



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας II: Ανάλυσης, Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Διεργασιών και Συστημάτων

Ανάλυση Επικινδυνότητας Σχεδίου Δράσης για την Επίτευξη Εθνικών Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Στόχων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιωάννης Μιχαλόπουλος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Διονύσης Ασημακόπουλος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2011

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία υπό την εποπτεία του κ. Διονύση Ασημακόπουλου διαπραγματεύεται τον μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό της Ελλάδας υπό συνθήκες αβεβαιότητας εν όψει της εφαρμογής της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής και Περιβαλλοντικής Πολιτικής στην Ελλάδα.

Η εργασία αυτή δεν θα είχε ολοκληρωθεί χωρίς την συμβολή πολλών, για τους οποίους αισθάνομαι υποχρέωση και επιθυμώ να ευχαριστήσω.

Για την ανάθεση του θέματος και τις πολύτιμες υποδείξεις σε όλη την διάρκεια της προσπάθειας αυτής εκφράζω την ευγνωμοσύνη μου στον Καθηγητή Διονύση Ασημακόπουλο. Η καθοδήγησή του σε επιστημονικό επίπεδο, οι εμπειρίες που αποκόμισα αλλά και η εμπιστοσύνη και η εκτίμηση που μου έδειξε, υπήρξαν για μένα ιδιαίτερα πολύτιμες.

Για την ανεκτίμητη συνεισφορά και την αμείωτη προθυμία τους να βοηθήσουν σε κάθε στάδιο της εργασίας, ειλικρινά ευχαριστώ όλα τα μέλη της Μονάδας Διαχείρισης Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων του ΕΜΠ και πιο συγκεκριμένα τον υποψήφιο διδάκτορα Αθανάσιο Αγγελή - Δημάκη.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη υποστήριξη, υπομονή και συμπαράστασή τους σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειάς μου αυτής.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί να συνεισφέρει στην προσπάθεια χάραξης μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού στην Ελλάδα, με σκοπό την επίτευξη ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων με ορίζοντα το έτος 2020. Βασικός στόχος είναι η εκτίμηση της πιθανότητας επίτευξης των στόχων και η παράθεση προτάσεων για τη βελτίωση της πιθανότητας αυτής.

Πρώτο στάδιο της διαδικασίας αυτής είναι η κατάρτιση σχεδίου δράσης που βασίζεται σε δύο είδη επεμβάσεων:

- Επεμβάσεις στη ζήτηση
- Επεμβάσεις στην προσφορά

Οι επεμβάσεις αυτές προκύπτουν από εκτενή βιβλιογραφική έρευνα με σκοπό να συμπεριληφθεί ο παράγοντας της αβεβαιότητας. Αβεβαιότητα η οποία πηγάζει τόσο από την αδυναμία ακριβούς εκτίμησης της εξέλιξης των εμπλεκόμενων μεγεθών όσο και από την υποκειμενικότητα κατά τη λήψη των αποφάσεων.

Το τελικό σχέδιο δράσης εφαρμόζεται στο ελληνικό σύστημα μέσω ενός υπολογιστικού εργαλείου που αναπτύχθηκε από τη Μονάδα Διαχείρισης Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. με στόχο την ανάλυση επικινδυνότητας ως προς την επίτευξη των στόχων. Η εφαρμογή του σχεδίου δράσης γίνεται με βάση ένα σενάριο αναφοράς για την εξέλιξη του ελληνικού ενεργειακού συστήματος μέχρι το έτος 2020 και έτος βάσης το 2010 που αναπτύχθηκε από το ελληνικό κράτος.

Η ανάλυση που ακολουθεί αποτελεί προέκταση προηγούμενης διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Μακροχρόνιος Ενεργειακός Σχεδιασμός στην Ελλάδα» (Μούγκρος, 2010). Το βασικό επιπλέον στοιχείο είναι η ανάλυση επικινδυνότητας κατά τη διαδικασία εκπόνησης μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού.

Η σημασία της ανάλυσης επικινδυνότητας είναι μεγάλη, διότι αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του ενεργειακού σχεδιασμού και συμβάλλει σημαντικά στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, ειδικά σε εθνικό επίπεδο. Με τις παρούσες κοινωνικές, οικονομικές και πολιτικές συνθήκες και την επίδραση της οικονομικής κρίσης η συνεισφορά της πολλαπλασιάζεται, καθώς η αβεβαιότητα στην προσπάθεια εφαρμογής του σχεδίου δράσης αυξάνεται δραματικά.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 Πολιτική του 20-20-20.....	11
1.1.1 Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική.....	11
1.1.2 Ελληνική Ενεργειακή Πολιτική.....	12
1.2 Αβεβαιότητα ενεργειακών προβλέψεων.....	14
1.2.1 Αβεβαιότητα στα δεδομένα.....	15
1.2.2 Αβεβαιότητα στο χρησιμοποιούμενο μοντέλο.....	16
1.2.3 Αβεβαιότητα ανθρώπινου παράγοντα.....	16
1.3 Αβεβαιότητα στον Ενεργειακό Σχεδιασμό.....	17
1.4 Στόχος και δομή της εργασίας.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	22
2.1 Εισαγωγή.....	22
2.2 Διαθέσιμες Εναλλακτικές Δράσεις.....	23
2.2.1 Μέτρα που αφορούν στην παροχή ενέργειας.....	24
2.2.2 Μέτρα που αφορούν στη ζήτηση ενέργειας.....	25
2.3 Πηγές Δεδομένων.....	26
2.3.1 Επιλογή Πηγών.....	26
2.3.2 Ταξινόμηση Πηγών.....	27
2.3.3 Κριτήρια Αξιολόγησης της Αξιοπιστίας των Πηγών.....	28
2.4 Μοντελοποίηση Δράσεων.....	29
2.5 Ανάλυση Κόστους Αποτελεσματικότητας.....	30
2.6 Εργαλείο Ενεργειακού Σχεδιασμού.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΩΝ.....	36
3.1 Οικιακός τομέας.....	37
3.1.1 Εισαγωγή.....	37
3.1.2 Αντικατάσταση Λαμπτήρων.....	39

3.1.3	Αναβάθμιση Κτιριακού Κελύφους	41
3.1.4	Βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου	44
3.1.5	Αντικατάσταση Λευκών Συσκευών με Συσκευές Ανώτερης Ενεργειακής Κλάσης.....	47
3.1.6	Αντικατάσταση Λέβητα Με Νέο Λέβητα Φυσικού Αερίου.....	52
3.1.7	Ηλιακοί Θερμοσίφωνες	55
3.1.8	Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας	56
3.1.9	Τελικό Σχέδιο Δράσης	63
3.2	Δημόσιος τομέας	64
3.3	Ιδιωτικός τομέας.....	65
3.4	Τομέας Μεταφορών	66
3.5	Επεμβάσεις Παροχής - Πράσινα Μέτρα	68
3.5.1	Περιγραφή και υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΡΑΣΗΣ.....		74
4.1	Σύνοψη σχεδίου δράσης.....	74
4.2	Επιλογή σεναρίου αναφοράς.....	75
4.3	Αποτελέσματα	77
4.4	Σχόλια-Παρατηρήσεις	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ		82
5.1	Ανασκόπηση.....	82
5.2	Συνεισφορά σχεδίου δράσης και ανάλυσης επικινδυνότητας.....	82
5.3	Προοπτικές βελτίωσης του σχεδίου δράσης	86
5.4	Συμπεράσματα και προτάσεις	87

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1. Ταξινόμηση των πηγών	28
Πίνακας 3.1. Εναλλακτικές δράσεις για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα	36
Πίνακας 3.2. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση λαμπτήρων	39
Πίνακας 3.3 Τελική επιλογή για την αντικατάσταση λαμπτήρων	40
Πίνακας 3.4. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τη θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων.....	41
Πίνακας 3.5. Τελική επιλογή για τη θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων	42
Πίνακας 3.6. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τη θερμομόνωση οροφής	43
Πίνακας 3.7. Τελική επιλογή για τη θερμομόνωση οροφής	43
Πίνακας 3.8. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τα σκίαστρα/τέντες.....	44
Πίνακας 3.9. Τελική επιλογή για τα σκίαστρα/τέντες	45
Πίνακας 3.10. Τελική επιλογή για τα διπλά τζάμια.....	46
Πίνακας 3.11.....	48
Πίνακας 3.12. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση ψυγείων	48
Πίνακας 3.13. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση ψυγείων.....	49
Πίνακας 3.14. Κλίμακα ενεργειακής απόδοσης πλυντηρίων	49
Πίνακας 3.15. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση πλυντηρίων ρούχων	50
Πίνακας 3.16. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση πλυντηρίων ρούχων	50
Πίνακας 3.17. Κλίμακα ενεργειακής απόδοσης πλυντηρίων	50
Πίνακας 3.18. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση πλυντηρίων πιάτων	51
Πίνακας 3.19. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση πλυντηρίων πιάτων	51
Πίνακας 3.20. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση λέβητα	53
Πίνακας 3.21. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση λέβητα.....	54
Πίνακας 3.22. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τους ηλιακούς θερμοσίφωνες.....	55
Πίνακας 3.23. Τελική επιλογή για τους ηλιακούς θερμοσίφωνες	56
Πίνακας 3.24. Τυπική κατανάλωση ενέργειας ανά κατοικία και τελική χρήση.....	57
Πίνακας 3.25. Προτεινόμενες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα.....	57
Πίνακας 3.26. Σειρά κατάταξης των επεμβάσεων	60
Πίνακας 3.27. Τελικό σχέδιο δράσης για το δημόσιο τομέα	64
Πίνακας 3.28. Τελικό σχέδιο δράσης για τον ιδιωτικό τομέα	66

Πίνακας 3.29. Τελικό σχέδιο δράσης για τον τομέα των μεταφορών	67
Πίνακας 3.30. Προτεινόμενη Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)	71
Πίνακας 3.31. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (GWh)	72
Πίνακας 3.32. Τελική Επιλογή (Ηλεκτροπαραγωγή σε GWh).....	72
Πίνακας 4.1. Τελικό σχέδιο δράσης	74
Πίνακας 4.2. Εκτιμώμενη εξέλιξη του ΑΕΠ και του πληθυσμού	76
Πίνακας 4.3. Εκτιμώμενη εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας.....	76
Πίνακας 4.4. Εκτιμώμενη εξέλιξη των εθνικών στόχων	77
Πίνακας 5.1. Πιθανότητα επίτευξης στόχων	86

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 2.1. Διάγραμμα ροής της μεθοδολογικής προσέγγισης.....	22
Σχήμα 2.2. Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα (ΣΕΕΣ, 2008)	26
Σχήμα 2.3. Ανάλυση Αυξητικού Κόστους	31
Σχήμα 2.4. Αλγόριθμος υπολογιστικού εργαλείου αξιολόγησης εναλλακτικών δράσεων	33
Σχήμα 3.1.Κατανομή των χρήσεων στον κτιριακό τομέα (Ελ. Στατ, 2006).....	37
Σχήμα 3.2: Παράδειγμα Ενεργειακής Ετικέτας.....	48
Σχήμα 3.3. Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα (ΕΑΑ-Μπαλαράς 2008)....	52
Σχήμα 3.4. Ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας στη βάση της εξοικονόμησης ενέργειας	58
Σχήμα 3.5.Ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας στη βάση της μείωσης εκπομπών.	59
Σχήμα 3.6. Ανάλυση αυξητικού κόστους στη βάση της εξοικονόμησης ενέργειας....	59
Σχήμα 3.7. Ανάλυση αυξητικού κόστους στη βάση της μείωσης εκπομπών.....	59
Σχήμα 3.8. Κατανομή του συνολικού ετήσιου κόστους.....	61
Σχήμα 3.9. Κατανομή της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας.....	61
Σχήμα 3.10. Κατανομή της συνολικής μείωσης εκπομπών.....	61
Σχήμα 3.11. Επίδραση των αβέβαιων παραμέτρων στο συνολικό κόστος.....	62
Σχήμα 4.1. Ιστόγραμμα συχνοτήτων μείωσης εκπομπών.....	79
Σχήμα 4.2 Ιστόγραμμα συχνοτήτων διείσδυσης ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας	80
Σχήμα 4.3 Ιστόγραμμα συχνοτήτων διείσδυσης ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Στόχος της εργασίας

Αντικείμενο της εργασίας είναι ο ενεργειακός σχεδιασμός, δηλαδή η διαδικασία διαμόρφωσης στρατηγικών για τη ορθολογική και αειφόρο διαχείριση ενός ενεργειακού συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη την παράμετρο της αβεβαιότητας, η οποία πηγάζει από την αδυναμία πρόβλεψης της εξέλιξης των εμπλεκόμενων ενεργειακών και οικονομικών μεγεθών.

Η σημασία του ενεργειακού σχεδιασμού αναδείχθηκε κατά τη δεκαετία του 1970, μετά την ανατροπή του δόγματος περί «άφθονης και φθηνής ενέργειας», όταν η κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών στη σύγχρονη κοινωνία μετατράπηκε σε ένα ιδιαίτερα περίπλοκο ζήτημα. Πλέον αναγνωρίζεται η ανάγκη χάραξης μιας ενεργειακής στρατηγικής, η οποία θα επιτρέπει μια ουσιαστική και ταυτόχρονα αποτελεσματική ενεργειακή διαχείριση τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε αποκεντρωμένο επίπεδο.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός είναι ένα εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων στον ενεργειακό τομέα. Ουσιαστικά είναι μια διαδικασία ανάπτυξης στρατηγικών στη βάση της οποίας χαράσσεται η ενεργειακή πολιτική μιας περιοχής, μιας χώρας ή ακόμα και του παγκόσμιου ενεργειακού συστήματος. Στόχος του ενεργειακού σχεδιασμού είναι η αποτελεσματική και αποδοτική αξιοποίηση των ενεργειακών πηγών και φυσικών πόρων μιας περιοχής και συνεπώς η συμβολή του στη βιώσιμη ανάπτυξη. Ο χρονικός ορίζοντας ενός ενεργειακού σχεδιασμού μπορεί να είναι βραχυπρόθεσμος, μεσοπρόθεσμος είτε μακροπρόθεσμος ανάλογα, βέβαια, με τις ανάγκες που είναι αναγκαίο να καλυφθούν.

Ο ρόλος της ενεργειακής πολιτικής είναι κρίσιμος και αφορά τη διαχείριση της μετάβασης από μια υφιστάμενη κατάσταση σε μια νέα ώστε να αποφευχθεί η απόκλιση από τους τρεις μεγάλους άξονες που τη διέπουν:

- Ανταγωνιστικότητα
- Ασφάλεια εφοδιασμού
- Προστασία περιβάλλοντος

Μολονότι επιθυμητή είναι η επίτευξη και των τριών στόχων, η ταυτόχρονη βελτιστοποίηση τους είναι αδύνατη. Ο ενεργειακός σχεδιασμός απαιτείται προκειμένου να υπάρξει κάποιος συμβιβασμός μεταξύ των στόχων ώστε να δοθεί έμφαση στα μέτρα που κατά προτεραιότητα θα πρέπει να υλοποιηθούν. Βέβαια, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν, διαφοροποιείται και η βαρύτητα που δίνεται σε κάθε στόχο.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι διαμόρφωση ενός σχεδίου δράσης για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα με χρονικό ορίζοντα το 2020, χρονιά η οποία είναι ορόσημο για την ελληνική και ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική. Το σχέδιο

δράσης θα αποτελείται από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στους κυριότερους τομείς οικονομικής δραστηριότητας του συστήματος καθώς και επεμβάσεις στον τομέα της παροχής ενέργειας. Σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες που αφορούν το ελληνικό ενεργειακό σύστημα, θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην παράμετρο της αβεβαιότητας, η οποία είναι σημαντική ιδιαίτερα με τις διαμορφωθείσες συνθήκες σε οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό επίπεδο.

1.2 Πολιτική του 20-20-20

1.2.1 Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική

Για την κατάρτιση ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού σε διεθνές επίπεδο, είναι αναγκαία η χάραξη μιας κοινής ενεργειακής πολιτικής πάνω σε κάποιους βασικούς άξονες. Η πρώτη κίνηση σε αυτήν την κατεύθυνση ήταν το Πρωτόκολλο του Κιότο που αποτέλεσε ένα πρώτο βήμα στο δρόμο της ριζικής μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Τον Ιανουάριο του 2008 η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) προχωρά στην απόφαση για εφαρμογή μιας σειράς από νομοθετικές πρωτοβουλίες για την περαιτέρω μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στόχος της είναι η καθοδήγηση των κρατών μελών προς μια σωστή παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, δηλαδή μιας ορθότερης ενεργειακής πολιτικής με κίνητρο την αποτελεσματικότερη αποτροπή των κλιματικών αλλαγών, (ΥΠΕΚΑ, 2010α).

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική με στόχο την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της Ε.Ε., ενισχύοντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητα της και τη μετατροπή της σε μια ιδιαίτερα αποδοτική από ενεργειακή άποψη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι απαιτήσεις που υιοθετήθηκαν από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων αφορούσαν:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990.
- Διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) σε ποσοστό 20% στην τελική κατανάλωση ενέργειας της Ε.Ε.
- Μείωση κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω τη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι γνωστές ως στόχοι 20-20-20. Η δεσμευτική ενεργειακή πολιτική, γνωστή ως «δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια», η οποία συμφωνήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο το Δεκέμβριο του 2008 και έγινε νόμος τον Ιούνιο του 2009, περιλαμβάνει τις παρακάτω θεσμικές πρωτοβουλίες:

1. **Οδηγία 2009/29/ΕΚ** «για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας»
2. **Απόφαση 406/2009/ΕΚ** «περί των προσπαθειών των κρατών μελών να μειώσουν τις οικείες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου, ώστε να τηρηθούν οι δεσμεύσεις της Κοινότητας για μείωση των εκπομπών αυτών μέχρι το 2020». Για να συμφέρι οικονομικά η επιδιωκόμενη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου κατά 20% έναντι των επιπέδων του 1990 μέχρι το 2020, θα πρέπει να συμβάλουν στις μειώσεις των εκπομπών όλοι οι τομείς της οικονομίας. Συνεπώς, τα κράτη μέλη θα πρέπει να εφαρμόσουν πρόσθετες πολιτικές και μέτρα σε μια προσπάθεια περαιτέρω περιορισμού των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου από πηγές που δεν καλύπτει η οδηγία 2003/87/ΕΚ. Η απόφαση αφορά τον επιμερισμό της προσπάθειας των ΚΜ για μείωση των εκπομπών από τομείς που δεν καλύπτονται από το σύστημα εμπορίας, όπως οι μεταφορές, ο οικιακός τομέας, η γεωργία και τα απόβλητα.

Οι δύο οδηγίες στοχεύουν στην επίτευξη του στόχου μείωσης των εκπομπών κατά 20%, στόχος που εξειδικεύεται σε μείωση κατά 21% στους τομείς του συστήματος εμπορίας και κατά 10% στους τομείς εκτός εμπορίας.

3. **Οδηγία 2009/28/ΕΚ** «σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές». Δεσμευτικοί εθνικοί στόχοι αποβλέπουν σε συμμετοχή των ΑΠΕ κατά 20% στην ενεργειακή κατανάλωση σε επίπεδο ΕΕ. Οι στόχοι θα συμβάλουν στη μείωση της εξάρτησης της ΕΕ από τις εισαγωγές ενέργειας και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.
4. **Οδηγία 2009/31/ΕΚ** «σχετικά με την αποθήκευση διοξειδίου του άνθρακα σε γεωλογικούς σχηματισμούς». Ένα νομικό πλαίσιο για την προώθηση της ανάπτυξης και την ασφαλή χρήση της δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα (CCS). Η ΕΕ σκοπεύει να δημιουργηθεί ένα δίκτυο μονάδων επίδειξης CCS μέχρι το 2015 για να δοκιμάσει τη βιωσιμότητά της, με σκοπό την εμπορική εφαρμογή της μέχρι το 2020 περίπου.

1.2.2 Ελληνική Ενεργειακή Πολιτική

Ο ενεργειακός σχεδιασμός είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα αρκετά πρόσφατα. Οι δυσκολίες της προσπάθειας εκπόνησης του ενεργειακού σχεδιασμού ο οποίος θα βασίζεται σε εναλλακτικές δράσεις για την επίτευξη συγκεκριμένων ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων (όπως αυτοί διαμορφώνονται από τις οδηγίες της Ε.Ε. και αναλύονται παρακάτω) είναι μεγάλες και η έλλειψη εμπειρίας από αντίστοιχες προσπάθειες στο παρελθόν, αποτελεί καθοριστικό εμπόδιο. Επιπλέον, σε συνθήκες οικονομικής κρίσης, μιας κρίσης που έχει τεράστιες κοινωνικές επιπτώσεις, κάνουν το παρόν και το μέλλον εξαιρετικά αβέβια.

Η «δέσμη για το κλίμα και την ενέργεια», όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί μια δεσμευτική πολιτική η οποία εξειδικεύεται όμως σε κάθε χώρα με διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητές της. Οι στόχοι τίθενται με ορίζοντα το 2020 και η επίτευξή τους αποτελεί προϋπόθεση για την επιτυχία της συγκεκριμένης προσπάθειας.

Ειδικά για την Ελλάδα, ο στόχος για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου είναι μείωση κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση. Η Ελληνική κυβέρνηση με την ψήφιση του Ν3851/2010 έχει υιοθετήσει στόχο 20% για τις ΑΠΕ που εξειδικεύεται σε 40 % στην ηλεκτροπαραγωγή, 20 % στις θερμικές ΑΠΕ και 10% στα βιοκαύσιμα. Τέλος σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας η Ελλάδα έχει ήδη καταρτίσει το Α° Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας όπου προβλέπεται 9% εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση μέχρι το έτος 2016 σύμφωνα με την Οδηγία 2006/32/ΕΚ. Ο στόχος του 20% εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας είναι ενδεικτικός και έχει τεθεί συνολικά για την Ευρωπαϊκή Ένωση χωρίς να έχει εξειδικευθεί ανά κράτος μέλος (ΥΠΕΚΑ, 2010α).

Συνοπτικά λοιπόν η ενεργειακή στρατηγική χαράσσεται από το ΥΠΕΚΑ με βάση τους παρακάτω άξονες-στόχους (ΥΠΕΚΑ, 2010β):

- Διείσδυση των ΑΠΕ σε ποσοστό 18% στην τελική κατανάλωση ενέργειας υποχρεωτικά μέχρι το 2020, σύμφωνα με την Οδηγία 2009/28/ΕΚ.
- Διείσδυση των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών σε ποσοστό 10% μέχρι το 2020.
- Εξοικονόμηση 20% πρωτογενούς ενέργειας μέχρι το 2020
- Έμφαση στη δημοπράτηση της ηλεκτρικής ενέργειας και κανένα δικαίωμα δωρεάν εκπομπών στις εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής.
- Μείωση κατά 4% των εκπομπών του 2005 μέχρι το 2020 στους τομείς που δεν ανήκουν του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών.
- Μείωση κατά 1.74% ετησίως των εκπομπών μέχρι το 2020 στους τομείς που ανήκουν του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών.

Επιπλέον αξίζει να σημειωθεί ότι μετά το 2012, σύμφωνα με την Οδηγία 2009/29/ΕΚ, η ηλεκτροπαραγωγή από συμβατικά καύσιμα θα επιβαρύνεται με το κόστος αγοράς δικαιωμάτων εκπομπών που εκτιμάται ότι θα κυμαίνεται στο ύψος των 20 ευρώ/MWh, για το ελληνικό σύστημα.

Υπεύθυνη για την υποστήριξη του ΥΠΕΚΑ στη διαδικασία εκπλήρωσης των υποχρεώσεων της χώρας που απορρέουν από το «Πακέτο 20-20-20» είναι η Επιτροπή 20-20-20 που συστάθηκε από το ΥΠΕΚΑ το Νοέμβριο του 2009. Η προσέγγιση της Επιτροπής στη διαδικασία υλοποίησης των ενεργειακών στόχων της χώρας περιγράφεται συνοπτικά από την παρακάτω αλληλουχία ενεργειών:

- Καταγραφή Παραδοχών
- Ανάλυση του ενεργειακού συστήματος
- Κατάρτιση Σεναρίων Ενεργειακής Πολιτικής
- Σύσταση Θεματικών Υποεπιτροπών με πρόσκληση άλλων εθνικών εμπειρογνομόνων ανά θέμα
- Χρήση Ενεργειακών Μοντέλων για την Ανάλυση και την Αξιολόγηση των Σεναρίων Ενεργειακής Πολιτικής
- Χρήση Ενεργειακών Μοντέλων για Ανάλυση Ευαισθησίας
- Ανάλυση του μη ενεργειακού τομέα

Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει δύο κυρίως σενάρια, το σενάριο αναφοράς και το σενάριο επίτευξης των στόχων, τα οποία βασίζονται στις τελευταίες εκτιμήσεις της μεσοπρόθεσμης εξέλιξης των οικονομικών μεγεθών της χώρας, της απόδοσης πολιτικών και μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας και της επιτάχυνσης της διαδικασίας υλοποίησης επενδύσεων για ΑΠΕ. Το σενάριο αναφοράς περιλαμβάνει δράσεις και πολιτικές που έχουν ήδη δρομολογηθεί πριν το έτος βάσης, ενώ το σενάριο επίτευξης των στόχων περιλαμβάνει και προσπάθειες που πρόσφατα υιοθετήθηκαν όπως ο νόμος για την επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ.

Για την επίτευξη των προαναφερθέντων στόχων, διάφοροι φορείς, ερευνητές και οργανώσεις έχουν κάνει μελέτες και έχουν μπει σε διαδικασία κριτικής της πολιτικής του Υπουργείου. Μια χαρακτηριστική προσπάθεια είναι οι μελέτες του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ 2008) καθώς και αυτή της Greenpeace (Greenpeace 2007) που δημοσίευσε ένα κείμενο προβληματισμού ως προς τις προθέσεις και την εφικτότητα του μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού του τότε ΥΠΑΝ με επιχείρημα ότι μέχρι το 2020 οι εκπομπές αυξάνονται αντί να μειώνονται, η ενεργειακή απόδοση φτάνει μόνο στο 10% αντί 20%, η διείσδυση των ΑΠΕ φτάνει στο 12,3% αντί του 20% και ότι η ενεργειακή εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα αυξάνεται αντί να μειώνεται. Μέσω της σύνταξης της δικής της πρότασης για τον μακροχρόνιο ενεργειακό σχεδιασμό της Ελλάδας πρότεινε ως πρώτες προτεραιότητες την εξοικονόμηση ενέργειας και την αυξημένη διείσδυση των ΑΠΕ.

1.3 Αβεβαιότητα ενεργειακών προβλέψεων

Η εκπόνηση ενός ενεργειακού σχεδιασμού είναι από τη φύση της περίπλοκο ζήτημα, ειδικά από τη στιγμή που αυτός βασίζεται στην επιλογή ανάμεσα σε εναλλακτικές δράσεις. Από μόνα τους τα κριτήρια για την υιοθέτηση των κατάλληλων δράσεων εμπεριέχουν σε κάποιο βαθμό την υποκειμενικότητα του αναλυτή. Το πρόβλημα γίνεται πιο σύνθετο, αλλά ταυτόχρονα και πιο ρεαλιστικό ως προς τα αποτελέσματα, αν συμπεριληφθεί σε αυτό και ο παράγοντας της αβεβαιότητας, που ως έννοια είναι συνυφασμένη με την ενέργεια και το περιβάλλον.

Παραδοσιακά, η ανάλυση της αβεβαιότητας στον ενεργειακό σχεδιασμό εστιάζοταν κυρίως στον τομέα των δεδομένων, αλλά και σε αυτόν του χρησιμοποιούμενου μοντέλου. Με την πάροδο των χρόνων όμως, υπάρχει μία αυξανόμενη τάση να συμπεριλαμβάνεται στις αναλύσεις η αβεβαιότητα που σχετίζεται με τον ανθρώπινο παράγοντα, αφού οι επεμβάσεις στο ενεργειακό ισοζύγιο έχουν ως κυρίαρχο αποδέκτη την κοινωνία. (H.R. Maiera & J.C. Ascough, 2006)

1.3.1 Αβεβαιότητα στα δεδομένα

Όσον αφορά την αβεβαιότητα που σχετίζεται με τα δεδομένα, η σημασία μιας προσεκτικής μελέτης είναι μεγάλη, από τη στιγμή που οι τιμές των χρησιμοποιούμενων δεδομένων συμμετέχουν σε καθοριστικό βαθμό στην εξαγωγή του αποτελέσματος. Επιπρόσθετα, η σωστή ανάλυση των δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τονίσει ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα που χρήζει επίλυσης, να βοηθήσει στη διαδικασία επιλογής μίας δράσης ανάμεσα σε άλλες πιθανές και να συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη του μοντέλου (H.R. Maiera & J.C. Ascough, 2006).

Η αβεβαιότητα που σχετίζεται με τα δεδομένα περιλαμβάνει συνοπτικά:

- **Σφάλμα στις τιμές των δεδομένων**

Το σφάλμα αυτό ενδεχομένως να οφείλεται στο μέγεθος και την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, στη χρονική διάρκεια και τη συχνότητα των μετρήσεων και στον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύονται τα δεδομένα. Στην παρούσα εργασία, σημαντικό ρόλο παίζει και το γεγονός ότι τα δεδομένα προέρχονται από διάφορες πηγές (φορείς, οργανισμούς, μελετητές), με ό,τι αυτό συνεπάγεται (η αξιοπιστία του κάθε φορέα είναι διαφορετική, αφού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τυχόν πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες). Για παράδειγμα, τα δεδομένα και οι εκτιμήσεις ανεξάρτητων φορέων, θα πρέπει να εξετάζονται υπό άλλο πρίσμα σε σχέση με τα δεδομένα που δίδονται από φορείς που συνεργάζονται με το κράτος.

- **Σφάλμα που σχετίζεται με τον τύπο των δεδομένων**

Σε αρκετές περιπτώσεις τα διαθέσιμα δεδομένα δεν παρουσιάζουν τη μέγιστη δυνατή συνάφεια μεταξύ τους. Για παράδειγμα, είναι πιθανό σε ορισμένες περιπτώσεις να μην είναι διαθέσιμα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας και να υπολογίζονται με βάση το κόστος. Το γεγονός, όμως, ότι το κόστος της ενέργειας είναι ένα εξαιρετικά ευμετάβλητο μέγεθος, λόγω κοινωνικοπολιτικών συνθηκών, αυξάνει τη πιθανότητα σφάλματος στη μετατροπή αυτή.

- **Σφάλμα που σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα δεδομένων**

Αυτός ο τύπος σφάλματος σχετίζεται με τη χρονοσειρά των δεδομένων, δηλαδή το κατά πόσο η χρονική περίοδος λήψης των δεδομένων είναι αρκετή

για να είναι το δείγμα αντιπροσωπευτικό. Είναι εξαιρετικά σημαντικό η χρονική περίοδος να είναι αρκετά μεγάλη, από την άποψη ότι οι προβλέψεις που προκύπτουν ως αποτελέσματα έχουν βάθος δεκαετίας.

1.3.2 Αβεβαιότητα στο χρησιμοποιούμενο μοντέλο

Ο όρος «αβεβαιότητα» χρησιμοποιείται για να περιγράψει την αβεβαιότητα που σχετίζεται με το βαθμό της ικανότητας του μοντέλου να προσομοιάσει στο σύστημα. Η μειωμένη ικανότητα του μοντέλου να «περιγράψει» ολοκληρωμένα το σύστημα, μπορεί να προκύπτει είτε λόγω της επιλογής ενός μοντέλου που δεν έχει τελειοποιηθεί, είτε λόγω της έλλειψης απόλυτα αντιπροσωπευτικών δεδομένων, είτε επειδή το αναλυόμενο σύστημα δεν είναι δυνατόν να κατανοηθεί στο μέγιστο βαθμό.

Το μοντέλο που χρησιμοποιείται παρακάτω έχει δοκιμαστεί σε ανάλογη περίπτωση (Μούγκρος, 2010), τα αποτελέσματά του συγκρίθηκαν με τα ισοζύγια που δημοσιεύονται σε ετήσια βάση από το ΥΠΕΚΑ και διαπιστώθηκε ότι εμφανίζουν μικρές αποκλίσεις, με αποτέλεσμα να θεωρείται δεδομένο στην παρακάτω ανάλυση ότι το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να προσομοιάσει σε ικανοποιητικό βαθμό στο σύστημα. Άρα, η αβεβαιότητα που οφείλεται στο εκάστοτε χρησιμοποιούμενο μοντέλο δε θα συμπεριληφθεί στην ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

1.3.3 Αβεβαιότητα ανθρώπινου παράγοντα

Η αβεβαιότητα που σχετίζεται με τα δεδομένα, καθώς και με το χρησιμοποιούμενο μοντέλο, έχει αναγνωριστεί εδώ και καιρό, και έχει πραγματοποιηθεί μεγάλη προσπάθεια κατά καιρούς για την ενσωμάτωση των συγκεκριμένων τύπων της σε μοντέλα υπολογισμού. Ωστόσο, επειδή η σπουδαιότητα που έχουν οι επιπτώσεις των ανθρωπίνων παραμέτρων εισόδου στη διαδικασία λήψης αποφάσεων έχει αναγνωριστεί σχετικά πρόσφατα, οι μέθοδοι για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας που συνδέεται με το στοιχείο αυτό είναι ακόμη σε στάδιο ανάπτυξης (H.R. Maiera & J.C. Ascough, 2006).

Οι άξονες με τους οποίους σχετίζεται η εμφάνιση αβεβαιότητας λόγω ανθρώπινου παράγοντα είναι οι εξής:

- **Σφάλμα που σχετίζεται με τον τρόπο ανάλυσης και παρουσίασης των δεδομένων**

Ο συγκεκριμένος τύπος αβεβαιότητας δεν εμπίπτει στην κατηγορία της αβεβαιότητας που σχετίζεται με τα δεδομένα, διότι ο τρόπος ανάλυσης τους επηρεάζεται καθοριστικά από τον ανθρώπινο παράγοντα. Στο παράδειγμα του ενεργειακού σχεδιασμού, μέσα από ένα μεγάλο πλήθος προτεινόμενων επεμβάσεων στο ενεργειακό ισοζύγιο, είναι πιθανό είτε να απορριφθούν ορισμένες ως εξ αρχής μη αποδοτικές ή μη εφαρμόσιμες, είτε να επιλεγούν κάποιες εις βάρος άλλων με βάση υποκειμενικά ή άλλα κριτήρια.

- **Αβεβαιότητα που σχετίζεται με την εκτίμηση των παραμέτρων του μοντέλου**

Η αβεβαιότητα αυτή ίσως διαδραματίζει τον πιο σημαντικό ρόλο όσον αφορά το αποτέλεσμα, αφού η επίδραση που έχει στο μοντέλο είναι εξαιρετικά μεγάλη. Η εκάστοτε εκτίμηση γίνεται με κριτήρια που έχουν σχέση με τα ποσοστά εφαρμογής που είχαν παρόμοιες δράσεις στο παρελθόν, με τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει η ελληνική κοινωνία, με την εκτίμηση του κατά πόσο θα «προωθηθεί» η κάθε εναλλακτική δράση μέσω διαφήμισης ή κινήτρων και με την ενδεχόμενη αντίδραση της κοινωνίας σε ορισμένες από αυτές τις δράσεις. Είναι προφανές ότι στον οικιακό και τον εμπορικό τομέα για παράδειγμα, το σφάλμα που μπορεί να προκύψει από τέτοιου τύπου εκτιμήσεις είναι αρκετά μεγάλο, με αποτέλεσμα οι ακραίες τιμές να αποκλίνουν αρκετά σε αρκετές περιπτώσεις. Από την άλλη, στο δημόσιο τομέα το εκτιμώμενο ποσοστό εφαρμογής ορίστηκε με τιμή 100%, αφού η απόφαση για την εφαρμογή οποιασδήποτε εναλλακτικής δράσεις στα δημόσια κτίρια μπορεί να παρθεί κεντρικά. Πάντως, όσο περισσότερη μελέτη γίνει πάνω στο συγκεκριμένο τύπο αβεβαιότητας, τόσο οι εκάστοτε εκτιμήσεις θα πλησιάζουν την πραγματικότητα.

1.4 Αβεβαιότητα στον Ενεργειακό Σχεδιασμό

Η παρούσα διπλωματική αποτελεί συνέχεια προηγούμενης ερευνητικής εργασίας της Μονάδας Διαχείρισης Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. (Μούγκρος, 2010), στην οποία μελετήθηκε το πρόβλημα ενός μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού στην Ελλάδα μέσω της ανάλυσης και διερεύνησης σεναρίων και της αξιολόγησης εναλλακτικών ενεργειακών πολιτικών. Επιδίωξη της παρούσας προσπάθειας είναι η αντιμετώπιση του παράγοντα της αβεβαιότητας στον όλο σχεδιασμό. Η μελέτη των παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν το τελικό αποτέλεσμα παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά την προοπτική ενός μακροχρόνιου ενεργειακού σχεδιασμού που αποσκοπεί στην επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων όπως αυτοί τίθενται από την Ευρωπαϊκή Ένωση με ορίζοντα το 2020.

Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζεται η προσπάθεια που έχει γίνει μέχρι τώρα από μελετητές και ερευνητές όσον αφορά το ζήτημα της αβεβαιότητας των ενεργειακών προβλέψεων, όπως αυτή προέκυψε μέσα από τη βιβλιογραφική έρευνα (Αγγελής-Δημάκης, 2011).

Από τις πρώτες κιόλας προσπάθειες υλοποίησης ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού στα τέλη της δεκαετίας του 1970 αναγνωρίστηκε η ύπαρξη και η σημαντικότητα της αβεβαιότητας. Τόσο ο Mangone (1977) όσο και ο Lindberg (1977) διαπιστώνουν ότι τα ζητήματα που μελετούν, δηλαδή η πρόβλεψη της εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος και των επιπτώσεων που μπορεί να έχουν πιθανές επεμβάσεις σε αυτό, εμπεριέχουν το στοιχείο της αβεβαιότητας. Ο Lindberg μάλιστα προτείνει τη χρήση μεθόδων που λαμβάνουν υπόψη την αβεβαιότητα και

προσφέρουν ευελιξία, όπως η δημιουργία σεναρίων. Οι Lesley και Cook (1977) επικεντρώνουν την προσοχή τους στη Μεγάλη Βρετανία και εξετάζουν την επικινδυνότητα και την αβεβαιότητα που σχετίζονται με το μακροπρόθεσμο ενεργειακό σχεδιασμό. Η εργασία τους παρά τον «τοπικό» χαρακτήρα, μπορεί να γενικευτεί για όλες τις τότε βιομηχανοποιημένες χώρες.

Στην πράξη, οι μελέτες των πρώτων ετών έδιναν έμφαση κυρίως στους κινδύνους που σχετίζονται με:

- Τα αποθέματα και την τιμή των ορυκτών καυσίμων (σαφώς επηρεασμένες από την πετρελαϊκή κρίση που κλόνησε την ενεργειακή ασφάλεια πολλών χωρών)
- Τη μελλοντική απόδοση των υφιστάμενων τεχνολογιών, αλλά και
- Τις επιπτώσεις που θα έχει στο ενεργειακό σύστημα η εφαρμογή επιλεγμένων μέτρων και πολιτικών.

Οι Lucas και Paraconstantinou (1982) παρουσιάζουν μια μεθοδολογία που ενσωματώνει τις αβεβαιότητες του σχεδιασμού του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής (απόδοση των μονάδων και εξέλιξη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας) σε ένα μοντέλο και προτείνουν ως λύση την εγκατάσταση περισσότερων μονάδων μέσης αλλά και τη ρύθμιση των τιμών. Οι Gholamnezhad και Saaty (1983) χρησιμοποιούν τη Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (*Analytic Hierarchy Process*) για να εντοπίσουν και να αξιολογήσουν τους κινδύνους και τις αβεβαιότητες στον καθορισμό του επιθυμητού ενεργειακού μίγματος στις Ηνωμένες Πολιτείες για το έτος 2000. Οι Lucas και Paraconstantinou (1983) εξετάζουν επίσης την αβεβαιότητα που υπάρχει στην εξέλιξη της παροχής και ζήτησης ενέργειας (αύξηση ζήτησης, μείωση αποθεμάτων, νέες τεχνολογίες επεξεργασίας) για τον καθορισμό της ενεργειακής πολιτικής της Βρετανίας στον τομέα του άνθρακα με τη χρήση 3 εναλλακτικών σεναρίων.

Με το πέρασμα του χρόνου και τις συνεχιζόμενες εντάσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται από τους μελετητές στον τρόπο που οι διεθνείς συγκυρίες (πόλεμος του Κόλπου, περεστρόικα και διάλυση της ΕΣΣΔ) επηρεάζουν τον ενεργειακό σχεδιασμό των υπολοίπων χωρών. Ο Steltzer (1989) αναλύει τη χάραξη ενεργειακής πολιτικής για τις ΗΠΑ σε ένα κόσμο γεμάτο αβεβαιότητες και ο Oppenheimer (1990) διαμορφώνει σενάρια για τον παγκόσμιο ενεργειακό σχεδιασμό, λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση που θα έχουν στην ασφαλή παροχή πετρελαίου και φυσικού αερίου αλλά και στη διαμόρφωση των τιμών οι διεθνείς εξελίξεις.

Για την ελαχιστοποίηση του κόστους στο σχεδιασμό του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής της Καλιφόρνια, οι Ford και Geinzer (1990) καταστρώνουν ένα μαθηματικό μοντέλο για την εκτίμηση της ζήτησης ως συνάρτηση των μεταβολών στον αριθμό των κτιρίων, στην τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας και παραμέτρων που σχετίζονται με τη ζήτηση της ενέργειας. Χρησιμοποιούν την κρίση τους για να καταλήξουν σε ένα σύνολο μεταβολών των παραμέτρων που καθορίζουν το ανώτατο και κατώτατο όριο του διαστήματος αβεβαιότητας.

Με την εμφάνιση των νέων τεχνολογιών (νέες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) στον ενεργειακό σχεδιασμό προστίθεται και η αβεβαιότητα που περιλαμβάνουν. Σχετίζεται με το βαθμό απόδοσής τους, το κόστος παραγωγής και εγκατάστασής τους αλλά και το βαθμό διείσδυσής τους σε μια διαμορφωμένη αγορά. Η Neij (1997) προσπάθησε να εκτιμήσει τις προοπτικές ενσωμάτωσης των ανεμογεννητριών και των φωτοβολταϊκών στα ενεργειακά συστήματα χρησιμοποιώντας τις καμπύλες γνώσης (*experience curves*), οι οποίες περιγράφουν τη μείωση του μοναδιαίου κόστους με τη μαζικοποίηση της παραγωγής, πραγματοποιώντας ταυτόχρονα ανάλυση ευαισθησίας για τις αβέβαιες παραμέτρους κόστους της μελέτης.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν σε μεγαλύτερο βαθμό στις αναπτυσσόμενες χώρες ή σε χώρες που η πολιτική και οικονομική σταθερότητα δεν έχει ακόμα επιτευχθεί πλήρως (Pandey, 2002). Οι Sadeghi και Hosseini (2006) καταστρώνουν το σχεδιασμό της παροχής ενέργειας στο Ιράν λαμβάνοντας υπόψη τους τις αβεβαιότητες στο κόστος επένδυσης των νέων τεχνολογιών, που πηγάζουν από την ανασφάλεια που επικρατεί στη Μέση Ανατολή, την κρίση μετά τον πόλεμο και την αστάθεια των νόμων.

Η τελευταία παράμετρος που κάνει ακόμα πιο επιτακτική την ανάλυση της αβεβαιότητας στον ενεργειακό σχεδιασμό είναι η κλιματική αλλαγή, η οποία μπορεί να έχει επιπτώσεις τόσο στον τομέα της προσφοράς όσο και στον τομέα της ζήτησης. Στα πλαίσια του Προγράμματος της Βρετανίας για τις Κλιματικές Επιπτώσεις (UKCIP), οι Willows και Connell (2003) συνέταξαν μια αναφορά με οδηγίες για τη διευκόλυνση της λήψης αποφάσεων, θεωρώντας την επικινδυνότητα και την αβεβαιότητα που σχετίζεται με τις κλιματικές μεταβολές και για την αναγνώριση και αξιολόγηση μέτρων για την άμβλυνση των επιπτώσεων.

Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να οδηγήσει σε αλλαγές στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, στην ταχύτητα του ανέμου, στην υγρασία, στις βροχοπτώσεις και στο ποσοστό νέφωσης. Οι παραπάνω παράμετροι όντας άρρηκτα συνδεδεμένοι με την ενέργεια είναι πιθανό να επηρεάσουν τη μελλοντική εξέλιξη της τάσης της ζήτησης. Οι Cartalis et al. (2001) εξετάζουν τις μεταβολές στη ζήτηση ενέργειας σε αστικές περιοχές, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής στην περιοχή της νοτιοανατολικής Μεσογείου, με τη χρήση πέντε εναλλακτικών σεναρίων. Οι Parkroom και Harisson (2008) ερευνούν τον τρόπο που η κλιματική αλλαγή θα επηρεάσει την ημερήσια, εποχιακή και ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ταϊλάνδη, χρησιμοποιώντας τέσσερα αντιπροσωπευτικά κοινωνικοοικονομικά σενάρια και μοντέλα παλινδρόμησης για να περιγράψουν την ημερήσια καμπύλη φορτίου.

Στον τομέα της προσφοράς ενέργειας, η επίδραση της κλιματικής αλλαγής αφορά ουσιαστικά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Συγκεκριμένα, οι αλλαγές στο κλίμα θα προκαλέσουν αβεβαιότητα σχετικά με (α) την ποσότητα και διαθεσιμότητα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), (β) την απόδοση και την παραγωγή ενέργειας των τεχνολογιών και (γ) την «προθυμία» να αναπτυχθούν οι τεχνολογίες αυτές υπό τις νέες συνθήκες. Οι Harrison και Wallace (2005) εξετάζουν την εφαρμογή της ανάλυσης ευαισθησίας, της μεθόδου Monte Carlo και της

διαμόρφωσης σεναρίων για την ένταξη των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας περιοχής. Οι Cleto et al. (2008) μελετούν την επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη διαθεσιμότητα των ΑΠΕ στο πορτογαλικό ενεργειακό σύστημα με τη χρήση ενός «από τα κάτω προς τα πάνω» τεχνολογικού μοντέλου γραμμικής αριστοποίησης και δύο εναλλακτικών κλιματικών σεναρίων.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα υπολογιστεί η πιθανότητα επίτευξης των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων που έχουν τεθεί σε εθνικό επίπεδο, συμπεριλαμβανομένης της έννοιας της αβεβαιότητας στις ενεργειακές προβλέψεις. Ο ενεργειακός σχεδιασμός για την Ελλάδα πάντως, χαρακτηρίζεται από έντονα στοιχεία αβεβαιότητας και δεν έχουν γίνει στο πρόσφατο παρελθόν ικανοποιητικά βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση. Επιπλέον, οι οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες όπως αυτές διαμορφώνονται για τη χώρα στην παρούσα φάση αυξάνουν σημαντικά την αβεβαιότητα του ενεργειακού σχεδιασμού.

Η εκπόνηση, λοιπόν, ενεργειακού σχεδιασμού με ενσωματωμένη τη μελέτη της αβεβαιότητας στην Ελλάδα γίνεται πιο αναγκαία από ποτέ με βάση τις παρούσες συνθήκες, ώστε οι εκτιμήσεις για την κατάσταση του ενεργειακού συστήματος το έτος 2020 να προσεγγίζουν την πραγματικότητα.

1.5 Δομή της εργασίας

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε μία εισαγωγή στο ζήτημα του ενεργειακού σχεδιασμού, λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα της αβεβαιότητας, για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί με ορίζοντα το έτος 2020, τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο.

Ακολούθως, στο Κεφάλαιο 2 θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση της μεθοδολογικής προσέγγισης στην οποία βασίζεται η παρούσα διπλωματική εργασία. Παρουσιάζεται το σκεπτικό με βάση το οποίο έγινε η επιλογή των προτεινόμενων εναλλακτικών δράσεων που προτείνονται προς εφαρμογή στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα και στο οποίο βασίστηκε η βιβλιογραφική έρευνα για την άντληση των δεδομένων, η ανάλυση της αξιοπιστίας των πηγών και η ταξινόμησή τους. Γίνεται αναφορά στο μοντέλο που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των δεδομένων και τη μοντελοποίηση των δράσεων. Τέλος, αναλύεται ο αλγόριθμος της ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας για την αξιολόγηση των επεμβάσεων.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι προτεινόμενες εναλλακτικές δράσεις ανά τομέα, τα δεδομένα που συνελέγησαν για κάθε μία ξεχωριστά, καθώς και η τελική επιλογή για τις τιμές των παραμέτρων του μοντέλου εκτίμησης. Πραγματοποιείται, επίσης, η ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας για την περίπτωση του οικιακού τομέα και με οδηγό αυτή γίνεται η επιλογή των προτεινόμενων εναλλακτικών δράσεων για την περίπτωση του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, όπως θα εξηγηθεί αναλυτικά.

Στο Κεφάλαιο 4 το προτεινόμενο σχέδιο δράσης που προέκυψε στο Κεφάλαιο 3 εφαρμόζεται στο ενεργειακό σύστημα και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και οι

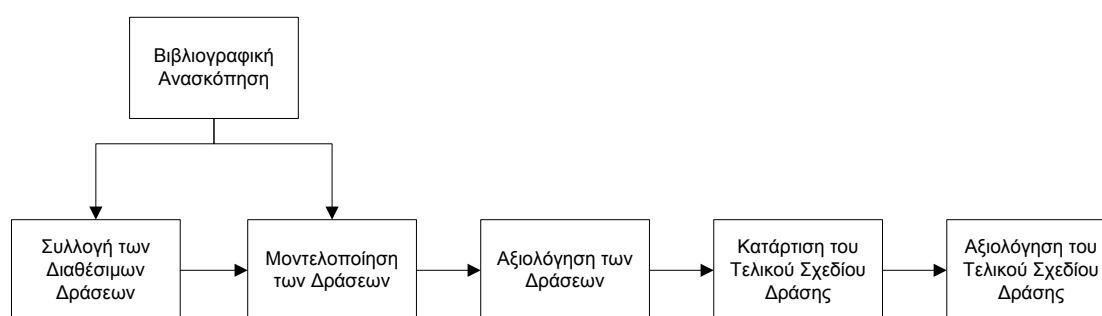
εκτιμήσεις για την κατάσταση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος στο έτος 2020 με ενσωματωμένο τον παράγοντα της αβεβαιότητας.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 5 θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση των συμπερασμάτων που προκύπτουν από τα αποτελέσματα του μοντέλου και θα εξεταστεί η προσέγγιση που παρουσιάζουν στους στόχους που έχουν τεθεί με ορίζοντα το 2020. Επίσης, θα επισημανθούν οι παράμετροι που αυξάνουν την αβεβαιότητα των τελικών αποτελεσμάτων και θα προταθούν λύσεις για τον περιορισμό τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία στην οποία βασίζεται η διπλωματική εργασία, τόσο στο επίπεδο της επιλογής των προτεινόμενων εναλλακτικών δράσεων, όσο και στο επίπεδο της βιβλιογραφίας, δηλαδή της συλλογής των δεδομένων από τις διάφορες πηγές. Η μεθοδολογική προσέγγιση παρουσιάζεται συνοπτικά στο Σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1. Διάγραμμα ροής της μεθοδολογικής προσέγγισης

Πρώτο βήμα της προσέγγισης είναι η συλλογή όλων των διαθέσιμων εναλλακτικών δράσεων (Ενότητα 2.2). Ο όρος «διαθέσιμες εναλλακτικές δράσεις» αναφέρεται στο σύνολο των προτάσεων που έχουν γίνει από δημοσιεύσεις, έρευνες και μελέτες και οι οποίες αφορούν στο υπό μελέτη ενεργειακό σύστημα. Οι επεμβάσεις κατηγοριοποιούνται με βάση τον τομέα οικονομικής δραστηριότητας που αφορούν, την ενεργειακή μορφή που υποκαθιστούν και επιλέγεται η κατηγοριοποίηση που αρμόζει στη μελέτη περίπτωσης. Μεγάλη σημασία έχει η επιλογή των πηγών με βάση τις οποίες πραγματοποιείται η βιβλιογραφική έρευνα. Για το λόγο αυτό απαιτείται η ταξινόμηση και αξιολόγησή τους ως προς την αξιοπιστία και την πληρότητά τους (Ενότητα 2.3).

Επόμενο βήμα είναι η μοντελοποίηση των δράσεων και ο καθορισμός των εξισώσεων υπολογισμού του κόστους και της αποτελεσματικότητάς τους. Παράλληλα, προσδιορίζονται οι παράμετροι εκείνες που εισάγουν τον παράγοντα της αβεβαιότητας στον παραπάνω υπολογισμό (Ενότητα 2.4).

Οι επεμβάσεις αξιολογούνται με βάση την ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας και την ανάλυση αυξητικού κόστους (Ενότητα 2.5) και καταρτίζεται το τελικό σχέδιο δράσης. Τέλος, το προτεινόμενο σχέδιο δράσης εφαρμόζεται στην περιοχή μελέτης με τη χρήση ενός υπολογιστικού εργαλείου που αναπτύχθηκε από τη Μονάδα Διαχείρισης Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων της Σχολής Χημικών

Μηχανικών του Ε.Μ.Π. (Ενότητα 2.6) με σκοπό να ελεγχθεί η επίτευξη των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 1.

2.2 Διαθέσιμες Εναλλακτικές Δράσεις

Ανάλογα με το στόχο και το ύψος της εκάστοτε μελέτης που αφορά το ζήτημα, ο τρόπος κατηγοριοποίησης των εναλλακτικών δράσεων διαφοροποιείται. Ενδεικτικά, στην παρούσα ενότητα αναφέρονται οι τέσσερις συνηθέστερες κατηγοριοποιήσεις που χρησιμοποιούνται ανάλογα με την περίπτωση.

Προσφορά και Ζήτηση Ενέργειας

Η βελτίωση της αποδοτικότητας μπορεί να επιτευχθεί μέσα από επεμβάσεις που έχουν στόχο τόσο στην αύξηση της προσφοράς ενέργειας, όσο και στην ταυτόχρονη μείωση της ζήτησης ενέργειας μέσω της εφαρμογής εναλλακτικών δράσεων εξοικονόμησης. Η αλυσίδα που συνδέει την παροχή ενέργειας με τη ζήτηση είναι μεγάλη και πολύπλοκη. Κάθε κρίκος στην αλυσίδα περιλαμβάνει τη μετατροπή ενέργειας από μία μορφή σε μία άλλη (Ασημακόπουλος & Αραμπατζής, 2010).

Αυτή είναι η κατηγοριοποίηση που θα επιλεγεί στη συγκεκριμένη περίπτωση, καθώς και σε προηγούμενη ερευνητική εργασία (Μούγκρος, 2010). Η λογική της επιλογής αυτής στηρίζεται στο γεγονός ότι ο διαχωρισμός των δράσεων σε επεμβάσεις παροχής και ζήτησης συμβαδίζει απόλυτα με τη μελέτη επίτευξης των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων που έχουν τεθεί για την Ελλάδα. Ο διαχωρισμός αυτός διευκολύνει την ανεξάρτητη μελέτη τόσο των στόχων που αφορούν στη μείωση ενέργειας (ζήτηση), όσο και αυτών που αφορούν στη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο. Αυτός είναι ο βασικότερος λόγος επιλογής του συγκεκριμένου κριτηρίου διαχωρισμού των επεμβάσεων.

Ιδιωτικός και Δημόσιος Τομέας

Η Ελλάδα είναι μία χώρα στην οποία (τουλάχιστον με τις συνθήκες που επικρατούσαν πριν την οικονομική κρίση) τα δημόσια κτίρια κατείχαν σημαντικό μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας, με αποτέλεσμα ο συγκεκριμένος διαχωρισμός να αποκτά νόημα κατά τη χάραξη της ενεργειακής πολιτικής. Στο εγγύς μέλλον όμως, με βάση τις εξαγγελίες της κυβέρνησης, ένα πολύ σημαντικό ποσοστό των δημοσίων οργανισμών και κατ'επέκταση κτιρίων θα περιέλθει σε χέρια ιδιωτών με αποτέλεσμα η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση να χάνει όλο και περισσότερο το νόημά της. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, ο διαχωρισμός των επεμβάσεων με αυτό το κριτήριο χρησιμοποιείται ως υποκατηγορία στην περίπτωση των επεμβάσεων που αφορούν τη μείωση της ζήτησης ενέργειας.

Επεμβάσεις μικρής κλίμακας – ευρείας κλίμακας

Οι επεμβάσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση την έκταση του ενεργειακού σχεδιασμού. Οι χαρακτηριστικότερες επεμβάσεις μικρής κλίμακας είναι αυτές που αναφέρονται στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας σε επίπεδο κατοικίας, ενώ οι

επεμβάσεις μεγάλης κλίμακας αναφέρονται στον ενεργειακό σχεδιασμό σε επίπεδο γεωγραφικής περιοχής ή ολόκληρης χώρας.

Επεμβάσεις ως προς τη Θερμική –Ηλεκτρική Ενέργεια

Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός εφαρμόζεται κατά τη διαμόρφωση στρατηγικών με σκοπό την εξοικονόμηση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Μπορεί να προσαρμοστεί τόσο σε επίπεδο μικρής κλίμακας όσο και σε ευρείας κλίμακας ενεργειακό σχεδιασμό.

2.2.1 Μέτρα που αφορούν στην παροχή ενέργειας

Στον τομέα της προσφοράς ενέργειας, υπάρχουν πολλές δυνατότητες βελτίωσης του ενεργειακού συστήματος. Η βελτίωση αυτή περνά κυρίως μέσα από δύο άξονες (Ασημακόπουλος & Αραμπατζής, 2010):

- Την εισαγωγή νέων, αποδοτικότερων τεχνολογιών κυρίως στα συστήματα ηλεκτροπαραγωγής, και
- Την αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ στο ενεργειακό ισοζύγιο

Σε ό,τι έχει να κάνει με τον πρώτο άξονα, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής εξελίσσονται διαρκώς, με αποτέλεσμα την ταυτόχρονη αύξηση της απόδοσης. Για παράδειγμα, οι προηγμένες εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής που τροφοδοτούνται με ορυκτά καύσιμα είναι οι Αεριοστρόβιλοι Συνδυασμένου Κύκλου με απόδοση που υπερβαίνει το 50% σε αντίθεση με τις παλιότερες τεχνολογίες όπου η απόδοση κυμαίνεται στο 30%. Εκτός από την ηλεκτροπαραγωγή, δυνατότητες περιορισμού των απωλειών ενέργειας εμφανίζονται στα συστήματα μεταφοράς και διανομής της ενέργειας, που στην Ελλάδα είναι της τάξης του 9%.

Στον τομέα των ΑΠΕ, τα τελευταία χρόνια γίνονται κάποια βήματα στην κατεύθυνση της αύξησης της συμμετοχής τους στην παραγωγή της ενέργειας. Παρόλα αυτά, είναι αναγκαία η χάραξη μιας ενεργειακής πολιτικής σε εθνικό επίπεδο που να αποτελείται από σαφέστερα χρονοδιαγράμματα και πραγματοποιήσιμες προτάσεις.

Το βασικό πλεονέκτημα που παρουσιάζουν εκτός των άλλων είναι το γεγονός ότι αποτελούν «καθαρές» μορφές ενέργειας, φιλικές προς το περιβάλλον, που δεν αποδεδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι συμβατικές πηγές. Μπορούν δηλαδή να απαντήσουν αποτελεσματικά στο τρίπτυχο των προβλημάτων που απασχολούν τον τομέα της ενέργειας που είναι η επάρκεια αποθεμάτων, η ασφάλεια ανεφοδιασμού και η προστασία του περιβάλλοντος.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία λαμβάνεται υπόψη μόνο ο δεύτερος άξονας, καθώς η όποια τεχνολογική εξέλιξη, που θα χρησιμοποιηθεί στο μέλλον για την αύξηση της απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής, είναι πέρα από τους στόχους αυτής της εργασίας.

Οι ΑΠΕ που επιλέγονται στην παρούσα διπλωματική είναι οι εξής:

- Αιολική Ενέργεια
- Ηλιακή Ενέργεια
- Γεωθερμική Ενέργεια
- Βιομάζα

Στην ανάλυση που θα ακολουθήσει στο επόμενο κεφάλαιο, επιλέγονται –με βάση τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε – οι συγκεκριμένες ΑΠΕ, με κυρίαρχα κριτήρια τα χαρακτηριστικά τους ως προς την απόδοση που εμφανίζουν στη διαδικασία μετατροπής και τα βήματα που έχουν ήδη δρομολογηθεί στον ελληνικό χώρο μέχρι στιγμής.

2.2.2 Μέτρα που αφορούν στη ζήτηση ενέργειας

Η βελτίωση της βιωσιμότητας της χρήσης ενέργειας με την εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων από πλευράς ζήτησης (δηλαδή στα κτίρια, τις βιομηχανίες και τα οχήματα) αντιμετωπίζεται με δύο διαφορετικές προσεγγίσεις, την τεχνολογική και την κοινωνική (Ασημακόπουλος Δ. & Αραμπατζής Γ., 2010).

Η τεχνολογική προσέγγιση προβλέπει την εγκατάσταση τεχνολογιών μετατροπής ή διανομής, οι οποίες απαιτούν μικρότερη εισροή ενέργειας για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου επιπέδου ωφέλιμης ενεργειακής εκροής ή υπηρεσίας ενέργειας.

Η κοινωνική προσέγγιση περιλαμβάνει αναπροσαρμογή του τρόπου ζωής, ατομικά και συλλογικά, σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό, με στόχο τη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για την παροχή μίας συγκεκριμένης υπηρεσίας.

Στις εθνικές στατιστικές ενέργειας, η κατανάλωση ενέργειας χωρίζεται συνήθως σε τέσσερις διαφορετικούς τομείς:

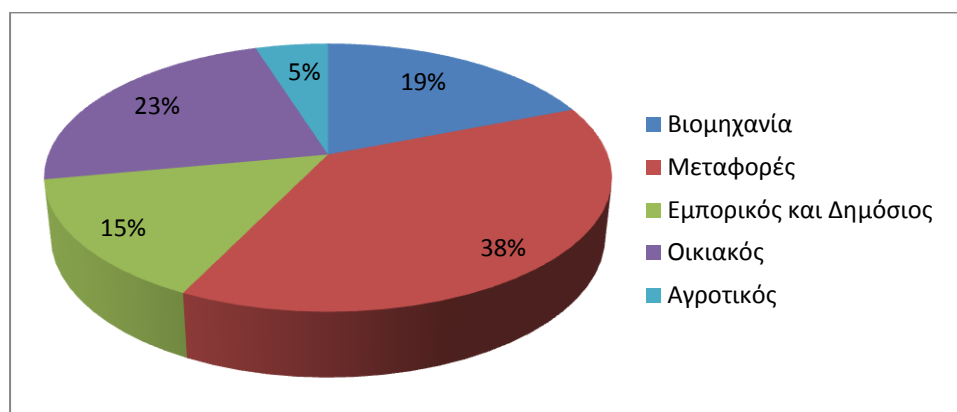
- ✓ Κτιριακός Τομέας
- ✓ Βιομηχανικός Τομέας
- ✓ Τομέας Μεταφορών
- ✓ Αγροτικός Τομέας

Όσον αφορά τον κτιριακό τομέα, ο οικιακός τομέας κατέχει τη μερίδα του λέοντος στην κατανάλωση με ποσοστό που αγγίζει το 23% και εμφανίζει μια σταθερή αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης τα τελευταία χρόνια (Σχήμα 2.2). Άρα είναι και ο τομέας που χρήζει της μεγαλύτερης ανάγκης για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Στον κτιριακό τομέα εντάσσεται επίσης (σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που ακολουθεί στο Κεφάλαιο 3) ο δημόσιος και ο ιδιωτικός τομέας.

Ο τομέας των μεταφορών αποτελεί σταθερά τον πιο απαιτητικό καταναλωτή στο ελληνικό ισοζύγιο ενέργειας με ποσοστά που αγγίζουν το 38%, με αποτέλεσμα να γίνεται εμφανής η ανάγκη συνολικής αναμόρφωσής του.

Η βιομηχανία, τέλος, παρουσιάζει μια στασιμότητα στην κατανάλωση ενέργειας, όχι όμως ως αποτέλεσμα παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας όπως θα μπορούσε να υποθέσει κανείς, αλλά κυρίως εξαιτίας της αποβιομηχάνισης της χώρας. Υπό αυτό το πρίσμα, αλλά ταυτόχρονα λόγω της σημαντικής ανομοιογένειας που παρουσιάζουν οι διεργασίες και οι τελικές χρήσεις ανάλογα με το βιομηχανικό κλάδο, η παρούσα διπλωματική εργασία δεν συμπεριλαμβάνει στη μελέτη τον τομέα αυτό. Σίγουρα πάντως είναι απολύτως αναγκαίο να υπάρξει επισταμένη έρευνα γύρω από το συγκεκριμένο ζήτημα και η μελέτη του βιομηχανικού τομέα μπορεί αναμφίβολα να αποτελέσει προέκταση της παρούσας διπλωματικής, καθώς ένας ενεργειακός σχεδιασμός σε εθνικό επίπεδο δεν μπορεί να θεωρείται ολοκληρωμένος χωρίς να περιλαμβάνει τη μελέτη της βιομηχανίας.

Τέλος, η κατανάλωση ενέργειας στον αγροτικό τομέα αγγίζει μόλις το 5% στην Ελλάδα και το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την επίσης αυξημένη ανομοιογένεια που εμφανίζει ο συγκεκριμένος τομέας τον καθιστά εκτός της ανάλυσης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.



Σχήμα 2.2. Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα (ΣΕΕΣ, 2008)

2.3 Πηγές Δεδομένων

Σε αυτό το σημείο θα ήταν χρήσιμο να αναλυθεί συνοπτικά η μεθοδολογία με την οποία πραγματοποιήθηκε η βιβλιογραφική έρευνα, πάνω στην οποία στηρίζονται σε καθοριστικό βαθμό τα δεδομένα της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ο τρόπος με τον οποίο επιλέγονται οι πηγές, καθώς και η βαρύτητα που δίνεται σε καθεμία από αυτές για την επιλογή των τελικών δεδομένων σε κάθε περίπτωση, είναι αυτά που φανερώνουν εξάλλου το σκεπτικό του αναλυτή σε οποιαδήποτε μελέτη. Πάντα βέβαια επηρεάζουν και ταυτόχρονα επηρεάζονται από το στόχο της εκάστοτε έρευνας.

2.3.1 Επιλογή Πηγών

Η βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε για εύρεση των ποσοτικών δεδομένων, στηρίχθηκε αρχικά στην προσπάθεια επιλογής ενός αντιπροσωπευτικού στο δυνατό βαθμό δείγματος πηγών. Μια μελέτη η οποία έχει το χαρακτήρα της πρόβλεψης-εκτίμησης σε βάθος δεκαετίας για το ενεργειακό σύστημα μιας χώρας,

πρέπει προφανώς να στηρίζεται (σε πρώτη φάση) στην εύρεση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου αριθμού βιβλιογραφικών πηγών, ειδικά στην περίπτωση που το αντικείμενο της μελέτης είναι ο προσδιορισμός της αβεβαιότητας ενός τέτοιου εγχειρήματος.

Οι πληροφορίες και τα δεδομένα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα, είτε χρησιμοποιήθηκαν αυτούσιες, είτε προσαρμόστηκαν στις ανάγκες της κάθε περίπτωσης, χωρίς όμως να αλλοιωθεί το περιεχόμενό τους. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής έρευνας δεν βρέθηκαν για όλες τις περιπτώσεις επαρκή δεδομένα. Η πιο σημαντική έλλειψη παρουσιάστηκε στην αναζήτηση δεδομένων κόστους για την εφαρμογή των εναλλακτικών δράσεων στην περίπτωση του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα (βλ. Κεφάλαιο 3), επειδή - τουλάχιστον με βάση τις μελέτες που ελήφθησαν υπόψη - δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμα σημαντική πρόοδος στο συγκεκριμένο κομμάτι, πράγμα που είναι απαραίτητο να γίνει για να αυξηθεί η αξιοπιστία των προβλέψεων.

Τέλος, κάποια από τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, προέκυψαν από μελέτες και έρευνες προηγούμενων ετών. Αυτό είναι ένα σημαντικό στοιχείο, διότι οι ενεργειακές προβλέψεις του φορέα/οργανισμού/μελετητή ενέχουν σε μεγάλο βαθμό στοιχεία υποκειμενικότητας του αναλυτή και εξαρτώνται από τη σκοπιά που αντιλαμβάνεται αυτός τις κοινωνικό-οικονομικές συνθήκες που επικρατούν (ειδικά όταν αυτές αφορούν στο ενεργειακό σύστημα μιας χώρας). Είναι προφανές ότι στην περίοδο που διανύουμε, οι συνθήκες που επικρατούν σε οικονομικό, κοινωνικό αλλά και πολιτικό επίπεδο στη χώρα μας αλλάζουν άρδην, οι εξελίξεις επιταχύνονται υπό το φόντο της κρίσης και είναι δεδομένο ότι η κατάσταση στην Ελλάδα έχει αλλάξει δραματικά (και δυστυχώς προς το χειρότερο) τα τελευταία χρόνια, και θα μεταβληθεί αντίστοιχα στο εγγύς μέλλον. Άρα είναι αναγκαία η συνεχής επικαιροποίηση των δεδομένων, πράγμα που έγινε σε ένα βαθμό και στη διάρκεια της συλλογής των πληροφοριών.

2.3.2 Ταξινόμηση Πηγών

Το δείγμα των πηγών, μέσα από τις οποίες γίνεται η άντληση των δεδομένων, γίνεται αντιπροσωπευτικό όταν πέρα από την έκτασή του δίνεται βάρος ταυτόχρονα και στην ταξινόμηση των πηγών που το απαρτίζουν, ανάλογα με το είδος τους. Η ταξινόμηση είναι εξαιρετικά σημαντική, επειδή συμβάλλει στην προσπάθεια αξιολόγησης της εγκυρότητας τους, η οποία αποτελεί το τελικό στάδιο της βιβλιογραφικής έρευνας και θα αναλυθεί στη συνέχεια.

Οι πηγές που επελέγησαν, ταξινομήθηκαν ανάλογα με το ρόλο τους στον κοινωνικό σχηματισμό, γεγονός που καθορίζει σε σημαντικό βαθμό τα κίνητρα και τις αφετηρίες των μελετών κάθε μίας από αυτές. Έτσι, προκύπτει ο Πίνακας 2.1, που παρουσιάζει το σύνολο των πηγών της βιβλιογραφικής έρευνας.

Πίνακας 2.1. Ταξινόμηση των πηγών

Κυβερνητικές
Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠ.Ε.Κ.Α.)
Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής (Σ.Ε.Ε.Σ.)
Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)
Ελληνική Στατιστική Αρχή (Ελ. Στατ)
Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)
Ιδιωτικές – Μη Κυβερνητικές
Greenpeace
WWF
Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ)
Εταιρεία Παροχής Αερίου Αττικής
Επιστημονικές
Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
Ενημερωτικές
Ενημερωτικά Έντυπα- Ημερήσιος Τύπος-Περιοδικά

2.3.3 Κριτήρια Αξιολόγησης της Αξιοπιστίας των Πηγών

Η αξιοπιστία μιας πηγής κρίνεται (όπως προαναφέρθηκε) με βάση το ρόλο που διαδραματίζει στον κοινωνικό σχηματισμό. Ο όρος «αξιοπιστία» στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν περιγράφει απαραίτητα τις αμφιβολίες που εγείρονται ως προς την επιστημονική εγκυρότητα/αξιοπιστία τους, αφού στο σύνολό τους αποτελούν επιστημονικές μελέτες.

Αντιθέτως, το βασικό κριτήριο είναι ο βαθμός κατά τον οποίο μπορεί να επηρεαστεί η κατάσταση του ελληνικού ενεργειακού ισοζυγίου από τις προτάσεις-εκτιμήσεις του κάθε φορέα. Πρέπει δηλαδή να γίνει κατανοητή η διαφορά ανάμεσα σε μία μελέτη που καταλήγει σε **εκτίμηση** της κατάστασης του ισοζυγίου με μία μελέτη που καταλήγει σε **πρόταση** ενεργειών.

Το ΥΠ.Ε.Κ.Α. εκδίδει ετησίως έκθεση με στοιχεία για την υπάρχουσα κατάσταση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος και, σε συνεργασία με το Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής και άλλους φορείς, καταρτίζεται το σχέδιο για τα επόμενα έτη. Αν και έχει τεράστια αξία η ανάλυση των δεδομένων, η αξιοπιστία αυτών, καθώς και η κριτική που μπορεί να ασκηθεί στις κυβερνητικές επιλογές, ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν σχετίζεται με αυτό. Στην ανάλυση που θα ακολουθήσει στο Κεφάλαιο 3, τα δεδομένα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα και προέρχονται από τις πηγές αυτές, θεωρείται ότι έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα, καθώς αποτελούν την εκτίμηση κυβερνητικών φορέων για την πορεία του ενεργειακού συστήματος. Χωρίς (σε αρχικό στάδιο τουλάχιστον) να κρίνεται η ορθότητα από κοινωνικής, πολιτικής και οικονομικής άποψης των εκτιμήσεων αυτών, θεωρείται a priori ότι τα στοιχεία αυτά αποτελούν την επικρατούσα τιμή της τελικής επιλογής στην πλειοψηφία των περιπτώσεων (βλέπε Κεφάλαιο 3).

Αντίθετα, οι μελέτες που προέρχονται από ιδιωτικούς φορείς και μη κυβερνητικές οργανώσεις θεωρείται ότι προσεγγίζουν περισσότερο στη λογική της πρότασης, χωρίς και πάλι να κρίνεται η ορθότητά τους από κοινωνικής σκοπιάς. Παρά το γεγονός ότι πολλές από αυτές τις μελέτες πιθανόν να προτείνουν πιο βιώσιμες λύσεις για τη μετατροπή του ενεργειακού συστήματος, θεωρείται ότι δεν μπορούν να επηρεάσουν τις εξελίξεις σε αντίστοιχο βαθμό με τις κυβερνητικές. Άρα τα δεδομένα που αντλούνται από αυτές δημιουργούν το εύρος της τιμής που εκτιμάται ότι μπορεί να λάβει η εκάστοτε παράμετρος, γύρω από την επιλεγείσα επικρατούσα τιμή.

Για τη δημιουργία του εύρους αυτού χρησιμοποιούνται τα δεδομένα που αντλούνται από επιστημονικές μελέτες του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και ερευνητών καθώς και από πηγές που σκοπό έχουν την ενημέρωση (ημερήσιος τύπος, μηνιαία περιοδικά).

2.4 Μοντελοποίηση Δράσεων

Όπως παρουσιάστηκε στην Ενότητα 2.3, για κάθε προτεινόμενη δράση προέκυψε από τη βιβλιογραφική έρευνα ένα πλήθος δεδομένων. Για να λάβουν οι δράσεις αυτές «επεξεργάσιμη μορφή» και να εξεταστεί η αβεβαιότητα στις ενεργειακές προβλέψεις, είναι αναγκαία μία διαδικασία μοντελοποίησής τους. Πρέπει δηλαδή να εντοπιστούν οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν την τελική εξοικονόμηση ενέργειας και να εντοπιστούν εκείνοι που παρουσιάζουν αβεβαιότητα. Έτσι, η αβεβαιότητα όσον αφορά στην τιμή της τελικής εξοικονόμησης ενέργειας από κάθε επέμβαση, «μεταφέρεται» σε συγκεκριμένους δείκτες, για τους οποίους μπορούν να προκύψουν ευκολότερα βιβλιογραφικά δεδομένα.

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

$$\begin{aligned} & \text{Εξοικονόμηση} = \\ & \text{Αριθμός Καταναλωτών} \times \text{Κατανάλωση} \times \text{Ποσοστό Εξοικονόμησης} \times \\ & \text{Εύρος Εφαρμογής} \end{aligned} \quad (2.1)$$

Ο όρος της κατανάλωσης εκφράζει την ετήσια κατανάλωση ανά καταναλωτή και το εύρος της εφαρμογής του μέτρου εκφράζεται ως ποσοστό του αριθμού των καταναλωτών. Το μέγεθος αυτό μαζί με το ποσοστό εξοικονόμησης είναι και οι δύο παράμετροι με τη μεγαλύτερη αβεβαιότητα στην εκτίμηση τους.

Αντίστοιχα, η συνολική αύξηση στην παροχή ενέργειας από ένα έργο ΑΠΕ στον ελληνικό χώρο εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Εγκατεστημένη ισχύς
- Βαθμός απόδοσης της μονάδας
- Κλιματολογικά δεδομένα

Με την παραδοχή ότι ο βαθμός απόδοσης μπορεί να θεωρηθεί σταθερός και πως τα κλιματολογικά δεδομένα δεν θα αλλάξουν δραστικά τα επόμενα 10-15 χρόνια η μόνη αβέβαιη παράμετρος είναι ο βαθμός εφαρμογής του κάθε μέτρου.

Στο κεφάλαιο που ακολουθούν γίνεται αναλυτική παρουσίαση των προτεινόμενων εναλλακτικών δράσεων οι οποίες έχουν χωριστεί, με βάση τον τομέα εφαρμογής τους, στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Επεμβάσεις πράσινης ανάπτυξης
- Εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό τομέα
- Εξοικονόμηση ενέργειας στον τριτογενή τομέα
- Εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα των μεταφορών

Σε κάθε κατηγορία τίθενται αρχικά τιμές για όλες τις προσδιοριστικές παραμέτρους, με βάση βιβλιογραφική ανασκόπηση (των αντίστοιχων μελετών για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα). Ακολουθώντας, ορίζονται οι κατανομές εκείνες που περιγράφουν καλύτερα το κάθε μέγεθος και γίνεται μια πρώτη εκτίμηση της αναμενόμενης εξοικονόμησης. Τέλος, παρουσιάζεται ένας πρώτος υπολογισμός του κόστους εφαρμογής της κάθε δράσης.

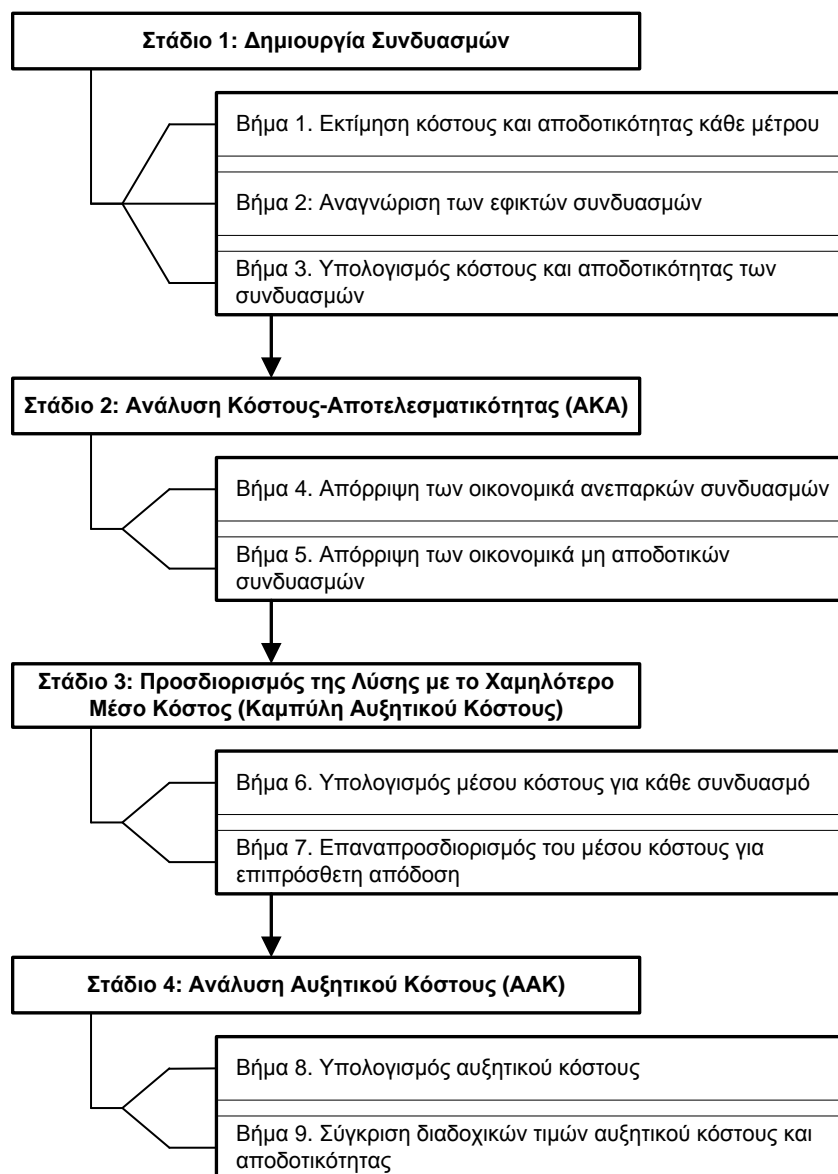
2.5 Ανάλυση Κόστους Αποτελεσματικότητας

Για την αξιολόγηση των εναλλακτικών επεμβάσεων χρησιμοποιείται η ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας και η ανάλυση αυξητικού κόστους. Ο αλγόριθμος (Σχήμα 2.3), στον οποίο βασίζεται η διαδικασία αξιολόγησης, προέρχεται από μια δημοσίευση του Ινστιτούτου Υδατικών Πόρων του Σώματος Μηχανικού του Στρατού των ΗΠΑ (Orth, 1994). Η εφαρμοσιμότητά του σε περιβαλλοντικά προβλήματα σχεδιασμού καταδεικνύεται από την παρατήρηση των Carlson και Palesh (1993) ότι η ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας και η ανάλυση αυξητικού κόστους αποτελούν δύο βασικές έννοιες για την αξιολόγηση εναλλακτικών περιβαλλοντικών επεμβάσεων. Ο αλγόριθμος αυτός επεκτείνεται στα πλαίσια της παρούσας εργασίας ενσωματώνοντας την εκτίμηση και αξιολόγηση της αβεβαιότητας που εμπεριέχεται στον υπολογισμό του κόστους και της αποτελεσματικότητας των διαφόρων επεμβάσεων (Σχήμα 2.4).

Στην ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας χρησιμοποιείται η μέθοδος Monte Carlo, η οποία εισάγει την επαναληπτική εκτέλεση του αλγορίθμου και τον προσδιορισμό της μορφής της στατιστικής κατανομής που περιγράφει τις μεταβλητές εξόδου, δηλαδή του συνολικού κόστους και της συνολικής αποτελεσματικότητας.

Τα συγκριτικά πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης προσέγγισης, ως προς τις κλασικές τεχνικές οικονομικής αξιολόγησης, είναι η ευκολία εφαρμογής της και η ικανότητά της να καθορίζει τις καταλληλότερες δράσεις μέσα από μια σύντομη και απλή διαδικασία. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος Κόστους-Αποτελεσματικότητας δεν προτείνει μια «άριστη» ή «ιδανική» λύση αλλά παρέχει μια βάση σύγκρισης των

μεταβολών κόστους και αποτελεσματικότητας και μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων (Yoe, 1992).



Σχήμα 2.3. Ανάλυση Αυξητικού Κόστους

Ως κόστος συνήθως ορίζεται το άμεσο κόστος εφαρμογής μιας επέμβασης, ενώ η αποτελεσματικότητα εκφράζεται σε όρους κάποιου φυσικού μεγέθους (π.χ. παραγόμενη ενέργεια, εκπομπές ρύπων) που σχετίζεται με την εφαρμογή της (RPA, 2004). Τα εννέα διακριτά βήματα από τα οποία αποτελείται ο αλγόριθμος, μπορούν, για την καλύτερη κατανόησή του, να χωριστούν σε τέσσερα επιμέρους στάδια. Το πρώτο στάδιο έχει ως στόχο την εκτίμηση του κόστους και της αποτελεσματικότητας όλων των μέτρων, και τη δημιουργία όλων των εφικτών λύσεων, συνδυάζοντας τα μέτρα αυτά. Στο δεύτερο στάδιο πραγματοποιείται η ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας, με στόχο την απόρριψη των οικονομικά μη αποτελεσματικών και μη αποδοτικών λύσεων. Ως οικονομικά μη αποτελεσματικές ορίζονται οι λύσεις που, για την ίδια αποτελεσματικότητα έχουν μεγαλύτερο κόστος, ενώ οικονομικά μη

αποδοτικές είναι οι λύσεις που για το ίδιο κόστος, εμφανίζουν μικρότερη αποτελεσματικότητα. Το τρίτο στάδιο υπολογίζει το μέσο κόστος των οικονομικά αποδοτικών και αποτελεσματικών λύσεων, με στόχο την απόρριψη των λύσεων που έχουν χαμηλότερο συνολικό κόστος αλλά είναι οικονομικά μη αποδοτικές.

Για την υλοποίηση της ανάλυσης κόστους-αποτελεσματικότητας χρησιμοποιείται ένα υπολογιστικό εργαλείο, το οποίο αναπτύχθηκε από τη Μονάδα Διαχείρισης Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Ο αλγόριθμος του υπολογιστικού εργαλείου αξιολόγησης των εναλλακτικών δράσεων παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.4.

2.6 Εργαλείο Ενεργειακού Σχεδιασμού

Το εργαλείο που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ένα υπολογιστικό εργαλείο προσομοίωσης του ενεργειακού συστήματος, το οποίο βασίζεται στη δημιουργία εναλλακτικών σεναρίων για την εκτίμηση της εξέλιξής του. Μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε τοπικό όσο και σε περιφερειακό/εθνικό επίπεδο, ο χρονικός ορίζοντας της μελέτης είναι απεριόριστος ενώ το ελάχιστο επιτρεπτό χρονικό βήμα είναι ένας μήνας. Δεν θέτει περιορισμό στον αριθμό των τομέων που θα μελετηθούν, η ανάλυση γίνεται σε επίπεδο καυσίμου ενώ δέχεται αποκλειστικά ποσοτικά δεδομένα.

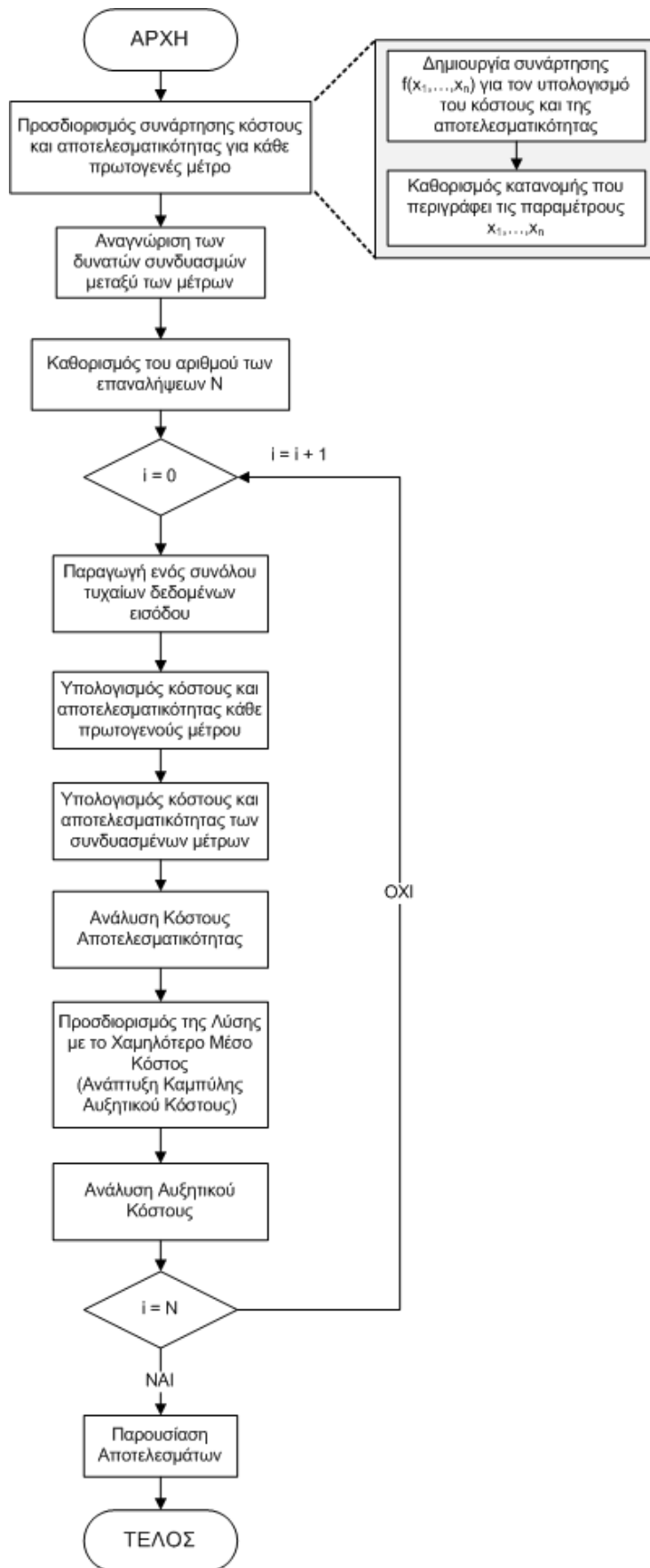
Ακολουθεί την τεχνολογική προσέγγιση και βασίζεται στην κατανόηση και μοντελοποίηση του τρόπου παραγωγής, μετατροπής και κατανάλωσης τη ενέργειας σε μια περιοχή, κάτω από συγκεκριμένες παραδοχές σχετικά με την εξέλιξη του πληθυσμού, την οικονομική ανάπτυξη και την τεχνολογική πρόοδο (Αγγελής-Δημάκης, 2011). Για την απεικόνιση του ενεργειακού συστήματος της περιοχής χρησιμοποιείται το ενεργειακό σύστημα αναφοράς, όπου οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τις διάφορες διεργασίες παραγωγής, μετατροπής και κατανάλωσης ενέργειας ενώ οι σύνδεσμοι αναπαριστούν τη μεταφορά και διανομή ενέργειας από τον ένα κόμβο στον άλλο

Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τους κόμβους του ενεργειακού δικτύου είναι οι εξής:

- Δυναμικότητα, το μέγιστο πόσο ενέργειας που μπορούν να επεξεργαστούν ή να παρέχουν.
- Βαθμός απόδοσης, ο λόγος του συνόλου των εξερχομένων ροών προς το σύνολο των εισερχομένων ροών.
- Σύνολο εισερχομένων και εξερχομένων ροών και επιμέρους μερίδια των καυσίμων.
- Προτεραιότητα ικανοποίησης εισερχομένων και εξερχομένων συνδέσμων.

Αντίστοιχα, οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τις ακμές του ενεργειακού δικτύου είναι:

- Δυναμικότητα, η μέγιστη ποσότητα ενέργειας που μπορεί να διέλθει από το σύνδεσμο.



Σχήμα 2.4. Αλγόριθμος υπολογιστικού εργαλείου αξιολόγησης εναλλακτικών δράσεων

- Εισροή, η ποσότητα ενέργειας που εισέρχεται στο σύνδεσμο.
- Εκροή, η ποσότητα ενέργειας που εξέρχεται από το σύνδεσμο.
- Βαθμός απωλειών, ο λόγος της εκροής προς την εισροή.

Τα κύρια στοιχεία του εργαλείου είναι η **Περιοχή** και τα **Σενάρια**. Η περιοχή αποτελεί μια γενική εικόνα του εξεταζόμενου ενεργειακού συστήματος αλλά και του οικονομικού, κοινωνικού και περιβαλλοντικού πλαισίου που το περιβάλλει. Περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα ιστορικά ενεργειακά δεδομένα, καθώς και όλα τα κλιματολογικά, δημογραφικά και μακροοικονομικά δεδομένα. Το κάθε σενάριο είναι μια ανεξάρτητη εκτίμηση της μελλοντικής εξέλιξης του ενεργειακού συστήματος κάτω από καθορισμένες κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες και μετά την εφαρμογή συγκεκριμένων στρατηγικών ανάπτυξης.

Το εργαλείο που αναπτύσσεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- Ως βάση δεδομένων, παρέχοντας ένα αναλυτικό και ευέλικτο σύστημα διαχείρισης των ενεργειακών πληροφοριών.
- Ως εργαλείο πρόβλεψης, επιτρέποντας στον χρήστη να κάνει εκτιμήσεις για την εξέλιξη της παροχής και ζήτησης ενέργειας σε μακροπρόθεσμο χρονικό ορίζοντα.
- Ως εργαλείο ανάλυσης και αξιολόγησης ενεργειακών πολιτικών, εξετάζοντας την εξέλιξη του ενεργειακού συστήματος και εκτιμώντας τις επιπτώσεις σε αυτό των εναλλακτικών ενεργειακών πολιτικών, επενδύσεων και δράσεων.

Αντίθετα, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση του συστήματος ούτε για τη δημιουργία σεναρίων ισορροπίας της αγοράς.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματά του είναι η ευελιξία και η ευκολία στη χρήση. Το περιβάλλον εργασίας ακολουθεί τη δομή των παραθύρων, με την οποία είναι εξοικειωμένοι οι περισσότεροι χρήστες, οι οποίοι έχουν μάλιστα την ευχέρεια να αναδιατάξουν τα παράθυρα σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους. Επίσης, προσφέρει τις ακόλουθες καινοτόμες δυνατότητες:

- Εισάγεται η έννοια των προτεραιοτήτων για κάθε σύνδεσμο που ενώνει ένα κόμβο παροχής και έναν κόμβο ζήτησης ενέργειας κατά την επίλυση του δικτύου, τόσο στο επίπεδο της προσφοράς (π.χ. προγραμματισμός ηλεκτροπαραγωγής) όσο και στο επίπεδο της ζήτησης (π.χ. επιλογή παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας σε μια απελευθερωμένη αγορά).
- Προσφέρεται αμεσότητα και ευκολία στη δημιουργία του ενεργειακού συστήματος αναφοράς, το οποίο δεν αποτελεί απλώς μια στατική εικόνα αλλά είναι δυναμικό και όλες οι αλλαγές που γίνονται σε αυτό επηρεάζουν τη δομή του δικτύου.
- Υποστηρίζεται ο υπολογισμός ενός καθορισμένου και αντιπροσωπευτικού συνόλου επιμέρους δεικτών βιώσιμης ανάπτυξης και ενός συνολικού δείκτη της αειφορίας του ενεργειακού συστήματος.

Η σημαντικότερη, όμως, καινοτομία που εισάγει σε σχέση με τα υπόλοιπα υφιστάμενα εργαλεία είναι η διαχείριση της επικινδυνότητας με τη χρήση της μεθόδου MonteCarlo. Συγκεκριμένα, υποστηρίζεται η επαναληπτική επίλυση του ενεργειακού ισοζυγίου για όλες τις χρονικές στιγμές από το έτος βάσης μέχρι το τελευταίο έτος του χρονικού ορίζοντα της μελέτης. Πρόκειται για μια λειτουργία που δεν εμφανίζει κάποιο άλλο αντίστοιχο εργαλείο μέχρι τη στιγμή συγγραφής της παρούσας διατριβής. Αναλυτικότερα ο χρήστης καλείται να καθορίσει τις αβέβαιες παραμέτρους του μοντέλου του και στη συνέχεια πραγματοποιείται επίλυση του ενεργειακού ισοζυγίου προς την εξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων με ενσωματωμένη την παράμετρο της αβεβαιότητας.

Τέλος, σε προγραμματιστικό επίπεδο επιδιώκεται η ανάπτυξη ενός γενικευμένου επιλύτη δικτύων ο οποίος μπορεί να προσαρμοστεί σε οποιοδήποτε πρόβλημα. Επιπλέον, τα τμήματα της γραφικής απεικόνισης του δικτύου και του αλγορίθμου κατάρτισης και επίλυσης του ενεργειακού ισοζυγίου είναι ανεξάρτητα, γεγονός που ενισχύει την παραπάνω επιδίωξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΩΝ

Η επίτευξη των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων που έχουν τεθεί για την Ελλάδα περνά μέσα από την υλοποίηση συγκεκριμένων δράσεων με στόχο τη μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και την ταυτόχρονη αύξηση του μεριδίου των πιο φιλικών προς το περιβάλλον ενεργειακών πηγών στο μίγμα της παροχής του ενεργειακού ισοζυγίου.

Μέσα από εκτενή βιβλιογραφική έρευνα (Ενότητα 2.3), προέκυψαν οι δράσεις που προτείνονται προς εφαρμογή για την αναμόρφωση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος και παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1. Εναλλακτικές δράσεις για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα

Επεμβάσεις Εξοικονόμησης
Επεμβάσεις Κτιριακού Τομέα
Αντικατάσταση λαμπτήρων
Αναβάθμιση κτιριακού κελύφους
Αντικατάσταση λευκών συσκευών με συσκευές ανώτερης ενεργειακής κλάσης
Αντικατάσταση λέβητα με νέο λέβητα φυσικού αερίου
Εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων
Επεμβάσεις στις Μεταφορές
Αναμόρφωση του συστήματος των ΜΜΜ
Αντικατάσταση Ι.Χ. οχημάτων
Αντικατάσταση μεσαίων και βαρέων οχημάτων
Προώθηση οικονομικής, οικολογικής και ασφαλούς οδήγησης
Επεμβάσεις Παροχής
Εγκατάσταση αιολικών πάρκων
Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων
Εγκατάσταση γεωθερμικών μονάδων
Εγκατάσταση μονάδων βιομάζας

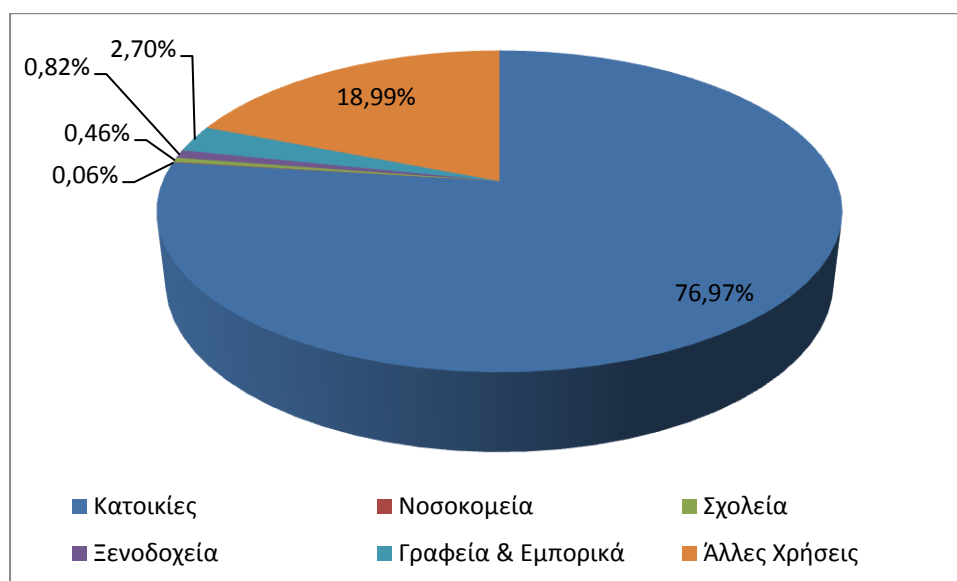
Οι δράσεις αυτές κατανέμονται ανάλογα με τον τομέα στον οποίο θα εφαρμοστούν και τα δεδομένα που τις αφορούν παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια. Πιο εκτενής ανάλυση γίνεται στον οικιακό τομέα, αφού στη συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχουν αρκετά σε πλήθος και αξιόπιστα δεδομένα κόστους και αποδοτικότητας, με αποτέλεσμα να γίνεται πιο ακριβής η αξιολόγηση των εναλλακτικών δράσεων. Αντίθετα στους υπόλοιπους τομείς, η εκτίμηση του κόστους παρουσιάζει σημαντικές δυσχέρειες, κυρίως λόγω έλλειψης δεδομένων. Ακόμα κι αν αυτό επιτευχθεί η αβεβαιότητά που θα παρουσιάζουν θα είναι εξαιρετικά υψηλή επειδή δεν υπάρχει σε ικανοποιητικό βαθμό εμπειρία από ανάλογες προσπάθειες τέτοιας κλίμακας στο παρελθόν, με αποτέλεσμα οι απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα να είναι συχνά ασαφείς.

Θα ακολουθήσει μια αναλυτική παρουσίαση των εναλλακτικών δράσεων ανά τομέα και θα γίνει αξιολόγηση των επεμβάσεων αυτών στον οικιακό τομέα. Για τους υπόλοιπους τομείς το σύνολο των προτεινόμενων επεμβάσεων θα προκύψει από μία προσαρμογή των αποτελεσμάτων από την αξιολόγηση των δράσεων στον οικιακό τομέα, με γνώμονα πάντα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσιάζονται ανά περίπτωση. Με τον όρο προσαρμογή, εννοείται η επιλογή των βέλτιστων επεμβάσεων όπως προκύπτουν από την ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας για τον οικιακό τομέα, η παραδοχή ότι αυτές είναι εξίσου συμφέρουσες ενεργειακά και οικονομικά για τον δημόσιο και τον ιδιωτικό, και η αυτόματη εφαρμογή τους σε αυτούς - απορρίπτοντας βέβαια επεμβάσεις που δεν μπορούν να βρουν εφαρμογή σε αυτούς τους δύο τομείς λόγω των ιδιαιτεροτήτων που παρουσιάζουν- (Ενότητα 3.1).

3.1 Οικιακός τομέας

3.1.1 Εισαγωγή

Στην προσπάθεια χάραξης μιας στρατηγικής για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, τη μερίδα του λέοντος κατέχει ο οικιακός τομέας. Ο λόγος δεν είναι άλλος από το μεγάλο ποσοστό που κατέχει ο αριθμός των κατοικιών ως προς το συνολικό αριθμό των κτιρίων που υπάρχουν σε κάθε χώρα, συνεπώς και στην Ελλάδα. Χαρακτηριστική είναι η καταγραφή που διενεργήθηκε το 2001 και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3.1



Σχήμα 3.1.Κατανομή των χρήσεων στον κτιριακό τομέα (Ελ. Στατ, 2006)

Μέσα από βιβλιογραφική έρευνα σε επίσημες εκθέσεις, μελέτες, επιστημονικά άρθρα και άρθρα του ημερήσιου τύπου, για την περίοδο 2006-2010, συγκεντρώθηκαν όλες οι πιθανές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η βιβλιογραφική έρευνα επικεντρώθηκε στη συλλογή στοιχείων για τις μεταβλητές σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται στο εργαλείο αξιολόγησης εναλλακτικών δράσεων για την εξαγωγή του τελικού σχεδίου δράσης.

Για κάθε εναλλακτική δράση παρουσιάζονται υπό μορφή πίνακα τα ακόλουθα μεγέθη:

- Δυναμικό Εξοικονόμησης. Εκφράζει την τελική κατανάλωση ενέργειας της τελικής χρήσης με την οποία σχετίζεται η συγκεκριμένη δράση.
- Ποσοστό Εξοικονόμησης. Αφορά την εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας μετά την εφαρμογή του μέτρου σε σχέση με την αρχική κατανάλωση.
- Ποσοστό Εφαρμογής. Αποτυπώνει το εκτιμώμενο ποσοστό των νοικοκυριών που θα εφαρμόσουν το μέτρο με ορίζοντα το έτος 2020

Παράλληλα παρουσιάζονται τα στοιχεία κόστους που συνελέγησαν. Επιπλέον, για κάθε δράση εκτός από τον πίνακα που περιέχει τα βιβλιογραφικά δεδομένα παρατίθεται και ένας πίνακας που αποτυπώνει την τελική επιλογή των στοιχείων, τα οποία θα εισαχθούν στο μοντέλο για την εξαγωγή του τελικού αποτελέσματος.

Οι προτεινόμενες επεμβάσεις παρουσιάζονται στις ακόλουθες ενότητες.

3.1.2 Αντικατάσταση Λαμπτήρων

Περιγραφή

Με τον όρο αντικατάσταση λαμπτήρων, συνήθως εννοείται η αντικατάσταση λαμπτήρων (ή και φωτεινών σωμάτων) πυράκτωσης με λαμπτήρες φθορισμού διαφόρων τύπων (συμβατικοί- συμπαγείς χαμηλής κατανάλωσης- σωληνωτοί). Σε γενικές γραμμές πάντως εννοείται η αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με οποιαδήποτε τεχνολογία προσφέρει μεγαλύτερους χρόνους ζωής με μικρότερη κατανάλωση. Τέτοιο παράδειγμα, πέρα από τους λαμπτήρες φθορισμού, είναι οι λαμπτήρες τύπου LED (Light Emitting Diode-Δίοδος Εκπομπής Φωτός) που παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερους χρόνους ζωής και μεγαλύτερη απόδοση. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης, μεταλλικών αλογόνων και άλλα είδη, με την κάθε περίπτωση να παρουσιάζει να παρουσιάζει καλύτερους χρόνους ζωής και μεγαλύτερη απόδοση από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως.

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται τα δεδομένα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα.

Πίνακας 3.2. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση λαμπτήρων

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος
ΣΕΕΣ (2008)	3%			380 εκ. € συσκευές και φωτισμός
ΕΑΑ (2008)	4%	60%		
ΥΠΑΝ (2007)β	3.7%			
Balaras et al. (2007)		60%		1 €/τμ
Greenpeace(2007)		45%		
Τα Νέα 31/1/2009				> 4 € ανά λαμπτήρα
Τα Νέα 14/6/2009		Έως 80%		3-6 € ανά λαμπτήρα
Τα Νέα 14/2/2009				100 € ανά κατοικία

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Η λογική με την οποία επιλέχθηκε η συγκεκριμένη επέμβαση είναι ότι η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι μία επιλογή που μπορεί να υλοποιηθεί σχετικά εύκολα από ένα μέσο νοικοκυριό, αφού τόσο τα οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από το μεγαλύτερο χρόνο ζωής, όσο και η καλύτερη απόδοση

σε φωτισμό που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες είναι αρκετά προφανή. Επιπρόσθετα, η προώθηση της συγκεκριμένης επέμβασης μέσω διαφήμισης ή άλλων δράσεων και ενεργειών από διάφορα Μ.Μ.Ε. παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάδειξη των στοιχείων που την κάνουν συμφέρουσα ως επιλογή για το εκάστοτε νοικοκυριό. Το μέτρο αυτό προτείνεται σχεδόν σε όλες τις σχετικές μελέτες, αφού πέρα από όλα τα προαναφερθέντα, παρουσιάζει και μεγάλες δυνατότητες ως προς την τελική εξοικονόμηση.

Τελική επιλογή

Το εύρος αναφέρεται στις ακραίες τιμές που προκύπτουν από τη βιβλιογραφική έρευνα και η επικρατούσα τιμή είναι αυτή που χρησιμοποιείται στο μοντέλο ως η τιμή με την μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης (Πίνακας 3.3). Πρέπει να σημειωθεί ότι για την επιλογή της επικρατούσας τιμής παίζει ρόλο η συχνότητα εμφάνισής της κατά τη βιβλιογραφική έρευνα, καθώς και τα στοιχεία που δίνονται από φορείς που έχουν μεγαλύτερη αξιοπιστία. Τέλος, η τιμή του ποσοστού εφαρμογής αποτελεί παραδοχή και προκύπτει με βάση τις ιδιομορφίες που παρουσιάζει το συγκεκριμένο μέτρο και αναφέρονται και παραπάνω.

Πίνακας 3.3 Τελική επιλογή για την αντικατάσταση λαμπτήρων

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	400kWh- 1200kWh	50%-80%	5-20%	60€-120€
Επικρατούσα Τιμή	600kWh	60%	10%	100€

3.1.3 Αναβάθμιση Κτιριακού Κελύφους

Περιγραφή

Οι θερμικές απώλειες σε ένα κτίριο προκαλούνται από τη μεταφορά της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο, να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκειά της. Αυτό γίνεται κατορθωτό με τη θερμομόνωση του κτιρίου η οποία επιβραδύνει την ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας μέσα από τις επιφάνειες (τοίχους, στέγες, πατώματα, κουφώματα) που χωρίζουν περιοχές ή χώρους διαφορετικής θερμοκρασίας (ΚΑΠΕ, 2010). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ως εναλλακτικές δράσεις επιλέγονται η θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και η θερμομόνωση οροφής, αφού προτείνονται από την πλειοψηφία των μελετητών.

3.1.3.1 Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.4. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τη θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος
ΕΑΑ. (2008)	61%	28-34 %	15% των προ 1980 κτιρίων	
ΕΑΑ. (2008)	61%	21-42 %		
ΣΕΕΣ. (2008)	69%		250000	1,7 δις €
Ελευθεροτυπία (4/6/2010)				7000 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 12/1/2010				5000 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 17/1/2010				6000 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 14/2/2009		35-40%		4000 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 14/6/2009		έως 40%		3000 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 31/1/2009				3000-5000 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 13/5/2009				1808 €/100 τμ έως 3082 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 13/5/2009				3689 €/100 τμ έως 4760 €/100 τμ
Balaras et al. (2007)		33-60%	Όλα πριν το 1980 και 10% των 1980-2001	3300 €/100 τμ

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Το πιο αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του Πίνακα 3.3 είναι η διάκριση των κτιρίων σε κτίρια κατασκευασμένα πριν από το 1980 και σε αυτά που κατασκευάστηκαν μετά, και τούτο διότι το 1979 θεσπίστηκε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων. Εξαιτίας αυτού όλα τα κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα μετά το 1980 είναι μονωμένα, όμως σχεδόν όλα τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 (σχεδόν το 82% των κτιρίων στην Ελλάδα) δεν έχουν μόνωση (ΚΑΠΕ, 2000). Ένα πρώτο συμπέρασμα που θα μπορούσε να προκύψει από το συγκεκριμένο δεδομένο είναι ότι πολύ δύσκολα θα ήταν δυνατόν να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό ποσοστό εφαρμογής του συγκεκριμένου μέτρου χωρίς την ύπαρξη οικονομικών κινήτρων ή κάποιας νομοθεσίας, αφού ουσιαστικά η δράση αυτή αφορά σχεδόν αποκλειστικά παλαιά κτίρια (γεγονός που συνεπάγεται και μία διαδικασία τοποθέτησης της μόνωσης).

Από τις 10 Ιανουαρίου 2011 είναι πλέον υποχρεωτική η λήψη Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης από τον ιδιοκτήτη κάθε κτιρίου που πωλείται ή ενοικιάζεται (για τις αγοραπωλησίες και νέες μισθώσεις τμημάτων κτιρίων η υποχρεωτική λήψη του Π.Ε.Α. αναμένεται να ισχύσει από τις 9 Ιουλίου 2011). Σε συνδυασμό με την ύπαρξη του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ'οίκον» που ισχύει από το 2009 και προσφέρει οικονομικά κίνητρα (επιχορηγήσεις, άτοκα δάνεια ή δάνεια με χαμηλότερο επιτόκιο ανάλογα με το οικογενειακό εισόδημα) για τα νοικοκυριά που επιλέγουν να εφαρμόσουν αντίστοιχες επεμβάσεις, η πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εναλλακτικής δράσης σε μεγάλο ποσοστό των νοικοκυριών είναι πλέον πιο ρεαλιστική. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος για τον οποίο επιλέγεται η εναλλακτική δράση ως προτεινόμενη, παρόλο που το μέσο νοικοκυριό θα αναγκαστεί να επιβαρυνθεί επιπλέον από την υποχρεωτική καταβολή του αντίτιμου για την έκδοση του Πιστοποιητικού.

Τελική επιλογή

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ο Πίνακας 3.4.

Πίνακας 3.5. Τελική επιλογή για τη θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	10000kWh- 20000kWh	33%-60%	Έως 60%	3300€-7000€
Επικρατούσα Τιμή	12500kWh	35%	40%	5000€

3.1.3.2 Θερμομόνωση Οροφής

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.6. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τη θερμομόνωση οροφής

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εφαρμογής	Κόστος
Balaras et al. (2007)		2-14%	70% πριν το 1980 και 10% των 1980-2001	28 €/τμ
TA NEA 31/1/2009		10-15%		30-50 €/τμ
TA NEA 14/2/2009				40 €/τμ

Τελική επιλογή

Πίνακας 3.7. Τελική επιλογή για τη θερμομόνωση οροφής

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	10000kWh-20000kWh	2%-15%	Έως 50%	3000€-5000€
Επικρατούσα Τιμή	12500kWh	8%	30%	4000€

3.1.4 Βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου

Με βάση ακριβώς την ίδια λογική με την οποία αιτιολογήθηκε η επιλογή της θερμομόνωσης ως εναλλακτική δράση, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα για τις δράσεις που αφορούν την τοποθέτηση σκιάστρων-τεντών και διπλών τζαμιών (υαλοπινάκων). Εξάλλου όλα τα προαναφερθέντα εντάσσονται στην ευρύτερη κατηγορία των εναλλακτικών δράσεων που αποσκοπούν στη βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς των κτιρίων και στη μείωση των θερμικών απωλειών. Ακολουθούν οι πίνακες με τα στοιχεία της βιβλιογραφικής έρευνας, καθώς και οι πίνακες που συγκεντρώνουν τις τιμές που επιλέγονται για την κάθε περίπτωση.

3.1.4.1 Σκίαστρα - Τέντες

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Η τοποθέτηση σκιάστρων-τεντών στους εξωτερικούς χώρους κατοικιών ειδικά στην Ελλάδα που τα ποσοστά ηλιοφάνειας είναι πολύ μεγάλα, μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό μέτρο για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες. Παρόλο που το κόστος της τοποθέτησης δεν είναι μεγάλο, το ποσοστό εφαρμογής που επιλέγεται ως πρόβλεψη είναι μόνο 10%, διότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη εκτίμηση από τις πηγές που μελετήθηκαν κατά τη βιβλιογραφική έρευνα και οποιαδήποτε αύξηση του συγκεκριμένου ποσοστού θα ήταν μάλλον ριψοκίνδυνη.

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.8. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τα σκίαστρα/τέντες

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος
Balaras et al. (2007)		10-20% της ηλεκτρικής για ψύξη		20 €/τμ
TA NEA 12/1/2010				40 €/τμ
TA NEA 14/6/2009				50 €/τμ
TA NEA 14/2/2009				40 €/τμ

Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των κατοικιών στην Ελλάδα έχουν ήδη τοποθετημένα σκίαστρα ή τέντες, με αποτέλεσμα, το ποσοστό των κατοικιών που πρόκειται να τα τοποθετήσουν για πρώτη φορά μέσα στη δεκαετία σε σχέση με το συνολικό αριθμό των κατοικιών να μην μπορεί να υπερβεί το 10%.

Τελική επιλογή

Πίνακας 3.9. Τελική επιλογή για τα σκίαστρα/τέντες

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	200kWh- 300kWh	10%-20%		300€-750€
Επικρατούσα Τιμή	250kWh	15%	10%	600€

3.1.4.2 Διπλοί Υαλοπίνακες

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, έτσι ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλούς υαλοπίνακες, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.9: Βιβλιογραφικά δεδομένα για τα διπλά τζάμια

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εφαρμογής	Κόστος
Balaras et al. (2007)		14-20%	Όλα πριν το 1980 και 10% των 1985-2001	160 €/τμ
Ελευθεροτυπία (4/6/2010)				120 €/τμ
ΤΑ ΝΕΑ 17/1/2010				12000 €/100 τμ
ΤΑ ΝΕΑ 14/6/2009				40-70 €/τμ
ΤΑ ΝΕΑ 14/2/2009		20%		180-200 €/τμ
ΤΑ ΝΕΑ 31/1/2009				25-190 €/τμ

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Η ύπαρξη του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 καθώς και τα πολλαπλά οφέλη που παρουσιάζει η τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων, καθιστούν τη συγκεκριμένη δράση σημαντική και αυτός είναι ο λόγος που επιλέγεται ως προτεινόμενη.

Τελική επιλογή

Πίνακας 3.10. Τελική επιλογή για τα διπλά τζάμια

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	10000kWh- 20000kWh	15%-25%	Έως 60%	600€-3000€
Επικρατούσα Τιμή	12500kWh	20%	40%	2000€

3.1.5 Αντικατάσταση Λευκών Συσκευών με Συσκευές Ανώτερης Ενεργειακής Κλάσης

Περιγραφή

Στον τομέα αυτό έχουν γίνει σημαντικά βήματα από πλευράς Ευρωπαϊκής Ένωσης με διατάξεις που αφορούν την υποχρεωτική αναγραφή της κατανάλωσης ενέργειας σε κάθε συσκευή που είναι προς πώληση.

Σύμφωνα με διάφορες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (92/75/CEE, 94/2/CE, 95/12/CE, 96/89/CE, 2003/66/CE, κ.ά.) οι περισσότερες λευκές συσκευές, πρέπει να διαθέτουν την Ενεργειακή Ετικέτα της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναρτημένη σε εμφανές σημείο όταν διατίθενται για πώληση ή ενοικίαση.

Η ενεργειακή απόδοση της συσκευής κατατάσσεται σε ενεργειακές κλάσεις από το Α έως το G, όπου το Α είναι η ενεργειακά αποδοτικότερη κλάση και G η ενεργειακά λιγότερο αποδοτική. Οι πληροφορίες αυτές θα πρέπει να περιέχονται επίσης στους καταλόγους πώλησης και να παρέχονται από τους λιανοπωλητές και τις ιστοσελίδες.

Σε μια προσπάθεια να συμπεριληφθούν οι πρόοδοι που σημειώθηκαν στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης, ορίστηκαν οι κατηγορίες A+ και A++ για τις ψυκτικές συσκευές.

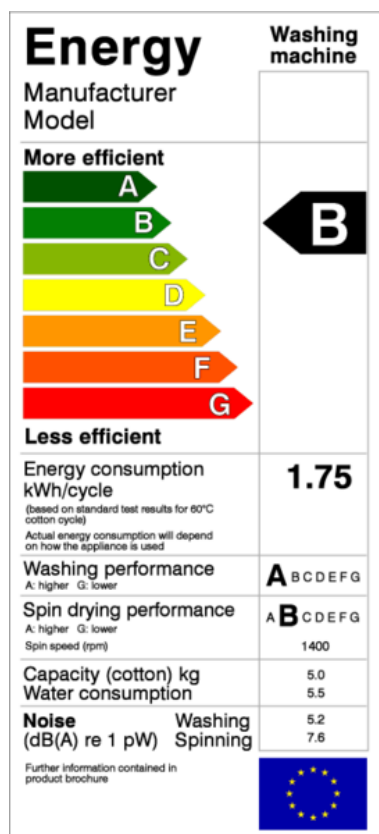
Οι ενεργειακές ετικέτες (Σχήμα 3.2) περιλαμβάνουν τέσσερα τουλάχιστον μέρη, όπου αναγράφονται τα ακόλουθα στοιχεία (aenaon.net)

- Λεπτομέρειες της συσκευής. Ανάλογα με κάθε συσκευή, αναγράφονται συγκεκριμένα στοιχεία του μοντέλου των υλικών του.
- Ενεργειακή κλάση. Χρωματικός κώδικας που συσχετίζεται με το γράμμα της κάθε κλάσης (από το Α στο G) και πληροφορεί χονδρικά για την ηλεκτρική της κατανάλωση.
- Γενικές Πληροφορίες. Παρέχονται πληροφορίες ανάλογα με τον τύπο της συσκευής(κατανάλωση, απόδοση, χωρητικότητα).
- Επίπεδο θορύβου. Ο θόρυβος που προέρχεται από τη λειτουργία της συσκευής (σε decibel).

3.1.5.1 Αντικατάσταση Ψυγείων

Περιγραφή

Με την αντικατάσταση ψυγείων χαμηλότερης ενεργειακής κλάσης με υψηλότερης επιτυγχάνονται πολύ μεγάλα ποσοστά εξοικονόμησης. Στον Πίνακα 3.11 παρουσιάζεται η ενεργειακή απόδοση, η οποία προσδιορίζεται για την κάθε συσκευή σύμφωνα με την κατανάλωσή της και τον υπό ψύξη όγκο ανάλογα με τον τύπο της συσκευής.



Σχήμα 3.2: Παράδειγμα Ενεργειακής Ετικέτας

Τα στοιχεία που συνελέγησαν από τη βιβλιογραφική έρευνα είναι χαρακτηριστικά ειδικά ως προς τα ποσοστά εξοικονόμησης. Στον Πίνακα 3.12 παρουσιάζονται τα στοιχεία που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα και στον Πίνακα 3.13 οι τελικές επιλογές.

Πίνακας 3.11.

A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
<30	<42	<55	<75	<90	<100	<110	<125	>125

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.12. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση ψυγείων

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εφαρμογής	Κόστος
ΕΑΑ (2008)	5%	εως 60 %		
ΣΕΕΣ(2008)	6%			
ΥΠΑΝ (2007)β	20% της ηλεκτρικής			
ΤΑ ΝΕΑ 7/2/2009		έως 60%		

ΥΠΑΝ (2009)	100000-250000
ΤΑ ΝΕΑ 14/2/2009	έως 40%

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι το κόστος αγοράς ενός ψυγείου υψηλής ενεργειακής κλάσης είναι μεγαλύτερο από το κόστος ενός ψυγείου χαμηλότερης ενεργειακής κλάσης. Παρ' όλα αυτά, η απόσβεση λόγω της μικρότερης κατανάλωσης είναι σίγουρη και μάλιστα σε μικρό χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα ακόμα και το μοναδικό «μειονέκτημα» να ισοσκελίζεται σε βάθος χρόνου. Σημαντικό ρόλο παίζει και η αύξηση στα τιμολόγια της ΔΕΗ που σημειώνεται αυτήν την περίοδο, κάτι που μπορεί να λειτουργήσει ως επιπλέον κίνητρο για ένα νοικοκυριό. Όλοι οι παραπάνω λόγοι οδηγούν στην επιλογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής δράσης ως προτεινόμενης.

Τελική επιλογή

Πίνακας 3.13. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση ψυγείων

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εξοικονόμησης	Ποσοστό Εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	800kWh- 900kWh	30%-60%	5-20%	600€-2000€
Επικρατούσα Τιμή	850 kWh	40%	10%	1000€

3.1.5.2 Αντικατάσταση Πλυντηρίων Ρούχων

Περιγραφή

Για τα πλυντήρια η κλίμακα ενεργειακής απόδοσης υπολογίζεται χρησιμοποιώντας έναν κύκλο πλυσίματος για βαμβακερά στους 60°C με το μέγιστο φορτίο. Συνήθως το φορτίο αυτό είναι 6 kg. Ο ενεργειακός δείκτης εκφράζει τις kWh ανά kg πλύσης.

Πίνακας 3.14. Κλίμακα ενεργειακής απόδοσης πλυντηρίων

A	B	C	D	E	F	G
<0.19	<0.23	<0.27	<0.31	<0.35	<0.39	>0.39

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Μέσα από τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, παρατηρήθηκε έλλειψη δεδομένων με αποτέλεσμα οι τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.14 που αποτυπώνει την τελική επιλογή να είναι ενδεικτικές και προφανώς να χρήζουν περαιτέρω μελέτης.

Πίνακας 3.15. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση πλυντηρίων ρούχων

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος
ΤΑ ΝΕΑ 14/2/2009		25%		
ΤΑ ΝΕΑ 7/2/2009		έως 50%		

Τελική επιλογή

Πίνακας 3.16. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση πλυντηρίων ρούχων

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	180 kWh-220 kWh	25%-50%		300€-700€
Επικρατούσα Τιμή	200 kWh	35%	10%	450€

3.1.5.3 Αντικατάσταση Πλυντηρίων Πιάτων

Περιγραφή

Η ενεργειακή απόδοση των πλυντηρίων πιάτων προσδιορίζεται με βάση την χωρητικότητα τους σε σερβίτσια. Οι πιο συνηθισμένες συσκευές διαθέτουν 12 θέσεις. Ο ενεργειακός δείκτης εκφράζει την ενέργεια ανά 12 σερβίτσια.

Πίνακας 3.17. Κλίμακα ενεργειακής απόδοσης πλυντηρίων

A	B	C	D	E	F	G
<0.51	<0.59	<0.67	<0.75	<0.83	<0.91	>0.91

Η ετικέτα περιλαμβάνει επίσης:

- Την κατανάλωση ενέργειας σε kWh ανά κύκλο πλύσης
- Την απόδοση του κύκλου πλύσης με κλάσεις από το A έως το G
- Την απόδοση του κύκλου στέγνωσης με κλάσεις από το A έως το G
- Τη χωρητικότητα σε αριθμό σερβιτσιών
- Την κατανάλωση νερού σε λίτρα ανά κύκλο
- Το θόρυβο σε dB(A)

Η έλλειψη δεδομένων από τη βιβλιογραφική έρευνα είναι εμφανής στους Πίνακες 3.15 και 3.16 και τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην τελική επιλογή είναι επίσης ενδεικτικά.

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.18. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση πλυντηρίων πιάτων

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος
ΤΑ ΝΕΑ 14/2/2009		32%		
ΤΑ ΝΕΑ 7/2/2009		έως 40%		

Τελική επιλογή

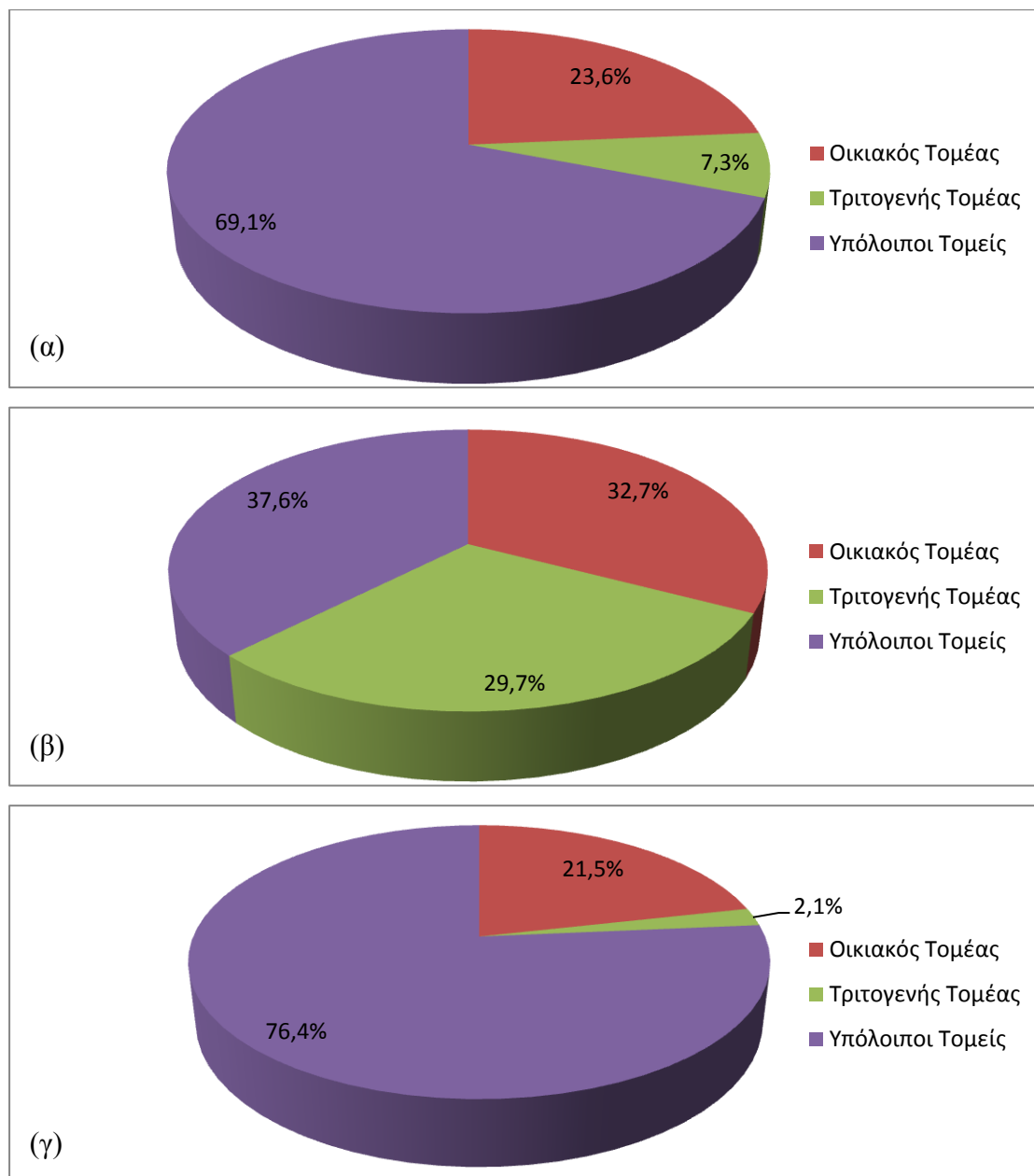
Πίνακας 3.19. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση πλυντηρίων πιάτων

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	100 kWh- 130 kWh	25%-40%		300€-600€
Επικρατούσα Τιμή	110kWh	32%	10%	400€

3.1.6 Αντικατάσταση Λέβητα Με Νέο Λέβητα Φυσικού Αερίου

Περιγραφή

Σημαντικό μερίδιο στην αναμόρφωση του οικιακού τομέα από ενεργειακής σκοπιάς καταλαμβάνει η προσπάθεια εξοικονόμησης της τελικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των κατοικιών. Άλλωστε, αρκετά μεγάλο μερίδιο της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στις κατοικίες, διοχετεύεται στη θέρμανση, όπως αυτό αποτυπώνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 3.3. Κατανάλωση (α) τελικής ενέργειας (β) ηλεκτρικής ενέργειας και (γ) θερμικής ενέργειας στον κτιριακό τομέα (ΕΑΑ-Μπαλαράς 2008)

Ένας από τους πιο αποδοτικούς τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας στο συγκεκριμένο τομέα είναι η προώθηση της χρήσης του φυσικού αερίου έναντι του πετρελαίου θέρμανσης μέσω αντικατάστασης των παλαιών λεβήτων Diesel με λέβητες φυσικού αερίου. Το πιο χαρακτηριστικό πλεονέκτημα της χρήσης του λέβητα Φ.Α. είναι η μεγάλη διαφορά που παρουσιάζει στην απόδοση. Ο λέβητας Diesel παρουσιάζει αποδόσεις που κυμαίνονται κοντά στο 75%, ενώ η απόδοση του λέβητα Φ.Α. αγγίζει έως και το 90%. Επιπροσθέτως, το φυσικό αέριο αποτελεί αποδεδειγμένα την πιο οικονομική μορφή ενέργειας, με οικονομία 18% (από 01/01/2011) σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης και έως 60% σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα.

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.20. Βιβλιογραφικά δεδομένα για την αντικατάσταση λέβητα

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος
EAA (2008)	61%	19-21 % της Θερμικής Ενέργειας		
ΣΕΕΣ (2008)	69%			
ΕΠΑ Αττικής (2010)		18%		
ΤΑ ΝΕΑ 14/2/2009		20-30%		4000-5000 €
ΤΑ ΝΕΑ 31/1/2009				4.000 €

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Αξίζει να παρατηρηθεί ότι η επικρατούσα τιμή του ποσοστού εξοικονόμησης στη συγκεκριμένη περίπτωση ορίζεται 18% παρά το γεγονός ότι το εύρος που προέκυψε από τη βιβλιογραφική έρευνα είναι 18%-30%. Αυτό συμβαίνει διότι η συγκεκριμένη τιμή είναι το ποσοστό εξοικονόμησης που εκτιμά η Εταιρία Παροχής Αερίου Αττικής Α.Ε. που είναι ο πιο αξιόπιστος φορέας όσον αφορά το συγκεκριμένο τομέα, αφού έχει αναλάβει τη διαχείριση του Φ.Α. στην Αττική.

Επίσης παρόλο που το κόστος είναι φαινομενικά αρκετά υψηλό, η απόσβεση από την οικονομία που προσφέρει η χρήση του Φυσικού Αερίου είναι δεδομένη σε εύλογο χρονικό διάστημα. Σημαντικό στοιχείο που ενισχύει την άποψη αυτή, είναι τα διάφορα οικονομικά κίνητρα που προσφέρονται για την επιλογή του Φ.Α. ως καυσίμου θέρμανσης. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σύμφωνα με το άρθρο 2 του Ν3296/2004, στις εκπτώσεις δαπανών από το εισόδημα φορολογούμενου συμπεριλαμβάνεται «Ποσοστό 20% της δαπάνης είτε για την αλλαγή εγκατάστασης χρήσης καυσίμου από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο είτε για νέα εγκατάσταση φυσικού αερίου. Το ποσό που αφαιρείται δεν μπορεί να υπερβαίνει τα επτακόσια ευρώ».

Τέλος, ενδεικτικά αναφέρονται τα πιο βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης του Φ.Α. ως καυσίμου θέρμανσης, όπως αυτά παρουσιάζονται από την (Ε.Π.Α. Αττικής, 2010):

1. Ευκολία στη χρήση: Το φυσικό αέριο είναι διαθέσιμο κάθε στιγμή μέσα από το εγκαταστημένο δίκτυο. Δεν χρειάζεται να προηγηθεί παραγγελία ή να γίνει παραλαβή του (όπως π.χ. το πετρέλαιο θέρμανσης) και η πληρωμή είναι ανάλογη με την κατανάλωση. Η λειτουργία των συσκευών φυσικού αερίου είναι απλή και προσφέρει ευκολίες και άνεση (π.χ. παροχή ζεστού νερού ανά πάσα στιγμή).

2. Καθαριότητα και εξοικονόμηση χώρου: Με το φυσικό αέριο δεν απαιτείται εγκατάσταση δεξαμενής ενώ δεν υπάρχουν δυσάρεστες οσμές και τα υπολείμματα του πετρελαίου.

3. Μειωμένο κόστος συντήρησης συσκευών: Η καθαρή καύση του φυσικού αερίου εξασφαλίζει μειωμένο κόστος συντήρησης συσκευών και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

4. Ακρίβεια στη μέτρηση και χρέωση μετά την κατανάλωση: Η μέτρηση της κατανάλωσης γίνεται με ακρίβεια σύμφωνα με τις ενδείξεις του μετρητή, όπως ακριβώς και για τις καταναλώσεις της ΔΕΗ και της ΕΥΔΑΠ. Σε αντίθεση με το πετρέλαιο που εξοφλείται κατά την παραλαβή, η πληρωμή των λογαριασμών του φυσικού αερίου πραγματοποιείται μετά την κατανάλωσή του.

5. Φιλικότητα προς το περιβάλλον: Το φυσικό αέριο είναι το πιο καθαρό και λιγότερο ρυπογόνο καύσιμο. Η χρήση του συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δεν περιέχει ενώσεις του θείου που ρυπαίνουν το περιβάλλον και προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής.

Όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα, σε συνδυασμό με τα οικονομικά κίνητρα που δίνονται συνηγορούν στην επιλογή της συγκεκριμένης εναλλακτικής δράσης και στην ανάδειξή της ως μίας από τις σημαντικότερες από το σύνολο των προτεινόμενων, στην προσπάθεια της ενεργειακής αναμόρφωσης του οικιακού τομέα.

Τελική επιλογή

Η τελική επιλογή διαμορφώνεται επομένως στον Πίνακα 3.21.

Πίνακας 3.21. Τελική επιλογή για την αντικατάσταση λέβητα

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	10000 kWh- 20000 kWh	16%-30%		2000€-6000€
Επικρατούσα Τιμή	12500 kWh	18%	10%	4000€

3.1.7 Ηλιακοί Θερμοσίφωνες

Περιγραφή

Η ηλιακή ενέργεια είναι η πηγή ενέργειας με τις μεγαλύτερες δυνατότητες αξιοποίησης στον ελληνικό χώρο σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος χρήσης της ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σύμφωνα με έρευνα της Greenpeace (Greenpeace 2007) η Ελλάδα είναι η δεύτερη χώρα στην Ευρώπη μετά τη Γερμανία σε συνολική εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιοσυλλεκτών. Περίπου το 30% των νοικοκυριών (πάνω από 1.000.0000 νοικοκυριά) χρησιμοποιούν ηλιακούς θερμοσίφωνες. Ωστόσο το ποσοστό αυτό θα μπορούσε να είναι πολύ πιο υψηλό στην χώρα με την υψηλότερη ηλιοφάνεια από όλη την Ευρώπη (Κυριτσάκη 2009).

Οι δυνατότητες εξοικονόμησης που δίνει η χρήση των ηλιακών θερμοσιφώνων έναντι της χρήσης ρεύματος για τη θέρμανση νερού είναι πολύ μεγάλες, της τάξης του 40%-80%.

Βιβλιογραφικά δεδομένα

Πίνακας 3.22. Βιβλιογραφικά δεδομένα για τους ηλιακούς θερμοσίφωνες

Πηγή	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος
ΣΕΕΣ (2008)	2733 kWh/yr ανά Νοικοκυριό	67%	10%	
ΣΕΕΣ (2008)				450 εκ. €
ΤΑ ΝΕΑ 12/1/2010				800 € ανά κατοικία
ΤΑ ΝΕΑ 14/6/2009		40% της ηλεκτρικής		1000 € ανά κατοικία
ΤΑ ΝΕΑ 14/2/2009				1000-2000 €/τμ
ΝΕΑ 31/1/2009		70% των αναγκών νερού		600-800 € ανά κατοικία

Σχολιασμός και κριτήρια επιλογής της επέμβασης

Αξιοσημείωτο είναι ότι παρά το γεγονός ότι οι δυνατότητες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα είναι τεράστιες, το ποσοστό εφαρμογής που επιλέγεται είναι της τάξης του 10%. Αυτό προκύπτει από την έλλειψη ενημέρωσης όσον αφορά τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας εγκατάστασης σε συνδυασμό με τα ανύπαρκτα φορολογικά κίνητρα, παρά το γεγονός ότι η προσφερόμενη οικονομία στην κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να προσφέρει η εγκατάσταση, εξασφαλίζει απόσβεση του κόστους τα επόμενα 5 έως 10 χρόνια.

Τελική επιλογή

Η τελική επιλογή περιγράφεται στον Πίνακα 3.23.

Πίνακας 3.23. Τελική επιλογή για τους ηλιακούς θερμοσίφωνες

	Δυναμικό Εξοικονόμησης	Ποσοστό εξοικονόμησης	Ποσοστό εφαρμογής	Κόστος/ Κατοικία
Εύρος	1200 kWh- 1500 kWh	40%-80%		600€-1000€
Επικρατούσα Τιμή	1300 kWh	60%	10%	750€

3.1.8 Ανάλυση Κόστους-Αποτελεσματικότητας

Οι προτεινόμενες εναλλακτικές δράσεις που παρουσιάστηκαν για την περίπτωση του οικιακού τομέα θα αξιολογηθούν όπως προαναφέρθηκε με βάση την ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας. Σκοπός είναι σε πρώτο επίπεδο να καταρτιστεί το τελικό σχέδιο δράσης για τον οικιακό τομέα και να απορριφθούν οι δράσεις εκείνες που είναι μη αποτελεσματικές, όσον αφορά την εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών CO₂. Σε δεύτερο επίπεδο, το τελικό σχέδιο δράσης για τον οικιακό τομέα θα αποτελέσει τη βάση για την περίπτωση του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, σύμφωνα με τις παραδοχές που θα αναλυθούν στην Ενότητα 3.1.9.

Στην ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας, λοιπόν, προσδιορίζεται το εύρος στο οποίο κυμαίνεται το εκτιμώμενο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας και το αντίστοιχο κόστος υλοποίησης κάθε επέμβασης. Στη βάση αυτών υπολογίζεται η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση εκπομπών CO₂ ανά κατοικία και το ισοδύναμο ετήσιο κόστος. Οι προτεινόμενες επεμβάσεις αξιολογούνται με βάση την ανάλυση κόστους αποτελεσματικότητας και αυξητικού κόστους. Αρχικά, η αποτελεσματικότητα εκφράζεται σε όρους εξοικονόμησης ενέργειας και στη συνέχεια σε όρους μείωσης εκπομπών. Η διαδικασία αξιολόγησης εκτελείται επαναληπτικά με χρήση της μεθόδου Monte Carlo, για την εκτίμηση της αβεβαιότητας του τελικού αποτελέσματος. Από τις δύο αυτές προσεγγίσεις προκύπτει το τελικό σχέδιο δράσης, το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο των οικονομικά αποτελεσματικών και αποδοτικών επεμβάσεων. Επιπλέον, συγκρίνοντας τις δύο προσεγγίσεις εντοπίζονται οι πιθανές διαφορές στο σχέδιο δράσης και οι παράμετροι εκείνες, η μεταβολή των οποίων επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό το τελικό αποτέλεσμα.

Παρουσίαση προτεινόμενων επεμβάσεων

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας γίνεται η παραδοχή ότι η συμπεριφορά των δύο αβέβαιων μεταβλητών της εξίσωσης (2.1) καθώς και του κόστους υλοποίησης των επεμβάσεων περιγράφεται από μια τριγωνική κατανομή.

Οι χρήσεις που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο περιθώριο εξοικονόμησης στον οικιακό τομέα είναι η θέρμανση χώρων και η θέρμανση του νερού χρήσης. Ο Πίνακας 3.24 παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά μεγέθη της κατανομής που περιγράφει την ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά κατοικία για κάθε τελική χρήση (ΣΕΕΣ, 2008, ΥΠΑΝ, 2008).

Πίνακας 3.24. Τυπική κατανάλωση ενέργειας ανά κατοικία και τελική χρήση

A/A	Χρήση	Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας (Ener) (kWh)	
		Εύρος	Κορυφή
X1	Φωτισμός	400-1200	600
X2	Θέρμανση Νερού	1200-1500	1300
X3	Θέρμανση Χώρου	10000-20000	12500
X4	Ψύξη	800-900	850
X5	Πλύση Πιάτων	100-130	110
X6	Πλύση Ρούχων	180-220	200

Για κάθε μια από αυτές καταγράφονται το ποσοστό εξοικονόμησης, το οποίο εκφράζεται ως η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας μετά την εφαρμογή του μέτρου σε σχέση με την αρχική κατανάλωση, και το κόστος υλοποίησης τους. Στον Πίνακα 3.25 συνοψίζονται όλες οι επεμβάσεις καθώς και οι τιμές για τα χαρακτηριστικά μεγέθη της κατανομής.

Πίνακας 3.25. Προτεινόμενες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα

A/A	Επέμβαση	Ποσοστό Εξοικονόμησης (Sav)		Κόστος Εφαρμογής (Cost) (€)		Χρόνος Ζωής (Ετη)
		Εύρος	Κορυφή	Εύρος	Κορυφή	
M1	Αντικατάσταση Λαμπτήρων	50%-80%	60%	60-120	100	10
M2	Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων	33%-60%	35%	3300- 7000	5000	30
M3	Θερμομόνωση Οροφής	2%-15%	8%	3000- 5000	4000	30
M4	Σκίαστρα -Τέντες	10%-20%	15%	300-750	600	10
M5	Διπλοί Υαλοπίνακες	15%-25%	20%	600-3000	2000	30
M6	Αντικατάσταση Ψυγείων	30%-60%	40%	600-2000	1000	15
M7	Αντικατάσταση Πλυντηρίων Ρούχων	25%-50%	35%	300-700	450	12
M8	Αντικατάσταση Πλυντηρίων Πιάτων	25%-40%	32%	300-600	400	12
M9	Αντικατάσταση Λέβητα με Νέο Φ.Α.	16%-30%	18%	2000- 6000	4000	25
M10	Συστήματα Ηλιακής Θέρμανσης Νερού	40%-80%	60%	600- 1000	750	10

Αξιολόγηση προτεινόμενων επεμβάσεων

Η αξιολόγηση των επεμβάσεων για το καθορισμό του πιο οικονομικά αποτελεσματικού συνδυασμού γίνεται σε επίπεδο κατοικίας. Για κάθε μια από τις επεμβάσεις υπολογίζονται 3 μεγέθη:

- Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας ανά κατοικία.

- Ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ ανά κατοικία (θεωρώντας το συντελεστή εκπομπής του πετρελαίου ίσο με 0.277 kgCO₂/kWh, του φυσικού αερίου ίσο με 0.201 kgCO₂/kWh και της ηλεκτρικής ενέργειας ίσο με 1.09 kgCO₂/kWh).
- Ισοδύναμο ετήσιο κόστος, το οποίο προκύπτει διαιρώντας το συνολικό κόστος υλοποίησης της επέμβασης με το χρόνο ζωής της.

Το συνολικό κόστος ενός συνδυασμού μέτρων προκύπτει αθροίζοντας το επιμέρους ετήσιο κόστος κάθε μέτρου ενώ η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας (ΣΕ) από τη σχέση:

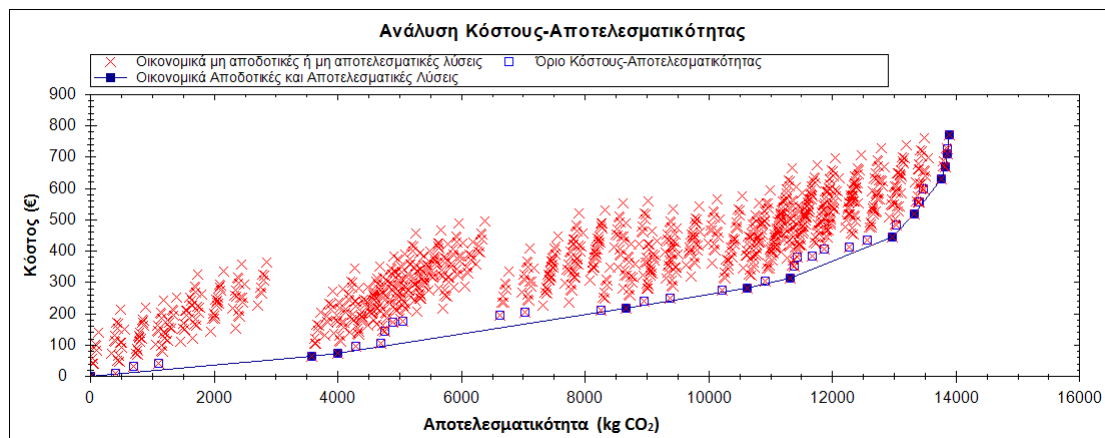
$$\Sigma E = \sum_{i=1}^N \left\{ \text{Δυναμικό Εξοικονόμησης} \times \left[1 - \prod_{j=1}^M (1 - \text{Ποσοστό Εξοικονόμησης}) \right] \right\} \quad (3.1)$$

όπου

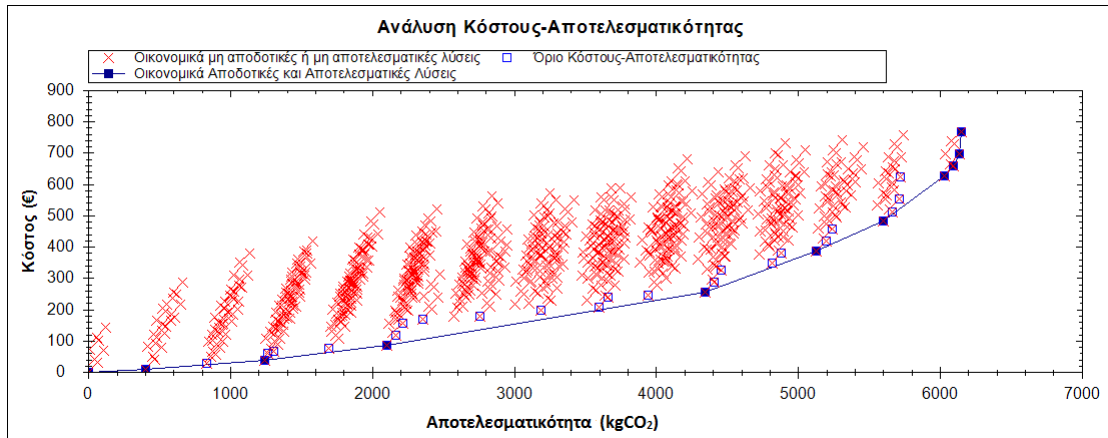
N: το πλήθος των διαφορετικών τελικών χρήσεων

M: το πλήθος των εναλλακτικών επεμβάσεων που αναφέρονται στη χρήση i.

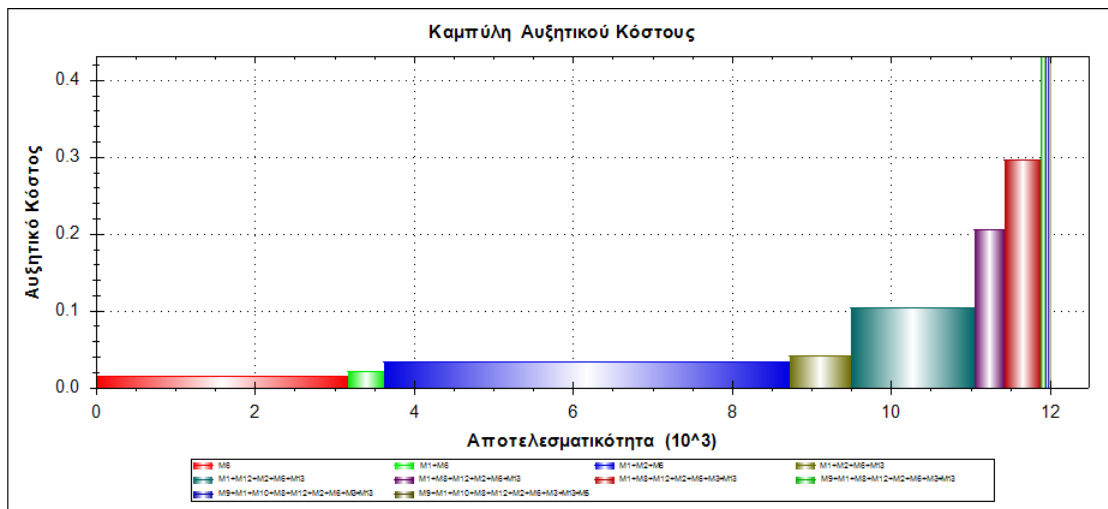
Στη συνέχεια, οι επεμβάσεις αξιολογούνται δύο φορές με τη χρήση του αλγορίθμου που περιγράφηκε στο Σχήμα 2.4. Την πρώτη φορά, η αποτελεσματικότητα εκφράζεται σε όρους εξοικονόμησης ενέργειας και τη δεύτερη σε όρους μείωσης εκπομπών CO₂. Έτσι προκύπτει το σύνολο των προτεινόμενων επεμβάσεων, το οποίο διαφέρει κάθε φορά ανάλογα με το στόχο. Για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας στις τιμές των παραμέτρων, πραγματοποιούνται 1000 επαναλήψεις. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στα σχήματα που ακολουθούν, αφορούν το σύνολο των λύσεων με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης.



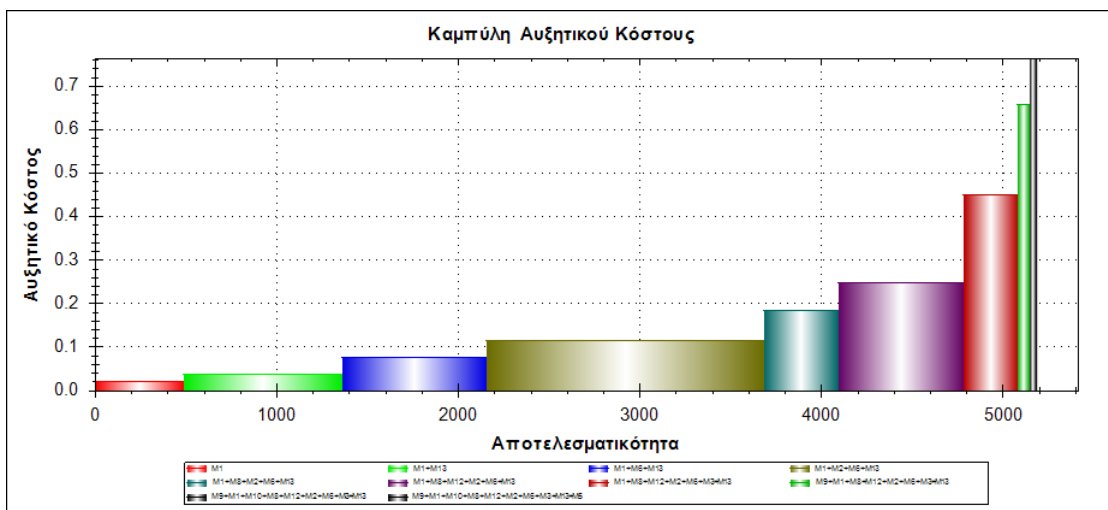
Σχήμα 3.4. Ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας στη βάση της εξοικονόμησης ενέργειας.



Σχήμα 3.5. Ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας στη βάση της μείωσης εκπομπών.



Σχήμα 3.6. Ανάλυση αυξητικού κόστους στη βάση της εξοικονόμησης ενέργειας.



Σχήμα 3.7. Ανάλυση αυξητικού κόστους στη βάση της μείωσης εκπομπών.

Τα Σχήματα 3.4 και 3.5 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης κόστους αποτελεσματικότητας. Από τις 6140 πιθανές και αποδεκτές λύσεις (συνδυασμούς επεμβάσεων), οι δέκα αναγνωρίζονται ως οικονομικά αποδοτικές και αποτελεσματικές. Με βάση την καμπύλη του αυξητικού κόστους (Σχήματα 3.6 και

3.7), επτά από αυτές επιλέγονται ως οικονομικά συμφέρουσες και αποτελούν το τελικό σχέδιο δράσης. Επίσης από το σχήμα αυτό προσδιορίζεται το συνολικό κόστος που απαιτείται για να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας ή μείωσης εκπομπών.

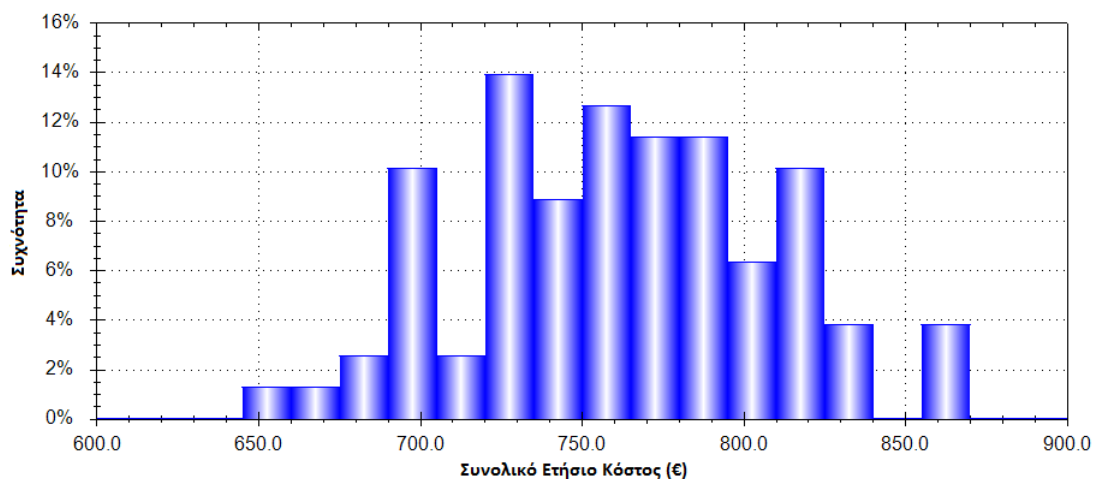
Στον Πίνακα 3.25 συγκρίνεται η σειρά κατάταξης των επεμβάσεων στις δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Διαπιστώνεται πως η αντικατάσταση των λαμπτήρων και η στεγάνωση των ανοιγμάτων είναι κοινές και στις δύο λίστες ως οι πιο συμφέρουσες ενώ η αντικατάσταση των πλυντηρίων πιάτων και ρούχων και η τοποθέτηση σκίαστρων είναι οι πιο οικονομικά ασύμφωρες.

Προτεινόμενο σύνολο επεμβάσεων

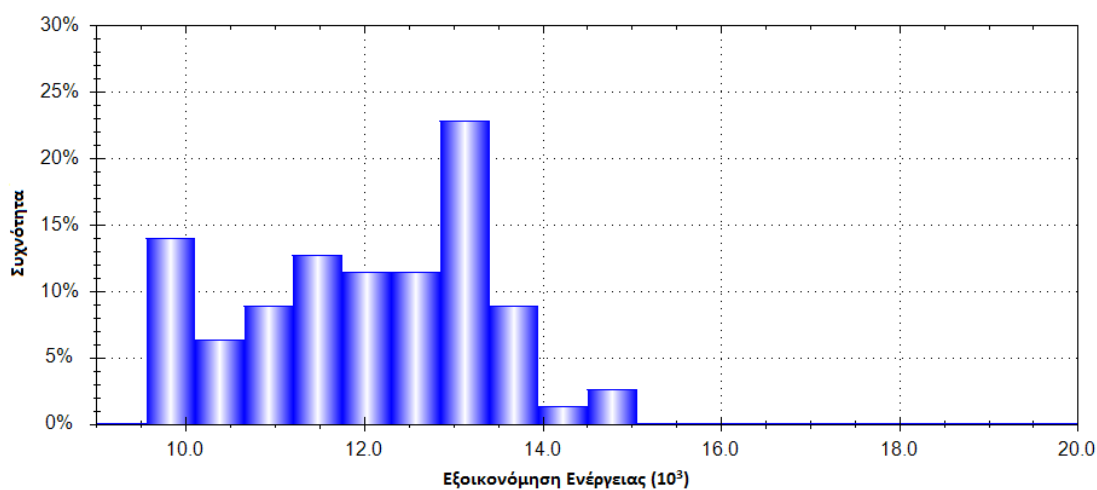
Πίνακας 3.26. Σειρά κατάταξης των επεμβάσεων

Με βάση την ενέργεια	Με βάση τις εκπομπές
M1 Αντικατάσταση Λαμπτήρων	M1 Αντικατάσταση Λαμπτήρων
M5 Διπλοί Υαλοπίνακες	M10 Ηλιακοί Θερμοσίφωνες
M10 Ηλιακοί Θερμοσίφωνες	M5 Διπλοί Υαλοπίνακες
M2 Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων	M2 Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων
M9 Αντικατάσταση Λέβητα με Νέο Φ.Α.	M9 Αντικατάσταση Λέβητα με Νέο Φ.Α.
M6 Αντικατάσταση Ψυγείων	M6 Αντικατάσταση Ψυγείων
M3 Θερμομόνωση Οροφής	M3 Θερμομόνωση Οροφής
Οικονομικά μη αποτελεσματικές και στις δύο περιπτώσεις	
M7 Πλυντήρια Ρούχων	M7 Πλυντήρια Ρούχων
M8 Πλυντήρια Πιάτων	M8 Πλυντήρια Πιάτων
M4 Σκίαστρα -Τέντες	M4 Σκίαστρα -Τέντες

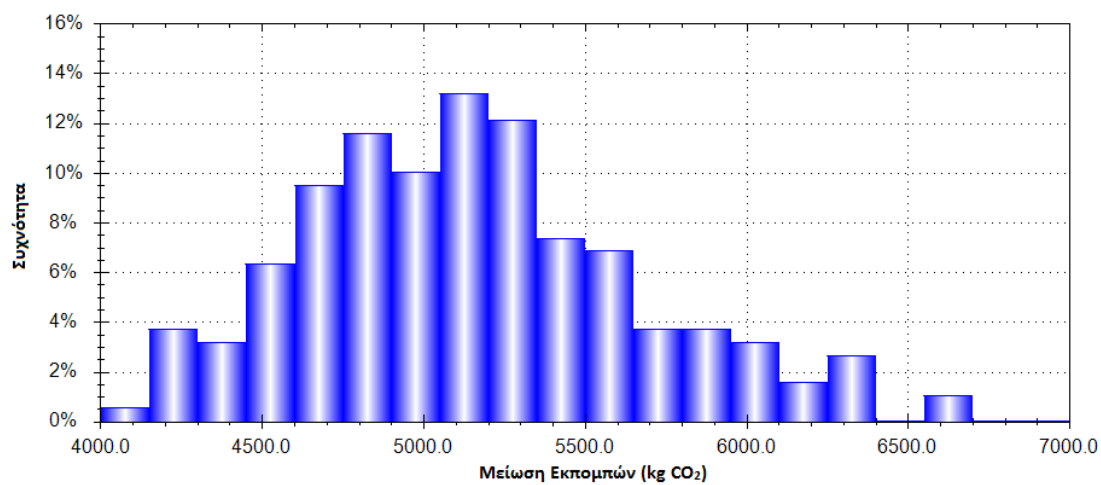
Τα Σχήματα 3.8-3.10 παρουσιάζουν την κατανομή του συνολικού ετήσιου κόστους και της συνολικής αποτελεσματικότητας (εξοικονόμηση ενέργειας ή μείωση εκπομπών) μετά την εφαρμογή του συνολικού σχεδίου δράσης για τις δύο προσεγγίσεις. Το ύψος κάθε στήλης εκφράζει το ποσοστό των τιμών οι οποίες βρίσκονται στο διάστημα που προσδιορίζεται από το πλάτος της στήλης. Η τιμή που αντιστοιχεί στο μέσο του εύρους κάθε στήλης εμφανίζεται στον οριζόντιο άξονα.



Σχήμα 3.8. Κατανομή του συνολικού ετήσιου κόστους

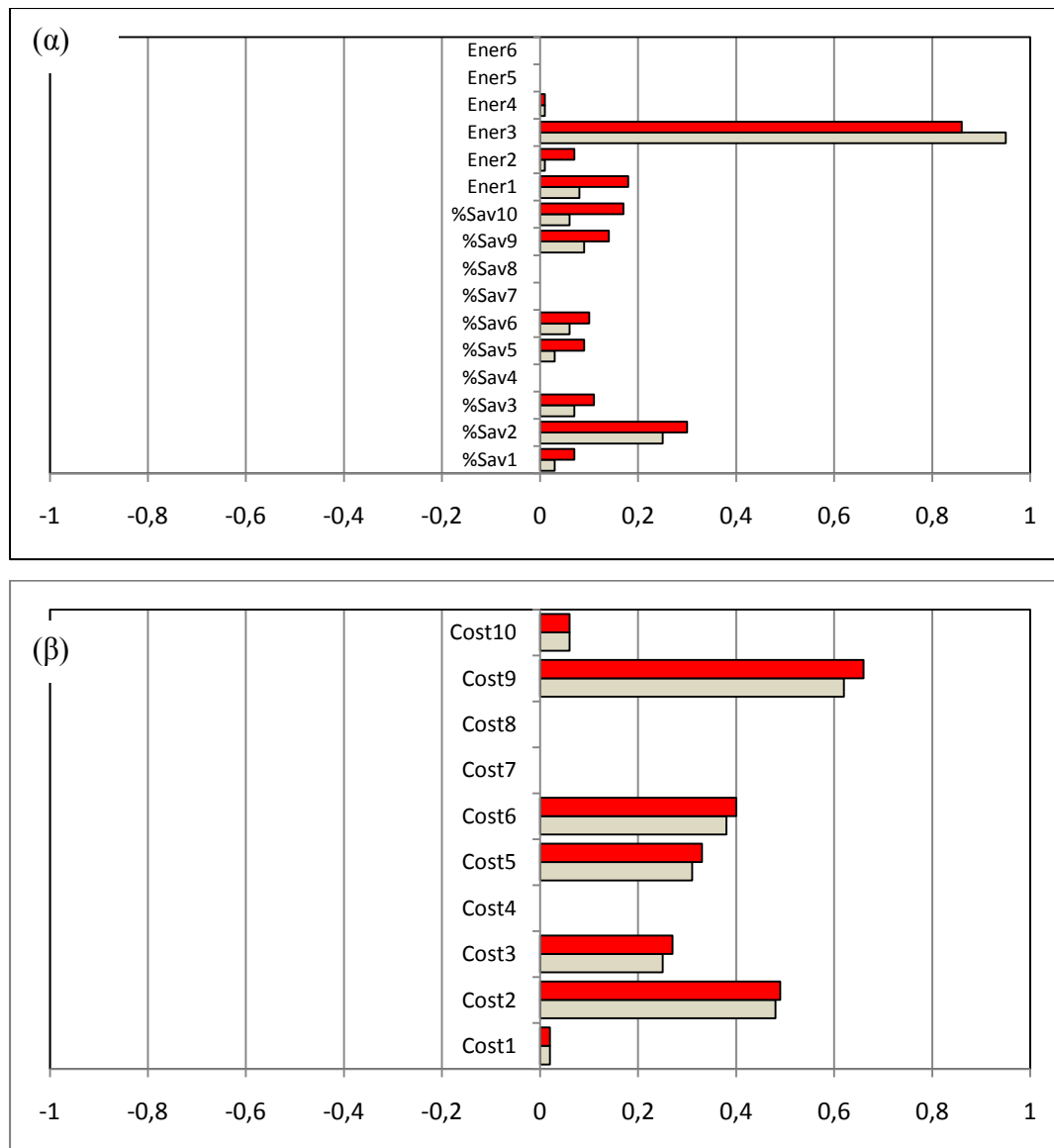


Σχήμα 3.9. Κατανομή της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας



Σχήμα 3.10. Κατανομή της συνολικής μείωσης εκπομπών

Η μορφή της κατανομής για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση εκπομπών προσεγγίζει και στις δύο περιπτώσεις μια θετικά ασύμμετρη κατανομή. Η μέση ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας είναι 12300 kWh και η τυπική απόκλιση είναι 1690 kWh ενώ το 50% των επαναλήψεων κυμαίνεται από 11000 μέχρι 13600 kWh. Αντίστοιχα, η μέση ετήσια μείωση εκπομπών είναι 5900 tCO₂ και η τυπική απόκλιση είναι 696 tCO₂ ενώ στο 50% των επαναλήψεων η μείωση κυμαίνεται μεταξύ 5500 tCO₂ και 6500 tCO₂. Αντίθετα, το μέσο ετήσιο κόστος προσεγγίζεται από μια τριγωνική κατανομή. Το μέσο ετήσιο κόστος είναι της τάξης των 660€ και η τυπική του απόκλιση είναι 53€, ενώ ξεπερνά τα 700€ στο 25% των επαναλήψεων.



Σχήμα 3.11. Επίδραση των αβέβαιων παραμέτρων (α) στη συνολική αποτελεσματικότητα και (β) στο συνολικό κόστος.

Η επίδραση των διαφόρων παραμέτρων στη διαμόρφωση του συνολικού κόστους και της αποτελεσματικότητας παρουσιάζεται στα διαγράμματα Tornado του Σχήματος 3.11. Τα διαγράμματα αυτά παρουσιάζουν τη σχετική συνεισφορά της αβεβαιότητας κάθε παραμέτρου στη μεταβλητότητα του κόστους και της αποτελεσματικότητας.

Στον οριζόντιο άξονα δεν υπάρχουν μονάδες, καθώς ο άξονας αυτός εκφράζει μια σχετική ένδειξη της συμβολής κάθε παραμέτρου. Όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος της οριζόντιας στήλης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η συμβολή της παραμέτρου, που αντιστοιχεί στη στήλη αυτή, στη μεταβλητότητα του συνολικού κόστους.

Από την ανάλυση προκύπτει πως η παράμετρος που επηρεάζει σε μεγαλύτερο βαθμό την αποτελεσματικότητα είναι το δυναμικό εξοικονόμησης για την περίπτωση της θέρμανσης χώρου. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς πρόκειται για την τελική χρήση με τη μεγαλύτερη κατανάλωση και με το μεγαλύτερο εύρος στην κατανομή. Σημαντική επίδραση έχει και το κόστος της θερμομόνωσης οροφής, γεγονός το οποίο επιβεβαιώνεται καθώς σε ένα σημαντικό αριθμός επαναλήψεων η επέμβαση αυτή ήταν σε υψηλότερη θέση στο τελικό σχέδιο δράσης. Όσον αφορά στο συνολικό ετήσιο κόστος οι σημαντικότεροι παράμετροι στη διαμόρφωση της τελικής τιμής είναι το κόστος της θερμομόνωσης και της αγοράς νέου λέβητα.

3.1.9 Σχέδιο Δράσης

Από την ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας που πραγματοποιήθηκε στην περίπτωση του οικιακού τομέα προέκυψε το τελικό σχέδιο δράσης. Αυτό αποτελείται από τις εναλλακτικές δράσεις οι οποίες κατατάσσονται με κριτήριο με το ύψος της εξοικονόμησης ενέργειας και ταυτόχρονα της μείωσης των εκπομπών που έχει ως αποτέλεσμα η εφαρμογή της κάθε δράσης. Στο σχέδιο δράσης επιλέγονται οι εναλλακτικές δράσεις που κρίνονται αποτελεσματικές σε συνάρτηση με τα δύο αυτά κριτήρια, ενώ απορρίπτονται αυτές (Αντικατάσταση Πλυντηρίων Ρούχων και Πιάτων, Στεγάνωση Ανοιγμάτων) που κρίνονται λιγότερο αποτελεσματικές.

Στις παραγράφους 3.2 και 3.3, αναλύονται οι εναλλακτικές δράσεις που προκρίνονται ως οι πιο αποδοτικές και ταυτόχρονα ρεαλιστικές για εφαρμογή στα δημόσια κτίρια και στον τριτογενή ιδιωτικό τομέα αντίστοιχα. Λόγω έλλειψης επαρκών δεδομένων κόστους από τη βιβλιογραφία, η επιλογή του τελικού σχεδίου δράσης στους δύο αυτούς τομείς έγινε μέσω προσαρμογής των πιο αποδοτικών επεμβάσεων του οικιακού τομέα (όπως προέκυψαν από την ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας) στις «διαιτερότητες» που παρουσιάζουν οι τομείς αυτοί. Γίνεται δηλαδή η παραδοχή ότι οι πιο αποτελεσματικές εναλλακτικές δράσεις του οικιακού τομέα είναι εξίσου αποτελεσματικές στον δημόσιο και στον ιδιωτικό, αλλά ταυτόχρονα μεταβάλλονται οι παράμετροι του ποσοστού εφαρμογής και του δυναμικού εξοικονόμησης σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική έρευνα για τον κάθε τομέα.

Άλλωστε, λόγω της προαναφερθείσας έλλειψης βιβλιογραφικών στοιχείων, δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί ανάλυση κόστους-αποτελεσματικότητας στους συγκεκριμένους τομείς. Το ζήτημα αυτό (της έλλειψης εκτιμήσεων κόστους) θα πρέπει με την πάροδο του χρόνου να ερευνηθεί και να εκτιμηθεί σε περισσότερο βάθος, καθώς αυτό είναι απαραίτητο για να μειωθεί δραστικά το περιθώριο σφάλματος του τελικού σχεδίου δράσης.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι από τις αποτελεσματικότερες δράσεις του οικιακού τομέα, απορρίφθηκαν εκείνες που η εφαρμογή τους δεν συμβαδίζει με τις

ιδιαιτερότητες του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα. Η εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων και η αντικατάσταση ψυγείων με ψυγεία ανώτερης ενεργειακής κλάσης στα δημόσια κτίρια και τις ιδιωτικές επιχειρήσεις είναι επεμβάσεις που δεν έχει νόημα να προταθούν, καθώς η θέρμανση νερού και η ψύξη τροφίμων αποτελούν δράσεις ασύμβατες με τις ανάγκες των τομέων αυτών. Η εφαρμογή των αντίστοιχων εναλλακτικών δράσεων, επομένως, θα ήταν μάλλον άτοπη (εξαιρετικά μειωμένο δυναμικό εξοικονόμησης).

3.2 Δημόσιος τομέας

Το τελικό σχέδιο δράσης (Πίνακας 3.27), όπως αυτό προκύπτει για τα δημόσια κτίρια, με βάση όλες τις παραδοχές που αναφέρθηκαν στην Ενότητα 3.1.9, αποτελείται από τις εξής εναλλακτικές δράσεις:

- Αντικατάσταση λαμπτήρων
- Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων
- Διπλοί υαλοπίνακες
- Αντικατάσταση λέβητα με λέβητα φυσικού αερίου
- Θερμομόνωση Οροφής

Στον Πίνακα 3.27 παρουσιάζονται τα δεδομένα της τελικής επιλογής.

Πίνακας 3.27. Τελικό σχέδιο δράσης για το δημόσιο τομέα

Μέτρα	Δυναμικό Εξοικονόμησης(GWh)		Ποσοστό Εξοικονόμησης		Ποσοστό Εφαρμογής	
	Εύρος	Επικ. Τιμή	Εύρος	Επικ. Τιμή	Εύρος	Επικ. Τιμή
Αντικατάσταση Λαμπτήρων	1500	1500	45-60%	55%	50-70%	60%
Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων	1800-2000	1900	28-40%	30%	50-70%	60%
Διπλοί Υαλοπίνακες	1800-2000	1900	10-30%	20%	50-70%	60%
Αντικατάσταση Λέβητα Με Λέβητα Φ.Α.	1800-2000	1900	18-30%	18%	50-70%	60%
Θερμομόνωση Οροφής	1800-2000	1900	2-15%	8%	50-70%	60%

Το πιο αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό του Πίνακα 3.27 εντοπίζεται στην επιλογή των ποσοστών εφαρμογής (εύρος και επικρατούσα τιμή). Η εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου σχεδίου δράσης στο δημόσιο τομέα μπορεί να χαρακτηριστεί από μεγαλύτερη ομοιογένεια σε σχέση με τον οικιακό και τον ιδιωτικό. Αυτό συμβαίνει προφανώς, διότι η απόφαση για την εφαρμογή του σχεδίου δράσης στα δημόσια κτίρια λαμβάνεται από έναν κεντρικό φορέα (κυβέρνηση) και το ποσοστό της εφαρμογής του δεν εξαρτάται από την πρόθεση του κάθε ιδιώτη και της κάθε

οικογένειας ξεχωριστά να τα εφαρμόσει. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δηλαδή δεν αξιολογείται η ύπαρξη οικονομικών κινήτρων και η διαφημιστική προώθηση των επιμέρους εναλλακτικών δράσεων, καθώς η εφαρμογή τους εξαρτάται αποκλειστικά από την απόφαση του ΥΠΕΚΑ και της τοπικής αυτοδιοίκησης.

Τα ποσοστά εφαρμογής παρόλα αυτά δεν μπορούν να είναι της τάξης του 90%-100%, γιατί κάτι τέτοιο δε θα ήταν ρεαλιστικό. Η οικονομική συγκυρία σε ελληνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο -παρ'ότι θεωρητικά επιτάσσει τη λήψη μέτρων για μείωση της ζήτησης ενέργειας- ίσως δυσχεράνει σε κάποιο βαθμό την όποια προσπάθεια αναμόρφωσης του κτιριακού τομέα. Αυτό συμβαίνει διότι η απόφαση για την εφαρμογή ενός τέτοιου σχεδίου δράσης προϋποθέτει την ύπαρξη κεφαλαίου και ταυτόχρονα την πρόθεση από πλευράς κυβέρνησης να επικεντρωθεί στο συγκεκριμένο ζήτημα. Επιπροσθέτως, η εμπειρία από επενδύσεις αντίστοιχης εμβέλειας στο παρελθόν λειτουργεί αποθαρρυντικά ως προς την αύξηση του εκτιμώμενου ποσοστού εφαρμογής, διότι τα παραδείγματα διαφθοράς είναι αρκετά.

Λαμβάνοντας υπόψη όλους τους παραπάνω παράγοντες, επιλέγεται ως εκτιμώμενο εύρος ποσοστού εφαρμογής το 50%-70% και επικρατούσα τιμή το 60%.

Όσον αφορά το ποσοστό εξοικονόμησης, πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές του εύρους και της επικρατούσας τιμής δεν είναι όμοιες με τις τιμές που επελέγησαν στην περίπτωση του οικιακού τομέα. Αυτό συμβαίνει διότι οι συγκεκριμένες τιμές εκφράζουν την ποσοστιαία μείωση κατανάλωσης ενέργειας σε σχέση με τη συνολική κατανάλωση ενέργειας του κάθε τομέα.

Για παράδειγμα, παρόλο που η ποσοστιαία εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση ενός όμοιου λαμπτήρα πυρακτώσεως από έναν ίδιου τύπου λαμπτήρα φθορισμού είναι ίδια από τομέα σε τομέα, το ποσοστό εξοικονόμησης που αποτυπώνεται στους πίνακες τελικής επιλογής είναι διαφορετικό ανάμεσα στους δύο τομείς, διότι η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό αντιστοιχεί σε διαφορετικό ποσοστό σε σχέση με τη συνολική κατανάλωση του κάθε τομέα.

3.3 Ιδιωτικός τομέας

Σημαντικό μερίδιο στην κατάστρωση του συνολικού σχεδίου δράσης κατέχει προφανώς και η μελέτη του ιδιωτικού τομέα, δηλαδή του τομέα των επιχειρήσεων. Οι προτεινόμενες εναλλακτικές δράσεις επελέγησαν με την ίδια λογική που επελέγησαν οι εναλλακτικές δράσεις για το δημόσιο τομέα. Παρά ταύτα, ο πίνακας της τελικής επιλογής για τον ιδιωτικό τομέα παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με αυτόν του δημοσίου, για λόγους που θα εξηγηθούν παρακάτω.

Πίνακας 3.28. Τελικό σχέδιο δράσης για τον ιδιωτικό τομέα

Μέτρα	Δυναμικό Εξοικονόμησης (GWh)		Ποσοστό Εξοικονόμησης		Ποσοστό Εφαρμογής	
	Εύρος	Επικ. Τιμή	Εύρος	Επικ. Τιμή	Εύρος	Επικ. Τιμή
Αντικατάσταση Λαμπτήρων	2000	2000	45-60%	50%	5-30%	15%
Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων	4000	4000	28-40%	30%	10-30%	20%
Διπλοί Υαλοπίνακες	4000	4000	10-30%	20%	10-30%	20%
Αντικατάσταση Λέβητα Με Λέβητα Φ.Α.	4000	4000	18-30%	18%	10-30%	20%
Θερμομόνωση Οροφής	4000	4000	2-15%	8%	10-30%	20%

Το σημαντικότερο διαφοροποιητικό στοιχείο ανάμεσα στην τελική επιλογή για το δημόσιο και τον ιδιωτικό τομέα, εντοπίζεται στο δείκτη που αφορά το εύρος και την τελική τιμή του ποσοστού εφαρμογής της εκάστοτε εναλλακτικής δράσης, όπου στη τελική επιλογή για τον ιδιωτικό τομέα παρατηρείται σημαντική μείωση. Ο κυρίαρχος λόγος της μείωσης αυτής έχει να κάνει με τα επιχειρήματα που παρατέθηκαν στην παράγραφο 3.2. Το γεγονός ότι στον ιδιωτικό τομέα δεν υπάρχει κεντρικός φορέας λήψης αποφάσεων, αλλά αντιθέτως η εφαρμογή της εκάστοτε εναλλακτικής δράσης εξαρτάται σχεδόν αποκλειστικά από την πρόθεση του κάθε ιδιώτη ξεχωριστά, αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα που αυξάνει ταυτόχρονα την αβεβαιότητα. Συν τοις άλλοις, η οικονομική συγκυρία σε ελληνικό, κυρίως, επίπεδο δεν αφήνει σε αυτή τη φάση μεγάλα περιθώρια για επενδύσεις, έστω και αν στη συγκεκριμένη περίπτωση, αποδεδειγμένα, οι επενδύσεις αυτές παρουσιάζουν στις περισσότερες των περιπτώσεων χαμηλούς χρόνους απόσβεσης.

Όλα τα παραπάνω συντελούν στη μείωση των ποσοστών εφαρμογής των εναλλακτικών δράσεων στον ιδιωτικό τομέα. Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι η τυχόν ύπαρξη οικονομικών κινήτρων που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, εκτιμάται ότι αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά, τουλάχιστον σύμφωνα με τη λογική που διέπει αυτήν την εργασία.

3.4 Τομέας Μεταφορών

Ο τομέας των μεταφορών αποτελεί τον τομέα με την υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο. Για την εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης επιλέγονται αποκλειστικά οι οδικές μεταφορές γιατί αποτελούν τον πιο ενεργοβόρο κλάδο. Συγκεκριμένα, προτείνεται:

- Δημόσια επιχορήγηση και άλλα φορολογικά κίνητρα για την αντικατάσταση των I.X. οχημάτων και την προώθηση οχημάτων εναλλακτικής τεχνολογίας (φυσικό αέριο, υβριδικά) ή βελτιωμένων προδιαγραφών κινητήρα (Euro V).
- Δημόσια επιχορήγηση και άλλα φορολογικά κίνητρα για την αντικατάσταση των παλαιών μεσαίων και βαρέων οχημάτων (άνω των 3.5 tn και άνω 10ετίας) και των προώθηση οχημάτων εναλλακτικής τεχνολογίας (φυσικό αέριο, υβριδικά) ή βελτιωμένων προδιαγραφών κινητήρα (Euro V) με στόχο τη διείσδυση των νέων πιο αποδοτικών οχημάτων με ρυθμό 2% ετησίως.
- Προώθηση της οικονομικής, οικολογικής και ασφαλούς οδήγησης, μέτρο που θα περιλαμβάνει την εκπαίδευση επαγγελματιών οδηγών και των οδηγών I.X. μέσω σεμιναρίων, την ενσωμάτωση του eco-driving στην εκπαιδευτική διαδικασία για την απόκτηση της άδειας οδήγησης και την πραγματοποίηση ενημερωτικής καμπάνιας για την ενημέρωση του κοινού.

Στην περίπτωση του τομέα των μεταφορών, είναι σαφές ότι οι προτεινόμενες επεμβάσεις παρουσιάζουν μεγαλύτερη ασάφεια σε σχέση με τις επεμβάσεις στους υπόλοιπους τομείς. Η εκτίμηση, για παράδειγμα, με σχετικά μειωμένη αβεβαιότητα συγκεκριμένων στοιχείων (όπως δυναμικό εξοικονόμησης και ποσοστό εξοικονόμησης) για την περίπτωση της οικονομικής οδήγησης είναι ένα εξαιρετικά περίπλοκο πρόβλημα. Ακόμα και αν υποθεθεί ότι θα γίνει η μέγιστη δυνατή προσπάθεια από την πλευρά του κράτους (πράγμα εξαιρετικά αμφίβολο) για την υλοποίηση όλων των παραπάνω, είναι σχεδόν αδύνατο με τις υπάρχουσες δημοσιοποιημένες μελέτες να υπολογιστεί το ποσοστό εξοικονόμησης για την κάθε δράση (και ειδικά για την τελευταία) με σχετικά ανεκτή προσέγγιση.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση λοιπόν, στον πίνακα της τελικής επιλογής θα περιοριστούμε στην εκτίμηση της τελικής εξοικονόμησης ενέργειας σε απόλυτους αριθμούς (GWh), όπως αυτή προκύπτει για την κάθε δράση μέσα από τις αντίστοιχες βιβλιογραφικές πηγές. Έτσι, προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας 3.29. Τελικό σχέδιο δράσης για τον τομέα των μεταφορών

Α/Α	Δράση	Ετήσια Εξοικονόμηση	
		Εύρος	Επικ. Τιμή
1	Αντικατάσταση I.X. οχημάτων	1197-1463GWh	1330GWh
2	Αντικατάσταση μεσαίων και βαρέων οχημάτων	1566-1914GWh	1740GWh
3	Οικονομική, οικολογική και ασφαλής οδήγηση	1800-2200GWh	2000GWh

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στον Πίνακα 3.22, τα δεδομένα που έχουν προκύψει μέσα από βιβλιογραφική έρευνα (Γούλας 2005, Χιούρας et al., 2011, ΣΕΕΣ 2008)

είναι μόνο τα στοιχεία που αναφέρονται στη στήλη της επικρατούσας τιμής της ετήσιας εξοικονόμησης. Για την αντιμετώπιση της αυξημένης αβεβαιότητας λόγω των προαναφερθέντων, έγινε η παραδοχή ότι η εξοικονόμηση περιγράφεται από τριγωνική κατανομή η οποία έχει πιο πιθανή τιμή την επικρατούσα και ακραίες τιμές το $\pm 10\%$ της τιμής αυτής. Έτσι, προκύπτουν τα εύρη στον παραπάνω πίνακα.

Συμπερασματικά, από το γεγονός ότι η πιο σημαντική έλλειψη στοιχείων και δεδομένων παρουσιάζεται στον τομέα που αποτελεί τον τομέα με τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, αναδεικνύεται η ανάγκη για πιο συστηματική μελέτη συνολικά του ζητήματος εξοικονόμησης ενέργειας μέσω εναλλακτικών δράσεων, αλλά και ειδικά του τομέα των μεταφορών. Αν αυτό δεν πραγματοποιηθεί, η αβεβαιότητα των προβλέψεων θα είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα η όποια προσπάθεια για συγκεκριμένες προτάσεις συνολικής αναμόρφωσης του ελληνικού ενεργειακού ισοζυγίου να πέφτει στο κενό.

3.5 Επεμβάσεις Παροχής - Πράσινα Μέτρα

Τελευταίο σκέλος της ανάλυσης των μέτρων αποτελεί η παρουσίαση των στοιχείων που αφορούν τις προτεινόμενες επεμβάσεις που σχετίζονται με την παροχή ενέργειας. Θα πρέπει να προσεχθεί το γεγονός ότι πλέον δεν υπολογίζεται εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά η εκτιμώμενη συνεισφορά στην ηλεκτροπαραγωγή από την κάθε επέμβαση. Άρα, θα εξεταστούν τα στοιχεία που προέκυψαν μέσα από βιβλιογραφική έρευνα για την εγκατάσταση:

1. Αιολικών Πάρκων
2. Φωτοβολταϊκών Πάρκων
3. Γεωθερμικών Μονάδων (στη Μήλο και στη Νίσυρο)
4. Μονάδων Βιομάζας

3.5.1 Περιγραφή και υφιστάμενη κατάσταση στην Ελλάδα

3.5.1.1 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιείται σε μεγάλη έκταση στο παρελθόν κυρίως για άρδευση, όμως η επέκταση των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας στις αγροτικές περιοχές εκτόπισε σε πολύ μεγάλο βαθμό αυτές τις εφαρμογές με την εγκατάσταση ηλεκτρικών αντλιών. Με την πρώτη όμως ενεργειακή κρίση, ανανεώθηκε πλήρως το ενδιαφέρον της βιομηχανίας και των πανεπιστημιακών ερευνητικών ομάδων για την αιολική ενέργεια. Τα τελευταία 20 χρόνια υπάρχει μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη που στοχεύει στην ανάπτυξη νέων υλικών, στη βελτίωση της αεροδυναμικής των πτερύγιων των ανεμογεννητριών ώστε να επιτυγχάνονται καλύτεροι βαθμοί απόδοσης και στη μείωση των θορύβων.

Στην Ελλάδα οι προσπάθειες για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού ξεκίνησαν στις αρχές της δεκαετίας του 80 από τη ΔΕΗ

όποτε και εγκαταστάθηκε (συγκεκριμένα το 1982) το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο και στα μέσα της δεκαετίας του 1990 δόθηκε μεγάλη ώθηση με τη διευκόλυνση επενδύσεων από ιδιώτες (Ν 2244/94). Από τότε δεκάδες αιολικά έχουν εγκατασταθεί σε περιοχές όπως: η Άνδρος, η Εύβοια, η Λήμνος, η Λέσβος, η Χίος, η Σάμος, και η Κρήτη. Οι μελλοντικές προοπτικές για την ελληνική αγορά αιολικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα ευοίωνες καθώς η κατασκευή ανεμογεννητριών αποτελεί αντικείμενο τεχνολογικά και οικονομικά προσιτό στη μεταλλοβιομηχανία μας χωρίς πρόσθετες επενδύσεις σε τεχνικό εξοπλισμό (Κυριτσάκη,2009).

3.5.1.2 Ηλιακή ενέργεια

Υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που μπορούν να δεσμεύσουν την ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέψουν σε κατάλληλη μορφή ώστε να αξιοποιηθεί είτε σε επίπεδο ηλεκτροπαραγωγής είτε στον οικιακό τομέα για παραγωγή ηλεκτρισμού ή απλά για θέρμανση νερού και άλλες οικιακές χρήσεις. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο τομέας που μας αφορά είναι προφανώς η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά συστήματα, καθώς έτσι επιτυγχάνεται η αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ στην παροχή ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά μέσα.

Η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας είναι ίσως η λιγότερο αξιοποιημένη στην Ελλάδα, αν συνυπολογίσει κανείς το γεγονός ότι η χώρα μας συγκαταλέγεται στις χώρες με την περισσότερη ηλιοφάνεια στην Ευρώπη. Κατά κανόνα τα φωτοβολταϊκά συστήματα που έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα εξυπηρετούν απομονωμένες χρήσεις σε σημεία όπου δεν υπάρχει δίκτυο της ΔΕΗ, επειδή στις περιπτώσεις αυτές η οικονομική βιωσιμότητα του συστήματος είναι πολύ περισσότερο εμφανής. Το συμπέρασμα είναι ότι οι δυνατότητες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας στο άμεσο μέλλον είναι τεράστιες και μία ενεργειακή πολιτική που δίνει προτεραιότητα στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων σε πιο ευρεία κλίμακα (τόσο σε κεντρικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο οικιακού τομέα) μπορεί να έχει εξαιρετικά θετικά αποτελέσματα στο ενεργειακό ισοζύγιο. Στο τέλος του 2010 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών συστημάτων υπολογίζεται στα 200 MW, αριθμός περίπου 20πλάσιος από την εγκατεστημένη ισχύ τον Ιανουάριο του 2010, γεγονός που καταδεικνύει ότι γίνονται βήματα προς αυτήν την κατεύθυνση (Κυριτσάκη,2009).

3.5.1.3 Γεωθερμική Ενέργεια

Με τη χρήση της γεωθερμίας για ηλεκτροπαραγωγή παρουσιάζονται σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν είναι μονάχα ανεξάντλητη αλλά και πιο «διαθέσιμη» καθώς οι συμβατικοί σταθμοί παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατά το 65-75% του έτους, σε αντιδιαστολή με το 90% του έτους που την παράγουν οι σταθμοί παραγωγής γεωθερμικής ενέργειας. Επιπλέον οι αντλίες γεωθερμικής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε. Εξαιτίας των προχωρημένων τεχνικών άντλησης μπορούν να καταλάβουν περιορισμένη επιφάνεια γης σε σχέση με τους παραδοσιακούς σταθμούς ορυκτών καυσίμων και να έχουν ελάχιστες επιπτώσεις κατά την διάνοιξη πηγαδιών.

Παρά το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, η χρήση γεωθερμικών πηγών για σκοπούς ηλεκτροπαραγωγής είναι αμελητέα στην Ελλάδα. Οι ελάχιστες εφαρμογές της γεωθερμίας περιορίζονται στη χρήση ζεστού νερού. Γεωθερμία κατάλληλη για ηλεκτροπαραγωγή βρίσκεται σε προσιτά βάθη στα νησιά του ηφαιστειακού τόξου του Αιγαίου: Μήλος-Κίμωλος, Σαντορίνη, Νίσυρος, αλλά και στη Λέσβο, τη Χίο, τη Σαμοθράκη, την Αλεξανδρούπολη και αλλού. Τα νησιά Μήλος-Κίμωλος, Σαντορίνη και Νίσυρος αντιστοιχούν σε περιοχές γεωλογικά πρόσφατης ηφαιστειακής δράσης και περιλαμβάνουν γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας με θερμοκρασίες 120-350°C με συνολικό γεωθερμικό δυναμικό τουλάχιστον 300 MW(e), το οποίο όμως μέχρι σήμερα παραμένει παντελώς ανεκμετάλλευτο (Κυριτσάκη,2009).

Στο σημείο αυτό όμως, θα πρέπει να γίνει αναφορά στο γεγονός ότι υπάρχουν έντονες αντιδράσεις από τις τοπικές κοινωνίες των δύο νησιών με σκοπό να μην δρομολογηθεί η εγκατάσταση μονάδων γεωθερμίας. Το βασικό μειονέκτημα της χρήσης γεωθερμίας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τις άλλες ΑΠΕ είναι το γεγονός ότι η γεωθερμία δεν αποτελεί «καθαρή» πηγή ενέργειας, όπως η αιολική και η ηλιακή, παρόλο που οι γεωθερμικές εγκαταστάσεις παραγωγής ισχύος είναι «καθαρότερες» σε σύγκριση με αντίστοιχες συμβατικές που χρησιμοποιούν οργανικά καύσιμα (πετρέλαιο, λιγνίτης). Αναπόφευκτο γεγονός από τη χρήση της γεωθερμίας είναι η έκλυση ρυπαντών όπως το υδροθείο και η αμμωνία.

Η ρύπανση του θαλάσσιου και του παράκτιου περιβάλλοντος, καθώς και η βιομηχανοποίηση των δύο νησιών είναι οι βασικότεροι λόγοι της αντίδρασης των κατοίκων. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η εκτίμηση της προσδοκώμενης εγκατεστημένης ισχύος μέσω γεωθερμίας το έτος 2020 που αποτυπώνεται στον Πίνακα 3.30 είναι σε χαμηλά επίπεδα.

3.5.1.4 Βιομάζα

Ως βιομάζα νοείται η ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που προέρχεται από οργανική ύλη. Αυτή η οργανική ύλη περιλαμβάνει το ξύλο, τα υπολείμματα από αγροτικές και δασικές δραστηριότητες, τα υπολείμματα από τις αγροτικές βιομηχανίες, τα προϊόντα 30 ενεργειακών καλλιεργειών, καθώς και κάθε άλλο υλικό που διαθέτει οργανικό φορτίο, όπως είναι τα υπολείμματα κτηνοτροφικών μονάδων και ιλύς από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού. Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατόν να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων.

Η χρήση της ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Σε αυτήν εξάλλου συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας. Το μεγαλύτερο μέρος της βιομάζας στην χώρα μας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο. Από πρόσφατη απογραφή έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβοσίτου,

βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κληματίδων, πυρηνόξυλου) και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.) (Κυριτσάκη,2009)..

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί δηλαδή η εκμετάλλευση του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.(ΚΑΠΕ 2010, ecocrete.gr)

Βιβλιογραφικά δεδομένα και επεξεργασία

Όπως έγινε φανερό από την ανάλυση που προηγήθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, το ζήτημα στο οποίο επικεντρώνεται η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αυτό της ανάλυσης της αβεβαιότητας. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, δηλαδή στον υπολογισμό της εκτιμώμενης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από την κάθε δράση, ο παράγοντας από τον οποίο θα προκύψει η αβεβαιότητα είναι εκείνος της προτεινόμενης εγκατεστημένης ισχύος. Από εκτενή βιβλιογραφική έρευνα προέκυψε ο Πίνακας 3.24, ο οποίος συγκεντρώνει τα δεδομένα που αντιστοιχούν στις εκτιμήσεις του κάθε φορέα-μελετητή ως προς την εγκατεστημένη ισχύ.

Πίνακας 3.30. Προτεινόμενη Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)

	ΕΛΕΤΑΕΝ (2010)	WWF (2010)	GREENPEACE (2007)	ΣΕΕΣ (2008)	ΜΟΥΓΚ ΡΟΣ (2010)
Ανεμογεννήτριες	9040	7300	10000	7000	7000
Φωτοβολταϊκά Πάρκα	900	900	2600	800	800
Γεωθερμικές Μονάδες (Μήλος-Νίσυρος)	25	300	140	0	140
Μονάδες Βιομάζας	200	300	-	300	300

Η ηλεκτροπαραγωγή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{Ηλεκτροπαραγωγή} = \text{Προτεινόμενη Εγκ. Ισχύς} \times \text{Συντελεστής Εκμετάλλευσης} \times \frac{\text{Ώρες}}{\text{Ημέρα}} \times \frac{\text{Ημέρες}}{\text{Έτος}} \quad (3.2)$$

Όπου

- Εγκατεστημένη ισχύς: Η μέγιστη ωφέλιμη ισχύς που μπορεί να διατεθεί από το σταθμό παραγωγής χωρίς υπέρβαση των ορίων λειτουργίας του επιμέρους εξοπλισμού του σταθμού. (Η εγκατεστημένη ισχύς γενικά ισούται με το άθροισμα των ονομαστικών ισχύων των γεννητριών του σταθμού)
- Capacity Factor (Συντελεστής Εκμετάλλευσης): Είναι ο λόγος του μέσου φορτίου χρονικής περιόδου προς το φορτίο αιχμής που εμφανίζεται την περίοδο αυτή.

Οι τιμές του Πίνακα 3.24, μέσω της εξίσωσης (3.2) μετατρέπονται σε αντίστοιχες τιμές ηλεκτροπαραγωγής, με αποτέλεσμα να προκύπτει ο Πίνακας 3.25, που συγκεντρώνει πλέον τις εκτιμώμενες τιμές ηλεκτροπαραγωγής για κάθε εναλλακτική δράση από την αντίστοιχη πηγή.

Πίνακας 3.31. Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας (GWh)

	ΕΛΕΤΑΕ N (2010)	WWF (2010)	GREENPEAC E (2007)	ΣΕΕΣ (2008)	ΜΟΥΓΚ ΡΟΣ (2010)
Ανεμογεννήτριες	23757,1	19184,4	26280	19820	18399
Φωτοβολταϊκά Πάρκα	1182,6	1182,6	3416,4	1183	1051
Γεωθερμικές Μονάδες (Μήλος-Νίσυρος)	159,9	1918,4	895,3	0	895
Μονάδες Βιομάζας	700,8	1051,2	-	438	1051

Το πιο σημαντικό στοιχείο της παραπάνω μεθόδου υπολογισμού της ηλεκτροπαραγωγής από κάθε δράση, είναι το γεγονός ότι ο συντελεστής εκμεταλλευσιμότητας δε θεωρείται παράγοντας που συμμετέχει στην αύξηση της αβεβαιότητας και λαμβάνεται ως σταθερός όρος, αφού οι τιμές που προέκυψαν από τη βιβλιογραφία δεν παρουσιάζουν απόκλιση ανάλογα με την εκάστοτε μελέτη. Πιο συγκεκριμένα:

- Για τις ανεμογεννήτριες : C.F.= 0.3
- Για τα φωτοβολταϊκά : C.F.= 0.15
- Για τις μονάδες γεωθερμίας : C.F.= 0.73
- Για τις μονάδες βιομάζας : C.F.= 0.4

Τελική επιλογή

Η αβεβαιότητα που προκύπτει από τις διαφορετικές εκτιμήσεις για την εγκατεστημένη ισχύ «μετακυλίεται» απευθείας στην τιμή της ηλεκτροπαραγωγής, με αποτέλεσμα να προκύπτει ο Πίνακας 3.26 που συγκεντρώνει την τελική επιλογή του εύρους και της επικρατούσας τιμής της ηλεκτροπαραγωγής για κάθε μία από της εναλλακτικές δράσεις.

Πίνακας 3.32. Τελική Επιλογή (Ηλεκτροπαραγωγή σε GWh)

	Εύρος	Επικρατούσα Τιμή
Ανεμογεννήτριες	18399-26280	18399
Φωτοβολταϊκά Πάρκα	1051-3416	1051
Γεωθερμικές Μονάδες (Μήλος-Νίσυρος)	0-1918	0
Μονάδες Βιομάζας	438-1051	438

Γίνεται ξανά, λοιπόν, η παραδοχή ότι η ηλεκτροπαραγωγή περιγράφεται από μία τριγωνική κατανομή, τα όρια της οποίας είναι οι τιμές του εύρους που προέκυψαν και τιμή με τη μεγαλύτερη βαρύτητα η επικρατούσα τιμή. Αρχικά, φαίνεται ίσως

αξιοπερίεργο το γεγονός ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων η επικρατούσα τιμή που επιλέγεται προσεγγίζει το ένα από τα δύο όρια του αντίστοιχου εύρους και δεν εντοπίζεται «κοντά» στη μέση τιμή του διαστήματος. Αυτό συμβαίνει διότι έχει εκτιμηθεί ότι η πρόβλεψη του ΣΕΕΣ είναι αυτή που προσεγγίζει περισσότερο στην πραγματικότητα και άρα επιλέγεται ως επικρατούσα τιμή. Σε καμία περίπτωση αυτό δε σημαίνει ότι υποτιμώνται οι τιμές που προτείνονται από τις άλλες πηγές. Ωστόσο, θα πρέπει να γίνει κατανοητό ότι στην περίπτωση της WWF (WWF, 2010) και της Greenpeace (Greenpeace, 2007) οι τιμές αφορούν περισσότερο προτάσεις και λιγότερο εκτιμήσεις της πραγματικής κατάστασης όπως αυτή θα είναι το 2020.

Γενικότερα, η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα, το οποίο επικαθορίζεται από κοινωνικούς, οικονομικούς και πολιτικούς παράγοντες. Παρ' όλες τις κινήσεις που θεωρητικά γίνονται από την πλευρά του κράτους προς την κατεύθυνση της αξιοποίησής τους, τα συμφέροντα στο χώρο της ενέργειας είναι πολλά και τις περισσότερες φορές δυστυχώς αντικρουόμενα με το κοινωνικό όφελος. Επίσης η διαφαινόμενη απελευθέρωση της αγοράς της ενέργειας συντελεί σε ένα βαθμό στην κατεύθυνση του περιορισμού της εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών, είτε στην μετακύλιση του κόστους των εγκαταστάσεων αυτών (όπως έγινε για παράδειγμα στη Γερμανία) εις βάρος του κοινωνικού συνόλου. Αυτό θα συμβεί σε περίπτωση που υπάρξει για παράδειγμα κατεύθυνση από το κράτος για συγκεκριμένο ποσοστό ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ σε σχέση με το μίγμα της συνολικής ηλεκτροπαραγωγής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΡΑΣΗΣ

4.1 Σύνοψη σχεδίου δράσης

Τα δεδομένα που προέκυψαν από την ανάλυση που προηγήθηκε στο Κεφάλαιο 3, θα πρέπει να εισαχθούν στο εργαλείο ενεργειακού σχεδιασμού που αναπτύχθηκε από τη Μονάδα Διαχείρισης Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. για να προκύψουν τα τελικά αποτελέσματα για την εξέλιξη του ελληνικού ενεργειακού συστήματος με ορίζοντα το έτος 2020.

Το τελικό σχέδιο δράσης που προέκυψε ανά τομέα μέσα από τη βιβλιογραφική έρευνα, καθώς και τις παραδοχές και τις εκτιμήσεις που διατυπώθηκαν αναλυτικά, αποτυπώνεται στον Πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1. Τελικό σχέδιο δράσης

Οικιακός	Δημόσιος-Ιδιωτικός	Μεταφορές	Επεμβάσεις Παροχής
Αντικατάσταση Λαμπτήρων	Αντικατάσταση Λαμπτήρων	Αντικατάσταση Ι.Χ. οχημάτων	Ανεμογεννήτριες
Διπλοί Υαλοπίνακες	Διπλοί Υαλοπίνακες	Αντικατάσταση μεσαίων και βαρέων οχημάτων	Φωτοβολταϊκά Πάρκα
Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων	Θερμομόνωση Εξωτερικών Τοίχων	Οικονομική, οικολογική και ασφαλής οδήγηση	Γεωθερμικές Μονάδες
Αντικατάσταση Λέβητα με Νέο Φ.Α.	Αντικατάσταση Λέβητα με Νέο Φ.Α.		Μονάδες Βιομάζας
Θερμομόνωση Οροφής	Θερμομόνωση Οροφής		
Αντικατάσταση Ψυγείων			
Ηλιακοί Θερμοσίφωνες			

Για κάθε μία από τις παραπάνω επεμβάσεις, με βάση την ανάλυση που προηγήθηκε στο Κεφάλαιο 3, έχουν εντοπιστεί οι παράμετροι εκείνες που επηρεάζουν την αβεβαιότητα. Γίνεται η παραδοχή ότι οι τιμές των παραμέτρων αβεβαιότητας περιγράφονται από τριγωνική κατανομή, με εύρος που προέκυψε από τη βιβλιογραφία και επικρατούσα τιμή που επελέγη με βάση συγκεκριμένα κριτήρια (Ενότητα 2.3.3).

Στη συνέχεια οι τιμές αυτές εισάγονται στο Εργαλείο Ενεργειακού Σχεδιασμού για να προκύψουν τα τελικά αποτελέσματα και να ελεγχθεί η πιθανότητα επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί.

4.2 Επιλογή σεναρίου αναφοράς

Για να είναι εφικτή η διερεύνηση της πιθανότητας επίτευξης ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων, είναι αρχικά απαραίτητο να μελετηθεί η εκτιμώμενη πορεία του ελληνικού ενεργειακού συστήματος στην περίπτωση που δεν εφαρμοζόταν το προτεινόμενο σχέδιο δράσης. Για να πραγματοποιηθεί αυτό πρέπει να επιλεγεί ένα «Σενάριο Αναφοράς», με βάση το οποίο θα διερευνηθεί η επίτευξη των στόχων.

Η μελέτη της μελλοντικής εξέλιξης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος βασίζεται στην ανάλυση σεναρίων μεταβολής της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Στην προκειμένη, το Σενάριο που επιλέγεται είναι αυτό που προκύπτει από επίσημη έκθεση του ελληνικού κράτους μετά την παγίωση της διεθνούς οικονομικής κρίσης (2010). (ΥΠΕΚΑ, 2010β)

Το Σενάριο αυτό καταστρώθηκε μετά από την παγίωση της κατάστασης και τη λήψη των πρώτων κοινωνικών και οικονομικών μέτρων. Παρ' όλο που είναι εξαιρετικά απαισιόδοξο όσον αφορά στην εξέλιξη του ΑΕΠ της χώρας σε σχέση με παλαιότερες εκθέσεις, είναι πιθανότατα και το πιο ρεαλιστικό καθώς έχει ενσωματωμένες τις πιο πρόσφατες εξελίξεις. Εμφανίζει τους χαμηλότερους ρυθμούς ανάπτυξης σε κάθε επιμέρους περίοδο. Οι εκτιμήσεις για τη μεταβολή του πληθυσμού προέρχονται από την έκθεση της Επιτροπής 20-20-20 του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ, 2010β) για την «Επίτευξη των Στόχων του 20-20-20» που παρουσιάστηκε το 2010.

Οι βασικές παραδοχές που λαμβάνονται για την διαμόρφωση του είναι οι εξής:

- Η εξέλιξη της ζήτησης των πετρελαιοειδών και της ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται με βάση το ρυθμό εξέλιξης του ΑΕΠ και ανάλυση των ιστορικών στοιχείων.
- Η ζήτηση των στερεών καυσίμων (πλην της κατανάλωσης για ηλεκτροπαραγωγή) παραμένει αμετάβλητη.
- Το ποσοστό διείσδυσης των ηλιακών συλλεκτών στα νέα κτίρια είναι συντηρητικό και προκύπτει από την ανάλυση ιστορικών στοιχείων.
- Η εξέλιξη της ζήτησης του φυσικού αερίου εκτιμάται με βάση το ρυθμό εξέλιξης του ΑΕΠ αλλά και της διαρκούς αύξησης των υποδομών, ιδίως στον οικιακό και βιομηχανικό τομέα.
- Η ζήτηση για βιοκαύσιμα στον τομέα των μεταφορών εμφανίζεται μέχρι το 2020 σε ποσοστό σύμφωνο με τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Οι τιμές των καυσίμων είναι συγκρατημένες και δεν υπάρχουν απότομες μεταβολές.

Για να είναι δυνατή η μελέτη της εξέλιξης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος σε βάθος δεκαετίας, αρχικά εξετάζεται η εκτίμηση για την εξέλιξη του ΑΕΠ και του

πληθυσμού, χωρίζοντας την συνολική περίοδο μελέτης σε τρεις επιμέρους περιόδους (από το έτος διαμόρφωσης μέχρι το 2010, 2010-2015, 2015-2020).

Πίνακας 4.2. Εκτιμώμενη εξέλιξη του ΑΕΠ και του πληθυσμού

	2010	2010-2015	2015-2020
Πληθυσμός	0.20%	0.33%	0.18%
ΑΕΠ Πρωτογενούς Τομέα	-0.93%	0.72%	1.69%
ΑΕΠ Δευτερογενούς Τομέα	-1.13%	1.01%	2.26%
ΑΕΠ Τριτογενούς Τομέα	-1.29%	1.22%	2.75%
Συνολικό ΑΕΠ	-1.31%	1.16%	2.6%

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.2 σκιαγραφούν την εκτίμηση του ελληνικού κράτους για την εξέλιξη του ΑΕΠ και του πληθυσμού για την περίοδο 2010-2020. Για το πρώτο κομμάτι της περιόδου μελέτης, ο ρυθμός ανάπτυξης είναι αρνητικός, γεγονός που αναδεικνύει την επίδραση της οικονομικής και κοινωνικής κατάστασης στις εκτιμήσεις. Αντίθετα, από το έτος 2015 εκτιμάται πως θα υπάρξει ανάκαμψη, η οποία αποτυπώνεται στους θετικούς ρυθμούς ανάπτυξης. Τα δεδομένα πάντως που προκύπτουν από το σενάριο αυτό, είναι πιο απαισιόδοξα από προηγούμενες εκθέσεις, γεγονός που αναδεικνύει την κατακόρυφη αύξηση της αβεβαιότητας υπό τις παρούσες κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες.

Στη συνέχεια εκτιμάται η εξέλιξη της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας. Αρχικά προσδιορίζονται οι τιμές της κατανάλωσης για τρία χαρακτηριστικά έτη (2010, 2015 και 2020) και στη συνέχεια με γραμμική παρεμβολή υπολογίζονται οι τιμές για τα υπόλοιπα έτη.

Πίνακας 4.3. Εκτιμώμενη εξέλιξη της κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα οικονομικής δραστηριότητας

Τελική Κατανάλωση Ενέργειας (kTOE)	2010	2015	2020
Αγροτικός Τομέας	1,030	1,040	1,050
Βιομηχανία	4,335	4,560	4,620
Μεταφορές	8,700	8,980	9,900
Οικιακός Τομέας	5,980	6,350	7,140
Τριτογενής Τομέας	2,170	2,270	2,550

Η επίδραση της οικονομικής κρίσης και της εκτιμώμενης χρονικής της διάρκειας είναι εμφανής και στις εκτιμήσεις για την τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα. Έως το έτος 2015 παρατηρείται σχετική στασιμότητα στην κατανάλωση ενέργειας σε όλους τους τομείς, με προεξάρχοντες τον τριτογενή τομέα και τον τομέα των μεταφορών. Το έτος 2020 εκτιμάται ότι θα υπάρχει έξοδος από την κρίση (πράγμα αμφισβητούμενο πάντως από διάφορους αναλυτές), γεγονός που αποτυπώνεται και σε σχετική αύξηση των τιμών.

Το σενάριο αναφοράς αποτελεί τη βάση για την ανάλυση της πιθανότητας επίτευξης των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων, όπως θα αναλυθεί στην Ενότητα 4.3,

όπου θα προκύψουν τα τελικά αποτελέσματα μέσα από την επεξεργασία των δεδομένων από το εργαλείο ενεργειακού σχεδιασμού.

4.3 Αποτελέσματα

Το τελικό σχέδιο δράσης αποτελείται από τις επεμβάσεις που παρουσιάστηκαν. Για την εφαρμογή των επεμβάσεων και της επίδρασης που αυτές θα έχουν στην κατανάλωση ενέργειας, έγινε η υπόθεση της σταδιακής εφαρμογής τους από το 2011 έως και το 2020, με οδηγό την κατάταξη που προέκυψε από την ανάλυση αυξητικού κόστους. Τα δεδομένα της κατανάλωσης ενέργειας και οι αλλαγές στη δομή του συστήματος που προκύπτουν από τις επεμβάσεις εισάγονται στο εργαλείο επίλυσης του ενεργειακού ισοζυγίου. Το ισοζύγιο επιλύεται για το σενάριο αναφοράς από το έτος βάσης έως και το έτος 2020 και η διαδικασία επίλυσης εκτελείται επαναληπτικά με τη βοήθεια της μεθόδου Monte Carlo και πραγματοποιούνται 500 επαναλήψεις.

Σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία προκύπτουν τα τελικά αποτελέσματα που αποτυπώνονται στον Πίνακα 4.4

Πίνακας 4.4. Εκτιμώμενη εξέλιξη των εθνικών στόχων

Δείκτης	Στόχος	Έτος Αναφοράς	Εκτιμώμενη Εξέλιξη			Πιθανότητα Επίτευξης
			Χωρίς Σχέδιο Δράσης	Με Σχέδιο Δράσης		
				\bar{X}	σ	
Διείσδυση ΑΠΕ στην Τελική Κατανάλωση	18%	2020	12.8%	18.0%	1.1%	61.2%
Διείσδυση ΑΠΕ στην Ηλεκτροπαραγωγή	40%	2020	22.0%	39.0%	3.9%	45.8%
Διείσδυση ΑΠΕ στις Μεταφορές	10%	2020	11.0%	12.1%	0.1%	100.0%
Μείωση Συνολικών Εκπομπών ΑΤΘ	14%	2020	5.4%	26.5%	4.3%	100.0%
Μείωση Εκπομπών ΑΤΘ εντός ΣΕΔΕ	21%	2020	15.3%	74.8%	7.3%	100.0%
Μείωση Εκπομπών ΑΤΘ εκτός ΣΕΔΕ	4%	2020	-	9.4%	1.2%	100.0%
Εξοικονόμηση Τελικής Κατανάλωσης Ενέργειας	9%	2016	-8.9%	0.8%	0.6%	0.0%

4.4 Σχόλια-Παρατηρήσεις

Για κάθε έναν από τους εθνικούς ενεργειακούς και περιβαλλοντικούς στόχους, παρουσιάζεται το έτος αναφοράς, η εκτιμώμενη εξέλιξή του με ορίζοντα το έτος αυτό, καθώς και η πιθανότητα επίτευξης καθενός εξ αυτών με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης.

Η εκτιμώμενη εξέλιξη αναφέρεται στην προσδοκώμενη πορεία του ελληνικού ενεργειακού συστήματος ανάλογα με τον κάθε στόχο χωριστά και συνοδεύεται με την τυπική απόκλιση ανά περίπτωση. Χωρίζεται σε δύο περιπτώσεις, δηλαδή στην εκτιμώμενη εξέλιξη με και χωρίς την εφαρμογή του σχεδίου δράσης που αναπτύχθηκε, με σκοπό να διευκολυνθούν οι συγκρίσεις στις δύο περιπτώσεις και να αναδειχθεί η επίδραση των επεμβάσεων ανά στόχο.

Πράγματι, σε όλες ανεξαιρέτως τις περιπτώσεις παρατηρείται σημαντική αύξηση των δεικτών. Αξίζει να επισημανθεί ότι η προσδοκώμενη διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση αυξάνεται κατά 5,2 μονάδες με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης, με αποτέλεσμα να προσεγγίζεται σε σημαντικό βαθμό ο στόχος του 18%, ενώ η προσδοκώμενη ποσοστιαία διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή διπλασιάζεται. Ακόμα και στην περίπτωση της εξοικονόμησης της τελικής κατανάλωσης, όπου με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης η πιθανότητα επίτευξης είναι μηδενική, ο δείκτης στην περίπτωση της εφαρμογής είναι θετικός σε σχέση με το -8,9% που εμφανίζεται στην περίπτωση που δεν εφαρμοστούν οι επεμβάσεις. Ο στόχος, δηλαδή δεν προσεγγίζεται, αλλά τουλάχιστον δεν παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, όπως συμβαίνει στο σενάριο μη εφαρμογής των επεμβάσεων.

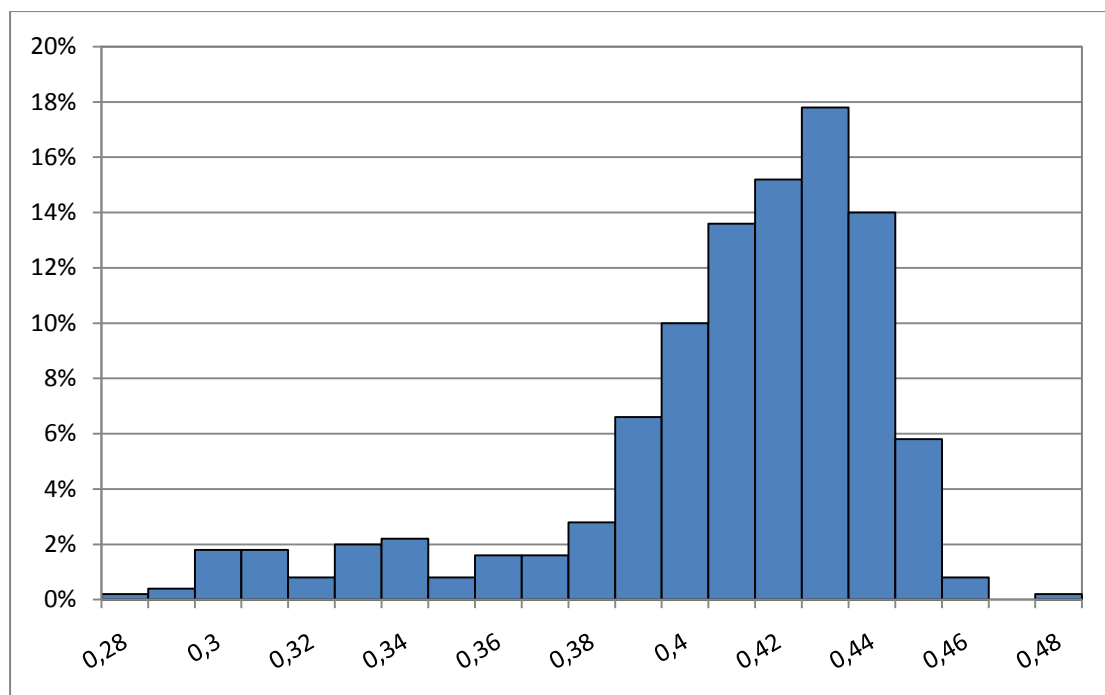
Η πιθανότητα επίτευξης των στόχων είναι ουσιαστικά το τελικό ζητούμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τα αποτελέσματα που την αφορούν είναι εξαιρετικά σημαντικά, καθώς από αυτά μπορούν να προκύψουν η αξιολόγηση της επιτυχίας του σχεδίου δράσης και χρήσιμα συμπεράσματα για την περαιτέρω βελτίωση του.

Παρατηρείται ότι με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης είναι βέβαιο ότι θα επιτευχθούν οι στόχοι που αφορούν τη Διείσδυση των ΑΠΕ στις Μεταφορές κατά 10%, η Μείωση των Συνολικών Εκπομπών Αερίων του Θερμοκηπίου κατά 14%, καθώς και η επιμέρους Μείωση των Εκπομπών για τους κλάδους εντός και εκτός του συστήματος εμπορίας ρύπων (οι στόχοι είναι 21% και 4% αντίστοιχα). Θεωρώντας ότι το σενάριο αναφοράς είναι το ρεαλιστικότερο σε σχέση με προηγούμενες επίσημες εκθέσεις του ελληνικού κράτους, μπορεί να διατυπωθεί με βεβαιότητα ότι οι συγκεκριμένοι στόχοι θα επιτευχθούν.

Η πιθανότητα επίτευξης των στόχων αυτών είναι 100%, παρά το ότι στο σχέδιο δράσης δεν έχουν συμπεριληφθεί επεμβάσεις που σχετίζονται με τον τομέα της βιομηχανίας. Το γεγονός αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό, κυρίως όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών. Η βέβαιη επίτευξη του στόχου, χωρίς να προταθούν

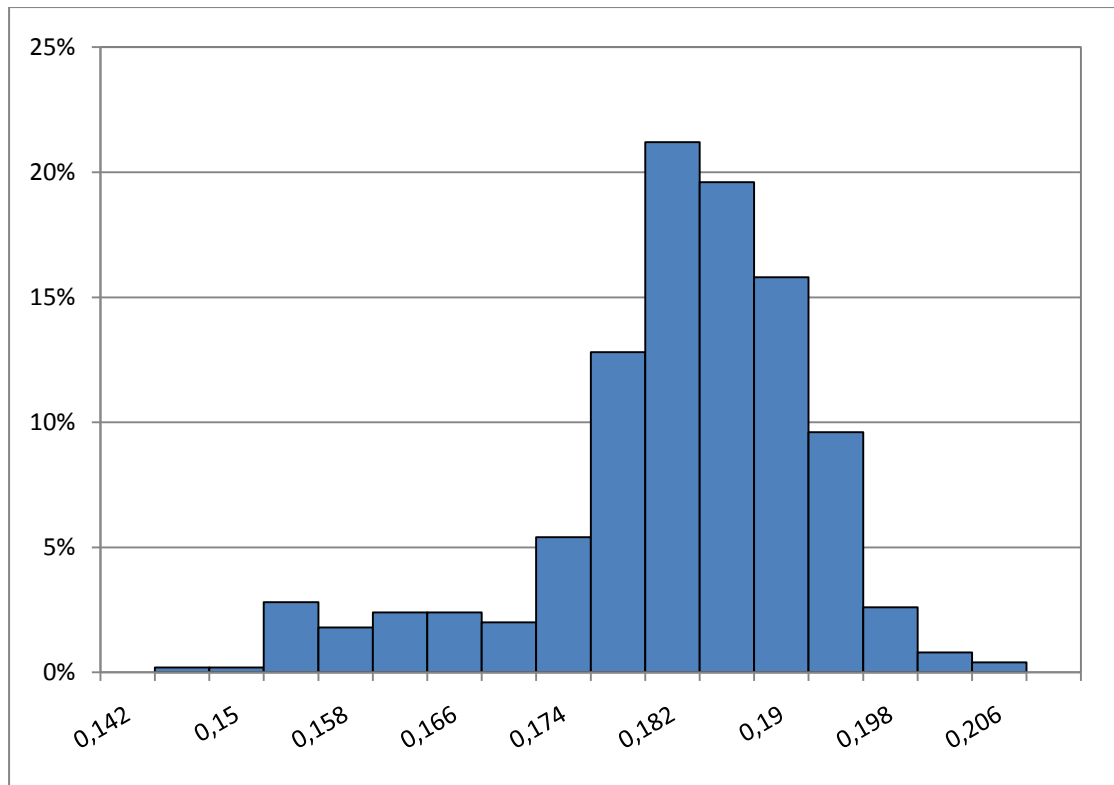
επεμβάσεις στον τομέα της βιομηχανίας, έναν τομέα που είναι κατεξοχήν ρυπογόνος και σημαντικός καταναλωτής ακόμα και για την αποβιομηχανοποιημένη Ελλάδα, αποτελεί πλεονέκτημα του σχεδίου δράσης.

Οι κατανομές που περιγράφουν τις συχνότητες της εκτιμώμενης μείωσης των εκπομπών, αποτυπώνονται στο Σχήμα 4.1.

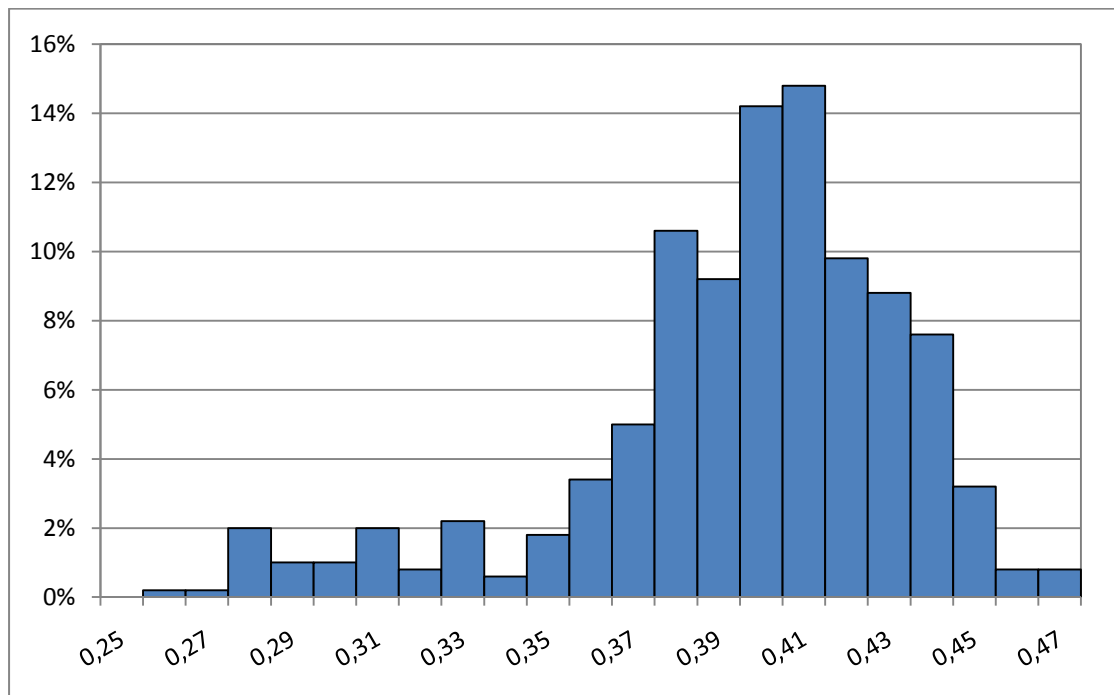


Σχήμα 4.1. Ιστόγραμμα συχνοτήτων μείωσης εκπομπών

Σημαντικές πιθανότητες επίτευξης, χωρίς παρόλα αυτά να προσεγγίζεται το 100%, παρουσιάζονται και στους στόχους που αφορούν τη διείσδυση των ΑΠΕ στην τελική Κατανάλωση κατά 18% (με πιθανότητα 61,2%) και στην Ηλεκτροπαραγωγή κατά 40% (με πιθανότητα 45,8%). Το γεγονός αυτό φανερώνει τις σημαντικές δυνατότητες που υπάρχουν στη χώρα μας, εάν αξιοποιηθούν έστω και σε μικρό βαθμό οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Υπενθυμίζεται ότι η επικρατούσα τιμή της συνεισφοράς της Γεωθερμίας θεωρήθηκε ίση με 0. Δηλαδή, με την εκτίμηση ότι θα είναι σχεδόν αποκλειστική η συνεισφορά στην ηλεκτροπαραγωγή και στην τελική κατανάλωση μόνο τριών ΑΠΕ (Αιολική, Ηλιακή και Βιομάζα), οι αριθμοί που προκύπτουν είναι ικανοποιητική. Με σοβαρή και επισταμένη μελέτη από το κράτος γύρω από το συγκεκριμένο ζήτημα, χωρίς να υποβαθμίζονται περιβαλλοντικά περιοχές της χώρας, όπως επιχειρείται στη Μήλο και στη Νίσυρο, τα αποτελέσματα μπορούν να είναι ακόμα καλύτερα. Τα Σχήματα 4.2 και 4.3 παρουσιάζουν τη συχνότητα της εκτιμώμενης διείσδυσης των ΑΠΕ σε κατανάλωση και ηλεκτροπαραγωγή αντίστοιχα.



Σχήμα 4.2 Ιστόγραμμα συχνοτήτων διείσδυσης ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας



Σχήμα 4.3 Ιστόγραμμα συχνοτήτων διείσδυσης ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή

Ο μόνος στόχος που φαίνεται να είναι ανέφικτος με την εφαρμογή του σχεδίου δράσης είναι ο αυτός της συνολικής εξοικονόμησης ενέργειας κατά 9% με έτος βάσης το 2016. Στη μηδενική πιθανότητα επίτευξής του απεικονίζεται εν πολλοίς η έλλειψη

(Κεφάλαιο 2) επεμβάσεων που αφορούν σημαντικούς τομείς, όπως αυτός της βιομηχανίας, ο αγροτικός τομέας και ο τομέας των μεταφορών.

Η λήψη μέτρων στους δύο αυτούς τομείς και κυριότερα στον τομέα της βιομηχανίας θα οδηγήσει σε σημαντική διαφοροποίηση των τελικών αποτελεσμάτων, αρκεί τα δεδομένα να είναι αξιόπιστα και να αποτελούν προϊόν συστηματικής μελέτης, πράγμα που δεν έχει γίνει σε σημαντικό βαθμό. Οι ραγδαία μεταβαλλόμενες συνθήκες στον ελληνικό χώρο και το εξαιρετικά αβέβαιο και απρόβλεπτο μέλλον που διαγράφεται αποτελούν σημαντική τροχοπέδη σε αυτήν την προσπάθεια, όμως η ανάλυση επικινδυνότητας έχει ακριβώς αυτήν την αποστολή: Να συνεισφέρει στη λήψη αποφάσεων σε συνθήκες που η αβεβαιότητα αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα.

Επιπλέον, όπως επίσης έχει επισημανθεί, στη μη επίτευξη του στόχου της εξοικονόμησης στην τελική κατανάλωση συμβάλλει η μειωμένη ακρίβεια των δεδομένων που αφορούν τον τομέα των μεταφορών. Από τη φύση του, ο τομέας των μεταφορών κάνει την προσπάθεια για μελέτη δύσκολη, υπό την έννοια ότι διακατέχεται από μεγάλη ανομοιογένεια. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της προώθησης ασφαλούς και οικονομικής οδήγησης.

Επιπλέον η έλλειψη στοχευμένης πολιτικής από την πλευρά της Πολιτείας στον τομέα αυτό δημιουργεί εμπόδια στην προσπάθεια εκτίμησης της μελλοντικής εξέλιξης της κατανάλωσης ενέργειας.

Τέλος, σημαντική έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην εκτίμηση του ποσού εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την αναμόρφωση του συστήματος των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, επέμβαση που δεν συμπεριλήφθηκε στο σχέδιο δράσης λόγω έλλειψης αξιόπιστων δεδομένων. Και πάλι η επίδραση στην τελική εξοικονόμηση θα είναι σημαντική, διότι ο τομέας των μεταφορών, αποτελεί το σημαντικότερο καταναλωτή στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Ανασκόπηση

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάλυση επικινδυνότητας σχεδίου δράσης για την επίτευξη εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων με ορίζοντα το έτος 2020, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις και τις οδηγίες της Ε.Ε.. Αναπτύχθηκε και παρουσιάστηκε, λοιπόν, ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την υλοποίηση ενεργειακού σχεδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο εφαρμόστηκε στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα με σκοπό την ανάπτυξη σχεδίου δράσης για την αναμόρφωση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος. Στη συνέχεια, μέσω της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων από την επεξεργασία του σχεδίου δράσης, ερευνήθηκε η πιθανότητα επίτευξης του κάθε στόχου ξεχωριστά.

Το τελικό σχέδιο δράσης εφαρμόστηκε στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου που αναπτύχθηκε από τη Μονάδα Διαχείρισης Ενεργειακών και Περιβαλλοντικών Συστημάτων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.(Ενότητα 2.6). Το υπολογιστικό εργαλείο ενσωματώνει τη δυνατότητα πραγματοποίησης ανάλυσης επικινδυνότητας με τη χρήση της μεθόδου Monte Carlo.

5.2 Συνεισφορά σχεδίου δράσης και ανάλυσης επικινδυνότητας

Το προτεινόμενο σχέδιο δράσης που αναπτύχθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια συνεισφέρει σημαντικά στη μεταβολή των δεικτών, όσον αφορά την προσδοκώμενη εξέλιξη του εθνικού ενεργειακού συστήματος. Με την υπάρχουσα κατάσταση, δηλαδή χωρίς την εφαρμογή επεμβάσεων, η πιθανότητα επίτευξης της πλειοψηφίας των εθνικών ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων θα ήταν εξαιρετικά μειωμένη. Συνεπώς, η εφαρμογή ενός σχεδίου που θα βασίζεται σε επεμβάσεις με σκοπό την αναμόρφωση του συστήματος κρίνεται απαραίτητη για τη βιωσιμότητα του συστήματος.

Στην προσπάθεια εκτίμησης της μελλοντικής πορείας του συστήματος, είναι απαραίτητη η εφαρμογή ανάλυσης επικινδυνότητας, επειδή αποτελεί βασικό εργαλείο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Ο ενεργειακός σχεδιασμός σε εθνικό επίπεδο είναι από τη φύση του μια επίπονη διαδικασία, καθώς οι τομείς ενεργειακής κατανάλωσης που πρέπει να συμπεριληφθούν χαρακτηρίζονται από αυξημένη ανομοιογένεια. Μια ανομοιογένεια που οφείλεται στις πολλαπλές διαφορετικές τελικές χρήσεις, στη διαρκώς μεταβαλλόμενη κοινωνική και οικονομική κατάσταση και την κατεύθυνση των πολιτικών επιλογών των κέντρων αποφάσεων. Είναι αναγκαίο, λοιπόν, η ανάλυση της προσδοκώμενης εξέλιξης του συστήματος να

συμπεριλαμβάνει την έννοια της αβεβαιότητας, να προσπαθεί να ταυτόχρονα να την περιορίσει, για να διευκολύνεται η διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Στην προσπάθεια αυτή υπάρχουν, προφανώς, περιθώρια σημαντικών βελτιώσεων, παρόλα αυτά η παρούσα διπλωματική εργασία κάνει ένα βήμα στην κατεύθυνση της μελέτης της αβεβαιότητας κατά την εκπόνηση του ενεργειακού σχεδιασμού.

5.3 Προοπτικές βελτίωσης του σχεδίου δράσης

Με βάση το σενάριο αναφοράς, δηλαδή λαμβάνοντας υπόψη μόνο τις προγραμματισμένες δράσεις, η επίτευξη των στόχων στο έτος 2020 αποδεικνύεται εξαιρετικά δύσκολη έως και απίθανη. Οι μόνοι στόχοι που φαίνεται πως θα επιτευχθούν είναι η διείσδυση των ΑΠΕ στον τομέα των μεταφορών και η μείωση των συνολικών εκπομπών CO₂.

Αυτός είναι ο λόγος εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η ανεπάρκεια του υπάρχοντος προγραμματισμού θεωρείται δεδομένη από τη συντριπτική πλειοψηφία των μελετητών, με αποτέλεσμα να κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή επεμβάσεων στο παρόν ενεργειακό σύστημα, με σκοπό η πιθανότητα επίτευξης των στόχων να αυξηθεί.

Με τη σταδιακή εφαρμογή του σχεδίου δράσης στο ελληνικό ενεργειακό σύστημα σε δεκαετή χρονικό ορίζοντα (2011-2020), η πιθανότητα επίτευξης των έξι από τους επτά στόχους αυξάνει σημαντικά. Ο μοναδικός στόχος που δεν ευνοείται από το προτεινόμενο σχέδιο δράσης (μηδενική πιθανότητα επίτευξης), είναι η εξοικονόμηση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

Πίνακας 5.1. Πιθανότητα επίτευξης στόχων

Δείκτης	Πιθανότητα Επίτευξης
Διείσδυση ΑΠΕ στην Τελική Κατανάλωση	61.2%
Διείσδυση ΑΠΕ στην Ηλεκτροπαραγωγή	45.8%
Διείσδυση ΑΠΕ στις Μεταφορές	100.0%
Μείωση Συνολικών Εκπομπών ΑΤΘ	100.0%
Μείωση Εκπομπών ΑΤΘ εντός ΣΕΔΕ	100.0%
Μείωση Εκπομπών ΑΤΘ εκτός ΣΕΔΕ	100.0%
Εξοικονόμηση Τελικής Κατανάλωσης Ενέργειας	0.0%

Είναι όμως προφανές, παρά τις αυξημένες πιθανότητες επίτευξης που εμφανίζονται, ότι το σχέδιο δράσης χρήζει περαιτέρω βελτιώσεων. Συνοπτικά παρουσιάζονται οι ελλείψεις που χρήζουν διερεύνησης:

- Η βιβλιογραφική έρευνα στηρίζεται σε μελέτες και εκθέσεις, οι οποίες στην πλειοψηφία τους εκπονήθηκαν σε περιόδους που η οικονομική κρίση με τις σφοδρές της συνέπειες δεν είχαν κάνει την εμφάνισή τους. Το γεγονός αυτό επηρεάζει σημαντικά τη μελέτη του οικιακού τομέα, στον οποίο δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα. Οι οικονομικές δυνατότητες του μέσου νοικοκυριού μειώνονται δραματικά, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αβεβαιότητα στην

υλοποίηση επεμβάσεων στην κατοικία με στόχο την απόσβεση στο μέλλον. Το ίδιο ισχύει και για τον ιδιωτικό τομέα, όπου η οικονομική κατάσταση των μικρών επιχειρήσεων είναι δραματική.

- Το πρόγραμμα εκποίησης της δημόσιας περιουσίας που είναι σε εξέλιξη επηρεάζει τους δείκτες που ελήφθησαν υπόψη στο δημόσιο τομέα.
- Οι συνέπειες της συντελούμενης απελευθέρωσης της αγοράς της ενέργειας στην Ελλάδα είναι ακόμα δύσκολο να εκτιμηθούν, καθώς βρίσκεται σε αρχικό στάδιο και δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία.
- Τα ποσοστά εφαρμογής των δράσεων στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι προϊόν παραδοχής, λόγω έλλειψης βιβλιογραφικών δεδομένων.
- Για λόγους που αναπτύχθηκαν, δεν συμπεριλαμβάνονται στο σχέδιο δράσης ο βιομηχανικός και ο αγροτικός τομέας.

Οι ελλείψεις που αναφέρθηκαν στην πλειοψηφία τους μπορούν εν δυνάμει να επηρεάσουν σημαντικά το τελικό αποτέλεσμα. Το σχέδιο δράσης που αναπτύχθηκε όμως, περιγράφει μια πρόταση για την αναμόρφωση του ελληνικού ενεργειακού συστήματος και μπορεί να αξιοποιηθεί με διαφοροποιήσεις ανάλογα με τις διαρκώς μεταβαλλόμενες οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες.

5.4 Συμπεράσματα και προτάσεις

Πέρα από την επισήμανση των ελλείψεων και των σημείων που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης, μία μελέτη για τον ενεργειακό σχεδιασμό σε εθνικό επίπεδο είναι απαραίτητο να καταλήγει σε συγκεκριμένες προτάσεις, ειδάλλως η συνεισφορά της στην αναμόρφωση του ενεργειακού συστήματος δεν είναι ολοκληρωμένη.

Η προσπάθεια επίτευξης των ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων με την εφαρμογή πολιτικών που αποδεδειγμένα δεν αποδίδουν και οδηγούν σε αδιέξοδα που τις περισσότερες των περιπτώσεων πληρώνει το κοινωνικό σύνολο, αποδεικνύεται αδύνατη και πρέπει να ξεπεραστεί.

Συνοπτικά, ο δρόμος που θα πρέπει να ακολουθηθεί βασίζεται σε τρεις άξονες:

- Έμφαση στον περιορισμό της ενεργειακής σπατάλης. Η εξοικονόμηση και η ορθολογική χρήση της ενέργειας (πρωτίστως στον ενεργοβόρο κτιριακό τομέα) θα πρέπει να αποτελέσουν την πρώτη προτεραιότητα ενός νέου ενεργειακού σχεδιασμού που θα θέτει στόχους και χρονοδιαγράμματα, περιορίζοντας την ενεργειακή σπατάλη. Η αποκεντρωμένη παραγωγή και η ουσιαστική προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) θα πρέπει να αποτελούν εθνικό στόχο ύψιστης σημασίας, αφού παρέχουν ενεργειακή επάρκεια και ανεξαρτησία με ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος.
- Ο ενεργειακός σχεδιασμός θα πρέπει να στοχεύει στη σταδιακή απεξάρτηση από το λιγνίτη και το πετρέλαιο και να αποκλείσει την εισαγωγή του ρυπογόνου λιθάνθρακα και φυσικά της επικίνδυνης πυρηνικής ενέργειας.

- Η διείσδυση του φυσικού αερίου θα πρέπει να σχεδιάζεται στη βάση της μέγιστης αποδοτικότητας. Στην κατεύθυνση αυτή, θα πρέπει οι νέες μονάδες να είναι πρωτίστως μονάδες συμπαραγωγής και όχι απλώς μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

Όσον αφορά το στόχο της εξοικονόμησης στην τελική κατανάλωση ενέργειας όπου οι πιθανότητες επίτευξης είναι μηδενικές, πιθανές δράσεις μπορούν να αποτελέσουν:

- Επεμβάσεις μεγαλύτερης εμβέλειας στον τομέα της βιομηχανίας για αυξημένη εξοικονόμηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.
- Δράσεις στον τομέα των μεταφορών πέραν από την αντικατάσταση των οχημάτων ιδιωτικής χρήσης. Ενδεικτικά προτείνεται:
 - Η αναμόρφωση του συστήματος των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, με τη βελτίωση του σχεδιασμού διαδρομών, τη συνεργασία και ανταπόκριση διαφορετικών μέσων αλλά και η δημιουργία νέων υποδομών και επέκταση των υφιστάμενων.
 - Η σύνδεση της φορολογίας των οχημάτων με την ενεργειακή απόδοση και τις εκπομπές CO₂.
- Προώθηση των ΑΠΕ στον οικιακό και στον αγροτικό τομέα σε επίπεδο τελικής χρήσης, πέραν των συστημάτων ηλιακής θέρμανσης νερού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Balaras, C., Gaglia, A., Georgopoulou, E., Mirasgedis, S., Sarafidis, Y., & Lalas, D. (2007). European Residential Buildings and Empirical Assessment of the Hellenic Building Stock, Energy Consumption, Emissions & Potential Energy Savings. *Building and Environment*, 42 (3), 1298-1314.

Carlson, B., & Palesh, G. (1993). *Bussey Lake: Demonstration Study of Incremental Analysis in Environmental Planning*. Virginia: Army Engineer Institute for Water Resources.

Gaglia, A., Balaras, C., Mirasgedis, S., Georgopoulou, E., Sarafidis, Y., & Lalas, D. (2007). Empirical Assessment of the Hellenic Non-Residential Building Stock, Energy Consumption, Emissions and Potential Energy Savings. *Energy Conversion and Management*, 48 (4), 1160-1175.

Gholamnezhad, A., & Saaty, T. (1982). A Desired Energy Mix for the United States in the Year 2000: An Analytic Hierarchy Approach. *International Journal of Policy Analysis and Information Systems*, 6 (1)

Greenpeace. (2007). *Μακροχρόνιος Ενεργειακός Σχεδιασμός: Οι προτάσεις της Greenpeace*.

Lucas, N., & Papaconstantinou, D. (1982). Electricity Planning Under Uncertainty: Risks, Margins and the Uncertain Planner. *Energy Policy*, 10 (2).

Maiera, H.R., Ascough, J.C. (2006), Uncertainty in Environmental Decision-Making: Issues, Challenges and Future Directions

Orth, K. (1994). *Cost Effectiveness Analysis for Environmental Analysis for Environmental Studies: Nine Easy Steps*. Virginia: Army Engineer Institute for Water Resources, IWR Report 94-PS-2.

RPA. (2004). *CEA and Developing a Methodology for Assessing Disproportionate Costs*. Final Report for Defra, WAG, SE and DOENI.

Xiouras, C., Angelis-Dimakis, A., Arampatzis, G., & Assimacopoulos, D. (2011). Environmental and Energy Assessment of New Vehicle Technologies in the Greater Athens Area. *Submitted in the 12th International Conference on Environmental Science and Technology*.

Yoe, C. (1992). *Incremental Cost Analysis Primer for Environmental Resources Planning (Draft)*. Alexandria Virginia: U.S. Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources.

WWF, (2010). Ιστοσελίδα World Wide Fund for Nature Ελλάδας, Ανάκτηση Δεκέμβριος 2010, (<http://www.wwf.gr>).

Αγγελής-Δημάκης, 2011, Ενεργειακός Σχεδιασμός Υπό Συνθήκες Αβεβαιότητας, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Ασημακόπουλος Δ. & Αραμπατζής Γ.,(2010), Ενεργειακή Ανάλυση Βιομηχανικών Συστημάτων, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π. 2010

Γούλας, Γ. (2005). *Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Μεταφορές*. Αθήνα: Διδακτορική Διατριβή. Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ.

ΕΑΑ. (2008) . Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, *Διαδικασία εξόρυξης και ανάλυσης στοιχείων για το κτιριακό απόθεμα και την ενεργειακή του απόδοση*. Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας Ινστιτούτο Μελετών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

ΕΑΑ.-Μπαλαράς (2008), Παρουσίαση «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων-Μεθοδολογίες και Λογισμικά Ενεργειακών Επιθεωρήσεων»

Ελ. Στατ., (2006). Ιστοσελίδα Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας, Ψηφιακή Βιβλιοθήκη, Ανάκτηση Ιανουάριος 2010, (<http://www.statistics.gr>)

ΕΛΕΤΑΕΝ. (2010). Ιστοσελίδα Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Αιολικής Ενέργειας, Ανάκτηση Ιούλιος 2010, (<http://www.eletaen.gr/>).

ΕΠΑ Αττικής (2010), Ιστοσελίδα Εταιρεία Παροχής Αερίου Αττικής, Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2010, (<http://www.aerioattikis.gr/>)

ΚΑΠΕ (2010), Ιστοσελίδα Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ανάκτηση Νοέμβριος 2010 (http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonomosi.htm)

ΚΑΠΕ (2000) Έργο “Double Glazing in Southern Countries” XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Κυριτσάκη, Ο. (2009), Πτυχιακή Εργασία «Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Στην Ελλάδα», ΤΕΙ Κοζάνης, Σχολή Διοίκησης Και Οικονομίας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, Κοζάνη 2009

Μούγκρος, Κ. (2010). *Μακροχρόνιος Ενεργειακός Σχεδιασμός στην Ελλάδα*. Διπλωματική Εργασία. Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ.

ΣΕΕΣ. (2008). *Μέτρα και Μέσα για μια Βιώσιμη και Ανταγωνιστική Ενεργειακή Πολιτική*. Αθήνα.

Υπουργείο Ανάπτυξης. (2007). *1η Έκθεση για το Μακροχρόνιο Ενεργειακό Σχεδιασμό της Ελλάδας, 2008-2020 – Μέρος Ι*. Αθήνα

Υπουργείο Ανάπτυξης. (2007)β. *Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης*

Υπουργείο Ανάπτυξης (2009) Εισαγωγική Ομιλία του Υπουργού Ανάπτυξης Κωστή Χατζηδάκη κατά την παρουσίαση του προγράμματος Ενεργειακής Αναβάθμισης Κατοικιών «Εξοικονόμηση κατ'οίκον».

http://www.ypan.gr/c_announce/45_5545_cms.htm

ΥΠΕΚΑ (2010α), Ιστοσελίδα Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Ανάκτηση Νοέμβριος 2010 (<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=446>)

ΥΠΕΚΑ (2010β), Ο Σχεδιασμός για την Επίτευξη των Στόχων του 20-20-20: ΑΠΕ, Επιτροπή 20-20-20, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 21 Ιουνίου 2010

Ημερήσιος Τύπος & Ιστοσελίδες

Εφημερίδα «Τα Νέα», 31/1/2009, 14/6/2009, 14/2/2009, 12/1/2010, 17/1/2010, 13/5/2009, 13/5/2009

Εφημερίδα «Ελευθεροτυπία», 4/6/2010

Ιστοσελίδα: Aenaon.net. <http://www.aenaon.net/gr/content/view/117/123/>, ανάκτηση Φεβρουάριος 2011

Ιστοσελίδα <http://gia-tin-milo.net>, ανάκτηση Ιούνιος 2011

Ιστοσελίδα

ecocrete.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=1932&Itemid=0, ανάκτηση Μάιος 2011