τη φύση του προβλήματος ασάφειας.

4. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

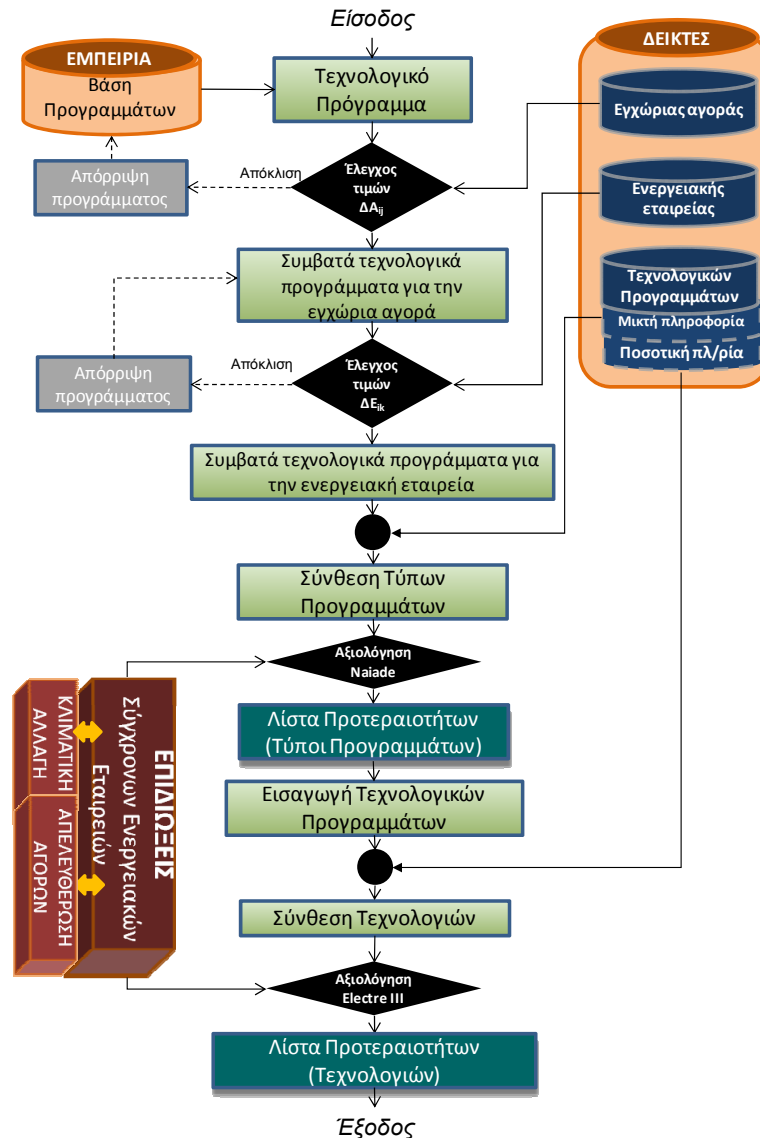
4.1 Μεθοδολογική Προσέγγιση

Βασική επιδίωξη της φιλοσοφίας της προσέγγισης είναι η συστηματική αποτύπωση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στους σύγχρονους ενεργειακούς τομείς, καθώς και των ΠΔΖ που έχουν υλοποιήσει και η οργάνωση της υπάρχουσας διεθνούς εμπειρίας στα προγράμματα αυτά, με απώτερο στόχο την επιλογή και αξιολόγηση των πλέον συμβατών επιλογών για την εκάστοτε ενεργειακή εταιρεία, ώστε να ικανοποιούνται οι σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών στις νέες συνθήκες του ενεργειακού τομέα.

Η φιλοσοφία της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης SYCASE περιλαμβάνει τις ακόλουθες 4 συνιστώσες:

- Συνιστώσα I - Οργάνωση (**SY**stemisation). Μέσω της χρήσης δεικτών πραγματοποιείται η αποτύπωση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών εταιρειών που έχουν επιτυχημένα δραστηριοποιηθεί στη διεξαγωγή ΠΔΖ, κωδικοποιούνται τα χαρακτηριστικά των αγορών αυτών, ενώ τέλος, οργανώνονται και τα χαρακτηριστικά των ΠΔΖ.
- Συνιστώσα II - Έλεγχος Συμβατότητας (**CompA**tibility Check). Ελέγχεται η συμβατότητα των ευρύτερων χαρακτηριστικών του αποφασίζοντα (χαρακτηριστικά εταιρείας και αγοράς στην οποία δραστηριοποιείται), με τα χαρακτηριστικά των αποφασιζόντων που έχουν υλοποιήσει με επιτυχία ΠΔΖ.
- Συνιστώσα III – Σύνθεση (**Syn**thesis). Η τρίτη συνιστώσα αποσκοπεί στη σύνθεση των χαρακτηριστικών των επιμέρους συμβατών τεχνολογικών προγραμμάτων ανά τύπο τεχνολογίας και τύπο προγράμματος, με στόχο την αποτύπωση των χαρακτηριστικών ευρύτερων ομάδων (τύπων) προγραμμάτων.
- Συνιστώσα IV – Αξιολόγηση (**E**valuation). Πραγματοποιείται η αξιολόγηση τόσο των γενικευμένων τύπων προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, όσο και των επιμέρους τεχνολογικών επιλογών, με βάση τη συμβολή των προαναφερθέντων εργαλείων στις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών.

Η ακολουθούμενη διαδικασία παρουσιάζεται υπό μορφή λογικού διαγράμματος στο Σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1: Διαδικασία Μεθοδολογικής Προσέγγισης

Τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας της μεθοδολογικής προσέγγισης παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- *Είσοδος*: Λαμβάνει χώρα η επιλογή του πεδίου που επικεντρώνονται οι δραστηριότητες της ενεργειακής εταιρείας, και κατά συνέπεια τα επιθυμητά προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης (ηλεκτρική ενέργεια & φυσικό αέριο).
- *Τεχνολογικό Πρόγραμμα*: Με βάση το επιλεγμένο πεδίο δραστηριοποίησης, πραγματοποιείται σταδιακή εισαγωγή των επιμέρους τεχνολογικών προγραμμάτων από τη βάση προγραμμάτων.
- *Έλεγχος Τιμών ΔA_{ij}* : Πραγματοποιείται έλεγχος των χαρακτηριστικών της εξεταζόμενης εγχώριας αγοράς, σύμφωνα με τις αρχές της συνδετικής

μεθόδου, χρησιμοποιώντας τους Δείκτες Εγχώριας Αγοράς.

- *Συμβατά Τεχνολογικά Προγράμματα για την Εγχώρια Αγορά:* Η διαδικασία ελέγχου των τιμών των Δεικτών Εγχώριας Αγοράς επαναλαμβάνεται για όλα τα τεχνολογικά προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης, έως ότου ολοκληρωθεί ο σχηματισμός της λίστας τεχνολογικών προγραμμάτων που συνάδουν με τα χαρακτηριστικά της εγχώριας αγοράς.
- *Έλεγχος Τιμών ΔΕ_{ik}:* Χρησιμοποιείται ένα δεύτερο επίπεδο ελέγχου, με χρήση των Δεικτών Ενεργειακών Εταιρειών, και πάλι σύμφωνα με τις αρχές της συνδετικής μεθόδου.
- *Συμβατά Τεχνολογικά Προγράμματα για την Ενεργειακή Εταιρεία:* Η διαδικασία του σταδίου αυτού ολοκληρώνεται με την παραγωγή μιας λίστας «Συμβατών τεχνολογικών προγραμμάτων για την ενεργειακή εταιρεία», τα οποία συνοδεύονται από μια σειρά Δεικτών Προγραμμάτων, εκφρασμένων είτε σε μικτή, είτε σε ποσοτική πληροφορία.
- *Σύνθεση Τύπων Προγραμμάτων:* Για την κατηγοριοποίηση των ανεξάρτητων τεχνολογικών προγραμμάτων σε ευρύτερες κατηγορίες, τους καλούμενους «Τύπους Προγραμμάτων», πραγματοποιείται η σύνθεση των χαρακτηριστικών των τεχνολογικών προγραμμάτων, όπως αυτά αποτυπώνονται μέσω δεικτών και εκφράζονται σε μικτή πληροφορία, με τη χρήση ενός τελεστή συνάθροισης (αθροιστικός μέσος).
- *Αξιολόγηση Naiade:* Η αξιολόγηση της συνεισφοράς των συντιθέμενων τύπων προγραμμάτων στις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών, πραγματοποιείται με χρήση της Naiade.
- *Λίστα Προτεραιοτήτων (Τύποι Προγραμμάτων):* Παράγεται μια λίστα προτεραιοτήτων τύπων προγραμμάτων, τα οποία αναμένεται να έχουν μεγαλύτερη συνεισφορά στην προώθηση τεχνικών διαχείρισης της ζήτησης.
- *Εισαγωγή Τεχνολογικών Προγραμμάτων:* Πραγματοποιείται εισαγωγή επιμέρους τεχνολογικών προγραμμάτων από τη λίστα «Συμβατά τεχνολογικά προγράμματα για την ενεργειακή εταιρεία», τα χαρακτηριστικά των οποίων αποτυπώνονται με χρήση μόνο ποσοτικής πληροφορίας.
- *Σύνθεση Τεχνολογιών:* Πραγματοποιείται η σύνθεση των ποσοτικών χαρακτηριστικών των τεχνολογικών προγραμμάτων με τη χρήση ενός τελεστή συνάθροισης (αθροιστικός μέσος).
- *Αξιολόγηση Electre III:* Πραγματοποιείται η αξιολόγηση των τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας που προωθούνται μέσα από τα ΠΔΖ, με χρήση της Electre III.

4.2 Συνιστώσα I: Οργάνωση

Η πρώτη συνιστώσα της μεθοδολογικής προσέγγισης αποσκοπεί στη συστηματική οργάνωση των επί μέρους χαρακτηριστικών του προβλήματος. Η συστηματοποίηση του προβλήματος επιτυγχάνεται μέσω της μοντελοποίησης των

χαρακτηριστικών αφενός των ενεργειακών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην ανάπτυξη ΠΔΖ, αφετέρου των ενεργειακών αγορών στις οποίες λαμβάνει χώρα αυτή η δραστηριοποίηση, ενώ για την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου σταδίου πραγματοποιείται η οργανωμένη καταγραφή των χαρακτηριστικών των ίδιων των τεχνολογικών προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης.

Η προαναφερθείσα μοντελοποίηση πραγματοποιείται με τη χρήση τριών βασικών ομάδων δεικτών, τους Δείκτες Αγοράς, τους Δείκτες Ενεργειακών Εταιρειών και τους Δείκτες Τεχνολογικών Προγραμμάτων.

Το προτεινόμενο πλαίσιο δεικτών διακρίνεται για τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του:

- Επαρκή κάλυψη των παραμέτρων του προβλήματος με χρήση ενός περιεκτικού και συνεκτικού πλήθους δεικτών.
- Χρήση θεμελιώδους πληροφορίας, η οποία μπορεί να αντληθεί από τις υπάρχουσες βάσεις δεδομένων και την ευρύτερη βιβλιογραφία.
- Αντιμετώπιση χρονικών και γεωγραφικών περιορισμών όσον αφορά τα οικονομικά δεδομένα, λόγω της χρήσης συνεχών τιμών, εκφρασμένων ανά μονάδα αγοραστικής δύναμης.

Η συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων για την ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεικτών, πραγματοποιείται σύμφωνα με το μεθοδολογικό πλαίσιο που έχει περιγραφεί από τους Papadopoulos et al [20].

Οι προτεινόμενοι δείκτες παρουσιάζονται εποπτικά στο Σχήμα 4.2 και αναλύονται διεξοδικά στις παραγράφους που ακολουθούν.



Σχήμα 4.2: Οργάνωση Παραμέτρων Προβλήματος με Χρήση Δεικτών

4.3 Συνιστώσα II: Έλεγχος Συμβατότητας

Στη δεύτερη συνιστώσα της μεθοδολογικής προσέγγισης λαμβάνει χώρα η επιλογή εκείνων των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, τα χαρακτηριστικά υλοποίησης των οποίων συνάδουν με τα χαρακτηριστικά τόσο της αγοράς στην

οποία δραστηριοποιείται η ενδιαφερόμενη ενεργειακή εταιρεία, όσο και της ίδιας της εταιρείας, μετά από έλεγχο συμβατότητας των αντίστοιχων δεικτών.

Η διαδικασία του ελέγχου συμβατότητας πραγματοποιείται σε δυο στάδια. Στο πρώτο στάδιο υλοποιείται έλεγχος συμβατότητας των χαρακτηριστικών της ενεργειακής αγοράς, ενώ στο δεύτερο στάδιο λαμβάνει χώρα ο έλεγχος συμβατότητας των χαρακτηριστικών της ενεργειακής εταιρείας.

4.4 **Συνιστώσα III: Σύνθεση**

Στόχος της συγκεκριμένης συνιστώσας είναι η σύνθεση των χαρακτηριστικών ευρύτερων τύπων προγραμμάτων και προωθούμενων τεχνολογιών, συμβατών με τα χαρακτηριστικά του αποφασίζοντα και της ενεργειακής αγοράς που τον πλαισιώνει.

Οι τύποι ΠΔΖ που βρίσκουν πεδίο εφαρμογής στη σύγχρονη αγορά ενέργειας κωδικοποιούνται ως ακολούθως:

- **Π1 - Προγράμματα ενημέρωσης (Γενικά).** Ποικίλουν από απλά ενημερωτικά φυλλάδια που αποστέλλονται στους πελάτες μέχρι εκπαιδευτικά προγράμματα, σεμινάρια, σήμανση συσκευών με ετικέτες και ενημερωτικές εκστρατείες.
- **Π2 – Προγράμματα ενημέρωσης (Ενεργειακές Επιθεωρήσεις).** Προωθούν την ενημέρωση των καταναλωτών μέσω της διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων.
- **Π3 - Επιδοτήσεις και δάνεια.** Αξιοποιούν το μέτρο παροχής επιδοτήσεων ή δανείων για την προώθηση μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας.
- **Π4 - Σύμβαση Απόδοσης.** Στηρίζονται στις υπηρεσίες που προσφέρουν στους καταναλωτές οι ΕΠΕΥ μέσω της κατάρτισης αντίστοιχης σύμβασης.
- **Π5 - Μετασχηματισμός της Αγοράς.** Αυτός ο τύπος προγραμμάτων απευθύνεται σε μια πληθώρα εμπλεκόμενων, με στόχο το μετασχηματισμό της αγοράς και τη μετάβαση σε πλέον αποδοτικές τεχνολογίες.
- **Π6 - Διαχείρισης Φορτίου.** Ευρεία κατηγορία προγραμμάτων, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιείται μετάθεση ηλεκτρικών φορτίων μεταξύ χρονικών περιόδων.
- **Π7 - Άμεσης Εγκατάστασης.** Παρέχουν μια ολοκληρωμένη δέσμη υπηρεσιών στον ενδιαφερόμενο, καθώς στοχεύουν στο να διευκολύνουν την αναγκαία διαδικασία, μέσω υλοποίησης του ενεργειακού ελέγχου, μεσολάβησης στην εύρεση χρηματοδότησης, επίβλεψης της εγκατάστασης των απαραίτητων μέτρων, και σε ορισμένες περιπτώσεις συντήρησης του εξοπλισμού.
- **Π8 - Προγράμματα Έρευνας και Ανάπτυξης.** Τα συγκεκριμένα προγράμματα επιτυγχάνουν μακροπρόθεσμες μειώσεις στη ζήτηση ενέργειας, καθώς τα κονδύλια που επενδύονται στην Ε&Α αποσκοπούν στην ανάπτυξη νέων ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών που μπορούν να συντελέσουν στη

σημαντική μείωση της ενεργειακής ζήτησης μελλοντικά.

Αντιστοίχως, οι τεχνολογικές δυνατότητες που προωθούνται μέσω των ΠΔΖ σχετίζονται με:

- **T1 - Κτιριακό κέλυφος.**
- **T2 - Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός χώρων.**
- **T3 - Θέρμανση νερού χρήσης.**
- **T4 - Φωτισμός.**
- **T5 - Οικιακές συσκευές.**
- **T6 - Κινητήρες.**
- **T7 - Συστήματα ψύξης.**
- **T8 – Κλίβανοι.**
- **T9 - Αεροσυμπιεστές.**
- **T10 - Ανάκτηση θερμότητας.**
- **T11 - Αρδευτικές αντλίες.**
- **T12 - Τεχνολογίες διαχείρισης φορτίου.**

Ως τελεστής συνάθροισης, τόσο για τους δείκτες που εκφράζονται σε αριθμητικές τιμές, όσο και για τους δείκτες που εκφράζονται σε γλωσσικές μεταβλητές, χρησιμοποιείται ο αριθμητικός μέσος, όπως εκφράζεται μέσω της ακόλουθης εξίσωσης

$$\overline{\Delta\Pi_m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta\Pi_{m_i}$$

Οι γλωσσικές μεταβλητές των Δεικτών Προγραμμάτων απεικονίζονται με χρήση 5-βάθμιας, τριγωνικής συνάρτησης συσχέτισης, ως $\widetilde{\Delta\Pi_m} = (a, b, c)$.

Ο παραπάνω τελεστής συνάθροισης λαμβάνει την ακόλουθη μορφή στην περίπτωση ασαφών συνόλων.

$$\widetilde{\Delta\Pi_m} = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i \right)$$

Το ασαφές σύνολο που προκύπτει από την παραπάνω εξίσωση, δεν αντιστοιχεί στο αρχικό σύνολο γλωσσικών μεταβλητών. Για την απόδοση μιας γλωσσικής ετικέτας σε αυτό, απαιτείται η χρήση μιας μεθόδου γλωσσολογικής προσέγγισης.

Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί αρκετές μέθοδοι υπολογισμού της εννοιολογικής απόστασης μεταξύ δυο γλωσσικών μεταβλητών, για τη διαδικασία της γλωσσολογικής προσέγγισης. Ένα από τα ευρύτερα χρησιμοποιούμενα μέτρα της

εννοιολογικής απόστασης είναι η απόσταση Minkowski, εκφράσεις της οποίας αποτελούν η Manhattan απόσταση, η Ευκλείδεια απόσταση και η απόσταση Chebychev. Από τα τρία αυτά μέτρα, πλέον ακριβή αποτελέσματα δίνει η χρήση της ευκλείδειας απόστασης, καθώς τα άλλα δυο τείνουν να υπερ- και υποεκτιμήσουν την απόσταση αντίστοιχα.

4.5 **Συνιστώσα IV: Αξιολόγηση**

Στόχος της 4^{ης} συνιστώσας της μεθοδολογίας είναι η αξιολόγηση τόσο των Τύπων Προγραμμάτων, όσο και των Τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας που έχουν προκύψει από τα προηγούμενα στάδια.

Κάθε μια από τις προβλεπόμενες δυο αξιολογήσεις πραγματοποιείται με χρήση της κατάλληλης πολυκριτηριακής μεθόδου, σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 3. Στο παραπάνω πλαίσιο, η αξιολόγηση των Τύπων Προγραμμάτων συνάδει με τα χαρακτηριστικά της Naiade, ενώ η αξιολόγηση των Τεχνολογιών ΕΞΕΝ με τα χαρακτηριστικά της Electre III.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται ικανοποιούν τις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών, όπως έχουν αποτυπωθεί από την Papadourouli et al. [21], και αναφέρονται ακολούθως:

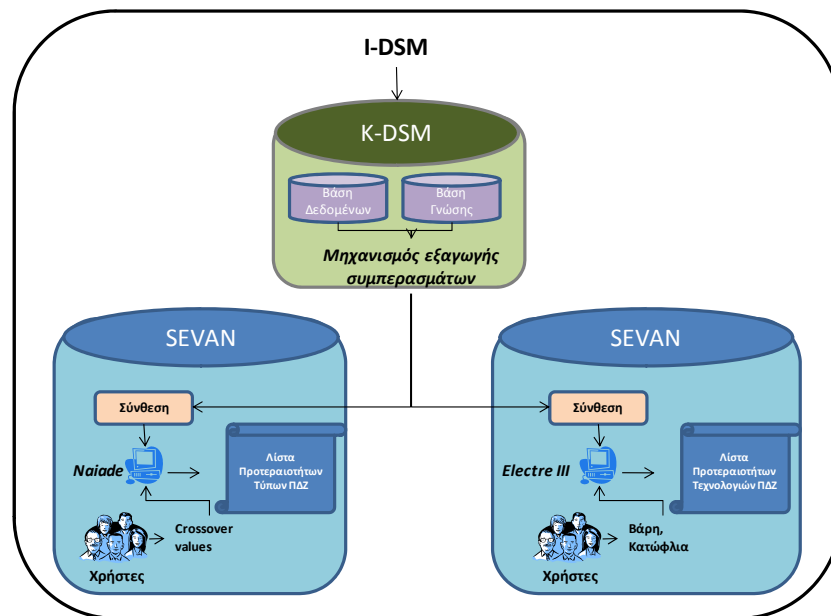
- **K1 – Κόστος προγράμματος.** Αποτυπώνει την οικονομική επιβάρυνση της εταιρείας για την υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος.
- **K2 – Ενίσχυση της τοπικής οικονομίας.** Χαρακτηρίζει τη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και την ενίσχυση του τζίρου των τοπικών επιχειρήσεων που εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα στην προώθηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης (εταιρείες πώλησης αποδοτικού εξοπλισμού, κατασκευαστικές εταιρείες εξοπλισμού κ.ά.).
- **K3 – Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.** Αποτυπώνει τη συμβολή της υλοποίησης ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης στην επίτευξη μειώσεων εκπομπών GHGs και τη συμμόρφωση της εταιρείας με το στόχο προστασίας του περιβάλλοντος.
- **K4 – Προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών.** Αξιολογεί τη συμβολή της ενεργειακής εταιρείας στην προώθηση του στόχου αποδοτικότερων συσκευών, για την ομαλότερη λειτουργία του δικτύου σε ώρες αιχμής και την ενίσχυση της θετικής πεποίθησης των καταναλωτών για το εταιρικό πρόσωπο.
- **K5 – Ενίσχυση του μεριδίου αγοράς.** Το συγκεκριμένο κριτήριο αξιολογεί τις βελτιωμένες υπηρεσίες που παρέχονται προς τους καταναλωτές, και συμβάλλουν στην ενίσχυση της θέσης των εταιρειών στην καταναλωτική συνείδηση.
- **K6 – Εξοικονόμηση ενέργειας.** Αποτυπώνει την πρώτη βασική παράμετρο αξιολόγησης της επιτυχίας του υλοποιηθέντος προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης.
- **K7 – Εξοικονόμηση ισχύος.** Αποτυπώνει τη δεύτερη βασική παράμετρο

αξιολόγησης της επιτυχίας του υλοποιηθέντος προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης.

4.6 Πληροφοριακό Σύστημα Προώθησης Προγραμμάτων και Τεχνολογιών Διαχείρισης της Ζήτησης

Για την εφαρμογή της μεθοδολογίας, η οποία παρουσιάστηκε στις προηγούμενες ενότητες, αναπτύχθηκε ένα Πληροφοριακό Σύστημα εκτέλεσης των διαδικασιών της. Το σύστημα αυτό ονομάζεται I-DSM (Information System for **D**emand **S**ide **M**anagement Decision Support to Energy Companies), και αποτελεί ένα ευέλικτο παραθυρικό περιβάλλον το οποίο επιτρέπει στον χρήστη την άμεση εισαγωγή και επεξεργασία του συνόλου των πληροφοριών οι οποίες έχουν συλλεχθεί, για την εξαγωγή των βέλτιστων λύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας. Το σύστημα αναπτύχθηκε σε περιβάλλον Microsoft Visual Basic (Microsoft Visual Studio 2008) ενώ για την αποθήκευση των δεδομένων και την διάθεση τους στο σύστημα κατά την εκτέλεση του χρησιμοποιήθηκε Microsoft Office Access.

Η αρχιτεκτονική δομή του συστήματος, καθώς και τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά του, απεικονίζονται στο Σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3: Αρχιτεκτονική Δομή Συστήματος I-DSM

Το πληροφοριακό σύστημα I-DSM αποτελείται από τρία κύρια υποσυστήματα:

- K-DSM (**K**nowledge –based system for **DSM** Experiences Utilization), το οποίο ενσωματώνει την υπάρχουσα εμπειρία των ΠΔΖ και το μεθοδολογικό πλαίσιο για τον εντοπισμό των συμβατών τεχνολογικών ΠΔΖ.
- SEVAN (**S**ynthesis and multicriteria **EVA**luation of DSM Programme Types with **Naiade**), το οποίο συνθέτει τα χαρακτηριστικά των Τύπων Προγραμμάτων

των ΠΔΖ, όπως εκφράζονται σε μικτή πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Naiade για την αξιολόγηση και κατάταξή τους.

- SEVEL (Synthesis and multicriteria **E**valuation of DSM Programme Technologies with **E**Lectre III). Συνθέτει τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών ΠΔΖ, εκφρασμένα σε ποσοτική πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Electre III για την αξιολόγηση και κατάταξή τους.

4.7 Συμπεράσματα

Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση **SYCASE**, αποτελούμενη από 4 συνιστώσες, αποσκοπεί στη μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών εταιρειών, της αγοράς που δραστηριοποιούνται και των ΠΔΖ, στην επιλογή και σύνθεση των συμβατών λύσεων σε τύπους προγραμμάτων και τεχνολογίες διαχείρισης της ζήτησης, και τέλος στην αξιολόγηση και κατάταξη των προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας που προκύπτουν. Η προτεινόμενη μεθοδολογία ενσωματώθηκε στο πληροφοριακό σύστημα I-DSM, το οποίο αποσκοπεί στη στήριξη των σύγχρονων ενεργειακών εταιρειών στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω ΠΔΖ.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο, καθοδηγούμενο από τις ανάγκες που διαπιστώθηκαν για τη διασύνδεση δεικτών με την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω ΠΔΖ, εισάγει την «ευφυή» διαχείριση ενός συνόλου προτεινόμενων δεικτών. Τονίζεται βέβαια ότι η μεθοδολογία βασίζεται στη χρήση δεικτών ως εργαλείο για τον έλεγχο συμβατότητας των χαρακτηριστικών του αποφασίζοντα και της αγοράς που δραστηριοποιείται, με την υπάρχουσα εμπειρία, όπως και για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών των ΠΔΖ.

Συνεπώς, με χρήση ευφυούς τεχνικής πραγματοποιείται η αποτύπωση της υπάρχουσας εμπειρίας, όπως έχει καταγραφεί από ενεργειακές εταιρείες, φορείς συνεργασίας των εταιρειών αυτών αλλά και διεθνή προγράμματα. Η υφιστάμενη αβεβαιότητα που επικρατεί στη διεθνή κοινότητα για την αξιοπιστία των εκτιμώμενων και μη μετρήσιμων αποδόσεων των ΠΔΖ, καθώς και η δυσκολία απόκτησης ποσοτικής πληροφορίας, όσον αφορά ποιοτικά από τη φύση τους χαρακτηριστικά του προβλήματος, αποτέλεσαν την ανάγκη που διαμόρφωσε το μεθοδολογικό πλαίσιο έτσι ώστε να υποστηρίξει τη δυνατότητα διαχείρισης της ποιοτικής πληροφορίας που υπεισέρχεται στο πρόβλημα, για την πλήρη αποτύπωση όλων των πτυχών του.

Παράλληλα, η προτεινόμενη μεθοδολογία κάνει χρήση των κατάλληλων ανά περίπτωση πολυκριτηριακών συστημάτων απόφασης που επιτρέπουν την κατάλληλη διαχείριση της μικτής πληροφορίας και ποσοτικής πληροφορίας, στις δυο διακριτές περιπτώσεις αξιολόγησης.

Οι επιμέρους συνιστώσες της μεθοδολογικής προσέγγισης, παρόλο που είναι άμεσα διασυνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να αποτελέσουν και επιμέρους εργαλεία για την υποστήριξη αποφάσεων.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ

5.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας εστιάζεται στον ελληνικό ενεργειακό τομέα, καθώς η συγκεκριμένη διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε με την υποστήριξη του Προγράμματος Ενίσχυσης Ερευνητικού Δυναμικού (ΠΕΝΕΔ) «Υποστήριξη Αποφάσεων Προώθησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Πλαίσιο των Νέων Συνθηκών της Ελληνικής Αγοράς Ενέργειας (Υπουργείο Ανάπτυξης – ΥΠΑΝ, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας – ΓΓΕΤ, ΜΕΤΡΟ 8.3, ΔΡΑΣΗ 8.3.1)».

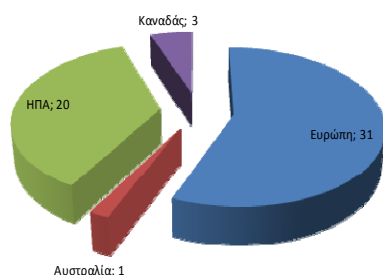
Επιπλέον, άντληση επιμέρους δεδομένων και πληροφοριών έγινε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Scientific Reference System on New Energy Technologies, Energy End-use Efficiency and Energy RTD – SRS NET & EEE (EC - FP6, Coordination Action)» και του Προγράμματος Ενίσχυσης της Βιομηχανικής Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΠΑΒΕΤ) «Σύστημα Υποστήριξης της Ανάπτυξης και Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (Υπουργείο Ανάπτυξης – ΥΠΑΝ, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας – ΓΓΕΤ, ΜΕΤΡΟ 4.3, ΔΡΑΣΗ 4.3.1)».

Τα δεδομένα που παράχθηκαν στο πλαίσιο των παραπάνω προγραμμάτων με τη συμβολή μιας πλειάδας ενεργειακών εμπειρογνομόνων και επιστημόνων αποτελούν επικυρωμένα δεδομένα για τις τεχνολογίες ΕΞΕΝ, τα οποία αξιοποιήθηκαν στο έμπειρο σύστημα που αναπτύχθηκε.

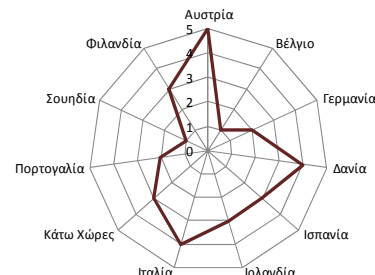
5.2 Χαρακτηριστικά Ενεργειακών Τομέων Άντλησης Εμπειρίας

Η συγκεκριμένη ενότητα επικεντρώνεται στην καταγραφή των ΠΔΖ για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, καθώς και την ανάλυση του πλαισίου υπό το οποίο υλοποιήθηκαν, όσον αφορά την ενεργειακή αγορά και τις εμπλεκόμενες ενεργειακές εταιρίες.

Στο παραπάνω πλαίσιο πραγματοποιήθηκε διεξοδική βιβλιογραφική αναζήτηση των υπάρχουσών προσπάθειών καταγραφής των ΠΔΖ. Εντοπίστηκαν συνολικά 55 ΠΔΖ σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια, η κατανομή των οποίων ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή που υλοποιήθηκαν παρουσιάζεται στα ακόλουθα σχήματα. Παράλληλα εντοπίστηκαν και μεμονωμένες προσπάθειες ΠΔΖ για την αγορά φυσικού αερίου, το πλήθος των οποίων όμως δεν ήταν αρκετό για να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων μέσω ενός έμπειρου συστήματος.



Σχήμα 5.1: Κατανομή των ΠΔΖ ανά Χώρα Προέλευσης



Σχήμα 5.2: Κατανομή των Ευρωπαϊκών ΠΔΖ

Η συντριπτική πλειοψηφία των ΠΔΖ που αναλύονται στη συγκεκριμένη ενότητα έχουν υλοποιηθεί από εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με τις εταιρείες διανομής και μεταφοράς να συνεισφέρουν σε περιορισμένο βαθμό, και τις ΕΠΕΥ να μην έχουν κάποια συμμετοχή.

Τα προγράμματα επικεντρώνονται κυρίως στην προώθηση τεχνολογιών ΕΞΕΝ στον οικιακό τομέα, με τον τριτογενή και το βιομηχανικό τομέα να ακολουθούν. Πιο περιορισμένες ήταν οι εφαρμογές στον αμιγώς δημόσιο τομέα, ενώ στον αγροτικό τομέα εντοπίστηκε μόλις ένα ΠΔΖ.

Παράλληλα, η καταγραφή των ΠΔΖ ανέδειξε ένα πλήθος εφαρμογών προγραμμάτων ενημέρωσης, επιδοτήσεων και μετασχηματισμού της αγοράς, καθώς και κάποιες περιπτώσεις υλοποίησης προγραμμάτων άμεσης εγκατάστασης. Πιο περιορισμένο ήταν το πλήθος των προγραμμάτων διαχείρισης φορτίου για τα οποία κατέστη δυνατός ο εντοπισμός των απαραίτητων δεδομένων, ενώ δεν εντοπίστηκε κάποιο πρόγραμμα σύμβασης απόδοσης που να έχει υλοποιηθεί σε συνεργασία με μια ΕΠΕΥ.

Η ανασκόπηση των υπαρχουσών προσπαθειών ανέδειξε την κινητικότητα που υπάρχει γύρω από τα ΠΔΖ πλέον, καθώς είναι εμφανής ο αυξητικός ρυθμός υλοποίησής τους τα τελευταία χρόνια.

5.3 Χαρακτηριστικά Ελληνικού Ενεργειακού Τομέα

Μολονότι η δραστηριοποίηση των ενεργειακών εταιρειών στην Ελλάδα είναι ευρεία, η αγορά φυσικού αερίου είναι ακόμα σε ανάπτυξη, καθώς ο αριθμός των εμπλεκόμενων είναι περιορισμένος. Για τους λόγους αυτούς, και μολονότι η διδακτορική διατριβή απευθύνεται σε όλες τις εν δυνάμει εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ελληνικό ενεργειακό τομέα, το πεδίο εφαρμογής της διατριβής εντοπίζεται κυρίως στις ενεργειακές εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αποτελούν ένα ιδανικό παράδειγμα, στα βήματα του οποίου μπορεί να βαδίσει και η αγορά φυσικού αερίου. Όσον αφορά τις εταιρείες μεταφοράς, διανομής και εμπορίας, καθώς και τις ΕΠΕΥ, οι δραστηριότητές τους εντοπίζονται κυρίως στα αρχικά στάδια ανάπτυξής τους.

Έπειτα από 9 σχεδόν χρόνια σχετικής ακινησίας και σοβαρών «διαξιφισμών» στο

παρασκήνιο, από τη στιγμή που οι ιδιώτες απέκτησαν το δικαίωμα να επενδύσουν σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με στόχο την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, οι ιδιωτικοί όμιλοι δείχνουν να είναι έτοιμοι να αναπτύξουν σημαντική δραστηριότητα στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Οι εγχώριοι ιδιωτικοί όμιλοι έχουν εξασφαλίσει πλέον ισχυρές συμμαχίες με μεγάλες δυνάμεις της ευρωπαϊκής αγοράς, κάτι που ενισχύει την αξιοπιστία τους, αλλά και την οικονομική δυνατότητα να προχωρήσουν στις επενδύσεις.

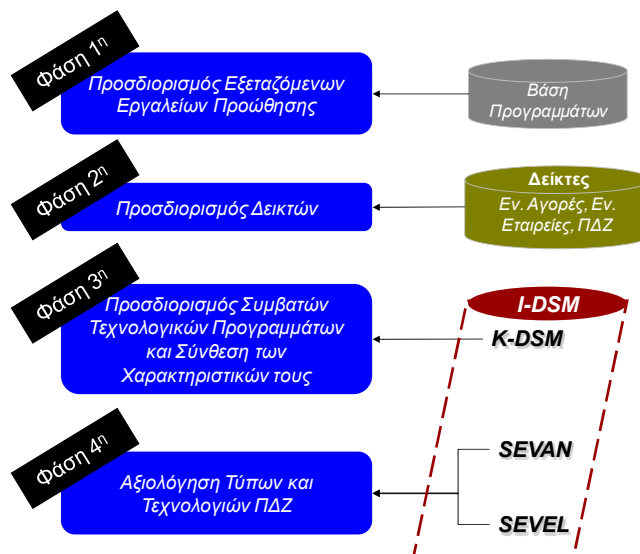
Οι κυριότερες εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που δραστηριοποιούνται στη χώρα μετά την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας είναι:

- Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ).
- ΔΕΗ Ανανεώσιμες.
- Damco Energy (θυγατρική ομίλου Κοπελούζου).
- Ενεργειακή Θεσσαλονίκης (θυγατρική των Ελληνικών Πετρελαίων – ΕΛ.ΠΕ).
- Ήρων Θερμοηλεκτρική (θυγατρική Ομίλου Τέρνα).
- Τέρνα Ενεργειακή (θυγατρική Ομίλου Τέρνα).
- Enelco (κοινοπραξία ομίλου Κοπελούζου με Enel).
- Ρόκας Ανανεώσιμες - Iberdrola.
- Endesa Hellas (θυγατρική ομίλου Μυτιληναίος).
- Ελληνική Τεχνοδομική Άνεμος (θυγατρική ομίλου Ελλάκτωρ.)

Πέραν των εταιρειών ηλεκτροπαραγωγής, εντοπίζεται μια σειρά εταιρειών που ασχολούνται με την εμπορία και διάθεση της ηλεκτρικής ενέργειας, για ορισμένες εκ των οποίων η συγκεκριμένη δραστηριότητα αποτελεί και την κύρια δραστηριότητά τους. Όσον αφορά τις ΕΠΕΥ, η δραστηριοποίησή τους στην ενεργειακή αγορά είναι ακόμα σε εμβρυϊκό στάδιο.

5.4 Αποτελέσματα

Η προτεινόμενη μεθοδολογία ενσωματώθηκε στο πληροφοριακό σύστημα που αναπτύχθηκε I-DSM (Information System for Demand Side Management Decision Support to Energy Companies) και εφαρμόστηκε μέσω των ακόλουθων 4 φάσεων.



Σχήμα 5.3: Οι Φάσεις της Εφαρμογής

Ειδικότερα:

- **Φάση 1^η: Προσδιορισμός Εξεταζόμενων Εργαλείων Προώθησης**

Οι Τύποι Προγραμμάτων και Τεχνολογιών ΠΔΖ, γύρω από τους οποίους θα περιστραφεί η εφαρμογή παρουσιάζονται ακολούθως:

Π1 - Ενημέρωσης (Γενικά)	T1 - Κτιριακό Κέλυφος
Π2 - Ενημέρωσης (Ενεργειακές Επιθεωρήσεις)	T2 - Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός χώρων
Π3 - Επιδοτήσεις και Δάνεια	T3 - Θέρμανση νερού χρήσης
Π5 - Μετασχηματισμός της Αγοράς	T4 - Φωτισμός
Π6 - Διαχείριση Φορτίου	T5 - Οικιακές συσκευές
Π7 - Άμεση Εγκατάσταση	T6 - Κινητήρες
	T7 - Συστήματα ψύξης
	T8 - Κλιβανοί
	T9 - Αεροσυμπιεστές
	T12 - Τεχνολογίες διαχείρισης φορτίου

- **Φάση 2^η: Προσδιορισμός Δεικτών**

Η άντληση τιμών για την ανάπτυξη των δεικτών έγινε από τις ακόλουθες πηγές.

- **Ενεργειακή Αγορά:** Η άντληση δεδομένων πραγματοποιήθηκε από ευρωπαϊκές και διεθνείς βάσεις δεδομένων, όπως η Eurostat, η IEA, ο OECD, ενώ αξιοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα του FP-6 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Scientific Reference System of New Energy Technologies and Energy End-Use (SRS NET &EEE).
- **Ενεργειακές Εταιρείες:** Τα δεδομένα αντλήθηκαν από τις ιστοσελίδες των ενεργειακών εταιρειών, και τους δημοσιευμένους ετήσιους ισολογισμούς τους, πιστοποιημένους από ορκωτούς λογιστές.
- **ΠΔΖ:** Πληροφορίες για τα προγράμματα αυτά αντλήθηκαν από διεθνείς

αναφορές και μελέτες καταγραφής τους, καθιστώντας τα ως τα πλέον αξιόπιστα για τις συγκεκριμένες μελέτες περίπτωσης ΠΔΖ.

- *Φάση 3^η: Προσδιορισμός Συμβατών Τεχνολογικών Προγραμμάτων και Σύνθεση των Χαρακτηριστικών τους*

Η εισαγωγή των τιμών των δεικτών για τη χώρα εφαρμογής και την ενεργειακή εταιρεία που επιθυμεί να υλοποιήσει το ΠΔΖ, έχει ως αποτέλεσμα το διαδοχικό έλεγχο των υφιστάμενων επιλογών και την ανάδειξη των συμβατών ΠΔΖ.

Η ανάπτυξη των Τύπων Προγραμμάτων και των Τεχνολογιών ΠΔΖ προκύπτει από τη σύνθεση των επιμέρους χαρακτηριστικών των συμβατών ΠΔΖ, καθώς όπως έχει αναφερθεί, η διεθνής εμπειρία όσον αφορά στα ΠΔΖ επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά μεμονωμένων τεχνολογικών προγραμμάτων.

Τα αποτελέσματα της σύνθεσης ανά εξεταζόμενο πεδίο εφαρμογής παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

- *Φάση 4^η: Αξιολόγηση Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών Διαχείρισης της Ζήτησης*

Η εφαρμογή της μεθοδολογικής προσέγγισης στην ελληνική αγορά ενέργειας πραγματοποιήθηκε για τον οικιακό, εμπορικό και βιομηχανικό τομέα, για δυο διαφορετικές ενεργειακές εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε αυτόν, και πιο συγκεκριμένα για τη ΔΕΗ και την Ήρων Θερμοηλεκτρική.

Η σύγκριση των προτεινόμενων ΠΔΖ για κάθε τομέα και εταιρεία καταλήγουν στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Για τον οικιακό τομέα, οι τύποι προγραμμάτων που είναι πιο κοντά στην ελληνική πραγματικότητα και για τις δυο εταιρείες είναι τα Προγράμματα Μετασχηματισμού, τα Προγράμματα Άμεσης Εγκατάστασης, τα Γενικά Προγράμματα Ενημέρωσης και τα Προγράμματα Επιδότησεων. Οι πρώτοι δυο τύποι προγραμμάτων αποτελούν ουσιαστικά και τις προτεραιότητες για τον τομέα.
- Όσον αφορά τον τομέα των υπηρεσιών, προτεραιότητα φαίνεται να αποτελούν τα προγράμματα διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων. Η πρόταση αυτή συνάδει με τις προτεραιότητες της ελληνικής πολιτείας για διεξαγωγή υποχρεωτικών ενεργειακών επιθεωρήσεων, σε μια προσπάθεια βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Όσον αφορά τις προτεραιότητες για το βιομηχανικό τομέα, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, παρότι τα προγράμματα διεξαγωγής ενεργειακών επιθεωρήσεων φαίνεται να έχουν ένα μικρό προβάδισμα.

Όσον αφορά τις τεχνολογίες, στις οικίες ως πλέον υποσχόμενες είναι κυρίως οι σχετιζόμενες με τη ψύξη και τον κλιματισμό χώρων, ακολουθούμενες από τεχνολογίες φωτισμού και τέλος από αποδοτικότερες οικιακές συσκευές. Στον τομέα των υπηρεσιών, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυκριτήριας ανάλυσης, οι σχετιζόμενες με τα συστήματα ψύξης τεχνολογίες υπερέρχουν έναντι των υπολοίπων. Οι επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος ακολουθούν σε

προτεραιότητα υλοποίησης, ενώ και τεχνολογίες σχετικά με τα συστήματα HVAC εμφανίζουν κάποιο δυναμικό στην εφαρμογή τους στον τομέα υπηρεσιών. Ως χαμηλότερης προτεραιότητας έναντι των υπολοίπων είναι οι σχετιζόμενες με το φωτισμό τεχνολογίες. Η εφαρμογή δεν πραγματοποιείται για τον βιομηχανικό τομέα, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή προγράμματα για τη διεξαγωγή πολυκριτήριας ανάλυσης.

5.5 Συμπεράσματα

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη χρήση του πληροφοριακού συστήματος I-DSM, που ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία, είναι ότι δίνει τη δυνατότητα για τα ακόλουθα:

- Αναγνώριση και σαφή καθορισμό όλων των παραμέτρων του προβλήματος κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού και της αξιολόγησης προτάσεων ενεργειακής αποδοτικότητας από τους αποφασίζοντες.
- Η χρήση του πληροφοριακού συστήματος που ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία έδωσε τη δυνατότητα της αξιολόγησης των προτάσεων Τύπων και Τεχνολογιών ΠΔΖ για εναλλακτικές εταιρείες και τελικούς τομείς κατανάλωσης σε χρόνο εξαιρετικά μικρότερο αυτού που θα χρειαζόταν.
- Η χρήση του έμπειρου συστήματος αποδείχτηκε ιδιαίτερα σημαντική, αφού δίνει τη δυνατότητα ελέγχου των κανόνων που «πυροδοτήθηκαν» για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και των κατωφλίων που επιλέχθηκαν σε ότι αφορά στους δείκτες, γεγονός το οποίο δίνει τη δυνατότητα για έλεγχο της διαδικασίας και διόρθωση τυχόν σφαλμάτων ή λανθασμένων επιλογών.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθοδολογικής προσέγγισης στο σύγχρονο περιβάλλον λειτουργίας του ενεργειακού τομέα μπορούν να θεωρηθούν αρκετά ρεαλιστικά. Συγκεκριμένα, για τα επιμέρους αποτελέσματα σε κάθε στάδιο της μεθοδολογίας σημειώνονται τα ακόλουθα:

- *Τύποι Προγραμμάτων Υψηλής Προτεραιότητας:* Πρόκειται για προγράμματα που έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες και συνάδουν με τα χαρακτηριστικά και τη δομή της ελληνικής ενεργειακής αγοράς.
- *Τεχνολογίες Υψηλής Προτεραιότητας:* Πρόκειται για τεχνολογίες ώριμες και άμεσα εμπορεύσιμες, στις οποίες έχει εστιαστεί το ενδιαφέρον προώθησής τους στην Ελλάδα, από την πολιτεία μέχρι στιγμής.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

6.1 Συμπεράσματα

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

- **Προώθηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας**
 - Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από τις ενεργειακές εταιρείες, μέσω των ΠΔΖ, αποτελεί ένα ιδιαίτερα σύνθετο ζήτημα, γεγονός στο οποίο έχει συντελέσει η εισαγωγή των νέων παραμέτρων.
 - Η μελέτη και αξιολόγηση των ΠΔΖ οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις επιπτώσεις τους σε όλες τις πτυχές της βιώσιμης ανάπτυξης.
 - Η κάμψη που γνώρισαν τα ΠΔΖ και η σταδιακή επάνοδός τους στο προσκήνιο τα τελευταία χρόνια, αποτελούν τη βασική αιτία που οι ερευνητικές προσπάθειες που έχουν υλοποιηθεί μέχρι σήμερα αντιμετωπίζουν αποσπασματικά το πρόβλημα.
- **Υποστήριξη Αποφάσεων για την Προώθηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας**
 - Η ανάγκη για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών των αποφασιζόντων και του περιβάλλοντος δραστηριοποίησής τους, μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ενός συνεκτικού και ευέλικτου πλαισίου δεικτών.
 - Η υπάρχουσα πληροφορία για τη συμβολή των ΠΔΖ στις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών εμπεριέχει είτε από τη φύση της, είτε από τη δυσκολία απόκτησής της σε ποσοτική μορφή, κάποιο βαθμό ασάφειας.
 - Η κατάσταση ολοκληρωμένων προτάσεων ΠΔΖ είτε σε επίπεδο Τύπων Προγραμμάτων, είτε σε επίπεδο Τεχνολογιών, μπορεί να υποστηριχθεί από τη χρήση έμπειρων συστημάτων.
 - Η ανάγκη αξιολόγησης των Τύπων και Τεχνολογιών ΠΔΖ, και της πληροφορίας που τα χαρακτηρίζει αντιστοίχως (μικτή και ποσοτική) καθιστά τις πολυκριτηριακές μεθόδους *Naiade* και *Electre III*, ως κατάλληλα εργαλεία.
- **Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας**
 - Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο SYCASE μπορεί να υποστηρίξει μια ενεργειακή εταιρεία στην προώθηση προγραμμάτων ΠΔΖ.
 - Η μοντελοποίηση μέσω δεικτών των χαρακτηριστικών του αποφασίζοντα και του περιβάλλοντος δραστηριοποίησης, συμβάλλει στην άρση των γεωγραφικών περιορισμών για την αξιοποίηση της γνώσης.

- Η ευφυής διαχείριση του συνόλου των προτεινόμενων δεικτών συμβάλλει στη συστηματικότερη υποστήριξη της ενεργειακής εταιρείας στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω των ΠΔΖ.
 - Η μεθοδολογία συμβάλλει στη διαμόρφωση των επιμέρους χαρακτηριστικών των γενικότερων τύπων προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης.
 - Η υιοθέτηση των δυο προτεινόμενων πολυκριτηριακών προσεγγίσεων για την αξιολόγηση και κατάταξη των τεχνολογιών και τύπων ΠΔΖ που προκύπτουν, συντελεί στην πλήρη αξιοποίηση της υπάρχουσας πληροφορίας, είτε ποιοτικής, είτε ποσοτικής.
 - Το προτεινόμενο πληροφοριακό σύστημα μπορεί να υποστηρίξει τον αποφασίζοντα με συνέπεια και διαφάνεια στη διαχείριση ενός μεγάλου όγκου πληροφορίας, μειώνοντας τον απαιτούμενο χρόνο λήψης απόφασης.
- **Εφαρμογή και Αξιολόγηση της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας**
 - Η εφαρμογή στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής πραγματοποιήθηκε με βάση τα στοιχεία τα οποία είναι ευρέως διαθέσιμα.
 - Τα αποτελέσματα της εφαρμογής για την ελληνική πραγματικότητα κρίνονται ικανοποιητικά, καθώς ανταποκρίνονται στις εξαγγελθείσες δράσεις και προτεραιότητες της χώρας, προτείνοντας εναλλακτικές δράσεις σε συνάφεια με τη διεθνή εμπειρία.

6.2 Προοπτικές

Οι προοπτικές για περαιτέρω έρευνα περιλαμβάνουν:

- *Εξασφάλιση Πρόσβασης σε Περισσότερα Δεδομένα Εισόδου.* Η εξασφάλιση πρόσβασης σε περισσότερες βάσεις δεδομένων μπορεί να συντελέσει στην ενίσχυση του έμπειρου συστήματος.
- *Συμβολή Πραγματικών Αποφασιζόντων* όσον αφορά τον προσδιορισμό βαρών και κατωφλίων και τη διεξαγωγή ανάλυσης αμεροληψίας μέσω της *Naiade*, ώστε να πραγματοποιηθεί εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε εφαρμογές σε πραγματικό περιβάλλον.
- *Εμπλουτισμός Κανόνων με Ασαφή Λογική*, με στόχο τη ρεαλιστικότερη αξιολόγηση των διαφοροποιήσεων των ΠΔΖ, όσον αφορά το περιβάλλον υλοποίησής τους.
- *Διερεύνηση εφαρμογής της *Naiade* για την αξιολόγηση των τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας*, με στόχο τη διασταύρωση των γενικότερων κατευθύνσεων των αποτελεσμάτων.
- *Διασύνδεση του πληροφοριακού συστήματος* της προτεινόμενης μεθοδολογίας στα ήδη υπάρχοντα αναλυτικά μοντέλα ενεργειακής ανάλυσης και σχεδιασμού.

Βιβλιογραφία

1. Dunkerley J (2006). Lessons from the past thirty years. *Energy Policy*, 34: 503–507.
2. European Commission (2005). Green Paper on Energy Efficiency or Doing More with Less, COM(2005) 265 final.
3. Jayantilal A, Strbac G (1999). Load control services in management of power system security costs. *IEE Proceedings: Generation Transmission Distribution*, 146 (2): 269–275.
4. Strbac G (2008). Demand side management: Benefits and challenges. *Energy Policy*, 36: 4419–4426.
5. Patlitzianas KD, Doukas H, Psarras J and Samouilidis J-E (2006). Decision Making Model for the Sustainable Planning of the Energy Companies' Environment: Case Study in the EU Accession Member States. World Renewable Energy Congress IX and Exhibition in Florence, Italy.
6. Owen G (2000). Energy efficiency and Energy Conservation: Policies, Programmes and their Effectiveness. *Energy and Environment*, 11 (5): 553-564.
7. Tonn B, Peretz JH (2007). State level benefits of energy efficiency. *Energy Policy*, 35: 3665–3674.
8. Hirst E, Brown M (1990). Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy. *Resources, Conservation and Recycling*, 3: 267-281.
9. Rudnick H, Jolezzi J (2001). Electric Sector deregulation and Restructuring in Latin America: Lessons to be learnt and possible ways forward. *IEE Proceedings, Generation, Transmission, Distribution*, 148 (2): 180-184.
10. Banks FE (1996). Economics of electricity deregulation and privatization: an introductory survey. *Energy*, 21(4): 249-261.
11. Green RJ, Newbery DM (1992). Competition in the British electricity spot market. *Journal of Political Economy*, 100 (5): 929-953.
12. Patlitzianas KD, Doukas H, Psarras J and Samouilidis J-E (2006). Decision Making Model for the Sustainable Planning of the Energy Companies' Environment: Case Study in the EU Accession Member States. World Renewable Energy Congress IX and Exhibition in Florence, Italy.
13. Papadopoulou AG, Doukas H, Psarras J (2009). An Intelligent Decision Support System for SMEs' Activation in the Energy Sector. *International Journal of Management and Decision Making*, 10 (1-2): 125-137.
14. Nadel S, Geller H (1995). Utility DSM: What have we learned? Where are we going? *Energy Policy*, 24 (4): 289-302.
15. IEA DSM (2006). INDEEP, Analysis report 2004. International Energy Agency.
16. Patterson MG (1996). What is energy efficiency? – Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, 24(5): 377-390.
17. Vera I, Langlois L (2007). Energy indicators for sustainable development. *Energy*, 32: 875–882.
18. Liao SH (2005). Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28: 93–103.

19. Oz E, Fedorowicz J, Stapleton T (1993). Improving quality, speed and confidence in decision making: Measuring expert systems benefits. *Information and Management*, 24: 71-82.
20. Doukas H, Papadopoulou AG, Psarras J, Ragwitz M, and Schlomann B (2008). Sustainable Reference Methodology for Energy End-Use Efficiency Data in the EU. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (8): 2159-2176.
21. Papadopoulou AG, Doukas H, Psarras J (2009). An Intelligent Decision Support System for SMEs' Activation in the Energy Sector. *International Journal of Management and Decision Making*, 10 (1-2): 125-137.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
	1.1	Το Πρόβλημα 3
	1.2	Το Αντικείμενο και ο Στόχος της Διατριβής 9
	1.3	Η Συμβολή της Διατριβής 10
	1.4	Η Δομή της Διατριβής 14
		Βιβλιογραφία 17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	
	2.1	Εισαγωγή 21
	2.2	Η Πρόκληση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας 23
	2.2.1	Ορισμός 23
	2.2.2	Το Ενεργειακό Πρόβλημα και οι Πολιτικές Αντιμετώπισης 23
	2.2.3	Προσπάθειες Προώθησης Ενεργειακής Αποδοτικότητας 33
	2.2.4	Εμπόδια 38
	2.3	Σύγχρονη Ελληνική Ενεργειακή Αγορά 40
	2.3.1	Χαρακτηριστικά - Στόχοι 40
	2.3.2	Ο Ρόλος των Νέων Παραμέτρων 41
	2.3.3	Τα Εμπλεκόμενα Κέντρα Απόφασης 46
	2.3.4	Οι Σύγχρονες Επιδιώξεις των Ενεργειακών Εταιρειών 49
	2.4	Εργαλεία Προώθησης Ενεργειακής Αποδοτικότητας 51
	2.4.1	Βασικότερα Μέτρα Πολιτικής για την Προώθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας 51
	2.4.2	Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης 54
	2.5	Η Ανάγκη Υποστήριξης Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης 61
	2.5.1	Η Σημασία της Ενεργειακής Αποδοτικότητας: Υποστήριξη των Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης 61

2.5.2	Αποτίμηση Υπαρχόντων Εργαλείων – Οι Ελλείψεις	63
2.6	Συμπεράσματα	65
	Βιβλιογραφία	66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΖΟΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ
-------------------------------	--

3.1	Εισαγωγή	75
3.2	Ενεργειακοί Δείκτες	77
3.2.1	Εισαγωγή	77
3.2.2	Κατηγορίες Δεικτών	78
3.2.3	Ανασκόπηση Μεθοδολογικών Πλαισίων Ενεργειακών Δεικτών	80
3.3	Έμπειρα Συστήματα	92
3.3.1	Εισαγωγή	92
3.3.2	Δομή Έμπειρων Συστημάτων	93
3.3.3	Εφαρμογές στον Ενεργειακό Τομέα	95
3.4	Πολυκριτηριακή Υποστήριξη Αποφάσεων	100
3.4.1	Εισαγωγή	100
3.4.2	Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Υποστήριξης Αποφάσεων	101
3.4.3	Εφαρμογές στον Ενεργειακό Τομέα	110
3.5	Συμπεράσματα	112
	Βιβλιογραφία	114

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ
-------------------------------	---------------------------------

4.1	Εισαγωγή	125
4.2	Μεθοδολογική Προσέγγιση	126
4.2.1	Η Φιλοσοφία της Προσέγγισης	126
4.2.2	Η Διαδικασία της Προσέγγισης	127
4.3	Συνιστώσα I: Οργάνωση	131
4.3.1	Εισαγωγή	131
4.3.2	Δείκτες Αγοράς	132
4.3.3	Δείκτες Εταιρείας	135
4.3.4	Δείκτες Προγραμμάτων	138
4.4	Συνιστώσα II: Έλεγχος Συμβατότητας	142
4.4.1	Εισαγωγή	142
4.4.2	Διαδικασία Ελέγχου Συμβατότητας	142

4.5	Συνιστώσα III: Σύνθεση	145
4.5.1	Εισαγωγή	145
4.5.2	Τύποι Προγραμμάτων	145
4.5.3	Τεχνολογίες Ενεργειακής Αποδοτικότητας	146
4.5.4	Διαδικασία Σύνθεσης	149
4.6	Συνιστώσα IV: Αξιολόγηση	153
4.6.1	Εισαγωγή	153
4.6.2	Διαδικασία Αξιολόγησης	153
4.6.3	Επιλογή Κριτηρίων	154
4.6.4	Αξιολόγηση Εναλλακτικών	155
4.7	Πληροφοριακό Σύστημα Προώθησης Προγραμμάτων και Τεχνολογιών Διαχείρισης της Ζήτησης	166
4.7.1	Πληροφοριακό Σύστημα I-DSM	166
4.7.2	Εκτέλεση του Συστήματος	167
4.8	Συμπεράσματα	172
	Βιβλιογραφία	173

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο		ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ
5.1	Εισαγωγή	177
5.2	Χαρακτηριστικά Ενεργειακών Τομέων Άντλησης Εμπειρίας	178
5.2.1	Εισαγωγή	178
5.2.2	Αυστρία	178
5.2.3	Βέλγιο	182
5.2.4	Γερμανία	183
5.2.5	Δανία	186
5.2.6	Ισπανία	189
5.2.7	Ιρλανδία	191
5.2.8	Ιταλία	194
5.2.9	Κάτω Χώρες	197
5.2.10	Πορτογαλία	199
5.2.11	Σουηδία	201
5.2.12	Φιλανδία	202
5.2.13	Αυστραλία	205
5.2.14	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ)	206
5.2.15	Καναδάς	215
5.3	Χαρακτηριστικά Ελληνικού Ενεργειακού Τομέα	218
5.3.1	Η Ενεργειακή Αγορά	218
5.3.2	Οι Ενεργειακές Εταιρείες στην Ελληνική Αγορά	219

	Ηλεκτρικής Ενέργειας	
5.3.2	Δραστηριότητες Διαχείρισης της Ζήτησης στη Χώρα	225
5.4	Αποτελέσματα	227
5.4.1	Εισαγωγή	227
5.4.2	Φάση 1 ^η : Προσδιορισμός Εξεταζόμενων Εργαλείων Προώθησης	227
5.4.3	Φάση 2 ^η : Προσδιορισμός Δεικτών	229
5.4.4	Φάση 3 ^η : Προσδιορισμός Συμβατών Τεχνολογικών Προγραμμάτων και Σύνθεση των Χαρακτηριστικών τους	230
5.4.5	Φάση 4 ^η : Αξιολόγηση Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών Διαχείρισης της Ζήτησης	230
5.5	Συμπεράσματα	241
5.6	Βιβλιογραφία	242

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ
-------------------------------	----------------------------------

6.1	Συμπεράσματα	249
6.2	Προοπτικές	252

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΓΟΡΑΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	
I.1	Δείκτες Ενεργειακής Αγοράς	Π3
I.2	Δείκτες Ενεργειακής Εταιρίας	Π5
I.3	Δείκτες Προγραμμάτων για τη Σύνθεση Τύπων Προγραμμάτων (ΝΑΙΑΔΕ)	Π7
I.4	Δείκτες Προγραμμάτων για τη Σύνθεση Τεχνολογιών (Electre III)	Π9
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
II.1	Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς τον Οικιακό Τομέα για τη ΔΕΗ	Π13
II.2	Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς τον Τομέα Υπηρεσιών για τη ΔΕΗ	Π14
II.3	Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς το Βιομηχανικό Τομέα για τη ΔΕΗ	Π15
II.4	Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς τον Οικιακό Τομέα για την Ήρων Θερμοηλεκτρική	Π16
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	ΛΙΣΤΑ ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΩΝ	

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα I.1 Η Συμβολή της Διατριβής	10
Σχήμα I.2 Η Δομή της Διατριβής	14
Σχήμα II.1: Εβδομαδιαίες Τιμές Αργού Πετρελαίου στην Ευρώπη (\$/βαρέλι)	29
Σχήμα II.2: Πρωτογενής Παραγωγή στην ΕΕ-27 (κΤΙΠ)	30
Σχήμα II.3: Πρωτογενής Παραγωγή στην Ελλάδα (κΤΙΠ)	30
Σχήμα II.4: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση στην ΕΕ-27 (κΤΙΠ)	30
Σχήμα II.5: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση στην Ελλάδα (κΤΙΠ)	30
Σχήμα II.6: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στην ΕΕ-27 (κΤΙΠ)	31
Σχήμα II.7: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα (κΤΙΠ)	31
Σχήμα II.8: Συμμετοχή Κάθε Τομέα στην Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση της ΕΕ-27 (%)	32
Σχήμα II.9: Συμμετοχή Κάθε Τομέα στη Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση της Ελλάδας (%)	32
Σχήμα II.10 Η Ενεργειακή Ένταση στις Χώρες της ΕΕ-27 (2006)	32
Σχήμα II.11: Πυραμίδα Αναγκών Εταιρειών Κοινής Ωφελείας κατά Maslow	42
Σχήμα II.12: Απεικόνιση Σύγχρονου Περιβάλλοντος Ενεργειακού Τομέα	43
Σχήμα II.13: Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Ενεργειακό Σύστημα και Εμπλεκόμενοι Αποφασίζοντες	47
Σχήμα II.14: Πλεονεκτήματα Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης	54
Σχήμα II.15: Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης ανά Χώρα στην ΕΕ	59
Σχήμα II.16: Θεώρηση Υποστήριξης Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης	63
Σχήμα III.1: Αλληλοσυσχετίσεις μεταξύ των Βιώσιμων Διαστάσεων του Ενεργειακού Τομέα	83
Σχήμα III.2: Προσέγγιση Πυραμίδας Δεικτών Βιώσιμης Ανάπτυξης	84
Σχήμα III.3: Προσέγγιση DPSIR	86
Σχήμα III.4: Ανάπτυξη και Δομή Έμπειρου Συστήματος	95
Σχήμα III.5: Ιεραρχική Δόμηση της Διαδικασίας Λήψης Αποφάσεων με AHP	103
Σχήμα III.6: Τριγωνική Συνάρτηση Συσχέτισης	108
Σχήμα III.7: Απεικόνιση Συναρτήσεων Συσχέτισης Γλωσσικών Μεταβλητών 7-βάθμιας Κλίμακας στη Naiade	109
Σχήμα IV.1: Φιλοσοφία Μεθοδολογικής Προσέγγισης	126
Σχήμα IV.2: Διαδικασία Μεθοδολογικής Προσέγγισης	128
Σχήμα IV.3: Οργάνωση Παραμέτρων Προβλήματος με Χρήση Δεικτών	132
Σχήμα IV.4: Κατηγοριοποίηση Εταιρειών Ανάλογα με τον Κύκλο Εργασιών	136
Σχήμα IV.5: Διαδικασία Ελέγχου Συμβατότητας	143
Σχήμα IV.6: Διαδικασία Σύνθεσης Τύπων Προγραμμάτων	149
Σχήμα IV.7: Διαδικασία Σύνθεσης Τεχνολογιών	152
Σχήμα IV.8: Διαδικασία Αξιολόγησης Τύπων Προγραμμάτων	153
Σχήμα IV.9: Διαδικασία Αξιολόγησης Τεχνολογιών	154
Σχήμα IV.10: Ασαφείς Σχέσεις «Πολύ Μεγαλύτερο» και «Μεγαλύτερο»	158
Σχήμα IV.11: Ασαφείς Σχέσεις «Περίπου Ίσο» και «Ίσο»	158

Σχήμα IV.12: Ασαφείς Σχέσεις «Πολύ Μικρότερο» και «Μικρότερο»	159
Σχήμα IV.13: Αλγόριθμος Αξιολόγησης Electre III	163
Σχήμα IV.14: Αρχιτεκτονική Δομή Συστήματος I-DSM	166
Σχήμα IV.15: Μήνυμα Υποδοχής Χρήστη του Συστήματος I-DSM	167
Σχήμα IV.16. Φόρμα Επιλογής Πεδίου Δραστηριοποίησης	167
Σχήμα IV.17. Φόρμες Ελέγχου Συμβατότητας Χαρακτηριστικών (α) Ενεργειακής Αγοράς και (β) Ενεργειακής Εταιρείας	168
Σχήμα IV.18. Φόρμα Επιλογής Μεθόδου Αξιολόγησης	169
Σχήμα IV.19. Φόρμες Σύνθεσης (α) Τύπων Προγραμμάτων και (β) Τεχνολογιών	169
Σχήμα IV.20. Φόρμες Εισαγωγής Παραμέτρων για (α) NAIADE & (β) ELECTRE III	170
Σχήμα IV.21. Φόρμες Αποτελεσμάτων για (α) NAIADE & (β) ELECTRE III	170
Σχήμα IV.22. Φόρμες Παρουσίασης των Επιλογών του Μενού Γραμμής	171
Σχήμα V.1: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Αυστρία	178
Σχήμα V.2: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στο Βέλγιο	182
Σχήμα V.3: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Γερμανία	184
Σχήμα V.4: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Δανία	186
Σχήμα V.5: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Ισπανία	189
Σχήμα V.6: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Ιρλανδία	192
Σχήμα V.7: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Ιταλία	194
Σχήμα V.8: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στις Κάτω Χώρες	197
Σχήμα V.9: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Πορτογαλία	199
Σχήμα V.10: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Σουηδία	201
Σχήμα V.11: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Φιλανδία	203
Σχήμα V.12: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Αυστραλία	205
Σχήμα V.13: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στις ΗΠΑ	206
Σχήμα V.14: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στον Καναδά	216
Σχήμα V.15: Διείσδυση Εταιρειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Εγχώρια Αγορά με Βάση την Εγκατεστημένη Ισχύ σε Λειτουργία	220
Σχήμα V.16: Οι Φάσεις της Εφαρμογής	227
Σχήμα V.17: Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων ΔΕΗ για τον Οικιακό Τομέα ως προς α	232
Σχήμα V.18: Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων ΔΕΗ για τον Τομέα Υπηρεσιών ως προς α	233
Σχήμα V.19: Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων ΔΕΗ για το Βιομηχανικό Τομέα ως προς α	234
Σχήμα V.20: Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων Ήρων Θερμοηλεκτρική για τον Οικιακό Τομέα ως προς α	235

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας II.1: Πράξεις Εναρμόνισης των Βασικότερων Οδηγιών της ΕΕ στην Ελληνική Νομοθεσία	36
Πίνακας III.1: Συναρτήσεις Συσχέτισης ΓΜ 7-βάθμιας κλίμακας	109
Πίνακας IV.1: Κατηγοριοποίηση Τεχνολογιών Ενεργειακής Αποδοτικότητας ανά Τομέα Εφαρμογής και Καύσιμο	147
Πίνακας V.1: Εγκατεστημένη Ισχύς σε Λειτουργία της ΔΕΗ Α.Ε. και ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. (MW)	221
Πίνακας V.2: Εξεταζόμενοι Τύποι Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης	228
Πίνακας V.3: Εξεταζόμενες Τεχνολογίες Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης	228
Πίνακας V.4: Κριτήρια Πολυκριτηριακής Αξιολόγησης	229
Πίνακας V.5: Πίνακας Δεικτών Ελληνικής Ενεργειακής Αγοράς	230
Πίνακας V.6: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στον Οικιακό Τομέα	231
Πίνακας V.7: Crossover values Naiade	231
Πίνακας V.8: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στον Τομέα Υπηρεσιών	232
Πίνακας V.9: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στο Βιομηχανικό Τομέα	233
Πίνακας V.10: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στον Οικιακό Τομέα	234
Πίνακας V.11: Πίνακας Απόδοσης Τεχνολογιών στον Οικιακό Τομέα	236
Πίνακας V.12: Πίνακας Αντίστασης στην Αλλαγή	236
Πίνακας V.13: Βάρη και Κατώφλια	237
Πίνακας V.14: Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς τα Βάρη των Κριτηρίων	237
Πίνακας V.15: Πίνακας Απόδοσης Τεχνολογιών στον Τομέα Υπηρεσιών	238
Πίνακας V.16: Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς τα Βάρη των Κριτηρίων	238
Πίνακας V.17: Πίνακας Απόδοσης Τεχνολογιών στον Οικιακό Τομέα	239
Πίνακας V.18: Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς τα Βάρη των Κριτηρίων	239

Εισαγωγή

1.1 Το Πρόβλημα

Το Ενεργειακό Ζήτημα

Η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη χρήση της ενέργειας στο πέρασμα των αιώνων. Η βιομηχανική επανάσταση σήμανε την αρχή της εντατικής και αλόγιστης χρήσης της, ενώ η ανοικοδόμηση που ακολούθησε το τέλος των δυο παγκόσμιων πολέμων συνέβαλλε στους αυξητικούς ρυθμούς κατανάλωσής της. Παρόλα αυτά, το ενεργειακό ζήτημα θα αργήσει να ανακύψει στην παγκόσμια σκηνή.

Μόλις το 1973, η θεμελίωση των κυριαρχικών δικαιωμάτων των πετρελαιοπαραγωγών χωρών πάνω στα αποθέματά τους προκάλεσε μια αλλαγή των υφιστάμενων γεωπολιτικών συσχετίσεων και την πρώτη πετρελαϊκή κρίση. Όπως αναφέρει και ο McGowan [1], το γεγονός αυτό πυροδότησε μακροπρόθεσμα μια αλυσίδα αντιδράσεων σε επίπεδο ενεργειακής πολιτικής. Μολονότι η βραχυπρόθεσμη αντιμετώπιση του φαινομένου από την παγκόσμια κοινότητα δεν υπήρξε επιτυχής, με συνέπεια την εμφάνιση της δεύτερης πετρελαϊκής κρίσης, η ενεργειακή πολιτική όπως επισημαίνουν και οι Colitti et al. [2] δε θα είναι ποτέ πια η ίδια. Ο άνθρωπος έχει πλέον συνειδητοποιήσει το ρόλο της ενέργειας και τη σημασία του ενεργειακού ζητήματος που θα τον απασχολήσει τις επόμενες δεκαετίες.

Παράλληλα, την ίδια περίοδο αρχίζουν να γίνονται εμφανείς και οι ανθρωπογενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, μέσω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της εξάντλησης των φυσικών πόρων και της αύξησης της θαλάσσιας στάθμης.

Ενδεικτική του ενεργειακού ζητήματος που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα είναι η μελέτη του World Energy Council (WEC) [3], σύμφωνα με την οποία η παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση, εάν δε ληφθούν περαιτέρω μέτρα πολιτικής, θα αυξηθεί κατά 50% μέχρι το 2030, με ετήσιο ρυθμό αύξησης 2,6%, αγγίζοντας το 2030 τους 17,1 δις Τόνους Ισοδυνάμου Πετρελαίου (ΤΙΠ).

Κατευθύνσεις Ευρωπαϊκής Πολιτικής

Μπροστά στις προκλήσεις αυτές, οι βασικοί πυλώνες της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής όπως διατυπώθηκαν τη δεκαετία του '80, διαμορφώθηκαν στην πάροδο των ετών και πλέον πρόσφατα αποτυπώνονται με την οδηγία 2007/0001 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) [4], συνοψίζονται ακολούθως:

- Ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού αποτελεί τον πρωταρχικό στόχο της ευρωπαϊκής ενεργειακής στρατηγικής, δεδομένης της ολοένα αυξανόμενης εξάρτησης της ΕΕ από τις εισαγωγές ενέργειας από τρίτες χώρες που συνεπάγεται οικονομικούς, κοινωνικούς, πολιτικούς και άλλους κινδύνους για την ΕΕ, σε μία εποχή που το παγκόσμιο στερέωμα δεν εγγυάται την πολιτική σταθερότητα.
- Δημιουργία μίας ενιαίας εσωτερικής ανταγωνιστικής αγοράς ενέργειας. Η απελευθέρωση και η δημιουργία μίας ισχυρής ενιαίας εσωτερικής ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας, με στόχο την επίτευξη της ανταγωνιστικότητας στον τομέα

της ενέργειας, αποτελεί τη δεύτερη επιδίωξη της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ.

- Σεβασμός προς το περιβάλλον. Παρόλο που σημαντικές προσπάθειες έχουν καταβληθεί για την υιοθέτηση μίας ενεργειακής πολιτικής συμμορφούμενης προς τους στόχους του παγκόσμιου αιτήματος για την ανάπτυξη στρατηγικών βιώσιμης ανάπτυξης, ανασταλτικό παράγοντα αποτελεί το γεγονός ότι τα περιβαλλοντικά οφέλη δύσκολα, και μόνο μακροπρόθεσμα, μπορούν να αποτιμηθούν, με αποτέλεσμα να υποτιμάται η σημασία τους. Εντούτοις, η δυναμική στο συγκεκριμένο τομέα έχει αρχίσει να τροποποιείται ύστερα και από την επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο.

*Η Συμβολή της
Ενεργειακής
Αποδοτικότητας*

Η ενεργειακή αποδοτικότητα ως όρος περιλαμβάνει τη βελτίωση της ενεργειακής χρήσης που συνδέεται τόσο με την αξιοποίηση πλέον σύγχρονων τεχνολογιών, όσο και με την ορθολογικότερη συμπεριφορά των καταναλωτών ενέργειας [5].

Ακολούθως εξετάζεται η δυνατότητα συμβολής της ενεργειακής αποδοτικότητας στην επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων πολιτικής.

Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (International Energy Agency-IEA), τα τελευταία 30 χρόνια έχει επιτευχθεί βελτίωση του δείκτη ενεργειακής έντασης σε παγκόσμιο επίπεδο κατά περίπου 1/3. Μολονότι η συγκεκριμένη μείωση μπορεί να οφείλεται σε μια στροφή στην υπάρχουσα δομή των οικονομιών και στη μετάπτωση από την παραγωγή ενεργοβόρων προϊόντων σε λιγότερο ενεργοβόρες υπηρεσίες, μελέτες του IEA έχουν προσδιορίσει ότι η συγκεκριμένη αιτία έχει συμβάλει σε ποσοστό που δεν υπερβαίνει το 15% στη βελτίωση του δείκτη ενεργειακής έντασης. Το υπόλοιπο ποσοστό αποδίδεται στην αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα [6]. Συνεπώς, η ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί ιδιαίτερα αποτελεσματικό εργαλείο στην προσπάθεια διασφάλισης του ενεργειακού εφοδιασμού.

Η δημιουργία μιας ενιαίας αγοράς ενέργειας έχει ως άμεση συνέπεια την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας. Ιστορικά στατιστικά δεδομένα επιβεβαιώνουν τη στενή σχέση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και οικονομικής ανάπτυξης, παρόλα ταύτα πλέον δίνεται μεγάλη έμφαση στις προσπάθειες αποσύνδεσης της οικονομικής ευημερίας από την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης. Για τις ενεργειακές εταιρείες, που έχουν να αντιμετωπίσουν την ανελαστική ζήτηση της ενέργειας, παρά το δυσανάλογο οικονομικό βάρος που μπορεί να επιφέρει η προσπάθεια ικανοποίησής της, ο Owen [7] επισημαίνει ότι η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελεί μια παράμετρο που μπορεί να υπηρετήσει ως το όχημά τους προς την ανταγωνιστικότητα.

Όσον αφορά το σεβασμό προς το περιβάλλον, η προώθηση μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, αναμφίβολα αποτελεί τον μακροπρόθεσμα αποτελεσματικότερο και οικονομικά αποδοτικότερο τρόπο για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την κάλυψη σημαντικού μεριδίου της ενεργειακής ζήτησης. Έτσι η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι από τους βασικούς στόχους της μακροπρόθεσμης κοινοτικής ενεργειακής πολιτικής.

Παρόλα αυτά, η ενεργειακή αποδοτικότητα αντιμετωπίζει μια σειρά από εμπόδια,

διαρθρωτικά και εμπόδια συμπεριφοράς, με κυριότερα τα ακόλουθα:

- Στρεβλωμένες τιμές καυσίμων, λόγω της μη εσωτερίκευσης του εξωτερικού κόστους των καυσίμων.
- Αβεβαιότητα για τις μελλοντικές τιμές καυσίμων.
- Περιορισμένη πρόσβαση στο κεφάλαιο.
- Έλλειψη τεχνολογικής υποδομής ή τεχνογνωσίας. Η διαθεσιμότητα εξοπλισμού τελευταίας τεχνολογίας δεν είναι πάντα εφικτή, καθώς ορισμένες τεχνολογίες βρίσκουν ευρύτερη διάδοση σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, ενώ παράλληλα για τις πλέον σύγχρονες τεχνολογίες μπορεί να μην υπάρχει η απαραίτητη τεχνογνωσία για την εφαρμογή τους.
- Ρίσκο επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Ελλιπής πληροφόρηση και διαφοροποιημένα κίνητρα [8].

Η διεύθυνση δυο νέων παραμέτρων στην ενεργειακή αγορά έχουν συμβάλει στη διαμόρφωση ενός σύγχρονου ενεργειακού τομέα.

*Η Επίδραση της
Κλιματικής
Αλλαγής*

Οι εξελίξεις στην προσπάθεια αντιμετώπισης των αρνητικών επιπτώσεων της ανθρώπινης επέμβασης που ευθύνονται για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής είναι ραγδαίες. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 και με αποκορύφωμα το Πρωτόκολλο του Κιότο, η κλιματική αλλαγή έχει έρθει δυναμικά στο προσκήνιο, απασχολώντας τόσο τους φορείς διαμόρφωσης πολιτικής, όσο και τους απλούς πολίτες.

Όπως τονίζει ο Patlitzianas et al. [9], η ενίσχυση των ενεργειακών εταιριών συμβάλλει στην ενίσχυση των περιβαλλοντικά φιλικών ενεργειακών τεχνολογιών, καθιστώντας αμφίδρομη τη σχέση μεταξύ ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χωρών που χαρακτηρίζονται από τη δυνατότητα μεγάλης κλίμακας παρεμβάσεων ενεργειακής αποδοτικότητας στον τομέα τελικής ζήτησης.

Το περιβάλλον των ενεργειακών εταιριών επηρεάζεται άμεσα από την παγκόσμια προσπάθεια υλοποίησης των δεσμεύσεων στο πλαίσιο του Κιότο, καθώς οι εταιρείες επιφορτίζονται πλέον με νομικά θεσπισμένες υποχρεώσεις για τη μείωση των ρύπων αερίων του θερμοκηπίου. Η εσωτερίκευση αυτή του περιβαλλοντικού κόστους βοηθάει στη διαμόρφωση του πραγματικού κόστους της ενέργειας.

*Η Επίδραση της
Απελευθέρωσης
της Αγοράς
Ενέργειας*

Αμφιβολίες για τη δυνατότητα διασφάλισης του ενεργειακού εφοδιασμού μέσω καθετοποιημένων ενεργειακών κυβερνητικών σχημάτων με οικονομικά βιώσιμο τρόπο, καθώς και η τεχνολογική πρόοδος οδήγησαν στο αναπόφευκτο ερώτημα «Εάν οι μικρής κλίμακας υποδομές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι οικονομικά βιώσιμες, γιατί θα πρέπει να ανήκουν στο μονοπώλιο?» [10].

Οι προσπάθειες για την ικανοποίηση του συγκεκριμένου ερωτήματος αποτέλεσαν την αφετηρία έντονων ζυμώσεων της ενεργειακής αγοράς, που οδήγησαν στην απελευθέρωση των αγορών ενέργειας.

Στο απελευθερωμένο περιβάλλον δραστηριοποίησης των ενεργειακών εταιριών,

κάθε εταιρεία αντιμετωπίζει πλέον μια πληθώρα παραμέτρων, όπως τη συμπεριφορά των ανταγωνιστών, το βέλτιστο συνδυασμό τεχνολογικών επιλογών, καθώς και μια πληθώρα οικονομικών, διαχειριστικών και τεχνικών παραμέτρων που επηρεάζουν την αγορά.

Σε ένα τέτοιο περιβάλλον διαμορφούμενης αβεβαιότητας, εκτός από το υφιστάμενο αυξημένο ρίσκο, αναδύονται και επενδυτικές ευκαιρίες. Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα των εταιρειών, συμβάλλοντας στην εδραίωση της θέσης τους στην ενεργειακή αγορά, καθώς και τη δραστηριοποίησή τους σε νέες ευκαιρίες.

*Οι Σύγχρονες
Ενεργειακές
Εταιρείες & οι
Επιδιώξεις τους*

Στο σύγχρονο περιβάλλον δραστηριοποίησης των ενεργειακών εταιρειών διακρίνονται τρία βασικά επίπεδα εμπλεκόμενων [11].

- *1^ο Επίπεδο: Πολιτεία.* Αποτελεί το βασικό όργανο χάραξης εθνικής πολιτικής, για διάφορους τομείς, ένας εκ των οποίων και ο ενεργειακός. Στο σύγχρονο ενεργειακό τομέα ο ρόλος της Πολιτείας παραμένει σημαντικός, μολονότι πλέον η κεντρική σκηνή χάραξης δεσμευτικών κατευθύνσεων ενεργειακής πολιτικής για τις χώρες της ΕΕ είναι οι Βρυξέλλες. Στο παραπάνω λειτουργικό πλαίσιο, η Πολιτεία χαρακτηρίζεται από ευελιξία στον προσδιορισμό του τρόπου εφαρμογής των αποφάσεων που λαμβάνονται σε συλλογικό επίπεδο. Συνεπώς, η Πολιτεία είναι σε θέση να λαμβάνει αποφάσεις και να υιοθετεί τα κατάλληλα εργαλεία για την προώθηση περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών [12].
- *2^ο Επίπεδο: Ενεργειακές Εταιρείες.* Οι ενεργειακές εταιρείες αποτελούν ουσιαστικά ένα σύνολο κέντρων απόφασης, που αριθμεί τόσους εμπλεκόμενους όσο και το πλήθος των εταιρειών που δραστηριοποιούνται. Η διάκριση των ενεργειακών εταιρειών στην παρούσα διδακτορική διατριβή γίνεται σε τρία επίπεδα:
 - Εταιρείες Παραγωγής Ενέργειας. Η κατάρριψη των κρατικών μονοπωλίων και οι επακόλουθες ζυμώσεις για τη διαμόρφωση ενός σύγχρονου ενεργειακού τομέα είχαν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη μιας πληθώρας εταιρειών παραγωγής ενέργειας, που έλκουν την «καταγωγή» τους στη συντριπτική τους πλειοψηφία στις πρώην επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, τους καλούμενους και ως παραδοσιακούς παραγωγούς, και στους νέους, ανεξάρτητους παραγωγούς ενέργειας.
 - Εταιρείες Μεταφοράς, Διανομής και Εμπορίας Ενέργειας. Οι συγκεκριμένες εταιρίες προέκυψαν μετά την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, και το διαχωρισμό των μέχρι πρότινος καθετοποιημένων επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Το πεδίο δραστηριοποίησης των συγκεκριμένων εταιρειών είναι αρκετά ευρύ, καθώς μπορεί να περιλαμβάνει αποκλειστικά τη μεταφορά, διανομή ή την εμπορία ενέργειας, ή ένα συνδυασμό αυτών.
 - Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών. Οι Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΠΕΥ) δραστηριοποιούνται στην εγκατάσταση και χρηματοδότηση έργων, ενεργειακής αποδοτικότητας ως επί το

πλείστον.

- *3^ο Επίπεδο: Χρήστες.* Αποτελούν την ευρύτερη κατηγορία των εμπλεκομένων και περιλαμβάνουν τους χρήστες που πραγματοποιούν κατανάλωση ενέργειας τόσο στον πρωτογενή, όσο στο δευτερογενή και τον τριτογενή τομέα.

Βασικές επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών σύμφωνα με τους Paradoroulou et al. [13] είναι οι ακόλουθες:

- Ενίσχυση του μεριδίου αγοράς τους στη σύγχρονη αγορά ενέργειας.
- Μεγιστοποίηση των κερδών τους.
- Τήρηση των υπαρχόντων περιβαλλοντικών δεσμεύσεών τους.
- Αξιόπιστη κάλυψη των αναγκών των πελατών σε ενέργεια.
- Παρουσίαση καλής εικόνας προς τον καταναλωτή.
- Ενίσχυση του εμπορικού σήματος της εταιρείας στο καταναλωτικό κοινό.
- Διεξαγωγή ερευνητικής δραστηριότητας σε νέες τεχνολογίες και πηγές ενέργειας.

Ο Ρόλος των ΠΔΖ

Τα Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης (ΠΔΖ) προωθούν λύσεις υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας στους καταναλωτές. Μελέτες για τα πλεονεκτήματα των συγκεκριμένων προγραμμάτων επισημαίνουν τη συμβολή τους στην επίτευξη στόχων ενεργειακής εξοικονόμησης και διαχείρισης του φορτίου αιχμής [14, 15].

Στην Αμερική, τη δεκαετία 1985-1995, περισσότερες από 500 εταιρείες κοινής ωφέλειας υλοποίησαν ΠΔΖ, συντελώντας έτσι στη μείωση περίπου 29GW φορτίου αιχμής, με κόστος 0,002 – 0,003 \$/kWh, τιμή που αντιστοιχεί σε λιγότερο από το ήμισυ του κόστους κατασκευής νέων θερμικών σταθμών [16].

Τα ΠΔΖ μπορούν να συμβάλλουν αποφασιστικά στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, συνεισφέροντας στην επίτευξη των επιδιώξεων των σύγχρονων ενεργειακών εταιρειών καθώς:

- Ενισχύουν την ανταγωνιστικότητα της εταιρείας, επιτρέποντας την ικανοποίηση της ζήτησης σε οικονομικά βιώσιμες προς την κατασκευή νέων σταθμών τιμές.
- Συντελούν στην ικανοποίηση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων των ενεργειακών εταιρειών.
- Υποστηρίζουν την αξιόπιστη παροχή ενέργειας προς τους καταναλωτές.
- Στο πλαίσιο υλοποίησής τους υπάρχει η δυνατότητα παροχής νέων υπηρεσιών στο καταναλωτικό κοινό.
- Ενισχύουν την εικόνα τους σχετικά με την ανάληψη της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης τους.

*Υποστήριξη
Αποφάσεων*

Η άνθιση των ΠΔΖ μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του '90, οπότε άρχισε και η αποφασιστικότερη διεξόδωση των νέων παραμέτρων στον ενεργειακό τομέα, είναι

Προώθησης ΠΔΖ η αιτία που η πλειοψηφία των εργαλείων που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων σχετικά με τα ΠΔΖ δε λαμβάνει υπόψη τις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών, καθώς βασίζονται κυρίως σε αναλύσεις κόστους-οφέλους [17 -19].

Η εισαγωγή των εννοιών των νέων παραμέτρων κατέστησε τα παραπάνω εργαλεία παρωχημένα, καθώς δε μπορούσαν να απεικονίσουν μια σειρά από παραμέτρους και οφέλη τη βιώσιμης ανάπτυξης, στο πλαίσιο της οποίας κινούνται οι σύγχρονες ενεργειακές εταιρείες, με οικονομετρικούς όρους [20-23].

Διαφαίνεται συνεπώς η ανάγκη για μια ολοκληρωμένη προσέγγιση του προβλήματος, μέσω της ανάπτυξης μεθοδολογιών και εργαλείων, με την ικανότητα επεξεργασίας όλων των παραμέτρων του σύγχρονου περιβάλλοντος λειτουργίας των ενεργειακών εταιρειών.

1.2 ΤΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η προηγηθείσα ανάλυση αναδεικνύει το ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η ενεργειακή αποδοτικότητα στη βιώσιμη ανάπτυξη, ενώ είναι φανερό και η δυνατότητα ενίσχυσης των ενεργειακών εταιρειών ώστε να ανταποκριθούν στις σύγχρονες προκλήσεις της αγοράς, μέσω της υλοποίησης ΠΔΖ.

Γεγονός παραμένει ότι οι προσπάθειες υποστήριξης της προώθησης των ΠΔΖ μέχρι σήμερα έχουν εστιαστεί κυρίως στην απεικόνιση των χαρακτηριστικών τους με οικονομικούς όρους, τακτική που δε μπορεί να αποδώσει τις πραγματικές διαστάσεις του προβλήματος και τις νέες παραμέτρους που έχουν υπεισέλθει. Παράλληλα υπάρχουν περιορισμένες και κυρίως αποσπασματικές προσπάθειες για την ενσωμάτωση των σύγχρονων επιδιώξεων των ενεργειακών εταιρειών. Η διαφαινόμενη άνθιση όμως των ΠΔΖ επιτάσσει την ανάπτυξη σύγχρονων εργαλείων για την αξιολόγηση και περαιτέρω προώθησή τους, η οποία θα λαμβάνει υπόψη εκτός από τις οικονομικές, τις κοινωνικές, περιβαλλοντικές και τεχνολογικές επιπτώσεις των προγραμμάτων αυτών.

Στο παραπάνω πλαίσιο, αντικείμενο της διατριβής είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένης μεθοδολογίας υποστήριξης αποφάσεων για τη διαμόρφωση και αξιολόγηση προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας, και συγκεκριμένα ΠΔΖ, στο πλαίσιο των σύγχρονων συνθηκών του ενεργειακού τομέα.

Στόχο της διατριβής αποτελεί η ανάπτυξη μιας συνεκτικής μεθοδολογίας και του σχετιζόμενου συστήματος για την αναγνώριση όλων των παραμέτρων του προβλήματος και τη διαμόρφωση ενός συνεπούς πλαισίου υποστήριξης των αποφασιζόντων στην ικανοποίηση των επιδιώξεών τους.

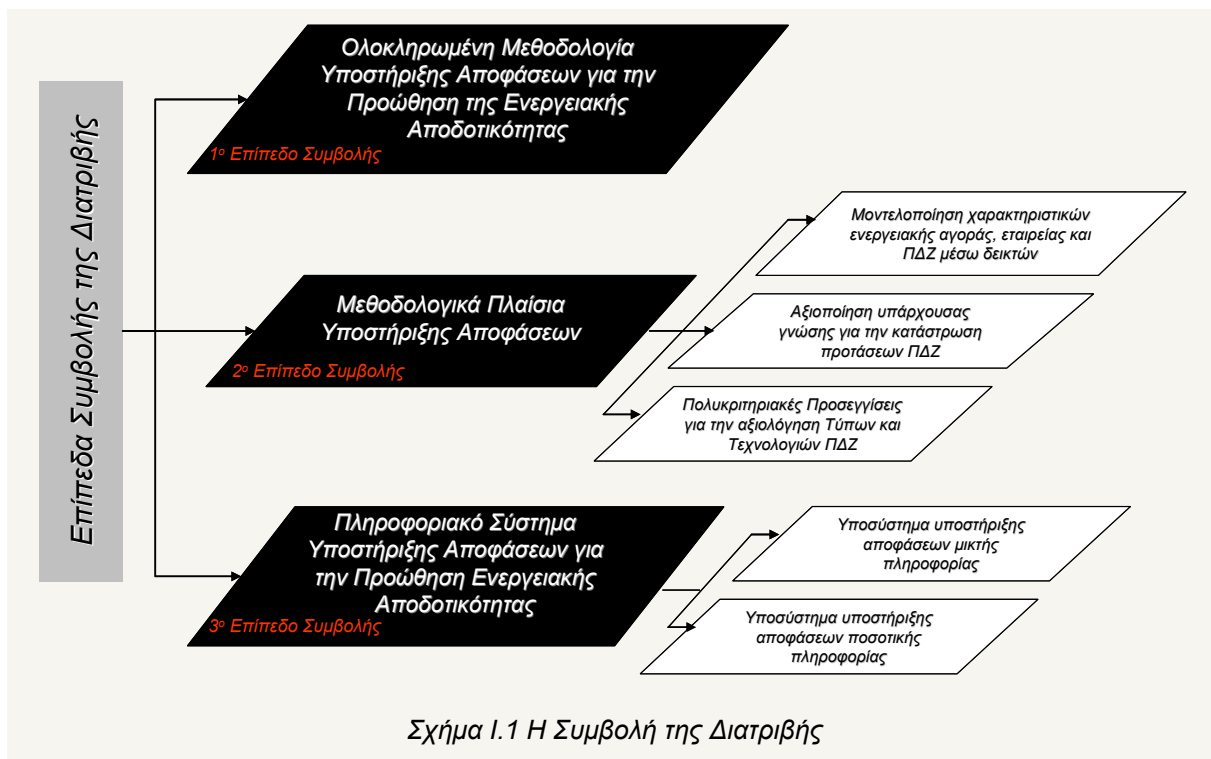
Παράλληλα, μολονότι τα ΠΔΖ εξελίσσονται παγκοσμίως σε προτεραιότητα των ενεργειακών εταιρειών, η ύπαρξη αγορών διάφορων ταχυτήτων καθιστά εφικτή την αξιοποίηση της γνώσης από χώρες, αλλά και εταιρείες που έχουν περιορισμένη εμπειρία στο συγκεκριμένο τομέα. Στο παραπάνω πλαίσιο, η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση μπορεί να βρει ευρεία εφαρμογή σε μια πληθώρα χωρών αλλά και ενεργειακών εταιρειών, ανεξάρτητα από το επίπεδο εμπειρίας που διαθέτουν.

Για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου υιοθετήθηκε ένα ευέλικτο πολυκριτηριακό μεθοδολογικό σχήμα, το οποίο μπορεί να λάβει υπόψη του τόσο την εγγενή στη φύση των χρησιμοποιούμενων πληροφοριών ασάφεια, αλλά και διακρίνεται από την ικανότητα διαχείρισης μικτής πληροφορίας, γεγονός σύνηθες στην αποτύπωση των ΠΔΖ.

Σημειώνεται ότι η προτεινόμενη μεθοδολογία της διδακτορικής διατριβής δεν επιδιώκει να αντικαταστήσει υπάρχοντα εργαλεία γύρω από τον ενεργειακό σχεδιασμό. Αντιθέτως, βασικό της μέλημα είναι η ενδελεχής μελέτη, η γνώση και η χρησιμοποίηση όλων των επιτευγμάτων των υπαρχόντων εργαλείων, ώστε να επιλύσει το συγκεκριμένο πρόβλημα και να εκμεταλλευτεί την υφιστάμενη γνώση και εμπειρία.

1.3 Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η συμβολή της διατριβής εντοπίζεται σε 3 επίπεδα, όπως απεικονίζεται και στο Σχήμα 1.1 ακολούθως.



1^ο Επίπεδο Συμβολής: Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Σε πρώτο επίπεδο, η διατριβή συμβάλλει ουσιαστικά στη διατύπωση ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου για τη διαμόρφωση και αξιολόγηση προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας, και ειδικότερα των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, λαμβάνοντας υπόψη τις σύγχρονες επιδιώξεις των εταιρειών, όπως αποτυπώνονται στο ραγδαία διαμορφούμενο από τις νέες παραμέτρους ενεργειακό τομέα.

Η ανάλυση των προηγούμενων ενοτήτων καταδεικνύει την αναγκαιότητα συνυπολογισμού της επίπτωσης των νέων παραμέτρων στις ενεργειακές εταιρείες, με τρόπο που να μην περιορίζεται στη χρήση οικονομετρικών παραμέτρων για την αποτύπωση της κοινωνικής, περιβαλλοντικής και τεχνολογικής διάστασης του προβλήματος. Παράλληλα, επιθυμητή είναι η δημιουργία ενός ευέλικτου εργαλείου, που να έχει ταυτόχρονα τη δυνατότητα να χειριστεί την εγγενή ασάφεια του προβλήματος.

Η μεθοδολογική προσέγγιση **SYCASE** (Systemization – Compatibility Check – Synthesis – Evaluation) αποτελείται από τέσσερις διαδοχικές συνιστώσες, κάθε μία από αυτές επικεντρωμένη στην επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος, όπως φαίνεται στο 2^ο επίπεδο συμβολής.

2^ο Επίπεδο Συμβολής: Μεθοδολογικά Πλαίσια Υποστήριξης Αποφάσεων

Κάτω από το γενικότερο πλαίσιο που παρουσιάστηκε παραπάνω, η διατριβή συμβάλλει σε δεύτερο επίπεδο στην ανάπτυξη τεχνικών, που έγκεινται σε ευρύτερα επιστημονικά πεδία υποστήριξης αποφάσεων, προσαρμοσμένες κατάλληλα στο τρέχον πρόβλημα. Αναλυτικότερα, η διατριβή συμβάλλει στην επιστήμη μέσω των παρακάτω τριών επιπέδων:

- *Μοντελοποίηση Χαρακτηριστικών Ενεργειακής Αγοράς, Εταιρείας και ΠΔΖ μέσω Δεικτών.*

Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από ενεργειακές εταιρείες μέσω των ΠΔΖ, αποτελεί μια δυνατότητα που είναι ικανή να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητά τους στη σύγχρονη ενεργειακή αγορά. Παράλληλα, η ανάγκη αποσύνδεσης της επίπτωσης των συγκεκριμένων προγραμμάτων στη βιώσιμη ανάπτυξη με αυστηρά τεχνο-οικονομικούς ή μετρήσιμους όρους αποτελεί μια διογκούμενη τάση για την ορθότερη αποτύπωση των χαρακτηριστικών τους και την επίτευξη μεγαλύτερης ευελιξίας.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η διατριβή στοχεύει στη μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών αγορών, των ενεργειακών εταιρειών και των ΠΔΖ με ένα επαρκές και συνεκτικό σύνολο δεικτών, το οποίο χαρακτηρίζεται από ευελιξία και απλότητα για τη διαχείριση του όγκου της πληροφορίας. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση δείχνει ότι η έρευνα για την επιλογή των κατάλληλων ενεργειακών δεικτών που αφορούν στο τρέχον πρόβλημα, στο πλαίσιο μίας κοινής βάσης, είναι εξαιρετικά περιορισμένη έως ανύπαρκτη.

- *Αξιοποίηση Υπάρχουσας Γνώσης για την Κατάσχεση Προτάσεων ΠΔΖ*

Το πρόβλημα που διαμορφώνεται αφορά τη δυνατότητα προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω της κατάσχεσης προτάσεων ΠΔΖ όσον αφορά τους Τύπους Προγραμμάτων και τις Τεχνολογίες ΠΔΖ που δύνανται να εφαρμοστούν από μια ενεργειακή εταιρεία που δραστηριοποιείται σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο ενεργειακής αγοράς, αξιοποιώντας την υπάρχουσα γνώση. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση αναδεικνύει τις πρακτικές που εφαρμόζουν οι περισσότεροι ερευνητές, για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων μεμονωμένων τεχνολογικών προγραμμάτων που έχουν υλοποιηθεί, επιλέγοντας με αυθαίρετο τρόπο τα συμβατά με τα χαρακτηριστικά του αποφασίζοντα προγράμματα, και αξιοποιώντας κυρίως το τεχνοοικονομικό κομμάτι της πληροφορίας.

Για να υπερκεραστούν οι συγκεκριμένες δυσκολίες, η διδακτορική διατριβή προτείνει ένα μεθοδολογικό πλαίσιο, η ανάπτυξη του οποίου βασίζεται στη

μοντελοποίηση του περιβάλλοντος δραστηριοποίησης των εταιρειών και των επιδιώξεών τους και την αποτύπωση αυτής της γνώσης, εντοπίζοντας τα προγράμματα εκείνα που συνάδουν με τα γνωρίσματα του αποφασίζοντα, και συνθέτοντας τα χαρακτηριστικά τους, για την παραγωγή ολοκληρωμένων προτάσεων ΠΔΖ. Η εμπειρία αντλείται από τη μοντελοποίηση της γνώσης των υπαρχουσών προσπαθειών διεθνών οργανισμών και ανεξάρτητων ερευνητών.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας όσον αφορά τη χρήση του συγκεκριμένου μεθοδολογικού εργαλείου για την αξιοποίηση της υπάρχουσας γνώσης δείχνει ότι η εφαρμογή του είναι σχεδόν ανύπαρκτη, παρόλη την εκτεταμένη χρήση τους σε άλλα πεδία του ενεργειακού τομέα.

- *Πολυκριτηριακές Προσεγγίσεις για την Αξιολόγηση Τύπων και Τεχνολογιών ΠΔΖ*

Η φύση του προβλήματος καθιστά αναγκαία την επιλογή πολυκριτηριακών προσεγγίσεων που να μπορούν να διαχειριστούν κατάλληλα τα διαφορετικά επίπεδα ασάφειας της διαθέσιμης πληροφορίας, είτε ποσοτικής, είτε μικτής (ποσοτικής και ποιοτικής), καθώς η οικονομοτεχνική έκφραση των κριτηρίων για την επίλυση του προβλήματος έχει παραμεριστεί ως πρακτική, σύμφωνα με όσα αναλύθηκαν στις προηγούμενες ενότητες. Η επίδραση των νέων παραμέτρων στις επιδιώξεις των εταιρειών για την υλοποίηση ΠΔΖ έχει αυξήσει την πολυπλοκότητα του προβλήματος, κάνοντας περισσότερο δύσκολη την αξιολόγηση των κατάλληλων προγραμμάτων. Στο παραπάνω πλαίσιο, προτείνεται και υιοθετείται η χρήση 2 διακριτών πολυκριτηριακών μεθόδων, της *Naiade* και της *Electre III*, για την αξιολόγηση των προτάσεων Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών ΠΔΖ αντίστοιχα.

3^ο Επίπεδο Συμβολής: *Πληροφοριακό Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας*

Το τελευταίο επίπεδο συμβολής της διατριβής αφορά την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πληροφοριακού συστήματος για την υποστήριξη αποφάσεων στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω της υλοποίησης προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης και αφορά:

- Στην επιλογή των συμβατών ΠΔΖ με τα χαρακτηριστικά του αποφασίζοντα και την ενεργειακή αγορά που δραστηριοποιείται.
- Στη σύνθεση των χαρακτηριστικών των προγραμμάτων αυτών για την παραγωγή ολοκληρωμένων προτάσεων Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών ΠΔΖ που μπορούν να βρουν εφαρμογή από το συγκεκριμένο αποφασίζοντα, αξιοποιώντας την πρότερη εμπειρία υλοποίησης βέλτιστων πρακτικών.
- Στην αξιολόγηση και κατάταξη των προτεινόμενων Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών ΠΔΖ, κάνοντας χρήση της κατάλληλης πολυκριτηριακής μεθόδου (*Naiade & Electre III*) ανά περίπτωση.

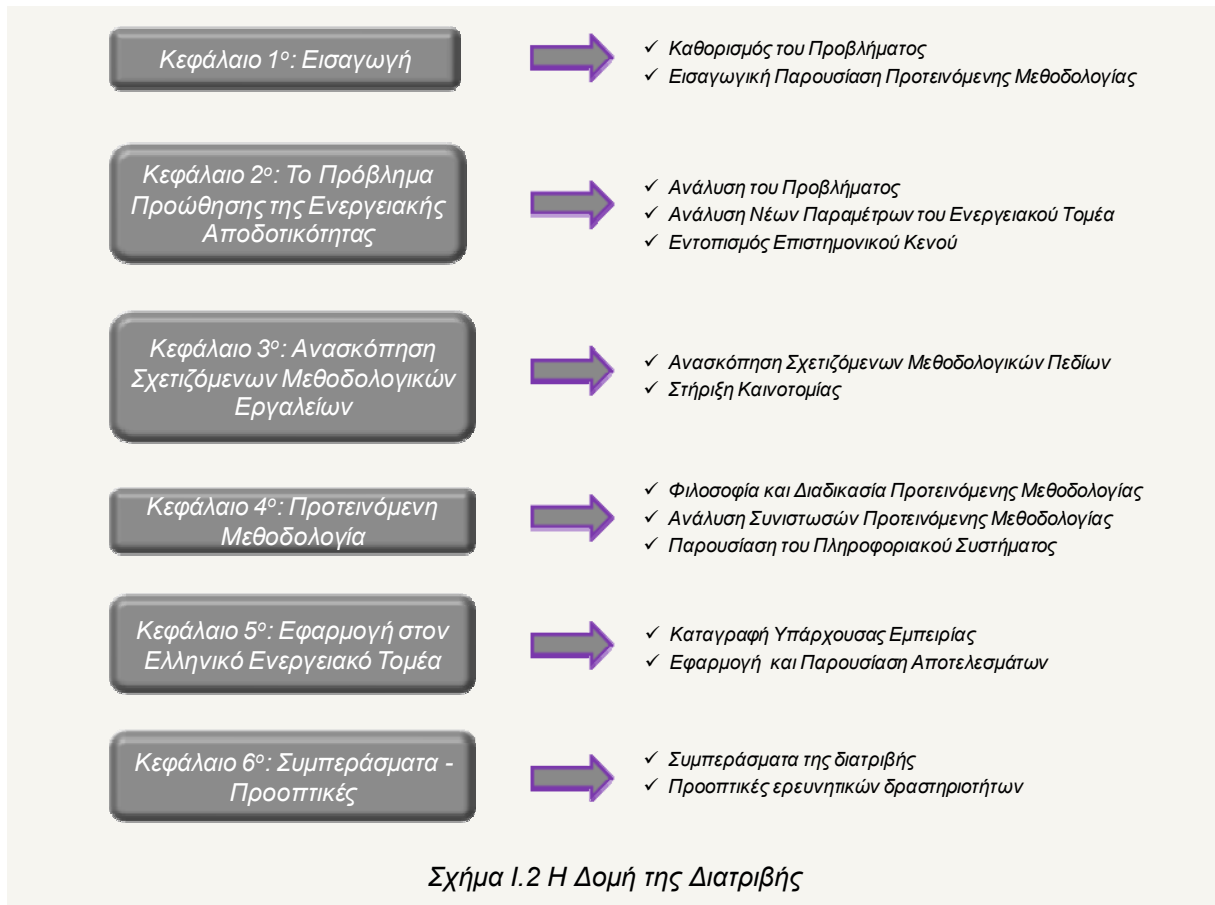
Το πληροφοριακό σύστημα I-DSM (**I**nformation System for **D**emand **S**ide **M**anagement Decision Support to Energy Companies) έχει αναπτυχθεί σε .NET

πλατφόρμα και αποτελείται από τρία κύρια υποσυστήματα:

- K-DSM (**K**nowledge –based System for **DSM** Experiences Utilization), το οποίο ενσωματώνει την υπάρχουσα εμπειρία των ΠΔΖ και το μεθοδολογικό πλαίσιο για τον εντοπισμό των συμβατών τεχνολογικών ΠΔΖ.
- SEVAN (**S**ynthesis and Multicriteria **EVA**luation of DSM Programme Types with **Naiade**), το οποίο συνθέτει τα χαρακτηριστικά των Τύπων Προγραμμάτων των ΠΔΖ, όπως εκφράζονται σε μικτή πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Naiade για την αξιολόγηση και κατάταξή τους.
- SEVEL (**S**ynthesis and Multicriteria **EVA**luation of DSM Programme Technologies with **EL**ectre III). Συνθέτει τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών ΠΔΖ, εκφρασμένα σε ποσοτική πληροφορία, και ενσωματώνει τη μεθοδολογία της Electre III για την αξιολόγηση και κατάταξή τους.

1.4 Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Η Διατριβή αποτελείται από έξι (6) Κεφάλαια, όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1.2, η ροή των οποίων ακολουθεί την εξέλιξη υλοποίησης της διατριβής



Αναλυτικότερα:

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Αποτελεί το παρόν κεφάλαιο στο οποίο παρουσιάζεται το πρόβλημα και στηρίζεται η ανάγκη ανάπτυξης μεθοδολογίας υποστήριξης αποφάσεων για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Στο κεφάλαιο παρουσιάζεται επιπλέον σύντομα η προτεινόμενη μεθοδολογία, η συμβολή της διατριβής, όσο και η δομή αυτής.

Κεφάλαιο 2^ο: Το Πρόβλημα Προώθησης της Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Σε συνέχεια της σύντομης παρουσίασης του προβλήματος στο εισαγωγικό κεφάλαιο, το κεφάλαιο αυτό αναλύει διεξοδικά το πρόβλημα προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Αρχικά παρουσιάζεται το ενεργειακό ζήτημα και τα μέτρα αντιμετώπισής του μέχρι σήμερα. Κατόπιν αναλύονται διεξοδικά τα

χαρακτηριστικά των εμπλεκόμενων στο σύγχρονο ενεργειακό τομέα, οι επιδράσεις των νέων παραμέτρων (απελευθέρωση αγοράς ενέργειας και κλιματική αλλαγή), και οι σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα εργαλεία προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας και διερευνάται η δυνατότητα των Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης να υποστηρίξουν την προσπάθεια αυτή.

Το Κεφάλαιο καταλήγει στις συνιστώσες απόφασης που πρέπει να υποστηριχτούν στο πλαίσιο του σχεδιασμού ολοκληρωμένων προτάσεων προώθησης Τεχνολογιών και Τύπων ΠΔΖ, οι οποίες βασίζονται στις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών, όπως διαμορφώνονται υπό την επίδραση της κλιματικής αλλαγής και τη απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας.

Κεφάλαιο 3^ο: Ανασκόπηση Σχετιζόμενων Μεθοδολογικών Εργαλείων

Λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση του 2^{ου} κεφαλαίου και τις ανάγκες που απορρέουν για προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω των ΠΔΖ, στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι επιστημονικές περιοχές υποστήριξης αποφάσεων στις οποίες έγκειται η προτεινόμενη μεθοδολογία. Αναλυτικότερα, το κεφάλαιο εστιάζεται στα μεθοδολογικά πλαίσια ενεργειακών δεικτών, στα έμπειρα συστήματα και στην πολυκριτηριακή υποστήριξη αποφάσεων. Κάθε μία από τις ενότητες του κεφαλαίου παρουσιάζει σύντομα τα τρία επιστημονικά πεδία και επικεντρώνεται στην αναλυτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την εφαρμογή αυτών σε ενεργειακά προβλήματα. Το κεφάλαιο καταλήγει στην υποστήριξη της καινοτομίας της προτεινόμενης μεθοδολογίας, όσον αφορά στα συγκεκριμένα επιστημονικά πεδία.

Κεφάλαιο 4^ο: Προτεινόμενη Μεθοδολογία

Στο τέταρτο κεφάλαιο της διατριβής περιγράφεται αναλυτικά η προτεινόμενη μεθοδολογία. Βασιζόμενοι στα χαρακτηριστικά του προβλήματος που αναγνωρίστηκε και τις παραμέτρους που πρέπει να ληφθούν υπόψη, το κεφάλαιο αναλύει κάθε μία από τις τέσσερις (4) συνιστώσες της μεθοδολογίας καθώς και το υποστηρικτικό πληροφοριακό σύστημα που αναπτύχθηκε βασισμένο στην προτεινόμενη μεθοδολογία.

Κεφάλαιο 5^ο: Εφαρμογή στον Ελληνικό Ενεργειακό Τομέα

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει την εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας, μέσω του πληροφοριακού συστήματος που αναπτύχθηκε, στον Ελληνικό ενεργειακό τομέα. Στο κεφάλαιο πραγματοποιείται ανάλυση των χαρακτηριστικών των πεδίων εφαρμογής ΠΔΖ σε διεθνές επίπεδο, και αποτύπωση των χαρακτηριστικών του ελληνικού ενεργειακού τομέα και των εταιρειών που δραστηριοποιούνται σε αυτόν. Το κεφάλαιο καταλήγει με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής.

Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα – Προοπτικές

Το τελευταίο κεφάλαιο της διατριβής παρουσιάζει αρχικά τα συμπεράσματα που απορρέουν τόσο από την ανάλυση των αρχικών κεφαλαίων όσο και από τα

αποτελέσματα της εφαρμογής της προτεινόμενης μεθοδολογίας. Τέλος, το κεφάλαιο καταλήγει σε μία σειρά από σκέψεις και προτάσεις προοπτικής για περαιτέρω ερευνητικές δραστηριότητες πάνω στο πρόβλημα προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω των Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης.

Βιβλιογραφία

1. McGowan F (1989). The single energy market and energy policy: conflicting agendas? *Energy Policy*, 17(6): 547-553.
2. Colitti M, Baronti P (1980). Energy Policies of industrialized countries. *Energy*, 6: 233-262.
3. World Energy Council (2006). *Energy Efficiency A Worldwide Review*. WEC.
4. EC – European Commission (2000). “Green Paper towards a European Strategy for the Security of Energy Supply”, Paper of the EC of November 29, COM (2000) 769.
5. European Commission (2005). *Green Paper on Energy Efficiency or Doing More with Less*, COM(2005) 265 final.
6. Dunkerley J (2006). Lessons from the past thirty years. *Energy Policy*, 34: 503–507.
7. Owen G (2000). Energy efficiency and Energy Conservation: Policies, Programmes and their Effectiveness. *Energy and Environment*, 11 (5): 553-564.
8. Hirst E, Brown M (1990). Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy. *Resources, Conservation and Recycling*, 3: 267-281.
9. Patlitzianas KD, Doukas H, Psarras J and Samouilidis J-E (2006). Decision Making Model for the Sustainable Planning of the Energy Companies’ Environment: Case Study in the EU Accession Member States. *World Renewable Energy Congress IX and Exhibition in Florence, Italy*.
10. Banks FE (1996). Economics of electricity deregulation and privatization: an introductory survey. *Energy*, 21(4): 249-261.
11. K. D. Patlitzianas, H. Doukas, A. G. Papadopoulou and J. Psarras, “Assessing energy companies’ environment in the EU accession member states”, 4th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL’06), Millenium Conference Centre, 21-23 June 2006, London, United Kingdom.
12. Δούκας Χ (2008). Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Σύγχρονο Περιβάλλον Λειτουργίας του Ενεργειακού Τομέα. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
13. Papadopoulou AG, Doukas H, Psarras J (2009). An Intelligent Decision Support System for SMEs’ Activation in the Energy Sector. *International Journal of Management and Decision Making*, 10 (1-2): 125-137.
14. Jayantilal A, Strbac G (1999). Load control services in management of power system security costs. *IEE Proceedings: Generation Transmission Distribution*, 146 (2): 269–275.
15. Strbac G (2008). Demand side management: Benefits and challenges. *Energy Policy*, 36: 4419–4426.
16. Nadel S, Geller H (2001). Smart energy policies: saving money and reducing pollutant emissions through greater energy efficiency. Report no E012. American Council for an Energy-Efficient Economy.
17. Neves LP, Martins AG, Antunes CH, Dias LC (2008). A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency. *Energy Policy*, 36: 2351–2363.
18. CEC & CPUC (1983). *Standard Practice for Cost–Benefit Analysis of Conservation and Load Management Programs*. California Public Utilities Commission and California

Energy Commission.

19. CEC & CPUC (1987). Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Management Programs. California Public Utilities Commission and California Energy Commission.
21. Hobbs BF, Horn GTF (1997). Building public confidence in energy planning: a multimethod MCDM approach to demand-side planning at BC gas. *Energy Policy*, 25 (3): 357-375.
22. SRCi (1996). European B/C Analysis Methodology (EUBC)—A Guidebook For B/C Evaluation of DSM and Energy Efficiency Services Programmes. A Project Advisory Committee and SRC International ApS, Prepared for the European Commission (DG XIIV).
23. CPUC (2001). California Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Programs and Projects. California Public Utilities Commission.

*Το Πρόβλημα Προώθησης της
Ενεργειακής Αποδοτικότητας*

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια είναι συνδεδεμένη με όλες τις πτυχές της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτιστικής δραστηριότητας του ανθρώπου από αρχαιοτάτων χρόνων. Η θεωρούμενη αφθονία των συμβατικών καυσίμων μαζί με την έκρυθμη τεχνολογική ανάπτυξη της ανθρωπότητας, ιδίως από την περίοδο της βιομηχανικής επανάστασης, συντέλεσαν στην αλόγιστη χρήση της. Τα αποτελέσματα αυτής της κατάχρησης είναι γνωστά πλέον σήμερα, μεταξύ άλλων αυξημένα προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος και επιβάρυνσης του πλανήτη, μείωση των παγκόσμιων ενεργειακών αποθεμάτων, εξάρτηση από τρίτους για τη διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού.

Η πετρελαϊκή κρίση το 1973 σήμανε την ανάγκη ανάπτυξης μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής πολιτικής, ανάμεσα στους στόχους της οποίας εισήχθη η έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας και εξοικονόμησης. Έκτοτε, μια σειρά από δράσεις έχουν υλοποιηθεί από τις εκάστοτε κυβερνήσεις, σε μια προσπάθεια απεξάρτησης από τις ενεργειακές εισαγωγές και τους κινδύνους που επιφέρουν.

Μια από αυτές τις δράσεις που αναπτύχθηκαν είναι και τα Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης (ΠΔΖ), τα οποία ξεκινώντας από τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας στις ΗΠΑ λίγο μετά την πετρελαϊκή κρίση, σύντομα εξαπλώθηκαν και στον υπόλοιπο κόσμο.

Η αναδιάρθρωση της ενεργειακής αγοράς μέσω της απελευθέρωσής της, και η συνεπαγόμενη ανάγκη για ισχυροποίηση της θέσης των εμπλεκόμενων εταιρειών που ήρθαν αντιμέτωπες με το φάσμα του ανταγωνισμού, μέσω της αντίληψης μεγιστοποίησης των κερδών, οδήγησαν στην περιθωριοποίηση αυτών των προγραμμάτων.

Σύντομα όμως η αναδυόμενη ανάγκη για αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, σε συνδυασμό με τον έτερο πρωταρχικό στόχο ενεργειακής πολιτικής στην Ευρώπη, την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, συντέλεσαν αποφασιστικά στην επαναφορά των προγραμμάτων αυτών στο προσκήνιο.

Το πρόβλημα της παρούσας διδακτορικής διατριβής εστιάζεται στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από τις ενεργειακές εταιρείες, μέσω των ΠΔΖ, στο σύγχρονο περιβάλλον του ενεργειακού τομέα.

Αρχικά αναλύεται η σύγχρονη πρόκληση της ενεργειακής αποδοτικότητας και η εξέλιξη της ενεργειακής πολιτικής και των στόχων της, ενώ στη συνέχεια εξετάζονται τα μέτρα προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας σε ευρωπαϊκό επίπεδο, και τα βασικότερα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι προσπάθειες αυτές.

Στην επόμενη ενότητα εισάγονται οι δυο νέες παράμετροι, η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας και η κλιματική αλλαγή, των οποίων εξετάζεται η επίδραση στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Παράλληλα γίνεται ανάλυση της σύγχρονης ελληνικής ενεργειακής αγοράς, των χαρακτηριστικών και των στόχων της, προσδιορίζονται οι

εμπλεκόμενοι παράγοντες και ο ρόλος τους, ενώ μοντελοποιούνται οι σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών.

Επόμενο στάδιο είναι η ανασκόπηση της πορείας των ΠΔΖ και ιδιαίτερα σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ενώ η πέμπτη ενότητα στοχεύει στην επισήμανση της ανάγκης υποστήριξης των ΠΔΖ, μέσα από την αποτίμηση των υπαρχόντων εργαλείων και τον εντοπισμό των ελλείψεων, οπότε και αναδεικνύεται το πρόβλημα της διδακτορικής διατριβής.

Η τελευταία ενότητα συγκεντρώνει τα βασικότερα συμπεράσματα από την προηγηθείσα ανάλυση.

2.2 Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

2.2.1 Ορισμός

Η ενεργειακή αποδοτικότητα σύμφωνα με τον Patterson [1] είναι ένας γενικευμένος όρος που χρησιμοποιείται για να εκφράσει την επίτευξη του ίδιου επιπέδου υπηρεσιών ή και προϊόντων με την κατανάλωση μικρότερου ποσού ενέργειας. Είναι μια ευρεία έννοια που συμπεριλαμβάνει τόσο τη βέλτιστη χρήση ενέργειας μέσω βελτιώσεων στην ενεργειακή απόδοση, όσο και μέσω αλλαγών στην καταναλωτική συμπεριφορά, όπως αναφέρεται από τους Tonn et al. [2]. Σε συμφωνία με τα παραπάνω, η Πράσινη Βίβλος για την Ενεργειακή Απόδοση [3] κάνει την ακόλουθη διάκριση στο γενικότερο όρο της ενεργειακής αποδοτικότητας:

- Στην ενεργειακή αποδοτικότητα που εξαρτάται ουσιαστικά από τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες και η βελτίωσή της συνδέεται άμεσα με τη χρήση βέλτιστων τεχνολογιών για περιορισμό της κατανάλωσης είτε στην παραγωγή, είτε στην τελική χρήση.
- Στην εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει μέσα από αλλαγή στη συμπεριφορά των καταναλωτών και τη στροφή τους προς την ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας, όπου επί παραδείγματι η λήψη διάφορων μέτρων έχει ως αποτέλεσμα να καταστήσει ελκυστικότερες για το κοινό τις λιγότερο ενεργειακά απαιτητικές επιλογές.

Στην παρούσα διδακτορική διατριβή ο όρος ενεργειακή αποδοτικότητα χρησιμοποιείται για να περιγράψει και τις δυο αυτές περιπτώσεις.

2.2.2. Το Ενεργειακό Πρόβλημα και οι Πολιτικές Αντιμετώπισης

2.2.2.1 Ιστορική Αναδρομή

Η ιστορική εξέλιξη της χρήσης διάφορων μορφών ενέργειας είναι στενά συνδεδεμένη με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την οικονομική ανάπτυξη. Η ανακάλυψη νέων μορφών ενέργειας δίνει ώθηση για μεγαλύτερη οικονομική ανάπτυξη. Ταυτόχρονα, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει την επιστημονική ανακάλυψη σε πραγματικότητα, θέτοντας την παράλληλα στη διάθεση της ανθρωπότητας, της οποίας οι ενεργειακές ανάγκες ακολουθούν συνεχόμενη ανοδική πορεία.

Μόλις το 1769 ο Βρετανός Τζέιμς Βάτ κατοχύρωσε την πατέντα της πρώτης ατμομηχανής, θέτοντας ουσιαστικά μια από τις βασικές θεμέλιες λίθους για την απαρχή της βιομηχανικής επανάστασης στην Αγγλία. Το 1807 για πρώτη φορά εισάγεται στη φυσική η έννοια και ο ορισμός της ενέργειας ως φυσικού μεγέθους. Από το 1850, οπότε και πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες γεωτρήσεις στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ) έχουν παραχθεί και καταναλωθεί παγκοσμίως περισσότερα από ένα τρις βαρέλια πετρελαίου, ενώ εκτιμήσεις αναφέρουν ότι τα

υπάρχοντα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 2-3 τρις βαρέλια [4].

Όπως φαίνεται από τις προαναφερθείσες χρονολογίες, το ενεργειακό ζήτημα με τη μορφή που είναι γνωστό σήμερα είναι σχετικά πρόσφατο. Εμφανές είναι ότι η ανθρωπότητα επί δύο περίπου αιώνες ζούσε και κατανάλωνε ενέργεια με μια αφελή ανεμελιά, έως ότου το 1960-70 όλος ο κόσμος συνειδητοποίησε δύο πράγματα, πρώτον ότι τα ορυκτά καύσιμα, άνθρακας και πετρέλαιο, έχουν πεπερασμένα αποθέματα και δεύτερον ότι η καύση τους προξενεί ανεπανόρθωτες αλλοιώσεις στο κλίμα και κατ' επέκταση στη σύσταση και τη μορφή του πλανήτη.

Σύμφωνα με τους McGowan [5], Colitti et al. [6] και Helm [7] διακρίνονται τρεις βασικές περίοδοι στην Ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική.

*Τα χρόνια της
αφθονίας (1950-
1973)*

Με το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και την επακόλουθη αναδόμηση των κρατών, η οικονομία της δυτικής Ευρώπης βασιζόταν ακόμα στον άνθρακα. Οι καταναλισκόμενες ποσότητες πετρελαίου εισάγονταν αθρόα από το δυτικό ημισφαίριο (ΗΠΑ) και τον Περσικό/Αραβικό κόλπο με τη μορφή προϊόντων διύλισης. Η ανάπτυξη των αποθεμάτων της Μέσης Ανατολής διαφοροποίησε σημαντικά αυτή την κατάσταση. Στο τέλος του 1940 η Ευρώπη εισήγαγε αργό πετρέλαιο αντί για προϊόντα διύλισης, ενώ παράλληλα ανθούσε η κατασκευή μεγάλων διυλιστηρίων για την επεξεργασία του πετρελαίου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η ικανότητα διύλισης της Δυτικής Ευρώπης εκτινάχθηκε από 45 εκ. τόνους το 1950 σε 220 εκ. τόνους το 1960 και 954 εκ. τόνους το 1973.

Με την πάροδο του χρόνου, οι τιμές του αργού πετρελαίου στο ανατολικό ημισφαίριο, δηλαδή στις χώρες της Ευρώπης, Αφρικής, Ασίας και Αυστραλίας, άρχισαν να διαφοροποιούνται από τις επικρατούσες τιμές στις ΗΠΑ. Η αύξηση στις ποσότητες εφοδιασμού καθώς και οι δομικές αλλαγές που έλαβαν χώρα στη βιομηχανία είχαν σαν αποτέλεσμα διαφορετικές επιπτώσεις στις τιμές, καθώς οι χαμηλότερες τιμές γενικεύθηκαν στο ανατολικό ημισφαίριο, ενώ στο δυτικό παρέμειναν σε σχετικά υψηλότερο επίπεδο.

Προς το τέλος αυτής της περιόδου ιδρύθηκαν ανεξάρτητα διυλιστήρια, κυρίως στην Ιταλία, εισάγοντας έτσι μια νέα παράμετρο ανταγωνισμού στην αγορά. Στην Ευρώπη, τα πετρελαϊκά προϊόντα σχεδόν έχασαν τη συσχέτισή τους με τις παραδοσιακές τιμές αναφοράς και άρχισαν να δέχονται τις επιπτώσεις τόσο της επιβολής νέων λογιστικών συστημάτων από τις κυβερνήσεις της Γαλλίας και της Ιταλίας, όσο και του ανταγωνισμού μεταξύ των ευρωπαϊκών διυλιστηρίων. Σε αυτό το πλαίσιο, οι χώρες με σημαντική κατανάλωση πετρελαίου επωφελήθηκαν της ευκαιρίας για ανάπτυξη που παρουσιάστηκε από τον ενεργειακό εφοδιασμό σε χαμηλό κόστος και ενθάρρυναν ενεργά την ανάπτυξη μιας πετρελαϊκής οικονομίας στην Ευρώπη. Φυσικά για ένα σύνολο οικονομικών, πολιτικών και στρατηγικών αιτιών διατήρησαν μια συγκεκριμένη δυναμικότητα παραγωγής άνθρακα. Η ολοένα και μεγαλύτερη εξάρτηση των κρατών μελών από το εισαγόμενο πετρέλαιο και ο παραγκωνισμός της χρήσης του άνθρακα είχαν σαν αποτέλεσμα στις αρχές του '70, το 60% των αναγκών της κοινότητας να εισάγονται, αφήνοντάς την με αυτό τον τρόπο εκτεθειμένη στις διαταραχές του εφοδιασμού και τις υψηλές τιμές που παρατηρήθηκαν την περίοδο 1973-1974.

Η σημασία του ενεργειακού τομέα για την Ευρωπαϊκή κοινότητα γίνεται εμφανής από το γεγονός ότι οι δυο εκ των τριών Συνθηκών στις οποίες βασίστηκε η σύστασή της αφορούν την ενέργεια. Πιο συγκεκριμένα, το 1951 ιδρύθηκε η Ευρωπαϊκή Κοινότητα για τον Άνθρακα και τον Χάλυβα, η οποία αποτέλεσε το πρώτο δείγμα κοινής ενεργειακής πολιτικής σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Έχοντας επίσης ως στόχο τη διαφοροποίηση του ενεργειακού μίγματος των χωρών, ιδρύθηκε το 1957 η Ευρωπαϊκή Κοινότητα Ατομικής Ενέργειας, ενώ εγκρίθηκαν αρκετά σχέδια για την ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας, η οποία στα μέσα της δεκαετίας του '50 είχε φτάσει σε στάδιο βιομηχανικής ωριμότητας. Παρόλα αυτά, τα συγκεκριμένα σχέδια εφαρμόστηκαν μόνο ως προς το αρχικό τους στάδιο ακόμα και από χώρες με μακροχρόνιο σχεδιασμό, όπως η Μεγάλη Βρετανία, λόγω της μειωμένης ανταγωνιστικότητας της πυρηνικής ενέργειας έναντι στις συνεχόμενες μειώσεις της τιμής του πετρελαίου. Και οι δυο προαναφερθείσες Συνθήκες στόχο είχαν τη δημιουργία μιας εσωτερικής αγοράς για τα προϊόντα αυτά, εξαλείφοντας τα υπάρχοντα εμπόδια.

Το κενό ανάμεσα στις προθέσεις, όπως αυτές εκφράζονταν στις Συνθήκες ίδρυσης της ευρωπαϊκής κοινότητας, και της πολιτικής που ακολουθείτο ήταν πολύ μεγαλύτερο για τον ενεργειακό τομέα, από ότι για άλλους τομείς της οικονομίας. Οι προσπάθειες της ευρωπαϊκής κοινότητας για την ανάπτυξη μιας ενεργειακής πολιτικής, πόσο μάλλον μιας πολιτικής που να αντικατοπτρίζει τα ιδανικά των Συνθηκών, αποδείχθηκε ότι είχαν πολύ περιορισμένη επιτυχία. Από τις αρχές της δεκαετίας του '50 γίνονταν προσπάθειες για την ανάπτυξη μιας πολιτικής για τον άνθρακα στην αρχή και για το σύνολο της ενέργειας στη συνέχεια. Στον άνθρακα, οι προσπάθειες για την ανάπτυξη μιας ελεύθερης αγοράς απέτυχαν, ενώ αντιστοίχως για την ενέργεια συνολικά, οι προσπάθειες προχώρησαν μέχρις ότου μια αναθεώρηση της αναγκαιότητας για μια κοινή πολιτική, έκρινε ότι αυτή δεν ήταν απαραίτητη.

Έπειτα από την ίδρυση των νέων κοινοτήτων το 1957, πραγματοποιήθηκε μια νέα προσπάθεια για την ανάπτυξη πολιτικών για μια κοινή αγορά ενέργειας. Το κύριο μέλημα των φορέων χάραξης πολιτικής ήταν η διασφάλιση ότι οι τιμές ενέργειας θα συνέβαλαν στην ανταγωνιστικότητα της υπάρχουσας βιομηχανίας. Η ολοένα και μεγαλύτερη διείσδυση όμως του πετρελαίου στα ενεργειακά ισοζύγια των χωρών και ο εκτοπισμός του άνθρακα ανέγειραν νέες ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Και οι νέες αυτές προσπάθειες της κοινότητας απορρίφθηκαν από τις κυβερνήσεις των χωρών μελών της.

*Τα χρόνια της
κρίσης (1973-
1985)*

Το τέλος της εποχής των χαμηλών τιμών ενέργειας έφεραν τα γεγονότα που σηματοδότησαν την αρχή της δεκαετίας του '70, και τα οποία ήταν απόρροια ενός συνδυασμού διαφορετικών φαινομένων. Οι οικονομίες των βιομηχανοποιημένων χωρών διένυαν περίοδο άνθισης, με μεγάλη αύξηση της ζήτησης ενέργειας, και κάποιες ενσωματωμένες περιόδους μειωμένης ζήτησης.

Από τον Οκτώβριο του 1973 παρατηρήθηκε μια θεμελιώδης αλλαγή στη δομή της πετρελαιοβιομηχανίας. Οι πετρελαιοπαραγωγές χώρες που εξήγαν αργό πετρέλαιο, θεμελίωσαν την κυριαρχία τους πάνω στα αποθέματα πετρελαίου, τα παραγωγικά του επίπεδα και τις τιμές. Οι τιμές του αργού πετρελαίου

τετραπλασιάστηκαν μέσα σε διάστημα ενός μηνός περίπου, την περίοδο τέλη 1973 – Ιανουάριος 1974. Αυτές οι δραστικές αλλαγές και οι επιπτώσεις του πετρελαϊκού αποκλεισμού την περίοδο 1973-74 είχαν σοβαρότατες συνέπειες στις οικονομίες των βιομηχανοποιημένων χωρών. Οι επιπτώσεις της αύξησης των τιμών και της έλλειψης πετρελαίου έγιναν αισθητές σε μακροοικονομικό επίπεδο ως επί το πλείστον και όχι τόσο σε επίπεδο καταναλωτή. Συνεπώς, το κόστος της ενέργειας αυξήθηκε δυσανάλογα, ενώ την ίδια στιγμή δεν πραγματοποιήθηκε αντίστοιχη μείωση της κατανάλωσης. Η πληθωριστική επίδραση των υψηλότερων τιμών ενέργειας διαδόθηκε άμεσα σε ολόκληρο το σύστημα, φτάνοντας σε ανήκουστα επίπεδα το 1974: 13,3% στην Ευρώπη, 24,5% στην Ιαπωνία, και 11% στις ΗΠΑ.

Η κρίση βοήθησε να έρθει στην επιφάνεια η κύρια διάσταση του ενεργειακού προβλήματος. Πάρα ταύτα, στο διάστημα που ακολούθησε, η παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου συνέχισε να αυξάνει, εκτός από μία ανάπαυλα 2 ετών, με συνέπεια τη δεύτερη ενεργειακή κρίση το 1979, η οποία άφησε να φανεί ξεκάθαρα ότι το ενεργειακό πρόβλημα είναι πραγματικό και όχι συγκυριακό, και πρέπει να αντιμετωπιστεί με σαφή προσανατολισμό και μακροχρόνιο προγραμματισμό της ενεργειακής πολιτικής.

Αμέσως μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα προσπάθησε να την διαχειριστεί αλλά απέτυχε ακόμα και στο να επιβάλει ένα ενωμένο μέτωπο εναντίον του Ολλανδικού αποκλεισμού. Τα κράτη μέλη ακολούθησαν τις δικές τους πολιτικές ή απευθύνθηκαν στο Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (International Energy Agency - IEA). Ο IEA, ο οποίος ιδρύθηκε το 1974, επισκίασε την Κοινότητα και σε εύρος μελών και σε επίπεδο δύναμης σε αποθέματα πετρελαίου σε μία νέα κρίση.

Οι καταναλώτριες χώρες έλαβαν έκτακτες λύσεις, πρώτα σε μακροοικονομικό επίπεδο, με την αυστηρή συγκράτηση της ζήτησης, η οποία και μειώθηκε δραστικά στις χώρες του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Organisation for Economic Development and Cooperation – OECD) από 4,4% ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης την περίοδο 1950-1973 σε 0,3% την περίοδο 1973-1977. Η συγκεκριμένη μείωση επιτεύχθηκε ως επί το πλείστον λόγω της μειωμένης οικονομικής ανάπτυξης, παρά λόγω διαφόρων πολιτικών συγκράτησης της κατανάλωσης.

Η διατάραξη της ισορροπίας στις οικονομίες των βιομηχανοποιημένων χωρών και η ανησυχία της κοινής γνώμης αποτέλεσαν τα ερεθίσματα για την επαναξιολόγηση των ενεργειακών πολιτικών και την υλοποίηση νέων ενεργειακών σχεδίων, έχοντας ως διπλό στόχο τη μείωση της συνολικής ενεργειακής ζήτησης και της εξάρτησης από τις εισαγωγές πετρελαίου. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα αποπειράθηκε να αναπτύξει μια στρατηγική προσέγγιση για τη διαχείριση του ενεργειακού εφοδιασμού και της ζήτησης. Οι εμπνευστές της «Νέας Στρατηγικής» για την ενέργεια οραματίζονταν ένα σύνολο στόχων με ορίζοντα υλοποίησης μέχρι το 1985 για την ελάττωση των εισαγωγών πετρελαίου και τη διαφοροποίηση του υπάρχοντος ενεργειακού μίγματος, εκμεταλλευόμενοι άλλες μορφές ενέργειας, όπως η πυρηνική ενέργεια, ο άνθρακας, το φυσικό αέριο και οι ΑΠΕ, όσο και τη λήψη μέτρων στην πλευρά της ζήτησης. Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι οι βιομηχανοποιημένες χώρες έδωσαν έμφαση στην τροποποίηση των ενεργειακών τους συστημάτων μέσα από την υιοθέτηση μέτρων για τον περιορισμό της

ζήτησης, την ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας, τον αυξημένο ρόλο του άνθρακα και του φυσικού αερίου, καθώς και την προώθηση των ΑΠΕ.

*Τα χρόνια της
ισορροπίας (1985
και μετά)*

Σε συνέχεια των προαναφερθεισών κατευθύνσεων για την ενεργειακή πολιτική που ελήφθησαν μετά τη δεύτερη πετρελαϊκή κρίση, διακρίνεται σαφέστατα μια αλλαγή στις ακολουθούμενες πολιτικές, με την έμφαση τώρα να δίνεται στην τροποποίηση των ίδιων των ενεργειακών ισοζυγίων, παρά στην αλλαγή της δομής της αγοράς.

Σύμφωνα με τον Καγιαννά [8], η διαφοροποίηση της ενεργειακής πολιτικής την περίοδο αυτή σε σχέση με τη δεκαετία του '70 αποδίδεται σε τρεις κυρίως παράγοντες:

- Στις χαμηλότερες τιμές του πετρελαίου και τη συνεπακόλουθη χαμηλότερη από την προβλεπόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας, που υπονόμισαν σε μεγάλο βαθμό την πολιτική της δεκαετίας του '70. Η μείωση των τιμών του πετρελαίου οδήγησε στη διαταραχή της σύνδεσης της οικονομικής ανάπτυξης, όπως αυτή εκφράζεται από το Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν (ΑΕΠ), και των καταναλισκομένων ποσοτήτων ενέργειας, σύνδεση που ίσχυε μέχρι πρότινος. Πιο συγκεκριμένα, μεταξύ του 1973 και του 1983, το ΑΕΠ της Ευρώπης αυξήθηκε στην πραγματικότητα κατά 18%, ενώ η συνολική κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 6%.
- Στην αλλαγή που συντελέστηκε εσωτερικά στην Ευρώπη. Η ανάπτυξη και δημοσίευση της Λευκής Βίβλου του 1988 [9] για την εσωτερική αγορά ενέργειας σηματοδότησε το πέρας μιας περιόδου σχετικής στασιμότητας και απραξίας, καθώς προσδιόρισε τα σημαντικότερα εμπόδια στον διακάη πόθο της ευρωπαϊκής πολιτικής, την επίτευξη μιας εσωτερικής αγοράς ενέργειας. Το επιστέγασμα των προσπαθειών αυτών ήρθε το Φεβρουάριο του 1997, με την υιοθέτηση της οδηγίας 96/92 της ΕΕ [10] για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, για να ακολουθηθεί σύντομα από την υιοθέτηση της οδηγίας 98/30 [11] για τη δημιουργία μιας εσωτερικής αγοράς φυσικού αερίου.
- Στις περιβαλλοντικές ανησυχίες που αναδείχθηκαν και σχετίζονταν με ζητήματα κατανάλωσης και παραγωγής ενέργειας, τις εκπομπές των σταθμών παραγωγής ηλεκτρισμού και μεταφορών, τα προγράμματα για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τη συμμετοχή στις διεθνείς πρωτοβουλίες για την κλιματική αλλαγή.

Επομένως, το κύριο χαρακτηριστικό για την περίοδο μετά τα μέσα της δεκαετίας του '80 είναι η προσπάθεια να ισορροπηθούν τα τρία επικρατούντα μελήματα της ευρωπαϊκής πολιτικής:

- Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.
- Η δημιουργία μιας ανταγωνιστικής εσωτερικής αγοράς ενέργειας.
- Η ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ως αποτέλεσμα της ενεργειακής παραγωγής και της κατανάλωσης.

2.2.2.2 Η Παρούσα Κατάσταση

Στόχοι
ευρωπαϊκής
πολιτικής

Όπως προαναφέρθηκε, από τα μέσα της δεκαετίας του '80, η ενεργειακή πολιτική καλείται να λάβει δραστικά μέτρα για την αντιμετώπιση πολυάριθμων προκλήσεων που πηγάζουν από το ενεργειακό πρόβλημα, όπως η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού (πολιτική σταθερότητα, εξωτερική εξάρτηση), η προώθηση των ενεργειακών επενδύσεων με σεβασμό στο περιβάλλον και ο αυξανόμενος ρυθμός ζήτησης σε χώρες που τα τελευταία χρόνια παρουσιάζουν ισχυρή οικονομική ανάπτυξη (Κίνα, Βραζιλία, Ινδία). Μπροστά στις προκλήσεις αυτές, οι βασικοί πυλώνες της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής όπως διατυπώθηκαν τη δεκαετία του '80, διαμορφώθηκαν στην πάροδο των ετών και πλέον πρόσφατα αποτυπώνονται με την οδηγία 2007/0001 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) [12], συνοψίζονται ακολούθως:

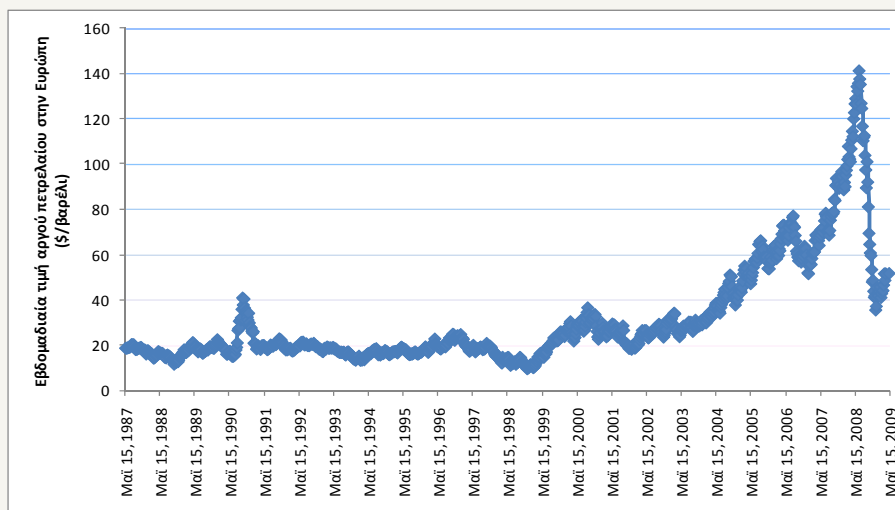
- Ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού αποτελεί τον πρωταρχικό στόχο της ευρωπαϊκής ενεργειακής στρατηγικής, δεδομένης της ολοένα αυξανόμενης εξάρτησης της ΕΕ από τις εισαγωγές ενέργειας από τρίτες χώρες που συνεπάγεται οικονομικούς, κοινωνικούς, πολιτικούς και άλλους κινδύνους, σε μία εποχή που το παγκόσμιο στερέωμα δεν εγγυάται την πολιτική σταθερότητα. Προς αυτή την κατεύθυνση, η ΕΕ επιθυμεί να μειώσει αυτή την εξάρτηση μέσω της προώθησης άλλων μορφών ενέργειας και της μείωσης της ενεργειακής ζήτησης. Κατά συνέπεια, δίδεται κυρίως βάρος στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την προώθηση των ΑΠΕ, με κύριο στόχο την προσέλκυση επενδύσεων, που βραχυπρόθεσμα φαίνονται οικονομικά ασύμφορες.
- Δημιουργία μίας ενιαίας εσωτερικής ανταγωνιστικής αγοράς ενέργειας. Η απελευθέρωση και η δημιουργία μίας ισχυρής ενιαίας εσωτερικής ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας, με στόχο την επίτευξη της ανταγωνιστικότητας στον τομέα της ενέργειας, αποτελεί τη δεύτερη επιδίωξη της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ, αφού απαραίτητη προϋπόθεση για τη χάραξη μίας επιτυχημένης ενεργειακής πολιτικής είναι να ληφθούν υπόψη και οι οικονομικοί παράγοντες. Μολονότι στατιστικά δεδομένα επιβεβαιώνουν τη στενή σχέση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και οικονομικής ανάπτυξης, πλέον δίνεται μεγάλη έμφαση στις προσπάθειες αποσύνδεσης της οικονομικής ευημερίας από την αύξηση της ενεργειακής ζήτησης, μέσω της εσωτερίκευσης του εξωτερικού κόστους της ενέργειας υπό μορφή φόρων και τελών και κυρίως μέσω της πραγματικής απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου με το επιθυμητό αποτέλεσμα της μείωσης των τιμών.
- Σεβασμός προς το περιβάλλον μέσω και της προώθησης των ΑΠΕ και της ενεργειακής αποδοτικότητας. Παρόλο που σημαντικές προσπάθειες έχουν καταβληθεί για την υιοθέτηση μίας ενεργειακής πολιτικής συμμορφούμενης προς τους στόχους του παγκόσμιου αιτήματος για την ανάπτυξη στρατηγικών βιώσιμης ανάπτυξης, ανασταλτικό παράγοντα αποτελεί το γεγονός ότι τα περιβαλλοντικά οφέλη δύσκολα, και μόνο μακροπρόθεσμα, μπορούν να αποτιμηθούν, με αποτέλεσμα να υποτιμάται η σημασία τους. Εντούτοις, η δυναμική στο συγκεκριμένο τομέα έχει αρχίσει να τροποποιείται ύστερα και

από την επικύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Η δυναμική διεύθυνση των ΑΠΕ στην ενεργειακή αγορά σε συνδυασμό με την προώθηση μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, αναμφίβολα αποτελεί τον μακροπρόθεσμα αποτελεσματικότερο και οικονομικά αποδοτικότερο τρόπο για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την κάλυψη σημαντικού μεριδίου της ενεργειακής ζήτησης, με αποτέλεσμα η προώθησή τους να αποτελεί από τους βασικούς στόχους της μακροπρόθεσμης κοινοτικής ενεργειακής πολιτικής.

*Εξέλιξη
ενεργειακής
κατανάλωσης*

Σύμφωνα με την Πράσινη Βίβλο για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού [13], η δραματική αύξηση που παρατηρείται στις τιμές του αργού πετρελαίου αποκαλύπτει μια ακόμα φορά τις αδυναμίες της Ευρώπης στον ενεργειακό της εφοδιασμό, καθώς η εξάρτησή της από τις εισαγωγές πετρελαίου αυξάνεται διαρκώς και το πετρέλαιο έχει αναδειχθεί στον κύριο ρυθμιστικό παράγοντα της τιμής της ενέργειας. Εάν σε επίπεδο πολιτικής δε ληφθούν καθόλου μέτρα, στα επόμενα 20-30 χρόνια το 70% των ενεργειακών αναγκών της Κοινότητας αναμένεται να καλύπτεται από εισαγωγές, σε αντιδιαστολή με το 50% που επικρατεί σήμερα.

Στο ακόλουθο σχήμα, παρουσιάζεται η εξέλιξη των εβδομαδιαίων τιμών σπoτ αργού πετρελαίου στην Ευρώπη για τη χρονική περίοδο 1987 – 2009. Όπως παρατηρείται, εκτός από μια βραχύβια εκτίναξη της τιμής το 1990 λόγω της εισβολής του Ιράκ στο Κουβέιτ, οπότε και διπλασιάστηκε από 20 σε 40 \$/βαρέλι, η εξέλιξη της τιμής ήταν ομαλή και παρέμενε σε σχετικά σταθερά επίπεδα μέχρι το 1999. Από το 1999 μέχρι και σήμερα, η τιμή βαίνει συνεχώς αυξανόμενη, με αποκορύφωμα την περίοδο 2007-2008, οπότε και είχε εκτιναχθεί στα ύψη, για να ισορροπήσει μετά προσωρινά σε χαμηλότερες τιμές.

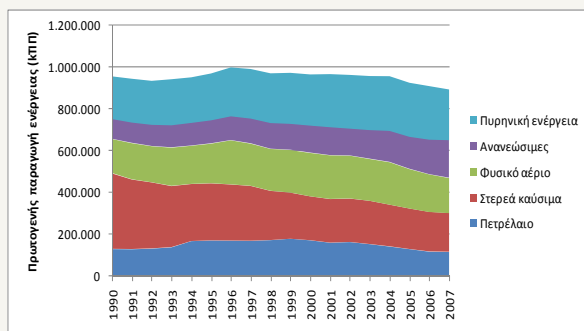


Πηγή: Energy Information Administration (EIA)

Official Energy Statistics from the U.S. Government, 2009 [14]

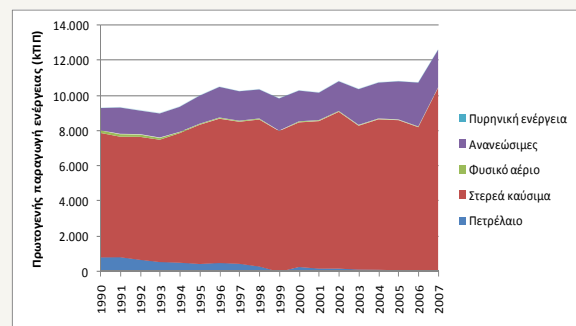
Σχήμα II.1: Εβδομαδιαίες Τιμές Αργού Πετρελαίου στην Ευρώπη (\$/βαρέλι)

Ο ενεργειακός εφοδιασμός της Ευρώπης, και κατ' επέκταση και της Ελλάδας, αποτελεί μια ιδιαίτερη πρόκληση, καθώς οι ενεργειακές τους ανάγκες υπερβαίνουν κατά πολύ την πρωτογενή τους παραγωγή. Σύμφωνα με το Σχήμα II.2, η εξέλιξη της πρωτογενούς παραγωγής στην ΕΕ-27 την περίοδο 1990-2007 φαίνεται ότι παραμένει σε σχετικά σταθερά επίπεδα, τα οποία όμως βαίνουν μειούμενα, με ισόρροπη συμμετοχή όλων των καυσίμων, ιδίως της πυρηνικής ενέργειας. Σε αντιδιαστολή με αυτή την εικόνα, η πραγματικότητα για την Ελλάδα, όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα II.3, διαφέρει ριζικά, καθώς η πρωτογενής παραγωγή καταλαμβάνεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου από τα στερεά καύσιμα, και δη το λιγνίτη, και κατά δεύτερο λόγο από τις ΑΠΕ.



Σχήμα II.2: Πρωτογενής Παραγωγή στην ΕΕ-27 (κΤΙΠ)

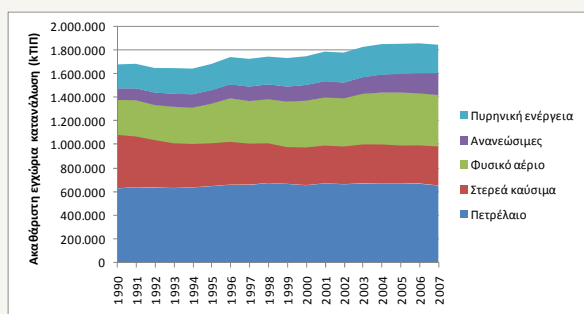
Πηγή: Eurostat, 2009 [15]



Σχήμα II.3: Πρωτογενής Παραγωγή στην Ελλάδα (κΤΙΠ)

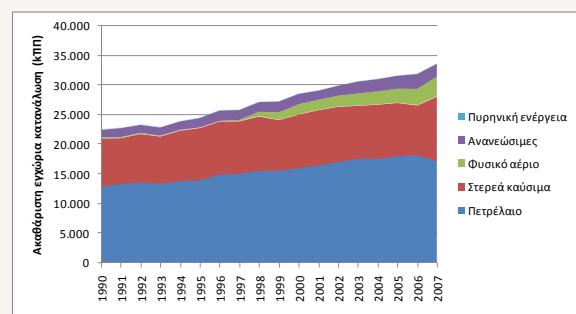
Πηγή: Eurostat, 2009 [15]

Όπως είναι αναμενόμενο, για να ικανοποιηθούν οι ενεργειακές τους ανάγκες, η ΕΕ-27 και η Ελλάδα προβαίνουν σε εισαγωγές, με αποτέλεσμα η Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (ΑΕΚ) να διαμορφώνεται όπως παρουσιάζεται στα Σχήματα II.4 και II.5.



Σχήμα II.4: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση στην ΕΕ-27 (κΤΙΠ)

Πηγή: Eurostat, 2009 [15]



Σχήμα II.5: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση στην Ελλάδα (κΤΙΠ)

Πηγή: Eurostat, 2009 [15]

Είναι φανερό από τα ανωτέρω γραφήματα ότι τα ενεργειακά ισοζύγια των χωρών της ΕΕ και κυρίως της Ελλάδας, βασίζονται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους στο αργό πετρέλαιο και τα πετρελαιϊκά προϊόντα.

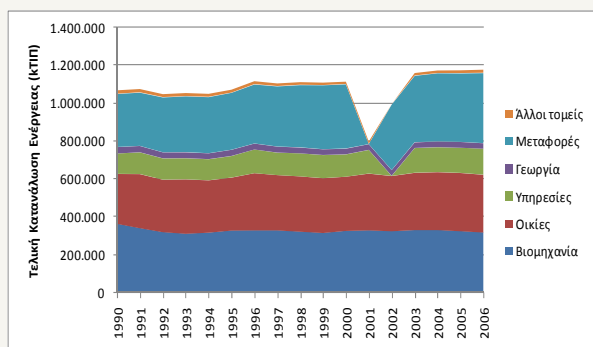
Σε επίπεδο ΕΕ-27 παρατηρείται μια σταθερή εξέλιξη της συμμετοχής του πετρελαίου, καθώς και σταδιακή μείωση της συμμετοχής των στερεών καυσίμων στο μίγμα της ΑΕΚ. Ταυτόχρονα, λιγότερο ή και καθόλου ρυπογόνες μορφές ενέργειας, όπως το φυσικό αέριο, η πυρηνική ενέργεια και οι ΑΠΕ, αυξάνουν το μερίδιο διείσδυσής τους.

Η εικόνα της Ελλάδας ακολουθεί εν μέρει την ευρωπαϊκή πραγματικότητα. Η ύπαρξη αποθεμάτων εγχώριου λιγνίτη, η ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση και η ανεπαρκής λήψη μέτρων περιορισμού της είχαν σαν αποτέλεσμα τη συνεχόμενη ανοδική πορεία της κατανάλωσης τόσο των στερεών καυσίμων, όσο και του πετρελαίου, με διατήρηση όμως σε σταθερά επίπεδα του ποσοστού συμμετοχής τους στο ενεργειακό μίγμα της χώρας. Μολονότι η διείσδυση των ΑΠΕ σε απόλυτες τιμές ακολούθησε αυξητική πορεία, το ποσοστό συμμετοχής τους στο ενεργειακό μίγμα της χώρας σήμερα είναι απογοητευτικό, καθώς μέσα σε περίοδο σχεδόν δύο δεκαετιών έχει ελάχιστα διαφοροποιηθεί. Ευχάριστη διαπίστωση αποτελεί η εξέλιξη της συμμετοχής του φυσικού αερίου στην Ελλάδα.

Εκτός από τη μελέτη της συμμετοχής των διαφόρων πηγών ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα μιας χώρας, εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η συμμετοχή κάθε τομέα στην τελική κατανάλωση ενέργειας.

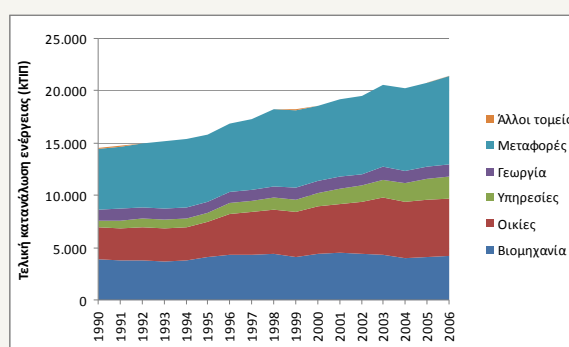
Όπως παρουσιάζεται και στα Σχήματα II.6 και II.7, οι πλέον ενεργοβόροι τομείς τόσο σε επίπεδο ΕΕ-27, όσο και σε ελληνικό, είναι ο τομέας των μεταφορών, ακολουθούμενος από το βιομηχανικό τομέα, τις οικίες και σε τέταρτη θέση τις υπηρεσίες. Έμφαση δίνεται στο ότι αν ο τριτογενής τομέας αντιμετωπιστεί συνολικά (οικίες και υπηρεσίες), λαμβάνει τη δεύτερη θέση μετά τις μεταφορές. Επίσης, σημειώνεται ότι οι διακυμάνσεις που παρατηρούνται στο Σχήμα II.6 για τις μεταφορές και τις υπηρεσίες, οφείλονται σε έλλειψη δεδομένων σε επίπεδο ΕΕ-27 τα έτη 2001 και 2002 αντίστοιχα.

Εντυπωσιακό παραμένει το γεγονός ότι για την περίοδο 1990-2006, και ενώ σε επίπεδο ΕΕ-27 η τελική κατανάλωση ενέργειας παρουσίασε συνολική αύξηση της τάξης του 10%, η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα απογειώθηκε συνολικά κατά 48%.



Σχήμα II.6: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στην ΕΕ-27 (κΤΙΠ)

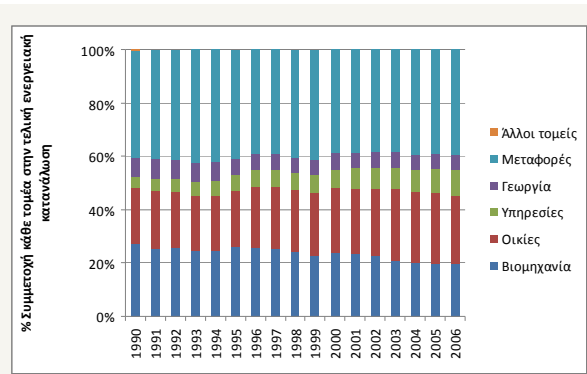
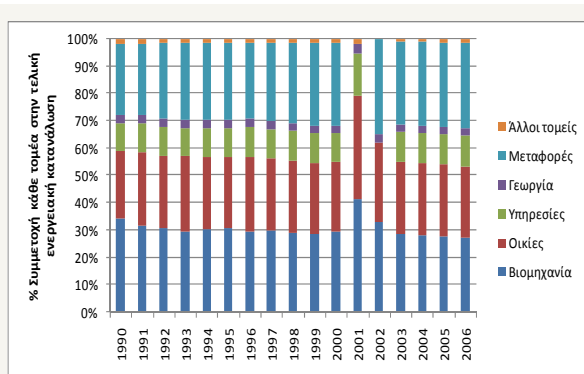
Πηγή: Eurostat, 2009 [15]



Σχήμα II.7: Τελική Κατανάλωση Ενέργειας στην Ελλάδα (κΤΙΠ)

Πηγή: Eurostat, 2009 [15]

Μια πιο στοχευμένη παρουσίαση της συμμετοχής κάθε τομέα στην τελική κατανάλωση ενέργειας απεικονίζεται στα Σχήματα 11.8 και 11.9. Η υστέρηση της Ελλάδας στην κατανάλωση του βιομηχανικού τομέα σε σύγκριση με τα ποσοστά της ΕΕ-27 είναι εμφανής, καθώς όχι μόνο υπολείπεται του Ευρωπαϊκού μέσου όρου, αλλά και ακολουθεί καθοδική πορεία. Αντιθέτως, ο τομέας των μεταφορών καταλαμβάνει σταθερά μια από τις πρώτες θέσεις. Όσον αφορά τον τριτογενή τομέα, η εξέλιξή του παρουσιάζει ανοδική πορεία, τόσο σε Ευρωπαϊκό, όσο και σε ελλαδικό επίπεδο.



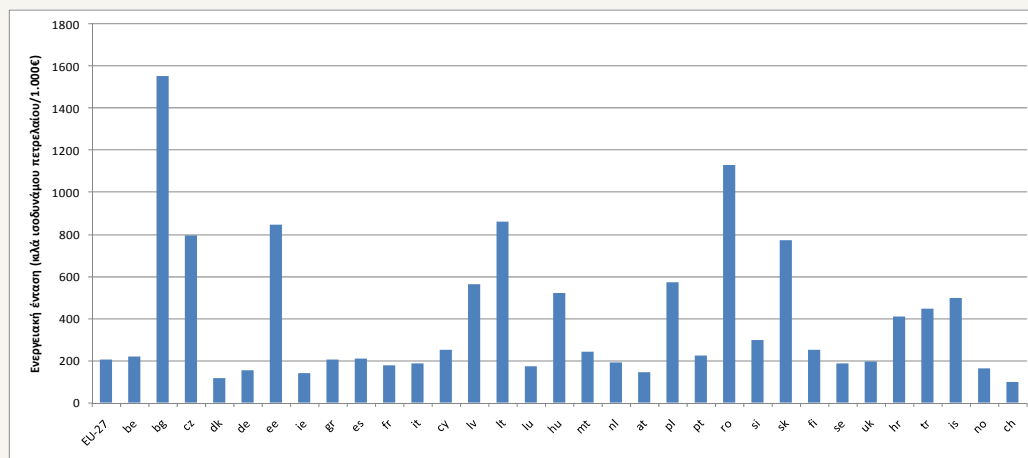
Σχήμα 11.8: Συμμετοχή κάθε Τομέα στην Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση της ΕΕ-27 (%)

Σχήμα 11.9: Συμμετοχή κάθε Τομέα στην Τελική Ενεργειακή Κατανάλωση της Ελλάδας (%)

Πηγή: Eurostat, 2009 [15]

Πηγή: Eurostat, 2009 [15]

Μια εικόνα της ενεργειακής έντασης των χωρών της ΕΕ-25 για το 2006 παρουσιάζεται στο Σχήμα 11.10. Όπως φαίνεται η Ελλάδα ταυτίζεται με το μέσο όρο ενεργειακής έντασης της ΕΕ-27. Παρατηρείται όμως ότι είναι παράλληλα η χώρα με τη μεγαλύτερη ενεργειακή ένταση ανάμεσα στις χώρες της ΕΕ-15, γεγονός που υποδηλώνει τα υπάρχοντα περιθώρια αξιοποίησης του υφιστάμενου δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας.



Σχήμα 11.10: Η Ενεργειακή Ένταση στις Χώρες της ΕΕ-27 (2006)

Πηγή: Eurostat, 2009 [15]

2.2.3 Προσπάθειες Προώθησης Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Η συγκρότηση μιας ενεργειακής πολιτικής για την ΕΕ αποτελεί σύνθετο ζήτημα, καθώς η ενέργεια αποτελεί πεδίο όπου δρα μεγάλος αριθμός συντελεστών: κυβερνήσεις, εθνικές ρυθμιστικές αρχές, παραγωγοί ενέργειας, τοπικές αρχές κ.λπ. Κατά συνέπεια, για να κινητοποιηθεί το σύνολο των συντελεστών και να μετασχηματιστεί μακροπρόθεσμα η πολιτική ενεργειακής απόδοσης είναι απαραίτητο να υπάρξει ένα ισχυρό πολιτικό μήνυμα.

Σε μια προσπάθεια μετάδοσης ενός τέτοιου μηνύματος και λαμβάνοντας υπόψη ότι η ανάληψη αποφασιστικής δράσης στο πεδίο της ενεργειακής απόδοσης επιβάλλει γενική αναδιάρθρωση του υπάρχοντος πλαισίου, η ΕΕ νομοθέτησε ένα σύνολο πράξεων για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως παρουσιάζονται στη συνέχεια.

2.2.3.1 Πρώτες Προσπάθειες

Οι αρχικές προσπάθειες που πραγματοποιήθηκαν σε ευρωπαϊκό επίπεδο για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας εντοπίζονται στις αρχές της δεκαετίας του '90.

Σε μια προσπάθεια να αυξηθεί η ροή αντικειμενικής και ορθής πληροφορίας προς τον καταναλωτή, η ΕΕ με την οδηγία 92/75 [16], υιοθέτησε ένα σύστημα επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης με τη μορφή τυποποιημένων ετικετών. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα, οι ετικέτες προσαρτούνται στις διάφορες συσκευές κι ενημερώνουν τον καταναλωτή για την ενεργειακή απόδοσή τους. Με την εφαρμογή αυτής της οδηγίας τέθηκε ταυτόχρονα σε εφαρμογή η καθιέρωση υποχρεωτικών τεχνικών προδιαγραφών και προτύπων σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των οικιακών συσκευών (ψυγεία, καταψύκτες, κλιματιστικά, πλυντήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, στεγνωτήρια ρούχων).

Με την οδηγία 94/2 [17] που αφορά οικιακές συσκευές, όπως είναι τα ψυγεία, οι καταψύκτες και οι συνδυασμοί αυτών, η ΕΕ καθόρισε το εναρμονισμένο πρότυπο EN 153, σύμφωνα με το οποίο προσδιορίζεται η τάξη της ενεργειακής απόδοσης μιας συσκευής, ενώ η κατηγορία στην οποία ανήκει μια ψυκτική συσκευή επιδεικνύεται με τον αριθμό των αστεριών (*) **Error! Bookmark not defined.** που συγκεντρώνει. Επιπλέον, με την οδηγία 96/57 [18] οι ψυκτικές συσκευές που πληρούν τα κριτήρια ενεργειακής απόδοσης φέρουν το αντίστοιχο σήμα CE.

Ομοίως για τα πλυντήρια πιάτων, με την οδηγία 97/17 [19] και την τροποποίηση της οδηγίας 1999/9 [20] εφαρμόζεται στην πράξη η ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας αφού καθορίζεται με σαφήνεια η τάξη της ενεργειακής απόδοσης σε κλίμακα από Α μέχρι G.

Η εφαρμογή των ετικετών ενεργειακής απόδοσης για τα πλυντήρια και τα στεγνωτήρια ρούχων πραγματοποιήθηκε με τις οδηγίες 95/12 [21] και 95/13 [22] αντίστοιχα.

Όσον αφορά τους οικιακούς φούρνους, η ΕΕ είχε δημοσιεύσει την οδηγία 79/531 για την ένδειξη της ενεργειακής κατανάλωσής τους από το 1979. Η οδηγία αυτή

τροποποιήθηκε το 2002, όπως παρουσιάζεται στην επόμενη παράγραφο.

Μια ακόμα από τις πρώιμες προσπάθειες της ΕΕ για προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελεί η οδηγία 82/885 [23], η οποία αντικατέστησε την οδηγία 78/170 για τη λειτουργία των μονάδων παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού σε βιομηχανικά κτίρια καθώς και της μονώσεως του δικτύου διανομής ζεστού νερού στα νέα βιομηχανικά κτίρια. Επιπρόσθετα σε αυτές τις δράσεις, η οδηγία 92/42 [24] καθιέρωνε συγκεκριμένες προδιαγραφές απόδοσης για τους νέους λέβητες, που όμως δεν ήταν υποχρεωτικές.

Η τελευταία χρονολογικά κατηγορία οικιακών συσκευών για την οποία εκδόθηκε οδηγία για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας είναι οι οικιακοί λαμπτήρες. Η οδηγία 98/11 [25] ορίζει την ετικέτα για τους οικιακούς λαμπτήρες, με βάση την οποία ο καταναλωτής πληροφορείται για την τάξη της ενεργειακής απόδοσης του λαμπτήρα, τη φωτεινή ροή (σε lumen), και την ισχύ εισόδου (σε Watt).

2.2.3.2 Σχέδιο Δράσης για την Προώθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας (2000-2006)

Μια πιο οργανωμένη προσπάθεια σηματοδοτήθηκε με την υιοθέτηση ενός σχεδίου δράσης για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σύμφωνα με την οδηγία 2000/247 [26], όπου και τίθετο ο στόχος της ετήσιας μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά 1%. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου σχεδίου δράσης ορίστηκε ένας αριθμός εργαλείων για την υποστήριξη υλοποίησής του, τόσο σε ευρωπαϊκό, όσο και σε εθνικό επίπεδο, καθώς πολλές από τις προτεινόμενες δράσεις δεν είναι υποχρεωτικές (π.χ. εθελοντικές συμφωνίες).

Οι προτεινόμενες δράσεις διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- Σε μέτρα που έχουν στόχο να ενσωματώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα σε άλλες πτυχές της κοινοτικής πολιτικής, όπως είναι η υιοθέτηση του 5^{ου} Προγράμματος Πλαίσιο για την Έρευνα και την Ανάπτυξη (E&A),
- Σε πρωτοβουλίες για την ενδυνάμωση των υπαρχουσών πολιτικών και σε
- Προτάσεις για νέα μέτρα και πολιτικές, όπως είναι οι υποχρεωτικοί ενεργειακοί έλεγχοι στον τριτογενή και βιομηχανικό τομέα.

Ιδιαίτερα όσον αφορά τη δεύτερη κατηγορία δράσεων, ελήφθησαν τα ακόλουθα μέτρα ανάλογα με τους βασικούς τελικούς καταναλωτές ενέργειας. Διευκρινίζεται ότι πολλά από τα προτεινόμενα μέτρα δημοσιεύτηκαν αρχικά ως προτάσεις στο σχέδιο δράσης, και εν συνεχεία πραγματοποιήθηκαν κατά την περίοδο υλοποίησής του (2000-2006).

*Οικιακές
συσκευές,
εμπορικός και
άλλος εξοπλισμός*

Η συγκεκριμένη κατηγορία καλύπτει τις οικιακές συσκευές υψηλής κατανάλωσης και το φωτισμό. Τα προτεινόμενα σε εκείνη τη χρονική περίοδο και στη συνέχεια ληφθέντα μέτρα αφορούν σήμανση συσκευών και εξοπλισμού και ελάχιστα πρότυπα ενεργειακών αποδόσεων.

Το Δεκέμβριο του 2006 η κοινότητα συμφώνησε με τις ΗΠΑ σχετικά με ένα πρόγραμμα ενεργειακής αποδοτικότητας για τον εξοπλισμό γραφείου, καλούμενο

Energy Star. Πιο συγκεκριμένα, με την οδηγία 2003/168 [27] ιδρύθηκε το γραφείο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για το ENERGY STAR (European Union Energy Star Board).

Αναφορικά με τις συμφωνίες ελάχιστων προτύπων ενεργειακής αποδοτικότητας, στο διάστημα μετά την επίσημη υιοθέτηση του σχεδίου δράσης, ακολούθησαν οι κάτωθι νομοθετικές ρυθμίσεις, οι οποίες τροποποιούσαν προηγούμενες κοινοτικές οδηγίες ως επί το πλείστον.

Η οδηγία 2002/31 [28], η οποία εφαρμόζει την οδηγία 92/75, καθορίζοντας την τάξη της ενεργειακής απόδοσης των κλιματιστικών συσκευών ανάλογα με τον τύπο (αερόψυκτα, υδρόψυκτα) και τη χρήση τους (λειτουργία ψύξης ή θέρμανσης).

Όσον αφορά τους οικιακούς φούρνους, η οδηγία 2002/40 [29], τροποποιητική της οδηγίας 79/531, ορίζει τη μορφή της ετικέτας επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης των οικιακών ηλεκτρικών φούρνων.

Η οδηγία 2003/66 [30] τροποποιεί τις κλάσεις ενεργειακής απόδοσης των οικιακών ηλεκτρικών ψυγείων και καταψυκτών, προσθέτοντας δύο ανώτερες κλάσεις, τις A+ και A++.

Αναφορικά με το φωτισμό, και πιο συγκεκριμένα με τα στραγγαλιστικά πηνία, η οδηγία 2000/55 [31] καθορίζει υποχρεωτικές προδιαγραφές απόδοσης και εισάγει τη σήμανση CE για εκείνα τα στραγγαλιστικά πηνία που θεωρούνται επαρκώς αποδοτικά, ενώ απαγορεύει τη διάθεση στην αγορά των υπολοίπων.

Κτιριακό κέλυφος

Μολονότι οι καταναλώσεις των οικιακών και λοιπών συσκευών είναι πρόσφορο έδαφος για την επίτευξη στόχων εξοικονόμησης ενέργειας, η ΕΕ ανταποκρινόμενη στη βαίνουσα διαρκώς αυξανόμενη ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, καθώς και στη σημαντικότερη συμβολή τους στη τελική ενεργειακή κατανάλωση, υιοθέτησε την οδηγία 2002/91 [32] για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η συγκεκριμένη οδηγία βασίζεται στην ανάπτυξη μίας κοινής μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, στην ισχύ ελαχίστων προτύπων ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια αλλά και τα υφιστάμενα, σε περίπτωση που αυτά υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση, καθώς και στη δημιουργία συστημάτων πιστοποίησης για τα νέα, τα υφιστάμενα και τα δημόσια κτίρια. Επίσης η συγκεκριμένη οδηγία προωθεί και την τακτική επιθεώρηση και αξιολόγηση των λεβήτων, των κεντρικών εγκαταστάσεων κλιματισμού και θέρμανσης και όποιες άλλες ενεργειακές δράσεις μπορούν να υπεισέλθουν ιδίως σε κτίρια ενεργοβόρων επιχειρήσεων, με τη βοήθεια διαπιστευμένων εμπειρογνομόνων.

Βιομηχανία – Παραγωγή Ενέργειας

Η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείτο από την ΕΕ ως ένας από τους τομείς προτεραιότητας για την ενεργειακή αποδοτικότητα μεταξύ των κρατών μελών. Για την επίτευξη του στόχου αυτού υιοθετήθηκε η οδηγία 2004/8 [33], με την οποία ορίζεται σε κοινοτικό επίπεδο η έννοια της συμπαραγωγής, καθιερώνονται κριτήρια αξιολόγησης και μέθοδοι υπολογισμού της απόδοσής της, όπως επίσης και πιστοποιητικά που κατοχυρώνουν την παραγόμενη από διαδικασία συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια.

Παράλληλα, σε μια από τις πρώτες προσπάθειες προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω των ενεργειακών εταιρειών, η ΕΕ διατυπώνει την άποψη ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από τους παραγωγούς ενέργειας. Έχοντας εστιασμένη την προσοχή της σε αυτό το σημείο, το 2006 υιοθετεί την οδηγία 2006/32 [34], η οποία έχει ως στόχο την προώθηση μέτρων και την εφαρμογή δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, τόσο στην πλευρά της παραγωγής, όσο και στην πλευρά της τελικής ζήτησης.

Περί το τέλος της περιόδου υλοποίησης του πρώτου σχεδίου δράσης, η ΕΕ δημοσίευσε την «Πράσινη Βίβλο για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα» [3], μέσω της οποίας διαμόρφωσε μια σειρά από ιδέες και προτάσεις με στόχο τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι και 20% μέχρι το 2020. Ιδιαίτερη έμφαση δινόταν στις δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα και στις μεταφορές. Στόχος της πράσινης βίβλου ήταν να θέσει μια σειρά ερωτημάτων σε δημόσια διαβούλευση, η οποία με τη σειρά της θα οδηγούσε σε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δράσης.

Οι πράξεις εναρμόνισης των οδηγιών της ΕΕ στην ελληνική νομοθεσία παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας II.1: Πράξεις Εναρμόνισης των Βασικότερων Οδηγιών της ΕΕ στην Ελληνική Νομοθεσία

Τομέας	Οδηγία ΕΕ	Πράξη εναρμόνισης
Ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και ενεργειακές υπηρεσίες	Οδηγία 2006/32 περί της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση και των ενεργειακών υπηρεσιών	Δεν έχει εκδοθεί πράξη εναρμόνισης
Οικολογικός σχεδιασμός ενεργειοβόρων προϊόντων	Οδηγία 2005/32 περί θεσπίσεως ενός πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού για τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και περί τροποποιήσεως της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ	Δεν έχει εκδοθεί πράξη εναρμόνισης
Συμπαράγωγή	Οδηγία 2004/8 για την προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42	N. 3734/2009
Κτίρια	Οδηγία 2002/91 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων	N.3661/08
	Οδηγία 93/76 για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακος με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE)	YA 21475/4707/98
Οικιακές συσκευές – Σήμανση	Οδηγία 2002/40 περί εφαρμογής της οδηγίας 92/75 για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών ηλεκτρικών φούρνων	YA Δ6/Β/267
	Οδηγία 2002/31 για εφαρμογή της οδηγίας 92/75 για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών κλιματιστικών	YA Δ6/ΦΕΚ 266Β/2003
	Οδηγία 98/11 για την εφαρμογή της οδηγίας 92/75 όσον αφορά την ένδειξη κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών λαμπτήρων	YA Δ6/Β/1792
	Οδηγία 97/17 για την εφαρμογή της οδηγίας 92/75 για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών πλυντηρίων πιάτων	YA Δ6/Β/591

	Οδηγία 95/13 για την εφαρμογή της οδηγίας 92/75 σχετικά με την ένδειξη κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών ηλεκτρικών στεγνωτηρίων ρούχων	ΥΑ Δ6/Β/247
	Οδηγία 95/12 για την εφαρμογή της οδηγίας 92/75 σχετικά με την ένδειξη κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών ηλεκτρικών πλυντηρίων ρούχων	ΥΑ Δ6/Β/234
Οικιακές συσκευές – Ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης	Οδηγία 2000/55 σχετικά με τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού	ΥΑ Δ6/Β/17682/ΦΕΚ 1407Β/2001
	Οδηγία 92/42 σχετικά με τις απαιτήσεις απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού που τροφοδοτούνται με υγρά ή αέρια καύσιμα	ΠΔ 335/93 ΥΑ 10315/93

2.2.3.3 Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση: Αξιοποίηση του Δυναμικού (2007-2012)

Για την αξιοποίηση του ανεκμετάλλετου δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας, η ΕΕ ενέκρινε σχέδιο δράσης [35] με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% έως το 2020. Το σχέδιο δράσης περιλαμβάνει μέτρα για τη βελτίωση των ενεργειακών επιδόσεων των προϊόντων, των κτιρίων και των υπηρεσιών, για τη βελτίωση της απόδοσης της παραγωγής και της διανομής ενέργειας, για τη μείωση του αντίκτυπου των μεταφορών στην ενεργειακή κατανάλωση, για τη διευκόλυνση της χρηματοδότησης και της υλοποίησης επενδύσεων στον τομέα αυτό, για την παρότρυνση και ενίσχυση μιας ορθολογικής συμπεριφοράς στην κατανάλωση ενέργειας καθώς και για την ενίσχυση της διεθνούς δράσης στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης.

Οι πολιτικές και τα προτεινόμενα μέτρα στοχευμένα για κάθε κατηγορία κατανάλωσης παρουσιάζονται στη συνέχεια. Εν γένει, ενθαρρύνονται τα κράτη μέλη για την ακριβή τήρηση όλων των νομοθετικών μέσων που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του πρώτου σχεδίου δράσης

Οικιακές συσκευές, εμπορικός και άλλος εξοπλισμός

Όσον αφορά τις οικιακές συσκευές και το λοιπό ενεργοβόρο εξοπλισμό, στόχος της ΕΕ είναι η αναθεώρηση της οδηγίας πλαίσιο 92/75, ώστε να αναπτυχθεί η επικαιροποιημένη δυναμική σήμανση, καθώς και ελάχιστα πρότυπα ενεργειακών επιδόσεων για 14 ομάδες προϊόντων προτεραιότητας. Η κυκλοφορία των προϊόντων που δε θα είναι σύμφωνα με τις παραπάνω απαιτήσεις, δε θα επιτρέπεται στην αγορά.

Κτιριακό κέλυφος

Δεδομένου του εξαιρετικά υψηλού δυναμικού εξοικονόμησης στον κτιριακό τομέα, η ΕΕ προσανατολίζεται προς την αναπροσαρμογή του ορίου των 1.000 τ.μ. όπως αναφέρεται στην οδηγία περί ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, με στόχο να βρίσκει εφαρμογή στην πλειονότητα των υφιστάμενων κτιρίων. Όσον αφορά τα νέα κτίρια, η ΕΕ προσανατολίζεται προς τη διαμόρφωση μιας στρατηγικής για κατοικίες πολύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης ή παθητικές κατοικίες.

Βιομηχανία – Παραγωγοί Ενέργειας

Στο πλαίσιο της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες, η ΕΕ προσανατολίζεται προς τη δυνατότητα εκτίμησης ενός ευρωπαϊκών διαστάσεων συστήματος λευκών πιστοποιητικών.

Επίσης, όσον αφορά την ηλεκτροπαραγωγή, η ΕΕ θα θεσπίσει ελάχιστες δεσμευτικές απαιτήσεις για την απόδοση μονάδων μικρότερων των 20 MW, ενώ

θα προτείνει και πρακτικές για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των υφιστάμενων μονάδων.

Πέραν όλων των προαναφερθεισών πρωτοβουλιών, η ΕΕ έχει θέσει ως προτεραιότητα τη θέσπιση οικονομικών κινήτρων για την υπερπήδηση των υπαρχόντων εμποδίων και την αναθεώρηση της υπάρχουσας ενεργειακής φορολογίας καθώς και την παραχώρηση φορολογικών ελαφρύνσεων και κινήτρων.

2.2.4 Εμπόδια

Τα εμπόδια που αντιμετωπίζει η ενεργειακή αποδοτικότητα για την περαιτέρω διεύρυσή της, τόσο σε ευρωπαϊκό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, εντοπίζονται σε μια πληθώρα κατηγοριών.

Σύμφωνα με τους Hirst et al. [36] διακρίνονται δυο βασικές κατηγορίες εμποδίων: τα διαρθρωτικά εμπόδια και τα εμπόδια που απορρέουν από τη συμπεριφορά των χρηστών.

*Διαρθρωτικά
εμπόδια*

Ο όρος χρησιμοποιείται για να περιγράψει εκείνα τα εμπόδια αγοράς που είναι πέρα του ελέγχου του μεμονωμένου τελικού χρήστη. Ορισμένα από τα κυριότερα διαρθρωτικά εμπόδια παρουσιάζονται ακολούθως:

- Στρεβλωμένες τιμές καυσίμων. Λόγω της μη εσωτερίκευσης του εξωτερικού κόστους των καυσίμων, όπως το περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος και οι επιπλοκές από τις εισαγωγές καυσίμων και τη διαμόρφωση του εθνικού ενεργειακού ισοζυγίου, οι τιμές των συμβατικών καυσίμων δεν αντανακλούν το πραγματικό τους κόστος, γεγονός που πιθανότατα θα καθιστούσε τις επεμβάσεις ενεργειακής αποδοτικότητας πιο συμφέρουσες.
- Αβεβαιότητα για τις μελλοντικές τιμές καυσίμων. Όπως παρουσιάστηκε και στο Σχήμα II.1, η διακύμανση της τιμής του πετρελαίου είναι ιδιαίτερα έντονη τις τελευταίες δεκαετίες. Το γεγονός αυτό δυσχεραίνει τον καταναλωτή στη λήψη ορθολογικών αποφάσεων, καθώς υπάρχει έντονη διστακτικότητα για επενδύσεις ενεργειακής αποδοτικότητας και τις αποδόσεις τους.
- Περιορισμένη πρόσβαση στο κεφάλαιο. Το υψηλότερο κόστος κεφαλαίου των ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων αποτελεί ένα επιπλέον εμπόδιο για την ευρεία διάδοση των συγκεκριμένων τεχνολογιών.
- Κυβερνητική πολιτική. Οι επιχορηγήσεις δραστηριοτήτων σχετικά με την παραγωγή ενέργειας από συμβατικά καύσιμα έναντι δραστηριοτήτων για την ενεργειακή αποδοτικότητα, αποτελούν ένα αντικίνητρο για την περαιτέρω διεύρυνση της τελευταίας στην αγορά.
- Έλλειψη τεχνολογικής υποδομής ή τεχνογνωσίας. Η διαθεσιμότητα εξοπλισμού τελευταίας τεχνολογίας δεν είναι πάντα εφικτή, καθώς ορισμένες τεχνολογίες βρίσκουν ευρύτερη διάδοση σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, ενώ παράλληλα για τις πλέον σύγχρονες τεχνολογίες μπορεί να μην υπάρχει η απαραίτητη τεχνογνωσία για την εφαρμογή τους.
- Η αντιμετώπιση της ενέργειας ως αγαθό. Σύμφωνα με τον Eyre [37], η εμμονή

στην πώληση ενέργειας σαν αγαθό, υπό μορφή kWh και όχι υπό μορφή υπηρεσιών ενέργειας, όπως θέρμανση, φωτισμός κλπ, συμπεριλαμβανομένου των πολύπλοκων κοινωνικών και περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων, έχει σαν αποτέλεσμα τα ΠΔΖ να αντιμετωπίζονται ως δευτερευούσης σημασίας.

Εμπόδια συμπεριφοράς

Η συγκεκριμένη κατηγορία εμποδίων περιγράφει το σύνολο των παραγόντων που επηρεάζουν τη διαδικασία λήψης απόφασης του τελικού χρήστη, και οι οποίοι μπορεί να έχουν στοιχεία αλληλοεπικάλυψης με τα διαρθρωτικά εμπόδια. Κάποια από τα πλέον χαρακτηριστικά εμπόδια που απορρέουν από τη συμπεριφορά των καταναλωτών είναι:

- Ρίσκο επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας. Για αρκετούς αποφασίζοντας οι επενδύσεις σε ενεργειακά αποδοτικά συστήματα ενέχουν κάποιο ρίσκο, καθώς οι επενδυτές δεν είναι βέβαιοι για το αν θα υπάρξει ομαλή μετάβαση στη λειτουργία της επιχειρησιακής τους μονάδας και αν η επένδυση θα αποφέρει τα προσδοκώμενα οφέλη.
- Ελλιπής πληροφόρηση. Ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια είναι η έλλειψη επαρκούς πληροφόρησης για τις δυνατότητες των ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών. Όπως τονίζεται από τη Sardianou [38], ειδικότερα όσον αφορά χρήστες όπως η βιομηχανία, οι αποφασίζοντας συχνά διστάζουν να υιοθετήσουν δράσεις ενεργειακής αποδοτικότητας λόγω περιορισμένης πληροφόρησης για τα ρεαλιστικά οφέλη και τους κινδύνους μιας τέτοιας επένδυσης.
- Διαφοροποιημένα κίνητρα (misplaced incentives). Πολύ σημαντικός ανασταλτικός παράγων είναι και η συγκεκριμένη κατηγορία εμποδίων. Το πρόβλημα κυρίως έγκειται στο γεγονός ότι τα κίνητρα του αποφασίζοντα για την υιοθέτηση μιας τεχνολογικής επιλογής δε ταυτίζονται πάντα με τα κίνητρα του χρήστη. Αναφέρεται παραδείγματος χάρη ότι στις περιπτώσεις κατασκευαστικών εταιρειών, το κίνητρο για την επιλογή τεχνολογίας είναι το κόστος αγοράς, αδιαφορώντας για το κόστος λειτουργίας, που είναι ο παράγων που κυρίως επικεντρώνεται το ενδιαφέρον του χρήστη.
- Σύνδρομο πεπερασμένης σκέψης (bounded rationality). Σύμφωνα με τους Schleich et al. [39] η συγκεκριμένη ορολογία χρησιμοποιείται για να περιγράψει τους αποφασίζοντας που είτε λόγω ελλιπούς πληροφόρησης, είτε λόγω έλλειψης χρόνου, αποφασίζουν με βάση περιορισμένα κριτήρια που δεν απεικονίζουν το σύνολο της πραγματικής κατάστασης.

2.3 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΓΟΡΑ

2.3.1 Χαρακτηριστικά - Στόχοι

Η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας σήμερα συμβαδίζει με τους στόχους που τίθενται σε επίπεδο ΕΕ. Στο παραπάνω πλαίσιο, έπειτα από πρόταση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ) η εγχώρια ενεργειακή στρατηγική [40, 41] περιλαμβάνει τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Αυξημένη διείσδυση του φυσικού αερίου,
- Αυξημένη συμμετοχή των ΑΠΕ στο ενεργειακό μίγμα της χώρας,
- Υλοποίηση ΠΔΖ,
- Προώθηση των ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών,
- Μέτρα μείωσης των εκπομπών στον τομέα των μεταφορών,
- Μέτρα ενεργειακής φορολόγησης.

Το σύγχρονο Ελληνικό ενεργειακό πλαίσιο ουσιαστικά βασίζεται στο νόμο 2773 του 1999 που θεσμοθετεί την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, και θεσπίζει τη ΡΑΕ και το Διαχειριστή του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ).

Η ΡΑΕ είναι ο αρμόδιος φορέας συντονισμού της αγοράς ενέργειας, ο οποίος χειρίζεται όλες τις γνωμοδοτήσεις για άδειες παραγωγής και προμήθειας ώστε να διασφαλίζει τη διαφάνεια του ανταγωνισμού.

Ο ΔΕΣΜΗΕ συστάθηκε ως ο φορέας διαχείρισης του συστήματος μεταφοράς. Ευθύνη του είναι η συντήρηση και η ανάπτυξη του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, η διατήρηση της ισορροπίας μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης και ο υπολογισμός σε καθημερινή βάση της αξίας της ηλεκτρικής ενέργειας και των συναλλαγών μεταξύ παραγωγών και καταναλωτών.

Η εφαρμογή του νόμου 2773/99 σηματοδότησε την έναρξη μιας καινούριας περιόδου για τον ελληνικό ενεργειακό τομέα. Πλέον, πλην της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), εισέρχονται και ανεξάρτητοι παραγωγοί ενέργειας στην αγορά, ενώ όλοι οι καταναλωτές σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα αποκτούν το δικαίωμα επιλογής του προμηθευτή τους.

Ο ρόλος των νέων παραμέτρων, δηλαδή της απελευθέρωσης και της κλιματικής αλλαγής, στη διαμόρφωση της σύγχρονης αγοράς ενέργειας, τα εμπλεκόμενα κέντρα απόφασης και οι νέοι παίκτες που εισήλθαν στην αγορά αυτή, εξετάζονται στις επόμενες παραγράφους.

2.3.2 Ο Ρόλος των Νέων Παραμέτρων

2.3.2.1 Εισαγωγή

Στην Ευρώπη, από το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, η ιδιοκτησία των εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το δημόσιο ήταν ο κανόνας στις χώρες του OECD. Σύμφωνα με τον Bonnevillle [42] το 1985 στις 19 εκ των 24 χωρών μελών του OECD επικρατούσαν δημόσια συστήματα ηλεκτροπαραγωγής, ενώ στα μέσα της δεκαετίας του '80 η βιομηχανία επωφελήθηκε από επενδύσεις μεγάλης κλίμακας, όπως η πυρηνική ενέργεια, σε μια αγορά χωρίς ανταγωνισμό, όπου μεγαλύτερη βαρύτητα δινόταν στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού παρά στη μείωση των τιμών και τις υπηρεσίες προς τον πελάτη.

Οι στόχοι των εταιρειών κοινής ωφελείας σε ένα μονοπωλιακό περιβάλλον αγοράς ενέργειας, στο οποίο η κατευθυντήρια πορεία χαράσσεται από την κυβερνητική πολιτική, επικεντρώνονται [43]:

- Στην αξιόπιστη κάλυψη των αναγκών των πελατών σε ενέργεια.
- Στην ασφάλεια του απασχολούμενου δυναμικού.
- Στην ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ενέργειας.
- Στην εξασφάλιση ενέργειας σε όλους τους καταναλωτές, ανεξαρτήτως κόστους λόγω π.χ. γεωγραφικών περιορισμών.
- Στην ενίσχυση της εγχώριας αγοράς, κυρίως του βιομηχανικού τομέα, μέσω της εξασφάλισης ενέργειας σε χαμηλές τιμές.

Σύμφωνα με τον Frei [44], η ιεράρχηση των προτεραιοτήτων της κυβερνητικής πολιτικής μπορεί να μοντελοποιηθεί μέσω της πυραμίδας του Maslow [45]. Ο Maslow πρότεινε μια ιεράρχηση των ανθρώπινων αναγκών σύμφωνα με την οποία πρέπει πρώτα να ικανοποιηθούν οι βασικότερες για τον άνθρωπο ανάγκες, όπως είναι η ανάγκη της επιβίωσης (τροφή, νερό, ύπνος), για να αναζητήσει την ικανοποίηση μιας δεύτερης κατηγορίας αναγκών (ασφάλεια εργασίας, υγείας, περιουσίας) κ.ο.κ.

Προσαρμόζοντας την προτεινόμενη από τον Frei [44, 46] πυραμίδα αναγκών ενεργειακής πολιτικής στους άμεσα συνδεδεμένους στόχους των εταιρειών κοινής ωφελείας, προκύπτει η απεικόνιση του Σχήματος II.11.



Σχήμα II.11: Πυραμίδα Αναγκών Εταιρειών Κοινής Ωφελείας κατά Maslow

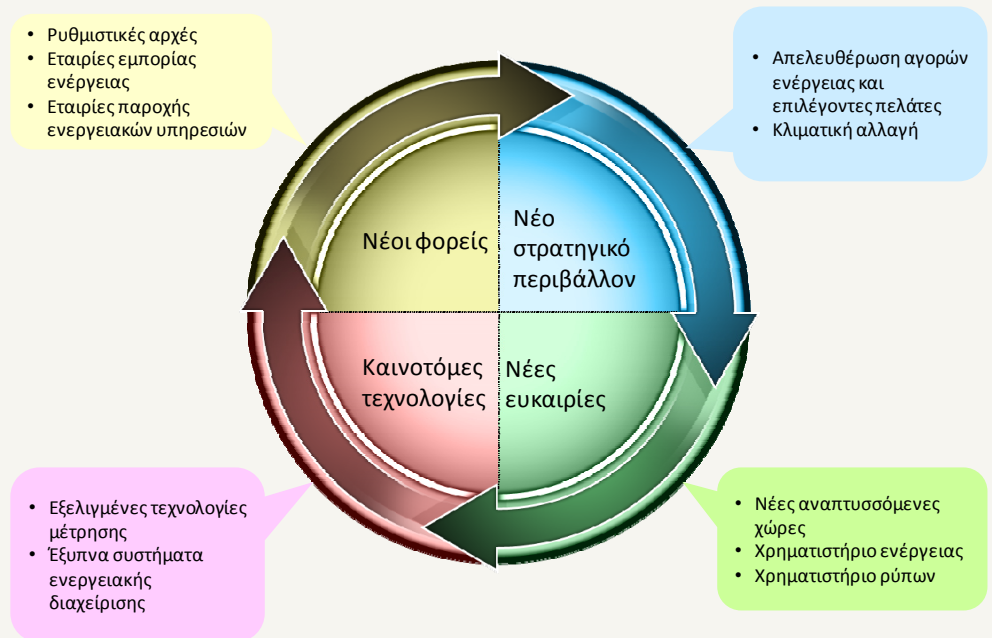
Σύμφωνα με το Σχήμα II.11, μια κρατική εταιρεία κοινής ωφελείας που έχει να επιλέξει μεταξύ της εξασφάλισης ενέργειας στους πολίτες, στην αξιόπιστη κάλυψη ενεργειακών αναγκών και στην ελαχιστοποίηση του κόστους, κατά πάσα πιθανότητα θα ιεραρχήσει ως υψηλότερη ανάγκη την εξασφάλιση ενέργειας σε όλους τους καταναλωτές. Έχοντας ικανοποιήσει αυτή την ανάγκη, θα δώσει προτεραιότητα στην αξιόπιστη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, δίνοντας στη συνέχεια βαρύτητα στην ελαχιστοποίηση του κόστους κοκ.

Η συνεχής ζύμωση των δυνάμεων της ενεργειακής αγοράς δεν αποτελεί φυσικά χαρακτηριστικό αποκλειστικά της ελληνικής πραγματικότητας. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η πρόοδος της ανάπτυξης και οι σχετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθώς και η απελευθέρωση των αγορών ενέργειας, αποτελούν δυο από τις βασικότερες παραμέτρους που διαμορφώνουν το σύγχρονο περιβάλλον του ενεργειακού τομέα.

Παράλληλα, αναπτύσσονται νέες ευκαιρίες για τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ενεργειακό τομέα, όσον αφορά τη διείσδυση σε νέες αγορές, το χρηματιστήριο ενέργειας και το χρηματιστήριο ρύπων, ενώ σημαντικό ρόλο καλούνται να διαδραματίσουν νέοι παίχτες της αγοράς, όπως οι ρυθμιστικές αρχές, ενώ ενισχύεται η ανάπτυξη εταιρειών εμπορίας ενέργειας και παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

Τέλος, η τεχνολογική ανάπτυξη συμβάλλει στην προώθηση επιλογών ενεργειακής αποδοτικότητας όπως τα ΠΔΖ.

Μια απεικόνιση του σύγχρονου περιβάλλοντος του ενεργειακού τομέα παρατίθεται στο Σχήμα II.12.



Σχήμα II.12: Απεικόνιση Σύγχρονου Περιβάλλοντος Ενεργειακού Τομέα

2.3.2.2 Απελευθέρωση της Αγοράς Ενέργειας

Η απελευθέρωση των αγορών ενέργειας ξεκίνησε πριν από περίπου δύο δεκαετίες από τις ΗΠΑ, και πλέον έχει διεισδύσει σε μια πληθώρα αγορών.

Σύμφωνα με τον Ringel [47], μετά την απόφαση της ΕΕ το 1997 να απελευθερώσει τις αγορές ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, ο ευρωπαϊκός ενεργειακός τομέας βίωσε τη μεγαλύτερη αναδιάρθρωσή του από την εποχή που μεσουρανούσαν οι εταιρίες κοινής ωφελείας. Μέχρι πρότινος, η ενεργειακή πολιτική βασιζόταν στην αντίληψη ότι για τη διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού, δεδομένης της εξαιρετικής δυσκολίας αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, απαιτείται η ύπαρξη ενός κυβερνητικού μονοπωλίου. Αυτή η άποψη άρχισε να τροποποιείται, όταν διατυπώθηκαν αμφιβολίες ως προς το κατά πόσο η ασφάλεια εφοδιασμού και η προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων επιτυγχάνονται με οικονομικά βιώσιμο τρόπο.

Αυτές οι αμφιβολίες σε συνδυασμό με την αλματώδη τεχνολογική πρόοδο, η οποία όπως επισημαίνεται από τον Banks [48] οδήγησε στο ερώτημα «Εάν οι μικρές κλίμακας υποδομές για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι οικονομικά βιώσιμες, γιατί θα πρέπει να ανήκουν στο μονοπώλιο?», είχαν σαν αποτέλεσμα τις έντονες ζυμώσεις της αγοράς. Οι ζυμώσεις αυτές διαμόρφωσαν την κρατούσα αντίληψη που επικρατεί σήμερα, ότι η περαιτέρω ανάπτυξη και λειτουργία της ενεργειακής αγοράς τόσο μέσα σε εθνικό όσο και μέσα σε διεθνές επίπεδο, εξαρτάται από τον ανταγωνισμό, που θα οδηγήσει σε περισσότερο ανταγωνιστικές τιμές και θα ενθαρρύνει τις παραγωγικές και οργανωτικές καινοτομίες, καθώς όπως τονίζει ο Green [49], το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δε θα βασίζεται πλέον στις παραδοσιακές μεθόδους ελαχιστοποίησης του κόστους, αλλά

στην αλληλεπίδραση των εταιρειών που έχουν ως στόχο τη μεγιστοποίηση των κερδών τους.

Συνεπώς, στην απελευθερωμένη αγορά ενέργειας, κάθε εταιρία προσπαθεί να μεγιστοποιήσει το πλεόνασμα παραγωγής της (έσοδα αγοράς μείον λειτουργικά κόστη), λειτουργώντας μέσα σε ένα αβέβαιο περιβάλλον όπου έχει να αντιμετωπίσει εκτός από τα ρίσκα, τη συμπεριφορά των ανταγωνιστών, το βέλτιστο συνδυασμό τεχνολογικών επιλογών, καθώς και μια πληθώρα οικονομικών, διαχειριστικών και τεχνικών παραμέτρων που επηρεάζουν την αγορά. Αν θεωρηθεί ότι η στρατηγική των εταιριών εστιάζεται στη μεγιστοποίηση των κερδών, τότε όπως επισημαίνει και ο Ramos [50] θα επέλθει μια ισορροπία στην αγορά σαν αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης όλων αυτών των παραμέτρων.

Πάρα ταύτα, όπως επισημαίνει ο Johnson [51], η επιλογή του καταναλωτή για πράσινη έναντι συμβατικής ενέργειας, μολονότι υποβοηθείται από την ύπαρξη ευρείας ενημέρωσης, δεν είναι μονόδρομος, καθώς επηρεάζεται από μια πληθώρα παραγόντων, συμπεριλαμβανομένου το πώς κοστολογείται η επίδραση στο περιβάλλον σε αναλογία με τις διαφοροποιήσεις των τιμών.

Τα ακόλουθα αποτελέσματα της απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας ενδέχεται να επηρεάσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα σύμφωνα με τον Eyre [37]:

- Επίδραση μεταβολής των τιμών λόγω ανταγωνισμού. Ο ανταγωνισμός στην ενεργειακή αγορά οδηγεί σε πτώσεις τιμών της ηλεκτρικής ενέργειας, γεγονός που σε πρώτη όψη καθιστά τις επενδύσεις ενεργειακής αποδοτικότητας ασύμφορες. Σε δεύτερο επίπεδο όμως, οι χαμηλές τιμές οδηγούν σε διατήρηση ή και αύξηση της ζήτησης.
- Αναρρύθμιση των φυσικών μονοπωλίων. Η σταδιακή απελευθέρωση της παραγωγής ενέργειας έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργηθούν αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις αναπτυσσόμενες εταιρίες παραγωγής ενέργειας που προκύπτουν και τις εταιρίες που ελέγχουν το δίκτυο μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας, και είναι στην πλειοψηφία τους οι μέχρι πρότινος κρατικές επιχειρήσεις κοινής ωφελείας. Οι συγκεκριμένες δομές επιφέρουν αντικίνητρα στα προγράμματα ενεργειακής εξοικονόμησης, καθώς τα οφέλη των προγραμμάτων καρπώνονται εκτός από τις εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι αναμενόμενο, και οι εταιρίες που έχουν στην κυριότητά τους το δίκτυο μεταφοράς. Τα απορρέοντα όμως για τον τομέα μεταφοράς οφέλη δε μεταφράζονται σε οικονομικά οφέλη για τον επενδυτή.
- Έντονα ρυθμιζόμενα προγράμματα ενεργειακής αποδοτικότητας. Τα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης γνώρισαν ευρεία εφαρμογή, ιδίως στις ΗΠΑ, ως κατευθυνόμενα προγράμματα από τις εταιρίες κοινής ωφελείας, οι οποίες είχαν την υποχρέωση να επενδύσουν σε τέτοιες μεθόδους διαχείρισης αντί νέων μονάδων παραγωγής. Δεδομένου ότι τα συγκεκριμένα προγράμματα χρηματοδοτούνται από ένα μέρος των εσόδων από την πώληση ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς την απαραίτητη τροποποίηση θα περιοριστούν σημαντικά στην απελευθερωμένη αγορά ενέργειας, όπου η κάθε εταιρεία προσπαθεί να

μεγιστοποιήσει τα κέρδη της.

2.3.2.3 Κλιματική Αλλαγή

Οι εξελίξεις στην προσπάθεια αντιμετώπισης των αρνητικών επιπτώσεων της ανθρώπινης επέμβασης που ευθύνονται για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής είναι ραγδαίες. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 και με αποκορύφωμα το Πρωτόκολλο του Κιότο, η κλιματική αλλαγή έχει έρθει δυναμικά στο προσκήνιο, απασχολώντας τόσο τους φορείς διαμόρφωσης πολιτικής, όσο και τους απλούς πολίτες.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η πρώτη προσπάθεια σηματοδοτήθηκε στη Νέα Υόρκη με τις διαπραγματεύσεις για τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή, οι οποίες και ευοδώθηκαν στις 9 Μαΐου 1992 με την έγκριση της σύμβασης-πλαισίου, η οποία και τέθηκε σε ισχύ την 21^η Μαρτίου 1994.

Η σύμβαση-πλαίσιο μπορεί να θεωρηθεί ως επιτυχία, διότι -μεταξύ άλλων- επιτρέπει την περαιτέρω ευαισθητοποίηση του κοινού, παγκοσμίως, στα προβλήματα που συνδέονται με την αλλαγή του κλίματος. Τα συμβαλλόμενα κράτη στη σύμβαση αποφάσισαν στην τέταρτη συνεδρίαση των μερών, που πραγματοποιήθηκε στο Βερολίνο τον Μάρτιο του 1995, να διαπραγματευθούν ένα Πρωτόκολλο που να περιλαμβάνει μέτρα μείωσης των εκπομπών για τη μετά το 2000 περίοδο, σε ό,τι αφορά τις εκβιομηχανισμένες χώρες. Κατόπιν μακροχρόνιων εργασιών, το Πρωτόκολλο του Κιότο θεσπίστηκε στις 11 Δεκεμβρίου 1997, στο Κιότο και τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου 2005, μετά και από την επικύρωσή του από τη Ρωσία. Πρόκειται για μια διεθνή συμφωνία που θέτει δεσμευτικούς στόχους για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε 37 βιομηχανοποιημένες χώρες. Ο στόχος τέθηκε στη μείωση των εκπομπών κατά 5% σε παγκόσμιο επίπεδο σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 για την περίοδο 2008-2012, σε μείωση των εκπομπών κατά 8% για την Ευρώπη και αύξηση κατά 25% για την Ελλάδα.

Για την επίτευξη των στόχων του Πρωτοκόλλου, υιοθετήθηκε μια σειρά μηχανισμών, οι καλούμενοι ευέλικτοι μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου του Κιότο, τα χαρακτηριστικά των οποίων έχουν αναλυθεί από την Papadopoulou et al. [52, 53]:

- Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης (ΜΚΑ, Clean Development Mechanism): Επιτρέπει στις ενεργειακές εταιρίες ή στις χώρες με δεσμεύσεις όσον αφορά στο όριο εκπομπών, να χρηματοδοτήσουν συγκεκριμένα προγράμματα μείωσης εκπομπών σε αναπτυσσόμενες χώρες και να καρπωθούν τις μονάδες που θα τους πιστωθούν για τις μειώσεις που θα επιτύχουν.
- Προγράμματα από Κοινού (ΠΚ, Joint Implementation): Επιτρέπουν στις ενεργειακές εταιρίες ή στις χώρες με δεσμεύσεις όσον αφορά στο όριο εκπομπών, να χρηματοδοτήσουν συγκεκριμένα προγράμματα μείωσης εκπομπών σε χώρες με οικονομίες σε μετάβαση και να καρπωθούν τις μονάδες που θα τους πιστωθούν για τις μειώσεις που θα επιτύχουν.
- Διαπραγμάτευση Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΔΔΕ, Emission Trading): Επιτρέπει στις ενεργειακές εταιρίες ή στις χώρες με δεσμεύσεις ορίων

εκπομπών να μεταφέρουν μέρος των επιτρεπόμενων εκπομπών από μία χώρα στην άλλη, εκπληρώνοντας ταυτόχρονα τα συνολικά επιτρεπόμενα όρια.

Όπως τονίζει ο Doukas et al. [54], η ενίσχυση των ενεργειακών εταιριών συμβάλλει στην υποστήριξη των περιβαλλοντικά φιλικών ενεργειακών τεχνολογιών, καθιστώντας αμφίδρομη τη σχέση μεταξύ ενεργειακού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χωρών που χαρακτηρίζονται από το εξαιρετικά πλούσιο δυναμικό ΑΠΕ και τη δυνατότητα μεγάλης κλίμακας παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στον ενεργοβόρο βιομηχανικό και τριτογενή τομέα.

Το περιβάλλον των ενεργειακών εταιριών επηρεάζεται άμεσα από την παγκόσμια προσπάθεια πραγματοποίησης των δεσμεύσεων στο πλαίσιο του Κιότο. Οι δυνατότητες των ευέλικτων μηχανισμών προσδίδουν ένα επιπλέον μέσο συμβολής στην ανάγκη μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην πολιτεία αλλά και τη δυνατότητα εισόδου σε νέες αγορές και υπηρεσίες στις ίδιες τις εταιρίες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με την Papadopoulou et al. [55 - 57], οι επιχειρηματικές ευκαιρίες που προσφέρονται για ανάπτυξη έργων ΜΚΑ στις χώρες της Μεσογείου είναι πραγματικά αξιόλογες.

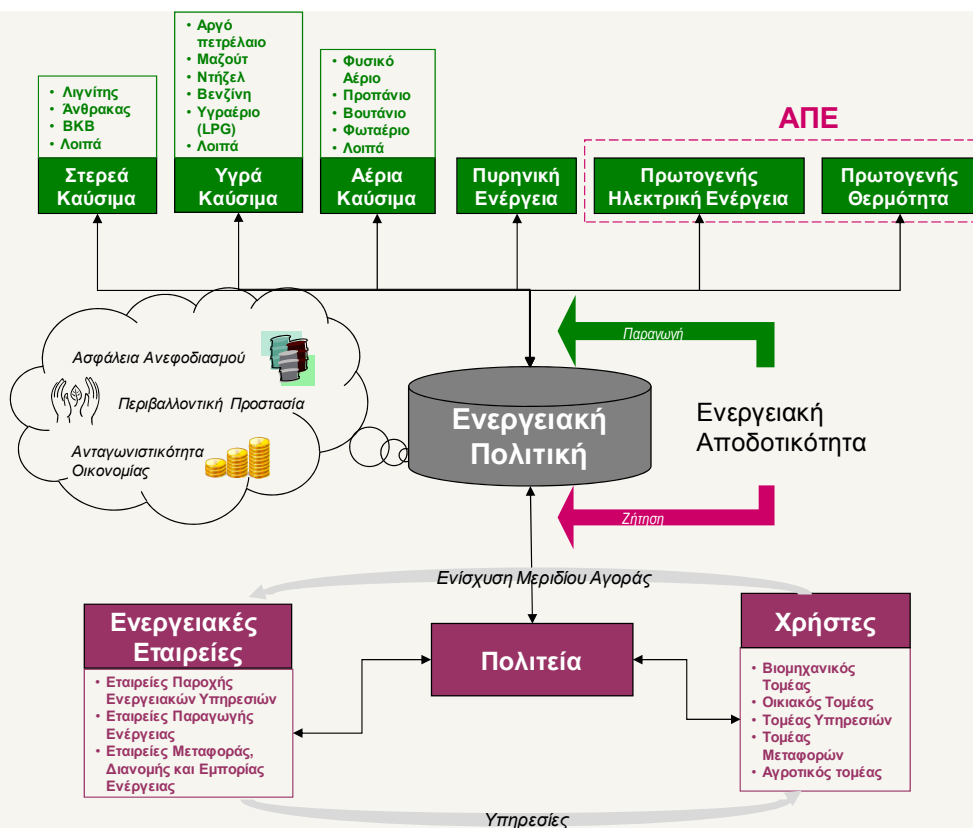
Εμφανείς είναι συνεπώς οι ευκαιρίες που παρουσιάζονται στις ενεργειακές εταιρείες, ενόψει της αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και του περιβαλλοντικού κόστους που εσωτερικεύεται σταδιακά με διάφορους τρόπους (φορολογία, πρόστιμα) στις ποσότητες παραγόμενης ενέργειας, καθώς και του ρίσκου που συνεπάγεται η επιλογή της «μη δράσης», για λήψη δράσεων περιορισμού των εκπεμπόμενων ρύπων [58].

Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται σε μια σειρά μελετών, το κόστος ανάληψης δράσης για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής εκτιμάται στο 0,5% του παγκόσμιου ΑΕΠ μέχρι το 2030, και το 0,75% μέχρι το 2050. Αντίθετα, το αθροιστικό κόστος της μη δράσης ανέρχεται σύμφωνα με τη μελέτη του Sir Nicholas Stern της Worldbank, σε 5-20% του παγκόσμιου ΑΕΠ για το 2050, δηλαδή 5 έως 20 φορές υψηλότερο από το κόστος ανάληψης δράσης [59].

2.3.3 Τα Εμπλεκόμενα Κέντρα Απόφασης

Η λήψη αποφάσεων αναφορικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί μια πολύπλευρη διαδικασία, στην οποία εμπλέκονται διάφορων επιπέδων φορείς χάραξης πολιτικής.

Στο παραπάνω πλαίσιο, θεωρείται απαραίτητο να πραγματοποιηθεί πρώτα μια επισκόπηση της θέσης της ενεργειακής αποδοτικότητας στο εθνικό ενεργειακό σύστημα. Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα II.13, η ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελεί ένα βασικό κομμάτι του εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού και πολιτικής, καθώς είναι κρίσιμος παράγοντας για τη βέλτιστη αξιοποίηση όλων των διαθέσιμων πρωτογενών μορφών ενέργειας ενός ενεργειακού συστήματος από τους πιθανούς χρήστες του και τους διάφορους εμπλεκόμενους παράγοντες, ώστε να εξασφαλιστεί η αειφορία του.



Σχήμα II.13: Ενεργειακή Αποδοτικότητα, Ενεργειακό Σύστημα και Εμπλεκόμενοι Αποφασίζοντες

Οι βασικοί εμπλεκόμενοι «παίκτες» στην ενεργειακή αγορά, οι οποίοι ενέχονται ποικιλοτρόπως στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, είναι όπως παρουσιάστηκαν και στο Σχήμα II.13 οι ακόλουθοι:

- **Πολιτεία.** Η πολιτεία αποτελεί το βασικό όργανο χάραξης εθνικής πολιτικής, καθώς διαθέτει νομοθετική ισχύ. Μέσω των διαφόρων εκτελεστικών της οργάνων, όπως είναι η τοπική αυτοδιοίκηση, το βουλευτικό σώμα και η κυβέρνηση, διαμορφώνεται η πολιτική της χώρας για διάφορους τομείς, ένας εκ των οποίων και ο ενεργειακός. Στο παραπάνω πλαίσιο, βασικός ρόλος του συγκεκριμένου κέντρου απόφασης σύμφωνα με τον Ψαρρά [60] είναι:
 - Η χάραξη και άσκηση ενεργειακής πολιτικής (νομοθεσία, επιδοτήσεις, φορολογικές ελαφρύνσεις κλπ.) σε συνδυασμό με την πολιτική γραμμή της ΕΕ.
 - Ο έλεγχος προγραμματισμού και δράσης των εποπτευόμενων οργανισμών και φορέων.
 - Η εξασφάλιση της διεθνούς συνεργασίας και εμπειρίας σε ενεργειακά θέματα.
 - Ο συντονισμός των δραστηριοτήτων όλων των κέντρων απόφασης, ώστε να εξυπηρετούνται κατά το δυνατόν οι στόχοι της κυβερνητικής πολιτικής.
- **Ενεργειακές Εταιρείες.** Οι ενεργειακές εταιρείες αποτελούν ουσιαστικά ένα

σύνολο κέντρων απόφασης, που αριθμεί τόσους εμπλεκόμενους όσο και το πλήθος των εταιρειών που δραστηριοποιούνται. Η διάκριση των ενεργειακών εταιρειών στην παρούσα διδακτορική διατριβή γίνεται σε τρία επίπεδα:

- Εταιρείες Παραγωγής Ενέργειας. Η κατάρριψη των κρατικών μονοπωλίων και οι επακόλουθες ζυμώσεις για τη διαμόρφωση ενός σύγχρονου ενεργειακού τομέα είχαν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη μιας πληθώρας εταιρειών παραγωγής ενέργειας, που έλκουν την «καταγωγή» τους σε διαφορετικές ρίζες. Συντριπτικό μερίδιο κατέχουν οι εταιρείες που προέκυψαν από την αναδιαμόρφωση των πρώην επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, τους καλούμενους και ως παραδοσιακούς παραγωγούς. Παράλληλα, οι νέες επενδυτικές ευκαιρίες που παρουσιάστηκαν μέσα από την απελευθέρωση των αγορών ενέργειας, είχαν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση νέων παικτών στην αγορά, των ανεξάρτητων παραγωγών ενέργειας. Ειδικά όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τόσο για τους πρώην παραδοσιακούς παραγωγούς, όσο και για τους ανεξάρτητους παραγωγούς ενέργειας, αυτή μπορεί να προέρχεται από συμβατικά καύσιμα και ΑΠΕ.
- Εταιρείες Μεταφοράς, Διανομής και Εμπορίας Ενέργειας. Οι συγκεκριμένες εταιρίες προέκυψαν μετά την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, και το διαχωρισμό των μέχρι πρότινος καθετοποιημένων επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Το πεδίο δραστηριοποίησης των συγκεκριμένων εταιρειών είναι αρκετά ευρύ, καθώς μπορεί να περιλαμβάνει αποκλειστικά τη μεταφορά, διανομή ή την εμπορία ενέργειας, ή ένα συνδυασμό αυτών. Όπως και στις εταιρείες παραγωγής, και σε αυτή την περίπτωση πλην των εταιρειών που προήλθαν από τη διάσπαση των μέχρι πρότινος επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας, δραστηριοποιούνται και ανεξάρτητες εταιρείες.
- Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών. Οι Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΠΕΥ) ή “Energy Service Companies – ESCOs” όπως ευρύτερα συναντώνται στην αγγλική ορολογία ορίζονται σύμφωνα με τον Vine [61] οι εταιρείες που δεσμεύονται να μελετήσουν, εγκαταστήσουν και χρηματοδοτήσουν έργα τυπικής διάρκειας 5-10 έτη, που επικεντρώνονται κυρίως στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας ή στη μείωση φορτίου εγκαταστάσεων. Αρκετά σύνθηδες στην Αμερική όπου πρωτοεμφανίστηκαν οι συγκεκριμένες εταιρείες είναι να αποτελούν θυγατρικές των εταιρειών παραγωγής ενέργειας, ή να αναπτύσσονται στενές συνεργασίες μεταξύ τους, για την προώθηση δράσεων βελτιστοποίησης της ενεργειακής κατανάλωσης στον τριτογενή τομέα, όπως τα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης.
- **Χρήστες.** Αποτελούν την ευρύτερη κατηγορία των εμπλεκόμενων και περιλαμβάνουν τους χρήστες τόσο στον πρωτογενή, όσο στο δευτερογενή και τον τριτογενή τομέα. Καθώς οι συντριπτικές ενεργειακές καταναλώσεις σημειώνονται κυρίως στον τριτογενή τομέα, οι βασικότεροι χρήστες είναι οικιακοί καταναλωτές, υπηρεσίες, βιομηχανίες και μεταφορές. Ο ρυθμιστικός ρόλος των χρηστών στον ενεργειακό τομέα είναι έμμεσης φύσης, καθώς τον

επηρεάζουν με τις προτιμήσεις τους. Στο παραπάνω πλαίσιο, ανάμεσα στις βασικές επιδιώξεις των χρηστών είναι η εξασφάλιση της βέλτιστης τιμής για το καταναλισκόμενο αγαθό και η βελτιστοποίηση των επιπέδων άνεσης.

2.3.4 Οι Σύγχρονες Επιδιώξεις των Ενεργειακών Εταιρειών

Οι ενεργειακές εταιρείες, μολονότι διαφοροποιούνται ως προς τις ακριβείς υπηρεσίες που παρέχουν (παραγωγή ενέργειας, εμπορία/μεταφορά/διανομή ενέργειας και παροχή ενεργειακών υπηρεσιών), χαρακτηρίζονται από τις ίδιες βασικές επιδιώξεις, όπως εξελίσσονται υπό τις νέες παραμέτρους που διαμορφώνουν το σύγχρονο ενεργειακό τομέα. Η βαρύτητα της κάθε μιας εξ αυτών των επιδιώξεων στη διαμόρφωση μιας σύγχρονης αναπτυξιακής εταιρικής στρατηγικής είναι εκείνη που ουσιαστικά διαφοροποιείται ανά περίπτωση. Στο παραπάνω πλαίσιο, οι σύγχρονοι στόχοι των ενεργειακών εταιρειών περιλαμβάνουν [62]:

- Ενίσχυση του μεριδίου αγοράς τους στην απελευθερωμένη και συνεπώς εξαιρετικά ανταγωνιστική αγορά ενέργειας. Εκτός από τη συγκράτηση των τιμών των παρεχόμενων υπηρεσιών, ως απόρροια της απελευθέρωσης των αγορών, οι ενεργειακές εταιρείες διαθέτουν εναλλακτικά εργαλεία αγοράς που μπορούν να συνεισφέρουν στην επιδίωξη αυτή, όπως είναι η παροχή πρόσθετων ή βελτιωμένων υπηρεσιών και η επέκταση του πεδίου δραστηριοποίησής τους και σε άλλους τομείς ενεργειακών υπηρεσιών.
- Μεγιστοποίηση των κερδών τους, μέσω της κατάστρωσης ενός βέλτιστου επενδυτικού σχεδίου, το οποίο λαμβάνει υπόψη παραμέτρους όπως το απελευθερωμένο πλαίσιο της αγοράς, το περιβαλλοντικό κόστος και οι δυνατότητες ελαχιστοποίησης του κόστους παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ενέργειας. Η επένδυση σε τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής ΑΠΕ και βελτίωσης της απόδοσης τόσο στην πλευρά της ηλεκτροπαραγωγής, όσο και στην πλευρά της ζήτησης αποτελούν επιλογές που μπορούν να συμβάλλουν προς αυτή την κατεύθυνση.
- Τήρηση των υπαρχόντων περιβαλλοντικών δεσμεύσεών τους, όπως διαμορφώνονται από την κείμενη εθνική αλλά και διεθνή νομοθεσία, ανάλογα με το γεωγραφικό χώρο δραστηριοποίησής τους. Η συμμόρφωση με τις προβλεπόμενες κατανεμημένες εκπομπές, όπως προβλέπονται από τα Εθνικά Σχέδια Κατανομής Δικαιωμάτων Εκπομπών (ΕΣΚΔΕ), μέσω της αυξημένης συμμετοχής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας τόσο στην πλευρά της παραγωγής, όσο και της ζήτησης, μπορεί να συμβάλλει όχι μόνο στην αποφυγή οικονομικών προστίμων, αλλά και στην επίτευξη πρόσθετου εισοδήματος μέσω της συμμετοχής σε σχήματα εμπορίας λευκών πιστοποιητικών.
- Αξίопιστη κάλυψη των αναγκών των πελατών σε ενέργεια, διασφαλίζοντας την απρόσκοπτη τροφοδότησή τους ακόμα και σε ώρες αιχμής, διαφυλάσσοντας παράλληλα την ομαλή λειτουργία του συστήματος, και εκπληρώνοντας τις επιταγές της εποπτεύουσας αρχής διαχείρισης του ενεργειακού δικτύου.

- Παρουσίαση καλής εικόνας προς τον καταναλωτή, αναλαμβάνοντας τις υποχρεώσεις τους στο πλαίσιο της εταιρικής κοινωνικής ευθύνης (ΕΚΕ) έναντι του κοινωνικού συνόλου, και ενισχύοντας την τοπική οικονομία. Σύγχρονες έρευνες αναδεικνύουν τη σημασία που αποδίδουν πλέον οι καταναλωτές στην ΕΚΕ κατά την επιλογή ενός πάροχου ενεργειακών υπηρεσιών [63-67].
- Ενίσχυση του εμπορικού σήματος της εταιρείας στο καταναλωτικό κοινό. Όπως τονίζει ο Hartmann [68], βασική επιδίωξη των ενεργειακών εταιρειών για την ενίσχυση της θέσης τους στη συνείδηση των καταναλωτών είναι η παροχή πρόσθετων υπηρεσιών.
- Διεξαγωγή ερευνητικής δραστηριότητας σε νέες τεχνολογίες και πηγές ενέργειας, καθώς και απόκτηση τεχνογνωσίας για τις σύγχρονες, ή και καινοτόμες, τεχνολογικές εξελίξεις.

2.4 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

2.4.1 Βασικότερα Μέτρα Πολιτικής για την Προώθηση της Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Ο όρος μέτρα πολιτικής προσδιορίζει στην παρούσα διδακτορική διατριβή, σε συνάφεια με τον IEA DSM [69], εκείνα τα μέτρα πολιτικής δράσης, καθώς και τα μέτρα παρέμβασης στην αγορά, που έχουν στόχο να πείσουν τους καταναλωτές να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή χρήση, καθώς και να ενθαρρύνουν τους παράγοντες της αγοράς να προσφέρουν ενεργειακά αποδοτικά αγαθά και υπηρεσίες.

Στο παραπάνω πλαίσιο, αναλύονται στη συνέχεια οι βασικότερες κατηγορίες τέτοιων μέτρων.

2.4.1.1 Νομοθεσία

Η νομοθεσία θέτει το απαραίτητο νομικό έρεισμα στην κοινωνία για τη στήριξη των απαιτούμενων μεταρρυθμίσεων. Οι δυο βασικές νομικές πράξεις σε παγκόσμιο επίπεδο για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι:

- Κώδικες απόδοσης κτιρίων. Οι κώδικες που ορίζουν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων έβρισκαν ήδη ευρεία εφαρμογή σε αρκετές χώρες, ιδίως στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, πριν υιοθετηθούν από την ΕΕ. Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.2.3, η ΕΕ ανταποκρινόμενη στη βαίνουσα διαρκώς αυξανόμενη ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, καθώς και στη σημαντικότερη συμβολή τους στη τελική ενεργειακή κατανάλωση, υιοθέτησε την οδηγία 2002/91 [32] για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Πρότυπα ελάχιστης ενεργειακής αποδοτικότητας Τα πρότυπα ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης έχουν ευρύ πεδίο εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων των οικιακών, φωτισμού, κλιματιστικών, λεβήτων, συσκευών γραφείου κλπ. Όπως επισημάνθηκε νωρίτερα στην παράγραφο 2.2.3, η ΕΕ έχει υιοθετήσει μια σειρά νομοθετικών ρυθμίσεων που ορίζουν την ελάχιστη ενεργειακή απόδοση για τις κυριότερες κατηγορίες συσκευών του οικιακού τομέα, θεσπίζοντας παράλληλα οδηγίες για εξοπλισμό που βρίσκει εφαρμογή στον εμπορικό και βιομηχανικό τομέα.

2.4.1.2 Ενημέρωση

Η ενημέρωση ως μέτρο προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας έχει γενικότερα στόχο να:

- Αυξήσει την πληροφόρηση και την κατανόηση των διαφόρων συμμετεχόντων για προϊόντα και υπηρεσίες ενεργειακής απόδοσης, καθώς και τα οικονομικά

και περιβαλλοντικά οφέλη τους.

- Πείσει τους καταναλωτές να διαφοροποιήσουν τη στάση τους, επιλέγοντας ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα και υιοθετώντας αντίστοιχη συμπεριφορά.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας από τον Vreuls, στο πλαίσιο του IEA DSM [69] προσδιορίζει τους ακόλουθους τύπους ενημέρωσης.

- Γενική ενημέρωση. Τα συγκεκριμένα μέτρα αφορούν στην οργάνωση διαφημιστικών εκστρατειών, στοχευμένων στην αφύπνιση του καταναλωτή για την ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας, στη γνωστοποίηση των διαθέσιμων τεχνολογικών επιλογών για την επίτευξη του στόχου αυτού, καθώς και την επισήμανση των επερχόμενων συνεπειών σε περίπτωση μη συμμόρφωσης.
- Σήμανση συσκευών. Η σήμανση των συσκευών με βάση την ενεργειακή τους απόδοση αποτελεί ένα σημαντικό μέτρο πληροφόρησης του καταναλωτή, και ενίσχυσης της διείσδυσης στην αγορά του εξοπλισμού που έχει τις καλύτερες προδιαγραφές ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Ενεργειακή επιθεώρηση. Η ενεργειακή επιθεώρηση περιλαμβάνει τον επισταμένο έλεγχο μιας επιχειρησιακής μονάδας όσον αφορά τις ενεργειακές της καταναλώσεις, καθώς και τις προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας που συνοδεύουν ένα τέτοιο έλεγχο.
- Κέντρα ενημέρωσης. Τα συγκεκριμένα κέντρα μπορούν να συμβάλλουν στην πληροφόρηση του καταναλωτή, αποστέλλοντας ενημερωτικό υλικό και υποστηρίζοντας τους εμπλεκόμενους επαγγελματίες.
- Εκπαίδευση και άσκηση. Μέσω της εκπαίδευσης οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να γίνουν κοινωνοί της πληροφορίας, έχοντας πρόσβαση σε ένα ευρύ γνωστικό πεδίο νέων και υποσχόμενων τεχνολογιών, ενώ παράλληλα η πρακτική άσκηση εμπλουτίζει τις εμπειρίες τους.
- Παραδειγματισμός. Η επίδειξη των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κυβερνητικό κτίριο, ή κτίριο του ευρύτερου δημοσίου τομέα, μπορεί να αποτελέσει την αφορμή για διάδοση των ωφελειών της ενεργειακής αποδοτικότητας στην κοινωνία.

2.4.1.3 Οικονομικά κίνητρα

Η ποικιλομορφία των διαθέσιμων οικονομικών κινήτρων για την προώθηση δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας είναι ευρεία. Τα μέτρα εκείνα που τυγχάνουν μεγαλύτερης εφαρμογής είναι:

- Επιχορηγήσεις. Το ύψος της επιχορήγησης συνήθως συνδέεται με το επίπεδο αποδοτικότητας και την ισχύ του εγκαθιστάμενου εξοπλισμού.
- Φόροι, φοροαπαλλαγές. Η σύνδεση της φορολογίας με εξοπλισμό ή καύσιμα των οποίων επιδιώκεται να αποθαρρυνθεί η χρήση τους, καθώς και η παροχή φοροελαφρύνσεων και φοροαπαλλαγών για χρήση των επιθυμητών τεχνολογιών, είναι ένα ευρύτατα διαδεδομένο μέτρο.

- Δάνεια με χαμηλό επιτόκιο. Η χορήγηση δανείου με χαμηλό επιτόκιο μπορεί να αποτελέσει άλλο ένα οικονομικό κίνητρο για την προώθηση των επιλεγμένων τεχνολογιών.
- Χρηματοδότηση από τρίτους (ΧΑΤ). Σύμφωνα με τον Bertoldi [70], στη γενική περίπτωση, οι υπηρεσίες ΧΑΤ περιλαμβάνουν τη χρηματοδότηση μιας επένδυσης, την εξασφάλιση της αναγκαίας τεχνολογίας, την παροχή τεχνογνωσίας, την εγκατάσταση του εξοπλισμού, τη λειτουργία και συντήρησή του, τη μέτρηση των αποτελεσμάτων λειτουργίας του εξοπλισμού (π.χ. παραγόμενη ενέργεια) αλλά και τη διαχείριση της διαδικασίας αποπληρωμής της επένδυσης, η οποία εξαρτάται από τα αποτελέσματα που αυτή επιτυγχάνει.
- Συστήματα εμπορίας λευκών πιστοποιητικών. Όπως επισημαίνει ο Οίκοπου [71], στο πλαίσιο του μέτρου αυτού τίθενται συγκεκριμένοι στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας στους προμηθευτές και διανομείς ενέργειας, οι οποίοι είναι υποχρεωμένοι να τους τηρήσουν μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, προωθώντας ΠΔΖ στους τελικούς καταναλωτές. Η επιτυχημένη εκπλήρωση των στόχων αναγνωρίζεται με το λευκό πιστοποιητικό. Οι προμηθευτές και οι διανομείς ενέργειας, που εκπληρώνουν υπέρ του δέοντος τον καθορισμένο στόχο δύνανται να διαθέσουν προς πώληση το πλεόνασμα των λευκών πιστοποιητικών σε προμηθευτές/ διανομείς που δεν έχουν εκπληρώσει τον στόχο τους. Σύμφωνα με τους Vine et al. [72], τα λευκά πιστοποιητικά μέχρι σήμερα έχουν γνωρίσει περιορισμένη εφαρμογή σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Ιταλία, η Μεγάλη Βρετανία και πρόσφατα η Γαλλία.
- Ανάπτυξη προγραμμάτων αγορών σε μεγάλες ποσότητες και διάθεσης στους τελικούς καταναλωτές. Η παραγγελία μεγάλων ποσοτήτων εξοπλισμού από τον κατασκευαστή μπορεί να οδηγήσει στην εξασφάλιση ευνοϊκών τιμών, οι οποίες στη συνέχεια μετακυλύουν στον τελικό αγοραστή.

2.4.1.4 Εθελοντικές συμφωνίες

Ένα εναλλακτικό της νομοθεσίας μέσο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης τομέων τελικής κατανάλωσης ενέργειας, είναι η σύναψη εθελοντικών συμφωνιών μεταξύ ιδιωτικών φορέων ή/και ιδιωτικών φορέων και φορέων του δημοσίου. Το βασικό πλεονέκτημα είναι ότι η συμμετοχή είναι εθελοντική από πλευράς επιχειρήσεων και οι ίδιες μπορούν να διαπραγματευτούν τον στόχο ενεργειακής εξοικονόμησης που επιθυμούν να επιτύχουν σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Όπως επισημαίνουν οι Eichhorst et al. [73] οι εθελοντικές συμφωνίες διακρίνονται σε όσες είναι αυθόρμητες δεσμεύσεις, σε προγράμματα που χρησιμοποιούν την απειλή μελλοντικών νομοθετικών κανονισμών ή φορολόγησης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ως κίνητρο για συμμετοχή, και τέλος σε προγράμματα που υλοποιούνται σε συνάφεια με την υφιστάμενη πολιτική φορολόγησης των εκπομπών ή άλλες αυστηρές νομοθετικές ρυθμίσεις.

2.4.2 Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης

Στο πλαίσιο της προσπάθειας προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, αναπτύχθηκε μια σειρά προγραμμάτων, τα ΠΔΖ, που στόχο είχαν υιοθετώντας μια σειρά δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας ενταγμένων στο πλαίσιο των προαναφερθέντων μέτρων πολιτικής, να επιτύχουν μειώσεις της καταναλισκόμενης ενέργειας στην πλευρά της ζήτησης.

Τα συγκεκριμένα προγράμματα άρχισαν να γνωρίζουν άνθιση μετά το τέλος και της 2^{ης} πετρελαϊκής κρίσης, οπότε και τα εφαρμόζαν οι εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, αφενός για να βελτιώσουν την αποδοτικότητα με την οποία οι καταναλωτές κάνουν χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας, και αφετέρου με στόχο να επηρεάσουν την επιθυμητή χρονική περίοδο στην οποία λαμβάνει χώρα η συγκεκριμένη κατανάλωση, ωθώντας την εκτός περιόδων αιχμής.

Οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας υλοποιώντας τα συγκεκριμένα προγράμματα επιτυγχάνουν καλύτερες υπηρεσίες προς τους πελάτες τους, ενώ ταυτόχρονα έχουν ένα εναλλακτικό τρόπο κάλυψης της ζήτησης, με κόστος ανταγωνιστικό της κατασκευής νέων θερμικών σταθμών παραγωγής. Μια εμποπτική εικόνα των πλεονεκτημάτων που απορρέουν από την εφαρμογή ΠΔΖ για όλους τους εμπλεκόμενους (εταιρίες, πελάτες, κοινωνία) παρουσιάζεται στο Σχήμα II.14.



Σχήμα II.14: Πλεονεκτήματα Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης

Οι συνηθέστερες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα ΠΔΖ σύμφωνα με τον Strbac [74] είναι η έλλειψη της απαραίτητης υλικοτεχνικής υποδομής για την αξιολόγηση των συγκεκριμένων προγραμμάτων, όπως έξυπνοι μετρητές κλπ, η έλλειψη κατανόησης των πλεονεκτημάτων των προγραμμάτων αυτών, το γεγονός ότι η υιοθέτηση και εφαρμογή τους τείνει να αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος και τέλος η υπάρχουσα δομή της αγοράς και η απουσία κατάλληλων

κινήτρων.

Από την έναρξή τους, τα προγράμματα αυτά έχουν περάσει από τρεις σημαντικές περιόδους, όπως όμως τονίζουν και οι Nadel et al. [75], τα όρια των συγκεκριμένων περιόδων και των φάσεών τους παραμένουν συγκεχυμένα.

- Περίοδος ενημέρωσης και δανείων. Τα προγράμματα αυτά ξεκίνησαν στα τέλη της δεκαετίας του '70, μετά την ενεργειακή κρίση, με την προσδοκία ότι η ενημέρωση των καταναλωτών θα συνέβαλε στην υποστήριξη των ενεργειακά αποδοτικών επενδύσεων. Οι προσπάθειες αυτές αρχικά περιλάμβαναν ενεργειακούς ελέγχους και έντυπο υλικό, ενώ παράλληλα για την περαιτέρω ενθάρρυνση των καταναλωτών ορισμένοι συμβατικοί παραγωγοί ενέργειας προσέφεραν δάνεια, συχνά με επιδοτούμενα επιτόκια, ή τους προέτρεπαν να συνεργαστούν με μια ΕΠΕΥ. Σταδιακά, ωστόσο, έγινε αντιληπτό, όπως τονίζει και ο Collins [76], ότι τα οφέλη της ενημέρωσης είναι περιορισμένα, ενώ σύμφωνα με τον Stern [77], η πλειοψηφία των καταναλωτών δεν ήταν θετικά διακείμενη απέναντι στη λήψη δανείων. Η κατάσταση αυτή ανέδειξε μια άλλη εναλλακτική λύση, αυτή των επιδοτήσεων.
- Περίοδος παροχής οικονομοτεχνικών κινήτρων (Resource acquisition). Οι ενεργειακές εταιρείες στις αρχές της δεκαετίας του '80 αντιμετώπισαν τα ΠΔΖ ως ένα βασικό όπλο στη φαρέτρα στρατηγικής τους, το οποίο θα μπορούσε να αποτελέσει μια χαμηλότερου κόστους εναλλακτική επιλογή σε σχέση με την επένδυση σε νέες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Τρεις είναι οι επιμέρους τύποι προγραμμάτων που γνώρισαν άνθηση την περίοδο αυτή:
 - Προγράμματα επιδοτήσεων. Η επιδότηση μιας συγκεκριμένης τεχνολογικής επιλογής με ένα χρηματικό ποσό ήταν ως μέτρο κατανοητό στο καταναλωτικό κοινό, με αποτέλεσμα υψηλότερους ρυθμούς συμμετοχής σε σχέση με τα προγράμματα της προηγούμενης περιόδου. Πάρα ταύτα, η χρήση των επιδοτήσεων δεν ήταν αποτελεσματική στην προώθηση μιας ολοκληρωμένης δέσμης μέτρων, ενώ παράλληλα μεγάλο δυναμικό εξοικονόμησης παρέμενε ανεκμετάλλευτο.
 - Προγράμματα άμεσης εγκατάστασης. Τα συγκεκριμένα προγράμματα υποστήριζαν τους καταναλωτές στον προσδιορισμό, τη χρηματοδότηση και την εγκατάσταση εκτενών μέτρων διαχείρισης της ζήτησης. Σε ορισμένα προγράμματα που απευθύνονταν σε οικιακούς καταναλωτές και μικρομεσαίες επιχειρήσεις, ο συμβατικός παραγωγός υλοποιούσε μια σειρά ενεργειακών επιθεωρήσεων και διευθετούσε την υλοποίηση των απαραίτητων δράσεων, ενώ στους μεγάλους καταναλωτές υπήρχε στενή συνεργασία για την επιλογή και χρηματοδότηση των κατάλληλων μέτρων. Σε κάθε περίπτωση, ο παραγωγός επιφορτιζόταν ένα μεγάλο μέρος από τις δαπάνες των μέτρων. Τα μειονεκτήματα των συγκεκριμένων προγραμμάτων εστιάζονταν στο ότι είχαν υψηλό κόστος για τον παραγωγό, μολοντί επέφεραν υψηλές εξοικονομήσεις ενέργειας ανά πελάτη, ενώ το μεγάλο απαιτούμενο χρονικό διάστημα ενασχόλησης με τον υποψήφιο πελάτη επέφερε καθυστερήσεις στην εξυπηρέτηση όλων των υπόλοιπων ενδιαφερομένων. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων ορισμένοι παραγωγοί στράφηκαν προς τα προγράμματα

μετασχηματισμού της αγοράς.

- ο Προγράμματα μετασχηματισμού της αγοράς. Η επιδίωξη των συγκεκριμένων προγραμμάτων εστιάζεται στο μετασχηματισμό της αγοράς όσον αφορά συγκεκριμένο εξοπλισμό και υπηρεσίες, επιδιώκοντας να καταστήσει κανόνα τη χρήση πρακτικών εξοικονόμησης. Χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων προγραμμάτων είναι ότι οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας είναι πολύ μεγάλες, καθώς όταν οι αγορές μετασχηματίζονται, τα ποσοστά συμμετοχής φτάνουν και το 100%. Η επίτευξη αυτού του στόχου σηματοδοτεί τη μείωση ή και τον περιορισμό της συμμετοχής και του συνεπακόλουθου κόστους των εταιρειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά, για την επιτυχή εφαρμογή προγραμμάτων μετασχηματισμού της αγοράς είναι απαραίτητη η συμμετοχή και ο συντονισμός πολλών εμπλεκόμενων παραγόντων αυτής. Ένας ακόμα ανασταλτικός παράγοντας για την εφαρμογή αυτών των προγραμμάτων είναι το ότι η εφαρμογή τους απαιτεί υψηλό αρχικό κόστος, παρότι οι μακροπρόθεσμες δαπάνες μπορεί να είναι χαμηλές.
- Περίοδος απελευθέρωσης της αγοράς. Η έναρξη της συγκεκριμένης περιόδου στα μέσα της δεκαετίας του '90 σήμανε την αύξηση του ανταγωνισμού μεταξύ των διαφόρων παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας, με αποτέλεσμα την επικέντρωση των εταιρειών σε προσπάθειες μείωσης του κόστους και διατήρησης των τιμών σε χαμηλά επίπεδα. Η εστίαση αυτή σε βραχυπρόθεσμες τιμές κατέστησε τη χρηματοδότηση ΠΔΖ ως χαμηλής προτεραιότητας, με αποτέλεσμα πολλά από τα προγράμματα επιδοτήσεων και άμεσης εγκατάστασης να διακοπούν. Μολονότι τα προγράμματα μετασχηματισμού της αγοράς εξακολούθησαν να ελκύουν μια μερίδα παραγωγών, κάποιοι επέστρεψαν στα προγράμματα ενημέρωσης και δανείων, εν μέρει λόγω του χαμηλότερου κόστους τους και εν μέρει εξαιτίας της πεποίθησης ότι μπορούσε πλέον να επιτευχθεί αποτελεσματικότερος σχεδιασμός τους. Όπως επισημαίνει και ο Hirst [78], η απελευθέρωση της αγοράς μολονότι σίγουρα επηρεάζει τα ΠΔΖ γενικότερα, δεν είναι σε θέση να τα εξαλείψει. Η επίδρασή της εντοπίζεται στην αναγκαία τροποποίηση των προγραμμάτων αυτών, ώστε να διατηρηθούν στην αγορά, καθώς τα κίνητρα πολιτικής που εφαρμόζονταν στο παρελθόν στο έντονα ρυθμιζόμενο περιβάλλον αγοράς μπορεί να οδηγήσουν στην αποτυχία τους (King, [79]). Μια σειρά μηχανισμών εκ μέρους της πολιτείας για την προώθηση των συγκεκριμένων προγραμμάτων σε καθεστώς απελευθέρωσης της αγοράς έχει ήδη προταθεί από τον IEA DSM [80].

2.4.2.1 Τύποι Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης

Τα βασικότερα ΠΔΖ που βρίσκουν εφαρμογή στη σύγχρονη αγορά ενέργειας σύμφωνα με τους Nadel [75] και IEA DSM [81] παρουσιάζονται εν συντομία ακολούθως.

*Προγράμματα
ενημέρωσης*

Τα προγράμματα ενημέρωσης διακρίνονται σε προγράμματα γενικότερης ενημερωτικής φύσης, τα οποία ποικίλουν από απλά ενημερωτικά φυλλάδια που

αποστέλλονται στους πελάτες μέχρι εκπαιδευτικά προγράμματα και σήμανση συσκευών με ετικέτες, και σε εξειδικευμένα προγράμματα ενημέρωσης, που περιλαμβάνουν ενεργειακές επιθεωρήσεις.

Όπως επισημαίνουν οι Eto et al. [82], τα προγράμματα ενημέρωσης μπορούν να συμβάλλουν αποτελεσματικά στην υπερπήδηση εμποδίων, όπως αυτό της ελλιπούς πληροφόρησης.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και ερευνητές όπως οι Collins et al. [76], Hirst [83], Nadel [84] και Dulleck et al. [85] ο συγκεκριμένος τύπος προγραμμάτων μπορεί να επιφέρει κάποια αποτελέσματα, τα οποία όμως είναι περιορισμένης συνήθως φύσεως.

Επιδοτήσεις και δάνεια Τα προγράμματα επιδοτήσεων και δανείων είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στους καταναλωτές. Όπως όμως επισημαίνουν αρκετοί ερευνητές, όπως οι Eto et al. [86] και Flanigan et al. [87], οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας έχουν διαπιστώσει ότι συγκριτικά, τα προγράμματα επιδοτήσεων είναι ευκολότερα στη διαχείρισή τους και έχουν μεγαλύτερη απήχηση στο καταναλωτικό κοινό.

Σύμβαση απόδοσης Τα προγράμματα σύμβασης απόδοσης στηρίζονται στις υπηρεσίες που προσφέρουν στους καταναλωτές οι ΕΠΕΥ. Ενώ τα πρώτα προγράμματα που προσέφεραν οι ΕΠΕΥ επιβάρυναν τόσο τον πελάτη, όσο και τον παραγωγό, από τα μέσα της δεκαετίας του '90 που υπήρξε μια στροφή εκ νέου στα προγράμματα αυτά, το κόστος επιβαρύνει πλέον εξ' ολοκλήρου τον πελάτη. Χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων προγραμμάτων σύμφωνα με τον Nadel [84] είναι ότι έχουν συγκριτικά υψηλό κόστος.

Μετασχηματισμός της αγοράς Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά ΠΔΖ που εστιάζουν μόνο στους τελικούς καταναλωτές ενέργειας, τα προγράμματα μετασχηματισμού της αγοράς απευθύνονται και σε άλλους εμπλεκόμενους, όπως τους κατασκευαστές και εμπόρους του εξοπλισμού. Στόχος τους σύμφωνα με τον Reed [88] είναι η διάχυση της πληροφορίας για ενεργειακά αποδοτικές και καινοτόμες τεχνολογίες, ενώ συνήθως είναι ο συνδυασμός πολλών άλλων τύπων προγραμμάτων για την επίτευξη του στόχου μετασχηματισμού της αγοράς.

Σύμφωνα με μελέτες επιτυχημένων περιπτώσεων μετασχηματισμού της αγοράς, όπως των Weber et al. [89] και Geller [90], επισημαίνεται ότι ο μετασχηματισμός της αγοράς είναι εφικτός για πολλές τεχνολογίες και πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ η προτιμώμενη στρατηγική μετασχηματισμού της αγοράς ποικίλει από προϊόν σε προϊόν, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας και της αγοράς που εξυπηρετείται. Επίσης πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι προτεινόμενες τεχνολογίες είναι όντως σε θέση να εξασφαλίζουν μακροπρόθεσμα την απαιτούμενη εξοικονόμηση ενέργειας.

Προγράμματα διαχείρισης φορτίου Το επίτευγμα των προγραμμάτων διαχείρισης φορτίου είναι η μετάθεση ηλεκτρικών φορτίων μεταξύ χρονικών περιόδων.

Ένα από τα πλέον δημοφιλή προγράμματα αυτού του τύπου είναι τα προγράμματα ελέγχου φορτίου, στα οποία ο χρήστης, έναντι κάποιου αντιτίμου, επιτρέπει στον

παραγωγό να διακόψει την παροχή του ρεύματος σε ώρες αιχμής, ακόμα και χωρίς να προηγηθεί προειδοποίηση. Για να πραγματοποιηθεί ο έλεγχος του φορτίου απευθείας από τον παραγωγό, απαραίτητη είναι η εγκατάσταση αυτοματισμών στον εξοπλισμό του καταναλωτή. Σύμφωνα με τους Jazayeri et al. [91], τα προγράμματα αυτά χωρίς να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας, και κατά συνέπεια απώλεια κερδών για την εταιρεία, κατορθώνουν να περιορίσουν σημαντικά τις επενδύσεις σε νέες μονάδες για την κάλυψη των φορτίων αιχμής.

Ιδιαίτερα διαδεδομένα είναι και τα προγράμματα δυναμικής χρέωσης (time of use), που παρέχουν μειωμένες τιμές χρέωσης για την καταναλισκόμενη ενέργεια ανάλογα με τη χρονική στιγμή που πραγματοποιείται η χρήση της.

*Προγράμματα
άμεσης
εγκατάστασης*

Τα προγράμματα άμεσης εγκατάστασης παρέχουν μια ολοκληρωμένη δέσμη υπηρεσιών στον ενδιαφερόμενο, καθώς στοχεύουν στο να διευκολύνουν την αναγκαία διαδικασία, μέσω υλοποίησης του ενεργειακού ελέγχου, μεσολάβησης στην εύρεση χρηματοδότησης, επίβλεψης της εγκατάστασης των απαραίτητων μέτρων, και σε ορισμένες περιπτώσεις συντήρησης του εξοπλισμού.

Τα συγκεκριμένα προγράμματα συνήθως χρησιμοποιούνται για να προσελκύσουν συγκεκριμένες ομάδες καταναλωτών που δεν είναι εύκολα προσβάσιμες μέσω των υπολοίπων προγραμμάτων, όπως οι βιομηχανικοί καταναλωτές και οι χαμηλού εισοδήματος καταναλωτές του οικιακού τομέα.

Η συμβολή των προγραμμάτων αυτών στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, εισοδήματος, και στη μείωση της ανάγκης επένδυσης σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, είναι σημαντική σύμφωνα με τους Scott et al. [92].

*Μειοδοτικά
προγράμματα*

Όπως αναφέρεται από τους Goldman et al. [93] τα μειοδοτικά προγράμματα (competitive bidding programmes) είναι ένας μηχανισμός, σύμφωνα με τον οποίο οι παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας αναθέτουν σε ένα ανάδοχο να τους παράσχει προσυμφωνημένες ποσότητες εξοικονομούμενης ενέργειας μέσω της υλοποίησης μιας σειράς προγραμμάτων, σε προκαθορισμένες τιμές. Στόχος των συγκεκριμένων προγραμμάτων είναι να καθορίσει η αγορά την τιμή των υπηρεσιών αυτών, καθώς και το βέλτιστο συνδυασμό ΠΔΖ που υλοποιούνται από παράγοντες πλην των παραγωγών.

Τα μειοδοτικά προγράμματα σύμφωνα με τους Eto et al. [82] αποτέλεσαν μια από τις κινητήριες δυνάμεις για την προώθηση των ΕΠΕΥ στην ενεργειακή αγορά, καθώς η πλειοψηφία των προγραμμάτων αυτών ανατίθετο σε αυτές τις εταιρίες.

Ο ρυθμός υλοποίησης των μειοδοτικών προγραμμάτων έχει πλέον εξασθενήσει εξαιτίας του κόστους τους, που σε αρκετές περιπτώσεις προσεγγίζει τα κόστη που θα είχαν οι παραγωγοί για την υλοποίηση του προγράμματος.

*Προγράμματα
έρευνας και
ανάπτυξης*

Τα προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης στοχεύουν στην ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών και τεχνικών για την περαιτέρω προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας στον τελικό χρήστη.

Σύμφωνα με την Papadopoulou et al. [94], παρατηρείται το φαινόμενο να υπάρχουν διαθέσιμα αποσπασματικά δεδομένα, όπως τα δεδομένα έρευνας και

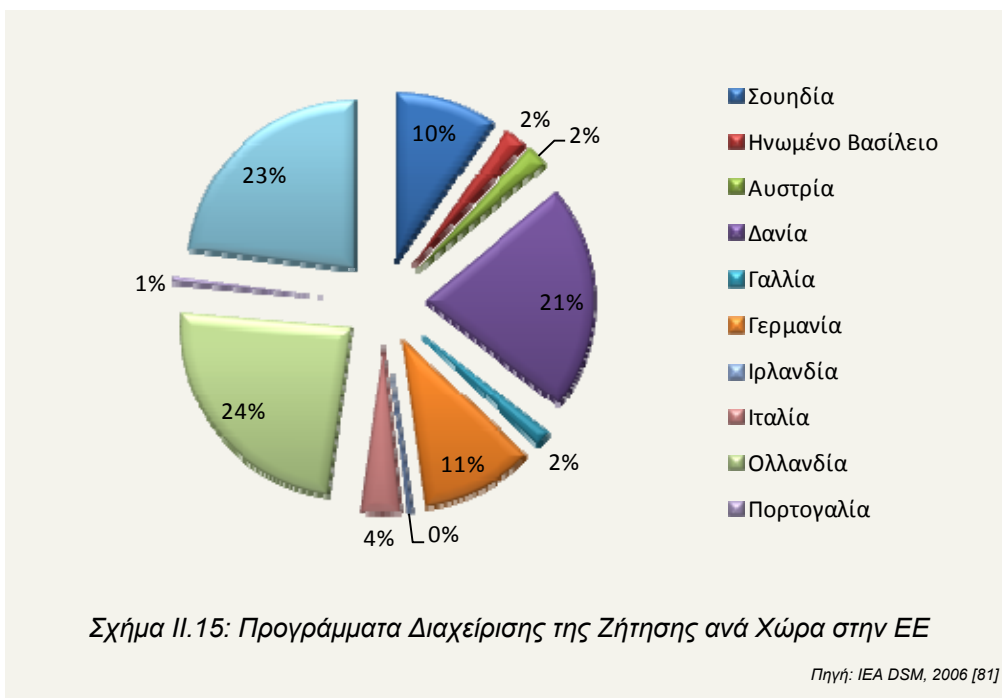
ανάπτυξης, σχετικά με τις προσπάθειες προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, γεγονός που δυσχεραίνει τη λήψη αποφάσεων. Στο παραπάνω πλαίσιο, εξετάζονται στρατηγικές συλλογής δεδομένων έρευνας και ανάπτυξης για ενεργειακά αποδοτικές τεχνολογίες στην Ελλάδα.

Οι Vine et al. [95] επισημαίνουν ότι μια νέα περιοχή έρευνας και ανάπτυξης που συγκεντρώνει το ενδιαφέρον των επενδυτών είναι οι τεχνικές μέτρησης της καταναλισκόμενης ενέργειας μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων.

2.4.2.2 Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης στην Ευρώπη

Όπως επισημαίνουν οι Clark [96] και Boyle [97], η διεθνής εμπειρία έχει αποδείξει ότι για την επιτυχή διεξαγωγή ΠΔΖ δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη αυστηρής νομοθεσίας, παράγων που υπήρξε η κινητήρια δύναμη στις ΗΠΑ, ούτε η διεξαγωγή ακριβών προγραμμάτων επιδοτήσεων. Η ύπαρξη επαρκών πολιτικών και οικονομικών κινήτρων για τις ενεργειακές εταιρείες συντελεί σημαντικά στη διείσδυση των συγκεκριμένων προγραμμάτων στην αγορά.

Το συμπέρασμα αυτό επαληθεύεται από τη μέχρι τώρα διάδοση των ΠΔΖ στην Ευρωπαϊκή αγορά, μια εικόνα όσων έχουν εφαρμοστεί μέχρι σήμερα στην Ευρώπη, 186 στο σύνολό τους σύμφωνα με δεδομένα του 2004, παρουσιάζεται στο Σχήμα II.15.



Σύμφωνα με την απεικόνιση που παρουσιάζεται στο Σχήμα II.15, οι χώρες της ΕΕ που δραστηριοποιούνται εντονότερα στην υλοποίηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης είναι η Γαλλία, η Δανία, η Ολλανδία, η Γερμανία και η Σουηδία. Η ανασκόπηση των προγραμμάτων αυτών αναδεικνύει εκείνους τους τύπους προγραμμάτων που βρίσκουν συνηθέστερα εφαρμογή ανάμεσα στις χώρες της ΕΕ και περιλαμβάνουν:

- Γενικά Προγράμματα Ενημέρωσης (φυλλάδια, ενημερωτικές εκστρατείες, εκπαιδευτικά σεμινάρια κλπ).
- Ενεργειακούς ελέγχους στο πλαίσιο υλοποίησης στοχευμένων προγραμμάτων ενημέρωσης.
- Προγράμματα Επιδοτήσεων και Δανείων.
- Προγράμματα Μετασχηματισμού της Αγοράς.
- Προγράμματα Άμεσης Εγκατάστασης.
- Προγράμματα Διαχείρισης Φορτίου [98, 99].

2.5 Η ΑΝΑΓΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

2.5.1 Η Σημασία της Ενεργειακής Αποδοτικότητας: Υποστήριξη των Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης

Η προηγηθείσα ανάλυση αναδεικνύει τις πραγματικές διαστάσεις του σύγχρονου ενεργειακού προβλήματος με το οποίο είναι αντιμέτωπη η διεθνής κοινότητα, και το σημαντικό ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η ενεργειακή αποδοτικότητα στην αντιμετώπισή του. Η βαρύτητα που της αναλογεί είναι εμφανής και από το γεγονός ότι καταλαμβάνει μια από τις πρώτες θέσεις στους στόχους των χωρών σε παγκόσμιο επίπεδο.

Μολονότι όμως η ενεργειακή αποδοτικότητα βρίσκεται στο επίκεντρο των σύγχρονων ενεργειακών πολιτικών εξελίξεων, τα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης άρχισαν πρόσφατα να βγαίνουν από την αφάνεια στο ευρωπαϊκό αλλά και ελλαδικό επίπεδο. Τόσο η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο νέο Σχέδιο Δράσης για την Αποδοτικότητα, όσο και η Ελλάδα μέσω του Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού, έχουν δώσει προτεραιότητα σε δράσεις περιορισμού της τελικής ζήτησης.

Σε επίπεδο ενεργειακών εταιρειών όμως, η κατάσταση είναι περισσότερη ρευστή, καθώς το σύγχρονο περιβάλλον του ενεργειακού τομέα διαμορφώνει ένα πολυσύνθετο πρόβλημα που καθιστά διστακτική την ιδιωτική πρωτοβουλία για την ανάληψη μέτρων. Η εμφάνιση στο ενεργειακό προσκήνιο νέων παραμέτρων, και των εκ πρώτης όψεως αντικρουόμενων επιδιώξεων που εισάγουν, καθιστά εμφανή την ανάγκη διερεύνησης ενός αποτελεσματικού τρόπου υποστήριξης της διεξόδου των συγκεκριμένων προγραμμάτων στην ενεργειακή αγορά.

Κατά συνέπεια, διατυπώνεται το ερώτημα «Πως μπορούν τα Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης να υποστηρίξουν τις σύγχρονες επιδιώξεις των Ενεργειακών Εταιρειών, λαμβάνοντας υπόψη τις συσχετίσεις τους με όλες τις παραμέτρους της βιώσιμης ανάπτυξης (οικονομική, τεχνολογική, περιβαλλοντική, και κοινωνική);».

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας επιτάσσει τη μεγιστοποίηση των κερδών για τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα, αλλά και την ενίσχυση της θέσης της εταιρείας στην αγορά και την καταναλωτική συνείδηση, μέσω της προώθησης ενός κοινωνικού προφίλ προς τους υποψήφιους καταναλωτές, της παροχής πρόσθετων ή και βελτιωμένων υπηρεσιών και της ενίσχυσης της τοπικής οικονομίας.

Ο παράγων της κλιματικής αλλαγής στον αντίποδα φέρνει στο προσκήνιο τις περιβαλλοντικές δεσμεύσεις των εταιρειών και την ανάγκη για διατήρηση καταρχάς και εν συνεχεία μείωση των επιπέδων των ρύπων από τις υφιστάμενες μονάδες παραγωγής ενέργειας.

Τα καίρια θέματα επομένως που καλείται να υποστηρίξει η παρούσα διδακτορική

διατριβή αφορούν:

- Τη μοντελοποίηση του περιβάλλοντος δραστηριοποίησης των ενεργειακών εταιρειών (ενεργειακή αγορά και χαρακτηριστικά των εταιρειών).
- Τη μοντελοποίηση όλων των χαρακτηριστικών των ΠΔΖ σε σχέση με τις επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών.
- Τη διαχείριση της ασάφειας και της μικτής πληροφορίας (ποσοτικής και ποιοτικής) που εισάγει η μοντελοποίηση όλων των παραμέτρων των ΠΔΖ.
- Τον προσδιορισμό και στη συνέχεια την επιλογή των κατάλληλων τύπων προγραμμάτων και των τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης για κάθε ενεργειακή εταιρεία, ανάλογα με το πεδίο και την αγορά δραστηριοποίησής της.

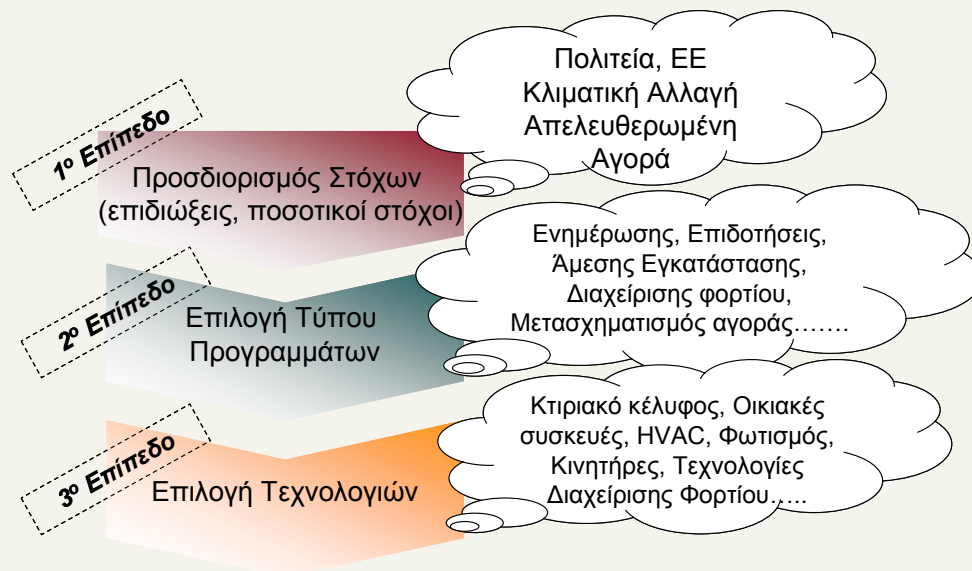
Όσον αφορά τους εμπλεκόμενους, οι ενεργειακές εταιρείες προσαρμόζονται στις ευκαιρίες δραστηριοποίησης που παρουσιάζονται, με αποτέλεσμα εκτός από τους παραγωγούς ενέργειας να κερδίζουν αυξανόμενο έδαφος και οι εταιρείες μεταφοράς και διανομής ενέργειας, καθώς και οι ΕΠΕΥ.

Σύμφωνα με τον Πατλιτζιάνη [100], το σύγχρονο περιβάλλον δραστηριοποίησης των ενεργειακών εταιρειών παρουσιάζει σημαντικές ευκαιρίες για τη διεύθυνση των παραγωγών ενέργειας στην παραγωγή από ΑΠΕ, και προσδοκίες για περαιτέρω διεύθυνση των ΕΠΕΥ στην αγορά ενέργειας στο μέλλον, παρά τα υπάρχοντα εμπόδια.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η εφαρμογή ΠΔΖ μπορεί να αποτελέσει ένα κινητήριο μοχλό ανάπτυξης, κυρίως για τις εταιρείες παραγωγής ενέργειας και τις ΕΠΕΥ, καθώς σύμφωνα με τη διεθνή εμπειρία, η εμπλοκή των εταιρειών διανομής, μεταφοράς και εμπορίας στην προώθηση και εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων είναι περιορισμένη.

Αναφορικά με την πολιτεία, όπως επισημαίνει ο Δούκας [101], μολονότι το έντονα ρυθμιζόμενο περιβάλλον τείνει να γίνει παρελθόν, ο ρόλος της πολιτείας στην απελευθερωμένη ενεργειακή αγορά παραμένει σημαντικός, καθώς επηρεάζει τιμές, προϊόντα και επενδύσεις. Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας δεν αλλάζει ουσιαστικά αυτά τα χαρακτηριστικά. Αυτό που αλλάζει είναι στην ουσία η μορφή και οι μηχανισμοί που χρησιμοποιούνται για τον επηρεασμό της αγοράς.

Στο παραπάνω πλαίσιο, όπως αυτό διαμορφώνεται από τις προαναφερθείσες παραμέτρους, η θεώρηση της υποστήριξης των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, σε όλους τους καταναλωτικούς τομείς (οικιακός, δημόσιος, τριτογενής, αγροτικός, βιομηχανικός), παρουσιάζεται στο Σχήμα II.16.



Σχήμα II.16: Θεώρηση Υποστήριξης Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης

Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα II.16, για την υποστήριξη των ΠΔΖ, πρωταρχική επιδίωξη είναι ο προσδιορισμός των στόχων της ενεργειακής εταιρείας στο σύγχρονο περιβάλλον, όπως αυτό διαμορφώνεται από τις κατευθύνσεις της πολιτείας και της ΕΕ, τις κινήσεις των ανταγωνιστικών εταιρειών και των επιταγών της κλιματικής αλλαγής, αλλά και τις επιδιώξεις της ίδιας της εταιρείας (επίτευξη εξοικονομήσεων, προώθηση νέων τεχνολογιών κλπ).

Ο καθορισμός των επιδιώξεων των ενεργειακών εταιρειών διαμορφώνει το πλαίσιο μέσα στο οποίο κινείται η επιλογή των κατάλληλων τύπων προγραμμάτων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την επίδοση κάθε προγράμματος στις προκαθορισμένες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών, όσο και τα χαρακτηριστικά της ίδιας της εταιρείας και της αγοράς στο πλαίσιο της οποίας δραστηριοποιείται.

Σε τελευταίο επίπεδο, διακρίνεται η ανάγκη υποστήριξης της διαδικασίας προώθησης των καταλληλότερων τεχνολογικών επιλογών ενεργειακής αποδοτικότητας.

2.5.2 Αποτίμηση Υπαρχόντων Εργαλείων – Οι Ελλείψεις

Η υποστήριξη της προώθησης ΠΔΖ είναι ένα πεδίο που έχει παρουσιάσει ενδιαφέρον στο παρελθόν για αρκετούς ερευνητές.

Σύμφωνα με τον Neves [102], μέχρι σήμερα έχει αναπτυχθεί πλήθος εργαλείων για την αξιολόγηση δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως τα ΠΔΖ. Τα εργαλεία αυτά, που βασίζονται σε αναλύσεις κόστους – οφέλους, και μελέτες αποδοτικότητας του κόστους, αναπτύχθηκαν κυρίως τη δεκαετία του '80, περίοδο που τα συγκεκριμένα προγράμματα μεσουρανούσαν στις ΗΠΑ.

Οι πρώτες βάσεις για τη χρήση αυτών των εργαλείων είχαν τεθεί από την Επιτροπή Ενέργειας και Παραγωγών της Καλιφόρνιας [103, 104] υπό τη μορφή

«δοκιμαστικών ελέγχου (control tests)», τα οποία στη συνέχεια έγιναν ευρύτατα γνωστά και χρησιμοποιήθηκαν από πλήθος εταιρειών.

Η εισαγωγή της έννοιας της απελευθέρωσης των αγορών ενέργειας, κατέστησε τα παραπάνω εργαλεία παρωχημένα, καθώς δε μπορούσαν να απεικονίσουν μια σειρά από παραμέτρους και οφέλη με οικονομετρικούς όρους. Όπως επισημαίνει και ο Hobbs [105], η οικονομετρική ανάλυση δεν αρκεί για να περιγράψει το πρόβλημα αυτό, καθώς οι προτιμήσεις των καταναλωτών δεν είναι το μοναδικό κριτήριο, ενώ εμπλέκονται και άλλα ζητήματα, ενδεικτικά αναφέροντας τη βιώσιμη ανάπτυξη. Στο παραπάνω πλαίσιο αναπτύχθηκαν διάφορες μεθοδολογίες, όπως αυτή του ευρωπαϊκού έργου SRCi [106] και η ανανεωμένη μεθοδολογία της Επιτροπής Ενέργειας και Παραγωγών της Καλιφόρνιας [107], οι οποίες προσπάθησαν να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα αυτά αποσπασματικά.

Συνεπώς, η πλειοψηφία των εργαλείων που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα υλοποιήθηκαν σε μια περίοδο που το έντονα ρυθμιζόμενο περιβάλλον της αγοράς και η αδιαφορία των αποφασιζόντων για την προστασία του περιβάλλοντος καθιστούσαν ως μοναδικό κριτήριο αξιολόγησης των ΠΔΖ τα κριτήρια της επικρατούσας μέχρι τότε οικονομικής θεωρίας, ενώ κάποιες προσπάθειες για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων δεν ήταν ολοκληρωμένες.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προέκυψε η ανάγκη για τη δημιουργία ενός εργαλείου, το οποίο θα λαμβάνει υπόψη τις νέες παραμέτρους που εισάγονται με την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας και τις δεσμεύσεις που αναλαμβάνουν οι χώρες, και ιδιαίτερα οι παραγωγοί ενέργειας, στο πλαίσιο αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

Παράλληλα, καθώς τα μέχρι τώρα εργαλεία είναι αυστηρά στοχευμένα σε παραδοσιακούς παραγωγούς, αναδύεται η ανάγκη υποστήριξης των επικαιροποιημένων επιδιώξεων και στόχων κάθε εταιρείας που δραστηριοποιείται στον ενεργειακό τομέα, είτε είναι παραγωγός ενέργειας, είτε εταιρεία που δραστηριοποιείται στη μεταφορά και διανομή ενέργειας, είτε ΕΠΕΥ. Οι στόχοι αυτοί πλέον μπορεί να ποικίλουν και πέραν της μεγιστοποίησης του κέρδους και της τήρησης των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων, και να περιλαμβάνουν και άλλες επιδιώξεις, όπως τη διατήρηση ή και περαιτέρω ενίσχυση της θέσης της εταιρείας στην ενεργειακή αγορά, και την εμφάνιση κοινωνικής και περιβαλλοντικής συνείδησης προς το κοινό.

Η πολυπλοκότητα της λήψης των αποφάσεων για την επιλογή και προώθηση των καταλληλότερων ΠΔΖ παρουσιάζεται και στο Σχήμα II.16. Η πολυπλοκότητα αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις αλληλεπιδράσεις που παρατηρούνται μεταξύ των επιπέδων, αλλά και στους αντικρουόμενους στόχους που μπορεί να αντιμετωπίζει μια ενεργειακή εταιρεία, όπως η προώθηση ΠΔΖ και η συνεπαγόμενη μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση των πολιτών, άρα και τα κέρδη.

2.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση του κεφαλαίου οδήγησε στα ακόλουθα συμπεράσματα σχετικά με το πρόβλημα προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας:

- Οι προσδοκίες για τη συμβολή των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης στην ανακοπή της διογκούμενης πορείας του ενεργειακού ζητήματος είναι ιδιαίτερα σημαντικές.
- Το πλαίσιο προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης αναδιαμορφώνεται εκ βάθρων μετά την εισαγωγή των νέων παραμέτρων στην ενεργειακή αγορά.
- Υπάρχει ανάγκη προσδιορισμού των σύγχρονων επιδιώξεων των ενεργειακών εταιρειών, στις νέες συνθήκες της αγοράς ενέργειας, και των χαρακτηριστικών των προγραμμάτων που ανταποκρίνονται σε αυτές.
- Οι ερευνητικές προσπάθειες για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων σχετικά με την προώθηση των τύπων προγραμμάτων και των τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης είναι περιορισμένες, ενώ είτε αντιμετωπίζουν μόνο τις πτυχές του προβλήματος που μπορούν να εκφραστούν με οικονομικά κριτήρια, είτε δε λαμβάνουν υπόψη ποιοτικές τιμές των χαρακτηριστικών των προγραμμάτων.

Με βάση τα παραπάνω διαφαίνεται η πολυπλοκότητα του προβλήματος προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω των προγραμμάτων και των τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης και η ανάγκη ανάπτυξης:

- Ολοκληρωμένου πλαισίου υποστήριξης αποφάσεων για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως εκφράζεται μέσω των προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης, μεταξύ αποφασιζόντων και βασικών εμπλεκόμενων των ενεργειακών εταιρειών.
- Μεθοδολογικής προσέγγισης, που να δύναται να διαχειριστεί την ασάφεια που εισάγεται μέσω της ποιοτικής πληροφορίας που χαρακτηρίζει ορισμένες παραμέτρους των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, ενώ διακρίνεται από ευελιξία για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών μιας πληθώρας προγραμμάτων, της καλούμενης εμπειρίας.

Βιβλιογραφία

1. Patterson MG (1996). What is energy efficiency? – Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, 24(5): 377-390.
2. Tonn B, Peretz JH (2007). State level benefits of energy efficiency. *Energy Policy*, 35: 3665–3674.
3. European Commission (2005). Green Paper on Energy Efficiency or Doing More with Less, COM (2005) 265 final.
4. Fairey P (2009). Drilling, alternative fuels and efficiency: Can the United States wean itself from imported oil? *Energy Policy*, 37: 1249–1256.
5. McGowan F (1989). The single energy market and energy policy: conflicting agendas? *Energy Policy*, 17(6): 547-553.
6. Colitti M, Baronti P (1980). Energy Policies of industrialized countries. *Energy*, 6: 233-262.
7. Helm D (2002). Energy policy: security of supply, sustainability and competition. *Energy Policy*, 30: 173–184.
8. Καγιαννάς Α (2003). Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων για τη Χάραξη Ενεργειακής Πολιτικής. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
9. EC – European Commission (1988). Internal Market and Industrial Cooperation - Statute for the European Company - Internal market White Paper, point 137 (memorandum from the Commission to Parliament, the Council and the two sides of industry), COM(88) 320, June 1988.
10. EC – European Commission (1996). Directive 96/92/EC of the European Parliament and of the Council of 19 December 1996 concerning common rules for the internal market in electricity.
11. EC – European Commission (1998). Directive 98/30/EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 concerning common rules for the internal market in natural gas.
12. EC – European Commission (2007). Communication from the Commission to the European Council and the European Parliament. An Energy Policy for Europe.
13. EC – European Commission (2000). “Green Paper towards a European Strategy for the Security of Energy Supply”, Paper of the EC of November 29, COM (2000) 769.
14. Energy Information Administration (EIA). Official Energy Statistics from the U.S. Government. 2009
15. Eurostat. Energy Statistics Database. 2009
16. EC – European Commission (1992). Directive 92/75/EEC of 22 September 1992 on the indication by labelling and standard product information of the consumption of energy and other resources by household appliances.
17. EC – European Commission (1994). Directive 94/2/EC of 21 January 1994 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household electric refrigerators, freezers and their combinations.
18. EC – European Commission (1996). Directive 96/57/EC of the European Parliament and of the Council of 3 September 1996 on energy efficiency requirements for household electric refrigerators, freezers and combinations thereof.
19. EC – European Commission (1997). Directive 97/17/EC of 16 April 1997 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household dishwashers.

20. EC – European Commission (1999). Directive 1999/9/EC of 26 February 1999 amending Directive 97/17/EC implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household dishwashers.
21. EC – European Commission (1995). Directive 95/12/EC of 23 May 1995 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household washing machines.
22. EC – European Commission (1995). Directive 95/13/EC of 23 May 1995 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household electric tumble driers.
23. EC – European Commission (1982). Directive 82/885/EEC of 10 December 1982 amending Directive 78/170/EEC on the performance of heat generators for space heating and the production of hot water in new or existing non-industrial buildings and on the insulation of heat and domestic hot-water distribution on new non-industrial buildings.
24. EC – European Commission (1992). Directive 92/42/EEC of 21 May 1992 on efficiency requirements for new hot-water boilers fired with liquid or gaseous fuels.
25. EC – European Commission (1998). Directive 98/11/EC of 27 January 1998 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household lamps.
26. EC – European Commission (2000). Action Plan to Improve Energy Efficiency in the European Community, Paper of the EC of April 26, COM (2000) 247 final.
27. EC – European Commission (2003). Commission Decision 2003/168 /EC of 11 March 2003 establishing the European Community Energy Star Board.
28. EC – European Commission (2002). Commission Directive 2002/31/EC of 22 March 2002 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household air-conditioners.
29. EC – European Commission (2002). Directive 2002/40/EC of 8 May 2002 implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household electric ovens.
30. EC – European Commission (2003). Commission Directive 2003/66/EC of 3 July 2003 amending Directive 94/2/EC implementing Council Directive 92/75/EEC with regard to energy labelling of household electric refrigerators, freezers and their combinations.
31. EC – European Commission (2000). Commission Directive 2000/55/EC of the European Parliament and of the Council of 18 September 2000 on energy efficiency requirements for ballasts for fluorescent lighting.
32. EC – European Commission (2002). Commission Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.
33. EC – European Commission (2004). Commission Directive 2004/8/EC of the European Parliament and of the Council of 11 February 2004 on the promotion of cogeneration based on a useful heat demand in the internal energy market and amending Directive 92/42/EEC.
34. EC – European Commission (2006). Commission Directive 2006/32/EC of the European Parliament and of the Council of 5 April 2006 on energy end-use efficiency and energy services and repealing Council Directive 93/76/EEC.
35. EC – European Commission (2006). Communication from the Commission of 19 October 2006 entitled: Action Plan for Energy Efficiency: Realising the Potential [COM(2006) 545 - Not published in the Official Journal].

36. Hirst E, Brown M (1990). Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy. *Resources, Conservation and Recycling*, 3: 267-281.
37. Eyre N (1998). A golden age or a false dawn? Energy efficiency in UK competitive energy markets. *Energy Policy*, 26(12): 963-972.
38. Sardianou E (2008). Barriers to industrial energy efficiency investments in Greece. *Journal of Cleaner Production*, 16 (13): 1416-1423.
39. Schleich J, Gruber E (2008). Beyond case studies: Barriers to energy efficiency in commerce and the services sector. *Energy Economics*, 30 (2): 449-464.
40. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (2001). Ενέργεια και κλιματική αλλαγή. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα www.rae.gr
41. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (2002). Μακροχρόνιος ενεργειακός σχεδιασμός της Ελλάδος για την περίοδο 2001-2010. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα www.rae.gr
42. Bonneville E, Rialhe A (2005). Impact of Liberalization of the Electricity Market on Energy Efficiency, Quality of Supply and Environmental Performance. Discussion Paper. Leonardo-energy.
43. Rudnick H, Jolezzi J (2001). Electric Sector deregulation and Restructuring in Latin America: Lessons to be learnt and possible ways forward. *IEE Proceedings, Generation, Transmission, Distribution*, 148 (2): 180-184.
44. Frei CW (2004). The Kyoto protocol—a victim of supply security? or: if Maslow were in energy politics. *Energy Policy*, 32: 1253–1256.
45. Maslow AH (1943). A Theory of Human Motivation. *Psychological Review*, 50(4):370-96.
46. Frei CW (2008). What if? Utility vision 2020. *Energy Policy*, 36: 3640–3645.
47. Ringel M (2003). Liberalising European electricity markets: opportunities and risks for a sustainable power sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 7: 485-499.
48. Banks FE (1996). Economics of electricity deregulation and privatization: an introductory survey. *Energy*, 21(4): 249-261.
49. Green RJ, Newbery DM (1992). Competition in the British electricity spot market. *Journal of Political Economy*, 100 (5): 929-953.
50. Ramos A, Ventosa M, Rivier M (1998). Modelling competition in electric energy markets by equilibrium constraints. *Utilities Policy*, 7(4): 233-242.
51. Johnson BB, Frank PG (2006). Public understanding of environmental impacts of electricity deregulation. *Energy Policy*, 34: 1332-1343.
52. Patlitzianas DK, Papadopoulou A, Doukas H, Flamos A, Psarras J (2005). The Environmental Policy of the European Union Member States for the Emission Trading Scheme. 5th International Exhibition and Conference on Environmental Technology “HELECO ’05”, February 3 – 6, Exhibition Centre HELEXPO, Athens, Greece.
53. Flamos A, Patlitzianas DK, Doukas H, Papadopoulou A, Psarras J (2005). Investigation of the utilization potential of the Clean Development Mechanism in the Mediterranean region. 5th International Exhibition and Conference on Environmental Technology “HELECO ’05”, February 3 – 6, Exhibition Centre HELEXPO, Athens, Greece.
54. Patlitzianas KD, Doukas H, Psarras J and Samouilidis J-E (2006). Decision Making Model

- for the Sustainable Planning of the Energy Companies' Environment: Case Study in the EU Accession Member States. World Renewable Energy Congress IX and Exhibition in Florence, Italy.
55. Psarras J, Patlitzianas DK, Doukas H, Papadopoulou A (2005). Business Opportunities for the CDM project development in the Mediterranean. January 20th, Workshop IENE, Athens, Greece.
 56. Papadopoulou A, Flamos A, Moissis D and Theodorou S (2007). CDM in FEMIP Countries: Current Status and Opportunities. CDM Investment Newsletter, 2: 24-26.
 57. Doukas H, Patlitzianas DK, Papadopoulou A and Psarras J (2005). Sustainable Development through the CDM opportunities in the Mediterranean region, International Conference Sustainable Building 04 Event for the Mediterranean region (SB04MED), June 9th - 11th, Athens, Greece.
 58. Patlitzianas DK, Doukas H, Papadopoulou A, Psarras J (2005). Study of the climate change confrontation possibilities in the electricity sector. Conference of the Technical Chamber of Greece, 9 & 10 June 2005, Athens, Greece.
 59. Pooley E (2009). How much would you pay to save the planet? The American Press and the Economics of climate change. Joan Shorenstein Center on the Press, Politics and Public Policy, Discussion Paper Series, #D.49.
 60. Ψαρράς Ι (1989). Πολυκριτηριακός Μαθηματικός Προγραμματισμός Εφαρμογές σε Ενεργειακά Συστήματα. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
 61. Vine E (2005). An international survey of the energy service company (ESCO) industry. Energy Policy, 33: 691–704.
 62. Papadopoulou AG, Doukas H, Psarras J (2009). An Intelligent Decision Support System for SMEs' Activation in the Energy Sector. International Journal of Management and Decision Making, 10 (1-2): 125-137.
 63. Snyder B (1997). Utility deregulation stokes surge of "green power" ads. Advertising Age, 68 (50): 65
 64. Madrigal R, Boush DM (2008). Social responsibility as a unique dimension of brand personality and consumers' willingness to reward. Psychology and Marketing, 25 (6): 538-564.
 65. Branco MC, Rodrigues LL (2006). Corporate Social Responsibility and Resource-Based Perspectives. Journal of Business Ethics, 69 (2): 111-132.
 66. Rowlands I, Parker P, Scott D (2002). Consumer perceptions of green power, Journal of Consumer Marketing, 19 (2): 112–129
 67. Midttun A, Koefoed AL (2003). Greening of electricity in Europe: challenges and developments. Energy Policy, 31 (7): 677–687
 68. Hartmann P, Ibanez VA (2007). Managing customer loyalty in liberalized residential energy markets: The impact of energy branding. Energy Policy, 35: 2661–2672.
 69. Vreuls H (2005). Evaluating energy efficiency measures and DSM programmes, Volume II. IEA DSM.
 70. Bertoldi P, Rezessy S (2005). Energy Service Companies in Europe. Status Report 2005.

EC-JRC, Ispra, Italy.

71. Oikonomou V, Jepma C, Becchis F, Russolillo (2008). White Certificates for energy efficiency improvement with energy taxes: A theoretical economic model. *Energy Economics*, 30: 3044–3062.
72. Vine E, Hamrin J (2008). Energy savings certificates: A market-based tool for reducing greenhouse gas emissions. *Energy Policy*, 36: 467–476.
73. Eichhorst U, Bongardt D (2009). Towards cooperative policy approaches in China—Drivers for voluntary agreements on industrial energy efficiency in Nanjing. *Energy Policy*, 37: 1855–1865.
74. Strbac G (2008). Demand side management: Benefits and challenges. *Energy Policy*, 36: 4419–4426.
75. Nadel S, Geller H (1995). Utility DSM: What have we learned? Where are we going? *Energy Policy*, 24 (4): 289-302.
76. Collins N, Berry L, Braid R, Jones D, Kerley C et al. (1985). Past efforts and future directions for evaluating state energy conservation programmes. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA.
77. Stern P, Berry L, Hirst E (1985). Residential conservation incentives. *Energy Policy*, 13 (2): 133-142.
78. Hirst E (1996). The future of DSM in a restructured US electricity market. *Energy Policy*, 24 (4): 303-315.
79. King M, Heffner J, Johansen S, Kick B (1996). Public purpose energy efficiency programs and utilities in restructured markets. *The Electricity Journal*, 9 (6): 14-25.
80. IEA DSM (2000). Developing Mechanisms for Promoting Demand-side Management and Energy Efficiency in Changing Electricity Businesses. Research Report No 3, Task VI, of the International Energy Agency Demand-Side Management Programme.
81. IEA DSM (2006). INDEEP, Analysis report 2004. International Energy Agency.
82. Eto J, Goldman C, Kito MS (1996). Ratepayer-funded energy efficiency programs in a restructured electricity industry. *The Electricity Journal*, 9 (7): 71-81.
83. Hirst E (1984). Evaluation of utility home energy audit (RCS) programs. Doing better: Setting an agenda for the second decade G28-40. American Council for an energy-efficient economy. Washington, DC.
84. Nadel S (1990). Lessons learned: A review of utility experience with conservation and load management programs for commercial and industrial customers. American Council for an energy-efficient economy. Washington, DC.
85. Dulleck U, Kaufmann S (2004). Do customer information programs reduce household electricity demand?—the Irish program. *Energy Policy*, 32(8): 1025-1032.
86. Eto J, Vine E, Shown L, Sonnenblick R, Payne C (1996). The total cost and measured performance of utility-sponsored energy efficiency programs. *Energy Journal*. 17 (1): 31-51.
87. Flanigan T, Barton B, Potter B, Edwards D (1995). Financing customer energy efficiency. IRT Environment, Basalt.
88. Reed JH, Hall NP (1997). Methods for measuring market transformation. In: N N, editor. The future of energy markets: evaluation in a changing environment, National Energy Program Evaluation Conference, Chicago, (IL).
89. Weber C, Gebhardt B, Fahl U (2002). Market transformation for energy efficient

- technologies —success factors and empirical evidence for gas condensing boilers. *Energy* (27): 287–315.
90. Geller H, Nadel S (1994). Market transformation strategies to promote end-use efficiency. American Council for an energy-efficient economy. Washington, DC.
 91. Jazayeri P, Schellenberg A, Rosehart WD, Doudna J, Widergren S, Lawrence D, Mickey J, Jones S (2005). A Survey of Load Control Programs for Price and System Stability. *IEEE Transactions on Power Systems*. 20 (3): 1504- 1509.
 92. Scott MJ, Roop JM, Schultz RW, Anderson DM, Cort KA (2008). The impact of DOE building technology energy efficiency programs on U.S. employment, income, and investment. *Energy Economics*, 30: 2283–2301.
 93. Goldman CA, Kito MS (1995). Review of US utility demand-side bidding programmes. Impacts, costs and cost effectiveness. *Utilities Policy*, 5(1): 13-25.
 94. Doukas H, Papadopoulou AG, Nyctis C, Psarras J, and van Beeck N (2009). Energy Research and Technology Development Data Collection Strategies: The Case of Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (3): 682-688.
 95. Vine E, Misuriello H, Hopkins ME (1994). A research agenda for demand-side management impact measurement. *Energy*, 19(11): 1103-1111.
 96. Clark A (2001). Making provision for energy-efficiency investment in changing markets: an international review. *Energy for Sustainable Development*, 5 (2): 26-38.
 97. Boyle S (1995). DSM progress and lessons in the global context. *Energy Policy*, 24 (4): 345-359.
 98. Papadopoulou A, Patlitzianas DK, Doukas H, Kagiannas A, Psarras J (2005). Energy management's overview in EU. Eight International Conference on energy for a clean environment, June 27-30, Lisbon, Portugal.
 99. Eurelectric (2007). Report on Electricity Companies' Activities on End-Use Energy Efficiency. Union of the Electricity Industry
 100. Παλιτζιάνας Κ (2006). Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων για τη Διαμόρφωση ενός Σύγχρονου Περιβάλλοντος Δραστηριοποίησης των Ενεργειακών Εταιριών. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
 101. Δούκας Χ (2008). Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Σύγχρονο Περιβάλλον Λειτουργίας του Ενεργειακού Τομέα. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
 102. Neves LP, Martins AG, Antunes CH, Dias LC (2008). A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency. *Energy Policy*, 36: 2351–2363.
 103. CEC & CPUC (1983). Standard Practice for Cost–Benefit Analysis of Conservation and Load Management Programs. California Public Utilities Commission and California Energy Commission.
 104. CEC & CPUC (1987). Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Management Programs. California Public Utilities Commission and California Energy Commission.
 105. Hobbs BF, Horn GTF (1997). Building public confidence in energy planning: a multimethod MCDM approach to demand-side planning at BC gas. *Energy Policy*, 25 (3): 357-375.
 106. SRCi (1996). European B/C Analysis Methodology (EUBC)—A Guidebook For B/C Evaluation of DSM and Energy Efficiency Services Programmes. A Project Advisory

Committee and SRC International ApS, Prepared for the European Commission (DG XIIV).

107. CPUC (2001). California Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Programs and Projects. California Public Utilities Commission.

*Ανασκόπηση Σχετιζόμενων
Μεθοδολογικών Εργαλείων*

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η δυναμική διαμόρφωση της κατάστασης των σύγχρονων ενεργειακών αγορών από νεοεισερχόμενες παραμέτρους, όπως η κλιματική αλλαγή και η απελευθέρωση των αγορών ενέργειας, είχε ως αποτέλεσμα να προκληθούν σημαντικές ανακατατάξεις στην παγκόσμια ενεργειακή σκηνή.

Νέοι παίκτες εισέρχονται δυναμικά στην ενεργειακή αγορά, υπό καθεστώς σκληρού ανταγωνισμού για την παροχή νέων, βελτιωμένων υπηρεσιών, σε οικονομικές τιμές, με στόχο την προσέλκυση πελατών.

Οι νομοθετικές ρυθμίσεις που επιτάσσει η ΕΕ για συμμόρφωση των κρατών μελών με τις περιβαλλοντικές τους δεσμεύσεις, αλλά και οι αυξημένες προσδοκίες των πολιτών για την ανάληψη της κοινωνικής ευθύνης, αποτελούν άλλο ένα περιοριστικό παράγοντα στην άλογη επεκτατική πολιτική των παραγωγών ενέργειας, εις βάρος του κοινωνικού συνόλου.

Παράλληλα, η έλλειψη επιδοτήσεων από την πολιτεία σηματοδοτεί ένα ακόμα κομβικό σημείο, που επιτάσσει τον καλύτερο επενδυτικό σχεδιασμό εκ μέρους των ενεργειακών εμπλεκομένων.

Η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας ανέδειξε την ύπαρξη μιας πληθώρας εμπειριών σχετικά με την υλοποίηση προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης σε διεθνές επίπεδο μέσα στην τελευταία 15ετία.

Παρόλα αυτά, κατά την πορεία διαμόρφωσης του προβλήματος της διδακτορικής διατριβής για την προώθηση τεχνολογιών ΕΞΕΝ, διαπιστώθηκε η έλλειψη ενός ολοκληρωμένου μεθοδολογικού πλαισίου λήψης αποφάσεων που να αντλεί στοιχεία από το πλήθος αυτό των διάσπαρτων γεωγραφικά και χρονολογικά εμπειριών, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη του τις προαναφερθείσες παραμέτρους.

Στο παραπάνω πλαίσιο, τα μεθοδολογικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να καλύπτουν τις ακόλουθες ανάγκες:

- Δυνατότητα πλήρους μοντελοποίησης όλων των πτυχών του προβλήματος.
- Ευελιξία στην αποτύπωση των παραμέτρων, ώστε να καλύπτουν όλη τη γεωγραφική ευρύτητα του προβλήματος.
- Αξιοποίηση της υπάρχουσας εμπειρίας.
- Αποτύπωση της ασάφειας που υπεισέρχεται στο πρόβλημα, τόσο λόγω αδυναμίας ποσοτικής έκφρασης μιας σειράς παραμέτρων, όσο και λόγω έλλειψης δεδομένων.
- Αξιολόγησης και κατάταξης των εναλλακτικών λύσεων σύμφωνα με την πολυκριτηριακή φύση του προβλήματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες ανάγκες, αναγνωρίστηκε μια σειρά μεθοδολογικών εργαλείων, τα οποία μπορούν να συμβάλλουν αποτελεσματικά στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης μεθοδολογικής προσέγγισης για την υποστήριξη λήψης αποφάσεων όσον αφορά την προώθηση προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της

ζήτησης και τα οποία αναφέρονται εν συνεχεία:

- Μεθοδολογίες δεικτών.
- Έμπειρα συστήματα.
- Πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων.

Στο παραπάνω πλαίσιο, στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιείται μια διεξοδική ανασκόπηση των συγκεκριμένων μεθοδολογικών εργαλείων. Διερευνώνται τα χαρακτηριστικά τους και η καταλληλότητα εφαρμογής τους στο πρόβλημα της διδακτορικής διατριβής, ενώ παράλληλα εξετάζονται διεξοδικά οι εφαρμογές τους σε προβλήματα του ενεργειακού τομέα.

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. Τα παραπάνω παρουσιάζονται, ανά ενότητα, στα συμπεράσματα που παρατίθενται στο τέλος του κεφαλαίου.

3.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

3.2.1 Εισαγωγή

Όπως επισημαίνεται από τους Kuik et al. [1], οι δείκτες αποτελούν συνιστώσες ή διαδικασίες συστημάτων που βρίσκουν εφαρμογή στη καθημερινότητα, και κατά συνέπεια προσδιορίζονται ως μοντέλα, με όλες τις δυνατότητες και περιορισμούς που αυτά αντιμετωπίζουν.

Σύμφωνα δε με τη Linster [2], ως δείκτης ορίζεται μια παράμετρος ή μια τιμή, που προκύπτει από άλλες παραμέτρους και παρέχει πληροφορίες ή περιγράφει μια κατάσταση με τρόπο που εκτείνεται πέρα από την άμεσα συσχετιζόμενη τιμή της παραμέτρου.

Οι ενσωματωμένες στους δείκτες πληροφορίες χρησιμοποιούνται στην υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων κατά κόρον. Οι αντιπροσωπευτικοί δείκτες χαρακτηρίζονται όχι μόνο από την πιστή απεικόνιση ενός πολύπλοκου συστήματος, αλλά και από την απλότητά τους, ενώ οι αριθμητικές τιμές των δεικτών έχουν ιδιαίτερο νόημα για τους αποφασίζοντες, ένα νόημα που ορισμένες φορές εκτείνεται πέρα από την ίδια την αριθμητική τιμή αυτή καθαυτή, καθώς μπορεί να επιτρέπει την εξαγωγή γενικότερων συμπερασμάτων.

Τα δυο βασικά λειτουργικά σημεία των δεικτών όπως διατυπώνονται στην ορολογία του OECD [3] περιγράφονται ως εξής:

- Μειώνουν τον αριθμό των απαιτούμενων μετρήσεων και παραμέτρων για την ακριβή απεικόνιση μιας κατάστασης. Κατά συνέπεια, το πλήθος μιας ομάδας δεικτών και το επίπεδο λεπτομέρειας που εμπεριέχουν πρέπει να είναι περιορισμένο, καθώς η χρήση ενός μεγάλου αριθμού δεικτών τείνει να θολώνει την εποπτεία που οφείλουν να παρέχουν.
- Απλοποιούν τη διαδικασία με την οποία τα αποτελέσματα των μετρήσεων κοινοποιούνται στον χρήστη. Λόγω αυτής της απλοποίησης και της προσαρμογής στις ανάγκες του χρήστη, οι δείκτες πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ένα μέτρο έκφρασης της βέλτιστης διαθέσιμης γνώσης.

Η χρήση των δεικτών είναι δημοφιλής σε πολλούς τομείς, μεταξύ των οποίων οι οικονομικοί δείκτες, οι δείκτες φτώχειας, υγείας, και οι περιβαλλοντικοί και ενεργειακοί δείκτες. Όσον αφορά στους ενεργειακούς δείκτες, περιγράφουν τη σχέση μεταξύ της χρήσης της ενέργειας και της ανθρώπινης δραστηριότητας και μπορούν να παρουσιάσουν τις επιδράσεις των οικονομικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων της αγοράς ενέργειας. Οι ενεργειακοί δείκτες χρησιμοποιούνται συνήθως για το συσχετισμό της ενέργειας (ή των εκπομπών άνθρακα), με κάθε δραστηριότητα ή τελική χρήση σαν μια μονάδα μέτρησης αυτής της δραστηριότητας. Σύμφωνα με τον Patterson [4], οι ενεργειακοί δείκτες μπορούν συνήθως να αποκαλύψουν σημαντικές πληροφορίες και χαρακτηριστικά της

αγοράς ενέργειας, ακόμα και όταν δεν είναι διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία, και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από τους υπεύθυνους χάραξης της ενεργειακής πολιτικής.

Όπως τονίζεται δε από τους Vera et al. [5], οι ενεργειακοί δείκτες δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως στατιστικά δεδομένα ενέργειας, καθώς εκτείνονται πέρα από αυτά για να παράσχουν βαθύτερη κατανόηση των αιτιολογικών συσχετισμών και της δυναμικής των ενεργειακών –περιβαλλοντικών –οικονομικών δεσμών και για να φωτίσουν τις μεταξύ τους σχέσεις, που μπορεί να μην είναι ευδιάκριτες από τη χρήση απλών στατιστικών δεδομένων. Αντιμετωπιζόμενοι ως σύνολο, οι ενεργειακοί δείκτες μπορούν να απεικονίσουν το συνολικό σύστημα ενέργειας και τις μακροπρόθεσμες συνέπειες του τωρινού σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων.

3.2.2 Κατηγορίες Δεικτών

Οι ενεργειακοί δείκτες διακρίνονται για τη δυνατότητα απεικόνισης του ρόλου της ενέργειας σε όλες τις διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης ως ακολούθως [5]:

- Δείκτες κοινωνικής διάστασης: Υπάρχουν σημαντικά κοινωνικά ζητήματα που συνδέονται με την ενεργειακή χρήση, συμπεριλαμβανομένης της φτώχειας, της ποιότητας ζωής, της εκπαίδευσης και της υγείας. Η κοινωνική διάσταση της ενεργειακής βιώσιμης ανάπτυξης απεικονίζει την ανάγκη των ανθρώπων σε όλο τον κόσμο να έχουν πρόσβαση στις βασικές ενεργειακές υπηρεσίες μέσω της εμπορίας ενέργειας σε προσιτές τιμές. Δύο θέματα εξετάζονται κατά την κοινωνική διάσταση, η δικαιοσύνη και η υγεία. Η κοινωνική δικαιοσύνη είναι μια από τις κύριες αξίες της βιώσιμης ανάπτυξης και περιλαμβάνει το βαθμό δικαιοσύνης με τον οποίο διανέμονται οι ενεργειακοί πόροι, γίνονται προσιτά τα ενεργειακά συστήματα, και διατυπώνονται τα σχέδια τιμολόγησης ώστε να εξασφαλιστεί τόσο η δυνατότητα πρόσβασης, όσο και η δυνατότητα προσέγγισης. Η έλλειψη ή η περιορισμένη πρόσβαση (δυνατότητα πρόσβασης) στις ενεργειακές υπηρεσίες περιθωριοποιεί τους φτωχούς ανθρώπους και περιορίζει τη δυνατότητά τους να βελτιώσουν τις συνθήκες διαβίωσής τους. Το περιορισμένο εισόδημα (δυνατότητα προσέγγισης) μπορεί να αναγκάσει τους πολίτες να χρησιμοποιήσουν συμβατικά καύσιμα και μη αποδοτικές τεχνολογίες.
- Δείκτες οικονομικής διάστασης: Η διαθεσιμότητα και η αξιοπιστία των ενεργειακών υπηρεσιών είναι αναπόφευκτη για την εξασφάλιση της οικονομικής ανάπτυξης. Όλοι οι τομείς της οικονομίας εξαρτώνται από την ασφάλεια και τις επαρκείς ενεργειακές υπηρεσίες. Η διαθεσιμότητα εργασίας, η βιομηχανική παραγωγικότητα, η αστική και η αγροτική ανάπτυξη και όλες οι σημαντικές οικονομικές δραστηριότητες επηρεάζονται έντονα από την ενεργειακή παραγωγή. Οι ενεργειακοί δείκτες στην οικονομική διάσταση εξετάζουν κυρίως δύο θεματικές περιοχές, την αποδοτικότητα παραγωγής και τελικής χρήσης και την ασφάλεια εφοδιασμού. Η ενεργειακή αποδοτικότητα τελικής χρήσης και η ενεργειακή ένταση είναι σημαντικά ζητήματα που έχουν επιπτώσεις στα ενεργειακά συστήματα. Με τη μείωση των ποσοτήτων ενέργειας που καταναλώνονται χωρίς να επηρεάζεται η κοινωνικοοικονομική

ανάπτυξη, η βελτίωση στην ενεργειακή αποδοτικότητα σηματοδοτεί την πρόοδο στη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς οι επενδύσεις στην ενεργειακή υποδομή και οι δαπάνες καυσίμων μπορούν να μειωθούν, όπως επίσης και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι βελτιώσεις στην ενεργειακή αποδοτικότητα μπορούν να επιτευχθούν με αλλαγές στις ενεργειακές τεχνολογίες και διαδικασίες. Η βελτίωση της ενεργειακής έντασης πραγματοποιείται με την υψηλότερη ενεργειακή αποδοτικότητα και με αλλαγές στις οικονομικές δομές, στα καύσιμα και στην καταναλωτική συμπεριφορά.

- Δείκτες περιβαλλοντικής διάστασης: Η παραγωγή, η μεταφορά και η χρήση ενέργειας οδηγεί σε σημαντικές ανθρωπογενείς πιέσεις στο περιβάλλον. Πολλές από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις ενεργειακές δραστηριότητες είναι μακροπρόθεσμες. Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις από την ενεργειακή χρήση μπορούν να εμφανιστούν σε όλα τα επίπεδα όπως οικιακό, εργασιακό και στην κοινωνία γενικότερα. Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις των ενεργειακών δραστηριοτήτων ποικίλλουν ανάλογα με το πώς παράγεται και χρησιμοποιείται η ενέργεια, από το μίγμα καυσίμων, από τη δομή του ενεργειακού συστήματος και τους τρόπους τιμολόγησης. Οι ενεργειακοί δείκτες της περιβαλλοντικής διάστασης αντιμετωπίζουν τα θέματα των σχετικών με την ενέργεια επιδράσεων στην ατμόσφαιρα, τους υδάτινους πόρους και το έδαφος.

Μια εναλλακτική κατηγοριοποίηση των δεικτών, σύμφωνα με τη δομή τους, όπως παρουσιάστηκε από τους Schipper et al. [6] στο πλαίσιο της συνολικής έρευνας του ΙΕΑ στο θέμα αυτό, παρουσιάζεται ακολούθως:

- Δείκτες εντάσεως (intensity indicators). Συνδέουν τη χρήση της ενέργειας με το μέτρο της δραστηριότητας σε αντίστοιχες κατηγορίες επιπέδων ανάλυσης. Κατά συνέπεια, χρησιμοποιούνται συνήθως ως μέτρο της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Περιγραφικοί δείκτες (Descriptive indicators). Είναι οι πλέον συνήθεις δείκτες που συναντώνται. Χαρακτηρίζουν πληροφορίες όπως είναι το ποσοστό της ενέργειας ανά καύσιμο ή κύριο τομέα.
- Βασικοί κανονικοποιημένοι δείκτες (Basic normalized indicators). Επίσης αρκετά κοινός δείκτης, καθώς προκύπτουν από ευρύτατα διαθέσιμα δεδομένα. Συσχετίζουν την ενεργειακή χρήση ανά τομέα με τον πληθυσμό ή το ΑΕΠ.
- Συγκριτικοί δείκτες (Comparative indicators). Στοχεύουν στην απεικόνιση συγκρίσιμων χαρακτηριστικών διαφορετικών χωρών, κάνοντας χρήση κατάλληλων κανονικοποιήσεων.
- Διαρθρωτικοί δείκτες (Structural indicators). Αντικατοπτρίζουν την κατανομή των οικονομικών ή άλλων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων σε διάφορες κλίμακες ή μορφές απόδοσης.
- Δείκτες αποσύνθεσης (Decomposition indicators). Απεικονίζουν τη σχέση μεταξύ των διαφόρων επιμέρους χρήσεων της ενέργειας (ή των καυσαερίων) και του τρόπου με τον οποίο επηρεάζουν τις συνολικές εκπομπές.

- Αιτιολογικοί δείκτες (Causal indicators). Υποδηλώνουν το είδος του θεμελιώδους παράγοντα (οικονομικός, γεωγραφικός, ή δημογραφικός) που επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό τις χρήσεις της ενέργειας.
- Δείκτες επιπτώσεων (Consequential indicators). Χρησιμοποιούνται για τη συσχέτιση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της ενεργειακής χρήσης με την επακόλουθη μόλυνση του περιβάλλοντος ή οποιαδήποτε άλλη διατάραξη του οικοσυστήματος.
- Φυσικοί δείκτες (Physical indicators). Απεικονίζουν τη μεταβολή της αποδοτικότητας και των ενεργειακών απαιτήσεων.

3.2.3 Ανασκόπηση Μεθοδολογικών Πλαισίων Ενεργειακών Δεικτών

Η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας αναδεικνύει μια σειρά από προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί τις τελευταίες δεκαετίες για την ανάπτυξη μεθοδολογικών πλαισίων ενεργειακών δεικτών που άπτονται του προβλήματος της προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας, και δη των ΠΔΖ. Οι κυριότερες εξ' αυτών των προσπαθειών εντοπίζονται στο πλαίσιο λειτουργίας οργανισμών και επιτροπών ευρείας εμβέλειας, συνήθως διεθνούς, όπως είναι:

- Επιτροπή Ενέργειας Καλιφόρνιας (California Energy Commission – CEC) και Επιτροπή Παραγωγών Ενέργειας Καλιφόρνιας (California Public Utilities Commission – CPUC).
- Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (International Energy Agency – IEA).
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (European Commission – EC).
- Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Organisation for Economic Development and Cooperation – OECD).
- Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (International Atomic Energy Agency – IAEA).
- Ηνωμένα Έθνη (United Nations-UN).

3.2.3.1 Επιτροπή Ενέργειας και Επιτροπή Παραγωγών Ενέργειας Καλιφόρνιας

Οι παραγωγοί ενέργειας στην Καλιφόρνια έχουν χρησιμοποιήσει διάφορα πλαίσια για την ανάλυση της οικονομικής αποδοτικότητας των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης [7]. Στα τέλη της δεκαετίας του '70, η Επιτροπή Παραγωγών Ενέργειας Καλιφόρνιας (CPUC) υλοποίησε μια στρατηγική ελαχίστου κόστους, όπου οι μειώσεις στην τελική χρήση ενέργειας αντιπαραβάλλονταν με την προσθήκη νέων μονάδων παραγωγής.

Το Εγχειρίδιο Πρότυπων Πρακτικών [8] δημοσιεύτηκε το 1983 από τη CPUC και τη CEC, παρέχοντας αρκετές μεθοδολογίες για τη διεξαγωγή ανάλυσης κόστους οφέλους για ΠΔΖ που διεξάγονταν από παραγωγούς ενέργειας. Πριν την υλοποίηση της συγκεκριμένης προσπάθειας, δεν υπήρχαν τυποποιημένες μεθοδολογίες για την αξιολόγηση τέτοιου είδους προγραμμάτων. Αναθεωρημένες εκδόσεις του εγχειριδίου δημοσιεύτηκαν το 1987 [9] και το 2001 [10], έπειτα από

σχόλια και αλλαγές που προήλθαν μέσα από δημόσιες θεματικές ημερίδες και διαβουλεύσεις με τους εμπλεκόμενους.

Το συγκεκριμένο εγχειρίδιο εισαγάγει μια σειρά από ελέγχους για την οικονομική αποδοτικότητα αυτών των προγραμμάτων, χρησιμοποιώντας οικονομικούς δείκτες. Κοινό σημείο των ελέγχων αυτών είναι η αποτύπωση όλων των οφελών με αυστηρά οικονομικούς όρους. Πιο συγκεκριμένα, οι προτεινόμενοι 5 έλεγχοι αφορούσαν:

- Έλεγχος επίπτωσης στους φορολογούμενους, σε μια προσπάθεια υπολογισμού του πρόσθετου οικονομικού βάρους στους λογαριασμούς των πελατών των εταιρειών ή τους πρόσθετους φόρους, χρησιμοποιώντας δείκτες όπως η ΚΠΑ, η επίπτωση στα έσοδα ανά μονάδα εξοικονομούμενης ενέργειας ή ισχύος και ο λόγος κόστους οφέλους.
- Κόστος παραγωγών ενέργειας, με στόχο τον προσδιορισμό του διαχειριστικού κόστους υλοποίησης των συγκεκριμένων προγραμμάτων, χρησιμοποιώντας δείκτες όπως η ΚΠΑ και ο λόγος κόστους οφέλους.
- Έλεγχος συμμετεχόντων, δίνοντας έμφαση στη μέτρηση των ποσοτικοποιημένων πλεονεκτημάτων και εξόδων για το χρήστη, που απορρέουν από τη συμμετοχή του στο πρόγραμμα. Γινόταν χρήση δεικτών όπως η ΚΠΑ, ο λόγος κόστους οφέλους και η ΕΠΑ.
- Συνολικό κόστος πόρων. Συμπεριλαμβάνει τόσο τα κόστη των συμμετεχόντων, όσο και τα διαχειριστικά κόστη των παραγωγών ενέργειας. Ο έλεγχος πραγματοποιείται με βάση την ΚΠΑ και το λόγο κόστους οφέλους.
- Κοινωνικός έλεγχος. Ουσιαστικά σχετίζεται με το κόστος των εξωτερικότητων.

Η εισαγωγή της έννοιας της απελευθέρωσης των αγορών ενέργειας, κατέστησε τα παραπάνω εργαλεία παρωχημένα, καθώς δε μπορούσαν να απεικονίσουν μια σειρά από παραμέτρους και οφέλη με οικονομετρικούς όρους. Η ανανεωμένη μεθοδολογία της Επιτροπής Ενέργειας και Παραγωγών της Καλιφόρνιας [10] προσπάθησε να αντιμετωπίσει τα ζητήματα αυτά αποσπασματικά.

3.2.3.2 Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας

Ο IEA δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια της πρώτης πετρελαϊκής κρίσης (1973-1974), με στόχο την παροχή συμβουλών ενεργειακής πολιτικής στα 28 κράτη μέλη.

Το 1993 πραγματοποιείται η εκκίνηση του Προγράμματος Διαχείρισης της Ζήτησης (IEA-DSM), το οποίο επικεντρώνεται στην ανάπτυξη δεικτών που χαρακτηρίζουν τη συλλεγόμενη πληροφορία που προέρχεται από συνεργαζόμενα κράτη της Ευρώπης, της Ασίας και της Βορείου Αμερικής σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα και τα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης.

Στα 16 χρόνια που μεσολάβησαν από την έναρξη του συγκεκριμένου προγράμματος, έχουν καταβληθεί πολλές προσπάθειες για τη μελέτη των χαρακτηριστικών των προγραμμάτων αυτών, οι σημαντικότερες εκ των οποίων αναφέρονται ακολούθως.

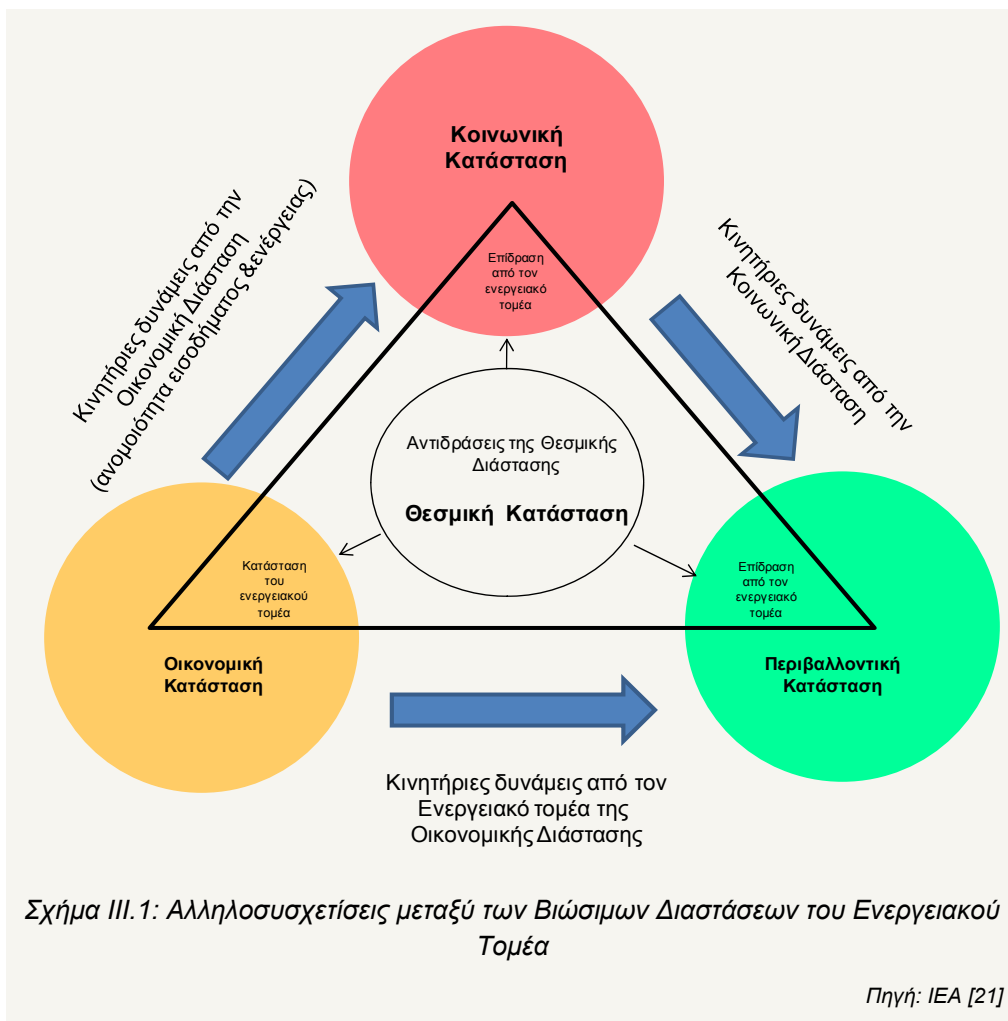
Οι προσπάθειες του Vreuls [11] επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη μιας σειράς

δεικτών για την αξιολόγηση μέτρων πολιτικής με στόχο την προώθηση των ΠΔΖ, υιοθετώντας μεθοδολογία bottom-up. Οι δείκτες αυτοί προσπαθούν να απεικονίσουν την πολύπλευρη επίδραση των προγραμμάτων και σε άλλες πτυχές της βιώσιμης ανάπτυξης πλην της οικονομικής, όπως το περιβάλλον και η κοινωνία, χρησιμοποιώντας μη οικονομικούς δείκτες, όπως η αύξηση της ενημερότητας του κόσμου, η μείωση των εκπομπών κλπ. Η προσπάθεια αυτή ολοκληρώθηκε σε μετέπειτα στάδιο με τη συλλογή δεδομένων αναφορικά με τους σε χρήση πολιτικούς μηχανισμούς προώθησης για μια σειρά χωρών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα [12].

Στο πλαίσιο του ίδιου προγράμματος πραγματοποιήθηκε η μεθοδική συλλογή δεδομένων σχετιζόμενων με τα χαρακτηριστικά των ΠΔΖ, όπως το κόστος, η επιτυχανόμενη μείωση εκπομπών κλπ, και η ανάπτυξη της βάσης δεδομένων INDEEP [13 - 15].

Επιπρόσθετα, μια σειρά ακόμα μελετών που αναπτύχθηκε υπό την αιγίδα του προγράμματος IEA-DSM, και σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των ΠΔΖ στο πλαίσιο της απελευθερωμένης αγοράς ενέργειας, όπως αυτά εκφράζονται ενίοτε με τη μορφή ενεργειακών δεικτών, περιλαμβάνει τη δουλειά των Hebb et al. [16], Vreuls et al. [17], Heffner [18], Vine [19] και Crossley [20].

Πέραν όμως των προαναφερθεισών δράσεων στο πλαίσιο του προγράμματος IEA-DSM, ο IEA έχει να επιδείξει αξιοσημείωτη προσπάθεια στην ανάπτυξη ενεργειακών δεικτών. Μια από τις πλέον πρόσφατες, με ιδιαίτερη σημασία για τον ενεργειακό τομέα αποτελεί το Πρόγραμμα Δεικτών για τη Βιώσιμη Ενεργειακή Ανάπτυξη [21]. Στόχο του προγράμματος αυτού αποτελεί η ανάπτυξη ενός νέου μοντέλου, εξειδικευμένου για τον ενεργειακό τομέα, το οποίο θα αναπτύσσει και κατηγοριοποιεί δείκτες για τη βιώσιμη ενεργειακή ανάπτυξη, με τρόπο παρεμφερή των περιβαλλοντικών μοντέλων που χρησιμοποιεί ο IEA, η EC, και ο OECD. Το νέο μοντέλο βασίζεται στην προσέγγιση Αίτιο-Σύμπτωμα-Λύση (Cause, Symptom, Solution), σε συμφωνία με τις αρχές της προσέγγισης Κινητήρια Δύναμη-Κατάσταση-Ανταπόκριση (Driving Force – State – Response - DSR) και ενσωματώνει και τις τρεις διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης, καθώς και θεσμικές θεωρήσεις. Σύμφωνα με τις αρχές του μοντέλου αυτού, το οποίο παρουσιάζεται στο Σχήμα III.1, αναπτύχθηκε ένα σύνολο 41 δεικτών.



Άλλες πρωτοβουλίες και συνεργασίες του ΙΕΑ για την ανάπτυξη σχετιζόμενων με το θέμα δεικτών περιλαμβάνουν μια σειρά συνεργασιών με άλλα τμήματα του OECD, οι οποίες και παρουσιάζονται στην αντίστοιχη ενότητα, καθώς και την ανάπτυξη μιας σειράς ενεργειακών δεικτών που υποστηρίζουν τη λήψη ενημερωμένων πολιτικών αποφάσεων [22-25]. Οι χρονοσειρές των δεικτών αυτών, οι οποίοι περιλαμβάνονται σε μια βάση ενεργειακών δεικτών για την πλειοψηφία των κρατών μελών του ΙΕΑ, επιτρέπουν στους αναλυτές να εξάγουν συμπεράσματα σχετικά με το πώς τεχνικοί και οικονομικοί παράμετροι, όπως είναι ενδεικτικά το ΑΕΠ, οι ενεργειακές τιμές, οι δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης και οι νέες τεχνολογίες διαμορφώνουν την ενεργειακή ζήτηση και τους αέριους ρύπους στην πάροδο του χρόνου, ή από χώρα σε χώρα. Όπως δε τονίζεται και από τον Taylor [26], η ανάλυση των συγκεκριμένων δεικτών καταδεικνύει τη σημασία της βελτιωμένης ενεργειακής αποδοτικότητας, ως μέσο μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης.

Ένας σημαντικός στόχος της δουλειάς του ΙΕΑ πάνω στους δείκτες είναι να βελτιώσει τη διαφάνεια και την ποιότητα των ενεργειακών δεδομένων, κατεύθυνση προς την οποία κινείται μέσω της συνεργασίας με τα κράτη μέλη και την Ευρωπαϊκή Κοινότητα, ώστε να διασφαλιστεί η επίσημη και συνεπής συλλογή

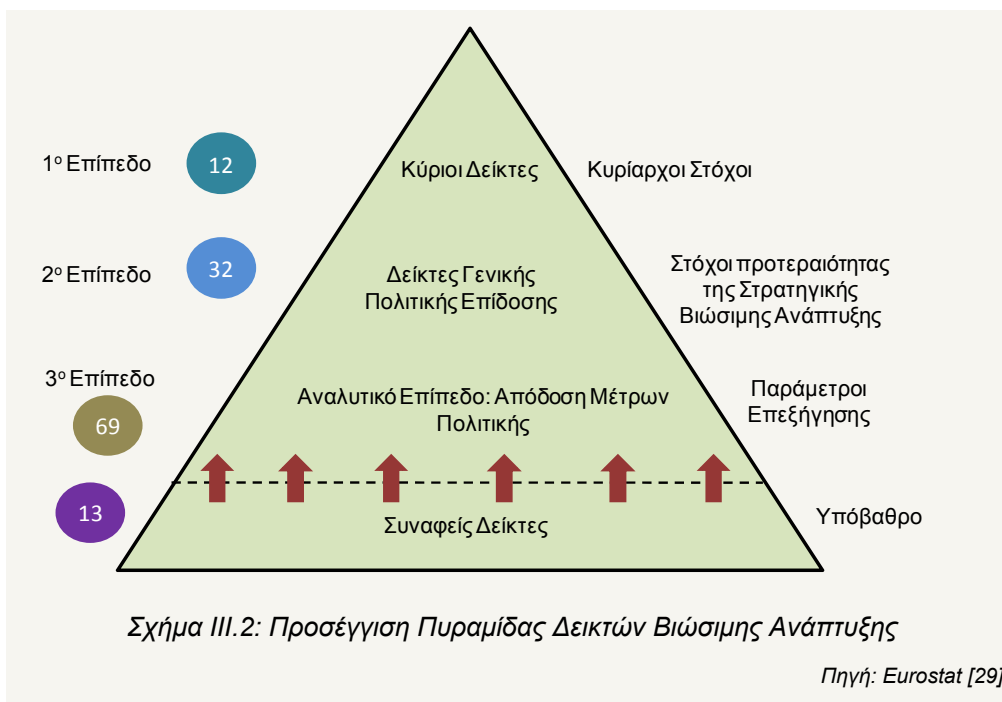
δεδομένων.

3.2.3.3 Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕC) δραστηριοποιείται στην παραγωγή δεικτών που μπορούν να υποστηρίξουν τη διαδικασία προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας και των ΠΔΖ, μέσω της Eurostat, του European Environment Agency (ΕΕΑ) και μιας σειράς ερευνητικών προγραμμάτων που χρηματοδοτήθηκαν από την Επιτροπή.

Όσον αφορά τις δραστηριότητες της Eurostat, διερευνήθηκαν οι ακόλουθες προσπάθειες ανάπτυξης δεικτών, που έχουν πραγματοποιηθεί σε ένα ευρύ πλαίσιο δράσεων (προγράμματα, έκδοση στατιστικών δεδομένων, επιφορτισμένες ομάδες εργασίας κλπ):

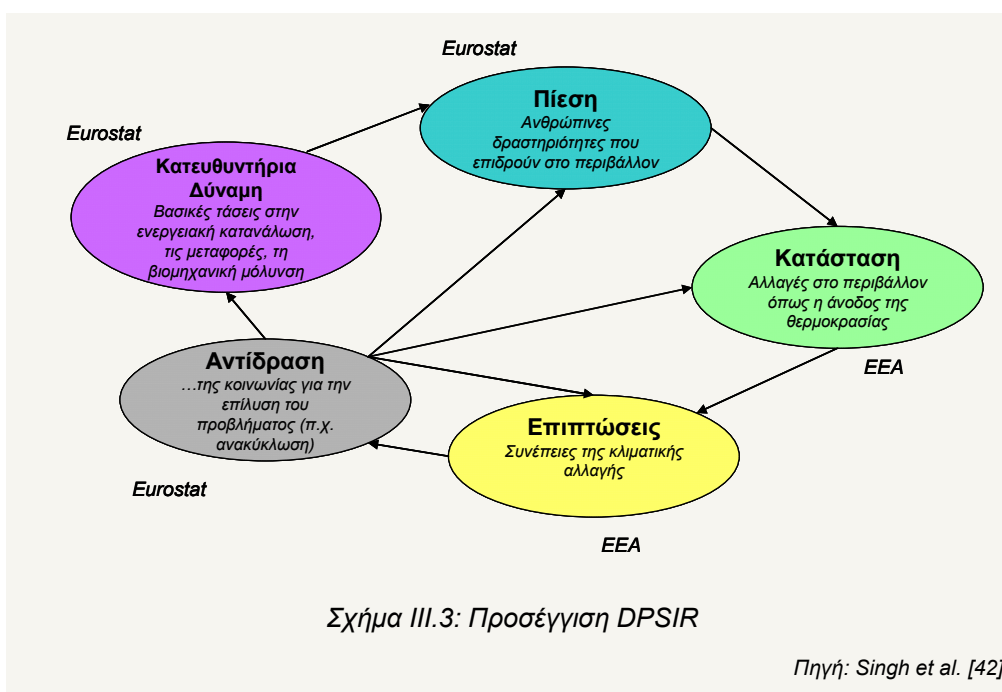
- Τον Ιούνιο του 2001 στο Gothenburg, η Στατιστική Επιτροπή Προγραμμάτων, με προεδρεύοντα τη Eurostat, όρισε μια ομάδα έργου, επιφορτισμένη με το καθήκον να αναπτύξει κατάλληλους δείκτες βιώσιμης ανάπτυξης [27]. Οι πρώτες προσπάθειες είχαν σαν αποτέλεσμα μια λίστα 155 δεικτών, που επικυρώθηκαν το 2005, εκ των οποίων 98 αποτέλεσαν τη βάση παρακολούθησης της προόδου των χωρών προς τη βιώσιμη ανάπτυξη για εκείνο το έτος. Σύμφωνα με την πλέον πρόσφατη έκθεση “Measuring progress towards a more sustainable Europe” του 2007 [28], οι δείκτες για την παρακολούθηση της συνολικής προόδου προς τη βιώσιμη ανάπτυξη ανέρχονται σε 126, εκ των οποίων 12 σχετίζονται με τον ενεργειακό τομέα και την κλιματική αλλαγή, ενώ άλλοι 15 με την οικονομική ευημερία. Μια σχηματική απεικόνιση της προσέγγισης πυραμίδας που υιοθετήθηκε για την ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεικτών, παρουσιάζεται στο Σχήμα III.2.



- Οι εκδόσεις “Energy – Yearly Statistics” με τα ενεργειακά ισοζύγια των κρατών μελών, δημοσιεύονται σε ετήσια βάση, περιλαμβάνοντας συσχετιζόμενους ενεργειακούς δείκτες, όπως η ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα και ανά καύσιμο [30]. Οι εκδόσεις αυτές βασίζονται στην ετήσια κατάρτιση σε ηλεκτρονική έκδοση του ενεργειακού ισοζυγίου για τις χώρες μέλη της ΕΕ [31]. Για την επίτευξη κοινής μεθοδολογικής προσέγγισης για τη συλλογή των ενεργειακών δεδομένων, η Eurostat συνεργάστηκε με τον ΙΕΑ/ΟΕCD και τη UNECE, για την ανάπτυξη κοινών ερωτηματολογίων συλλογής δεδομένων.
- Οι εκδόσεις “Energy, Transport and Environment Indicators”, της σειράς “Eurostat Pocketbooks”, στο πλαίσιο των οποίων εκτός από τους ενεργειακούς δείκτες δημοσιεύονται και δεδομένα περιβαλλοντικών δεικτών για επιλεγμένα έτη, έτσι ώστε να είναι εμφανής η εξέλιξη της πορείας ανάπτυξης στο συγκεκριμένο τομέα [32].
- Η βάση δεδομένων New Cronos, η οποία περιέχει χρονοσειρές μακροοικονομικών και κοινωνικών στατιστικών δεδομένων από το 1960 για μια σειρά θεματικών περιοχών, εκ των οποίων άπτονται του θεματικού ενδιαφέροντος της διατριβής δεδομένα για το περιβάλλον και την ενέργεια, την οικονομία και την Ε&Α. Η γεωγραφική κάλυψη της συγκεκριμένης βάσης δεδομένων περιλαμβάνει εκτός από την ΕΕ-25, χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, καθώς και τις ΗΠΑ και την Ιαπωνία [33].
- Οι δείκτες του Laeken [34] είναι ένα κοινό στατιστικό ευρωπαϊκό εργαλείο για την απεικόνιση της φτώχειας και του κοινωνικού αποκλεισμού, το οποίο δημιουργήθηκε από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, το Δεκέμβριο του 2001 στο Laeken του Βελγίου. Περιλαμβάνει ένα σύνολο 18 δεικτών, σύμφωνα με τους οποίους μπορεί να γίνει εκτίμηση της κοινωνικής κατάστασης μιας χώρας. Συνδέεται με τα ΠΔΖ, καθώς μπορεί να παράσχει δεδομένα για το μορφωτικό επίπεδο που επικρατεί σε μια χώρα, και το οποίο σχετίζεται άμεσα με τη δυνατότητα προώθησης των συγκεκριμένων προγραμμάτων [35].
- Οι στοχευμένες εκδόσεις “Data in focus” στον ενεργειακό τομέα, περιλαμβάνουν δεδομένα δεικτών σχετιζόμενων με την απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας [36] και φυσικού αερίου [37], όπως το μερίδιο αγοράς του μεγαλύτερου παραγωγού, το πλήθος των εμπλεκόμενων παραγωγών σε κάθε χώρα, το πλήθος των παραγωγών με μερίδιο αγοράς τουλάχιστον 5%, κ.ά.
- Οι δείκτες Purchasing Power Parity (PPP) [38], μολονότι αποτελούν οικονομικό δείκτη συνδέονται άμεσα με τους δείκτες ενεργειακού ενδιαφέροντος που ενέχουν την οικονομική διάσταση, καθώς επιτρέπουν την εξομάλυνση της διαφοράς συναλλάγματος μεταξύ διαφόρων χωρών. Ουσιαστικά καταδεικνύουν πόσες χρηματικές μονάδες κοστίζει μια συγκεκριμένη υπηρεσία ή αγαθό σε διαφορετικές χώρες. Χρησιμοποιούνται για την επίτευξη συγκρίσεων οικονομικών δεδομένων μεταξύ διαφορετικών χωρών, όπως το ΑΕΠ, ενώ διαφοροποιούνται από την τιμή συναλλάγματος, η χρήση της οποίας θα οδηγούσε στην υπερεκτίμηση του π.χ. ΑΕΠ μιας χώρας με υψηλά επίπεδα τιμών, έναντι μιας άλλης με χαμηλότερα επίπεδα τιμών. Οι

δείκτες PPP προκύπτουν μέσα από τη συνεργασία Eurostat και OECD στο θέμα αυτό, και είναι διαθέσιμοι από την ηλεκτρονική βάση δεδομένων της Eurostat [39].

Η European Environment Agency (ΕΕΑ) αποτελεί ουσιαστικά μια υπηρεσία της ΕΕ, με στόχο την παραγωγή αξιόπιστων και ανεξάρτητων περιβαλλοντικών πληροφοριών και δεικτών. Η ΕΕΑ έχει αναπτύξει ένα σύνολο 25 περίπου δεικτών με κύρια έμφαση τα περιβαλλοντικά θέματα σε αντίθεση με τους αντίστοιχους δείκτες των IEA - Eurostat που καλύπτουν όλο το φάσμα του ενεργειακού τομέα [40], εφαρμόζοντας το μοντέλο Κατευθυντήρια Δύναμη – Πίεση – Κατάσταση-Επίπτωση-Ανταπόκριση (Driving Force – Pressure – State – Impact – Response - DPSIR). Το συγκεκριμένο μοντέλο αναπτύχθηκε από την ΕΕΑ σε συνεργασία με τη Eurostat και αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα μεθοδολογικά πλαίσια δεικτών, καθώς παρέχει ένα συνολικό μηχανισμό για την ανάλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Βασίζεται στο μοντέλο Πίεση – Κατάσταση-Ανταπόκριση (Pressure – State – Response - PSR) που προτάθηκε από τον OECD [41]. Το Σχήμα III.3 παρουσιάζει τη μεθοδολογική προσέγγιση DPSIR.



Όσον αφορά τα ερευνητικά προγράμματα που υλοποιήθηκαν υπό την αιγίδα της EC, και πιο συγκεκριμένα στο πλαίσιο του προγράμματος SAVE, και συνέβαλλαν σημαντικά στην παραγωγή δεικτών που μπορούν να αξιοποιηθούν στην προώθηση των ΠΔΖ, ξεχωρίζουν οι ακόλουθες προσπάθειες.

- Στο πλαίσιο του προγράμματος ODYSSEE πραγματοποιήθηκε η συλλογή στατιστικών δεδομένων και η παραγωγή των συσχετιζόμενων δεικτών, που αγγίζουν αριθμητικά τους 180, για θέματα που άπτονται της αξιολόγησης της ενεργειακής αποδοτικότητας και των αερίων ρύπων σε μακροσκοπικό επίπεδο τομέων, όπως είναι η κανονικοποιημένη ως προς το ΑΕΠ ενεργειακή ένταση, η ειδική ενεργειακή κατανάλωση ανά επιβατοχιλιόμετρο και δείκτες οικιακού

τομέα. Η διαδικτυακή βάση που συγκεντρώνει αυτά τα δεδομένα αναπτύχθηκε σταδιακά την τελευταία δεκαπενταετία και πλέον καλύπτει 29 χώρες (ΕΕ-27, Νορβηγία και Κροατία) [43, 44].

- Την περίοδο 1997-2001, πραγματοποιήθηκαν δύο προγράμματα SAVE με συντονιστή το SRC International, τα οποία επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη μεθοδολογιών για την αξιολόγηση ΠΔΖ και υπηρεσιών βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας, και μελέτη της επίδρασής τους στην κοινωνία. Στο πλαίσιο αυτής της ερευνητικής προσπάθειας εισήχθη για πρώτη φορά στην απεικόνιση των αποτελεσμάτων των ΠΔΖ, η ευρεία χρήση ενεργειακών και περιβαλλοντικών δεικτών, μη εκφρασμένων σε οικονομικούς όρους, σα μια πρόσθετη υποστήριξη προς τον αποφασίζοντα. Τέτοιοι δείκτες προσπαθούν μεταξύ άλλων να αποτυπώσουν τη διεύθυνση μιας τεχνολογίας στην αγορά, τις επιτυγχανόμενες μειώσεις καταναλισκόμενης ενέργειας, ισχύος και παραγόμενων αερίων ρύπων κλπ, και περιλαμβάνουν ενδεικτικά το ποσοστό % διεύθυνσης του τεχνολογικού προϊόντος στην αγορά, το ποσοστό των εμπλεκόμενων εταιρειών στις πρακτικές ενεργειακής εξοικονόμησης, την επίτευξη ενεργειακής εξοικονόμησης και εξοικονόμησης ισχύος, την ποιοτική μείωση των αερίων ρύπων κλπ. Οι δείκτες αυτοί στόχευαν στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των ΠΔΖ, τα οποία είναι αναγκαίο να μετρώνται κατά την υλοποίησή τους, ώστε να είναι δυνατή η εξαγωγή συμπερασμάτων για την παρακολούθηση της πορείας τους και τη μετέπειτα αξιολόγηση της επιτυχίας τους. Παρόλα ταύτα, η προτεινόμενη αξιολόγηση διεξαγόταν κατά κύρια βάση σύμφωνα με τις αρχές της μεθοδολογίας της CPUC, κάνοντας χρήση του λόγου κόστους/οφέλους και της ΚΠΑ [45].

3.2.3.4 Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης

Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (OECD) έχει πραγματοποιήσει μια πρωτοποριακή εργασία στην ανάπτυξη περιβαλλοντικών δεικτών από το 1989. Οι συγκεκριμένοι δείκτες χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων για να εκφράσουν τις επιδράσεις της ενεργειακής κατανάλωσης στο περιβάλλον και την αναγκαιότητα λήψης μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως είναι τα ΠΔΖ. Η κάθε κατηγορία δεικτών, όπως περιγράφεται εν συνεχεία, ικανοποιεί διαφορετικές ανάγκες.

- Οι Βασικοί Περιβαλλοντικοί Δείκτες (Core Environmental Indicators - CEI) σχεδιάστηκαν για να υποστηρίξουν την παρακολούθηση της περιβαλλοντικής προόδου και των εμπλεκόμενων παραγόντων, ενώ χρησιμοποιούνται στην ανάλυση περιβαλλοντικών πολιτικών. Η συγκεκριμένη ομάδα δεικτών αποτελείται από περίπου 50 δείκτες, οι οποίοι ακολουθούν το μοντέλο PSR [46, 47]. Το συγκεκριμένο μοντέλο αναπτύχθηκε από τον OECD για την κατηγοριοποίηση των περιβαλλοντικών δεικτών, και είναι βασισμένο στο πρότυπο «πίεση-ανταπόκριση» (stress-response). Η μεθοδολογία αυτή δεν προσπαθεί να καθορίσει τη φύση ή να διαμορφώσει αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της κατάστασης του περιβάλλοντος αλλά προσπαθεί να εκφράσει πώς οι ανθρώπινες δραστηριότητες ασκούν πιέσεις στο περιβάλλον που μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές. Η κοινωνία τότε

αντιδρά στις αλλαγές με περιβαλλοντικές και οικονομικές πολιτικές και προγράμματα, που σκοπεύουν να αποτρέψουν ή να μειώσουν τις πιέσεις [48].

- Οι Περιβαλλοντικοί Δείκτες Κλειδιά (Key Environmental Indicators - KEI) αποτελούν μια ομάδα επιλεγμένων δεικτών των CEI και στοχεύουν στη γενικότερη ενημέρωση του κοινού, μέσω της ετήσιας έκδοσής τους [49]
- Οι Τομεακοί Δείκτες Περιβάλλοντος (Sectoral Environmental Indicators - SEI) στοχεύουν στην ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών ανησυχιών στις ακολουθούμενες πολιτικές κατευθύνσεις για κάθε τομέα. Αναπτύσσονται ως ξεχωριστές ομάδες δεικτών, κάθε μια εστιασμένη σε ένα διαφορετικό τομέα, όπως είναι η ενέργεια, η οικιακή κατανάλωση, η γεωργία κλπ. Οι δείκτες κατατάσσονται ακολουθώντας ένα προσαρμοσμένο μοντέλο PSR, το οποίο αντανakλά τις περιβαλλοντικής σημασίας τάσεις σε κάθε τομέα και τις αλληλεπιδράσεις τους με το περιβάλλον [46].
- Οι δείκτες που προκύπτουν από την περιβαλλοντική λογιστική (Indicators derived from Environmental Accounting – EAI) αποσκοπούν στην ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών προβληματισμών σε οικονομικές πολιτικές και πολιτικές διαχείρισης πόρων. Επικεντρώνονται κυρίως στην απεικόνιση περιβαλλοντικών δαπανών [46].
- Οι Περιβαλλοντικοί Δείκτες Αποσύνδεσης (Decoupling Environmental Indicators - DEI) αποτελούν μέτρο της προόδου προς τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς προσδιορίζουν το βαθμό επιρροής της οικονομικής ανάπτυξης από τις περιβαλλοντικές πιέσεις. Οι περισσότεροι εξ αυτών των δεικτών προκύπτουν από άλλες ομάδες δεικτών, διασπασμένων με τέτοιο τρόπο ώστε να αντανakλούν τις υπέρπουσες κινητήριες δυνάμεις και τις δομικές αλλαγές [46, 50].

Πέραν της ερευνητικής εργασίας του OECD στους περιβαλλοντικούς δείκτες, ο οργανισμός έθεσε τις μεθοδολογικές βάσεις για τη συλλογή στατιστικών δεδομένων E&A μέσω του ευρέως γνωστού “Frascati Manual” [51]. Ήταν μόλις τον Ιούνιο του 1963, στο Frascati της Ιταλίας, που πραγματοποιήθηκε συνάντηση του OECD με εθνικούς εμπειρογνώμονες και ειδικούς, με αποτέλεσμα την παραγωγή του συγκεκριμένου εγχειριδίου συλλογής δεδομένων E&A, το οποίο στις ανανεωμένες μορφές του συνεχίζει να χρησιμοποιείται ευρύτατα, καθώς περιέχει ευρεία ποικιλία δεικτών χαρακτηριστικών της E&A.

3.2.3.5 Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας

Η ΙΑΕΑ, σε συνεργασία με κάποια κράτη μέλη της, καθώς και διεθνείς οργανισμούς όπως η IEA και τα Ηνωμένα Έθνη, εκκίνησε το 1999 το Πρόγραμμα «Δείκτες για τη Βιώσιμη Ενεργειακή Ανάπτυξη (Indicators for Sustainable Energy Development - ISED)», το οποίο έδινε μεγάλη βαρύτητα στην ενέργεια και παρουσιάστηκε στην Επιτροπή Βιώσιμης Ανάπτυξης (Committee of Sustainable Development –CSD) των Ηνωμένων Εθνών το 2001. Υπό το φόβο ότι ο τίτλος του έργου και οι παραγόμενοι δείκτες θα συγχέονταν με τις ΑΠΕ, και θα συνδέονταν αποκλειστικά με αυτές, το πρόγραμμα μετονομάστηκε σε μετέπειτα στάδιο σε «Ενεργειακοί Δείκτες για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (Energy Indicators for Sustainable Development -

EISD)».

Στόχος του έργου ήταν αφενός η ανάπτυξη μιας ομάδας συνεπών ενεργειακών δεικτών με δυνατότητα εφαρμογής σε παγκόσμιο επίπεδο και αφετέρου η υποστήριξη των χωρών προς την ενεργειακή βιωσιμότητα, παρέχοντας τους τα κατάλληλα στατιστικά εργαλεία υπό τη μορφή ενεργειακών δεικτών. Κατά τις δυο φάσεις στις οποίες υλοποιήθηκε το έργο, πραγματοποιήθηκε αρχικά η ανάπτυξη 41 προκαταρκτικών δεικτών ενέργειας προς τη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς και το πλαίσιο ορισμού και κατηγοριοποίησής τους, ενώ στη συνέχεια έλαβε χώρα η αναθεώρηση των αρχικά ορισθέντων δεικτών και οριστικοποίηση αυτών σε 30, καθώς και η χρήση τους σε μια σειρά από εφαρμογές [40].

3.2.3.6 Ηνωμένα Έθνη

Με αφορμή τις αποφάσεις που λήφθηκαν από την CSD και την Ατζέντα 21, το Τμήμα Οικονομικών και Κοινωνικών Υποθέσεων των Ηνωμένων Εθνών (UN Department of Economic and Social Affairs- UNDESA), τμήμα του οποίου αποτελεί η CSD, επικέντρωσε τις προσπάθειές του το 1995 στην ανάπτυξη δεικτών προς τη βιώσιμη ανάπτυξη. Στην ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεικτών λήφθηκαν υπόψη όλες οι διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης, βάσει των οποίων υλοποιήθηκε η κατηγοριοποίησή τους, ακολουθώντας το μεθοδολογικό μοντέλο DSR.

Παρόλα αυτά, έπειτα από τη δοκιμαστική χρήση σε εθνικό επίπεδο των προτεινόμενων δεικτών, οι εμπειρογνώμονες της CSD υιοθέτησαν μια άλλη μεθοδολογική προσέγγιση η οποία υποστήριζε καλύτερα τους αποφασίζοντες. Το νέο μεθοδολογικό πλαίσιο χρησιμοποιεί κύριες και δευτερεύουσες θεματικές ενότητες, με την ενέργεια να αποτελεί μια εξ αυτών, ως υποενότητα με 3 δείκτες: την ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια κατά κεφαλήν, το μερίδιο των ΑΠΕ στην ενεργειακή κατανάλωση, και την ενεργειακή ένταση.

Οι εμπειρογνώμονες της CSD ανέπτυξαν τους ομώνυμους δείκτες, το σύνολο των οποίων έφτασε κάποια στιγμή να αριθμεί τους 130. Το 2001 έλαβε χώρα ο περιορισμός του πλήθους τους, όταν έγινε φανερό ότι η αποτελεσματική διαχείρισή τους είναι δύσχρηστη. Κατά συνέπεια, η έκδοση των δεικτών CSD του 2001 περιλαμβάνει ένα σύνολο 58 δεικτών, κατηγοριοποιημένων αφενός στις 4 διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης, και αφετέρου σε 15 κύριες και 38 δευτερεύουσες ενότητες.

Η τελευταία ανανέωση των CSD δεικτών πραγματοποιήθηκε το 2006, οπότε και περιορίστηκαν σε 50 βασικούς δείκτες. Μια από τις βασικότερες τροποποιήσεις που πραγματοποιήθηκε σε σχέση με το 2001, είναι ότι πλέον η κατηγοριοποίηση στις διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης δεν είναι κατηγορηματική [40, 52].

Πλέον των προαναφερθεισών προσπαθειών, το 1997 το Κέντρο Συνεργασίας των Ηνωμένων Εθνών για την Ενέργεια και το Περιβάλλον (UNEP Collaborating Centre on Energy and the Environment), εξέδωσε ένα εγχειρίδιο των βασικότερων εργαλείων και μεθόδων για την προώθηση του Ολοκληρωμένου Προγραμματισμού Πόρων (Integrated Resource Planning – IRP), στο πλαίσιο του οποίου τονίζει την ανάγκη για την ανάπτυξη κατάλληλων δεικτών που να χαρακτηρίζουν την απόδοση των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, κυρίως σε οικονομικό

επίπεδο. Στο παραπάνω πλαίσιο, το συγκεκριμένο εγχειρίδιο υιοθετεί τη μεθοδολογία της CPUC, και προτείνει δείκτες όπως η ΚΠΑ και ο δείκτης κόστους – οφέλους [53].

3.2.3.7 Ανεξάρτητες Ερευνητικές Προσπάθειες

Από την εμφάνιση των ΠΔΖ, εκτός των οργανωμένων σε πλαίσιο διεθνών οργανισμών προσπαθειών, έχει πραγματοποιηθεί και μια σειρά ακόμα σχετιζόμενων μελετών σε διεθνή κλίμακα, συνήθως από μεμονωμένους, ανεξάρτητους ερευνητές, η οποία χρήζει αναφοράς ακολούθως.

- Οι Afgan et al. [54] χρησιμοποίησαν μια σειρά 14 συνολικά δεικτών, κατηγοριοποιημένων σε κάθε μια διάσταση της βιώσιμης ανάπτυξης, για την αξιολόγηση ενός ενεργειακού συστήματος.
- Οι Bosseboeuf et al. [55] εντόπισαν την αναγκαιότητα σύνδεσης δεικτών ενεργειακής αποδοτικότητας με συναφείς πολιτικές, ενώ υπογράμμισαν ότι οι ερευνητικές προσπάθειες του μέλλοντος πρέπει να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη δεικτών που να αποτυπώνουν τις επιδράσεις των ΠΔΖ.
- Οι Hirst et al. [56] πραγματοποίησαν μια από τις πρώιμες προσπάθειες ανάπτυξης ενός εγχειριδίου αξιολόγησης των ΠΔΖ. Η προσπάθεια ανάπτυξης κατάλληλων δεικτών δεν ήταν απόλυτα επιτυχής, καθώς διαπιστώθηκε έλλειψη των απαραίτητων δεδομένων μεταξύ των προγραμμάτων, λόγω μη καταγραφής τους.
- Οι Eichhammer et al. [57] ανέπτυξαν ένα πλήθος δεικτών ενεργειακής αποδοτικότητας στο βιομηχανικό τομέα, το οποίο και εφάρμοσαν για την πραγματοποίηση συγκρίσεων μεταξύ επιλεγμένων Ευρωπαϊκών χωρών.
- Ο Haas [58] παρουσίασε μια σειρά δεικτών ενεργειακής αποδοτικότητας για τον οικιακό τομέα, ακολουθώντας τη μεθοδολογική προσέγγιση της πυραμίδας και τονίζοντας ότι οι καταναλωτές, ιδίως του οικιακού τομέα, παρουσιάζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών και λιγότερο για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης αυτής καθεαυτής.
- Η CPUC ανέθεσε το 2004 σε μια ανεξάρτητη εταιρεία την περαιτέρω διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιολόγησης των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, για να προκύψουν τα ακόλουθα δύο βασικά συμπεράσματα: 1.Αναγκαιότητα υιοθέτησης κατάλληλων δεικτών απόδοσης των προγραμμάτων (πέραν των οικονομικών που χρησιμοποιούνται μέχρι πρότινος), και 2. Ανάγκη ανάπτυξης δεικτών αγοράς [59].
- Οι Atikol et al. [60] πρότειναν μια σειρά μακροσκοπικών δεικτών, οι οποίοι δύνανται να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της δυνατότητας μεταφοράς τεχνολογίας ΠΔΖ σε μια αναπτυσσόμενη χώρα. Οι συγκεκριμένοι δείκτες μολονότι αποδίδουν σε μεγάλο βαθμό την κατάσταση της χώρας, ενσωματώνουν ελλιπώς την κατάσταση της ενεργειακής αγοράς.
- Οι Levine et al. [61] χρησιμοποίησαν ποιοτικούς δείκτες για να αποτυπώσουν την ικανοποίηση του κοινού και την απόδοση των ΠΔΖ.

- Μια χρηματοδοτούμενη από τη World Bank μελέτη [62], πρότεινε εκτός από τη χρήση δεικτών αποδοτικότητας κόστους, την ανάπτυξη δεικτών που μπορούν να συνδέσουν την καταλληλότητα ή όχι ενός προγράμματος με τους στόχους της ενεργειακής εταιρείας.
- Οι Goldman et al. [63] πραγματοποίησαν μια συγκριτική αξιολόγηση των ΠΔΖ που εφαρμόζαν τέσσερις παραγωγί ηλεκτρικής ενέργειας στη Ν. Υόρκη, βασίζοντας την εκτίμησή τους σε τεχνικούς δείκτες για την απόδοση των προγραμμάτων.

3.3 ΕΜΠΕΙΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

3.3.1 Εισαγωγή

Τα έμπειρα συστήματα αποτελούν ένα εφαρμοσμένο κλάδο της τεχνητής νοημοσύνης και μια από τις πρώτες εμπορικές εφαρμογές της στα μέσα της δεκαετίας του '60. Η βασική ιδέα πίσω από την ανάπτυξή τους είναι η μεταφορά της εμπειρογνωμοσύνης από τον άνθρωπο στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να εκτελέσει λογικούς συσχετισμούς και να καταλήξει σε συγκεκριμένο συμπέρασμα [64].

Όπως επισημαίνεται και από τον Liao [65], τα έμπειρα συστήματα αποτελούν ένα ισχυρό και ευέλικτο εργαλείο για την επίτευξη λύσης σε μια σειρά προβλημάτων, τα οποία συχνά δε μπορούν να αντιμετωπιστούν με άλλες, πιο παραδοσιακές μεθόδους, ενώ όπως τονίζουν και οι Oz et al. [66], η χρήση τους βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα και την ταχύτητα λήψης αποφάσεων. Για το λόγο αυτό η ανάπτυξη και διείσδυσή τους σε πληθώρα κοινωνικών και τεχνικών τομέων έχει υπάρξει ραγδαία, ενώ οι εφαρμογές τους στην υποστήριξη αποφάσεων είναι ευρύτατες.

Ανάμεσα στα σημαντικότερα καταγεγραμμένα πλεονεκτήματα των έμπειρων συστημάτων, όπως προκύπτουν από τη μελέτη των εφαρμογών τους, περιλαμβάνονται τα ακόλουθα:

- Βελτίωση της παραγωγικότητας. Η ταχύτητα, η συνέπεια, η αξιοπιστία και η αποδοτικότητα είναι βασικές παράμετροι στη διαδικασία λήψης απόφασης. Η συμβολή των έμπειρων συστημάτων στη βελτίωση της παραγωγικότητας των εταιρειών έχει καταγραφεί σε πλήθος ερευνητικών μελετών [67-68], καθώς η χρήση τους επιτρέπει ακόμα και σε μη εξειδικευμένο προσωπικό να λαμβάνει αποφάσεις με την ακρίβεια των ειδικών.
- Διαιώνιση της γνώσης. Η διαφύλαξη της γνώσης των εμπειρογνομόνων μιας εταιρείας, ώστε να είναι διαθέσιμη ανεξάρτητα από την παραμονή τους στην οργάνωση, είναι ένα από τα προτερήματα των εργαλείων αυτών.
- Βελτιωμένες προσφερόμενες υπηρεσίες. Σύμφωνα με την Martin [69], η αξιοπιστία των έμπειρων συστημάτων συμβάλλει στη βελτίωση των προσφερόμενων υπηρεσιών. Το συγκεκριμένο εργαλείο συνδυάζει τη γνώση εμπειρογνομόνων από διαφορετικούς τομείς, με τρόπο που δε μπορεί να επιτευχθεί από τους μεμονωμένους εμπειρογνώμονες, συνεισφέροντας με αυτό τον τρόπο στη βελτίωση των παραγόμενων αγαθών.
- Οικονομικά οφέλη. Η χρήση έμπειρων συστημάτων σε επιχειρήσεις, όπως τονίζει μεταξύ άλλων η Yoon et al. [70], οδηγεί σε σημαντικά οικονομικά οφέλη, ως επακόλουθο των βελτιωμένων παρεχόμενων υπηρεσιών και της βελτιωμένης παραγωγικότητας, με μειωμένη χρήση των εμπειρογνομόνων και

κατά συνέπεια του κόστους που αυτοί επιφέρουν.

Η χρήση των έμπειρων συστημάτων συνίσταται κυρίως σε περιπτώσεις όπου [71]:

- Η επιθυμητή γνώση είναι είτε δύσκολο να αποκτηθεί, ή βασίζεται σε κανόνες, η διαμόρφωση των οποίων προκύπτει μέσα από την εμπειρία.
- Η συνεχής βελτίωση της γνώσης είναι υψίστης σημασίας, ή όταν το πλαίσιο στο οποίο υπόκειται το πρόβλημα τυγχάνει συνεχών τροποποιήσεων και αλλαγών των κανόνων λειτουργίας ή/και της νομοθεσίας.
- Οι ανθρώπινοι εμπειρογνώμονες έχουν είτε πολύ υψηλό κόστος, είτε είναι δυσεύρετοι.
- Ο χρήστης έχει περιορισμένη γνώση του αντικειμένου.

Παρά τα αναμφισβήτητα προτερήματα της χρήσης έμπειρων συστημάτων, υπάρχουν και ορισμένες παράμετροι που λειτουργούν ανασταλτικά και δυσχεραίνουν την ευρύτερη εφαρμογή τους. Μεταξύ των παραμέτρων αυτών, οι Duan et al. [72] επισημαίνουν δυσκολίες όπως:

- Απόκτηση της γνώσης. Αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα καθώς απαιτείται η αποτύπωση των γνώσεων μιας πληθώρας εμπειρογνομόνων, οι οποίοι δεν δύνανται πάντα να καθορίσουν με ακρίβεια τη διαδικασία συλλογισμού που ακολουθούν.
- Πεπερασμένα όρια της γνώσης. Η εμπειρία που αποτυπώνεται σε ένα τέτοιο σύστημα έχει κάποια πεπερασμένα όρια, πέρα από τα οποία η απόδοση των έμπειρων συστημάτων είναι πολύ χαμηλή.
- Διαθεσιμότητα. Η διαθεσιμότητα της εμπειρίας ενός τέτοιου συστήματος υπόκειται στους χρονικούς και χωρικούς περιορισμούς που επιβάλλει η χρήση ενός συγκεκριμένου πλήθους τερματικών.

Στην ακόλουθη ενότητα παρουσιάζεται η δομή ενός έμπειρου συστήματος.

3.3.2 Δομή Έμπειρων Συστημάτων

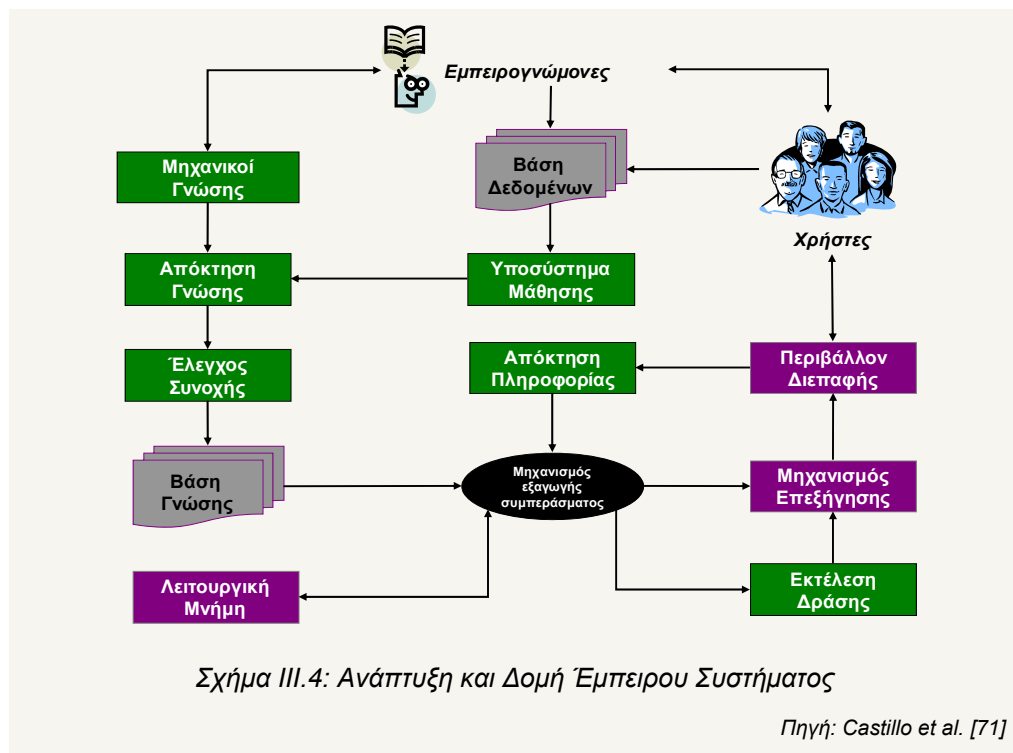
Τα βασικότερα στοιχεία της δομής ενός έμπειρου συστήματος, καθώς και η διαδικασία ανάπτυξής του, περιγράφονται στη συνέχεια και απεικονίζονται στο Σχήμα III.4 [71].

- Ο Ανθρώπινος Παράγοντας. Ένα έμπειρο σύστημα αποτελεί προϊόν συνεργασίας των εμπειρογνομόνων και των μηχανικών γνώσης, με στόχο πάντα τον τελικό χρήστη. Οι εμπειρογνώμονες παρέχουν την απαραίτητη γνώση με ένα δομημένο τρόπο, ενώ οι μηχανικοί την κωδικοποιούν σε μια γλώσσα που μπορεί να αντιληφθεί το σύστημα.
- Βάση Γνώσης. Αποτελεί το κέντρο της εμπειρογνομοσύνης του συστήματος, όπως έχει αποτυπωθεί από τον εμπειρογνώμονα και εκμαιευθεί από το μηχανικό γνώσης. Υπάρχουν κυρίως δύο είδη γνώσης, η στατική γνώση (declarative) και η δυναμική (procedural). Η στατική γνώση περιέχει διαδικασίες, κανόνες, πλαίσια που περιγράφουν το πρόβλημα και τις

γνωσιολογικές διαδικασίες επίλυσής του. Η στατική γνώση δε μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος. Η δυναμική γνώση αντίθετα, περιέχει μερικά συμπεράσματα τα οποία δημιουργούνται κατά την εκτέλεση του προγράμματος, καθώς και την τελική λύση του προβλήματος. Διαφορετικά, η δυναμική γνώση ονομάζεται και Λειτουργική Μνήμη (*working memory*). Παραδείγματος χάριν, σε ένα πρόβλημα ιατρικής διάγνωσης, ο τρόπος που οι ασθένειες και τα συμπτώματα συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζει το στατικό τμήμα της γνώσης, ενώ τα συμπτώματα ενός ασθενή αποτελούν το δυναμικό τμήμα της πληροφορίας.

- Απόκτηση Γνώσης. Επικεντρώνεται στη διαδικασία συλλογής της γνώσης που είναι απαραίτητη για την επίλυση των προβλημάτων στα οποία στοχεύει το έμπειρο σύστημα. Οι κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε χειροκίνητες, ημι-αυτόματες και αυτόματες. Οι χειρονακτικές μέθοδοι συνήθως περιλαμβάνουν τη διαδικασία των συνεντεύξεων. Οι αυτόματες μέθοδοι βασίζονται στις αρχές της επαγωγής και της μηχανικής μάθησης. Η συγκεκριμένη μονάδα ελέγχει τη ροή γνώσης από τους εμπειρογνώμονες στη βάση γνώσης. Καθορίζει την απαιτούμενη νέα γνώση, ελέγχει αν η εισερχόμενη γνώση υφίσταται ήδη, και αν είναι απαραίτητο μεταφέρει τις συγκεκριμένες πληροφορίες στη βάση γνώσης.
- Έλεγχος Συνοχής. Μολονότι αποτελεί μια σχετικά καινούρια προσθήκη στα έμπειρα συστήματα, έχει εξαιρετική χρησιμότητα καθώς ελέγχει τη συνοχή της πληροφορίας που αποθηκεύεται στη βάση γνώσης. Με αυτό τον τρόπο διασφαλίζεται η ακρίβεια της παρεχόμενης γνώσης.
- Μηχανισμός Εξαγωγής Συμπερασμάτων. Η συγκεκριμένη μονάδα οφείλει να διαχειρίζεται και να συνάγει αποτελέσματα βασισμένη σε ολοκληρωμένη Βάση Γνώσης και επαρκή δεδομένα με τη μορφή Γεγονότων. Για το λόγο αυτό θεωρείται από τους ειδήμονες ως ο εγκέφαλος ενός έμπειρου συστήματος.
- Απόκτηση Πληροφορίας. Στην περίπτωση που η υφιστάμενη γνώση είναι πολύ περιορισμένη και το έμπειρο σύστημα δε μπορεί να καταλήξει σε κάποιο συμπέρασμα, πραγματοποιείται αξιοποίηση της συγκεκριμένης μονάδας, έτσι ώστε μέσω της αλληλεπίδρασης με το χρήστη και της απόκτησης της απαραίτητης πληροφορίας, να εξαχθούν κάποια συμπεράσματα. Πριν τη χρήση της συγκεκριμένης πληροφορίας πραγματοποιείται έλεγχος συνοχής από το σύστημα. Για την εξυπηρέτηση των στόχων της συγκεκριμένης μονάδας απαιτείται η ανάπτυξη κατάλληλου περιβάλλοντος διεπαφής μεταξύ του συστήματος και του χρήστη.
- Περιβάλλον Διεπαφής. Αποτελεί το συνδετικό κρίκο μεταξύ του χρήστη και του έμπειρου συστήματος. Η πληροφορία που εμφανίζεται μέσω του περιβάλλοντος διεπαφής προς το χρήστη περιλαμβάνει τα συμπεράσματα στα οποία οδηγήθηκε το έμπειρο σύστημα, τις αιτίες που το οδήγησαν στα συγκεκριμένα συμπεράσματα, καθώς και μια επεξήγηση των δράσεων που ανέλαβε. Εναλλακτικά, το περιβάλλον διεπαφής είναι η επιφάνεια αλληλεπίδρασης μεταξύ χρήστη και συστήματος σε ότι έχει να κάνει με την εισαγωγή νέας πληροφορίας.

- **Μονάδα Εκτέλεσης Δράσης.** Αποτελεί τη μονάδα που επιτρέπει στο έμπειρο σύστημα την ανάληψη δράσης σύμφωνα με τα εξαχθέντα συμπεράσματα από το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων.
- **Μηχανισμός Επεξήγησης.** Η αλληλεπίδραση του χρήστη με το σύστημα επιτρέπει την παροχή επεξηγήσεων από το σύστημα για τη συλλογιστική διαδικασία που ακολούθησε και τις δράσεις που ανέλαβε. Ο μηχανισμός επεξήγησης αλληλεπιδρά με το μηχανισμό εξαγωγής συμπερασμάτων και τη μονάδα εκτέλεσης δράσης, καθώς η πορεία της συλλογιστικής συνδέεται άμεσα με τον τρόπο εκτέλεσης των κανόνων.
- **Μονάδα Μάθησης.** Ένα από τα βασικότερα τμήματα ενός έμπειρου συστήματος είναι η μονάδα μάθησης. Μέσω της συνεχούς απόκτησης εμπειρίας από τη βάση γνώσης, τη βάση δεδομένων και τη διαδραστική επαφή με το χρήστη, το έμπειρο σύστημα «μαθαίνει».
- **Λειτουργική Μνήμη.** Ο μηχανισμός εξαγωγής συμπεράσματος αποθηκεύει στην λειτουργική μνήμη τα σχετιζόμενα, με το ανά πάσα στιγμή επιλυόμενο πρόβλημα, γεγονότα τα οποία είτε εξαγονται από τη βάση γνώσεων είτε εισάγονται από το χρήστη μέσω της υποδοχής.



3.3.3 Εφαρμογές στον Ενεργειακό Τομέα

Τα έμπειρα συστήματα τυχάνουν ευρείας εφαρμογής στον επιχειρηματικό τομέα. Ανάμεσα στα πλέον συνήθη πεδία εφαρμογής τους περιλαμβάνονται ο οικονομικός τομέας, εφαρμογές στρατιωτικού χαρακτήρα, ο κατασκευαστικός τομέας, ο τομέας μεταφορών, η παροχή συμβουλευτικών ή νομικών υπηρεσιών

και ο ενεργειακός τομέας. Όπως αναφέρεται από τη διεθνή βιβλιογραφία [73, 74], οι κατηγορίες των προβλημάτων στην επίλυση των οποίων απευθύνονται τα έμπειρα συστήματα περιλαμβάνει:

- Ερμηνεία Δεδομένων. Η χρήση των έμπειρων συστημάτων επικεντρώνεται στην επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων.
- Πρόβλεψη. Δίνεται έμφαση στη πρόβλεψη πιθανών επιπτώσεων σε μια σειρά από δεδομένες καταστάσεις.
- Διάγνωση. Καθορισμός του αίτιου δυσλειτουργίας σε πολύπλοκες καταστάσεις, με βάση καταγεγραμμένα συμπτώματα.
- Σχεδιασμός. Καθορισμός της σύνθεσης των συνιστωσών ενός συστήματος, με τρόπο ώστε να ικανοποιούνται οι στόχοι απόδοσης που έχουν τεθεί, αλλά και το σύνολο των περιορισμών σχεδιασμού.
- Προγραμματισμός. Κατάστρωση μιας αλληλουχίας δραστηριοτήτων για την επίτευξη μιας τιμής στόχου, λαμβάνοντας υπόψη μια σειρά συνθηκών εκκίνησης και περιορισμών λειτουργίας.
- Παρακολούθηση. Παρακολούθηση της συμπεριφοράς ενός συστήματος έναντι της προκαθορισμένης του συμπεριφοράς.
- Εντοπισμός και Διόρθωση Δυσλειτουργιών. Στόχος είναι η διάγνωση πιθανών σημείων δυσλειτουργίας ενός συστήματος και η λήψη διορθωτικών μέτρων.
- Έλεγχος. Έλεγχος και καθοδήγηση της συμπεριφοράς και της λειτουργίας πολύπλοκων συστημάτων.

Ειδικότερα όσον αφορά τις εφαρμογές τους στον ενεργειακό τομέα, ακολούθως παρουσιάζονται οι κυριότερες ενεργειακές προβληματικές που υποστηρίζονται από τα έμπειρα συστήματα.

*Ενεργειακός
Σχεδιασμός &
Προγραμματισμός*

Η ανάπτυξη έμπειρων συστημάτων για την υποστήριξη της διαδικασίας του ενεργειακού σχεδιασμού έχει τύχει υψηλού ενδιαφέροντος από τις αρχές της δεκαετίας του '80. Οι υπάρχουσες εφαρμογές διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες: το σχεδιασμό συστημάτων ΑΠΕ και το σχεδιασμό ηλεκτρικών δικτύων.

Όσον αφορά τα προβλήματα της πρώτης κατηγορίας, τα έμπειρα συστήματα μπορούν να υποστηρίξουν τη διαδικασία με τη διεξαγωγή μια προμελέτης σκοπιμότητας του νέου συστήματος ΑΠΕ, με οικονομική εκτίμηση μιας σειράς τεχνολογιών ΑΠΕ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα τέτοιο σύστημα, καθώς και με τη διαχείριση των συγκεκριμένων συστημάτων. Τέτοια συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης και της Σκανδιναβικής χερσονήσου. Σύμφωνα με τους Hung et al. [75], παράδειγμα ενός τέτοιου συστήματος αποτελεί το SOLEXPART, το οποίο απευθύνεται στο σχεδιασμό ηλιακών θερμικών συστημάτων. Στο ίδιο γνωστικό πεδίο, η μελέτη των Kaminais et al. [76] εστιάζεται στην ανάπτυξη ενός έμπειρου συστήματος, το οποίο κάνει χρήση τεχνικών ασαφούς λογικής, για την αξιολόγηση και επιλογή ενός συστήματος ηλεκτροδότησης στο οποίο ενσωματώνονται διαφορετικές τεχνολογίες

ΑΠΕ.

Τα προβλήματα σχεδιασμού δικτύων ηλεκτροδότησης αποτελούν μια από τις πλέον συνήθεις κατηγορίες. Πολλοί παραγωγοί ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως στις ανεπτυγμένες χώρες, έχουν υλοποιήσει μια σειρά έμπειρων συστημάτων για την επίλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν. Ένα τέτοιο σύστημα είναι το ALEX, το οποίο αναπτύχθηκε από την Electricite de France (EDF) [75].

Άλλες εφαρμογές των έμπειρων συστημάτων στον τομέα του σχεδιασμού περιλαμβάνουν το σχεδιασμό επέκτασης της παραγωγής [77-78], όπως η εργασία των David et al. [77], οι οποίοι προσομοιώνουν την επέκταση ηλεκτρικών εγκαταστάσεων μέσω ενός ολοκληρωμένου έμπειρου συστήματος που κάνει χρήση δυναμικού προγραμματισμού. Ένα επιπλέον έμπειρο σύστημα ανάλυσης της επέκτασης της μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι το «NETMAT» που το ανέπτυξαν οι Zitouni et al. [79].

Οι Matelli et al. [80] επικεντρώθηκαν στην ανάπτυξη ενός έμπειρου συστήματος για το σχεδιασμό θερμικών μονάδων συμπαραγωγής φυσικού αερίου. Οι δυνατότητες του συγκεκριμένου συστήματος παρέχουν τη δυνατότητα εναλλακτικών επιλογών σχεδιασμού για τις ίδιες προκαθορισμένες συνθήκες, ενώ παράγεται διάγραμμα ροής της μονάδας και διαστασιολόγηση αυτής.

Σε ότι αφορά εφαρμογές στον ενεργειακό προγραμματισμό, που αποτελεί την υλοποίηση του ενεργειακού σχεδιασμού και εστιάζει στην πρόβλεψη της ζήτησης και του απαιτούμενου φορτίου, σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο ορίζοντα, αλλά και στο πρόβλημα ένταξης μονάδων, ξεχωρίζουν οι ακόλουθες εργασίες.

Οι Fustar et al. [81] εργάστηκαν αναφορικά με τον προγραμματισμό της λειτουργίας του συστήματος σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, και πιο συγκεκριμένα σε εβδομαδιαία βάση. Στο ίδιο πλαίσιο επικεντρώθηκαν και οι Dash et al. [82], η εργασία των οποίων αφορούσε τον προγραμματισμό σε διάστημα μιας μέρας έως μιας εβδομάδας, αλλά και οι Hsu et al. [83].

Στην εργασία των Kandil et al. [84] μελετάται το πρόβλημα της μακροπρόθεσμης πρόβλεψης φορτίου. Ο βασικός στόχος του έμπειρου συστήματος που αναπτύχθηκε ήταν να υπερνικήσει τις ελλείψεις από την άμεση εφαρμογή των συμβατικών τεχνικών. Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόστηκε επιτυχώς στην πρόβλεψη του ετήσιου φορτίου αιχμής για κανονικά και γρήγορα αναπτυσσόμενα συστήματα ηλεκτρικής ισχύος. Στο ίδιο πεδίο εντοπίζεται και η εργασία των Shin et al. [85].

Άλλες εμπειρίες από την εφαρμογή έμπειρων συστημάτων στον ενεργειακό προγραμματισμό έχουν παρουσιαστεί από τους Tanaka et al. [86], Adapa et al. [87, 88], Balu et al. [89], Rahman et al. [90], Hsu et al. [91] και Sarfi et al. [92].

Οι Ouyang et al. [93], Li et al. [94] και Sheble et al. [95] έχουν μελετήσει το πρόβλημα της διαδικασίας ένταξης μονάδων στο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, αναπτύσσοντας παράλληλα τα κατάλληλα έμπειρα συστήματα για την αντιμετώπισή του.

Διάγνωση
Προβλημάτων &
Αποκατάσταση
Δικτύων

Ένα από τα ευρύτερα πεδία εφαρμογής των έμπειρων συστημάτων στον ενεργειακό τομέα είναι η διάγνωση προβλημάτων του δικτύου ηλεκτροδότησης, μέσω της προσομοίωσής του, για τον εντοπισμό της αλληλουχίας των γεγονότων που μπορούν να οδηγήσουν στην κατάρρευσή του.

Μια από τις πρώτες εργασίες στο συγκεκριμένο πεδίο έρευνας, αυτή των Talukdar et al. [96], επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη ενός έμπειρου συστήματος με χρήση μιας σειράς κανόνων, το οποίο όμως απαιτούσε υψηλή επεξεργαστική δυνατότητα. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος ύπαρξης περιορισμένης γνώσης για την αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων, οι Komai et al. [97] έκαναν χρήση ευρετικών κανόνων, οι οποίοι συνεισφέρουν στη μείωση των πιθανών σεναρίων προς προσομοίωση, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο το χρόνο απόκρισης του συστήματος. Άλλοι ερευνητές ανέπτυξαν συστήματα που ενσωματώθηκαν στο συνεχές (online) περιβάλλον ενός κέντρου ελέγχου δικτύου ηλεκτροδότησης [98 – 103].

Ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η πρόταση των Nagata et al. [104], οι οποίοι εξετάζουν ένα μοντέλο το οποίο συνδυάζοντας έμπειρα συστήματα με μαθηματικό προγραμματισμό αναλύει το κόστος που επιφέρει η λειτουργία του δικτύου κατά την αποκατάσταση. Ένα άλλο έμπειρο σύστημα πάνω στον τομέα είναι το “SPARSE” [105], το οποίο χρησιμοποιείται από το πορτογαλικό δίκτυο διανομής, υποστηρίζοντας εκτός από την ανάλυση των σφαλμάτων του δικτύου, και την αποκατάσταση της ηλεκτροδότησης.

Η εφαρμογή των έμπειρων συστημάτων στην αποκατάσταση των δικτύων απασχόλησε και τους Park et al. [106] που δοκίμασαν το σύστημα τους σε ένα τοπικό δίκτυο. Οι Rumpel et al. [107] αντίθετως ασχολήθηκαν με τη δημιουργία όχι ενός μοντέλου που θα χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία αλλά με την δημιουργία ενός εξομοιωτή εκπαίδευσης του προσωπικού που θα τους συμβούλευε στη λήψη αποφάσεων σχετικά με την αποκατάσταση του συστήματος.

Άλλες αξιόλογες εργασίες στη συγκεκριμένη θεματική ενότητα περιλαμβάνουν την εργασία των Arroyo-Figueroa et al. [108], οι οποίοι ανέπτυξαν το SEDRET, ένα σύστημα για τη διάγνωση προβλημάτων σε θερμικούς σταθμούς παραγωγής, την εμπειρία του Kadar [109] από την εφαρμογή ενός έμπειρου συστήματος στο Ουγγρικό σύστημα παραγωγής ενέργειας, και τις εργασίες των Kuo et al. [110] και Hsu et al. [111], οι οποίοι έκαναν χρήση ενός έμπειρου συστήματος με ασαφή λογική για πρόβλεψη φορτίου και αποκατάσταση του δικτύου.

Αξιολόγηση
Τεχνολογιών ΑΠΕ
& ΕΞΕΝ

Στο ερευνητικό πεδίο αξιολόγησης τεχνολογιών ΑΠΕ και ΕΞΕΝ, τα έμπειρα συστήματα κατέχουν επίσης μια περίοπτη θέση.

Οι Panteliou et al. [112] διερεύνησαν με επιτυχία τη δυνατότητα ανάπτυξης και εφαρμογής ενός έμπειρου συστήματος για το σχεδιασμό και επιλογή του κατάλληλου ηλιακού θερμικού συστήματος για χρήση στον τριτογενή τομέα.

Οι Rosano et al. [113] μελέτησαν τη χρήση έμπειρων συστημάτων για την αξιολόγηση προγραμμάτων ενεργειακής εξοικονόμησης, όπως είναι το EXILCO [114], το SECOM [115] το ESCAF [113] και το TUTORES [113].

Οι Papadopoulos et al. [116] μελέτησαν τη δυνατότητα ενίσχυσης των προσφερόμενων ενεργειακών υπηρεσιών από ΕΠΕΥ σε Ευρωπαϊκό επίπεδο μέσω ενός τέτοιου συστήματος, δίνοντας έμφαση στην επιλογή και αξιολόγηση επενδύσεων ενεργειακής εξοικονόμησης και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μικρομεσαίων επιχειρήσεων, οι οποίες χρειάζονται μια εναλλακτική προσέγγιση για την περαιτέρω διείσδυσή τους στην ενεργειακή αγορά, όπως είναι η διαδικτυακή αξιολόγηση των ενεργειακών χαρακτηριστικών μιας επιχειρησιακής μονάδας μέσω ενός έμπειρου συστήματος [117].

Στο ίδιο πλαίσιο, οι Caudana et al. [118] εργάστηκαν πάνω στην ανάπτυξη ενός έμπειρου συστήματος, με εφαρμογή στο πεδίο διεξαγωγής ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτιριακές εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας.

Η εργασία των Jaber et al. [119] προσέγγισε την αξιολόγηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις ενημερωτικές εκστρατείες, μέσω ενός έμπειρου συστήματος που κάνει χρήση ασαφών συνόλων. Η καταγραφή των απόψεων των καταναλωτών πραγματοποιήθηκε με χρήση ερωτηματολογίων.

Μια σειρά ακόμα από εργασίες πραγματοποιήθηκε από τους Papadopoulos et al. [120 – 122] σχετικά με την αξιολόγηση τεχνολογιών ΑΠΕ & ΕΞΕΝ στον κτιριακό κυρίως τομέα, μέσω έμπειρων συστημάτων.

Άλλες εφαρμογές Ανάμεσα στις υπόλοιπες εφαρμογές έμπειρων συστημάτων στον ενεργειακό τομέα ξεχωρίζουν οι προσπάθειες των Azzam et al. [123] και Cheng et al. [124], οι οποίοι ανέπτυξαν έμπειρα συστήματα για τον έλεγχο της τάσης ενός μεγάλης κλίμακας ηλεκτρικού δικτύου.

Άξιες αναφοράς είναι επίσης και οι προσπάθειες των Kawahara et al. [125] και Lee et al. [126] για την ανάπτυξη ενός έμπειρου συστήματος που στοχεύει στο σχεδιασμό ενός συστήματος προστασίας των γραμμών διανομής ενός δικτύου ηλεκτροδότησης.

3.4 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

3.4.1 Εισαγωγή

Η Πολυκριτηριακή Υποστήριξη Αποφάσεων (ΠΥΑ) αποτελεί έναν εξελιγμένο χώρο της επιχειρησιακής έρευνας, ο οποίος τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχει γνωρίσει ιδιαίτερη άνθηση τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Βασικό ρόλο στην ανάπτυξη και διάδοση της ΠΥΑ αποτέλεσε η απλή διαπίστωση ότι η επίλυση πολύπλοκων και ιδιαίτερα σημαντικών προβλημάτων λήψης απόφασης δεν είναι δυνατό να πραγματοποιείται μέσω μονόπλευρης και μονοδιάστατης ανάλυσης.

Οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις που έχουν πραγματοποιηθεί κατά την διάρκεια της ιστορικής πορείας του χώρου της ΠΥΑ, καλύπτουν όλα τα είδη των προβλημάτων λήψης απόφασης. Η προβληματική της απόφασης που καλούνται να αντιμετωπίσουν τα πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων ανήκει σε μια από τις ακόλουθες κατηγορίες:

- Προβληματική Α. Γνωστή και ως προβληματική επιλογής (choice), καθώς η ΠΥΑ καλείται να υποστηρίξει τον αποφασίζοντα στην επιλογή της βέλτιστης εναλλακτικής, ή ενός μικρού συνόλου εναλλακτικών, οι οποίες θεωρούνται ως οι πιο κατάλληλες.
- Προβληματική Β. Αναφέρεται και ως προβληματική ταξινόμησης (classification/sorting). Περιγράφει τα προβλήματα κατάταξης των εναλλακτικών σε προκαθορισμένες ομοιογενείς κατηγορίες.
- Προβληματική Γ. Χαρακτηρίζεται και ως προβληματική κατάταξης (ranking). Σχετίζεται με την κατάταξη των εναλλακτικών δραστηριοτήτων σε φθίνουσα σειρά, από την καλύτερη προς τη χειρότερη.
- Προβληματική Δ. Η προβληματική περιγραφής (description) περιγράφει τις εναλλακτικές και τις συνέπειές τους με συστηματικό τρόπο και με βάση την περιγραφή των εναλλακτικών ανάλογα με την επίδοσή τους στα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης.

Ως πρώτη τεκμηριωμένη προσπάθεια επιστημονικής αντιμετώπισης του προβλήματος της σύνθεσης πολλαπλών κριτηρίων μπορεί να θεωρηθεί η εργασία του Pareto (1912), ο οποίος έθεσε τις απαραίτητες αξιωματικές βάσεις, εισάγοντας παράλληλα μια εκ των πλέον βασικών εννοιών της σύγχρονης ΠΥΑ, την έννοια της αποτελεσματικότητας. Προς τιμήν του, το σύνολο των ικανών λύσεων ενός προβλήματος καλείται και λύσεις Pareto. Ο Koopmans (1951) επέκτεινε την έννοια αυτή εισάγοντας την έννοια του αποτελεσματικού συνόλου, δηλαδή του συνόλου των εναλλακτικών δραστηριοτήτων οι οποίες δεν κυριαρχούνται από καμία άλλη εναλλακτική δραστηριότητα. Κατά την ίδια περίπου χρονική περίοδο οι Neumann και Morgenstern (1944) αναπτύσσουν τη θεωρία της χρησιμότητας, η οποία αποτελεί τη βάση ενός από τα κυριότερα μεθοδολογικά ρεύματα της ΠΥΑ.

Στη δεκαετία του 1960 όλες οι προαναφερθείσες «προκαταρκτικές» ερευνητικές εργασίες αποτέλεσαν το έναυσμα για την πραγματοποίηση περαιτέρω έρευνας από τους Charnes και Cooper (1961) όσον αφορά τη σύνδεση της θεωρίας του γραμμικού προγραμματισμού και της ΠΥΑ καθώς και από τον Fishburn (1965) όσον αφορά την επέκταση της θεωρίας χρησιμότητας σε προβλήματα λήψης αποφάσεων υπό το καθεστώς πολλαπλών κριτηρίων. Περί τα τέλη της δεκαετίας του 1960 η ΠΥΑ άρχισε να απασχολεί και τους Ευρωπαίους επιχειρησιακούς ερευνητές. Πρωτοπόρος μεταξύ αυτών υπήρξε ο Roy (1968) ο οποίος ανέπτυξε τη θεωρία των σχέσεων υπεροχής και θεωρείται ο ιδρυτής της «Ευρωπαϊκής σχολής» της ΠΥΑ. Τις επόμενες δύο δεκαετίες (1970-1990) η ΠΥΑ αναπτύχθηκε ραγδαία σε θεωρητικό επίπεδο αλλά και σε θέματα πρακτικών εφαρμογών για την αντιμετώπιση διαφόρων πολύπλοκων πραγματικών προβλημάτων λήψης αποφάσεων [127].

3.4.2 Μέθοδοι Πολυκριτηριακής Υποστήριξης Αποφάσεων

Ο χώρος της ΠΥΑ είναι ιδιαίτερα ευρύς ως προς τη φύση των μεθοδολογικών προσεγγίσεων που έχουν αναπτυχθεί εντός αυτού για την αντιμετώπιση προβλημάτων λήψης αποφάσεων. Μεταξύ των προσεγγίσεων αυτών εντοπίζονται σημαντικές διαφοροποιήσεις τόσο στη μορφή των υποδειγμάτων που αναπτύσσονται, όσο και στη διαδικασία που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των υποδειγμάτων.

Στο παραπάνω πλαίσιο, διερευνώνται στη συνέχεια οι μεθοδολογίες ΠΥΑ με ευρεία εφαρμογή σε μια σειρά προβλημάτων, μεταξύ των οποίων και προβλήματα του ενεργειακού τομέα.

3.4.2.1 Συνδυετικές και Αποσυνδυετικές Μέθοδοι

Οι Συνδυετικές και Αποσυνδυετικές Μέθοδοι (Conjunctive and Disjunctive Methods) αναφέρονται βιβλιογραφικά ως ικανοποιητικές τεχνικές για την επιλογή μεταξύ μιας πληθώρας προκαταρκτικών λύσεων, εκείνου του υποσυνόλου που ικανοποιεί τα επιλεγέντα κριτήρια [128]. Τα ικανοποιητικά αποτελέσματα των τεχνικών αυτών υφίστανται εφόσον ο αποφασίζων έχει να αντιμετωπίσει μια πλειάδα επιλογών, η κάθε μία με το δικό της κατώφλι προτίμησης. Μόλις το κατώφλι προτίμησης ικανοποιηθεί, η προσοχή του αποφασίζοντα επικεντρώνεται στην επόμενη λύση.

Οι συνδυετικές μέθοδοι αξιώνουν την ικανοποίηση ενός ελάχιστου κατωφλίου από όλες τις παραμέτρους των εξεταζόμενων εναλλακτικών, σε αντίθεση με τις μεθόδους αποσύνδεσης, οι οποίες αξιώνουν την ικανοποίηση του κατωφλίου μόνο από μια παράμετρο των εναλλακτικών λύσεων. Συνεπώς, οι μέθοδοι σύνδεσης διαφοροποιούνται από τις μεθόδους αποσύνδεσης ως προς τον ελάχιστο αριθμό των παραμέτρων που πρέπει να συνάδουν με το κατώφλι ικανοποίησης. Ως αποτέλεσμα της χρήσης ενός ελάχιστου σημείου αποκοπής (cut off value), οι μέθοδοι αυτές συχνά αναφέρονται ως μέθοδοι σχέσεων επικράτησης.

Τόσο οι συνδυετικές, όσο και οι αποσυνδυετικές μέθοδοι, δε χρησιμοποιούνται γενικά για την τελική επιλογή μιας εναλλακτικής λύσης, όσο για την κατηγοριοποίηση των εναλλακτικών σε αποδεκτά και μη αποδεκτά σύνολα, κατά τη διάρκεια του

προκαταρκτικού ελέγχου των χαρακτηριστικών τους [129].

3.4.2.2 Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας

Η Πολυκριτήρια Θεωρία Χρησιμότητας (Multi Attribute Utility Theory - MAUT) αποτελεί γενίκευση της κλασσικής θεωρίας χρησιμότητας. Ήδη από τα πρώτα στάδια ανάπτυξης της ΠΥΑ, η MAUT αποτέλεσε έναν από τους ακρογωνιαίους λίθους της θεωρητικής ανάπτυξης και πρακτικής εφαρμογής των αρχών της. Έμμεσα ή άμεσα και τα υπόλοιπα θεωρητικά ρεύματα της πολυκριτήριας ανάλυσης βασίζονται στις θεμελιώδεις έννοιες και αρχές αυτής της μεθοδολογίας.

Σκοπός της πολυκριτήριας θεωρίας χρησιμότητας είναι η μοντελοποίηση και αναπαράσταση του συστήματος αξιών που συνειδητά ή ασυνείδητα ακολουθεί ο αποφασίζων, μέσω μιας συνάρτησης χρησιμότητας $U(g)$. Η συνάρτηση αυτή εκφράζεται βάσει του συνόλου των κριτηρίων αξιολόγησης τα οποία καθορίζουν το αποτέλεσμα της αξιολόγησης $U(g) = U(g_1, g_2, \dots, g_n)$, όπου g είναι το διάνυσμα των κριτηρίων αξιολόγησης g_1, g_2, \dots, g_n .

Η πλέον συνηθισμένη μορφή συνάρτησης χρησιμότητας που χρησιμοποιείται σε ερευνητικό και πρακτικό επίπεδο είναι η αθροιστική:

$$U(g) = p_1 u_1(g_1) + p_2 u_2(g_2) + \dots + p_n u_n(g_n)$$

όπου,

- u_1, u_2, \dots, u_n είναι οι συναρτήσεις μερικής χρησιμότητας των κριτηρίων αξιολόγησης. Κάθε συνάρτηση μερικής χρησιμότητας $u_i(g_i)$ καθορίζει τη χρησιμότητα των εναλλακτικών δραστηριοτήτων βάσει των επιδόσεών τους στο κριτήριο g_i .
- p_1, p_2, \dots, p_n είναι τα ειδικά βάρη των κριτηρίων αξιολόγησης, έτσι ώστε

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

Κάθε ειδικό βάρος p_i υποδεικνύει την παραχώρηση που είναι διατεθειμένος να κάνει ο αποφασίζων σε ένα κριτήριο αναφοράς, προκειμένου να επιτύχει αύξηση μιας μονάδας στο κριτήριο g_i .

Όπως εύκολα φαίνεται από τη μορφή της αθροιστικής συνάρτησης χρησιμότητας, αυτή αποτελεί μια γενίκευση του γνωστού σταθμισμένου μέσου. Ουσιαστικά ο σταθμισμένος μέσος είναι μια αθροιστική συνάρτηση χρησιμότητας, στην οποία όλες οι μερικές συναρτήσεις χρησιμότητας είναι γραμμικές.

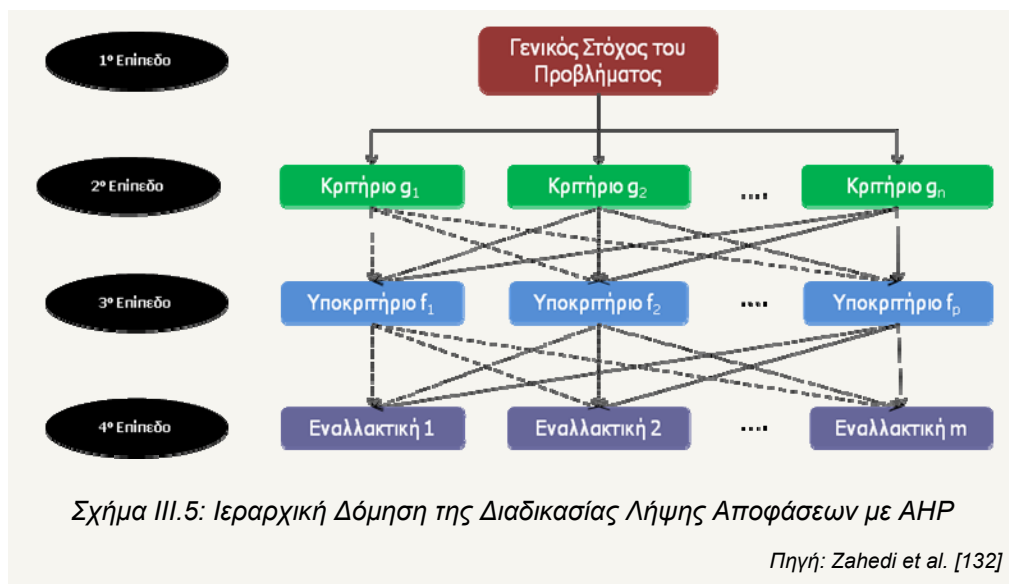
Η βασική προϋπόθεση που διέπει τη χρησιμοποίηση της αθροιστικής συνάρτησης χρησιμότητας αφορά την αμοιβαία προτιμησιακή ανεξαρτησία (mutual preferential independence) των κριτηρίων αξιολόγησης. Ένα υποσύνολο g' του συνόλου των κριτηρίων αξιολόγησης g , θεωρείται ότι είναι προτιμησιακά ανεξάρτητο των υπολοίπων κριτηρίων, εάν και μόνο εάν οι προτιμήσεις του αποφασίζοντος σχετικά με τις εξεταζόμενες εναλλακτικές δραστηριότητες, οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους μόνο ως προς τα κριτήρια g' , δεν επηρεάζονται από τα υπόλοιπα κριτήρια. Το σύνολο g των κριτηρίων αξιολόγησης θεωρείται ότι πληρεί την υπόθεση της

αμοιβαίας προτιμησιακής ανεξαρτησίας εάν και μόνο εάν κάθε υποσύνολο $g' \in g$ είναι προτιμησιακά ανεξάρτητο των υπόλοιπων κριτηρίων [130, 131].

3.4.2.3 Μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης

Η Μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process - AHP) είναι μια μέθοδος αναγωγής σε ένα κριτήριο αλλά με έμμεση χρήση της συνάρτησης χρησιμότητας. Η μέθοδος χαρακτηρίζεται από τρεις βασικές αρχές, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια και απεικονίζονται σχηματικά στο Σχήμα III.5.

- Την αρχή της ανάλυσης, όπου το πρόβλημα απόφασης αναλύεται ιεραρχικά, ώστε τα υψηλότερα στοιχεία στην ιεραρχία να αποτελούν τους ευρύτερους στόχους και τα χαμηλότερα να αποτελούν τα κριτήρια. Σε αυτά συνδέονται πιο χαμηλά οι εναλλακτικές λύσεις. Τα στοιχεία ενός επιπέδου θα πρέπει να μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους.
- Την αρχή των συγκρίσεων, όπου τα στοιχεία ενός επιπέδου συγκρίνονται ανά ζεύγη με βάση το στοιχείο του ανώτερου επιπέδου με τελικό αποτέλεσμα τοπικές προτεραιότητες.
- Την αρχή των προτεραιοτήτων, όπου οι τοπικές προτεραιότητες συντίθενται σε ολικές προτεραιότητες για καθένα από τα στοιχεία στη βάση της ιεραρχίας (τις εναλλακτικές λύσεις).



Συγκεκριμένα, η διαδικασία που ακολουθεί η μέθοδος αποτελείται από τα ακόλουθα 4 βήματα.

- Ιεράρχηση των επιπτώσεων της απόφασης, όπως περιγράφεται πιο πάνω.
- Ξεκινώντας από τη ρίζα του δενδροδιαγράμματος, πραγματοποιείται για κάθε στοιχείο συγκριτική αξιολόγηση ανά ζεύγη των στοιχείων στα οποία αναλύεται. Για κάθε ζεύγος ο αποφασίζων εκτιμά υποκειμενικά τη σπουδαιότητα του άλλου. Αυτό γίνεται με ανά ζεύγη συγκρίσεις της μορφής «πόσο πιο σημαντικό είναι το στοιχείο 1 από το στοιχείο 2, όταν συγκρίνεται με βάση το πιο πάνω

στοιχείο;». Για τη σύγκριση προτείνεται από τον Saaty [133], ο οποίος και υπήρξε ο εμπνευστής της μεθόδου, μια πενταβάθμια κλίμακα. Η βαθμολογία αυτή συγκεντρώνεται σε δισδιάστατους πίνακες.

- Για κάθε ένα από τα στοιχεία του τελευταίου επιπέδου, αυτά δηλαδή που δεν μπορούν να αναλυθούν περισσότερο, αξιολογούνται ανά ζεύγη οι δυνατές επιλογές του προβλήματος με τη βοήθεια της προαναφερθείσας ποιοτικής κλίμακας.

Οι παραπάνω πληροφορίες (σχετική βαρύτητα των κριτηρίων μεταξύ τους, συγκριτική επίδοση των επιλογών σε κάθε κριτήριο) εκφρασμένες σε διάνυσματα προτεραιοτήτων συντίθενται σε ένα τελικό διάνυσμα προτεραιοτήτων που προσδιορίζει τη διάταξη των επιλογών του προβλήματος.

Αναλυτικότερα, κάθε πίνακας συγκριτικής αξιολόγησης μιας επίπτωσης σε σχέση με όλες τις δυνατές επιλογές του προβλήματος μπορεί να αναχθεί σε ένα διάνυσμα προτεραιότητας. Το διάνυσμα αυτό αναφέρεται στη διάταξη των δυνατών επιλογών ως προς το συγκεκριμένο στοιχείο. Στη συνέχεια, κατασκευάζεται ένας πίνακας όπου κάθε στήλη αντιστοιχεί στο διάνυσμα προτεραιότητας του αντίστοιχου στοιχείου. Αν ο πίνακας αυτός πολλαπλασιαστεί με το διάνυσμα προτεραιότητας που αντιστοιχεί στο συνιστάμενο στοιχείο των στοιχείων που εξετάστηκαν, τότε προκύπτει το διάνυσμα προτεραιότητας για το συγκεκριμένο στοιχείο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται έως το ανώτατο επίπεδο της ιεραρχίας, οπότε και παράγεται το τελικό διάνυσμα προτεραιότητας των επιλογών. Έτσι, οι τοπικές προτεραιότητες συντίθενται (σταθμισμένο άθροισμα) και οδηγούν στη βαθμολογία κάθε εναλλακτικής.

3.4.2.4 Electre

Όπως προαναφέρθηκε, η θεωρία των σχέσεων υπεροχής έχει γνωρίσει ιδιαίτερη διάδοση μεταξύ των ερευνητών του χώρου της ΠΥΑ, ιδιαίτερα στην Ευρώπη. Η πλέον γνωστή οικογένεια μεθόδων που βασίζονται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής είναι αυτή των μεθόδων Electre. Από την πρώτη παρουσίαση των μεθόδων Electre από τον Roy (1968), οι μέθοδοι αυτές, ακολουθώντας τις βασικές αρχές της θεωρίας των σχέσεων υπεροχής, έχουν βρει ευρεία εφαρμογή στην αντιμετώπιση προβλημάτων επιλογής και κατάταξης.

Στόχος της μεθόδου Electre I είναι η ανάπτυξη και χρήση μιας κατάλληλης σχέσης υπεροχής για την επίλυση εφαρμογών προβληματικής Α. Στο πρώτο στάδιο εφαρμογής της μεθόδου αυτής αναπτύσσεται μια σχέση υπεροχής S προκειμένου να υλοποιηθούν διμερείς συγκρίσεις μεταξύ των εξεταζόμενων εναλλακτικών δραστηριοτήτων και να επαληθευτούν ισχυρισμοί της μορφής «η εναλλακτική x_i είναι τουλάχιστον εξίσου καλή με την εναλλακτική x_j ». Η ανάπτυξη της σχέσης υπεροχής υλοποιείται σε δύο φάσεις οι οποίες αφορούν τον έλεγχο συμφωνίας και τον έλεγχο ασυμφωνίας, με την ανάπτυξη των αντίστοιχων πινάκων. Στο δεύτερο στάδιο της μεθόδου Electre I γίνεται χρήση της σχέσης υπεροχής με σκοπό την αξιολόγηση των εναλλακτικών.

Η μέθοδος Electre III επεκτείνει το μεθοδολογικό πλαίσιο της Electre I σε

περιπτώσεις όπου ο στόχος της ανάλυσης επικεντρώνεται στην Προβληματική Γ. Στο πρώτο στάδιο εφαρμογής της Electre III, παρόμοια με την Electre I, αναπτύσσεται η σχέση υπεροχής με βάση τους ελέγχους συμφωνίας και ασυμφωνίας. Για το σκοπό αυτό ελέγχονται οι επιδόσεις δύο εναλλακτικών x_i και x_j στα επιμέρους κριτήρια αξιολόγησης και υπολογίζονται οι δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας.

Με την ολοκλήρωση των ελέγχων συμφωνίας και ασυμφωνίας, τα αποτελέσματα τους συνδυάζονται με τον υπολογισμό του δείκτη αξιοπιστίας $\sigma(x_i, x_j)$, ο οποίος αποδίδει ένα συνολικό μέγεθος της υπεροχής της x_i έναντι της x_j . Έχοντας αναπτύξει τη σχέση υπεροχής, η εκμετάλλευση της στα πλαίσια της μεθόδου Electre III πραγματοποιείται με την ανάπτυξη δύο κατατάξεων των εναλλακτικών.

Η μέθοδος Electre TRI αποτελεί την προσαρμογή των αρχών της οικογένειας των μεθόδων Electre για την αντιμετώπιση της Προβληματικής Β. Σκοπός της μεθόδου είναι η ταξινόμηση ενός συνόλου εναλλακτικών δραστηριοτήτων $A = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ σε q προκαθορισμένες κατηγορίες C_1, C_2, \dots, C_q . Κάθε εναλλακτική δραστηριότητα x_i σε x_j αναπαρίσταται μέσω του διανύσματος $g_i = \{g_{j1}, g_{j2}, \dots, g_{jn}\}$ το οποίο περιλαμβάνει τις επιδόσεις της δραστηριότητας x_j στο σύνολο των κριτηρίων αξιολόγησης g . Οι κατηγορίες ορίζονται κατά διατεταγμένο τρόπο, θεωρώντας ότι η κατηγορία C_1 περιλαμβάνει τις περισσότερο προτιμητέες εναλλακτικές δραστηριότητες (καλύτερη κατηγορία), ενώ η κατηγορία C_q περιλαμβάνει τις λιγότερο προτιμητέες εναλλακτικές δραστηριότητες (χειρότερη κατηγορία). Στη μέθοδο Electre TRI χρησιμοποιούνται δύο διαδικασίες ταξινόμησης, η αισιόδοξη και η απαισιόδοξη [134-135].

3.4.2.5 Promethee

Οι μέθοδοι της οικογένειας Promethee αναπτύχθηκαν στα μέσα της δεκαετίας του 1980 με τις μεθόδους Promethee I και II να παραμένουν μέχρι και σήμερα ιδιαίτερα δημοφιλείς στο χώρο της ΠΥΑ, καθώς χαρακτηρίζονται από απλότητα και περιορισμένα απαιτούμενα δεδομένα εισόδου.

Η φάση της ανάπτυξης της σχέσης υπεροχής βασίζεται στον προσδιορισμό του δείκτη προτίμησης $\pi(x_i, x_j)$ για κάθε ζεύγος εναλλακτικών δραστηριοτήτων x_i και x_j . Ο δείκτης αυτός ορίζεται παρόμοια με το δείκτη συμφωνίας στις μεθόδους Electre:

$$\pi(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n w_k p_k(x_i, x_j)$$

Ο μερικός δείκτης προτίμησης $p_k(x_i, x_j)$ για το κριτήριο x_k ορίζεται συναρτήσει της διαφοράς $x_{ik} - x_{jk}$ μεταξύ των επιδόσεων των δύο εναλλακτικών στο κριτήριο x_k .

Εν συνεχεία υπολογίζονται τα ακόλουθα σχετικά μεγέθη για κάθε εναλλακτική x_i .

- Ροή εισόδου:

$$\Phi^-(x_i) = \sum_{\forall x_j \in A} \pi(x_j, x_i)$$

- Ροή εξόδου:

$$\Phi^+(x_i) = \sum_{\forall x_j \in A} \pi(x_j, x_i)$$

- Καθαρή ροή:

$$\Phi(x_i) = \Phi^+(x_i) - \Phi^-(x_i)$$

Η ροή εξόδου $\Phi^+(x_i)$ δείχνει την υπεροχή της εναλλακτικής x_i ως προς όλες τις υπόλοιπες εναλλακτικές, ενώ η ροή εισόδου $\Phi^-(x_i)$ αναπαριστά την υπεροχή όλων των υπόλοιπων εναλλακτικών έναντι της x_i . Η καθαρή ροή αποτελεί ένα συνολικό μέγεθος αξιολόγησης της εναλλακτικής x_i έναντι όλων των υπόλοιπων εξεταζόμενων εναλλακτικών.

Βάσει των παραπάνω ροών, στη μέθοδο Promethee I αναπτύσσονται δύο κατατάξεις. Η πρώτη κατάταξη της Z_1 αναπτύσσεται βάσει των ροών εισόδου έτσι ώστε:

$$x_i P_1 x_j \Leftrightarrow \Phi^-(x_i) < \Phi^-(x_j)$$

$$x_i I_1 x_j \Leftrightarrow \Phi^-(x_i) = \Phi^-(x_j)$$

όπου το P δηλώνει προτίμηση και το I αδιαφορία.

Η δεύτερη κατάταξη Z_2 αναπτύσσεται βάσει των ροών εξόδου έτσι ώστε:

$$x_i P_2 x_j \Leftrightarrow \Phi^+(x_i) < \Phi^+(x_j)$$

$$x_i I_2 x_j \Leftrightarrow \Phi^+(x_i) = \Phi^+(x_j)$$

Η τελική κατάταξη προκύπτει ως η τομή των δύο κατατάξεων.

Αντίθετα με τη μέθοδο Promethee I, στην Promethee II, υπάρχει μια κατάταξη των εναλλακτικών με βάση τις συνολικές τους ροές. Η κατάταξη αυτή είναι πλήρης (δεν λαμβάνεται υπόψη η σχέση ασυγκριτότητας) και προσδιορίζεται απλά ως εξής [136]:

$$x_i P x_j \Leftrightarrow \Phi(x_i) > \Phi(x_j)$$

$$x_i I x_j \Leftrightarrow \Phi(x_i) = \Phi(x_j)$$

3.4.2.6 *Naiade*

Η *Naiade* αναπτύχθηκε από τον Giuseppe Munda, το 1995, με στόχο την αντιμετώπιση προβλημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης που χαρακτηρίζονται κυρίως από δυο παραμέτρους. Αφενός την ανάγκη ισοδύναμης αποτύπωσης των απόψεων όλων των εμπλεκόμενων παραγόντων χάραξης πολιτικής και την απόδοση ίδιας βαρύτητας στις οικονομικές αλλά και περιβαλλοντικές παραμέτρους του προβλήματος και αφετέρου τη δυνατότητα διαχείρισης μικτής (ποιοτικής και ποσοτικής) πληροφορίας, φαινόμενο που απαντάται πολύ συχνά στο συγκεκριμένο τύπο προβλημάτων.

Η διαχείριση της ποιοτικής πληροφορίας στις υπόλοιπες μεθόδους ΠΥΑ πραγματοποιείται μέσω δύο εναλλακτικών προσεγγίσεων, την άμεση και την

έμμεση προσέγγιση.

Στην άμεση προσέγγιση, οι ποιοτικές πληροφορίες χρησιμοποιούνται στη ΠΥΑ χωρίς πρότερο μετασχηματισμό σε ποσοτικές. Αντίστοιχα, στην έμμεση προσέγγιση πραγματοποιείται πρώτα μετατροπή των ποιοτικών πληροφοριών σε ποσοτικές και μετέπειτα χρήση της επιλεγμένης πολυκριτηριακής μεθόδου. Η έμμεση προσέγγιση χρησιμοποιείται κατά κόρον σε προβλήματα που χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη μικτής πληροφορίας. Σε αυτή την περίπτωση, το ερώτημα που εγείρεται είναι αν υπάρχει απώλεια πληροφορίας και επαρκές εύρος πληροφορίας για την ποσοτικοποίηση των ποιοτικών δεδομένων.

Η Naiade αποτελεί μια από τις ελάχιστες μεθόδους με τη δυνατότητα ταυτόχρονης διαχείρισης της ποιοτικής, αλλά και ποσοτικής πληροφορίας [137, 138].

Η συγκεκριμένη μέθοδος πραγματοποιεί σύγκριση εναλλακτικών λύσεων βάσει ενός συνόλου κριτηρίων, χωρίς να κάνει χρήση της παραδοσιακής στάθμισής τους με βάρη. Επιτρέπει τη χρήση πληροφοριών που επηρεάζονται από διαφορετικούς τύπους και βαθμούς αβεβαιότητας, καθώς οι τιμές που ορίζονται στα κριτήρια για κάθε εναλλακτική λύση μπορούν να εκφραστούν με τη μορφή είτε ποσοτικών, στοχαστικών και ασαφών αριθμών, είτε με γλωσσικές μεταβλητές. Χρησιμοποιώντας μια τεχνική σύγκρισης ανά ζεύγη, η Naiade παράγει μια ταξινόμηση των εναλλακτικών λύσεων, σε συνάφεια με τα βήματα του ακόλουθου αλγορίθμου:

- Σχηματισμός του πίνακα κριτηρίων/εναλλακτικών λύσεων (πίνακας αποδόσεων),
- Σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων ανά ζεύγη χρησιμοποιώντας σχέσεις υπεροχής,
- Συνάθροιση των αποδόσεων κάθε εναλλακτικής λύσης στα κριτήρια,
- Κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων.

Η Naiade επίσης έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει δυο κατατάξεις των εναλλακτικών λύσεων. Ο πρώτος τύπος βασίζεται στις αποδόσεις των εναλλακτικών λύσεων σε κάθε κριτήριο, όπως αποτυπώνεται στον πίνακα αποδόσεων. Ο δεύτερος τύπος αναλύει τις συγκρούσεις μεταξύ των διαφορετικών ομάδων ενδιαφερομένων και του πιθανού σχηματισμού συνασπισμών σύμφωνα με τις προτεινόμενες εναλλακτικές λύσεις, κάνοντας χρήση γλωσσικών μεταβλητών.

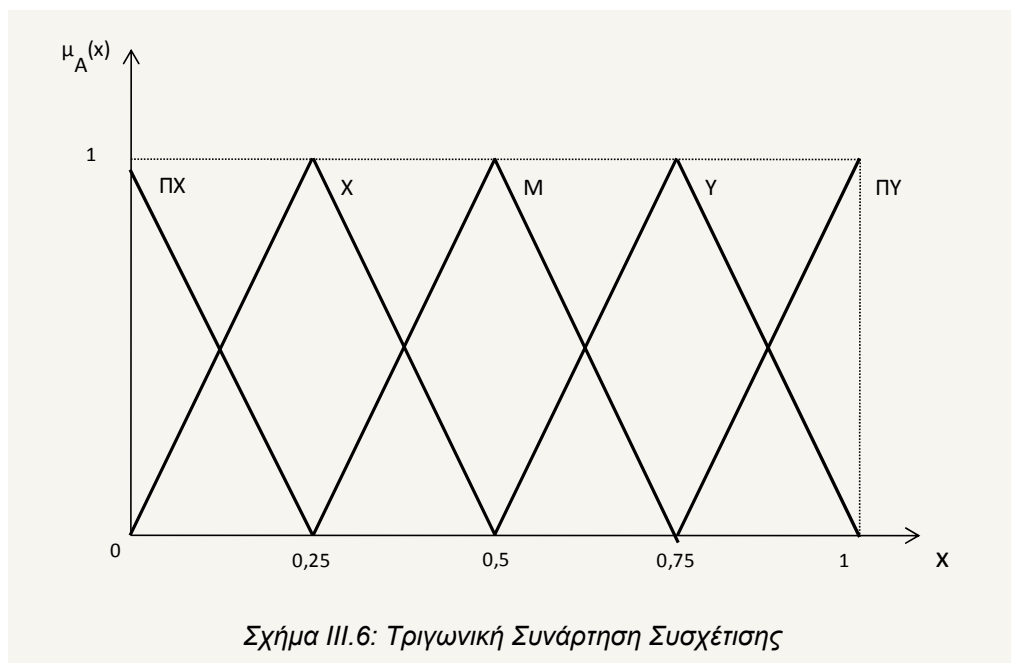
Για την καλύτερη κατανόηση της μεθόδου Naiade παρουσιάζονται ακολούθως βασικά στοιχεία από τη θεωρία των γλωσσικών μεταβλητών.

Σύμφωνα με τον Zadeh [139-140], ο οποίος εισήγαγε την έννοια των γλωσσικών μεταβλητών, μια γλωσσική μεταβλητή χαρακτηρίζεται από πέντε μέρη (L, H, U, G, M) όπου το L είναι η μεταβλητή, το H δηλώνει το σύνολο όρων της L π.χ. το σύνολο των ονομάτων των γλωσσικών τιμών του L, με κάθε του τιμή να είναι μια ασαφής μεταβλητή που δηλώνεται γενικά ως X και έχει ένα εύρος τιμών μέσα σε ένα σύμπαν της ομιλίας U. Το G είναι ένας συντακτικός κανόνας για τη δημιουργία

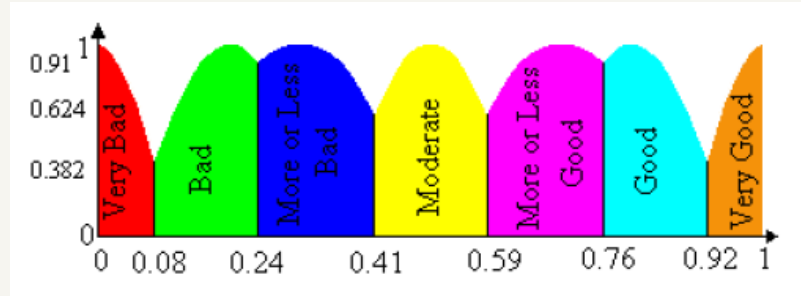
των ονομάτων των τιμών του L και το M είναι ένας σημασιολογικός κανόνας που σχετίζει το νόημά τους με κάθε L.

Για την απόδοση της σημασίας των γλωσσικών όρων μέσω ασαφών συνόλων, όπως αντιμετωπίζονται στη Naiade, χρησιμοποιούνται συναρτήσεις συσχέτισης, ορισμένες στο διάστημα $[0, 1]$. Καθώς η γλωσσική σημασιολογία είναι προσεγγιστική, χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη βιβλιογραφία οι γραμμικές τραπεζοειδείς και τριγωνικές συναρτήσεις συσχέτισης, με αποτέλεσμα η αναπαράσταση των ασαφών συνόλων να επιτυγχάνεται με τέσσερις ή τρεις παραμέτρους αντίστοιχα.

Συνεπώς, στην περίπτωση χρήσης τριγωνικής συνάρτησης συσχέτισης, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα III.6, αυτή η αναπαράσταση επιτυγχάνεται με τρεις παραμέτρους (a_i, b_i, c_i). Η πρώτη παράμετρος δείχνει την τιμή για την οποία η τιμή συσχέτισης είναι 1, ενώ η δεύτερη και η τρίτη παράμετρος δείχνουν το αριστερό και το δεξί εύρος.



Η Naiade δύναται να χρησιμοποιήσει τη 5-βάθμια, 7-βάθμια, και 9-βάθμια κλίμακα συναρτήσεων συσχέτισης για την έκφραση των γλωσσικών μεταβλητών. Στο παραπάνω πλαίσιο, στο ακόλουθο σχήμα παρατίθεται η μορφή των συναρτήσεων συσχέτισης γλωσσικών μεταβλητών 7-βάθμιας κλίμακας που χρησιμοποιεί η μέθοδος.



Σχήμα III.7: Απεικόνιση Συναρτήσεων Συσχέτισης Γλωσσικών Μεταβλητών 7-βάθμιας Κλίμακας στη Naiade

Οι συναρτήσεις συσχέτισης γλωσσικών μεταβλητών 7-βάθμιας κλίμακας που χρησιμοποιεί η Naiade παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα

Πίνακας III.1: Συναρτήσεις Συσχέτισης ΓΜ 7-βάθμιας κλίμακας

Πολύ Υψηλό (ΠΥ)	$\mu_{\text{ΠΥ}}(x) = \begin{cases} 4\left(\frac{x-0,8}{0,2}\right)^4 & 0,8 \leq x < 0,9 \\ \left[1 - 2\left(\frac{1-x}{0,2}\right)^2\right]^2 & 0,9 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$
Υψηλό (Υ)	$\mu_{\text{Υ}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \\ 2\left(\frac{x-0,6}{0,2}\right)^2 & 0,6 \leq x < 0,7 \\ 1 - 2\left(\frac{x-0,8}{0,2}\right)^2 & 0,7 \leq x \leq 0,9 \\ 2\left(\frac{1-x}{0,2}\right)^2 & 0,9 < x \leq 1 \end{cases}$
Κάπως Υψηλό (ΚΥ)	$\mu_{\text{ΚΥ}}(x) = \begin{cases} \sqrt{2}\left(\frac{x-0,5}{0,2}\right) & 0,5 \leq x < 0,6 \\ \sqrt{1 - 2\left(\frac{x-0,7}{0,2}\right)^2} & 0,6 \leq x \leq 0,8 \\ \sqrt{2}\left(\frac{0,9-x}{0,2}\right) & 0,8 < x \leq 0,9 \\ 0 & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$
Μέτριο (Μ)	$\mu_{\text{Μ}}(x) = \begin{cases} 2\left(\frac{x-0,3}{0,2}\right)^2 & 0,3 \leq x < 0,4 \\ 1 - 2\left(\frac{x-0,5}{0,2}\right)^2 & 0,4 \leq x \leq 0,6 \\ 2\left(\frac{0,7-x}{0,2}\right)^2 & 0,6 < x \leq 0,7 \\ 0 & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$

Κάπως Χαμηλό (ΚΧ)	$\mu_{κκχ}(x) = \begin{cases} \sqrt{2} \left(\frac{x-0,1}{0,2} \right) & 0,1 \leq x < 0,2 \\ \sqrt{1 - 2 \left(\frac{x-0,3}{0,2} \right)^2} & 0,2 \leq x \leq 0,4 \\ \sqrt{2} \left(\frac{0,5-x}{0,2} \right) & 0,4 < x \leq 0,5 \\ 0 & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$
Χαμηλό (Χ)	$\mu_x(x) = \begin{cases} 0 & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \\ 2 \left(\frac{x}{0,2} \right)^2 & 0 \leq x < 0,1 \\ 1 - 2 \left(\frac{x-0,2}{0,2} \right)^2 & 0,1 \leq x \leq 0,3 \\ 2 \left(\frac{0,4-x}{0,2} \right)^2 & 0,3 < x \leq 0,4 \end{cases}$
Πολύ Χαμηλό (ΠΧ)	$\mu_{πχ}(x) = \begin{cases} 4 \left(\frac{0,2-x}{0,2} \right)^4 & 0,1 < x \leq 0,2 \\ \left[1 - 2 \left(\frac{x}{0,2} \right)^2 \right]^2 & 0 \leq x \leq 0,1 \\ 0 & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$

Στην περίπτωση της 5-βάθμιας κλίμακας ορίζονται οι γλωσσικές μεταβλητές ΠΧ, Χ, Μ, Υ και ΠΥ με τις συναρτήσεις συσχέτισης που παρουσιάζονται στον παραπάνω πίνακα.

3.4.3 Εφαρμογές στον Ενεργειακό Τομέα

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας αναδεικνύει πλήθος εργασιών που βασίζονται στην ΠΥΑ για την αξιολόγηση εναλλακτικών προτάσεων στον ενεργειακό τομέα. Καθώς το πεδίο της έρευνας είναι αρκετά ευρύ, ακολούθως αναφέρονται όσες σχετίζονται θεματικά με την ευρύτερη αξιολόγηση τεχνολογικών προτεραιοτήτων ή τεχνολογικών προγραμμάτων.

*Τεχνολογίες και
Προγράμματα
Διαχείρισης της
Ζήτησης*

Ο Hobbs [141] εξέτασε το 1995 τη δυνατότητα βελτιστοποίησης του ολοκληρωμένου προγραμματισμού πόρων σε μια εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας, με χρήση μαθηματικού γραμμικού προγραμματισμού. Ένα χρόνο αργότερα, οι Martins et al. [142] πραγματοποίησαν μια εφαρμογή γραμμικού προγραμματισμού σε θέμα IRP, συμπεριλαμβανομένων ΠΔΖ. Το 1997, οι Hobbs et al. [143] έκαναν χρήση μιας μίξης τριών πολυκριτηριακών μεθόδων για την αξιολόγηση συγκεκριμένων τεχνολογικών προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης μιας επιχείρησης φυσικού αερίου, υποστηρίζοντας ότι τα αποτελέσματα που λαμβάνονται από αυτό τον τρόπο χαρακτηρίζονται από υψηλότερο βαθμό αξιοπιστίας σε σχέση με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη χρήση μεμονωμένων μεθόδων ΠΥΑ. Μετά την παρέλευση περίπου μιας δεκαετίας, οι Vashishtha et al. [144] παρουσίασαν μια αξιολόγηση της καταλληλότητας των ευρύτερων ΠΔΖ για την Ινδική ενεργειακή αγορά, με εφαρμογή της ΑΗΡ. Οι Lee et al. [145] διερεύνησαν τη χρήση της μεθόδου ΑΗΡ για την αξιολόγηση επενδυτικών

ΠΑΖ στην Κορέα, ενώ στο ίδιο πλαίσιο, οι Neves et al. [146] επικεντρώθηκαν στη χρήση της Electre TRI για να αξιολογήσουν την καταλληλότητα μιας σειράς συγκεκριμένων τεχνολογικών προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης για την πορτογαλική αγορά.

*Ενεργειακός
Σχεδιασμός*

Το πρόβλημα του ενεργειακού σχεδιασμού έχει απασχολήσει από αρκετά νωρίς τους ερευνητές. Από τις πρώτες προσπάθειες που υλοποιήθηκαν για την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος με χρήση ΠΥΑ συμπεριλαμβάνεται αυτή του Malakooti [147], ο οποίος και έκανε χρήση της ΑΗΡ. Οι Psarras et al. [148], παρουσίασαν το 1990 μια εφαρμογή πολυκριτηριακού γραμμικού προγραμματισμού στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα. Δυο χρόνια αργότερα, το 1992, οι Tzeng et al. [149] πραγματοποίησαν μια εφαρμογή των ΑΗΡ και Promethee στην αξιολόγηση του ενεργειακού συστήματος της Ταϊβάν. Οι Mills et al. [150] και Akash et al. [151] εφάρμοσαν την ΑΗΡ στην επιλογή θερμοηλεκτρικών σταθμών, ενώ οι Goumas et al. [152], εφαρμόζοντας την ίδια μέθοδο, πραγματοποίησαν μελέτη ενεργειακού σχεδιασμού με χρήση γεωθερμικής ενέργειας. Οι Georgorouli et al. [153] προτείνουν το 1997 μια μεθοδολογία αξιολόγησης επιλογών ενεργειακού σχεδιασμού με έμφαση στις ΑΠΕ, με χρήση της Electre III, ενώ ένα χρόνο αργότερα υλοποίησαν σενάρια διείσδυσης των ΑΠΕ στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα με χρήση Promethee II [154]. Πιο πρόσφατες ερευνητικές προσπάθειες περιλαμβάνουν τη δουλειά των Beccali et al. [155], οι οποίοι υιοθέτησαν την προσέγγιση της Electre III σε πρόβλημα ενεργειακού σχεδιασμού, για την αξιολόγηση τεχνολογικών λύσεων ΑΠΕ και ΕΞΕΝ. Οι Georgorouli et al. [156], με την υποστήριξη της μεθόδου Electre Tri, πραγματοποίησαν μια αξιολόγηση πιθανών εναλλακτικών τεχνολογικών λύσεων ΑΠΕ και ΕΞΕΝ για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τον ενεργειακό τομέα. Οι Cavallaro et al. [157] έκαναν εφαρμογή της Naiade για την αξιολόγηση αιολικών πάρκων σε νησί της Ιταλίας, ενώ οι Diakoulaki et al. [158], κάνοντας χρήση της Promethee, υλοποίησαν μια μελέτη εναλλακτικών λύσεων για τον ελληνικό ενεργειακό τομέα. Τέλος, οι Papadopoulou et al. [159] παρουσίασαν μια μεθοδολογία αξιολόγησης τεχνολογικών επιλογών ενεργειακού σχεδιασμού, με χρήση της Promethee II.

3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση την ανασκόπηση της βιβλιογραφικής έρευνας που παρουσιάστηκε στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, φαίνεται ότι οι προσπάθειες αξιοποίησης της υπάρχουσας τεχνογνωσίας γύρω από τα ΠΔΖ, καθώς και η αξιολόγησή τους, είναι ένα πρόβλημα που τώρα συγκεντρώνει ξανά το ενδιαφέρον των ερευνητών.

Στην προσπάθεια που επιτελείται στο πλαίσιο της παρούσας διδακτορικής διατριβής, φαίνεται ότι οι ενεργειακοί δείκτες, τα έμπειρα συστήματα και η ΠΥΑ, μπορεί να αποτελέσουν πολύ χρήσιμα εργαλεία προς αυτή την κατεύθυνση. Στις ακόλουθες παραγράφους αναλύεται η καταλληλότητα χρήσης των συγκεκριμένων μεθοδολογικών εργαλείων στη διατριβή.

Ενεργειακοί Δείκτες

Οι ενεργειακοί δείκτες δύνανται να απεικονίσουν ρεαλιστικά την κατάσταση μιας ενεργειακής αγοράς, πλαίσιο στο οποίο εντοπίζονται κατά κόρον οι υπάρχουσες προσπάθειες ανάπτυξής τους από διεθνείς οργανισμούς, οι οποίοι δεν εμβαθύνουν στην ανάπτυξη δεικτών για τις συγκεκριμένες ανάγκες του προβλήματος.

Οι προσπάθειες ανάπτυξης δεικτών στην κατεξοχήν θεματική ενότητα της διατριβής αποδίδονται κυρίως σε μεμονωμένους ερευνητές, παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας και φορείς συνεργασίας αυτών, με προεξέχουσα προσπάθεια αυτή του προγράμματος IEA/DSM.

Και εξ αυτών όμως των προσπαθειών, ορισμένες παρελθούσες κυρίως απόπειρες ανάπτυξης δεικτών στηρίζονται στην απεικόνιση μόνο της οικονομετρικής φύσης των παραμέτρων του προβλήματος, ενώ οι πλέον σύγχρονες περιορίζονται στις αριθμητικής φύσης παραμέτρους, μη αποδίνοντας την πρέπουσα σημασία σε μεταβλητές που είναι είτε εκ φύσεως, είτε λόγω έλλειψης δεδομένων, ασαφείς. Επιπλέον, η καταγραφή της εμπειρίας από την υλοποίηση των συγκεκριμένων προγραμμάτων μέσω δεικτών, δεν περιλαμβάνει παραμέτρους που να χαρακτηρίζουν την ενεργειακή αγορά, στο πλαίσιο της οποίας κινείται η ενεργειακή εταιρεία που υλοποίησε το υπό εξέταση πρόγραμμα, αλλά και την ίδια την εταιρεία.

Στο παραπάνω πλαίσιο, διακρίνεται το περιθώριο ανάπτυξης ενός ολοκληρωμένου πλαισίου δεικτών, το οποίο θα περιγράφει τα συνολικά χαρακτηριστικά του προβλήματος, διαθέτοντας την απαραίτητη ευελιξία. Στις δυνατότητες του συγκεκριμένου πλαισίου δεικτών θα λαμβάνονται υπόψη η κατάσταση της ενεργειακής αγοράς τη χρονολογική περίοδο υλοποίησης του προγράμματος, τα χαρακτηριστικά της ενεργειακής εταιρείας και η απόδοση του προγράμματος σε μια σειρά από περιβαλλοντικά, κοινωνικά, οικονομικά και τεχνολογικά κριτήρια, καλύπτοντας πλήρως τους άξονες της βιώσιμης ανάπτυξης που οφείλει να επιδιώκει μια σύγχρονη ενεργειακή εταιρεία.

Έμπειρα Συστήματα Τα έμπειρα συστήματα αποτελούν ένα από τα πλέον αξιόλογα εργαλεία αξιοποίησης υπάρχουσας γνώσης. Η εφαρμογή τους σε προβλήματα του ενεργειακού τομέα είναι σημαντική.

Παρόλα αυτά, η βιβλιογραφική ανασκόπηση καταδεικνύει ότι μέχρι σήμερα δεν έχουν συναντήσει ως πεδίο εφαρμογής την επιλογή προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης που να συνάδουν με τα χαρακτηριστικά της εξεταζόμενης ενεργειακής αγοράς και εταιρείας.

Η χρήση έμπειρων συστημάτων στη παρούσα διατριβή επιτρέπει μεταξύ άλλων τον εύκολο χειρισμό και ομαδοποίηση σημαντικού όγκου πληροφορίας, επιτρέποντας τη σύνθεση αυτής για την παραγωγή των επικρατέστερων τύπων προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης που βρίσκουν εφαρμογή σήμερα, καθιστώντας το ένα ιδιαίτερα σημαντικό μεθοδολογικό εργαλείο για την επίλυση του προβλήματος.

ΠΥΑ Η βιβλιογραφική ανασκόπηση της ΠΥΑ και των εφαρμογών της ανέδειξε τις δυνατότητες του συγκεκριμένου μεθοδολογικού εργαλείου για την αντιμετώπιση μιας πληθώρας προβλημάτων του ενεργειακού τομέα. Πιο συγκεκριμένα, τα συμπεράσματα που εξήχθησαν αφορούν:

- Την ικανοποιητική απόδοση των συνδυαστικών μεθόδων σε προβλήματα προκαταρκτικού ελέγχου των χαρακτηριστικών εναλλακτικών λύσεων.
- Την ευρύτατη χρήση μεθόδων που βασίζονται σε σχέσεις υπεροχής για την επίλυση ενεργειακών προβλημάτων, όπως η Electre III και η Promethee.
- Την ικανότητα ταυτόχρονης διαχείρισης μικτής πληροφορίας (ποιοτικής και ποσοτικής) από μεθόδους όπως η *Naiade*, επιτρέποντας με αυτό τον τρόπο την εισαγωγή της άμεσα συνδεδεμένης με τη φύση του προβλήματος ασάφειας. Μολονότι η συγκεκριμένη μέθοδος υλοποιήθηκε αρχικά για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων, η σταδιακή εφαρμογή της στον ενεργειακό τομέα φέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Παράλληλα, η δυνατότητα χρήσης γλωσσικών μεταβλητών επιτρέπει την εύκολη κατανόηση της παραμετροποίησης των κριτηρίων από τον αποφασίζοντα σε σχέση με τη χρήση ασαφών συνόλων.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι η ΠΥΑ είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την πολυκριτηριακή φύση του προβλήματος προώθησης προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης σε μια σύγχρονη αγορά ενέργειας.

Βιβλιογραφία

1. Kuik O, Verbruggen H (1991). In search of indicators of sustainable development. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
2. Linster M (2003). OECD work on environmental indicators. Proceedings from the INECE-OECD Workshop on Environmental Compliance and Enforcement Indicators, 3-4 November 2003, OECD Headquarters, Paris, France.
3. 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.
4. Patterson MG (1996). What is energy efficiency? – Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, 24(5): 377-390.
5. Vera I, Langlois L (2007). Energy indicators for sustainable development. *Energy*, 32: 875–882.
6. 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.
7. Vine E, Rhee CH, Lee KD (2006). Measurement and evaluation of energy efficiency programs: California and South Korea. *Energy*, 31: 1100–1113.
8. CEC&CPUC (1983). Standard Practice for Cost–Benefit Analysis of Conservation and Load Management Programs. California Public Utilities Commission and California Energy Commission.
9. CEC&CPUC (1987). Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Management Programs. California Public Utilities Commission and California Energy Commission.
10. CPUC (2001). California Standard Practice Manual: Economic Analysis of Demand-Side Programs and Projects. California Public Utilities Commission.
11. Vreuls H (2005). Evaluating Energy Efficiency Policy Measures & DSM Programmes, Volume I, Evaluation Guidebook. International Energy Agency, IEA-DSM.
12. Vreuls H (2005). Evaluating Energy Efficiency Policy Measures & DSM Programmes, Volume II, Country Reports and Case Examples used for the Evaluation Guidebook. International Energy Agency, IEA-DSM.
13. Kofod C H (2000). INDEEP Analysis Report 2000. Energy Piano, IEA-DSM.
14. van der Laar E, Vreuls H (2004). INDEEP Analysis Report 2004. SenterNovem, IEA-DSM.
15. Vreuls H (2000). Developing INDEEP 1994-2000. Final Report. International Energy Agency, IEA-DSM, published on 2006.
16. Hebb L, Kofod C (1998). International Programme Experience in Providing Energy Efficiency Services Comparing Cost Effectiveness Report. DEFU, IEA-DSM.
17. Vreuls H, Mann K (1998). The global Demand Side Management Map, a tool for DSM strategy and planning. CEPSI conference “Electricity, the Challenge for Sustainable Development, 2-6 November 1998 Pattaya, Thailand.
18. Heffner G (1997). Preliminary Concepts For New Mechanisms for Promoting DSM and Energy Efficiency in New Electricity Business Environments. Final Report. EPRI, IEA-DSM, published on

- 2006.
19. Vine E, Hamrinb J, Eyrec N, Crossleyd D, Maloneyd M, Wattd G (2003). Public policy analysis of energy efficiency and load management in changing electricity businesses. *Energy Policy*, 31: 405–430.
 20. Crossley D (1998). Existing Mechanisms for Promoting DSM and Energy Efficiency in Selected Countries. Research report. Energy Futures Australia, IEA-DSM.
 21. International Energy Agency, International Atomic Energy Agency. Indicators for Sustainable Energy Development. IEA. Available through www.iea.org
 22. International Energy Agency (1997). The link between energy and human activity. OECD/IEA, Paris.
 23. International Energy Agency (1997). Indicators of energy use and efficiency – Understanding the link between energy and human activity. OECD/IEA, Paris.
 24. International Energy Agency (2008). Energy Prices and Taxes. 2nd Quarter 2008. OECD/IEA, Paris.
 25. Schipper L, Unander F, Marie-Lilliu C (2000). The IEA Energy Indicators Effort: Increasing the Understanding of the Energy/Emissions Link. COP 6, The Hague, 13-14 November 2000.
 26. Taylor PG, Lavagne d’Ortigue O, Francoeur M, Trudeau N (in press). Final energy use in IEA countries: The role of energy efficiency. *Energy Policy*.
 27. Eurostat (2001). Key indicators for sustainable development. Working Paper No. 26. Joint ECE/Eurostat Work Session on Methodological Issues of Environment Statistics, Ottawa, Canada, 1-4 October 2001.
 28. Eurostat (2007). Measuring progress towards a more sustainable Europe. European Communities, Luxembourg.
 29. Lock G (2007). EU Sustainable Development Indicators: Monitoring the Sustainable Development Strategy. Info-day on 6.4.2. sub-activity (FP7-ENV-2008-1), 19 Dec 2007.
 30. Eurostat (2009). Energy, Yearly Statistics 2007. European Communities, Luxembourg.
 31. Mertens R (2004). Eurostat Energy Indicators Program, Data Collection and Production. Indicators for Sustainable Energy Development, Third Research Coordination Meeting/Workshop, New York, 15/9/2004.
 32. Eurostat (2008). Energy, Transport and Environment Indicators. Eurostat pocketbooks, European Commission.
 33. Eurostat (1998). Metadata in the NewCronos Database of Eurostat: Present Situation and Future Developments. Working Paper No.18. Geneva, Switzerland, 18-20 February 1998.
 34. Guio AC (2004). The Laeken Indicators: Some Results and Methodological Issues in Acceding and Candidate Countries. Workshop “Aligning the EU Social Inclusion Process and the Millennium Development Goals”, April 26-27, 2004, Vilnius, Lithuania.
 35. Zarnikau J (2003). Consumer demand for “green power” and energy efficiency. *Energy Policy*, 31: 1661 – 1672.
 36. Eurostat (2008). European electricity market indicators 2006. Data in focus 6/2008.
 37. Eurostat (2008). European gas market indicators 2006. Data in focus 7/2008.
 38. Eurostat – OECD (2005). Methodological manual on Purchasing Power Parities. European Communities, OECD, Luxembourg.

39. Eurostat. Η διαδικτυακή βάση δεδομένων είναι διαθέσιμη μέσω του ακόλουθου συνδέσμου
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/purchasing_power_parities/data/database
40. International Atomic Energy Agency, United Nations Department of Economy and Social Affairs, International Energy Agency, Eurostat, European Environment Agency (2005). Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. IAEA Publishing Section, Vienna, Austria.
41. Sors JC (2001). Measuring Progress Towards Sustainable Development in Venice: A Comparative Assessment of Methods and Approaches. Fondazione Eni Enrico Mattei.
42. Singh RK, Murty HR, Gupta SK, Dikshit AK (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. Ecological Indicators, 9: 189-212.
43. Bosseboeuf D, Lapillone B (2008). The ODYSSEE experience: From research to energy efficiency target monitoring. AIE-ODYSSEE meeting “Data, Analysis and policy: the three faces of EE indicators”. Paris 21-22nd January 2008.
44. Bosseboeuf D, Chateau B, Lapillone B (1997). Cross-country comparison on energy efficiency indicators: the on-going European effort towards a common methodology. Energy Policy, 25 (Nos7-9): 673-682.
45. SRC International (2001). A European ex-post evaluation guidebook for DSM and EE service programmes. SAVE Programme.
46. Linster M (2003). OECD Environmental Indicators: Development, Measurement and Use. Reference Paper, OECD, Paris, France.
47. Organisation for Economic Co-operation and Development (1998). Towards Sustainable Development. Environmental Indicators. OECD, Paris, France.
48. Organisation for Economic Co-operation and Development (1993). Organization for Economic Cooperation and Development core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. OECD, Paris, France.
49. Organisation for Economic Co-operation and Development (2008). Key environmental indicators. OECD, Paris, France.
50. Organisation for Economic Co-operation and Development (2002). Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressures from Economic Growth. OECD, Paris, France.
51. Organisation for Economic Co-operation and Development (2002). Frascati manual, Proposed standard practice for surveys on research and experimental development (6th ed). OECD, Paris, France.
52. United Nations Department of Economic and Social Affairs (2007). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies (3rd ed.). United Nations, New York, USA.
53. Swisher JN, de Martino Jannuzzi G, Redlinger RY (1997). Tools and Methods for Integrated Resource Planning. UNEP Collaborating Centre on Energy and the Environment, Working Paper No.7.
54. Afgan NH, Carvalho MG, Hovanov NV (2000). Energy system assessment with sustainability indicators. Energy Policy, 28: 603-612.
55. Bosseboeuf D, Richard C (1997). The need to link energy efficiency indicators to related policies: A practical experience based on 20 years of facts and trends in France (1973-1993). Energy Policy, 25 (Nos. 7-9): 813-823.
56. Hirst E, Reed J (1991). Handbook of evaluation of Utility DSM Programs. Oak Ridge, Tennessee, Martin Marietta Energy Systems, Inc. ORNL/CON-336.

57. Eichhammer W, Mannsbart W (1997). Industrial energy efficiency: Indicators for a European cross-country comparison of energy efficiency in the manufacturing industry. *Energy Policy*, 25 (Nos. 7-9): 759-772.
58. Haas R (1997). Energy efficiency indicators in the residential sector: What do we know and what has to be ensured? *Energy Policy*, 25 (Nos. 7-9): 789-802.
59. TecMarket Works (2004). The California Evaluation Framework. Report prepared for the California Public Utilities Commission and the Project Advisory Group.
60. Atikol U, Guven H (2003). Feasibility of DSM-technology transfer to developing countries. *Applied Energy*, 76: 197–210.
61. Levine M, Sonnenblick R (1994). On the assessment of utility demand side management programs. *Energy Policy*, 22 (10): 848-856.
62. Charles River Associates (2005). Primer on Demand-Side Management. Report prepared for the Worldbank.
63. Goldman C, Kahn E (1989). Comparative assessment of the demand side management plans of four New York Utilities. *Energy*, 14 (10): 615-628.
64. Turban E, Aronson JE (2001). Decision support systems and intelligent systems. Hong Kong: Prentice International Hall, Sixth Edition (6th ed).
65. Liao SH (2005). Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert Systems with Applications*, 28: 93–103.
66. Oz E, Fedorowicz J, Stapleton T (1993). Improving quality, speed and confidence in decision making: Measuring expert systems benefits. *Information and Management*, 24: 71-82.
67. Beckman TJ (1990). An expert system in taxation: The taxpayer service assistant. In J. Liebowitz (Ed.), *Expert systems for business management*. Englewood Cliffs, NJ: Yourdon Pres.
68. Byrd, A. (1993). Expert systems in production and operation management: Results of a survey. *Interfaces*, 23(2): 18-129.
69. Martin B (1996). Benefits from Expert Systems: An Exploratory Investigation. *Expert Systems with Applications*, 11 (1): 53—58.
70. Yoon VY, Adya M (2004). Expert Systems Construction. *Encyclopedia of Information Systems*, 2: 291-300.
71. Castillo E, Gutierrez GM, Hadi AS (1997). *Expert systems and probabilistic network models*. Springer Verlag, New York.
72. Duan Y, Edwards JS, Xu MX (2005). Web-based expert systems: benefits and challenges. *Information & Management*, 42: 799–811.
73. Krishnamoorthy CS, Rajeev S (1996). *Artificial intelligence and expert systems for engineers*. LLC: CRC Press.
74. Mellit A, Kalogirou SA (2008). Artificial intelligence techniques for photovoltaic applications: A review. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34: 574–632.
75. Hung CQ, Batanov DN, Lefevre T (1998). KBS and macro-level systems: support of energy demand forecasting. *Computers in Industry*, 37: 87–95.
76. Kaminaris SD, Tsoutsos TD, Agoris D, Machias AV (2006). Assessing renewables-to-electricity systems:a fuzzy expert system model. *Energy Policy*, 34: 1357–1366.
77. David AK, Zhao R (1989). Integrating expert systems with dynamic programming in generation

- expansion planning. *IEEE Transactions on Power Systems*, 4(3): 1095-1101.
78. White R (1990). Feasibility of an expert system for planning commitment schedules of generating units. *Proceedings 52nd American Power Congress*, Illinois Institute of Technology, Chicago, USA.
 79. Zitouni S, Irving MR (1996). NETMAT: A knowledge-based grid system analysis tool. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 18 (1): 37-46.
 80. Matelli JA, Bazzo E, da Silva JC (2009). An expert system prototype for designing natural gas cogeneration plants. *Expert Systems with Applications*, 36: 8375–8384.
 81. Fustar S, Jelavic B (1992). A knowledge-based system for power system weekly scheduling. *Electrical Power and Energy Systems*, 14 (2/3): 206-211.
 82. Dash PK, Liew AC, Rahman S, Ramakrishna G (1995). Building a fuzzy expert system for electric load forecasting using a hybrid neural network. *Expert Systems with Applications*, 9 (3): 407-421.
 83. Hsu YY, Ho KL (1992). Fuzzy expert systems - an application to short-term load forecasting. *IEE Proceedings*, 139: 471 -477.
 84. Kandil MS, El-Debeiky SM, Hasanien NE (2001). The implementation of long-term forecasting strategies using a knowledge-based expert system: part II. *Electric Power Systems Research*, 58:19-25
 85. Shin JR, Park YM (1993). Optimal long-term transmission planning by expert system approach. *Proc. IEEE Region 10 Con. Computer, Communication, Control and Power Engineering, Part 2 (of 5): 713-717.*
 86. Tanaka H, Osaka S, Suzuki H, Kawakami J (1989). Experiences of expert systems for power system operation and planning. *IF AC IFORS IAAE Symposium Energy Systems, Management and Economics*, Pergamon Press, Elmsford, NY, USA.
 87. Adapa R (1994). Expert system applications in power system planning and operations. *IEEE Power Engineering Reviews*, 14(2): 15-8.
 88. Adapa R (1994). Expert systems in power system planning and engineering: Transient stability input and output data analysis. *IEEE Power Engineering Reviews*, 14(2): 12-14.
 89. Balu NJ, Adapa R, Cauley G, Lauby M, Maratukulam DJ (1992). Review of expert systems in bulk power system planning and operation. *Proceedings IEEE*, 80(5): 727-731.
 90. Rahman S, Hazim O (1996). Load forecasting for multiple sites: development of an expert system-based technique. *Electronic Power Systems Research*, 39: 161–169.
 91. Hsu YY, Chen JL (1990). Distribution planning using a knowledge-based expert system. *IEEE Transactions on Power delivery, PWRD-5: 1514-1519.*
 92. Sarfi RJ, Salama MMA, Chikhani AY (1996). Applications of fuzzy sets theory in power systems planning and operation: a critical review to assist in implementation. *Electric Power Systems Research*, 39: 89-101.
 93. Ouyang Z, Shahidehpour SM (1990). Short-term unit commitment expert system. *Electrical Power Systems Research*, 20(1): 1-13.
 94. Li S, Shahidehpour SM, Wang C (1993). Promoting the application of expert systems in short-term unit commitment. *IEEE Transactions on Power Systems*, 8(1): 286-292.
 95. Sheble GB, Maifeld TT (1994). Unit commitment by genetic algorithm and expert system. *Electrical Power Systems Research*, 30(2): 115-121.
 96. Talukdar SN, Cardozo E, Perry T (1986). The operator's assistant--an intelligent expandable program for power system trouble analysis. *IEEE Trans. Power Systems*, 1(3): 182-187.
 97. Komai K, Sakaguchi T, Takeda S (1986). Power system fault diagnosis with an expert system enhanced by the general problem solving method. *Proceedings IASTED High Technology in the*

- Power Industry.
98. Koike N et al. (1988). A real-time expert system for power system fault analysis. Proceedings IASTED High Technology in the Power Industry.
 99. Mihelcic M, Gubina F, Ogorelec A (1988). An approach to power network fault location diagnosis. Proceedings ESAPS.
 100. Laresgoiti I, Perez J, Amantegui J, Echavarri J (1988). LAIDA: development of an expert system for disturbance analysis in an electrical network. Proceedings Symposium on Expert Systems Application to Power Systems.
 101. Brunner T, Nejd W, Schwarzjirg H, Sturm M (1993). On-line expert system for power system diagnosis and restoration. *Intelligent Systems Engineering*, 2(1): 5-24.
 102. Tomsovic K, Liu CC, Ackerman P, Pope S (1987). An expert system as a dispatchers' aid for the isolation of line section faults. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2 (3): 736-743.
 103. Marathe HY, Liu CC, Tsai MS, Rogers RG, Maurer JM (1989). An on – line operational expert system with data validation capabilities. Proceedings PICA, pp. 56 – 63.
 104. Nagata T, Sasaki H, Yokoyama R (1995). Power system restoration by joint usage of expert system and mathematical programming approach. *IEEE Transactions on Power Systems*, 10(3): 1473-1479.
 105. Vale ZA, Santos J, Ramos C (1997). SPARSE - A Prolog Based Application for the Portuguese Transmission Network: Verification and Validation. PAP'97 – Practical Application in Prolog, London, U.K.
 106. Park YM, Lee KH (1995). Application of expert system to power system restoration in local control center. *International Journal on Electrical Power Energy Systems*, 17(6): 407-415.
 107. Rumpel D, Krost G, Alder T (1992). Training simulator with an advising expert system for power system restoration. Proceedings IF AC Symposium on Control of Power Plants and Power Systems, Munich, Germany, IFAC Symposia Series (9): 451-456.
 108. Arroyo-Figueroa G, Alvarez Y, Sucar LE (2000). SEDRET—an intelligent system for the diagnosis and prediction of events in power plants. *Expert Systems with Applications*, 18: 75–86.
 109. Kadar P (1991). Contributed Paper: An Expert-system application in the Hungarian power system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 4 (6): 445-453.
 110. Kuo HC, Hsu YY (1993). Distribution system load estimation and service restoration using a fuzzy set approach. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 8 (4): 1950-1957.
 111. Hsu YY and Kuo HC (1994). Heuristic based fuzzy reasoning approach for distribution system service restoration. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 9 (2): 948-953.
 112. Panteliou S, Dentsoras A, Daskalopoulos E (1996). Use of expert systems for the selection and the design of solar domestic hot water systems. *Solar energy*, 57 (1): 1-8.
 113. Rosano FL, Valverde NK (1998). Knowledge-based systems for energy conservation programs. *Expert Systems with Applications*, 14: 25-35.
 114. Lara-Rosano E, Kemper N, Hermtndez O (1995). EXILCO: An Expert System for Lighting Systems Analysis and Design in Commercial Buildings and Hotels. In Proceedings 1995 International Symposium on Artificial Intelligence, Monterrey, Mexico, pp. 193-198.
 115. Lara-Rosano E, Kemper N, Mojica R, Olivas C, Ortiz O (1994). SECOM: An Expert System for the Design of Energy Efficient Compressed Air Facilities in the Industry. In Proceedings Third IASTED International Conference on Computer Applications in Industry, Cairo, Egypt, pp. 203-205.
 116. Papadopoulou AG, Botsikas A, Karakosta Ch, Doukas H, Psarras J (2009). Intelligent Information

- Systems for Strengthening the Quality of Energy Services in the EU: Case Study in the Greek Energy Sector. Chapter XVI in the book "Intelligent Information Systems and Knowledge Management for Energy: Applications for Decision support, Usage and Environmental Protection", Inderscience.
117. Papadopoulou AG, Doukas H, Psarras J (2009). An Intelligent Decision Support System for SMEs' Activation in the Energy Sector. *International Journal of Management and Decision Making*, 10 (1-2): 125-137.
 118. Caudana B, Conti F, Helcke G, Pagani R (1995). A prototype expert system for large scale energy auditing in buildings. *Pattern Recognition*, 28 (10): 1467-1475.
 119. Jaber JO, Mamlook R, Awad W (2005). Evaluation of energy conservation programs in residential sector using fuzzy logic methodology. *Energy Policy*, 33: 1329-1338.
 120. Patlitzianas K, Papadopoulou A, Flamos A, Psarras J (2005). CMIEM: The Computerized Model for Intelligent Energy Management. *International Journal of Computer Applications in Technology*, Vol. 22, Nos. 2/3, pp. 120-129.
 121. Papadopoulou AG., Karakosta Ch, Doukas H., Psarras J. "Intelligent Models for Energy Savings in Building". 3rd International Exhibition on Energy Saving and Renewable Energy Source – Energy RES, 19-22 February 2009, Athens, Greece.
 122. Doukas H., Patlitzianas D. K., Iatropoulos K., Papadopoulou G.A, Psarras J., "Intelligent Model for the Energy Efficiency in Buildings", Energy Efficiency Conference, 3 November 2006, Academy of Athens.
 123. Azzam M, Abdul-Sadek Nour M (1996). An expert system for voltage control of a large-scale power system. *Energy Conversion and Management*, 37 (1): 81-86.
 124. Cheng SJ, Malik OP, Hope GS (1989). A Data Base Management System and its Application in a Voltage and Reactive Power Control Expert System. *Electric Power Systems Research*, 16: 147 – 155.
 125. Kawahara K, Sasaki H, Kubokawa J, Kitagawa M, Sugihara H (1995). Expert system for designing transmission line protection system. *Electrical Power & Energy Systems*, 17 (I): 69-78.
 126. Lee SJ, Yoon SH, Yoon MC, Jong JK (1990). An expert system for protective relay setting of transmission system. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, 5 (2): 1202-1208.
 127. Doumpos M, Zopounidis C (2002). *Multicriteria Decision Aid Classification Methods*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
 128. Yoon KP, Hwang CL (1995). *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*. Sage Publications, thousand Oaks, CA.
 129. Greening LA, Bernow S (2004). Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision-making. *Energy Policy*, 32: 721–735.
 130. Dyer J (2006). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Chapter 7, MAUT – MULTIATTRIBUTE UTILITY THEORY. Springer New York
 131. Keeney RL, Raiffa H (1993). *Decisions with Multiple Objectives*. New York: Wiley.
 132. Zahedi F (1986). The Analytic Hierarchy Process: A survey of the method and its applications. *Interfaces*, 16: 96-108.

133. Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, USA.
134. 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(13):2063-2087.
135. Roy B (1991). The outranking approach and the foundations of electre methods. Springer Netherlands
136. Brans JP, Mareschal B, Vincke P (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24: 228-238.
137. Munda G, Nijkamp P, Rietveld P (1995). Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: An illustration of economic-ecological evaluation. *European Journal of Operational Research*, 82:79-97.
138. Joint Research Center – EC (1996). Naiade Manual and Tutorial. JRC Ispra site.
139. Zadeh LA (1975). The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning - Part I. *Information Science*, 8: 199-249.
140. Zadeh LA (1975). The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning - Part II. *Information Science*, 8: 301-357.
141. Hobbs BF (1995). Optimization methods for electric utility resource planning. *European Journal of Operational Research*, 83: 1-20.
142. Martins AG, Coelho D, Henggeler Antunes C, Clímaco J (1996). A multiple objective linear programming approach to power generation planning with demand-side management (DSM). *International Transactions in Operational Research*, 3 (3-4): 305-317.
143. Hobbs BF, Horn GT (1997). Building public confidence in energy planning: a multimethod MCDM approach to demandside planning at BC gas. *Energy Policy*, 25(3): 357-375.
144. Vashishtha S, Ramachandran M (2006). Multicriteria evaluation of demand side management (DSM) implementation strategies in the Indian power sector. *Energy*, 31: 2210–2225.
145. Lee DK, Park SY, Park SU (2007). Development of assessment model for demand-side management investment programs in Korea. *Energy Policy*, 35: 5585–5590.
146. Neves LP, Martins AG, Antunes CH, Dias LC (2008). A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency. *Energy Policy*, 36: 2351–2363.
147. Malakooti B (1988). A gradient based approach for solving hierarchical multi-criteria production planning problems. *Computers ind. Engng*, 16 (3): 407-417.
148. Psarras J, Kapros P, Samouilidis JE (1990). Multiobjective programming. *Energy*, 15 (7/8): 583-605.
149. Tzeng GH, Shiau TA, Lin CY (1992). Application of Multicriteria Decision Making to the evaluation of new energy system development in Taiwan. *Energy*, 17 (10): 983-992.
150. Mills D, Vlacic L, Lowe I (1996). Improving electricity planning – use of a multicriteria decision making model. *International transactions of operational research*, 3 (3/4): 293-304.
151. Akash BA, Mamlook R, Mohsen MS (1999). Multicriteria selection of electric power plants using analytical hierarchy process. *Electric Power Systems Research*, 52(1): 29-35.
152. Goumas MG, Lygerou VA, Papayannakis LE (1999). Computational methods for planning and

- evaluating geothermal energy projects. *Energy Policy*, 27 (3): 147-154.
153. Georgopoulou E, Lalas D, Papagiannakis L (1997). A multicriteria decision aid approach for energy planning problems: The case of renewable energy option. *European Journal of Operational Research*, 103 (1): 38-54.
 154. Georgopoulou E, Sarafidis Y, Diakoulaki D (1998). Design and implementation of a group DSS for sustaining renewable energies exploitation. *European Journal of Operational Research*, 109 (2): 483-500.
 155. 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.
 156. Georgopoulou E, Sarafidis Y, Mirasgedis S, Zaimi S, Lalas DP (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.
 157. Cavallaro F, Ciraolo L (2005). A multicriteria approach to evaluate wind energy plants on an Italian island. *Energy Policy*, 33: 235-244.
 158. Diakoulaki D, Karangelis F (2007). Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 11(4): 716-727.
 159. Doukas H, Patlitzianas KD, Papadopoulou AG, Psarras J (2008). Foresight of Innovative Energy Technologies through a Multicriteria Energy Approach. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 6 (4): 381-394.

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προτεινόμενη μεθοδολογία αναπτύσσει ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για την προώθηση λύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, του οποίου η πολυπλοκότητα είναι εμφανής με βάση τα προηγούμενα κεφάλαια.

Η άλογη χρήση της ενέργειας και η ραγδαία κατανάλωση των φυσικών πόρων, με τις συνέπειες στο φυσικό περιβάλλον και την αυξημένη ενεργειακή εξάρτηση από τρίτους, είχαν σαν αποτέλεσμα την αναζήτηση λύσεων εκ μέρους των φορέων χάραξης πολιτικής για την αντιμετώπιση του φαινομένου. Τα ΠΔΖ, μετά από την ανάπτυξή τους τη δεκαετία του '80, επανέρχονται δυναμικά στο προσκήνιο, ως ένα βασικό εργαλείο για την ικανοποίηση της πρόκλησης της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Παράλληλα, σε παγκόσμιο επίπεδο, η πρόοδος της ανάπτυξης και οι σχετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθώς και η απελευθέρωση των αγορών ενέργειας, αποτελούν δυο από τις βασικότερες παραμέτρους που διαμορφώνουν το σύγχρονο περιβάλλον του ενεργειακού τομέα, διαφοροποιώντας τις μέχρι πρότινος πρακτικές.

Ο Ευρωπαϊκός στόχος εξοικονόμησης ενέργειας κατά 20% έως το 2020 αναμένεται να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας αξίας τουλάχιστον 100 δις € και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 800 εκ. τόνους ετησίως. Παράλληλα μπορεί να αποτελέσει ένα επιπλέον μοχλό πίεσης προς την ανάληψη περισσότερων δράσεων, και την περαιτέρω προώθηση των ΠΔΖ.

Μια από τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει η προώθηση των ΠΔΖ είναι η ύπαρξη πολλές φορές ανεπαρκούς και μη συμμετρικής πληροφορίας, γεγονός που συμβαίνει και στην προώθηση άλλων προγραμμάτων και περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών, όπως οι ΑΠΕ [1].

Στηριζόμενοι στην ανάγκη προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας από τις ενεργειακές εταιρείες, μέσω της κατάστρωσης ολοκληρωμένων προτάσεων προώθησης των ΠΔΖ, σε συνδυασμό με την ανάγκη εισαγωγής των ποιοτικών παραμέτρων που χαρακτηρίζουν το πρόβλημα, και τις περιορισμένες ερευνητικές προσπάθειες στη συγκεκριμένη θεματική ενότητα, αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της συγκεκριμένης διατριβής μια ολοκληρωμένη μεθοδολογική προσέγγιση και το συναφές πληροφοριακό σύστημα, για την υποστήριξη της προώθησης των συγκεκριμένων προγραμμάτων.

Στο παραπάνω πλαίσιο, το 4^ο κεφάλαιο της διατριβής προτείνει τη μεθοδολογική προσέγγιση SYCASE, και το πληροφοριακό σύστημα I-DSM για την αντιμετώπιση του προβλήματος προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας.

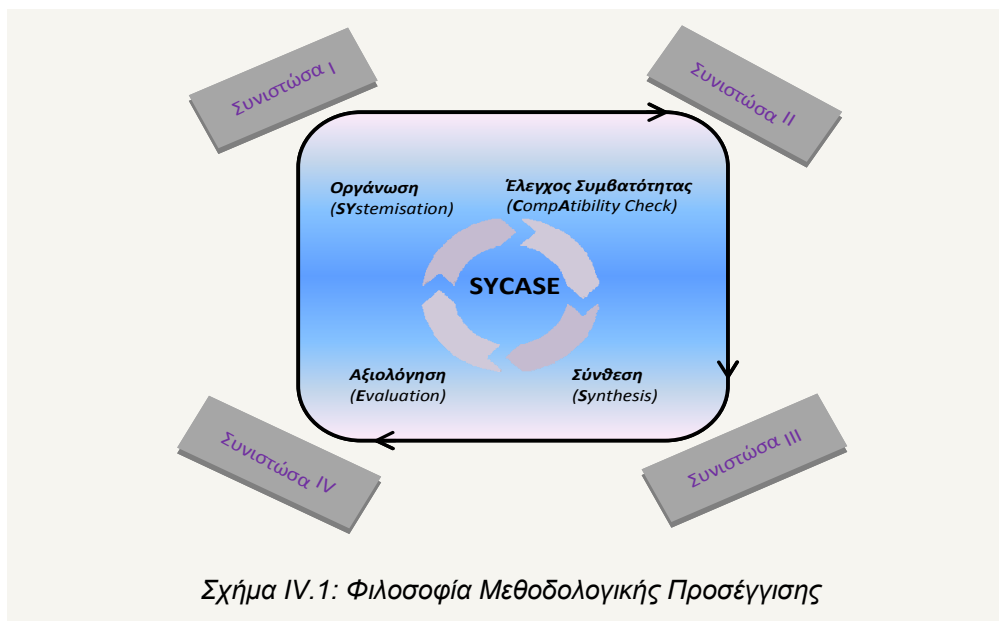
4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

4.2.1 Η Φιλοσοφία της Προσέγγισης

Η παρούσα ενότητα εστιάζεται στην παράθεση και αναλυτική παρουσίαση της φιλοσοφίας της μεθοδολογικής προσέγγισης της διδακτορικής διατριβής, η οποία θέτει το υπόβαθρο για την επιλογή των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης από τις ενεργειακές εταιρίες στο σύγχρονο περιβάλλον λειτουργίας τους, όπως αυτό διαμορφώνεται από την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας και την κλιματική αλλαγή.

Βασική επιδίωξη της φιλοσοφίας της προσέγγισης είναι η συστηματική αποτύπωση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στους σύγχρονους ενεργειακούς τομείς, καθώς και των ΠΔΖ που έχουν υλοποιήσει και η οργάνωση της υπάρχουσας διεθνούς εμπειρίας στα προγράμματα αυτά, με απώτερο στόχο την επιλογή και αξιολόγηση των πλέον συμβατών επιλογών για την εκάστοτε ενεργειακή εταιρεία, ώστε να ικανοποιούνται οι σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών στις νέες συνθήκες του ενεργειακού τομέα.

Η φιλοσοφία της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης **SYCASE** απεικονίζεται στο Σχήμα IV.1.



Όπως φαίνεται και από το Σχήμα IV.1, η προτεινόμενη προσέγγιση αποτελείται από τέσσερις (4) συνιστώσες:

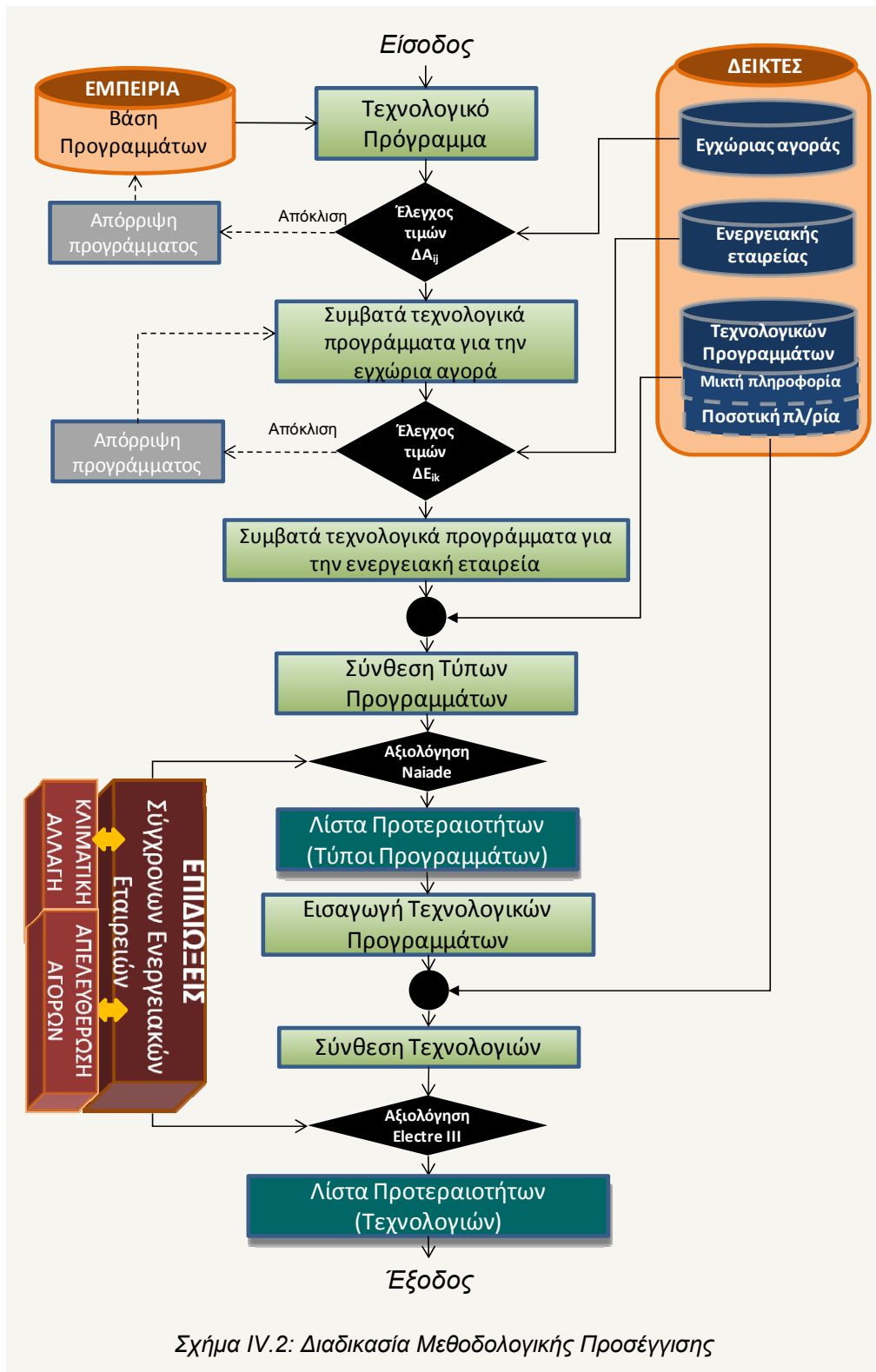
- Συνιστώσα I - Οργάνωση (Systemisation): Στην πρώτη συνιστώσα πραγματοποιείται η αποτύπωση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών εταιρειών που έχουν επιτυχημένα δραστηριοποιηθεί στη διεξαγωγή

προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης σε μια ευρεία κλίμακα αγορών ενέργειας, ενώ παράλληλα κωδικοποιούνται και τα χαρακτηριστικά των αγορών αυτών, μέσω της χρήσης κατάλληλων δεικτών. Τέλος, στο πλαίσιο αυτής της συνιστώσας οργανώνονται και τα χαρακτηριστικά των ΠΔΖ, όπως εξήχθησαν από την ανασκόπηση της διεθνούς εμπειρίας.

- Συνιστώσα II - Έλεγχος Συμβατότητας (Compatibility Check): Η συνιστώσα αυτή αφορά στον έλεγχο συμβατότητας των χαρακτηριστικών τόσο της ενεργειακής αγοράς που δραστηριοποιείται η εταιρεία, όσο και της ίδιας της εταιρείας, με στόχο την επιλογή επιτυχημένων προγραμμάτων που για λόγους συγκρισιμότητας έχουν διεξαχθεί σε αγορές με παραπλήσια χαρακτηριστικά και από εταιρείες παρεμφερούς βεληνεκούς.
- Συνιστώσα III – Σύνθεση (Synthesis): Η διεθνής εμπειρία όσον αφορά στα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά μεμονωμένων τεχνολογικών προγραμμάτων. Η τρίτη συνιστώσα αποσκοπεί στη σύνθεση των χαρακτηριστικών των επιμέρους συμβατών τεχνολογικών προγραμμάτων ανά τύπο τεχνολογίας και τύπο προγράμματος, με στόχο την αποτύπωση των χαρακτηριστικών ευρύτερων ομάδων (τύπων) προγραμμάτων.
- Συνιστώσα IV – Αξιολόγηση (Evaluation): Η τέταρτη συνιστώσα επικεντρώνεται στην αξιολόγηση τόσο των γενικευμένων τύπων προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, όσο και των επιμέρους τεχνολογικών επιλογών, με βάση τη συμβολή των προαναφερθέντων εργαλείων στις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών.

4.2.2. Η Διαδικασία της Προσέγγισης

Η ακολουθούμενη διαδικασία παρουσιάζεται υπό μορφή λογικού διαγράμματος στο Σχήμα IV.2.



Τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας της μεθοδολογικής προσέγγισης παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- *Είσοδος*: Στο πρώτο αυτό βήμα της διαδικασίας λαμβάνει χώρα η επιλογή του πεδίου που επικεντρώνονται οι δραστηριότητες της ενεργειακής εταιρείας, και κατά συνέπεια τα επιθυμητά προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης. Οι δυνατότητες επιλογής διακρίνονται ανάμεσα στην ηλεκτρική ενέργεια και το φυσικό αέριο.
- *Τεχνολογικό Πρόγραμμα*: Έχοντας επιλέξει το πεδίο δραστηριοποίησης της εκάστοτε ενεργειακής εταιρείας, πραγματοποιείται σταδιακή εισαγωγή των επιμέρους τεχνολογικών προγραμμάτων από τη βάση προγραμμάτων, όπως αυτή διαμορφώθηκε με βάση την υπάρχουσα διεθνή εμπειρία.
- *Έλεγχος Τιμών ΔA_{ij}* : Για να ενισχυθεί η συγκρισιμότητα των δεδομένων, στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται έλεγχος των χαρακτηριστικών της εξεταζόμενης εγχώριας αγοράς, σύμφωνα με τις αρχές της συνδυαστικής μεθόδου, χρησιμοποιώντας μια ομάδα δεικτών, τους Δείκτες Εγχώριας Αγοράς. Αποκλίσεις μεγαλύτερες των καθορισμένων επιτρεπτών ορίων, έστω και στην τιμή ενός δείκτη, οδηγούν στην απόρριψη του τεχνολογικού προγράμματος.
- *Συμβατά Τεχνολογικά Προγράμματα για την Εγχώρια Αγορά*: Η διαδικασία ελέγχου των τιμών των Δεικτών Εγχώριας Αγοράς επαναλαμβάνεται για όλα τα τεχνολογικά προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης, έως ότου ολοκληρωθεί ο σχηματισμός της λίστας τεχνολογικών προγραμμάτων που συνάδουν με τα χαρακτηριστικά της εγχώριας αγοράς.
- *Έλεγχος Τιμών ΔE_{ik}* : Τα συμβατά τεχνολογικά προγράμματα για την εγχώρια αγορά διέρχονται ενός δευτέρου επιπέδου ελέγχου, και πάλι σύμφωνα με τις αρχές της συνδυαστικής μεθόδου και τη χρήση μιας δεύτερης ομάδας δεικτών, τους Δείκτες Ενεργειακών Εταιρειών. Ο έλεγχος αυτός εστιάζει στον εντοπισμό των προγραμμάτων που υλοποιήθηκαν από ενεργειακές εταιρείες, τα χαρακτηριστικά των οποίων συνάδουν με τα χαρακτηριστικά του αποφασίζοντα.
- *Συμβατά Τεχνολογικά Προγράμματα για την Ενεργειακή Εταιρεία*: Η διαδικασία ελέγχου των τιμών των δεικτών των ενεργειακών εταιρειών επαναλαμβάνεται για όλα τα προγράμματα της λίστας «Συμβατά τεχνολογικά προγράμματα για την εγχώρια αγορά», απορρίπτοντας όσα δεν εναρμονίζονται με τα χαρακτηριστικά του αποφασίζοντα. Η διαδικασία του σταδίου αυτού ολοκληρώνεται με την παραγωγή μιας λίστας «Συμβατών τεχνολογικών προγραμμάτων για την ενεργειακή εταιρεία», τα οποία συνοδεύονται από μια σειρά Δεικτών Προγραμμάτων, εκφρασμένων είτε σε μικτή, είτε σε ποσοτική πληροφορία.
- *Σύνθεση Τύπων Προγραμμάτων*: Για την κατηγοριοποίηση των ανεξάρτητων τεχνολογικών προγραμμάτων σε ευρύτερες κατηγορίες, τους καλούμενους «Τύπους Προγραμμάτων», πραγματοποιείται η σύνθεση των χαρακτηριστικών των τεχνολογικών προγραμμάτων, όπως αυτά αποτυπώνονται μέσω δεικτών και εκφράζονται σε μικτή πληροφορία, με τη χρήση ενός τελεστή συνάθροισης (αθροιστικός μέσος).
- *Αξιολόγηση Naiade*: Μετά την ολοκλήρωση της σύνθεσης των τύπων

προγραμμάτων, πραγματοποιείται η αξιολόγηση της συνεισφοράς τους στις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών. Η αξιολόγηση αυτή πραγματοποιείται με χρήση της μεθόδου *Naiade*, η οποία επιτρέπει τη χρήση μικτής πληροφορίας.

- *Λίστα Προτεραιοτήτων (Τύποι Προγραμμάτων)*: Η αξιολόγηση των τύπων προγραμμάτων με χρήση της μεθόδου *Naiade*, που πραγματοποιείται στο προηγούμενο βήμα της διαδικασίας, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μιας λίστας προτεραιοτήτων τύπων προγραμμάτων, τα οποία αναμένεται να έχουν μεγαλύτερη συνεισφορά στην προώθηση τεχνικών διαχείρισης της ζήτησης στην εξεταζόμενη εγχώρια αγορά, υλοποιούμενα από τη συγκεκριμένη ενεργειακή εταιρεία.
- *Εισαγωγή Τεχνολογικών Προγραμμάτων*: Πραγματοποιείται εισαγωγή επιμέρους τεχνολογικών προγραμμάτων από τη λίστα «Συμβατά τεχνολογικά προγράμματα για την ενεργειακή εταιρεία», τα χαρακτηριστικά των οποίων αποτυπώνονται με χρήση μόνο ποσοτικής πληροφορίας. Σε όσα τεχνολογικά προγράμματα δεν υφίσταται αντιστοίχιση της ποιοτικής πληροφορίας με ποσοτική για προκαθορισμένους Δείκτες Προγραμμάτων, απορρίπτονται από την περαιτέρω διαδικασία.
- *Σύνθεση Τεχνολογιών*: Για την κατηγοριοποίηση των ανεξάρτητων τεχνολογικών προγραμμάτων σε ευρύτερες κατηγορίες τεχνολογιών υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, πραγματοποιείται η σύνθεση των ποσοτικών χαρακτηριστικών των τεχνολογικών προγραμμάτων, όπως αυτά εκφράζονται μέσω δεικτών, με τη χρήση ενός τελεστή συνάθροισης (αθροιστικός μέσος).
- *Αξιολόγηση Electre III*: Πραγματοποιείται η αξιολόγηση των τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας που προωθούνται μέσα από τα ΠΔΖ, με χρήση της πολυκριτηριακής μεθόδου *Electre III*, με στόχο την ανάδειξη των κυριότερων τεχνολογικών προτεραιοτήτων για τη διαχείριση της ζήτησης, σύμφωνα με την υπάρχουσα εμπειρία.

4.3 ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ Ι: ΟΡΓΑΝΩΣΗ

4.3.1 Εισαγωγή

Η πρώτη συνιστώσα της μεθοδολογικής προσέγγισης αποσκοπεί στη συστηματική οργάνωση των επί μέρους χαρακτηριστικών του προβλήματος. Η συστηματοποίηση του προβλήματος επιτυγχάνεται μέσω της μοντελοποίησης των χαρακτηριστικών αφενός των ενεργειακών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην ανάπτυξη ΠΔΖ, αφετέρου των ενεργειακών αγορών στις οποίες λαμβάνει χώρα αυτή η δραστηριοποίηση, ενώ για την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου σταδίου πραγματοποιείται η οργανωμένη καταγραφή των χαρακτηριστικών των ίδιων των τεχνολογικών προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης.

Η προαναφερθείσα μοντελοποίηση πραγματοποιείται με τη χρήση τριών βασικών ομάδων δεικτών, τους Δείκτες Αγοράς, τους Δείκτες Ενεργειακών Εταιρειών και τους Δείκτες Τεχνολογικών Προγραμμάτων.

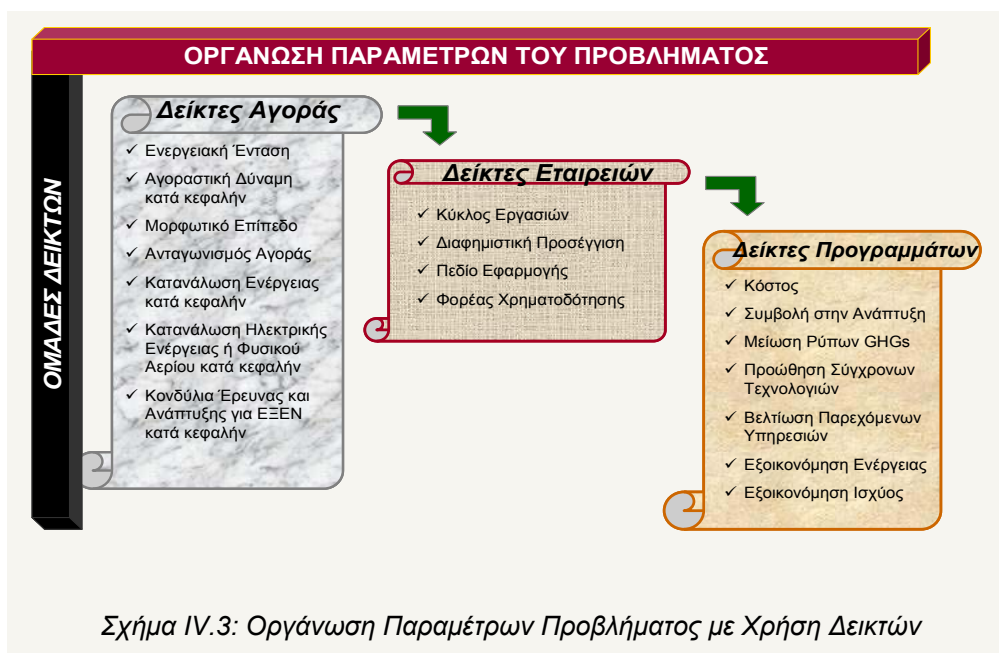
Η ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεικτών βασίστηκε στη μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας, μέσω της οποίας εντοπίστηκε η ανάγκη αποτύπωσης των χαρακτηριστικών των διάφορων προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης και των ενεργειακών εταιρειών που τα αναπτύσσουν σε μια κοινή βάση αναφοράς.

Το προτεινόμενο πλαίσιο δεικτών διακρίνεται για τα ακόλουθα χαρακτηριστικά του:

- Επαρκή κάλυψη των παραμέτρων του προβλήματος με χρήση ενός περιεκτικού και συνεκτικού πλήθους δεικτών.
- Χρήση θεμελιώδους πληροφορίας, η οποία μπορεί να αντληθεί από τις υπάρχουσες βάσεις δεδομένων και την ευρύτερη βιβλιογραφία.
- Αντιμετώπιση χρονικών και γεωγραφικών περιορισμών όσον αφορά τα οικονομικά δεδομένα, λόγω της χρήσης συνεχών τιμών, εκφρασμένων ανά μονάδα αγοραστικής δύναμης.

Οι προτεινόμενοι δείκτες παρουσιάζονται εποπτικά στο Σχήμα IV.3 και αναλύονται διεξοδικά στις παραγράφους που ακολουθούν.

Η συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων για την ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεικτών, πραγματοποιείται σύμφωνα με το μεθοδολογικό πλαίσιο που έχει περιγραφεί από τους Papadopoulos et al [2].



4.3.2 Δείκτες Αγοράς

Οι Δείκτες Αγοράς έχουν ως στόχο να αποτυπώσουν τα χαρακτηριστικά μιας ενεργειακής αγοράς, και μοντελοποιούνται ως ακολούθως:

$$\Delta A_{ij}$$

όπου

- $i \in [1, n]$ και $n \in \mathbb{N}^*$, αντιπροσωπεύει το υπό εξέταση τεχνολογικό πρόγραμμα, ενώ με n συμβολίζεται το πλήθος των καταγεγραμμένων στη βάση δεδομένων τεχνολογικών προγραμμάτων.
- $j \in [1, 7]$, είναι ακέραιος αριθμός και αντιπροσωπεύει το πλήθος των δεικτών αγοράς.

Οι Δείκτες Αγοράς που αναπτύχθηκαν περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

4.3.2.1 Δείκτης Ενεργειακής Έντασης (ΔA_{11})

Περιγραφή:

Εκφράζει την απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή μιας μονάδας του ΑΕΠ και αποτελεί μέτρο της αποδοτικότητας με την οποία μια οικονομική οντότητα (εθνική οικονομία, εταιρεία κλπ) χρησιμοποιεί τις ενεργειακές πηγές της. Προκύπτει ως το αποτέλεσμα της διαίρεσης της συνολικής εγχώριας κατανάλωσης με το ΑΕΠ. Η χρήση συνεχών τιμών του ΑΕΠ επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ δεδομένων διαφορετικών χρονολογιών, ενώ η έκφραση του ΑΕΠ μέσω της μονάδας αγοραστικής δύναμης (Purchase Power Parity - PPP) επιτρέπει τη σύγκριση δεδομένων ανεξαρτήτως χώρας.

Κατηγορία:

Βασικός Κανονικοποιημένος Δείκτης

Μονάδες:

ΤΙΠ/ 2006 PPS (Purchase Power Standard)

4.3.2.2 Δείκτης Αγοραστικής Δύναμης κατά κεφαλήν (ΔΑ_{i2})**Περιγραφή:**

Αποτελεί το μέτρο της αγοραστικής δύναμης των πολιτών σε μια χώρα, καθώς λαμβάνει υπόψη το πραγματικό εισόδημα του πολίτη, δεδομένου ότι συνυπολογίζει όχι μόνο το εισόδημα αλλά και την τιμή των αγαθών στη χώρα αυτή. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπως ενδεικτικά αναφέρεται και από τους Tonn et al. [3] και Atikol et al. [4], ο δείκτης αυτός εκφράζει εμμέσως τη στήριξη του καταναλωτικού κοινού στα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης, καθώς οι πολίτες με υψηλότερα εισοδήματα δείχνουν μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση και ενδιαφέρον για την εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων. Παράλληλα, εκφράζει τη δυνατότητα των πολιτών να ανταπεξέλθουν στο πιθανό οικονομικό κόστος ενός τέτοιου προγράμματος. Προκύπτει ως το αποτέλεσμα της διαίρεσης του ΑΕΠ, εκφρασμένου σε συνεχείς τιμές και λαμβάνοντας υπόψη τη μονάδα αγοραστικής δύναμης, προς τον πληθυσμό της χώρας.

Κατηγορία:

Βασικός Κανονικοποιημένος Δείκτης

Μονάδες:

2006 PPS / άτομο

4.3.2.3 Δείκτης Μορφωτικού Επιπέδου (ΔΑ_{i3})**Περιγραφή:**

Εκφράζει το μορφωτικό επίπεδο των πολιτών μιας χώρας και προκύπτει ως το ποσοστό των φοιτητών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης προς τον πληθυσμό της εξεταζόμενης χώρας. Αποτελεί μέτρο της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας, ενώ σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπως οι Berry et al. [5] και Zarnikau [6] συσχετίζεται και με το επίπεδο στήριξης των πολιτών σε δράσεις ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως είναι ένα ΠΔΖ.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

Ποσοστό επί τοις εκατό (%)

4.3.2.4 Δείκτης Ανταγωνισμού της Αγοράς (ΔΑ_{i4})**Περιγραφή:**

Αποτελεί ένα μέτρο του υπάρχοντος ανταγωνισμού στην εγχώρια αγορά ενέργειας και εκφράζεται μέσω του αριθμού των παραγωγών ενέργειας ή των εταιρειών μεταφοράς και διανομής, που κατέχουν έκαστος μερίδιο τουλάχιστον της τάξης του 5% της καθαρής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ή του φυσικού αερίου στην αγορά. Ο υπάρχων ανταγωνισμός αποτελεί βασική παράμετρο που χαρακτηρίζει μια ενεργειακή αγορά και τη λειτουργία της.

Κατηγορία:

Διαρθρωτικός Δείκτης

Μονάδες:

Καθαρός αριθμός στο διάστημα [1, 5], όπου:

- 1: Αγορές που 1-2 εταιρείες κατέχουν >5% της παραγωγής
- 2: Αγορές που 3-4 εταιρείες κατέχουν έκαστη >5% της παραγωγής
- 3: Αγορές που 5-6 εταιρείες κατέχουν έκαστη >5% της παραγωγής
- 4: Αγορές που 7-10 εταιρείες κατέχουν έκαστη >5% της παραγωγής
- 5: Αγορές που περισσότερες από 10 εταιρείες κατέχουν έκαστη μερίδιο μεγαλύτερο του 5% της παραγωγής

4.3.2.5 Δείκτης Κατανάλωσης Ενέργειας κατά κεφαλήν (ΔA_{i5})**Περιγραφή:**

Αποτελεί βασικό μέτρο έκφρασης του μεγέθους μιας ενεργειακής αγοράς, καθώς και δείκτη που σε συσχέτισμό με το ΑΕΠ αντικατοπτρίζει το βιοτικό επίπεδο των πολιτών μιας χώρας. Προκύπτει ως το αποτέλεσμα της διαίρεσης της τελικής εγχώριας κατανάλωσης με τον πληθυσμό της χώρας.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

ΤΙΠ/ άτομο

4.3.2.6 Δείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας (ή Φυσικού Αερίου) κατά κεφαλήν (ΔA_{i6})**Περιγραφή:**

Αποτελεί βασικό μέτρο έκφρασης του μεγέθους μιας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου αντίστοιχα. Προκύπτει ως το αποτέλεσμα της διαίρεσης της τελικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου με τον πληθυσμό της χώρας.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

ΤΙΠ/ άτομο

4.3.2.7 Δείκτης Κονδυλίων Έρευνας και Ανάπτυξης για ΕΞΕΝ κατά κεφαλήν (ΔA_{17})

Περιγραφή:

Χρησιμοποιείται ως μέτρο των συνολικών δαπανών (δημοσίων και ιδιωτικών) που πραγματοποιούνται σε μια χώρα σε κονδύλια έρευνας και ανάπτυξης για την ΕΞΕΝ. Αποτελεί ένδειξη της γενικότερης στήριξης σε επίπεδο χώρας των προσπαθειών για προώθηση της ΕΞΕΝ. Προκύπτει ως το αποτέλεσμα της διαίρεσης των συνολικών δαπανών ανά άτομο. Η έκφραση του δείκτη σε συνεχείς τιμές ανά μονάδα αγοραστικής δύναμης καθιστά δυνατή τη σύγκριση δεδομένων πέρα από χρονικούς και χωρικούς περιορισμούς.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

2006 PPS/άτομο

4.3.3 Δείκτες Εταιρείας

Οι Δείκτες Εταιρείας έχουν ως στόχο να αποτυπώσουν τα χαρακτηριστικά μιας ενεργειακής εταιρείας, καθώς και παραμέτρους υλοποίησης των τεχνολογικών προγραμμάτων ζήτησης που σχετίζονται με αποφάσεις των εταιρειών. Η μοντελοποίησή τους παρουσιάζεται στη συνέχεια:

$$\Delta E_{ik}$$

όπου

- $i \in [1, n]$ και $n \in \mathbb{N}^*$, αντιπροσωπεύει το υπό εξέταση τεχνολογικό πρόγραμμα, ενώ με n συμβολίζεται το πλήθος των καταγεγραμμένων στη βάση δεδομένων τεχνολογικών προγραμμάτων.
- $k \in [1, 4]$, είναι ακέραιος αριθμός και αντιπροσωπεύει το πλήθος των δεικτών εταιρείας.

Οι Δείκτες Εταιρείας που αναπτύχθηκαν περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

4.3.3.1 Δείκτης Κύκλου Εργασιών (ΔE_{i1})

Περιγραφή:

Εκφράζει την οικονομική δύναμη των εταιρειών και αποτελεί ένα μέτρο της επενδυτικής δεινότητας μιας εταιρείας για την υλοποίηση μιας δράσης, στο συγκεκριμένο πρόβλημα ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης. Ο συγκεκριμένος δείκτης χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση των επιχειρήσεων σε 5 επίπεδα, ανάλογα με τον κύκλο εργασιών τους, όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα IV.4. Για τη σύγκριση δεδομένων ανεξαρτήτως χώρας και έτους, οι τιμές του κύκλου εργασιών εκφράζονται σε συνεχείς τιμές ανά μονάδα αγοραστικής δύναμης, προτού ομαδοποιηθούν.

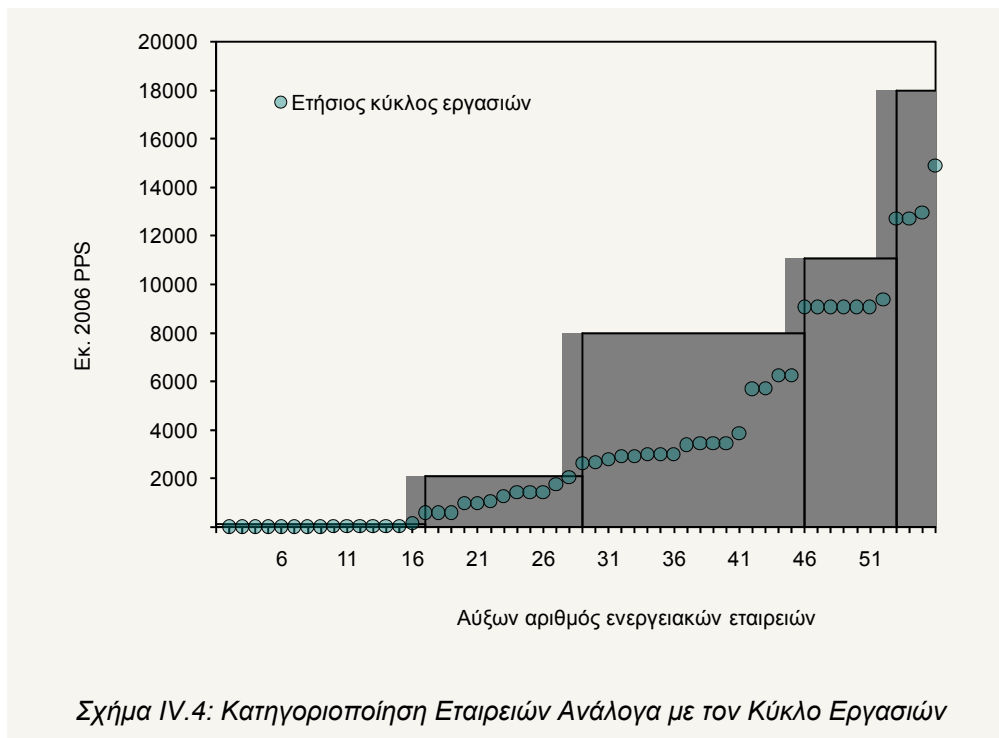
Κατηγορία:

Διαρθρωτικός Δείκτης

Μονάδες:

Καθαρός αριθμός στο διάστημα [1, 5], όπου:

- 1: Κύκλος εργασιών μικρότερος των 105 εκ. 2006 PPS
- 2: Κύκλος εργασιών μικρότερος των 2.100 εκ. 2006 PPS
- 3: Κύκλος εργασιών μικρότερος των 8.000 εκ. 2006 PPS
- 4: Κύκλος εργασιών μικρότερος των 11.050 εκ. 2006 PPS
- 5: Κύκλος εργασιών μεγαλύτερος των 11.050 εκ. 2006 PPS



Το Σχήμα IV.4 παρουσιάζει την κατηγοριοποίηση των ενεργειακών εταιρειών με καταγεγραμμένη εμπειρία στην υλοποίηση ΠΔΖ σε 5 ευρείες ομάδες, ανάλογα με το ύψος του κύκλου εργασιών τους.

4.3.3.2 Δείκτης Διαφημιστικής Προσέγγισης (ΔE_{i2})

Περιγραφή:

Ο δείκτης αυτός εκφράζει το είδος της διαφημιστικής προσέγγισης που υιοθετεί η κάθε ενεργειακή εταιρεία, και αποτελεί ένα μέτρο της «επιθετικότητας» του marketing, και κατά συνέπεια της αποτελεσματικότητάς του. Υπολογίζεται μέσω του προσφερόμενου πλήθους κινήτρων αγοράς προς το καταναλωτικό κοινό. Μολονότι η συσχέτιση των κινήτρων αγοράς με το βαθμό επιτυχίας ενός προγράμματος δε μπορεί άμεσα να καθοριστεί από τα υπάρχοντα δεδομένα, ώστε να αναπτυχθεί μια κατάλληλη συνάρτηση συσχέτισης, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία [5, 7, 8] το πλήθος τους αποτελεί έναν ικανοποιητικό έμμεσο δείκτη της αναμενόμενης απήχησης του προγράμματος στο κοινό. Επειδή όμως στην επιλογή των κινήτρων που θα παρασχεθούν υπεισέρχονται και άλλες παράμετροι, όπως το κόστος και η ύπαρξη free riders, αποτελεί απόφαση της εταιρείας η προσέγγιση που σκοπεύει να υιοθετήσει.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

Καθαρός αριθμός στο διάστημα [1, 5], όπου:

- 1: Ανεξαρτήτως χρήσης κινήτρων αγοράς
- 2: Χρήση κανενός ή ενός κινήτρου αγοράς
- 3: Χρήση 2-3 κινήτρων αγοράς
- 4: Χρήση 4-5 κινήτρων αγοράς
- 5: Χρήση περισσότερων από 5 κινήτρων αγοράς

4.3.3.3 Δείκτης Πεδίου Εφαρμογής (ΔE_{i3})**Περιγραφή:**

Υποδεικνύει τον τομέα εφαρμογής του προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης. Καθώς όλα τα προγράμματα δε βρίσκουν εφαρμογή σε όλους τους τομείς τελικής κατανάλωσης, μέσω του συγκεκριμένου δείκτη χαρακτηρίζονται τα προγράμματα ανά τελικό τομέα εφαρμογής.

Κατηγορία:

Διαρθρωτικός Δείκτης

Μονάδες:

Καθαρός αριθμός στο διάστημα [1, 5], λαμβάνει τιμές ως εξής:

- 1: Χρήση στον οικιακό τομέα
- 2: Χρήση στον τριτογενή τομέα (εμπόριο, υπηρεσίες)
- 3: Χρήση στο βιομηχανικό τομέα
- 4: Χρήση στον αγροτικό τομέα
- 5: Χρήση στον ευρύτερο δημόσιο τομέα

4.3.3.4 Δείκτης Φορέα Χρηματοδότησης (ΔE_{i4})**Περιγραφή:**

Μια από τις παραμέτρους που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την εξέταση ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης είναι το χρηματοδοτικό σχήμα που ακολουθείται. Καθώς η χρηματοδότηση ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης μπορεί να πραγματοποιηθεί από διαφορετικές πηγές ή συνδυασμό αυτών, ο δείκτης αυτός σηματοδοτεί τον φορέα χρηματοδότησης ενός τέτοιου προγράμματος.

Κατηγορία:

Διαρθρωτικός Δείκτης

Μονάδες:

Καθαρός αριθμός στο διάστημα [1, 5], όπου:

- 1: Ανεξαρτήτως φορέα χρηματοδότησης

- 2: Μεγαλύτερο ποσοστό χρηματοδότησης από ίδια/δανεικά κεφάλαια της εταιρείας
- 3: Μεγαλύτερο ποσοστό χρηματοδότησης από ΧΑΤ
- 4: Μεγαλύτερο ποσοστό χρηματοδότησης από δημόσιο ταμείο
- 5: Μεγαλύτερο ποσοστό χρηματοδότησης από τους πελάτες

4.3.4 Δείκτες Προγραμμάτων

Οι Δείκτες Προγραμμάτων έχουν ως στόχο να αποτυπώσουν τα βασικότερα χαρακτηριστικά των τεχνολογικών ΠΔΖ. Η μοντελοποίησή τους παρουσιάζεται στη συνέχεια:

$$\Delta\Pi_{im}$$

όπου

- $i \in [1, n]$ και $n \in \mathbb{N}^*$, αντιπροσωπεύει το υπό εξέταση τεχνολογικό πρόγραμμα, ενώ με n συμβολίζεται το πλήθος των καταγεγραμμένων στη βάση δεδομένων τεχνολογικών προγραμμάτων.
- $m \in [1, 7]$, είναι ακέραιος αριθμός και αντιπροσωπεύει το πλήθος των δεικτών προγραμμάτων.

Όπως φαίνεται από τη διαδικασία της μεθοδολογικής προσέγγισης (Σχήμα IV.2), για τη σύνθεση των Τύπων Προγραμμάτων χρησιμοποιείται η μικτή έκφραση των δεικτών προγραμμάτων (είτε σε ποιοτική, είτε σε ποσοτική μορφή), ενώ για τη σύνθεση των χαρακτηριστικών των τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας, χρησιμοποιείται η ποσοτική μορφή τους.

Οι Δείκτες Προγραμμάτων που αναπτύχθηκαν περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.

4.3.4.1 Δείκτης Κόστους ($\Delta\Pi_{i1}$)

Περιγραφή:

Αποτελεί μέτρο του συνολικού κόστους προώθησης και εφαρμογής ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης, ενώ περιλαμβάνει και τα διοικητικά έξοδα για την υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος. Εκφράζεται είτε ως γλωσσική μεταβλητή, είτε σε συνεχείς τιμές, λαμβάνοντας υπόψη τη μονάδα αγοραστικής δύναμης.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

Ποσοτικός αριθμός εκφρασμένος σε χιλ. 2006 PPS ή γλωσσική μεταβλητή στη 5-βάθμια κλίμακα (ΠΧ, Χ, Μ, Υ, ΠΥ)

ΠΧ : Πολύ χαμηλό κόστος

Χ : Χαμηλό κόστος

M: Μέτριο κόστος
 Y : Υψηλό κόστος
 ΠΥ: Πολύ υψηλό κόστος

4.3.4.2 Δείκτης Συμβολής στην Ανάπτυξη (ΔΠ₁₂)

Περιγραφή:

Περιγράφει την επίδραση της εφαρμογής ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης στην εγχώρια οικονομία. Εκφράζεται μέσω του βαθμού συμβολής ενός τέτοιου προγράμματος στη δημιουργία απασχόλησης. Συμπεριλαμβάνει τη δημιουργία απασχόλησης σε συγγενείς τομείς με τον ενεργειακό, όπως είναι οι εταιρείες παραγωγής των απαιτούμενων τεχνολογικών προϊόντων (π.χ. οικιακές συσκευές υψηλής απόδοσης κλπ).

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

Γλωσσική μεταβλητή στη 5-βάθμια κλίμακα (ΠΧ, Χ, Μ, Υ, ΠΥ) ή καθαρός αριθμός στο διάστημα [1, 5], όπου:

ΠΧ ή 1: Πολύ χαμηλή δημιουργία απασχόλησης

Χ ή 2: Χαμηλή δημιουργία απασχόλησης

Μ ή 3: Μέτρια δημιουργία απασχόλησης

Υ ή 4: Υψηλή δημιουργία απασχόλησης

ΠΥ ή 5: Πολύ υψηλή δημιουργία απασχόλησης

4.3.4.3 Δείκτης Μείωσης Ρύπων GHGs (ΔΠ₁₃)

Περιγραφή:

Ο δείκτης αυτός εξετάζει τη συμβολή του προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, μέσω των μειώσεων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που επιφέρει.

Κατηγορία:

Δείκτης Επιπτώσεων

Μονάδες:

tn CO₂-eq

4.3.4.4 Δείκτης Προώθησης Σύγχρονων Τεχνολογιών (ΔΠ₁₄)

Περιγραφή:

Χαρακτηρίζει την προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών στην ενεργειακή αγορά, που πραγματοποιείται μέσω της υλοποίησης ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης. Είναι βαρύνουσα σημασίας, καθώς ο εξοπλισμός των καταναλωτών του ευρύτερου τριτογενούς τομέα με σύγχρονες συσκευές και τεχνολογία αιχμής αποτελεί έναν από τους κατ' εξοχήν στόχους των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης.

Κατηγορία:

Διαρθρωτικός Δείκτης

Μονάδες:

Γλωσσική μεταβλητή στη 5-βάθμια κλίμακα (ΠΧ, Χ, Μ, Υ, ΠΥ) ή καθαρός αριθμός στο διάστημα [1, 5], όπου:

ΠΧ ή 1: Πολύ χαμηλή προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών

Χ ή 2: Χαμηλή προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών

Μ ή 3: Μέτρια προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών

Υ ή 4: Υψηλή προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών

ΠΥ ή 5: Πολύ υψηλή προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών

4.3.4.5 Δείκτης Βελτίωσης Παρεχόμενων Υπηρεσιών (ΔΠ₁₅)**Περιγραφή:**

Ο συγκεκριμένος δείκτης αποτελεί ένα μέτρο της βελτίωσης των παρεχόμενων υπηρεσιών από τις ενεργειακές εταιρίες προς τους πελάτες. Υπολογίζεται από τη συνολική απόδοση των τεχνολογικών προγραμμάτων στους ακόλουθους επιμέρους δείκτες:

- Παροχή πρόσθετων υπηρεσιών στους καταναλωτές. Η απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς, όπως τονίζεται από τους Goett et al. [9] και Hirst [10], έχει οδηγήσει τις ενεργειακές εταιρίες στην παροχή πρόσθετων υπηρεσιών, με την ελπίδα προσέλκυσης του καταναλωτή. Τα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης που διαθέτουν αυτά τα πρόσθετα χαρακτηριστικά, αναμένεται να συναντήσουν καλύτερη ανταπόκριση στο καταναλωτικό κοινό, σε σχέση με τα ανταγωνιστικά τους.
- Βελτίωση επιπέδου άνεσης των καταναλωτών. Παρεχόμενες υπηρεσίες και προγράμματα που βελτιώνουν το επίπεδο άνεσης των καταναλωτών, συμβάλλουν σημαντικά στην ενίσχυση του προφίλ μιας ενεργειακής εταιρείας στην καταναλωτική συνείδηση, και κατά συνέπεια στην ενίσχυση της ανταγωνιστικής θέσης της εταιρείας στην αγορά.
- Ευκολία εφαρμογής του προγράμματος από τους καταναλωτές. Για την ολοκλήρωση της εικόνας περί βελτιωμένων παρεχόμενων υπηρεσιών, δεν αρκούν μόνο οι προαναφερθείσες παράμετροι. Οι βελτιωμένες υπηρεσίες που παρέχονται προς τους καταναλωτές μέσω των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης οφείλουν να χαρακτηρίζονται από ευκολία εφαρμογής από τους ίδιους τους καταναλωτές.

Κατηγορία:

Διαρθρωτικός δείκτης

Μονάδες:

Καθαρός αριθμός στο διάστημα [3, 9], προκύπτει από τη βαθμολόγηση των επιμέρους δεικτών στο διάστημα [1, 3] ως εξής:

1: Καμία διαφοροποίηση/ευκολία εφαρμογής

2: Κάποια βελτίωση/ευκολία εφαρμογής

3: Σημαντική διαφοροποίηση/ ευκολία εφαρμογής

4.3.4.6 Δείκτης Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΔΠ₁₆)

Περιγραφή:

Αποτελεί έναν από τους βασικότερους δείκτες απόδοσης ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης, συγκεντρώνοντας το ενδιαφέρον τόσο των ενεργειακών εταιρειών, όσο και των ίδιων των καταναλωτών.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

MWh

4.3.4.7 Δείκτης Εξοικονόμησης Ισχύος (ΔΠ₁₇)

Περιγραφή:

Χαρακτηρίζει την εξοικονόμηση ισχύος που επιτυγχάνεται. Αποτελεί παράγοντα εξαιρετικής σημασίας και υψηλού ενδιαφέροντος για τις ενεργειακές εταιρείες, καθώς η εξοικονόμηση ισχύος και η ρύθμιση του φορτίου αιχμής διασφαλίζουν την ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Ο συγκεκριμένος δείκτης δε βρίσκει εφαρμογή στα προγράμματα διαχείρισης ζήτησης φυσικού αερίου.

Κατηγορία:

Αιτιολογικός Δείκτης

Μονάδες:

Ποσοτική έκφραση: MW

Ποιοτική έκφραση: Γλωσσική μεταβλητή στη 5-βάθμια κλίμακα (ΠΧ, Χ, Μ, Υ, ΠΥ).

4.4 ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ II: ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ

4.4.1 Εισαγωγή

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει διαθέσιμο πλήθος πληροφοριών για ΠΔΖ που έχουν υλοποιηθεί. Όπως είναι αναμενόμενο, τα χαρακτηριστικά του κάθε προγράμματος διαφοροποιούνται, καλύπτοντας ένα ευρύ πεδίο, από προγράμματα μικρής έως προγράμματα μεγάλης κλίμακας. Τόσο ο Atikol et al. [4], όσο και ο Neves et al. [11], διατυπώνουν την άποψη ότι για να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους τα προγράμματα και να υπάρχει ομαλή μεταφορά τεχνογνωσίας και εμπειρίας, πρέπει να απευθύνονται σε αγορές με παρεμφερή χαρακτηριστικά. Παράλληλα, στην έκθεση του IEA-DSM [12] αναφέρεται ότι η διαφοροποίηση στα χαρακτηριστικά των προγραμμάτων συσχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των ενεργειακών εταιρειών που τα υλοποιούν.

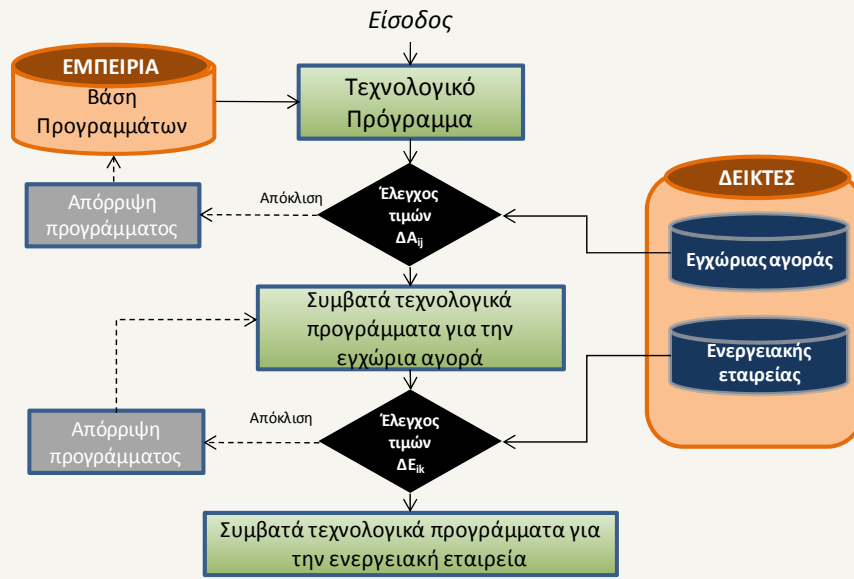
Συνεπώς, για την κατάστρωση ολοκληρωμένων προτάσεων προώθησης της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω των ΠΔΖ και την ορθή αξιοποίηση της υπάρχουσας διεθνούς εμπειρίας, κρίνεται απαραίτητη η επιλογή των προγραμμάτων με βάση τα χαρακτηριστικά της εγχώριας ενεργειακής αγοράς και της ενεργειακής εταιρείας.

Στο παραπάνω πλαίσιο, στη δεύτερη συνιστώσα της μεθοδολογικής προσέγγισης λαμβάνει χώρα η επιλογή εκείνων των προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, τα χαρακτηριστικά υλοποίησης των οποίων συνάδουν με τα χαρακτηριστικά τόσο της αγοράς στην οποία δραστηριοποιείται η ενδιαφερόμενη ενεργειακή εταιρεία, όσο και της ίδιας της εταιρείας, μετά από έλεγχο συμβατότητας των αντίστοιχων δεικτών.

Αναλυτικά η διαδικασία του ελέγχου συμβατότητας παρουσιάζεται στην επόμενη παράγραφο.

4.4.2 Διαδικασία Ελέγχου Συμβατότητας

Η διαδικασία του ελέγχου συμβατότητας πραγματοποιείται σε δυο στάδια. Στο πρώτο στάδιο υλοποιείται έλεγχος συμβατότητας των χαρακτηριστικών της ενεργειακής αγοράς, ενώ στο δεύτερο στάδιο λαμβάνει χώρα ο έλεγχος συμβατότητας των χαρακτηριστικών της ενεργειακής εταιρείας. Μια σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας αυτής παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.5 ακολούθως.



Σχήμα IV.5: Διαδικασία Ελέγχου Συμβατότητας

Αναλυτικότερα, η διαδικασία του ελέγχου συμβατότητας πραγματοποιείται στα ακόλουθα βήματα:

Βήμα 1^ο: Εισαγωγή των χαρακτηριστικών του αποφασίζοντα και της αγοράς που δραστηριοποιείται, μέσω των δεικτών εγχώριας αγοράς και των δεικτών ενεργειακής εταιρείας, εφεξής καλούμενοι δείκτες αναφοράς.

Βήμα 2^ο: Σταδιακή εισαγωγή των τεχνολογικών προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης από την «εμπειρία», και αντιπαραβολή των δεικτών εγχώριας αγοράς του εκάστοτε προγράμματος, εφεξής καλούμενοι δείκτες ελέγχου, με τους αντίστοιχους δείκτες αναφοράς. Σύμφωνα με τις αρχές της συνδετικής μεθόδου, το τεχνολογικό πρόγραμμα που θα παρουσιάσει μεγάλη απόκλιση έστω και σε ένα δείκτη ελέγχου κατά τη σύγκριση με τους δείκτες αναφοράς για την εγχώρια αγορά, απορρίπτεται.

Βήμα 3^ο: Ο έλεγχος των δεικτών αναφοράς για την εγχώρια αγορά ολοκληρώνεται με την παραγωγή μιας λίστας τεχνολογικών προγραμμάτων, συμβατών με τα χαρακτηριστικά της εγχώριας αγοράς.

Βήμα 4^ο: Επόμενο βήμα είναι η βαθμιαία εισαγωγή των τεχνολογικών προγραμμάτων που κρίθηκαν κατάλληλα στα προηγούμενα στάδια και ο έλεγχος των δεικτών αναφοράς ενεργειακών εταιρειών με τους αντίστοιχους δείκτες ελέγχου των προγραμμάτων, σύμφωνα με τις αρχές της συνδετικής μεθόδου. Οι δείκτες ενεργειακών εταιρειών αποτυπώνουν τα χαρακτηριστικά και τις παραμέτρους υλοποίησης των τεχνολογικών προγραμμάτων ζήτησης που σχετίζονται με αποφάσεις των ενεργειακών εταιρειών, όπως είναι το επιθυμητό πεδίο εφαρμογής του ΠΔΖ. Στο παραπάνω πλαίσιο, η διαδικασία ελέγχου τιμών ελέγχει την ταύτιση ή μη των δεικτών ελέγχου με τους δείκτες αναφοράς.

Βήμα 5^ο: Ο έλεγχος των δεικτών αναφοράς για την ενεργειακή εταιρεία ολοκληρώνεται με την παραγωγή μιας λίστας τεχνολογικών προγραμμάτων, συμβατών με τα χαρακτηριστικά τόσο της ενεργειακής εταιρείας, όσο και της εγχώριας αγοράς.

4.5 ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ ΙΙΙ: ΣΥΝΘΕΣΗ

4.5.1 Εισαγωγή

Η διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών των εμπλεκόμενων στην υλοποίηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης, το πλήθος των ενεργειακών αγορών, το χρονικό εύρος που χωρίζει την υλοποίησή τους, αλλά και η δυσκολία καταγραφής και ανεύρεσης ποσοτικών δεδομένων, είναι μερικές από τις πλέον συνηθισμένες δυσκολίες, και ο λόγος που οι διεθνείς προσπάθειες αποτύπωσης των χαρακτηριστικών των Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης περιορίζονται μέχρι σήμερα στη μεμονωμένη αξιοποίηση της καταγεγραμμένης εμπειρίας.

Στο παραπάνω πλαίσιο, στόχος της συγκεκριμένης συνιστώσας είναι η σύνθεση των χαρακτηριστικών ευρύτερων τύπων προγραμμάτων και προωθούμενων τεχνολογιών, συμβατών με τα χαρακτηριστικά του αποφασίζοντα και της ενεργειακής αγοράς που τον πλαισιώνει.

4.5.2 Τύποι Προγραμμάτων

Σύμφωνα με την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στο Κεφάλαιο 2, οι τύποι ΠΔΖ που βρίσκουν πεδίο εφαρμογής στη σύγχρονη αγορά ενέργειας, ανεξάρτητα του τελικού τομέα κατανάλωσης και του καταναλισκόμενου καυσίμου, κωδικοποιούνται ως ακολούθως:

- **Π1 - Προγράμματα ενημέρωσης (Γενικά).** Ποικίλουν από απλά ενημερωτικά φυλλάδια που αποστέλλονται στους πελάτες μέχρι εκπαιδευτικά προγράμματα, σεμινάρια, σήμανση συσκευών με ετικέτες και ενημερωτικές εκστρατείες.
- **Π2 – Προγράμματα ενημέρωσης (Ενεργειακές Επιθεωρήσεις).** Στοχεύει στην ενημέρωση των καταναλωτών για τα οφέλη της ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω της διεξαγωγής ενεργειακών επιθεωρήσεων, και την παροχή συμβουλών για την βελτίωσή της.
- **Π3 - Επιδότησεις και δάνεια.** Περιλαμβάνει επιδοτήσεις έως κάποιο ποσοστό για την εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας και συνίσταται συνήθως είτε στην άμεση χορήγηση χρηματικών ποσών στους καταναλωτές υπό μορφή επιδότησης, είτε στη χορήγηση δανείων για την προμήθεια εξοπλισμού, τα οποία αποπληρώνονται σταδιακά μέσω χρέωσης του λογαριασμού των καταναλωτών.
- **Π4 - Σύμβαση Απόδοσης.** Στηρίζονται στις υπηρεσίες που προσφέρουν στους καταναλωτές οι ΕΠΕΥ μέσω της κατάρτισης αντίστοιχης σύμβασης.
- **Π5 - Μετασχηματισμός της Αγοράς.** Αυτός ο τύπος προγραμμάτων απευθύνεται σε μια πληθώρα εμπλεκόμενων, πλην των τελικών καταναλωτών

ενέργειας, όπως οι κατασκευαστές και έμποροι τεχνικού εξοπλισμού. Στόχος τους είναι η διάχυση της πληροφορίας για ενεργειακά αποδοτικές και καινοτόμες τεχνολογίες και η ενίσχυση της διείσδυσης των τεχνολογιών αυτών στην αγορά, ώστε να αντικατασταθούν παλαιότερες τεχνολογικές επιλογές.

- **Π6 - Διαχείρισης Φορτίου.** Ευρεία κατηγορία προγραμμάτων, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιείται μετάθεση ηλεκτρικών φορτίων μεταξύ χρονικών περιόδων. Η διαχείριση φορτίου μπορεί να επιτυγχάνεται μεταξύ άλλων κυρίως με την παροχή οικονομικών κινήτρων, όπως μειωμένη τιμή για χρήση εκτός των περιόδων αιχμής, με την αποκοπή συγκεκριμένων φορτίων ύστερα από συμφωνία με τους καταναλωτές, όπως και με τη μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας και κατά συνέπεια του κόστους σε πραγματικό χρόνο. Χωρίς να στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, συμβάλλουν σημαντικά στον περιορισμό των φορτίων αιχμής.
- **Π7 - Άμεσης Εγκατάστασης.** Παρέχουν μια ολοκληρωμένη δέσμη υπηρεσιών στον ενδιαφερόμενο, καθώς στοχεύουν στο να διευκολύνουν την αναγκαία διαδικασία, μέσω υλοποίησης του ενεργειακού ελέγχου, μεσολάβησης στην εύρεση χρηματοδότησης, επίβλεψης της εγκατάστασης των απαραίτητων μέτρων, και σε ορισμένες περιπτώσεις συντήρησης του εξοπλισμού.
- **Π8 - Προγράμματα Έρευνας και Ανάπτυξης.** Τα συγκεκριμένα προγράμματα επιτυγχάνουν μακροπρόθεσμες μειώσεις στη ζήτηση ενέργειας, καθώς τα κονδύλια που επενδύονται στην E&A αποσκοπούν στην ανάπτυξη νέων ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών που μπορούν να συντελέσουν στη σημαντική μείωση της ενεργειακής ζήτησης μελλοντικά.

Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση δεν εξετάζει τα μειοδοτικά προγράμματα, καθώς η μέχρι σήμερα χρήση τους δεν έχει αποφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα, με αποτέλεσμα να έχουν εξασθενήσει σημαντικά οι εφαρμογές τους.

4.5.3 Τεχνολογίες Ενεργειακής Αποδοτικότητας

Η δέσμη τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας που υλοποιείται στο πλαίσιο των προαναφερθέντων τύπων προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης μπορεί να ταξινομηθεί σε κατηγορίες, ανάλογα με τον τελικό τομέα εφαρμογής και το καύσιμο που χρησιμοποιείται.

Μια εποπτική εικόνα της κατηγοριοποίησης των τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας παρουσιάζεται στον Πίνακα IV.1.

Η χρωματική σήμανση του πίνακα σχετίζεται με το καταναλισκόμενο καύσιμο για κάθε μια ομάδα τεχνολογιών. Η απουσία χρώματος κωδικοποιεί τη δυνατή χρήση φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας από τη συγκεκριμένη τεχνολογική ομάδα, με κόκκινο χρώμα γίνεται σήμανση των τεχνολογιών που συνδέονται άμεσα με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ με πράσινο χρώμα σηματοδοτούνται οι τεχνολογίες που κάνουν χρήση φυσικού αερίου.

Πίνακας IV.1: Κατηγοριοποίηση Τεχνολογιών Ενεργειακής Αποδοτικότητας ανά Τομέα Εφαρμογής και Καύσιμο [13, 14]

Τεχνολογίες ΕΞΕΝ	Τομέας Εφαρμογής				
	Οικιακός	Τριτογενής	Βιομηχανικός	Ευρύτερος δημόσιος	Αγροτικός
Κτιριακό Κέλυφος	√	√		√	
Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός χώρων	√	√		√	
Θέρμανση νερού χρήσης	√	√		√	
Φωτισμός	√	√	√	√	
Οικιακές συσκευές	√				
Κινητήρες		√	√	√	√
Συστήματα ψύξης		√	√	√	
Κλίβανοι			√		
Αεροσυμπιεστές			√		
Ανάκτηση θερμότητας από την παραγωγική διαδικασία			√		
Αρδευτικές Αντλίες					√
Τεχνολογίες διαχείρισης φορτίου	√	√	√	√	√

Στο παραπάνω πλαίσιο, ακολούθως παρουσιάζονται αναλυτικά οι τεχνολογικές δυνατότητες αλλά και τα μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας που δύνανται να ληφθούν ανά πεδίο εφαρμογής του Πίνακα IV.1.

- **T1 - Κτιριακό κέλυφος.** Περιλαμβάνονται όλες οι επιμέρους τεχνολογικές δυνατότητες ενεργειακής αποδοτικότητας που σχετίζονται με τη θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους, την αντικατάσταση των υαλοπινάκων και τη χρήση

του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

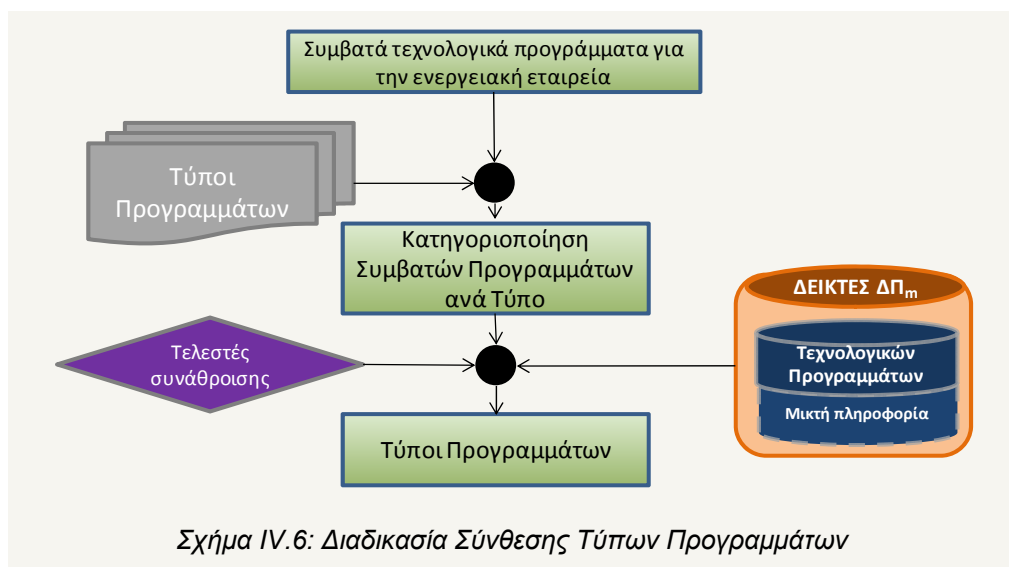
- **T2 - Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός χώρων.** Στη συγκεκριμένη κατηγορία ενσωματώνονται αποδοτικές τεχνολογίες και μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας όπως αντλίες θερμότητας, συσκευές κλιματισμού υψηλής απόδοσης, μονώσεις των αγωγών θερμότητας κλπ. Επίσης, η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (ΣΗΘ) είναι μια επιλογή που εξετάζεται σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές.
- **T3 - Θέρμανση νερού χρήσης.** Αναφέρεται στη χρήση αντλιών θερμότητας, αλλά και τη λήψη μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας, όπως η δημιουργία παγίδων θερμότητας, η μόνωση των σωληνώσεων, η χρήση ροοστατών σε καταιονητήρες κλπ. Επίσης, η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (ΣΗΘ) είναι μια επιλογή που εξετάζεται σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές.
- **T4 - Φωτισμός.** Η χρήση λαμπτήρων υψηλής ενεργειακής απόδοσης, όπως οι λαμπτήρες φθορίου και αλογόνου, και η αντικατάσταση των ευρέως διαδεδομένων λαμπτήρων πυράκτωσης αποτελεί μια από τις πλέον συνήθεις δράσεις που προσφέρονται από τις ενεργειακές εταιρείες σε διεθνές επίπεδο.
- **T5 - Οικιακές συσκευές.** Οι οικιακές συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης, πλην των κλιματιστικών περιλαμβάνονται στη συγκεκριμένη κατηγορία. Ενδεικτικό παράδειγμα των συγκεκριμένων συσκευών αποτελούν ψυγεία, κουζίνες, πλυντήρια ρούχων και πιάτων υψηλής ενεργειακής κλάσης.
- **T6 - Κινητήρες.** Η χρήση τεχνολογικών δυνατοτήτων όπως κινητήρες υψηλής ενεργειακής απόδοσης και κινητήρες μεταβλητής ταχύτητας, όπως και δράσεων ορθής διαστασιολόγησης των καλωδιώσεων και συχνότερης συντήρησης αποτελούν τις συνηθέστερες δράσεις που λαμβάνουν χώρα στα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης που υλοποιούνται σε παγκόσμιο επίπεδο.
- **T7 - Συστήματα ψύξης.** Στα υψηλής ενεργειακής απόδοσης συστήματα ψύξης που χρησιμοποιούνται στο βιομηχανικό ή τον τριτογενή και ευρύτερο δημόσιο τομέα περιλαμβάνεται η χρήση τεχνολογιών όπως πολλαπλοί συμπιεστές, έλεγχο πίεσης υδραυλικού φορτίου, μηχανική υπόψυξη κλπ.
- **T8 - Κλίβανοι.** Περιλαμβάνουν συστήματα επιστροφής συμπυκνώματος υψηλής πίεσης, τροποποίηση αναλογίας αέρα-καυσίμου, και δράσεις συντήρησης.
- **T9 - Αεροσυμπιεστές.** Η συγκεκριμένη κατηγορία αναφέρεται σε δράσεις σχετικές με τη μείωση διαρροών, τη μείωση της πίεσης, την ανάκτηση θερμότητας, τη χρήση αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον και την αντικατάσταση του συμπιεστή με εξοπλισμό πιο αποδοτικής τεχνολογίας.
- **T10 - Ανάκτηση θερμότητας.** Περιλαμβάνουν κυρίως τη χρήση εναλλακτών θερμότητας για ανάκτηση θερμικής ενέργειας από την παραγωγική διαδικασία, καθώς και τη χρήση βιομηχανικών αντλιών θερμότητας, όπως και συμπαραγωγής.

- **T11 - Αρδευτικές αντλίες.** Απευθύνεται κυρίως στη χρήση αρδευτικών αντλιών υψηλής απόδοσης.
- **T12 - Τεχνολογίες διαχείρισης φορτίου.** Οι τεχνικές διαχείρισης φορτίου περιλαμβάνουν κυρίως την εγκατάσταση μετρητών για τον έλεγχο της ζήτησης.

4.5.4 Διαδικασία Σύνθεσης

Έχοντας ολοκληρώσει τη διαδικασία ελέγχου συμβατότητας, όπως παρουσιάστηκε στο Σχήμα IV.5, προκύπτει μια σειρά τεχνολογικών προγραμμάτων, τα χαρακτηριστικά των οποίων στη συνέχεια συντίθενται ανάλογα με δυο διακριτές κατηγοριοποιήσεις: α) τον τύπο του προγράμματος στον οποίο ανήκουν και β) την τεχνολογία που προωθούν.

Η διαδικασία σύνθεσης των Τύπων Προγραμμάτων παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.6.



Η υφιστάμενη αβεβαιότητα που επικρατεί στη διεθνή κοινότητα για ορισμένα δεδομένα απόδοσης των καταγεγραμμένων τεχνολογικών προγραμμάτων, καθώς βασίζονται σε εκτιμήσεις των ιθυνόντων και όχι σε μετρήσεις από την υλοποίηση του προγράμματος, η χρησιμοποίηση λεκτικών όρων από ορισμένες ενεργειακές εταιρείες, λόγω εταιρικού απορρήτου, και η αδυναμία απόκτησης μετρήσιμης πληροφορίας για την επίδραση των ΠΔΖ σε ορισμένες από τις διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης, αποτελούν τις μεγαλύτερες αβεβαιότητες που υπεισέρχονται στην αξιολόγηση της υπάρχουσας εμπειρίας ΠΔΖ.

Για τη σύνθεση των τύπων ΠΔΖ εκ των τεχνολογικών προγραμμάτων και την ενίσχυση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων μέσω της πλήρους αξιοποίησης της καταγεγραμμένης εμπειρίας, κρίθηκε απαραίτητη η χρήση όλης της διαθέσιμης πληροφορίας, ποσοτικής και ποιοτικής, για τις εξεταζόμενες παραμέτρους.

Σύμφωνα με τη διαδικασία που παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.6, τα συμβατά τεχνολογικά ΠΔΖ που έχουν προκύψει από τη δεύτερη συνιστώσα της

μεθοδολογικής προσέγγισης, κατηγοριοποιούνται ανά τύπο προγραμμάτων. Στη συνέχεια, με χρήση ενός τελεστή συνάθροισης, πραγματοποιείται η σύνθεση των τιμών για κάθε ένα δείκτη.

Ως τελεστής συνάθροισης, τόσο για τους δείκτες που εκφράζονται σε αριθμητικές τιμές, όσο και για τους δείκτες που εκφράζονται σε γλωσσικές μεταβλητές, χρησιμοποιείται ο αριθμητικός μέσος. Στην ακόλουθη εξίσωση παρουσιάζεται ο τελεστής συνάθροισης των ποσοτικών δεικτών.

$$\overline{\Delta\Pi}_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta\Pi_{m_i} \quad \text{Εξίσωση IV. 1}$$

όπου:

n: Το πλήθος των συμβατών τεχνολογικών προγραμμάτων με την ενεργειακή αγορά και τα χαρακτηριστικά του αποφασίζοντα.

$\Delta\Pi_m$: Ο εκάστοτε δείκτης προγράμματος.

Για τις γλωσσικές μεταβλητές, σύμφωνα με όσα ειπώθηκαν στο Κεφάλαιο 3, οι Δείκτες Προγραμμάτων απεικονίζονται με χρήση 5-βάθμιας, τριγωνικής συνάρτησης συσχέτισης, ως $\overline{\Delta\Pi}_m = (a, b, c)$. Η συνάρτηση συσχέτισης που χρησιμοποιείται εκφράζεται μέσω της ακόλουθης εξίσωσης.

$$\mu_A(x) = \text{triangular}(x; a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad \text{Εξίσωση IV. 2}$$

Σύμφωνα με τους DiCesare et al. [15], ο παραπάνω τελεστής συνάθροισης λαμβάνει την ακόλουθη μορφή στην περίπτωση ασαφών συνόλων.

$$\overline{\overline{\Delta\Pi}}_m = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i \right) \quad \text{Εξίσωση IV. 3}$$

Το ασαφές σύνολο που προκύπτει από την εξίσωση IV.3, δεν αντιστοιχεί στο αρχικό σύνολο γλωσσικών μεταβλητών. Για την απόδοση μιας γλωσσικής ετικέτας σε αυτό, απαιτείται η χρήση μιας μεθόδου γλωσσολογικής προσέγγισης (linguistic approximation).

Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί αρκετές μέθοδοι υπολογισμού της εννοιολογικής απόστασης (semantic distance) μεταξύ δυο γλωσσικών μεταβλητών, για τη διαδικασία της γλωσσολογικής προσέγγισης. Ένα από τα ευρύτερα χρησιμοποιούμενα μέτρα της εννοιολογικής απόστασης είναι η απόσταση Minkowski [16], γνωστή και ως Lp νόρμα, όπως παρουσιάζεται στην εξίσωση IV.4.

$$d_p(X, Y) = \left(\sum_m |x_i - y_j|^p \right)^{\frac{1}{p}} \quad \text{Εξίσωση IV. 4}$$

Όπου X, Y ασαφή σύνολα πλήθους m μεταβλητών, της μορφής $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ και $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$, και p παράμετρος η οποία μπορεί να δώσει ιδιαίτερο βάρος σε συγκεκριμένες αποκλίσεις. Για συγκεκριμένες τιμές της p , όπως είναι $p=1, 2$ ή ∞ , προκύπτουν μερικά από τα πλέον γνωστά μέτρα αποστάσεων, όπως παρουσιάζονται αντιστοίχως στις εξισώσεις IV.5 - IV.7.

$$\text{Manhattan Απόσταση} \quad d_1(X, Y) = \sum_m |x_i - y_j| \quad \text{Εξίσωση IV. 5}$$

(ή *City Block* ή *L1 νόρμα*)

$$\text{Ευκλείδεια Απόσταση} \quad d_2(X, Y) = \sqrt{\sum_m |x_i - y_j|^2} \quad \text{Εξίσωση IV. 6}$$

(ή *L2 νόρμα*)

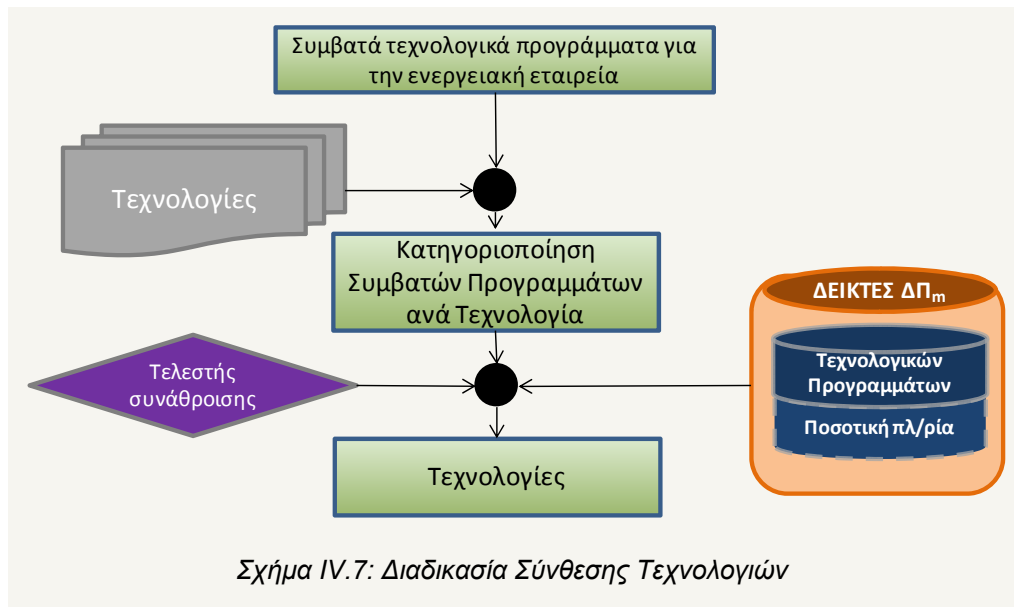
$$\text{Απόσταση Chebychev} \quad d_\infty(X, Y) = \max(|x_i - y_j|) \quad \text{Εξίσωση IV. 7}$$

(ή *L3 νόρμα*)

Από τα τρία αυτά μέτρα, πλέον ακριβή αποτελέσματα δίνει η χρήση της ευκλείδειας απόστασης, καθώς τα άλλα δυο τείνουν να υπερ- και υπο-εκτιμήσουν την απόσταση αντίστοιχα.

Η αντιμετώπιση της σύνθεσης των κατηγοριών τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας διαφοροποιείται, καθώς η μεγαλύτερη ομοιομορφία των συντιθέμενων δεικτών, επιτρέπει τη χρήση δεδομένων μικρότερου εύρους. Αυτό το γεγονός με τη σειρά του καθιστά δυνατή τη χρήση μόνο της διαθέσιμης ποσοτικής πληροφορίας, για τους δείκτες που υπάρχει αυτή η δυνατότητα επιλογής, και την απόρριψη των τεχνολογικών προγραμμάτων που οι προκαθορισμένοι δείκτες αποτυπώνονται μόνο ποιοτικά. Παρόλα αυτά, σε όσους Δείκτες Προγραμμάτων δεν είναι δυνατόν να αποκτηθεί πληροφορία πέραν της ποιοτικής μορφής, πραγματοποιείται η ενσωμάτωσή τους στο συγκεκριμένο στάδιο σύνθεσης με τη χρήση φυσικών αριθμών.

Η διαδικασία της σύνθεσης των τεχνολογιών στηρίζεται στη χρήση του αριθμητικού μέσου σύμφωνα με την Εξίσωση IV.1 και παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.7.



4.6 ΣΥΝΙΣΤΩΣΑ IV: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

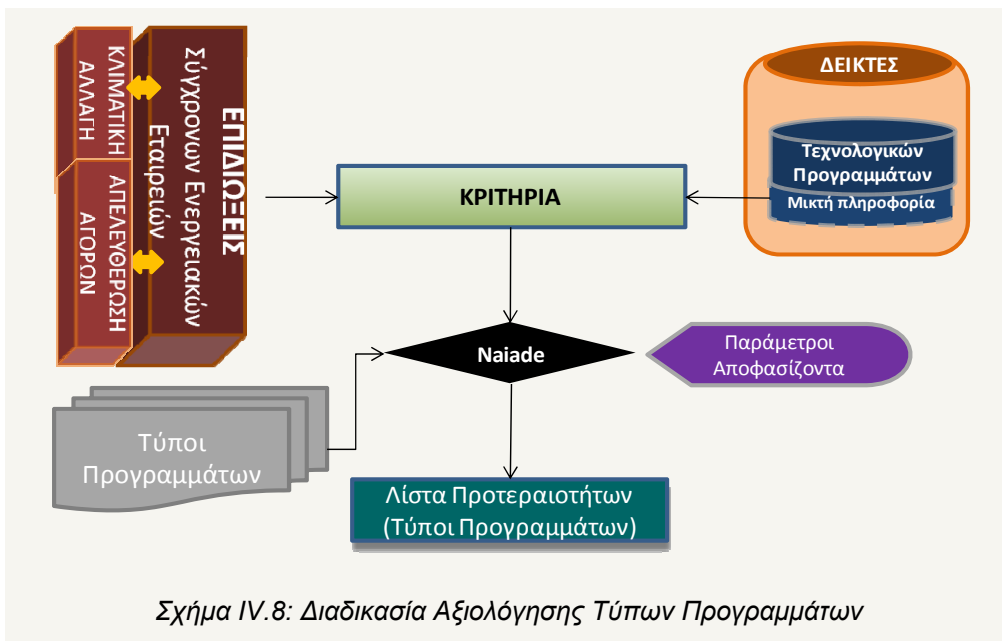
4.6.1 Εισαγωγή

Στόχος της 4^{ης} συνιστώσας της μεθοδολογίας είναι η αξιολόγηση τόσο των Τύπων Προγραμμάτων, όσο και των Τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας που έχουν προκύψει από τα προηγούμενα στάδια.

Κάθε μια από τις προβλεπόμενες δυο αξιολογήσεις πραγματοποιείται με χρήση της κατάλληλης πολυκριτηριακής μεθόδου, σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 3. Στο παραπάνω πλαίσιο, η αξιολόγηση των Τύπων Προγραμμάτων συνάδει με τα χαρακτηριστικά της *Naiade*, ενώ η αξιολόγηση των Τεχνολογιών ΕΞΕΝ με τα χαρακτηριστικά της *Electre III*.

4.6.2 Διαδικασία Αξιολόγησης

Η διαδικασία της αξιολόγησης και κατάταξης των Τύπων Προγραμμάτων πραγματοποιείται με χρήση της *Naiade*, η οποία κάνει χρήση μικτής πληροφορίας (ποιοτικής και ποσοτικής), και αποτυπώνεται στο Σχήμα IV.8.



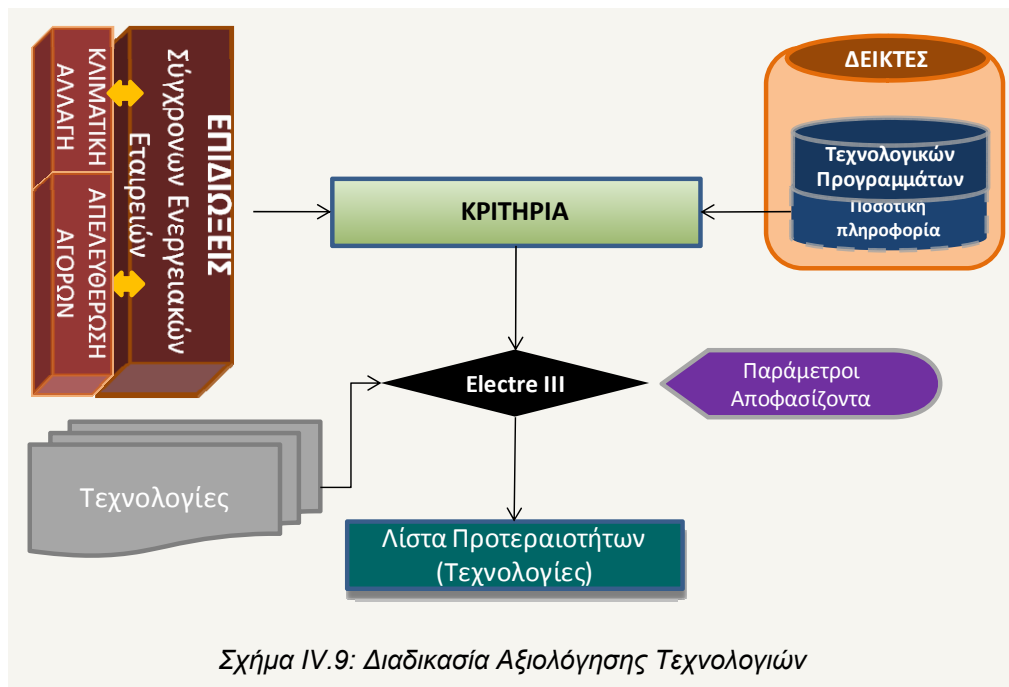
Σχήμα IV.8: Διαδικασία Αξιολόγησης Τύπων Προγραμμάτων

Σε πρώτο στάδιο αναπτύσσονται τα κριτήρια αξιολόγησης, τα οποία συνάδουν με τους σύγχρονους στόχους μιας ενεργειακής εταιρείας στο διαμορφούμενο περιβάλλον της σύγχρονης αγοράς ενέργειας, και εκφράζονται ποσοτικά μέσω της χρήσης κατάλληλων δεικτών αποτύπωσης της απόδοσης των Τύπων Προγραμμάτων σε αυτά.

Σε δεύτερο στάδιο γίνεται εισαγωγή των σχετιζόμενων με τη μέθοδο παραμέτρων

του αποφασίζοντα. Καθώς στη Naiade δεν πραγματοποιείται χρήση βαρών και κατωφλίων στα κριτήρια, ο χρήστης εισάγει σε συνεργασία με τον αποφασίζοντα μόνο τις τιμές των παραμέτρων διασταύρωσης (crossover values).

Σε αντιστοιχία με όσα περιγράφηκαν ανωτέρω, πραγματοποιείται η αξιολόγηση των Τεχνολογιών με χρήση της μεθόδου Electre III, όπως αποτυπώνεται στο Σχήμα IV.9. Βασικές διαφοροποιήσεις σε επιμέρους σημεία της διαδικασίας εντοπίζονται στην αποτύπωση των αποδόσεων των τεχνολογιών στα κριτήρια μέσω των δεικτών με χρήση ποσοτικής πληροφορίας, και η εισαγωγή των κατάλληλων για τη μέθοδο παραμέτρων του αποφασίζοντα. Οι παράμετροι αυτοί περιλαμβάνουν για την Electre III την εισαγωγή τιμών για τα βάρη και τα κατώφλια των κριτηρίων.



Σχήμα IV.9: Διαδικασία Αξιολόγησης Τεχνολογιών

Η διαδικασία αξιολόγησης και με τις δυο πολυκριτηριακές μεθόδους περιγράφεται αναλυτικότερα στις επόμενες παραγράφους.

4.6.3 Επιλογή Κριτηρίων

Η επιλογή κριτηρίων συνάδει με τα χαρακτηριστικά των ΠΔΖ που ικανοποιούν τις επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών στο σύγχρονο περιβάλλον του ενεργειακού τομέα όπως αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 2 [17] και συνοπτικά αναφέρονται ακολούθως:

- Ενίσχυση του μεριδίου αγοράς τους μέσω παροχής πρόσθετων υπηρεσιών.
- Μεγιστοποίηση των κερδών τους.
- Τήρηση των υπαρχόντων περιβαλλοντικών δεσμεύσεών τους.
- Αξιοπίστη κάλυψη των αναγκών των πελατών σε ενέργεια.

- Παρουσίαση καλής εικόνας προς τον καταναλωτή.
- Ενίσχυση του εμπορικού σήματος της εταιρείας στο καταναλωτικό κοινό.
- Διεξαγωγή ερευνητικής δραστηριότητας σε νέες τεχνολογίες και πηγές ενέργειας, καθώς και απόκτηση τεχνογνωσίας για τις σύγχρονες, ή και καινοτόμες, τεχνολογικές εξελίξεις.

Στο παραπάνω πλαίσιο, τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται είναι σύμφωνα με την Papadopoulou et al. [17]:

- **K1 – Κόστος προγράμματος.** Αποτυπώνει την οικονομική επιβάρυνση της εταιρείας για την υλοποίηση ενός τέτοιου προγράμματος.
- **K2 – Ενίσχυση της τοπικής οικονομίας.** Χαρακτηρίζει τη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και την ενίσχυση του τζίρου των τοπικών επιχειρήσεων που εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα στην προώθηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης (εταιρείες πώλησης αποδοτικού εξοπλισμού, κατασκευαστικές εταιρείες εξοπλισμού κá).
- **K3 – Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.** Αποτυπώνει τη συμβολή της υλοποίησης ενός προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης στην επίτευξη μειώσεων εκπομπών GHGs και τη συμμόρφωση της εταιρείας με το στόχο προστασίας του περιβάλλοντος.
- **K4 – Προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών.** Αξιολογεί τη συμβολή της ενεργειακής εταιρείας στην προώθηση του στόχου αποδοτικότερων συσκευών, για την ομαλότερη λειτουργία του δικτύου σε ώρες αιχμής και την ενίσχυση της θετικής πεποίθησης των καταναλωτών για το εταιρικό πρόσωπο.
- **K5 – Ενίσχυση του μεριδίου αγοράς.** Το συγκεκριμένο κριτήριο αξιολογεί τις βελτιωμένες υπηρεσίες που παρέχονται προς τους καταναλωτές, και συμβάλλουν στην ενίσχυση της θέσης των εταιρειών στην καταναλωτική συνείδηση.
- **K6 – Εξοικονόμηση ενέργειας.** Αποτυπώνει την πρώτη βασική παράμετρο αξιολόγησης της επιτυχίας του υλοποιηθέντος προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης.
- **K7 – Εξοικονόμηση ισχύος.** Αποτυπώνει τη δεύτερη βασική παράμετρο αξιολόγησης της επιτυχίας του υλοποιηθέντος προγράμματος διαχείρισης της ζήτησης.

4.6.4 Αξιολόγηση Εναλλακτικών

4.6.4.1 Naiade

Η συγκεκριμένη μέθοδος πραγματοποιεί σύγκριση εναλλακτικών λύσεων βάσει ενός συνόλου κριτηρίων, χωρίς να κάνει χρήση της παραδοσιακής στάθμισής τους με βάρη, όπως περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 3. Χρησιμοποιώντας μια τεχνική σύγκρισης ανά ζεύγη, η Naiade παράγει μια ταξινόμηση των εναλλακτικών

λύσεων, σε συνάφεια με τα βήματα του ακόλουθου αλγορίθμου:

- Σχηματισμός του πίνακα κριτηρίων/εναλλακτικών λύσεων (πίνακας αποδόσεων),
- Σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων ανά ζεύγη χρησιμοποιώντας σχέσεις υπεροχής,
- Συνάθροιση των αποδόσεων κάθε εναλλακτικής λύσης στα κριτήρια,
- Κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων.

Αναλυτικότερα, τα στάδια εφαρμογής της πολυκριτηριακής μεθόδου *Naiade* παρουσιάζονται στη συνέχεια.

*Σχηματισμός του
πίνακα
αποδόσεων*

Κατά το σχηματισμό του πίνακα αποδόσεων των εναλλακτικών λύσεων στα επιλεγμένα κριτήρια, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα εισαγωγής μικτής πληροφορίας. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης μπορεί να ορίσει μια παράμετρο υπό μορφή καθαρού αριθμού, ή να δώσει έναν ποσοτικό καθορισμό που επηρεάζεται από τα διαφορετικά επίπεδα και τους τύπους αβεβαιότητας. Στην περίπτωση χρήσης ασαφούς ή στοχαστικής αβεβαιότητας, ο χρήστης ορίζει την αντίστοιχη συνάρτηση συμμετοχής ή συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας. Η ποιοτική αξιολόγηση εκφράζεται μέσα από τη χρήση προκαθορισμένων κλιμάκων γλωσσικών μεταβλητών (5-βάθμια, 7-βάθμια, 9-βάθμια κλίμακα).

Η *Naiade* επιτρέπει τη χρήση όλων αυτών των τύπων πληροφοριών με την προϋπόθεση ότι είναι συνεπείς για κάθε εναλλακτική/κριτήριο. Συνεπώς δεν είναι δυνατό να οριστούν διαφορετικοί τύποι πληροφορίας (πχ γλωσσικές μεταβλητές, στοχαστικοί αριθμοί, ασαφείς αριθμοί) για διαφορετικές εναλλακτικές στο ίδιο κριτήριο.

*Σύγκριση των
εναλλακτικών ανά
ζεύγη*

Προκειμένου να συγκριθούν οι τιμές των κριτηρίων για τις εναλλακτικές λύσεις, είναι απαραίτητο να εισαχθεί η έννοια της απόστασης. Στην περίπτωση της αριθμητικής αξιολόγησης, η απόσταση ορίζεται απλά ως η διαφορά μεταξύ δύο αριθμών. Στην περίπτωση της ασαφούς ή στοχαστικής αξιολόγησης, χρησιμοποιείται η έννοια της εννοιολογικής απόστασης (*semantic distance*). Η εννοιολογική απόσταση μετρά την απόσταση μεταξύ δύο συναρτήσεων, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση και τη μορφή των δύο συναρτήσεων (είτε για τις συναρτήσεις συσχέτισης, είτε για τις συναρτήσεις πυκνότητας πιθανότητας).

Ο *Munda* [18] εισάγει μια νέα εννοιολογική απόσταση για τις ανάγκες της *Naiade*, η οποία αντιμετωπίζει το κοινό πρόβλημα μεταξύ των παραδοσιακών μεθόδων πολυκριτηριακής ανάλυσης με ασαφείς αριθμούς, δηλαδή το πρόβλημα χρήσης μόνο του ενός κλάδου των προαναφερθέντων συναρτήσεων κατά τον υπολογισμό της απόστασης.

Ο υπολογισμός της προτεινόμενης εννοιολογικής απόστασης, η οποία ορίζεται μόνο στο διάστημα $[0, 1]$, παρουσιάζεται ακολούθως.

Έστω $\mu_{A_1}(x)$ και $\mu_{A_2}(x)$ δύο συναρτήσεις συσχέτισης. Για τη βαθμονόμησή τους στην κλίμακα $[0, 1]$ μπορούν να εκφραστούν ως

$$f(x) = k_1 \mu_{A1}(x) \text{ και } g(y) = k_2 \mu_{A2}(y)$$

έτσι ώστε να ισχύει

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx = \int_{-\infty}^{+\infty} g(y) dy = 1$$

Η εννοιολογική απόσταση μεταξύ των δυο συναρτήσεων συσχέτισης ορίζεται ως

$$S_d(f(x), g(y)) = \iint_{x,y} |x - y| f(x) g(y) dy dx \quad \text{Εξίσωση IV.8}$$

Εάν η τομή των δυο συναρτήσεων δεν είναι κενή, η απόσταση μεταξύ τους είναι πάντα μεγαλύτερη από την απόσταση των αναμενόμενων τιμών τους, καθώς $|x - y|$ είναι πάντα μεγαλύτερο από $x - y$. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η Εξίσωση IV.8 λαμβάνει την ακόλουθη μορφή.

$$S_d(f(x), g(y)) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_x^{+\infty} (y - x) f(x) g(y) dy dx + \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^x (x - y) f(x) g(y) dy dx \quad \text{Εξίσωση IV.9}$$

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών βασίζεται στη χρήση σχέσεων υπεροχής [18, 19]. Οι σχέσεις υπεροχής που ορίζονται στη *Naiade* βασίζονται στις 6 ακόλουθες ασαφείς σχέσεις:

- 1) Πολύ μεγαλύτερο από (\gg),
- 2) Μεγαλύτερο από ($>$),
- 3) Περίπου ίσο (\cong),
- 4) Ίσο ($=$),
- 5) Μικρότερο από ($<$),
- 6) Πολύ μικρότερο από (\ll).

Με βάση τις παραπάνω σχέσεις, ακολούθως ορίζονται οι 6 σχέσεις υπεροχής που χρησιμοποιούνται στη *Naiade*, ενώ ο δείκτης αξιοπιστίας λαμβάνει τιμές από 0 (σίγουρα μη-αξιόπιστος) μέχρι 1 (σίγουρα αξιόπιστος) και αυξάνεται μονότονα μέσα σε αυτά τα όρια.

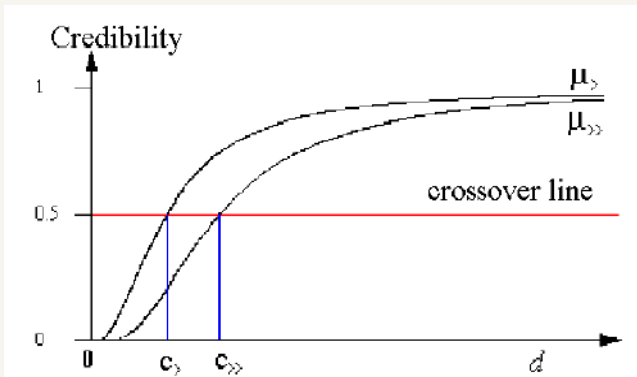
Οι δυο πρώτες σχέσεις, *Πολύ Μεγαλύτερο* και *Μεγαλύτερο* ορίζονται ως:

$$\mu_{\gg}(d) = \begin{cases} 0, & d < 0 \\ \frac{1}{\left(1 + \frac{c_{\gg}^2 (\sqrt{2} - 1)}{d^2}\right)^2}, & d \geq 0 \end{cases} \quad \mu_{>}(d) = \begin{cases} 0, & d < 0 \\ \frac{1}{\left(1 + \frac{c_{>}^2}{d^2}\right)}, & d \geq 0 \end{cases}$$

όπου c_{\gg} και $c_{>}$ είναι τα σημεία διασταύρωσης (crossover values), δηλαδή τα σημεία που ο δείκτης αξιοπιστίας λαμβάνει την τιμή 0,5, όπως φαίνεται και στο

Σχήμα IV.10 και d είναι η απόσταση.

Τα σημεία διασταύρωσης χρησιμοποιούνται από τη μέθοδο έναντι της κλασσικής στάθμισης των κριτηρίων, και η επιλογή τους εξαρτάται από το εξεταζόμενο πρόβλημα και τον αποφασίζοντα. Σηματοδοτούν την ελάχιστη τιμή εκείνης της απόστασης μεταξύ των δυο εναλλακτικών, για την οποία η μια εναλλακτική μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστα πολύ καλύτερη ή πολύ χειρότερη από μια άλλη.



Σχήμα IV.10: Ασαφείς Σχέσεις «Πολύ Μεγαλύτερο» και «Μεγαλύτερο»

Αντιστοίχως, οι σχέσεις Περίπου Ίσο και Ίσο ορίζονται ως

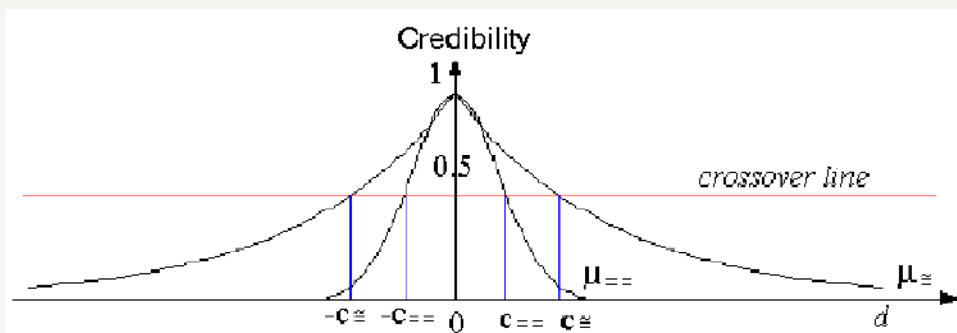
Περίπου ίσο

$$\mu_{\approx}(d) = e^{-\left(\frac{\log 2}{c_{\approx}}|d|\right)}, \forall d$$

Ίσο

$$\mu_{==}(d) = e^{-\left(\frac{\log 2}{c_{==}}d^2\right)}, \forall d$$

όπου c_{\approx} και $c_{==}$ τα αντίστοιχα σημεία διασταύρωσης. Η γραφική απεικόνιση των δυο αυτών σχέσεων παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.11.

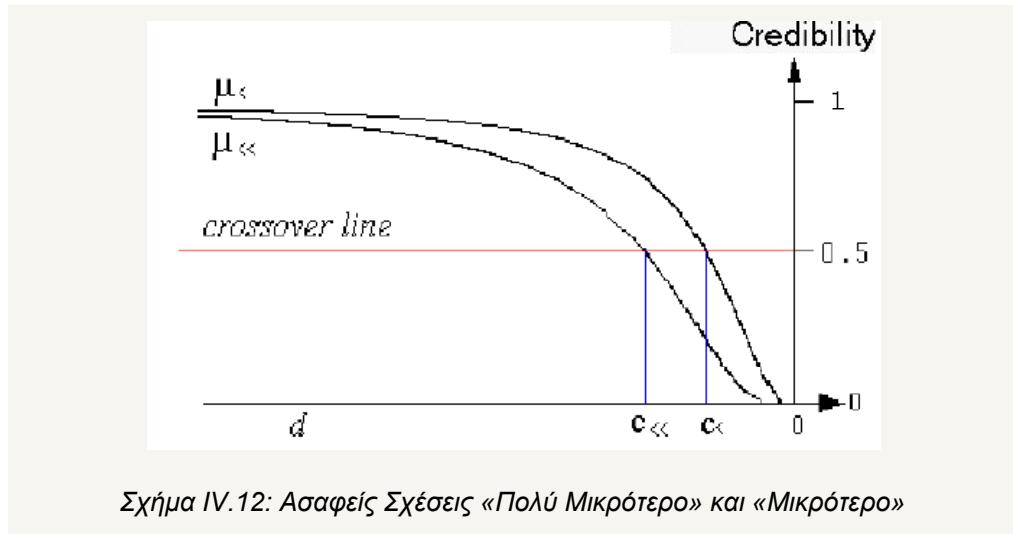


Σχήμα IV.11: Ασαφείς Σχέσεις «Περίπου Ίσο» και «Ίσο»

Τέλος, οι σχέσεις Πολύ Μικρότερο και Μικρότερο ορίζονται ως εξής

$$\mu_{\ll}(d) = \begin{cases} 0, & d > 0 \\ \frac{1}{\left(1 + \frac{c_{\ll}^2(\sqrt{2}-1)}{d^2}\right)^2}, & d \leq 0 \end{cases} \quad \mu_{<}(d) = \begin{cases} 0, & d > 0 \\ \frac{1}{\left(1 + \frac{c_{<}^2}{d^2}\right)}, & d \leq 0 \end{cases}$$

και απεικονίζονται γραφικά στο Σχήμα IV.12.



Σχήμα IV.12: Ασαφείς Σχέσεις «Πολύ Μικρότερο» και «Μικρότερο»

Για τις προαναφερθείσες σχέσεις υπεροχής ισχύουν οι ακόλουθοι περιορισμοί:

- Για δυο εναλλακτικές λύσεις, έστω A και B με μια απόσταση d, ο δείκτης αξιοπιστίας της δήλωσης «Η επιλογή A είναι καλύτερη (μεγαλύτερη) από την επιλογή B» είναι ίδιος με το δείκτη αξιοπιστίας της δήλωσης «Η επιλογή A είναι χειρότερη (μικρότερη) από τη B». Συμβολικά η απεικόνιση της δήλωσης αυτής είναι

$$\mu_{>}(d) = \mu_{<}(-d), \text{ ενώ ισχύει επίσης } \mu_{>>}(d) = \mu_{<<}(-d)$$

$$\text{εφόσον } c_{>} = -c_{<} \ \& \ c_{>>} = -c_{<<}$$

- Ο δείκτης αξιοπιστίας της δήλωσης «Η επιλογή A ισούται με την επιλογή B» είναι μικρότερος από το δείκτη αξιοπιστίας της δήλωσης «Η επιλογή A είναι περίπου ίση με την επιλογή B», αυξανόμενης της απόστασης μεταξύ A και B. Επιπλέον, ο δείκτης αξιοπιστίας της δήλωσης «Η επιλογή A είναι πολύ καλύτερη (μεγαλύτερη) από την επιλογή B» είναι μικρότερος από το δείκτη αξιοπιστίας της δήλωσης «Η επιλογή A είναι καλύτερη (μεγαλύτερη) από την επιλογή B», αυξανόμενης της απόστασης μεταξύ A και B. Τέλος, δεν υπάρχει κάποιο διάστημα αποστάσεων, στο οποίο και οι δυο σχέσεις «Μεγαλύτερο» και «Περίπου ίσο» να είναι αξιόπιστες (δείκτης αξιοπιστίας μεγαλύτερος του 0,5). Οι παραπάνω περιορισμοί συμβολικά απεικονίζονται ακολούθως.

$$c_{==} < c_{\approx} < c_{>} < c_{>>}$$

Συνάθροιση των κριτηρίων

Έχοντας υπολογίσει μέσω των ασαφών σχέσεων τους δείκτες αξιοπιστίας για κάθε ζεύγος εναλλακτικών λύσεων σε όλα τα κριτήρια, είναι απαραίτητη η συνάθροιση αυτών των αξιολογήσεων μέσω του υπολογισμού του δείκτη έντασης $\mu^*(a, b)$ της προτίμησης * (όπου * συμβολίζει εναλλακτικά $\gg, >, \cong, \ll$ και $<$) μιας εναλλακτικής A έναντι της εναλλακτικής B ως ακολούθως.

$$\mu_*(a, b) = \frac{\sum_{m=1}^M \max(\mu_*(a, b)_m - \alpha, 0)}{\sum_{m=1}^M |\mu_*(a, b)_m - \alpha|} \text{ Εξίσωση IV. 10}$$

όπου το α είναι μια ελάχιστη απαίτηση που επιβάλλεται σε κάθε ασαφή σχέση.

Ο δείκτης έντασης $\mu_*(a, b)$ έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- $0 \leq \mu_*(a, b) \leq 1$
- $\mu_*(a, b) = 0$ αν καμία από τις $\mu_*(a, b)_m$ δεν είναι μεγαλύτερη από την παράμετρο α .
- $\mu_*(a, b) = 1$ αν $\mu_*(a, b)_m \geq \alpha \forall m$ και $\mu_*(a, b)_m > \alpha$ για τουλάχιστον ένα κριτήριο.

Προκειμένου να αποτυπωθεί η πληροφορία για την υπάρχουσα ανομοιομορφία (diversity) μεταξύ των εκτιμήσεων μιας ασαφούς σχέσης υπεροχής σε κάθε κριτήριο, χρησιμοποιείται η έννοια της εντροπίας. Η εντροπία υπολογίζεται σαν ένας δείκτης που κυμαίνεται από 0 έως 1 και παρέχει μια ένδειξη της διαφοράς των δεικτών αξιοπιστίας που είναι πάνω από το κατώτατο όριο, και γύρω από την τιμή 0,5, όπου υπάρχει και η μέγιστη ασάφεια. Η τιμή 0 της εντροπίας σημαίνει ότι όλα τα κριτήρια δίνουν μια ακριβή ένδειξη (είτε σίγουρα αξιόπιστη είτε σίγουρα μη-αξιόπιστη), ενώ η τιμή εντροπίας 1 σημαίνει ότι όλα τα κριτήρια δίνουν ένδειξη γύρω από τη μέγιστη ασάφεια (0,5).

Η εντροπία υπολογίζεται ως

$$H(A) = \frac{1}{N} \sum_{x \in X} \ln(x) \text{ Εξίσωση IV. 11}$$

όπου N το πλήθος των στοιχείων του X και $\ln(x)$ είναι η αβεβαιότητα της αποτίμησης κατά μήκος του άξονα x, σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση.

$$\ln(x) = -[\mu_A(x) \log_2 \mu_A(x) + (1 - \mu_A(x)) \log_2 (1 - \mu_A(x))] \text{ Εξίσωση IV. 12}$$

Ισχύει επίσης ότι

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & , \text{εάν } \mu_*(a, b)_m - \alpha \leq 0 \\ \mu_*(a, b)_m & , \text{εάν } \mu_*(a, b)_m - \alpha > 0 \end{cases}$$

Κατάταξη των Εναλλακτικών

Οι πληροφορίες που παρέχονται από το δείκτη έντασης προτίμησης και τις αντίστοιχες εντροπίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό των βαθμών αλήθειας (τ) των ακόλουθων δηλώσεων:

"σύμφωνα με τα περισσότερα (most) κριτήρια":

η α είναι καλύτερη από τη β

η α και η β είναι αδιάφορες

η α είναι χειρότερη από τη β

Ο αναλογικός γλωσσικός ποσοτικοποιητής most ορίζεται μέσω της ακόλουθης συνάρτησης συσχέτισης.

$$\mu_{most}(\omega) = \begin{cases} 1 & , \omega \geq 0,8 \\ 3,33\omega - 1,66 & , 0,5 < \omega < 0,8 \\ 0 & , \omega \leq 0,5 \end{cases} \text{ Εξίσωση IV.13}$$

Η παράμετρος ω είναι μια συνάρτηση του δείκτη έντασης και της εντροπίας του. Χρησιμοποιώντας τον ακόλουθο μετασχηματισμό

$$C(*) = 1 - H(*)$$

είναι πλέον δυνατός ο ορισμός της παραμέτρου ω για τις προαναφερθείσες δηλώσεις. Συνεπώς είναι

$$\omega (\alpha \text{ καλύτερη από } \beta) = \frac{\mu_{\gg}(\alpha, \beta) \wedge C(\gg) + \mu_{>}(\alpha, \beta) \wedge C(>)}{C(\gg) + C(>)}$$

$$\omega (\alpha \text{ χειρότερη από } \beta) = \frac{\mu_{\ll}(\alpha, \beta) \wedge C(\ll) + \mu_{<}(\alpha, \beta) \wedge C(<)}{C(\ll) + C(<)}$$

$$\omega (\alpha \text{ αδιάφορη του } \beta) = \frac{\mu_{=}(\alpha, \beta) \wedge C(=) + \mu_{\cong}(\alpha, \beta) \wedge C(\cong)}{C(=) + C(\cong)}$$

όπου ο τελεστής Λ μπορεί να υποκατασταθεί από τον τελεστή min ή τον τελεστή Zimmermann-Zysno.

Με αυτό τον τρόπο αποκτάται μια αξιολόγηση των εναλλακτικών ανά ζεύγη, η οποία μπορεί είτε να χρησιμοποιηθεί απευθείας από τον αποφασίζοντα, είτε να συνδυαστεί με τη βασική ιδέα των μεθόδων Promethee για θετικές και αρνητικές ροές, ώστε να εξαχθεί μια πλήρης κατάταξη.

Συνεπώς, για κάθε δράση α ορίζεται

$$\varphi^+(\alpha) = \frac{\sum_{n=1}^{N-1} \delta_n}{\sum_{n=1}^{N-1} C_n(\gg) + \sum_{n=1}^{N-1} C_n(>)} \text{ Εξίσωση IV.14}$$

όπου

$$\delta_n = \mu_{\gg}(\alpha, x) \wedge C(\gg) + \mu_{>}(\alpha, x) \wedge C(>)$$

και

$$\varphi^-(\alpha) = \frac{\sum_{n=1}^{N-1} \psi_n}{\sum_{n=1}^{N-1} C_n(\ll) + \sum_{n=1}^{N-1} C_n(<)} \text{ Εξίσωση IV.15}$$

Όπου

$$\psi_n = \mu_{\ll}(\alpha, x) \wedge C(\ll) + \mu_{<}(\alpha, x) \wedge C(<)$$

4.6.4.2 Electre III

Αποτύπωση
συστήματος
προτίμησης

Οι παράμετροι προτίμησης του αποφασίζοντα στην Electre III προσδιορίζονται μέσω της εισαγωγής των βαρών των κριτηρίων και των κατωφλιών αδιαφορίας (q), προτίμησης (p) και βέτο (v), ανάλογα με τις προτιμήσεις του.

- **Καθορισμός βαρών**

Για κάθε κριτήριο K_j ($j=1-7$) και ανάλογα με τις προτιμήσεις του αποφασίζονται ορίζεται το αντίστοιχο βάρος. Στην Electre III, τα βάρη που χρησιμοποιούνται δεν είναι σταθερά σε μια κλίμακα, αλλά είναι απλά η μέτρηση της σχετικής σημασίας των κριτηρίων τα οποία χρησιμοποιούνται. Για τον προσδιορισμό των βαρών έχουν αναπτυχθεί διάφοροι μέθοδοι. Οι πιο σημαντικές από αυτές όπως αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία [20] συμπεριλαμβάνουν την απευθείας εκλογή βαρών των Hokkanen et al. [21], την απλοποιημένη προσέγγιση του Simos [22], τη μέθοδο του Mousseau [23] και τη μέθοδο του Hinkle [24] που βασίζεται στη Θεωρία των Προσωπικών Δομών (Personal Construct Theory PCT) του Kelly [25].

Οι δυο πρώτες μέθοδοι είναι απλές και σύντομες, χωρίς όμως κάποιο θεωρητικό υπόβαθρο. Η μέθοδος του Mousseau διαθέτει ένα τέτοιο υπόβαθρο αλλά περιορίζεται από τις «φανταστικές» επιλογές που χρησιμοποιεί. Στην περίπτωση που δύο εναλλακτικές διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από 4 κριτήρια, η μέθοδος γίνεται εξαιρετικά πολύπλοκη και οι απαντήσεις λιγότερο αξιόπιστες, λόγω του πολύ μεγάλου αριθμού συγκρίσεων ανά ζεύγη.

Με βάση τα παραπάνω, ο προσδιορισμός των βαρών των κριτηρίων γίνεται με βάση την τροποποιημένη PCT κατά Hinkle. Σύμφωνα με θεωρία αυτή ζητείται από τον αποφασίζοντα να ορίσει σε περίπτωση αλλαγής μιας από τις δύο συγκρινόμενες καταστάσεις, ποια από τις δύο είναι διατιθέμενος να αλλάξει. Αυτό σημειώνεται ως εξής στον πίνακα αντίστασης σε αλλαγή:

- «X» - αν η δομή της στήλης αντιστέκεται στην αλλαγή
- «Κενό» - αν η δομή της γραμμής αντιστέκεται στην αλλαγή
- «I» - αν είναι αδύνατο να αλλάξει μόνο η μία, από τις δύο δομές
- «e» - αν και οι δύο αλλαγές είναι το ίδιο ανεπιθύμητες.

- **Καθορισμός κατώφλιων**

Τα κατώφλια αδιαφορίας, προτίμησης και βέτο αποτελούν σημαντικές παραμέτρους για την εφαρμογή της ELECTRE III. Τα κατώφλια αυτά ορίζονται ως:

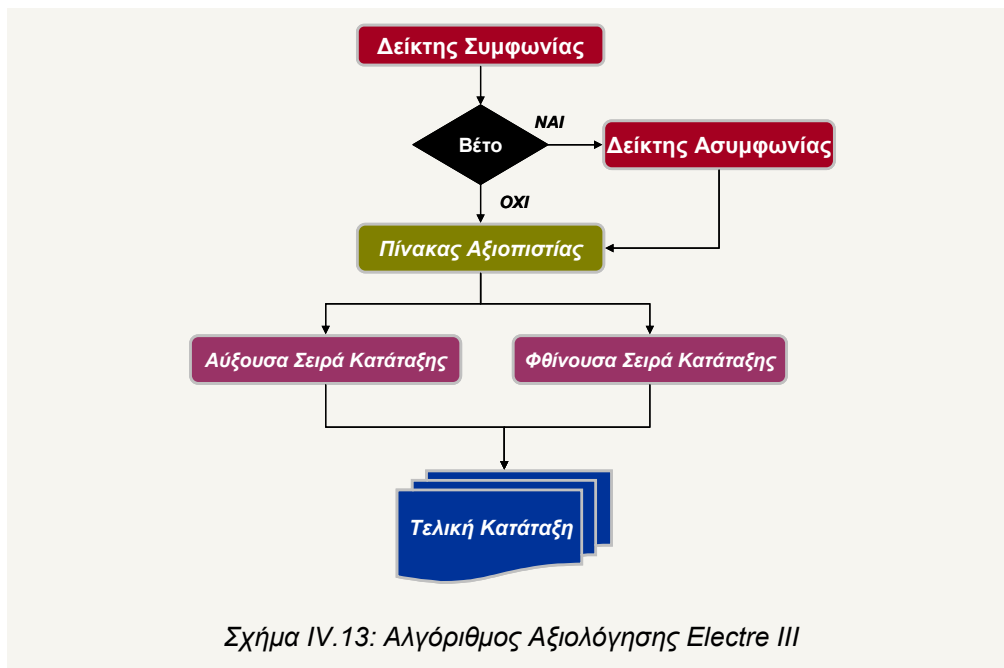
- ο Το κατώφλι q είναι το κατώφλι αδιαφορίας, κάτω από το οποίο ο αποφασίζων είναι αδιάφορος μεταξύ δύο επιλογών.
- ο Το κατώφλι p είναι το κατώφλι προτίμησης, πάνω από το οποίο ο αποφασίζων δείχνει σαφή προτίμηση υπέρ μιας επιλογής.
- ο Το κατώφλι v είναι το κατώφλι βέτο, όπου μια διαφορά μεγαλύτερη από αυτό απαιτεί από τον αποφασίζοντα να αρνηθεί οποιαδήποτε άλλη υπεροχή που προκύπτει από άλλα κριτήρια.
- ο Οι τιμές των q , p , v είναι ιδιαίτερα υποκειμενικές και εκφράζουν τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα με αντίστοιχες αβεβαιότητες. Μπορούν να είναι σταθερές ή της μορφής $a+b(g)$. Σε κάθε περίπτωση ισχύει η σχέση $q \leq p \leq v$, με τις ισότητες να ισχύουν σε ειδικές περιπτώσεις. Στην

παρούσα μεθοδολογία δεν προτείνεται κάποια συγκεκριμένη σχέση μεταξύ q και p παρότι στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί συσχετισμοί, όπως από τους Roy et al. [26] όπου προτείνεται η συμμετρική μορφή που δίνει $p=[2/(1-b)]q$. Σύμφωνα με τους Rogers et al. [27] δεν μπορεί το p να θεωρείται πολλαπλάσιο του q , αφού κάτι τέτοιο δεν έχει φυσική σημασία και δεν μπορεί ένας λόγος σαν τον πιο πάνω να εκφράζει υποχρεωτικά το σημείο διαφοροποίησης στις προτιμήσεις του αποφασίζοντα.

Στα πιο σημαντικά κριτήρια το κατώφλι v είναι πιο κοντά στο p , ενώ στα λιγότερο σημαντικά πιο μακριά. Έτσι, εξασφαλίζεται ότι ένα όχι σημαντικό κριτήριο είναι πολύ πιο δύσκολο να ασκήσει βέτο σε μια σχέση υπεροχής έναντι ενός πολύ σημαντικού. Παρόλα αυτά, η χρήση λόγων v/p_i ανάλογα με το βάρος w_i δεν εφαρμόζεται υποχρεωτικά στην παρούσα μεθοδολογία, αφού δεν είναι σαφές ότι υπάρχει συσχέτιση του σημείου που ο αποφασίζων δείχνει σαφή προτίμηση με το σημείο που η διαφοροποίηση γίνεται τόσο μεγάλη, ώστε να επιβάλλει την άσκηση βέτο.

Κατάταξη
εναλλακτικών

Το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογικής προσέγγισης αποτελεί η αξιολόγηση και τελική κατάταξη των τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης. Ο αλγόριθμος κατάταξης των εναλλακτικών παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.13.



Σχήμα IV.13: Αλγόριθμος Αξιολόγησης Electre III

Δεδομένων δυο εναλλακτικών a και b , οι σχέσεις υπεροχής που αναπτύσσει η Electre III συνοψίζονται εν συνεχεία:

- aPb (η a προτιμάται της b) $\Leftrightarrow g(a) > g(b) + p$
- aQb (η a προτιμάται μερικώς από την b) $\Leftrightarrow q \leq g(a) - g(b) \leq p$
- aIb (η a είναι αδιάφορη της b) $\Leftrightarrow |g(a) - g(b)| \leq q$

Με τη βοήθεια των παραπάνω εννοιών, είναι δυνατόν να επαληθευτεί ο ισχυρισμός aSb , ο οποίος υποδηλώνει ότι η a είναι τουλάχιστον τόσο καλή όσο η b

ή ότι η a δεν είναι χειρότερη της b .

Το πρώτο βήμα για την επαλήθευση αυτής της υπόθεσης είναι ο υπολογισμός του δείκτη συμφωνίας $C(a,b)$.

$$C(a,b) = \frac{1}{w} \sum_{j=1}^n w_j c_j(a,b)$$

Όπου w_j ($j=1, \dots, n$) είναι το βάρος κάθε κριτηρίου, έτσι ώστε $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ και

$$c_j(a,b) = \begin{cases} 1 & , \text{αν } g_j(a) + q_j \geq g_j(b), j = 1 \dots, n \\ 0 & , \text{αν } g_j(a) + q_j \leq g_j(b), j = 1 \dots, n \\ \frac{p_j + g_j(a) - g_j(b)}{p_j - q_j}, & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο πίνακας ασυμφωνίας για κάθε κριτήριο θέτοντας ένα επιπλέον κατώφλι το οποίο επιτρέπει την άρνηση στην υπόθεση aSb . Συνεπώς, εάν η διαφορά των αποδόσεων των εναλλακτικών a και b είναι μεγαλύτερη από το κατώφλι βέτο, τότε δεν ισχύει ο ισχυρισμός aSb .

Ο δείκτης ασυμφωνίας υπολογίζεται ως ακολούθως

$$D_j(a,b) = \begin{cases} 0 & , \text{αν } g_j(b) \leq g_j(a) + p_j, j = 1 \dots, n \\ 1 & , \text{αν } g_j(b) \geq g_j(a) + v_j, j = 1 \dots, n \\ \frac{g_j(b) - g_j(a) - p_j}{v_j - p_j}, & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

Εάν δε χρησιμοποιηθεί κατώφλι βέτο, τότε $D_j(a,b) = 0$.

Με τη χρήση των πινάκων συμφωνίας και ασυμφωνίας παράγεται ένα μέτρο του βαθμού υπεροχής, ο καλούμενος και πίνακας αξιοπιστίας, ο οποίος καθορίζει την τη δύναμη ισχύος της αρχικής υπόθεσης. Ο βαθμός αξιοπιστίας για κάθε ζεύγος εναλλακτικών a και b καθορίζεται ως:

$$S(a,b) = \begin{cases} C(a,b), & \text{αν } D_j(a,b) \leq C(a,b) \\ C(a,b) \prod_{j \in J(a,b)} \frac{1 - D_j(a,b)}{1 - C(a,b)}, & \text{Σε κάθε άλλη περίπτωση} \end{cases}$$

Εάν δε χρησιμοποιηθούν κατώφλια βέτο, τότε $S(a,b) = C(a,b)$.

Για τον καθορισμό της σειράς κατάταξης χρησιμοποιείται μια διαδικασία απόσταξης (distillation), με αύξουσα και φθίνουσα σειρά.

Για τον υπολογισμό της φθίνουσας σειράς χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα βήματα:

- Προσδιορίζεται η μέγιστη τιμή του δείκτη αξιοπιστίας, έτσι ώστε

$$\lambda_{max} = \max S(a,b)$$

- Ορίζεται $\lambda = \lambda_{max} - s(\lambda_{max})$, όπου $s(\lambda_{max}) = \alpha + \beta \lambda_{max}$. Για συνιστώμενες τιμές $\alpha=0,3$ και $\beta=-0,15$ [28], η λ -προτίμηση λαμβάνει την ακόλουθη τιμή $\lambda=1,15\lambda_{max}-0,3$.
- Για κάθε εναλλακτική a καθορίζεται η λ -αντοχή της, που αντιπροσωπεύει τον

αριθμό των εναλλακτικών b για τις οποίες ισχύει $S(a,b) > \lambda$.

- Για κάθε εναλλακτική a καθορίζεται η λ -αδυναμία της, που αντιπροσωπεύει τον αριθμό των εναλλακτικών b για τις οποίες ισχύει $(1 - s(\lambda)) S(a,b) > S(b,a)$.
- Για κάθε εναλλακτική καθορίζεται η ικανότητά της που είναι η διαφορά μεταξύ της λ -αντοχής της και της λ -αδυναμίας της.
- Το σύνολο των εναλλακτικών που έχει τη μεγαλύτερη τιμή ικανότητας αποτελεί το πρώτο απόσταγμα $D1$.
- Εάν το υποσύνολο $D1$ έχει περισσότερες από μια εναλλακτικές, επαναλαμβάνεται η διαδικασία έως ότου κατηγοριοποιηθούν όλες οι εναλλακτικές.

Για τον καθορισμό της αύξουσας σειράς ακολουθείται η ίδια διαδικασία, εκτός από το προτελευταίο στάδιο, κατά το οποίο το πρώτο απόσταγμα δημιουργείται από το σύνολο των εναλλακτικών που έχει τη χαμηλότερη τιμή ικανότητας.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για την ανάπτυξη της τελικής κατάταξης. Η πλέον συνήθης είναι η τομή μεταξύ των δυο σχέσεων υπεροχής. Στο παραπάνω πλαίσιο, οι περιπτώσεις που διακρίνονται είναι οι ακόλουθες:

- Η εναλλακτική a κατατάσσεται υψηλότερα της b και στις δυο κατατάξεις, ή η a είναι καλύτερη της b στη μια κατάταξη και ισοβαθμούν στη δεύτερη κατάταξη. Σε αυτή την περίπτωση η a είναι καλύτερη της b , δηλαδή aP^+b .
- Η a είναι καλύτερη της b στη μια κατάταξη, ενώ στη δεύτερη κατάταξη η b υπερτερεί της a . Σε αυτή την περίπτωση η a είναι μη συγκρίσιμη της b , δηλαδή aRb .
- Η a έχει την ίδια κατάταξη με τη b και στα δυο αποστάγματα, οπότε η a είναι αδιάφορη της b , aIb .
- Η a κατατάσσεται σε χειρότερη θέση έναντι της b και στις δυο σειρές κατάταξης, ή η a είναι στην ίδια θέση με τη b στη μια σειρά κατάταξης και χειρότερη στη δεύτερη. Στην προκειμένη περίπτωση ισχύει ότι η a είναι χειρότερη της b , δηλαδή aP^-b .

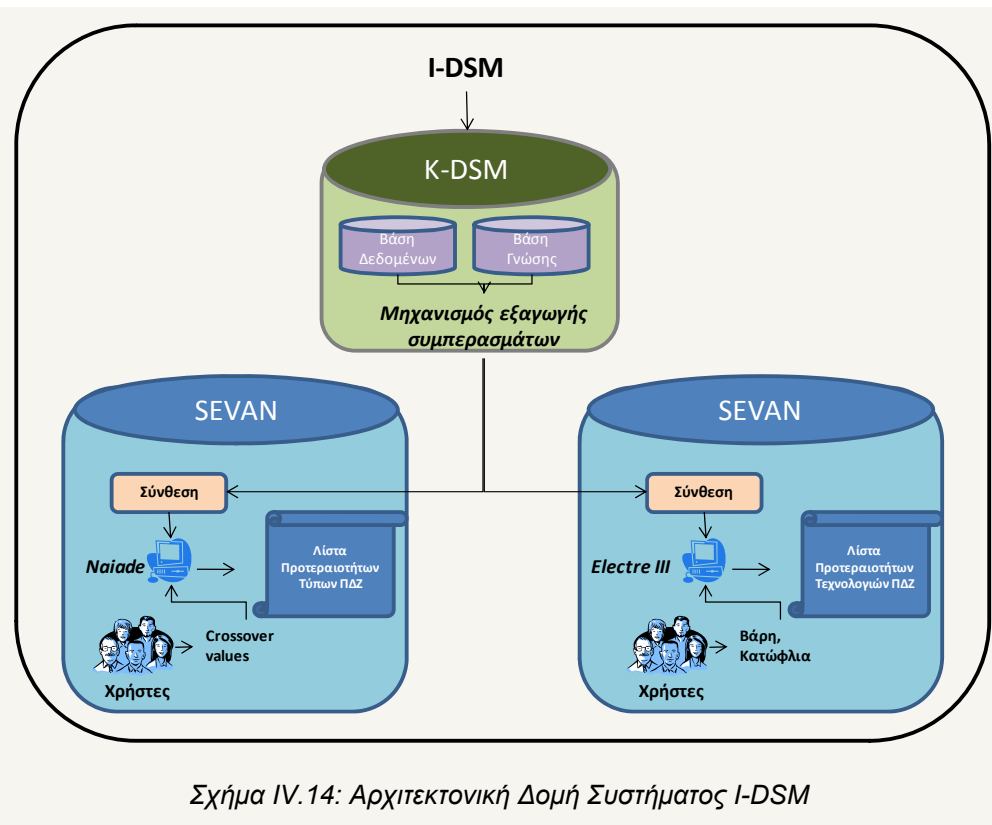
Η τελική κατάταξη επιτυγχάνεται με την άθροιση των P^+ που έχει κάθε εναλλακτική. Σε περίπτωση ισοπαλίας, η σύγκριση δυο εναλλακτικών με την ίδια επίδοση είναι ο αποφασιστικός παράγοντας για τον καθορισμό μιας σχέσης αδιαφορίας ή ασυγκριτότητας.

4.7 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΩΘΗΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

4.7.1 Πληροφοριακό Σύστημα I-DSM

Για την εφαρμογή της μεθοδολογίας, η οποία παρουσιάστηκε στις προηγούμενες ενότητες, αναπτύχθηκε ένα Πληροφοριακό Σύστημα εκτέλεσης των διαδικασιών της. Το σύστημα αυτό ονομάζεται I-DSM (Information System for Demand Side Management Decision Support to Energy Companies), και αποτελεί ένα ευέλικτο παραθυρικό περιβάλλον το οποίο επιτρέπει στον χρήστη την άμεση εισαγωγή και επεξεργασία του συνόλου των πληροφοριών οι οποίες έχουν συλλεχθεί, για την εξαγωγή των βέλτιστων λύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας. Το σύστημα αναπτύχθηκε σε περιβάλλον Microsoft Visual Basic (Microsoft Visual Studio 2008) ενώ για την αποθήκευση των δεδομένων και την διάθεση τους στο σύστημα κατά την εκτέλεση του χρησιμοποιήθηκε Microsoft Office Access.

Η αρχιτεκτονική δομή του συστήματος, καθώς και τα βασικά δομικά χαρακτηριστικά του, απεικονίζονται στο Σχήμα IV.14.

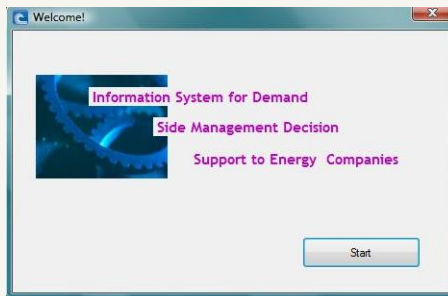


Σχήμα IV.14: Αρχιτεκτονική Δομή Συστήματος I-DSM

Το I-DSM δομείται από τα ακόλουθα τρία υποσυστήματα:

- K-DSM (**K**nowledge –based system for **DSM** Experiences Utilization).
- SEVAN (**S**ynthesis and multicriteria **EVA**luation of DSM Programme Types with **Naiade**).
- SEVEL (**S**ynthesis and multicriteria **EVA**luation of DSM Programme Technologies with **ELectre III**).

Κατά την ενεργοποίηση του συστήματος εμφανίζεται το μήνυμα υποδοχής του χρήστη (Σχήμα VI.15).



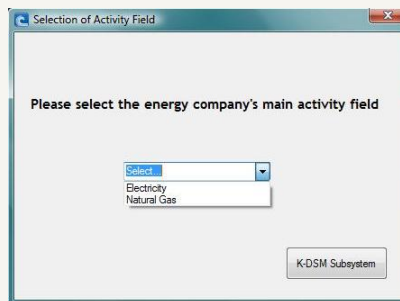
Σχήμα IV.15: Μήνυμα Υποδοχής Χρήστη του Συστήματος I-DSM

4.7.2 Εκτέλεση του Συστήματος

Η εκτέλεση του συστήματος μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε σειριακή μορφή παροχής των πληροφοριών που απαιτούνται για την εκτέλεση του, είτε κατ' επιλογή μόνο των πληροφοριών τις οποίες ο χρήστης θέλει να τροποποιήσει ενώ για τις υπόλοιπες το σύστημα χρησιμοποιεί τις προεπιλεγμένες (Default) τιμές.

Σειριακή εκτέλεση

Η σειριακή εκτέλεση βασίζεται στην αρχιτεκτονική της μεθοδολογίας και εκτελείται αμέσως μετά την φόρμα υποδοχής όπου εμφανίζεται η φόρμα επιλογής του πεδίου δραστηριοποίησης. Στην φόρμα αυτή δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει αν το σύστημα θα εκτελεστεί για εταιρίες των οποίων η κύρια δραστηριότητα είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή φυσικού αερίου, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.16.



Σχήμα IV.16. Φόρμα Επιλογής Πεδίου Δραστηριοποίησης

Και για τις δύο δραστηριότητες η συνέχεια του συστήματος είναι της ίδιας φιλοσοφίας, ωστόσο διαφοροποιούνται ως προς τα δεδομένα στα οποία θα στηριχθεί η αξιολόγηση.

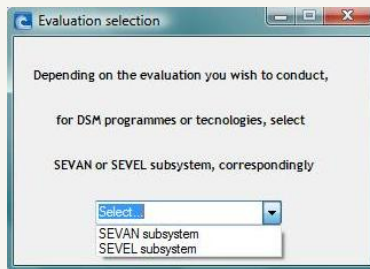
K-DSM Το επόμενο βήμα είναι η εκτέλεση του υποσυστήματος K-DSM. Το έμπειρο αυτό σύστημα ουσιαστικά πραγματοποιεί την επιλογή των συμβατών τεχνολογικών ΠΔΖ, τα αποτελέσματα της σύνθεσης των οποίων θα χρησιμοποιηθούν κατά την εκτέλεση των δύο μεθόδων αξιολόγησης Naiade (υποσύστημα SEVAN) και Electre III (υποσύστημα SEVEL). Η επιλογή στηρίζεται σε δύο διαφορετικές ομάδες κριτηρίων συμβατότητας, αυτό των χαρακτηριστικών ενεργειακής αγοράς και των χαρακτηριστικών ενεργειακής εταιρείας. Τα κριτήρια συμβατότητας ορίζονται από το χρήστη μέσω των οθονών που παρουσιάζονται στο Σχήμα IV.17. Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό ο χρήστης έχει τη δυνατότητα ανάπτυξης διάφορων σεναρίων για εναλλακτικές τιμές των κριτηρίων, μπορεί να αποθηκεύσει ένα σενάριο, και να διαγράψει ή να αντικαταστήσει τις τιμές των σεναρίων αυτών. Το σενάριο #1 δεν μπορεί να διαγραφεί αλλά μπορεί να το αποθηκεύσει με διαφορετικές τιμές έτσι ώστε πάντα να υπάρχει ένα αρχικό σενάριο κατά την πρώτη εκτέλεση του συστήματος. Το στοιχείο αυτό αφενός δίνει τη δυνατότητα του ορισμού της τάξης μεγέθους των τιμών με τις οποίες πρέπει να συμπληρωθούν τα κριτήρια αυτά, αφετέρου δίνεται η δυνατότητα χρήσης προεπιλεγμένων τιμών κατά την περίπτωση εκτέλεσης του συστήματος κατ' επιλογή. Τόσο οι προεπιλεγμένες τιμές όσο και οι υπόλοιπες αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων έτσι ώστε να είναι διαθέσιμες σε μετέπειτα επανεκκίνηση του συστήματος.

(α)

(β)

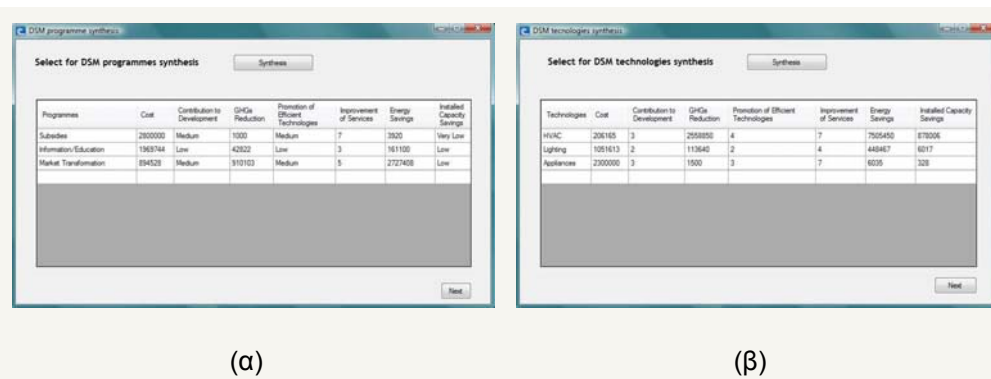
Σχήμα IV.17. Φόρμες Ελέγχου Συμβατότητας Χαρακτηριστικών (α) Ενεργειακής Αγοράς και (β) Ενεργειακής Εταιρείας

SEVAN - SEVEL Στην συνέχεια της σειριακής εκτέλεσης ο χρήστης καλείται να επιλέξει τη μέθοδο αξιολόγησης επιλέγοντας ένα από τα υποσυστήματα SEVAN ή SEVEL αναλόγως με το αν η αξιολόγηση βασιστεί στους τύπους προγραμμάτων ή στις τεχνολογίες, αντίστοιχα. Η επιλογή αυτή γίνεται στη φόρμα η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.18.



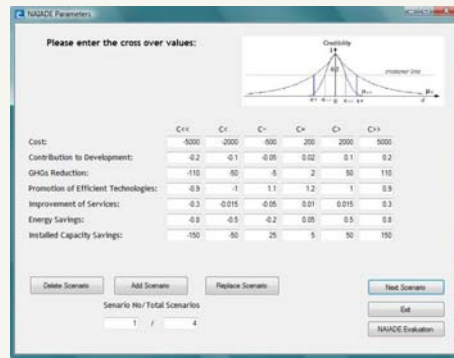
Σχήμα IV.18. Φόρμα Επιλογής Μεθόδου Αξιολόγησης

Και στις δύο περιπτώσεις το επόμενο βήμα οδηγεί στη σύνθεση των αποτελεσμάτων, των Τύπων Προγραμμάτων την πρώτη φορά, όπως φαίνεται στο Σχήμα IV.19 (α), και των Τεχνολογιών όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα IV.19 (β). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται άμεσα στους πίνακες που είναι ενσωματωμένοι στις φόρμες αυτές.

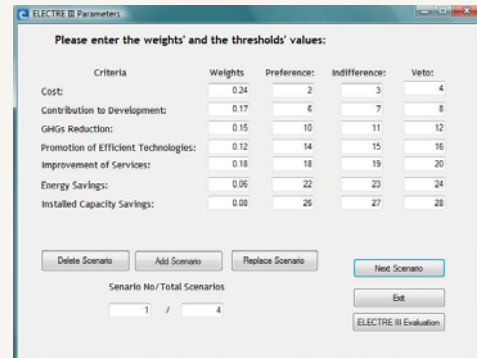


Σχήμα IV.19. Φόρμες Σύνθεσης (α) Τύπων Προγραμμάτων και (β) Τεχνολογιών

Μετά την σύνθεση το επόμενο βήμα είναι η εισαγωγή των απαραίτητων παραμέτρων για την τελική κατάταξη των εφαρμοζόμενων διαδικασιών εξοικονόμησης ενέργειας. Για την περίπτωση της Naiade οι παράμετροι αυτοί είναι τα σημεία διασταύρωσης, τα οποία δίνονται από το χρήστη μέσω της φόρμας η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.20 (α) ενώ για την Electre III είναι τα βάρη και τα κατώφλια προτίμησης τα οποία δίνονται από το χρήστη μέσω της φόρμας η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα IV.20 (β). Και για τις παραμέτρους αυτές ο χρήστης έχει τη δυνατότητα ανάπτυξης διάφορων σεναρίων οι τιμές των οποίων μπορούν να αποθηκευτούν, να διαγραφούν ή να αντικαταστήσουν τις προγενέστερες. Και πάλι οι τιμές των παραμέτρων αυτών αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων.



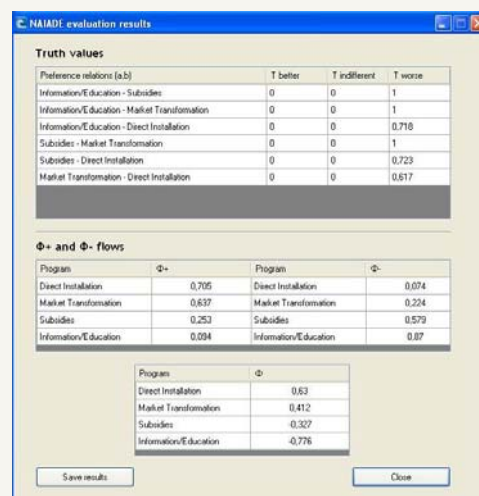
(α)



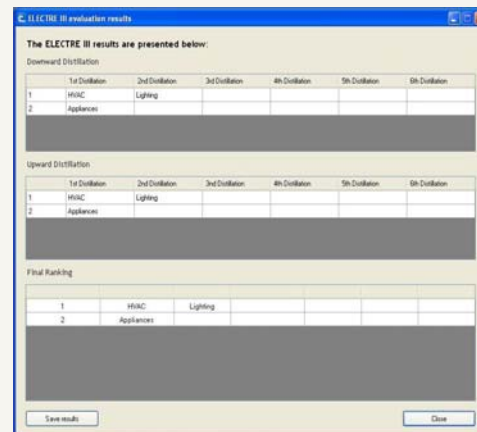
(β)

Σχήμα IV.20. Φόρμες Εισαγωγής Παραμέτρων για (α) Naiade & (β) Electre III.

Τελικά εκτιμάται η κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών και παρουσιάζονται στις φόρμες οι οποίες φαίνονται στο Σχήμα VI.21. Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό τα αποτελέσματα με βάση την αξιολόγηση με χρήση των δεδομένων για τα προγράμματα (NAIADE) οδηγεί σε δύο διαφορετικές σειρές κατάταξης, ενώ για την Electre III παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αύξουσας και φθίνουσας απόσταξης.



(α)



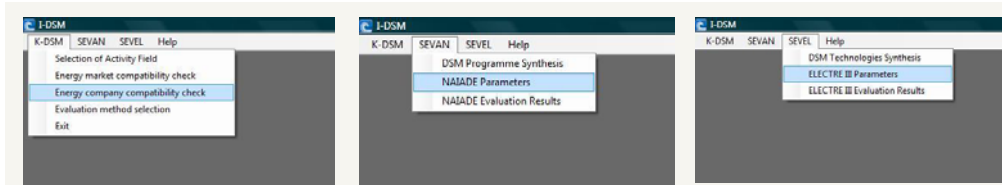
(β)

Σχήμα IV.21. Φόρμες Αποτελεσμάτων για (α) Naiade & (β) Electre III.

Εκτέλεση κατ' επιλογή

Όπως παρουσιάστηκε για τη σύνθεση των αποτελεσμάτων και την κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών απαιτείται η εισαγωγή διάφορων παραμέτρων σε τρία διαφορετικά υποσυστήματα (K-DSM, SEVAN και SEVEL). Το σύστημα εναλλακτικά της σειριακής εκτέλεσης έχει και τη δυνατότητα εκτέλεσης κατ' επιλογή έτσι ώστε να είναι άμεση η σύγκριση των αποτελεσμάτων σε συνεχής μεταβολές των παραμέτρων ενός από τα τρία υποσυστήματα, για παράδειγμα εκτέλεσης του SEVAN με συνεχή μεταβολή των σημείων διασταύρωσης. Στην περίπτωση αυτή ο

χρήστης έχει τη δυνατότητα είτε να χρησιμοποιήσει τις προεπιλεγμένες τιμές για τις υπολοίπες παραμέτρους είτε να τις αλλάξει κατά την πρώτη εκτέλεση και στη συνέχεια με συνεχή με μεταφορά με χρήση των επιλογών του μενού γραμμής (Σχήμα IV.22) να διερευνήσει την επίπτωση της μεταβολής συγκεκριμένων παραμέτρων στα αποτελέσματα.



Σχήμα IV.22. Φόρμες Παρουσίασης των Επιλογών του Μενού Γραμμής

4.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το παρόν Κεφάλαιο επικεντρώθηκε στην παρουσίαση και ανάλυση της μεθοδολογίας που προτείνεται για τη διαμόρφωση και αξιολόγηση προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας στις νέες συνθήκες της ενεργειακής αγοράς, όπως αυτή διαμορφώνεται από την απελευθέρωση και την κλιματική αλλαγή.

Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση **SYCASE**, αποτελούμενη από 4 συνιστώσες, αποσκοπεί στη μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών των ενεργειακών εταιρειών, της αγοράς που δραστηριοποιούνται και των ΠΔΖ, στην επιλογή και σύνθεση των συμβατών λύσεων σε τύπους προγραμμάτων και τεχνολογίες διαχείρισης της ζήτησης, και τέλος στην αξιολόγηση και κατάταξη των προτάσεων προώθησης ενεργειακής αποδοτικότητας που προκύπτουν. Η προτεινόμενη μεθοδολογία ενσωματώθηκε στο πληροφοριακό σύστημα I-DSM, το οποίο αποσκοπεί στη στήριξη των σύγχρονων ενεργειακών εταιρειών στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω ΠΔΖ.

Το μεθοδολογικό πλαίσιο, καθοδηγούμενο από τις ανάγκες που διαπιστώθηκαν για τη διασύνδεση δεικτών με την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω ΠΔΖ, εισάγει την «ευφυή» διαχείριση ενός συνόλου προτεινόμενων δεικτών. Τονίζεται βέβαια ότι η μεθοδολογία βασίζεται στη χρήση δεικτών ως εργαλείο για τον έλεγχο συμβατότητας των χαρακτηριστικών του αποφασίζοντα και της αγοράς που δραστηριοποιείται, με την υπάρχουσα εμπειρία, όπως και για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών των ΠΔΖ.

Συνεπώς, με χρήση ευφυούς τεχνικής πραγματοποιείται η αποτύπωση της υπάρχουσας εμπειρίας, όπως έχει καταγραφεί από ενεργειακές εταιρείες, φορείς συνεργασίας των εταιρειών αυτών αλλά και διεθνή προγράμματα. Η υφιστάμενη αβεβαιότητα που επικρατεί στη διεθνή κοινότητα για την αξιοπιστία των εκτιμώμενων και μη μετρήσιμων αποδόσεων των ΠΔΖ, καθώς και η δυσκολία απόκτησης ποσοτικής πληροφορίας, όσον αφορά ποιοτικά από τη φύση τους χαρακτηριστικά του προβλήματος, αποτέλεσαν την ανάγκη που διαμόρφωσε το μεθοδολογικό πλαίσιο έτσι ώστε να υποστηρίξει τη δυνατότητα διαχείρισης της ποιοτικής πληροφορίας που υπεισέρχεται στο πρόβλημα, για την πλήρη αποτύπωση όλων των πτυχών του.

Παράλληλα, η προτεινόμενη μεθοδολογία κάνει χρήση των κατάλληλων ανά περίπτωση πολυκριτηριακών συστημάτων απόφασης που επιτρέπουν την κατάλληλη διαχείριση της μικτής πληροφορίας και ποσοτικής πληροφορίας, στις δυο διακριτές περιπτώσεις αξιολόγησης.

Οι επιμέρους συνιστώσες της μεθοδολογικής προσέγγισης, παρόλο που είναι άμεσα διασυνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να αποτελέσουν και επιμέρους εργαλεία για την υποστήριξη αποφάσεων.

Βιβλιογραφία

1. Δούκας Χ (2008). Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Σύγχρονο Περιβάλλον Λειτουργίας του Ενεργειακού Τομέα. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
2. Doukas H, Papadopoulou AG, Psarras J, Ragwitz M, and Schlomann B (2008). Sustainable Reference Methodology for Energy End-Use Efficiency Data in the EU. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (8): 2159-2176.
3. Tonn B, Berry L (1986). Determinants of participation in home energy/loan programs: Discrete choice model results. *Energy*, 11(8): 785-795.
4. Atikol U, Gueven H (2003). Feasibility of DSM- technology transfer to developing countries. *Applied Energy*, 76: 197-210.
5. Berry L (1993). A review of the market penetration of US residential and commercial demand-side management programmes. *Energy Policy*, 21(1): 53-67.
6. Zarnikau J (2003). Consumer demand for “green power” and energy efficiency. *Energy Policy*, 31: 1661 – 1672.
7. Vashishtha S, Ramachandran M (2006). Multicriteria evaluation of demand side management (DSM) implementation strategies in the Indian power sector. *Energy*, 31: 2210–2225
8. Stern PC, Berry LG, Hirst E (1985). Residential conservation incentives. *Energy Policy*, 13: 133-142.
9. Goett AA, Hudson K, Train KE (2000). Customers’ choice among retail energy suppliers: the willingness-to-pay for service attributes. *The Energy Journal*, 21(4): 1-28.
10. Hirst E (1994). How competition might affect electric-utility DSM Programs. *Energy*, 19(12): 1193-1203.
11. Neves LP, Martins AG, Antunes CH, Dias LC (2008). A multi-criteria decision approach to sorting actions for promoting energy efficiency. *Energy Policy*, 36: 2351–2363.
12. Hebb L, Kofod C (1998). International Programme Experience in Providing Energy Efficiency Services Comparing Cost Effectiveness. IEA DSM report.
13. Atikol U, Guven H (2003). Feasibility of DSM-technology transfer to developing countries. *Applied Energy*, 76: 197–210.
14. Van der Laar E, Vreuls H (2004). INDEEP Analysis Report 2004. SenterNovem, IEA-DSM.
15. DiCesare F, Sahnoun Z, Bonissone PP (1990). Linguistic Summarization of Fuzzy Data. *Information Sciences*, 52: 141 – 152.
16. Zwick R, Carlstein E, Budescu DV (1987). Measures of similarity among fuzzy concepts: A comparative analysis. *International journal of approximate reasoning*, 1: 221-242.
17. Papadopoulou AG, Doukas H, Psarras J (2009). An Intelligent Decision Support System for SMEs’ Activation in the Energy Sector. *International Journal of Management and Decision Making*, 10 (1-2): 125-137.
18. Munda G, Nijkamp P, Rietveld P (1995). Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems: An illustration of economic-ecological evaluation. *European Journal*

- of Operational Research, 82:79-97.
19. Joint Research Center – EC (1996). Naiade Manual and Tutorial. JRC Ispra site.
 20. Rogers M, Bruen M (1998). A new system for weighting environmental criteria for use within ELECTRE III. European Journal of Operational Research, 107: 552-563.
 21. Hokkanen J, Salminen P (1994). Choice of a solid waste management system by using the ELECTRE III method. In: Paruccini, M. (Ed.), Applying MCDA for Decision to Environmental Management. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Holland.
 22. Simos J. Evaluer l'impact sur l'environnement. Une approche originale par l'analyse multicritere de negotiation. Lausanne: Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, 1990.
 23. Mousseau V (1989). La Notion d'importance relative des criteres. PhD. Dissertation, Universite Paris Dauphine.
 24. Hinkle D (1965). The change of personal constructs from the viewpoint of a theory of construct implications. Ph.D. Dissertation, Ohio State University.
 25. Kelly GA (1955). The psychology of personal constructs. Norton, New York, vols. 1–2.
 26. Roy B, Present M, Silihol D (1986). A programming method for determining which Paris metro stations should be renovated. European Journal of Operation Research, 24: 318-334.
 27. Rogers MG, Bruen MP (1996). Choosing realistic values of indifference, preference and veto thresholds for use with environmental criteria within ELECTRE. European Journal of Operation Research, 107: 552-563.
 28. Roy B, Bouyssou D (1993). Aide Multicritère d'Aide a la Décision: Méthodes et Cas, Economica, Paris.

*Εφαρμογή στον Ελληνικό
Ενεργειακό Τομέα*

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν κεφάλαιο εστιάζεται στην εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας στον ελληνικό ενεργειακό τομέα.

Η συγκεκριμένη διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε με την υποστήριξη του Προγράμματος Ενίσχυσης Ερευνητικού Δυναμικού (ΠΕΝΕΔ) «Υποστήριξη Αποφάσεων Προώθησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Πλαίσιο των Νέων Συνθηκών της Ελληνικής Αγοράς Ενέργειας (Υπουργείο Ανάπτυξης – ΥΠΑΝ, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας – ΓΓΕΤ, ΜΕΤΡΟ 8.3, ΔΡΑΣΗ 8.3.1)». Αντικείμενο του συγκεκριμένου προγράμματος αποτελεί η ανάπτυξη κατάλληλων συστημάτων και μεθοδολογιών, με στόχο την αποτελεσματική υποστήριξη αποφάσεων για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και της Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΕΞΕΝ) στο σύγχρονο περιβάλλον λειτουργίας του ενεργειακού τομέα. Στο παρόν έργο υλοποιούνται δύο διδακτορικές διατριβές, που αφορούν στην υποστήριξη αποφάσεων προώθησης των ΑΠΕ και της ΕΞΕΝ αντιστοίχως.

Με βάση τα παραπάνω, η συγκεκριμένη διδακτορική διατριβή αποτελεί μέρος του προγράμματος, εστιάζοντας στην υποστήριξη αποφάσεων για τη δημιουργία κατάλληλων κατευθυντήριων προτάσεων ΠΔΖ, τα οποία θα συμβάλλουν στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Επιπλέον, άντληση επιμέρους δεδομένων και πληροφοριών έγινε στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος «Scientific Reference System on New Energy Technologies, Energy End-use Efficiency and Energy RTD – SRS NET & EEE (EC - FP6, Coordination Action)». Το συγκεκριμένο έργο αφορούσε τη δημιουργία ενός ενιαίου και αξιόπιστου επιστημονικού συστήματος συλλογής και εναρμόνισης δεδομένων που αφορούν στους τομείς ΑΠΕ-ΕΞΕΝ.

Παράλληλα, επιμέρους άντληση πληροφοριών σχετικά με τις προτιμήσεις των αποφασιζόντων πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Ενίσχυσης της Βιομηχανικής Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΠΑΒΕΤ) «Σύστημα Υποστήριξης της Ανάπτυξης και Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (Υπουργείο Ανάπτυξης – ΥΠΑΝ, Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας – ΓΓΕΤ, ΜΕΤΡΟ 4.3, ΔΡΑΣΗ 4.3.1)», το οποίο στόχευε στην ανάπτυξη ενός συστήματος που θα υποστήριζε την παροχή ενεργειακών υπηρεσιών, για την ενίσχυση του κλάδου στην Ελληνική αγορά ενέργειας.

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται αρχικά τα χαρακτηριστικά των ενεργειακών τομέων άντλησης εμπειρίας, τα χαρακτηριστικά του τομέα εφαρμογής, η εφαρμογή της μεθοδολογίας και τα αποτελέσματα που απορρέουν.

5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΤΟΜΕΩΝ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑΣ

5.2.1 Εισαγωγή

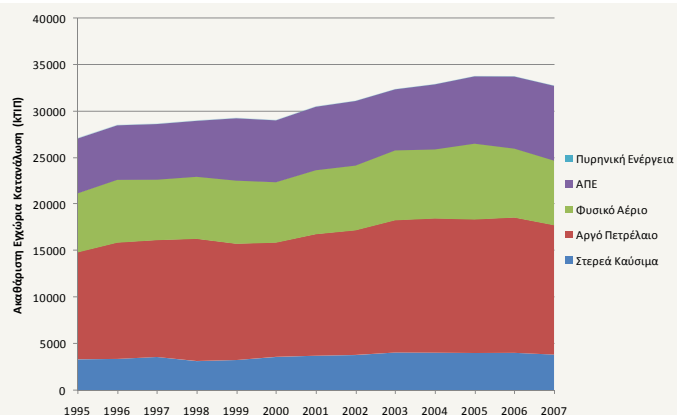
Το εισαγωγικό βήμα για την επιλογή και αξιολόγηση των καταλληλότερων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης και των τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας για την Ελληνική αγορά, σύμφωνα με τις επιταγές της προτεινόμενης μεθοδολογίας, αφορά στην καταγραφή της υφιστάμενης εμπειρίας σε διεθνές επίπεδο.

Στο παραπάνω πλαίσιο, η συγκεκριμένη ενότητα επικεντρώνεται στην καταγραφή των ΠΔΖ για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, καθώς και την ανάλυση του πλαισίου υπό το οποίο υλοποιήθηκαν, όσον αφορά την ενεργειακή αγορά και τις εμπλεκόμενες ενεργειακές εταιρίες.

5.2.2 Αυστρία

5.2.2.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η ενεργειακή αγορά της Αυστρίας κυριαρχείται για μια σειρά ετών από την ευρεία χρήση του αργού πετρελαίου και των προϊόντων του, η συμμετοχή των οποίων στην Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση (ΑΕΚ) από το 2000 παρουσιάζει ένα ανοδικό ρυθμό αύξησης. Η συμμετοχή των στερεών καυσίμων και του φυσικού αερίου παραμένει σε σταθερά επίπεδα, ενώ αύξηση σημειώνει η συμμετοχή των ΑΠΕ. Η απεικόνιση της συμμετοχής των καυσίμων στην ΑΕΚ απεικονίζεται στο Σχήμα V.1. Εμφανής είναι από το συγκεκριμένο σχήμα η εξάρτηση της Αυστρίας από συμβατικά καύσιμα, παρά την εξαιρετικά υψηλή συμμετοχή των ΑΠΕ, της τάξης του 25%, στο ενεργειακό μίγμα.



Σχήμα V.1: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Αυστρία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Η διαδικασία απελευθέρωσης της ενεργειακής αγοράς στην Αυστρία πραγματοποιήθηκε αρκετό χρονικό διάστημα πριν το προβλεπόμενο από τις κοινοτικές οδηγίες, γεγονός που συντέλεσε στο να αποτελεί μια από τις πρωτοπόρες Ευρωπαϊκές χώρες στον τομέα αυτό, ιδίως όσον αφορά την αγορά φυσικού αερίου. Την αλματώδη διείσδυση της ιδιωτικής πρωτοβουλίας στον ενεργειακό τομέα υποδηλώνει και ο αριθμός των ενεργειακών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στη χώρα. Το 2003, 34 εταιρείες είχαν αθροιστικό μερίδιο της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, ύψους 95%, ποσοστό το οποίο μόλις 3 χρόνια αργότερα, το 2006, καλυπτόταν από 91 εταιρείες [2].

Όσον αφορά την ενεργειακή της ένταση, η Αυστρία όπως και άλλες χώρες του OECD, έχουν επιτύχει τη συνεχή, σταδιακή βελτίωσή της από τη δεκαετία του '70. Στις αρχές του 2000, η αυστριακή κυβέρνηση έθεσε ακόμα αυστηρότερους στόχους για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς η μείωση της ζήτησης και η καλύτερη αξιοποίηση της ενέργειας αποτελούν δυο από τις κυριότερες στρατηγικές της εγχώριας ενεργειακής πολιτικής. Στην Αυστρία υπάρχει πληθώρα μέτρων υποστήριξης των επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, ενώ η κυβερνητική υποστήριξη παρέχεται υπό μορφή δανείων, επιχορηγήσεων, και διαφόρων μορφών επιδοτήσεων [3]. Τον Απρίλιο του 2009, η χώρα αναθεώρησε την ενεργειακή στρατηγική της, θέτοντας ως μια βασική ποσοτική δέσμευση τον περιορισμό της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης το 2020 στα επίπεδα του 2005.

Η προσήλωση της αυστριακής κυβέρνησης στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι εμφανής και από τις επιχορηγήσεις που παρέχονται στη χώρα τόσο από την κυβέρνηση, όσο και από τους παραγωγούς ενέργειας [4]. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το ποσό που διατέθηκε για E&A σε θέματα ενεργειακής αποδοτικότητας τα έτη 2004 και 2005 ήταν διπλάσιο σε σχέση με το 2003 (5,285 εκ. € σε συνεχείς τιμές) [5].

Οι Αυστριακοί πολίτες έχουν υιοθετήσει μια θετική στάση όσον αφορά τις τεχνολογίες ενεργειακής αποδοτικότητας, αλλά και ΑΠΕ, όπως αποτυπώνεται και σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί [6-7]. Σε αυτή τη θετική στάση συμβάλλει το γεγονός ότι η αγοραστική δύναμη των Αυστριακών είναι περίπου 23% μεγαλύτερη από το μέσο όρο της ΕΕ-27, και σίγουρα μια από τις υψηλότερες μεταξύ των χωρών της Ευρώπης. Παράλληλα, καθοριστικό ρόλο στη συγκεκριμένη συμπεριφορά διαδραματίζει και το υψηλό μορφωτικό επίπεδο του πληθυσμού [1].

5.2.2.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

Energie AG Η Energie AG δραστηριοποιείται κυρίως στην περιοχή "Upper Austria", ενώ όσον αφορά το ενεργειακό κομμάτι της ενασχόλησής της, εντοπίζεται τόσο στο πεδίο της ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και του φυσικού αερίου.

Αποτελεί μια εταιρεία με υψηλή κρατική συμμετοχή (51%), της οποίας το μερίδιο στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 11,5-12% τα τελευταία χρόνια. Η ανοδική πορεία της εταιρείας είναι εμφανής και από τον κύκλο εργασιών της, ο οποίος την τελευταία πενταετία (2003-2008) διπλασιάστηκε [8].

Οι δραστηριότητες της εταιρείας στην υλοποίηση ΠΔΖ εξετάζονται ακολούθως.

AT1 - Πρόγραμμα «Δίκαιη Ενέργεια – Επιδοτούμενα Δελτία (Fair Energy Energiespar-Gutscheine)»

Η εταιρεία υλοποίησε την περίοδο 2006-2007, τη διαφημιστική εκστρατεία “Fair Energy Energiespar-Gutscheine”, η οποία ενθάρρυνε τους καταναλωτές να αντικαταστήσουν τις παλιές ενεργοβόρες οικιακές συσκευές με νέες, υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης.

Οι πελάτες, στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού, είχαν τη δυνατότητα να λάβουν ταχυδρομικώς προσωπικά δελτία, τα οποία είτε τους προσέφεραν μια επιδότηση για την απόκτηση του νέου, υψηλής αποδοτικότητας οικιακού εξοπλισμού, ή την επιλογή απόκτησης των οικιακών συσκευών χωρίς αρχικό κόστος, το οποίο και θα αποπληρωνόταν σταδιακά μέσα σε μια εύλογη περίοδο 3 ετών. Ο παλαιός, αλλά ακόμα σε φάση λειτουργίας εξοπλισμός, οδηγείτο προς ανακύκλωση από μια θυγατρική της εταιρεία.

Το πρόγραμμα προωθήθηκε ευρέως με διαφημίσεις, αφίσες, ραδιοφωνικά μηνύματα και χρήση προσωπικής ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.

Η συμβολή του στην προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών είναι ιδιαιτέρως ικανοποιητική, καθώς μέσα σε χρονικό διάστημα ενός έτους, περί τις 9.600 συσκευές αντικαταστάθηκαν από νεότερες, ενεργειακής τάξης A, A+ και A++. Το κόστος του προγράμματος είναι υψηλό, ενώ η επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας αγγίζει τις 3,9 GWh [9].

AT2 - Πρόγραμμα «Ενεργειακός Έλεγχος (Energie-Check)»

Το πρόγραμμα Energie-Check αποτελούσε μια κατά βάση ενημερωτική εκστρατεία, η οποία υλοποιήθηκε την περίοδο 2006-2007. Στόχος της ήταν η προώθηση της ενημέρωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας και η παροχή δωρεάν συμβουλευτικών υπηρεσιών για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, κυρίως στον οικιακό τομέα.

Κάθε πολίτης, ανεξάρτητα από το αν ανήκει στο πελατολόγιο της εταιρείας, είχε τη δυνατότητα ελέγχου του ενεργειακού του κόστους, μέσω της συμπλήρωσης ενός ερωτηματολογίου με τις ενεργειακές του καταναλώσεις, το οποίο καταδείκνυε άμεσα τις όποιες αποκλίσεις από το μέσο όρο κατανάλωσης. Στην περίπτωση που οι ενεργειακές καταναλώσεις ήταν πάνω από το όριο, οι πολίτες είχαν τη δυνατότητα αποστολής του ερωτηματολογίου στην εταιρεία για περαιτέρω ανάλυσή του από ενεργειακούς εμπειρογνώμονες. Για όσους ανήκαν στο πελατολόγιο της Energie AG, η παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης, είτε μέσω τηλεφώνου, είτε μέσω διαδικτύου, ήταν δωρεάν.

Το κόστος του προγράμματος ανήλθε σε υψηλά επίπεδα, ενώ η υλοποίηση των προτεινόμενων μέτρων είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση 40,5 GWh [9].

AT3 - Πρόγραμμα «Διαδικτυακή Ενεργειακή Διαχείριση (Energie-Info Online)»

Το πρόγραμμα αυτό εφαρμόστηκε στο δημόσιο τομέα, με στόχο την απλούστευση της διαδικασίας της ενεργειακής διαχείρισης. Οι πελάτες μέσω του διαδικτύου είχαν

τη δυνατότητα διαχείρισης των δεδομένων ενεργειακής τους κατανάλωσης, η συλλογή των οποίων πραγματοποιείται με αυτόματα συστήματα μέτρησης. Το σύστημα πραγματοποιούσε επεξεργασία των ενεργειακών δεδομένων και παρείχε διεξοδική ανάλυση των πορισμάτων.

Η επικοινωνιακή προσέγγιση της εταιρείας περιλάμβανε κυρίως μέσα άμεσης επικοινωνίας (τηλεφωνική επαφή και διαπροσωπική επαφή).

Το κόστος του προγράμματος, αλλά και η επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνονται σε μέτρια επίπεδα [9].

AT4 - Πρόγραμμα «Πρώθηση Αντλιών Θερμότητας (Promotion of heat pumps)»

Αποτελεί μια εκτεταμένη προσπάθεια προώθησης αντλιών θερμότητας, με χρήση εκτεταμένης διαφημιστικής εκστρατείας, και την παροχή οικονομικών κινήτρων. Αποδέκτες της πρωτοβουλίας αυτής είναι οι χρήστες του κτιριακού τομέα.

Η περίοδος υλοποίησης του προγράμματος κάλυπτε τα έτη 2006/2007, ενώ η επικοινωνιακή εκστρατεία περιελάμβανε τη χρήση διαφημίσεων, αφισών, διαδικτύου, διοργάνωση ενημερωτικών φυλλαδίων και διανομή ενημερωτικού υλικού.

Οι αντλίες θερμότητας, μολονότι αποτελούν μια αποδοτικότερη επιλογή σε σχέση με συμβατικά συστήματα θέρμανσης, έχουν και υψηλότερο κόστος. Για την αντιμετώπιση αυτής της παραμέτρου, η εταιρεία προώθησε μέτρα οικονομικής στήριξης των πελατών της, όπως η επιχορήγηση μέρους του εξοπλισμού, η κάλυψη μέρους των τόκων από την τυχούσα σύναψη δανείου, και επιπρόσθετα οικονομικά μέτρα σε περίπτωση που ο χρήστης προχωρήσει στην υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό κέλυφος, ή στην ανάκτηση μέρους της απορριπτόμενης θερμότητας.

Η οικονομική υποστήριξη του προγράμματος ανήλθε σε ύψος 282.125€, ενώ επετεύχθη εξοικονόμηση της τάξης των 10,9GWh [9].

Energie Graz Η εταιρεία Energie Graz δραστηριοποιείται στην παραγωγή και εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου. Διαθέτει πολύ μικρό μερίδιο της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, της τάξης του 1,5 %, ενώ παρουσιάζει μια αργή, αλλά σταθερή πορεία διεξόδου στην αγορά. Την ίδια εικόνα εμφανίζει και ο κύκλος εργασιών της εταιρείας [10].

AT5 - Πρόγραμμα «Πράσινο Φωτισμός στο Graz (Green light Graz)»

Η εταιρεία Energie Graz ανέλαβε το πρόγραμμα "Green light Graz", ένα πρόγραμμα που αποσκοπούσε στην εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο φωτισμό δρόμων στην πόλη Graz. Λόγω της περιορισμένης ομάδας στόχου στην οποία απευθυνόταν το πρόγραμμα, η προώθηση πραγματοποιήθηκε κυρίως μέσω προσωπικής επαφής και απευθείας συνεργασίας με την τοπική ενεργειακή αντιπροσωπεία.

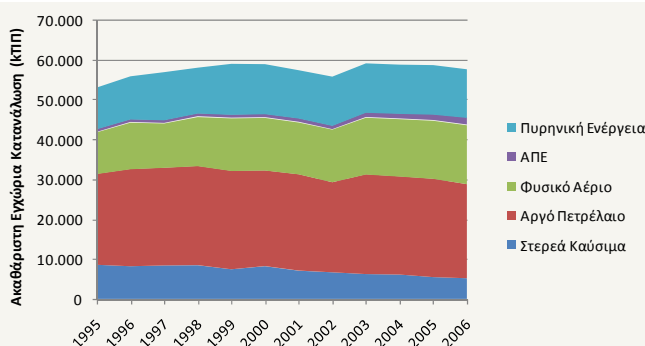
Η επένδυση για την υλοποίηση του προγράμματος ανήρχετο το 2005 σε ύψος 300.000 €, ενώ οδήγησε στην επίτευξη συνολικής εκτιμώμενης εξοικονόμησης

ενέργειας ύψους 3.180 MWh [9].

5.2.3 Βέλγιο

5.2.3.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Το πετρέλαιο και τα πετρελαιικά προϊόντα, αποτελούν τη βασική παράμετρο της ενεργειακής οικονομίας στο Βέλγιο, καθώς διαθέτουν υψηλή συμμετοχή στο ενεργειακό μίγμα. Σημαντική παραμένει η συνεισφορά του φυσικού αερίου και της πυρηνικής ενέργειας, ενώ σε πολύ χαμηλά επίπεδα κυμαίνονται οι ΑΠΕ. Η απεικόνιση της συμμετοχής των καυσίμων στην ΑΕΚ απεικονίζεται στο Σχήμα V.2.



Σχήμα V.2: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στο Βέλγιο

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Το Βέλγιο, πλην των κοιτασμάτων άνθρακα, τα οποία έχουν εγκαταλειφθεί από το 1994, λόγω μη οικονομικής βιωσιμότητας, έχει μόνο κάποιο περιορισμένο δυναμικό ΑΠΕ, με αποτέλεσμα να εισάγει σχεδόν το σύνολο των απαιτούμενων ενεργειακών αναγκών του.

Η πυρηνική ενέργεια καλύπτει πάνω από το 50% των αναγκών ηλεκτροδότησης του Βελγίου. Το 2003 ψηφίστηκε ένας νόμος που προβλέπει την οριστική διακοπή λειτουργίας όλων των πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στη χώρα την περίοδο 2015-2025. Η εξισορρόπηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της συγκεκριμένης απόφασης, όπως γνωμοδότησε και η επιτροπή εμπειρογνομόνων "Ampege", πρέπει να προέλθει δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στις ΑΠΕ, στη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην πλευρά της ζήτησης, αλλά και στη βελτίωση της αποδοτικότητας στην ηλεκτροπαραγωγή [11].

Η αποφασιστικότητα της βελγικής κυβέρνησης για την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι εμφανής μέσα και από τον προϋπολογισμό που διατίθεται για τους στόχους αυτούς. Έπειτα από τη σταδιακή μείωσή του στα τέλη της δεκαετίας του '90, σημειώνεται άνοδος μετά το 2003, αγγίζοντας τα 5,53 εκ. € [5].

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας οδήγησε στο άνοιγμα της αγοράς, ιδίως στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, με συνέπεια να έχουν αυξηθεί οι ενεργειακοί παίχτες στη χώρα, αριθμώντας συνολικά τους 4 το 2006. Παρόλα αυτά, ο εθνικός ανταγωνισμός παραμένει σε χαμηλά επίπεδα, καθώς το μερίδιο αγοράς των δυο εταιρειών που κυριαρχούν στη βελγική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας αγγίζει το 90%

[2].

Όσον αφορά τις κοινωνικές συνθήκες, το μορφωτικό επίπεδο στη χώρα κυμαίνεται σε μέτριο προς υψηλό επίπεδο, ενώ και η αγοραστική δύναμη των πολιτών κυμαίνεται αρκετά πάνω από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο [1].

5.2.3.2 Οι Ενεργειακές Εταιρίες και οι Δραστηριότητές τους

Electrabel Η Electrabel δραστηριοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, ενώ προμηθεύει με ηλεκτρισμό και φυσικό αέριο πάνω από 6 εκ. πελάτες. Εδρεύει στο Βέλγιο, ενώ οι δραστηριότητές της επικεντρώνονται στην αποκαλούμενη και ως αγορά Benelux (Βέλγιο, Κάτω Χώρες, Λουξεμβούργο) και τη Γαλλία, με πωλήσεις μικρότερου ύψους σε χώρες όπως η Γερμανία, η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Ουγγαρία, η Πολωνία και η Ιταλία.

Από το 2008, αποτελεί θυγατρική της GDF Suez. Με πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας ύψους 97,4 TWh αποτελεί τη μεγαλύτερη εταιρεία ηλεκτροπαραγωγής στις Κάτω Χώρες και το Βέλγιο.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας ακολουθεί ανοδική πορεία, σημειώνοντας περί τα 6,1 δις € το 2005 [12].

BE1 - Πρόγραμμα «Συμφωνίας Ενεργειακών Ελέγχων (Audit covenant)»

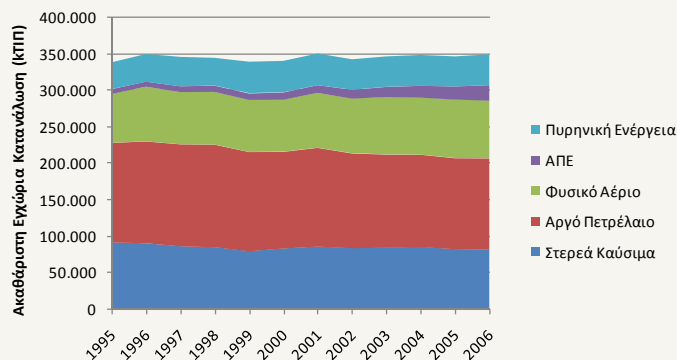
Το συγκεκριμένο πρόγραμμα της εταιρείας ELECTRABEL προσέφερε συμβόλαια ενεργειακής επιθεώρησης σε εθελοντική βάση, κυρίως σε μεγάλους βιομηχανικούς πελάτες με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που ξεπερνάει τα 100.000 GJ το χρόνο.

Χαρακτηριστικά, η εξοικονόμηση λόγω του προγράμματος στις μεγάλες βιομηχανικές επιχειρήσεις κυμαίνεται από 3 έως 6%. Το μεγαλύτερο εμπόδιο που αντιμετώπισε αυτό το πρόγραμμα ήταν στο να πείσει τους καταναλωτές ότι η εξοικονόμηση ενέργειας είναι χρήσιμη και παρουσιάζει οικονομικά πλεονεκτήματα [9].

5.2.4 Γερμανία

5.2.4.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η εικόνα της ενεργειακής αγοράς στη Γερμανία συντίθεται από τη μεγάλη συμμετοχή των συμβατικών καυσίμων στην ΑΕΚ, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων προέρχεται από εισαγωγές (πετρέλαιο, και φυσικό αέριο), πλην των στερεών καυσίμων, των οποίων οι ποσότητες παράγονται κατά 2/3 στη χώρα. Μια εποπτική εικόνα της ΑΕΚ παρουσιάζεται στο Σχήμα V.3.



Σχήμα V.3: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Γερμανία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Η ηλεκτροπαραγωγή στη Γερμανία προέρχεται κατά περίπου 1/3 από τις ΑΠΕ και την πυρηνική ενέργεια, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό βασίζεται σε συμβατικά καύσιμα [1]. Ο κυβερνητικός σχεδιασμός όμως προβλέπει τη σταδιακή ελάττωση της χρήσης πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.

Η πλήρης απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη Γερμανία συνοδεύτηκε από ένα κύμα συγχωνεύσεων, καθώς 9 καθετοποιημένοι προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας, στους οποίους ανήκε το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας, συγχωνεύθηκαν σε 4 εταιρείες, οι οποίες ελέγχουν περίπου το 80% της ηλεκτροπαραγωγής. Στο υπόλοιπο 20% δραστηριοποιούνται εταιρείες που η ηλεκτροπαραγωγή αποτελεί δευτερεύον πεδίο δραστηριοποίησης για αυτές [13].

Στο πλαίσιο των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων της χώρας, η ενεργειακή αποδοτικότητα αντιμετωπίζεται με ολοένα και βαρύνουσα σημασία. Η κυβερνητική πολιτική για την ενεργειακή αποδοτικότητα επικεντρώνεται στο βιομηχανικό και κτιριακό τομέα, καθώς και στον τομέα των μεταφορών. Το 2007, σε συμφωνία με τα παραπάνω, η γερμανική κυβέρνηση εξέδωσε ένα Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα [14].

Σε αντίθεση με την εικόνα που παρουσιάζουν άλλες ευρωπαϊκές χώρες, η Γερμανία αύξησε το ύψος των επενδυτικών κονδυλίων σε θέματα Ε&Α για την ενεργειακή αποδοτικότητα την περίοδο μετά το 2000, φτάνοντας το 2006 τα 19,5 εκ. € [5].

Η οικονομική δραστηριότητα στη χώρα έχει συντελέσει στο να απολαμβάνουν οι πολίτες της ένα κατά κεφαλήν εισόδημα αρκετά υψηλότερο από το μέσο όρο της ΕΕ. Από την άλλη πλευρά, η χώρα χαρακτηρίζεται από ένα από τα χαμηλότερα μορφωτικά επίπεδα μεταξύ των υπό μελέτη χωρών [1].

5.2.4.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

HEA Ο οργανισμός HEA (Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung) αποτελεί ουσιαστικά μια ένωση των ενεργειακών εταιρειών με στόχο την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Στόχος της HEA είναι να πείσει τους πελάτες των ενεργειακών εταιρειών που την απαρτίζουν για το ώριμο του εγχειρήματος επένδυσης σε τεχνολογίες ενεργειακής αποδοτικότητας και τα οφέλη που κομίζουν, καθώς η τεχνολογική πρόοδος έχει συμβάλει στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος αποτελεσματικής παροχής ενεργειακών υπηρεσιών [15].

Επιλεγμένες δραστηριότητες της HEA περιγράφονται ακολούθως.

DE1 - Πρόγραμμα «Οικιακών Συσκευών (HAUSGERÄTE+)».

Η συγκεκριμένη ενημερωτική εκστρατεία υλοποιήθηκε το 2007 για να επισπεύσει την αντικατάσταση των παλιών συσκευών με συσκευές ενεργειακής κατηγορίας A++. Το 40% των νοικοκυριών στην Γερμανία διαθέτουν συσκευές παλαιότερες των 10 ετών, το οποίο σημαίνει ότι είναι ξεπερασμένες τεχνολογικά, με αποτέλεσμα να σπαταλούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Το πρόγραμμα αυτό είναι μια συνεργασία μεταξύ των ενεργειακών εταιρειών και των κατασκευαστών οικιακών συσκευών.

Μόνο τα τελευταία 10 χρόνια οι οικιακές συσκευές έχουν επιτύχει εξοικονόμηση ενέργειας περίπου στο 35-40%. Η μελέτη του δυναμικού εξοικονόμησης από τη χρήση αποδοτικότερων συσκευών, καταδεικνύει ότι μέχρι το 2012 μπορούν να επιτευχθούν εξοικονομήσεις ύψους 7 TWh. Το πρόγραμμα αυτό είχε κόστος 120.000 €, ενώ η εκστρατεία προώθησης που ακολούθησε για την ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού περιλάμβανε τη χρήση φυλλαδίων ενημέρωσης, την ανάπτυξη μιας ιστοσελίδας και τη σύσφιξη των δημοσίων σχέσεων με καταναλωτικές αντιπροσωπείες και κατασκευάστριες εταιρίες οικιακού εξοπλισμού [9].

DE2 - Πρόγραμμα «Θέρμανση (WÄRME+)»

Το πρόγραμμα αυτό αποσκοπεί στην ενημέρωση των καταναλωτών σχετικά με τη δυνατότητα επιλογής συστημάτων θέρμανσης που να βασίζονται σε αντλίες θερμότητας αντί σε συμβατικά συστήματα καύσης πετρελαίου. Η διαφημιστική αυτή εκστρατεία αποτελεί προϊόν συνεργασίας μεταξύ των παραγωγών ενέργειας, της κατασκευαστικής βιομηχανίας και των τεχνικών εγκατάστασης των συγκεκριμένων συστημάτων.

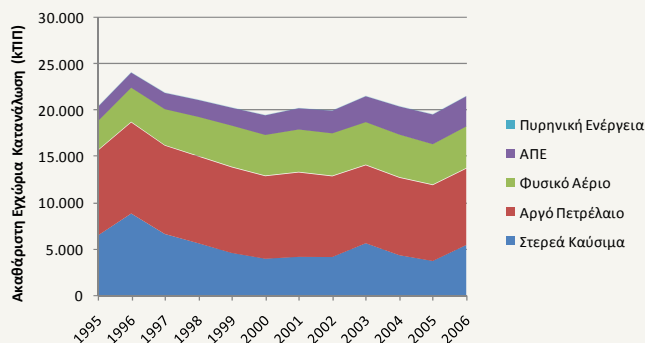
Κύριος στόχος του προγράμματος είναι να επιτύχει το μετασχηματισμό της αγοράς, όσον αφορά την εγκατάσταση συστημάτων θέρμανσης που να βασίζονται στις αντλίες θερμότητας. Στο παραπάνω πλαίσιο, το πρόγραμμα απευθύνεται κυρίως σε αρχιτέκτονες και κατασκευαστές κτιρίων.

Σύμφωνα με καταγεγραμμένα στοιχεία του προγράμματος, η αύξηση στις πωλήσεις αντλιών θερμότητας ανήλθε στο 100% το διάστημα 2005-2006, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση περίπου 273.000 MWh, ενώ το κόστος του προγράμματος υπολογίζεται στα 150.000€ [9].

5.2.5 Δανία

5.2.5.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η πρωτογενής κατανάλωση στη Δανία κυριαρχείται από το πετρέλαιο, σε ποσοστά που ξεπερνούν το 40%. Παράλληλα, η Δανία αποτελεί μια από τις πρωτοπόρες χώρες σε επίπεδο ΕΕ στην ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ΑΠΕ σημείωσαν αλματώδη αύξηση στη χώρα της τάξης του 700%, από 0,35 Μτοε το 1973 σε 2,79 Μτοε το 2003 [16].



Σχήμα V.4: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Δανία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έχει προχωρήσει σημαντικά στη Δανία. Σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat, η Δανία σε σχέση με την ΕΕ έχει το μεγαλύτερο αριθμό εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην ηλεκτροπαραγωγή, πάνω από 1.000. Δεδομένου του εξαιρετικά σκληρού ανταγωνισμού, οι εταιρείες που έχουν ελάχιστο μερίδιο κάλυψης της εθνικής ηλεκτροπαραγωγής κατά 5% είναι 2-3 [2].

Μολονότι η ενεργειακή ένταση στη Δανία είναι η χαμηλότερη στην ΕΕ, η κυβέρνηση εξακολουθεί την αναζήτηση μέτρων και τρόπων για την περαιτέρω μείωσή της. Ένα από τα μέτρα για την επίτευξη του στόχου αυτού αφορά στην προώθηση της ΕΞΕΝ μέσω των εταιρειών παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας [16].

Η αφοσίωση δε της κυβέρνησης στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας γίνεται εμφανής και μέσα από τα δημόσια κονδύλια που αφιερώνονται σε Ε&Α για το στόχο αυτό [5].

Η πρόοδος που επιτελείται στους συγκεκριμένους τομείς αποδίδεται κυρίως στην κυβερνητική πρωτοβουλία, ενώ συνεπικουρείται από το γεγονός ύπαρξης ενός πολύ καλού μορφωτικού επιπέδου, που αγγίζει το 3,8% των φοιτητών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης έναντι του συνολικού πληθυσμού, αλλά και την υψηλή σε σχέση με το μέσο όρο της ΕΕ αγοραστική δύναμη [1].

5.2.5.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

*Danish Energy
Association– DEA*

Η Ένωση Ενεργειακών Εταιρειών της Δανίας διαχειρίζεται και χρηματοδοτείται από τις εταιρείες μέλη της, και κυρίως τις εταιρείες ηλεκτροπαραγωγής. Στόχος της εταιρείας αποτελεί η βελτίωση των συνθηκών ανταγωνισμού μεταξύ των εταιρειών αυτών, ώστε να εξασφαλιστεί η βιώσιμη ανάπτυξή τους στην ενεργειακή αγορά της Δανίας [17].

Επιλεγμένες δραστηριότητες της DEA για την υλοποίηση ΠΔΖ, τα οποία και χρηματοδοτεί από ίδια κεφάλαια, εξετάζονται ακολούθως.

DK1 - Πρόγραμμα «Εκστρατεία μετασχηματισμού της αγοράς εξαερισμού (Market transformation campaign in ventilation)»

Η εκκίνηση της συγκεκριμένης εκστρατείας πραγματοποιήθηκε το 1999 και διήρκεσε για μια χρονική περίοδο τριών ετών.

Στόχο της συγκεκριμένης εκστρατείας αποτέλεσε ο μετασχηματισμός της αγοράς εξαερισμού, μέσω της ενημέρωσης των καταναλωτών για σύγχρονα συστήματα αερισμού και την πώληση 9.000 τέτοιων συστημάτων, μειώνοντας έτσι τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση κατά 160GWh. Παράλληλα, για την αποτελεσματικότερη προώθηση του μετασχηματισμού της αγοράς, οι υπεύθυνοι της εκστρατείας έδωσαν μεγάλο βάρος στην ενημέρωση και την ενίσχυση των δημοσίων σχέσεων με εταιρείες κατασκευής σύγχρονου εξοπλισμού εξαερισμού, αλλά και ενεργειακούς συμβούλους, ενώ παράλληλα διανεμήθηκαν 50.000 φυλλάδια με λεπτομερείς οδηγίες στη συγκεκριμένη ομάδα ανθρώπων.

Τα ενημερωτικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν περιλάμβαναν τόσο το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας ενημερωτικής ιστοσελίδας, όσο αποστολή ενημερωτικών φυλλαδίων μέσω ταχυδρομείου και διαφημιστικές καταχωρήσεις σε καθημερινές εφημερίδες και περιοδικά μεγάλης κυκλοφορίας.

Το πρόγραμμα αυτό δεν αντιμετώπισε ιδιαίτερα εμπόδια. Το κόστος του ανήλθε σε 8 εκ. Δανέζικες Κορώνες (Dkk), ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε άγγιξε τις 60 GWh [9].

DK2 - Πρόγραμμα «Παροχής υπηρεσιών καθοδήγησης των οικιακών καταναλωτών από τις ενεργειακές εταιρείες (Energy Companies domestic guidance services)»

Μια από τις εκστρατείες που υλοποίησε η DEA ήταν ο συντονισμός της παροχής υπηρεσιών καθοδήγησης των οικιακών καταναλωτών για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο παραπάνω πλαίσιο, το 2003 η DEA, εκ μέρους των προμηθευτών ηλεκτρικής ενέργειας της Δανίας, ήρθε σε επαφή με περίπου το 8% των οικιακών καταναλωτών της χώρας, ποσοστό που αγγίζει περίπου τις 210.000 πελατών.

Τα μέσα ενημέρωσης που χρησιμοποιήθηκαν από τη συγκεκριμένη ένωση περιλάμβαναν την τηλεφωνική επαφή, τη διοργάνωση θεματικών γεγονότων για παιδιά και εκπαιδευτικών ημερίδων για ενήλικες, καθώς και την παραχώρηση σε δανεική βάση του κατάλληλου εξοπλισμού για τη μέτρηση της ενεργειακής

κατανάλωσης. Στα παραπάνω μέτρα μπορούν να προστεθούν η υλοποίηση εγκαταστάσεων για στόχους επίδειξης της τεχνολογίας, η χρήση του διαδικτύου και η διαφήμιση στον έντυπο και ηλεκτρονικό τύπο.

Κίνητρο για την υλοποίηση του συγκεκριμένου προγράμματος αποτέλεσε η δέσμευση των ηλεκτροπαραγωγών για τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, ενώ το πλαίσιο στο οποίο κινήθηκε η συγκεκριμένη πρωτοβουλία συνάδει με την παράδοση παροχής δωρεάν ενεργειακών υπηρεσιών στους εμπορικούς, βιομηχανικούς και οικιακούς πελάτες από τις εταιρίες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στη Δανία.

Η εξοικονόμηση ενέργειας από αυτό το πρόγραμμα εκτιμάται στις 50 GWh/έτος, ενώ το κόστος, το οποίο καλύπτεται από ίδια κεφάλαια της ένωσης, προερχόμενα από τη χρηματοδότηση των ενεργειακών εταιρειών, κυμαίνεται στα 2,5 € ανά οικιακό πελάτη [9].

ELSAM Η ELSAM ιδρύθηκε το 1956, ως ένας φορέας συνεργασίας μεταξύ των θερμικών σταθμών παραγωγής στο Jutland και το Funen. Στην πάροδο των ετών, η ELSAM δραστηριοποιήθηκε επίσης στη Σουηδική και τη Νορβηγική αγορά ενέργειας, εξελισσόμενη σε σημαντικό παίκτη της Nordpool (Σκανδιναβική αγορά ενέργειας). Τη δεκαετία του 1990 κάνει επενδύσεις και σε αιολικά πάρκα, ενώ χρηματοδοτεί και τις πρώτες εκστρατείες εξοικονόμησης ενέργειας. Το 2004 συγχωνεύεται με τη Dong energy.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας το 2004 κυμάνθηκε περίπου στα 975 εκ. € [18].

DK3 - Πρόγραμμα «Διεξαγωγής Ενεργειακών Ελέγχων στη Βιομηχανία (Industrial Audit Programme)».

Η συγκεκριμένη προσπάθεια ανήκει στις πρώτες προσπάθειες δραστηριοποίησης της ELSAM στην υλοποίηση ΠΔΖ. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος η εταιρεία προσέφερε ενεργειακούς ελέγχους χωρίς καμία οικονομική επιβάρυνση σε πελάτες με ενεργειακή κατανάλωση μεγαλύτερη από 200.000 kWh ετησίως. Από το σύνολο των επιλέξιμων πελατών (περίπου 1.700) υλοποιήθηκαν ενεργειακοί έλεγχοι σε περίπου 90%, ενώ τουλάχιστον το 30% εξ αυτών υλοποίησε κάποια από τα προτεινόμενα μέτρα. Το κόστος του προγράμματος ανήλθε σε 3,25 εκ. ecu, το σημαντικότερο μέρος εκ των οποίων χρηματοδοτήθηκε από ίδια εταιρικά κεφάλαια, ενώ το υπόλοιπο προήλθε από τους ίδιους τους πελάτες. Παράλληλα επιτεύχθηκε και εξοικονόμηση της τάξης των 128 GWh [19].

DK4 - Πρόγραμμα «Διεξαγωγής Ενεργειακών Ελέγχων στον Τριτογενή και Δημόσιο Τομέα (Tertiary and Public Services Audit Programme)».

Παράλληλα με το προηγούμενο πρόγραμμα, η ELSAM προχώρησε στην υλοποίηση ενός παρεμφερούς ΠΔΖ, το οποίο όμως απευθυνόταν σε καταναλωτές του εμπορικού και δημόσιου τομέα με κατανάλωση μεγαλύτερη από 200.000 kWh ετησίως.

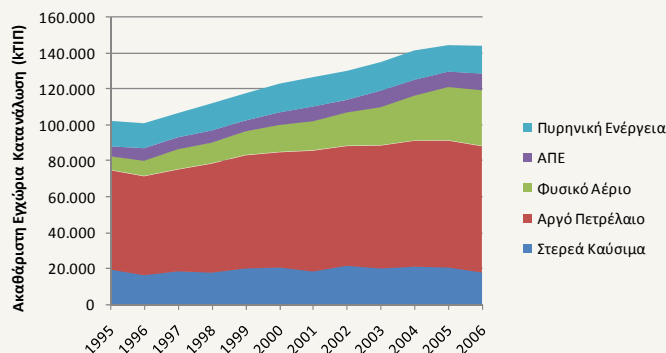
Από το σύνολο των επιλέξιμων πελατών (περίπου 3.700) υλοποιήθηκαν ενεργειακοί έλεγχοι σε περίπου 95%, ενώ τουλάχιστον το 30% εξ αυτών

υλοποίησε τα προτεινόμενα ενεργειακά μέτρα. Το κόστος του προγράμματος ανήλθε σε 2,2 εκ. ecu, το οποίο περίπου μοιράστηκε μεταξύ της εταιρείας και των πελατών. Παράλληλα επιτεύχθηκε και εξοικονόμηση της τάξης των 60 GWh [19].

5.2.6 Ισπανία

5.2.6.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ισπανία κυριαρχείται από τη χρήση συμβατικών καυσίμων, και κυρίως του αργού πετρελαίου. Η κατανάλωση στερεών καυσίμων κυμαίνεται σε σταθερά επίπεδα, ενώ αξιοσημείωτη είναι η σημαντική αύξηση της διείσδυσης του φυσικού αερίου από το 1995. Η ζήτηση ενέργειας στη χώρα βαίνει συνεχώς αυξανόμενη, χωρίς να διαφαίνεται πιθανότητα αναχαίτισης της τάσης αυτής, τη στιγμή που οι εγχώριοι ενεργειακοί πόροι είναι περιορισμένοι και η Ισπανία βασίζεται σε εισαγωγές καυσίμων [1].



Σχήμα V.5: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Ισπανία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα διπλασιάστηκε σε διάστημα μιας δεκαετίας (1990-2000), ενώ υπεύθυνοι για την τάση αυτή είναι κυρίως ο οικιακός και τριτογενής τομέας.

Μολονότι η χώρα έχει αναπτύξει μια εθνική στρατηγική για την ενεργειακή αποδοτικότητα, η υλοποίησή της καθυστέρησε να εφαρμοστεί, ενώ δεν έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την επίτευξη των στόχων [20]. Παράλληλα, οι επενδύσεις δημόσιων κονδυλίων σε θέματα E&A για την ενεργειακή αποδοτικότητα παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα [5].

Η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα οδήγησε στη δραστηριοποίηση 4-5 εταιρειών στη χώρα, κάθε μια εκ των οποίων καλύπτει τουλάχιστον το 5% της εθνικής ζήτησης [2].

Ξεφεύγοντας από την τάση των βορειότερων χωρών της ΕΕ για υψηλότερα του μέσου όρου κατά κεφαλήν εισοδήματα, η Ισπανία κυμαίνεται λίγο χαμηλότερα από αυτόν, με μέσο εισόδημα που άγγιζε τις 22.711 € το 2006.

Αντιθέτως, το μορφωτικό επίπεδο των πολιτών όσον αφορά την τριτοβάθμια εκπαίδευση, είναι αρκετά υψηλό [1].

5.2.6.2 Οι Ενεργειακές Εταιρίες και οι Δραστηριότητές τους

IBERDROLA Η κοινή πορεία της Hidroeléctrica Ibérica, με έτος ίδρυσης το 1901, και της Hidroeléctrica Española, που ιδρύθηκε το 1907, μέχρι τη συγχώνευσή τους το 1991, οπότε και δημιουργήθηκε η Iberdrola, έχει να επιδείξει μια σειρά επιτευγμάτων. Η Iberdrola αυτή τη στιγμή ανήκει στις 4 κορυφαίες εταιρείες του κλάδου παγκοσμίως, και αποτελεί τον επικεφαλής όμιλο της ισπανικής ενεργειακής πραγματικότητας.

Ο όμιλος Iberdrola σημείωσε το 2005 ετήσιο κύκλο εργασιών ύψους 11,4 δις €, ενώ επιλεγμένες δραστηριότητές του για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω της υλοποίησης ΠΔΖ εξετάζονται ακολούθως [21].

ES1 - Πρόγραμμα «Ενεργειακών Επιθεωρήσεων σε Μικρομεσαίες Επιχειρήσεις (Energy Audits and implementation of measures to improve energy efficiency in SMEs)».

Το πρώτο εξάμηνο του 2006, η εταιρεία υλοποίησε ένα πρόγραμμα ενημέρωσης, το οποίο προσέφερε ενεργειακές επιθεωρήσεις και εγκατάσταση μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Οι δυνατότητες και οι προσφερόμενες υπηρεσίες του συγκεκριμένου προγράμματος περιλάμβαναν:

- Ενημέρωση των πελατών.
- Διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων και επιμερισμό των ενεργειακών καταναλώσεων ανά χώρο και χρήση.
- Υποβολή προτάσεων τεχνολογικών βελτιώσεων και εκτιμήσεις για την αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Οικονομική αξιολόγηση των προτεινόμενων μέτρων.

Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος υλοποιήθηκαν 158 ενεργειακοί έλεγχοι, ενώ η ομάδα στόχος ήταν 282.034 επιχειρήσεις.

Η χρηματοδότηση της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας καλύφθηκε από ίδια εταιρικά κεφάλαια, ενώ ένα ποσοστό επιδοτήθηκε και από το Υπουργείο Ενέργειας. Το κόστος του προγράμματος ανήλθε στα 619.882 € για την προώθηση και τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και 2.043.894 € για την επένδυση στα εφαρμοζόμενα μέτρα. Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε άγγιξε τις 8.291 MWh, ενώ η αντίστοιχη μείωση των εκπομπών CO₂ ήταν 4.038 τόνοι [9].

FECSA Endesa Η Endesa ιδρύθηκε το 1944, υπό το καθεστώς κρατικής εταιρείας. Η άνθιση που γνωρίζει μέχρι σήμερα επήλθε μετά το 1983, οπότε και έλαβε χώρα η αναδιοργάνωσή της. Η Endesa, μέσα από μια σειρά συγχωνεύσεων με δημόσιες ή ιδιωτικές ενεργειακές εταιρείες, όπως η Fuerzas Electricas de Cataluña (FECSA) κατόρθωσε να αναδειχθεί σε ένα ευρωπαϊκό ενεργειακό κολοσσό.

Η FECSA Endesa αποτελεί μέλος του ομίλου Endesa, και αντιπροσωπεύει τη δραστηριοποίηση του ομίλου στην Καταλονία. Ο κύκλος εργασιών του ομίλου ξεπερνάει τα 13 δις € [22].

ES2 - Πρόγραμμα «Ενεργειακά αποδοτικών ψυγείων (Energy Efficient Program)»

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα στόχευε στην προώθηση ψυγείων και καταψυκτών υψηλής ενεργειακής κατηγορίας (Α, Β και Γ) στον οικιακό τομέα στα μέσα της δεκαετίας του '90. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος δόθηκαν πολύ ελκυστικές επιδοτήσεις στους καταναλωτές, που άγγιζαν τα 150, 120 και 90€ αντίστοιχα για κάθε ενεργειακή κλάση.

Για την ενημέρωση δε του κόσμου για το συγκεκριμένο πρόγραμμα ακολουθήθηκε διαφημιστική εκστρατεία.

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα συμμετείχαν 5.900 καταναλωτές, ενώ ο βαθμός συμμετοχής στο πρόγραμμα έφτασε το 0,4%. Το κόστος του προγράμματος ανήλθε στα 822.000€, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας έφτασε τις 778 MWh [23].

*Red Electrica de
España - REE*

Η REE ιδρύθηκε το 1985 από την κρατική εταιρεία Instituto Nacional de Industria, για να υποστηρίξει την παροχή υπηρεσιών ενός εθνικού δικτύου ηλεκτροδότησης, καθώς το πεδίο δραστηριοποίησης της συγκεκριμένης εταιρείας είναι η μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας. Μέχρι και σήμερα, το 20% της εταιρείας ελέγχεται από το κράτος.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας άγγιξε το 2006 τα 950 εκ. €, ενώ ουσιαστικά της ανήκει το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας [24].

Επιλεγμένες δραστηριότητες της εταιρείας παρουσιάζονται στη συνέχεια.

ES3 - Πρόγραμμα «Συμβολαίου Διακοπής Φορτίου (Load interruption contract)».

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα, που υλοποιήθηκε το 2006, στόχευε στη διαχείριση φορτίου των μεγάλων βιομηχανικών εγκαταστάσεων. Στο πλαίσιο του προγράμματος αυτού προβλέπονται εκπτώσεις στη χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις συγκεκριμένες βιομηχανίες, σε αντάλλαγμα για τη διακοπή της ηλεκτροδότησης για προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα (45 λεπτά, 3, 6 και 12 ώρες) με τον ελάχιστο χρόνο πρότερης προειδοποίησης να κυμαίνεται στα 5 λεπτά, 1 ώρα, 6 και 16 ώρες αντίστοιχα.

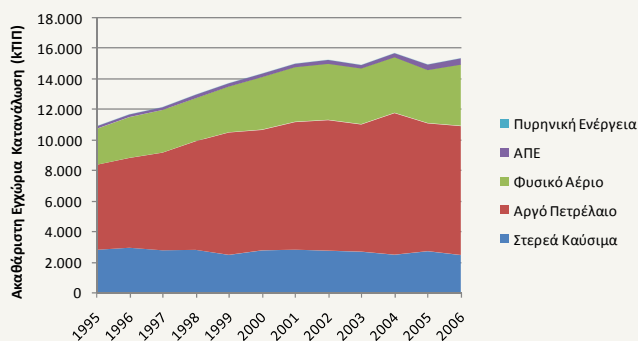
Το κόστος του προγράμματος δε το επωμίστηκε η εταιρεία, αλλά καλύφθηκε από την πελατειακή βάση υπό τη μορφή λειτουργικού κόστους.

Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε ήταν χαμηλή, της τάξης των 3.816 MWh. Τα συντριπτικά οφέλη του προγράμματος προέρχονται από τη μείωση του φορτίου αιχμής, το οποίο ήταν της τάξης των 1.272 MW [25].

5.2.7 Ιρλανδία**5.2.7.1 Η Ενεργειακή Αγορά**

Το πρωτογενές ενεργειακό μίγμα της Ιρλανδίας κυριαρχείται από συμβατικά καύσιμα, τα οποία εισάγονται από άλλες ενεργειακές αγορές, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο (87% των εισαγωγών φυσικού αερίου), ενώ στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας τη μεγαλύτερη συμμετοχή έχει το φυσικό αέριο και το αργό πετρέλαιο, ενώ

σημαντικά ποσοστά κατέχει και ο υδροηλεκτρισμός (7%) [1]. Η εξέλιξη της ΑΕΚ την περίοδο 1995-2006 παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα V.6: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Ιρλανδία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Η Ιρλανδία, την περίοδο 1990-2004 γνώρισε μια δυσανάλογη αύξηση του ΑΕΠ έναντι της αυξητικής τάσης της τελικής κατανάλωσης, γεγονός που οδήγησε σε βελτιωμένες αποδόσεις της ενεργειακής έντασης, αγγίζοντας μια από τις χαμηλότερες τιμές στην ΕΕ.

Η έκρηξη της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας αποτυπώνεται και στην αγοραστική δύναμη των πολιτών, η οποία αγγίζει έναν από τους υψηλότερους δείκτες των υπό μελέτη χωρών της Ευρώπης, σχεδόν 34.340 2006 PPS. Με την προαναφερθείσα εικόνα συνάδει και το μορφωτικό επίπεδο της χώρας, το οποίο κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα [1].

Η πολιτική της ενεργειακής αποδοτικότητας στη χώρα βασίζεται κυρίως στις αντίστοιχες ευρωπαϊκές οδηγίες και τις γενικές πολιτικές κατευθύνσεις για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Το βασικό όχημα για την ανάπτυξη προς την ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελούν τα ευρωπαϊκά κονδύλια που διατίθενται για το στόχο αυτό, ενώ και η ίδια η κυβέρνηση διαθέτει κάποια κονδύλια για E&A στη συγκεκριμένη θεματική ενότητα [26, 5].

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας έχει οδηγήσει στη δραστηριοποίηση 4-5 εταιρειών στη χώρα, έκαστη των οποίων καλύπτει τουλάχιστον 5% της εθνικής ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας [2].

5.2.7.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

Electricity Supply Board - ESB

Η ESB ιδρύθηκε το 1927 με στόχο την ανάπτυξη και διαχείριση του δικτύου ηλεκτροδότησης του νεοσύστατου ελεύθερου ιρλανδικού κράτους, στις αρχές της δεκαετίας του 1920. Όσον αφορά την παραγωγή ενέργειας η ESB δραστηριοποιείται στην ηλεκτροπαραγωγή, ενώ στα άμεσα επενδυτικά της σχέδια είναι η επέκταση και σε άλλες ευρωπαϊκές αγορές πλην της ιρλανδικής.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας έφτασε τα 3,57 δις € το 2007 [27]. Επιλεγμένες ενημερωτικές δραστηριότητες της εταιρείας για τη διαχείριση της ζήτησης παρουσιάζονται ακολούθως.

IR1 - Πρόγραμμα «Energy Extra»

Η ESB ανέπτυξε μια σειρά διαδικτυακών εργαλείων για την υποστήριξη της διαδικασίας ενεργειακής διαχείρισης των εγκαταστάσεων επιχειρήσεων του τριτογενούς ή του βιομηχανικού τομέα.

Πιο συγκεκριμένα, το Energy Extra αποτελεί μια διαδικτυακή υπηρεσία που επιτρέπει στις επιχειρησιακές μονάδες που ανήκουν στο πελατολόγιο της εταιρείας τη δυνατότητα ελέγχου της ενεργειακής τους κατανάλωσης και ζήτησης στη διάρκεια του έτους. Η κύρια λειτουργία αυτής της υπηρεσίας είναι η σύγκριση αναφορών κόστους και κατανάλωσης για μια διάρκεια τριών χρόνων. Οι πληροφορίες προέρχονται μέσω μίας ασφαλούς, με δυνατότητα κωδικού πρόσβασης ιστοσελίδας που επιτρέπει επίσης την πρόσβαση στην ηλεκτρονική βιβλιοθήκη εξοικονόμησης ενέργειας της εταιρείας.

Το κόστος ανάπτυξης του συγκεκριμένου εργαλείου ήταν χαμηλό, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε στις εγκαταστάσεις των χρηστών του προγράμματος ήταν της τάξης του 7-10% [9].

IR2 - Πρόγραμμα «GEM online»

Αντίστοιχα, το λογισμικό GEM online απευθύνεται σε επιχειρησιακές μονάδες με διασκορπισμένες εγκαταστάσεις. Όπως και το Energy Extra αποτελεί ένα δωρεάν λογισμικό πακέτο που συγκεντρώνει πληροφορίες από όλους τους λογαριασμούς. Σκοπός του είναι να βοηθήσει τους πελάτες να παρακολουθούν το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας και τις ημερομηνίες τιμολόγησης για όλα τα τμήματα. Διευκολύνει την αξιολόγηση των διαφορετικών τμημάτων συγκρίνοντας το ένα με το άλλο και μπορεί γρήγορα να εντοπίσει τυχόν αποκλίσεις στην κατανάλωση και στη δαπάνη ενός τμήματος, προσβλέποντας στη λήψη άμεσων διορθωτικών μέτρων.

Το συγκεκριμένο λογισμικό χρησιμοποιείται από τουλάχιστον 15.000 επιχειρήσεις στην Ιρλανδία, με πολύ καλά αποτελέσματα στην επιτυγχάνομενη εξοικονόμηση ενέργειας [9].

IR3 - Πρόγραμμα «Διαδικτυακού εργαλείου εκτίμησης ενεργειακού κόστους οικιακών συσκευών (On line household appliance cost calculator)»

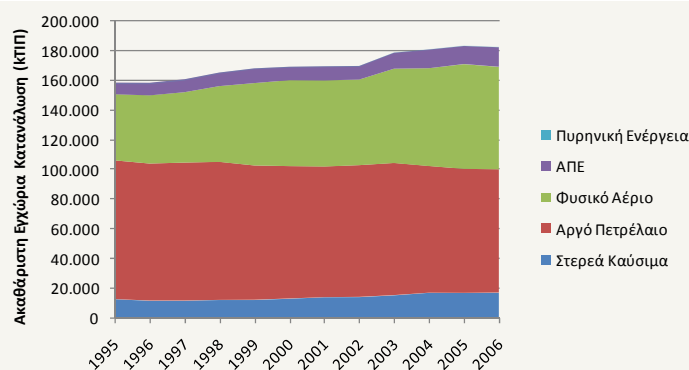
Το συγκεκριμένο εργαλείο παρέχει τη δυνατότητα στους καταναλωτές του οικιακού τομέα να αποκτήσουν μια εκτίμηση για την κατανάλωση ενέργειας και το κόστος για μια πλήρη σειρά οικιακών συσκευών συμπεριλαμβανομένου και του φωτισμού. Το διαδικτυακό εργαλείο επιτρέπει τη σύγκριση του κόστους χρήσης των συσκευών για διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας, ενδεικτικά αναφέρεται η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται αν χαμηλώσει κανείς το θερμοστάτη του πλυντηρίου.

Το συγκεκριμένο εργαλείο διατίθεται δωρεάν σε όλους τους οικιακούς καταναλωτές, ενώ χρησιμοποιείται κατά κόρον ως μέσο ενημέρωσης των πολιτών, και κατά δεύτερο λόγο ως μέσο επίτευξης εξοικονομούμενων ενεργειακών ποσών [9].

5.2.8 Ιταλία

5.2.8.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η εικόνα της ενεργειακής αγοράς της γειτονικής χώρας χαρακτηρίζεται από την εξαιρετικά υψηλή συμμετοχή των συμβατικών καυσίμων, τα οποία στη συντριπτική τους πλειοψηφία προέρχονται από εισαγωγές. Παράλληλα, η υδροηλεκτρική ενέργεια από εργοστάσια μεγαλύτερα των 10MW, καλύπτει διψήφιο κομμάτι της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, φτάνοντας το 15%, ενώ οι ΑΠΕ αγγίζουν το 5%. Συνεπώς η επίτευξη του στόχου για 20% συμμετοχή των ΑΠΕ στην τελική ενεργειακή κατανάλωση μέχρι το 2020 φαίνεται δύσκολα επιτεύξιμη σύμφωνα με τα υφιστάμενα δεδομένα. Η απεικόνιση της εξέλιξης της ΑΕΚ την περίοδο 1995-2006 απεικονίζεται στο Σχήμα V.7 [1].



Σχήμα V.7: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Ιταλία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Μολονότι η Ιταλική ενεργειακή πολιτική για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας βασιζόταν για μια μακρά χρονική περίοδο κυρίως στην υιοθέτηση των ευρωπαϊκών οδηγιών, χωρίς να χαρακτηρίζεται από την ανάληψη επιπρόσθετων πρωτοβουλιών, η κυβέρνηση πειραματίστηκε το 2001 με ένα νέο εργαλείο. Η θέσπιση υποχρεώσεων στους διανομείς ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου για την επίτευξη ενεργειακών εξοικονομήσεων, διατηρώντας το ίδιο επίπεδο υπηρεσιών προς τους καταναλωτές ουσιαστικά αποτέλεσε το κίνητρο για τις ενεργειακές εταιρείες ώστε να προχωρήσουν στην υλοποίηση ΠΔΖ [28].

Παράλληλα, η σταδιακή απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς, είχε σαν αποτέλεσμα να δραστηριοποιούνται στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας τουλάχιστον 79 εταιρείες το 2003, οι οποίες έφτασαν τις 92 το 2006. Εξ αυτών, μόνο 4-5 εταιρείες έχουν κατορθώσει να θεωρούνται «κύριες», παράγοντας έκαστη τουλάχιστον το 5% της εθνικής ηλεκτροπαραγωγής [2].

Ακολουθώντας δε την τάση των υπόλοιπων ευρωπαϊκών χωρών, αυξάνει τα κονδύλια E&A για την ενεργειακή αποδοτικότητα μετά το 2000, χωρίς όμως να φτάσει τα επίπεδα των αρχών της δεκαετίας του '90 [5]. Για την ίδια χρονική περίοδο αντιστοίχως (αρχές '90- μέσα '00), η χώρα κατόρθωσε να βελτιώσει αισθητά τους δείκτες που αφορούν τόσο το επίπεδο αγοραστικής δύναμης που

απολαμβάνουν οι πολίτες της, όσο και τη συμμετοχή των πολιτών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, έναντι του συνόλου του πληθυσμού [1].

Εν συνεχεία παρουσιάζονται επιλεγμένες δραστηριότητες των ενεργειακών εταιρειών για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

5.2.8.2 Οι Ενεργειακές Εταιρίες και οι Δραστηριότητές τους

ENEL Η Enel αποτελεί τη μεγαλύτερη ενεργειακή εταιρεία της Ιταλίας, ενώ καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση στην Ευρώπη σύμφωνα με την εγκατεστημένη ισχύ της. Δραστηριοποιείται στην παραγωγή, διανομή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου.

Ήταν η πρώτη ενεργειακή εταιρεία σε παγκόσμιο επίπεδο που προχώρησε στην αντικατάσταση των συμβατικών μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας των πελατών της με σύγχρονους ηλεκτρικούς μετρητές πραγματικού χρόνου, γεγονός που επέτρεψε την καλύτερη διαχείριση του φορτίου τελικής ζήτησης.

Η ενίσχυση των δραστηριοτήτων της εταιρείας είναι εμφανής και από την αύξηση του κύκλου εργασιών της, ο οποίος το 2005 άγγιξε τα 33,8 δις € [29].

Ακολούθως παρουσιάζονται επιλεγμένες δραστηριότητες της εταιρείας για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

IT1 - Πρόγραμμα «Ενεργειακής αποδοτικότητας για το φωτισμό των δρόμων (Energy efficiency program for street lighting)».

Το 2005 η Enel προχώρησε σε μια συνεργασία με την ένωση δήμων της Ιταλίας, με στόχο την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και των ΑΠΕ, καθώς και την υλοποίηση σύγχρονων τεχνολογικών επιλογών όσον αφορά το δημόσιο φωτισμό.

Στο παραπάνω πλαίσιο πραγματοποιήθηκε αντικατάσταση των παλαιών λαμπτήρων υδραργύρου με λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης και την εγκατάσταση ρυθμιστών έντασης της ροής. Παράλληλα, η εταιρεία προχώρησε στη διάχυση των αποτελεσμάτων αυτής της προσπάθειας, διανέμοντας στους δήμους της χώρας 60.000 ενημερωτικά φυλλάδια για την προσπάθεια αυτή, καθώς και στο σχεδιασμό και διανομή 100.000 επιπρόσθετων φυλλαδίων υπό τη μορφή συνοπτικών οδηγιών για την εξοικονόμηση ενέργειας στους δήμους.

Στην καταγραφή των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης προσπάθειας σημειώνεται η επίτευξη εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας ύψους 24.500 TΙΠ και μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ύψους 77.000 CO₂-eq [9].

IT2 - Πρόγραμμα «Προώθησης Λαμπτήρων Φθορισμού (Compact Fluorescent Lamps)»

Στο πλαίσιο ενημέρωσης των καταναλωτών, η Enel υλοποίησε το 2005 μιας μεγάλης κλίμακας ενημερωτική εκστρατεία για την προώθηση των λαμπτήρων φθορισμού. Υπό την αιγίδα του προγράμματος αυτού η εταιρεία αναδείκνυε τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της ενεργειακής εξοικονόμησης, ενώ

παράλληλα προχώρησε και στη διανομή 9 εκατομμυρίων λαμπτήρων φθορισμού.

Κίνητρο για την υλοποίηση του προγράμματος αυτού αποτέλεσε η νομοθετική ρύθμιση του 2001 που υποχρέωνε τις εταιρείες με περισσότερους των 100.000 πελατών να προχωρήσουν στη λήψη μέτρων για τη διαχείριση της ζήτησης. Εις αναγνώριση των προσπαθειών τους οι εταιρείες λάμβαναν λευκά πιστοποιητικά.

Κύρια ομάδα στόχου του προγράμματος αποτέλεσαν οι οικιακοί καταναλωτές, ενώ τα μέτρα ενημέρωσης των πολιτών περιλάμβαναν τη διανομή φυλλαδίων και την ανάρτηση πληροφοριών στην ιστοσελίδα της εταιρείας.

Η καταγεγραμμένη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας αγγίζει τα 140.000 ΤΙΠ, ενώ η μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έφτασε το ύψος των 430.000 CO₂-eq [9].

IT3 - Πρόγραμμα «Πρώθησης Οικιακών Συσκευών Υψηλής Αποδοτικότητας (Energy Saving Household Appliance)»

Παράλληλα με το πρόγραμμα προώθησης λαμπτήρων φθορισμού, η Enel υλοποίησε άλλο ένα πρόγραμμα επιδοτήσεων, το οποίο στόχευε αυτή τη φορά στην προώθηση οικιακών συσκευών υψηλής αποδοτικότητας.

Η εταιρεία προχώρησε στη θέσπιση επιδοτήσεων, υιοθετώντας έκπτωση της τάξης του 10% επί του ποσού της αγοράς για όσους οικιακούς καταναλωτές αντικατέστησαν τις παλιές ενεργοβόρες συσκευές με νέες συσκευές, ενεργειακής κατηγορίας Α. Τη περίοδο 2005-2006, οπότε και υλοποιήθηκε το πρόγραμμα, τουλάχιστον 53.000 συσκευές αντικαταστάθηκαν, ενώ εξοικονομήθηκαν περίπου 1.000 ΤΙΠ πρωτογενούς ενέργειας και 3.000 CO₂-eq [9].

ACEA Η ACEA αποτελεί τη μεγαλύτερη δημοτική ενεργειακή εταιρεία της Ιταλίας, με πεδίο δραστηριοποίησης μεταξύ άλλων διανομή ηλεκτρικής ενέργειας πάνω από 2,7 εκατομμυρίων πολιτών και επιχειρήσεων που εδρεύουν στη Ρώμη και τα περίχωρα αυτής.

Με την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας, το 49% της εταιρείας πωλήθηκε στην Electrabel, γεγονός που ευνόησε την περαιτέρω δραστηριοποίηση της εταιρείας στην ηλεκτροπαραγωγή και τη διανομή φυσικού αερίου. Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας έφτασε τα 3,8 δις € το 2008 [30].

IT4 - Πρόγραμμα «Lampadina Blu»

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποσκοπούσε στην προώθηση των λαμπτήρων φθορισμού μεταξύ μη βιομηχανικών καταναλωτών.

Στο πλαίσιο του προγράμματος πραγματοποιήθηκε διανομή των συγκεκριμένων λαμπτήρων στους καταναλωτές, η αποπληρωμή των οποίων επιτεύχθηκε μέσω της χρέωσης των αντίστοιχων ενεργειακών λογαριασμών τους. Διανεμήθηκαν 60.000 λαμπτήρες, ενώ το κόστος του προγράμματος, που ανήλθε σε 376.540€ καλύφθηκε στο μεγαλύτερο μέρος του από τους καταναλωτές.

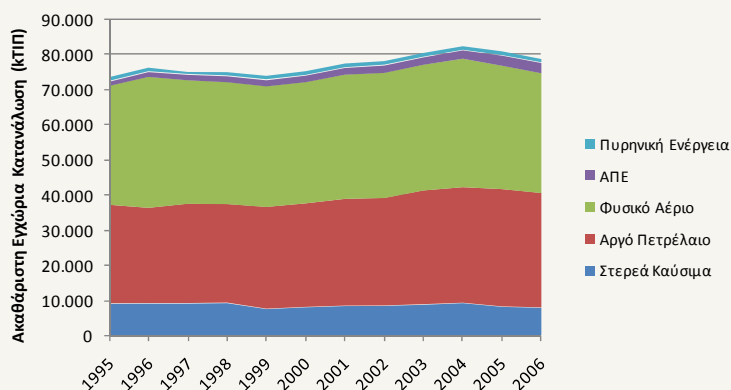
Για την ενημέρωση του κόσμου σχετικά με το πρόγραμμα υλοποιήθηκε ευρεία διαφημιστική εκστρατεία, με καταχωρήσεις στον έντυπο τύπο, αφίσες κλπ [23].

5.2.9 Κάτω Χώρες

5.2.9.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Το φυσικό αέριο κυριαρχεί στο πρωτογενές μίγμα της χώρας, καθώς αποτελεί μια εγχώρια πηγή καυσίμου, φτάνοντας μάλιστα να καλύπτει περίπου το 92% της παραγόμενης ενέργειας. Ως εκ τούτου, στο συγκεκριμένο καύσιμο πέφτει και το κύριο βάρος της ηλεκτροπαραγωγής (περίπου 60%), με την εικόνα να συμπληρώνουν ο άνθρακας (28%), οι ΑΠΕ (5%), το πετρέλαιο (2,9%) και η πυρηνική ενέργεια (4,1%) [1].

Ενδεικτικό της επικρατούσας κατάστασης είναι το Σχήμα V.8.



Σχήμα V.8: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στις Κάτω Χώρες

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας έχει προχωρήσει με γοργούς ρυθμούς στη χώρα. Χαρακτηριστικό είναι ότι από 87 εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής το 2003, ο αριθμός τους εκτινάχθηκε σε 400 το 2006. Παρόλα αυτά, οι κύριοι παραγωγοί στη χώρα είναι 5 εταιρείες [2].

Οι πολίτες της χώρας απολαμβάνουν ιδιαίτερα υψηλή αγοραστική δύναμη, καθώς το κατά κεφαλήν εισόδημα ενισχύεται σημαντικά στην πάροδο του χρόνου. Παράλληλα, εμφανής είναι η τάση των πολιτών να συμμετέχουν σε μικρότερο βαθμό στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, έναντι άλλων χωρών της ΕΕ [1].

Η χώρα διακρίνεται για τη φιλόδοξη ενεργειακή πολιτική που έχει υιοθετήσει όσον αφορά την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Στο πλαίσιο αυτό, στοχεύει στην ετήσια βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 1,3%, μέσω εργαλείων όπως οι εθελοντικές συμφωνίες, οι νομοθετικές ρυθμίσεις και τα οικονομικά κίνητρα. Ο συγκεκριμένος στόχος όμως υπονομεύεται σε ένα βαθμό από τον περιορισμό των διατιθέμενων σε Ε&Α για τη θεματική περιοχή κονδυλίων, τα οποία παρόλα ταύτα είναι σε αρκετά υψηλότερα επίπεδα από το μέσο όρο των υπολοίπων χωρών της ΕΕ [5, 31].

5.2.9.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

ENECO Η Eneco, για την επίτευξη της εταιρικής μορφής της ως έχει σήμερα, διακρίνεται από μια μακρά ιστορία συγχωνεύσεων και συνεργασιών, οι αρχές της οποίας φτάνουν τα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Αποτελεί μια από τις τρεις κυριότερες ενεργειακές εταιρείες που υπάρχουν στη χώρα, ενώ παρέχει ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών όσον αφορά την μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου και θερμότητας, και των σχετιζόμενων με αυτές υπηρεσιών, όπως η εγκατάσταση μετρητικών συστημάτων.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας άγγιξε το 2005 περίπου τα 3,7 δις € [32]. Επιλεγμένες δραστηριότητες διαχείρισης της ζήτησης που υλοποιήθηκαν από την εταιρεία παρουσιάζονται ακολούθως.

NL1 - Πρόγραμμα «Go easy campaign. metercard»

Η καινοτομία που προσπάθησε να προωθήσει στη βάση των οικιακών ενεργειακών καταναλωτών το συγκεκριμένο πρόγραμμα, στα μέσα της δεκαετίας του '90, ήταν η καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων από τους ίδιους τους πελάτες, με χρήση καρτών μέτρησης. Για την επίτευξη του στόχου αυτού η εταιρεία αρχικά οργάνωσε μια μεγάλης κλίμακας ενημερωτική/εκπαιδευτική εκστρατεία για το πρόγραμμα και τις διαδικασίες που απαιτεί, ενώ στη συνέχεια δημοσίευε κάθε εβδομάδα στον τοπικό τύπο τις βαθμολογίες, έτσι ώστε οι πελάτες να κατορθώσουν να στοχοθετήσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση και να ελέγξουν την πραγματική απόδοση.

Το πρόγραμμα κόστισε στην εταιρεία μόλις 180.000€, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης των 270.000 MWh [33].

NL2 - Πρόγραμμα «Εγκατάστασης Ροοστατών σε Καταιονητήρες (Low flow showerheads)»

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε πιλοτικό στάδιο από την Eneco για μια χρονική περίοδο 3 ετών, στα μέσα της δεκαετίας του '90. Επιλεγμένοι πελάτες της εταιρείας είχαν τη δυνατότητα εγκατάστασης ροοστατών στις κεφαλές των καταιονητήρων (ντους) σε μειωμένες τιμές και με δυνατότητα χρηματοδότησής τους. Στόχος του προγράμματος ήταν η καλύτερη ρύθμιση της ποσότητας του απαιτούμενου θερμού νερού χρήσης, και κατ' επέκταση η μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Η καταγεγραμμένη εξοικονόμηση ενέργειας ανήλθε σε ύψος 49.500MWh, ενώ το κόστος του προγράμματος δεν ξεπέρασε τα 50.000€, εκ των οποίων λιγότερο από 10% χρησιμοποιήθηκε για την παροχή κινήτρων στους καταναλωτές [34].

NL3 - Πρόγραμμα «Ενεργειακές Ομάδες για τους Χαμηλού Εισοδήματος Οικιακούς Καταναλωτές (Energy team low income household)»

Στόχος του προγράμματος ήταν ο σχηματισμός ομάδων πληροφόρησης των χαμηλού εισοδήματος οικιακών καταναλωτών για τη δυνατότητα επίτευξης ενεργειακών εξοικονομήσεων στο σπίτι. Οι ομάδες αυτές ήταν επίσης

επιφορτισμένες με την εγκατάσταση μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας στις οικίες, το κόστος των οποίων κάλυπτε η ενεργειακή εταιρεία.

Το πρόγραμμα αυτό εκτός από ενεργειακά οφέλη για τους καταναλωτές αλλά και την ίδια την εταιρεία, είχε στόχο τη δημιουργία θέσεων εργασίας, καθώς οι ενεργειακές ομάδες απαρτίζονταν από ανέργους, ενώ το συντονισμό κάθε ομάδας αναλάμβανε ένας ενεργειακός σύμβουλος.

Το συνολικό κόστος για ένα έτος υλοποίησης του προγράμματος ανήλθε σε 79.500€, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων προερχόταν από ίδια κεφάλαια της εταιρείας, ενώ η επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας άγγιξε τις 125 MWh [23].

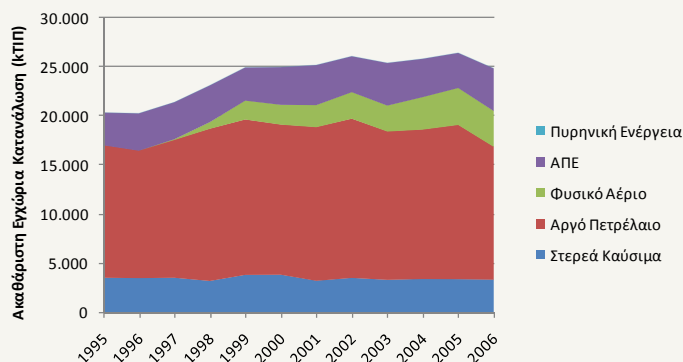
5.2.10 Πορτογαλία

5.2.10.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η ενεργειακή αγορά της Πορτογαλίας έχει γνωρίσει αρκετές ανακατατάξεις την περίοδο 1995-2006. Από το 1996 άρχισε η σταδιακή διείσδυση του φυσικού αερίου στο ενεργειακό μίγμα της χώρας, φτάνοντας σήμερα να καλύπτει περί το 15% των πρωτογενών αναγκών, όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα V.9.

Η Πορτογαλία βασίζεται κυρίως σε εισαγωγές καυσίμων, καθώς δεν υπάρχουν εγχώριες ενεργειακές πηγές, πλην ενός μικρού ποσοστού ΑΠΕ. Το γεγονός αυτό την καθιστά ιδιαίτερα ευάλωτη στις διακυμάνσεις της τιμής των καυσίμων και στις διάφορες γεωπολιτικές εξελίξεις που μπορεί να επηρεάσουν την ομαλή πορεία του εφοδιασμού της.

Για το λόγο αυτό, η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατέχει ιδιαίτερα υψηλή θέση στη λίστα των ενεργειακών πολιτικών προτεραιοτήτων της χώρας [1].



Σχήμα V.9: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Πορτογαλία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Ένα από τα μέτρα που έχει λάβει η κυβερνητική πολιτική είναι η υλοποίηση του προγράμματος για την ενεργειακή αποδοτικότητα και τις εγχώριες μορφές ενέργειας (Πρόγραμμα E4), στο πλαίσιο του οποίου θεσπίζονται οικονομικά κίνητρα, αποσαφηνίζεται ή δημιουργείται το κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο και πραγματοποιείται ευρεία διάχυση της πληροφορίας προς τους καταναλωτές του

τριτογενούς τομέα [35].

Η προσπάθεια ενίσχυσης των συγκεκριμένων τεχνολογιών είναι εμφανής μέσα και από την αύξηση των κονδυλίων που διατίθενται για E&A [5].

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας στη χώρα έχει συντελέσει στο να δραστηριοποιούνται το 2006 σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat τουλάχιστον 77 εταιρείες, εκ των οποίων μόνο οι 3 έχουν κατορθώσει να καλύπτουν περισσότερο από 5% της εγχώριας ζήτησης [2].

Όσον αφορά την αγοραστική δύναμη των πολιτών, αυτή κυμαίνεται σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα, και πολύ κάτω του μέσου όρου της ΕΕ-27 [1].

5.2.10.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

Energias de Portugal -EDP

Η EDP ιδρύθηκε το 1976, μετά από τη συγχώνευση 13 εκ των 14 εταιρειών που δραστηριοποιούντο στον ενεργειακό τομέα. Αποτελεί μια από τις κορυφαίες ενεργειακές εταιρείες στην ιβηρική χερσόνησο, η δραστηριοποίηση της οποίας έχει επεκταθεί πέραν των ορίων της χερσονήσου και σε άλλες ενεργειακές αγορές όπως της Γαλλίας, του Βελγίου, της Πολωνίας, της Ρουμανίας, των ΗΠΑ και της Βραζιλίας. Το κύριο πεδίο ενασχόλησής της είναι η παραγωγή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ τα τελευταία χρόνια έχει μια σχετική παρουσία και στον τομέα φυσικού αερίου στην ιβηρική χερσόνησο.

Η εταιρεία γνωρίζει οικονομική άνθιση και ακμή, όπως μαρτυρούν και οι ετήσιοι ισολογισμοί της. Ο κύκλος εργασιών για το 2006 σημείωσε αύξηση 7,3% έναντι του 2005, φτάνοντας τα 10,35 δις € [36].

PT1 - Πρόγραμμα «Ενημέρωσης Σχολείων για την Κλιματική Αλλαγή και την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (O ambiente é de todos – vamos usar bem a energia)»

Αποτελέσει μια από τις πρωτοβουλίες της EDP για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας και την ταυτόχρονη ενίσχυση της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης (ΕΚΕ) της. Ο βασικός άξονας του προγράμματος περιστράφηκε γύρω από την ανάγκη ενημέρωσης και εκπαίδευσης των μαθητών, για την καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης και την επίτευξη ενεργειακής εξοικονόμησης στο σχολείο και το σπίτι.

Στο πλαίσιο του προγράμματος αναπτύχθηκε και διανεμήθηκε υλικό προώθησης όπως ένας οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας για τα σχολεία, αφίσες για τις σχολικές τάξεις σχετικά με την κλιματική αλλαγή και την εξοικονόμηση ενέργειας, ένα δεκαπεντάλεπτο βίντεο κινουμένων σχεδίων και ένας οδηγός για τους δασκάλους. Επιπλέον, οργανώθηκε μία σειρά από 40 εκπαιδευτικά μαθήματα για τους δασκάλους μαζί με έναν εθνικό σχολικό διαγωνισμό για την βράβευση των καλύτερων προγραμμάτων.

Το κόστος του προγράμματος ανήλθε στις 298.000€, ενώ πέτυχε εξοικονόμηση της τάξης των 1.400MWh [9].

PT2 - Πρόγραμμα «Προώθησης Λαμπτήρων Φθορισμού (CFL Campaign)»

Στόχος της πρωτοβουλίας αυτής ήταν ο μετασχηματισμός της αγοράς φωτισμού,

μέσω της προώθησης λαμπτήρων φθορισμού στους οικιακούς καταναλωτές, με χρήση ευνοϊκών ρυθμίσεων. Η διάρθρωση του προγράμματος περιλάμβανε τις ακόλουθες φάσεις δωρεάν διάθεσης των λαμπτήρων φθορισμού:

- Πρώτη φάση: Προώθηση απευθείας στον οικιακό τομέα μέσω άμεσης ενημέρωσης.
- Δεύτερη φάση: Προώθηση μέσω των υποκαταστημάτων της εταιρείας, κατά την υπογραφή νέων συμβολαίων.
- Τρίτη φάση: Σταδιακός εκτοπισμός των παλαιότερων λαμπτήρων πυράκτωσης από τα εμπορικά κέντρα.

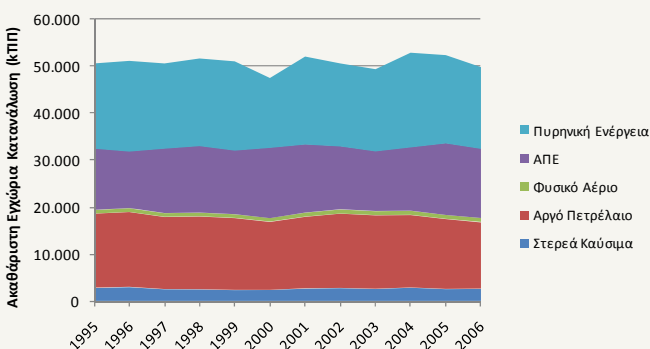
Περίπου 650.000 λαμπτήρες διανεμήθηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος, το κόστος του οποίου άγγιξε τα 1,36 εκ €. Η εξοικονόμηση ενέργειας άγγιξε τις 200 GWh [9].

5.2.11 Σουηδία

5.2.11.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Το ζήτημα της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού στη χώρα επικεντρώνεται κυρίως στο πετρέλαιο και την ηλεκτρική ενέργεια, καθώς η Σουηδία εισάγει το σύνολο της πετρελαϊκής της κατανάλωσης, ενώ χαρακτηρίζεται από μια εκ των υψηλότερων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας κατά κεφαλή, σχεδόν 3-πλάσια του ευρωπαϊκού μέσου όρου. Οι υπόλοιπες μορφές ενέργειας που συμβάλλουν στο πρωτογενές ενεργειακό μίγμα διακρίνονται από χαμηλότερο ρίσκο. Η βιομάζα αποτελεί εγχώριο προϊόν, η παραγωγή της οποίας υποστηρίζεται από μια πληθώρα βιομηχανιών, ο άνθρακας εισάγεται από μια σχετικά σταθερή διεθνή αγορά, ενώ όσον αφορά το φυσικό αέριο, το μικρό ποσοστό συμμετοχής του στο ενεργειακό μίγμα είναι η αιτία που η διασφάλισή του δεν αποτελεί ιδιαίτερη πηγή ανησυχίας μέχρι σήμερα [1, 37].

Μια εικόνα της συμμετοχής των καυσίμων στο πρωτογενές μίγμα που προορίζεται για την ΑΕΚ παρουσιάζεται στο Σχήμα V.10.



Σχήμα V.10: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Σουηδία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Η ενεργειακή αποδοτικότητα στη Σουηδία αποτελεί μια έννοια συνδεδεμένη σε πολλές από τις εκφάνσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας. Μέτρα κυβερνητικής πολιτικής αλλά και ιδιωτικές πρωτοβουλίες έχουν πραγματοποιηθεί για την προώθησή της. Η υποστήριξη της κυβερνητικής πολιτικής είναι εμφανής και από το ύψος των κονδυλίων που διατίθενται για E&A στον τομέα, και τα οποία είναι σε ένα από τα υψηλότερα σημεία από ποτέ, αγγίζοντας το 2007 τα 33 εκ € [5].

Πλην όμως των δραστηριοτήτων που έχουν ήδη γίνει πραγματικότητα, σύμφωνα με μελέτες αναδεικνύεται το υψηλό δυναμικό ενεργειακής εξοικονόμησης στη θέρμανση χώρων, παρόλο τις δυσχερείς συνθήκες που επικρατούν στη χώρα [37].

Η θετική απόκριση της χώρας στην ενεργειακή πρόκληση ενισχύεται από το γεγονός ότι οι πολίτες της απολαμβάνουν μια ιδιαίτερα υψηλή αγοραστική δύναμη, ενώ και το μορφωτικό τους επίπεδο είναι πάνω από το μέσο όρο των υπό μελέτη χωρών [1].

5.2.11.2 Οι Ενεργειακές Εταιρίες και οι Δραστηριότητές τους

Jämtkraft Η εταιρεία δραστηριοποιείται στην παραγωγή, διανομή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας μέσω τηλεθέρμανσης σε καταναλωτές κυρίως 3 δημοτικών διαμερισμάτων. Η πλειοψηφία της ηλεκτρικής ενέργειας που πωλείται προέρχεται κυρίως από υδροηλεκτρικούς σταθμούς και αιολικά πάρκα, αλλά και συμπαραγωγή.

Η Jämtkraft είναι μια μικρή σχετικά εταιρεία, καθώς ο κύκλος εργασιών της κυμάνθηκε το 2006 περί τα 323 εκ. σουηδικές κορώνες [38].

SE1 - Πρόγραμμα «Μετασχηματισμού Θέρμανσης Χώρων»

Στόχο του προγράμματος αποτέλεσε ο μετασχηματισμός της αγοράς θέρμανσης χώρων, από τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στη σύνδεση με το δίκτυο τηλεθέρμανσης της περιοχής. Εξάλλου, το συγκεκριμένο τεχνολογικό πεδίο προσφέρει σημαντικές δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας της χώρας. Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε ένα εκ των τριών δημοτικών διαμερισμάτων που δραστηριοποιείται η εταιρεία, ενώ επιλέξιμοι πελάτες ήταν 700 οικιακοί καταναλωτές, εκ των οποίων το 80% υλοποίησε τη σύνδεση με το δίκτυο.

Ως οικονομικό κίνητρο προσφέρθηκε μια μικρή έκπτωση στα τέλη σύνδεσης, ενώ για την ενημέρωση των καταναλωτών χρησιμοποιήθηκαν διαφημιστικές καταχωρήσεις σε εφημερίδες, φυλλάδια, χρήση του διαδικτυακού ιστότοπου της εταιρείας, αλλά και ημερίδες.

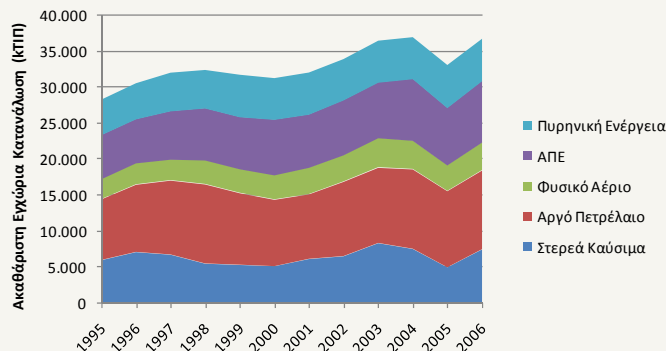
Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτεύχθηκε ανήλθε στις 17.000MWh, ενώ η εκτιμώμενη μείωση ρύπων άγγιξε τους 17.000 τόνους CO₂ [9].

5.2.12 Φιλανδία

5.2.12.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η Φιλανδία έχει κατορθώσει να καλύπτει σχεδόν το 50% των ενεργειακών της

αναγκών από εγχώρια καύσιμα, κυρίως ΑΠΕ και πυρηνική ενέργεια, και σε μικρότερο ποσοστό τύρφη. Τα εισαγόμενα καύσιμα είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, καθώς και κάποιες ποσότητες άνθρακα. Η εικόνα του πρωτογενούς ενεργειακού μίγματος της χώρας παρουσιάζεται στο Σχήμα V.11 [1].



Σχήμα V.11: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στη Φιλανδία

Πηγή: Eurostat, 2009 [1]

Μολονότι έχουν ληφθεί αρκετά μέτρα μέχρι σήμερα για την προώθηση των ΑΠΕ, η ενεργειακή αποδοτικότητα προσφέρει σημαντικό πεδίο για τον περαιτέρω περιορισμό της ενεργειακής ζήτησης και τη συμβολή στη διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού. Στο παραπάνω πλαίσιο, η φιλανδική κυβέρνηση έχει υποστηρίξει τεχνολογίες όπως η συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού μέσω εθελοντικών συμφωνιών. Πέραν τούτων όμως, μελέτες αναδεικνύουν το διαφανόμενο δυναμικό ενεργειακών παρεμβάσεων στον κτιριακό τομέα [39].

Η αποφασιστικότητα της κυβέρνησης για την ενίσχυση της ενεργειακής αποδοτικότητας είναι εμφανής και από τη σταθερότητα και ανοδική πορεία των κονδυλίων E&A που διατίθενται, και τα οποία άγγιξαν περίπου τα 24 εκ. € το 2006 [5].

Η Φιλανδία διαθέτει έναν από τους υψηλότερους δείκτες συμμετοχής πολιτών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, με ποσοστά που επισκιάζουν ακόμα και την ελληνική πραγματικότητα. Παράλληλα, οι πολίτες χαιρούν αγοραστικής δύναμης που είναι αρκετά πάνω από τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο [1].

Η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας επιτεύχθηκε πολύ νωρίς στη χώρα, από το φθινόπωρο του 1998. Σήμερα δραστηριοποιούνται περίπου 28 παραγωγοί, εκ των οποίων οι 5 θεωρούνται κύριοι [2]. Επιλεγμένες δραστηριότητες των παραγωγών για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας αναλύονται ακολούθως.

5.2.12.2 Οι Ενεργειακές Εταιρίες και οι Δραστηριότητές τους

Helsinki Energy Τη βάση για την ίδρυση της Helsinki Energy, της πρώτης εταιρείας ηλεκτροπαραγωγής, στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, αποτέλεσαν οι υπάρχοντες τοπικοί υποσταθμοί για την παραγωγή ενέργειας. Η εταιρεία σήμερα δραστηριοποιείται στην παραγωγή και πώληση ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από εργοστάσια

τηλεθέρμανσης.

Η Helsinki Energy γνωρίζει ιδιαίτερη άνθιση, με τον κύκλο εργασιών της να σημειώνει άνοδο της τάξης του 16,5% την περίοδο 2005-2006, αγγίζοντας τα 674,3 εκ. € [40]. Επιλεγμένες δραστηριότητες της εταιρείας για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας στους τελικούς χρήστες περιγράφονται ακολούθως.

F11 - Πρόγραμμα «Ίδρυσης Ενεργειακού Κέντρου (Energycenter)»

Η εταιρεία έχει προχωρήσει στην υλοποίηση μιας ενημερωτικής εκστρατείας των καταναλωτών, μέσω της ίδρυσης ενός ενεργειακού κέντρου. Το συγκεκριμένο κέντρο στεγάζει 200 διαφορετικές οικιακές συσκευές, ενώ αποσκοπεί στην πληροφόρηση των καταναλωτών για τη χρήση και την ενεργειακή τους κατανάλωση. Για τους ενδιαφερόμενους υπάρχει επίσης η δυνατότητα δανεισμού μετρητικών συσκευών ενεργειακής κατανάλωσης, για τη διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης του οικιακού εξοπλισμού.

Το κέντρο υποδέχεται περίπου 10.000 επισκέπτες ετησίως, ενώ διανείμει εκπαιδευτικό υλικό στα σχολεία της ευρύτερης περιοχής.

Το κόστος της πρωτοβουλίας το 2006 κυμάνθηκε στα 400.000€, ενώ η ενέργεια που εξοικονομήθηκε παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα [9].

F12 - Πρόγραμμα «Ενημέρωσης για την Ενεργειακή Κατανάλωση (Consumption Feedback)»

Ακόμα μια ενημερωτική εκστρατεία της εταιρείας, η οποία στόχευε στην πληροφόρηση σε ετήσια βάση των πολιτών για την απόδοση της οικίας τους όσον αφορά την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Για τους στόχους του προγράμματος, οι καταναλωτές λάμβαναν ταχυδρομικώς σε ετήσια βάση πληροφορίες τόσο για την κατανάλωσή τους όσο και για το μέσο όρο της καταναλισκόμενης ενέργειας των οικιακών καταναλωτών της εταιρείας. Μέσω της σύγκρισης ο καταναλωτής αντιλαμβάνεται το περιθώριο εξοικονόμησης ενεργειακών και οικονομικών πόρων, ώστε να λάβει τις απαραίτητες δράσεις βελτιστοποίησης της κατάστασης.

Το κόστος του προγράμματος για το 2006 ήταν 45.000€, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας δεν ξεπέρασε τις 5.000 MWh [9].

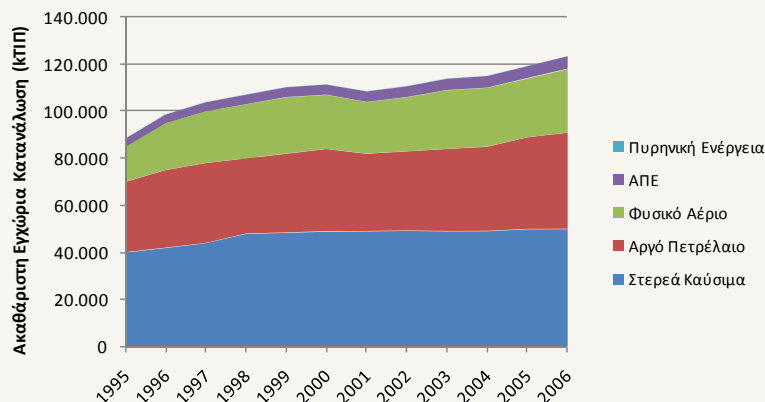
F13 - Πρόγραμμα «Ενημερωτική εβδομάδα για την ενεργειακή αποδοτικότητα (Energy saving campaign week)».

Η Helsinki Energy διοργανώνει την 41^η πρώτη εβδομάδα κάθε έτους μια ευρεία ενημερωτική εκστρατεία για την ενεργειακή αποδοτικότητα. Στο πλαίσιο του προγράμματος πραγματοποιούνται ενημερωτικές ημερίδες, διαφημιστικές καταχωρήσεις στον έντυπο τύπο, και σε ραδιοτηλεοπτικά μέσα ενημέρωσης, διανομή φυλλαδίων, καθώς και ενημέρωση στο δρόμο. Παράλληλα διοργανώνονται ενημερωτικά σεμινάρια σε σχολεία. Το κόστος του προγράμματος ανέρχεται σε περίπου 20.000€ ετησίως [9].

5.2.13 Αυστραλία

5.2.13.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η Αυστραλία αποτελεί εξαγωγέα καυσίμων, καθώς διαθέτει πλούσια κοιτάσματα σε πετρέλαιο, άνθρακα και φυσικό αέριο, με συνέπεια περισσότερο από το 50% των παραγόμενων ενεργειακών προϊόντων ετησίως να οδεύουν προς ενεργειακές αγορές τρίτων χωρών. Μια εικόνα της συμμετοχής των καυσίμων στην ΑΕΚ της χώρας παρουσιάζεται στο Σχήμα V.12 [41].



Σχήμα V.12: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στην Αυστραλία

Πηγή: IEA, 2009 [42]

Η ενεργειακή ευμάρεια που γνωρίζει η χώρα και οι ανταγωνιστικές τιμές στις οποίες προσφέρεται η ενέργεια αποτελούν τους λόγους για τους οποίους ο ρυθμός ανάπτυξης των ΑΠΕ υπολείπεται των συμβατικών καυσίμων, ενώ και οι δράσεις ενεργειακής αποδοτικότητας προωθούνται μόλις τα τελευταία χρόνια από την κυβερνητική πολιτική.

Η Αυστραλία ήταν από τις πρώτες χώρες που προχώρησε στην αναδιαμόρφωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη μιας εκ των πλέον απελευθερωμένων αγορών παγκοσμίως. Σύμφωνα με στοιχεία του 2004, περισσότερες από 40 εταιρείες δραστηριοποιούνται στην ηλεκτροπαραγωγή [41].

Όσον αφορά μια σειρά κοινωνικο-οικονομικών δεικτών, όπως η οικονομική ευμάρεια του πληθυσμού εκφρασμένη μέσω του κατά κεφαλήν εισοδήματος, και το μορφωτικό επίπεδο, κινούνται σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα.

5.2.13.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

EnergyAustralia

Η EnergyAustralia αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες ενεργειακές εταιρείες, που δραστηριοποιείται στη μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου. Είναι κρατική εταιρεία, διαθέτει πάνω από 100 χρόνια εμπειρία, ενώ προμηθεύει κυρίως τις περιοχές του Σύδνεϋ και της Κεντρικής Ακτής.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας αγγίζει τα 2,8 δις \$ Αυστραλίας [43].

AU1 - Πρόγραμμα «Διαχείρισης Φορτίου στο Σύνδευ (Sydney CBD Demand Curtailment Project)»

Η ραγδαία αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικού φορτίου στο Σύνδευ αποτέλεσε το κίνητρο υλοποίησης του πιλοτικού αυτού προγράμματος για την EnergyAustralia, έτσι ώστε να διαπιστώσει τα οφέλη της διαχείρισης φορτίου σε μεγάλα κτίρια, του εμπορικού κυρίως, αλλά και του βιομηχανικού τομέα.

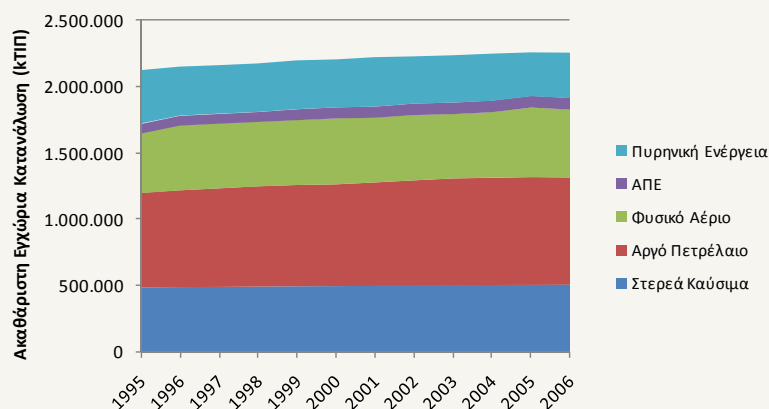
Το πιλοτικό αυτό πρόγραμμα, το οποίο υλοποιήθηκε την περίοδο 2003-2004, στέφθηκε από επιτυχία. Το κόστος του προγράμματος άγγιξε τα 470.000 \$ Αυστραλίας, ενώ οδήγησε στη μείωση του φορτίου αιχμής κατά 400 kW [25].

5.2.14 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (ΗΠΑ)

5.2.14.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Η οικονομία των ΗΠΑ βασίζεται σε συντριπτικό βαθμό στα συμβατικά καύσιμα. Λιγότερο από το 7% της πρωτογενούς παραγωγής προέρχεται από ΑΠΕ, ενώ εισάγει το μεγαλύτερο μέρος του απαιτούμενου πετρελαίου. Μέσα στη δεκαετία 1995-2005, έχει επιτευχθεί μείωση της ενεργειακής έντασης κατά περίπου 20%.

Μια εικόνα της συμμετοχής των καυσίμων στην ΑΕΚ της χώρας παρουσιάζεται στο Σχήμα V.13 [42].



Σχήμα V.13: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στις ΗΠΑ

Πηγή: IEA, 2009 [42]

Τα μέτρα που λαμβάνονται σε επίπεδο χώρας για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας έχουν συντελέσει στη σημαντική βελτίωσή της, χωρίς όμως να κατορθώσουν να φτάσουν το επίπεδο χωρών όπως η Ιαπωνία. Ένας από τους τομείς που πρέπει να δοθεί έμφαση είναι η μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Στον τομέα της ζήτησης έχουν ήδη πραγματοποιηθεί πληθώρα προσπαθειών υλοποίησης ΠΔΖ από τις ενεργειακές εταιρείες. Μια μείωση του ρυθμού υλοποίησης των συγκεκριμένων προγραμμάτων παρατηρήθηκε την περίοδο 1995-2000, ενώ το διάστημα 2000-2006 έλαβε χώρα μια σταδιακή ανατροπή της προτέρας κατάστασης.

Οι ΗΠΑ χαρακτηρίζονται από τη διάθεση μεγάλου ύψους δημοσίων κονδυλίων Ε&Α για την ενεργειακή αποδοτικότητα, το οποίο τα τελευταία χρόνια έχει μειωθεί κάπως λόγω της κρίσης.

Όσον αφορά δείκτες που σχετίζονται με την κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη των πολιτών, οι ΗΠΑ διακρίνονται από τον υψηλότερο μεταξύ των υπό μελέτη χωρών δείκτη αγοραστικής δύναμης, ενώ και το μορφωτικό επίπεδο των πολιτών βρίσκεται σε σχετικά ικανοποιητικά επίπεδα.

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας, μετά και το παράδειγμα της Καλιφόρνια, έχει είτε ανασταλεί, είτε απορριφθεί εντελώς σε ορισμένες πολιτείες. Αυτή τη στιγμή, η διαδικασία απελευθέρωσης της αγοράς ενέργειας είναι ενεργή σε 14 Πολιτείες [42, 44].

Εν συνεχεία περιγράφονται επιλεγμένα προγράμματα της αμερικανικής εμπειρίας.

5.2.14.2 Οι Ενεργειακές Εταιρίες και οι Δραστηριότητές τους

*Pacific Gas &
Electric Company
- PG&E*

Η PG&E, η οποία ιδρύθηκε στην Καλιφόρνια το 1905, αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες εταιρίες μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου στις ΗΠΑ, καθώς προμηθεύει αντιστοιχώς 5,1 και 4,2 εκ. πελάτες.

Το 2006 η εταιρεία πώλησε 64,7 TWh, σημειώνοντας αύξηση έναντι της προηγούμενης χρονιάς κατά 5,6%, την ίδια στιγμή που ο κύκλος εργασιών της από τη δραστηριοποίησή της στην ηλεκτρική ενέργεια άγγιξε τα 10,8 δις \$ [45].

Αποτελεί μια ιδιαίτερα ενεργή εταιρεία στη λήψη δραστηριοτήτων για την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ακολούθως εξετάζονται επιλεγμένα ΠΔΖ.

USA1 - Πρόγραμμα «Επιδότησης Οικιακών Συσκευών Υψηλής Ενεργειακής Αποδοτικότητας (High Efficiency Appliance Rebate Programme)»

Στοχεύοντας την προώθηση οικιακών ψυκτικών συσκευών υψηλής ενεργειακής κατηγορίας, η εταιρεία προσέφερε το 2006 μια επιδότηση της τάξης των 75\$ ανά συσκευή, ανεβάζοντας το σύνολο του απαιτούμενου για τις επιδοτήσεις κόστους στα 3,56 εκ \$. Η χρηματοδότηση προήλθε από ένα κρατικό ταμείο αξιοποίησης των καταναλωτικών φόρων των πολιτών της Καλιφόρνια.

Στο πλαίσιο του προγράμματος αντικαταστάθηκαν 57.634 συσκευές, συμβάλλοντας στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 4,8 GWh και στη μείωση του φορτίου κατά 1.700kW [46].

USA2 - Πρόγραμμα «Συντήρησης Κλιματιστικών Μονάδων (Refrigerant Charge and Air flow Tune up Programme)»

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού ευθύνονται για σημαντικό μέρος της οικιακής ηλεκτρικής κατανάλωσης, επιβαρύνοντας το σύστημα σε ώρες αιχμής, η PG&E υλοποίησε ένα πρόγραμμα συντήρησης των κεντρικών κλιματιστικών μονάδων σε οικιακούς καταναλωτές και μικρούς καταναλωτές του τριτογενούς τομέα.

Καθώς η συγκεκριμένη υπηρεσία δεν προσφέρεται από όλους τους συμβεβλημένους με τις εταιρείες πώλησης κλιματιστικών τεχνικούς, η PG&E θέλησε μέσω της εκπαίδευσης και επιμόρφωσης των τεχνικών που ανέλαβαν την υλοποίηση του προγράμματος, να συντελέσει στο μετασχηματισμό της αγοράς. Προσέφερε μάλιστα ένα οικονομικό κίνητρο της τάξης των 50-150\$ στους τεχνικούς για κάθε έλεγχο κλιματιστικής μονάδας που διεκπεραίωναν.

Το συνολικό κόστος του προγράμματος ανήλθε σε 15 εκ. \$, ενώ μέσω του τεχνικού ελέγχου περισσότερων των 125.000 μονάδων, η εταιρεία κατόρθωσε να εξοικονομήσει 19,1 GWh και 32.300 kW. Η χρηματοδότηση προήλθε από ένα κρατικό ταμείο αξιοποίησης των καταναλωτικών φόρων των πολιτών της Καλιφόρνια [46].

USA3 - Πρόγραμμα «Πρώθησης Αποδοτικών Λαμπτήρων Φωτισμού (Upstream Lighting Programme)»

Για την αποτελεσματικότερη προώθηση της διείσδυσης των λαμπτήρων υψηλής ενεργειακής απόδοσης στην αγορά, η PG&E προχώρησε στην παροχή επιδοτήσεων σε οικιακούς και εμπορικούς καταναλωτές μικρού μεγέθους, μέσω μιας πρωτοπόρας συμφωνίας με τις κατασκευάστριες εταιρείες και τις εταιρείες διάθεσης λαμπτήρων που φέρουν το σήμα ενεργειακής πιστοποίησης Energy-STAR. Με αυτό τον τρόπο, οι εταιρείες προχωρούσαν απευθείας στη μείωση των τιμών των συγκεκριμένων προϊόντων για τη συγκεκριμένη ομάδα καταναλωτών, χωρίς να ταλαιπωρούνται οι πολίτες με αιτήσεις και λοιπές γραφειοκρατικές διαδικασίες.

Παράλληλα, ορισμένες κατασκευαστικές εταιρείες και εταιρείες διάθεσης των προϊόντων προχώρησαν περαιτέρω σχεδιάζοντας και διανέμοντας ενημερωτικό υλικό στα σημεία πώλησης, καθώς και επιδείξεις των δυνατοτήτων των συγκεκριμένων λαμπτήρων έναντι των συμβατικών. Οι συγκεκριμένες ενέργειες των υπόλοιπων παραγόντων της αγοράς είναι ενδεικτικές της πορείας μετασχηματισμού της αγοράς φωτισμού.

Ο προϋπολογισμός της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας την περίοδο 2000-2006 ανήλθε στα 378 εκ \$, ενώ επετεύχθησαν εξοικονομήσεις ύψους 2.371 GWh και 35 MW. Η χρηματοδότηση προήλθε από ένα κρατικό ταμείο αξιοποίησης των καταναλωτικών φόρων των πολιτών της Καλιφόρνια [46].

USA4 - Πρόγραμμα «Απόσυρσης Οικιακών Συσκευών (California Statewide Appliance Recycling Programme)»

Το 2000 οι κυριότερες ενεργειακές εταιρείες της Καλιφόρνια συνεργάστηκαν στο πλαίσιο της πρωτοβουλίας απόσυρσης οικιακών συσκευών, κυρίως ψυγείων και κλιματιστικών. Στόχος ήταν η ανακύκλωση των μονάδων εκείνων που λειτουργούν ως δευτερεύουσες συσκευές, μετά την αντικατάστασή τους από πλέον σύγχρονο εξοπλισμό.

Η PG&E προσέφερε οικονομικά κίνητρα της τάξης των 35\$ για την απόσυρση ψυγείων και 25\$ για την απόσυρση κλιματιστικών μονάδων, πληρωτέα μετά την περισυλλογή και ανακύκλωση των συγκεκριμένων μονάδων από αρμόδια

συνεργεία. Μόνο οι προσπάθειες της PG&E συνέβαλλαν στην απόσυρση 99.000 συσκευών την περίοδο 2004-2007. Το κόστος της πρωτοβουλίας ανήλθε στα 22 εκ. \$, ενώ καταγράφηκε μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά 29.940 MWh και της ισχύος κατά 11.667 kW. Η χρηματοδότηση προήλθε από ένα κρατικό ταμείο αξιοποίησης των καταναλωτικών φόρων των πολιτών της Καλιφόρνια [46].

USA5 - Πρόγραμμα «Άμεσης εγκατάστασης μέτρων υψηλής αποδοτικότητας σε χαμηλού εισοδήματος οικιακούς καταναλωτές (Energy Partners)»

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποσκοπούσε στην ενημέρωση, εκπαίδευση, αλλά και εγκατάσταση μέτρων υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας σε οικιακούς καταναλωτές με χαμηλό εισόδημα. Τα μέτρα αυτά περιλάμβαναν από επεμβάσεις στο φωτισμό, ως επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος και αντικατάσταση ενεργοβόρων συσκευών.

Το κόστος του προγράμματος ανήλθε στα 90 εκ. \$ το 2006, ενώ χρηματοδοτήθηκε από το κρατικό ταμείο αξιοποίησης των καταναλωτικών φόρων των πολιτών της Καλιφόρνια. Για την ίδια περίοδο, η εξοικονόμηση ενέργειας έφτασε τις 24.300 MWh [46].

USA6 - Πρόγραμμα «Ενεργειακής Αποδοτικότητας για τη Βιομηχανία (Heavy Industrial and Manufacturing Energy Efficiency Program)

Το πρόγραμμα αυτό σχεδιάστηκε για να ικανοποιήσει τις εξειδικευμένες ανάγκες του βιομηχανικού τομέα, προσφέροντας υπηρεσίες ενεργειακής επιθεώρησης και επιδοτήσεων για τη λήψη μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας. Η προώθηση της πρωτοβουλίας υλοποιήθηκε μέσω εκπαιδευτικών σεμιναρίων και ημερίδων σε τεχνολογίες όπως οι αντλίες θερμότητας, οι κινητήρες, ο βιομηχανικός φωτισμός και άλλες σχετικές τεχνολογίες.

Μέσω της συμμετοχής 500 βιομηχανιών στο πρόγραμμα, η εταιρεία κατόρθωσε να επιτύχει μειώσεις της ηλεκτρικής κατανάλωσης ύψους 101 GWh και 12,3MW. Το κόστος άγγιξε τα 33 εκ. \$, και χρηματοδοτήθηκε από το κρατικό ταμείο αξιοποίησης των καταναλωτικών φόρων των πολιτών της Καλιφόρνια [46].

*Long Island Power
Authority - LIPA*

Η LIPA ιδρύθηκε το 1985, για να απορροφήσει σύμφωνα με μια νομοθετική ρύθμιση τα περιουσιακά στοιχεία της εταιρείας φωτισμού της περιοχής του Long Island (LILCO). Το Μάιο του 1998, μια θυγατρική της LIPA απορρόφησε και το δίκτυο μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της LILCO. Η LIPA αποτελεί μια δημοτική επιχείρηση ηλεκτρισμού, η οποία παρέχει τις υπηρεσίες της σε περίπου 1,1 εκ. πελάτες της.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας κυμάνθηκε στα 3,5 εκ. \$ το 2007 [47].

USA7 - Πρόγραμμα «Δροσερές Οικίες (Cool Homes)»

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα προσφέρει οικονομικά κίνητρα σε ιδιοκτήτες οικιών αλλά και τεχνικούς του χώρου για την προώθηση του μετασχηματισμού της αγοράς κλιματισμού μέσω της εγκατάστασης κατάλληλα διαστασιολογημένων κλιματιστικών μονάδων υψηλής αποδοτικότητας.

Το κόστος άγγιξε τα 30,4 εκ. \$ για την περίοδο 1999-2006, ενώ μέσω της εγκατάστασης 40.000 κλιματιστικών μονάδων υψηλής αποδοτικότητας, καταμετρήθηκαν εξοικονομήσεις ύψους 119,5 GWh και 168,4 MW [46].

Oncor Η Oncor δραστηριοποιείται στη μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στο Τέξας, ηλεκτροδοτώντας περίπου 3 εκ. οικίες και επιχειρήσεις, ενώ το δίκτυο μεταφοράς και διανομής της καλύπτει περίπου 188.293 χλμ. Αποτελεί την 6^η μεγαλύτερη εταιρεία μεταφοράς και διανομής ενέργειας στις ΗΠΑ.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας για το 2006 ανήλθε σε 2,6 δις \$ [48].

USA8 - Πρόγραμμα «Μετασχηματισμού της αγοράς κλιματισμού (Air conditioning Installer Information and Training Market Transformation Program)»

Στόχος της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας ήταν ο μετασχηματισμός της αγοράς κλιματιστικών, μέσω της προώθησης μονάδων υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας. Στο παραπάνω πλαίσιο το πρόγραμμα παρείχε:

- Επιδότηση ύψους 300\$ σε εργολάβους κλιματιστικών μονάδων για την εγκατάσταση συσκευών υψηλής αποδοτικότητας σε οικίες.
- Εκπαιδευτικά προγράμματα στους τεχνίτες εγκατάστασης κλιματιστικών μονάδων.
- Μέτρηση της τεχνικής απόδοσης των κλιματιστικών μονάδων από ανεξάρτητο ειδικό, προσφέροντας έτσι στον εργολάβο τη δυνατότητα διασταύρωσης του επιπέδου των υπηρεσιών που προσφέρει.

Η ολοκλήρωση του προγράμματος συνοδεύτηκε από καταγεγραμμένες μειώσεις ηλεκτρικής κατανάλωσης, ύψους 10,386 GWh, και 8.900kW εξοικονόμηση ισχύος. Το κόστος του προγράμματος ανήλθε στα 1,1 εκ. \$ και καλύφθηκε από ίδια κεφάλαια της εταιρείας [46].

National Grid Η National Grid αποτελεί μια διεθνή ενεργειακή εταιρεία που εδρεύει στο Λονδίνο και δραστηριοποιείται και σε άλλες χώρες μέσω των θυγατρικών της. Η National Grid USA δραστηριοποιείται στη μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, ενώ διαχειρίζεται περισσότερα από 14.500 χλμ δικτύου, ηλεκτροδοτώντας περίπου 3,3 εκ. πελάτες.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας άγγιξε τα 6,23 δις \$ το 2003 [49].

USA9 - Πρόγραμμα «Διαχείρισης συσκευών και παροχής υπηρεσιών σε χαμηλού εισοδήματος καταναλωτές (Appliance Management Program and Low Income Services)»

Τα δυο διακριτά μέρη του προγράμματος περιλαμβάνουν αφενός την παροχή εκπαίδευσης σχετικά με τις οικιακές συσκευές και τις καταναλώσεις τους, αλλά και αντικατάσταση των συσκευών όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο, και αφετέρου στην αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης όταν δε λειτουργεί ικανοποιητικά.

Η εξοικονόμηση ενέργειας ανήλθε στις 4.400 MWh, και της ισχύος σε 6.251 kW. Το κόστος ανήλθε στα 6,8 εκ. \$, ενώ η χρηματοδότηση προήλθε από τέλη όλων των

καταναλωτών σε επίπεδο ΗΠΑ [46].

*Arizona Public
Service Company*

Αποτελεί τη μεγαλύτερη ενεργειακή εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας της πολιτείας της Αριζόνα και θυγατρική της Pinnacle West Capital Corporation. Διαθέτει εγκατεστημένη ισχύ της τάξης των 4.000 MW, που βασίζεται σε πυρηνικούς σταθμούς, και σταθμούς άνθρακα και φυσικού αερίου, ενώ εξυπηρετεί 1 εκ. πελάτες. Επιπλέον, η εταιρεία δραστηριοποιείται στην παροχή ενεργειακών υπηρεσιών.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας άγγιξε τα 3,133 δις \$ το 2006 [50].

USA10 - Πρόγραμμα «Αποδοτικού φωτισμού στις οικίες (Energy Star Residential Lighting Program)»

Το 2005 η APS προχώρησε στην υλοποίηση του προγράμματος προώθησης αποδοτικού φωτισμού. Υπό την αιγίδα της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας διοργανώθηκαν ενημερωτικά σεμινάρια για το τεχνικό προσωπικό των καταστημάτων λιανικής πώλησης που υποστήριζαν αυτή την προσπάθεια, ενώ μέσω της αγοράς μαζικών ποσοτήτων λαμπτήρων υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, πιστοποιημένων με το σήμα Energy Star, κατόρθωσε να εξασφαλίσει στους πελάτες της τα εν λόγω προϊόντα σε χαμηλότερες τιμές.

Ως αποτέλεσμα της προσπάθειας, το 2006 προωθήθηκαν στους τελικούς καταναλωτές 1,3 εκ. λαμπτήρες, ενώ η πρωτοβουλία υποστηρίχθηκε από 250 καταστήματα λιανικής πώλησης. Το κόστος ανήλθε στα 5,1 δις \$, χρηματοδοτήθηκε από κρατικό ταμείο, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας θα αγγίξει τις 360 GWh για το σύνολο της διάρκειας ζωής των λαμπτήρων. Ήδη 65,6 GWh εξοικονομήθηκαν το 2006 [46].

*Puget Sound
Energy*

Η Puget Sound Energy αποτελεί την παλαιότερη ενεργειακή εταιρεία που εξυπηρετεί την πολιτεία της Ουάσιγκτον, παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο σε 1 εκ. και 750.000 πελάτες αντίστοιχα. Για την ικανοποίηση των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών των πελατών της, η εταιρεία υλοποιεί ΠΔΖ και επενδύσεις στην υποδομή του δικτύου της.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας είναι της τάξης των 3,5 δις \$ [51].

USA11 - Πρόγραμμα «Αποδοτικού φωτισμού στις οικίες (Energy Star Residential Lighting Program)»

Και η Puget Sound Energy υλοποίησε μια εκστρατεία προώθησης πιστοποιημένων λαμπτήρων υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας στις οικίες. Για την επίτευξη του στόχου μετασχηματισμού της αγοράς παρασχέθηκαν οικονομικά κίνητρα στους οικιακούς καταναλωτές υπό μορφή επιδότησης, αρχικά 3\$ και στη συνέχεια 2\$ ανά λαμπτήρα, ενώ έγινε προσπάθεια προσέγγισης διάφορων κοινωνικών ομάδων, όπως οι Ισπανόφωνοι, οι ηλικιωμένοι κλπ. Παράλληλα, προσφέρονταν κίνητρα στα καταστήματα λιανικής πώλησης για την υποστήριξη της πρωτοβουλίας.

Την περίοδο 2003-2006 εξοικονομήθηκαν συνολικά 452,2 GWh, ενώ προωθήθηκαν 2,9 εκ. λαμπτήρες. Το συνολικό κόστος έφτασε τα 13,6 εκ. \$, η

χρηματοδότηση του οποίου προήλθε από δημόσια τέλη [46].

Energy Trust of Oregon

Η Energy Trust of Oregon είναι ένας δημόσιος, μη κερδοσκοπικός οργανισμός, που ιδρύθηκε το 1999 στην πολιτεία του Όρεγκον για την προώθηση των ΑΠΕ και της ενεργειακής αποδοτικότητας. Μέσω της παροχής οικονομικών κινήτρων, ενημέρωσης και υπηρεσιών διαχείρισης των ενεργειακών λογαριασμών των πολιτών κατορθώνει να προάγει την τοπική ανάπτυξη, δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας, αλλά και να συντελεί στην εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας. Από το 2002, οι πολίτες που συμμετέχουν στα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης της εταιρείας έχουν εξοικονομήσει 440 εκ. \$, ενώ μόνο το 2008 εξοικονομήθηκε ενέργεια αξίας 144 εκ. \$.

Ο προϋπολογισμός της για τη χρηματοδότηση προγραμμάτων το 2003 ανήλθε σε 41 εκ. \$ [52].

USA12 - Πρόγραμμα «Ενεργειακής Αποδοτικότητας στην Παραγωγική Διαδικασία (Production Efficiency)».

Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος χρηματοδοτείται η διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων σε βιομηχανίες, ενώ παρέχονται επιδοτήσεις για την υλοποίηση των προτεινόμενων δράσεων. Για το στόχο αυτό, για κάθε συνεργαζόμενη βιομηχανία ορίζεται ένας έμπειρος ενεργειακός επιθεωρητής, ο οποίος επιβλέπει τη συνολική πορεία των εργασιών. Οι υπηρεσίες αυτές δεν επιβαρύνουν οικονομικά τις βιομηχανίες. Οι επιλέξιμες τεχνολογίες για τη βελτίωση της ενεργειακής τους αποδοτικότητας περιλαμβάνουν τους κινητήρες, το φωτισμό, τις αντλίες θερμότητας, τα συστήματα ψύξης κλπ.

Μέσω της συμμετοχής 229 βιομηχανιών κατέστη δυνατή η εξοικονόμηση 69 GWh. Το κόστος, που ανήλθε στα 15 εκ. \$, καλύφθηκε από χρήματα των φορολογουμένων της πολιτείας [46].

Xcel Energy

Όπως διατείνεται και η εταιρεία, το όνομά της αντικατοπτρίζει τις εταιρικές αξίες για την ποιότητα που προσφέρει σε ενεργειακές υπηρεσίες και προϊόντα εδώ και 130 χρόνια. Είναι μια δημόσια εταιρεία παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ δραστηριοποιείται και στην αγορά φυσικού αερίου. Τροφοδοτεί περίπου 3,4 εκ. και 1,9 εκ. πελάτες ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου αντιστοίχως, ενώ είναι ιδιαίτερα δραστήρια εταιρεία στην υλοποίηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας από την ηλεκτρική ενέργεια ανέρχεται στα 8,7 δις \$ [53]. Ακολούθως εξετάζονται ορισμένα από τα προγράμματα διαχείρισης της ζήτησης που έχει υλοποιήσει η εταιρεία.

USA13 - Πρόγραμμα «Ενεργειακής Αποδοτικότητας στο Φωτισμό (Lighting Efficiency)»

Το πρόγραμμα εστιάζει στην προώθηση τεχνολογικών λύσεων φωτισμού, υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω της παροχής επιδοτήσεων στους καταναλωτές που θα αγοράσουν και εγκαταστήσουν αυτό τον εξοπλισμό. Απευθύνεται κυρίως σε πελάτες του τριτογενούς και βιομηχανικού τομέα. Το πρόγραμμα αυτό έχει

λάβει υψηλό βαθμό αξιολόγησης για τις υπηρεσίες που προσφέρει από τους πελάτες της εταιρείας, ενώ συνέβαλλε σημαντικά και στο ρυθμό ανάπτυξης της περιοχής.

Για την περίοδο 2002-2006 διατέθηκαν από ίδια εταιρικά κεφάλαια 15 εκ. \$ για επιδοτήσεις, ενώ εξοικονομήθηκαν 273 GWh και 52,45 MW [46].

USA14 - Πρόγραμμα «Επιδοτήσεων Φωτισμού Υψηλής Ενεργειακής Αποδοτικότητας (One stop efficiency shop lighting rebate program)»

Η ομάδα στόχος του προγράμματος είναι οι μικρές εταιρείες του τριτογενούς τομέα, με ζήτηση μικρότερη των 400 kW. Η συγκεκριμένη πρωτοβουλία αποσκοπεί στην αντιμετώπιση των συνηθέστερων εμποδίων που αντιμετωπίζουν οι μικρές επιχειρήσεις για την υλοποίηση επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, εν προκειμένω στο φωτισμό. Οι υπηρεσίες που προσφέρονται περιλαμβάνουν:

- Επιδοτήσεις και δυνατότητα χρηματοδότησης της επένδυσης με ελκυστικά επιτόκια.
- Επιθετική διαφημιστική προσέγγιση για την προσέλκυση πελατών.
- Διεξαγωγή ενεργειακών ελέγχων και παροχή αντικειμενικών συμβουλών, περιορίζοντας την χρονική εμπλοκή του πελάτη στο ελάχιστο.

Στο διάστημα 2000-2007, μέσα από τη συμμετοχή 2.553 επιχειρήσεων, έχουν εξοικονομηθεί συνολικά 114,1GWh και 30,6 MW, με κόστος που έφτασε τα 53,3 εκ. \$ [46].

USA15 - Πρόγραμμα «Υποστήριξης Ενεργειακού Σχεδιασμού – Παροχής Εξατομικευμένων Συμβουλευτικών Υπηρεσιών (Energy Design Assistance – Custom Consulting)»

Απευθύνεται σε πελάτες του τριτογενούς ή του βιομηχανικού τομέα, με εγκαταστάσεις μεγαλύτερες των 4.600 τμ. Στόχος είναι ο σωστός εξ' αρχής σχεδιασμός των κτιριακών μονάδων και του εξοπλισμού τους, με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών αναγκών. Εκτός από την τεχνική υποστήριξη που παρέχει η Xcel Energy, προβλέπονται σημαντικά οικονομικά κίνητρα για τους ιδιοκτήτες, της τάξης των 170-275\$/MW, ενώ αποζημιώνονται και οι αρχιτέκτονες και μηχανικοί για τον επιπλέον χρόνο ενασχόλησής τους.

Για το 2006 το πρόγραμμα απέφερε εξοικονόμηση ενέργειας ύψους 57,4 GWh και ισχύος 14,1 MW, με κόστος που άγγιξε τα 7,6 εκ. \$. Στο πρόγραμμα συμμετείχαν 400 κτιριακές εγκαταστάσεις, με συνολική επιφάνεια 7,8 εκ. τμ [46].

Connecticut Light
& Power - CL&P

Η CL&P ιδρύθηκε το 1917, ενώ η συμβολή της στην εδραίωση του δικτύου μεταφοράς και διανομής στη συγκεκριμένη πολιτεία υπήρξε ουσιαστική. Η εταιρεία δραστηριοποιείται στη μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, εξυπηρετώντας σήμερα περισσότερους από 1,2 εκ. πελάτες.

Με ετήσιο κύκλο εργασιών περί τα 3,5 δις \$, η εταιρεία έχει συμβάλλει σημαντικά

στην ανάπτυξη της περιοχής [54].

USA16 - Πρόγραμμα «Πρώθησης Ενεργειακής Επίγνωσης (Energy Conscious Blueprint Program)»

Η δράση αυτή, που χρηματοδοτήθηκε από το ταμείο ενεργειακής αποδοτικότητας της πολιτείας, προωθεί τη χρήση πρακτικών ενεργειακής αποδοτικότητας κατά την κατασκευή κτιριακών εγκαταστάσεων. Προσφέρει κίνητρα σε αρχιτέκτονες, μηχανικούς και λοιπούς εμπλεκόμενους για να λάβουν υπόψη τους στο σχεδιασμό τεχνολογίες υψηλότερης αποδοτικότητας από τα ελάχιστα πρότυπα της ASHRAE για κτιριακές εγκαταστάσεις. Έμφαση δίνεται στο κτιριακό κέλυφος, το μηχανολογικό εξοπλισμό και το φωτισμό.

Για το 2006 σημειώθηκε εξοικονόμηση ενέργειας ύψους 813 MWh και ισχύος ύψους 5 MW. Το κόστος άγγιξε τα 12,3 εκ. \$ [46].

USA17 - Πρόγραμμα «Ανασχεδιασμού Παραγωγικής Διαδικασίας για Βελτίωση της Παραγωγικότητας (Process Reengineering for Increased Manufacturing Efficiency – PRIME Program)»

Το πρόγραμμα αποσκοπούσε στο να εκπαιδεύει το τεχνικό προσωπικό των κατασκευαστριών βιομηχανιών στην αριστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας, εξαλείφοντας δραστηριότητες χωρίς πρόσθετη αξία για τον πελάτη και βελτιστοποιώντας την αξιοποίηση των πόρων, περιορίζοντας ταυτόχρονα τα απορριφθέντα απόβλητα.

Η δράση, εκτός της συμβολής στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των βιομηχανιών, είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση 3,1 GWh, με ένα προϋπολογισμό της τάξης των 750.000 \$, ο οποίος χρηματοδοτήθηκε από το ταμείο δημόσιας ωφέλειας [46].

*Efficiency
Vermont*

Ουσιαστικά πρόκειται περί μιας κρατικής ΕΠΕΥ, η οποία χρηματοδοτείται μέσω ενός ενεργειακού τέλους στο λογαριασμό των καταναλωτών της πολιτείας. Προσφέρει εκτός από τεχνική υποστήριξη, οικονομικά κίνητρα σε οικιακούς και βιομηχανικούς καταναλωτές της πολιτείας για να υλοποιήσουν δράσεις ενεργειακής αποδοτικότητας. Από το 2000, έτος ίδρυσης της εταιρείας, μέχρι σήμερα, έχουν εξοικονομηθεί 56 GWh, 10 MW και 415.300 τόνοι CO₂.

Ο προϋπολογισμός της εταιρείας για το 2006 έφτασε τα 16,8 εκ. \$ [55].

USA18 - Πρόγραμμα «Μετασχηματισμού της Αγοράς Κατασκευής Κτιρίων (Business New Construction)»

Υπό την αιγίδα του προγράμματος αυτού, για κάθε νέο κτίριο του εμπορικού ή βιομηχανικού τομέα που είναι σε αρχική φάση κατασκευής, οργανώνονται ομάδες εμπειρογνομόνων που σχεδιάζουν το βέλτιστο συνδυασμό τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας. Οι υπηρεσίες που παρέχονται περιλαμβάνουν τεχνική υποστήριξη, οργάνωση εκπαιδευτικών ημερίδων και επιδοτήσεις.

Την περίοδο 2003-2005, το πρόγραμμα συνέβαλλε στην εξοικονόμηση 85 GWh, ενώ το κόστος του ανήλθε σε 8 εκ. \$ [46].

*Southern
California Edison -
SCE*

Η SCE δραστηριοποιείται περισσότερο από έναν αιώνα στην ηλεκτροδότηση της πολιτείας της Καλιφόρνια. Μεταφέρει και διανέμει ηλεκτρική ενέργεια σε 13 εκ. Πολίτες, καλύπτοντας μια έκταση 129.500 τ.χλμ. Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην ηλεκτρική ενέργεια που προμηθεύει ανέρχεται στο 16%, ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό για τις ενεργειακές εταιρείες στις ΗΠΑ, ενώ παράλληλα η εταιρεία προσφέρει οικονομικά κίνητρα για δράσεις ενεργειακής αποδοτικότητας μέσω ΠΔΖ.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας κυμαίνεται στα 11,2 δις \$ [56].

USA19 - Πρόγραμμα «Ενεργειακών Επιδοτήσεων Εξοπλισμού Ενεργειακής Διαχείρισης (Energy Management Hardware Rebate Program)»

Το πρόγραμμα, υλοποιημένο στα μέσα της δεκαετίας του '90, στόχευε σε καταναλωτές του οικιακού, βιομηχανικού και εμπορικού τομέα κυρίως, δίνοντας έμφαση σε τεχνολογίες αποδοτικού φωτισμού. Σημαντική ήταν η αύξηση της συμμετοχής των καταναλωτών λόγω της ευρείας διαφημιστικής προσέγγισης που υιοθετήθηκε.

Η εξοικονόμηση ενέργειας άγγιξε τις 96.572 MWh, ενώ το μεγαλύτερο μέρος του κόστους καλύφθηκε από το κρατικό ταμείο κοινής ωφελείας [23].

*New York Power
Authority (NYPA)*

Η NYPA είναι κρατική εταιρεία παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι μη κερδοσκοπική οργάνωση, με στόχο την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Ο κύκλος εργασιών της είναι περί τα 2,6 δις \$ [57].

USA20 - Πρόγραμμα «Φωτισμού Υψηλής Αποδοτικότητας (High Efficiency Lighting Program)»

Στόχος του προγράμματος ήταν η προώθηση τεχνολογιών φωτισμού υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας σε καταναλωτές του δημοσίου τομέα. Η διαφημιστική εκστρατεία που εφαρμόστηκε υιοθέτησε τη χρήση ενημερωτικών φυλλαδίων, προσωπικής επαφής με τους καταναλωτές σε υψηλά ιστάμενο επίπεδο, και ραδιοτηλεοπτικά μέσα.

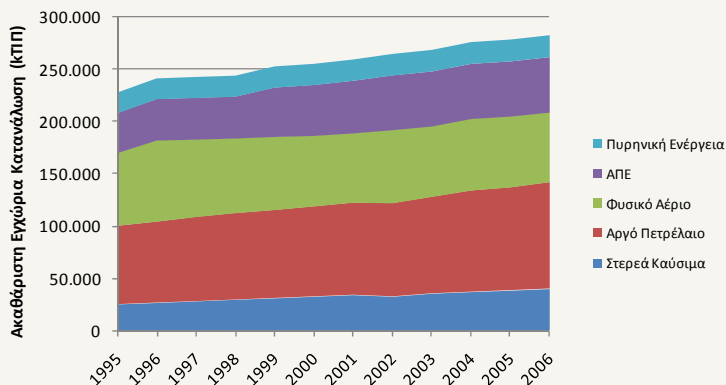
Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης πρωτοβουλίας επιτεύχθηκε εξοικονόμηση ύψους 151,65 GWh και 30,9 MW [58].

5.2.15 Καναδάς

5.2.15.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Διαθέτοντας μεγάλα αποθέματα τόσο σε συμβατικά καύσιμα, όπως άνθρακα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ουράνιο, όπως και σε ΑΠΕ, όπως υδροηλεκτρική ενέργεια, ο Καναδάς αποτελεί εξαγωγέα ενέργειας προς τρίτες χώρες, κυριότερη εκ των οποίων οι ΗΠΑ.

Η συμμετοχή των προαναφερθέντων καυσίμων στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση απεικονίζεται στο Σχήμα V.14 [42]



Σχήμα V.14: Ακαθάριστη Εγχώρια Κατανάλωση ανά Καύσιμο στον Καναδά

Πηγή: IEA, 2009 [42]

Η ανεπτυγμένη ενεργοβόρος βιομηχανία, το υψηλό εισόδημα των πολιτών και οι δυσχερείς καιρικές συνθήκες είναι μερικές από τις αιτίες που ο Καναδάς έχει μια από τις υψηλότερες κατά κεφαλή καταναλώσεις ενέργειας και ηλεκτρισμού στον κόσμο.

Παρά το ότι η χώρα δεν αντιμετωπίζει πρόβλημα ασφάλειας εφοδιασμού, εντούτοις ο Καναδάς έχει υψηλά στους στόχους ενεργειακής πολιτικής την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Εκτός από τη χρήση ρυθμιστικών εργαλείων, αφιερώνει σημαντικά δημόσια κονδύλια στην Ε&Α στον τομέα αυτό.

Η απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας ακολουθεί παρόμοια πορεία με αυτή της γείτονος χώρας, ενώ εξετάζεται ανά περιφέρεια. Αυτή τη στιγμή δραστηριοποιούνται στη χώρα περίπου 40 ενεργειακές εταιρείες [42, 59].

5.2.15.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες και οι Δραστηριότητές τους

BC Hydro Η BC Hydro αποτελεί κρατική εταιρεία, που ιδρύθηκε το 1961 και δραστηριοποιείται στην περιφέρεια της Βρετανικής Κολούμπια. Αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον Καναδά, εξυπηρετώντας 1,8 εκ. πελάτες. Λειτουργεί 30 υδροηλεκτρικούς σταθμούς και 3 θερμικούς σταθμούς φυσικού αερίου. Η παραγόμενη ενέργεια ετησίως κυμαίνεται μεταξύ 43 και 54 TWh, ανάλογα με τις υφιστάμενες ποσότητες ύδατος.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας κυμαίνεται στα 4 δις δολάρια [60].

CA1 - Πρόγραμμα «Βελτιστοποίησης Παραγωγικών Διαδικασιών (Process improvement)»

Στόχος του προγράμματος είναι η υλοποίηση μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας στο βιομηχανικό τομέα, μέσω της παροχής τεχνικής υποστήριξης και οικονομικών κινήτρων. Η προώθηση του προγράμματος επιτεύχθηκε μέσω ενημερωτικών επισκέψεων στους πιθανούς πελάτες, ενώ προσφέρθηκαν και εκπαιδευτικά σεμινάρια.

Ο ρυθμός συμμετοχής στην πρωτοβουλία αυτή άγγιξε το 88%, με συνολικό κόστος

250.000€, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας έφτασε τις 1.523 MWh [23, 33].

*Efficiency New
Brunswick*

Με έτος ίδρυσης μόλις το 2005, η συγκεκριμένη εταιρεία αποτελεί ένα κέντρο με στόχο την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλες τις ομάδες καταναλωτών του New Brunswick. Στο παραπάνω πλαίσιο μεταξύ άλλων δραστηριοτήτων, το συγκεκριμένο κέντρο οργανώνει εκπαιδευτικές ημερίδες, παρέχει δωρεάν ενεργειακούς ελέγχους, επιδοτήσεις για την υλοποίηση των μέτρων, δάνεια με χαμηλό επιτόκιο, κλπ.

Ο προϋπολογισμός του κέντρου για τη διεξαγωγή των συγκεκριμένων δράσεων κυμαίνεται στα 26,7 εκ. \$ [61].

CA2 - Πρόγραμμα «Έξυπνες ιδέες για το φωτισμό στον εμπορικό τομέα (Bright ideas commercial lighting)»

Η πρωτοβουλία αυτή αποσκοπεί στην παροχή κινήτρων στις επιχειρήσεις της περιφέρειας, ώστε να εφαρμόσουν τεχνολογίες φωτισμού υψηλής αποδοτικότητας σε μειωμένο κόστος. Σε μια προσπάθεια μετασχηματισμού της αγοράς, πραγματοποιήθηκαν συμφωνίες με κατασκευαστές εξοπλισμού υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, και τους προσφέρθηκαν οικονομικά κίνητρα ώστε να μειώσουν την τιμή του εξοπλισμού για τους τελικούς καταναλωτές.

Το κόστος του προγράμματος άγγιξε τα 400.000\$, ενώ η εξοικονόμηση ενέργειας έφτασε τις 15.000 Mwh [46].

London Hydro

Η London Hydro δραστηριοποιείται στην πόλη του Λονδίνου, στον Καναδά, στη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελεί δημοτική εταιρεία που διαχειρίζεται ένα δίκτυο 1.900 χλμ. Είναι ιδιαίτερα ενεργή στην υλοποίηση προγραμμάτων διαχείρισης της ζήτησης.

Ο κύκλος εργασιών της εταιρείας άγγιξε τα 5,8 εκ. \$ Καναδά το 2004 [62].

CA3 - Πρόγραμμα «Chill Out»

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα προωθούσε τη χρήση ενεργειακά αποδοτικού ψυκτικού εξοπλισμού, πιστοποιημένου με την ετικέτα Energy Star, όπως ψυγεία, καταψύκτες και κλιματιστικά, προσφέροντας επιδοτήσεις. Παράλληλα, μέσω του προγράμματος η εταιρεία επιμόρφωνε τους πωλητές για τα οφέλη χρήσης συσκευών υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, σε μια προσπάθεια μετασχηματισμού της αγοράς.

Ως αποτέλεσμα του προγράμματος τουλάχιστον 14.200 συσκευές προωθήθηκαν στην αγορά, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση 50,8 GWh. Το κόστος του προγράμματος άγγιξε τα 1,5 εκ. \$ Καναδά [46].

5.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

5.3.1 Η Ενεργειακή Αγορά

Όπως παρουσιάστηκε και στο Κεφάλαιο 2, τη σύγχρονη ελληνική αγορά ενέργειας χαρακτηρίζει η υψηλή εξάρτηση από συμβατικά καύσιμα, καθώς πρωταρχικό ρόλο κατέχει ο λιγνίτης, ενώ η συμβολή των ΑΠΕ παραμένει σε χαμηλά επίπεδα.

Η πιο σημαντική μεταβολή των τελευταίων ετών στην ΑΕΚ είναι η χρήση του φυσικού αερίου, που σταθεροποίησε τη χρήση του λιγνίτη στα 9 Mtoe ετησίως.

Το γεγονός ότι οι εγχώριοι ενεργειακοί πόροι, δεν επαρκούν για την κάλυψη της εγχώριας ζήτησης σε ενέργεια, καθιστά την Ελλάδα υψηλά ενεργειακά εξαρτημένη χώρα, όπως άλλωστε ισχύει και για τις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες. Αν και βρίσκεται σε καλύτερη θέση από χώρες όπως η Ιταλία και η Ισπανία, όσον αφορά στην εξάρτησή της από εξωτερικές πηγές ενέργειας, είναι γεγονός ότι η Ελλάδα υστερεί στο βαθμό της διαφοροποίησης των ενεργειακών της πηγών, ενώ εξαρτάται κυρίως, από το πετρέλαιο. Αναφέρεται ενδεικτικά ότι σήμερα, το 57% της συνολικής ζήτησης ενέργειας στην Ελλάδα καλύπτεται μέσω της κατανάλωσης του πετρελαίου.

Όσον αφορά στην ενεργειακή ένταση της ελληνικής οικονομίας, θετικό είναι το γεγονός ότι από το 1996 έως το 2004, ο συγκεκριμένος δείκτης μειώθηκε κατά 13%. Ωστόσο, η Ελλάδα κατέχει τη 2^η υψηλότερη θέση, μετά τη Φιλανδία, απέχοντας κατά 21,4% από τον μέσο όρο ενεργειακής έντασης των χωρών της Ε.Ε. των «15». Ο δείκτης της ενεργειακής αποδοτικότητας για την Ελλάδα, ανέρχεται, σήμερα, στο 66,1%, ενώ ο αντίστοιχος Ευρωπαϊκός μέσος όρος βρίσκεται στο 71,3%, κατατάσσοντας την Ελλάδα τέσσερις θέσεις από το τέλος, όσον αφορά στην ορθή αξιοποίηση της συνολικής ενέργειας που διατίθεται στη χώρα σε σχέση μ' εκείνη που καταναλώνεται στην τελική χρήση.

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε με γρήγορους ρυθμούς από το 1990. Η κύρια αύξηση προέρχεται από τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα. Ειδικά ο οικιακός τομέας ήταν το 2006 ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα με 17,7 TWh ετήσια κατανάλωση. Πρόκειται για ποσοστιαία αύξηση της τάξης του 94% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, όταν η κατανάλωση του οικιακού τομέα ήταν 9,1 TWh. Ενώ η βιομηχανία ήταν ο μεγαλύτερος καταναλωτής το 1990 με κατανάλωση 12,1 TWh, το 2006 έπεσε στην 3^η θέση με κατανάλωση 15 TWh και ποσοστό αύξησης 24% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Ο τριτογενής τομέας έχει πλέον μεγαλύτερη κατανάλωση από τον βιομηχανικό τομέα, καθώς σημείωσε κατανάλωση της τάξης των 17,5 TWh το 2006, σε σύγκριση με 5,6 TWh το 1990 παρουσιάζοντας μέσο ρυθμό αύξησης 7,7% το χρόνο και 215% συνολική αύξηση [1].

5.3.2 Οι Ενεργειακές Εταιρείες στην Ελληνική Αγορά Ηλεκτρικής Ενέργειας

Μολονότι η δραστηριοποίηση των ενεργειακών εταιρειών στην Ελλάδα είναι ευρεία, η αγορά φυσικού αερίου είναι ακόμα σε ανάπτυξη, καθώς ο αριθμός των εμπλεκόμενων είναι περιορισμένος. Για τους λόγους αυτούς, και μολονότι η διδακτορική διατριβή απευθύνεται σε όλες τις εν δυνάμει εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ελληνικό ενεργειακό τομέα, το πεδίο εφαρμογής της διατριβής εντοπίζεται κυρίως στις ενεργειακές εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αποτελούν ένα ιδανικό παράδειγμα, στα βήματα του οποίου μπορεί να βαδίσει και η αγορά φυσικού αερίου. Όσον αφορά τις εταιρείες μεταφοράς, διανομής και εμπορίας, καθώς και τις ΕΠΕΥ, οι δραστηριότητές τους εντοπίζονται κυρίως στα αρχικά στάδια ανάπτυξής τους.

Στις 19 Φεβρουαρίου 2009 συμπληρώθηκαν 8 χρόνια στην ελληνική αγορά, από την εφαρμογή του νόμου 2773/99, στιγμή κατά την οποία οι ιδιώτες απέκτησαν το δικαίωμα να επενδύσουν σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με στόχο την πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Όλα αυτά τα χρόνια ελάχιστοι από τους ενδιαφερόμενους προχώρησαν σε επενδύσεις και μάλιστα οι πιο σοβαρές κινήσεις σημειώθηκαν μόλις τα τελευταία δύο με τρία χρόνια.

Έπειτα από 9 σχεδόν χρόνια σχετικής ακινησίας και σοβαρών «διαξιφισμών» στο παρασκήνιο, οι ιδιωτικοί όμιλοι δείχνουν να είναι έτοιμοι να αναπτύξουν σημαντική δραστηριότητα στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής. Οι εγχώριοι ιδιωτικοί όμιλοι έχουν εξασφαλίσει πλέον ισχυρές συμμαχίες με μεγάλες δυνάμεις της ευρωπαϊκής αγοράς, κάτι που ενισχύει την αξιοπιστία τους, αλλά και την οικονομική δυνατότητα να προχωρήσουν στις επενδύσεις.

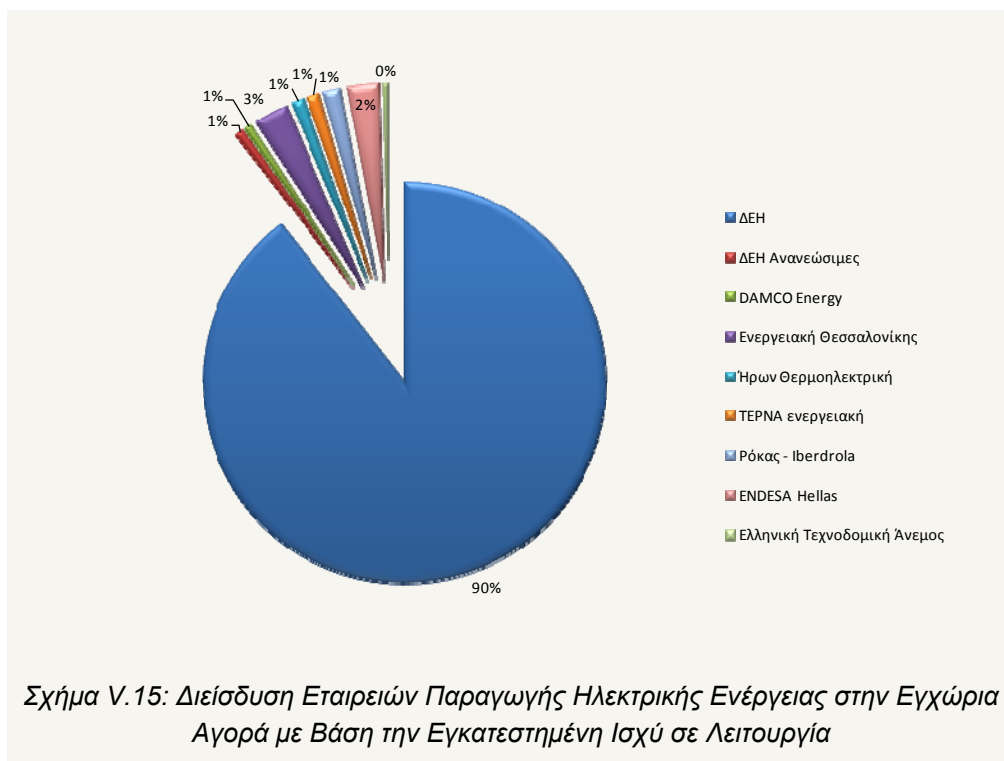
Υπό τα νέα δεδομένα που διαμορφώνονται στην ελληνική αγορά, οι πραγματικοί συσχετισμοί δεν έχουν αλλάξει. Απλώς, δίπλα στα ονόματα των Ελλήνων επιχειρηματιών, που διεκδικούν σημαντικό κομμάτι της εγχώριας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, φιγουράρουν πλέον μεγάλα ονόματα της ευρωπαϊκής ενεργειακής αγοράς, ως επιπλέον ένδειξη ότι τα επόμενα χρόνια αναμένονται σημαντικές εξελίξεις στην Ελλάδα. Παράλληλα, οι ξένοι επενδυτές θεωρούν τη χώρα ως ένα ισχυρό εφελτήριο για επέκταση σε γειτονικές αγορές με μεγάλες (ίσως μεγαλύτερες από τις δικές μας) προοπτικές.

Οι κυριότερες εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που δραστηριοποιούνται στη χώρα μετά την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας και παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους αναφέρονται στη συνέχεια.

- Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ).
- ΔΕΗ Ανανεώσιμες.
- Damco Energy (θυγατρική ομίλου Κοπελούζου).
- Ενεργειακή Θεσσαλονίκης (θυγατρική των Ελληνικών Πετρελαίων – ΕΛ.ΠΕ).
- Ήρων Θερμοηλεκτρική (θυγατρική Ομίλου Τέρνα).
- Τέρνα Ενεργειακή (θυγατρική Ομίλου Τέρνα).

- Enelco (κοινοπραξία ομίλου Κοπελούζου με Enel).
- Ρόκας Ανανεώσιμες - Iberdrola.
- Endesa Hellas (θυγατρική ομίλου Μυτιληναίος).
- Ελληνική Τεχνοδομική Άνεμος (θυγατρική ομίλου Ελλάκτωρ.)

Μια εικόνα της συμμετοχής των προαναφερθεισών εταιρειών στην ενεργειακή αγορά με βάση στοιχεία διαθέσιμα στις εταιρικές ιστοσελίδες [63-71], όσον αφορά την εγκατεστημένη ισχύ τους που βρίσκεται σε λειτουργία, παρουσιάζεται στο Σχήμα V.15.



Σχήμα V.15: Διείσδυση Εταιρειών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Εγχώρια Αγορά με Βάση την Εγκατεστημένη Ισχύ σε Λειτουργία

Όπως είναι εμφανές από το Σχήμα V.15, το μεγαλύτερο ποσοστό διείσδυσης στην αγορά έχει όπως ήταν αναμενόμενο η ΔΕΗ, συμπεριλαμβανομένου και της θυγατρικής της ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε., με την εγκατεστημένη εν λειτουργία ισχύ της να αγγίζει το 91%. Η δεύτερη σε μέγεθος εγκατεστημένης ισχύος εταιρία, η Ενεργειακή Θεσσαλονίκης, καλύπτει μόλις το 3%, ενώ ακολουθούν η Endesa Hellas και η Iberdrola, που εξαγόρασε την Ρόκας - Ανανεώσιμες.

Διευκρινίζεται ότι στο Σχήμα V.15 δεν περιλαμβάνονται εταιρίες με ισχύ λίγων MW, καθώς και οι εταιρίες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω Συμπαραγωγής Θερμότητας και Ηλεκτρισμού (ΣΗΘ) για ιδιοκατανάλωση, όπως τα Ελληνικά Πετρέλαια, η Μότορ Όιλ, η Καβάλα Όιλ, η Βιομηχανία Φωσφορικών Λιπασμάτων κ.ά.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται οι σημαντικότερες ενεργειακές εταιρείες, συμπεριλαμβανομένου παραγωγούς ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, παραγωγούς ενέργειας από ΑΠΕ, καθώς και εταιρείες παροχής ενεργειακών

υπηρεσιών.

5.3.2.1 Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ)

*Ιστορική
Αναδρομή*

Η ΔΕΗ [63] ιδρύθηκε τον Αύγουστο του 1950 για να λειτουργήσει «χάριν του δημοσίου συμφέροντος» με σκοπό τη χάραξη και εφαρμογή μιας εθνικής ενεργειακής πολιτικής, η οποία μέσα από την εντατική εκμετάλλευση των εγχώριων πόρων, θα καθιστούσε το ηλεκτρικό ρεύμα κτήμα και δικαίωμα του κάθε Έλληνα πολίτη, στη φθηνότερη δυνατή τιμή. Η ίδρυση της ΔΕΗ εκείνη την περίοδο ήρθε να απαντήσει στην αυξανόμενη ανάγκη για αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία δεν μπορούσε να εξασφαλιστεί από τις περίπου 400 δημοτικές και ιδιωτικές εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς το υψηλό κόστος λόγω της κατάρτησης της παραγωγής και της εισαγωγής των καυσίμων, καθιστούσε το όλο εγχείρημα δυσβάσταχτο.

Αμέσως μετά την ίδρυσή της, η ΔΕΗ στράφηκε προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας και την ενοποίηση των δικτύων σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα, ενώ το 1956, αποφασίστηκε η εξαγορά όλων των ιδιωτικών και δημοτικών επιχειρήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να υπάρχει ένας ενιαίος φορέας διαχείρισης, απόφαση που πραγματοποιήθηκε σταδιακά.

Από 1.1.2001 η ΔΕΗ λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρεία, ενώ στις 12.12.2001 εισήχθη στα Χρηματιστήρια Αξιών Αθηνών και Λονδίνου. Στη μετοχική σύνθεση της ΔΕΗ το Ελληνικό Δημόσιο συμμετέχει σε ποσοστό 51,12%.

Υποδομή

Η ΔΕΗ διαθέτει τη σημαντικότερη υλικοτεχνική υποδομή στη χώρα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι 34 μεγάλοι θερμικοί και υδροηλεκτρικοί σταθμοί και τα 3 αιολικά πάρκα του διασυνδεδεμένου συστήματος της ηπειρωτικής χώρας καθώς και οι 61 αυτόνομοι σταθμοί Κρήτης, Ρόδου και λοιπών νησιών (39 θερμικοί, 2 υδροηλεκτρικοί, 15 αιολικά πάρκα και 5 φωτοβολταϊκοί σταθμοί) συνιστούν το βιομηχανικό κολοσσό της ΔΕΗ. Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. ως 100% θυγατρική εταιρεία της ΔΕΗ Α.Ε. έχει παραλάβει τη σκυτάλη της διαχείρισης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) από τη μητρική εταιρεία, με στόχο την όσο δυνατόν μεγαλύτερη ανάπτυξη του κλάδου.

Η εγκατεστημένη ισχύς σε λειτουργία της ΔΕΗ Α.Ε. και ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. παρουσιάζεται στον Πίνακα V.1.

Πίνακας V.1: Εγκατεστημένη Ισχύς σε Λειτουργία της ΔΕΗ Α.Ε. και ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. (MW)

Σταθμοί παραγωγής	ΔΕΗ Α.Ε.	ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε.
Συμβατικοί σταθμοί και ΣΗΘ	9.660	-
Αιολικά	-	43,5
Υδροηλεκτρικά	3.060	60,6
Φωτοβολταϊκά	-	0,16
Σύνολο	12.720	104,26

5.3.2.2 Όμιλος Κοπελούζου

Ο Όμιλος Κοπελούζου [64] ιδρύθηκε το 1970 και σήμερα έχει εξελιχθεί σε έναν πλήρως ανεπτυγμένο επιχειρηματικό οργανισμό ο οποίος παρέχει υπηρεσίες σε στρατηγικούς βιομηχανικούς και τεχνολογικούς τομείς στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Ανάμεσα στους στόχους ανάπτυξης του ομίλου είναι ο ενεργειακός τομέας, στόχοι που υποστηρίζονται από την ένταξη στο δυναμικό του ομίλου των ακόλουθων εταιρειών.

Το Σεπτέμβριο του 1999 ιδρύθηκε η Enelco A.E., στην οποία συμμετέχουν η Enel Investment B.V. (100% θυγατρική εταιρία της Ιταλικής Εταιρείας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Enel S.p.A) που κατέχει το 75% του μετοχικού κεφαλαίου και η Προμηθέας Gas A.E. (μικτή εταιρεία του Ομίλου Κοπελούζου και της Gazprom) που κατέχει το υπόλοιπο 25%. Με την ψήφιση του νόμου 2773/99 περί της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, η Enelco A.E. κατέθεσε στη ΡΑΕ τρεις αιτήσεις χορήγησης Άδειας Παραγωγής για μονάδες φυσικού αερίου ισχύος 390 – 450 MW έκαστη, στις περιοχές της Ελευσίνας (Αττική), Λιβαδειάς (Βοιωτία) και Έβρου (Θράκη), για να λάβει τελικά δύο Άδειες Παραγωγής για τις περιοχές της Λιβαδειάς και του Έβρου. Η αίτηση για την περιοχή της Ελευσίνας δεν εξετάστηκε καθώς ακόμη εκκρεμούσε το καθεστώς εγκατάστασης Σταθμών Παραγωγής στο Νομό Αττικής και έκτοτε βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής. Η Enelco A.E. αναμένεται να εξελιχθεί σε ιδιαίτερα σημαντικό παίκτη της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μόλις οι μονάδες αυτές τεθούν σε λειτουργία, φέρνοντας την εταιρεία στη 2^η θέση, σύμφωνα με τα ισχύοντα δεδομένα.

Μέσω της Damco Energy, θυγατρικής εταιρίας του ομίλου, καθώς και μιας σειράς ακόμα θυγατρικών εταιρειών του ομίλου, υπάρχουν ήδη σε λειτουργία αιολικά πάρκα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 80 MW, που αποτελεί το 20% περίπου του μεριδίου στην εγχώρια αγορά. Τέλος σε φάση κατασκευής υπάρχουν τρία ακόμα έργα συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 37,15 MW.

Όσον αφορά τα υδροηλεκτρικά έργα, η Damco Energy λειτουργεί από τις αρχές του 2004 ένα υδροηλεκτρικό έργο με εγκατεστημένη ισχύ 4,5 MW, ενώ ένα ακόμα έργο με εγκατεστημένη ισχύ 5,5 MW βρίσκεται στη φάση της κατασκευής.

5.3.3.3 Όμιλος Μυτιληναίου

Η εταιρία Μυτιληναίος Α.Ε. – Όμιλος Επιχειρήσεων [65] ιδρύθηκε στην Ελλάδα το 1990, ενώ ο όμιλος Μυτιληναίος αποτελείται από εταιρείες που δραστηριοποιούνται και κατέχουν ηγετική θέση στους τομείς Μεταλλουργίας & Μεταλλείων, Ενέργειας, Τεχνικών Έργων και Βιομηχανίας Οχημάτων. Το 2001 ο Όμιλος Μυτιληναίος εισήλθε στο χώρο της παραγωγής και εμπορίας ενέργειας.

Το όχημα για τη διεξόδηση του ομίλου στον ενεργειακό τομέα αποτέλεσε το αίσιο τέλος στις πολύμηνες διαπραγματεύσεις με την Endesa Eurgora, με αποτέλεσμα τη δημιουργία της Endesa Hellas [66]. Η εταιρία έχει προχωρήσει ήδη στις πρώτες επιχειρηματικές κινήσεις της και στοχεύει το 2015 να έχει μερίδιο άνω του 16% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα.

Στις δραστηριότητες της νέας εταιρίας περιλαμβάνονται η κατασκευή, ανάπτυξη και λειτουργία θερμικών σταθμών ενέργειας (φυσικό αέριο και άνθρακας καθαρής τεχνολογίας), ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολικά, υδροηλεκτρικά και φωτοβολταϊκά πάρκα), όπως επίσης και η εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας και εκπομπών CO₂.

Σήμερα η εταιρεία διαθέτει σε λειτουργία ένα Αιολικό πάρκο 17 MW στη δυτική Μακεδονία, καθώς και 7,3 MW σε μικρά Υδροηλεκτρικά στη κεντρική και δυτική Ελλάδα. Διαθέτει επίσης άδειες παραγωγής για σχεδόν 184 MW σε αιολικά και άλλα 63 MW σε μικρά υδροηλεκτρικά στην Ελλάδα και έχει υπό ανάπτυξη 30,6 MW σε Φωτοβολταϊκά. Αυτά τα έργα βρίσκονται διασκορπισμένα σε όλη τη χώρα.

Όσον αφορά τις δραστηριότητες της εταιρείας πλην των ΑΠΕ, η Endesa Hellas έχει στην ιδιοκτησία της μια μονάδα συμπαραγωγής με φυσικό αέριο, ισχύος 334 MW, η οποία λειτουργεί στις εγκαταστάσεις της Αλουμίνιον της Ελλάδας, ενώ βρίσκεται και στο στάδιο κατασκευής του σταθμού συνδυασμένου κύκλου ισχύος 430 MW στον Άγιο Νικόλαο Βοιωτίας.

5.3.3.4 Όμιλος ΓΕΚ Τέρνα

Από το 1997, παράλληλα με τις κατασκευαστικές της δραστηριότητες, η Τέρνα ΑΕ [67] του ομίλου ΓΕΚ, έχει αναπτύξει σημαντική παρουσία και στον τομέα παραγωγής ενέργειας. Μέσω των δύο θυγατρικών της εταιρειών, Τέρνα Ενεργειακή και Ήρων Θερμοηλεκτρική, αναπτύσσει, αδειοδοτεί, χρηματοδοτεί, κατασκευάζει και λειτουργεί αιολικά πάρκα, υδροηλεκτρικούς σταθμούς, μονάδες ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας, αποβλήτων και απορριμμάτων, σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και συμπαραγωγής με φυσικό αέριο.

Συγκεκριμένα, η Τέρνα Ενεργειακή ΑΒΕΤΕ [68] δραστηριοποιείται στο χώρο των ΑΠΕ και ειδικότερα στην ανάπτυξη αιολικών πάρκων, μικρών υδροηλεκτρικών έργων, φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και μονάδων ολοκληρωμένης διαχείρισης και παραγωγής ενέργειας από απορρίμματα και βιομάζα.

Η εταιρεία διαθέτει σε λειτουργία ήδη εννέα (9) αιολικά πάρκα συνολικής ισχύος 142 MW σε διάφορες περιοχές της χώρας. Επιπλέον 1 αιολικό πάρκα συνολικής ισχύος 20 MW βρίσκεται στο στάδιο κατασκευής.

Η Τέρνα Ενεργειακή επίσης αναπτύσσει σειρά μικρών και μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, για τα οποία έχουν ήδη εκδοθεί άδειες παραγωγής σε διάφορες περιοχές της χώρας, συνολικής ισχύος άνω των 112 MW, ενώ 93 MW βρίσκονται σε διαδικασία αρχικής αδειοδότησης. Σε λειτουργία αυτή τη στιγμή βρίσκεται ένα μικρό υδροηλεκτρικό ισχύος 6,6 MW.

Όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά έργα και τη βιομάζα, η εταιρεία μολονότι έχει δραστηριοποιηθεί, δεν έχει να επιδείξει μέχρι στιγμής κάποιο έργο εν λειτουργία.

Η Ήρων Θερμοηλεκτρική [67] ιδρύθηκε το έτος 2000 με σκοπό την σχεδίαση, μελέτη, κατασκευή, θέση σε λειτουργία και εκμετάλλευση θερμικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η εταιρεία έχει εγκαταστήσει και λειτουργεί ένα θερμοηλεκτρικό σταθμό ισχύος 147 MW, ενώ ταυτόχρονα κατασκευάζει έναν μεγαλύτερο θερμοηλεκτρικό σταθμό (ονομαστικής ισχύος 435 MW) συνδυασμένου

κύκλου φυσικού αερίου.

5.3.3.5 Ρόκας Ανανεώσιμες - Iberdrola

Από το 2004, ο Όμιλος Εταιρειών Ρόκας [69] είναι μέλος του Ομίλου Iberdrola Renewables. Η Ρόκας λειτουργεί 13 αιολικά πάρκα, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 200,3 MW, σε Θράκη, Κρήτη, Εύβοια, Κω και Λέρο. Το 1998 η Ρόκας κατασκεύασε το πρώτο ιδιωτικό αιολικό πάρκο στην Ελλάδα, ισχύος 10,2 MW στη Σητεία της Κρήτης για ίδια εκμετάλλευση, με το οποίο άνοιξε ουσιαστικά ο δρόμος για την ανάπτυξη του κλάδου από ιδιώτες παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας.

5.3.3.6 Ενεργειακή Θεσσαλονίκης

Τα Ελληνικά Πετρέλαια (ΕΛ.ΠΕ.) [70] ανέλαβαν την κατασκευή και λειτουργία Μονάδας Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας συνολικής ισχύος 390 MW στο Βιομηχανικό Συγκρότημα της Θεσσαλονίκης, μέσω της θυγατρικής εταιρίας Ενεργειακή Θεσσαλονίκης (T-POWER).

5.3.3.7 Όμιλος Ελλάκτωρ

Ο όμιλος Ελλάκτωρ [71] προέκυψε ως το αποτέλεσμα της συνεργασίας των εταιρειών Τεχνοδομική Α.Ε., Άκτωρ Α.Τ.Ε. και Τεχνική Εταιρεία Βόλου Α.Ε. Μέσω της θυγατρικής του ομίλου Ελληνική Τεχνοδομική Άνεμος, ο όμιλος δραστηριοποιείται στο χώρο των ΑΠΕ, ενώ κύριος σκοπός της εταιρείας η ανάπτυξη, κατασκευή και λειτουργία μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με την αξιοποίηση των ΑΠΕ (αιολική, ηλιακή, υδροηλεκτρική). Η Ελληνική Τεχνοδομική Άνεμος λειτουργεί αυτή τη στιγμή 4 αιολικά πάρκα εγκατεστημένης ισχύος 54 MW, ενώ έχει ακόμα πολλά έργα σε στάδιο αδειοδότησης και κατασκευής.

5.3.3.8 Άλλες Εταιρείες

Εκτός από τις προαναφερθείσες εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, υπάρχει πλήθος ακόμα εταιρειών με μικρότερο μερίδιο στην ενεργειακή αγορά, ανάμεσα στις οποίες είναι:

- η Energa Α.Ε, με δραστηριότητα τόσο στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, όσο και συμμετοχή σε παραγωγικές διαδικασίες από συμβατικές πηγές,
- η RF Energy, με αντικείμενο την ανάπτυξη, διαχείριση και εκμετάλλευση έργων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με επίκεντρο τις ΑΠΕ,
- η Ηλεκτρική Θράκης,
- η EGL Hellas [72], η οποία μολονότι προς το παρόν δραστηριοποιείται κυρίως στην εμπορία και διάθεση ηλεκτρικής ενέργειας, πρόσφατα έκανε αίτηση για την κατασκευή 2 ηλιοθερμικών σταθμών, συνολικής ισχύος 205 MW.

Αναφορικά με τον τομέα εμπορίας και διάθεσης ηλεκτρικής ενέργειας, μερικές από

τις κυριότερες εταιρίες που δραστηριοποιούνται είναι η ΔΕΗ, η Ήρων Θερμοηλεκτρική, η EFT Hellas, η ATEL Hellas, η Ελληνοβουλγαρική NECO, η EGL Hellas, η Αυστριακή VERBUND-APT και η ENERGA A.E., η EDF Trading, η ENEL Trading Ltd, η Μυτιληναίος Α.Ε., η Edison Trading, η Ehol Hellas και τα Ελληνικά Πετρέλαια.

5.3.3.9 Helesco

Σύμφωνα με τους Bertoldi et al. [73], η ανάπτυξη των εταιρειών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών στην Ελλάδα βρίσκεται σε εμβρυϊκό στάδιο, καθώς οι μέχρι πρότινος προσπάθειες έχουν επικεντρωθεί στην υλοποίηση έργων ΑΠΕ, τα οποία όμως δεν επηρεάζουν την εγχώρια αγορά.

Την εικόνα αυτή έρχεται να συμπληρώσει η δημιουργία της πρώτης εταιρείας παροχής ενεργειακών υπηρεσιών στην Ελλάδα, της Helesco [74]. Η εταιρεία αυτή δραστηριοποιήθηκε πρόσφατα στον τομέα παροχής ενεργειακών υπηρεσιών, προσφέροντας υπηρεσίες εξοικονόμησης ενέργειας τόσο στον κτιριακό τομέα, όσο και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, και εξασφαλίζοντας τη χρηματοδότηση των έργων μέσω δανεισμού, στον οποίο η εταιρεία συμμετέχει ως εγγυητής.

5.3.3 Δραστηριότητες Διαχείρισης της Ζήτησης στη Χώρα

Σύμφωνα με στοιχεία του ΔΕΣΜΗΕ, η καθαρή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε τη δεκαετία 1998-2007 κατά 3,7%, ενώ στην 5ετία (2003 - 2007) και την 3ετία (2005 - 2007) παρατηρείται μικρή επιβράδυνση, με 2,7% και 2,5% αντιστοίχως. Διαφορετική είναι η εικόνα στην ετήσια αιχμή φορτίου. Σε απόλυτους αριθμούς, το καλοκαίρι του 2007, λόγω της εντατικής χρήσης κλιματιστικών, για πρώτη φορά η αιχμή φορτίου ξεπέρασε τα 11.100 MW και, με τις προσυμφωνημένες περικοπές διαμορφώθηκε τελικά στα 10.610 MW. Από τα στατιστικά στοιχεία του ΔΕΣΜΗΕ προκύπτει ότι την τελευταία δεκαετία η ετήσια αιχμή αυξήθηκε με μέσο ετήσιο ρυθμό της τάξεως του 4,7%. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, ο ρυθμός ενισχύθηκε, με αποτέλεσμα στην πενταετία η ετήσια αιχμή να αυξηθεί με μέσο ετήσιο ρυθμό 5,1% και στην τριετία με 6,5%.

Η έννοια των ΠΔΖ εισήχθη στη χώρα για πρώτη φορά τον Ιούλιο του 2005, οπότε και εφαρμόσθηκε πιλοτικά ειδική τιμολογιακή πολιτική για την περικοπή της αιχμής από τη βιομηχανία, η οποία συνεχίστηκε και κατά τα έτη 2006 και 2007.

Πέραν τούτου, τον Αύγουστο του 2006, με απόφαση του αρμόδιου υπουργείου, θεσπίσθηκαν, για πρώτη φορά, για τους οικιακούς καταναλωτές σημαντικά οικονομικά κίνητρα με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας.

Πέραν της αντιστάθμισης αέργου ισχύος, προωθείται η σύνδεση όλων των δημοσίων κτιρίων με το δίκτυο του φυσικού αερίου εφόσον αυτό είναι τεχνικά εφικτό σύμφωνα με τη σχετική Υπουργική Απόφαση που εκδόθηκε τον Απρίλιο του 2006. Με ΚΥΑ του Οκτωβρίου 2006, αποφασίστηκε η αντικατάσταση όλων των φωτιστικών σωμάτων στα κτίρια του δημόσιου τομέα, όταν αποτελούνται από λαμπτήρες πυρακτώσεως ή φθορισμού κλάσης ενεργειακής απόδοσης κατώτερης της Β, με λαμπτήρες κλάσης ενεργειακής απόδοσης Α ή Β, ενώ η ΚΥΑ του

Απριλίου 2007, στοχεύει στην εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο τομέα και την Τοπική Αυτοδιοίκηση μέσω της τακτικής συντήρησης των κλιματιστικών μονάδων.

Παράλληλα, τον Ιούνιο του 2009, το ΥΠΑΝ προώθησε τη δράση απόσυρσης παλαιών κλιματιστικών συσκευών, επιδοτώντας με ποσοστό 35% την αγορά κλιματιστικών υψηλής ενεργειακής κατηγορίας. Η δράση αυτή υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ 2007-2013, μέσω του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα (ΕΠΑΝ II)», και συνάντησε ιδιαίτερη ανταπόκριση στους καταναλωτές.

Εμφανής είναι από τα παραπάνω η αναγκαιότητα προώθησης των ΠΔΖ στην ελληνική ενεργειακή αγορά. Οι υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις και οι αυξητικές τάσεις της ζήτησης φορτίου αναδεικνύουν την πιθανή συμβολή που μπορούν να έχουν αυτά τα προγράμματα στη χώρα.

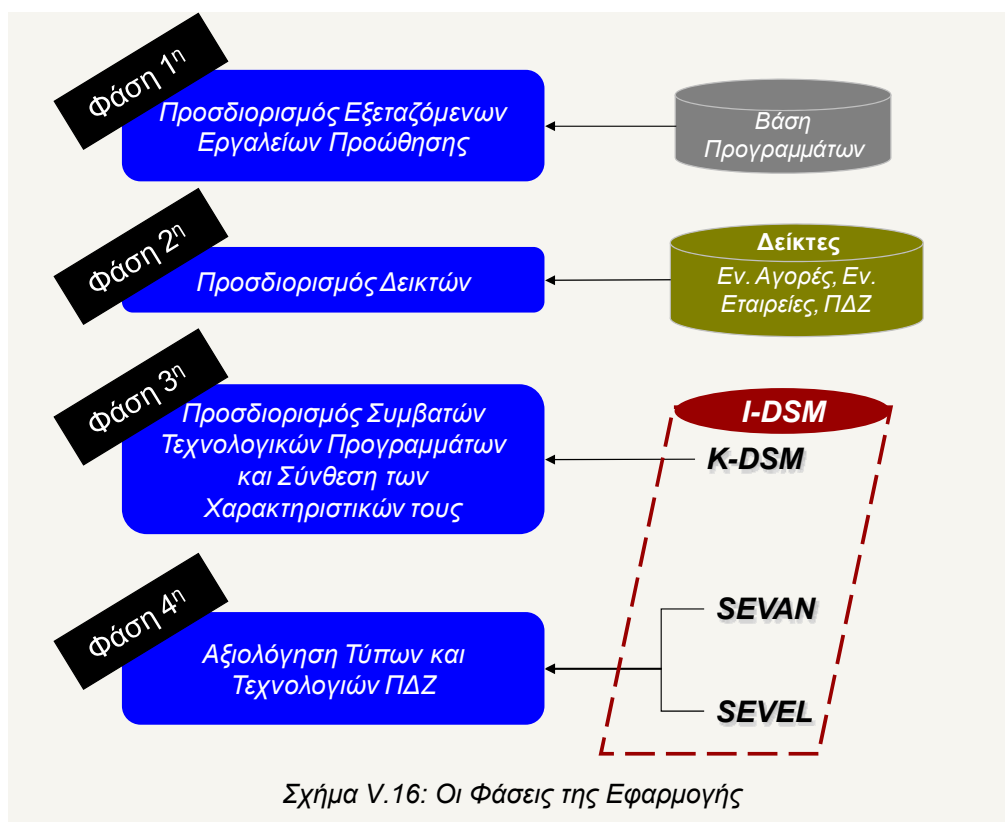
Παρόλα ταύτα, οι συγκεκριμένες δραστηριότητες δεν έχουν προωθηθεί μέχρι σήμερα ιδιαίτερα από τις ενεργειακές εταιρείες, και κυρίως τη ΔΕΗ, ενώ φαίνεται ότι βασίζονται κυρίως σε κυβερνητικές πρωτοβουλίες, χρηματοδοτούμενες από ευρωπαϊκά κονδύλια.

Παράλληλα, η χρήση των ΠΔΖ μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπεμπόμενων ρύπων, καθώς οι εκπομπές ανά μονάδα ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας είναι από τις υψηλότερες στην ΕΕ, ενώ οι μισές περίπου εκπομπές CO₂ στην Ελλάδα, προέρχονται από τον τομέα παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας [75].

5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.4.1 Εισαγωγή

Η προτεινόμενη μεθοδολογία ενσωματώθηκε στο πληροφοριακό σύστημα που αναπτύχθηκε I-DSM (Information System for Demand Side Management Decision Support to Energy Companies) και εφαρμόστηκε μέσω των ακόλουθων 4 φάσεων.



Στις παραγράφους που ακολουθούν αναλύεται κάθε μία από τις φάσεις της εφαρμογής, παρουσιάζοντας τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

5.4.2 Φάση 1^η: Προσδιορισμός Εξεταζόμενων Εργαλείων Προώθησης

Η καταγραφή της υπάρχουσας εμπειρίας στην προηγούμενη ενότητα, σε συνάφεια με τα όσα έχουν αναλυθεί στο Κεφάλαιο 4, συνέβαλλε στην ανάδειξη και αποτύπωση των Τύπων Προγραμμάτων και των Τεχνολογικών Δυνατοτήτων που εφαρμόζονται στη σύγχρονη αγορά ενέργειας. Η συντριπτική πλειοψηφία τους αφορά σε ΠΔΖ για την ηλεκτρική ενέργεια, ενώ οι τομείς που έχουν απορροφήσει το μεγαλύτερο όγκο ΠΔΖ, εξ' αιτίας του υψηλού δυναμικού μείωσης που διαθέτουν, είναι κυρίως ο οικιακός, ο εμπορικός και ο βιομηχανικός. Για το δημόσιο και τον αγροτικό τομέα εντοπίστηκαν περιορισμένα ΠΔΖ, που δεν επαρκούν για τις

ανάγκες της εφαρμογής.

Στους Πίνακες V.2 και V.3 παρουσιάζονται αντιστοίχως οι Τύποι Προγραμμάτων και Τεχνολογιών ΠΔΖ, γύρω από τους οποίους θα περιστραφεί η εφαρμογή.

Πίνακας V.2: Εξεταζόμενοι Τύποι Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης

Α/α	Περιγραφή
Π1	Ενημέρωσης (Γενικά)
Π2	Ενημέρωσης (Ενεργειακές Επιθεωρήσεις)
Π3	Επιδοτήσεις και Δάνεια
Π5	Μετασχηματισμός της Αγοράς
Π6	Διαχείριση Φορτίου
Π7	Άμεση Εγκατάσταση

Για τα Προγράμματα Σύμβασης Απόδοσης (Π4) δεν κατέστη δυνατός ο εντοπισμός επαρκούς πρότερης γνώσης, καθώς το υψηλό κόστος τους έχει οδηγήσει στο να είναι περιορισμένες οι εφαρμογές τους. Όσον αφορά τα Προγράμματα E&A (Π8), η αδυναμία μέτρησης των αποτελεσμάτων τους έστω και σε ποιοτική μορφή, έχει ως συνέπεια την έλλειψη των απαραίτητων δεδομένων, ώστε να χρησιμοποιηθούν στην εφαρμογή.

Πίνακας V.3: Εξεταζόμενες Τεχνολογίες Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης

Τεχνολογίες ΕΞΕΝ		Τομέας Εφαρμογής		
Α/α	Περιγραφή	Οικιακός	Τριτογενής	Βιομηχανικός
T1	Κπριακό Κέλυφος	√	√	
T2	Θέρμανση, αερισμός και κλιματισμός χώρων	√	√	
T3	Θέρμανση νερού χρήσης	√	√	
T4	Φωτισμός	√	√	√
T5	Οικιακές συσκευές	√		
T6	Κινητήρες		√	√
T7	Συστήματα ψύξης		√	√
T8	Κλιβανοί			√
T9	Αεροσυμπιεστές			√
T12	Τεχνολογίες διαχείρισης φορτίου	√	√	√

Δεν εξετάζονται οι τεχνολογίες Ανάκτηση Θερμότητας (T10), που σχετίζεται με ΠΔΖ φυσικού αερίου, και Αρδευτικές Αντλίες (T11), που σχετίζεται μόνο με τον αγροτικό τομέα.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται στις δυο πολυκριτηριακές μεθόδους (Naiade & Electre III) παρουσιάζονται σε συνάφεια με όσα έχουν αναλυθεί στο Κεφάλαιο 4, στον ακόλουθο Πίνακα V.4.

Πίνακας V.4: Κριτήρια Πολυκριτηριακής Αξιολόγησης

Α/α	Περιγραφή	Στόχος	Κλίμακα Μέτρησης στη Naiade	Κλίμακα Μέτρησης στην Electre III
K1	Κόστος Προγράμματος	↓	Γλωσσική Μεταβλητή	2006 PPS
K2	Ενίσχυση της τοπικής οικονομίας	↑	Γλωσσική Μεταβλητή	Φυσικός αριθμός
K3	Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου	↑	tn CO ₂	tn CO ₂
K4	Προώθηση σύγχρονων τεχνολογιών	↑	Γλωσσική Μεταβλητή	Φυσικός αριθμός
K5	Ενίσχυση του μεριδίου αγοράς	↑	Φυσικός αριθμός	Φυσικός αριθμός
K6	Εξοικονόμηση ενέργειας	↑	MWh	MWh
K7	Εξοικονόμηση ισχύος	↑	Γλωσσική Μεταβλητή	MW

5.4.3 Φάση 2^η: Προσδιορισμός Δεικτών

Αρχικά έγινε ο προσδιορισμός των τιμών των δεικτών. Όπως αναφέρθηκε, η άντληση αριθμητικών τιμών για την ανάπτυξη των δεικτών για την περίοδο 1996-2006 έγινε από τις ακόλουθες πηγές.

- *Ενεργειακή Αγορά:* Η άντληση δεδομένων πραγματοποιήθηκε από ευρωπαϊκές και διεθνείς βάσεις δεδομένων, όπως η Eurostat, η IEA, ο OECD, ενώ αξιοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα του FP-6 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Scientific Reference System of New Energy Technologies and Energy End-Use (SRS NET &EEE).
- *Ενεργειακές Εταιρείες:* Τα δεδομένα αντλήθηκαν από τις ιστοσελίδες των ενεργειακών εταιρειών, και τους δημοσιευμένους ετήσιους ισολογισμούς τους, πιστοποιημένους από ορκωτούς λογιστές.
- *ΠΔΖ:* Πληροφορίες για τα προγράμματα αυτά αντλήθηκαν από διεθνείς αναφορές και μελέτες καταγραφής τους, καθιστώντας τα ως τα πλέον αξιόπιστα για τις συγκεκριμένες μελέτες περίπτωσης ΠΔΖ.

Τα αποτελέσματα για τους προαναφερθέντες δείκτες παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι.

5.4.4 Φάση 3^η: Προσδιορισμός Συμβατών Τεχνολογικών Προγραμμάτων και Σύνθεση των Χαρακτηριστικών τους

Όπως έχει αναφερθεί στις προηγούμενες ενότητες, η αποκομισθείσα διεθνής εμπειρία από τα ΠΔΖ έχει ενσωματωθεί στο υποσύστημα K-DSM.

Η εισαγωγή των τιμών των δεικτών για τη χώρα εφαρμογής και την ενεργειακή εταιρεία που επιθυμεί να υλοποιήσει το ΠΔΖ, έχει ως αποτέλεσμα το διαδοχικό έλεγχο των υφιστάμενων επιλογών και την ανάδειξη των συμβατών ΠΔΖ.

Η ανάπτυξη των Τύπων Προγραμμάτων και των Τεχνολογιών ΠΔΖ προκύπτει από τη σύνθεση των επιμέρους χαρακτηριστικών των συμβατών ΠΔΖ, καθώς όπως έχει αναφερθεί, η διεθνής εμπειρία όσον αφορά στα ΠΔΖ επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά μεμονωμένων τεχνολογικών προγραμμάτων.

Συνεπώς, στόχος της φάσης αυτής είναι ο εντοπισμός των συμβατών ΠΔΖ, και η σύνθεσή τους για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών ευρύτερων ομάδων (τύπων) προγραμμάτων, με αποτέλεσμα την παραγωγή των Πινάκων Αποδόσεων για Τεχνολογίες ΠΔΖ και Τύπων ΠΔΖ.

Τα αποτελέσματα της σύνθεσης ανά εξεταζόμενο πεδίο εφαρμογής παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

5.4.5 Φάση 4^η: Αξιολόγηση Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών Διαχείρισης της Ζήτησης

Η εφαρμογή της μεθοδολογικής προσέγγισης στην ελληνική αγορά ενέργειας πραγματοποιήθηκε για τον οικιακό, εμπορικό και βιομηχανικό τομέα, για διαφορετικές ενεργειακές εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε αυτόν.

Οι τιμές των δεικτών της ελληνικής ενεργειακής αγοράς για το 2006 παρουσιάζονται στον Πίνακα V.5 ακολούθως.

Πίνακας V.5: Πίνακας Δεικτών Ελληνικής Ενεργειακής Αγοράς

Δείκτης Ενεργειακής Έντασης (ΔΑ ₁) : 119,8 ΤΙΠ/εκ. 2006 PPS
Δείκτης Αγοραστικής Δύναμης κατά κεφαλήν (ΔΑ ₂) : 22.329 ΤΙΠ/εκ. 2006 PPS
Δείκτης Μορφωτικού Επιπέδου (ΔΑ ₃) : 5,857%
Δείκτης Ανταγωνισμού της Αγοράς (ΔΑ ₄) : 1
Δείκτης Κατανάλωσης Ενέργειας κατά κεφαλήν (ΔΑ ₅) : 2,83 ΤΙΠ/ άτομο
Δείκτης Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας κατά κεφαλήν (ΔΑ ₆) : 0,406 ΤΙΠ/ άτομο
Δείκτης Κονδυλίων Έρευνας και Ανάπτυξης για ΕΞΕΝ κατά κεφαλήν (ΔΑ ₇) : 0,339 εκ. 2006 PPS/ άτομο

Για την εφαρμογή επελέγησαν δυο ενεργειακές εταιρείες διαφορετικού μεγέθους, η ΔΕΗ Α.Ε. (5,6 δις 2006 PPS) και η Ήρων Θερμοηλεκτρική (39,18 εκ. 2006 PPS), που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελληνική ενεργειακή αγορά. Διευκρινίζεται ότι η επιλογή των εταιρειών είναι ενδεικτική, και βασίστηκε στην τάξη μεγέθους τους, που είναι αντιπροσωπευτική των ενεργειακών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην ελληνική αγορά, ενώ η εφαρμογή

πραγματοποιείται για το γενικό σενάριο «Ανεξάρτητα Κινήτρων στους Χρήστες» και «Ανεξάρτητα Φορέα Χρηματοδότησης».

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του συστήματος στην επιλογή τύπων προγραμμάτων και τεχνολογιών για τις 2 αυτές εταιρείες, στον οικιακό, βιομηχανικό και τον τομέα των υπηρεσιών παρουσιάζονται ακολούθως. Οι υπόλοιποι τομείς δεν εξετάστηκαν, καθώς δεν υφίσταται επαρκής αριθμός ΠΔΖ στη βάση γνώσης, ώστε να εξαχθούν αποτελέσματα.

5.4.5.1 Αξιολόγηση Τύπων Προγραμμάτων

ΔΕΗ Α.Ε.

Οικιακός τομέας Η εφαρμογή της μεθοδολογίας για τη ΔΕΗ στον οικιακό τομέα οδηγεί στην παραγωγή του ακόλουθου πίνακα αποδόσεων για τους τύπων ΠΔΖ, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.

Πίνακας V.6: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στον Οικιακό Τομέα

Τύπος ΠΔΖ	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Π1	X	ΠX	1.383	X	4	4.512	X
Π3	Y	M	2.750	M	6	11.185	X
Π5	M	M	3.600	M	6	14.675	M
Π7	X	M	5.696	X	5	22.144	X

Οι τιμές των σημείων διασταύρωσης (crossover values) της Naiade που χρησιμοποιούνται ανά κριτήριο, παρουσιάζονται στον Πίνακα V.7.

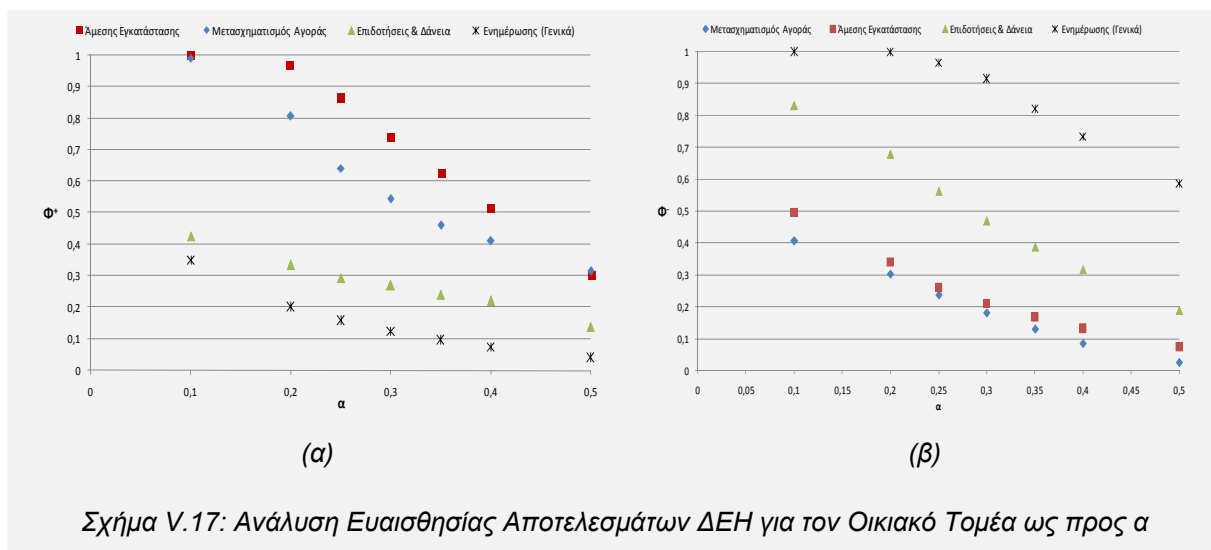
Πίνακας V.7: Crossover values Naiade

Κριτήριο	C<<	C<	C =	C=	C>	C>>
K1	-0,32	-0,24	0,08	0,16	0,24	0,32
K2	-0,24	-0,18	0,06	0,12	0,18	0,24
K3	-2.400	-1.800	600	1.200	1.800	2.400
K4	-2,4	-1,8	0,06	0,12	0,18	0,24
K5	-2,4	-1,8	0,6	1,2	1,8	2,4
K6	-8.800	-6.600	2.210	4.400	6.600	8.800
K7	-0,24	-0,18	0,06	0,12	0,18	0,24

Για τον προσδιορισμό των σημείων διασταύρωσης χρησιμοποιήθηκε η προτεινόμενη από τη βιβλιογραφία [76] σχέση μεταξύ των C>>, C>, C=, C<, δηλαδή 4/3/2/1.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας ως προς την τιμή της ελάχιστης απαίτησης α , που επιβάλλεται σε κάθε ασαφή σχέση.

Το Σχήμα V.17 ακολουθώντας παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τις Φ^+ (Σχήμα V.17 α) και Φ^- (Σχήμα V.17 β) των συμβατών τύπων προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα.



Σχήμα V.17: Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων ΔΕΗ για τον Οικιακό Τομέα ως προς α

Όπως είναι εμφανές από τα παραπάνω διαγράμματα, τα Προγράμματα Μετασχηματισμού της αγοράς και Άμεσης εγκατάστασης είναι μη συγκρίσιμα για τιμές της παραμέτρου α που κυμαίνονται μεταξύ 0,1 – 0,4. Αυξάνοντας την παράμετρο στο 0,5, παράγεται η τελική κατάταξη, με τα Προγράμματα Μετασχηματισμού της Αγοράς να υπερτερούν έναντι των Προγραμμάτων Άμεσης Εγκατάστασης, ακολουθούμενα από Προγράμματα Επιδοτήσεων και τέλος Προγράμματα Γενικής Ενημέρωσης.

Αναλυτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης ευαισθησίας της εφαρμογής για τη Naiade, παρατίθενται στο Παράρτημα II.

Τομέας
Υπηρεσιών

Για τον τομέα των υπηρεσιών παράγεται ο ακόλουθος πίνακας αποδόσεων για τους τύπων ΠΔΖ, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.

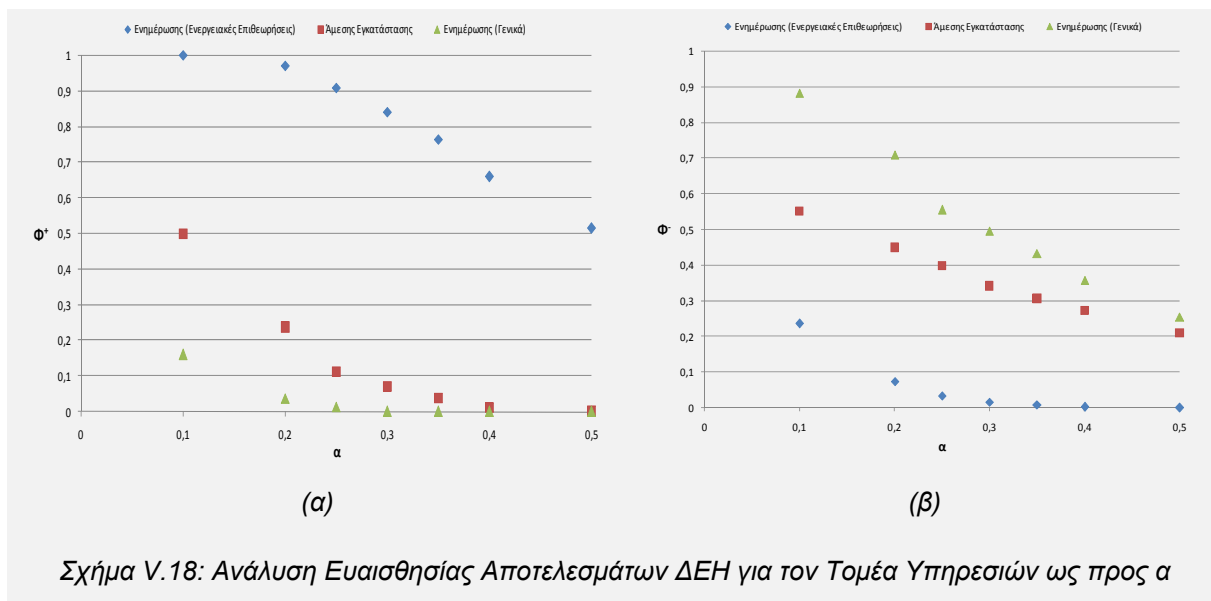
Πίνακας V.8: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στον Τομέα Υπηρεσιών

Τύπος ΠΔΖ	Κ1	Κ2	Κ3	Κ4	Κ5	Κ6	Κ7
Π1	ΠΧ	ΠΧ	800	Χ	3	3.000	ΠΧ
Π2	Χ	ΠΧ	20.981	Χ	5	53.666	Μ
Π7	Χ	Χ	1.340	Χ	4	5.400	Χ

Χρησιμοποιούνται οι τιμές των σημείων διασταύρωσης του Πίνακα V.7.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας ως προς την τιμή της ελάχιστης απαίτησης α , που επιβάλλεται σε κάθε ασαφή σχέση.

Το Σχήμα V.18 ακολουθώντας παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τις Φ^+ (Σχήμα V.18 α) και Φ^- (Σχήμα V.18 β) των συμβατών τύπων προγραμμάτων για τον τομέα των υπηρεσιών.



Σχήμα V.18: Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων ΔΕΗ για τον Τομέα Υπηρεσιών ως προς α

Όπως είναι εμφανές από τα παραπάνω διαγράμματα, τα Προγράμματα Ενημέρωσης μέσω Ενεργειακών Ελέγχων κατατάσσονται πρώτα, ακολουθούμενα από Προγράμματα Άμεσης Εγκατάστασης και τέλος τα Γενικότερα Προγράμματα Ενημέρωσης, ανεξάρτητα από την τιμή της παραμέτρου α .

Βιομηχανικός Τομέας Για τον βιομηχανικό τομέα παράγεται ο ακόλουθος πίνακας αποδόσεων για τους τύπων ΠΔΖ, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.

Πίνακας V.9: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στο Βιομηχανικό Τομέα

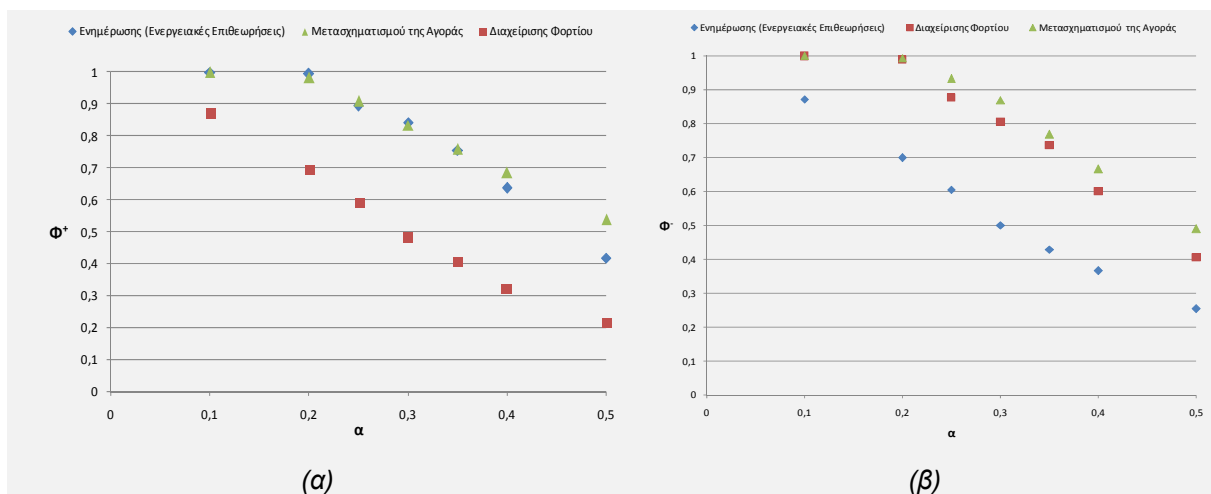
Τύπος ΠΔΖ	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Π2	X	X	26.892	X	5	97.250	X
Π5	M	M	16.000	ΠΥ	3	60.000	M
Π6	ΠΧ	ΠΧ	1.200	ΠΧ	5	3.816	ΠΥ

Χρησιμοποιούνται οι τιμές των σημείων διασταύρωσης του Πίνακα V.7.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας ως προς την τιμή της ελάχιστης απαίτησης α , που επιβάλλεται σε κάθε ασαφή σχέση.

Το Σχήμα V.19 ακολουθώντας παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τις Φ^+ (Σχήμα V.19

α) και Φ^- (Σχήμα V.19 β) των συμβατών τύπων προγραμμάτων για το βιομηχανικό τομέα.



Σχήμα V.19: Ανάλυση Ευαισθησίας Αποτελεσμάτων ΔΕΗ για το Βιομηχανικό Τομέα ως προς α

Σύμφωνα με το Σχήμα V.19, δεν είναι δυνατή η γενική εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων για την τελική κατάταξη των προγραμμάτων, συναρτήσει των τιμών της παραμέτρου α, καθώς διαφοροποιείται η κατάταξη στις ροές Φ^+ και Φ^- . Μόνο για την τιμή 0,2 της παραμέτρου α προηγούνται τα προγράμματα Ενημέρωσης μέσω Ενεργειακών Επιθεωρήσεων, ακολουθούμενα από προγράμματα Μετασχηματισμού της Αγοράς, και τελευταία τα προγράμματα Διαχείρισης Φορτίου. Αυξανόμενης της τιμής α που επιβάλλεται στις ασαφείς σχέσεις, αφήνοντας μόνο όσες δηλώνουν ισχυρή προτίμηση, οδηγούμαστε σε ασυγκριτότητα μεταξύ των εναλλακτικών.

Ήρων Θερμοηλεκτρική

Οικιακός τομέας Η εφαρμογή της μεθοδολογίας για τον Ήρων Θερμοηλεκτρική στον οικιακό τομέα οδηγεί στην παραγωγή του ακόλουθου πίνακα αποδόσεων για τους τύπων ΠΔΖ, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.

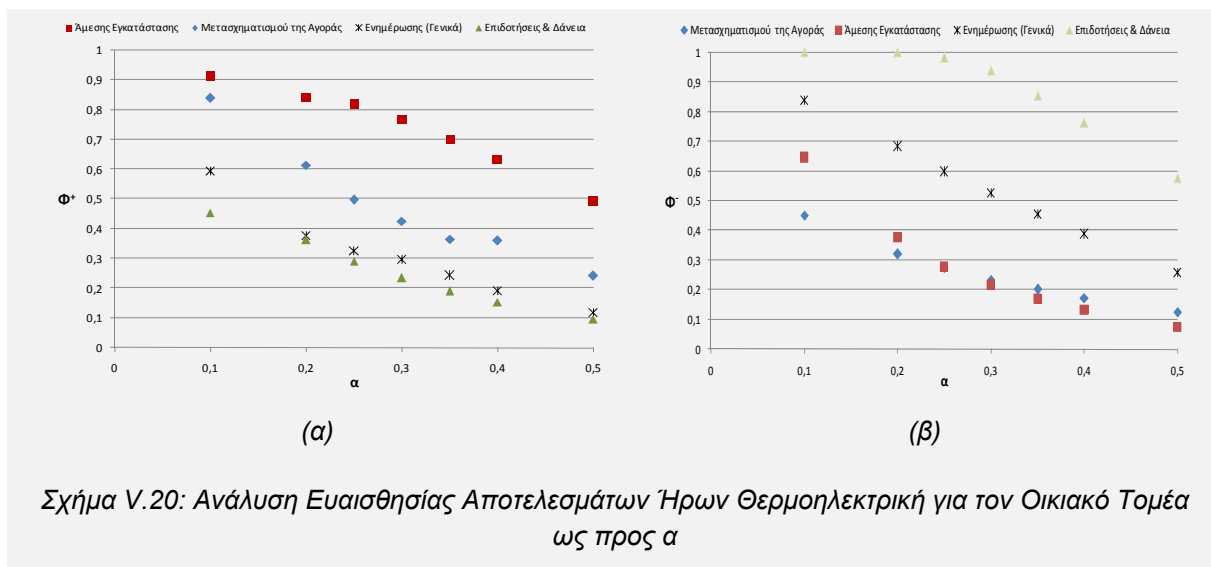
Πίνακας V.10: Πίνακας Απόδοσης Τύπων Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης στον Οικιακό Τομέα

Τύπος ΠΔΖ	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Π1	ΠΧ	ΠΧ	1.606	X	4	6.000	X
Π3	Υ	M	2.500	M	6	10.173	X
Π5	M	M	3.075	M	6	13.625	M
Π7	M	M	91.428	X	5	249.064	M

Χρησιμοποιούνται οι τιμές των σημείων διασταύρωσης του Πίνακα V.7.

Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας ως προς την τιμή της ελάχιστης απαίτησης α , που επιβάλλεται σε κάθε ασαφή σχέση.

Το Σχήμα V.20 ακολούθως παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τις Φ^+ (Σχήμα V.20 α) και Φ^- (Σχήμα V.20 β) των συμβατών τύπων προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα.



Παρατηρείται ότι για τιμές του α μικρότερες του 0,25, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή σαφούς κατάταξης, μια και τα Προγράμματα Άμεσης Εγκατάστασης είναι μη συγκρίσιμα έναντι των Προγραμμάτων Μετασχηματισμού της Αγοράς, ακολουθούμενα από Προγράμματα Ενημέρωσης γενικής φύσης και τέλος τα Προγράμματα Επιδοτήσεων και Δανείων. Για τιμές του α μεγαλύτερες του 0,25, αποσαφηνίζεται η εικόνα και τα Προγράμματα Άμεσης Εγκατάστασης είναι εμφανώς προτιμότερα των Προγραμμάτων Μετασχηματισμού της αγοράς, ενώ δεν παρατηρούνται αλλαγές στην κατάταξη των υπόλοιπων 2 προγραμμάτων.

Τομέας Υπηρεσιών Δεν πραγματοποιείται η εφαρμογή για τον τομέα των υπηρεσιών, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή προγράμματα για τη διεξαγωγή πολυκριτήριας ανάλυσης.

Βιομηχανικός Τομέας Δεν πραγματοποιείται η εφαρμογή για τον βιομηχανικό, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή προγράμματα για τη διεξαγωγή πολυκριτήριας ανάλυσης.

Η σύγκριση των προτεινόμενων ΠΔΖ για κάθε τομέα και εταιρεία καταλήγουν στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Για τον οικιακό τομέα, οι τύποι προγραμμάτων που είναι πιο κοντά στην ελληνική πραγματικότητα και για τις δυο εταιρείες είναι τα Προγράμματα Μετασχηματισμού, τα Προγράμματα Άμεσης Εγκατάστασης, τα Γενικά Προγράμματα Ενημέρωσης και τα Προγράμματα Επιδοτήσεων. Οι πρώτοι δυο τύποι προγραμμάτων αποτελούν ουσιαστικά και τις προτεραιότητες για τον τομέα, ενώ ουσιαστική διάκριση μεταξύ τους δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί, καθώς σε μικρές τιμές του α είναι μη συγκρίσιμες.

- Όσον αφορά τον τομέα των υπηρεσιών, προτεραιότητα φαίνεται να αποτελούν τα προγράμματα διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων. Η πρόταση αυτή συνάδει με τις προτεραιότητες της ελληνικής πολιτείας για διεξαγωγή υποχρεωτικών ενεργειακών επιθεωρήσεων, σε μια προσπάθεια βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Όσον αφορά τις προτεραιότητες για το βιομηχανικό τομέα, δεν είναι δυνατή η εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, παρότι τα προγράμματα διεξαγωγής ενεργειακών επιθεωρήσεων φαίνεται να έχουν ένα μικρό προβάδισμα.

5.4.5.2 Αξιολόγηση Τεχνολογιών

ΔΕΗ ΑΕ

Οικιακός τομέας Η εφαρμογή της μεθοδολογίας για τη ΔΕΗ στον οικιακό τομέα οδηγεί στην παραγωγή του ακόλουθου πίνακα αποδόσεων για τις τεχνολογίες υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.

Πίνακας V.11: Πίνακας Απόδοσης Τεχνολογιών στον Οικιακό Τομέα

Τεχνολογία	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
T2	125.089	2	4.713	2	5	18.800	30.000
T4	192.305	2	4.260	1	4	16.697	28.051
T5	1.697.572	2	4.572	2	4	17.474	9.923

Για τον προσδιορισμό των βαρών στην Electre III χρησιμοποιείται η τροποποιημένη κατά Hinkle PCT, όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4. Ο πίνακας της αντίστασης στην αλλαγή, με βάση τον οποίο πραγματοποιείται ο προσδιορισμός των βαρών, παρουσιάζεται ακολούθως.

Πίνακας V.12: Πίνακας Αντίστασης στην Αλλαγή

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Σύνολο
K1	-		l				l	4
K2		-	X		X	X	X	1
K3			-			e	X	3
K4				-		e	X	1
K5					-	X	X	1
K6						-	l	2
K7							-	4

Οι τιμές των βαρών, όπως προκύπτουν μετά την κανονικοποίηση των αποτελεσμάτων του παραπάνω πίνακα, καθώς και τα κατώφλια προτίμησης,

αδιαφορίας και βέτο που χρησιμοποιούνται ανά κριτήριο στην Electre III, παρουσιάζονται στον Πίνακα V.13.

Πίνακας V.13: Βάρη και Κατώφλια

Κριτήριο	w	p	q	v
K1	0,25	1.200.000	120.000	1.700.000
K2	0,0625	3	1	5
K3	0,1875	18.000	1.500	25.000
K4	0,0625	2	1	5
K5	0,0625	4	2	8
K6	0,125	15.500	3.000	20.000
K7	0,25	2.000	500	3.000

Η κατάταξη των εναλλακτικών σύμφωνα με την Electre III είναι T2>T4>T5. Πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας των εναλλακτικών ως προς τα βάρη των κριτηρίων. Για κάθε ένα κριτήριο ξεχωριστά λαμβάνει χώρα αύξηση 20, 40 και 60%.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα V.14.

Πίνακας V.14: Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς τα Βάρη των Κριτηρίων

Κριτήριο	Αύξηση 20%	Αύξηση 40%	Αύξηση 60%
K1	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K2	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K3	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K4	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K5	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K6	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K7	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5

Όπως ήταν αναμενόμενο σύμφωνα με τις αποδόσεις της T2 στον Πίνακα V.11, η συγκεκριμένη τεχνολογία προτιμάται κάθε φορά.

Τομέας Υπηρεσιών Η εφαρμογή της μεθοδολογίας για τη ΔΕΗ στον τομέα υπηρεσιών οδηγεί στην παραγωγή του ακόλουθου πίνακα αποδόσεων για τις τεχνολογίες υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.

Πίνακας V.15: Πίνακας Απόδοσης Τεχνολογιών στον Τομέα Υπηρεσιών

Τεχνολογία	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
T1	2.728.000	2	34.150	3	5	60.000	30.000
T2	949.333	1	20.982	2	5	53.677	28.000
T4	829.100	2	16.071	2	5	41.600	28.538
T7	60.000	1	14.398	2	4	50.500	29.200

Χρησιμοποιούνται οι τιμές των βαρών και τα κατώφλια προτίμησης και αδιαφορίας του Πίνακα V.13.

Η κατάταξη των εναλλακτικών σύμφωνα με την Electre III είναι $T7 > T1 > T2 > T4$. Πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας των εναλλακτικών ως προς τα βάρη των κριτηρίων. Για κάθε ένα κριτήριο ξεχωριστά λαμβάνει χώρα αύξηση 20, 40 και 60%.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα V.16.

Πίνακας V.16: Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς τα Βάρη των Κριτηρίων

Κριτήριο	Αύξηση 20%	Αύξηση 40%	Αύξηση 60%
K1	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T2 > T4 > T1$	$T7 > T2 > T4 > T1$
K2	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T4 > T1 > T7 > T2$
K3	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$
K4	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$
K5	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$
K6	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$
K7	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$	$T7 > T1 > T2 > T4$

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πολυκριτήριας ανάλυσης, οι σχετιζόμενες με τα συστήματα ψύξης τεχνολογίες υπερέχουν έναντι των υπολοίπων στην πλειοψηφία των υπό εξέταση σεναρίων. Οι επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος ακολουθούν σε προτεραιότητα υλοποίησης, ενώ και τεχνολογίες σχετικά με τα συστήματα HVAC

εμφανίζουν κάποιο δυναμικό στην εφαρμογή τους στον τομέα υπηρεσιών. Ως χαμηλότερης προτεραιότητας έναντι των υπολοίπων είναι οι σχετιζόμενες με το φωτισμό τεχνολογίες.

Τα κριτήρια για τα οποία παρατηρείται κάποια διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων είναι τα Κ1 και Κ2, και για αύξηση του βάρους 40% και 60% αντίστοιχα.

Βιομηχανικός Τομέας Δεν πραγματοποιείται η εφαρμογή για τον βιομηχανικό τομέα, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή προγράμματα για τη διεξαγωγή πολυκριτήριας ανάλυσης.

Ήρων Θερμοηλεκτρική

Οικιακός τομέας Η εφαρμογή της μεθοδολογίας για τον Ήρων Θερμοηλεκτρική στον οικιακό τομέα οδηγεί στην παραγωγή του ακόλουθου πίνακα αποδόσεων για τις τεχνολογίες υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, με βάση την υπάρχουσα εμπειρία.

Πίνακας V.17: Πίνακας Απόδοσης Τεχνολογιών στον Οικιακό Τομέα

Τεχνολογία	Κ1	Κ2	Κ3	Κ4	Κ5	Κ6	Κ7
T2	718.817	3	4.310	3	5	18.350	30.000
T4	6.036.171	2	147.147	2	4	395.167	167.000
T5	1.547.977	2	4.143	3	5	15.920	9.359

Χρησιμοποιούνται οι τιμές των βαρών και τα κατώφλια προτίμησης, αδιαφορίας που παρουσιάζονται στον Πίνακα V.13.

Η κατάταξη των εναλλακτικών σύμφωνα με την Electre III είναι T2>T4>T5. Πραγματοποιείται ανάλυση ευαισθησίας των εναλλακτικών ως προς τα βάρη των κριτηρίων. Για κάθε ένα κριτήριο ξεχωριστά λαμβάνει χώρα αύξηση 20, 40 και 60%. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον Πίνακα V.18.

Πίνακας V.18: Ανάλυση Ευαισθησίας ως προς τα Βάρη των Κριτηρίων

Κριτήριο	Αύξηση 20%	Αύξηση 40%	Αύξηση 60%
K1	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K2	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K3	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K4	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K5	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K6	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5
K7	T2>T4>T5	T2>T4>T5	T2>T4>T5

Οι σχετικές με HVAC τεχνολογίες διαθέτουν το μεγαλύτερο δυναμικό διείσδυσης στον οικιακό τομέα για μια εταιρεία του βεληνεκούς της Ήρων Θερμοηλεκτρική, ακολουθούμενες από τεχνολογικές επιλογές σχετικά με το φωτισμό και τις υψηλής απόδοσης οικιακές συσκευές.

Τα αποτελέσματα κρίνονται ιδιαίτερα αποτελεσματικά, καθώς το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας για τις συγκεκριμένες τεχνολογίες κρίνεται ιδιαίτερος υψηλό, τόσο σε διεθνές, όσο και σε εθνικό επίπεδο.

- Τομέας Υπηρεσιών* Δεν πραγματοποιείται η εφαρμογή για τον τομέα υπηρεσιών, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή προγράμματα για τη διεξαγωγή πολυκριτήριας ανάλυσης.
- Βιομηχανικός Τομέας* Δεν πραγματοποιείται η εφαρμογή για τον βιομηχανικό τομέα, καθώς δεν υπάρχουν επαρκή προγράμματα για τη διεξαγωγή πολυκριτήριας ανάλυσης.

5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας στην ελληνική ενεργειακή αγορά έδωσε τη δυνατότητα για την αξιολόγηση τόσο των χαρακτηριστικών της, από πλευράς πληρότητας και χρηστικότητας, όσο και της ρεαλιστικότητας των αποτελεσμάτων της.

Τα κυριότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη χρήση του πληροφοριακού συστήματος I-DSM, που ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία, είναι ότι δίνει τη δυνατότητα για τα ακόλουθα:

- Αναγνώριση και σαφή καθορισμό όλων των παραμέτρων του προβλήματος κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού και της αξιολόγησης προτάσεων ενεργειακής αποδοτικότητας από τους αποφασίζοντες.
- Η χρήση του πληροφοριακού συστήματος που ενσωματώνει την προτεινόμενη μεθοδολογία έδωσε τη δυνατότητα της αξιολόγησης των προτάσεων Τύπων και Τεχνολογιών ΠΔΖ για εναλλακτικές εταιρείες και τελικούς τομείς κατανάλωσης σε χρόνο εξαιρετικά μικρότερο αυτού που θα χρειαζόταν.
- Η χρήση του έμπειρου συστήματος αποδείχτηκε ιδιαίτερα σημαντική, αφού δίνει τη δυνατότητα ελέγχου των κανόνων που «πυροδοτήθηκαν» για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και των κατωφλίων που επιλέχθηκαν σε ότι αφορά στους δείκτες, γεγονός το οποίο δίνει τη δυνατότητα για έλεγχο της διαδικασίας και διόρθωση τυχόν σφαλμάτων ή λανθασμένων επιλογών.

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της μεθοδολογικής προσέγγισης στο σύγχρονο περιβάλλον λειτουργίας του ενεργειακού τομέα μπορούν να θεωρηθούν αρκετά ρεαλιστικά. Συγκεκριμένα, για τα επιμέρους αποτελέσματα σε κάθε στάδιο της μεθοδολογίας σημειώνονται τα ακόλουθα:

- *Τύποι Προγραμμάτων Υψηλής Προτεραιότητας*: Πρόκειται για προγράμματα που έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες και συνάδουν με τα χαρακτηριστικά και τη δομή της ελληνικής ενεργειακής αγοράς.
- *Τεχνολογίες Υψηλής Προτεραιότητας*: Πρόκειται για τεχνολογίες ώριμες και άμεσα εμπορεύσιμες, στις οποίες έχει εστιαστεί το ενδιαφέρον προώθησής τους στην Ελλάδα, από την πολιτεία μέχρι στιγμής.

Τέλος, σημειώνεται ότι, σημαντικό πλεονέκτημα της εφαρμογής και της προσπάθειας αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της αποτέλεσε η διαθεσιμότητα των δεδομένων και πληροφοριών στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου FP-6 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής “SRS NET & EEE” και του ερευνητικού έργου ΠΑΒΕΤ «Σύστημα Υποστήριξης της Ανάπτυξης και Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών», καθώς και των συνεδριάσεων και συνεδρίων των ομάδων των σχετιζόμενων ενεργειακών εμπειρογνομόνων, τόσο σε επίπεδο ΕΕ, όσο και σε επίπεδο Ελλάδας, αποδίνοντας έτσι ρεαλιστικότητα στα αποτελέσματα της μεθοδολογίας.

Βιβλιογραφία

1. Eurostat. Energy Statistics Database. 2009
2. Eurostat Data in Focus. European electricity market indicators 2006.
3. International Energy Agency (2002). Energy Policies of IEA Countries – Austria 2002 Review. IEA.
4. Austrian Energy Agency (2009). Report on Energy Efficiency Policies and Measures in Austria. IEE Project “Monitoring of Energy Efficiency in EU 27, Norway and Croatia (ODYSSEE-MURE)”.
5. European Commission DG-TREN (2008). SRS NET & EEE: Scientific Reference System on New Energy Technologies, Energy End-Use Efficiency and Energy RTD (Project Ref: 006631) – Final Report.
6. Sauter R, Watson J (2007). Strategies for the deployment of micro-generation: Implications for social acceptance. Energy Policy, 35: 2770–2779.
7. Stockholm Environment Institute (2003). Report on Consumer Attitudes to Electricity Disclosure in Europe. Altener project “Consumer Choice and Carbon Consciousness for Electricity (4C Electricity)”.
8. Energie AG. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.energieag.at>
9. Eurelectric, Energy Efficiency Working Group (2007). REPORT on Electricity Companies’ Activities on End-Use Energy Efficiency.
10. Energie Graz. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.energie-graz.at/>
11. Happel T (2009). Report on Belgium’s energy market. US Commercial Service.
12. Electrabel. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας http://www.electrabel.be/homepage_b2b/homepage.aspx
13. OECD (2005a). OECD Economic Surveys. OECD, Paris, France.
14. International Energy Agency (2007). Energy Policies of IEA Countries: Germany, 2007 Review. OECD/IEA, Paris France.
15. HEA. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.hea.de/>.
16. International Energy Agency (2006). Energy Policies of IEA Countries: Denmark, 2006 Review. OECD/IEA, Paris France.
17. Danish Energy Association. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.danishenergyassociation.com/AboutUs.aspx>.
18. ELSAM. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.elsamvpp.com/page.dsp?area=1012>.

19. Vine EL (1996). International DSM and DSM Program Evaluation: An INDEEP Assessment. Energy Policy, 21 (10): 983-996.
20. International Energy Agency (2005). Energy Policies of IEA Countries: Spain, 2005 Review. OECD/IEA, Paris France.
21. Iberdrola. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.iberdrola.es>.
22. Fecsa Endesa. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.endesa.es/Portal/en/default.htm>.
23. Vreuls H (2000). Final Report: Developing INDEEP: 1994-2000. IEA/DSM.
24. Red Electrica. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.ree.es/ingles/home.asp>.
25. Crossley D (2008). Worldwide Survey of Network-driven Demand-side Management Projects. Research Report No 1. Task XV of the International Energy Agency- Demand Side Management Programme.
26. International Energy Agency (2007). Energy Policies of IEA Countries: Ireland, 2007 Review. OECD/IEA, Paris France.
27. Electricity Supply Board. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.esb.ie>.
28. International Energy Agency (2003). Energy Policies of IEA Countries: Italy, 2003 Review. OECD/IEA, Paris France.
29. ENEL. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.enel.com/en-GB/>.
30. ACEA. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας http://www.hoovers.com/company/ACEA_SpA/ssyiff-1-1njea5.html.
31. International Energy Agency (2004). Energy Policies of IEA Countries: Netherlands, 2004 Review. OECD/IEA, Paris France.
32. ENECO. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://corporateuk.eneco.nl/Pages/Default.aspx>.
33. Van der Laar E, Vreuls H (2004). INDEEP, Analysis Report 2004. International Energy Agency.
34. Hebb L, Kofod C (1998). International Programme Experience in Providing Energy Efficiency Services Comparing Cost Effectiveness. Defu Report for IEA DSM Programme.
35. International Energy Agency (2004). Energy Policies of IEA Countries: Portugal, 2004 Review. OECD/IEA, Paris France.
36. EDP. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.edp.pt/en/aedp/sobreaedp/Pages/aEDP.aspx>.

37. International Energy Agency (2004). Energy Policies of IEA Countries: Sweden, 2004 Review. OECD/IEA, Paris France.
38. Jamtkraft. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.jamtkraft.se/>.
39. International Energy Agency (2007). Energy Policies of IEA Countries: Finland, 2007 Review. OECD/IEA, Paris France.
40. Helsinki Energy. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.helen.fi/services/index.html>.
41. International Energy Agency (2005). Energy Policies of IEA Countries: Australia, 2005 Review. OECD/IEA, Paris France.
42. International Energy Agency. Energy Statistics Database. 2009
43. EnergyAustralia. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.energyaustralia.com.au>.
44. International Energy Agency (2007). Energy Policies of IEA Countries: The United States, 2007 Review. OECD/IEA, Paris France.
45. Pacific Gas and Electric. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.pgecorp.com>.
46. York D, Kushler M, Witte P (2008). Compendium of Champions: Chronicling Exemplary Energy Efficiency Programs from Across the U.S. American Council for an Energy Efficient Economy.
47. Long Island Power Authority. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.lipower.org/company/>.
48. Oncor. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.oncor.com>.
49. National Grid. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.nationalgrid.com>.
50. Arizona Public Service Company. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.aps.com/>.
51. Puget Sound Energy. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.pugetenergy.com/index.html>.
52. Energy Trust of Oregon. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://energytrust.org/>.
53. Xcel energy. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.xcelenergy.com/>.
54. Connecticut Light and Power. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και

- των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.cl-p.com/home.aspx>.
55. Efficiency Vermont. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.encyvermont.com/pages/>.
 56. Southern California Edison. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.sce.com/>.
 57. NYPA. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.nypa.gov/>.
 58. USAID/IIEC (2005). DSM Best Practices Guide. USAID.
 59. International Energy Agency (2004). Energy Policies of IEA Countries: Canada, 2004 Review. OECD/IEA, Paris France.
 60. BC Hydro. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.bchydro.com/>.
 61. Efficiency New Brunswick. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.encynb.ca/>.
 62. London Hydro. Διαθέσιμες πληροφορίες για τις δραστηριότητες της εταιρείας και των οικονομικών ισολογισμών της είναι διαθέσιμες μέσω της εταιρικής ιστοσελίδας <http://www.londonhydro.com/>.
 63. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα www.dei.gr
 64. Όμιλος Κοπελούζου. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.copelouzou.gr/>
 65. Όμιλος Μυτιληναίου. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.mytilineos.gr/>
 66. Endesa Hellas. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.endesahellas.com.gr/>
 67. Όμιλος ΓΕΚ Τέρνα. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.gek.gr/>
 68. Τέρνα Ενεργειακή ΑΒΕΤΕ. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.terna-energy.gr/>
 69. Ρόκας Ανανεώσιμες, μέλος του ομίλου Iberdrola Renewables. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα http://www.rokasgroup.gr
 70. Ελληνικά Πετρέλαια. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.hellenic-petroleum.gr>
 71. Όμιλος ΕΛΛΑΚΤΩΡ. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.etae.com/>
 72. Καλαϊτζόγλου Α. EGF Hellas, Νέος «Παίκτης» στην Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας. Άρθρο στην εφημερίδα "ΜΕΤΟΧΟΣ και ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ", 19/06/2009.
 73. Bertoldi P, Rezessy S, Vine E (2006). Energy service companies in European countries: Current status and a strategy to foster their development. Energy Policy, 34: 1818–1832.
 74. Helesco. Διαθέσιμες πληροφορίες στην ιστοσελίδα <http://www.helesco.gr>
 75. ΥΠΑΝ. 1η Έκθεση για το Μακροχρόνιο Ενεργειακό Σχεδιασμό της Ελλάδας: 2008-2020.
 76. Sanchez RL (2002). Implementation of Multicriteria Decision Aiding Models: Electre III, Macbeth, Promethee, Analytic Hierarchy Process and Naiade. CEPLAG.

Συμπεράσματα - Προοπτικές

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο των νέων συνθηκών που διαμορφώνουν την αγορά ενέργειας, ο ρόλος της ενεργειακής αποδοτικότητας έχει ισχυροποιηθεί σημαντικά, γεγονός που υποδηλώνεται και από τον αυξητικό ρυθμό δράσεων ενίσχυσής της σε διεθνές επίπεδο από τους κυριότερους εμπλεκομένους, όπως η Πολιτεία (νομοθετικές διατάξεις, επιδοτήσεις, φοροαπαλλαγές, εθελοντικές συμφωνίες κλπ) και οι ενεργειακές εταιρείες (Προγράμματα Διαχείρισης της Ζήτησης).

Ο Ευρωπαϊκός στόχος εξοικονόμησης ενέργειας κατά 20% έως το 2020 αναμένεται να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας αξίας τουλάχιστον 100 δις € και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 800 εκ. τόνους ετησίως. Παράλληλα μπορεί να αποτελέσει ένα επιπλέον μοχλό πίεσης προς την ανάληψη περισσότερων δράσεων, και την περαιτέρω προώθηση των ΠΔΖ.

Συνοπτικά, τα γενικά συμπεράσματα που απορρέουν από την ανάλυση που παρατέθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια έχουν ως εξής:

- **Προώθηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας**
 - Η προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας από τις ενεργειακές εταιρείες, μέσω των Προγραμμάτων Διαχείρισης της Ζήτησης, αποτελεί ένα ιδιαίτερα σύνθετο ζήτημα, γεγονός στο οποίο έχει συντελέσει η εισαγωγή των νέων παραμέτρων στον ενεργειακό τομέα και η επακόλουθη αναδιαμόρφωση των επιδιώξεων των εμπλεκομένων.
 - Οι προσπάθειες εσωτερίκευσης του περιβαλλοντικού κόστους της ενέργειας, μέσω της φορολογίας και των επιβαλλόμενων προστίμων για μη συμμόρφωση με τις δεσμεύσεις που αναλαμβάνουν οι εταιρείες, μπορούν να αποτελέσουν αντισταθμιστικούς παράγοντες ως προς την οικονομική επιβάρυνση από την κατασκευή θερμικών σταθμών παραγωγής, ενισχύοντας την οικονομική ελκυστικότητα των προγραμμάτων, παρά το κόστος τους το οποίο καλούνται να καλύψουν σε μια απελευθερωμένη και ιδιαίτερα ανταγωνιστική αγορά.
 - Η μελέτη και αξιολόγηση των ΠΔΖ οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις επιπτώσεις τους σε όλες τις πτυχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Στο παραπάνω πλαίσιο, δεν ενδείκνυται η απεικόνιση των επιπτώσεων σε παραμέτρους όπως το περιβάλλον και η κοινωνία με χρήση οικονομετρικών όρων.
 - Η κάμψη που γνώρισαν τα ΠΔΖ με την έντονη διεύρυνση της απελευθέρωσης στο σύγχρονο ενεργειακό τομέα, και η σταδιακή επάνοδός τους στο προσκήνιο τα τελευταία χρόνια, αποτελούν τη βασική αιτία που οι ερευνητικές προσπάθειες που έχουν υλοποιηθεί μέχρι σήμερα αντιμετωπίζουν αποσπασματικά το πρόβλημα. Παράλληλα, το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει στραφεί κυρίως προς την αξιολόγηση συγκεκριμένων τεχνολογικών ΠΔΖ που έχουν υλοποιηθεί, διερευνώντας το τελευταίο διάστημα μεθοδολογικές προσεγγίσεις για την αξιοποίηση της

υπάρχουσας γνώσης.

- **Υποστήριξη Αποφάσεων για την Προώθηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας**

- Η ανάγκη για την αποτύπωση των χαρακτηριστικών των αποφασιζόντων και της ενεργειακής αγοράς στην οποία δραστηριοποιούνται, καθώς και της σύνδεσης των χαρακτηριστικών των ΠΔΖ με τις επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών, μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ενός συνεκτικού και ευέλικτου πλαισίου δεικτών.
- Η υπάρχουσα πληροφορία για τη συμβολή των ΠΔΖ στις σύγχρονες επιδιώξεις των ενεργειακών εταιρειών εμπεριέχει είτε από τη φύση της, είτε από τη δυσκολία απόκτησής της σε ποσοτική μορφή, κάποιο βαθμό ασάφειας.
- Για την κατάστρωση ολοκληρωμένων προτάσεων ΠΔΖ είτε σε επίπεδο Τύπων Προγραμμάτων, είτε σε επίπεδο Τεχνολογιών, απαιτείται η χρήση ενός μεθοδολογικού εργαλείου που να μπορεί να υποστηρίξει τη μοντελοποίηση της υφιστάμενης γνώσης. Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ανέδειξε τα έμπειρα συστήματα ως ένα από τα επικρατέστερα εργαλεία για το στόχο αυτό, καθώς οι εφαρμογές τους στον ενεργειακό τομέα γενικότερα είναι πολυπληθείς.
- Η ανάγκη αξιολόγησης των Τύπων ΠΔΖ, η σύνθεση των οποίων εμπεριέχει τη χρήση μικτής πληροφορίας, και της ικανοποίησης της πολυκριτηριακής φύσης του προβλήματος κατάταξής τους καθιστά τη χρήση της πολυκριτηριακής μεθόδου *Naiade* ως ένα από τα καταλληλότερα εργαλεία.
- Παράλληλα, η αξιολόγηση της πιο στοχευμένης πληροφορίας για τις Τεχνολογίες ΠΔΖ μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση της *Electre III*, η οποία μέσω των ψευδοκριτηρίων που εισάγει κατορθώνει να διαχειριστεί την αβεβαιότητα των αποδόσεων, κυρίως σε κριτήρια που απεικονίζουν την αλληλεπίδραση με την κοινωνία.

- **Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Υποστήριξης Αποφάσεων για την Προώθηση Ενεργειακής Αποδοτικότητας**

- Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο SYCASE διαμορφώνεται από τη συμβολή τεσσάρων συνιστωσών, οι οποίες μπορούν να υποστηρίξουν μια ενεργειακή εταιρεία στην προώθηση προγραμμάτων ΠΔΖ.
- Η μοντελοποίηση μέσω δεικτών των χαρακτηριστικών της ενεργειακής αγοράς στην οποία κινούνται οι ενεργειακές εταιρείες, και των χαρακτηριστικών του ίδιου του αποφασίζοντα, συμβάλλει στην άρση των γεωγραφικών περιορισμών για την αξιοποίηση της γνώσης. Παράλληλα, η μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών των ΠΔΖ και η σύνδεσή τους με τις επιδιώξεις των εν δυνάμει αποφασιζόντων, υποστηρίζει την κατάστρωση ολοκληρωμένων προτάσεων Τύπων Προγραμμάτων και Τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης.
- Η ευφυής διαχείριση του συνόλου των προτεινόμενων δεικτών συμβάλλει στη συστηματικότερη υποστήριξη της ενεργειακής εταιρείας στην προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, μέσω των ΠΔΖ.

- Η μεθοδολογία συμβάλλει στη διαμόρφωση των επιμέρους χαρακτηριστικών των γενικότερων τύπων προγραμμάτων και τεχνολογιών διαχείρισης της ζήτησης.
 - Η υιοθέτηση των δυο προτεινόμενων πολυκριτηριακών προσεγγίσεων για την αξιολόγηση και κατάταξη των τεχνολογιών και τύπων ΠΔΖ που προκύπτουν, συντελεί στην πλήρη αξιοποίηση της υπάρχουσας πληροφορίας, είτε ποιοτικής, είτε ποσοτικής.
 - Ενσωματώνεται το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο σε ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό σύστημα, το οποίο μπορεί να υποστηρίξει τον αποφασίζοντα με συνέπεια και διαφάνεια στη διαχείριση ενός μεγάλου όγκου πληροφορίας, μειώνοντας τον απαιτούμενο χρόνο λήψης απόφασης.
- ***Εφαρμογή και Αξιολόγηση της Προτεινόμενης Μεθοδολογίας***
 - Η εφαρμογή στο πλαίσιο της διδακτορικής διατριβής πραγματοποιήθηκε με βάση τα στοιχεία τα οποία είναι ευρέως διαθέσιμα.
 - Η προτεινόμενη μεθοδολογική προσέγγιση εφαρμόστηκε στον ελληνικό ενεργειακό τομέα για δυο διαφορετικούς αποφασίζοντες, και καλύπτοντας ένα ευρύ πεδίο τελικών καταναλωτών, όπως ο οικιακός, εμπορικός και βιομηχανικός τομέας, παρέχοντας τη δυνατότητα αξιολόγησης των παραγόμενων αποτελεσμάτων.
 - Τα αποτελέσματα της εφαρμογής για την ελληνική πραγματικότητα κρίνονται ικανοποιητικά, καθώς ανταποκρίνονται στις εξαγγελθείσες δράσεις και προτεραιότητες της χώρας όσον αφορά την κυβερνητική πολιτική, προτείνοντας εναλλακτικές δράσεις σε συνάφεια με τη διεθνή εμπειρία.
 - Σημαντικό στοιχείο στην αξιολόγηση της εφαρμογής αποτέλεσε η διαθεσιμότητα επιπλέον δεδομένων και πληροφοριών στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού έργου FP-6 της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «SRS NET & EEE» και του ερευνητικού έργου ΠΑΒΕΤ «Σύστημα Υποστήριξης της Ανάπτυξης και Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών».

6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Οι προοπτικές για περαιτέρω έρευνα που απορρέουν από την παρούσα διδακτορική διατριβή καταγράφονται ακολούθως:

- *Εξασφάλιση Πρόσβασης σε Περισσότερα Δεδομένα Εισόδου.* Η εξασφάλιση πρόσβασης σε περισσότερες βάσεις δεδομένων μπορεί να συντελέσει στην ενίσχυση του έμπειρου συστήματος με ΠΔΖ που να έχουν υλοποιηθεί για διαφορετικό καύσιμο, όπως το φυσικό αέριο, σε ενεργειακές αγορές με διαφορετικά χαρακτηριστικά, ΠΔΖ που να αφορούν σε τομείς που έχουν τύχει μικρότερης προσοχής, όπως ο αγροτικός και ο δημόσιος τομέας, και εναλλακτικές τεχνολογικές επιλογές.
- *Συμβολή Πραγματικών Αποφασιζόντων.*
 - Η επιλογή των βαρών και των κατωφλίων στο πλαίσιο της διατριβής στηρίχθηκε στη συμβολή ενεργειακών εμπειρογνομόνων, καθώς και σε ένα μεγάλο αριθμό δημοσιεύσεων και συλλεγομένων δεδομένων από τη διεθνή και ευρωπαϊκή εμπειρία. Ως εκ τούτου, η εμπλοκή πραγματικών αποφασιζόντων, που να δραστηριοποιούνται στην ελληνική πραγματικότητα, θα συμβάλλει στην περαιτέρω ρεαλιστικότητα της εφαρμογής.
 - Στη λήψη απόφασης μέσα σε μια ενεργειακή εταιρεία μπορεί να εμπλέκονται περισσότεροι του ενός αποφασίζοντες, αντιπροσωπεύοντας νευραλγικά τμήματα της εταιρείας με διαφορετικές απόψεις και προτεραιότητες. Η διεξαγωγή ανάλυσης αμεροληψίας της *Naiade* μπορεί να αναδείξει τις υφιστάμενες συγκρούσεις απόψεων, να προσδιορίσει τις καταλληλότερες λύσεις για κάθε ομάδα, και να καταλήξει σε μια συμβιβαστική λύση για όλους. Η άντληση δεδομένων απευθείας από τους εμπλεκόμενους ενεργειακούς παίκτες είναι βαρύνουσα σημασίας για την υλοποίηση της συγκεκριμένης πρότασης. Παράλληλα, ανάλυση αμεροληψίας μπορεί να διεξαχθεί και για άλλους εμπλεκόμενους του ενεργειακού τομέα, όπως η ΡΑΕ και ο ΔΕΣΜΗΕ.
 - Η συμβολή πραγματικών αποφασιζόντων μπορεί να ενισχύσει την περαιτέρω εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε εφαρμογές σε πραγματικό περιβάλλον.
- *Εμπλουτισμός Κανόνων με Ασαφή Λογική.* Η χρήση των κανόνων που αναπτύχθηκαν για τον προσδιορισμό των συμβατών τεχνολογικών προγραμμάτων ΠΔΖ στηρίχθηκε στη θέσπιση αριθμητικών ορίων. Η εισαγωγή ασαφών κανόνων θα συνέβαλε στη ρεαλιστικότερη αξιολόγηση των διαφοροποιήσεων των ΠΔΖ, όσον αφορά το περιβάλλον υλοποίησής τους.
- *Διερεύνηση εφαρμογής της *Naiade* για την αξιολόγηση των τεχνολογιών ενεργειακής αποδοτικότητας,* λαμβάνοντας υπόψη το χαρακτηριστικό σημείο της μεθοδολογίας για απουσία βαρών. Η ικανότητα της μεθόδου για διαχείριση πληροφορίας που να επηρεάζεται από διαφορετικά επίπεδα ασάφειας και η εφαρμογή της στην αξιολόγηση

των τεχνολογικών επιλογών, μπορεί να συμβάλλει στη διασταύρωση των γενικότερων κατευθύνσεων των αποτελεσμάτων.

- *Διασύνδεση του πληροφοριακού συστήματος* της προτεινόμενης μεθοδολογίας στα ήδη υπάρχοντα αναλυτικά μοντέλα ενεργειακής ανάλυσης και σχεδιασμού, έτσι ώστε να εξετάζονται οι προτάσεις ΠΔΖ σε σχέση με ανταγωνιστικές επιλογές, όπως η κατασκευή θερμικών σταθμών ή η επένδυση σε τεχνολογίες ΑΠΕ.

Παράρτημα Ι: Τιμές Δεικτών

Πίνακας Ι.1: Δείκτες Ενεργειακής Αγοράς							
Κωδ. ΠΔΖ	ΔΑ ₁	ΔΑ ₂	ΔΑ ₃	ΔΑ ₄	ΔΑ ₅	ΔΑ ₆	ΔΑ ₇
ΑΤ1	121,77	29.500,73	3,08	3	4,21	0,60	1,17
ΑΤ2	121,77	29.500,73	3,08	3	4,21	0,60	1,17
ΑΤ3	121,77	29.500,73	3,08	3	4,21	0,60	1,17
ΑΤ4	121,77	29.500,73	3,08	3	4,21	0,60	1,17
ΑΤ5	122,82	28.743,98	2,97	3	3,54	0,59	1,25
ΒΕ1	176,19	27.872,10	3,74	2	4,91	0,67	0,49
ΔΕ1	143,28	27.376,67	2,77	3	4,23	0,55	0,23
ΔΕ2	143,28	27.376,67	2,77	3	4,23	0,55	0,23
ΔΚ1	136,77	26.125,07	3,57	2	3,58	0,52	1,97
ΔΚ2	128,98	27.118,98	3,74	2	3,50	0,52	0,21
ΔΚ3	182,07	24.430,94	3,48	1	4,46	0,52	1,02
ΔΚ4	182,07	24.430,94	3,48	1	4,46	0,52	1,02
ΕΣ1	141,06	22.711,02	4,06	3	3,29	0,50	0,07
ΕΣ2	128,67	18.823,44	4,42	2	2,42	0,32	0,12
ΕΣ3	141,06	22.711,02	4,06	3	3,25	0,50	0,07
ΙΡ1	104,19	34.340,12	4,47	3	3,58	0,52	1,32
ΙΡ2	104,19	34.340,12	4,47	3	3,58	0,52	1,32
ΙΡ3	104,19	34.340,12	4,47	3	3,58	0,52	1,32
ΙΤ1	125,50	24.407,05	3,45	3	3,17	0,45	0,40
ΙΤ2	125,50	24.407,05	3,45	3	3,17	0,45	0,40
ΙΤ3	125,50	24.407,05	3,45	3	3,17	0,45	0,40
ΙΤ4	128,75	21.962,19	3,29	2	2,83	0,36	1,03
ΝΛ1	192,66	24.955,88	2,97	2	4,82	0,44	3,93
ΝΛ2	192,66	24.955,88	2,97	2	4,82	0,44	3,93
ΝΛ3	192,66	24.955,88	2,97	2	4,82	0,44	3,93
ΡΤ1	119,38	18.002,27	3,46	2	2,40	0,39	0,02
ΡΤ2	119,38	18.002,27	3,46	2	2,40	0,39	0,02
ΣΕ1	159,48	28.022,87	4,56	2	5,56	1,24	1,66

Πίνακας Ι.1: Δείκτες Ενεργειακής Αγοράς							
Κωδ. ΠΔΖ	ΔΑ ₁	ΔΑ ₂	ΔΑ ₃	ΔΑ ₄	ΔΑ ₅	ΔΑ ₆	ΔΑ ₇
FI1	199,13	27.197,79	5,87	3	7,20	1,40	2,26
FI2	199,13	27.197,79	5,87	3	7,20	1,40	2,26
FI3	199,13	27.197,79	5,87	3	7,20	1,40	2,26
AU1	194,72	29.360,32	6,42	5	5,72	0,78	0,46
USA1	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA2	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA3	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA4	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA5	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA6	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA7	227,94	34514,83	5,73	5	7,89	1,09	1,23
USA8	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA9	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA10	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA11	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA12	211,06	36847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA13	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA14	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA16	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA15	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA18	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA17	211,06	36.847,77	5,86	5	7,72	1,10	1,17
USA19	271,92	30.522,55	5,01	4	7,88	1,06	1,61
USA20	271,92	30.522,55	5,01	4	7,88	1,06	1,61
CA1	305,74	24.852,81	5,15	3	8,00	1,37	1,62
CA2	261,11	31.712,61	5,95	5	8,28	1,40	1,20
CA3	261,11	31.712,61	5,95	5	8,28	1,40	1,20

Πίνακας Ι.2: Δείκτες Εταιρίας								
Κωδ. ΠΔΖ	ΔΕ ₁	ΔΕ ₂	ΔΕ ₃					ΔΕ ₄
			οικιακός	τριτογενής	βιομηχανικός	αγροτικός	δημόσιος	
ΑΤ1	2	3	1	0	0	0	0	2
ΑΤ2	2	2	1	0	0	0	0	2
ΑΤ3	2	3	0	0	0	0	1	5
ΑΤ4	2	4	1	0	0	0	0	2
ΑΤ5	2	2	0	0	0	0	1	2
ΒΕ1	3	3	0	0	1	0	0	2
ΔΕ1	2	3	1	0	0	0	0	2
ΔΕ2	2	3	1	0	0	0	0	2
ΔΚ1	2	3	0	0	1	0	0	2
ΔΚ2	2	4	1	0	0	0	0	2
ΔΚ3	2	3	0	0	1	0	0	2
ΔΚ4	2	3	0	1	0	0	1	2
ΕΣ1	5	3	0	1	1	0	0	2
ΕΣ2	5	3	1	0	0	0	0	2
ΕΣ3	2	2	0	0	1	0	0	5
ΙΡ1	3	2	0	1	1	0	0	2
ΙΡ2	3	2	0	1	1	0	0	2
ΙΡ3	3	0	1	0	0	0	0	2
ΙΤ1	1	2	0	0	0	0	1	2
ΙΤ2	1	2	1	0	0	0	0	2
ΙΤ3	1	2	1	0	0	0	0	2
ΙΤ4	3	2	1	1	0	0	0	5
ΝΛ1	3	2	1	0	0	0	0	2
ΝΛ2	3	2	1	1	0	0	0	2
ΝΛ3	3	3	1	0	0	0	0	2
ΡΤ1	5	3	1	0	0	0	1	2
ΡΤ2	5	5	1	0	0	0	0	2
ΣΕ1	1	3	1	0	0	0	0	2

Πίνακας Ι.2: Δείκτες Εταιρίας								
Κωδ. ΠΔΖ	ΔΕ ₁	ΔΕ ₂	ΔΕ ₃					ΔΕ ₄
			οικιακός	τριτογενής	βιομηχανικός	αγροτικός	δημόσιος	
FI1	2	2	1	0	0	0	1	2
FI2	2	1	1	0	0	0	0	2
FI3	2	4	1	1	0	0	0	2
AU1	2	0	0	1	1	0	1	2
USA1	4	2	1	0	0	0	0	4
USA2	4	3	1	1	0	0	0	4
USA3	4	3	1	1	0	0	0	4
USA4	4	3	1	0	0	0	0	4
USA5	4	3	1	0	0	0	0	4
USA6	4	2	0	0	1	0	0	4
USA7	1	3	1	0	0	0	0	4
USA8	2	5	1	0	0	0	0	2
USA9	3	2	1	0	0	0	0	4
USA10	3	4	1	0	0	0	0	4
USA11	3	3	1	0	0	0	0	4
USA12	1	3	0	0	1	0	0	4
USA13	3	4	0	1	1	0	0	2
USA14	3	5	0	1	1	0	0	2
USA16	3	3	0	1	0	0	0	4
USA15	3	3	0	1	1	0	0	2
USA18	1	3	0	1	1	0	0	4
USA17	3	3	0	0	1	0	0	4
USA19	4	3	0	1	1	1	0	4
USA20	3	3	0	0	0	0	1	4
CA1	3	3	0	1	1	0	0	2
CA2	1	0	0	1	1	0	0	4
CA3	1	0	1	0	0	0	0	2

Πίνακας Ι.3: Δείκτες Προγραμμάτων (ΝΑΙΑΔΕ)

Κωδ. ΠΔΖ	ΔΠ ₁	ΔΠ ₂	ΔΠ ₃	ΔΠ ₄	ΔΠ ₅	ΔΠ ₆	ΔΠ ₇
ΑΤ1	Υ	Μ	1.000	Μ	7	3.920	Χ
ΑΤ2	ΠΧ	Μ	10.100	ΠΧ	4	40.500	Μ
ΑΤ3	Μ	Χ	1.300	Χ	4	4.500	ΠΧ
ΑΤ4	Χ	Μ	2.700	Μ	8	10.900	Μ
ΑΤ5	Χ	ΠΧ	795	Χ	5	3.180	Χ
ΒΕ1	Χ	Χ	44.624	Χ	6	160.000	ΠΧ
ΔΕ1	Χ	Χ	2.387	Μ	3	35.000	Χ
ΔΕ2	Χ	Μ	5.115.000	Υ	5	273.000	Μ
ΔΚ1	Μ	Μ	16.000	ΠΥ	3	60.000	Μ
ΔΚ2	Μ	Χ	13.340	Χ	3	50.000	ΠΧ
ΔΚ3	Υ	Χ	34.150	Μ	5	128.000	Χ
ΔΚ4	Υ	Χ	34.150	Μ	5	60.000	Μ
ΕΣ1	Υ	Μ	4.038	Μ	6	8.291	Μ
ΕΣ2	Μ	Χ	250	Μ	6	778	Χ
ΕΣ3	ΠΧ	ΠΧ	1.200	ΠΧ	5	3.816	ΠΥ
ΙΡ1	ΠΧ	ΠΧ	3.421	Χ	5	12.000	Μ
ΙΡ2	ΠΧ	ΠΧ	25.374	Χ	5	89.000	Μ
ΙΡ3	Χ	ΠΧ	713	ΠΧ	3	50	ΠΧ
ΙΤ1	Μ	Μ	77.000	Μ	6	200.000	Χ
ΙΤ2	ΠΥ	Μ	430.000	Μ	4	1.140.000	ΠΥ
ΙΤ3	Μ	Μ	2.000	Μ	6	8.150	Χ
ΙΤ4	Χ	Χ	1.340	Χ	4	5.400	Χ
ΝΛ1	Χ	Χ	69.000	ΠΧ	3	270.000	Μ
ΝΛ2	ΠΧ	Χ	12.726	Χ	5	49.500	ΠΧ
ΝΛ3	ΠΧ	ΠΥ	32	Χ	7	125	Μ
ΡΤ1	Χ	Χ	396	Χ	3	1.400	Μ
ΡΤ2	Μ	Χ	56.580	Μ	4	200.000	Μ
ΣΕ1	Υ	Μ	3.100	ΠΥ	5	17.000	Μ
ΦΙ1	Χ	Χ	2.680	Μ	4	10.000	Χ

Πίνακας Ι.3: Δείκτες Προγραμμάτων (ΝΑΙΑΔΕ)

Κωδ. ΠΔΖ	ΔΠ ₁	ΔΠ ₂	ΔΠ ₃	ΔΠ ₄	ΔΠ ₅	ΔΠ ₆	ΔΠ ₇
FI2	ΠΧ	ΠΧ	1.340	ΠΧ	4	5.000	Μ
FI3	ΠΧ	ΠΧ	800	Χ	3	3.000	ΠΧ
AU1	Χ	ΠΧ	2.043	Χ	4	7.100	Χ
USA1	Υ	Μ	1.380	Υ	5	4.800	Χ
USA2	ΠΥ	Υ	5.500	Υ	6	19.100	Μ
USA3	ΠΥ	Μ	682.400	Χ	4	2.371.000	Μ
USA4	ΠΥ	Μ	8.600	Υ	6	29.940	Χ
USA5	ΠΥ	Υ	7.000	Υ	9	24.300	Μ
USA6	ΠΥ	Μ	29.000	ΠΥ	6	101.000	Χ
USA7	ΠΥ	Υ	34.390	Υ	6	119.500	ΠΥ
USA8	Μ	Υ	2.990.000	ΠΥ	6	10.386	Χ
USA9	Υ	Χ	1.260	Μ	8	4.400	Χ
USA10	Υ	Χ	34.800	Χ	5	360.000	Υ
USA11	ΠΥ	Χ	130.150	Χ	5	452.237	ΠΥ
USA12	ΠΥ	Υ	19.900	ΠΥ	6	69.204	Μ
USA13	ΠΥ	Μ	78.500	Μ	7	273.019	Υ
USA14	ΠΥ	Μ	32.800	Μ	8	114.100	Μ
USA16	ΠΥ	Υ	230	ΠΥ	7	813	Χ
USA15	Υ	Μ	16.500	ΠΥ	7	57.400	Χ
USA18	Υ	Μ	24.500	ΠΥ	6	85.000	ΠΧ
USA17	Υ	Μ	14.200	ΠΥ	5	49.500	Χ
USA19	ΠΥ	Μ	27.800	Χ	4	96.572	Χ
USA20	ΠΧ	Χ	11.000	Μ	5	151.647	Μ
CA1	Χ	ΠΧ	430	ΠΧ	3	1.523	ΠΧ
CA2	Μ	Μ	4.260	Μ	6	15.060	Χ
CA3	Μ	Μ	14.380	Μ	7	50.800	Μ

Πίνακας Ι.4: Δείκτες Προγραμμάτων (ELECTRE-III)

Κωδ. ΠΔΖ	ΔΠ₁	ΔΠ₂	ΔΠ₃	ΔΠ₄	ΔΠ₅	ΔΠ₆	ΔΠ₇
AT1	-	3	1.000	3	7	3.920	6.539
AT2	-	3	10.100	1	4	40.500	30.000
AT3	-	2	1.300	2	4	4.500	-
AT4	-	3	2.700	3	8	10.900	30.000
AT5	288.877	1	795	2	5	3.180	24.153
BE1	120.000	2	44.624	2	6	160.000	-
DE1	116.462	2	2.387	3	3	35.000	6.539
DE2	145.577	3	5.115.000	4	5	273.000	30.000
DK1	916.484	3	16.000	5	3	60.000	30.000
DK2	540.000	2	13.340	2	3	50.000	-
DK3	4.030.000	2	34.150	3	5	128.000	12.300
DK4	2.728.000	2	34.150	3	5	60.000	30.000
ES1	2.938.885	3	4.038	3	6	8.291	30.000
ES2	1.288.638	2	250	3	6	778	6.539
ES3	-	1	1.200	1	5	3.816	1.272.000
IR1	-	1	3.421	2	5	12.000	30.000
IR2	60.000	1	25.374	2	5	89.000	-
IR3	180.000	1	713	1	3	50	-
IT1	700.000	3	77.000	3	6	200.000	24.153
IT2	18.000.000	3	430.000	3	4	1.140.000	441.000
IT3	-	3	2.000	3	6	8.150	6.539
IT4	468.400	2	1.340	2	4	5.400	24.153
NL1	208.954	2	69.000	1	3	270.000	30.000
NL2	60.612	2	12.726	2	5	49.500	-
NL3	96.374	5	32	2	7	125	30.000
PT1	366.078	2	396	2	3	1400	30.000
PT2	1.679.291	2	56.580	3	4	200.000	-
SE1	2.500.000	3	3.100	5	5	17.000	30.000
FI1	342.346	2	2.680	3	4	10.000	6.539

Πίνακας Ι.4: Δείκτες Προγραμμάτων (ELECTRE-III)

Κωδ. ΠΔΖ	ΔΠ₁	ΔΠ₂	ΔΠ₃	ΔΠ₄	ΔΠ₅	ΔΠ₆	ΔΠ₇
FI2	38.514	1	1.340	1	4	5.000	30.000
FI3	17.117	1	800	2	3	3.000	0
AU1	322.197	1	2.043	2	4	7.100	400
USA1	2.965.777	3	1.380	4	5	4.800	1.700
USA2	12.496.251	4	5.500	4	6	19.100	32.300
USA3	314.905.000	3	682.400	2	4	2.371.000	35.000
USA4	18.327.835	3	8.600	4	6	29.940	11.667
USA5	75.019.161	4	7.000	4	9	24.300	30.000
USA6	27.491.752	3	29.000	5	6	101.000	12.300
USA7	27.753.579	4	34.390	4	6	119.500	168.400
USA8	916.392	4	2.990.000	5	6	10.386	8.900
USA9	5.664.967	2	1.260	3	8	4.400	6.251
USA10	4.311.207	2	34.800	2	5	360.000	63.700
USA11	11.329.934	2	130.150	2	5	452.237	145.244
USA12	12.558.441	4	19.900	5	6	69.204	30.000
USA13	12.079.709	3	78.500	3	7	273.019	52.446
USA14	44.444.333	3	32.800	3	8	114.100	30.670
USA16	10.246.926	4	230	5	7	813	5.000
USA15	6.331.434	3	16.500	5	7	57400	14.100
USA18	6.664.667	3	24.500	5	6	85000	-
USA17	8.330.834	3	14.200	5	5	49500	10.467
USA19	11.702.711	3	27.800	2	4	96572	24.153
USA20	57.250	2	11.000	3	5	151647	30.900
CA1	309.092	1	430	1	3	1523	-
CA2	1.666.167	3	4.260	3	6	15060	1.750
CA3	1.071.429	3	14.380	3	7	50800	30.000

The title is framed by two sets of horizontal bars. The top set consists of a thick black bar on the left and a thinner grey bar on the right. The bottom set consists of a thinner grey bar on the left and a thick black bar on the right.

*Παράρτημα II: Αποτελέσματα
Εφαρμογής*

Πίνακας ΙΙ.1: Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς τον Οικιακό Τομέα για τη ΔΕΗ

Ροή Φ⁻				
<i>α</i>	<i>Π1</i>	<i>Π3</i>	<i>Π5</i>	<i>Π7</i>
0,1	1	0,832	0,408	0,495
0,2	0,999	0,679	0,302	0,339
0,25	0,965	0,562	0,238	0,261
0,3	0,915	0,469	0,181	0,21
0,35	0,821	0,388	0,13	0,167
0,4	0,733	0,316	0,084	0,131
0,5	0,586	0,189	0,026	0,073
Ροή Φ⁺				
<i>α</i>	<i>Π1</i>	<i>Π3</i>	<i>Π5</i>	<i>Π7</i>
0,1	0,349	0,427	0,991	1
0,2	0,202	0,335	0,807	0,969
0,25	0,158	0,294	0,641	0,863
0,3	0,123	0,27	0,544	0,741
0,35	0,096	0,24	0,46	0,625
0,4	0,074	0,22	0,411	0,514
0,5	0,041	0,139	0,315	0,304

Πίνακας ΙΙ.2: Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς τον Τομέα Υπηρεσιών για τη ΔΕΗ

Ροή Φ⁻			
<i>α</i>	<i>Π1</i>	<i>Π2</i>	<i>Π7</i>
0,1	0,881	0,236	0,55
0,2	0,708	0,073	0,449
0,25	0,554	0,034	0,398
0,3	0,495	0,016	0,341
0,35	0,432	0,008	0,306
0,4	0,357	0,002	0,272
0,5	0,255	0	0,209
Ροή Φ⁺			
<i>α</i>	<i>Π1</i>	<i>Π2</i>	<i>Π7</i>
0,1	0,16	1	0,499
0,2	0,037	0,97	0,237
0,25	0,014	0,908	0,111
0,3	0	0,841	0,07
0,35	0	0,764	0,037
0,4	0	0,659	0,01
0,5	0	0,514	0

Πίνακας ΙΙ.3: Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς το Βιομηχανικό Τομέα για τη ΔΕΗ

Ροή Φ⁻			
<i>α</i>	<i>Π2</i>	<i>Π5</i>	<i>Π6</i>
0,1	0,872	1	0,999
0,2	0,699	0,993	0,988
0,25	0,604	0,932	0,876
0,3	0,499	0,869	0,805
0,35	0,429	0,768	0,735
0,4	0,365	0,665	0,6
0,5	0,253	0,489	0,405
Ροή Φ⁺			
<i>α</i>	<i>Π2</i>	<i>Π5</i>	<i>Π6</i>
0,1	0,999	1	0,869
0,2	0,994	0,982	0,696
0,25	0,893	0,91	0,592
0,3	0,841	0,834	0,481
0,35	0,755	0,759	0,405
0,4	0,636	0,685	0,322
0,5	0,416	0,537	0,214

Πίνακας ΙΙ.4: Αποτελέσματα Ανάλυσης Ευαισθησίας ως προς τον Οικιακό Τομέα για την Ήρων Θερμοηλεκτρική				
Ροή Φ⁻				
<i>α</i>	<i>Π1</i>	<i>Π3</i>	<i>Π5</i>	<i>Π7</i>
0,1	0,837	1	0,45	0,646
0,2	0,683	1	0,32	0,376
0,25	0,599	0,983	0,274	0,278
0,3	0,525	0,939	0,234	0,217
0,35	0,454	0,856	0,201	0,169
0,4	0,388	0,763	0,172	0,131
0,5	0,258	0,576	0,124	0,073
Ροή Φ⁺				
<i>α</i>	<i>Π1</i>	<i>Π3</i>	<i>Π5</i>	<i>Π7</i>
0,1	0,592	0,453	0,839	0,912
0,2	0,375	0,363	0,614	0,843
0,25	0,324	0,291	0,498	0,819
0,3	0,296	0,235	0,425	0,77
0,35	0,243	0,19	0,365	0,703
0,4	0,191	0,153	0,361	0,636
0,5	0,116	0,096	0,243	0,49

The title is framed by two sets of horizontal bars. The top set consists of a thick black bar on the left and a thinner grey bar extending further to the right. The bottom set consists of a thinner grey bar on the left and a thick black bar extending further to the right.

*Παράρτημα III: Λίστα
Δημοσιεύσεων*

Δημοσιεύσεις σε Διεθνή Περιοδικά:

1. Papadopoulou A.G., Doukas H., Psarras J., “An Intelligent Decision Support System for SMEs’ Activation in the Energy Sector”, *International Journal of Management and decision Making*, Volume 10, Number 1-2 / 2009, pp 125-137.
2. Doukas H., Papadopoulou A.G., Nychtis C., Psarras J., and van Beeck N., “Energy Research and Technology Development Data Collection Strategies: The Case of Greece”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13: 682-688, 2009.
3. Doukas H., Papadopoulou A.G., Psarras J., Ragwitz M., and Schlomann B., “Sustainable Reference Methodology for Energy End-Use Efficiency Data in the EU”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 12, Issue 8, October 2008, Pages 2159-2176.
4. Doukas H., Patlitzianas K.D. Papadopoulou A.G. and Psarras J., “Foresight of Innovative Energy Technologies through a Multicriteria Energy Approach”, *International Journal of Energy Technology and Policy*, 6 (4): 381-394, 2008.
5. Patlitzianas K., Papadopoulou A., Flamos A., and Psarras J., “CMIEM: The Computerized Model for Intelligent Energy Management”, *International Journal of Computer Applications in Technology*, Vol. 22, Nos. 2/3, pp. 120-129, 2005.

Κεφάλαια σε Βιβλία:

Papadopoulou A.G., Botsikas A., Karakosta Ch., Doukas H., Psarras J., “Intelligent Information Systems for Strengthening the Quality of Energy Services in the EU: Case Study in the Greek Energy Sector”, chapter *XVII* in the book “Intelligent Information Systems and Knowledge Management for Energy: Applications for Decision support, Usage and Environmental Protection”, Inderscience, 2009.

Ανακοινώσεις σε Διεθνή Συνέδρια:

1. Karakosta C, Doukas H, Papadopoulou AG, Psarras J. “Technology Transfer: a 'Win-win' Strategy for Sustainable Development in Kenya?”. 5th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - SDEWES.2009.180, 29/19-3/10 2009, Dubrovnik, Croatia.
2. Papadopoulou AG., Karakosta Ch, Doukas H., Psarras J. “Intelligent Models for Energy Savings in Building”. 3rd International Exhibition on Energy Saving and Renewable Energy Source – Energy RES, 19-22 February 2009, Athens, Greece.
3. Doukas H., Karakosta Ch, Papadopoulou AG. Psarras J. “Decision Support Systems for the Promotion of Renewable Energy Sources in the Modern Operational Environment of the Energy Sector”. 3rd International Exhibition on Energy Saving and Renewable Energy Source – Energy ReS, 19-22 February 2009, Athens, Greece.
4. Doukas H., Papadopoulou AG., Psarras J. “Foresight of Innovative Energy Technologies through a Linguistic Multi Criteria Approach”. COST Action A22: Advancing Foresight Methodologies, European Science Foundation, 9-11 July 2007, Athens, Greece.
5. Flamos A, Papadopoulou AG, Karakosta Ch, Theodorou S, Psarras J. “CDM in MENA Countries: Current Status and Financing Opportunities”. Middle East and North Africa Renewable Energies Conference -MENAREC 4, 20-21 June 2007, Damascus, Syria.
6. Doukas H., Patlitzianas D. K., Iatropoulos K., Papadopoulou G.A, Psarras J., “Intelligent Model for the Energy Efficiency in Buildings”, Energy Efficiency Conference, 3 November 2006, Academy of Athens.
7. Doukas H., Papadopoulou A., Patlitzianas K. D., Psarras J., “Sustainable Energy Options through a Linguistic Multiple Criteria Approach”, 19th Mini-EURO Conference on "Operational Research Models and Methods in the Energy Sector" (ORMMES'06), 6-8 September 2006, University of Coimbra, Portugal.

8. K. D. Patlitzianas, H. Doukas, A. G. Papadopoulou and J. Psarras, "Assessing energy companies' environment in the EU accession member states", 4th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL'06), Millenium Conference Centre, 21-23 June 2006, London, United Kingdom.
9. Papadopoulou A., Patlitzianas D. K., Doukas H., Kagiannas A., Psarras J., "Energy management's overview in EU", Eight International Conference on energy for a clean environment, 27-30 June 2005, Lisbon, Portugal
10. Doukas H., Patlitzianas D. K., Papadopoulou A., Flamos A., Psarras J., "The Threats Emerging and Correlated Opportunities of the EU Emission Trading Scheme", Eight International Conference on energy for a clean environment "Clean Air 2005", 27-30 June 2005, Lisbon, Portugal
11. Doukas H., Patlitzianas D. K., Papadopoulou A. and Psarras J., "Sustainable Development through the CDM opportunities in the Mediterranean region", International Conference Sustainable Building 04 Event for the Mediterranean region (SB04MED), 9th - 11th June 2005, Athens, Greece
12. Patlitzianas DK, Doukas H, Papadopoulou A and Psarras J, "Study of the climate change confrontation possibilities in the electricity sector", Conference of the Technical Chamber of Greece, 9 & 10 June 2005, Athens, Greece.
13. Patlitzianas D. K., Papadopoulou A., Doukas H., Flamos A., Psarras J., "The Environmental Policy of the European Union Member States for the Emission Trading Scheme", 5th International Exhibition and Conference on Environmental Technology "HELECO '05", 3 – 6 February 2005, Exhibition Centre HELEXPO, Athens, Greece
14. Flamos A., Patlitzianas D. K., Doukas H., Papadopoulou A., Psarras J., "Investigation of the utilization potential of the Clean Development Mechanism in the Mediterranean region", 5th International Exhibition and Conference on Environmental Technology "HELECO '05", 3 – 6 February 2005, Exhibition Centre HELEXPO, Athens, Greece
15. Psarras J., Patlitzianas D. K., Doukas H., Papadopoulou A., "Business Opportunities for the CDM project development in the Mediterranean", 20 January 2005, Workshop IENE, Athens, Greece

Άλλες Δημοσιεύσεις:

Papadopoulou A., Flamos A., Moissis D. and Theodorou S., "CDM in FEMIP Countries: Current Status and Opportunities", CDM Investment Newsletter, Nr. 2/2007, pp. 24-26.