

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΠΟΥΔΩΝ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Τμήμα Συστημάτων Παραγωγής
Πανεπιστημίου Πειραιά**

**Τμήμα Χημικών Μηχανικών
Εθνικού Μετσόβιου
Πολυτεχνείου**

Υπεύθυνος καθηγητής:
**Δ. Διακουλάκη, Επικ. Καθηγήτρια
ΕΜΠ.**

Σπουδαστής:
Δεμερτζής Χαράλαμπος

600



ΤΙΤΛΟΣ:

**«ΜΕΛΕΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ
ΑΠΟ ΤΡΙΤΟΥΣ ΣΤΟΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΟ
ΤΟΜΕΑ»**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	
ΑΡ. ΕΙΣ.	40654
ΟΜΠ.	2724
ΤΑΞΙΝ.	333 79 ΔΕΜ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	

Δεκέμβριος, 2000



Αφιερώνεται στον πατέρα μου Γιώργο, στον αδερφό μου Βαγγέλη αλλά κυρίως στην μητέρα μου Ειρήνη.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών με κατεύθυνση Διαχείριση Ενέργειας και Προστασία του Περιβάλλοντος που προσφέρεται από το Τμήμα Συστημάτων Παραγωγής του Πανεπιστημίου Πειραιώς και το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Επειδή είναι το επιστέγασμα του μεταπτυχιακού παρατίθεται ένα σχόλιο αναλαμβάνοντας τον κίνδυνο να θεωρηθεί ο πρόλογος εκτός θέματος.

Ως η πρώτη φουρνιά που φοίτησε στο μεταπτυχιακό αυτό πρόγραμμα είχαμε την τύχη και μαζί την ατυχία να μη βρεθούμε απέναντι σε παγωμένους τρόπους μαθήματος τόσο από άποψη ύλης όσο και από άποψη φιλοσοφίας. Επίσης, η σύνθεση του μεταπτυχιακού περιελάμβανε ανθρώπους διαφορετικών υποβάθρων, ηλικιών αλλά σίγουρα και στόχων και αναζητήσεων. Τα γεγονότα αυτά, αν και εκδηλώθηκαν αρκετές φορές με ένταση, οδήγησαν σε αυξημένη αλληλεπίδραση μεταξύ όλων των συμβαλλομένων μερών, δίνοντας την ευκαιρία για καλύτερη κατανόηση της οπτικής κάθε πλευράς. Η ύλη υπήρξε μια κατά πλάτος ολοκλήρωση των απαραίτητων γνωστικών πεδίων που άπτονται του αντικειμένου της ενεργειακής διαχείρισης και της προστασίας του περιβάλλοντος. Το κέρδος είναι η απόκτηση σφαιρικής ματιάς (σε αντιδιαστολή με τον τίτλο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Ειδίκευσης).

Το ερώτημα που ερχόταν και ξαναερχόταν στην επιφάνεια κατά τη διάρκεια των δύο περασμένων χρόνων ήταν «τελικά αξίζει;». Αυτό εναλλακτικά αυτή τη στιγμή που τελειώσει ο κύκλος σπουδών μπορεί να διατυπωθεί για κάθε σπουδαστή ξεχωριστά «αν άρχιζε τώρα θα το έκανα;». Η απάντηση είναι στενά συνδεδεμένη με το σημείο αφετηρίας του καθενός μας στο μεταπτυχιακό. Έτσι, αν κάποιος δεν είχε την ευκαιρία της ανοικτής αλληλεπίδρασης με ανθρώπους διαφορετικών υποβάθρων, ειδικά την εμπειρία του να προσπαθεί να συννενοηθεί με κάποιον άλλο σε ένα συγκεκριμένο θέμα το οποίο ο κύκλος μαθημάτων είχε την φιλοδοξία να το καταστήσει κοινό πεδίο και των δύο, βγήκε από την άλλη πλευρά πλουσιότερος και ευρύτερος. Η απόκτηση σφαιρικότερης ενατένισης είναι μάλλον κοινό αποτέλεσμα για όλους τους σπουδαστές. Η προσωπική τέρψη που προκύπτει από αυτό το γεγονός είναι αναμφισβήτητη αλλά καλό είναι να εξαγρυρωθεί και με αυξημένη επαγγελματική ικανότητα.

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι αποτέλεσμα συμβολής πολλών ανθρώπων που αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω.

Καταρχήν, ευχαριστώ την κυρία Δανάη Διακουλάκη επίκουρο καθηγήτρια του ΕΜΠ υπό την επίβλεψη της οποίας εκπονήθηκε αυτή η διπλωματική. Η συμβολή της δεν σταματά στις συμβουλές, στην παροχή υλικού, στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων και στην διαμόρφωση

της παρουσίας του τελικού κειμένου, αλλά η γενικότερη παρουσία της προκαλεί εξ' επαγωγής ώθηση για κάθε νέο άνθρωπο που έχει την τύχη να συναρραστεί μαζί της. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι αποτελεί την πλέον περιζήτητη καθηγήτρια ως επιβλέπουσα για την εκπόνηση διπλωματικών εργασιών του μεταπτυχιακού.

Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον κύριο Χρίστο Φραγκόπουλο καθηγητή ΕΜΠ. Πέρα από το επιστημονικό σκέλος της συμβολής, είτε αυτό είναι ένα βιβλίο για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας, είτε κάποιο μαθηματικό μοντέλο για παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης, το πιο διδακτικό ήταν η συναναστροφή. Πρέπει επίσης να ευχαριστήσω, τον κύριο Γιώργο Δημόπουλο Μηχανολόγο Μηχανικό ΕΜΠ με τον οποίο είχαμε και ελπίζω και στο μέλλον γόνιμη συνεργασία σε θέματα κοινού ενδιαφέροντος.

Θέλω επίσης, να ευχαριστήσω το πλήρωμα (πλήρωμα εξαιτίας της συμμετοχής στην κοινή πορεία) του ΕΒΕΟ του τμήματος Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Ευχαριστώ τον Δρ. Γιώργο Μαυρωτά του οποίου η παρουσία και μόνο, παρά τη σχετικά ακόρεστη όρεξη που έχει για γλυκά, εμπνέει. Ευχαριστώ τη κυρία Βάσω Χόντου, Χημικό Μηχανικό ΕΜΠ που υπενθυμίζει ότι η σωστή ισορροπία και σταθερότητα είναι το κλειδί της αποτελεσματικότητας. Τη συμβουλεύω στο μέλλον να έχει λίγο πιο ατιμέλητο γραφείο. Ευχαριστώ τη κυρία Μαρίνα Τζιαντζή Χημικό Μηχανικό ΕΜΠ με την επιμονή και υπομονή που δείχνει στην ενασχόλησή της με τα θέματα που την ενδιαφέρουν, και είναι πολλά αυτά. Όταν δεν την απορροφά ο κώδικας που γράφει είναι καλή παρέα ειδικά στις απίθανες ημέρες και ώρες. Τέλος, ευχαριστώ τη κυρία Μαρία Χατζηνικολάου, που πειράζοντας τους πάντες με απίθανες ατάκες υπενθυμίζει ποια είναι η σωστή στάση να αντιμετωπίζεις τα πράγματα.

Θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την κυρία Μαρίνα Λάτσα Χημικό Μηχανικό ΕΜΠ για την συμπαράστασή της και την παρουσία της, αρχής γενομένης από εκείνη την απίστευτη και τυχαία ανταλλαγή e-mail.

Τέλος, ευχαριστώ την κυρία Μαρία Γραμματικού για την παρουσία της, τα υπέροχα φαγητά της, αλλά και την τάση της να κλέβει στην ξερή.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται σε παγκόσμιο επίπεδο προσπάθεια ανάπτυξης και εφαρμογής τεχνολογιών για ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας αλλά και εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Άγουσα δύναμη είναι κυρίως η συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Κοινότητας η προστασία του περιβάλλοντος τίθεται ως προτεραιότητα που πρέπει να συνδυαστεί με την επίτευξη των μάλλον αντιτιθέμενων στόχων της προώθησης της ανταγωνιστικότητας και της διασφάλισης της τροφοδοσίας.

Ο κτιριακός τομέας είναι σημαντικός ενεργειακός καταναλωτής με αυξητικές τάσεις. Στην Ευρώπη αλλά και στην Ελλάδα είναι ο δεύτερος πιο ενεργοβόρος τομέας μετά τις μεταφορές. Υποσύνολο του κτιριακού τομέα αποτελούν τα ξενοδοχεία. Τα ξενοδοχεία είναι τα πιο ενεργοβόρα μετά τα νοσοκομεία κτίρια με έναν μέσο όρο ενεργειακής κατανάλωσης 273 kWh/m^2 [7]. Στην παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρείται μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας στον τουριστικό τομέα.

Υπάρχει ένα σύνολο τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να εφαρμοστούν στον κτιριακό τομέα και ειδικότερα σε μεγάλα ξενοδοχεία. Τέτοιες τεχνολογίες είναι π.χ. η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας, τα ηλιακά συστήματα, τα φωτοβολταϊκά κ.λπ. Η διεισδυση τέτοιων τεχνολογιών στον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα είναι χαμηλή. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί σε ένα σύνολο παραγόντων όπως έλλειψη κατάλληλου θεσμικού πλαισίου και υποδομών. Η βελτίωση του θεσμικού πλαισίου με παράλληλη ανάπτυξη υποδομών που συντελείται τα τελευταία χρόνια, δεν είχε για τις περισσότερες από τις τεχνολογίες αυτές σημαντικά αποτελέσματα.

Ως μερική λύση του προβλήματος θεωρείται η θεσμοθέτηση και εφαρμογή του μηχανισμού χρηματοδότησης από τρίτους που συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη εταιριών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών. Ο μηχανισμός αυτός ενσωματώνει ένα σύνολο χαρακτηριστικών που τον καθιστούν κατάλληλο για να ξεπεραστούν εμπόδια στην ανάπτυξη εφαρμογών τεχνολογιών νεωτεριστικού χαρακτήρα και υψηλού αρχικού κόστους.

Ο μηχανισμός χρηματοδότησης από τρίτους είναι ένα ολοκληρωμένο πακέτο τεχνικών, οικονομικών και χρηματοδοτικών υπηρεσιών. Στη συνηθέστερη περίπτωση προβλέπει ένα τριμερές σχήμα που αποτελείται από την εταιρία παροχής ενεργειακών υπηρεσιών, τον χρηματοδοτικό οργανισμό και τον τελικό χρήστη του συστήματος. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το τεχνολογικό ρίσκο, η συμβολή περισσότερων του ενός μερών μειώνει το ρίσκο εφαρμογής, ενώ αποκτάται πρόσβαση σε κεφάλαια χαμηλού κόστους, ξεπερνώντας έτσι

περιορισμούς στην έλλειψη κεφαλαίων που συχνά παρουσιάζονται όταν θεωρούνται επενδύσεις υψηλού αρχικού κόστους.

Στην παρούσα διπλωματική γίνεται εστίαση στην τεχνολογία της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας και τα κεντρικά ηλιακά συστήματα με σχεδιασμό των αντίστοιχων και μελέτη εφαρμογή τους σε τρία επιλεγμένα ξενοδοχεία. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι σχεδιασμός των συστημάτων για κάθε ξενοδοχείο, οικονομική αποτίμηση της επένδυσης και ανάλυση των ωφελειών που προκύπτουν τόσο για το χρήστη όσο και για την εταιρία παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

Για το σχεδιασμό των συστημάτων αναπτύσσεται λογισμικό σε Visual Basic του Excel 2000. Για το σχεδιασμό των ηλιακών συστημάτων χρησιμοποιείται η μέθοδος f κάλυψης των μηνιαίων φορτίων, ενώ για τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας γίνεται ώρα προς ώρα αποτίμηση των ενεργειακών ροών από τα διάφορα ενεργειακά συστήματα των ξενοδοχειακών μονάδων.

Τον προσδιορισμό των βέλτιστων συστημάτων ακολουθεί η εξαγωγή των καθαρών χρηματοροών και των οικονομικών δεικτών για τον χρήστη αλλά και την εταιρία παροχής ενεργειακών υπηρεσιών. Τα δύο μέρη μοιράζουν το ακαθάριστο όφελος της επένδυσης. Η κατανομή αυτή είναι σημαντική διαπραγματεύσιμη παράμετρος των συμβολαίων του μηχανισμού χρηματοδότησης από τρίτους μαζί με τη διάρκεια της σύμβασης. Αναπτύσσεται μεθοδολογία προσδιορισμού των διαπραγματεύσιμων παραμέτρων που στηρίζεται στην εξίσωση κατάλληλα ορισμένων δεικτών οφέλους για τον χρήστη και την εταιρία παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν δείχνουν ότι επενδύσεις σε συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας, με την ισχύ των παραδοχών που έγιναν, είναι ελκυστικές σε μεγάλο μέγεθος ξενοδοχειακές μονάδες μονάδες (άνω των 500 κλινών) αφήνοντας σημαντικό περιθώριο κέρδους για αμφότερα τα μέρη. Οι προοπτικές εφαρμογής του μηχανισμού χρηματοδότησης από τρίτους, στην περίπτωση αυτή, είναι καλές. Στα μικρά ξενοδοχεία οι επενδύσεις σε συστήματα ΣΗΘ δεν είναι ελκυστικές. Τα ηλιακά συστήματα παρουσιάζουν γενικά χρόνους αποπληρωμής της τάξης των 6-8 ετών, αφήνοντας χαμηλό περιθώριο κέρδους για τον τελικό χρήστη και την εταιρία παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

1. ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	1
1.1 <i>Εισαγωγή</i>	1
1.2 <i>Διαχρονική εξέλιξη Ελληνικού ενεργειακού συστήματος</i>	2
1.2.1 Παρουσίαση και ερμηνεία δεικτών	2
1.2.2 Ανάλυση ενεργειακού μίγματος	7
1.2.3 Σύνοψη διαρθρωτικών προβλημάτων	8
1.3 <i>Πρόσφατες εξελίξεις και προοπτικές</i>	10
2. Ο ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ	12
2.1 <i>Εισαγωγή</i>	12
2.2 <i>Ενεργειακή κατανάλωση στον κτιριακό τομέα</i>	12
2.3 <i>Κατανάλωση ενέργειας στα ξενοδοχεία</i>	13
2.3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση	13
2.3.2 Ενεργειακή κατανάλωση ανά χρήση.....	14
3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ	17
3.1 <i>Εισαγωγή</i>	17
3.2 <i>Ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας</i>	18
3.3 <i>Ενεργητικά ηλιακά συστήματα</i>	20
3.3.1 Γενικά	20
3.3.2 Τεχνολογία ηλιακών συστημάτων	21
3.4 <i>Συμπαγωγή ηλεκτρισμού Θερμότητας</i>	25
3.4.1 Γενικά	25
3.4.2 Τεχνολογία συμπαγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας.....	28
4. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	36
4.1 <i>Εισαγωγή</i>	36
4.2 <i>Διεθνείς δεσμεύσεις της Ελλάδας για την κλιματική μεταβολή</i>	37

4.2.1 Η σύμβαση για την κλιματική μεταβολή.....	37
4.2.2 Το Πρωτόκολλο του Κυότο.....	38
4.2.3 Δεσμεύσεις της Ελλάδας στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου και της Σύμβασης.....	39
4.3 Ευρωπαϊκή και Ελληνική ενεργειακή πολιτική.....	40
4.4 Απελευθέρωση της αγοράς Ηλεκτρισμού.....	43
4.4.1 Γενικά.....	43
4.4.2 Η Οδηγία 96/92 της ΕΕ.....	43
4.4.3 Η αγορά ηλεκτρισμού στην Ελλάδα.....	45
4.4.4 Επίδραση του Νόμου 2773/99 στον τουριστικό τομέα.....	47
5. ΠΗΓΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ.....	49
5.1 Εισαγωγή.....	49
5.2 Νόμος για την ενίσχυση Ιδιωτικών Επενδύσεων – Αναπτυξιακός Νόμος.....	50
5.3 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας.....	51
5.3.1 Εξοικονόμηση ενέργειας - Μέτρο 2.2.....	52
5.3.2 Οικονομικά κίνητρα για ΑΠΕ – Μέτρο 3.2.....	53
5.4 Αναπτυξιακός Νόμος και ΕΠΕ. Σχολιασμός - σύγκριση.....	54
6. ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ.....	56
6.1 Εισαγωγή.....	56
6.2 Σύγχρονοι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί.....	58
6.2.1 Κεφάλαια επιχειρηματικών συμμετοχών.....	58
6.2.2 Ανταποδοτικά κεφάλαια.....	59
6.2.3 Built Operate Transfer (BOT).....	59
6.2.4 Χρηματοδοτική μίσθωση (Leasing).....	60
6.3 Χρηματοδότηση από Τρίτους.....	61
6.3.1 Γενικά.....	61
6.3.2 Οι εμπλεκόμενοι φορείς.....	62
6.3.3 Η διαδικασία ΧΑΤ.....	63
6.3.4 Οικονομικοί διακανονισμοί συμβάσεων ΧΑΤ.....	66
6.3.5 Πλεονεκτήματα του μηχανισμού ΧΑΤ.....	67

6.3.6 Προβλήματα εφαρμογής του μηχανισμού ΧΑΤ	67
6.3.7 Αναγκαίες νομοθετικές ρυθμίσεις	69
7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	71
7.1 Εισαγωγή	71
7.2 Σχεδιασμός Συστημάτων	73
7.2.1 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών των ξενοδοχειακών μονάδων	73
7.2.2 Προσομοίωση Συστήματος ΣΗΘ	73
7.2.3 Μέθοδος f για κεντρικά ηλιακά σύστημα	74
7.3 Αξιολόγηση επενδύσεων	74
7.3.1 Οικονομική αξιολόγηση. Δεδομένα - Παραδοχές	74
7.3.2 Δείκτες οικονομικής αξιολόγησης	76
7.4 Μηχανισμός Χρηματοδότησης από Τρίτους	78
7.4.1 Διαπραγματεύσιμες παράμετροι συμβολαίων ΧΑΤ	78
7.4.2 Εύρος εφαρμογής μηχανισμού ΧΑΤ	78
7.4.3 Δείκτες οφέλους	80
7.4.4 Μεθοδολογικά βήματα	81
7.5 Οικονομικά δεδομένα και παραδοχές	82
7.5.1 Ηλιακά συστήματα	82
7.5.2 Σύστημα ΣΗΘ	82
8. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ	84
8.1 Εισαγωγή	84
8.2 Εργαλείο υπολογισμού εφαρμογών συστημάτων ΣΗΘ	84
8.3 Εργαλείο υπολογισμού ηλιακών συστημάτων	88
8.4 Εργαλείο αποτίμησης επενδύσεων	89
9. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΗΛΙΑΚΟ & ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «ΑΣΤΕΡΑΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ»	91
9.1 Περιγραφή	91
9.2 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών και καταναλώσεων	92
9.3 Κεντρικό ηλιακό σύστημα	94
9.3.1 Σχεδιασμός κεντρικού ηλιακού συστήματος	94

9.4 Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας.....	99
9.5 Μηχανισμός Χρηματοδότησης από Τρίτους.....	102
9.5.1 Ηλιακό σύστημα.....	102
9.5.2 Σύστημα ΣΗΘ.....	105
10. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΗΛΙΑΚΟ & ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «MACEDONIA PALACE».....	108
10.1 Περιγραφή.....	108
10.2 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών και καταναλώσεων.....	109
10.3 Ηλιακό σύστημα.....	111
10.4 Σύστημα ΣΗΘ.....	113
10.5 Χρηματοδότηση από Τρίτους.....	116
10.5.1 Ηλιακό σύστημα.....	116
10.5.2 Σύστημα ΣΗΘ.....	118
11. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ & ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «NOVOTEL».....	121
11.1 Περιγραφή.....	121
11.2 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών και καταναλώσεων.....	122
11.3 Ηλιακό σύστημα.....	125
11.4 Σύστημα ΣΗΘ.....	127
11.5 Μηχανισμός χρηματοδότησης από τρίτους.....	130
11.5.1 Ηλιακό σύστημα.....	130
11.5.2 Σύστημα ΣΗΘ.....	131
12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ.....	134
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	140
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	153
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	156

1.1 Εισαγωγή

Έντονη κινητικότητα παρατηρείται στον τομέα της ενέργειας τα τελευταία χρόνια τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς. Αντιλήψεις που επί δεκαετίες καθόρισαν την ενεργειακή συμπεριφορά των αναπτυγμένων κρατών ανατρέπονται, ενώ σιγά σιγά σφυρηλατούνται και τίθενται σε εφαρμογή νέες αρχές. Στις νέες συνθήκες όπως αυτές καθορίζονται από μια σειρά γεγονότων, η προσοχή στρέφεται κυρίως στην αποσύνδεση της οικονομίας από την ενεργειακή ζήτηση – στον βαθμό που αυτό είναι εφικτό – ενώ βασικοί περιορισμοί που εισάγονται στον ενεργειακό σχεδιασμό είναι το κόστος και η διαθεσιμότητα της ενέργειας.

Σταθμοί σε αυτή την αλλαγή στάσης στάθηκαν οι ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του '70, η συνειδητοποίηση του περιβαλλοντικού προβλήματος, κυρίως του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενώ η κατάρρευση των κεντρικά σχεδιασμένων οικονομιών και η κίνηση προς την κατεύθυνση απελευθερωμένων αγορών διαμορφώνει ανάλογο πλαίσιο και για την ενεργειακή αγορά. Επιπροσθέτως, το πυρηνικό ατύχημα του Τσέρνομπελ έκανε την παγκόσμια κοινή γνώμη να εμπεδώσει τους κινδύνους που εγκυμονεί η χρήση της πυρηνικής ενέργειας.

Στο παραπάνω πλαίσιο η Ευρωπαϊκή Κοινότητα θέτει ως κατευθυντήριους άξονες της ενεργειακής πολιτικής την ανταγωνιστικότητα, την εξασφάλιση της τροφοδοσίας και την προστασία του περιβάλλοντος. Επίσης, τονίζεται η σημαντικότητα της προώθησης τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας ενώ επιχειρείται η μετάβαση προς πηγές ενέργειας φιλικότερες προς το περιβάλλον όπως οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και το φυσικό αέριο. Ειδικότερα για τις ΑΠΕ τίθενται ως κοινοτικοί στόχοι για το έτος 2010 η συμμετοχή τους στην τελική κατανάλωση ενέργειας να ανέρχεται στο 12%, ενώ η συμμετοχή τους στο μίγμα της ηλεκτροπαραγωγής στο 20%. Παράλληλα ενθαρρύνεται η προστασία τους – για όσο χρονικό διάστημα χρειάζεται – έναντι πιο ανταγωνιστικών συμβατικών τεχνολογιών, θεωρώντας ότι η κρατική στήριξη δεν υπονομεύει τον ανταγωνισμό αλλά αναίρει τις στρεβλώσεις της αγοράς.

Στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) παρατηρείται αναδιάρθρωση και αναδιοργάνωση του ενεργειακού τομέα και προσαρμογή στις νέες επιταγές. Έτσι, μειώνεται σημαντικά ο ρυθμός αύξησης της ενεργειακής ζήτησης με ταυτόχρονη μείωση του δείκτη της ενεργειακής έντασης των οικονομιών τους. Παράλληλα, διαφοροποιείται αισθητά το μίγμα της ενεργειακής τροφοδοσίας με αυξανόμενη διείσδυση του φυσικού αερίου, αλλά και ανάπτυξη της πυρηνικής ενέργειας παρά τις εύλογες αντιρρήσεις της κοινής γνώμης και κυβερνητικών και μη περιβαλλοντικών οργανισμών.

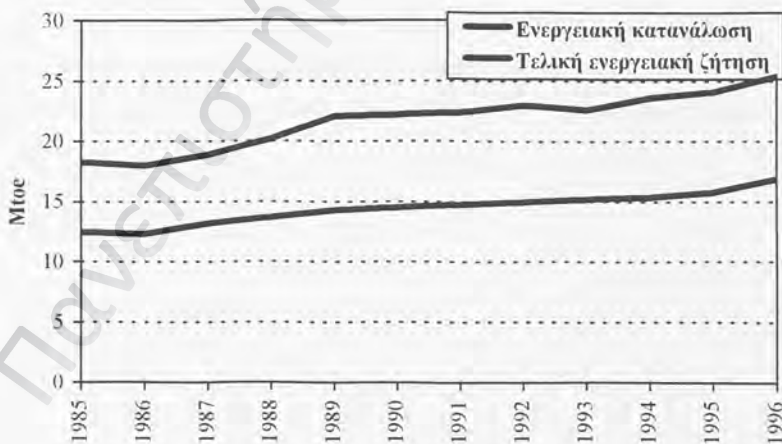
Αντίθετα με τα άλλα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η Ελλάδα δεν φαίνεται να συμμερίσθηκε την αναγκαιότητα μιας νέας ενεργειακής πολιτικής. Η δομή του ελληνικού ενεργειακού συστήματος παραμένει αμετάβλητη τα τελευταία χρόνια. Η τελευταία σημαντική αλλαγή ήταν η εντατικοποίηση της αξιοποίησης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή για την αύξηση του ενεργειακής αυτονομίας, ενώ μόλις πρόσφατα εισήχθει το φυσικό αέριο στο ισοζύγιο αλλά η διεισδυσή του προχωρεί με αργούς ρυθμούς.

Στα επόμενα θα επιχειρηθεί παρουσίαση των διαρθρωτικών προβλημάτων του ελληνικού ενεργειακού συστήματος, αντιδιαστέλοντας χαρακτηριστικά μεγέθη και δείκτες με τους αντίστοιχα της ΕΕ.

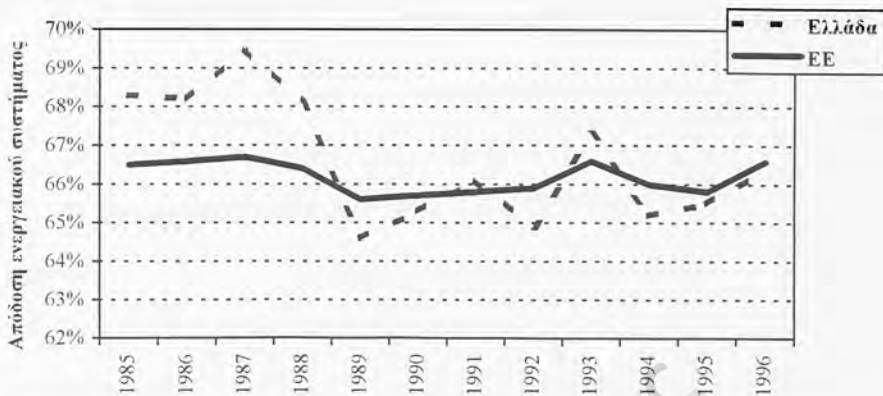
1.2 Διαχρονική εξέλιξη Ελληνικού ενεργειακού συστήματος

1.2.1 Παρουσίαση και ερμηνεία δεικτών

Η διαχρονική εξέλιξη του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος αποτυπώνεται μέσω της μεταβολής κατάλληλων δεικτών. Στο σχήμα 1.1 αποτυπώνονται η ενεργειακή ζήτηση της ελληνικής κοινωνίας και η ενέργεια που απατείται για την κάλυψή τους, ενώ στο σχήμα 1.2 φαίνονται οι βαθμοί απόδοσης του ελληνικού ενεργειακού συστήματος και του αντίστοιχου της ΕΕ.



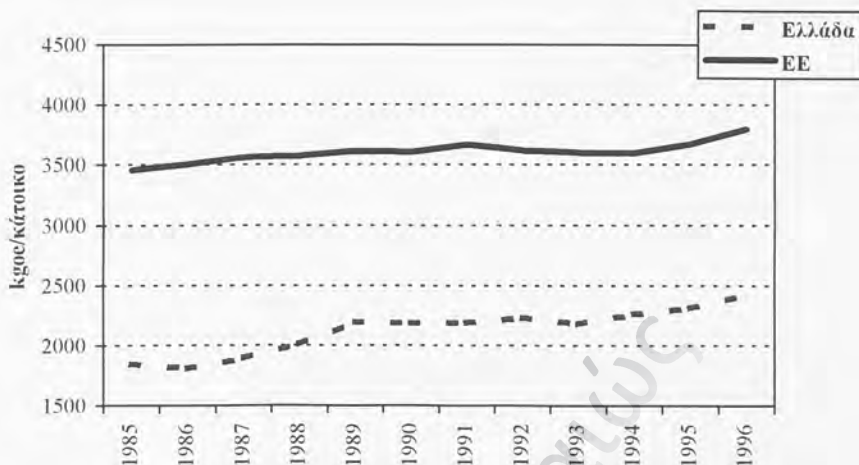
Σχήμα 1.1. Εξέλιξη πρωτογενούς ενεργειακής ζήτησης στην Ελλάδα. Πηγή: [3]



Σχήμα 1.2. Διαχρονική εξέλιξη του βαθμού απόδοσης του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος. Πηγή: [3]

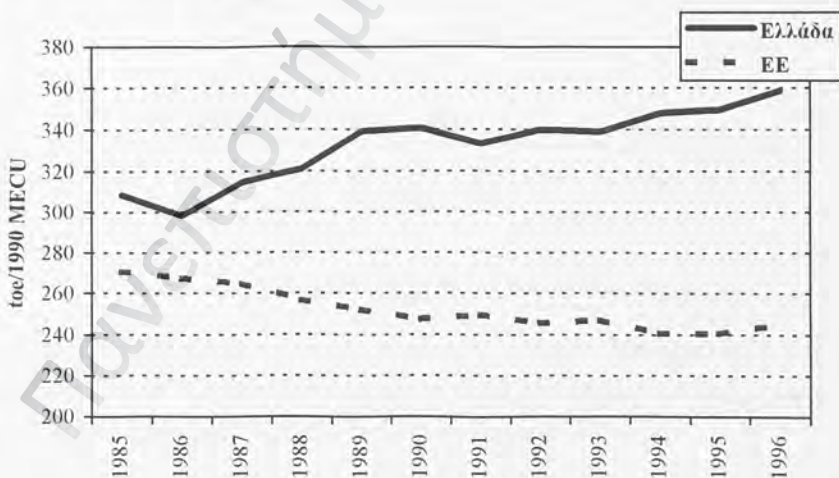
Από τα παραπάνω διαγράμματα διαπιστώνεται ότι οι ενεργειακές ανάγκες στην Ελλάδα καλύπτονται με όλο και λιγότερο αποδοτικό τρόπο. Αυτό οφείλεται εν μέρει στην αυξανόμενη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Το ίδιο διάστημα ο βαθμός απόδοσης του ενεργειακού συστήματος της ΕΕ παρουσίασε σταθερότητα ενώ κατά απόλυτη τιμή παραμένει κοντά σε αυτόν του ελληνικού.

Σημειώνεται πάντως ότι παρά την αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, η Ελλάδα σε όρους κατανάλωσης ενέργειας ανά κάτοικο υπολείπεται σημαντικά από τον αντίστοιχο Ευρωπαϊκό μέσο όρο. Η διαφορά που παρατηρείται οφείλεται στις ηπιότερες κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας, αλλά και στον χαμηλότερο βαθμό εκβιομηχάνισης. Η τάση σύγκλισης είναι αποτέλεσμα της σημαντικής αυξητικής τάσης των μεταφορών, της αύξησης του μεριδίου του μη αποδοτικού ηλεκτρισμού αλλά και της οικονομικής ανάπτυξης.



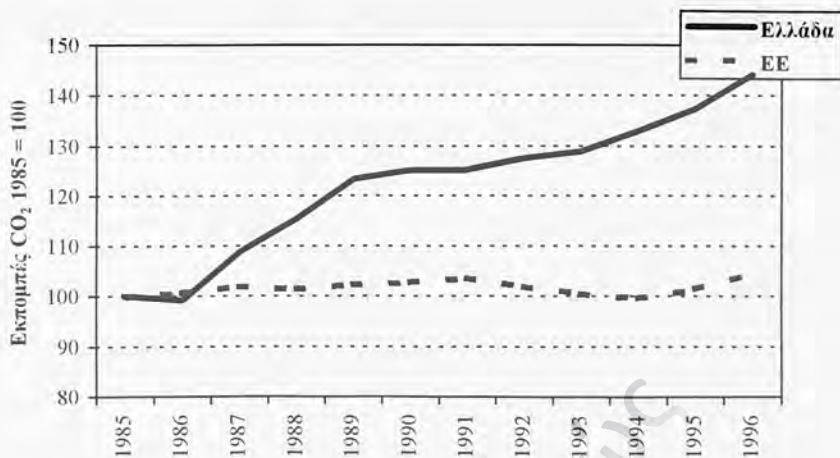
Σχήμα 1.3. Εξέλιξη της ενεργειακής κατανάλωσης ανά κάτοικο. Πηγή: [3]

Η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης ωστόσο δεν συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση του Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (ΑΕΠ), γεγονός που φανερώνει μη αποδοτική χρήση της ενέργειας. Αυτό αποτυπώνεται στη μεταβολή του δείκτη ενεργειακής έντασης (=κατανάλωση ενέργειας / ΑΕΠ).

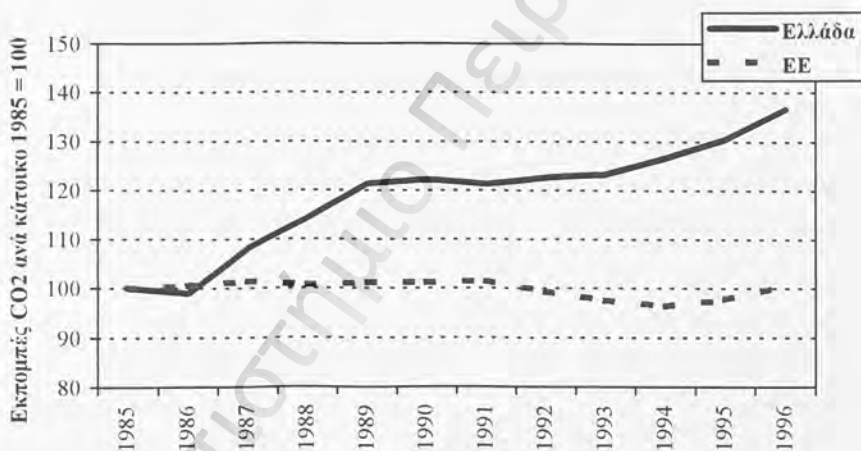


Σχήμα 1.4. Εξέλιξη της ενεργειακής έντασης. Πηγή: [3]

Σημαντική επίσης είναι η αύξηση της έντασης εκπομπών CO₂ τόσο σε απόλυτη τιμή όσο και ανά κάτοικο σε σχέση με την αντίστοιχη της ΕΕ. Εντούτοις, η μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση της Ελλάδας οδηγεί σε μικρότερες απόλυτες τιμές εκπομπών.



Σχήμα 1.5. Εξέλιξη των εκπομπών CO₂. Πηγή: [3]

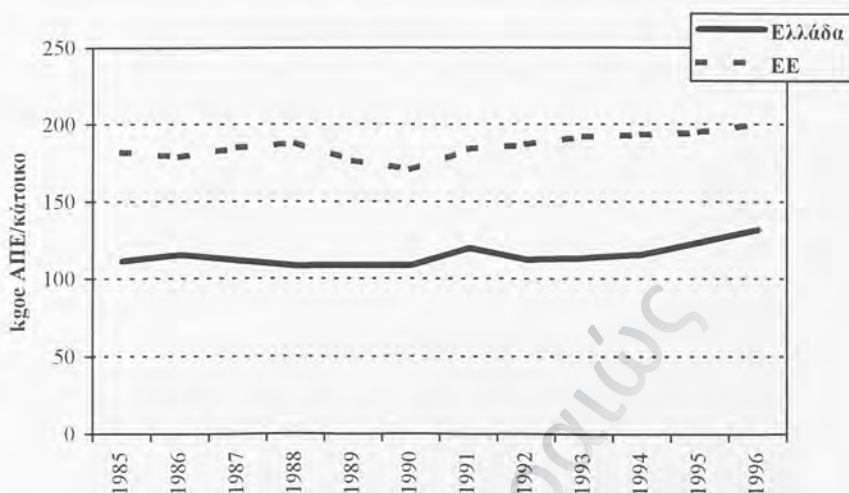


Σχήμα 1.6. Εξέλιξη των εκπομπών CO₂ ανά κάτοικο. Πηγή: [3]

Η συγκριτικά υψηλή τιμή της έντασης των εκπομπών CO₂ οφείλεται στην υψηλή ενεργειακή ένταση αλλά και στον υψηλό συντελεστή εκπομπών (1,1 kg CO₂/kWh τελικής κατανάλωσης) της ηλεκτροπαραγωγής εξαιτίας της καύσης χαμηλής ποιότητας λιγνίτη.

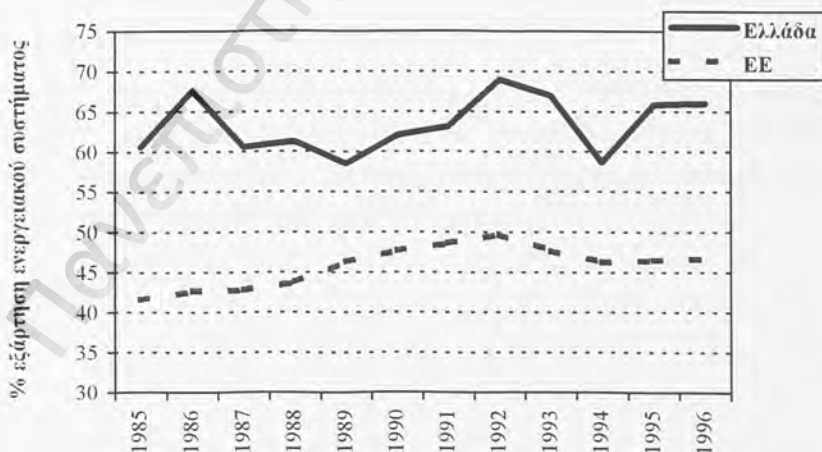
Η Ελλάδα δεν έχει πλούσια εγχώρια κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων υψηλής ποιότητας, διαθέτει όμως πλούσιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως δυνατούς και σχετικά σταθερούς ανέμους και ηλιοφάνεια με ένταση και διάρκεια. Ενώ αυτές έχουν αξιοποιηθεί αρκετά, εντούτοις απέχουν σημαντικά από την εξάντληση του δυναμικού τους. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η ανά κάτοικο κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας σε αντιπαράθεση με τον

αντίστοιχο μέσο όρο της ΕΕ. Σημειώνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας αυτής αφορά σε ηλεκτρισμό που παράγεται από μεγάλα υδροηλεκτρικά εργοστάσια.



Σχήμα 1.7. Κατανάλωση ανανεώσιμης ενέργειας ανά κάτοικο. Πηγή: [3]

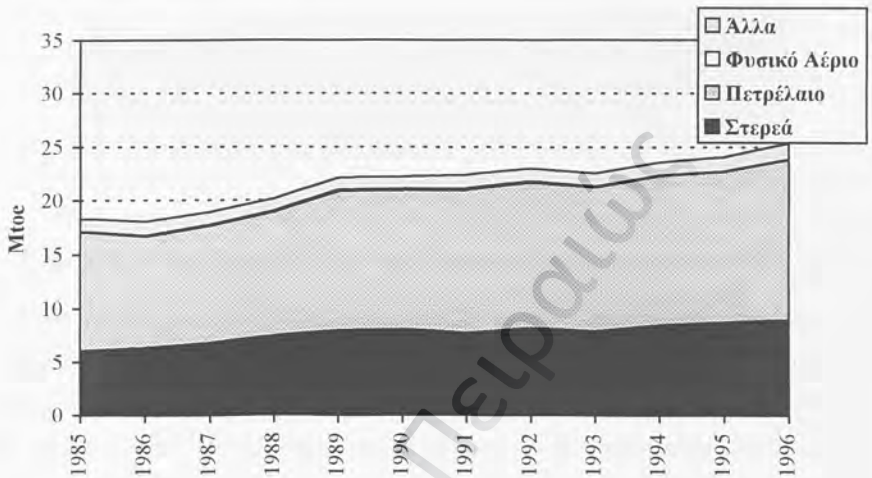
Τέλος, η έλλειψη εγχώριων ενεργειακών πόρων οδηγεί την Ελλάδα σε υψηλή και αυξανόμενη εξάρτηση από εισαγόμενο πετρέλαιο. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σχετική εξάρτηση του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος σε αντιδιαστολή με τον μέσο όρο εξάρτησης της ΕΕ.



Σχήμα 1.8. Εξάρτηση των ενεργειακών συστημάτων από εισαγωγές. Πηγή: [3]

1.2.2 Ανάλυση ενεργειακού μίγματος

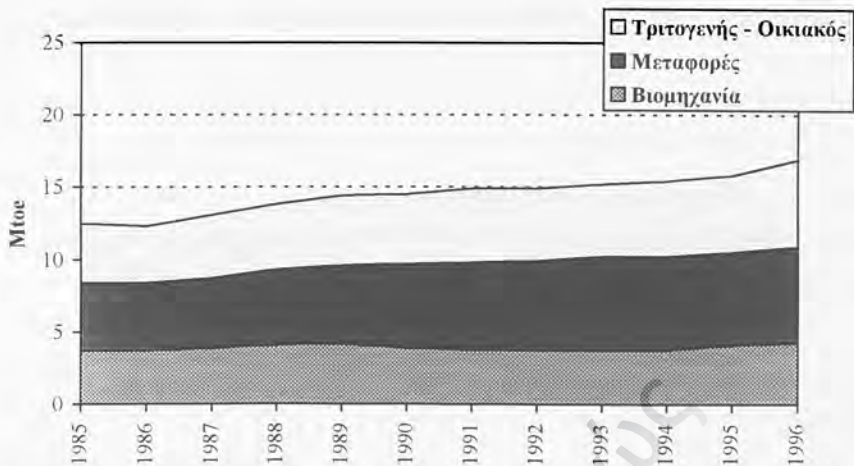
Η εντατικοποίηση της εκμετάλλευσης των εγχώριων κοιτασμάτων λιγνίτη καθώς και η εισαγωγή του λιθάνθρακα στην βιομηχανία στις αρχές τις δεκαετίας του '80 μείωσε το ποσοστό των υγρών καυσίμων που όμως εξακολουθούν να αποτελούν τη βάση της ενεργειακής τροφοδοσίας της χώρας.



Σχήμα 1.9. Ανάλυση πρωτογενούς ενεργειακής ζήτησης στην Ελλάδα. Πηγή: [3]

Όμοια κατανομή παρουσιάζει και η τελική κατανάλωση ενέργειας με την διαφορά ότι τα στερεά συμμετέχουν λιγότερο αφού χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στην ηλεκτροπαραγωγή με χαμηλό βαθμό απόδοσης.

Μεταξύ των τομέων της τελικής κατανάλωσης κυρίαρχη θέση κατέχει ο τομέας των μεταφορών που εμφανίζει συνεχόμενη αύξηση του ποσοστού του. Μικρότερη αλλά επίσης σημαντική αύξηση παρατηρείται στον οικιακό - τομέα ενώ η βιομηχανία μένει ως τελευταίος σημαντικός καταναλωτής παρουσιάζοντας σταθερότητα.



Σχήμα 1.10. Τελική κατανάλωση ανά τομέα δραστηριότητας στην Ελλάδα. Πηγή: [3]

Στην ΕΕ ο οικιακός κτιριακός τομέας είναι ο σημαντικότερος καταναλωτής εξαιτίας κυρίως του ψυχρού κλίματος των βόρειων Κρατών – Μελών, ο τομέας των μεταφορών αυξάνει με ρυθμούς ανάλογους του κτιριακού – οικιακού, ενώ μετά το 1990 έγινε ο δεύτερος σημαντικότερος καταναλωτής ξεπερνώντας την βιομηχανία που παρουσιάζει σταθερότητα.

1.2.3 Σύνοψη διαρθρωτικών προβλημάτων

Η ανάλυση που προηγήθηκε αναδεικνύει τα γενικά χαρακτηριστικά και τα διαρθρωτικά προβλήματα του Ελληνικού ενεργειακού συστήματος. Οι γενικές διαπιστώσεις είναι οι εξής:

- Η ενεργειακή ζήτηση σε όλους τους τομείς δραστηριότητας αυξάνει με ταχύτητα πολλαπλάσια των άλλων χωρών με συνέπεια ανάλογη αύξηση εκπομπών CO₂.
- Η χρήση της ενέργειας γίνεται με τον λιγότερο – σε σχέση με τα υπόλοιπα Κράτη – Μέλη – αποδοτικό τρόπο.
- Το σύστημα της ενεργειακής προσφοράς χαρακτηρίζεται από αδράνεια και έλλειψη ευελιξίας. Το ενεργειακό μίγμα που καλύπτει τις ανάγκες της ζήτησης παραμένει εδώ και δεκαετίες ποιοτικά αναλλοίωτο. Μικρές μόνο μετατοπίσεις των μεριδίων λαμβάνουν χώρα μετά τις ενεργειακές κρίσεις, αυτές δε γίνονται προς καύσιμα με υψηλούς συντελεστές εκπομπής.
- Η Ελλάδα είναι η μόνη από τις κοινοτικές χώρες που δεν έχει φυσικό αέριο στο ισοζύγιο της κατά την δεκαετία του '90. Μόνο μικρές ποσότητες εγχώριας παραγωγής χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση αμμωνίας, ενώ προς το τέλος της δεκαετίας εισάγονται ποσότητες Ρωσικού φυσικού αερίου που καταναλώνονται κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή και στην βιομηχανία.

➤ Χαρακτηριστική και με δυσμενείς επιπτώσεις για την περιβαλλοντική επίδοση αλλά και την εξάρτηση από τις εισαγωγές είναι η μικρή συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στο σημείο αυτό η Ελλάδα δεν διαφοροποιείται από την περισσότερες χώρες της ΕΕ αλλά χάνει την ευκαιρία να αξιοποιήσει ένα συγκριτικό της πλεονέκτημα.

➤ Η διάρθρωση της προσφοράς ενέργειας και η κατανομή της στους τομείς της τελικής ζήτησης έχουν ως αποτέλεσμα η κατανάλωση μιας μονάδας ενέργειας στην βιομηχανία ή στον οικιακό τομέα, να συνεπάγεται πολλαπλάσιες εκπομπές CO₂ συγκριτικά με άλλες χώρες.

Η ανάλυση και τα παραπάνω συμπεράσματα στηρίχθηκαν κυρίως στην παρουσίαση, ανάλυση και ερμηνεία δεικτών που προκύπτουν από ισοζύγια, ενώ έγινε αντιπαράθεση του κοινοτικού μέσου όρου ως μέτρου σύγκρισης και σε ορισμένες περιπτώσεις ως στόχου. Η χρονοσειρά πάνω στην οποία βασίστηκαν τα συμπεράσματα έχει ως πέρασ το 1996 και δεν αποτυπώνει πρόσφατες εξελίξεις. Επίσης, οι δείκτες αυτοί εξαρτώνται και από χαρακτηριστικά ιδιαίτερα για κάθε χώρα που δεν μπορούν πάντα να μεταφραστούν ως αποδοτικότητα ή μη αποδοτικότητα.

Έτσι, η Ελλάδα παρουσιάζει χαμηλότερη ενεργειακή ένταση στον βιομηχανικό τομέα σε σχέση με τις περισσότερες χώρες της ΕΕ λόγω της μικρότερης συμμετοχής της βαρειάς βιομηχανίας στην συνολική οικονομική δραστηριότητα της χώρας. Η ενεργειακή ένταση του οικιακού-κτιριακού τομέα είναι επίσης χαμηλότερη από το μέσο όρο των Ευρωπαϊκών χωρών του International Energy Agency (IEA), αντικατοπτρίζοντας μερικώς το ήπιο κλίμα της χώρας. Εντούτοις, παρουσιάζονται τάσεις σύγκλισης κυρίως εξαιτίας της αύξησης του εισοδήματος, του κλιματισμού αλλά και της αυξανόμενης συμβολής του ενεργοβόρου τουριστικού τομέα στην οικονομία. Ο τομέας των μεταφορών είναι περισσότερο ενεργοβόρος από οποιαδήποτε άλλη Ευρωπαϊκή χώρα του IEA. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί εν μέρη από τις χαμηλές τιμές των καυσίμων και την έλλειψη αξιόπιστων και άνετων μέσων μαζικής μεταφοράς. Άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ενεργειακή ένταση των μεταφορών είναι η ιδιαίτερη γεωγραφία της Ελλάδας. Έτσι, σημαντική είναι η κατανάλωση πετρελαίου στην ακτοπλοία.

Επίσης, η δυσκαμψία στην πρωτογενή ζήτηση είναι ως ένα βαθμό απόρροια της γεωγραφικής απομόνωσης της Ελλάδας από τις άλλες χώρες της Ευρώπης, της σημαντικής απόστασης από τόπους παραγωγής φυσικού αερίου, των ασταθών σχέσεων με γείτονες χώρες καθώς και των εντάσεων που ξέσπασαν στα βόρεια των συνόρων της.

1.3 Πρόσφατες εξελίξεις και προοπτικές

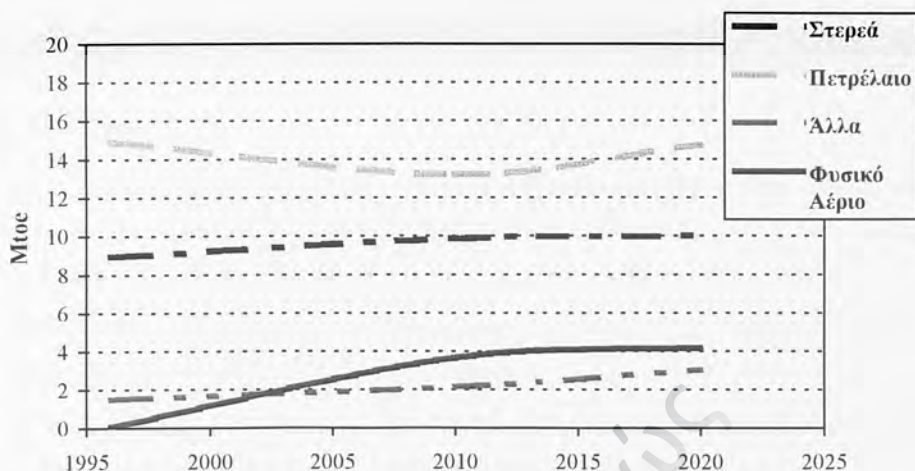
Σε γενικές γραμμές προωθούνται δράσεις επίλυσης των διαρθρωτικών προβλημάτων που σκιαγραφήθηκαν, ενώ προσπάθειες του παρελθόντος αρχίζουν να έχουν αναγνωρίσιμα μακροσκοπικά αποτελέσματα. Η Ελληνική νομοθεσία ενσωματώνει τις οδηγίες οι οποίες υλοποιούν τους στόχους που έχει θέσει για την ενεργειακή της πολιτική η Ευρωπαϊκή Κοινότητα. Η γενική εντύπωση είναι πάντως ότι οι εξελίξεις είναι αργές και αρκετά έξω από τα αρχικά χρονοδιαγράμματα.

Η τρέχουσα ατζέντα της ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδας είναι ιδιαίτερα φορτωμένη. Η διαμόρφωση του θεσμικού πλαισίου για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας έχει ολοκληρωθεί σε μεγάλο βαθμό, ενώ εκκρεμεί η επιλογή εταιριών για την ανάθεση κατασκευής και εκμετάλλευσης των τοπικών δικτύων διανομής αερίου. Η δραστηριότητα αυτή λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο της γενικότερης πολιτικής για οικονομική αναμόρφωση μέσω της μείωσης του ρόλου του κράτους στην οικονομία.

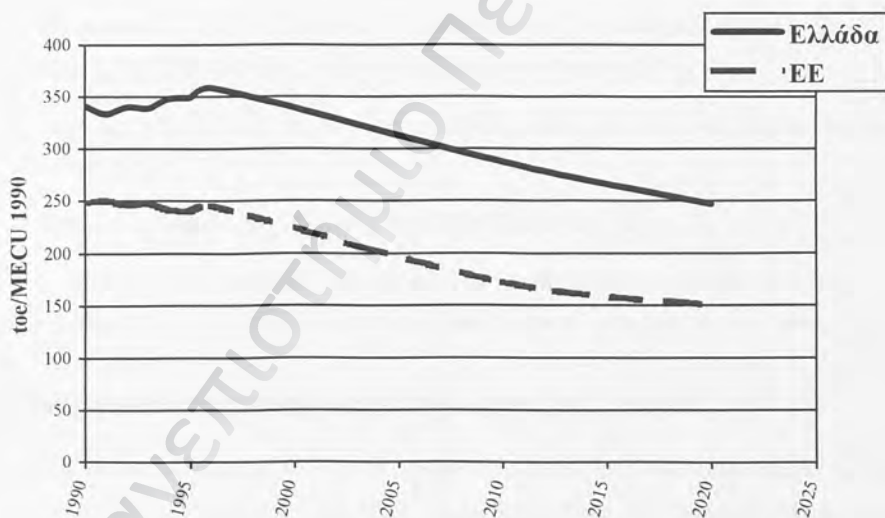
Ο κεντρικός αγωγός και οι αποθηκευτικοί χώροι έχουν αποπερατωθεί, φυσικό αέριο ήδη τροφοδοτεί σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, βιομηχανικούς καταναλωτές και κάποιους καταναλωτές του τριτογενούς τομέα, ενώ η κατασκευή των δικτύων διανομής έχει καθυστερήσει συμπαρασυρόμενη από την καθυστέρηση στους αντίστοιχους διαγωνισμούς ανάθεσης της εκμετάλλευσης των δικτύων.

Το νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει από το 1994 και επιτρέπει την ηλεκτροπαραγωγή και από άλλους εκτός ΔΕΗ παραγωγούς σε συνδυασμό με τον Αναπτυξιακό Νόμο και το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας (ΕΠΕ), έδωσαν ώθηση στην δημιουργία αιολικών πάρκων. Μικρότερη ήταν η ώθηση που παρατηρήθηκε σε άλλες ΑΠΕ και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας όπως π.χ. η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ). Κλειδί στην παράκαμψη αυτού του σκόπελου θεωρείται η εφαρμογή του καινοτόμου – για την Ελλάδα – μηχανισμού Χρηματοδότησης από Τρίτους (ΧΑΤ) που όμως δεν είναι νομοθετικά κατοχυρωμένος αφήνοντας σημαντικά ερωτήματα συμβατότητάς του με τον Αναπτυξιακό Νόμο και το ΕΠΕ.

Θέματα που στο άμεσο μέλλον θα είναι στην επικαιρότητα είναι ο ανταγωνισμός στην ενεργειακή αγορά, η προώθηση της διασύνδεσης με τα ενεργειακά συστήματα των άλλων Κρατών – Μελών και η προώθηση των τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας και των ΑΠΕ. Παρατίθενται διαγράμματα που απεικονίζουν την αναμενόμενη διαφοροποίηση του ενεργειακού συστήματος της Ελλάδας ενσωματώνοντας ως ένα βαθμό την τρέχουσα κατάσταση και τις προοπτικές για το μέλλον.



Σχήμα 1.11. Προβλεπόμενη διαφοροποίηση του ενεργειακού μίγματος της Ελλάδας (Conventional Wisdom Scenario). Πηγή: [2]



Σχήμα 1.12. Προβλεπόμενη εξέλιξη της ενεργειακής έντασης (Conventional Wisdom Scenario). Πηγή: [2]

2.1 Εισαγωγή

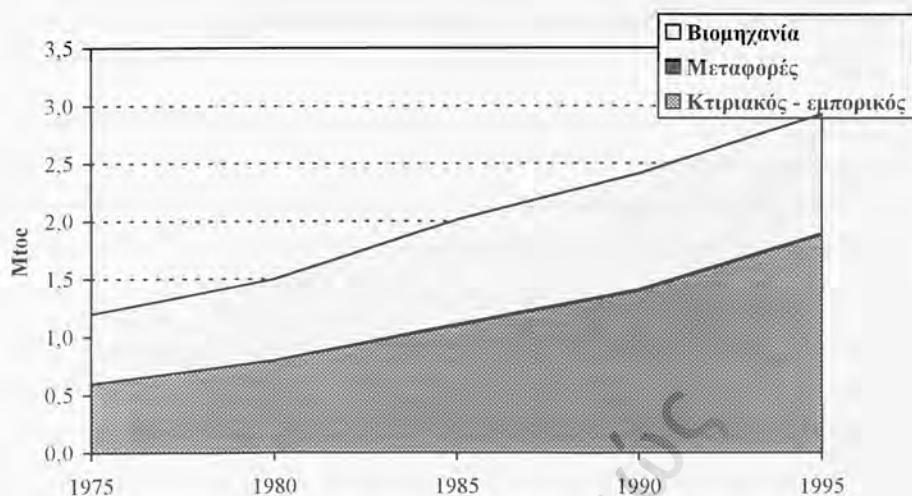
Το κύριο κτιριακό απόθεμα της χώρας με οικονομικά κριτήρια κατατάσσεται στον οικιακό και στον ευρύτερο εμπορικό τομέα. Ο οικιακός τομέας έχει το μεγαλύτερο μερίδιο κατανάλωσης. Ο ευρύτερος εμπορικός τομέας περιλαμβάνει τις επόμενες κατηγορίες καταναλωτών:

- Εμπορικά καταστήματα που χρησιμοποιούν ενέργεια για θέρμανση χώρου, κλιματισμό και αποκλειστικές χρήσεις ηλεκτρισμού.
- Ειδικός Εμπορικός Τομέας που περιλαμβάνει τα αρτοποιεία, τα ζαχαροπλαστεία, τα εστιατόρια και τα καθαριστήρια τα οποία έχουν ειδικές θερμικές ανάγκες.
- Ξενοδοχεία που χρησιμοποιούν ενέργεια για θέρμανση χώρου, κλιματισμό, θέρμανση νερού, φωτισμό και κατά περίπτωση για θέρμανση νερού πισίνας και παραγωγή ατμού για πλύσιμο ρούχων.
- Νοσοκομεία που χρησιμοποιούν ενέργεια για αντίστοιχες χρήσεις όπως τα ξενοδοχεία και επιπροσθέτως για παραγωγή ατμού για αποστείρωση.
- Δημόσια κτίρια που χρησιμοποιούν ενέργεια κυρίως για θέρμανση χώρου, φωτισμό και κλιματισμό.
- Σχολεία με κυριότερη ενεργειακή ανάγκη τη θέρμανση χώρου.

Από τις παραπάνω κατηγορίες τα νοσοκομεία, τα ξενοδοχεία και τα δημόσια κτίρια είναι μεγάλοι διακριτοί καταναλωτές, ενώ η πλειονότητα διαθέτει δομημένες τεχνικές υπηρεσίες.

2.2 Ενεργειακή κατανάλωση στον κτιριακό τομέα

Το 1995 η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα ανήλθε σε 4.42 Μτοε συμμετέχοντας με ποσοστό 30% στη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Το ποσοστό αυτό είναι χαμηλότερο από τον αντίστοιχο μέσο όρο της ΕΕ δεδομένου του ήπιου κλίματος της χώρας. Η συμμετοχή του κτιριακού τομέα παρουσιάζει μια συνεχή ανοδική τάση με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάξης του 4%. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην ταχεία άνοδο του βιοτικού επιπέδου σε συνδυασμό με τη μη ικανοποιητική συμπεριφορά των υπαρχόντων κτιρίων. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια παρατηρείται απότομη αύξηση της αγοράς των κλιμαστικών συσκευών με ανάλογη άνοδο στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Αναφέρεται ότι κατά την περίοδο 1987-1992 η απαιτούμενη υποδύναμη για κλιματισμό στην Ελλάδα αυξήθηκε από 300 σε 896 MW. Επιπρόσθετη συνέπεια είναι η μείωση του συντελεστή φορτίου του ηλεκτρικού συστήματος της χώρας.



Σχήμα 2.1. Κατανάλωση ηλεκτρισμού στους τομείς δραστηριότητας. Πηγή: [4]

Η συμμετοχή μορφών ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι ίδια εδώ και δεκαετίες με τον ηλεκτρισμό και τα καύσιμα να καταλαμβάνουν το σύνολο σχεδόν της πίτας. Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται αύξηση της κατανάλωσης υγραερίου (LPG) ενώ ένα πολύ μικρό κομμάτι αναγκών καλύπτεται από στερεά καύσιμα και βιομάζα.

2.3 Κατανάλωση ενέργειας στα ξενοδοχεία

2.3.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια εξαρτάται ιδιαίτερα από το είδος και την χρήση του κτιρίου, τον τύπο κατασκευής, την συντήρησή του και τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Τα ξενοδοχεία έχουν από τους υψηλότερους ρυθμούς κατανάλωσης ενέργειας ως αποτέλεσμα των λειτουργικών χαρακτηριστικών αλλά και της συμπεριφοράς των πελατών τους.

Τα ξενοδοχεία μπορεί να διαφέρουν στο μέγεθος, στην περιπλοκότητα των κτιρίων που τα απαρτίζουν στην κατηγορία, ενώ μπορούν να διακριθούν σε ξενοδοχεία πόλης και ξενοδοχεία διακοπών. Τα ξενοδοχεία πόλης παρουσιάζουν πιο ομοιόμορφη κατανομή των διαφόρων φορτίων στη διάρκεια του έτους, σε αντιδιαστολή με τα ξενοδοχεία διακοπών – που μπορεί να είναι εποχιακά ή μη – των οποίων οι καταναλώσεις είναι περισσότερο χρονικά εντοπισμένες μέσα στο έτος.

Στην Ελλάδα, υπάρχουν περισσότερα από 6.700 ξενοδοχεία με 438.355 κλίνες σύμφωνα με επίσημα στοιχεία του ΕΟΤ για το 1990. Ο ετήσιος ρυθμός κατασκευής νέων ξενοδοχείων

είναι περίπου 5% ενώ το 60% των νέων ξενοδοχείων κατασκευάζεται στις κύριες πόλεις της χώρας και τα νησιά.

Η λειτουργία των ξενοδοχείων παρουσιάζει ορισμένα χαρακτηριστικά που έχουν άμεση επίδραση στις καταναλώσεις. Σε γενικές γραμμές τα ξενοδοχεία λειτουργούν σε 24ωρη βάση που σημαίνει ότι οι περισσότεροι χώροι και πολλά ενεργοβόρα συστήματα λειτουργούν διαρκώς. Ανάλογα με το μέγεθος και την κατηγορία οι καταναλώσεις ενέργειας μπορεί να διαφέρουν σημαντικά.

Η συμπεριφορά των πελατών των ξενοδοχείων έχει επίσης άμεση επίδραση στο ύψος της ενεργειακής κατανάλωσης. Έτσι, σε γενικές γραμμές οι πελάτες παρουσιάζονται περισσότερο σπάταλοι από ότι είναι στον ιδιωτικό τους χώρο. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην εντύπωσή τους ότι η παροδική παρουσία τους στο ξενοδοχείο δεν έχει τόσο σημαντική επίδραση στη συνολική κατανάλωση. Επιπροσθέτως, η μη αντανάκλαση της κατανάλωσης ενέργειας στην χρέωση προκαλεί το αίσθημα της δωρεάν αφθονίας, με αποτέλεσμα δυσανάλογα μεγάλη κατανάλωση σε σχέση με τις πραγματικές ανάγκες.

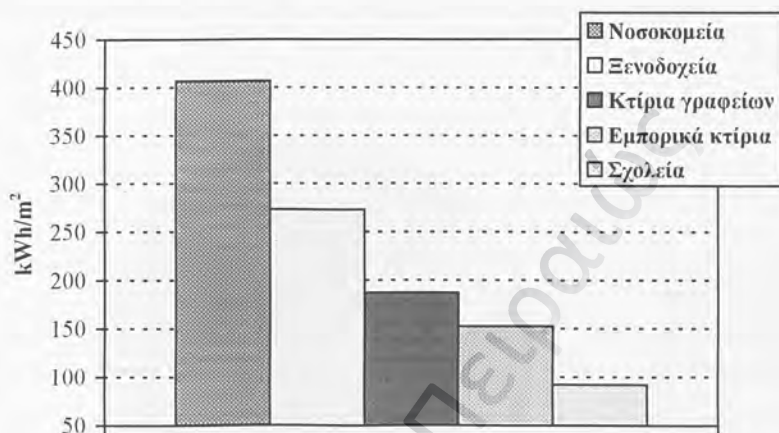
Η αύξηση της κατανάλωσης του τουριστικού τομέα δεν επηρεάζεται μόνο από την δημιουργία νέων ξενοδοχειακών μονάδων αλλά σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρείται και αύξηση της κατανάλωσης του ίδιου ξενοδοχείου. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της εισαγωγής νέων υπηρεσιών και είναι περισσότερο έντονο σε ξενοδοχεία διακοπών που ανήκουν σε δυναμικά αναπτυσσόμενες ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, παρά σε ξενοδοχεία πόλης όπου η έλλειψη χώρου είναι δυνατό να θέσει περιορισμούς.

2.3.2 Ενεργειακή κατανάλωση ανά χρήση

Οι χρήσεις που καταναλώνουν το σύνολο σχεδόν της ενέργειας στα ξενοδοχεία είναι οι ακόλουθες:

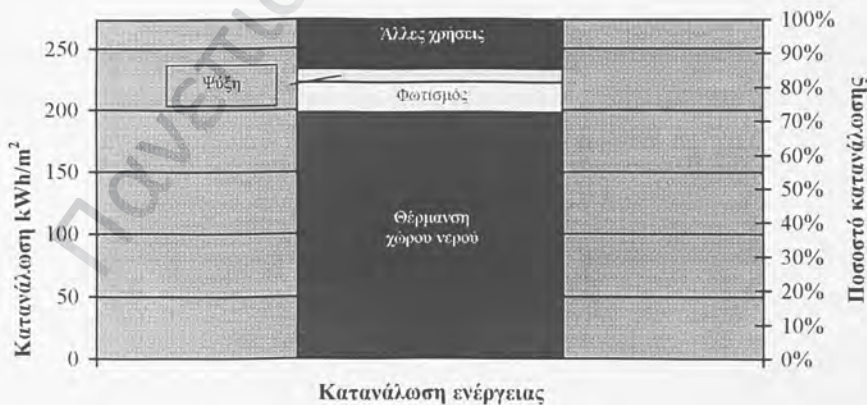
- ⊕ Θέρμανση χώρου
- ⊕ Θέρμανση νερού χρήσης
- ⊕ Θέρμανση νερού πισίνας
- ⊕ Παραγωγή ατμού για πλυντήρια
- ⊕ Φωτισμός
- ⊕ Κλιματισμός
- ⊕ Ψύξη
- ⊕ Κίνηση (ανελκυστήρες και κυλιόμενες σκάλες)
- ⊕ Άλλες ηλεκτρικές συσκευές

Εκτεταμένοι ενεργειακοί έλεγχοι σε κτίρια αποκάλυψαν τον ενεργοβόρο χαρακτήρα των ξενοδοχείων. Ενεργειακός έλεγχος έγινε σε 1.200 κτίρια διαφόρων τύπων σε όλη την Ελλάδα – κυρίως στην Αθήνα – στο πλαίσιο του προγράμματος VALOREN. Σε αυτά περιλαμβάνονται 158 ξενοδοχεία από τα οποία τα 140 είναι στην περιφέρεια της πρωτεύουσας και τα υπόλοιπα 18 ανά την χώρα. Η μέση τιμή κατανάλωσης ενέργειας για τα ξενοδοχεία είναι 273 kWh/m².



Σχήμα 2.2. Ανηγμένες ενεργειακές καταναλώσεις τύπων κτιρίων. Πηγή: [7]

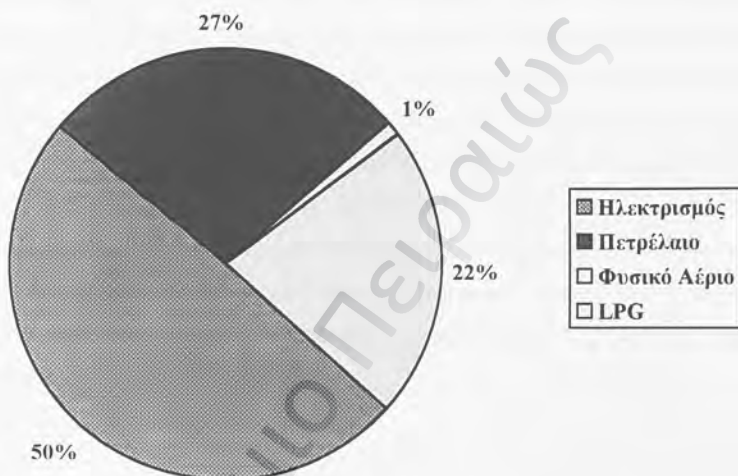
Οι ενεργοβόρες δραστηριότητες διατεταγμένες σε φθίνουσα σειρά ως προς ύψος της κατανάλωσης είναι: θέρμανση χώρων και νερού, φωτισμός, παραγωγή ψυκτικής ενέργειας, και τέλος όλες οι υπόλοιπες δραστηριότητες.



Σχήμα 2.3. Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση στα ξενοδοχεία. Πηγή: [7]

Τα ψυκτικό φορτίο που προκύπτει είναι σχετικά μικρό ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, καθώς η πλειονότητα των ξενοδοχείων, ιδιαίτερα μικρής κατηγορίας και μεγέθους, δεν κλιματιζόνταν (αρχές δεκαετίας '90).

Αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας [6] που αφορούν δώδεκα μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες – ο μέσος όρος κλινών είναι 560 κλίνες ανά ξενοδοχείο – σε μεγάλες πόλεις και τουριστικές περιοχές προσδιορίζουν μια μέση τιμή κατανάλωσης ίση με $318 \pm 75 \text{ kWh/m}^2$ με επίπεδο εμπιστοσύνης 90%. Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά καύσιμο απεικονίζεται στο Σχήμα 4.

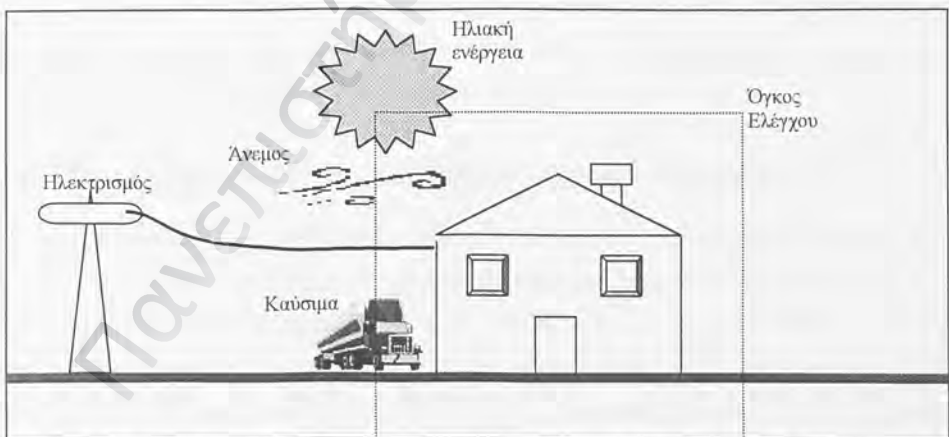


Σχήμα 2.4. Κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο. Πηγή: [6]

Στοιχεία λεπτομερούς ενεργειακού ελέγχου παρατίθενται για τα ξενοδοχεία στα οποία εξετάζονται ενεργειακές επενδύσεις, στα κεφάλαια των αντίστοιχων μελετών περίπτωσης.

3.1 Εισαγωγή

Τα κτίρια ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο έχουν κατασκευασθεί αποτελούν τόπο εργασίας ή κατοικίας ή εξυπηρέτησης αναγκών των ανθρώπων. Οι άνθρωποι χρειάζονται ζέστη ή δροσιά, βλέπουν τηλεόραση, εκτελούν εργασίες στον Η/Υ, ασχολούνται με πλύσιμο πιάτων ή ρούχων κ.λπ.. Για την ικανοποίηση των *αναγκών* αυτών (*τελική χρήση*) είναι απαραίτητη ενέργεια σε διάφορες μορφές όπως θερμότητα, ηλεκτρισμός, φωτισμός και κινητική ενέργεια. Τα αντίστοιχα ποσά της ενέργειας αυτής αναφέρονται και ως *φορτία*. Η ενέργεια σε ένα κτίριο παρέχεται ως ηλεκτρισμός μέσω του ηλεκτρικού δικτύου και ως θερμότητα μέσω κάποιου καυσίμου. Πέρα όμως από αυτές τις μορφές ενέργειας, τα όρια του «όγκου ελέγχου» ενός κτιρίου διαπερνώνται και από άλλες μορφές ενέργειας όπως ηλιακή ακτινοβολία, άνεμος κ.λπ.. Η μετατροπή των μορφών αυτών ενέργειας σε ενέργεια τελικής χρήσης (φωτισμός, ψύχος, κ.λπ.) γίνεται μέσω ενεργειακών συστημάτων όπως π.χ. οι καυστήρες, οι κλιματιστικές συσκευές, ηλιακοί συλλέκτες κ.λπ. που χαρακτηρίζονται από κάποιο βαθμό απόδοσης μικρότερο της μονάδας.



Σχήμα 3.1. Μορφές ενέργειας που κόβουν τον «όγκο ελέγχου» ενός κτιρίου και μπορούν να καλύψουν τα εμφανιζόμενα φορτία

Είναι φανερό λοιπόν ότι τα συστήματα μετατροπής της ενέργειας δημιουργούν μια διεπιφάνεια μεταξύ της τελικής μορφής της ενέργειας που χρησιμοποιείται (ανάγκη) και της ενέργειας η οποία παρέχεται στο κτίριο. Έτσι, υπάρχει ένα σύνολο ενεργειακών επενδύσεων

ποι αφορά σε συστήματα μετατροπής ενέργειας που είτε μετατρέπουν τον ηλεκτρισμό και την ενέργεια του καυσίμου με υψηλότερους βαθμούς απόδοσης από τα συμβατικά ενεργειακά συστήματα, είτε εκμεταλλεύονται και άλλες μορφές ενέργειας που εισέρχονται στον όγκο ελέγχου (ανανεώσιμες πηγές ενέργειας). Τα συστήματα αυτά είναι ενεργητικά ενεργειακά συστήματα.

Στο σχήμα 1 παραλείπεται η απεικόνιση της ενέργειας που εξέρχεται από τον όγκο ελέγχου του κτιρίου. Υπάρχει ένα σύνολο τεχνολογιών που είτε εμποδίζει «επιθυμητή ενέργεια» να εξέλθει του όγκου ελέγχου είτε απογορεύει σε «ανεπιθύμητη» να εισέλθει. Πρακτικά αυτές οι τεχνολογίες επιδρούν στην πλευρά της τελικής χρήσης μειώνοντας τα φορτία που καλούνται να αντιμετωπίσουν τα ενεργειακά συστήματα. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται παθητικά ενεργειακά συστήματα.

Ο παραπάνω διαχωρισμός δεν μπορεί να περιλάβει τεχνολογίες όπως π.χ. οι πυκνωτές αντιστάθμισης που ενώ δεν μετατρέπουν μια ενεργειακή μορφή σε ενέργεια τελικής χρήσης, μειώνουν το ποσό της ενέργειας που πρέπει να εισέλθει στον όγκο ελέγχου χωρίς να επιδρούν στο ύψος της ζήτησης.

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στα ενεργητικά ενεργειακά συστήματα και κυρίως σε εκείνα που είναι επενδύσεις εντάσεως κεφαλαίου, ενώ αποτελούν ταυτόχρονα νεωτεριστικές προτάσεις για την Ελληνική πραγματικότητα. Η διείσδυση τέτοιων τεχνολογιών δεν απαιτεί μόνο οικονομική αποδοτικότητα αλλά προϋποθέτει τεχνικό υπόβαθρο και κεφάλαια τα οποία ο τελικός χρήστης είναι δύσκολο να διαθέτει. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με δημιουργία διαφόρων σχημάτων που ενσωματώνουν την απαιτούμενη τεχνική και οικονομική ειρωστία. Τα σχήματα αυτά περιγράφονται σε επόμενο κεφάλαιο.

3.2 Ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.

Ως ώριμες τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να χαρακτηριστούν εκείνες που έχουν ξεφύγει από το ερευνητικό πιλοτικό στάδιο και έχουν αποκτήσει ένα κρίσιμο μέγεθος αγοράς. Πολλές από τις τεχνολογίες αυτές έχουν φθάσει να θεωρούνται εμπορικά εκμεταλλεύσιμες ακόμη και αν δεν ληφθεί υπόψη το εξωτερικό κόστος της παραγόμενης ενέργειας από τα ορυκτά καύσιμα. Άλλες πάλι είναι οικονομικά βιώσιμες μόνο με ειδικούς όρους ενίσχυσης από την πολιτεία.

Ειδικά, όσον αφορά τον κτιριακό τομέα ως ώριμες τεχνολογίες μπορεί να θεωρηθούν τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας (ΣΗΘ), τα συστήματα ΣΗΘ σε συνδυασμό με ψυκτικούς κύκλους απορρόφησης (τριπαραγωγή) και άλλα συστήματα εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας, γεωθερμικής ενέργειας, βιομάζας που απευθύνονται κυρίως σε εφαρμογές εκτός του αστικού ιστού.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανήκουν σε μια ειδική κατηγορία που ενώ οι τεχνολογικές εξελίξεις, η ανάπτυξη της αντίστοιχης βιομηχανίας αλλά και σημαντικές εφαρμογές τόσο στον κτιριακό τομέα όσο και σε άλλους τομείς έχουν προκαλέσει σημαντική πτώση του κόστους εγκατάστασης και καλές προοπτικές αποδοχής της τεχνολογίας από πιθανούς επενδυτές, εντούτοις απέχουν σημαντικά από το να θεωρηθούν εμπορικά ανταγωνιστικές λύσεις. Θεωρούνται εμπορικές λύσεις μόνο εντός ειδικού περιβάλλοντος ενίσχυσής τους ή σε απομονωμένες περιοχές που απέχουν σημαντικά από δίκτυα ηλεκτρισμού. Σημειώνεται ότι για την αποτίμηση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης πρέπει να ληφθεί υπόψη ο ενεργοβόρος χαρακτήρας της διαδικασίας παραγωγής τους. Η κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού κελλιού είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με την ενέργεια που θα παράγει καθόλη την διάρκεια της ζωής του.

Τέλος, η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου είναι αξιοσημείωτη λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν για εφαρμογές στον κτιριακό τομέα. Οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να λειτουργήσουν με φυσικό αέριο. Πρακτικά δεν παράγουν ρύπους ενώ λειτουργούν αθόρυβα. Επειδή δεν έχουν κινούμενα μέρη έχουν χαμηλές απαιτήσεις σε συντήρηση και ικανοποιητική διάρκεια ζωής. Ταυτόχρονα με την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, απορρίπτεται θερμότητα της τάξης των 180 – 200 °C που είναι κατάλληλη για να τροφοδοτήσει ψυκτικούς κύκλους απορρόφησης. Παρόλα αυτά, η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου βρίσκεται σε ερευνητικό πιλοτικό στάδιο αριθμώντας λίγες εμπορικές εφαρμογές.

Η τεχνολογία της παραγωγής υνύξης μέσω κύκλου απορρόφησης εντάσσεται στις τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας αφού σε αρκετές περιπτώσεις αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι συστημάτων συμπαραγωγής.

Στο επόμενο περιγράφονται οι τεχνολογίες των συστημάτων ΣΗΘ και των κεντρικών ηλιακών συστημάτων. Θα γίνει οικονομοτεχνική μελέτη εφαρμογών των τεχνολογιών αυτών στον τουριστικό τομέα και θα αναλυθεί το χρηματοδοτικό σχήμα της Χρηματοδότησης από Τρίτους. Αυτό γίνεται γιατί αυτές είναι οι μόνες από τις τεχνολογίες που αναφέρθηκαν οι οποίες είναι οικονομικά βιώσιμες με τις υφιστάμενες συνθήκες της αγοράς, αφήνοντας περιθώριο για κέρδος τόσο στον τελικό χρήστη όσο και σε κάποιο τρίτο μέρος που θα παρέχει τεχνικές και χρηματοδοτικές υπηρεσίες. Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών και των κελιών καυσίμου (περιγράφονται στο παράρτημα 1) είναι πιθανό να γίνει οικονομικά αποδοτικοί στο μέλλον. Τέλος, στο παράρτημα 1 περιγράφεται η τεχνολογία της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω κύκλου απορρόφησης θερμότητας, αφού τα συστήματα αυτά αποτελούν μερικές φορές αναπόσπαστο κομμάτι συστημάτων ΣΗΘ (τριπαραγωγή).

3.3 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

3.3.1 Γενικά

Τα Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα (Ε.Η.Σ.) μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα. Η μεταφορά της θερμότητας από τον τόπο συλλογής της στον τόπο κατανάλωσης γίνεται κατά βάση με μηχανικά μέσα. Ως τεχνολογία δεν έχουν χαρακτήρα νεωτερισμού, ενώ η διεισδυσία τους στην Ελληνική ενεργειακή αγορά είναι χαμηλότερη σε σχέση με τις αντίστοιχες της Κύπρου και του Ισραήλ και έτσι θεωρείται ότι υπάρχει σημαντικό περιθώριο περαιτέρω υποκατάστασης ορυκτών καυσίμων από ηλιακή ενέργεια.

Η πιο διαδομένη εφαρμογή ενεργητικών ηλιακών συστημάτων είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, συνήθως από οικιακά θερμοσιφωνικά συστήματα. Μεγάλες ποσότητες ζεστού νερού παράγονται από κεντρικά ηλιακά συστήματα, τα οποία έχουν εφαρμογή μεταξύ άλλων σε μεγάλα κτίρια, βιομηχανίες, ξενοδοχεία, θερμοκήπια και αθλητικά κέντρα. Χρησιμοποιώντας ηλιακούς συλλέκτες μέσων-υψηλών θερμοκρασιών (συλλέκτες κενού, συγκεντρωτικούς συλλέκτες), ένα ΕΗΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για εφαρμογές θέρμανσης-ψύξης χώρων, παραγωγή ατμού για βιομηχανική χρήση, ηλεκτροπαραγωγή μέσω θερμικού κύκλου και αφαλάτωση.

Η εγκατεστημένη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών στην Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν 6,5 εκατομμύρια m^2 κατά το 1995, για να φτάσει τα 8 εκατομμύρια m^2 κατά το 1998. Ο πρόσφατος ετήσιος ρυθμός εγκατάστασης είναι 1 εκατομμύριο m^2 που κυρίως συγκεντρώνεται σε τρεις χώρες: Αυστρία, Γερμανία και Ελλάδα. Θεωρείται ότι ο ρυθμός εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών μπορεί να αυξηθεί μέχρι και 25% αν και άλλες Ευρωπαϊκές χώρες προωθήσουν πιο αποτελεσματικά την εφαρμογή τους. Αναμένεται ότι μέχρι το 2010 θα υπάρξει σημαντική αύξηση του αριθμού των εγκατεστημένων ηλιακών συλλεκτών, περίπου 100 εκατομμύρια m^2 θερώντας ένα μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 20%.

Όσον αφορά την Ελλάδα τα ηλιακά ενεργητικά συστήματα κυρίως για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στον οικιακό τομέα γνώρισαν εντυπωσιακή εξάπλωση τα τελευταία 20 χρόνια. Οι εγκατεστημένοι συλλέκτες σήμερα έχουν συνολική επιφάνεια περίπου 2,3 εκατομμύρια m^2 σε σύνολο 8 εκατομμύρια m^2 στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Παράλληλα αναπτύχθηκε εγχώρια βιομηχανία κατασκευής η οποία κατέχει το 30% της αγοράς στην Ευρωπαϊκής Ένωση. Η Ελληνική βιομηχανία είναι παρούσα με σημαντικές εξαγωγές στις εντυπωσιακά αναπτυσσόμενες αγορές της Αυστρίας και της Γερμανίας.

Παρόλη την μεγάλη ανάπτυξη των εφαρμογών στον ελληνικό χώρο υπάρχουν ακόμη σημαντικές δυνατότητες για την περαιτέρω ανάπτυξη της αγοράς αυτών των συστημάτων. Οι μέχρι σήμερα εφαρμογές αφορούν κατά 95% στην εγκατάσταση οικιακών θερμοσιφωνικών

συστημάτων. Το 5% αφορά κεντρικά ηλιακά συστήματα που έχουν εγκατασταθεί κυρίως σε ξενοδοχεία, βιομηχανίες, ειδικά κτίρια και θερμοκήπια. Οι εφαρμογές στον ευρύτερο δημόσιο τομέα είναι ελάχιστες και αντιστοιχούν στο 0,5% περίπου της εγκατεστημένης επιφάνειας συλλεκτών. Μέχρι σήμερα επίσης υπάρχουν ελάχιστες εφαρμογές για θέρμανση και ψύξη. Η διείσδυση σε μεγάλη κλίμακα σε όλους αυτούς του τομείς είναι ώριμη και εφικτή. Αλλά και τα περιθώρια κλασσικών οικονομικών εφαρμογών είναι μεγάλα.

Εκτιμάται ότι οι εγκαταστάσεις ηλιακών συλλεκτών μπορούν να φτάσουν τα 5,5 εκατομμύρια m^2 μέχρι το 2005 και τα 9 έως 11 εκατομμύρια m^2 μέχρι το 2010.

3.3.2 Τεχνολογία ηλιακών συστημάτων

Ο ηλιακός συλλέκτης

Πρόκειται για την καρδιά του ηλιακού συστήματος, το πιο σημαντικό και συχνά το πιο ακριβό του τμήμα. Οι βασικοί τύποι συλλεκτών είναι:

- Συλλέκτες με σωλήνες κενού (συνήθως heat pipe)
- Συγκεντρωτικοί συλλέκτες νερού
- Επίπεδοι συλλέκτες αέρα ή νερού

Οι σωλήνες κενού πλεονεκτούν σε καταστάσεις μεγάλων διαφορών θερμοκρασίας μεταξύ θερμικού φορέα και περιβάλλοντος χώρου ή ακόμη και χαμηλών επιπέδων ακτινοβολίας. Στα σχετικά πλεονεκτήματά τους επίσης συγκαταλέγονται η μεγαλύτερη ομοιομορφία των ριθμών απόδοσης της ανακτώμενης ενέργειας καθ' όλη την διάρκεια του έτους, η δυνατότητα τοποθέτησης σε οριζόντια, κάθετη ή κεκλιμένη θέση και η καλή συμπεριφορά στον παγετό. Τα κυριότερα μειονεκτήματά τους είναι το σχετικά μεγάλο κόστος, τα προβλήματα διατήρησης του κενού, οι σημαντικές επιπτώσεις ενός επεισοδίου στασιμότητας (ενδεχόμενο θερμικό σοκ) και η έλλειψη εμπειρίας και υποστήριξης από κατασκευαστές και εγκαταστάτες.

Στην κατηγορία των συγκεντρωτικών συλλεκτών ανήκουν οι διάφοροι τύποι οι οποίοι διαφοροποιούνται σε σχέση με την μορφή της συγκεντρωτικής επιφάνειας και το σύστημα παρακολούθησης του ήλιου, εάν υπάρχει. Οι τυπικές τους εφαρμογές αφορούν μεγάλες θερμοκρασίες σε συνθήκες υψηλής ηλιοφάνειας, ενώ το σημαντικότερο μειονέκτημά τους είναι το μεγάλο κόστος. Αν και η χρήση τους δεν είναι ευρέως διαδεδομένη, η τεχνολογική εξέλιξη στον τομέα των ανακλαστικών επιφανειών είναι πιθανό να βοηθήσει την χρήση τους στα επόμενα χρόνια, και ειδικότερα της πιο απλής εκδοχής που είναι οι συλλέκτες CPC.

Οι επίπεδοι συλλέκτες είναι οι πλέον διαδεδομένοι και χρησιμοποιούνται συνήθως για θέρμανση νερού χρήσης και θέρμανση χώρων σε περιπτώσεις όπου οι απαιτούμενες θερμοκρασίες δεν ξεπερνούν τους 75 °C. Τα κυριότερα συγκριτικά τους πλεονεκτήματα είναι το χαμηλό κόστος, η ανταγωνιστική προσφορά προϊόντων από πολλούς κατασκευαστές, η ποικιλία μεγεθών και διατάξεων, η εύκολη προστασία από τον παγετό και η πλούσια εμπειρία κατασκευαστών και εγκαταστατών.

Οι κυριότερες τεχνολογικές παράμετροι που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά των επίπεδων συλλεκτών αφορούν το είδος της συλλεκτικής επιφάνειας (απλή βαφή, ημιεπιλεκτική, επιλεκτική) και του καλύμματος (low iron glass).

Η δεξαμενή

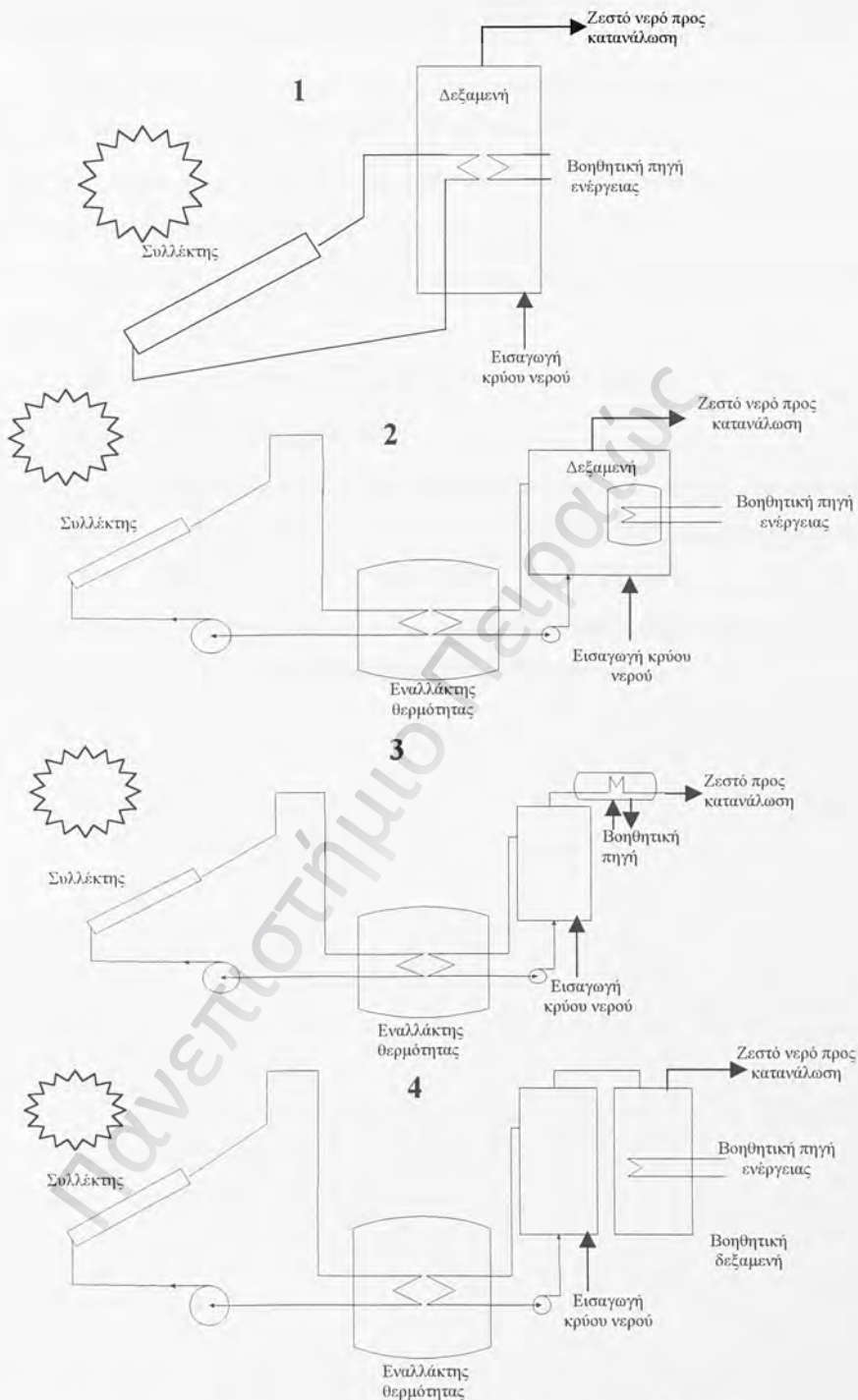
Η δεξαμενή αποθήκευσης είναι ο συνδυαστικός κρίκος ανάμεσα στον ηλιακό συλλέκτη και την τελική χρήση της ενέργειας. Η παρουσία της επιβάλλεται από το γεγονός ότι συνήθως, αντίθετα με τις συμβατικές πηγές θέρμανσης, δεν υπάρχει ταυτοχρονισμός μεταξύ της προσφοράς και της ζήτησης ηλιακής ενέργειας.

Επειδή ακριβώς η δεξαμενή συνδέει την πηγή με την χρήση, ο σχεδιασμός της δεν μπορεί να γίνει αφηρημένα και ανεξάρτητα από τα ειδικότερα χαρακτηριστικά της κάθε συγκεκριμένης εφαρμογής. Από αυτό προκύπτει και ο βασικός διαχωρισμός ανάμεσα στους διάφορους τύπους δεξαμενών, καθώς και των συνδεδεμένων εναλλακτών και κυκλωμάτων κυκλοφορίας του θερμικού φορέα.

Ένα από τα κρίσιμότερα προβλήματα στο σχεδιασμό ενός θερμικού ηλιακού συστήματος είναι η διαστασιολόγηση της δεξαμενής. Η δεξαμενή οφείλει να μπορεί να αποθηκεύσει την επιπλέον διαθέσιμη ενέργεια αποφεύγοντας τις υπερθερμάνσεις και ταυτόχρονα να εξασφαλίζει χαμηλές θερμοκρασίες στην είσοδο του συλλέκτη.

Γενικά, η αύξηση του όγκου της δεξαμενής αυξάνει την απόδοση του συστήματος για δεδομένη συλλεκτική επιφάνεια. Ωστόσο, από ένα σημείο και πέρα, ο ρυθμός αύξησης της απόδοσης είναι χαμηλότερος από τον ρυθμό αύξησης του όγκου της δεξαμενής. Κατά συνέπεια η βέλτιστη λύση προκύπτει από την συγκεκριμένη μελέτη κάθε περίπτωσης στην βάση μιας ανάλυσης κόστους οφέλους.

Στο επόμενο σχήμα φαίνονται διάφορες διατάξεις ηλιακών συστημάτων. Οι συνήθεστερα χρησιμοποιούμενοι τύποι συνδεσμολογιών σε κεντρικές ηλιακές εγκαταστάσεις αυτές που απεικονίζονται στο 2.3.4 του σχήματος 2.



Σχήμα 3.2: Τυπικές διατάξεις ηλιακών συστημάτων 1. Θερμοσιφωνικό, 2. βοηθητική πηγή στην δεξαμενή, 3. εξωτερική βοηθητική πηγή, 4. σύστημα προθέρμανσης

Σύστημα ελέγχου

Το σύστημα ελέγχου είναι ο εγκέφαλος της εγκατάστασης. Ο ρόλος του είναι να βελτιστοποιήσει τις ζωτικές λειτουργίες του συστήματος όπως:

- Προστασία του συστήματος σε προβληματικές συνθήκες (παγετός, υπερθέρμανση) και εξασφάλιση της μακροβιότητάς του
- Μεγιστοποίηση των ενεργειακών ροών από τον συλλέκτη προς την δεξαμενή και την χρήση
- Ελαχιστοποίηση της συμβολής της βοηθητικής πηγής ενέργειας
- Παρακολούθηση της εγκατάστασης

Η εξέλιξη των τεχνολογιών στον τομέα των ηλεκτρονικών επιτρέπει τη χρησιμοποίηση φιλικών προς το χρήστη συστημάτων ελέγχου με μεγάλες δυνατότητες προγραμματισμού και ένταξης στο συνολικότερο σύστημα διαχείρισης των ενεργειακών ροών.

Οι επιπτώσεις από την χρήση ενός προβληματικού συστήματος είναι σημαντικές ώστε να ακυρώσουν στην πράξη τα όποια πλεονεκτήματα του συστήματος.

3.4 Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού Θερμότητας

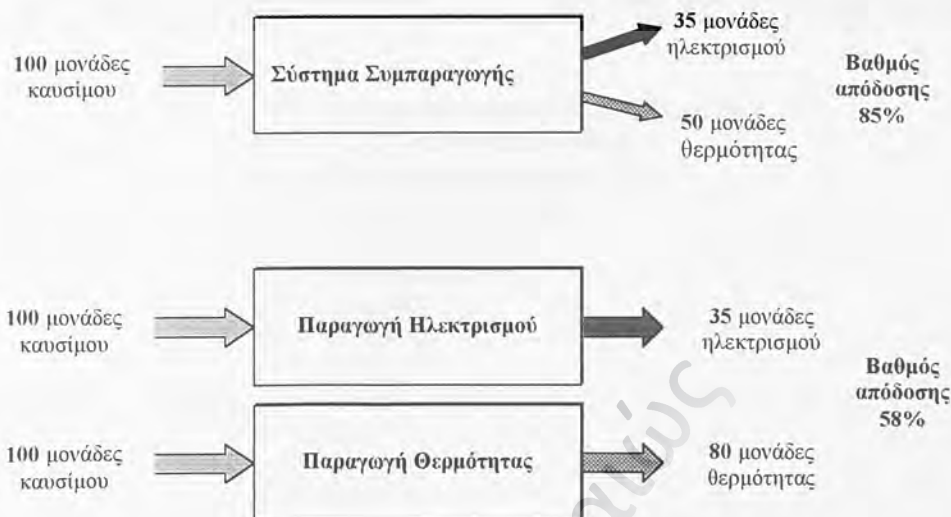
3.4.1 Γενικά

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των θερμικών και των ηλεκτρικών αναγκών ενός καταναλωτή είναι η αγορά της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το εθνικό δίκτυο και η παραγωγή θερμότητας με καύση κάποιου καυσίμου σε λέβητα, κλίβανο κ.λ.π. Η ολική κατανάλωση καυσίμου είναι δυνατό να μειωθεί σημαντικά με εφαρμογή της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας (Σ.Η.Θ.).

Ως Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας θεωρείται η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής (ή μηχανικής) και θερμικής (ή ψυκτικής) ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή.

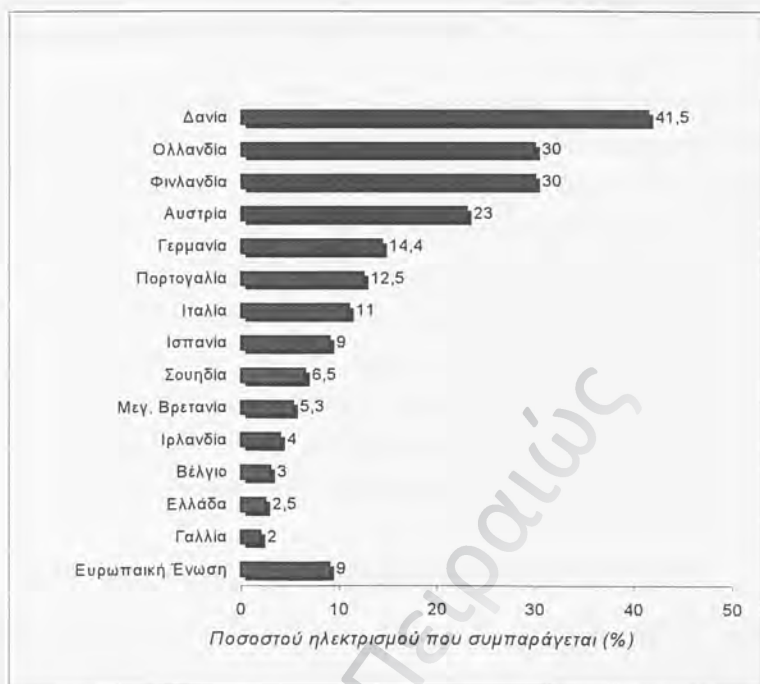
Κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα συμβατικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής μεγάλα ποσά θερμότητας αποβάλλονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων είτε μέσω των καυσαερίων. Μεγάλο μέρος της θερμότητας αυτής θα μπορούσε να αξιοποιηθεί σε διάφορες διεργασίες. Έτσι, ο βαθμός απόδοσης ενός συμβατικού σταθμού ηλεκτροπαραγωγής κυμαίνεται μεταξύ 35 – 40% (σε σταθμό συνδυασμένου κύκλου μπορεί να φτάσει και το 52%). Απώλειες εμφανίζονται και κατά τη μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι την τελική κατανάλωση. Οι απώλειες αυτές είναι της τάξης του 8 – 10%. Τελικά, ο συνολικός βαθμός απόδοσης κεντρικού συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας είναι της τάξης του 27%.

Σε αντίθεση με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, με την εφαρμογή της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας μπορούν να επιτευχθούν πολύ υψηλότεροι βαθμοί απόδοσης, που πιθανώς να φτάσουν μέχρι και 90%. Η αύξηση στο βαθμό απόδοσης οφείλεται κυρίως στην ανάκτηση μέρους της θερμότητας και στη χρήση της σε θερμικές διεργασίες. Αντίστοιχα, η αναπόφευκτη εμφανιζόμενη σε κάποιες διεργασίες θερμότητα είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η αύξηση στο βαθμό απόδοσης οφείλεται κατά δεύτερο λόγο στην αποφυγή των απωλειών λόγω μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται συγκριτικά ένας τυπικός βαθμός απόδοσης συστήματος συμπαραγωγής και ένας τυπικός βαθμός απόδοσης για μεμονωμένη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.



Σχήμα 3.3. Τυπική βαθμοί απόδοσης συμπαράγωγής και χωριστής παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας

Οι πολιτικές που υιοθετεί κάθε χώρα για τη διείσδυση της συμπαράγωγής στο ενεργειακό της σύστημα ποικίλλουν, ανάλογα με τις ιδιαίτερες συνθήκες και τις προτεραιότητες που αυτή θέτει. Ωστόσο σε γενικές γραμμές μπορεί να ειπωθεί ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει γενική ανάπτυξη της συμπαράγωγής στην Ευρώπη, αλλά και παγκοσμίως. Η βούληση που ευνοεί τη διείσδυση της ΣΗΘ στις ενεργειακές αγορές περιγράφεται πολύ καλά από τις βασικές αρχές που διατυπώνονται στην Λευκή Βίβλο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι το 1985 ο ευρωπαϊκός μέσος όρος του παραγόμενου από ΣΗΘ ηλεκτρισμού προς τον συνολικά παραγόμενο ήταν περίπου 8%, ενώ για το 1998 ο μέσος όρος ανήλθε στο 9%. Η αύξηση αυτή θεωρείται ιδιαίτερα χαμηλή, αφήνοντας σημαντικά περιθώρια για περαιτέρω ανάπτυξη. Στο σχήμα 6 παρουσιάζεται το ποσοστό του συμπαράγόμενου ηλεκτρισμού για τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατά το έτος 1998.



Σχήμα 3.4. Ποσοστό ηλεκτρισμού που συμπαραγάγεται στις χώρες της Ευρώπης

Όπως διαπιστώνεται από το παραπάνω διάγραμμα, η διείσδυση της ΣΗΘ στην ελληνική ενεργειακή αγορά είναι ιδιαίτερα περιορισμένη, γεγονός που κατατάσσει την Ελλάδα στη χαμηλότερη θέση μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης μετά τη Γαλλία.

Η εγκατάσταση συστημάτων συμπαραγωγής στην Ελλάδα περιορίζεται μόνο στο βιομηχανικό τομέα και σε συστήματα τηλεθέρμανσης ελληνικών πόλεων. Συγκεκριμένα στις ελληνικές βιομηχανίες η εγκατεστημένη ισχύς των μονάδων συμπαραγωγής ανέρχεται στο 339,7 MWe που αποτελεί το 3,5% της συνολικής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος της χώρας. Ωστόσο, αν ληφθούν υπόψη μόνο οι λειτουργούσες μονάδες, το ποσοστό αυτό πέφτει στο 2,2%. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί η ύπαρξη δύο συστημάτων τηλεθέρμανσης, που αξιοποιούν το θερμικό πλεόνασμα των τοπικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην Πτολεμαίδα και στην Κοζάνη θερμικής ισχύος 69,8 και 81,4 MWth αντίστοιχα. Προμελέτες έχουν εκπονηθεί και για την εγκατάσταση άλλων δύο συστημάτων τηλεθέρμανσης στο Αμύνταιο και στη Μεγαλόπολη.

Όσον αφορά τη διείσδυση της ΣΗΘ στον τριτογενή τομέα, αυτή είναι απογοητευτικά χαμηλή. Εώς σήμερα υπάρχουν δύο μονάδες συμπαραγωγής, οι οποίες εγκαταστάθηκαν και λειτουργούν με ειδική άδεια ως πειραματικές – επιδεικτικές. Η μία είναι εγκατεστημένη στο Ηλιακό Χωριό (Λυκόβρυση Αττικής) και η άλλη στο Αμερικάνικο Κολέγιο (Αγ.

Παρασκευή Αττικής). Ως καύσιμο και για τις δύο μονάδες χρησιμοποιείται πετρέλαιο, ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς τους ανέρχεται σε 387 kW.

Οι λόγοι της χαμηλής διείσδυσης της ΣΗΘ στο Ελληνικό ενεργειακό σύστημα είναι κυρίως θεσμικού χαρακτήρα. Πράγματι μέχρι το 1985 η ΔΕΗ είχε το αποκλειστικό δικαίωμα στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ενώ μόνο με τον νόμο 2244/94 και τις επακόλουθες υπουργικές αποφάσεις διαμορφώνεται ένα κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο για την πραγματοποίηση επενδύσεων ΣΗΘ. Η απουσία εκτεταμένων δικτύων φυσικού αερίου αλλά και η αβεβαιότητα ως προς την τιμή που αυτό θα είναι διαθέσιμο για ΣΗΘ (σήμερα υπάρχει τιμολόγιο φυσικού αερίου για ΣΗΘ που ισχύει μόνο για την βιομηχανία) αποτελούν σημαντικούς ανασταλτικούς παράγοντες για επενδύσεις, ενώ περιορίζουν και την ανάπτυξη εταιριών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών (Energy Service Company, ESCO) η παρουσία των οποίων θα δώσει άλλη δυναμική στην διείσδυση της ΣΗΘ.

3.4.2 Τεχνολογία συμπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας

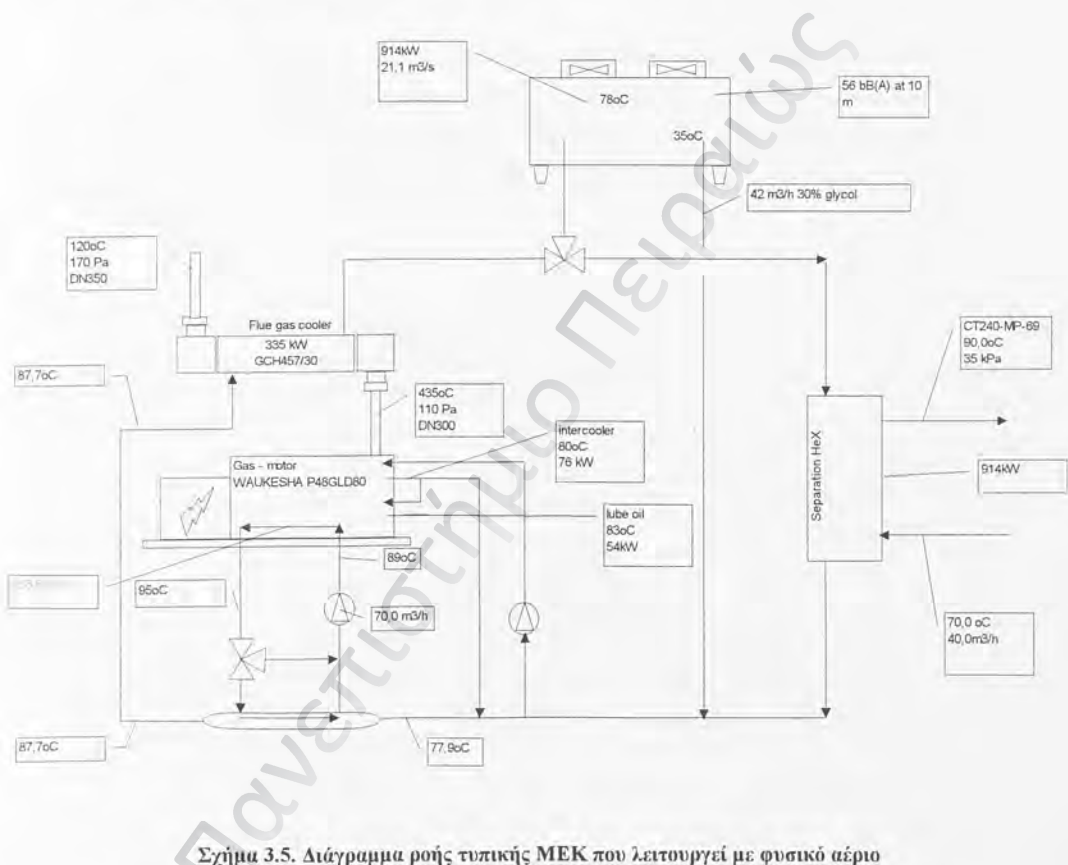
Η ΣΗΘ μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα πλήθος πεδίων και ένα αντίστοιχο πλήθος τεχνολογιών είναι διαθέσιμο. Έχοντας όμως επιλέξει ως πεδίο ενδιαφέροντος τον τριτογενή τομέα και ιδιαίτερα τις ξενοδοχειακές μονάδες οι τεχνολογίες ΣΗΘ που προσιδιάζουν σε τέτοιου είδους εφαρμογές είναι συστήματα ΣΗΘ με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης (MEK) και ενδεχομένως συστήματα ΣΗΘ με αεριοστρόβιλο.

Παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (MEK)

Οι ισχύς των MEK ποικίλει από μερικές δεκάδες kW μέχρι και 50 MW και έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ως κινητήρια δύναμη για συμπιεστές, αντλίες θερμότητας αλλά και γεννήτριες. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεγάλη ποικιλία καυσίμων από αέρια καύσιμα μέχρι βαριά κλάσματα πετρελαίου αλλά και μίγμα αερίων και υγρών καυσίμων (dual fuel engines). Για μεγέθη μικρότερα από 2 MW είναι πιο αποδοτικές από τους αντίστοιχους αεριοστροβίλους ενώ η απόδοσή τους εξαρτάται λίγο από τις εξωτερικές συνθήκες. Είναι κατάλληλες για εφαρμογές μικρού έως μεσαίου μεγέθους. Το οικονομικό τους μέγεθος είναι περίπου 1MW ενώ το αντίστοιχο του αεριοστροβίλου είναι περίπου 4-5 MW.

Οι MEK μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σύμφωνα με μεγάλη ποικιλία κριτηρίων. Καταρχήν μπορούν να ταξινομηθούν λαμβάνοντας υπόψη το θερμοδυναμικό κύκλο βάσει του οποίου λειτουργούν που μπορεί να είναι είτε ο κύκλος Diesel είτε ο κύκλος Otto. Έπειτα, διακρίνονται σε χαμηλόστροφες, μεσόστροφες ή βραδυστροφες ενώ μπορούν να καταταγούν και ανάλογα με τον τρόπο πλήρωσης του θαλάμου καύσης. Τέλος, μπορούν να χαρακτηριστούν ως δίχρονες ή τετράχρονες.

Σε γενικές γραμμές ο μηχανικός βαθμός απόδοσης των MEK κυμαίνεται από 30 – 40% ενώ το υπόλοιπο μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα η οποία είναι ως ένα βαθμό ανακτήσιμη. Το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας απομακρύνεται από τον θάλαμο καύσης μέσω των καυσαερίων αλλά και των ρευστών που ψύχουν τα χιτώνια (νερό, λάδι) ενώ ένα μικρότερο της τάξης του 5% απομακρύνεται με την μορφή ακτινοβολίας. Σχεδόν το 100% της θερμικής ενέργειας του ψυκτικού νερού είναι ανακτήσιμο ενώ μόνο ένα μέρος της θερμότητας που μεταφέρουν τα καυσαέρια είναι ανακτήσιμο με οικονομικούς όρους.



Σχήμα 3.5. Διάγραμμα ροής τυπικής MEK που λειτουργεί με φυσικό αέριο

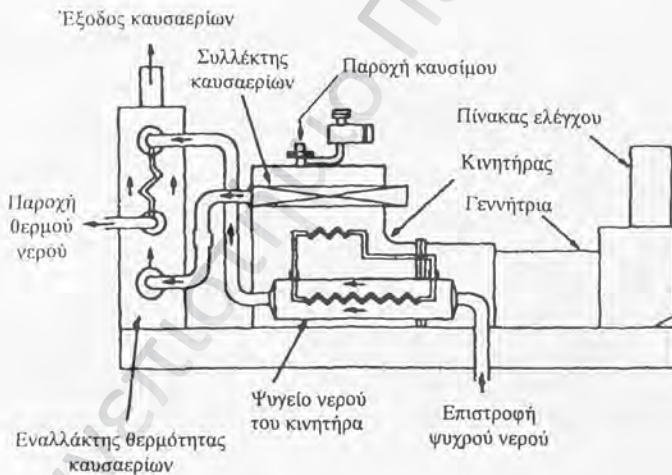
Οι πιο συνηθισμένες πηγές θερμότητας είναι τα ψυκτικά που απομακρύνουν θερμότητα από τα χιτώνια της MEK. Οι συνηθέστερες θερμοκρασίες που είναι διαθέσιμες από την MEK είναι της τάξης των 90 – 100 °C ενώ με διαφορετική διαρύθμιση των συστημάτων που ανακτούν θερμότητα μπορεί να επιτευχθούν θερμοκρασίες της τάξης των 120 °C.

Ο σχεδιασμός του συστήματος ανάκτησης θερμότητας από το νερό ψύξης είναι συμβιβασμός της ελάχιστης θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ της παροχής ψυκτικού προς την μηχανή και

της θερμοκρασίας που αυτό εξέρχεται από την μηχανή (ελάχιστη θερμοκή καταπόνηση) και της ανάγκης για ανάκτηση θερμότητας υψηλής θερμοκρασίας.

Άλλη πηγή ανάκτησης θερμότητας είναι τα καυσαέρια. Τα όρια που τίθενται για την ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια είναι οικονομικά αλλά ταυτόχρονα δεν είναι επιθυμητή και η συμπύκνωση μέρους των υδρατμών των καυσαερίων που μπορεί να συμβεί σε θερμοκρασίες της τάξης των 180°C. Ένας γενικός εμπειρικός κανόνας αναφέρει ότι το 50% της θερμότητας των καυσαερίων είναι ανακτήσιμο. Τέλος, θερμότητα μπορεί να ανακτηθεί και από το λιπαντικό.

Η ανακτώμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες δραστηριότητες όπως θέρμανση νερού χρήσης, θέρμανση χώρων, σε διάφορες βιομηχανικές διεργασίες και σε κύκλους απορρόφησης για την παραγωγή ψύξης. Πρέπει να προβλέπεται και ψυγείο για την περίπτωση που το εξωτερικό θερμικό φορτίο δεν είναι σημαντικού μεγέθους, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.



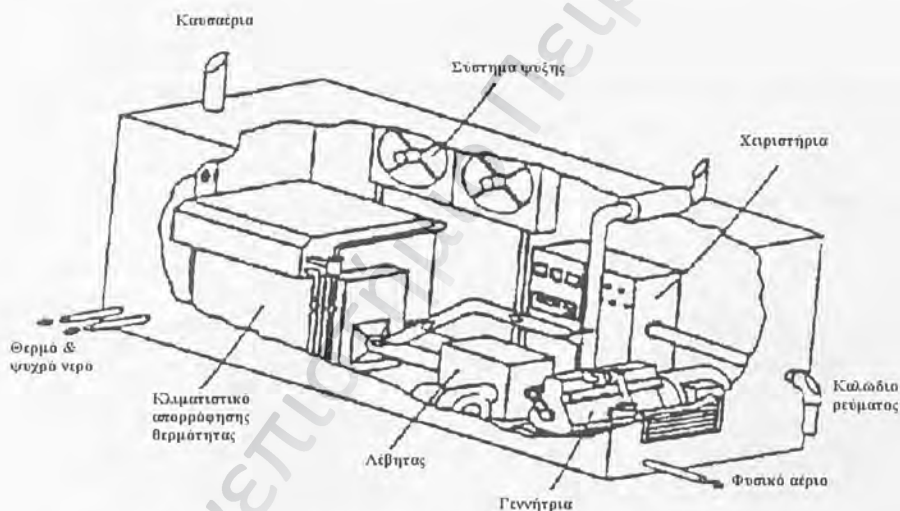
Σχήμα 3.6. Σύστημα ΣΗΘ με παλινδρομική ΜΕΚ

Η συμπεριφορά των ΜΕΚ σε λειτουργία σε μερικό φορτίο είναι καλή με την έννοια ότι δεν παρουσιάζουν σημαντική διαφοροποίηση στον μηχανικό και θερμικό βαθμό απόδοσης. Σε γενικές γραμμές σε μερικό φορτίο παρατηρείται μείωση του μηχανικού και αύξηση του θερμικού βαθμού απόδοσης. Η καλή συμπεριφορά σε μερικό φορτίο είναι αποφασιστικής σημασίας παράγοντας για την επιλογή τους σε εφαρμογές όπου η διακύμανση του φορτίου είναι σημαντική όπως είναι οι εφαρμογές του κτιριακού τομέα.

Οι ΜΕΚ απαιτούν 40 με 80 ώρες προγραμματισμένη συντήρηση ανά έτος, ενώ παρουσιάζουν μικροπροβλήματα σε διαστήματα των 1,5 με 2 έτη. Με κανονική συντήρηση οι ΜΕΚ είναι ικανές να λειτουργούν για περισσότερες από 100.000 ώρες.

Ως υποπερίπτωση των ΜΕΚ μπορεί να θεωρηθούν και τα τυποποιημένα σπονδυλωτά συστήματα ΣΗΘ τα οποία είναι τα άρματα διείσδυσης της ΣΗΘ στον τριτογενή τομέα. Έτσι, τα συστήματα αυτού του είδους σχεδιάζονται, τα κομμάτια τους κατασκευάζονται και συναρμολογούνται στο εργοστάσιο, ενώ παραδίδονται πακεταρισμένα με κατάλληλο περιβλήμα αποτελώντας ολοκληρωμένη μονάδα.

Η ιδέα των τυποποιημένων σπονδυλωτών συστημάτων ΣΗΘ βρίσκεται για πρώτη φορά στις αρχές της δεκαετίας του '70 στις ΗΠΑ στην προσπάθεια για ανεύρεση εναλλακτικών και περισσότερο οικονομικά αποδοτικών λύσεων κάλυψης των ενεργειακών αναγκών του τριτογενούς τομέα.



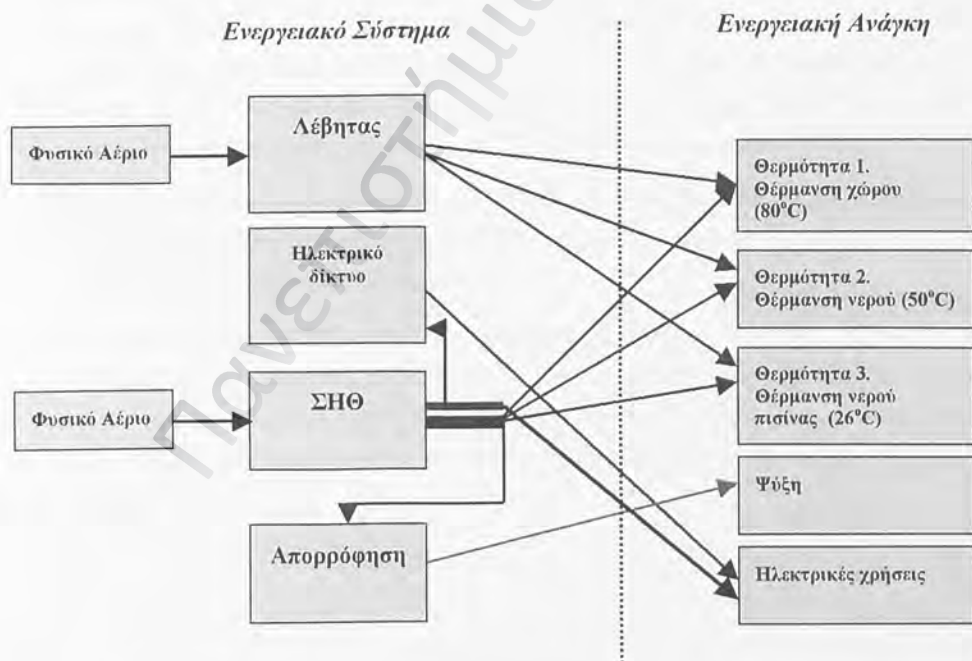
Σχήμα 3.7. Τυποποιημένη μονάδα ΣΗΘ εντός κιβώτιου με ηχομονωτικές ιδιότητες

Ενώ όμως οι ευκαιρίες για εφαρμογή ΣΗΘ ήταν πολλές εν' τούτοις το κόστος της περισσότερες φορές ήταν απαγορευτικά υψηλό. Για συστήματα ΣΗΘ μερικών εκατοντάδων kW με εγκατεστημένο κόστος της τάξης των 2000 \$/kW υπήρχε ελάχιστος χώρος από οικονομικής σκοπιάς για εφαρμογές τους. Τα σταθερά κόστη σχεδιασμού, ασφάλισης, χρηματοδότησης και εγκατάστασης ήταν τέτοιοι μεγέθους που δύσκολα αποπληρώνονταν από την προκύπτουσα εξοικονόμηση ενέργειας.

Μια λύση στο πρόβλημα αυτό ήταν η κατασκευή ενός μικρού συστήματος ΣΗΘ με όλα τα βοηθητικά υποσυστήματα, η συναρμολόγησή του και η μεταφορά στο σημείο χρήσης του. Η λανθάνουσα ιδέα είναι η μείωση του αρχικού κόστους επένδυσης μέσω της κατανομής του σταθερού κόστους σχεδιασμού σε ένα μεγάλο αριθμό μονάδων. Περαιτέρω μείωση του κόστους επιτυγχάνεται με τυποποίηση αλλά και κατασκευή των συστημάτων αυτών σε αλυσίδα παραγωγής.

Η χρήση τυποποιημένων μονάδων ΣΗΘ συνεπάγεται ένα αριθμό πλεονεκτημάτων για τον υποψήφιο συμπαραγωγό. Έτσι, πέρα από το μειωμένο κόστος αγοράς του συστήματος, η ευκολία και η ταχύτητα εγκατάστασης μειώνουν την ποσότητα και κατά συνέπεια το κόστος εργασίας που απαιτείται για να ολοκληρωθεί η εγκατάσταση. Επιπλέον, οι τυποποιημένες μονάδες μπορούν να ελεγχθούν στο εργαστάσιο παραγωγής τους όπου η επίλυση πιθανών προβλημάτων είναι ευκολότερη.

Άλλο πλεονέκτημα είναι ότι ο συμπαραγωγός έχει μια μοναδική πηγή που είναι υπεύνηνη για την απόδοση του συστήματος ΣΗΘ, την κατασκευάστρια εταιρία. Έτσι, μπορεί εκ' των προτέρων να ξέρει την απόδοση του συστήματος που θα αγοράσει αλλά και να απευθυνθεί σε περίπτωση προβλήματος, ενώ έχει την δυνατότητα να συμβουλευθεί την γνώμη άλλων συμπαραγωγών για το μοντέλο που σκοπεύει να αγοράσει.



Σχήμα 3.8. Κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μετά την εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ

Τα βασικά μέρη ενός τέτοιου συστήματος είναι αυτά που αναγνωρίζονται και σε μια ΜΕΚ ενώ υπάρχει και τυποποιημένο σύστημα ΣΗΘ με αεριοστρόβιλο. Το σύστημα μπορεί να συνοδεύεται από περιβλήμα που περιορίζει τον θόρυβο, σημαντική παράμετρος σε εφαρμογές στον τριτογενή τομέα. Οι περισσότερες τυποποιημένες μονάδες ΣΗΘ συνοδεύονται από τα κατάλληλα συστήματα για την παρακολούθηση ηλεκτρικού ή θερμικού φορτίου. Επίσης, μικροεπεξεργαστές μπορούν να ελέγχουν την απόδοση του συστήματος και μετρώντας τις τιμές κατάλληλων παραμέτρων να προειδοποιούν για ενδεχόμενο βλάβης..

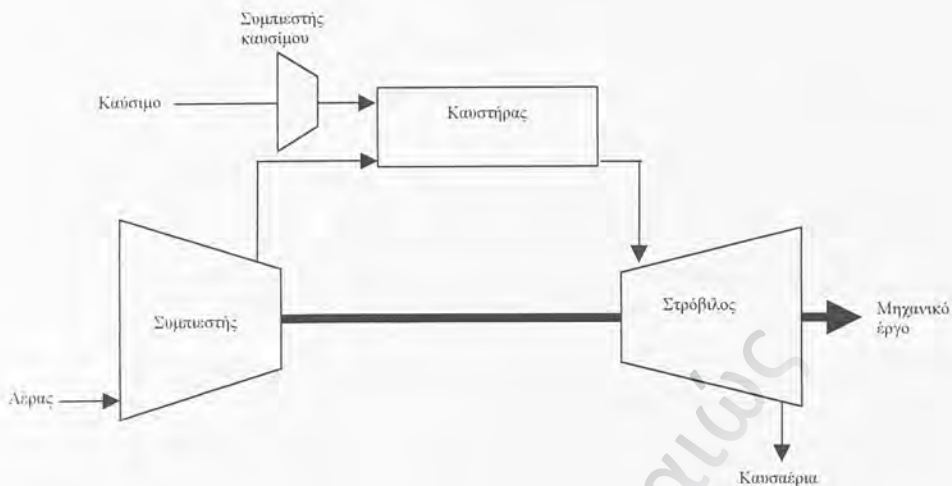
Αεριοστρόβιλοι

Η τεχνολογία των αεριοστροβίλων προσιδιάζει στην κάλυψη των φορτίων βάσης βιομηχανικών μονάδων. Είναι εμπορικά διαθέσιμη σε μεγέθη που κυμαίνονται από μερικές εκατοντάδες kW μέχρι και 250 MW. Οι εμπορικά διαθέσιμοι αεριοστρόβιλοι προέρχονται είτε από αντίστοιχους που χρησιμοποιούνται στην προώθηση αεροσκαφών, είτε είναι ειδικά σχεδιασμένοι για βιομηχανικές εφαρμογές. Οι πρώτοι είναι φθηνότεροι και παράγουν περισσότερη ισχύ ανά μονάδα βάρους, ενώ οι δεύτεροι έχουν γενικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και δεν απαιτούν την συντήρηση που απαιτούν οι πρώτοι.

Οι απλοί αεριοστρόβιλοι λειτουργούν στην βάση του κύκλου Brayton και αποτελούνται από τρία κύρια μέρη: τον συμπίεστή, τον καυστήρα και τον στρόβιλο. Αέρας αναρροφάται από τον συμπίεστή και συμπιέζεται σε πίεση που κυμαίνεται από 4 μέχρι 30 atm. Στον συμπίεσμένο αέρα γίνεται έκχυση καυσίμου και ακολουθεί καύση. Τα θερμά και υψηλής πίεσης αέρια εκτονώνονται στον στρόβιλο παράγοντας έργο μέρος του οποίου καταναλώνεται στον συμπίεστή, περίπου το 1/3 της ισχύος του στροβίλου.

Για την έκχυση του καυσίμου στον θάλαμο καύσης είναι απαραίτητο να αυξηθεί η πίεσή του. Η απαιτούμενη πίεση είναι της τάξης των 20-25 ατμοσφαιρών ενώ καταναλώνεται ισχύς ίση περίπου με το 5% της ισχύος του στροβίλου.

Οι μικρότεροι αεριοστρόβιλοι δεν είναι αποδοτικοί, οι αποδόσεις τους είναι της τάξης του 15% (ως προς την ανώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου). Μεγαλύτεροι αεριοστρόβιλοι λειτουργούν με αποδόσεις που φθάνουν το 40%. Πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία των αεριοστροβίλων έχουν ως αποτέλεσμα υψηλότερους βαθμούς απόδοσης για του μικρότερου μεγέθους αεριοστροβίλους.

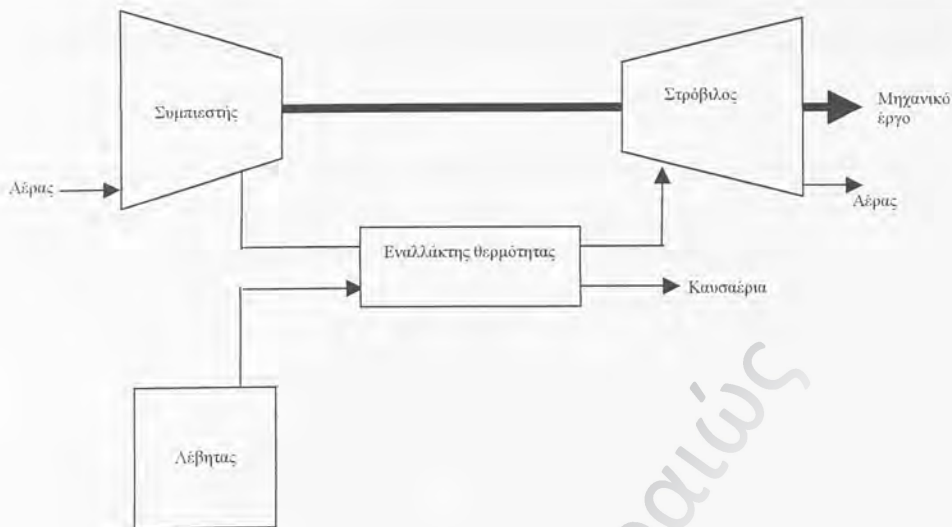


Σχήμα 3.9. Διάγραμμα ροής αεριοστροβίλου ανοικτού κύκλου

Η απόδοση του αεριοστροβίλου αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας των αερίων που εισέρχονται στον στρόβιλο. Η ισχύς του στροβίλου μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα που εισέρχεται στον συμπίεστη. Έτσι, ο αεριοστροβίλος έχει μειωμένη απόδοση τις θερμές ημέρες ενώ εάν πρόκειται να εγκατασταθεί σε υψόμετρο μια εύλογη πτώση στην ισχύ πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Η απόδοση του αεριοστροβίλου σε μερικό φορτίο εξαρτάται ιδιαίτερα από το σχεδιασμό του συγκεκριμένου στροβίλου και συνήθως εξαιτίας της ισχύος που καταναλώνεται στον συμπίεστη είναι χαμηλή. Η ισχύς του στροβίλου μπορεί να αυξηθεί με ψύξη του αέρα που εισέρχεται στον συμπίεστη, ενώ μερικοί κατασκευαστές προτείνουν θερμοκρασία εισόδου σταθερή και ίση με 12°C .

Ο αεριοστροβίλος μπορεί να είναι είτε ανοικτού (βλ. σχήμα 9) είτε κλειστού κύκλου (βλ. σχήμα 10) ανάλογα με το εάν το εργαζόμενο ρευστό φεύγει στην ατμόσφαιρα ή ανακυκλώνεται. Τα συστήματα κλειστού τύπου έχουν υψηλότερο κόστος κτήσεως αλλά καλύτερη συμπεριφορά σε μερικό φορτίο, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και χαμηλότερο κόστος συντήρησης.



Σχήμα 3.10. Διάγραμμα ροής αεριοστροβίλου κλειστού κύκλου.

Το σύνολο σχεδόν της ενέργειας που δεν μετατρέπεται σε μηχανικό έργο αποβάλεται με μορφή θερμότητας με τα καυσαέρια σε θερμοκρασίες της τάξης των 550 °C. Έτσι, η ανακτώμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ένα εύρος διεργασιών ακόμη και για την παραγωγή ατμού μέσω υψηλών πιέσεων. Όταν ο αεριοστροβίλος λειτουργεί σε μερικό φορτίο η ποσότητα της θερμότητας ανά μονάδα αποδιδόμενης ισχύος είναι μεγαλύτερη.

Οι αεριοστροβίλοι λειτουργούν με μεγάλες περισσειες αέρα (~300% του θεωρητικού) και τα καυσαέρια τους έχουν μεγάλες συγκεντρώσεις σε οξυγόνο ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως οξειδωτικό για την καύση νέας ποσότητας καυσίμου.

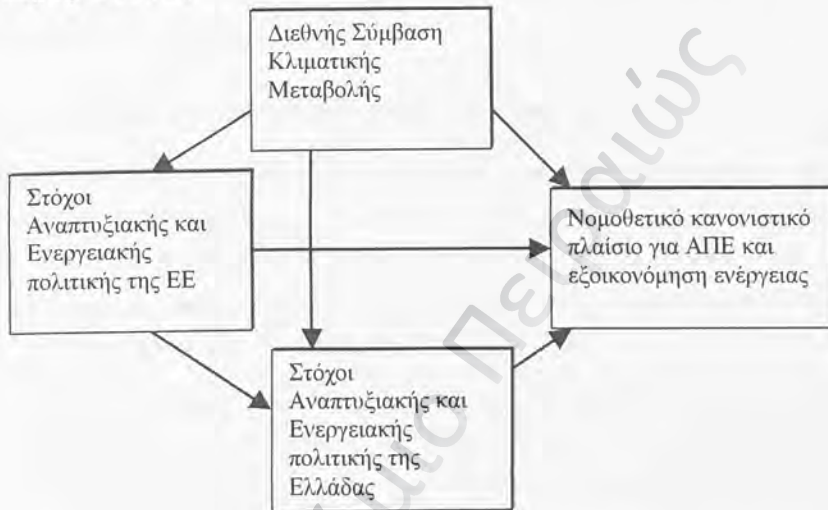
Η διάρκεια ζωής των αεριοστροβίλων με κανονική συντήρηση υπερβαίνει τις 100.000 ώρες λειτουργίας. Η ετήσια διαθεσιμότητά τους μπορεί να υπερβεί το 98% ενώ η χρήση υγρών καυσίμων μειώνει το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο αστοχιών.

Η έρευνα που αφορά τους αεριοστροβίλους στρέφεται κυρίως στην κατεύθυνση της ανάπτυξης πιο αποδοτικών μικρών αεριοστροβίλων. Ένα δεύτερο πεδίο έρευνας είναι η χρήση κεραμικών υλικών στους στροβίλους που θα επιτρέψει μικρότερες περισσειες αέρα και συνεπώς λιγότερη ισχύ χαμένη στον αεροσυμπιεστή.

4. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

4.1 Εισαγωγή

Το θεσμικό πλαίσιο που καθορίζει νομοθετικές και κανονιστικές παραμέτρους για τις ενεργειακές επενδύσεις επηρεάζεται σημαντικά από την συμμετοχή της χώρας μας στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα, αλλά και την παρουσία της ως εναισθητοποιημένου μέλους της παγκόσμιας κοινότητας.



Σχήμα 4.1. Ποιοτικές αλληλεπιδράσεις Διεθνών, Ευρωπαϊκών και Ελληνικών πολιτικών στη διαμόρφωση του νομοθετικού κανονιστικού πλαισίου για ΑΠΕ και επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Έτσι, η εναισθητοποίηση της διεθνούς κοινότητας για την κλιματική μεταβολή είχε ως συνέπεια αντίστοιχη προσαρμογή της Κοινοτικής αναπτυξιακής και ενεργειακής πολιτικής, η οποία ενσωμάτωσε την παράμετρο αυτή στους υπόλοιπους στόχους που έχει θέσει (αρχή της ενσωμάτωσης). Η Ελλάδα ως μέλος της ΕΕ είναι υποχρεωμένη να ενσωματώνει στην νομοθεσία της την γενικότερη πολιτική της ΕΕ, λαμβάνοντας υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της χώρας μας.

Σύμφωνα με αυτά, η Ελλάδα έχει επικυρώσει τη σύμβαση για την κλιματική μεταβολή και έχει αναλάβει υποχρεώσεις περιορισμού των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στα πλαίσια του πρωτοκόλλου του Κυότο. Επίσης, η απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς ηλεκτρισμού της ΕΕ ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία, ενώ η απελευθέρωση της αγοράς φυσικού αερίου λόγω των ειδικών συνθηκών της Ελλάδας – κυρίως της γεωγραφικής απομόνωσης – αναμένεται να μπει σε εφαρμογή το 2006.

Αναφέρεται ότι οι νόμοι και τα προγράμματα που προβλέπουν χρηματοδοτήσεις των ενεργειακών επενδύσεων εντάσσονται στο παραπάνω πλαίσιο – μάλιστα είναι ισχυρά εργαλεία υλοποίησης πολιτικής – όμως αναπτύσσονται σε ξεχωριστό κεφάλαιο. Στο κεφάλαιο αυτό δίνεται έμφαση στις διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας, στην πολιτική της ΕΕ και πως αυτές επιδρούν στην ελληνική νομοθεσία που καθορίζει τις παραμέτρους για τις επιλεγμένες επενδύσεις που μελετώνται.

4.2 Διεθνείς δεσμεύσεις της Ελλάδας για την κλιματική μεταβολή

4.2.1 Η σύμβαση για την κλιματική μεταβολή

Η αυξανόμενη επιστημονική ανυσημία ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αρνητικές επιπτώσεις στο κλίμα του πλανήτη, οδήγησε στην υπογραφή της Σύμβασης πλαίσιο για την κλιματική αλλαγή, των Ηνωμένων Εθνών στο Ρίο ντε Τζανέιρο τον Ιούνιο του 1992 από το σύνολο σχεδόν των χωρών του πλανήτη. Η Ελλάδα κύρωσε την σύμβαση κάνοντας την νόμο του Ελληνικού Κράτους από τον Απρίλιο του 1994 (Ν. 2205/94).

Ο κατ' εξοχήν στόχος της σύμβασης είναι η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η σύμβαση αναγνωρίζει ότι οι ανεπτυγμένες χώρες πρέπει να αναλάβουν τον πρώτο ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τις καλεί:

- ☞ Να καταβάλουν κάθε δυνατή προσπάθεια με σκοπό την επαναφορά των εκπομπών του CO₂ και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου, μέχρι το έτος 2000, στο επίπεδα του 1990, μεμονωμένα ή σε συνεργασία με άλλες χώρες.
- ☞ Να υιοθετήσουν πολιτικές και μέτρα ώστε να μετριάσουν τις κλιματικές αλλαγές.
- ☞ Να διασφαλίσουν την μεταφορά τεχνολογίας και οικονομικών πόρων προκειμένου να βοηθήσουν τις αναπτυσσόμενες χώρες να αντιμετωπίσουν τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην σύμβαση δεν υπάρχουν νομικά δεσμευτικές υποχρεώσεις με αντίστοιχες κυρώσεις πέραν αυτών της διεθνούς αξιοπιστίας και κύρους.

Η κύρωση από έναν μεγάλο αριθμό μερών και η ενεργοποίηση υπήρξε αξιοσημείωτα γρήγορη αντικατοπτρίζοντας έτσι την σημασία που αποδίδεται στην κλιματική αλλαγή από την διεθνή κοινότητα. Εν τούτοις, γρήγορα αναγνωρίστηκε η ανεπάρκεια των υποχρεώσεων που προέβλεπε η σύμβαση από τα κράτη μέλη και η ανάγκη για την ενδυνάμωσή τους. Στη 1^η

σύνοδο των Συμβαλλομένων Μερών της Σύμβασης (Βερολίνο 1995) θεμελιώθηκε μια διαπραγματευτική διαδικασία ενδυνάμωσης των υποχρεώσεων της Σύμβασης και την προσθήκη συμπληρωματικών δεσμεύσεων από τις ανεπτυγμένες χώρες για την περίοδο μετά το 2000.

Η ανάγκη λήψης συμπληρωματικών δράσεων και ισχυρότερων δεσμεύσεων ενισχύθηκε από τη 2^η έκθεση εκτίμησης για την κλιματική αλλαγή του Διακρατικού Οργάνου για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). Τα συμπεράσματα της 2^{ης} Έκθεσης έγιναν αποδεκτά διεθνώς, συζητήθηκαν κατά την διάρκεια της 2^{ης} Συνόδου των Συμβαλλομένων Μερών (Ιούλιος 1996) και αποτέλεσαν την βάση για την οριστικοποίηση των συνεχιζόμενων διαπραγματεύσεων.

4.2.2 Το Πρωτόκολλο του Κυότο

Η 3^η Σύνοδος των Συμβαλλομένων Μερών έλαβε χώρα στο Κυότο το Δεκέμβριο του 1997. Το αποτέλεσμα της συνάντησης του Κυότο είναι αναγκαστικά ένας συμβιβασμός. Είναι όμως και ένα τεράστιο βήμα, ειδικά αν ληφθούν υπ' όψιν οι χαμηλού τόνου προ – Κυότο εξαγγελίες από μερικά ανεπτυγμένα κράτη.

Το Πρωτόκολλο του Κυότο εξασφαλίζει μια βάση σύμφωνα με την οποία μελλοντικές δράσεις μπορεί να εντατικοποιηθούν. Καθορίζει για πρώτη φορά **νομικά δεσμευτικούς στόχους** για τον περιορισμό των εκπομπών του θερμοκηπίου και επιβεβαιώνει την ικανότητα συνεργασίας της διεθνούς κοινότητας σε θέματα που αφορούν σε ένα σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα.

Το κεντρικό σημείο του Πρωτοκόλλου είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των ανεπτυγμένων κρατών να ελαττώσουν μεμονωμένα ή σε συνεργασία με άλλες χώρες τις εκπομπές 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO, CH₄, N₂O, HFC, PFC και SF₆) την περίοδο 2008 – 2012 σε επίπεδα κατώτερα αυτών του 1990.

Η ΕΕ και οι συνδεδεμένες με αυτήν χώρες δεσμεύτηκαν για μείωση των εκπομπών κατά 8%, οι ΗΠΑ για 7%, η Ιαπωνία για 6% ενώ άλλες χώρες όπως η Ρωσία και η Αυστραλία δεσμεύτηκαν να σταθεροποιήσουν τον ρυθμό της αύξησης των εκπομπών τους.

Για την επίτευξη του στόχου των ανεπτυγμένων κρατών, το Πρωτόκολλο προβλέπει τη χρήση μίας σειράς «εργαλείων» στα οποία περιλαμβάνονται:

- Κοινές στρατηγικές και μέτρα
- Ευέλικτοι μηχανισμοί
 - > Διαπραγμάτευση δικαιωμάτων εκπομπών (emission trading)
 - > Από κοινού εφαρμογή προγραμμάτων (joint implementation)

➤ Μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης (clean development mechanism)

➤ Συνυπολογισμός των απορροφήσεων εκπομπών από καταβόθρες.

4.2.3 Δεσμεύσεις της Ελλάδας στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου και της Σύμβασης.

Στα πλαίσια της από κοινού επίτευξης των υποχρεώσεων, που απορρέουν από τη Σύμβαση, από όλα τα Κράτη – Μέλη της ΕΕ, η Ελληνική Κυβέρνηση, αφού έλαβε υπόψη οικονομικές και κοινωνικές παραμέτρους, συμφώνησε πως ένας ρεαλιστικός στόχος για την Ελλάδα είναι ο περιορισμός της συνολικής αύξησης εκπομπών του CO₂ σε 15% ± 3% μέχρι το 2000 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, όπως αναφέρεται στο Ελληνικό σχέδιο δράσης για την μείωση των εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων.

Όσον αφορά το στόχο της ΕΕ για μείωση των εκπομπών κατά 8% την περίοδο 2008-2012, αυτό θα επιτευχθεί από κοινού από όλα τα Κράτη – Μέλη της ΕΕ σύμφωνα με το άρθρο 4 του Πρωτοκόλλου. Ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων, στο εσωτερικό της ΕΕ, αποτέλεσε αντικείμενο συμφωνίας στο Συμβούλιο Υπουργών Περιβάλλοντος τον Ιούνιο του 1998. Στον επόμενο πίνακα αναγράφονται οι δεσμεύσεις όλων των Κρατών – Μελών της ΕΕ.

Πίνακας 4.1. Υποχρεώσεις των Κρατών – Μελών της ΕΕ για την χρονική περίοδο 2008-2012 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (ΣΥΠ Ιουνίου 1998)

<i>Χώρα</i>	<i>Ποσοστό</i>
Αυστρία	-13%
Βέλγιο	-7,5%
Γαλλία	0%
Γερμανία	-21%
Δανία	-21%
Ελλάδα	+25%
Ηνωμένο Βασίλειο	-12,5%
Ιρλανδία	+13%
Ισπανία	+15%
Ιταλία	-6,5%
Λουξεμβούργο	-28%
Ολλανδία	-6%
Πορτογαλία	+27%
Σουηδία	+4%
Φινλανδία	0%

Τονίζεται ότι ο ιδιαίτερος διαφοροποιημένος στόχος του κάθε Κράτους – Μέλους είναι δεσμευτικός και προβλέπονται κυρώσεις για την μη-επίτευξη του, έστω και αν ο συνολικός στόχος της ΕΕ επιτευχθεί.

Για την επίτευξη των στόχων και υποχρεώσεων του Πρωτοκόλλου και με σκοπό την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης, η ΕΕ δίνει μεγάλη σημασία στην υιοθέτηση μιας σειράς πολιτικών και μέτρων. Τέτοιου είδους μέτρα περιλαμβάνουν:

- ☞ Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας
- ☞ Προστασία και ανάπτυξη των καταβροθρών (δασικών εκτάσεων)
- ☞ Προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- ☞ Προώθηση της αειφόρου γεωργικής ανάπτυξης
- ☞ Μείωση και σταδιακή κατάργηση των οικονομικών κινήτρων για τη χρήση ορυκτών καυσίμων
- ☞ Μείωση των εκπομπών από τον τομέα των μεταφορών

Το Πρωτόκολλο προβλέπει τη συνεργασία ανάμεσα στα Συμβαλλόμενα Μέρη, δύναται να εξετάσει κατάλληλους τρόπους και μέσα για την αποτελεσματικότερη από κοινού εφαρμογή αυτών των δράσεων, εφόσον αποφασίσει ότι κάτι τέτοιο θα ήταν προς το κοινό όφελος.

4.3 Ευρωπαϊκή και Ελληνική ενεργειακή πολιτική

Οι γενικές αρχές της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής αποτυπώνονται στην Λευκή Βίβλο για την ενέργεια. Σε αυτήν αναφέρεται ότι ο καθορισμός των βασικών αξόνων της ενεργειακής πολιτικής πρέπει να λάβει υπόψη το γενικότερο οικονομικό και πολιτικό πλαίσιο της ΕΕ το οποίο επηρεάζεται από παράγοντες όπως: η παγκοσμιοποίηση των αγορών, η αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, τεχνολογικές εξελίξεις ενώ το περίγραμμα τίθεται από τις ιδρυτικές Συνθήκες της ΕΕ.

Η πιο επίμονη τάση της παγκόσμιας οικονομίας των τελευταίων δεκαετιών είναι αυτή της παγκοσμιοποίησης των αγορών. Υπάρχει ένας αριθμός δυνάμεων που άγουν προς αυτή την κατεύθυνση με πιο σημαντικές τις εξελίξεις στις συγκοινωνίες, τις επικοινωνίες και την τεχνολογία. Σημαντική συνέπεια της παγκοσμιοποίησης είναι η εντατικοποίηση του παγκόσμιου ανταγωνισμού.

Σε οικονομικό επίπεδο η υπογραφή της Συνθήκης του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου (World Trade Organization Agreement) σηματοδότησε την ισχυρή δέσμευση Κρατών για εφαρμογή πολιτικών στην κατεύθυνση της απελευθέρωσης των αγορών. Επίσης, σημαντικό γεγονός ήταν η υπογραφή της Σύμβασης της Ενέργειας στη Σύνοδο Υπουργών της

Λισαβώνας το 1994, με την δέσμευση της απελευθέρωσης του εμπορίου και των επενδύσεων του ενεργειακού τομέα.

Ο ενεργειακός τομέας συμβάλλει σημαντικά στην περιβαλλοντική υποβάθμιση. Επιπροσθέτως, τα προβλήματα που προκαλεί είναι μεγάλης χωρικής κλίμακας, όπως η όξινη βροχή ή και παγκόσμια όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Έτσι, πρόκειται για προβλήματα δύσκολα διαχειρίσιμα με σημαντική χρονική υστέρηση από την ανάληψη δράσης μέχρι την απόκριση του συστήματος.

Για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων που έχουν τεθεί χρειάζεται συντονισμένη προσπάθεια. Η κίνηση προς πιο απελευθερωμένες δομές χρειάζεται διασφάλιση της προστασίας του περιβάλλοντος χωρίς όμως παραβίαση των ιδρυτικών Συνθηκών της ΕΕ. Η δημιουργία ενιαίας αγοράς μπορεί να αποτελέσει σημαντική άγουσα δύναμη για την προστασία του περιβάλλοντος.

Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών αυξάνει την ανταγωνιστικότητα, δίνει την δυνατότητα εκμετάλλευσης νέων ενεργειακών πόρων και δημιουργεί θέσεις εργασίας. Επίσης, είναι σημαντική στην επίτευξη στόχων ενεργειακής πολιτικής όπως η διασφάλιση της τροφοδοσίας και η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης.

Τελικά, η ενεργειακή πολιτική της Κοινότητας θα κριθεί από το βαθμό επίτευξης της ενιαίας αγοράς, την ενσωμάτωση της ιδέας της αειφόρου ανάπτυξης, τη δημιουργία θέσεων εργασίας και τη συνολική ευημερία των πολιτών. Σε αυτό το πλαίσιο οι βασικοί στόχοι που τίθενται είναι:

- Η ανταγωνιστικότητα της οικονομίας
- Η ασφάλεια της τροφοδοσίας
- Η προστασία του περιβάλλοντος

Στο πλαίσιο αυτό δόθηκε προτεραιότητα στην τεχνολογική ανάπτυξη και μέσω διαφόρων Κοινοτικών Προγραμμάτων Έρευνας και Ανάπτυξης αλλά και Επιδεικτικών Έργων, σημειώθηκε σημαντική τεχνολογική πρόοδος, με αποτέλεσμα η ΕΕ να έχει σήμερα μια βιομηχανία ΑΠΕ για όλες τις μορφές των ανανεώσιμων πηγών, η οποία κατέχει ισχυρή θέση παγκοσμίως.

Ο στρατηγικός στόχος της ΕΕ, στο πεδίο των ΑΠΕ, αποτυπώνεται στη Λευκή Βίβλο «Ενέργεια για το Μέλλον: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας». Ο φιλόδοξος αλλά ρεαλιστικός αυτός στόχος είναι η αύξηση του ποσοστού συμμετοχής των ΑΠΕ στην Ακαθάριστη Κατανάλωση ενέργειας εντός της ΕΕ στο 12% μέχρι το έτος 2010. Σε επίπεδο ΕΕ, η ανάπτυξη των ΑΠΕ προϋποθέτει την ενδελεχή εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης, κύριοι άξονες του οποίου είναι:

1. Μέτρα εσωτερικής αγοράς όπως η αναμόρφωση του θεσμικού πλαισίου για την ισότιμη πρόσβαση των ΑΠΕ στην αγορά ηλεκτρισμού, τη φορολόγηση της ενέργειας, την επιδότηση νέων παραγωγικών μονάδων, την ανάπτυξη «χρυσών» και «πράσινων» Ταμείων, την προώθηση των βιοκαυσίμων, την ενσωμάτωση των ΑΠΕ στα κτίρια κ.λπ.
2. Ενίσχυση της Κοινοτικής Πολιτικής με την ενσωμάτωση των ΑΠΕ στην πολιτική για την καταπολέμηση της κλιματικής μεταβολής, την υιοθέτηση του 5^{ου} Προγράμματος Πλαισίου για Έρευνα και Ανάπτυξη, την Ενσωμάτωση των ΑΠΕ συμπληρωματικά με τις δράσεις για την ανεργία και το περιβάλλον στα νέα Περιφερειακά Ταμεία (2000-2006).
3. Μέτρα υποστήριξης όπως εφαρμογή ανταγωνιστικών Προγραμμάτων, δράσεις ενημέρωσης και πληροφόρησης των καταναλωτών, ανάπτυξη Ευρωπαϊκών προδιαγραφών και συστήματος πιστοποίησης, δράσεις προώθησης και ενίσχυσης των έργων ΑΠΕ από τράπεζες κ.λπ.
4. Εκστρατεία για την προαγωγή των έργων ΑΠΕ, κατά την οποία αναμένεται να υλοποιηθούν επενδύσεις σε ΑΠΕ.
5. Δράσεις συνέχισης, που αφορούν στην παρακολούθηση, την καταγραφή και συντονισμό των ενεργειών ανάπτυξης ΑΠΕ.

Η αξιοποίηση των ΑΠΕ και η ενίσχυση της παραπέρα διείσδυσης τους στο Ελληνικό Ενεργειακό Σύστημα, αποτελεί πάγια επιλογή στο Πλαίσιο της Ενεργειακής Πολιτικής της Ελλάδας. Οι πέντε βασικοί στόχοι της εθνικής πολιτικής, όπως χαρακτήθηκαν στο νέο Ενεργειακό σχεδιασμό που αναμένεται να αποτελέσει τη Λευκή Βίβλο για την Ενέργεια στην Ελλάδα είναι:

- ☞ Η διασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού με οικονομικά αποδεκτούς όρους.
- ☞ Η διασφάλιση της εξυπηρέτησης των αναγκών, υπό τις νέες συνθήκες του ανταγωνισμού, υπηρεσίες του δημοσίου συμφέροντος για το σύνολο των πολιτών.
- ☞ Ο περιορισμός των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την παραγωγή, διακίνηση και χρήση ενέργειας ώστε να επιτυγχάνονται βιώσιμη ανάπτυξη και να τηρούνται οι διεθνείς υποχρεώσεις της χώρας.
- ☞ Η ουσιαστική συμβολή του ενεργειακού τομέα στην ανταγωνιστικότητα της οικονομίας, την ισόρροπη περιφερειακή ανάπτυξη και την απασχόληση.
- ☞ Η ανάπτυξη των διακρατικών σχέσεων σε οικονομικό αλλά και πολιτικό επίπεδο για τη βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της χώρας, αλλά και την

ενίσχυση του ρόλου του ενεργειακού μας τομέα στην αγορά της Ν.Α. Ευρώπης, καθώς και στο πλαίσιο συνεργασίας με τις χώρες του Εύξεινου Πόντου και της Μεσογείου.

Η οικονομική απόδοση των ενεργειακών επενδύσεων εντάσεων κεφαλαίου στον κτιριακό τομέα επηρεάζεται από ένα σύνολο νομοθετημάτων που εντάσσονται στο παραπάνω πλαίσιο. Σημαντικό ρόλο έχει η απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρισμού καθώς θα επηρεάσει τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας αλλά παρέχει πλέον το δικαίωμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για ιδιωκατανάλωση (περίπτωση αυτοπαραγωγού). Η απελευθέρωση της αγοράς φυσικού αερίου είναι επίκαιρο θέμα για την ΕΕ, αλλά η γεωγραφική απομόνωση και οι ιδιαίτερες συνθήκες της Ελλάδας απομακρύνουν χρονικά τις επιπτώσεις της στις ενεργειακές επενδύσεις. Τέλος, όπως έχει αναφερθεί, εργαλεία υλοποίησης της πολιτικής είναι τα χρηματοδοτικά κίνητρα τα οποία αναπτύσσονται σε άλλο κεφάλαιο.

4.4 Απελευθέρωση της αγοράς Ηλεκτρισμού

4.4.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει τάση απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτό σηματοδοτείται από τεχνολογικές εξελίξεις (αεριοστρόβιλος και εφαρμογή τους σε συνδυασμένο κύκλο, ΑΠΕ κ.λπ.) που μειώνουν σημαντικά το οικονομικό μέγεθος σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, από μεταβολές στην οικονομική σκέψη του σύγχρονου κράτους, οπότε τίθεται υπό αμφισβήτηση η έννοια του φυσικού μονοπωλίου και έρχονται στο προσκήνιο ενδεχόμενες αναδιαρθρώσεις της βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η αρχή έγινε στις ΗΠΑ με την εισαγωγή του Public Utility Regulatory Policy Act (PURPA) το 1978. Στην Ευρώπη η Αγγλία ήταν από τις πρώτες χώρες που προχώρησε στην απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας. Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έπειτα από περίπου οκτώ χρόνια εσωτερικών διαδικασιών εξέδωσε την Οδηγία 96/92/ΕΚ που αφορά στην εναρμόνιση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας των Κρατών Μελών και θέτει ένα κοινό πλαίσιο για την απελευθέρωση.

4.4.2 Η Οδηγία 96/92 της ΕΕ

Η Οδηγία αφορά σε θέσπιση κοινών κανόνων για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Σύμφωνα με αυτήν ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής απελευθερώνεται και καθορίζονται κανόνες για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

την πρόσβαση στην αγορά, τα κριτήρια και τις διαδικασίες που ισχύουν για τις προσκλήσεις υποβολής προσφορών, τη χορήγηση αδειών και την εκμετάλλευση των δικτύων.

Η ηλεκτρική δραστηριότητα χωρίζεται στην παραγωγή, την μεταφορά και την διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ανοικτή και οποιοσδήποτε μπορεί να συμμετέχει σε αυτή αρκεί να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις. Για την κάλυψη της απαιτούμενης δυναμικότητας τα Κράτη Μέλη μπορούν να εκλέξουν μεταξύ διαδικασίας χορήγησης άδειας ή/και πρόσκλησης υποβολής προσφορών.

Η ευθύνη του συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας αποδίδεται στον διαχειριστή του συστήματος. Εκτός της τεχνικής αρτιότητας του συστήματος μεταφοράς ο διαχειριστής είναι υπεύθυνος για την σειρά φόρτισης των μονάδων, λαμβάνοντας υπόψη οικονομικούς και τεχνικούς περιορισμούς, τα υπάρχοντα συμβόλαια μεταξύ των παραγωγών και των επιλεγόντων καταναλωτών κ.λπ. Προτεραιότητα στην διαδικασία φόρτισης μπορεί να δοθεί σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που λειτουργούν με ΑΠΕ ή συμπαραγωγή και σε εγκαταστάσεις που λειτουργούν με εγχώριες πηγές καυσίμου.

Η ευθύνη για την τεχνική αρτιότητα του δικτύου διανομής αποδίδεται στον διαχειριστή του δικτύου.

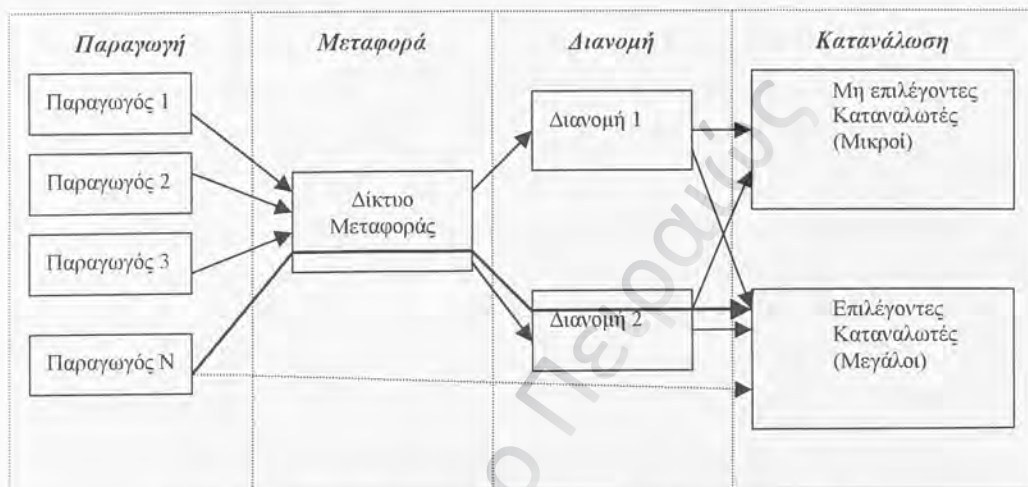
Οι καταναλωτές χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Τους επιλέγοντες και τους μη επιλέγοντες. Ειδικότερα σε ότι αφορά την απελευθέρωση της αγοράς από την πλευρά της ζήτησης ισχύουν τα εξής:

➤ Το ποσοστό απελευθέρωσης της αγοράς κάθε Κράτους Μέλους υπολογίζεται με βάση το Κοινοτικό μερίδιο ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται από τελικούς καταναλωτές των οποίων η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από 40 GWh/έτος ανά σημείο κατανάλωσης. Το ποσοστό απελευθέρωσης θα αυξάνεται σταδιακά.

➤ Επιλέγοντες καταναλωτές (Eligible Consumers) είναι οποσδήποτε εκείνοι που καταναλώνουν ανά σημείο κατανάλωσης περισσότερο από 100 GWh/έτος ενώ τα Κράτη Μέλη μπορούν να ορίσουν επιπλέον κατηγορίες επιλεγόντων μέχρι να επιτευχθεί το καθορισμένο ποσοστό απελευθέρωσης. Επίσης, επιτρέπονται οι συμβάσεις προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ καταναλωτή και παραγωγού ηλεκτρισμού διαφορετικών Κρατών Μελών στην περίπτωση που ο καταναλωτής θεωρείται επιλέγων και για τα δύο δίκτυα. Οι επιχειρήσεις παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να προμηθεύουν απευθείας τις εγκαταστάσεις τους, τις θυγατρικές και τους επιλέγοντες πελάτες τους.

Ο κοινοτικός μέσος όρος απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρισμού ορίζεται με ανακοίνωση της επιτροπής στις 10/11/99 σε 30% μέχρι το 2000, 35% μέχρι το 2001 και 40% μέχρι το 2003 ενώ αργότερα προβλέπεται πλήρης απελευθέρωση.

Η εφαρμογή της Οδηγίας αρχίζει από την 19^η Φεβρουαρίου 1999 για όλα τα Κράτη Μέλη εκτός από το Βέλγιο και την Ιρλανδία για τα οποία ως ημερομηνία ορίζεται η 19^η Φεβρουαρίου 2000 και την Ελλάδα για την οποία ορίζεται η 19^η Φεβρουαρίου 2001.



Σχήμα 4.2. Σχηματική απεικόνιση απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρισμού

4.4.3Η αγορά ηλεκτρισμού στην Ελλάδα

Για δεκαετίες η ηλεκτρική δραστηριότητα είναι αποκλειστική υπόθεση, με την αντίστοιχη νομοθετική κατοχύρωση, της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ). Ο Νόμος 1559/85 «Περί ρυθμίσεως θεμάτων εναλλακτικών μορφών ενέργειας και ειδικών θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα» παρέχει, κατ' εξαίρεση του αποκλειστικού δικαιώματος της ΔΕΗ, το δικαίωμα σε βιομηχανικούς καταναλωτές να εγκαθιστούν μονάδες συμπαραγωγής υπό ορισμένες προϋποθέσεις και περιορισμούς. Το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας αυτών των νέων παραγωγών (αυτοπαραγωγοί) διατίθεται αποκλειστικά στην ΔΕΗ με τιμολόγια που αντανακλούν το αποφευγόμενο κόστος (avoided cost). Το αποφευγόμενο αυτό κόστος υπολογίζεται βάση του κόστους καυσίμου που εξοικονομείται καθώς η παραγωγή του αυτοπαραγωγού δεν θεωρείται εγγραμμένη και κατά συνέπεια δεν θεωρείται ότι η ΔΕΗ αποφεύγει επενδύσεις. Η τιμή αυτή είναι χαμηλή της τάξης των 5 δραχμών ανά kWh (Κόστος εκμετάλλευσης, ΔΕΗ, 1994).

Με την ψήφιση του Νόμου 2244/94 ο οποίος αντικαθιστά τον παλιό, το νομικό πλαίσιο της ηλεκτροπαραγωγής εξελίσσεται περαιτέρω. Η ηλεκτροπαραγωγή επιτρέπεται σε δύο, εκτός ΔΕΗ, κατηγορίες παραγωγών: στους αυτοπαραγωγούς που αποσκοπούν σε κάλυψη των ιδιοαναγκών τους και στους ανεξάρτητους παραγωγούς, που αποσκοπούν στην πώληση του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στην ΔΕΗ. Οι παραγωγοί μπορεί να είναι οποιαδήποτε φυσικά ή νομικά πρόσωπα και δεν περιορίζονται μόνο στον βιομηχανικό τομέα. Επίσης, καθορίζονται πιο ευνοϊκά τιμολόγια για την πώληση του ηλεκτρισμού στο δίκτυο.

Ο νόμος 2773/99 για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρισμού ψηφίστηκε το Δεκέμβριο του 1999 και αποτελεί την ενσωμάτωση της Οδηγίας 96/92/ΕΚ στην Ελληνική νομοθεσία. Η βασική δομή της αγοράς που προβλέπει ο Νόμος είναι αυτή που περιγράφεται στο χωρίο της Οδηγίας 96/92/ΕΚ.

Επιπλέον, θεσμοθετείται η Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) ως Ανεξάρτητη Αρχή που υπάγεται στο Υπουργείο Ανάπτυξης και έχει αρμοδιότητες εποπτείας της αγοράς ενέργειας και γνωμοδοτεί για διάφορα ζητήματα. Έτσι, ενώ στα πλαίσια του 2244/94 για την εγκατάσταση μιας μονάδας ΣΗΘ χρειαζόταν η γνωμοδότηση της ΔΕΗ, τώρα χρειάζεται η γνωμοδότηση της ΡΑΕ.

Σύμφωνα με τον Νόμο, ως επιλέγοντες καταναλωτές ορίζονται όσοι καταναλωτές του διασυνδεδεμένου συστήματος έχουν ετήσια κατανάλωση συμπεριλαμβανομένης και της αυτοπαραγωγής ανά σημείο κατανάλωσης περισσότερο από 100 GWh /έτος. Επίσης, καταναλωτές κατά σημείο κατανάλωσης αναγνωρίζονται ως επιλέγοντες με απόφαση της ΡΑΕ, σύμφωνα με τους όρους και τα κριτήρια που ορίζονται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης.

Ο Νόμος επίσης ορίζει τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που θα έχουν προτεραιότητα κατά την διαδικασία της φόρτισης. Έτσι, προτεραιότητα δίνεται:

1. στις μονάδες από ΑΠΕ μέχρι 50 MW_e
2. στις υδροηλεκτρικές μέχρι 10 MW_e
3. στις μονάδες ΣΗΘ μέχρι 35 MW_e
4. στο πλεόνασμα των αυτοπαραγωγών από ΑΠΕ
5. στο πλεόνασμα αυτοπαραγωγών από ΣΗΘ μέχρι 50 MW_e

Στις ΑΠΕ δεν περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις καύσης στερεών αστικών απορριμμάτων.

Επίσης, διαφορές παρατηρούνται στους περιορισμούς της εγκατεστημένης ισχύος των μονάδων ΣΗΘ των αυτοπαραγωγών στο νέο νομοθετικό πλαίσιο. Έτσι, ενώ ο 2244/94 απαγόρευε την εγκατάσταση μονάδων ΣΗΘ από αυτοπαραγωγούς ισχύος μεγαλύτερης του

συνόλου της θερμικής και μηχανικής ισχύος (υπολογισμένη ποια χρονική στιγμή;) των εγκαταστάσεων του. Ο νέος νόμος θέτει έμμεσο περιορισμό μεγέθους ορίζοντας τους ελάχιστους επιτρεπόμενους ετήσιους βαθμούς απόδοσης του συστήματος ως εξής: στην περίπτωση που η πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι ΑΠΕ, ο συνολικός ετήσιος βαθμός απόδοσης δεν μπορεί να είναι μικρότερος από 65% ενώ στην περίπτωση τεχνολογίας συνδυασμένου κύκλου 75%. Ειδικά για την ΣΗΘ στον τριτογενή τομέα ο ελάχιστος βαθμός απόδοσης ορίζεται στο 60%.

Όσον αφορά την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ ή μέσω ΣΗΘ και πωλείται στο δίκτυο, ισχύουν τα εξής:

ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	
<i>Χρέωση Ενέργειας</i>	<i>Χρέωση Ισχύος</i>
<i>Παραγωγή ή ΣΗΘ από ΑΠΕ</i>	
90% (ΜΤ ΓΧ)	50% (ΜΤ ΓΧ)
<i>ΣΗΘ με συμβατικά καύσιμα</i>	
70% (ΜΤ ΓΧ/ΥΤ)	50% (ΜΤ ΓΧ/ΥΤ)
<i>Πλεόνασμα αυτοπαραγωγών</i>	
70% για παραγωγή ή ΣΗΘ από ΑΠΕ	60% για παραγωγή από απόβλητα ή ΣΗΘ με συμβατικά καύσιμα
ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	
<i>Μόνο χρέωση ενέργειας (ΓΧ ΜΧ ΧΤ)</i>	
90% για παραγωγή ή ΣΗΘ από ΑΠΕ	
70% για το πλεόνασμα των αυτοπαραγωγών από ΑΠΕ	
60% για το πλεόνασμα των αυτοπαραγωγών από ΑΠΕ	

4.4.4 Επίδραση του Νόμου 2773/99 στον τουριστικό τομέα

Όλες οι ξενοδοχειακές μονάδες της Ελλάδας έχουν κατανάλωση ανά σημείο κατανάλωσης μικρότερη από 100 GWh/έτος και κατά συνέπεια το εάν θα θεωρηθούν ή όχι επιλέγοντες καταναλωτές θα καθοριστεί από κριτήρια που δεν έχουν ανακοινωθεί ακόμη. Είναι αρκετά πιθανό ορισμένες μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες του διασυνδεδεμένου συστήματος να αναγνωριστούν ως επιλέγοντες καταναλωτές. Οι ειδικές τεχνικές απαιτήσεις του μη

διασυνδεδεμένου συστήματος δεν αφήνουν περιθώριο αναγνώρισης επιλεγόντων καταναλωτών.

Δεδομένης της γεωγραφικής απομόνωσης της χώρας και της έλλειψης διασύνδεσης με το ηλεκτρικό σύστημα των υπόλοιπων Κρατών Μελών τα περιθώρια επιλογής προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μικρά τουλάχιστον στο εγγύς μέλλον.

Έτσι, η υπάρχουσα κατάσταση για τις ξενοδοχειακές επιχειρήσεις δεν φαίνεται να διαφοροποιείται αισθητά όσον αφορά την ενέργεια που μπορούν να προμηθευτούν από το δίκτυο. Ο περιορισμός που θέτει ο Νόμος 2773/99 για την ΣΗΘ στις τουριστικές επιχειρήσεις είναι ότι ο ετήσιος βαθμός απόδοσης πρέπει να υπερβαίνει το 60%. Αυτός ο περιορισμός έχει ως στόχο την ορθολογική χρήση της ενέργειας και έχει μικρή επίδραση στην οικονομικότητα του συστήματος. Πολύ κρισιμότεροι παράγοντες για την οικονομική βιωσιμότητα είναι η χαμηλή διαθεσιμότητα φυσικού αερίου με την παράλληλη απουσία ταρίφας ΣΗΘ. Η αγορά φυσικού αερίου για ΣΗΘ στην τιμή που πωλείται για συμβατική καύση είναι απαγορευτικά υψηλή. Αναφέρεται ότι η υπάρχει ταρίφα ΣΗΘ για την βιομηχανία (~65 δρχ/Nm³).

5. ΠΗΓΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Τα έργα αξιοποίησης των ΑΠΕ αλλά και της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω επενδύσεων σε ενεργητικά συστήματα είναι σε μεγάλο βαθμό έργα «εντάσεως κεφαλαίου». Έτσι, η δυνατότητα εξασφάλισης των αναγκαίων χρηματοδοτικών κεφαλαίων καθίσταται κορυφαία προτεραιότητα. Χρηματοδότηση ως κίνητρο για την πραγματοποίηση της επένδυσης μπορεί να προκύψει είτε στα πλαίσια του Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, είτε μέσω του Αναπτυξιακού Νόμου για την ενίσχυση ιδιωτικών επενδύσεων. Τα παραπάνω υλοποιούν πάγιους στόχους αναπτυξιακής πολιτικής του Ελληνικού Κράτους και της ΕΕ και είχαν και θα έχουν σημαντική χρονική διάρκεια.

Ένας αριθμός έργων με καινοτομικά χαρακτηριστικά μπορεί να χρηματοδοτηθεί μέσω Εθνικών (π.χ. ΕΠΕΤ II) και Κοινοτικών (π.χ. JOULE/THERMIE) προγραμμάτων. Η συμβατότητα αυτών με χρηματοδοτικούς μηχανισμούς που εμπλέκουν και άλλους φορείς όπως εταιρίες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών (π.χ. μηχανισμός χρηματοδότησης από τρίτους) πρέπει να διερευνάται στην βάση κάθε έργου. Επιπλέον, οι εταιρίες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών δεν ενδείκνυται να στηρίζουν το επιχειρηματικό τους σχέδιο πάνω σε αυτά καθώς η συνεχισή τους είναι αβέβαιη.

Τέλος, οι επενδύσεις αυτές μπορεί να χρηματοδοτηθούν από χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς όπως οι εμπορικές και αναπτυξιακές τράπεζες. Η χρηματοδότηση αυτή είναι σε μορφή δανείου και δεν περιλαμβάνεται στα κίνητρα υλοποίησης των επενδύσεων. Επιπλέον, ο καινοτομικός χαρακτήρας των ενεργειακών επενδύσεων αλλά και ένα σύνολο άλλων χαρακτηριστικών κάνει τις εμπορικές τράπεζες να αντιμετωπίζουν διστακτικά τις επενδύσεις αυτές. Έτσι, οι εμπορικές τράπεζες δεν έχουν σημαντική εμπειρία και την αντίστοιχη εξειδίκευση για την αποτίμηση των επενδύσεων αυτών. Επιπροσθέτως, το μέγεθος των επενδύσεων είναι αρκετές φορές μικρό, με αποτέλεσμα να μη θεωρούνται σημαντικές για λεπτομερή αξιολόγηση. Τα παραπάνω μεταφράζονται σε υψηλά επιτόκια δανεισμού της τάξης του 13-14%.

Στην συνέχεια αναλύονται περισσότερο η χρηματοδότηση μέσω του Αναπτυξιακού Νόμου και του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας (ΕΠΕ).

5.2 Νόμος για την ενίσχυση Ιδιωτικών Επενδύσεων – Αναπτυξιακός Νόμος

Οι ενισχύσεις που παρέχει το Ελληνικό Κράτος σε ιδιωτικές επενδύσεις προσδιορίζονται στο Νόμο 2601/98, που αποτελεί την εξέλιξη παλαιότερων αντίστοιχων νομοθετημάτων (πχ. 1892/95), και είναι γνωστός ως Αναπτυξιακός Νόμος. Στο άρθρο 1 οριοθετείται ο σκοπός του νόμου ως η ανάπτυξη των ιδιωτικών επενδύσεων στην Ελλάδα και μέσω αυτών η συμβολή στην περιφερειακή ανάπτυξη, η αύξηση των θέσεων απασχόλησης, η αύξηση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων, η αναδιάρθρωση τομέων και κλάδων της παραγωγής, η αξιοποίηση των επιχειρηματικών ευκαιριών στον ελληνικό και ευρύτερο διεθνή χώρο και η συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι ενισχύσεις λαμβάνουν μορφή:

- Επιχορήγησης κόστους επένδυσης (ή επιχειρηματικού σχεδίου) που συνίσταται στην δωρεάν παροχή από το Δημόσιο χρηματικού ποσού για την κάλυψη τμήματος της ενισχυόμενης δαπάνης.
- Επιδότησης τόκων δανείων που συνίσταται στην κάλυψη από το Δημόσιο τμήματος των καταβαλλόμενων τόκων των μεσοπρόθεσμων δανείων τετραετούς τουλάχιστον διάρκειας που λαμβάνονται για την υλοποίηση της ενισχυόμενης δαπάνης της επένδυσης.
- Επιδότησης χρηματοδοτικής μίσθωσης που συνίσταται στην κάλυψη από το Δημόσιο τμήματος των καταβαλλόμενων δόσεων χρηματοδοτικής μίσθωσης που συνάπτεται για την απόκτηση της χρήσης καινούργιου μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού.
- Φορολογικής απαλλαγής ύψους μέχρι ενός ποσοστού ή του συνόλου της αξίας της πραγματοποιούμενης και ενισχυόμενης δαπάνης της επένδυσης ή και της αξίας της χρηματοδοτικής μίσθωσης καινούργιου μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού του οποίου αποκτάται η χρήση.
- Ειδικών κινήτρων για ιδιαίτερα σημαντικές βιομηχανικές, μεταλλευτικές και τουριστικές επενδύσεις, ύψους άνω των 25 δισεκατομμυρίων δραχμών.

Σύμφωνα με το άρθρο 3, το οποίο καθορίζει τις επιχειρηματικές δραστηριότητες και τις ενισχυόμενες δαπάνες παράγραφος 1δ, στις επιχειρηματικές δραστηριότητες περιλαμβάνονται και οι επιχειρήσεις τουρισμού ενώ οι ενισχυόμενες δαπάνες είναι:

1. Η κατασκευή, η επέκταση, ο εκσυγχρονισμός κτιριακών ειδικών και βοηθητικών εγκαταστάσεων, καθώς και οι δαπάνες του περιβάλλοντος χώρου.

2. Η αγορά και εγκατάσταση καινούργιων σύγχρονων μηχανημάτων και λοιπού εξοπλισμού. Τα μισθώματα χρηματοδοτικής μίσθωσης καινούργιων σύγχρονων μηχανημάτων και λοιπού εξοπλισμού του οποίου αποκτάται η χρήση.
3. Η αγορά και εγκατάσταση καινούργιων σύγχρονων συστημάτων αυτοματοποίησης διαδικασιών και μηχανοργάνωσης, συμπεριλαμβανομένων των δαπανών αγοράς αναγκαίου λογισμικού και των δαπανών εκπαίδευσης του προσωπικού στο στάδιο εγκατάστασής του.
4. Οι δαπάνες μελετών που αποσκοπούν στην εισαγωγή, ανάπτυξη και εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας, τεχνογνωσίας και σύγχρονων μεθόδων.
5. Η αγορά καινούργιων μεταφορικών μέσων μαζικής μεταφοράς προσωπικού.

Για τις επενδύσεις ή/και προγράμματα χρηματοδοτικής μίσθωσης εξοπλισμού, οι νέοι επενδυτικοί φορείς ενισχύονται εναλλακτικά με (i) επιχορήγηση και επιδότηση τόκων ή/και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης και (ii) φορολογική απαλλαγή και επιδότηση τόκων.

Τα ποσοστά ενίσχυσης των δαπανών κιμαίνονται από 15 έως 40% ανάλογα με την περιοχή και το εάν ο φορέας που υλοποιεί την επένδυση είναι νέος ή παλαιός. Νέοι θεωρούνται οι φορείς που συστάθηκαν πριν από 5 έτη ή και νωρίτερα. Η επικράτεια κατανέμεται σε 4 περιοχές για τις οποίες ισχύουν διαφορετικοί ποσοστά ενίσχυσης. Στο παράρτημα 2 δίνεται η κατάταξη των περιοχών της χώρας και οι αντίστοιχες ενισχύσεις για παλιούς και νέους φορείς.

Ειδικά για τις επενδύσεις ή/και προγράμματα χρηματοδοτικής μίσθωσης εξοπλισμού που αναφέρονται στην παραγωγή ηλεκτρισμού από ΑΠΕ, παρέχονται σε όλες τις περιοχές της χώρας ενιαία ποσοστά ενίσχυσης ως εξής :

- A. επιχορήγηση 40%, επιδότηση τόκων 40%, επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης 40%, ή εναλλακτικά
- B. φορολογική απαλλαγή 100%, επιδότηση τόκων 40%.

Το ποσοστό της ίδιας συμμετοχής του επενδυτή στις επενδύσεις που εντάσσονται στο καθεστώς ενίσχυσης της επιχορήγησης και επιδότησης τόκων, δεν μπορεί να είναι κατώτερο του 40% των ενισχυόμενων (επιλέξιμων) δαπανών.

5.3 Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας

Μέσα στο πλαίσιο του 2^{ου} πακέτου Delors σχεδιάστηκε (συνεργασία Commission και ελληνικών αρχών) το πρόγραμμα πλαίσιο 1994-1999, το γνωστό ως Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης (ΚΠΣ). Αυτό το ΚΠΣ ύψους 13.980 εκατομμυρίων ECU (τιμές 1994) περιλαμβάνει

17 επιμέρους προγράμματα, που εφαρμόζονται σε όλη την επικράτεια χωρίς κάποια εκ των προταίρων γεωγραφική κατανομή και που τα λέμε εντός εισαγωγικών Εθνικά, όπως το επιχειρησιακό πρόγραμμα ενέργειας, το επιχειρησιακό πρόγραμμα για έρευνα και τεχνολογία, το επιχειρησιακό πρόγραμμα περιβάλλοντος και 13 Περιφερειακά Πολυταμειακά Προγράμματα, ένα ανά Ελληνική Περιφέρεια.

Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας (ΕΠΕ), με προϋπολογισμό 392,8 δις. δρχ. ήταν πενταετούς διάρκειας (1994 – 1999), υλοποιήθηκε με συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης (41% αποτέλεσε εθνική δημόσια συνεισφορά, 32% κοινοτική συνεισφορά και το υπόλοιπο 27% καλύφθηκε από συμμετοχή ιδιωτών σε ενεργειακές επενδύσεις).

Μεταξύ των στόχων του Προγράμματος, που αποτελούν και στόχους της ενεργειακής πολιτικής της χώρας συγκαταλέχθηκαν:

- ⇒ η κάλυψη των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών,
- ⇒ η εξοικονόμηση ενέργειας,
- ⇒ η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ),
- ⇒ ο εντοπισμός και η μελέτη των δυνατοτήτων αξιοποίησης εγχώριων ενεργειακών πόρων.

Το ΕΠΕ χωρίζεται σε 5 υποπρογράμματα ως εξής:

- ⇒ Υποπρόγραμμα για την παραγωγή ηλεκτρισμού
- ⇒ Υποπρόγραμμα για την εξοικονόμηση ενέργειας
- ⇒ Υποπρόγραμμα για τις ΑΠΕ
- ⇒ Υποπρόγραμμα για τις ερευνητικές δραστηριότητες (κυρίως ΙΓΜΕ)
- ⇒ Υποπρόγραμμα για την τεχνική βοήθεια

Καθένα από τα υποπρογράμματα αυτά περιλαμβάνει ένα σύνολο Μέτρων από τα οποία αναφέρονται το Μέτρο 2.2 που αφορά σε επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ΣΗΘ και ένταξη φυσικού αερίου ή υγραερίου και το Μέτρο 3.2 που αφορά την παροχή οικονομικών κινήτρων για την ενίσχυση της ανάπτυξης εφαρμογών οι οποίες θα εκμεταλλεύονται ΑΠΕ.

5.3.1 Εξοικονόμηση ενέργειας - Μέτρο 2.2

Το μέτρο 2.2 αφορά «οικονομικά κίνητρα για την πραγματοποίηση επενδύσεων κυρίως από ενεργοβόρους καταναλωτές» και απευθύνεται σε μεγάλους ενεργειακούς καταναλωτές του βιομηχανικού τομέα και του τριτογενούς τομέα (ξενοδοχεία, νοσοκομεία, σχολεία, κ.λπ.). Στους στόχους του περιλαμβάνεται και η ενίσχυση της χρηματοδότησης από τρίτους. Δεν περιλαμβάνονται στις επιλέξιμες επιχειρήσεις οι φορείς του δημοσίου τομέα. Ο δημόσιος

τομέας περιλαμβάνει το δημόσιο και τα νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου, τις τράπεζες που ανήκουν κατά πλειοψηφία στο δημόσιο, καθώς και τα νομικά πρόσωπα ιδιωτικού δικαίου δημοσίου χαρακτήρα που επιδιώκουν κοινοφελείς και άλλους δημόσιους σκοπούς και τις θυγατρικές εταιρίες αυτών ενώ δεν περιλαμβάνονται οι επιχειρήσεις των ΟΤΑ.

Το συνολικό κόστος του μέτρου ανέρχεται σε 325 MECU και η ιδιωτική συμμετοχή προϋπολογίζεται στο 65% του συνολικού κόστους. Η συμμετοχή έκαστης επένδυσης πρέπει να καλυφθεί τουλάχιστον κατά 50% από ίδια κεφάλαια, στα οποία περιλαμβάνονται και τα κεφάλαια που προέρχονται από τρίτο μέρος, σύμφωνα με τον μηχανισμό χρηματοδότησης από τρίτους.

5.3.2 Οικονομικά κίνητρα για ΑΠΕ – Μέτρο 3.2

Το μέτρο αυτό αφορούσε στην παροχή οικονομικών κινήτρων για την ενίσχυση της ανάπτυξης εφαρμογών οι οποίες θα εκμεταλλεύονταν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Για το σκοπό αυτό δεσμεύτηκαν περίπου 23 δισ. δρχ για την επιχορήγηση επενδύσεων ΑΠΕ συνολικού ύψους 51 δισ. δρχ συμπεριλαμβανομένης και της συμμετοχής των επενδυτών. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται το μέγεθος της παρεχόμενης επιχορήγησης ανάλογα με το είδος της πραγματοποιούμενης επένδυσης.

Προκειμένου να είναι δυνατή η εφαρμογή του ΕΠΕ και η καταβολή της επιχορήγησης, ο φορέας που θα υποβάλλει την πρόταση θα πρέπει αφενός να είναι κύριος του χώρου στον οποίο θα πραγματοποιηθεί η επένδυση, και αφετέρου να έχει ισχύ «Νομικού Προσώπου Ιδιωτικού Δικαίου», να έχει δηλαδή οικονομική βάση.

Το ΕΠΕ έχει σήμερα ολοκληρωθεί, ωστόσο νεώτερες χρηματοδοτικές ευκαιρίες αναμένεται να δώσει το Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης, η κατάρτιση του οποίου θα ολοκληρωθεί κατά το προσεχές διάστημα. Όμως σύμφωνα με εκτιμήσεις κρατικών φορέων, επικρατεί η τάση μείωσης των επιχορηγήσεων από την Ε.Ε.

Πίνακας 5.1. Επιχορήγηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ από το ΕΠΕ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ		ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΟΡΙΟ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (εκ. δρχ)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗΣ (%)
<i>Μέτρο 2.2</i>			
A1.	Εξοικονόμηση ενέργειας	20 (νησιά Αιγαίου εκτός Ρόδου - Κρήτης) 100 (υπ. Ελλάδα)	45 - 50
B1.	Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας (ψύξη)	100	35
Γ1.	Υποκατάσταση με φυσικό αέριο ή υγραέριο	20	30 - 40
<i>Μέτρο 3.2</i>			
A2.	Αιολικά συστήματα		40 - 50
B2.	Γεωθερμικές εφαρμογές		45 - 50
Γ2.	Μικρά υδροηλεκτρικά έργα		45 - 50
Δ2.	Κεντρικά Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα		35 - 50
E2.	Αξιοποίηση Βιομάζας		45 - 50
ΣΤ2.	Φωτοβολταϊκά Συστήματα		50 - 55
Z2.	Παθητικά Συστήματα		40 - 50
H2.	Αυτομ. Υβριδικών Συστ. ΑΠΕ		50

Πηγή: [28]

5.4 Αναπτυξιακός Νόμος και ΕΠΕ. Σχολιασμός - σύγκριση

Όπως αναφέρθηκε το ΕΠΕ έχει ολοκληρωθεί, αλλά εν αναμονή του επόμενου ΚΠΣ η σύγκριση μεταξύ του Αναπτυξιακού Νόμου και του ΕΠΕ αποκτά κάποια αξία.

Αν και σε ορισμένες περιπτώσεις η χρηματοδότηση που παρέχεται στους ιδιώτες σύμφωνα με τον Αναπτυξιακό Νόμο είναι υψηλότερη από αυτή που προέβλεπε το ΕΠΕ το τελευταίο είναι εκείνο που παρείχε τα περισσότερα κίνητρα για την πραγματοποίηση επενδύσεων στον ενεργειακό τομέα.

Ο Αναπτυξιακός Νόμος θέτει κάποιους περιορισμούς, οι οποίοι αποτρέπουν τους επενδυτές να τον αξιοποιήσουν για ενεργειακές επενδύσεις. Οι σημαντικότεροι περιορισμοί είναι οι εξής:

➤ Η επιχορήγηση καταβάλλεται στους ιδιώτες αφού ολοκληρωθούν οι εργασίες ανέγερσης της επένδυσης, με αποτέλεσμα να χρειάζεται ο επενδυτής να δεσμεύσει ίδια κεφάλαια. Ειδικά στην περίπτωση του ενεργειακού τομέα, όπου οι επενδύσεις είναι εντάσεως κεφαλαίου, τα ίδια κεφάλαια που πρέπει να δεσμεύσει ο ιδιώτης είναι σημαντικά υψηλά.

➤ Για να αξιολογηθεί η προτεινόμενη επένδυση και να κριθεί ως κατάλληλη ή ακατάλληλη για επιχορήγηση, απαιτείται η έκδοση της ειδικής άδειας εγκατάστασής της. Η διαδικασία αυτή είναι χρονοβόρα και καθίσταται περιττή για την περίπτωση που η επένδυση τελικώς δεν επιχορηγηθεί.

➤ Ο Αναπτυξιακός νόμος ταυτίζει τον επενδυτή με τον τελικό χρήστη της ενέργειας. Το στοιχείο αυτό υπονομεύει την συμβατότητα των συμβολαίων χρηματοδότησης από τρίτους με τον νόμο που θα μπορούσαν να αρθούν με την ανάπτυξη κατάλληλου θεσμικού πλαισίου ανάλογο με αυτό της χρηματοδοτικής μίσθωσης.

➤ Επίσης, ο νόμος θέτει ως κατώτατο όριο ίδιας συμμετοχής στην επένδυση το 40%.

Αντίθετα το ΕΠΕ είναι εξειδικευμένο σε θέματα ενέργειας και στις επενδύσεις που σχετίζονται με αυτά. Έτσι:

➤ διευκολύνει του επενδυτές που αντιμετωπίζουν πρόβλημα ρευστότητας, δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος της επιχορήγησης καταβάλλεται στην αρχή του έργου, αφού αξιολογηθεί, εγκριθεί και υπογραφεί η σύμβαση. Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του έργου και αφού πραγματοποιηθεί ενεργειακή επιθεώρηση καταβάλλεται στους επενδυτές και το υπόλοιπο ποσό των χρημάτων.

➤ Σε αντίθεση με τον Αναπτυξιακό Νόμο, δεν απαιτείται για την αξιολόγηση της επένδυσης η ειδική άδεια εγκατάστασης. Η άδεια αυτή είναι απαραίτητη μόνο κατά την υπογραφή των συμβάσεων, όπου το έργο έχει κριθεί κατάλληλο για επιχορήγηση.

➤ Το ΕΠΕ ενθαρρύνει τον μηχανισμό χρηματοδότησης από τρίτους.

➤ Αν και το ΕΠΕ θέτει ως κατώτατο όριο ίδιας χρηματοδότησης της επένδυσης το 50%, εντούτοις στα ίδια κεφάλαια περιλαμβάνονται και αυτά που προέρχονται από το τρίτο μέρος σύμφωνα με τον μηχανισμό χρηματοδότησης από τρίτους.

6.1 Εισαγωγή

Η οικονομική ανάπτυξη των τελευταίων ετών έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας. Επιπροσθέτως, οι χαμηλές τιμές ενέργειας καθιστούν επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας μη οικονομικά βιώσιμες, ενώ παράλληλα περιορίζουν το ενδιαφέρον των υποψηφίων επενδυτών για σύγχρονες ενεργειακές τεχνολογίες. Γεννιέται έτσι το ερώτημα: δεδομένου ότι οι διαθέσιμοι πόροι είναι περιορισμένοι, πως μπορεί να ενθαρυνθεί η οικονομική ανάπτυξη χωρίς την παράλληλη δημιουργία κινδύνου της ενεργειακής τροφοδοσίας αλλά και υποβάθμισης της ποιότητας του περιβάλλοντος. Ως μερική απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι ο έλεγχος του επιπέδου της ζήτησης μέσω προώθησης αποδοτικότερης χρήσης της ενέργειας. Αυτό σε συνδυασμό με ορθολογική διαχείριση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων εξασφαλίζει την συμβατότητα των επιδιώξεων για οικονομική ανάπτυξη, ασφάλεια της τροφοδοσίας και προστασίας του περιβάλλοντος.

Ένα από τα κυριότερα εμπόδια στην υλοποίηση έργων εξοικονόμησης ενέργειας που δρα ανασταλτικά στην προώθηση των τεχνολογιών αυτών είναι η χρηματοδότηση. Η αυτοχρηματοδότηση (χρηματοδότηση από ίδια κεφάλαια), ο δανεισμός και επιδοτήσεις του κράτους που αποτελούν τις γνωστές κλασικές μεθόδους χρηματοδότησης, δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στο πρόβλημα χρηματοδότησης που αντιμετωπίζουν πιθανοί επενδυτές ΑΠΕ.

Το γεγονός αυτό δικαιολογείται εάν αναλογιστεί κανείς τον τρόπο που αντιμετωπίζονται τα έργα ΑΠΕ από τους κυριότερους εμπλεκόμενους φορείς.

✓ **Κράτος:** Για το κράτος ο ενεργειακός τομέας αποτελεί σημαντική προτεραιότητα, λόγω της αναμφισβήτητης εξάρτησης του τομέα αυτού με την ευρύτερη οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη της χώρας. Παρόλα αυτά, τα κράτη αδυνατούν να διαθέσουν μεγάλα ποσά για τον εκσυγχρονισμό του ενεργειακού τομέα μέσω υλοποίησης έργων ΑΠΕ.

✓ **Χρήστες-Πελάτες:** Για τους χρήστες – πελάτες της ενέργειας, που αποτελούν ίσως το σημαντικότερο ενδιαφερόμενο φορέα, τόσο η εφαρμογή έργων ΑΠΕ όσο και το θέμα εξοικονόμησης ενέργειας αντιμετωπίζονται πολλές φορές διστακτικά. Ένα σύνολο από ανασταλτικούς παράγοντες δικαιολογούν την στάση αυτή:

1. Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την υλοποίηση έργων ΑΠΕ σύγχρονης τεχνολογίας είναι σημαντικού κόστους. Η αρχική επένδυση είναι υψηλή και σε συνδυασμό με τη

μακροπρόθεσμη διάρκεια αποσβεστής της επένδυσης αποτελεί σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα .

2. Συνήθως οι περισσότερες επιχειρήσεις δεν είναι πρόθυμες να επενδύσουν τα διαθέσιμα κεφάλαια σε ενεργειακές τεχνολογίες την στιγμή που έχουν πολύ πιο πιεστικές απαιτήσεις, όπως αναγνώριση νέων αγορών και βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των προϊόντων τους. Είναι σύνηθες το φαινόμενο να συμμετέχει το κόστος ενέργειας της επιχείρησης σε πολύ μικρό ποσοστό στα συνολικά κόστη της επιχείρησης. Αναφέρεται ενδεικτικά ότι το κόστος ενέργειας σε ξενοδοχειακές μονάδες αποτελεί το 4-5% του τζίρου της επιχείρησης [6].
 3. Το χρηματοδοτικό, τεχνολογικό και λειτουργικό ρίσκο που πρέπει να πάρει μια επιχείρηση θεωρείται, τις περισσότερες φορές, πολύ μεγάλο σε σχέση με τα αναμενόμενα οφέλη που προκύπτουν από τέτοια έργα.
 4. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει έλλειψη γνώσης των σύγχρονων τεχνολογιών ΑΠΕ και του επιπέδου απόδοσης τέτοιων συστημάτων.
- ✓ **Χρηματοδοτικοί οργανισμοί:** Ο ιδιαίτερος χαρακτήρας αυτών των έργων, σε σχέση με τους κινδύνους που εμπεριέχουν, δημιουργούν στους χρηματοδοτικούς οργανισμούς προβλήματα σχετικά με το αν θα αποπληρωθούν τα δάνεια που παρέχονται στην υλοποίηση τέτοιων έργων. Το δυναμικό των οργανισμών δεν έχει σημαντική εξειδίκευση στην αποτίμηση τέτοιου είδους επενδύσεων. Επίσης, σε περίπτωση μη αποπληρωμής της επένδυσης κινδυνεύει να βρεθεί ο δανειοδότης με εξοπλισμό χαμηλής αξίας μεταπώλησης. Τα ρίσκα αυτά μεταφράζονται σε υψηλά επιτόκια δανεισμού της τάξης του 13% από τις εμπορικές τράπεζες. Η προσαρμογή των τραπεζών για την παροχή τέτοιων υπηρεσιών προϋποθέτει τη διαμόρφωση ειδικού πλαισίου όρων και συνθηκών σχετικών με την εκτίμηση της βιωσιμότητας του έργου, τους ειδικούς όρους χρηματοδότησης, τη διάρκεια της οικονομικής υποστήριξης και της χρήσης εγγυήσεων. Ενδεικτική είναι η πρωτοβουλία της Εθνικής Τράπεζας η οποία προχώρησε στη δημιουργία νέου προϊόντος με στόχο την ανάπτυξη και ενεργειακών επενδύσεων ανάμεσα σε άλλα τεχνικά έργα. Έτσι, παρέχεται χαμηλό επιτόκιο (11,7%) για τα πρώτα τρία χρόνια σε σύνολο 10 ετών για δάνεια μεγαλύτερα από 100 εκατομμύρια δραχμές, καλύπτοντας μέχρι το 80% της συνολικής επένδυσης. Το επιτόκιο για την υπόλοιπη περίοδο είναι το κανονικό επιτόκιο δανεισμού της δεδομένης χρονικής στιγμής. [23]. Επίσης, η έλλειψη νομοθετικού πλαισίου (ανάλογοι προς το νομοθετικό πλαίσιο της χρηματοδοτικής μίσθωσης) για χρηματοδοτικούς μηχανισμούς κατάλληλους για υλοποίηση έργων ΑΠΕ (χρηματοδότηση από τρίτους) είναι ακόμη ένας ανασταλτικός παράγοντας.

6.2 Σύγχρονοι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί

Μια σειρά χρηματοδοτικών μηχανισμών καλύπτει τους περισσότερους από τους κινδύνους που διέπουν νεωτεριστικές επενδύσεις εντάσεως κεφαλαίου, ενώ ταυτόχρονα δίνουν λύσεις στα περισσότερα εμπόδια που εμφανίζονται κατά την υλοποίηση τέτοιου είδους επενδύσεων με τους κλασσικούς τρόπους χρηματοδότησης.

Η εφαρμογή τέτοιων χρηματοδοτικών μηχανισμών έχει σκοπό όχι μόνο να δώσει λύσεις στα προβλήματα που εμφανίζονται στις κλασσικές μεθόδους χρηματοδότησης αλλά και κίνητρα για την υλοποίηση νεωτεριστικών τεχνολογιών. Τέτοιου είδους μηχανισμοί είναι οι εξής:

- ✓ Κεφάλαια επιχειρηματικών συμμετοχών
- ✓ Αγοταποδοτικά κεφάλαια
- ✓ Build – Operate – Transfer (BOT)
- ✓ Χρηματοδοτική μίσθωση (Leasing)
- ✓ Χρηματοδότηση από Τρίτους (ΧΑΤ)

Έχοντας εστιάσει το ενδιαφέρον μας σε επενδύσεις του τουριστικού τομέα – υποσύνολο του τριτογενούς τομέα – και θεωρώντας α priori ότι ο μηχανισμός ΧΑΤ είναι εκείνος που προσφέρει τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα για την υλοποίηση νεωτεριστικών τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας θα γίνει αρχικά εν τάχει αναφορά στους άλλους μηχανισμούς ενώ ο ΧΑΤ θα περιγραφεί τελευταίος.

6.2.1 Κεφάλαια επιχειρηματικών συμμετοχών

Το Κεφάλαιο Επιχειρηματικών Συμμετοχών (ΚΕΣ) διεθνώς γνωστό ως Venture Capital, είναι ένας τρόπος χρηματοδότησης με συμμετοχή στο μετοχικό κεφάλαιο της επιχείρησης.

Το ΚΕΣ είναι μια εναλλακτική μορφή χρηματοδότησης επιχειρηματικών πρωτοβουλιών. Συνήθως χρηματοδοτεί συμμετέχοντας με αύξηση του μετοχικού κεφαλαίου της επιχείρησης, συμμερίζεται το ρίσκο και βοηθά ενεργά στην γρήγορη ανάπτυξη επιχειρηματικών πρωτοβουλιών.

Οι Εταιρίες Κεφαλαίου Επιχειρηματικών Συμμετοχών (ΕΚΕΣ) δεν δανείζουν αποσκοπώντας σε τόκους, δεν επενδύουν σε εισηγμένες στο χρηματιστήριο εταιρίες αποβλέποντας γρήγορα κέρδη, ούτε διατηρούν την συμμετοχή τους στο διηνεκές με σκοπό την διανομή μερίσματος και μόνο. Οι ΕΚΕΣ επενδύουν με μακροπρόθεσμο σκοπό, αλλά ρευστοποιούν την συμμετοχή τους σε προσυμφωνημένο χρόνο και με προσυμφωνημένο τρόπο, αντλώντας κέρδη από την υπεραξία των μετοχών που δημιουργήθηκε κατά την παραμονή τους στην επιχείρηση. Κατά συνέπεια, ενδιαφέρονται άμεσα για την αύξηση της κερδοφορίας της επιχείρησης και

συμμετέχουν ενεργά στη διοίκηση, χωρίς να αποβλέπουν συνήθως στην πλειοψηφία και τον έλεγχο των μετοχών.

Έτσι, το ΚΕΣ αποτελεί μια εναλλακτική μορφή χρηματοδότησης εταιριών που δρουν στον τομέα παραγωγής και κατασκευής εξοπλισμού ενεργειακών επενδύσεων. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μηχανισμού αυτού δίνουν δυνατότητα σε εταιρίες παραγωγής ενεργειακού εξοπλισμού οι οποίες βρίσκονται στα αρχικά στάδια ανάπτυξής τους, να λύσουν το πρόβλημα της ανεύρεσης κεφαλαίου (χωρίς να αναγκαστούν να μπου στην διαδικασία του υπέρογκου δανεισμού). Είναι φανερό ότι ο μηχανισμός αυτός δεν απειθύνεται σε επενδύσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν από φορείς του τριτογενούς τομέα.

6.2.2 Ανταποδοτικά κεφάλαια

Τα ανταποδοτικά κεφάλαια διεθνώς γνωστά ως Revolving Funds, είναι διαθέσιμοι χρηματικοί πόροι που λειτουργούν κυρίως από κυβερνητικά ελεγχόμενους οργανισμούς, προσφέροντας δάνεια με προνομακούς όρους, σε εταιρίες και επιχειρήσεις για επενδύσεις σε έναν συγκεκριμένο τομέα. Το κριτήριο για την μορφή αυτή δανειοδότησης είναι ο επενδυτικός τομέας. Ο τομέας αυτός πρέπει να έχει προεπιλεγθεί από την κυβέρνηση να δεχθεί αναπτυξιακή βοήθεια.

Η πιο συνήθης μορφή ανταποδοτικών κεφαλαίων είναι απευθείας δάνεια, συνήθως με επιτόκια κάτω από αυτά της αγοράς, ή εγγυήσεις δανείων. Οι χρηματικοί πόροι που επιστρέφονται από την αποπληρωμή των δανείων χρησιμοποιούνται στην χορήγηση καινούργιων δανείων σε άλλες επιχειρήσεις. Αυτό δικαιολογεί και τον όρο ανταποδοτικά κεφάλαια. Αυτός ο τύπος χρηματοδότησης είναι ελκυστικός λόγω των χαμηλότερων επιτοκίων αλλά και της δυνατότητας που προσφέρει για δανειοδότηση σε εταιρίες που διαφορετικά δεν ήταν δυνατό να συνάψουν δάνεια με κάποιο χρηματοδοτικό οργανισμό.

6.2.3 Built Operate Transfer (BOT)

Στην πιο βασική του μορφή, το BOT είναι ο χρηματοδοτικός μηχανισμός κατά τον οποίο το κράτος παραχωρεί το δικαίωμα εκμετάλλευσης μιας επένδυσης για μια χρονική περίοδο σε μια ιδιωτική κοινοπραξία (παραχωρησιούχος εταιρία), για την ανάπτυξη ενός έργου. Η παραχωρησιούχος εταιρία αναλαμβάνει την κατασκευή του έργου με τις προσυμφωνημένες απαιτήσεις, τη χρηματοδότηση, λειτουργία και διαχείριση του έργου για κάποια χρόνια μετά την υλοποίησή του. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στην παραχωρησιούχο εταιρία να αποπληρώσει το κόστος κατασκευής και να βγάλει κέρδος από τις διαδικασίες λειτουργίας και εμπορικής εκμετάλλευσης του έργου. Στο τέλος της περιόδου παραχώρησης, το έργο μεταφέρεται στο κράτος.

Το BOT, στην γενική του μορφή, έχει χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα στις περιπτώσεις κατασκευής δημοσίων έργων. Παρόλα αυτά, η εφαρμογή του BOT για την κατασκευή εργοστασίων παραγωγής ενέργειας είναι όλο και πιο διαδεδομένη.

6.2.4 Χρηματοδοτική μίσθωση (Leasing)

Η χρηματοδοτική μίσθωση έχει εισαχθεί και προσαρμοστεί επιτυχώς στις ανάγκες των επενδυτών και στις απαιτήσεις και τη φιλοσοφία των χρηματοδοτικών οργανισμών στην Ελλάδα, αν και αποτελεί ένα νέο προϊόν για την ελληνική πραγματικότητα. Οι τροποποιήσεις του νομοθετικού πλαισίου (Ν. 1665/1986, 2367/95) έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη αυτού του μηχανισμού μέσω μείωσης φόρων και ειδικής φορολογικής μεταχείρισης για τον χρηματοδότη και τον χρηματοδοτούμενο και επιτρέποντας τη συμβατότητά του με τον Αναπτυξιακό Νόμο.

Ο τραπεζικός τομέας ήταν ο πρώτος που ενσωμάτωσε τη χρηματοδοτική μίσθωση στο σύνολο των υπηρεσιών που παρέχει δημιουργώντας θυγατρικές εταιρίες χρηματοδοτικές μίσθωσης. Οι εταιρίες χρηματοδοτικής μίσθωσης στην Ελλάδα προσφέρουν κατά κύριο λόγο οικονομική υποστήριξη στο κόστος επένδυσης παρά στο λειτουργικό κόστος (lease back services). Μια εταιρία χρηματοδοτικής μίσθωσης δεν έχει καμία ευθύνη για τη λειτουργία, συντήρηση και ασφάλιση του εξοπλισμού κατά τη διάρκεια του συμβολαίου. Τα σχετικά ρίσκα τα αναλαμβάνει ο χρήστης.

Πλεονεκτήματα αυτού του μηχανισμού μεταξύ άλλων είναι τα εύκολα διαπραγματεύσιμα και μικρής διάρκειας συμβόλαια. Οι δόσεις αποπληρωμής είναι γνωστές από την αρχή και έτσι ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει τις χρηματοροές του (έσοδα, έξοδα). Επιπλέον, το διαμορφωμένο χρηματοδοτικό πλαίσιο δεν επιτρέπει ασάφεια στα συμβόλαια και διατηρεί τα κίνητρα που παρέχονται από τον Αναπτυξιακό Νόμο και παρέχει φοροαπαλλαγές.

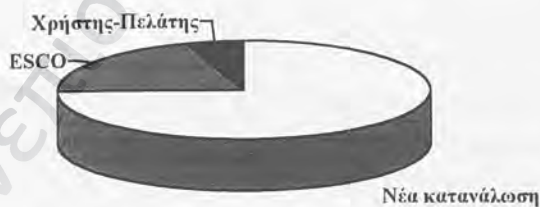
Αν και η υποστήριξη της επένδυσης από την εταιρία χρηματοδοτικής μίσθωσης εξασφαλίζει σημαντικά πλεονεκτήματα για το χρήστη, δεν του εξασφαλίζει καμία τεχνική υποστήριξη οπότε ο χρήστης θα πρέπει να αναλάβει μόνος του το ρίσκο της απόφασης και του σχεδιασμού χωρίς καμία εγγύηση για την λειτουργία και συντήρηση της επένδυσης. Σε αυτά τα σημεία πλεονεκτεί ο Μηχανισμός Χρηματοδότησης από τρίτους.

6.3 Χρηματοδότηση από Τρίτους

6.3.1 Γενικά

Η Χρηματοδότηση από Τρίτους (XAT) γνωστή διεθνώς και ως Third Party Financing (TPF) – ο ίδιος χρηματοπιστωτικός μηχανισμός αναφέρεται από χώρα σε χώρα και ως Contract Energy Management, Performance Contracting, Savings Financing κ.λ.π. – είναι η διάθεση πόρων για την βελτίωση της αποδοτικής παραγωγής ενέργειας ενός εργασιασίου ή επιχείρησης μέσω μιας Εταιρίας Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (Energy Service Company –ESCO), η οποία χρησιμοποιεί τα ποσά ενέργειας που εξοικονομούνται για να αποπληρώσει την επένδυση. Υπάρχουν αρκετές διαφορετικές προσεγγίσεις του XAT αλλά όλες μοιράζονται κάποια κοινά χαρακτηριστικά:

- ✓ Η επένδυση για την αποδοτικότερη παραγωγή και χρήση ενέργειας μιας επιχείρησης, γίνεται από την ESCO. Μικρή συμμετοχή του τελικού χρήστη είναι δυνατή.
- ✓ Ο αρχικός χρήστης δεν χρειάζεται να εκταμιεύσει κεφάλαια προκειμένου να υλοποιηθεί η επένδυση.
- ✓ Τα εξοικονομούμενα ποσά ενέργειας, μετατρέπόμενα σε αντίστοιχες χρηματικές μονάδες κατανέμονται μεταξύ ESCO και τελικού χρήστη ανάλογα με το είδος της σύμβασης που θα επιλεγεί και για κάποιο προσυμφωνημένο χρονικό διάστημα.



Σχήμα 6.1 Κατανομή ακαθάριστου οφέλους μεταξύ χρήστη και ESCO

Ο τελικός χρήστης δε χρειάζεται να χρηματοδοτήσει το έργο που απαιτείται για την αποδοτικότερη παραγωγή ενέργειας. Αντιθέτως, το έργο το αναλαμβάνει εξ' ολοκλήρου η ESCO, που μπορεί να είναι για παράδειγμα ο προμηθευτής του εξοπλισμού και οι πληρωμές γίνονται από τα αντίστοιχα εξοικονομούμενα ποσά ενέργειας, με προσυμφωνημένο τρόπο και διάρκεια. Το XAT περιλαμβάνει και την τεχνολογική υποστήριξη. Για τον λόγο αυτό ο

χρήστης δε χρειάζεται να ασχοληθεί ο ίδιος με ζητήματα τεχνολογίας. Η ESCO είναι αυτή που παρέχει την τεχνολογία, τις χρηματοδοτικές ικανότητες και την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας για την επίτευξη του έργου.

Η ESCO χρηματοδοτεί όλα τα επενδυτικά έξοδα (μελέτες, τεχνικός σχεδιασμός, υλικά, υλοποίηση, εγκατάσταση, μετρήσεις λειτουργίας, παρακολούθηση, έλεγχος). Κατά τη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος, το έργο αξιοποιείται πλήρως ή μερικώς από την ESCO, έτσι ώστε να αποπληρωθεί το κόστος της επένδυσης και να λάβει και κάποιο λογικό κέρδος. Το έργο κατόπιν περιέρχεται στην ιδιοκτησία του χρήστη για αποκλειστική εκμετάλλευση. Η χρήση καλύπτει τόσο τα μη φυσικά όσο και τα φυσικά μέρη της επένδυσης.

6.3.2 Οι εμπλεκόμενοι φορείς

Τα παρακάτω μέρη συμβάλλουν σε μια συμφωνία ΧΑΤ:

Ο Χρήστης ΧΑΤ: Ο χρήστης ΧΑΤ είναι εκείνος ο παίκτης που έχει ενδιαφέρον να επενδύσει αλλά χρειάζεται τεχνική υποστήριξη και δεν είναι ικανός να βρει απαραίτητους οικονομικούς πόρους, ενώ εμφανίζεται απρόθυμος να αναλάβει το τεχνικό και οικονομικό ρίσκο της επένδυσης. Οι πρώτοι χρήστες ΧΑΤ προήρθαν από την βιομηχανία αλλά με την αυξανόμενη ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας σε όλους τους τομείς υπάρχουν σήμερα αρκετοί δινητικοί χρήστες ΧΑΤ στο δημόσιο και τον τριτογενή τομέα. Ο χρήστης ΧΑΤ είναι ο ιδιοκτήτης της εγκατάστασης (βιομηχανική μονάδα, ξενοδοχειακή μονάδα, εμπορικό κτίριο κ.λ.π.), αλλά δεν έχει στην κατοχή του τον συγκεκριμένο εξοπλισμό που χρηματοδοτείται μέσω ΧΑΤ.

Η εταιρία ΧΑΤ: Η εταιρία ΧΑΤ είναι εκείνο το μέρος που παρέχει το συνολικό πακέτο υπηρεσιών (τεχνικές, εμπορικές, χρηματοδοτικές) που απαιτούνται για την χρηματοδότηση της επένδυσης. Στον τομέα της ενέργειας οι υπηρεσίες αυτές παρέχονται συνήθως από εταιρίες παροχής ενεργειακών υπηρεσιών. Οι εταιρίες αυτές είναι συνήθως τεχνικές εταιρίες ή κατασκευαστές εξοπλισμού που μπορούν να εξασφαλίσουν τα απαιτούμενα κεφάλαια από δικές τους πηγές, από τις μητρικές τους εταιρίες, ή από άλλους χρηματοδοτικούς οργανισμούς. Σήμερα, οι χορηγοί ΧΑΤ, μπορεί να είναι κοινοπραξίες εταιριών που περιλαμβάνουν τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρίες, τεχνικές εταιρίες και εταιρίες συμβούλων, κατασκευαστικές εταιρίες όπως επίσης και εταιρίες που αναλαμβάνουν την συντήρηση του εξοπλισμού. Είναι αυτονόητο ότι η εταιρία ΧΑΤ μπορεί να εξασφαλίσει κεφάλαια με σημαντικά καλύτερους όρους εξαιτίας οικονομικών κλίμακας και σκοπού. Σε όλες τις περιπτώσεις το συμβόλαιο ΧΑΤ υπογράφεται από τον χρήστη ΧΑΤ και τον χορηγό ΧΑΤ.

Χρηματοδοτικός Οργανισμός: Ο χρηματοδοτικός οργανισμός χρηματοδοτεί την επένδυση μέσω της ESCO και στην γενική περίπτωση αποτελεί ανεξάρτητο παίκτη που παρέχει τα

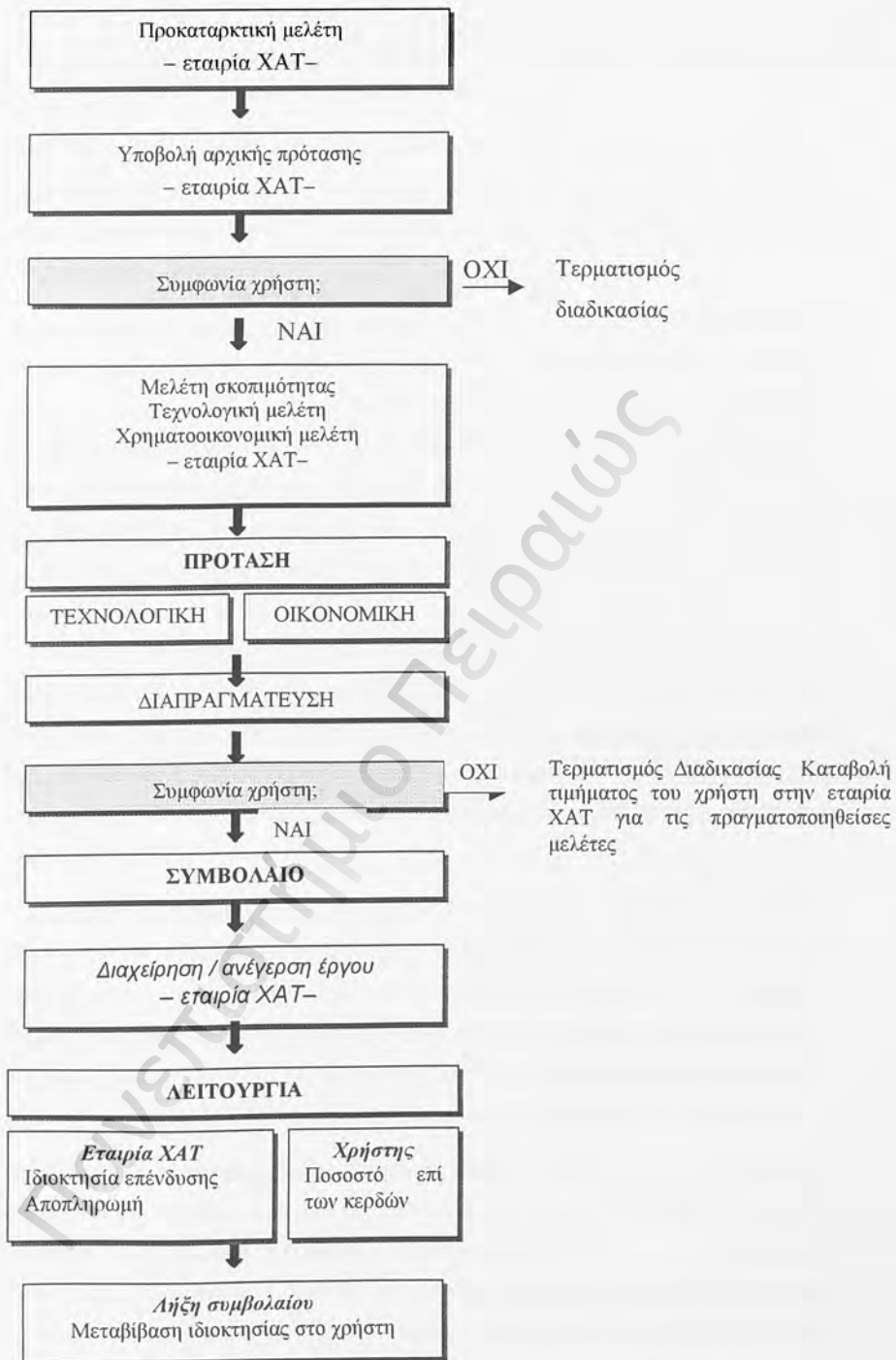
απαιτούμενα κεφάλαια σε μορφή δανείου προς την ESCO. Σε πολλές περιπτώσεις αυτή είναι η ίδια η ESCO. Ο χρηματοδοτικός οργανισμός δεν αναλαμβάνει κάποιο ρίσκο. Απλά, δανείζει στην ESCO με την μορφή χρέους. Τις περισσότερες φορές η ESCO είναι αυτή που έχει την υποχρέωση αποπληρωμής του δανείου, χωρίς τη συμβολή του χρήστη-πελάτη.

6.3.3 Η διαδικασία ΧΑΤ

Η πραγματοποίηση ενός τυπικού συμβολαίου ΧΑΤ περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

1. Η εταιρία ΧΑΤ εκτελεί μια προκαταρκτική ενεργειακή επιθεώρηση (Energy Audit) ώστε να αναγνωριστούν οι πιθανότητες να εφαρμοστεί το επενδυτικό σχέδιο με επιτυχία, τις περισσότερες φορές σε συνεργασία με το χρήστη ΧΑΤ. Η επιθεώρηση έχει ως στόχο την λεπτομερή απεικόνιση των κύριων τεχνικών χαρακτηριστικών του έργου και την παροχή στοιχείων για προκαταρκτική εκτίμηση της οικονομικότητάς του.
2. Η εταιρία ΧΑΤ υποβάλλει στον χρήστη ΧΑΤ πρόταση βασισμένη στα δεδομένα που προέκυψαν από την προαφερθείσα ενεργειακή επιθεώρηση. Σε περίπτωση συμφωνίας υπογράφεται προσύμφωνο ενώ σε αντίθετη περίπτωση η διαδικασία σταματά χωρίς οικονομική επιβάρυνση για τον χρήστη ΧΑΤ.
3. Στο επόμενο στάδιο η εταιρία ΧΑΤ καταρτίζει λεπτομερή μελέτη σκοπιμότητας. Αυτή η μελέτη εξετάζει εναλλακτικές τεχνικές λύσεις και λαμβάνει υπόψη της διάφορα σενάρια ενεργειακής κατανάλωσης, τιμών ενέργειας κ.λ.π. Τα αποτελέσματα της μελέτης αναγράφονται σε αναφορά που περιγράφει την κατάσταση μετά την πραγματοποίηση της επένδυσης, δηλαδή την αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας, το συνεπαγόμενο κέρδος ενώ αποτελεί την βάση στην οποία θα γίνει η διαπραγμάτευση των όρων του συμβολαίου.
4. Τα δύο μέρη διαπραγματεύονται τους όρους του συμβολαίου μέχρι να επιτευχθεί συμφωνία για όλες τις οικονομικές και τεχνικές λεπτομέρειες που αφορούν την υλοποίηση του επενδυτικού σχεδίου. Εάν τελικά επιτευχθεί συμφωνία, υπογράφεται συμβόλαιο μεταξύ των δύο μερών διαφορετικά ο χρήστης ΧΑΤ πληρώνει τον χορηγό ΧΑΤ για την μελέτη που εκπόνησε και η συνεργασία των δύο λήγει.
5. Η εταιρία ΧΑΤ εκπονεί την μελέτη εφαρμογής και πραγματοποιεί όλες τις απαραίτητες ενέργειες για την αγορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού (τεχνικές προδιαγραφές, ανοικτές προσκλήσεις, επιλογή τεχνολογιών κ.λ.π.) Επίσης, η εταιρία ΧΑΤ είναι υπεύθυνη για την εποπτεία της εγκατάστασης του εξοπλισμού. Όλες οι δαπάνες που σχετίζονται με τις παραπάνω ενέργειες καταβάλλονται από την εταιρία ΧΑΤ.

6. Η εταιρία ΧΑΤ επιβλέπει την εγκατάσταση του εξοπλισμού και όλες τις σχετικές διαδικασίες. Αναλαμβάνει δε όλα τα έξοδα των σταδίων 5 και 6.
7. Όσον αφορά τη λειτουργία και τη συντήρηση του εξοπλισμού, υιοθετείται ένα από τα ακόλουθα δύο σενάρια:
- Η εταιρία ΧΑΤ αναλαμβάνει τη λειτουργία και τη συντήρηση του εξοπλισμού καθ'όλη τη διάρκεια της περιόδου που έχει προκαθοριστεί στη σύμβαση. Αναλόγως της προϋπάρχουσας συμφωνίας είναι δυνατό να αναλάβει όλα τα τρέχοντα έξοδα: δαπάνες για πρωτογενή ενέργεια, λειτουργικές δαπάνες και έξοδα συντήρησης (που δύναται να συμπεριλαμβάνει και το κόστος της ασφάλισης), δαπάνες αναλώσιμων κ.λ.π.
 - Η νέα εγκατάσταση μεταβιβάζεται στον χρήστη που έχει την ευθύνη της λειτουργίας και της συντήρησης του εξοπλισμού. Η εταιρία ΧΑΤ διατηρεί την ιδιοκτησία της επένδυσης μέχρι τη λήξη της σύμβασης.
- Κατά τη διάρκεια της σύμβασης, ο χρήστης αποπληρώνει την εταιρία ΧΑΤ για τις υπηρεσίες της με προκαθορισμένο τρόπο που δηλώνεται ρητώς στη σύμβαση. Ο τρόπος αποπληρωμής διαφοροποιείται ανάλογα με την περίπτωση.
8. Τέλος, μετά την λήξη της περιόδου που προβλέπει το συμβόλαιο γίνεται μεταφορά της κυριότητας από τον χορηγό ΧΑΤ στον χρήστη ΧΑΤ.



Σχήμα 6.2 Στάδια τυπικής διαδικασίας ΧΑΤ

6.3.4 Οικονομικοί διακανονισμοί συμβάσεων ΧΑΤ

Υπάρχει πλήθος τρόπων αποπληρώμης μιας επένδυσης που εκτελείται με εφαρμογή του μηχανισμού ΧΑΤ. Ο διακανονισμός αποπληρώμης αποτιμώνεται στη σύμβαση μεταξύ των δύο μερών. Οι συνηθέστεροι τρόποι αποπληρώμης, και κατά σειρά προτίμησης εφαρμογής, παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- ✓ **Επιμερισμός ωφελειών (Shared savings)**, όπου τα έσοδα που παράγονται από την εξοικονόμηση ή τη πώληση ενέργειας μοιράζονται μεταξύ εταιρίας και χρήστη ΧΑΤ. Η εξοικονόμηση ενέργειας και οι πωλήσεις αποτιμώνται με αναφορά στην βάση που συμφωνήθηκε. Η κατανομή των εσόδων κυμαίνεται συνήθως από 50/50 μέχρι 80/20, ενώ το μεγαλύτερο μερίδιο αντιστοιχεί στην εταιρία ΧΑΤ. Ο επιμερισμός των εξοικονομούμενων μπορεί να είναι και μεταβλητός κατά την διάρκεια ισχύος της σύμβασης. Στην περίπτωση αυτή συνήθως ορίζεται καταβολή υψηλότερου ποσοστού για την ESCO κατά τα πρώτα έτη και στην συνέχεια σταδιακή μείωσή του. Η διάρκεια του συμβολαίου είναι συνήθως από 5 έως 10 χρόνια. Είναι φανερό ότι για δεδομένη επένδυση όσο μεγαλύτερο είναι το μερίδιο για τον χορηγό ΧΑΤ τόσο μικρότερη είναι η διάρκεια του συμβολαίου. Εάν η εξοικονόμηση είναι χαμηλότερη από εκείνη που εκτιμήθηκε στο σενάριο αναφοράς, τότε η απώλεια επιβαρύνει εξ' ολοκλήρου την εταιρία ΧΑΤ. Όμοια, η εταιρία ΧΑΤ είναι εκείνη που απολαμβάνει όποια απρόβλεπτα κέρδη προκύψουν.
- ✓ **Καθολική αποπληρωμή (First out)**. Στην περίπτωση αυτή ο ανάδοχος εισπράττει το 100% των ακαθάριστων χρηματοροών που δημιουργεί η επένδυση, είτε μέχρι να αποπληρωθεί το επενδεδυμένο κεφάλαιο και τα κέρδη της εταιρίας ΧΑΤ, είτε μέχρι να λήξει η σύμβαση. Οι συμβάσεις αυτού του τύπου συνήθως έχουν μικρότερη διάρκεια από αυτές των από κοινού κερδών, περίπου 5 έτη. Αν κατά τη λήξη της σύμβασης δεν έχει αποπληρωθεί στο 100% η επένδυση, το σχετικό κόστος βαρύνει τον ανάδοχο.
- ✓ **Εγγυημένες ωφέλειες (Guaranteed savings)**. Αποτελεί έναν εναλλακτικό διακανονισμό ως προς τη ΧΑΤ και είναι ο πλέον εύκολα αντιληπτός. Ο χρήστης πληρώνει στον ανάδοχο συγκεκριμένο προσυμφωνημένο ποσό σε τακτά χρονικά διαστήματα. Υπάρχει, όμως εγγύηση του αναδόχου ως προς τα επιτυγχανόμενα κέρδη η οποία συνδέεται άμεσα με τις χρηματοροές που δημιουργεί η επένδυση: η καθαρή χρηματοροή δεν μπορεί να είναι αρνητική, δηλ. Η εισροή που δημιουργείται (είτε ως καθαρό εισόδημα από πωλήσεις, είτε ως αποφευχθέν κόστος) δεν μπορεί να είναι μικρότερη από το προσυμφωνημένο ποσό που εισπράττει ο ανάδοχος.

Ο διακανονισμός του τελευταίου τύπου συνήθως συνδυάζεται με ένα τριμερές σχήμα, όπου ο χρήστης χρηματοδοτεί τον σχεδιασμό και την κατασκευή δανειζόμενος το απαραίτητο ποσό από τράπεζα, και η εταιρία ΧΑΤ αναλαμβάνει μόνο τον κίνδυνο τεχνολογικής απόδοσης της επένδυσης. Δεν υπάρχει δηλαδή άμεση σχέση της τράπεζας με την εταιρία ΧΑΤ, η τελευταία εμπλέκεται έμμεσα στην ανάληψη του οικονομικού κινδύνου αναλαμβάνοντας να καλύψει την διαφορά του τοκοχρεωλυσίου που πληρώνει ο χρήστης στην τράπεζα σε περίπτωση που τα κέρδη δεν υπερβαίνουν το ελάχιστο ποσό το οποίο εγγυήθηκε.

6.3.5 Πλεονεκτήματα του μηχανισμού ΧΑΤ

Γίνεται φανερό από τα παραπάνω ότι ο μηχανισμός ΧΑΤ προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στον χρήστη όπως:

- ☺ Ο χρήστης ΧΑΤ δεν χρειάζεται να ανησυχεί για την εξασφάλιση των απαραίτητων κεφαλαίων και μπορεί να αξιοποιήσει τους πόρους του σε άλλες επενδύσεις.
- ☺ Η εταιρία ΧΑΤ αναλαμβάνει όλα τα ενυπάρχοντα ρίσκα τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά.
- ☺ Ο χρήστης ΧΑΤ δεν χρειάζεται να έχει την τεχνογνωσία για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της επένδυσης.
- ☺ Ο χρήστης απολαμβάνει τα οφέλη του “one-stop-shopping”, δηλαδή όλες οι εργασίες και διαδικασίες που αφορούν την επένδυση εκτελούνται από την εταιρία ΧΑΤ (π.χ. προσδιορισμός του καταλληλότερου εξοπλισμού, τεχνικές προδιαγραφές, πρόσκληση υποβολής και αξιολόγηση προσφορών, διακανονισμός με τράπεζα για τη χρηματοδότηση κ.λ.π.)
- ☺ Οι εταιρίες ΧΑΤ συνήθως επιτυγχάνουν καλύτερες τιμές στην αγορά εξοπλισμού λόγω της εξειδίκευσής τους στον τομέα της ενέργειας.
- ☺ Η κυριότητα του εξοπλισμού μεταβιβάζεται στον χρήστη μετά το τέλος της περιόδου που προβλέπεται από το συμβόλαιο.

6.3.6 Προβλήματα εφαρμογής του μηχανισμού ΧΑΤ

Σε αντίθεση με όλα τα προαναφερόμενα πλεονεκτήματα που προσφέρει στους τελικούς χρήστες ενέργειας, η ανάπτυξη του μηχανισμού ΧΑΤ σε πολλές χώρες της Ευρώπης δεν υπήρξε αξιοσημείωτη. Τα κυριότερα εμπόδια για την υλοποίηση επενδύσεων μέσω του μηχανισμού ΧΑΤ στον ενεργειακό τομέα είναι τα ακόλουθα:

- ⊗ Η στενότητα οικονομικών πόρων γενικά. Η εταιρία ΧΑΤ πρέπει να έχει πρόσβαση σε μηχανισμούς δανεισμού χαμηλού κόστους για να είναι ανταγωνιστική, συνθήκη που δεν πληρούται συνήθως.
- ⊗ Η απροθυμία – διστακτικότητα των χρηματοπιστωτικών οργανισμών να συνεργαστούν με τις εταιρίες ΧΑΤ και να στηρίξουν μη συμβατικές επενδύσεις, με αποτέλεσμα οι τελευταίες να μην έχουν εύκολη πρόσβαση σε μηχανισμούς δανεισμού χαμηλού κόστους.
- ⊗ Το μειωμένο ενδιαφέρον για ίδρυση εταιριών ενεργειακών υπηρεσιών (ESCOs), σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η εξαγωγή υπηρεσιών ΧΑΤ σε χώρες άλλες από αυτή που εδρεύει η ESCO είναι περιορισμένη.
- ⊗ Η περιορισμένη ενημέρωση των καταναλωτών όσον αφορά τις δυνατότητες που παρέχει ο μηχανισμός Χρηματοδότησης Από Τρίτους.
- ⊗ Η άγνοια των τεχνικών και της πολυπλοκότητας των συμβολαίων ΧΑΤ που αποτρέπει τους χρήστες να εμπλακούν σε τέτοιες επενδύσεις.
- ⊗ Διοικητικοί και νομικοί περιορισμοί.

Ειδικά στην περίπτωση της Ελλάδας, η εμπειρία από εφαρμογή μηχανισμού ΧΑΤ είναι πρακτικά ανύπαρκτη. Αυτό είναι αποτέλεσμα των προαναφερόμενων λόγων στους οποίους συνδράμουν επιπροσθέτως και οι εξής:

- ⊗ Η μη ύπαρξη εταιριών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.
- ⊗ Υποψήφιοι χρήστες ΧΑΤ δεν έχουν ενστερνιστεί την αναγκαιότητα προώθησης των ΑΠΕ και άλλων τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας κυρίως εξαιτίας του χαμηλού της κόστους.

Το κράτος μπορεί να συμβάλλει στην προώθηση ενεργειακών επενδύσεων μέσω του εν λόγω μηχανισμού με την θέσπιση του κατάλληλου νομοθετικού πλαισίου λειτουργίας του και της εξασφάλισης της συμβατότητας του μηχανισμού με τον Αναπτυξιακό Νόμο. Αναφέρεται ότι ο Αναπτυξιακός Νόμος ταντίζει τον επενδυτή με τον τελικό χρήστη της ενεργειακής επένδυσης. Στα περισσότερα συμβόλαια ΧΑΤ, ο χρήστης είναι κύριος τουλάχιστον της γης και στην περίπτωση του βιομηχανικού τομέα, των εγκαταστάσεων με τις οποίες το έργο έχει συνδεθεί. Το στοιχείο αυτό υπονομεύει την συμβατότητα μεταξύ συμβολαίων ΧΑΤ και του νόμου και τα σχετικά εμπόδια θα μπορούσαν να αρθούν με την ανάπτυξη κατάλληλου θεσμικού πλαισίου, όπως επιτεύχθηκε στις περιπτώσεις άλλων νεωτεριστικών χρηματοδοτικών μηχανισμών (π.χ. χρηματοδοτική μίσθωση). Επιπλέον, η απαίτηση για ελάχιστο ποσοστό ίδιας συμμετοχής μειώνει την ευελιξία των συμβολαίων ΧΑΤ.

6.3.7 Αναγκαίες νομοθετικές ρυθμίσεις

Η επιτυχής ανάπτυξη υπηρεσιών και εταιριών ΧΑΤ προϋποθέτει τη θέσπιση ενός ειδικού νομοθετικού πλαισίου, που θα έχει διττή λειτουργία: θα αναρριεί τα εμπόδια που θέτει η υφιστάμενη νομοθεσία και θα παρέχει τα απαραίτητα κίνητρα και τις εγγυήσεις.

Οι επιθυμητές επεμβάσεις καλούνται να καλύψουν θέματα ανάλογα με αυτά που απαριθμούνται στη συνέχεια:

- Νομική κατοχύρωση της λειτουργίας εταιριών ΧΑΤ.
- Εδραίωση συνεκτικών δράσεων και συνεργασιών μεταξύ πολλαπλών μερών (τραπεζών, θεσμικών και ιδιωτικών επενδυτών, μελετητικών εταιριών και συμβούλων, κεντρικής διοίκησης).
- Διασφάλιση διαδικασιών και πηγών χρηματοδότησης για το σχήμα ΧΑΤ. Διοικητικές ρυθμίσεις για την υποβοήθηση και προαγωγή της συνεργασίας των εταιριών ΧΑΤ με χρηματοπιστωτικούς οργανισμούς, κίνητρα και εγγυήσεις από την πλευρά της πολιτείας. Επέκταση της προνομιακής πιστωτικής δυνατότητας της Αγροτικής Τράπεζας και της ΕΤΒΑ στην περίπτωση του “Technology Performance Contracting” (απόφαση 23-5-96 της Επιτροπής Νομισματικών και Πιστωτικών Θεμάτων της Τράπεζας της Ελλάδας). Εναλλακτική θεσμοθέτηση ειδικών μικτών ταμείων (ανάλογων με αυτό του venture capital).
- Διοικητική υποστήριξη των εταιριών ΧΑΤ – θεσμοθέτηση Εποπτεύουσας Αρχής.
- Εγγύηση αξιόχρεων των εταιριών ΧΑΤ – σταθεροποίηση του μηχανισμού παροχής εγγυήσεων προς τους πιστωτικούς οργανισμούς. Δυνατότητα ενσωμάτωσης των εγγυητικών υποσχέσεων (π.χ. συνάλλαγμα) και των εγγυήσεων εξοπλισμού στα συμβόλαια ΧΑΤ.
- Επίλυση προβλημάτων φορολογικής φύσης (ΦΠΑ, εγγραφή ισοζυγίων, σταθερότητα επιτοκίων, θέματα ιδιοκτησίας εξοπλισμού – χρήση γης: αναθέωση του νόμου 4112/1929 [Άρθρο 1, Παραγρ. 2] και της Νομοθετικής Πράξης 1038/1949 [Άρθρα 5 και 6] περί προνομιακής εξασφάλισης των τραπεζών, όπως έγινε στην περίπτωση της χρηματοδοτικής μίσθωσης).
- Παροχή φορολογικών κινήτρων, όπως στην περίπτωση της χρηματοδοτικής μίσθωσης.
- Κωδικοποίηση – ενιαία εφαρμογή των νομοθετικών διατάξεων, θεσμοθέτηση διαδικασιών και μεθόδων δημοπράτησης, σύναψης συμβάσεων, εγκατάστασης εξοπλισμού, λογιστικής παρακολούθησης για τους φορείς του δημόσιου συμφέροντος (σε

αναφορά προς το Νόμο 2601/98 για ενίσχυση ιδιωτικών επενδύσεων – τεως 1892/90, 2234/95, το Νόμο 2244/94 για την αξιοποίηση των ΑΠΕ και το νόμο 1682/87 για συμφωνίες σχεδιασμού προγραμμάτων και αναπτυξιακές συμβάσεις).

➤ Συμπληρωματικά προς τα εθνικά χρηματοδοτικά προγράμματα (κυρίως το νόμο για την ενίσχυση των ιδιωτικών επενδύσεων και τα Επιχειρηματικά Προγράμματα Ενέργειας και Βιομηχανίας).

➤ Εμπιστευτικότητα, καθώς η εταιρία ΧΑΤ μπορεί να αποκτή πρόσβαση σε εμπιστευτικά θέματα των πελατών της. Είναι σημαντικό η σύμβαση να περιλαμβάνει συγκεκριμένες εγγυήσεις εμπιστευτικότητας από πλευράς της εταιρίας ΧΑΤ και το νομοθετικό πλαίσιο να κατοχυρώνει τις απαιτήσεις τέτοιων εγγυήσεων.

➤ Αδειοδότηση. Δυνατότητα παροχής στην εταιρία ΧΑΤ, που δρα για λογαριασμό του πελάτη της, όλων των αναγκαίων νομιμοποιητικών στοιχείων, αδειών και εγκρίσεων για την κατασκευή του έργου, μέσω των κατάλληλων τροποποιητικών επεμβάσεων επί των διοικητικών διαδικασιών.

Επιπλέον, απαριθμούνται στη συνέχεια βασικά πεδία όπου μπορούν να προκύψουν δυσκολίες κατά την διαπραγμάτευση και υλοποίηση ενός συμβολαίου ΧΑΤ:

- Εγγυήσεις και δεσμεύσεις που συνδέονται με τη λειτουργία του εξοπλισμού.
- Διενέργεια ενεργειακών ελέγχων (σε τεχνικό και οικονομικό επίπεδο).
- Λογιστικό σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί.
- Κυριότητα εξοπλισμού, μετάθεση ρίσκου και άλλα σχετικά θέματα.
- Ασφάλιση: εξοπλισμού, λειτουργίας, έναντι κινδύνου πτώχευσης.
- Αρμοδιότητα για συντήρηση, αντικατάσταση εξοπλισμού και διορθωτικές ενέργειες.
- Μεταβολές παραδοχών – λόγοι ανωτέρας βίας.
- Επίλυση διαφορών – διαιτητές και εμπειρογνώμονες.

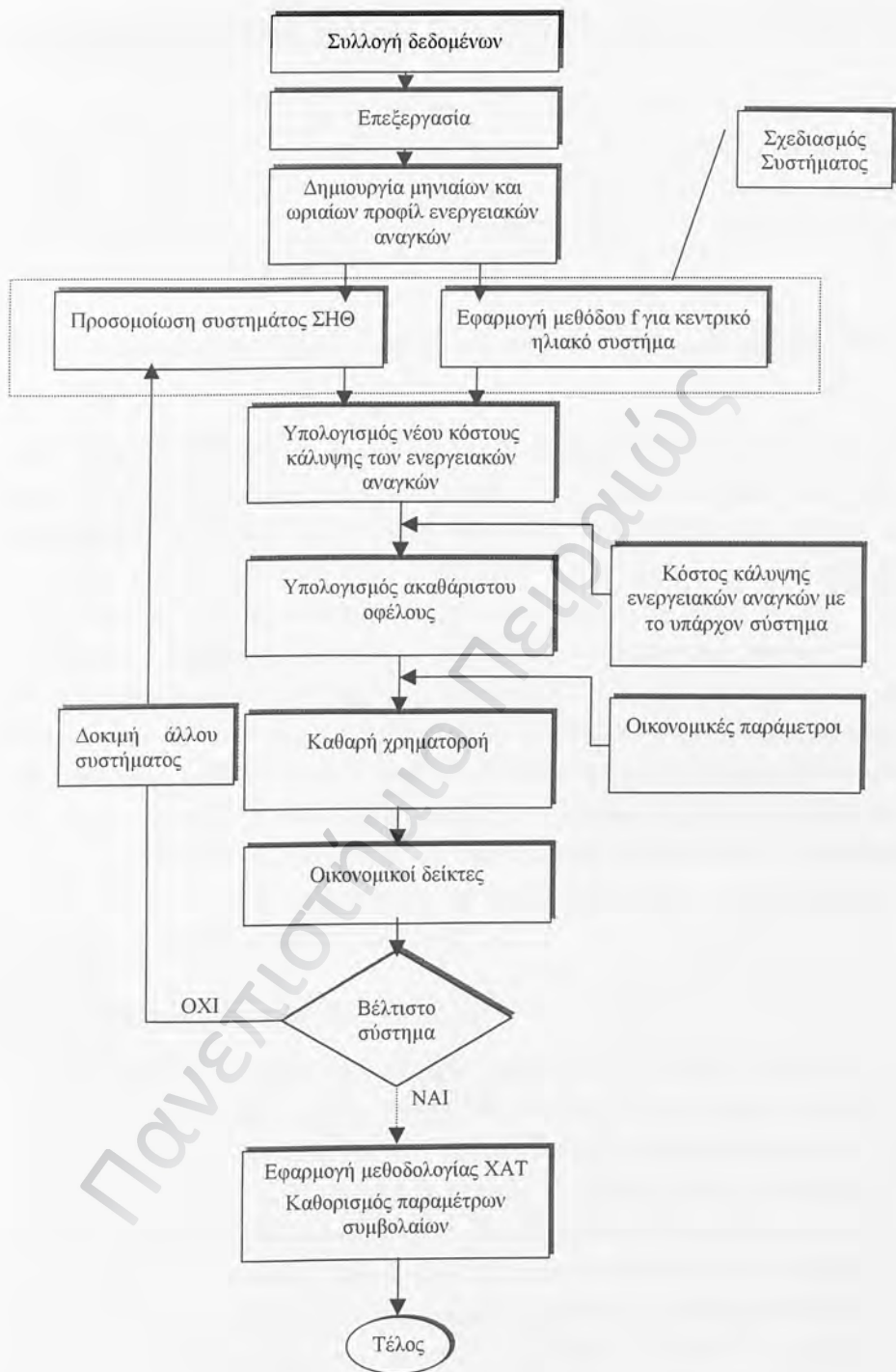
7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

7.1 Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια για την πραγματοποίηση ενεργειακών επενδύσεων εντάσεως κεφαλαίου στον τουριστικό τομέα είναι ο περιορισμός στα διαθέσιμα κεφάλαια και η έλλειψη αντίστοιχης τεχνικής εξειδίκευσης από τις τουριστικές επιχειρήσεις. Αυτά είναι δυνατό να ξεπεραστούν με τον μηχανισμό ΧΑΤ. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η μεθοδολογία οικονομικής αποτίμησης των επενδύσεων και εφαρμόζεται αυτή σε τρία επιλεγμένα ξενοδοχεία. Η επιλογή είναι τέτοια ώστε να υπάρχει κατανομή στο μέγεθος, γεωγραφική διαφοροποίηση ενώ και τα τρία ξενοδοχεία είναι υψηλής κατηγορίας.

Οι ενεργειακές επενδύσεις που αποτιμώνται είναι συστήματα ΣΗΘ, με ή χωρίς απορρόφηση θερμότητας για την παραγωγή ψυκτικής ενέργειας και κεντρικά ηλιακά συστήματα για την παραγωγή θερμού νερού χρήσης. Οι ενεργειακές ροές που προκύπτουν από τα συστήματα ΣΗΘ αποτιμώνται με ώρα προς ώρα προσομοίωση ενώ από τα κεντρικά ηλιακά συστήματα με την εφαρμογή της μεθόδου f κάλυψης του μηνιαίου φορτίου.

Η οικονομική αποδοτικότητα των επενδύσεων κρίνεται στην βάση των πιο διαδεδομένων δεικτών οικονομικής αξιολόγησης. Κατόπιν, εξετάζεται ο ΧΑΤ και η επίδραση που έχουν οι κύριοι διαπραγματεύσιμοι παράμετροι των συμβολαίων ΧΑΤ στην οικονομικότητα της επένδυσης τόσο για τον χρήστη όσο και για την εταιρία ΧΑΤ. Υπολογίζονται έτσι ο ελάχιστος χρόνος διάρκειας του συμβολαίου αλλά και ο βέλτιστος («δίκαιος») επιμερισμός του ακαθάριστου οφέλους μεταξύ χρήστη και εταιρίας ΧΑΤ.



Σχήμα 7.1. Μεθοδολογικά βήματα αποτίμησης της επένδυσης

7.2 Σχεδιασμός Συστημάτων

Για τον σχεδιασμό των συστημάτων ΣΗΘ αλλά και των ηλιακών συστημάτων πρέπει καταρχήν να είναι γνωστές οι ενεργειακές ανάγκες των ξενοδοχειακών μονάδων. Από δεδομένα ενεργειακών καταναλώσεων εκτιμούνται οι ενεργειακές ανάγκες. Στη συνέχεια βάσει των ενεργειακών αναγκών που υπολογίστηκαν σχεδιάζονται τα εν λόγω ενεργειακά συστήματα και επιλέγεται το βέλτιστο κατά περίπτωση.

7.2.1 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών των ξενοδοχειακών μονάδων

Από δεδομένα ενεργειακών καταναλώσεων που συγκεντρώθηκαν στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος με τίτλο «Assessment of Combined Heat and Power Implementation Possibilities in the Tourist Sector», με επεξεργασία αυτών αλλά και με επισκέψεις στα εν λόγω ξενοδοχεία και συνεντεύξεις με τους τεχνικούς υπευθύνους εκτιμήθηκαν τα μηνιαία ενεργειακά φορτία ανά ανάγκη. Στην εκτίμηση αυτή έγινε συμβιβασμός πρωτογενών στοιχείων και μεθόδων υπολογισμού φορτίων [14]. Υπολογίστηκαν τα φορτία για θέρμανση χώρων, θέρμανση νερού χρήσης, θέρμανση νερού πισίνας και για παραγωγή ατμού. Χρησιμοποιώντας ωριαία προφίλ φορτίων που προέρχονται από αντίστοιχες μελέτες σε άλλα ξενοδοχεία γίνεται εκτίμηση σε ωριαία βάση των αντίστοιχων φορτίων. Το τελικό αποτέλεσμα της όλης διαδικασίας είναι η εξαγωγή των φορτίων για μια «τυπική» ημέρα κάθε μήνα για κάθε ξενοδοχειακή μονάδα. Λεπτομερή δεδομένα καταναλώσεων και εκτιμήσεις των αντίστοιχων φορτίων δίνονται για κάθε ξενοδοχείο στην αντίστοιχη μελέτη περίπτωσης.

7.2.2 Προσομοίωση Συστήματος ΣΗΘ

Ο καθορισμός των ενεργειακών αναγκών αλλά και της μορφής ενέργειας που χρησιμοποιείται σε κάθε ανάγκη βοήθησε στον εντοπισμό της ενέργειας που είναι υποκαταστάσιμη από σύστημα ΣΗΘ. Το υπάρχον σύστημα αποτελείται από δύο ή και περισσότερους λέβητες που δίνουν θερμότητα για τις διάφορες θερμικές χρήσεις, ενώ υπάρχει σε κάθε ξενοδοχείο ατμογεννήτρια που παράγει κορεσμένο ατμό πίεσης 10 bar που χρησιμοποιείται στα πλυντήρια. Θερμό νερό μπορεί να προκύπτει και από ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες, αλλά αυτό είναι συνήθως μικρό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης. Ψυκτική ενέργεια παράγεται από κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και από split κλιματιστικές μονάδες. Τέλος, οι ηλεκτρικές ανάγκες καλύπτονται από το δίκτυο.

Με ένα σύστημα ΣΗΘ είναι δυνατό να καλυφθούν ορισμένες ενεργειακές ανάγκες σε θερμότητα και οι αντίστοιχες ηλεκτρικές ανάγκες. Η παραγωγή ψύξης με απορρόφηση

θερμότητας επιτρέπει την εγκατάσταση μεγαλύτερου συστήματος ΣΗΘ δεδομένου του περιορισμού του ετήσιου βαθμού απόδοσης του συστήματος για τον τριτογενή (60%).

Με τον όρο προσομοίωση εννοούμε τον ώρα προς ώρα υπολογισμό των καταναλώσεων καυσίμων για την κάλυψη των φορτίων της τυπικής ημέρας κάθε μήνα. Η εκτέλεση των υπολογισμών αυτών έγινε με την βοήθεια υπολογιστικού εργαλείου που αναπτύχθηκε στη Visual Basic του Excel και περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο.

Το τιμολόγιο σύμφωνα με το οποίο γίνεται η χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας στα ξενοδοχεία είναι το Γενικής Χρήσης και Μηνιαίας Χρέωσης του Εμπορικού Β1, γεγονός που αντανακλά τον υψηλό συντελεστή φορτίου των ξενοδοχείων. Επειδή το σύστημα ΣΗΘ παράγοντας ηλεκτρισμό μειώνει τον συντελεστή φορτίου της ενέργειας που αγοράζεται από το δίκτυο, είναι πιθανό να φανεί οικονομικά συμφέρουσα η μετακίνηση στο τιμολόγιο Γενικής Χρήσης και Μηνιαίας Χρέωσης του Εμπορικού Β2. Αυτό ελήφθη υπόψη στην επιλογή του βέλτιστου συστήματος.

7.2.3 Μέθοδος f για κεντρικά ηλιακά συστήματα

Η μέθοδος των καμπυλών f είναι η πιο γνωστή προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού της ωφέλιμης ενέργειας που παρέχει ένα ηλιακό σύστημα. Απαιτεί σημαντικά μικρότερο όγκο υπολογισμών από την προσομοίωση του συστήματος, ενώ απαιτεί μόνο μέσες μηνιαίες τιμές μετεωρολογικών δεδομένων. Η μέθοδος των καμπυλών f αναπτύχθηκε από του S. Klein, W. Beckman και J. Duffie του πανεπιστημίου του Winsconsin. Είναι κατάλληλη κατά πρώτο λόγο για τον υπολογισμό συστημάτων θέρμανσης, ενώ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για υπολογισμό συστημάτων παραγωγής θερμού νερού, ή για συνδυασμό των δύο. Οι εξισώσεις της μεθόδου παρατίθενται στο παράρτημα 3. Για τον υπολογισμό των ηλιακών συστημάτων αναπτύχθηκε πρόγραμμα σε Visual Basic του Excel που στηρίζεται στη μέθοδο f. Περιγραφή του προγράμματος δίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

7.3 Αξιολόγηση επενδύσεων

7.3.1 Οικονομική αξιολόγηση. Δεδομένα - Παραδοχές

Η οικονομική αξιολόγηση γίνεται με την εξαγωγή της καθαρής χρηματοροής που αποδίδει την ακριβή ταμειακή κατάσταση της επιχείρησης. Για τον υπολογισμό της καθαρής χρηματοροής από το ακαθάριστο όφελος υπεισέρχονται διάφορες οικονομικές παράμετροι που ρυθμίζονται κυρίως από την νομοθεσία. Έτσι, τα βήματα για τον υπολογισμό της καθαρής χρηματοροής είναι τα επόμενα:

Βήμα 1: Εκτίμηση της ταμειακής εκροής κεφαλαίων (0), των δανειών και της επιχορήγησης για την κάλυψη του ύψους της επένδυσης.

Βήμα 2: Εκτίμηση των ακαθάριστων εσόδων (μικτού κέρδους) που προκύπτουν από την εξοικονόμηση ενέργειας (1).

Βήμα 3: Εκτίμηση εξόδων διοίκησης (2).

Βήμα 4: Εκτίμηση τόκων δανειών (3) και αποσβέσεων (4).

Βήμα 5: Εκτίμηση καθαρού κέρδους (προ φόρων) (5)=(1)-(2)-(3)-(4)

Βήμα 6: Εκτίμηση φορολογητέου εισοδήματος (6)=(5). Αυτό δεν ισχύει πάντα. Προφανώς όταν το καθαρό κέρδος είναι αρνητικό το φορολογητέο εισόδημα είναι 0. Επίσης, το φορολογητέο εισόδημα είναι 0 όταν το άθροισμα του ολικού αποτελέσματος των τριών προηγούμενων ετών είναι μικρότερο του μηδενός. Επίσης, το φορολογητέο είναι ίσο με το άθροισμα του ολικού αποτελέσματος των τριών προηγούμενων ετών όταν αυτό είναι μικρότερο του ολικού αποτελέσματος του έτους, ενώ όταν είναι μεγαλύτερο, το φορολογητέο είναι ίσο με το ολικό αποτέλεσμα.

Βήμα 7: Υπολογισμός φόρων (7)= (6) × Φορολογικό συντελεστή.

Βήμα 8: Εκτίμηση καθαρού κέρδους (μετά φόρων) (8) = (5)-(7).

Βήμα 9: Εκτίμηση χρεωλυσιών (9).

Βήμα 10: Εκτίμηση καθαρής χρηματοροής λειτουργίας (10)=(8) – (9) + (4).

Βήμα 11: Εκτίμηση υπολειμματικής αξίας (11)

Βήμα 12: Υπολογισμός καθαρής χρηματοροής (12) =(10)-(11)-(0)

Εξαιτίας της σημαντικής αβεβαιότητας των μεγεθών που υπεισέρχονται, ο χρονικός ορίζοντας αποτίμησης της επένδυσης θεωρείται δεκαετής για τα συστήματα ΣΗΘ, παρόλο που η χρηστική αξία του εξοπλισμού ξεπερνά τα δέκα έτη. Έτσι, δεν λαμβάνονται υπόψη οι χρηματοροές που παράγονται εξαιτίας της επένδυσης μετά τα δέκα έτη, ενώ αντίθετα λαμβάνεται αυξημένη υπολειματική αξία. Η υπολειματική αξία λαμβάνεται ίση με την αρχική αξία πολλαπλασιασμένη με το ποσοστό του χρόνου που απομένει για να εκμπνεύσει η χρηστική ζωή της επένδυσης αυξημένο κατά 10% για να ληφθεί υπόψη και η αξία του εξοπλισμού ως scrap. Ο ορίζοντας αποτίμησης των ηλιακών συστημάτων λαμβάνεται ίσος με 20 έτη επειδή οι παράμετροι που επηρεάζουν αυτές τις επενδύσεις είναι λιγότεροι και ο χρόνος ζωής τους θεωρείται πιο μεγάλος από ότι των παλινδρομικών ΜΕΚ, όπως αντικατοπτρίζεται και στους νομοθετικά ορισμένους ανώτατους συντελεστές απόσβεσης.

Στην αποτίμηση των επενδύσεων θεωρείται ότι το σύνολο των κεφαλαίων προέρχεται από ίδια κεφάλαια εκτός της επιχορήγησης που λαμβάνεται ως 35% επί του συνολικού ύψους της επένδυσης. Η μέθοδος απόσβεσης που εφαρμόζεται είναι η σταθερή και ο συντελεστής απόσβεσης για το σύστημα ΣΗΘ είναι 15%, ενώ για τα ηλιακά συστήματα 4% όπως ορίζεται στο Άρθρο 4 του Προεδρικού Διατάγματος 100/5.5.1998. Επίσης, ο φορολογικός συντελεστής λαμβάνεται ίσος με 35%.

Πίνακας 7.1. Τιμές οικονομικών παραμέτρων των επενδύσεων

	Σύστημα ΣΗΘ	Κεντρικό Ηλιακό
Χρόνος ζωής (έτη)	20	20
Χρονικός ορίζοντας αποτίμησης (έτη)	10	10
Μέθοδος απόσβεσης	Σταθερή	Σταθερή
Συντελεστής απόσβεσης	15%	4%
Επιχορήγηση	35%	35%

7.3.2 Δείκτες οικονομικής αξιολόγησης

Οι δείκτες οικονομικής αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται είναι η απλή περίοδος αποπληρωμής, η καθαρή παρούσα αξία (Net Present Value, NPV) και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR).

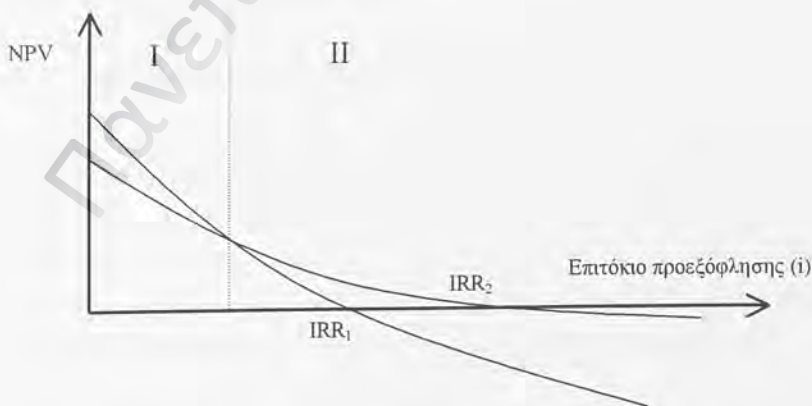
Η απλή περίοδος αποπληρωμής εκφράζει την χρονική περίοδο που απαιτείται για την ανάκτηση του αρχικού επενδεδυμένου κεφαλαίου μέσω του αθροιστικού καθαρού κέρδους της επιχείρησης. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του κριτηρίου αυτού για την αποτίμηση των επενδύσεων που εξετάζονται είναι η απλότητά του και η αξιοπιστία του, που προκύπτει από το γεγονός ότι το λειτουργικό όφελος λαμβάνεται για όλα τα έτη σταθερό. Επιπλέον, ενδιαφέρει ο εντοπισμός των εναλλακτικών σχεδίων με την χαμηλότερη περίοδο αποπληρωμής δεδομένου ότι αυτό επιτρέπει βραχυχρόνια συμβόλαια ΧΑΤ γεγονός που είναι επιθυμητό στις περισσότερες περιπτώσεις. Τα μειονεκτήματά του είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη του την διαχρονική αξία του χρήματος και τις χρηματοροές που προκύπτουν από την επένδυση μετά από την αποπληρωμή της. Τέλος, πρέπει να εκτιμηθούν με κριτικό μάτι τα προκύπτοντα αποτελέσματα αφού το κριτήριο εννοεί μικρού ύψους επενδύσεις.

Το κριτήριο της NPV αποτελεί ευρύτατα εφαρμοζόμενο κριτήριο οικονομικής αξιολόγησης των επενδυτικών σχεδίων. Η τιμή του εκφράζει την αξία (σε χρηματικές μονάδες) που

προκύπτει από την προεξόφληση, με επιτόκιο προεξόφλησης i , στο παρόν όλων των καθαρών χρηματοροών που προβλέπονται για ολόκληρο το χρονικό ορίζοντα λειτουργίας της μονάδας και την άθροισή τους. Η ίδια η τιμή της NPV δεν έχει κάποια συγκεκριμένη σημασία. Αυτό που ενδιαφέρει είναι αν είναι θετική ή αρνητική. Έτσι, ένα επενδυτικό σχέδιο είναι αποδοτικό εάν $NPV > 0$, μη αποδοτικό όταν $NPV < 0$, ενώ όταν $NPV = 0$ τότε το επενδυτικό σχέδιο είναι οριακά αποδοτικό και η αποδοχή του ή μη εξαρτάται και από άλλους παράγοντες. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι λαμβάνει υπόψη την χρονική αξία του χρήματος.

Το κριτήριο IRR ονομάζεται και συντελεστής της προεξοφλημένης χρηματοροής και ο υπολογισμός του στηρίζεται στην ίδια λογική με εκείνη του κριτηρίου της NPV. Έτσι, ο IRR εκφράζει εκείνο το επιτόκιο προεξόφλησης για το οποίο η NPV μηδενίζεται. Ο IRR ενός επενδυτικού σχεδίου συγκρίνεται με ένα ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο και αν είναι μεγαλύτερος το επενδυτικό σχέδιο είναι αποδεκτό, αν είναι μικρότερος το επενδυτικό σχέδιο δεν είναι αποδεκτό, ενώ αν είναι ίσος τότε το επενδυτικό σχέδιο είναι οριακά αποδεκτό. Το κριτήριο αυτό λαμβάνει υπόψη του την χρονική αξία του χρήματος.

Η NPV και ο IRR δεν είναι εντελώς ισοδύναμο κριτήρια, μπορεί μάλιστα να δώσουν και διαφορετικά «σήματα» για την πραγματοποίηση ή μη μιας επένδυσης. Έτσι, εναλλακτικά επενδυτικά σχέδια διαφορετικού αρχικού κόστους και λειτουργικού οφέλους για τα οποία εφαρμόζεται «μικρό» επιτόκιο προεξόφλησης είναι δυνατό να παράγουν αντιφατικά αποτελέσματα με βάση τα δύο κριτήρια. Έτσι, ένα επενδυτικό σχέδιο το οποίο έχει χαμηλό αρχικό κόστος και χαμηλό λειτουργικό όφελος επηρεάζεται λιγότερο από την αύξηση του προεξοφλητικού επιτοκίου από ότι ένα επενδυτικό σχέδιο με μεγάλο αρχικό κόστος και μεγάλο λειτουργικό όφελος. Το επόμενο σχήμα είναι ενδεικτικό.



Σχήμα 7.2. Στην περιοχή I τα κριτήρια IRR και NPV δίνουν αντικρουόμενα αποτελέσματα, ενώ στην περιοχή II προκρίνουν το ίδιο επενδυτικό σχέδιο

7.4 Μηχανισμός Χρηματοδότησης από Τρίτους

7.4.1 Διαπραγματεύσιμες παράμετροι συμβολαίων ΧΑΤ

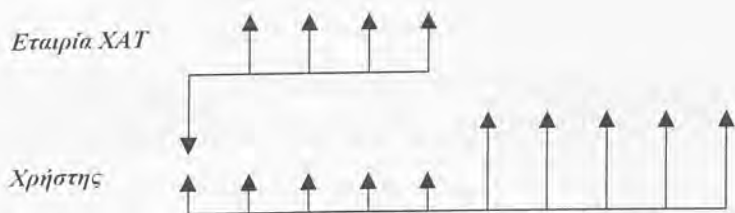
Ανάλογα με το είδος του συμβολαίου ΧΑΤ που εκλέγεται υπάρχουν διαφορετικές διαπραγματευτικές παράμετροι. Έτσι, εάν το συμβόλαιο είναι καθολικής αποπληρωμής (first out) οι διαπραγματεύσιμες παράμετροί του είναι ο χρόνος διάρκειας του συμβολαίου. Εάν το συμβόλαιο είναι επιμερισμού ακαθάριστου οφέλους (Shared savings), τότε οι διαπραγματεύσιμες παράμετροι είναι τόσο το ποσοστό του ακαθάριστου οφέλους που θα καρπωθεί η εταιρία ΧΑΤ και ο χρήστης, όσο και ο χρόνος διάρκειας του συμβολαίου. Στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις διαπραγματευτική παράμετρος μπορεί να θεωρηθεί και το ποσοστό με το οποίο το κάθε μέρος συμμετέχει στο κόστος επένδυσης. Τέλος, στην περίπτωση συμβολαίων εγγυημένης απόδοσης (guaranty savings) κύρια διαπραγματευτική παράμετρος είναι ο χρόνος του συμβολαίου και ο επιμερισμός του ακαθάριστου οφέλους, ενώ θεωρείται ότι η επένδυση γίνεται από τον χρήστη.

Ειδικά για την περίπτωση των ξενοδοχείων προκύπτει ότι το κόστος ενέργειας είναι μικρό ποσοστό του τζίρου της επιχείρησης (~5%) και κατά συνέπεια οι ενεργειακές επενδύσεις δεν λαμβάνουν μεγάλη προτεραιότητα. Στην ανάλυση που θα ακολουθήσει θεωρούμε ότι η επένδυση γίνεται από την εταιρία ΧΑΤ παρότι αυτό προσκρούει σε εμπόδια θεσμικού χαρακτήρα. Έτσι, η συμμετοχή στο κόστος επένδυσης δεν υπεισέρχεται ως διαπραγματευτική παράμετρος.

Οι κύριες διαπραγματευτικές παράμετροι η επίδραση των οποίων θα αναλυθεί, τόσο για την εταιρία ΧΑΤ, όσο και για τον χρήστη είναι ο χρόνος διάρκειας του συμβολαίου και ο επιμερισμός του ακαθάριστου οφέλους.

7.4.2 Εύρος εφαρμογής μηχανισμού ΧΑΤ

Θεωρούμε μια επένδυση αρχικού κόστους A που δημιουργεί ακαθάριστο όφελος B χρηματικών μονάδων ανά έτος, το οποίο επιμερίζεται μεταξύ χρήστη και ΧΑΤ για όσο χρόνο διαρκεί το συμβόλαιο. Οι καθαρές χρηματοροές που προκύπτουν τόσο για την εταιρία ΧΑΤ όσο και για τον χρήστη έχουν την μορφή που φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Υπενθυμίζεται ότι η διαδικασία για τον υπολογισμό των καθαρών χρηματοροών είναι εκείνη που περιγράφεται στο χωρίο «Οικονομική αξιολόγηση – Δεδομένα παραδοχές».

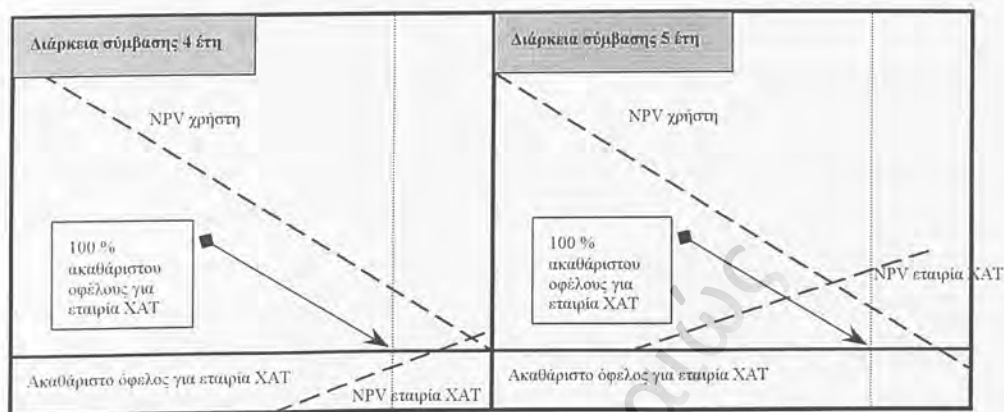


Σχήμα 7.3. Γενική Μορφή καθαρών χρηματοροών χρήστη και εταιρίας ΧΑΤ

Η εταιρία ΧΑΤ επωμίζεται το κόστος της επένδυσης ενώ έχει θετικές χρηματοροές όσο διαρκεί το συμβόλαιο. Θεωρείται ότι η εταιρία ΧΑΤ είναι διατεθειμένη να προχωρήσει στην σύναψη συμβολαίου με τον χρήστη, μόνο εάν η NPV των καθαρών χρηματοροών είναι θετική. Προφανώς, η τιμή της NPV είναι τόσο θετικότερη όσο το ποσοστό του ακαθάριστου οφέλους που καρπώνεται είναι μεγαλύτερο. Το ίδιο ισχύει και για την διάρκεια του συμβολαίου. Μετά την λήξη της διάρκειας του συμβολαίου η εταιρία ΧΑΤ μεταβιβάζει την κυριότητα του εξοπλισμού στον χρήστη.

Οι καθαρές χρηματοροές που προκύπτουν για τον χρήστη έχουν τη χαρακτηριστική μορφή που φαίνεται στο σχήμα 4. Έτσι, ενώ στην αρχή είναι μικρές, μετά την μεταβίβαση της κυριότητας του εξοπλισμού, προκύπτει μια βηματική αύξηση αφού ο χρήστης καρπώνεται πλέον το σύνολο του ακαθάριστου οφέλους που προκύπτει από την επένδυση. Θεωρητικά, ο χρήστης θα έπρεπε να πραγματοποιήσει την επένδυση στην περίπτωση που η NPV των χρηματοροών ήταν θετική. Αυτό επιτρέπει κατά τη διάρκεια ισχύος της σύμβασης και αρνητικές χρηματοροές που όμως αντισταθμίζονται από τις υψηλές χρηματοροές που προκύπτουν μετά από την λήξη της σύμβασης. Οι αρνητικές χρηματοροές του χρήστη κατά τη διάρκεια ισχύος της σύμβασης πρακτικά σημαίνουν ότι η εταιρία ΧΑΤ καρπύεται ποσοστό επί του ακαθάριστου οφέλους μεγαλύτερο από 100%. Έτσι, ο χρήστης πληρώνει το ποσό που πλήρωνε για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών και ένα ποσό επιπλέον. Εάν και πάλι υπάρχει περιθώριο κέρδους για τον χρήστη, είναι αμφίβολο το εάν θα προχωρήσει στη σύναψη σύμβασης υπό αυτές τις συνθήκες.

Η ελάχιστη διάρκεια της σύμβασης θα είναι εκείνη που επιτρέπει την αποπληρωμή της επένδυσης από την εταιρία ΧΑΤ, ενώ παράλληλα παράγει θετικές χρηματοροές για τον χρήστη τόσο κατά την διάρκεια της σύμβασης όσο και μετά από αυτή. Έτσι, η διάρκεια της σύμβασης πρέπει να είναι τέτοια ώστε οι χρηματοροές για την εταιρία ΧΑΤ να έχουν θετική NPV, ενώ παράλληλα το ποσοστό του ακαθάριστου οφέλους που καρπύεται ο χρήστης να είναι μεγαλύτερο ή ίσο του μηδενός.



Σχήμα 7.4. Απεικόνιση της μεταβολής του NPV του χρήστη και της εταιρίας XAT ως συνάρτηση το επιμερισμού του ακαθάριστου οφέλους.

7.4.3 Δείκτες οφέλους

Σύμφωνα με τους όρους του συμβολαίου ο χρήστης πληρώνει ένα ποσό στην εταιρία XAT. Το μέγιστο ποσό που με οικονομικά κριτήρια είναι δυνατό να πληρώσει είναι εκείνο που κάνει την NPV του χρήστη ίση με το 0. Ορίζεται ο Δείκτης Οφέλους Χρήστη ($\Delta O_{\text{χρήστη}}$) ως εξής:

$$\Delta O_{\text{χρήστη}} = \frac{\Delta_{\text{max}} - \Delta}{\Delta_{\text{max}}}$$

➤ Δ_{max} = Εκείνη η δόση που κάνει την NPV του χρήστη 0 εκφρασμένη ως % απόδοση ακαθάριστου οφέλους στην εταιρία XAT (π.χ. η εταιρία XAT καρπώνεται το 120% του ακαθάριστου οφέλους της επένδυσης σημαίνει ότι ο χρήστης πληρώνει όσο πλήρωνε για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών και 20% επί του ακαθάριστου οφέλους επιπλέον, προκειμένου μετά από την λήξη της σύμβασης να λαμβάνει εκείνος όλο το ακαθάριστο όφελος.

➤ Δ = Η δόση που τελικά ο χρήστης πληρώνει στον XAT εκφρασμένη ως επί τοις εκατό του ακαθάριστου οφέλους.

Έτσι, ο $\Delta O_{\text{χρήστη}}$ είναι 0 εάν ο χρήστης καταβάλει την μέγιστη δόση ενώ γίνεται 1 εάν ο χρήστης καρπωθεί το σύνολο του ακαθάριστου οφέλους που θα προκύψει από την επένδυση. Προφανώς δεν έχει έννοια ο μηχανισμός XAT για τιμές του $\Delta O_{\text{χρήστη}}$ εκτός του διαστήματος [0, 1].

Επίσης, ορίζεται ο Δείκτης Οφέλους της εταιρίας ΧΑΤ ($\Delta O_{\text{ΧΑΤ}}$) ως εξής:

$$\Delta O_{\text{ΧΑΤ}} = \frac{\text{NPV}(\Delta)}{\text{NPV}(\Delta_{\text{max}})}$$

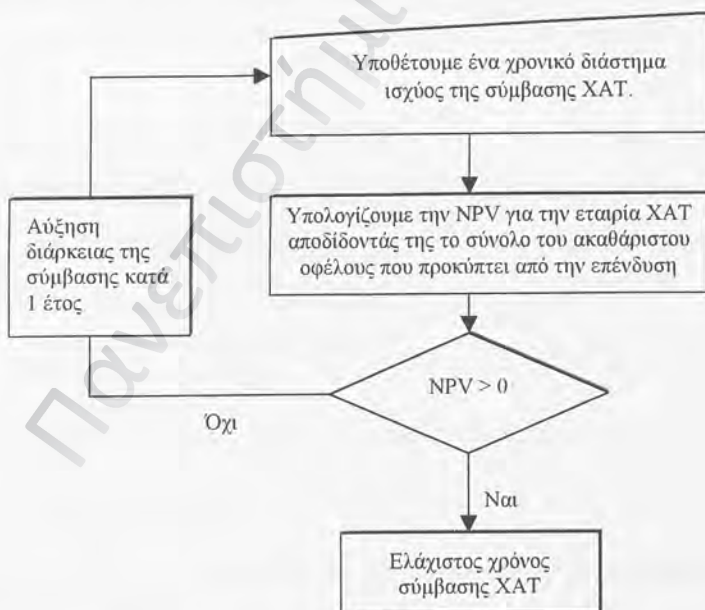
$\text{NPV}(\Delta_{\text{max}})$ = πρόκειται για την NPV της εταιρίας ΧΑΤ στην περίπτωση που λαμβάνει την μέγιστη δόση από τον χρήστη.

$\text{NPV}(\Delta)$ = πρόκειται για την NPV που προκύπτει όταν η εταιρία ΧΑΤ λαμβάνει μια οποιαδήποτε άλλη δόση.

Προφανώς, οι τιμές του $\Delta O_{\text{ΧΑΤ}}$ κυμαίνονται από 0, όταν η δόση που λαμβάνει η εταιρία ΧΑΤ κάνει την επένδυση οριακά αποδεκτή μέχρι 1, όταν λαμβάνει την δόση που κάνει την επένδυση οριακά αποδεκτή για τον χρήστη. Ο μηχανισμός ΧΑΤ έχει έννοια μόνο για τιμές του $\Delta O_{\text{χρήστη}}$ εντός του διαστήματος $[0, 1]$.

7.4.4 Μεθοδολογικά βήματα

Έχοντας προσδιορίσει το βέλτιστο σύστημα από τα προηγούμενα στάδια της ανάλυσης είναι γνώστό και το ακαθάριστο όφελος που προκύπτει από την επένδυση. Υπολογίζεται καταρχήν ο ελάχιστος χρόνος της σύμβασης ΧΑΤ ως εξής:



Σχήμα 7.5. Υπολογισμός ελάχιστος χρόνος της σύμβασης ΧΑΤ

Για χρονική διάρκεια σύμβασης μεγαλύτερη ή ίση με την ελάχιστη διάρκεια σύμβασης υπολογίζονται οι ΔΟ, τόσο του χρήστη όσο και της εταιρίας ΧΑΤ για διάφορους επιμερισμούς του ακαθάριστου οφέλους και εντοπίζεται εκείνος ο επιμερισμός οφέλους για τον οποίο είναι $\Delta O_{\text{χρήστη}} = \Delta O_{\text{ΧΑΤ}}$.

7.5 Οικονομικά δεδομένα και παραδοχές

Αναλύονται οι επενδύσεις σε ηλιακά συστήματα και σε συστήματα ΣΗΘ στον τομέα των ξενοδοχείων. Για την αποτίμησή τους χρειάζεται να καθορισθούν όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την οικονομική αποδοτικότητά τους.

7.5.1 Ηλιακά συστήματα

Κόστος επένδυσης: Το κόστος επένδυσης στην περίπτωση που το δίκτυο διανομής ζεστού νερού είναι έτοιμο θεωρείται 85.500 δραχμές ανά m^2 συλλεκτικής επιφάνειας [38] ενώ εάν χρειάζεται και η κατασκευή δικτύου διανομής τότε το κόστος θεωρείται 96.000 δραχμές ανά m^2 συλλεκτικής επιφάνειας.

Κόστος λειτουργίας: Το κόστος λειτουργίας του ηλιακού συστήματος θεωρείται μηδενικό. Η ενέργεια που απαιτείται για να φτάσει το νερό στα σημεία τελικής κατανάλωσης διαφοροποιείται λίγο, οποιοδήποτε και αν είναι το σύστημα θέρμανσης. Επιπροσθέτως, η συντήρηση του ηλιακού είναι απλή και αναλαμβάνεται από την υπάρχουσα τεχνική υπηρεσία.

Επιδότηση: Θεωρείται ότι η επένδυση επιχορηγείται κατά 40%.

Συντελεστής απόσβεσης: Ο συντελεστής απόσβεσης λαμβάνεται ίσος με 4%.

Φορολογικός συντελεστής: Ο φορολογικός συντελεστής λαμβάνεται ίσος με 35%.

Υπολειματική αξία: Προκύπτει από την εξής σχέση:

$$\left(1 - \frac{\text{Ορίζοντας αποτίμησης}}{\text{Οικονομική ζωή εξοπλισμού}}\right) + 10\%$$

Ορίζοντας αποτίμησης της επένδυσης: Λαμβάνεται ίσος με 20 έτη.

7.5.2 Σύστημα ΣΗΘ

Κόστος επένδυσης: Το κόστος επένδυσης παλινδρομικών ΜΕΚ απεικονίζεται στο επόμενο σχήμα.

8.1 Εισαγωγή

Για τον σχεδιασμό των συστημάτων ΣΗΘ και των ηλιακών συστημάτων αλλά και για τους υπολογισμούς που απαιτούνται για τον προσδιορισμό των παραμέτρων των συμβολαίων ΧΑΤ αναπτύχθηκαν τρία υπολογιστικά εργαλεία. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι η Visual Basic του Excel 2000, ενώ φύλλα του Excel χρησιμοποιήθηκαν τόσο για την εισαγωγή των απαιτούμενων δεδομένων όσο και για την έξοδο των αποτελεσμάτων.

Το πρώτο υπολογιστικό εργαλείο (όνομα αρχείου *chr_simulation.xls*) σχεδιάστηκε και χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό συστημάτων ΣΗΘ με παλινδρομική ΜΕΚ. Το επόμενο υπολογιστικό εργαλείο (όνομα αρχείου *f-method.xls*) αποτελεί την εφαρμογή της μεθόδου *f* κάλυψης των μηνιαίων φορτίων. Τέλος, η αποτίμηση των επενδύσεων τόσο για τον χρήστη όσο και για την εταιρία ΧΑΤ έγινε με κατάλληλα σχεδιασμένο εργαλείο (όνομα αρχείου *Finance.xls*).

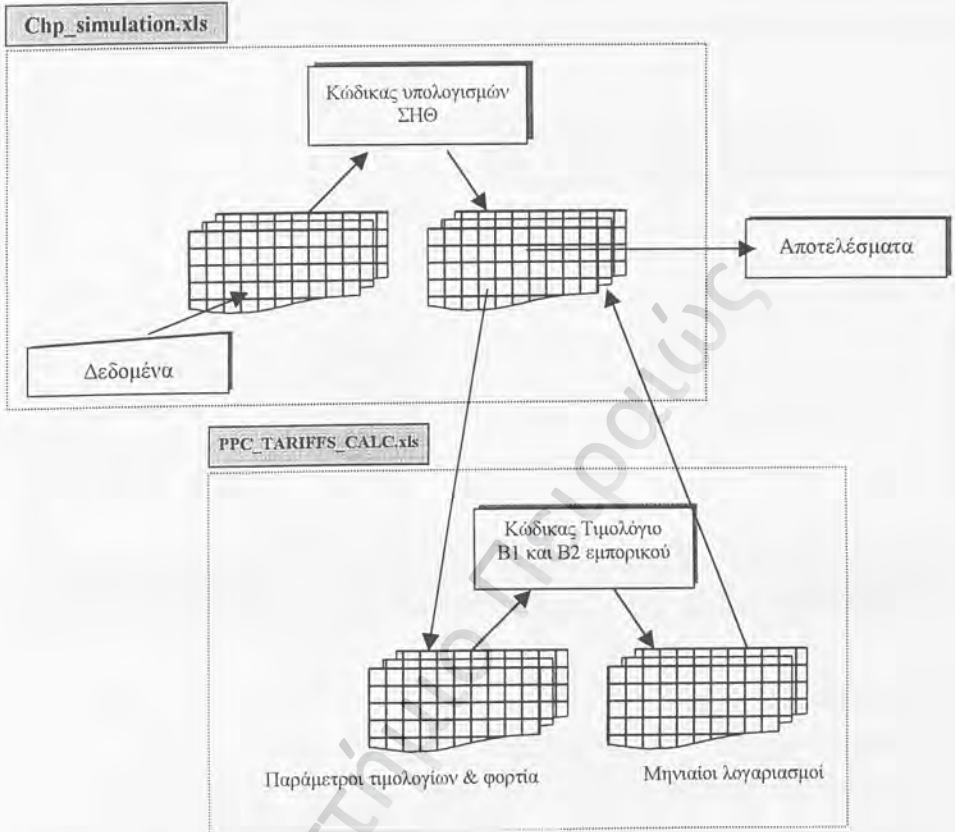
Στα επόμενα γίνεται μια περιγραφή των δεδομένων εισόδου και των αποτελεσμάτων των εργαλείων χωρίς λεπτομερή αναφορά στην υπολογιστική δομή τους.

8.2 Εργαλείο υπολογισμού εφαρμογών συστημάτων ΣΗΘ

Το εργαλείο για την αποτίμηση της ΣΗΘ αποτελείται στην ουσία από δύο αρχεία Excel 2000. Το πρώτο αρχείο (*chr_simulation.xls*) μέσα από το οποίο γίνεται και ο χειρισμός (εισαγωγή δεδομένων, τρέξιμο, έξοδος αποτελεσμάτων) έχει ενσωματωμένα μοντέλα (τα μοντέλα αυτά προέρχονται από προσωπική επικοινωνία με τον κ. Χ. Φραγκόπουλο, Καθηγητή ΕΜΠ) που αποτυπώνουν την μεταβολή του θερμοκικού και μηχανικού βαθμού απόδοσης ως συνάρτηση του μεγέθους και του βαθμού φόρτισης της παλινδρομικής ΜΕΚ. Το σύστημα ΣΗΘ συγκρίνεται με συμβατικό σύστημα κάλυψης των θερμικών και ηλεκτρικών αναγκών. Συγκεκριμένα, στο συμβατικό σύστημα οι θερμικές ανάγκες θεωρείται ότι καλύπτονται με λέβητα ενώ οι ηλεκτρικές ανάγκες με αγορά ηλεκτρισμού από το δίκτυο. Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα θεωρείται σταθερός, είτε αυτός λειτουργεί σε μερικό είτε σε ονομαστικό φορτίο.

Το δεύτερο αρχείο *PPC_TARRIFS_CALC.xls* λαμβάνει από το προηγούμενο αρχείο τα ηλεκτρικά φορτία που πρέπει να καλυφθούν. Τα ηλεκτρικά φορτία δίνονται σε ωριαία βάση για μια τυπική ημέρα κάθε μήνα. Από αυτά, και βάση του επιλεγμένου τιμολογίου, υπολογίζεται το μηνιαίο και το ετήσιο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που αγοράζεται. Τα

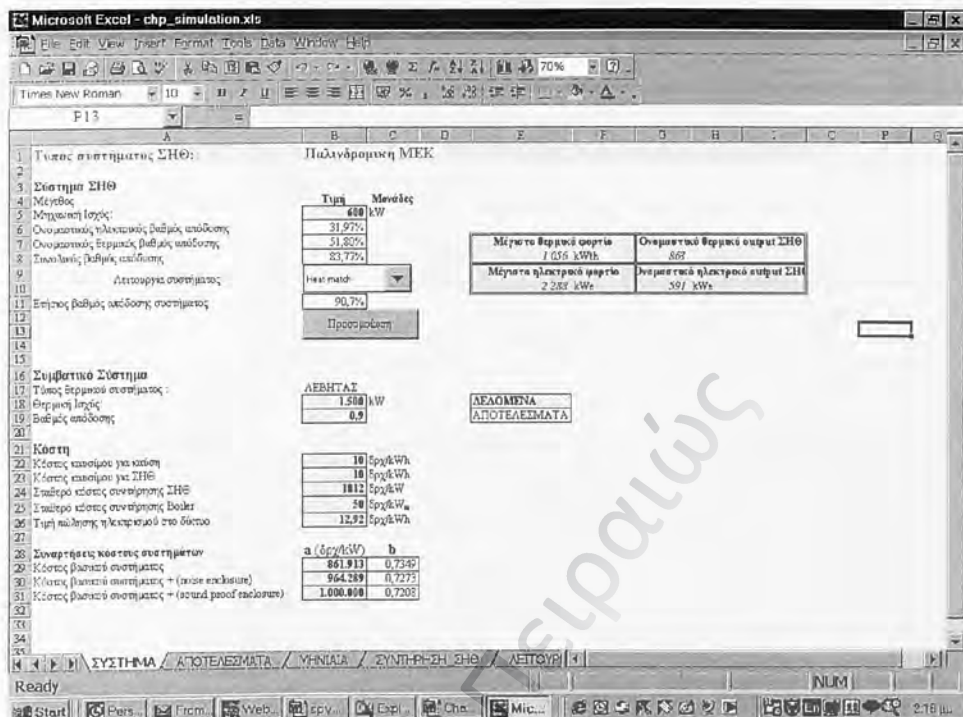
διαθέσιμα τιμολόγια είναι τα γενικής χρήσης, μέσης τάσης και μηνιαίας χρέωσης B1 και B2 του εμπορικού τομέα.



Σχήμα 8.1 Δομή των αρχείων Excel 2000 για τον υπολογισμό των συστημάτων ΣΗΘ

Τα δεδομένα που απαιτούνται για κάθε περίπτωση είναι τα θερμικά και ηλεκτρικά φορτία μιας τυπικής ημέρας για κάθε μήνα του έτους. Το θερμικό φορτίο πρέπει να είναι τέτοιας ποιότητας, ώστε να μπορεί να παραχθεί από παλινδρομική ΜΕΚ. Ειδικά στην περίπτωση των ξενοδοχείων οι παλινδρομικές ΜΕΚ μπορούν να παράγουν το σύνολο των θερμικών φορτίων εκτός από τον μέσης πίεσης ατμό που χρησιμοποιείται στα πλυντήρια. Είναι ιδιαίτερα δύσκολο να προχωρήσει κανείς σε ανάλυση των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων μεγαλύτερη από την προαναφερόμενη χωρίς την πραγματοποίηση μετρήσεων. Το θερμικό και ηλεκτρικό φορτίο εισάγεται σε κατάλληλα διαμορφωμένα φύλλα του αρχείου *chp_simulation.xls*.

Τα υπόλοιπα απαιτούμενα δεδομένα εισάγονται σε φύλλο του αρχείου του οποίου η μορφή φαίνεται στο σχήμα 8.2.

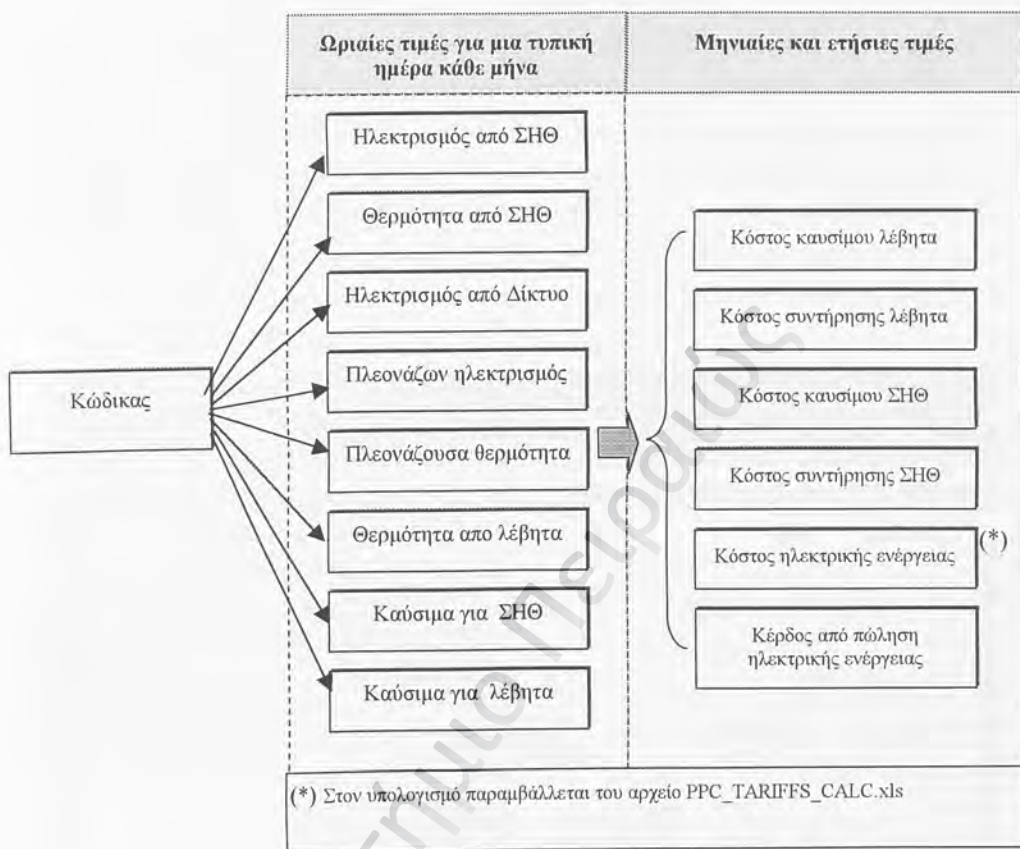


Σχήμα 8.2 Φύλλο εισαγωγής δεδομένων

Όπως φαίνεται στο σχήμα 8.2 πρόσθετα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς είναι: το μέγεθος της παλινδρομικής ΜΕΚ, ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος (παρακολούθηση θερμικών ή ηλεκτρικών φορτίων, σταθερή λειτουργία, μη συμπαραγωγή), η ισχύς του συμβατικού συστήματος κάλυψης των θερμικών φορτίων και ο αντίστοιχος βαθμός απόδοσης, τα κόστη των καυσίμων για καύση και για συμπαραγωγή, η τιμή πώλησης της πλεονάζουσας ποσότητας ηλεκτρισμού στο δίκτυο, όπως επίσης η βάση και ο εκθέτης των συναρτήσεων κόστους για τις παλινδρομικές ΜΕΚ.

Σημαντικό αποτέλεσμα που παρουσιάζεται σε αυτό το φύλλο είναι ο μέσος ετήσιος βαθμός απόδοσης του συστήματος που δείχνει αν το σύστημα είναι νομοθετικά αποδεκτό ή όχι. Σε άλλα φύλλα του αρχείου εισάγονται οι ημέρες κάθε μήνα που το σύστημα ΣΗΘ είναι εκτός λειτουργίας για συντήρηση, αλλά και οι ώρες που εκλέγονται να λειτουργεί.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοψίζονται στο σχήμα 8.3



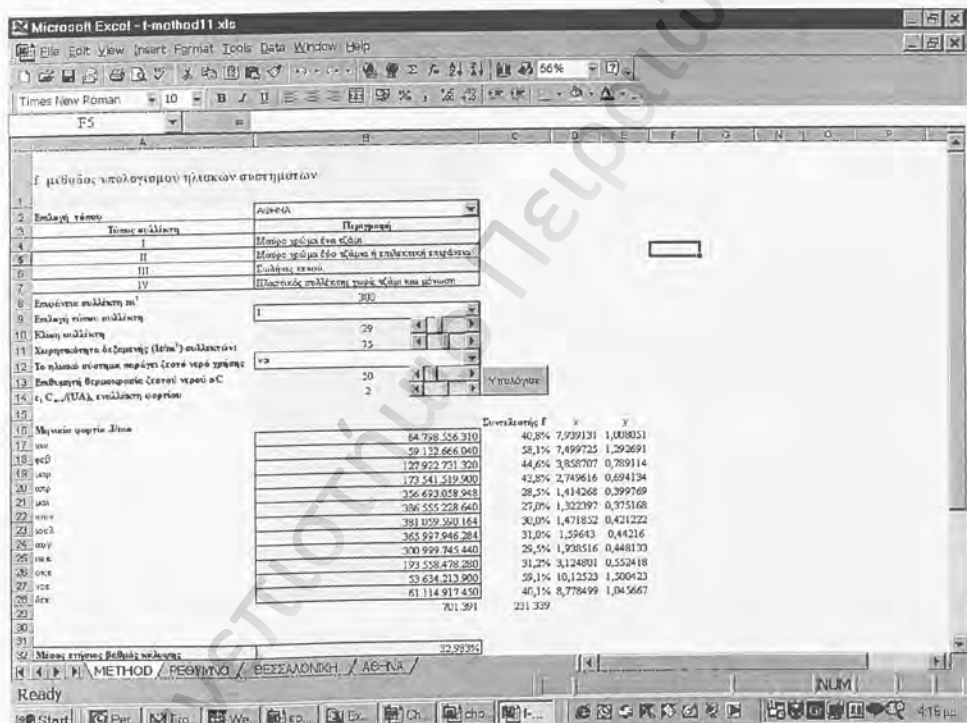
Σχήμα 8.3 Σύνοψη αποτελεσμάτων του εργαλείου

Το παραπάνω πρόγραμμα τρέχει μια φορά για τον επιλεγμένο τρόπο λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ και μια φορά για μη ΣΗΘ. Η διαφορά στο κόστος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών είναι το ακαθάριστο όφελος της επένδυσης. Αυτό τροφοδοτείται στο αρχείο Finance.xls μαζί με τις υπόλοιπες παραμέτρους της επένδυσης.

Το παραπάνω εργαλείο είναι σαφές ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε αποτίμηση συστήματος ΣΗΘ με παλινδρομική ΜΕΚ, τόσο στον τουριστικό τομέα όσο και σε άλλους τομείς. Τα συστήματα ΣΗΘ που δοκιμάζονται καλό είναι να μην υπερβαίνουν τα 1000 kW.

8.3 Εργαλείο υπολογισμού ηλιακών συστημάτων

Το εργαλείο υπολογισμού των ηλιακών συστημάτων είναι εφαρμογή της μεθόδου f κάλυψης των μηνιαίων φορτίων. Στο αρχείο υπάρχουν αποθηκευμένα μέσα μηνιαία μετεωρολογικά δεδομένα για την Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, τα Χανιά και το Ρέθυμνο. Ο κώδικας υπολογίζει την ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη για την συγκεκριμένη κλίση, από δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο, συντελεστών αιθριότητας και παραδοχών για τους συντελεστές ανάκλασης του εδάφους. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται το φύλλο του Excel 2000 που χρησιμεύει τόσο για την εισαγωγή δεδομένων όσο και για την εξόδο των αποτελεσμάτων.



Σχήμα 8.4 Φύλλο εισόδου δεδομένων και εξόδου αποτελεσμάτων του εργαλείου για τον υπολογισμό των ηλιακών συστημάτων

Καταρχήν, επιλέγεται ο τόπος στον οποίο γίνεται η εγκατάσταση του ηλιακού συστήματος. Η επιλογή αυτή γίνεται για να αντληθούν κατάλληλα μετεωρολογικά δεδομένα. Έπειτα επιλέγεται μέγεθος επιφάνειας συλλέκτη, τύπος συλλέκτη, χωρητικότητα δεξαμενής, η επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού και αν αυτό καλύπτει φορτία θέρμανσης χώρου ή θερμού νερού χρήσης. Η τελευταία επιλογή είναι απαραίτητη γιατί η μέθοδος f καταρχήν αναπτύχθηκε για υπολογισμό ηλιακών συστημάτων θέρμανσης χώρων και η προσαρμογή της για υπολογισμό συστήματος θέρμανσης νερού απαιτεί τον υπολογισμό ενός συντελεστή

διόρθωσης. Για τα διάφορα μεγέθη που εισάγονται υπάρχει συγκεκριμένο εύρος τιμών που είναι αποτελέσματα εμπειρίας μεγάλου αριθμού εφαρμογών. Η εμπειρία αυτή ενσωματώνεται στο εργαλείο με την εισαγωγή γραμμών κύλισης (scroll bar), που επιτρέπουν την μεταβολή των τιμών των αντίστοιχων κελιών σε συγκεκριμένο εύρος. Τέλος, εισάγεται το μηνιαίο φορτίο.

Το πρόγραμμα τρέχει παράγοντας τους συντελεστές f κάλυψης του μηνιαίου φορτίου. Από αυτούς υπολογίζεται ο ετήσιος συντελεστής κάλυψης του φορτίου. Για δεδομένη επιφάνεια, βελτιστοποιείται η κλίση του συλλέκτη ώστε να μεγιστοποιηθεί ο ετήσιος συντελεστής κάλυψης. Τελικά, για την βέλτιστη κλίση υπολογίζεται το φορτίο που καλύπτεται από το ηλιακό σύστημα, οι αντίστοιχες υποκαθιστάμενες ποσότητες καυσίμου ή/και ηλεκτρισμού και το ετήσιο ακαθάριστο όφελος που προκύπτει από την επένδυση. Το τελευταίο μαζί με τα υπόλοιπα στοιχεία της επένδυσης τροφοδοτούνται στο αρχείο Finance.xls.

8.4 Εργαλείο αποτίμησης επενδύσεων

Ο κώδικας που αναπτύχθηκε σε Visual Basic του Excel είχε ως κύριο στόχο την εξαγωγή των καθαρών χρηματοροών που προκύπτουν από την επένδυση τόσο για τον τελικό χρήστη όσο και για την εταιρία ΧΑΤ (αρχείο Finance.xls). Τα βήματα που υλοποιούνται μέσω του κώδικα περιγράφονται στο κεφάλαιο 7. Αφού παραχθεί η καθαρή χρηματοροή χρησιμοποιούνται οι συναρτήσεις που διαθέτει το excel για τον υπολογισμό οικονομικών δεικτών όπως NPV, IRR κ.λπ.

Τα απαιτούμενα δεδομένα κατηγοριοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες: 1) δεδομένα που αφορούν την επένδυση, 2) δεδομένα που αφορούν τον τελικό χρήστη 3) δεδομένα που αφορούν την εταιρία ΧΑΤ 4) παράμετροι του συμβολαίου. Για την εισαγωγή καθεμιάς κατηγορίας δεδομένων χρησιμοποιείται κατάλληλα διαμορφωμένο φύλλο excel. Ο πίνακας 8.1 αναφέρει όλα τα δεδομένα που πρέπει να εισαχθούν.

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται είναι η καθαρή χρηματοροή και οι οικονομικοί δείκτες NPV, IRR και η περίοδος αποπληρωμής, τόσο για τον τελικό χρήστη όσο και για την εταιρία ΧΑΤ.

Περιορισμοί του εργαλείου είναι ότι δεν μπορεί να δεχθεί μεταβαλλόμενο ετήσιο ακαθάριστο όφελος, δεν προβλέπει περίοδο χάριτος για τα δάνεια, ενώ δεν παρέχει την επιλογή μεθόδου υπολογισμού της απόσβεσης (φθίνουσα ή σταθερή).

Πίνακας 8.1 Απαιτούμενα δεδομένα για την εξαγωγή των καθαρών χρηματοροών

<i>Δεδομένα</i>				
<i>A/A</i>	<i>Επένδυση</i>	<i>Τελικός χρήστης</i>	<i>Εταιρία ΧΑΤ</i>	<i>Συμβόλαιο ΧΑΤ</i>
<i>1</i>	Κόστος επένδυσης	Συμμετοχή στο κόστος επένδυσης (%)	Συμμετοχή στο κόστος επένδυσης (%)	Είδος σύμβασης
<i>2</i>	Ετήσιο Ακαθάριστο όφελος	Ίδια κεφάλαια (%)	Ίδια κεφάλαια (%)	Διάρκεια σύμβασης
<i>3</i>	Οικονομική ζωή	Δάνειο (%)	Δάνειο (%)	Επιμερισμός ακαθάριστου οφέλους
<i>4</i>	Ορίζοντας αποτίμησης	Επιχορήγηση (%)	Επιχορήγηση (%)	
<i>5</i>		Συντελεστής απόσβεσης	Συντελεστής απόσβεσης	
<i>6</i>		Φορολογικός συντελεστής	Φορολογικός συντελεστής	
<i>7</i>		Επιτόκιο δανείου	Επιτόκιο δανείου	
<i>8</i>		Τρόπος αποπληρωμής	Τρόπος αποπληρωμής	
<i>9</i>		Επιτόκιο προεξόφλησης	Επιτόκιο προεξόφλησης	

9. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΗΛΙΑΚΟ & ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «ΑΣΤΕΡΑΣ ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ»

9.1 Περιγραφή

Ο «Αστέρας Βουλιαγμένης» είναι ένα μεγάλο ξενοδοχειακό συγκρότημα πολυτελείας εγκατεστημένο στα νότια προάστεια του πολεοδομικού ιστού της ευρύτερης περιφέρειας της πρωτεύουσας. Αποτελείται από τρία ξεχωριστά κύρια κτίρια, τον Αρίωνα, την Αφροδίτη και την Ναυσικά ενώ επιπλέον υπάρχουν 77 καμπάνες και 12 βοηθητικά κτίρια. Κάθε ένα από τα κύρια κτίρια διαθέτει κολυμβητική δεξαμενή η οποία θερμαίνεται κατά την διάρκεια των μηνών λειτουργίας του αντίστοιχου κτιρίου.

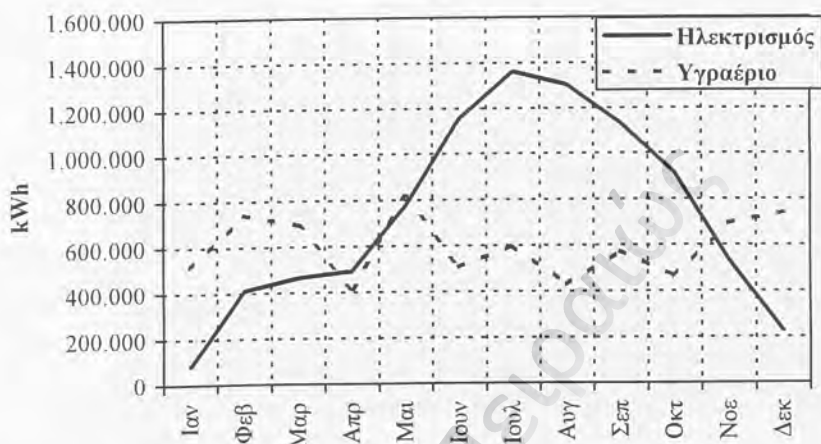
Ο συνολικός αριθμός δωματίων όλου του συγκροτήματος είναι 601 ενώ ο αντίστοιχος αριθμός κλινών είναι 1.121. Ο Αρίωνας λειτουργεί καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου, η Ναυσικά και οι καμπάνες λειτουργούν από 1/3 μέχρι 31/10, ενώ η Αφροδίτη λειτουργεί από 1/5 μέχρι και 31/12. Η συνολική επιφάνεια όλων των κτισμάτων ανέρχεται σε 57.000 m².

Οι ενεργειακές ανάγκες του συγκροτήματος καλύπτονται κυρίως με ηλεκτρισμό και υγραέριο (LPG). Οι επενδύσεις που έχουν γίνει σε μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας αφορούν σε λαμπτήρες οικονομίας και σε εγκατάσταση καυστήρων υγραερίου. Υπάρχει μια σειρά επενδύσεων που θα μπορούσε με οικονομικά αποδεκτούς όρους να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση του συγκροτήματος. Αυτές είναι η εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων, ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση νερού χρήσης, ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση του νερού των κολυμβητικών δεξαμενών, συστήματα ελέγχου του φωτισμού της θέρμανσης και της ψύξης καθώς και σύστημα διαχείρισης των κτιρίων. Επίσης, παρατηρείται σημαντική πτώση του σινημιτόνου κατά τους θερινούς μήνες, όπου εξαιτίας της αιχμής λειτουργούν πολλοί κινητήρες και ενδεχόμενη επένδυση σε πυκνωτές αντιστάθμισης φαίνεται να είναι οικονομικά αποδοτική.

Τα ενεργειακά συστήματα που καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες είναι τα ακόλουθα. Για θερμό νερό και για θέρμανση χώρου υπάρχουν 10 λέβητες ισχύος από 600.000 μέχρι 850.000 kcal/h εκ των οποίων οι 8 λειτουργούν με υγραέριο και οι δύο με πετρέλαιο. Για την λειτουργία των πλυντηρίων είναι απαραίτητος ατμός 13 bar που παράγεται από ατμογεννήτρια. Για την κάλυψη των κλιματιστικών φορτίων τα κεντρικά κτίρια διαθέτουν κεντρική κλιματιστική μονάδα ενώ η συνολική κλιματιστική ισχύς είναι 1260 RT. Οι καμπάνες διαθέτουν split κλιματιστικές μονάδες ηλεκτρικής ισχύς 1,5 kW.

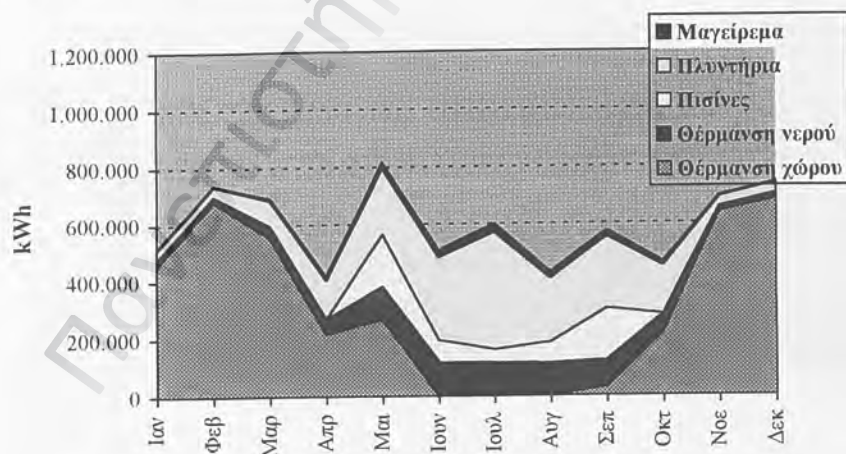
9.2 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών και καταναλώσεων

Οι συνολικές καταναλώσεις σε καύσιμα και ηλεκτρισμό του συγκροτήματος απεικονίζονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 9.1. Μηνιαίες καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρισμού του «Αστέρα Βουλιαγμένης». Πηγή: [6]

Οι μηνιαίες καταναλώσεις σε καύσιμα ανά χρήση, όπως αυτές εκτιμώνται δίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.

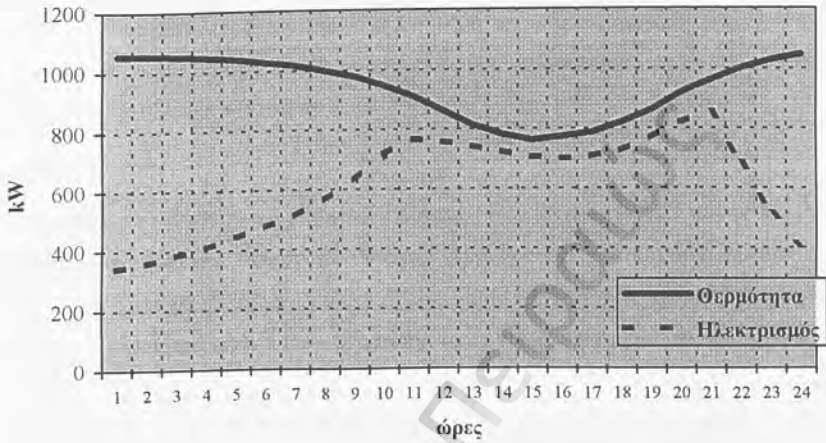


Σχήμα 9.2. Εκτίμηση μηνιαίων καταναλώσεων καυσίμων ανά δραστηριότητα.

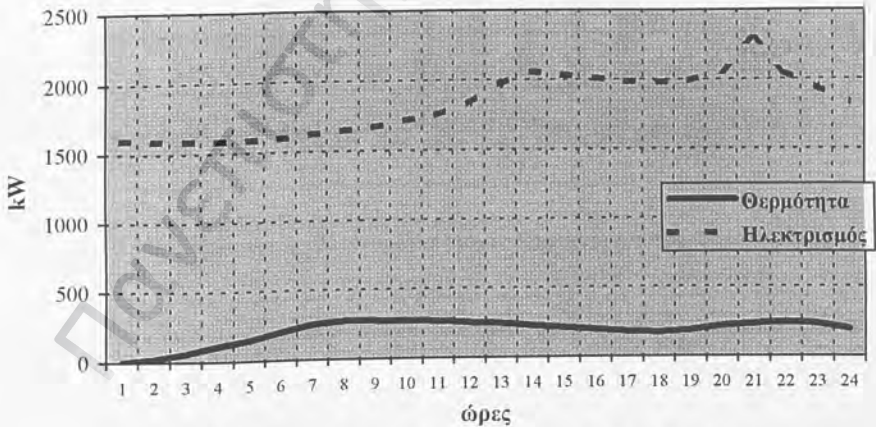
Η επένδυση η οποία εξετάζεται είναι σύστημα ΣΗΘ με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ). Οι ΜΕΚ συνήθως παράγουν θερμό νερό της τάξης των 100°C, ενώ διατίθενται εμπορικά και σε τύπους που δίνουν μέχρι 130 °C. Έτσι, η θερμότητα που

απαιτείται για την παραγωγή ατμού πίεσης 10 bar θεωρείται μη υποκαταστάσιμη από θερμότητα που παράγει το σύστημα ΣΗΘ.

Στα επόμενα σχήματα δίνονται τα ημερήσια προφίλ αναγκών σε θερμότητα και ηλεκτρισμό για μια τυπική θερινή και μια τυπική χειμερινή ημέρα. Η θερμική ανάγκη που απεικονίζεται είναι η υποκαταστάσιμη.



Σχήμα 9.3. Θερμικά και ηλεκτρικά φορτία τυπικής χειμερινής ημέρας



Σχήμα 9.4. Θερμικά και ηλεκτρικά φορτία τυπικής θερινής ημέρας

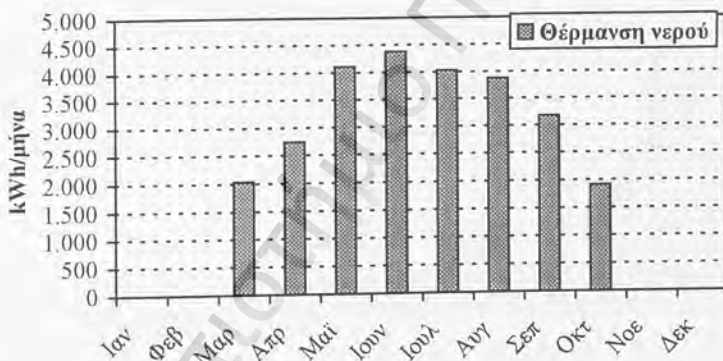
9.3 Κεντρικό ηλιακό σύστημα

9.3.1 Σχεδιασμός κεντρικού ηλιακού συστήματος

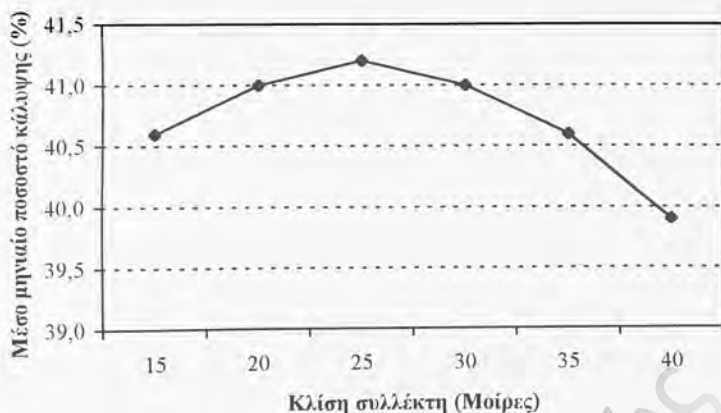
Όπως αναφέρθηκε το ξενοδοχειακό συγκρότημα του Αστέρα αποτελείται από τρία κεντρικά κτίρια και 70 καμπάνες. Οι καμπάνες καλύπτουν τις ανάγκες σε ζεστό νερό με την χρήση ηλεκτρικών θεμοσιφώνων ενώ τα ξενοδοχεία με τη χρήση καυσίμου LPG. Έτσι, η οικονομική αποτίμηση κεντρικών ηλιακών συστημάτων απαιτεί μεμονωμένη αντιμετώπιση της περίπτωσης των τριών ξενοδοχείων και των καμπάνων, αφού το κόστος της υποκαταστάσιμης ενέργειας είναι διαφορετικό.

Καμπάνες

Το μηνιαίο θερμικό φορτίο των καμπάνων φαίνεται στο διαγράμμα 5. Για την κάλυψή του προτείνεται εγκατάσταση κεντρικού ηλιακού συστήματος. Οι ηλιακοί συλλέκτες που χρησιμοποιούνται είναι συλλέκτες με ένα τζάμι. Το θερμικό φορτίο εμφανίζεται κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και κατά συνέπεια η κλίση των συλλεκτών πρέπει να είναι μικρή.

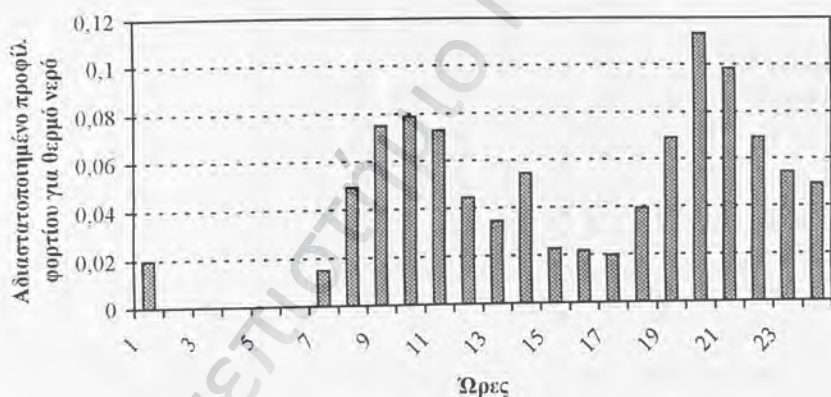


Σχήμα 9.5. Μηνιαία φορτία για θέρμανση νερού. Καμπάνες Αστέρα Βουλιαγμένης.



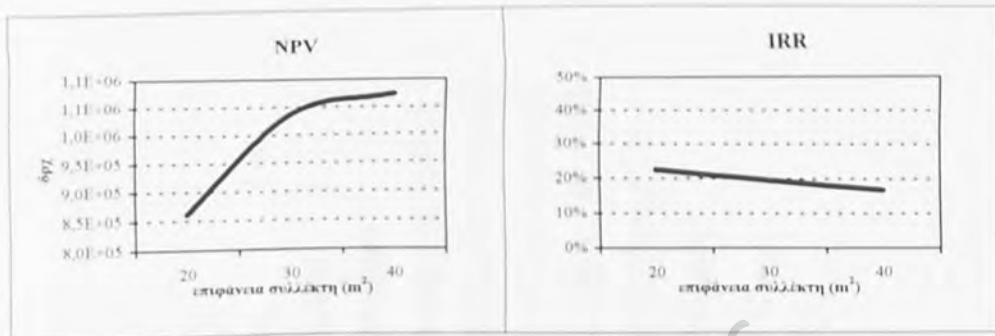
Σχήμα 9. 6. Μέση μηνιαία κάλυψη φορτίου ως συνάρτηση της κλίσης συλλεκτών δεδομένης επιφάνειας

Οι διαφοροποιήσεις που προκύπτουν δεν είναι σημαντικές, εντούτοις γίνεται φανερό ότι η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών είναι 25°.



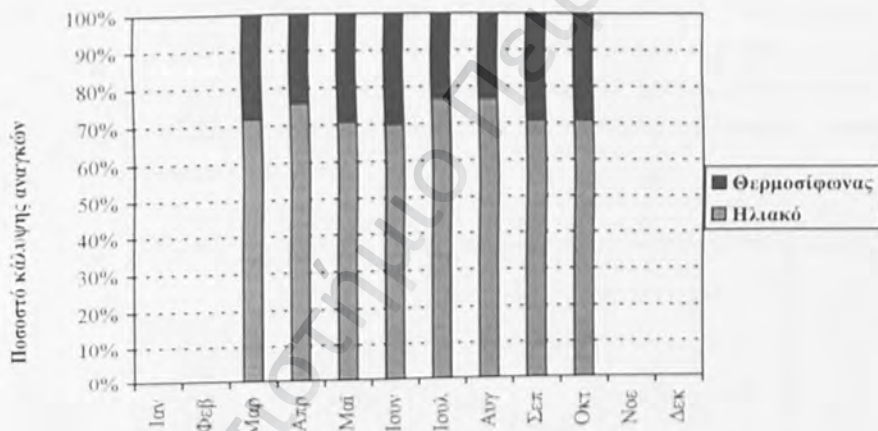
Σχήμα 9.7. Αδιαστατοποιημένο φορτίο για θερμό νερό. Πηγή: [14]

Θεωρώντας κατανομή της ζήτησης ζεστού νερού αυτή που απεικονίζεται στο σχήμα 7 υπολογίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια της οποίας αποφεύγεται η κατανάλωση με την εγκατάσταση του ηλιακού συστήματος. Έπειτα, υπολογίζεται το κόστος της νέας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας βάση των τιμολογίων της μέσης τάσης, γενικής χρήσης και μηνιαίας χρέωσης B1 και B2 (γίνεται επιλογή του καλύτερου) και συγκρίνεται με το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει με την κάλυψη των αναγκών σε θερμό νερό από το υπάρχον σύστημα. Ακολουθεί υπολογισμός του χρόνου αποπληρωμής, της NPV και του IRR της επένδυσης για διάφορες επιφάνειες συλλεκτών και επιλέγεται το καλύτερο σύστημα.



Σχήμα 9.8 Μεταβολή των οικονομικών δεικτών για διάφορα μεγέθη ηλιακού συστήματος (καμπάνες).

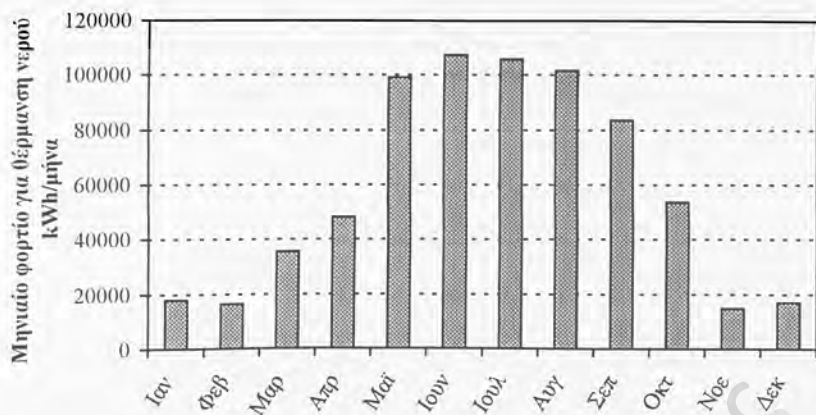
Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κριτήρια επιλέγεται ως βέλτιστη επιφάνεια συλλεκτών τα 40 m².



Σχήμα 9.9. Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης των αναγκών σε θέρμανση νερού

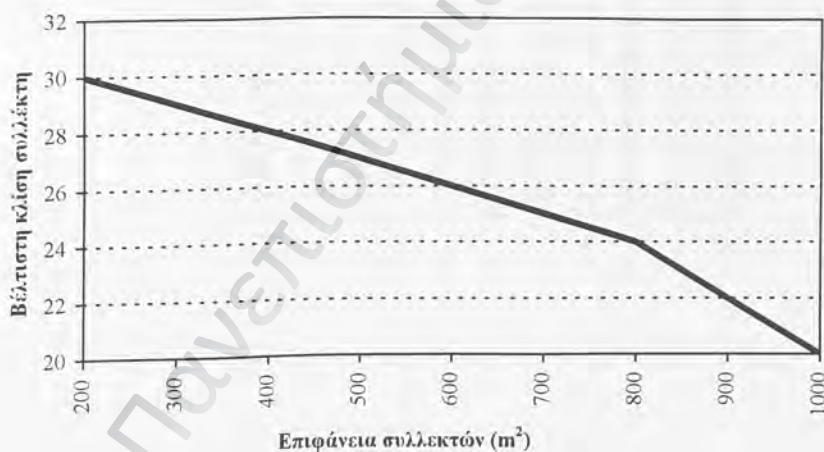
Αρίωνας - Ναυσικά - Αφροδίτη

Το μηνιαίο φορτίο για θέρμανση νερού για τα τρία κτίρια του συγκροτήματος δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 9.10. Μηνιαίο φορτίο θέρμανσης νερού. Αρίωνας – Ναυσικά – Αφροδίτη

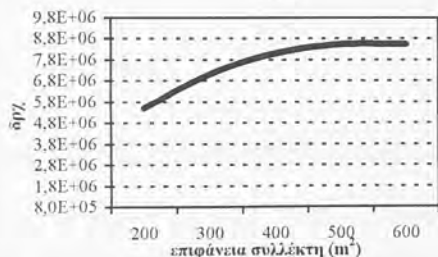
Η βέλτιστη κλίση συλλέκτη είναι συνάρτηση του μεγέθους του ηλιακού συστήματος που επιλέγεται. Έτσι, ένα αρκετά μεγάλο σύστημα είναι δυνατό δίνει ενέργεια πάνω από αυτή που χρειάζεται κατά την διάρκεια του χειμώνα εξαιτίας της πολύ χαμηλής δραστηριότητας στο ξενοδοχείο κατά τους χειμερινούς μήνες. Η βέλτιστες κλίσεις για διάφορα μεγέθη συστήματος φαίνονται στο σχήμα 10.



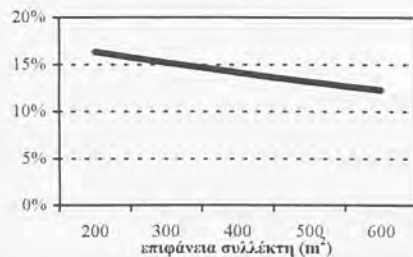
Σχήμα 9.11. Βέλτιστη κλίση για διάφορα μεγέθη κεντρικού ηλιακού συστήματος

Το υποκαταστάσιμο καύσιμο στην περίπτωση του Αρίωνα – Ναυσικά – Αφροδίτη είναι το υγραέριο (LPG). Η τιμή του υγραερίου θεωρείται 11 δραχμές ανά kWh. Τα οικονομικά αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

NPV



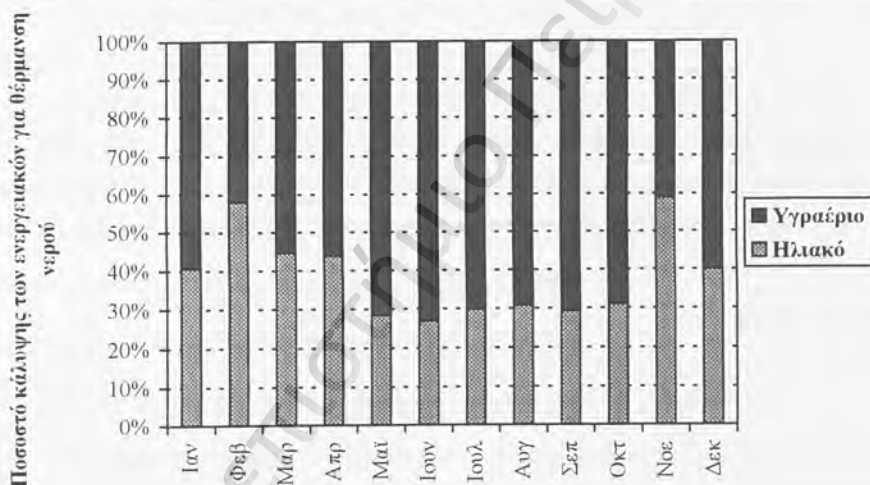
IRR



Σχήμα 9.12. Μεταβολή των οικονομικών δεικτών για διάφορα μεγέθη ηλιακού συστήματος

Το κριτήριο της NPV τείνει στο μεγαλύτερο σύστημα ενώ το κριτήριο IRR καθώς και ο χρόνος αποπληρωμής τείνουν προς το μικρότερο σύστημα. Συμβιβάζοντας τις τιμές των κριτηρίων επιλέγεται το σύστημα με επιφάνεια συλλεκτών 300 m².

Η κάλυψη φορτίων για αυτό το σύστημα δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 9.13. Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης των αναγκών σε θέρμανση νερού

Σύνολο ηλιακών συστημάτων

Τελικά, η συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών που προτείνεται προς εγκατάσταση είναι 340 m² εκ των οποίων τα 300 m² καλύπτουν φορτία για ζεστό νερό των τριών ξενοδοχείων ενώ τα 40 m² καλύπτουν φορτία για ζεστό νερό στις καμπάνες.

Το συνολικό κόστος εγκατάστασης ανέρχεται σε 29.480.400 δραχμές ενώ το ετήσιο όφελος είναι 3.224.735 δραχμές. Οι οικονομικοί δείκτες της συνολικής επένδυσης είναι:

- Χρόνος αποπληρωμής: 7,2 έτη
- NPV: 8.189.423 δραχμές
- IRR: 15,2%

9.4 Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού Θερμότητας

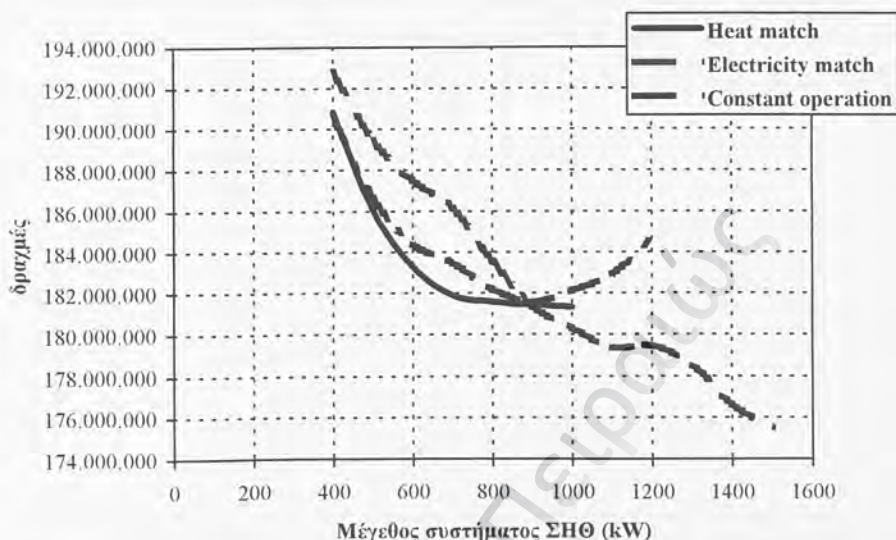
Το μέγεθος του εξεταζόμενου ξενοδοχείου είναι μεγάλο έτσι να ώστε να μπορεί κανείς να θεωρήσει τον αεριοστρόβιλο ως εναλλακτική λύση της παλινδρομικής μηχανής εσωτερικής καύσης (MEK). Επιπλέον, η διαθέσιμη θερμότητα από τον αεριοστρόβιλο είναι σε τέτοια θερμοκρασία, ώστε να επιτρέπει την παραγωγή ατμού μέσης πίεσης που χρησιμοποιείται στα πλυντήρια. Βέβαια η MEK πλεονεκτεί από την άποψη ότι για τα εν λόγω μεγέθη έχει το χαμηλότερο εγκατεστημένο κόστος. Επιπλέον, η καλή συμπεριφορά της MEK για λειτουργία σε μερικό φορτίο σε αντιδιαστολή με την φτωχή απόδοση του αεριοστρόβιλου την καθιστούν επικρατέστερη λύση.

Αρκετές παράμετροι που καθορίζουν την οικονομικότητα ενός συστήματος ΣΗΘ δεν έχουν ακόμη καθοριστεί, π.χ. τιμή φυσικού αερίου για ΣΗΘ, ενώ άλλοι όπως π.χ. η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος αναμένεται λόγω της απελευθέρωσης της αγοράς να γίνουν πιο ευμετάβλητοι. Έτσι, για την οικονομική αποτίμηση της επένδυσης ΣΗΘ θεωρούμε τις ισχύουσες τιμές των παραμέτρων που είναι καθορισμένοι, ενώ για αυτούς που δεν έχουν ακόμη καθοριστεί λαμβάνονται τιμές που θεωρούνται ως οι πλέον πιθανές:

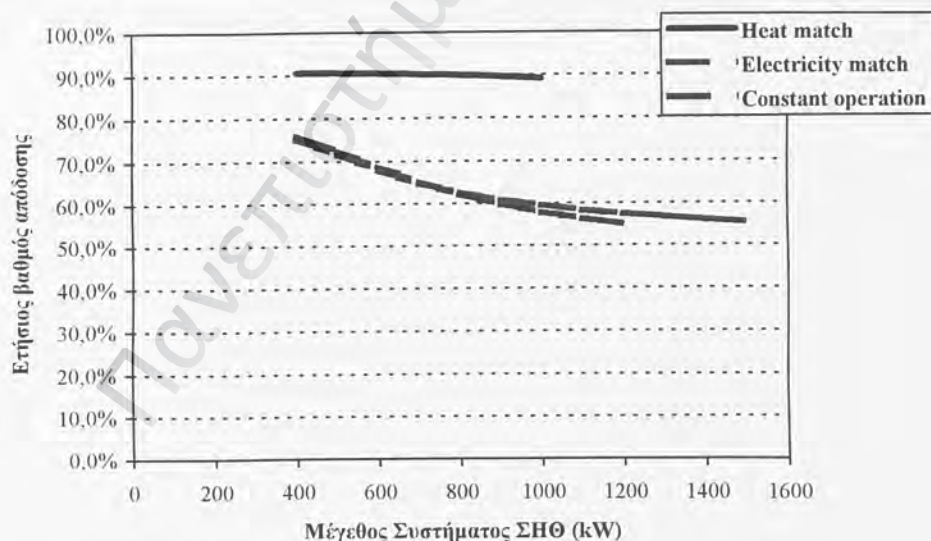
- Η τιμή φυσικού αερίου για καύση είναι 10 δραχμές/kWh
- Η τιμή φυσικού αερίου για καύση είναι 6,5 δραχμές/kWh
- Η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο είναι 12,92 δρχ/kWh
- Η τιμή αγοράς του ηλεκτρικού ρεύματος από το δίκτυο είναι εκείνη που καθορίζεται από τα τιμολόγια γενικής χρήσης μέσης τάσης και μηνιαίας χρέωσης B1 και B2 του εμπορικού τομέα, για όλον τον ορίζοντα αποτίμησης της επένδυσης.

Στα επόμενα μελετάται το βέλτιστο σύστημα ΣΗΘ με MEK καθώς και ο βέλτιστος τρόπος λειτουργίας (παρακολούθηση θερμικών, ηλεκτρικών φορτίων ή σταθερή λειτουργία). Ανταγωνιστικό σύστημα ως προς το σύστημα ΣΗΘ θεωρείται λέβητας φυσικού αερίου για την κάλυψη των θερμικών φορτίων και αγορά ρεύματος από το δίκτυο για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων. Το κόστος κάλυψης των αναγκών με το παραπάνω σύστημα ανέρχεται σε 227.660.737 δραχμές ετησίως. Στο σχήμα 11 φαίνεται το ετήσιο κόστος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών με σύστημα ΣΗΘ ενώ το υπάρχον σύστημα χρησιμοποιείται όταν το σύστημα ΣΗΘ δεν επαρκεί. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι ετήσιοι βαθμοί απόδοσης.

Ο υψηλός βαθμός απόδοσης σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών καθιστά την παρακολούθηση των θερμικών φορτίων τον προσφορότερο τρόπο λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ.



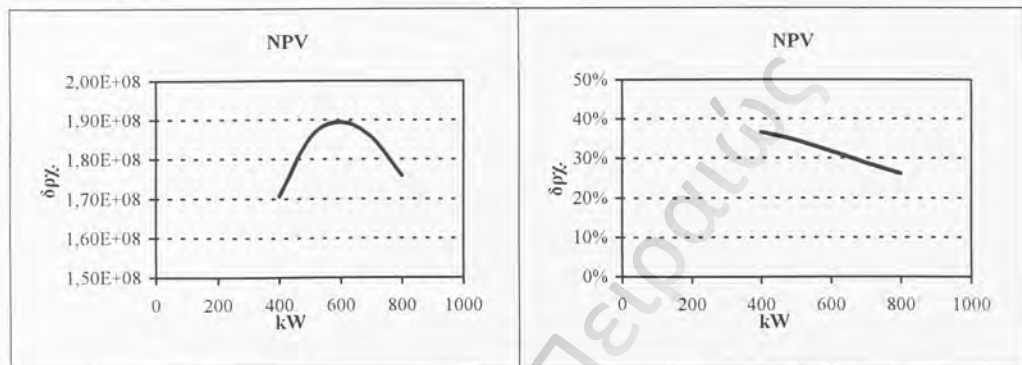
Σχήμα 9. 14. Κόστος κάλυψης ενεργειακών αναγκών για διάφορα μεγέθη και τρόπους λειτουργίας του συστήματος ΣΗΘ.



Σχήμα 9.15. Βαθμός απόδοσης συστήματος ΣΗΘ με ΜΕΚ για διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας

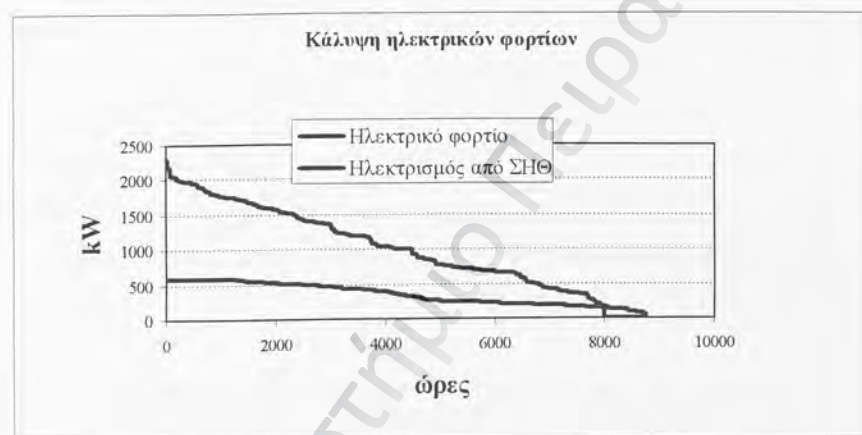
Για τη επιλογή του κατάλληλου μεγέθους υπολογίζονται οι οικονομικοί δείκτες που προκύπτουν από την επένδυση. Επισημαίνεται ότι ένα σύστημα ΣΗΘ με ΜΕΚ ισχύος 800

kW έχει ονομαστική θερμική ισχύ ίση με $1110\text{kW}_{\text{th}}$, ενώ το μέγιστο υποκαταστάσιμο θερμικό φορτίο είναι $1056\text{kW}_{\text{th}}$. Κατά συνέπεια τα 800kW αποτελούν το άνω όριο του μεγέθους συστήματος ΣΗΘ που θα επιλεγεί, δεδομένου ότι ο τρόπος λειτουργίας είναι η παρακολούθηση των θερμικών φορτίων. Έτσι, η επιλογή ενός μεγαλύτερου συστήματος θα είχε ως αποτέλεσμα την μόνιμη λειτουργία του σε μερικό φορτίο και κατά συνέπεια χαμηλότερη απόδοση, χαμηλότερο λειτουργικό όφελος αλλά και υψηλότερο κόστος επένδυσης.



Σχήμα 9.16. Μεταβολή των οικονομικών δεικτών για διάφορα μεγέθη συστήματος ΣΗΘ

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η επένδυση με τους όρους που μελετήθηκε είναι ελκυστική. Ο δείκτης NPV αν και δεν μεταβάλλεται σημαντικά εντούτοις μεγιστοποιείται για σύστημα ΣΗΘ μεγέθους 600kW το οποίο είναι και η τελική επιλογή.



Σχήμα 9.17. Κάλυψη θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων με το προτεινόμενο σύστημα ΣΗΘ

9.5 Μηχανισμός Χρηματοδότησης από Τρίτους

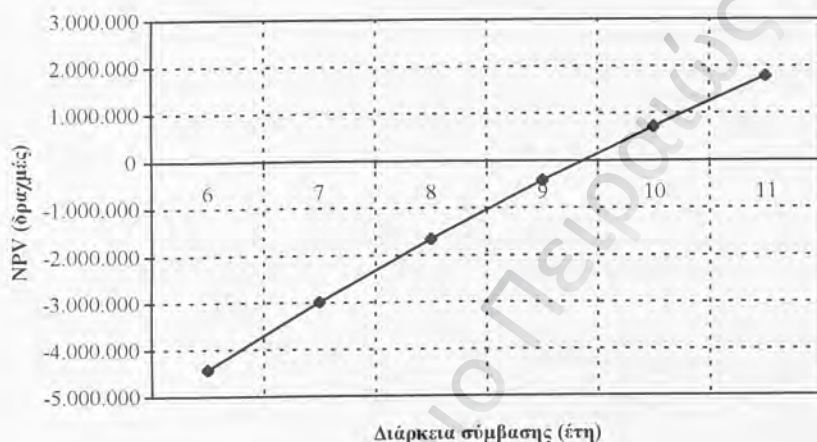
Για το προτεινόμενο ηλιακό σύστημα και το σύστημα ΣΗΘ εφαρμόζεται η μεθοδολογία που περιγράφεται στο κεφάλαιο 7 και προσδιορίζονται το είδος και οι παράμετροι των συμβολαίων ΧΑΤ.

9.5.1 Ηλιακό σύστημα

Η εταιρία ΧΑΤ έχει συμφέρον να εμπλακεί στην επένδυση στην περίπτωση που τα προβλεπόμενα οφέλη έχουν καθαρή παρούσα αξία θετική. Το ίδιο συμβαίνει και για τον χρήστη, όμως η ιδιάζουσα μορφή χρηματορμών που προκύπτει από την εφαρμογή του μηχανισμού ΧΑΤ επιτρέπει θετική NPV για τον χρήστη ακόμη και στην περίπτωση όπου

κατά την διάρκεια του συμβολαίου ο χρήστης καταβάλει μεγαλύτερο πόσο από ότι καατέβαλε για τη κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών. Υπό αυτές τις συνθήκες όμως είναι αμφίβολη η προθυμία του χρήστη να προβεί στην σύναψη σύμβασης. Ο ελάχιστος χρόνος συμβολαίου υπολογίζεται θεωρώντας ότι:

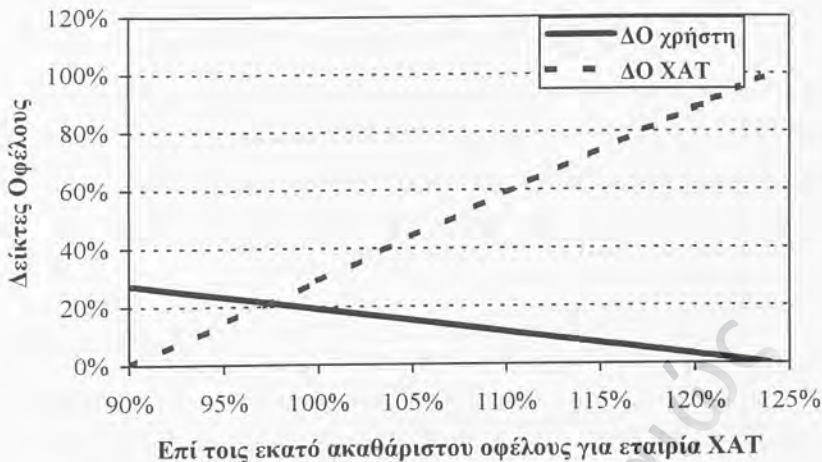
1. Η εταιρία XAT καρπούται το σύνολο του ακαθάριστου οφέλους που προκύπτει από την επένδυση
2. Η NPV για την XAT είναι 0.



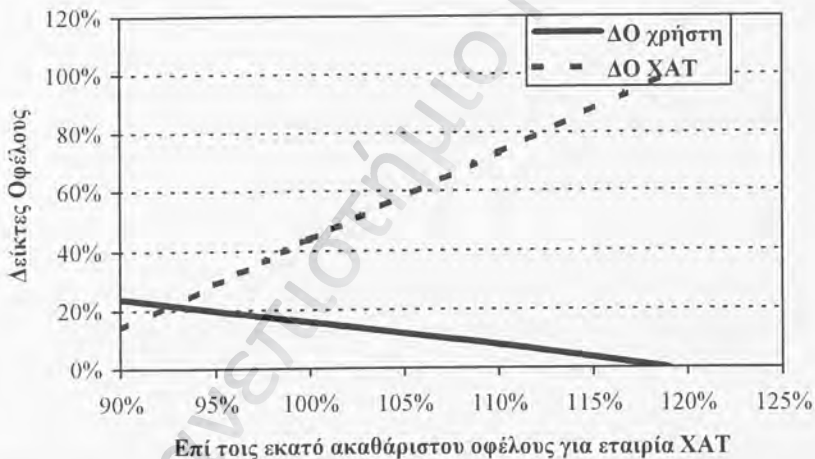
Σχήμα 9.18. Μεταβολή της NPV της εταιρίας XAT στην περίπτωση που καρπούται το ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ που προκύπτει από την εγκατάσταση του ηλιακού συστήματος

Στο σχήμα 14 φαίνεται η μεταβολή της NPV για την εταιρία εάν θεωρηθεί ότι λαμβάνει το σύνολο του ακαθάριστου οφέλους που προκύπτει από την επένδυση. Η NPV αποκτά θετική τιμή για διάρκεια σύμβασης μεγαλύτερη ή ίση των 10 ετών. Κατά συνέπεια η ελάχιστη διάρκεια συμβολαίου είναι 10 έτη. Ο χρόνος αυτός είναι μεγάλος για συμβόλαιο τύπου καθολικής αποπληρώμης (first out), συνήθης χρόνος συμβολαίων τέτοιου τύπου 3-5 έτη.

Κατόπιν προσδιορίζονται οι παράμετροι του συμβολαίου επιμερισμού οφέλους (shared savings), βάση των δεικτών οφέλους όπως αυτοί ορίζονται στο κεφάλαιο 7.



Σχήμα 9.19. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί της εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 11έτη



Σχήμα 9.20. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί της εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 12 έτη

Από τα σχήματα 15 και 16 φαίνεται ότι η σύμβαση 11 ετών δίνει μικρό περιθώριο επιμερισμού οφέλους. Επιλέγεται σύμβαση διάρκειας 12 ετών με επιμερισμό οφέλους 93% για την εταιρία ΧΑΤ και 7% για τον χρήστη. Για αυτόν το επιμερισμό οφέλους οι οικονομικοί δείκτες για την εταιρία ΧΑΤ είναι NPV 1.446.706 δραχμές και IRR 9,9%, ενώ για τον χρήστη NPV 6.399.706 δραχμές (IRR δεν ορίζεται για τον χρήστη αφού όλες οι χρηματοροές είναι θετικές) το τελικό συμπέρασμα είναι:

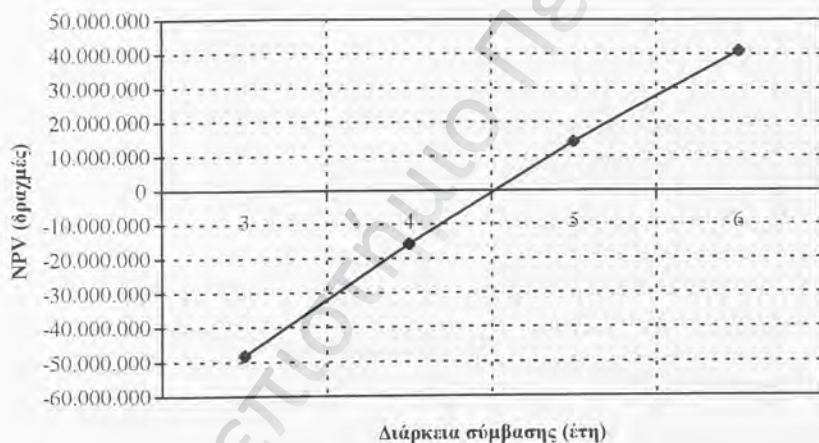
➤ Διάρκεια συμβολαίου επιμερισμού οφέλους: 12 έτη.

➤ Επιμερισμός οφέλους 93% για εταιρία ΧΑΤ και 7% για τελικό χρήστη.

Ο προτεινόμενος χρόνος συμβολαίου είναι μεγάλος. Η συνήθης διάρκεια των συμβολαίων επιμερισμού οφέλους κερμαίνεται από 5-8 έτη. Η μεγάλη διάρκεια της σύμβασης είναι απόρροια της χαμηλής οικονομικότητας της επένδυσης ενώ με τον προτεινόμενο επιμερισμό οφέλους οι οικονομικοί δείκτες που προκύπτουν για την εταιρία ΧΑΤ είναι οριακά αποδεκτοί.

9.5.2 Σύστημα ΣΗΘ

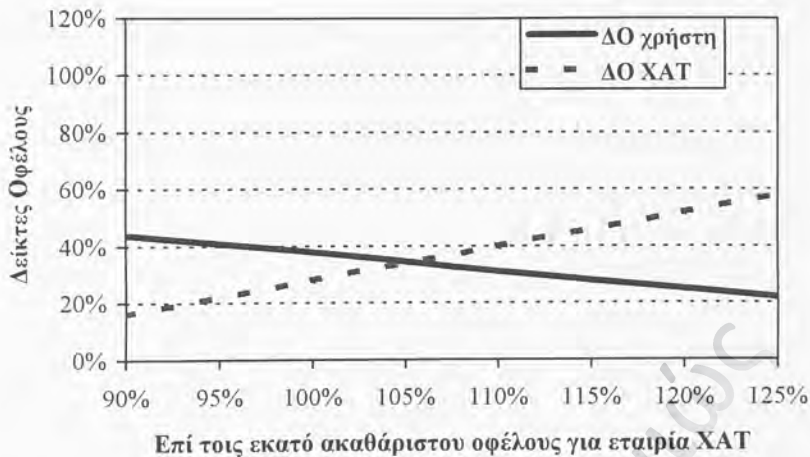
Καταρχήν υπολογίζεται η ελάχιστη χρονική διάρκεια του συμβολαίου ΧΑΤ. Οι συνθήκες για τον ελάχιστο χρόνο συμβολαίου είναι: 1) η εταιρία ΧΑΤ να καρπούται το σύνολο του ακαθάριστου οφέλους που προκύπτει από την επένδυση. 2) η NPV της εταιρίας ΧΑΤ να είναι οριακά θετική.



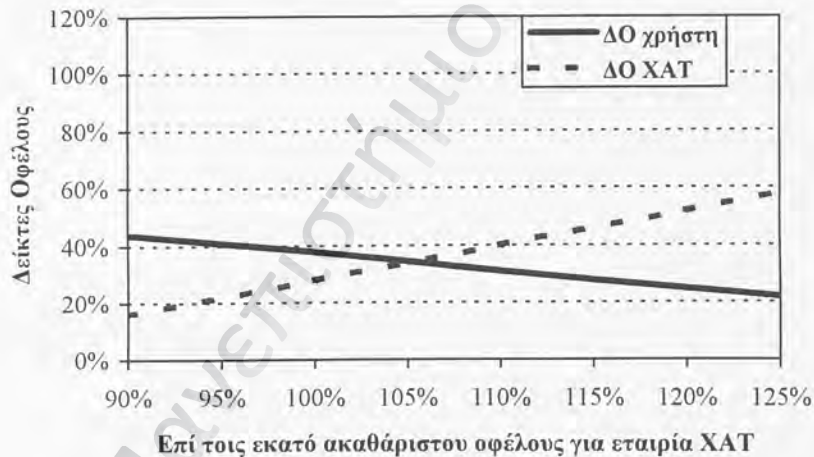
Σχήμα 9.21. Μεταβολή της NPV της εταιρίας ΧΑΤ στην περίπτωση που καρπούται το ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ που προκύπτει από την εγκατάσταση του συστήματος ΣΗΘ

Έτσι, η σύμβαση μεταξύ εταιρίας ΧΑΤ και χρήστη μπορεί να είναι καθολικής αποπληρωμής με διάρκεια 5 έτη. Οι οικονομικοί δείκτες για την εταιρία ΧΑΤ είναι οι εξής: NPV 14.328.877 δραχμές και IRR 12,8% ενώ για τον τελικό χρήστη είναι 168.723.452 δραχμές. Κατά συνέπεια η επένδυση με μια τέτοια μορφής σύμβαση είναι ιδιαίτερα ελκυστική για τον τελικό χρήστη ενώ δεν είναι τόσο αποδοτική για την εταιρία ΧΑΤ.

Στη συνέχεια μελετώνται οι παράμετροι ενός συμβολαίου επιμερισμού οφελειών.



Σχήμα 9.22. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί της εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 6 έτη



Σχήμα 9.23. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί της εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 7 έτη

Από τα σχήματα 17 και 18 παρατηρούμε ότι εάν θεωρηθεί διάρκεια συμβολαίου 6 ετών η εξίσωση των Δεικτών Οφέλους προϋποθέτει επιμερισμό ακαθάριστου οφέλους μεγαλύτερο από 100% για την εταιρία ΧΑΤ. Αντίθετα, η 7ετής διάρκεια επιτρέπει τον επιμερισμό οφέλους έτσι ώστε ο χρήστης να λάβει 4% ενώ η εταιρία ΧΑΤ λαμβάνει 96%. Οι οικονομικοί

δείκτες για την εταιρία ΧΑΤ είναι NPV 53.015.202 δραχμές και IRR 20,5% ενώ για τον χρήστη είναι NPV 133.821.246 δραχμές. Το τελικό συμπέρασμα είναι:

- *Διάρκεια συμβολαίου επιμερισμού οφέλους (shared savings) 7 έτη.*
- *Κατανομή οφέλους 96% για εταιρία ΧΑΤ και 4% για τελικό χρήστη.*

Οι παράμετροι του συμβολαίου κρίνονται ικανοποιητικοί και οι επένδυση είναι σαφώς ελκυστική και για τα δύο μέρη, ενώ η χρονική διάρκεια του συμβολαίου είναι εύλογη.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

10. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΗΛΙΑΚΟ & ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «MACEDONIA PALACE»

10.1 Περιγραφή

Το «Macedonia Palace» είναι ένα πολυτελές ξενοδοχείο μεγάλου μεγέθους που είναι εγκατεστημένο στην παραλία της πόλης της Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για ένα ενιαίο κτίριο το οποίο διαθέτει 284 δωμάτια, ενώ ο συνολικός αριθμός κλινών είναι 576. Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 29.021 m². Το ξενοδοχείο λειτουργεί καθόλη τη διάρκεια του έτους. Το φθινόπωρο και την άνοιξη η πληρότητα παρουσιάζει μέγιστα, ενώ το καλοκαίρι παρατηρείται σημαντική ύφεση δραστηριοτήτων.

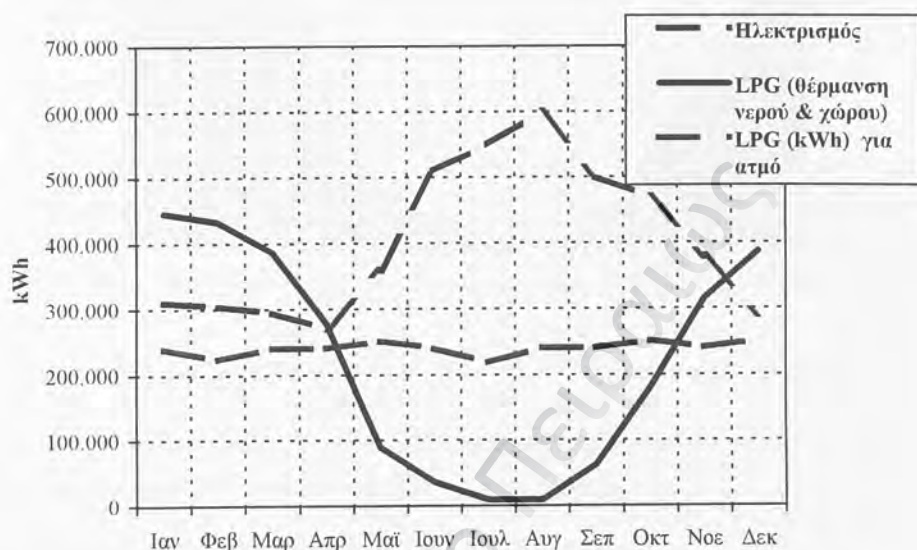
Οι ενεργειακές ανάγκες του ξενοδοχείου καλύπτονται κυρίως με υγραέριο (LPG), ενώ υπάρχει ως εφεδρεία σύστημα που χρησιμοποιεί πετρέλαιο. Ο συνολικός αριθμός καυστήρων είναι 3. Επίσης, υπάρχει ατμογεννήτρια που παράγει κορεσμένο ατμό πίεσης 10 bar που χρησιμοποιείται στα πλυντήρια. Ο κλιματισμός γίνεται μέσω κεντρικής κλιματιστικής μονάδας ισχύος 340 RT ή, εάν ληφθεί υπόψη το ονομαστικό COP, 500 kW.

Το ξενοδοχείο διαθέτει συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και ενεργειακής διαχείρισης όπως διπλούς υαλοπίνακες, σύστημα ελέγχου του φωτισμού, θερμοστάτες χώρου και Building Management System (BMS). Έτσι, μπορεί να θεωρηθεί ότι οι περισσότερες από τις χαμηλού κόστους επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας έχουν γίνει. Συνεπώς, τα φορτία που παρατηρούνται, αντικατοπτρίζουν σε μεγάλο βαθμό τις πραγματικές ανάγκες σε ενέργεια.

Επίσης, έχει γίνει για το ξενοδοχείο μελέτη για εγκατάσταση συστήματος ΣΗΘ με απορρόφηση θερμότητα για την παραγωγή της απαραίτητης ψυκτικής ενέργειας. Η μελέτη εκπονήθηκε από την COGEN HELLAS. Το προτεινόμενο σύστημα αφορά σε μονάδα ΣΗΘ με παλινδρομική MEK ισχύος 300 kW_e και καύσιμο φυσικό αέριο.

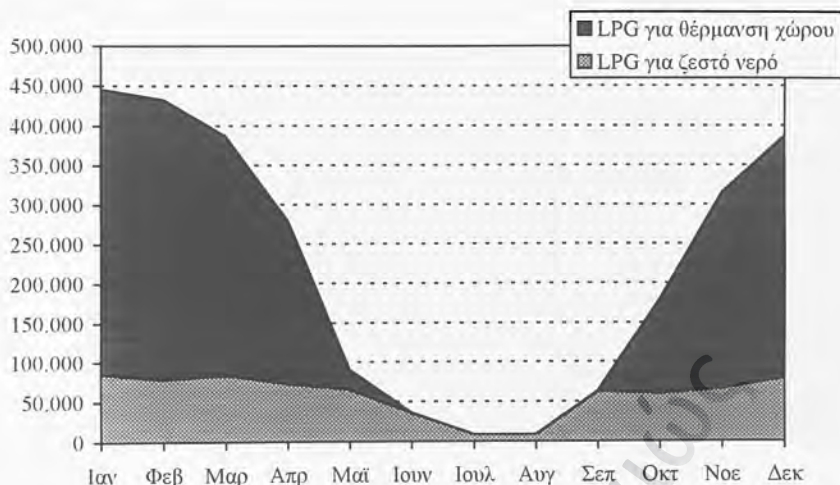
10.2 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών και καταναλώσεων

Οι μηνιαίες καταναλώσεις σε καύσιμα και ηλεκτρισμό του ξενοδοχείου απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα.



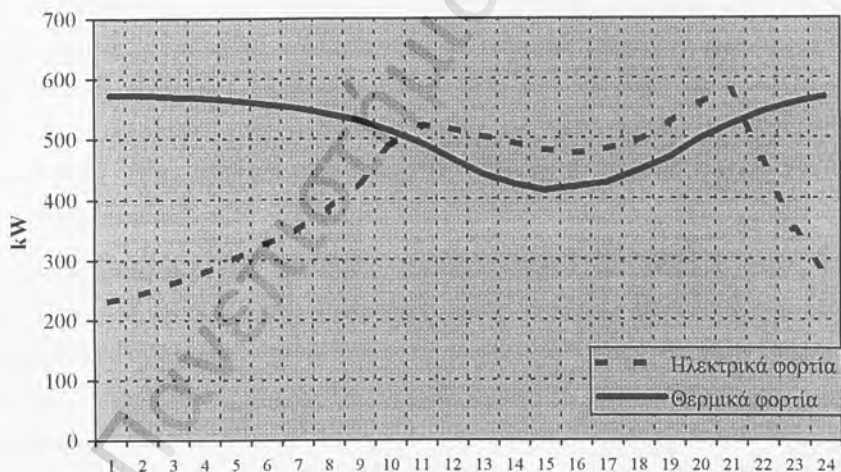
Σχήμα 10.1. Μηνιαίες καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρισμού για το ξενοδοχείο «Macedonia Palace» Πηγή: [6]

Παρατηρούμε ότι κατά την διάρκεια των θερινών μηνών το θερμικό φορτίο για θέρμανση χώρου και νερού μειώνεται, ενώ το ηλεκτρικό φορτίο παρουσιάζει κορυφή που οφείλεται στον κλιματισμό. Το θερμικό φορτίο που ικανοποιεί τις ανάγκες για ατμό πίεσης 10 bar δεν μπορεί να προκύψει από τις εξεταζόμενες τεχνολογίες, εκτός του αεριοστροβίλου, και έτσι θεωρείται μη υποκαταστάσιμο. Οι καταναλώσεις LPG για θέρμανση χώρου και θέρμανση νερού φαίνονται στο επόμενο σχήμα.

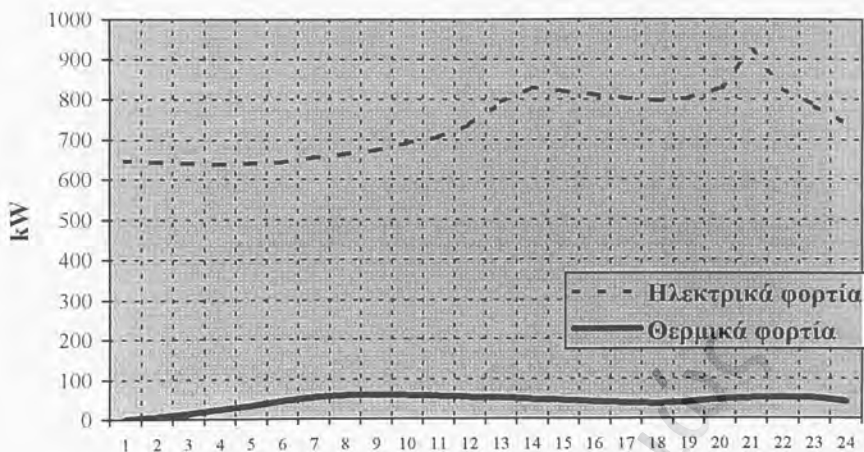


Σχήμα 10.2. Εκτίμηση μηνιαίων καταναλώσεων για ζεστό νερό και θέρμανση χώρου του ξενοδοχείου «Macedonia Palace».

Στα επόμενα σχήματα απεικονίζονται υποκαταστάσιμα ωριαία θερμικά και ωριαία ηλεκτρικά φορτία για μια τυπική θερινή και για μια τυπική χειμερινή ημέρα.



Σχήμα 10.3. Ωριαία θερμικά και ηλεκτρικά φορτία για τυπική χειμερινή ημέρα

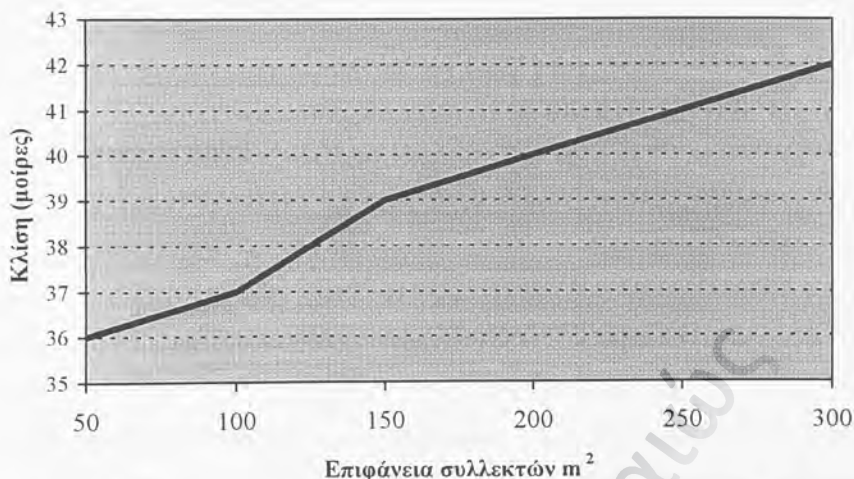


Σχήμα 10.4. Θερμικά και ηλεκτρικά φορτία για τυπική θερινή ημέρα

10.3 Ηλιακό σύστημα

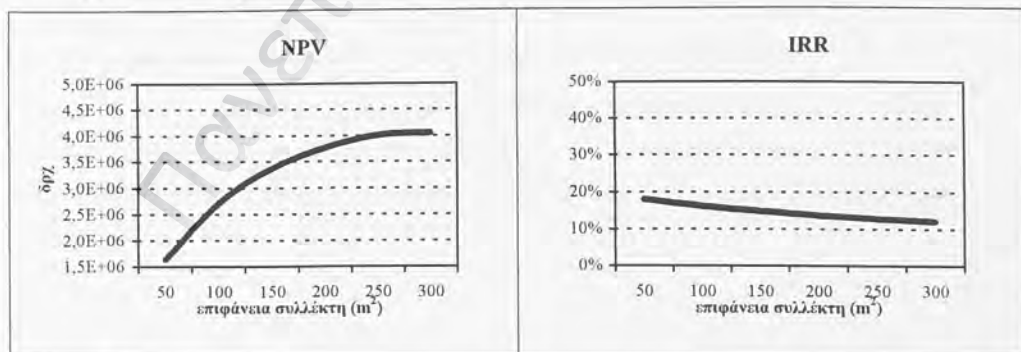
Σχεδιάζεται ηλιακό σύστημα με στόχο την κάλυψη μέρους των θερμικών φορτίων για ζεστό νερό χρήσης. Για τον σχεδιασμό του συστήματος χρησιμοποιείται η μέθοδος $-f$ κάλυψης των μηνιαίων φορτίων. Η ηλιακή ενέργεια στο εν λόγω σύστημα υποκαθιστά LPG. Θεωρούνται διάφορα μεγέθη συστήματος και παράγονται τα αντίστοιχα οικονομικά αποτελέσματα. Για κάθε μέγεθος συστήματος βελτιστοποιείται η κλίση των συλλεκτών ώστε να προκύπτει η μέγιστη μέση ετήσια κάλυψη φορτίων. Βάση των οικονομικών αποτελεσμάτων και λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς στο μέγεθος της επιφάνειας των συλλεκτών επιλέγεται το καλύτερο σύστημα.

Στο σχήμα που ακολουθεί δίνονται οι βέλτιστες κλίσεις για διάφορα μεγέθη ηλιακών συστημάτων. Ο προσανατολισμός της συλλεκτικής επιφάνειας των συλλεκτών πρέπει να είναι νότιος. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνει η συλλεκτική επιφάνεια τόσο αυξάνει και η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών. Αυτό συμβαίνει γιατί το θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης παρουσιάζει μέγιστα κατά τους χειμερινούς μήνες, κυρίως εξαιτίας των αντίστοιχων αυξημένων δραστηριοτήτων σε αυτό το διάστημα.



Σχήμα 10. 5. Βέλτιστη κλίση των συλλεκτών για διάφορα μεγέθη του ηλιακού συστήματος

Η τιμή του υποκαθιστάμενου LPG είναι 11 δραχμές ανά kWh, ενώ το κόστος εγκατάστασης του ηλιακού συστήματος θεωρείται γραμμική συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας με συντελεστή αναλογίας 85.500 δραχμές ανά m² [38]. Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του ηλιακού συστήματος θεωρείται μηδενικό. Αυτό συμβαίνει γιατί η σύγκριση γίνεται με το συμβατικό σύστημα θέρμανσης νερού το οποίο είναι κεντρικό και κατά συνέπεια στα κόστη λειτουργίας του περιλαμβάνεται και η διανομή του ζεστού νερού στα σημεία τελικής χρήσης. Επιπλέον, η μείωση των ωρών λειτουργίας του συμβατικού συστήματος θεωρείται ότι επιφέρει μείωση του κόστους συντήρησής του, ίσο με το κόστος συντήρησης του ηλιακού συστήματος. Η εργασία που απαιτείται για να συντηρηθεί το ηλιακό σύστημα θεωρείται ότι αναλαμβάνεται από την υπάρχουσα τεχνική υπηρεσία.



Σχήμα 10.6. Μεταβολή των οικονομικών δεικτών για διάφορα μεγέθη ηλιακού συστήματος

Η NPV δεν παρουσιάζει μέγιστο επειδή η συνάρτηση κόστους του συστήματος που χρησιμοποιείται είναι γραμμική και δεν αποτυπώνει τις οικονομίες κλίμακας, ενώ δίνει

διαφορετικό σήμα από ότι ο IRR και η περίοδος αποπληρωμής Συμβιβάζοντας τα αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών και λαμβάνοντας υπόψη περιορισμούς στον χώρο επιλέγεται ενά ηλιακό σύστημα με συλλεκτική επιφάνεια 150 m².

10.4 Σύστημα ΣΗΘ

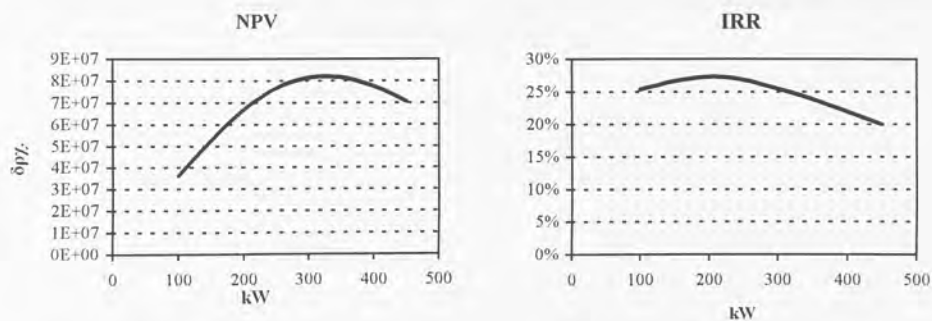
Η τεχνολογία ΣΗΘ που εξετάζεται είναι η παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ). Ο αεριοστροβίλος αποκλείεται α priori εξαιτίας της χαμηλής απόδοσής του για μικρά μεγέθη. Επίσης, η φύση της εφαρμογής είναι τέτοια που επιβάλει στο σύστημα ΣΗΘ να λειτουργεί πολλές ώρες σε μερικό φορτίο. Έτσι, το χαμηλό κόστος της ΜΕΚ και η ικανοποιητική της συμπεριφορά σε μερικό φορτίο την καθιστούν την προσηφορότερη λύση.

Το συμβατικό σύστημα με το οποίο συγκρίνεται το σύστημα ΣΗΘ είναι λέβητας με καύσιμο φυσικό αέριο για την κάλυψη των θερμικών αναγκών και αγορά ηλεκτρισμού από το δίκτυο. Το τιμολόγιο βάση του οποίου προμηθεύεται ηλεκτρική ενέργεια το ξενοδοχείο είναι το τιμολόγιο Γενικής Χρήσης, Μηνιαίας Χρέωσης Β1 του Εμπορικού Τομέα, γεγονός που αντανακλά τον υψηλό συντελεστή ηλεκτρικού φορτίου. Στην περίπτωση κάλυψης των ενεργειακών αναγκών με σύστημα ΣΗΘ και επειδή η κάλυψη αυτή επιφέρει πτώση στον συντελεστή ηλεκτρικού φορτίου που καλύπτεται από το δίκτυο, ως τιμολόγιο αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας θεωρείται αυτό που προκύπτει καλύτερο μεταξύ του Β1 και Β2 του Εμπορικού Τομέα.

Οι τιμές αγοράς καυσίμων και ηλεκτρισμού καθώς και η τιμή πώλησης της πλεονάζουσας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο είναι οι ακόλουθες:

- > Η τιμή φυσικού αερίου για καύση είναι 10 δραχμές/kWh
- > Η τιμή φυσικού αερίου για καύση είναι 6,5 δραχμές/kWh
- > Η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο είναι 12,92 δρχ/kWh

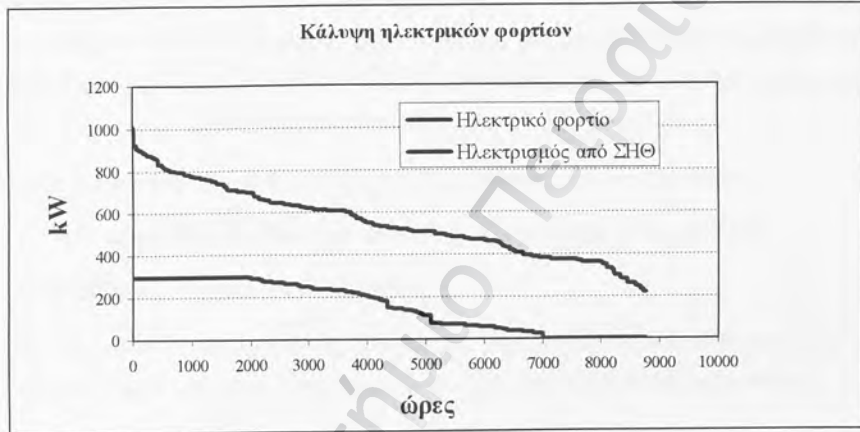
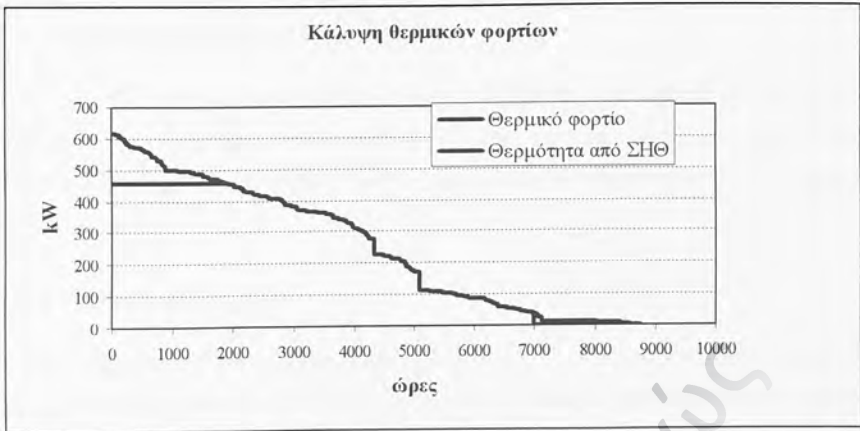
Το πρόβλημα της επιλογής του κατάλληλου μεγέθους συστήματος αλλά και του βέλτιστου τρόπου λειτουργίας αντιμετωπίζεται μεθοδολογικά με την δοκιμή διαφόρων μεγεθών συστημάτων και την επιλογή του καλύτερου βάση οικονομικών δεικτών αλλά και βαθμού απόδοσης.



Σχήμα 10.7. Μεταβολή των οικονομικών δεικτών για διάφορα μεγέθη συστήματος ΣΗΘ

Οι διάφοροι τρόποι λειτουργίας δεν παρουσιάζουν ως προς το κόστος κάλυψης σημαντικές διαφορές. Η παρακολούθηση θερμικών φορτίων θεωρείται ο καλύτερος τρόπος λειτουργίας κυρίως γιατί επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός απόδοσης.

Στο σχήμα 6 απεικονίζεται η μεταβολή της NPV και IRR ως συνάρτηση του μεγέθους της ΜΕΚ. Ως βέλτιστο σύστημα επιλέγεται μια μηχανή 300 kW που αντιστοιχεί στην μεγιστοποίηση της NPV. Η κάλυψη των φορτίων που προκύπτει από το σύστημα ΣΗΘ που επιλέχθηκε φαίνεται στα σχήματα που ακολουθούν.



Σχήμα 10.8. Κάλυψη θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων απο το σύστημα ΣΗΘ

10.5 Χρηματοδότηση από Τρίτους

Για το ηλιακό σύστημα και για το σύστημα ΣΗΘ που επιλέχθηκαν εφαρμόζεται η μεθοδολογία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 7 για να προσδιορισθούν ο ελάχιστος χρόνος διάρκειας του συμβολαίου, καθώς και ο προτεινόμενος επιμερισμός του ακαθάριστου οφέλους.

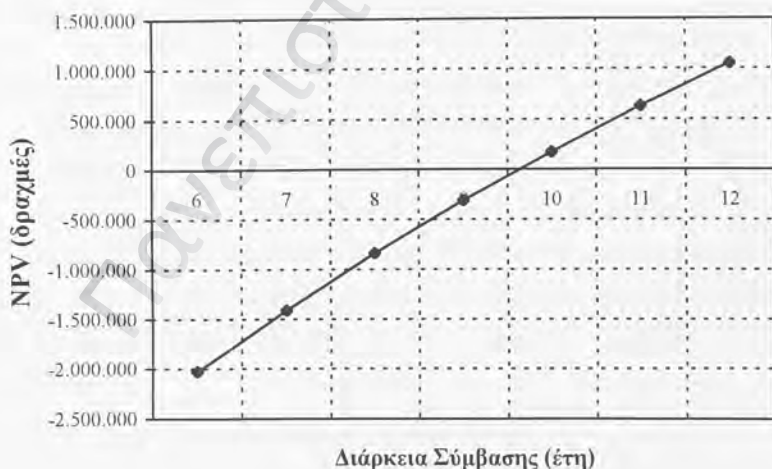
10.5.1 Ηλιακό σύστημα

Έχει ήδη αναφερθεί ότι για να αποφασίσει η εταιρία ΧΑΤ να πραγματοποιήσει την επένδυση θα πρέπει τα οφέλη που θα προκύψουν να παράγουν καθαρές χρηματοροές των οποίων η προεξόφληση στο έτος 0 να έχει θετικό αποτέλεσμα. Το ίδιο ισχύει και για τον χρήστη αλλά επιπρόσθετη προϋπόθεση είναι να μην προκύψει για αυτόν αρνητική χρηματοροή ή διαφορετικά, να μην κληθεί να καταβάλει ποσό μεγαλύτερο από ότι πλήρωνε για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών κατά την περίοδο διάρκειας του συμβολαίου ΧΑΤ.

Ελάχιστη διάρκεια συμβολαίου είναι ο χρόνος που προκύπτει από τις υποθέσεις:

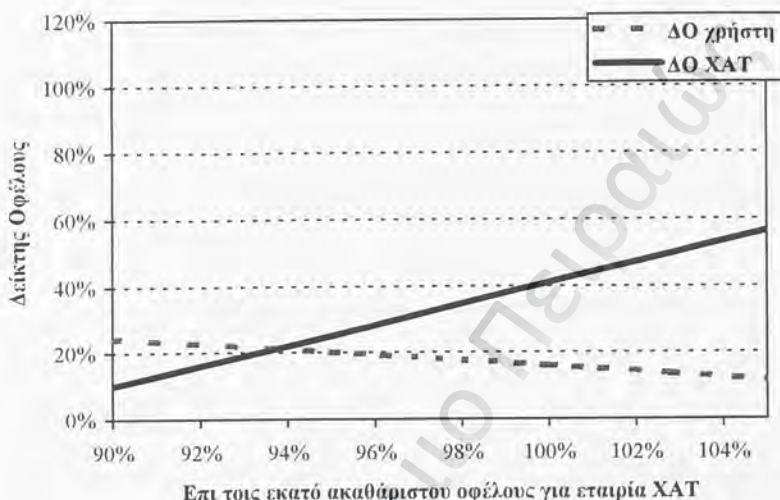
1. Όλο το ακαθάριστο όφελος της επένδυσης τo καρπούται η εταιρία ΧΑΤ.
2. Η NPV της εταιρίας ΧΑΤ είναι μηδέν.

Η NPV του χρήστη είναι προφανώς θετική με την ισχύ των παραπάνω συνθηκών, αφού μετά το πέρας του συμβολαίου θα καρπούται εκείνος το σύνολο του ακαθάριστου οφέλους.



Σχήμα 10.9. Μεταβολή της NPV της εταιρίας ΧΑΤ στην περίπτωση που καρπούται το ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ που προκύπτει από την εγκατάσταση του ηλιακού συστήματος

Από το σχήμα 8 φαίνεται ότι η ελάχιστη διάρκεια σύμβασης μεταξύ του χρήστη και της εταιρίας ΧΑΤ είναι 10 χρόνια. Ο χρόνος αυτός θεωρείται γενικά μεγάλος για την σύνταξη σύμβασης ΧΑΤ καθολικής αποπληρωμής, ο συνήθης χρόνος διάρκειας τέτοιου είδους συμβολαίων είναι 3-5 έτη. Εξετάζεται επίσης, συμβόλαιο τύπου επιμερισμού ακαθάριστου οφέλους (shared savings), ενώ το ποσοστό του ακαθάριστου οφέλους που θα καρπωθεί η κάθε πλευρά καθορίζεται από το σημείο τομής των Δεικτών Οφέλους όπως αυτοί ορίζονται στο κεφάλαιο 7.



Σχήμα 10.10. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί της εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 12 έτη

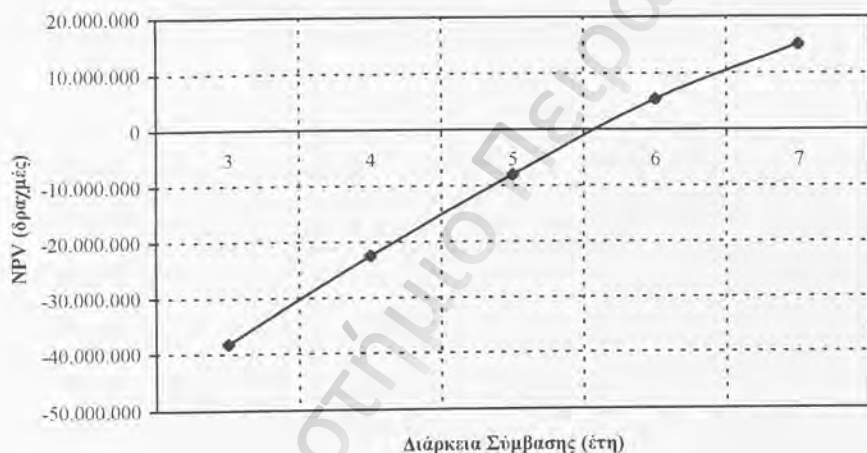
Από το σχήμα 9 φαίνεται ότι οι δείκτες οφέλους εξισώνονται για επιμερισμό του ακαθάριστου οφέλους 94% για την εταιρία ΧΑΤ και 6% για τον χρήστη. Το σημείο τομής των δεικτών οφέλους για διάρκεια σύμβασης 11έτη έχει τετμημένη μεγαλύτερη από 100%, γεγονός που σημαίνει ότι η εταιρία ΧΑΤ πρέπει να λάβει το σύνολο του ακαθάριστου οφέλους και κάτι παραπάνω, ενώ ο χρήστης θα πρέπει να πληρώσει για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών περισσότερο από ότι πλήρωνε χωρίς την επένδυση για όσο διάστημα διαρκεί η σύμβαση. Έτσι, από την εφαρμογή της μεθοδολογίας προκύπτει ως συμπέρασμα ότι:

- Η διάρκεια του συμβολαίου πρέπει να είναι 12 έτη.
- Ο επιμερισμός του ακαθάριστου οφέλους πρέπει να είναι 94% για την εταιρία ΧΑΤ και 6% για τον τελικό χρήστη.

Ο χρόνος διάρκειας του συμβολαίου είναι ιδιαίτερα μεγάλος. Αυτό οφείλεται στην χαμηλή οικονομική απόδοση της επένδυσης (ο έντοκος χρόνος αποπληρωμής είναι 7,3 έτη, βλ. Πίνακα 1). Επίσης, η NPV της εταιρίας XAT που θεωρείται ότι αναλαμβάνει την επένδυση είναι οριακά θετική.

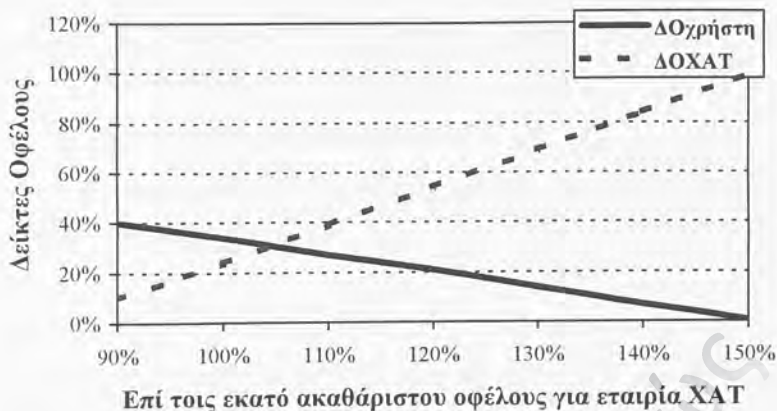
10.5.2 Σύστημα ΣΗΘ

Το σύστημα ΣΗΘ που επιλέχθηκε βάση των οικονομικών δεικτών της επένδυσης είναι παλινδρομική ΜΕΚ ισχύος 300 kW. Ο ελάχιστος χρόνος συμβολαίου μεταξύ εταιρίας XAT και χρήστη προσδιορίζεται από την ικανοποίηση των συνθηκών που αναφέρθηκαν προηγουμένως (επί τοις εκατό του ακαθάριστου οφέλους για εταιρία XAT = 100% και NPV για εταιρία XAT = 0).

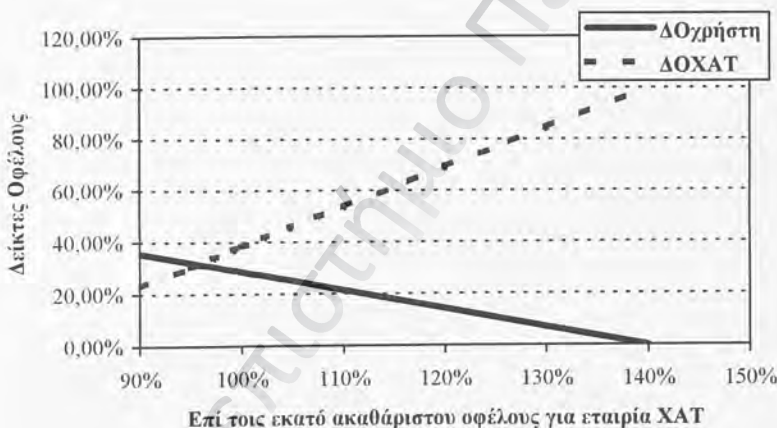


Σχήμα 10.11. Μεταβολή της NPV της εταιρίας XAT στην περίπτωση που καρπύεται το ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ που προκύπτει από την εγκατάσταση του συστήματος ΣΗΘ

Από το σχήμα 10 φαίνεται ότι η ελάχιστη διάρκεια σύμβασης μεταξύ εταιρίας XAT και τελικού χρήστη είναι 6 έτη. Έτσι, είναι δυνατή η σύναψη συμβολαίου καθολικής αποπληρωμής μεταξύ εταιρίας XAT και τελικού χρήστη διάρκειας 6 ετών. Στην περίπτωση αυτή οι οικονομικοί δείκτες για την εταιρία XAT, αν και είναι αποδεκτοί, εν τούτοις είναι φτωχοί. Συγκεκριμένα, η NPV είναι 5.430.741 δραχμές και ο IRR είναι 10,6% σε αντιδιαστολή με την NPV του τελικού χρήστη που ανέρχεται σε 74.503.961 δραχμές (ο IRR του χρήστη δεν ορίζεται δεδομένου ότι δεν έχει καμμία αρνητική χρηματοροή). Στη συνέχεια εξετάζεται συμβόλαιο επιμερισμού του ακαθάριστου οφέλους για το οποίο υπολογίζεται τόσο η διάρκειά του, όσο και το ποσοστό του ακαθάριστου οφέλους που θα λάβει κάθε πλευρά.



Σχήμα 10.12. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί τοις εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 7 έτη



Σχήμα 10.13. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί τοις εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 8 έτη

Με παρατήρηση των αποτελεσμάτων που παρουσιάζονται στα παραπάνω σχήματα φαίνεται ότι, αν θεωρηθεί 7ετής σύμβαση, για να γίνει ο δείκτης οφέλους του χρήστη ίσος με το δείκτη οφέλους της εταιρίας ΧΑΤ, θα πρέπει να λάβει η τελευταία ποσοστό του ακαθάριστου οφέλους μεγαλύτερο από 100% γεγονός που σημαίνει ότι ο χρήστης θα πρέπει να συμβιβαστεί να πληρώσει μεγαλύτερο ποσό για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών από ότι πληρώνει τώρα κατά τη διάρκεια της σύμβασης.

Αντίθετα, η σύμβαση των 8 ετών επιτρέπει τον επιμερισμό του ακαθάριστου οφέλους και έτσι η εταιρία ΧΑΤ λαμβάνει 95% ενώ ο χρήστης λαμβάνει 5 Τελικά, από την εφαρμογή της μεθοδολογίας προκύπτει ως συμπέρασμα ότι:

- > *Η διάρκεια του συμβολαίου πρέπει να είναι 8 έτη.*
- > *Ο επιμερισμός του ακαθάριστου οφέλους πρέπει να είναι 95% για την εταιρία ΧΑΤ και 5% για τον τελικό χρήστη.*

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

11. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ & ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΘ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ «ΝΟΒΟΤΕΛ»

11.1 Περιγραφή

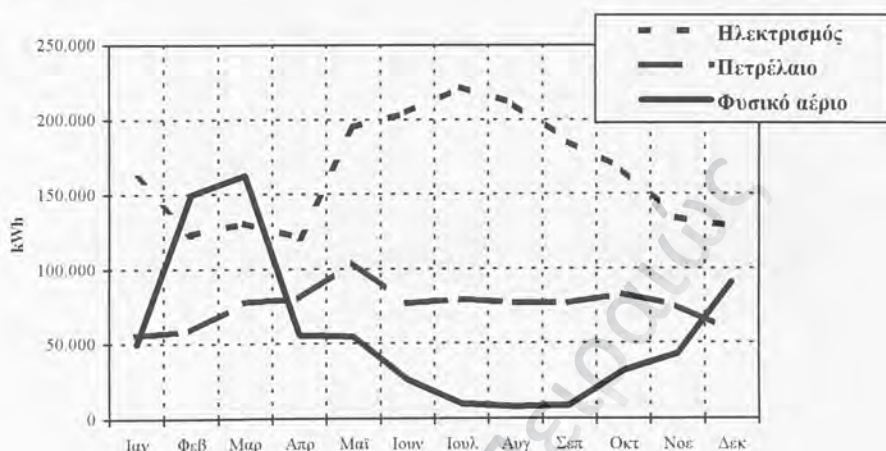
Το Novotel είναι ένα ξενοδοχείο μεσαίου μεγέθους, πρώτης κατηγορίας εντός της πόλης των Αθηνών. Το λειτουργικό του προφίλ μοιάζει αρκετά με εκείνο του Macodonia Palace, αλλά σημαντικό σημείο είναι ότι ως κτίσμα η μόνη του μη εφαπτόμενη με άλλο κτίριο επιφάνεια είναι η πρόσοψη. Το ξενοδοχείο έχει συνολική επιφάνεια 14.850 m², διαθέτει 195 δωμάτια και 361 κλίνες. Λειτουργεί καθόλη τη διάρκεια του έτους και ο μέσος ετήσιος βαθμός πληρότητας είναι 70%.

Το ξενοδοχείο έχει σύνδεση με το δίκτυο φυσικού αερίου. Οι ενεργειακές ανάγκες καλύπτονται από δύο λέβητες, ενώ επίσης παράγεται κορεσμένος ατμός πίεσης 10 bar που χρησιμοποιείται στα πλυντήρια. Υπάρχει κεντρικό κλιματιστικό σύστημα 2x90 RT. Όσον αφορά τα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας το ξενοδοχείο διαθέτει διπλούς υαλοπίνακες και θερμοστάτες χώρου.

Το μέγεθος του ξενοδοχείου, το λειτουργικό του πρότυπο, ο περιβάλλοντας χώρος και η δόμηση της περιοχής, το καθιστούν σαφώς πιο αντιπροσωπευτικό από τα άλλα δύο ξενοδοχεία που μελετήθηκαν για την πλειονότητα των ξενοδοχείων πόλης. Σημειώνεται ότι ο χώρος της οροφής του ξενοδοχείου καταλαμβάνεται σε μεγάλο βαθμό από τα υπάρχοντα συστήματα του ξενοδοχείου αφήνοντας λίγο διαθέσιμο χώρο για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

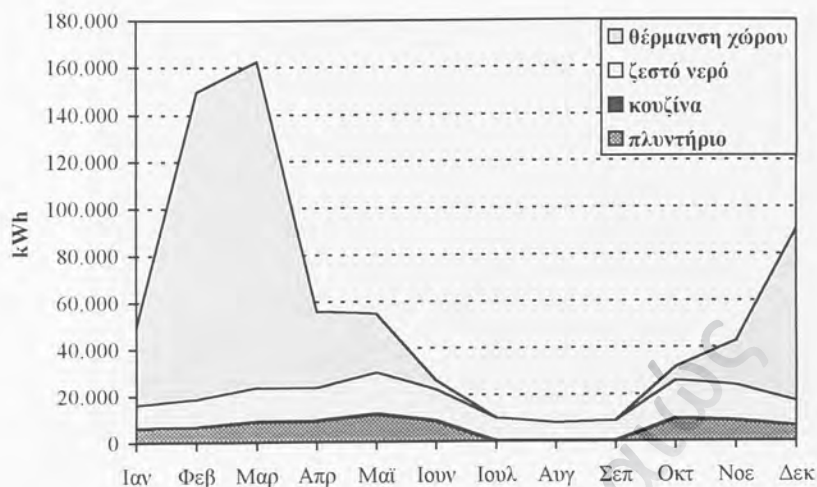
11.2 Εκτίμηση ενεργειακών αναγκών και καταναλώσεων

Οι μηνιαίες καταναλώσεις σε καύσιμα και ηλεκτρισμό του ξενοδοχείου φαίνονται στο επόμενο σχήμα.

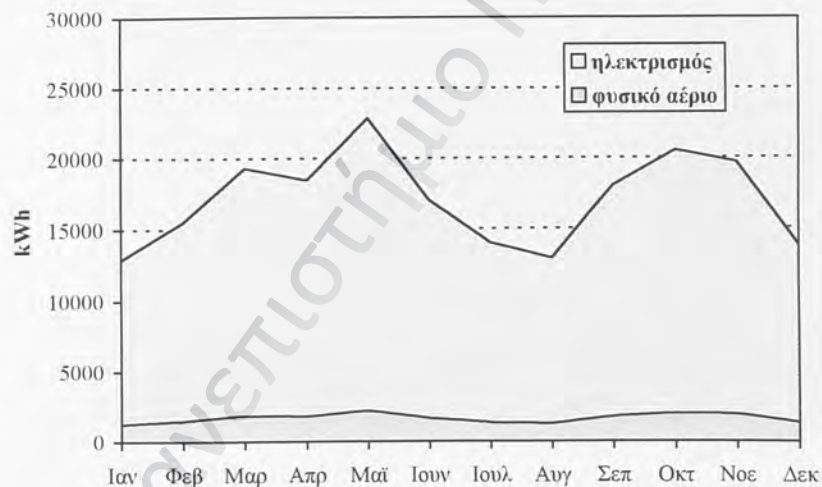


Σχήμα 11. 1. Μηνιαίες καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρισμού για το ξενοδοχείο «Macedonia Palace» Πηγή: [6]

Το φυσικό αέριο κατανέμεται σε διάφορες δραστηριότητες, ενώ χρησιμοποιείται κυρίως στην θέρμανση χώρου και στην θέρμανση νερού παρουσιάζοντας μέγιστα τους χειμερινούς μήνες. Προφανώς το φυσικό αέριο που καταναλώνεται στο μαγειρέμα και για την παραγωγή ατμού δεν είναι υποκαταστάσιμο (σχήμα 2). Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται στην παραγωγή ατμού μέσης πίεσης και θεωρείται μη υποκαταστάσιμο από τις τεχνολογίες που εξετάζονται. Κατά τους θερινούς μήνες παρουσιάζεται μέγιστο στην κατανάλωση ηλεκτρισμού, το οποίο οφείλεται κυρίως στα κλιματιστικά φορτία. Η θέρμανση νερού χρήσης γίνεται με φυσικό αέριο αλλά και με ηλεκτρισμό.

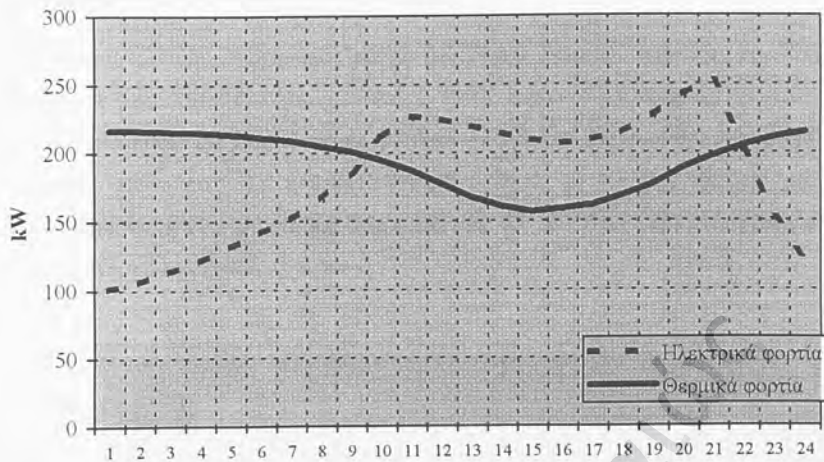


Σχήμα 11.2. Εκτίμηση κατανάλωσης ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ σε διάφορες χρήσεις

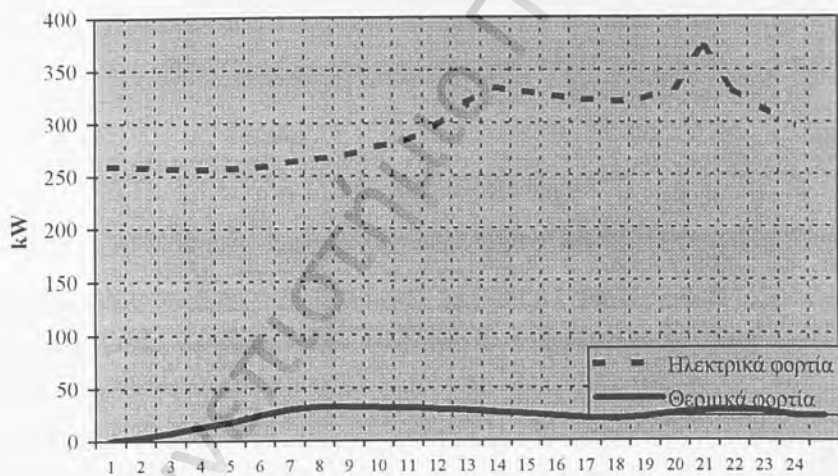


Σχήμα 11.3. Εκτίμηση κάλυψης φορτίων θέρμανσης νερού χρήσης με φυσικό αέριο και ηλεκτρισμό

Στα επόμενα σχήματα απεικονίζονται υποκαταστάσιμα ωριαία θερμικά και ωριαία ηλεκτρικά φορτία για μια τυπική θερινή και για μια τυπική χειμερινή ημέρα.



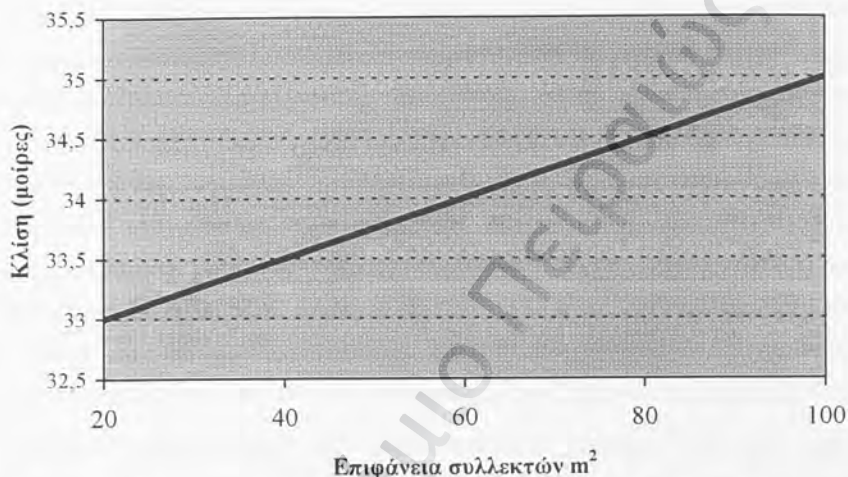
Σχήμα 11.4. Ωριαία θερμικά και ηλεκτρικά φορτία για τυπική χειμερινή ημέρα



Σχήμα 11.5. Θερμικά και ηλεκτρικά φορτία για τυπική θερινή ημέρα

11.3 Ηλιακό σύστημα

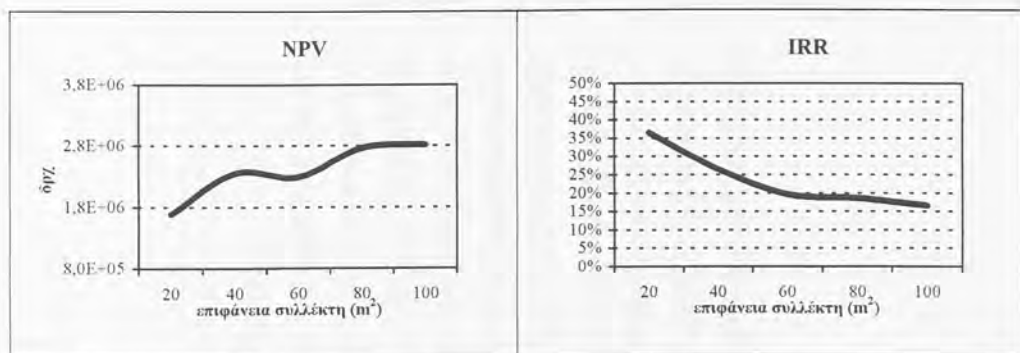
Ο σχεδιασμός ηλιακού συστήματος για το ξενοδοχείο Novotel γίνεται με την βοήθεια της μεθόδου των καμπυλών f κάλυψης φορτίου. Όπως αναφέρθηκε υπάρχει περιορισμός στην διαθέσιμη επιφάνεια για εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών. Ως άνω όριο θεωρείται 100 m^2 συλλεκτικής επιφάνειας. Το ηλιακό σύστημα σχεδιάζεται για την κάλυψη μέρους των φορτίων θέρμανσης νερού χρήσης θερμοκρασίας $55 \text{ }^\circ\text{C}$. Η ηλιακή ενέργεια υποκαθιστά ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο.



Σχήμα 11.6. Βέλτιστη κλίση των συλλεκτών για διάφορα μεγέθη του ηλιακού συστήματος

Η τιμή του υποκαθιστάμενου φυσικού αερίου θεωρείται 10 δραχμές ανά kWh, ενώ το κόστος του υποκαθιστάμενου ηλεκτρισμού θεωρείται 21,3 δρχ/kWh (μέση τιμή κόστους της ηλεκτρικής kWh για το ξενοδοχείο).

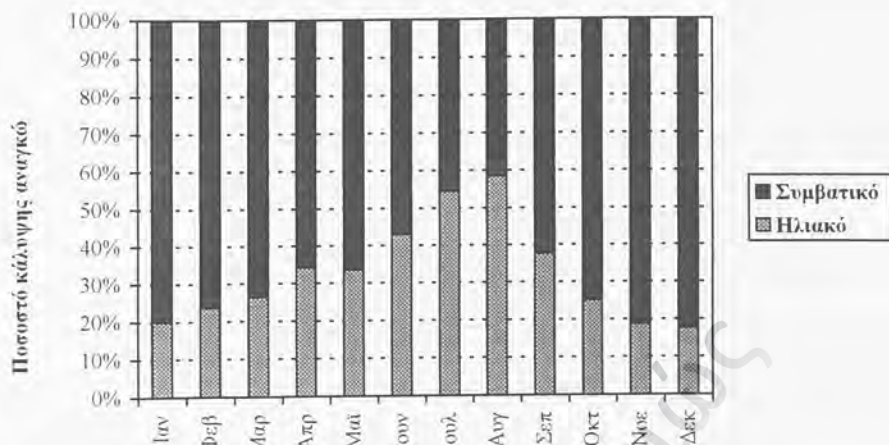
Το κόστος λειτουργίας και συντήρησης του ηλιακού συστήματος θεωρείται μηδενικό. Αυτό συμβαίνει γιατί συγκρίνεται με κεντρικό σύστημα που θερμαίνει νερό και το μεταφέρει στα σημεία τελικής χρήσης. Τα οικονομικά αποτελέσματα για διάφορα μεγέθη ηλιακών συστημάτων παρουσιάζονται στα επόμενα σχήματα.



Σχήμα 11.7. Μεταβολή των οικονομικών δεικτών για διάφορα μεγέθη ηλιακού συστήματος

Οι καμπύλες που παριστούν τα διάφορα οικονομικά μεγέθη της επένδυσης ως συνάρτηση του μεγέθους του ηλιακού συστήματος δεν παρουσιάζουν ομαλή μορφή γεγονός που οφείλεται στην υποκατάσταση καταρχήν ακριβού ηλεκτρισμού και έπειτα φθηνού φυσικού αερίου. Το τοπικό μέγιστο που παρουσιάζει η NPV δεν οφείλεται σε οικονομίες κλίμακας αλλά σε αυτή τη διαδοχική υποκατάσταση μορφών ενέργειας διαφορετικού κόστους. Το σύστημα που επιλέγεται βάση των οικονομικών δεικτών και λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμό σε χώρο είναι εκείνο με συλλεκτική επιφάνεια 80 m². Η οικονομική απόδοση του ηλιακού συστήματος είναι συγκριτικά καλύτερη από εκείνη των συστημάτων των άλλων ξενοδοχείων που μελετήθηκαν. Αυτό οφείλεται στην υποκατάσταση ακριβής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο μηνιαίος βαθμός κάλυψης των φορτίων για θέρμανση νερού του συστήματος που επιλέχθηκε και για βέλτιστη κλίση συλλέκτη φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 11.8. Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης των αναγκών σε θέρμανση νερού από το ηλιακό και το συμβατικό σύστημα

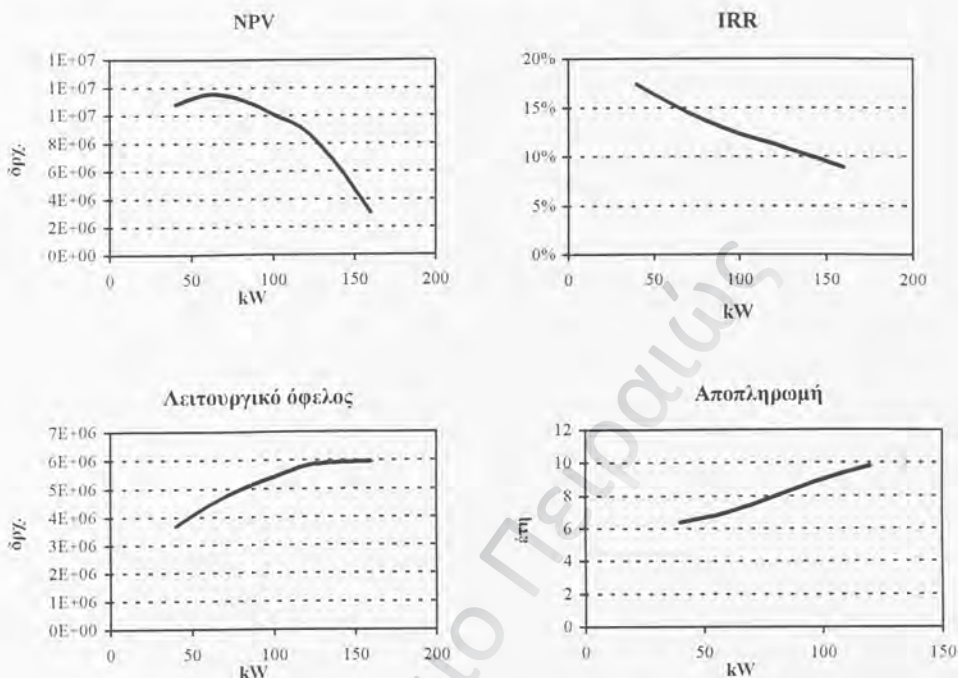
11.4 Σύστημα ΣΗΘ

Η παλινδρομική ΜΕΚ είναι η μόνη επιλογή συστήματος ΣΗΘ για το εν λόγω ξενοδοχείο εξαιτίας του μικρού μεγέθους της εφαρμογής. Για την αποτίμηση της επένδυσης το σύστημα ΣΗΘ συγκρίνεται με το υφιστάμενο σύστημα το οποίο θεωρείται ότι είναι λήβητας φυσικού αερίου για την κάλυψη των αναγκών σε θερμότητα και αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Το φυσικό αέριο όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως καλύπτει ενεργειακές ανάγκες πολλών δραστηριοτήτων, ενώ το πετρέλαιο χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή ατμού μέσης πίεσης ο οποίος δεν μπορεί να προκύψει από το σύστημα ΣΗΘ που μελετάται. Το τιμολόγιο ηλεκτρικής ενέργειας βάση του οποίου προμηθεύεται ηλεκτρισμό το ξενοδοχείο είναι το τιμολόγιο Γενικής Χρήσης και Μηνιαίας Χρέωσης Μέσης Τάσης Β1 του Εμπορικού Τομέα. Προκύπτει έτσι το συμπέρασμα ότι ο συντελεστής ηλεκτρικού φορτίου είναι υψηλός, σίγουρα μεγαλύτερος από 0,5.

Οι τιμές αγοράς καυσίμων και ηλεκτρισμού καθώς και η τιμή πώλησης της πλεονάζουσας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο είναι οι ακόλουθες:

- Η τιμή φυσικού αερίου για καύση είναι 10 δραχμές/kWh
- Η τιμή φυσικού αερίου για καύση είναι 6,5 δραχμές/kWh
- Η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο είναι 12,92 δρχ/kWh

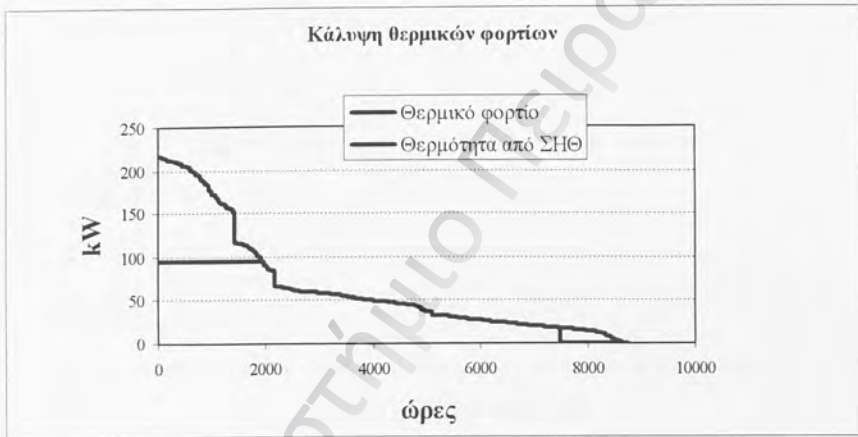
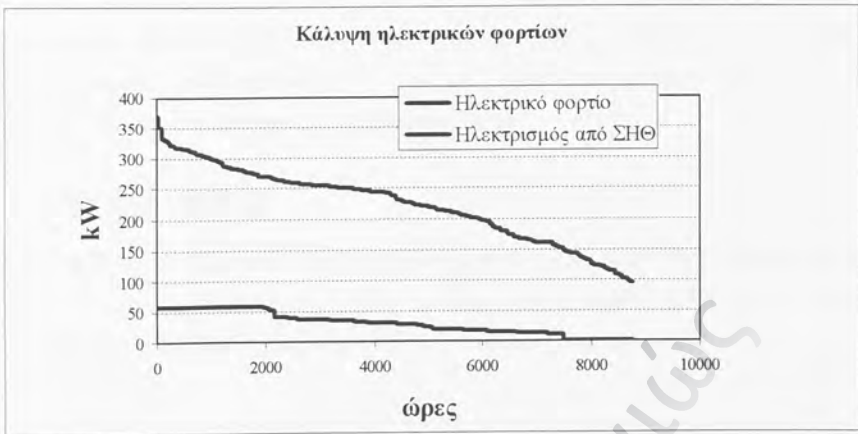
Για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους συστήματος ΣΗΘ παρίστανονται γραφικά οι οικονομικές παράμετροι ως συνάρτηση της ονομαστικής ισχύος της ΜΕΚ.



Σχήμα 11.9. Μεταβολή των οικονομικών δεικτών για διάφορα μεγέθη συστήματος ΣΗΘ

Τα διαγράμματα που απεικονίζονται στο παραπάνω σχήμα δείχνουν ότι η ΣΗΘ δεν είναι ιδιαίτερα ελκυστική επένδυση. Το λειτουργικό όφελος αυξάνει με την αύξηση του μεγέθους του συστήματος και στα 150 kW γίνεται μέγιστο. Πάνω από αυτό το μέγεθος ακολουθεί ελαφρά πτωτική τάση του λειτουργικού οφέλους που οφείλεται στο ότι το σύστημα παρουσιάζει μικρότερο βαθμό απόδοσης όταν λειτουργεί σε μερικό φορτίο. Η αύξηση του λειτουργικού οφέλους με την αύξηση του μεγέθους αντισταθμίζεται με την ταχύτερη αύξηση των απαιτούμενων ιδίων κεφαλαίων για την πραγματοποίηση της επένδυσης. Με συμβιβασμό των παραπάνω αποτελεσμάτων οδηγεί στην επιλογή ενός συστήματος ΣΗΘ ισχύος 60 kW.

Η κάλυψη των θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων από το προτεινόμενο σύστημα ΣΗΘ φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



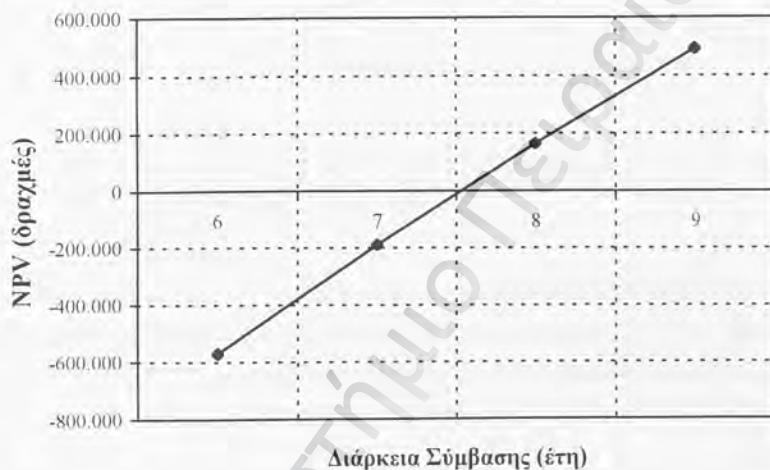
Σχήμα 11.10. Κάλυψη υποκαταστάσιμων θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων από το σύστημα ΣΗΘ

11.5 Μηχανισμός χρηματοδότησης από τρίτους

Για το ηλιακό σύστημα και το σύστημα ΣΗΘ που επιλέχθηκαν εφαρμόζεται η μεθοδολογία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 7 για τον προσδιορισμό του είδους και των διαπραγματεύσιμων παραμέτρων του συμβολαίου ΧΑΤ.

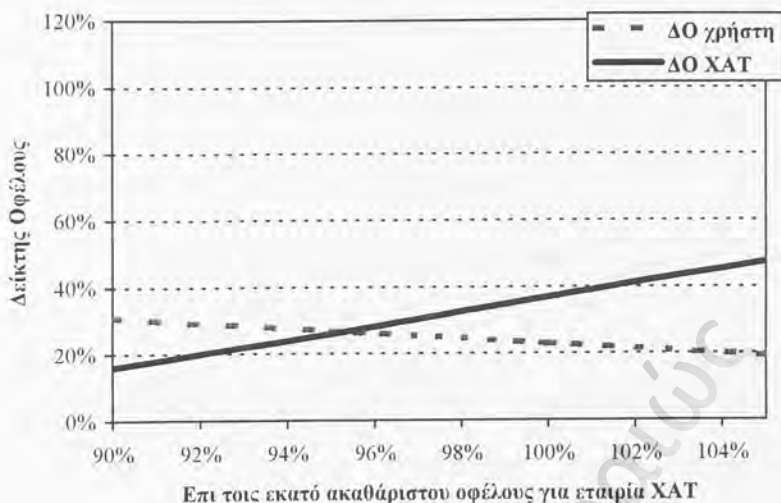
11.5.1 Ηλιακό σύστημα

Η ελάχιστη διάρκεια σύμβασης μεταξύ τελικού χρήστη και εταιρίας ΧΑΤ προσδιορίζεται αν θεωρηθεί ότι όλο το ακαθάριστο όφελος το καρπούται η εταιρία ΧΑΤ και η NPV που προκύπτει από την επένδυση για την τελευταία είναι οριακά θετική.



Σχήμα 11.11. Μεταβολή της NPV της εταιρίας ΧΑΤ στην περίπτωση που καρπούται το ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ που προκύπτει από την εγκατάσταση του ηλιακού συστήματος

Από το διάγραμμα που εικονίζεται στο σχήμα 10 φαίνεται ότι η ελάχιστη διάρκεια σύμβασης είναι 8 έτη. Ο χρόνος αυτός θεωρείται γενικά μεγάλος για συμβόλαια ΧΑΤ καθολικής αποπληρωμής ενώ η οικονομική απόδοση που προκύπτει για την εταιρία ΧΑΤ είναι οριακά αποδεκτή (NPV 492.206 δραχμές, IRR 11,8%). Κατόπιν μελετώνται οι διαπραγματεύσιμες παράμετροι συμβολαίου επιμερισμού οφέλους βάση των δεικτών οφέλους όπως αυτοί ορίζονται στο κεφάλαιο 7.



Σχήμα 11.12. Μεταβολή των δεικτών οφέλους ως συνάρτηση του επί τοις εκατό του ακαθάριστου οφέλους που καρπούται η εταιρία ΧΑΤ. Διάρκεια σύμβασης 10 έτη

Από το παραπάνω σχήμα προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι δείκτες οφέλους της εταιρίας ΧΑΤ και του χρήστη εξισώνονται για επιμερισμό ακαθάριστου οφέλους 96% για την εταιρία ΧΑΤ και 4% για τον χρήστη. Για συμβόλαιο 9 ετών η τομή των δεικτών οφέλους απαιτεί η εταιρία ΧΑΤ να λάβει πάνω από το 100% του ακαθάριστου οφέλους που προκύπτει από την επένδυση.

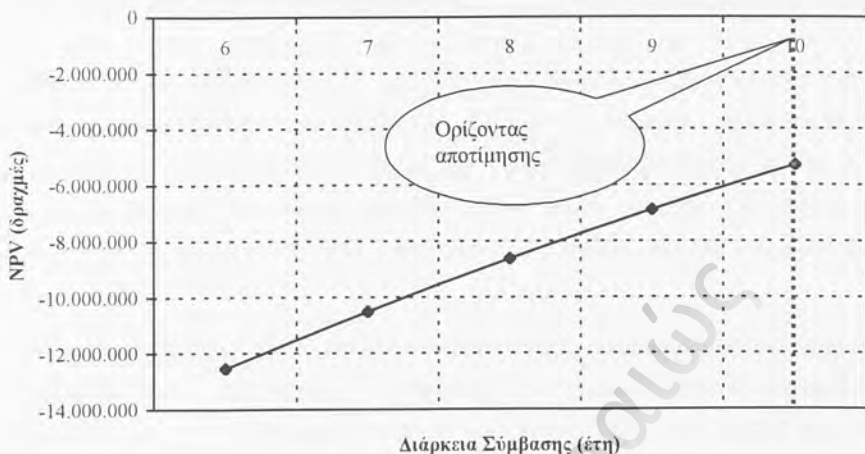
Για τον προτεινόμενο επιμερισμό οι οικονομικοί δείκτες για την εταιρία ΧΑΤ είναι NPV 612.020 δραχμές, IRR 12,2% και για τον τελικό χρήστη NPV 2.068.322 δραχμές. Έτσι, ως τελικό συμπέρασμα από την εφαρμογή της μεθοδολογίας προκύπτει:

- Η διάρκεια του συμβολαίου πρέπει να είναι 10 έτη.
- Ο επιμερισμός του ακαθάριστου οφέλους πρέπει να είναι 96% για την εταιρία ΧΑΤ και 4% για τον τελικό χρήστη.

Η διάρκεια του συμβολαίου επιμερισμού οφέλους είναι μεγάλη, εξαιτίας της χαμηλής οικονομικής απόδοσης της επένδυσης. Επίσης, οι οικονομικοί δείκτες που προκύπτουν για την εταιρία ΧΑΤ είναι οριακά αποδεκτοί.

11.5.2 Σύστημα ΣΗΘ

Το σύστημα ΣΗΘ που επιλέχθηκε είναι MEK 60 kW. Η ελάχιστη διάρκεια συμβολαίου ΧΑΤ καθολικής αποπληρωμής προσδιορίζεται με τον τρόπο που περιγράφηκε προηγουμένως.



Σχήμα 11.13. Μεταβολή της NPV της εταιρίας ΧΑΤ στην περίπτωση που καρπούται το ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΥ ΑΚΑΘΑΡΙΣΤΟΥ ΟΦΕΛΟΥΣ που προκύπτει από την εγκατάσταση του συστήματος ΣΗΘ

Από το παραπάνω σχήμα προκύπτει το συμπέρασμα ότι η διάρκεια της σύμβασης ΧΑΤ πρέπει να υπερβεί το χρονικό ορίζοντα αποτίμησης της επένδυσης προκειμένου να γίνει θετική η NPV για την εταιρία ΧΑΤ. Έτσι, θεωρείτε ότι εξαιτίας της χαμηλής οικονομικής απόδοσης της επένδυσης δεν υπάρχει περιθώριο για εφαρμογή του μηχανισμού ΧΑΤ.

12. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΧΟΛΙΑ

Υπάρχει ένα σύνολο τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας που είναι δυνατό να εφαρμοστούν στον τουριστικό τομέα. Αρκετές από αυτές είναι νεωτεριστικές για την ελληνική πραγματικότητα, ενώ απαιτούν σημαντικά κεφάλαια προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εφαρμογή τους. Επίσης, αν και τα ξενοδοχεία είναι από τα πλέον ενεργοβόρα, εντούτοις το κόστος ενέργειας είναι μικρό ποσοστό του τζίρου των ξενοδοχειακών επιχειρήσεων (~5%) με αποτέλεσμα χαμηλή προτεραιότητα στις ενεργειακές επενδύσεις.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζεται σε τεχνολογίες με χαρακτηριστικά όπως αυτά που προαναφέρθηκαν (με στοιχεία νεωτερισμού και υψηλού αρχικού κόστους) και συγκεκριμένα σε ηλιακά συστήματα και σε συστήματα ΣΗΘ, ενώ πολλοί από τους ανασταλτικούς παράγοντες για την εφαρμογή των συστημάτων μπορούν να ξεπεραστούν μέσω του σχήματος χρηματοδότησης από τρίτους. Στόχος της διπλωματικής είναι η μελέτη σχεδιασμού και εφαρμογής των εν λόγω συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στον τουριστικό τομέα. Έτσι, για κάθε ξενοδοχειακή μονάδα σχεδιάζεται το αντίστοιχο σύστημα, βάσει του ενεργειακού της προτύπου και της οικονομικότητας της επένδυσης. Αφού προσδιοριστεί το βέλτιστο σε κάθε περίπτωση σύστημα μελετάται η εφαρμογή του μέσω του μηχανισμού ΧΑΤ και προσδιορίζονται οι βασικές παράμετροι του αντίστοιχου συμβολαίου.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον σχεδιασμό του συστήματος και των παραμέτρων του χρηματοδοτικού σχήματος μπορεί να εφαρμοστεί και για άλλες ενεργειακές επενδύσεις υπό τους εξής περιορισμούς: εφαρμογή σε υφιστάμενη μονάδα, το κόστος επένδυσης το αναλαμβάνει εξ' ολοκλήρου η εταιρία ΧΑΤ.

Η διαστασιολόγηση των συστημάτων γίνεται με μια διαδικασία ανάλυσης ευαισθησίας με ανεξάρτητη μεταβλητή το μέγεθος του συστήματος και εξαρτημένες μεταβλητές τους οικονομικούς δείκτες της επένδυσης. Η δυνατότητα εφαρμογής αυτής της διαδικασίας αξιολόγησης προκύπτει από το γεγονός ότι μελετώνται υφιστάμενες ξενοδοχειακές μονάδες οι οποίες έχουν εγκατεστημένα συστήματα που μπορούν να αναλάβουν τις κορυφές των φορτίων που εμφανίζονται. Έτσι, τα ενεργειακά συστήματα που προτείνονται δεν χρειάζεται να αναλάβουν κάποιο συγκεκριμένου ύψους φορτίο, αλλά υπάρχει η δυνατότητα να διαστασιολογηθούν ώστε να αριστοποιηθεί η οικονομικότητα της επένδυσης. Η διαδικασία αυτή της αριστοποίησης επηρεάζει σημαντικά το μέγεθος του συστήματος. Έτσι, για συστήματα που δεν έχουν καλή οικονομική απόδοση οι οικονομικοί δείκτες τείνουν να μεγιστοποιηθούν για μικρού μεγέθους συστήματα.

Ο προσδιορισμός των παραμέτρων του συμβολαίου γίνεται με τη μεθοδολογία που προτείνεται στο κεφάλαιο 7. Οι Δείκτες Οφέλους ορίζονται για τον τελικό χρήστη στη βάση του ετήσιου ενεργειακού του λογαριασμού, ενώ της εταιρίας ΧΑΤ στη βάση της NPV. Η μείωση του ετήσιου λογαριασμού ενέργειας είναι το ζητούμενο από επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας για τον τελικό χρήστη, αφού σύμφωνα με τις παραδοχές που έγιναν δεν συμμετέχει στο κόστος της αρχικής επένδυσης. Η εταιρία ΧΑΤ πραγματοποιεί επένδυση και ενδιαφέρεται για την οικονομική απόδοση αυτής, η οποία μπορεί να αποδοθεί από οικονομικούς δείκτες όπως ο IRR και NPV. Ο Δείκτης Οφέλους για την εταιρία ΧΑΤ ορίζεται βάση της NPV. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν για τον Δείκτη Οφέλους είναι πολύ κοντινά είτε αυτός οριστεί μέσω της NPV είτε μέσω του IRR.

Ο περιορισμός της εργασίας στα συστήματα ΣΗΘ και στα κεντρικά ηλιακά συστήματα γίνεται επειδή ο βαθμός ωριμότητας των τεχνολογιών αυτών τα καθιστά εμπορικά εκμεταλλεύσιμα. Δεν έχει έννοια η εφαρμογή της μεθοδολογίας (διαστασιολόγηση μέσω οικονομικών δεικτών και προσδιορισμός επιμερισμού ακαθάριστου οφέλους και χρονικής διάρκειας σύμβασης) για τεχνολογίες που δεν έχουν φτάσει σε σημείο ωριμότητας ώστε να είναι εμπορικά εκμεταλλεύσιμες π.χ. κελιά καυσίμου, φωτοβολταϊκά κ.λπ. Αναμένεται ότι η οικονομικότητα τέτοιων συστημάτων στο μέλλον να βελτιωθεί και η διεξόδυσή τους στον τουριστικό τομέα και όχι μόνο, να πρέπει να υπερβεί εμπόδια τα οποία μπορούν να ξεπεραστούν με το μηχανισμό ΧΑΤ.

Για την πραγματοποίηση των παραπάνω στόχων αναπτύχθηκαν τρία βασικά εργαλεία στη Visual Basic του Excel. Το πρώτο χρησιμοποιήθηκε στον υπολογισμό του ετήσιου οφέλους που προκύπτει από την εγκατάσταση διαφόρων συστημάτων ΣΗΘ. Το εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτίμηση της ΣΗΘ με παλινδρομική ΜΕΚ και σε άλλους τομείς (γενικότερα κτιριακός τομέας ή βιομηχανικές εφαρμογές που απαιτούν θερμότητα χαρακτηριστικών τέτοιων που να μπορεί να παραχθεί από παλινδρομική ΜΕΚ) αλλά καλό είναι τα συστήματα που δοκιμάζονται να μην υπερβαίνουν τα 1000 kW. Το εργαλείο αποτίμησης των ηλιακών συστημάτων στηρίζεται στην μέθοδο f κάλυψης του μηνιαίου φορτίου και παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς της μεθόδου. Το εργαλείο με μικρές επεμβάσεις και προσθήκες δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλες περιοχές εκτός των ήδη διαθέσιμων. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν τα ηλιακά συστήματα αποτελούν μέσες τιμές για κάθε διαθέσιμη εντός του εργαλείου κατηγορία και δεν αφορούν σε συγκεκριμένο ηλιακό σύστημα του εμπορίου.

Περιορισμοί του εργαλείου με το οποίο καθορίζονται οι βασικές παράμετροι του συμβολαίου ΧΑΤ είναι ότι δεν προβλέπεται η περίπτωση στην οποία το ακαθάριστο ετήσιο όφελος μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ζωής της επένδυσης (αυτό συμβαίνει στην περίπτωση που θεωρηθεί π.χ. ότι το κόστος συντήρησης είναι αύξουσα συνάρτηση του

χρόνοι ή αν για τα αγοραία μεγέθη ληφθούν υπόψη αντίστοιχοι συντελεστές πληθωρισμού). Πρόκειται ουσιαστικά για ένα πρόγραμμα που λαμβάνει τα στοιχεία της επένδυσης και παράγει τις καθαρές χρηματοροές τόσο για το χρήστη όσο και για την εταιρία ΧΑΤ.

Οι χρόνοι αποπληρωμής για επενδύσεις σε ηλιακά συστήματα είναι της τάξης των 6-8 ετών για ηλιακά συστήματα που επιτυγχάνουν μέσω ετήσιο βαθμό κάλυψης του φορτίου για θέρμανση νερού χρήσης της τάξης του 30-40%. Καλύτεροι χρόνοι αποπληρωμής παρουσιάζονται στην περίπτωση που υποκαθίσταται ηλεκτρική ενέργεια (~6 έτη) για τον ίδιο βαθμό κάλυψης, ενώ για υποκατάσταση υγραερίου ή φυσικού αερίου ο χρόνος αποπληρωμής ανέρχεται περίπου σε 8 έτη. Ο μέσος όρος του μεγέθους του βέλτιστου συστήματος είναι 0,25 m² συλλεκτικής επιφάνειας ανά κλίνη με μικρές για κάθε ξενοδοχείο αποκλίσεις.

Ο βαθμός κάλυψης της τάξης του 30-40% θεωρείται γενικά χαμηλός και είναι κυρίως αποτέλεσμα της χαμηλής οικονομικότητας της επένδυσης. Σημειώνεται ότι δεν εμφανίζεται μέγιστο στους οικονομικούς δείκτες γιατί η συνάρτηση κόστους που χρησιμοποιείται είναι γραμμική και δεν αποτυπώνει οικονομίες κλίμακας. Η επίδραση του γεγονότος αυτού δεν είναι σημαντική γιατί έτσι και αλλιώς το κύριο στοιχείο κόστους του ηλιακού συστήματος είναι ο συλλέκτης, το κόστος του οποίου μπορεί να θεωρηθεί σχεδόν γραμμική συνάρτηση του μεγέθους του, ενώ τα σταθερά κόστη έχουν μικρή σχετικά συμβολή στη διαμόρφωση του τελικού κόστους.

Η οικονομική απόδοση των ηλιακών συστημάτων είναι χαμηλή. Έτσι, η διάρκεια της σύμβασης που προκύπτει βάση της μεθοδολογίας είναι μεγάλη. Το ηλιακό σύστημα του Novotel έχοντας την καλύτερη οικονομική απόδοση, προσφέρει τη δυνατότητα για 10ετή σύμβαση με επιμερισμό οφέλους 96% για την εταιρία ΧΑΤ και 4% για τον χρήστη, ενώ ο Δείκτης Οφέλους είναι 27%. Για την περίπτωση του Αστέρα Βουλιαγμένης προβλέπεται 12ετής σύμβαση με επιμερισμό 93% για την εταιρία ΧΑΤ και 7% για τον τελικό χρήστη με Δείκτη Οφέλους 20% και για τους δύο. Για το ηλιακό σύστημα του Macedonia Palace η διάρκεια του συμβολαίου είναι 12 έτη ενώ ο επιμερισμός οφέλους είναι 94% για την εταιρία ΧΑΤ και 6% για τον χρήστη ενώ ο Δείκτης Οφέλους είναι 20%.

Το περιθώριο εφαρμογής του μηχανισμού για τα ηλιακά συστήματα στον τομέα των ξενοδοχείων είναι περιορισμένο. Έτσι, οι δύο πλευρές πρέπει να δείξουν διάθεση για μακρόχρονη συνεργασία και να αποδεχτούν την σχετικά χαμηλής απόδοσης επένδυση. Στην περίπτωση που η ξενοδοχειακή επιχείρηση δεν επιθυμεί τόσο μεγάλη χρονική σύζευξη με την εταιρία ΧΑΤ πρέπει να συμβιβαστεί να καταβάλει ετήσια δόση που θα είναι μεγαλύτερη από το κόστος κάλυψης των αντίστοιχων ενεργειακών αναγκών χωρίς το ηλιακό σύστημα. Η ξενοδοχειακή επιχείρηση μπορεί να προωθήσει ένα περιβαλλοντικά φιλικό προφίλ περνώντας το κόστος στους πελάτες της. Αυτή βέβαια είναι μια στρατηγική επιλογή της οποίας το

οικονομικό αποτέλεσμα δύσκολα μπορεί να καθορισθεί. Από έρευνες αγοράς φαίνεται ότι υπάρχει αγορά για πράσινα προϊόντα και πράσινες υπηρεσίες (αναφέρονται έρευνες αγοράς για «πράσινο ηλεκτρισμό» [37]) αλλά και σημαντική τάση για free riding που δημιουργεί σημαντικό κίνδυνο αποτυχίας ανάλογων εγχειρημάτων.

Το καταλληλότερο σχήμα εταιρίας ΧΑΤ στην περίπτωση τέτοιου είδους επενδύσεων είναι εκείνο που περιλαμβάνει κάποια κατασκευαστική εταιρία τέτοιων συστημάτων. Ενώ οι τεχνικές υπηρεσίες που παρέχονται μέσω αυτού του σχήματος δεν είναι σημαντικές (η εγκατάσταση, η λειτουργία και η συντήρηση των συστημάτων αυτών δεν χρειάζονται μεγάλη τεχνική εξειδίκευση) η πειθώ του σχήματος αυξάνεται σημαντικά. Είναι σίγουρα ιδιαίτερα ελκυστική η πρόταση «σας εγκαθιστώ το σύστημα και πληρώνομαι από τα οφέλη που προκύπτουν».

Η οικονομικότητα των συστημάτων ΣΗΘ παρουσιάζει σημαντική εξάρτηση με το μέγεθος της ξενοδοχειακής μονάδας. Έτσι, στην περίπτωση του Αστέρα Βουλιαγμένης ο χρόνος αποπληρωμής ανέρχεται σε 4 έτη, για το Macedonia Palace ο χρόνος αποπληρωμής ανέρχεται σε 5 έτη ενώ για το Novotel ο χρόνος αποπληρωμής πλησιάζει τα 7 έτη. Το βέλτιστο μέγεθος όπως αυτό προκύπτει από την μεγιστοποίηση της NPV της επένδυσης είναι για τα δύο μεγαλύτερα ξενοδοχεία 0,53 kW ανά κλίνη ενώ για το πιο μικρό 0,17 kW ανά κλίνη γεγονός που αποτυπώνει την χαμηλή οικονομικότητα του τελευταίου συστήματος ΣΗΘ.

Σε κάθε περίπτωση ο καλύτερος τρόπος λειτουργίας είναι η παρακολούθηση θερμικών φορτίων. Αυτό προκύπτει όχι τόσο από την διαφοροποίηση του κόστους κάλυψης των ενεργειακών αναγκών αλλά από τον βαθμό απόδοσης του συστήματος ΣΗΘ. Πράγματι, όταν το σύστημα λειτουργεί παρακολουθώντας θερμικά φορτία ο βαθμός απόδοσης είναι της τάξης του 90%, ενώ όταν λειτουργεί σταθερά ή παρακολουθώντας ηλεκτρικά φορτία τότε ενέργεια απορρίπτεται με τη μορφή πλεονάζουσας θερμότητας μειώνοντας το βαθμό απόδοσης του συστήματος. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός απόδοσης είναι συνάρτηση του μεγέθους του συστήματος για δεδομένες καμπύλες φορτίου, ενώ υφίσταται νομοθετικός περιορισμός που ορίζει τον ελάχιστο μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης συστημάτων ΣΗΘ του τριτογενούς τομέα στο 60%. Προκύπτει έτσι το συμπέρασμα ότι εξοικονόμηση πρωτογενούς καυσίμου εξαρτάται σημαντικά από τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος και πλησιάζει το μέγιστο για παρακολούθηση θερμικού φορτίου.

Το περιθώριο εφαρμογής του μηχανισμού ΧΑΤ για επένδυση σε συστήματα ΣΗΘ στις περιπτώσεις του Αστέρα Βουλιαγμένης και του Macedonia Palace είναι σημαντικό. Ο χρόνος διάρκειας της σύμβασης είναι εύλογος, 7-8 έτη για συμβόλαιο ΧΑΤ επιμερισμού οφελών. Αναφέρεται ότι η συνήθης διάρκεια συμβολαίων ΧΑΤ επιμερισμού οφελών κυμαίνεται από

5 μέχρι 8 έτη. Στην περίπτωση του Αστέρα Βουλιαγμένης ο επιμερισμός οφέλους που προέκυψε βάσει της εφαρμοζόμενης μεθοδολογίας είναι 96% και 4 % για τον τελικό χρήστη. το συμβόλαιο έχει διάρκεια 7 έτη, ενώ ο Δείκτης Οφέλους είναι 36% και για τους δύο. Αντίστοιχα για το Macedonia Palace το συμβόλαιο έχει διάρκεια 8 έτη, ο επιμερισμός είναι 95% για την εταιρία ΧΑΤ και 5% για τον τελικό χρήστη, ενώ ο Δείκτης Οφέλους είναι 31% και για τους δύο.

Η οικονομική αποτίμηση της ΣΗΘ στον τομέα των ξενοδοχείων βασίστηκε σε μερικές παραδοχές οι οποίες είναι κρίσιμες για την οικονομικότητα της επένδυσης. Έτσι, καταρχήν θεωρήθηκε ότι το φυσικό αέριο είναι διαθέσιμο και διατίθεται για ΣΗΘ στις 6,5 δραχμές/kWh. Στην πραγματικότητα το φυσικό αέριο στις δύο από τις τρεις περιπτώσεις ξενοδοχείων (Αστέρας Βουλιαγμένης, Macedonia Palace) δεν είναι ακόμη διαθέσιμο ενώ αυτή τη στιγμή δεν υφίσταται τιμολόγιο ΣΗΘ για τον τριτογενή τομέα. Επίσης, δεν είναι γνωστή η πρόθεση των εταιριών που ανέλαβαν τη ανάπτυξη και εκμετάλευση των δικτύων διανομής φυσικού αερίου να προσφέρουν τιμολόγια ΣΗΘ και ακόμη περισσότερο σε τι τιμή θα διατίθεται. Η χειρότερη περίπτωση για την ΣΗΘ είναι το φυσικό αέριο να διατίθεται σε τιμή ίση με αυτή που διατίθεται για την κεντρική θέρμανση.

Επιπροσθέτως, στη μελέτη που έγινε θεωρήθηκε ότι η επένδυση πραγματοποιείται από την εταιρία ΧΑΤ. Η εταιρία ΧΑΤ αντιμετωπίζεται ως ένας ευρύτερος οργανισμός που εκτός από τεχνικές προσφέρει και χρηματοδοτικές υπηρεσίες. Έτσι, ο τελικός χρήστης δεν χρειάζεται να διαθέσει κεφάλαια για την πραγματοποίηση της επένδυσης. Αυτό μπορεί να περιορίσει τις επιλογές για επιχορήγηση. Έτσι, ενώ στο ΕΠΕ όχι μόνο επιτρεπόταν αλλά ενθαρρυνόταν η εφαρμογή του μηχανισμού ΧΑΤ, ο Αναπτυξιακός Νόμος φαίνεται να ταυτίζει τον τελικό χρήστη με τον δικαιούχο της επιχορήγησης και απαιτεί αυτός να συμμετέχει σε ποσοστό μεγαλύτερο του 40% επί του κόστους επένδυσης. Επίσης, το ΕΠΕ έθετε ως ελάχιστο ύψος επένδυσης τα 100 εκατομμύρια δραχμές. Από τις εξεταζόμενες επενδύσεις μόνο τα συστήματα ΣΗΘ του Αστέρα Βουλιαγμένης και του Mecodonia Palace υπερβαίνουν αυτό το ποσό.

Έαν τελικά δεν ισχύουν οι παραπάνω παραδοχές η οικονομικότητα της επένδυσης είναι πολύ χαμηλή. Ως πιο ελκυστική επένδυση προέκυψε το σύστημα ΣΗΘ για την ξενοδοχειακή μονάδα του «Αστέρα Βουλιαγμένης» με περίοδο αποπληρωμής 4,2 έτη και IRR 31,8%. Στην περίπτωση που δεν υπάρξει τιμολόγιο φυσικού αερίου για ΣΗΘ τότε η περίοδος αποπληρωμής γίνεται 9,8 έτη ενώ ο IRR γίνεται 11,42%. Στην περίπτωση που δεν επιδοτηθεί η επένδυση η περίοδος αποπληρωμής γίνεται 6,2 έτη και ο IRR 15,7%.

Οι υψηλοί οικονομικοί δείκτες των προαναφερόμενων επενδύσεων ΣΗΘ δεν ισχύουν στην περίπτωση του Novotel κυρίως εξαιτίας οικονομικών κλίμακας. Έτσι, το περιθώριο για

εφαρμογή του μηχανισμού ΧΑΤ σε αυτή την περίπτωση είναι σαφώς περιορισμένο. Κατά συνέπεια ο μηχανισμός ΧΑΤ μπορεί να εφαρμοστεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα για αμφότερα τα εμπλεκόμενα μέρη σε περιπτώσεις μεγάλων (550 κλίνες και άνω) και υψηλής κατηγορίας ξενοδοχείων. Αντίθετα, τα αποτελέσματα είναι φτωχά για μικρότερα ξενοδοχεία (~350 κλίνες).

Θεωρώντας ότι το μέσος όρος των κλινών που έχουν τα ξενοδοχεία στην Ελλάδα είναι 80 προκύπτει το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχουν σημαντικές προοπτικές διείσδυσης της ΣΗΘ στον τουριστικό τομέα. Πολλά από τα ξενοδοχεία αυτά, ιδιαίτερα τα μικρότερα, χρησιμοποιούν για την θέρμανση νερού ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι, τα ηλιακά συστήματα απευθύνονται περισσότερο σε μικρά ξενοδοχεία, ενώ τα συστήματα ΣΗΘ απευθύνονται σε μεγάλα και υψηλής κατηγορίας ξενοδοχεία.

Οι τεχνολογίες των συστημάτων ΣΗΘ με παλινδρομική ΜΕΚ και των ηλιακών συστημάτων είναι ανταγωνιστικές μεταξύ τους, αφού απευθύνονται και οι δύο στην κάλυψη του ίδιου θερμικού φορτίου. Από την ανάλυση που προηγήθηκε φαίνεται ότι η κάθε τεχνολογία τουλάχιστον σε ότι αφορά τον τουριστικό τομέα έχει πεδίο όπου πλεονεκτεί σαφώς έναντι της άλλης (στα μικρά ξενοδοχεία πλεονεκτούν τα ηλιακά συστήματα ενώ στα μεγάλα ξενοδοχεία πλεονεκτούν τα συστήματα). Ενδιαφέρον πρόβλημα είναι ο προσδιορισμός του «βέλτιστου» βαθμού διείσδυσης της κάθε τεχνολογίας σε υφιστάμενο ξενοδοχείο ως συνάρτηση του μεγέθους του ξενοδοχείου.

Ο μηχανισμός ΧΑΤ προσιδιάζει περισσότερο σε συστήματα ΣΗΘ από ότι σε ηλιακά συστήματα επειδή ενσωματώνει και τεχνικές υπηρεσίες. Η απλότητα των ηλιακών συστημάτων δεν κάνουν επιτακτική την απαίτηση για τεχνικές υπηρεσίες. Ειδικά στην περίπτωση αυτή θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν πιο απλά χρηματοδοτικά σχήματα όπως η χρηματοδοτική μίσθωση που είναι θεσμοθετημένη και υπάρχει σημαντική εμπειρία εφαρμογής της.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΜΠ – ΥΠΕΧΩΔΕ. «Το ελληνικό πρόγραμμα για τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου. Τεχνική έκθεση – Τεύχος 2», Φεβρουάριος 1995
2. DG XVII, EC “European Energy to 2020”, 1996
3. DG XVII, EC “1998 – Annual Energy Review”, 1998
4. IEA-OECD “Energy Policies of IEA Countries. Greece 1998 Review”
5. ΥΠΕΧΩΔΕ «Δημόσια κτίρια για μια Αειφόρο Ανάπτυξη», Ιούλιος 2000.
6. ΕΜΠ, “Implementation possibilities of CHP in the tourist sector”, SAVE. XVII/4.1031/Z/98-203
7. M. Santamouris, C. Balaras, E. Dascalaki, A. Argiriou, A. Gaglia (1996) «Energy conservation and potential in Hellenic hotels» Energy and Building, Vol 24.
8. CRES “Energy efficiency in Greece, cross country comparison on energy efficiency indicators”, Jun. 2000.
9. A. Ζερβός (1998) «Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα» Πρακτικά Συνεδρίου Η εφαρμογή των ΑΠΕ, ΕΜΠ.
10. Κ. Τραβασάρος (1998) «Ηλιακά συστήματα στην Ελλάδα. Εμπειρίες-Προοπτικές.» Πρακτικά Συνεδρίου Η εφαρμογή των ΑΠΕ, ΕΜΠ.
11. Ε. Μαθιουλάκης, Β. Μπελεσιώτης «Ενεργητικά Ηλιακά συστήματα – ανασκόπηση τεχνολογιών και των εφαρμογών τους στην Ελλάδα» Πρακτικά Συνεδρίου Η εφαρμογή των ΑΠΕ, ΕΜΠ.
12. Athanasia A. Lazou, Anastasios D. Papatsoris (2000) “The economics of pv stand alone residential households: A case study for various European and Mediterranean location”, Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol 62.
13. M. Oliver, T. Jackson (1999) “The Market of Solar pv”, Energy Policy, Vol 27.
14. Ε. Βαζαίος (1990) «Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας. υπολογισμός και σχεδίαση συστημάτων», 4^η έκδοση.

15. F. Lansnier, T. Gan Ang «Photovoltaic Engineering Handbook», Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
16. Nelson E. Hay «Guide to natural gas cogeneration», American Gas Association, 2nd Edition.
17. Χ. Φραγκόπουλος, Η Καρδογιάννης, Γ. Καραλής (1994) «Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας», ΕΛΚΕΠΑ, Αθήνα.
18. Χ. Δεμερτζής (1998) «Εκτίμηση δυναμικού και προϋποθέσεις διείσδυσης συστημάτων ΣΗΘ στον τριτογενή τομέα», Διπλωματική εργασία, ΕΒΕΟ – ΕΜΠ.
19. Χρ. Μπέλλος (1997) «Εισαγωγή κλιματισμού με φυσικό αέριο στην Ελληνική ενεργειακή αγορά: δυνατότητες και προοπτικές», Διπλωματική εργασία, ΕΒΕΟ-ΕΜΠ.
20. Νόμος 2773/99 «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις»
21. Νόμος 224/94 «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις»
22. Οδηγία 96/92/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου σχετικά με τους κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρισμού»
23. Ε.Ε. Γενική Διεύθυνση XVII (1999) «Οδηγός επενδύσεων αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας χρηματοδοτούμενων από τρίτους», Πρόγραμμα ALTENER, Έργο: Συνεκτικές δράσεις για την προώθηση μηχανισμών χρηματοδότησης από τρίτους έργων αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε μειονεκτικές περιφέρειες της Ε.Ε., SPEED.
24. E.C. DC XVII «Guide to energy efficiency bankable proposals» E.C. DC XVII, THERMIE and SYNURGY Programmes, The European Bank for Reconstruction and Development.
25. Λ. Παπαγιαννάκης, Δ. Διακουλάκη, (1997) «Θεσμικά Προβλήματα Εφαρμογής του ΕΠΕ στην Ελλάδα», ΕΒΕΟ.
26. Γ. Παπαρσένος, ΥΠ.ΑΝ, (2000) «Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας» Πρακτικά Συνεδρίου Η εφαρμογή των ΑΠΕ, ΕΜΠ.

27. Γ. Σπύρου, ΕΕ ΓΔ XVI, (2000) «Οι χρηματοδοτήσεις των ΑΠΕ από τα διαρθρωτικά ταμεία» Πρακτικά Συνεδρίου Η εφαρμογή των ΑΠΕ, ΕΜΠ.
28. Α. Χριστοπούλου (2000) «Ο μηχανισμός χρηματοδότηση από τρίτους για την προώθηση νέων ενεργειακών τεχνολογιών», ΕΒΕΟ.
29. Ι. Σαμουηλίδης, Ι. Φαρράς, Ι. Γκολέτσης, Α. Καγιαννάς, Δ. Ασκοΐνης (1998) «Σύγχρονοι μηχανισμοί χρηματοδότησης έργων ΑΠΕ», Πρακτικά Συνεδρίου Η εφαρμογή των ΑΠΕ, ΕΜΠ.
30. Ι. Φαρράς, Ι. Γκολέτσης, Α. Καγιαννάς, Δ. Ασκοΐνης (1998) «Η χρηματοδότηση από τρίτους ως μηχανισμός χρηματοδότησης έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας», », Πρακτικά Συνεδρίου Η εφαρμογή των ΑΠΕ, ΕΜΠ.
31. E.C. DC XVII «Guide to energy efficiency bankable proposals» E.C. DC XVII, THERMIE and SYNURGY Programmes, The European Bank for Reconstruction and Development.
32. Derrick (1998) «Financing mechanisms for renewable energy» Renewable Energy 15.
33. G. Bond, L. Carter (1995) «Financing energy projects, experience of the international financing cooperation» Energy Policy, Vol 23.
34. R. Wiser (1996) «Renewable energy finance and project ownership. The impact of alternative development structures on the cost of wind power» Energy Policy, Vol 25.
35. Προεδρικό Διάταγμα 100/1998 «Καθορισμός συντελεστών απόσβεσης».
36. Ι. Καναβός (1998) «Η ΧΑΤ ως εργαλείο προώθησης επενδύσεων ΣΗΘ στον Τριτογενή Τομέα: Η περίπτωση ενός μεγάλου νοσοκομείου»
37. Roger Fouquet «The UK demand for renewable electricity in a liberalized market», Energy Policy, Vol 26, No 4, March 1998, p 917 – 928
38. ΕΒΕΟ «Ένταξη Ηλιακών Συστημάτων Θέρμανσης Νερού στα Νέα Κτίρια», Αθήνα 1998.
39. Δ. Λίποβατς-Κρεμεζή «Τεχνικές εκτίμησης κόστους και αξιολόγησης βιομηχανικών επενδύσεων».
40. www.fuelcells.org

Ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα

Γενικά

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) αποτελούν μια από τις πιο πολλά υποσχόμενες ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες. Παρόλο που το κόστος τους μειώνεται συνεχώς με γρήγορους ρυθμούς (25% στα τελευταία πέντε χρόνια), η παραγόμενη από τα φωτοβολταϊκά ενέργεια συνεχίζει να είναι αρκετά πιο ακριβή από την αντίστοιχη που παράγεται από συμβατικές μορφές ενέργειας. Τα Φ/Β είναι όμως ήδη ανταγωνιστικά σε περιπτώσεις μη συνδεδεμένων με το δίκτυο περιοχών. Αναμένεται ότι η αύξηση της παραγωγής με την δημιουργία βιομηχανικών μονάδων πολύ μεγαλύτερων δυνατοτήτων από τις σημερινές θα επιταχύνει την μείωση του κόστους. Σοβαρές επενδύσεις προς αυτή τη κατεύθυνση πραγματοποιούνται σήμερα τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις ΗΠΑ και την Ιαπωνία.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται τα τελευταία χρόνια στην εφαρμογή των Φ/Β στα κτίρια, προσαρμοσμένα σε σκεπές και τις προσόψεις σε σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει προγράμματα προς αυτή την κατεύθυνση. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί μέσω της Λευκής Βίβλου μια εκστρατεία για την εγκατάσταση 500.000 Φ/Β συστημάτων σε κτίρια μέχρι το 2010. Μια πρωτοβουλία αυτού του μεγέθους μπορεί να παίξει καθοριστικό ρόλο στην προώθηση της τεχνολογίας και να βοηθήσει στη γρήγορη μείωση του κόστους. Το κόστος του συνδεδεμένου με το δίκτυο Φ/Β προβλέπεται να γίνει ανταγωνιστικό σε 5 με 7 χρόνια από σήμερα.

Η Ελλάδα παρ' ότι παρουσιάζει σημαντικές προϋποθέσεις για εφαρμογή Φ/Β συστημάτων, παραμένει μια από τις τελευταίες χώρες στην Ευρωπαϊκή Ένωση από πλευράς εγκατεστημένης ισχύος. Τα επίπεδα ηλιοφάνειας είναι ιδιαίτερα υψηλά στη χώρα μας και επιπλέον διαθέτουμε πλήθος νησιών μη συνδεδεμένων με το ηπειρωτικό δίκτυο στα οποία η λύση των Φ/Β είναι ήδη ανταγωνιστική.

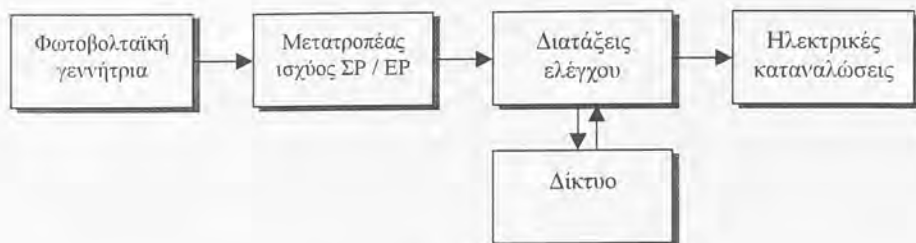
Μια παράλληλη ανάπτυξη εφαρμογών προς τις τρεις βασικές κατευθύνσεις: κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής, προσαρμοσμένα συστήματα σε κτίρια και αυτόνομα συστήματα μπορεί να οδηγήσει στην εγκατάσταση 30-40 MW_p μέχρι το 2005 και 150 - 200 MW_p μέχρι το 2010. Η εφαρμογή σε μεγάλη κλίμακα θεωρείται ότι θα γίνει μετά το 2003-2005 όταν τα Φ/Β αναμένεται να είναι ανταγωνιστικά με τις συμβατικές τεχνολογίες.

Τεχνολογία φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα Φ/Β συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Λειτουργούν κατά την διάρκεια της ημέρας αλλά παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες ηλεκτρισμού όταν η ηλιακή ακτινοβολία είναι έντονη και προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Τα Φ/Β συστήματα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια εκμεταλλευόμενα τις ιδιότητες που προκύπτουν από την ηλεκτρονική δομή των ημιαγωγών. Η βασική δομική μονάδα των Φ/Β συστημάτων είναι το φωτοβολταϊκό στοιχείο. Η τοποθέτηση και η σύνδεση μεταξύ τους κατάλληλου αριθμού φωτοβολταϊκών στοιχείων εντός πλαισίου αποτελεί το Φ/Β πλαίσιο, ενώ περισσότερα από ένα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούν την φωτοβολταϊκή συστοιχία.

Ένα Φ/Β στοιχείο προκύπτει από την ένωση δύο ημιαγωγών PN. Όταν φως προσπίπτει πάνω σε φωτοβολταϊκό στοιχείο, μέρος του ανακλάται, μέρος του απορροφάται και μέρος του διέρχεται διαμέσου του στοιχείου. Η ακτινοβολία που απορροφήθηκε διεγείρει τα ηλεκτρόνια των εξωτερικών στοιβάδων των ατόμων στους κρυστάλλους του ημιαγωγού μετατρέποντάς τα σε ελεύθερα ηλεκτρόνια που κινούνται μέσα στον κρύσταλλο, ενώ παράλληλα προκύπτει και ίσος αριθμός οπών που λειτουργούν ως παγίδες για τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Η διαφορετική κατανομή ελεύθερων ηλεκτρονίων και οπών μεταξύ των ημιαγωγών έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη διαφοράς δυναμικού.

Τα Φ/Β συστήματα διακρίνονται σε αυτόνομα, υβριδικά και διασυνδεδεμένα με το δίκτυο. Τα αυτόνομα Φ/Β περιλαμβάνουν μπαταρία όπου αποθηκεύουν ενέργεια για να την αποδώσουν όταν η ηλιακή ακτινοβολία είναι σε χαμηλά επίπεδα ή δεν υφίσταται. Τα υβριδικά συστήματα συνδυάζουν Φ/Β γεννήτρια με γεννήτρια που κινείται από μηχανή εσωτερικής καύσης ή ανεμογεννήτρια. Τέλος, το διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα είναι το πιο απλό από τα τρία καθώς την ώρα που δεν λάμπει ο ήλιος η τροφοδοσία με ηλεκτρική ενέργεια γίνεται από το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα βασικά στοιχεία ενός διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος απεικονίζονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 1. Διασυνδεδεμένο με το δίκτυο Φ/Β σύστημα

Η φωτοβολταϊκή γεννήτρια

Μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια αποτελείται από ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ενσωματώνουν έναν αριθμό φ/β κελιών και αυτά που διατίθενται στο εμπόριο είναι κυρίως επίπεδου τύπου. Η ονομαστική τους ισχύς ποικίλει από 10 έως 130 W_p.

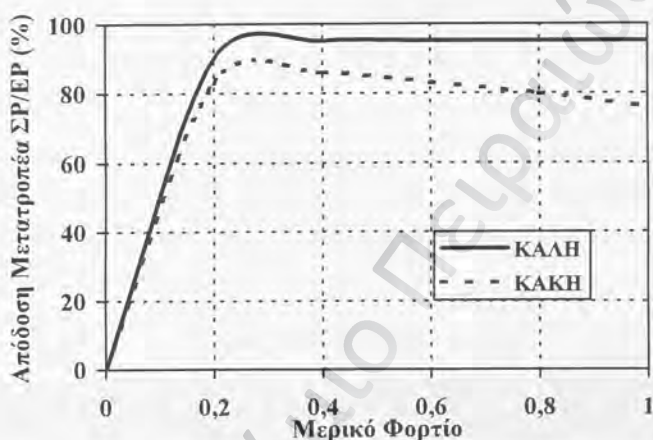
Οι διαθέσιμες εμπορικά τεχνολογίες φ/β κελιών είναι τρεις: άμορφου, πολυκρυσταλλικού και μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποδόσεις, 5-8%, 9-12% και 12-15% αντίστοιχα. Ο βαθμός απόδοσης της γεννήτριας στην περίπτωση του μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι περίπου 8,5%. Στην προσπάθεια αύξησης της απόδοσης των φωτοβολταϊκών κελιών τα νέα υλικά που εξετάζονται είναι:

- Ο δισεληνοϊδιοχός χαλκός CuInSe₂ ή CIS. Πρόκειται για ημιαγώγιμο υλικό με άμεσο ενεργειακό διάκενο και υψηλότατο συντελεστή απορρόφησης. Η απόδοση των πλαισίων τέτοιου τύπου είναι της τάξης του 8-11%. Η τεχνολογία CIS συνδυάζει το χαμηλό κόστος κατασκευής επιδεικνύοντας ταυτόχρονα την σταθερότητα του κρυσταλλικού πυριτίου.
- Το τελλουριοχό Κάδμιο, CdTe, έχει το ιδανικότερο ενεργειακό διάκενο για την απορρόφηση του μεγαλύτερου μέρους του ηλιακού φάσματος.
- Η υψηλότερη ενεργειακή απόδοση που έχει καταγραφεί ανήκει σε Φ/Β κελιά κρυσταλλικού Αρσενιοχού Γαλλίου GaAs και είναι 25,5%. Το κόστος τους όμως είναι ιδιαίτερα υψηλό.

Μετατροπέας ισχύος

Μετατροπέας ισχύος είναι εκείνη η διάταξη που χρησιμεύει στην μετατροπή του συνεχούς ρεύματος που παράγεται από την Φ/Β συστοιχία σε εναλλασσόμενο ρεύμα. Τα

χαρακτηριστικά του σήματος εξόδου του μετατροπέα ισχύος πρέπει να είναι συμβατά με την τάση, την συχνότητα και εν γένει την ποιότητα ρεύματος που παρέχεται από το ηλεκτρικό δίκτυο. Η συνολική απόδοση του Φ/Β συστήματος εξαρτάται σημαντικά από την απόδοση του μετατροπέα ισχύος. Αναφέρεται ότι ενώ η απόδοση της μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε συνεχές ρεύμα έχει μια διακύμανση της τάξης του 3% μέσα σε ένα έτος, υπάρχει κρίσιμο σημείο φόρτισης του μετατροπέα ισχύος κάτω από το οποίο η απόδοσή του παρουσιάζει ραγδαία πτώση. Τυπικές καμπύλες απόδοσης του αναστροφέα δίνονται στο επόμενο διάγραμμα.



Σχήμα 2. Τυπική καμπύλη απόδοσης μετατροπέα ισχύος

Έτσι, είναι απαραίτητο ο μετατροπέας να λειτουργεί κοντά στο ονομαστικό του φορτίο. Συνήθως όμως, αφού διαστασιοποιείται για να μπορεί να αναλάβει την ονομαστική ισχύ της Φ/Β συστοιχίας λειτουργεί σε συνθήκες μερικού φορτίου. Είναι δυνατό να υπάρξουν σχήματα με περισσότερους από έναν μετατροπείς των οποίων ο σχεδιασμός είναι ένας συμβιβασμός κόστους και απόδοσης.

Κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Αν και η τεχνολογία των φ/β συστημάτων μπορεί να θεωρηθεί ώριμη, εν τούτοις υπάρχει σημαντικό περιθώριο εξέλιξης που προκύπτει από την αναμενόμενη εισαγωγή στην αγορά φ/β στοιχείων με υψηλούς βαθμούς απόδοσης (25-30%) που έχουν επιτευχθεί σε εργαστηριακό επίπεδο. Μια πρόσθετη επιλογή είναι η τεχνολογία Φ/Β στοιχείων λεπτής μεμβράνης που ενώ παρουσιάζουν χαμηλούς βαθμούς απόδοσης έχουν μειωμένο κόστος παραγωγής.

Οι τιμές των φ/β στοιχείων παρουσιάζουν σημαντική μείωση που προκύπτει κυρίως από την ανάπτυξη της αντίστοιχης βιομηχανίας. Η τρέχουσα τιμή του Φ/Β πλαίσιο είναι της τάξης των 7 $\$/W_p$ για μια μεσαίου μεγέθους εγκατάσταση και αναμένεται, υιοθετώντας ανάπτυξη της βιομηχανίας Φ/Β κατά 20%, να μειωθεί περίπου σε 4 $\$/W_p$ το έτος 2005 [12]

Η βιομηχανία παραγωγής Φ/Β συστημάτων απευθύνεται μέχρι στιγμής σε πολύ συγκεκριμένους καταναλωτές, (niche markets), π.χ. Φ/Β συστήματα για δορυφόρους ή συστήματα για απομακρυσμένα μετρητικά όργανα, αναμεταδότες, φάρους κ.λ.π. στα οποία εφαρμόζονται με οικονομικά αποδοτικούς τρόπους. Στις συνήθεις εφαρμογές τα φ/β δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστικά ως προς τις συμβατικές τεχνολογίες κάλυψης των φορτίων. Αυτοί είναι σημαντικοί λόγοι που μαζί με την σπονδυλωτή δομή των Φ/Β συστημάτων έχουν ως αποτέλεσμα την ανελαστικότητα της τιμής σε σχέση με το μέγεθος του Φ/Β συστήματος που παρατηρείται [13].

Τα σημαντικότερα στοιχεία κόστους ενός διασυνδεδεμένου με το δίκτυο φ/β συστήματος είναι το κόστος των Φ/Β πλαισίων, το κόστος του μετατροπέα ισχύος και το κόστος των λοιπών στοιχείων του συστήματος. Χαρακτηριστικές είναι οι τιμές που δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 1. Κόστος Φ/Β συστημάτων

Στοιχείο	Έτος	
	1998	2005
Φ/β πλαίσιο	6,22	4
Μετατροπέας ($\$/W_p$)	1	1
Διάρκεια ζωής (έτη)	10	10
BOS ($\$/W_p$)	0,2	0,2
Κόστη μηχανικού, (%) του εγκατεστημένου κόστους	10	10
Κόστος εγκατάστασης, (%) του εγκατεστημένου κόστους	13	13
Κόστος λειτουργίας και συντήρησης, (%) του εγκατεστημένου κόστους	1	1

Πηγή: [12]

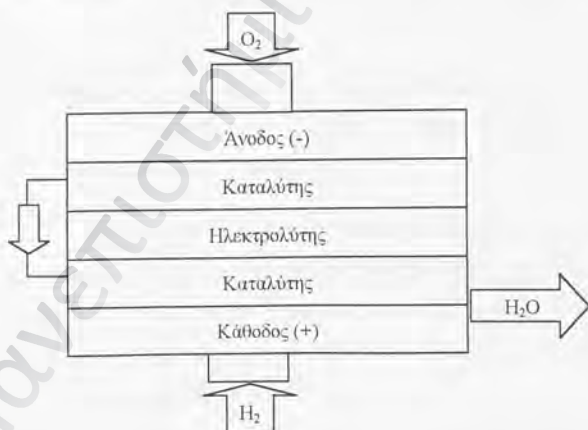
Κελλιά καυσίμου

Γενικά

Τα κελιά καυσίμου είναι ηλεκτροχημικές συσκευές που παράγουν ηλεκτρική και θερμική ενέργεια ταυτόχρονα. Πρόκειται για τεχνολογία που δεν έχει φθάσει ακόμη στο στάδιο του να είναι ανταγωνιστική με τις συμβατικές τεχνολογίες. Ο συνδυασμός όμως των πολλών πλεονεκτημάτων που διαθέτει αφήνει περιθώρια για να τη θεωρήσει κανείς ανερχόμενη τόσο σε μικρές εφαρμογές όπως παροχή ενέργειας σε μια κάμερα, όσο και σε μεγαλύτερες εφαρμογές όπως οι μεταφορές αλλά και ο κτιριακός τομέας. Αναμένεται σημαντική πτώση του κόστους τους τόσο από τεχνολογικές εξελίξεις όσο και από ανάπτυξη της αντίστοιχης αγοράς. Μπορεί να θεωρηθεί τεχνολογία ΣΗΘ αλλά εξαιτίας των σημαντικών διαφορών που παρουσιάζει με τα κλασσικά συστήματα ΣΗΘ αναπτύσσεται ξεχωριστά.

Τεχνολογία κελιών καυσίμου

Ένα κελί καυσίμου (fuel cell) αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια εμβαπτισμένα σε ηλεκτρολύτη. Οξυγόνο διέρχεται από το ένα ηλεκτρόδιο και υδρογόνο από το άλλο παράγοντας ηλεκτρισμό, νερό και θερμότητα.



Σχήμα 3. Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας κελίου καυσίμου.

Υδρογόνο καύσιμο τροφοδοτείται στην κάθοδο. Με την βοήθεια ενός καταλύτη το άτομο του υδρογόνου διαχωρίζεται σε πρωτόνιο και ηλεκτρόνια τα οποία πέρνουν διαφορετικούς δρόμους. Το πρωτόνιο περνά μέσα από τον ηλεκτρολύτη κινούμενο προς την αρνητική άνοδο, ενώ το ηλεκτρόνιο ακολουθεί διαφορετική διαδρομή κινούμενο προς την κάθοδο. Δημιουργείται έτσι ηλεκτρικό ρεύμα ενώ ταυτόχρονα παράγεται νερό.

Τα κελιά καυσίμου εκτός από καθαρό υδρογόνο μπορούν να χρησιμοποιήσουν οποιοδήποτε καύσιμο περιέχει στο μόριό του υδρογόνο, με την προϋπόθεση ότι έχουν σύστημα αναμορφωτή που εξάγει το υδρογόνο από το καύσιμο. Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιήσουν φυσικό αέριο, που συγκεντρώνει και τα περισσότερα πλεονεκτήματα, όχι μόνο από άποψη υδρογονικού περιεχομένου αλλά και οικονομικότητας, διαθεσιμότητας κ.λπ., μέχρι μεθανόλη και βενζίνη.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι κελιών καυσίμου που απευθύνονται σε διάφορες εφαρμογές. Μια όχι εξαντλητική λίστα περιλαμβάνει τους επόμενους:

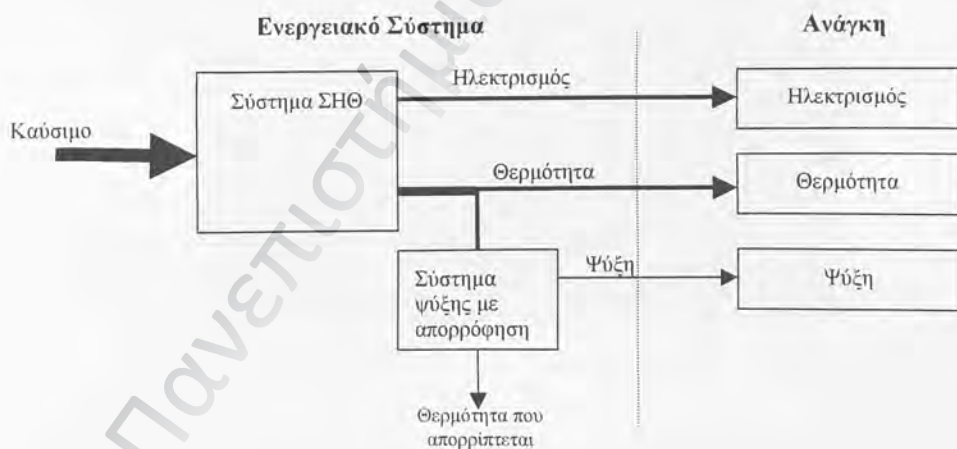
- **Φωσφορικού οξέος:** Είναι ο πιο εμπορικά ανεπτυγμένος τύπος κελιού καυσίμου. Ήδη χρησιμοποιείται σε ποικιλία εφαρμογών όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κτίρια γραφείων, σχολεία, ενώ είναι γνωστή εφαρμογή ακόμη και σε αεροδρόμιο. Τα κελιά φωσφορικού οξέος παράγουν ηλεκτρισμό με απόδοση της τάξης του 40% ενώ ο θερμοκός βαθμός απόδοσης είναι 45%. Η θερμότητα είναι διαθέσιμη σε μορφή κορεσμένου ατμού (θερμοκρασίας 200 °C).
- **Μεμβράνης ανταλλαγής πρωτονίων:** Τα κελιά αυτά λειτουργούν σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (περίπου 90 °C), έχουν υψηλές ενεργειακές πυκνότητες και μπορούν να παρακολουθήσουν γρήγορες μεταβολές φορτίου, γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα για εφαρμογές όπως οι μεταφορές όπου γρήγορες εκκινήσεις είναι απαραίτητες.
- **Τηγμένου ανθρακικού άλατος:** Τα κελιά αυτά υπόσχονται υψηλές ηλεκτρικές αποδόσεις, ενώ είναι ικανά να καταναλώνουν καύσιμα με βάση τον άνθρακα. Η θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι περίπου 650 °C.
- **Στερεού οξειδίου:** Τα κελιά αυτά αναμένεται να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλες εφαρμογές στην βιομηχανία ακόμη και στην ηλεκτροπαραγωγή. Ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιεί ως ηλεκτρολύτη σκληρό κεραμικό υλικό αντί κάποιου τήγματος, το οποίο επιτρέπει θερμοκρασίες λειτουργίας της τάξης των 1000 °C. Ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης μπορεί να φθάσει το 60%.
- **Αλκαλικά κελιά καυσίμου:** Έχουν χρησιμοποιηθεί από τη NASA σε διαστημικές αποστολές. Επιτυγχάνουν ηλεκτρικούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 70%. Ο ηλεκτρολύτης τους είναι καυστικό κάλλιο, ενώ επιτυγχάνουν ηλεκτρικούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 70%. Μέχρι πρόσφατα ήταν ιδιαίτερα ακριβά για εμπορικές εφαρμογές αλλά εξετάζονται διάφοροι τρόποι μείωσης του κόστους και αύξησης της επιχειρησιακής ευελιξίας.

☞ **Άλλοι τύποι κελλιών καυσίμου:** Σχετικά νέο μέλος στην οικογένεια των κελλιών καυσίμου είναι τα κελλιά μεθανόλης που χρησιμοποιούν και αυτά μεμβράνη από πολυμερές υλικό ως ηλεκτρολύτη. Άλλος τύπος κελλιού είναι εκείνος όπου το νερό, το οποίο διαχωρίζεται σε οξυγόνο και υδρογόνο, τροφοδοτείται στο κελλί παράγοντας ηλεκτρισμό, θερμότητα και ποσότητα νερού που ανακυκλώνεται.

Ψύξη μέσω απορρόφησης θερμότητας

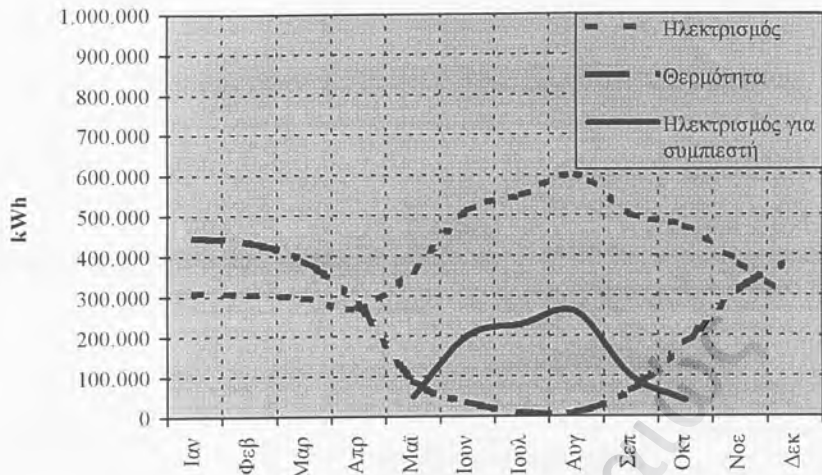
Γενικά

Η παραγωγή ψυκτικής ενέργειας με απορρόφηση θερμότητας δεν είναι καινούργια τεχνολογία. Από την πραγματοποίηση του πρώτου κύκλου με απορρόφηση από τον Γάλλο Ferdinand Carre, έχουν περάσει περισσότερα από εκατό χρόνια. Σήμερα η τεχνολογία με απορρόφηση βρίσκει εφαρμογές σε όλους τους τομείς που απαιτείται ψύξη. Η τεχνολογία αυτή σε πολλές περιπτώσεις αποτελεί ιδανικό συμπλήρωμα της ΣΗΘ αυξάνοντας ιδιαίτερα τον βαθμό απόδοσης των συστημάτων ΣΗΘ.

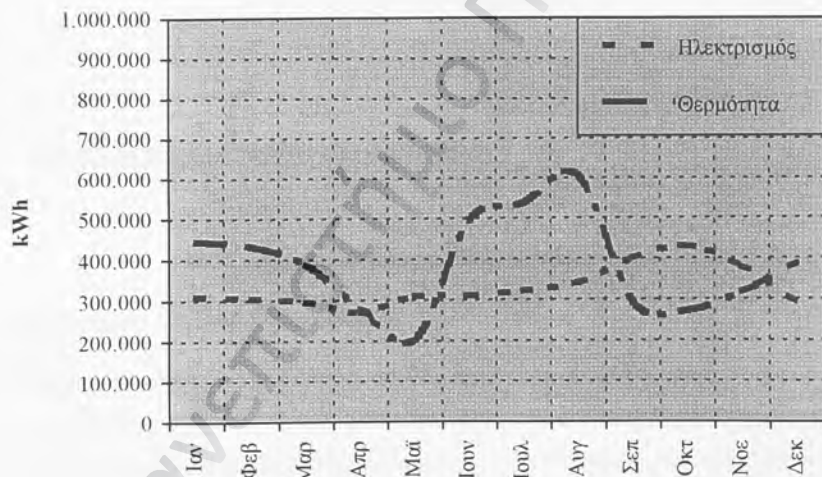


Σχήμα 4. Σχηματική απόδοση της ιδέας της τριπαραγωγής.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεταβολή των φορτίων που καλείται να καλύψει ένα σύστημα ΣΗΘ με και χωρίς εφαρμογή κλιματισμού με απορρόφηση θερμότητας. Στα επόμενα σχήματα φαίνεται η μεταβολή αυτή για ένα τυπικό ξενοδοχείο πόλης Α' κατηγορίας.



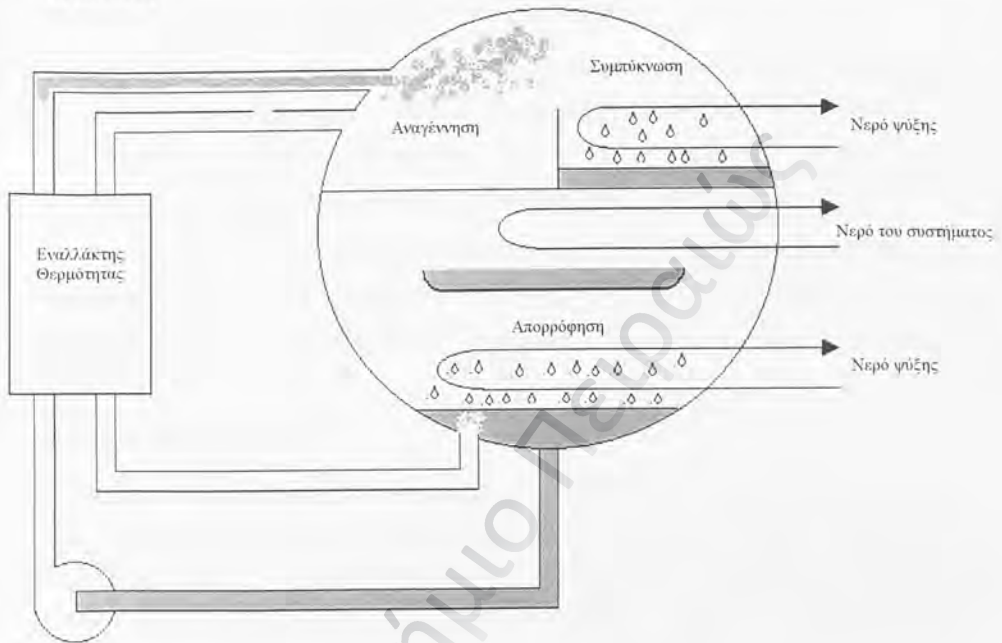
Σχήμα 5. Φορτία ΧΩΡΙΣ εφαρμογή κλιματισμού με απορρόφηση θερμότητας



Σχήμα 6. Φορτία ΜΕ εφαρμογή κλιματισμού με απορρόφηση θερμότητας

Τεχνολογία ψύξης με κύκλο απορρόφησης

Στην απορρόφηση ο συμπιεστής της συμβατικής τεχνολογίας αντικαθίσταται από έναν απορροφητή (absorber), έναν αναγεννητήρα (generator), μια αντλία και έναν εναλλάκτη θερμότητας.



Σχήμα 7. Ψυκτικός κύκλος απορρόφησης.

Κύκλος νερού – βρωμιούχου λιθίου

Όπως στην συμβατική τεχνολογία, ο κύκλος αρχίζει όταν υψηλής πίεσης υγρό ψύξης μέσω μιας συσκευής ρύθμισης ροής οδηγείται στον χαμηλότερης πίεσης εξατμιστήρα και συγκεντρώνεται σε κατάλληλο δοχείο. Λόγω του στραγγαλισμού που υφίσταται στην είσοδο το ψυκτικό υγρό ψύχεται. Η μεταφορά θερμότητας από το θερμότερο νερό του συστήματος στο ψυχρό πλέον υγρό το εξατμίζει και ο ατμός που προκύπτει οδεύει προς τον χαμηλής πίεσης απορροφητή. Εκεί απορροφάται από κάποια ουσία (absorbent) που συνήθως είναι ένα διάλυμα βρωμιούχου λιθίου. Η διαδικασία αυτή δημιουργεί μια χαμηλής πίεσης περιοχή που τραβά μια συνεχή ροή ψυκτικού ατμού από τον εξατμιστήρα στον απορροφητή και προκαλεί την συμπύκνωσή του αφού αυτός απορρίπτει τη θερμότητα εξάτμισης που πήρε στον εξατμιστήρα. Αυτή η θερμότητα μαζί με την θερμότητα διάλυσης που παράγεται καθώς και το συμπύκνωμα των ατμών αναμιγνύεται με το διάλυμα του βρωμιούχου λιθίου, μεταφέρεται στο νερό ψύξης και απορρίπτεται στον πύργο ψύξης.

Φυσικά όσο συσσωρεύεται το ψυκτικό υγρό, αραιώνει το διάλυμα του βρωμιούχου λιθίου μειώνοντας έτσι την ενεργότητά του ως προς το ψυκτικό υγρό. Η ήδη υπάρχουσα ορολογία περιγράφει ένα διάλυμα βρωμιούχου λιθίου με μεγάλη συγκέντρωση ψυκτικού και επομένως μικρή τάση για περαιτέρω απορρόφηση, ως ασθενή απορροφητή. Αντίθετα ο όρος ισχυρός απορροφητής περιγράφει ένα διάλυμα βρωμιούχου λιθίου με ελάχιστη ή καθόλου παρουσία ψυκτικού και άρα μεγάλη τάση προς απορρόφηση ψυκτικού.

Για τη διατήρηση του κύκλου πρέπει το διάλυμα να επανασυμπυκνωθεί. Αυτό επιτυγχάνεται με διαρκή άντληση αραιωμένου διαλύματος από τον απορροφητήρα στον αναγεννητήρα όπου με θέρμανση αποστάζει το ψυκτικό υγρό, το επανασυμπυκνωμένο βρωμιούχο λίθιο επιστρέφει στον απορροφητή για να επαναχρησιμοποιηθεί στην απορρόφηση.

Στο μεταξύ ο ατμός του ψυκτικού μέσου που έχει μόλις αποστάξει οδεύει προς τον συμπυκνωτή. Εκεί ο ατμός υγροποιείται καθώς απορρίπτει τη θερμότητα εξάτμισης στο νερό ψύξης. Η επιστροφή του ψυκτικού υγρού στη συσκευή μέτρησης της ροής ολοκληρώνει τον κύκλο.

Κύκλος αμμωνίας – νερού

Ο ψυκτικός κύκλος αμμωνίας – νερού μοιάζει με τον κύκλο νερού – βρωμιούχου λιθίου μόνο που στα μεγάλα συστήματα οι σχετικές πτητικότητες απαιτούν κλασματική απόσταξη. Τα συστήματα αμμωνίας – νερού δεν έχουν τόσο μεγάλη τάση να δημιουργούν προβλήματα κρυσταλοποίησης όσο τα αντίστοιχα βρωμιούχου λιθίου και επομένως οι διατάξεις ελέγχου τους μπορεί να είναι απλούστερες. Αν και το σύστημα αμμωνίας – νερού είναι λιγότερο διαβρωτικό εντούτοις και στα δύο συστήματα χρησιμοποιούνται αναστολείς της διάβρωσης. Έτσι, στα συστήματα βρωμιούχου λιθίου χρησιμοποιούνται συνδυασμοί υλικών από ατσάλι, χαλκό και χαλκό – νικέλιο στα κελύφη και στις επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας, στα συστήματα αμμωνίας – νερού δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί καθόλου χαλκός.

Το ψυκτικό μέσο είναι η καρδιά της ψυκτικής μηχανής. Μια από τις σημαντικότερες διαφορές μεταξύ των κύκλων απορρόφησης και της μηχανικής συμπίεσης είναι το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιεί το καθένα. Στα κύκλα μηχανικής συμπίεσης χρησιμοποιούνται υψηλοί κόστους χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες ενώ στην ψύξη με απορρόφηση χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλες τις εγκαταστάσεις αποσταγμένο νερό.

Τύποι ψυκτικών μηχανών

Οι μηχανές αυτές κατατάσσονται ανάλογα με το τρόπο θέρμανσης του αναγεννητήρα και αν είναι ενός ή πολλών σταδίων. Έτσι, διακρίνονται σε:

☞ **Έμμεσης φόρτισης:** είναι αυτές που θερμαίνονται με ατμό ή θερμά υγρά που παρέχονται από καυστήρα. **Άμεσης φόρτισης:** είναι αυτές που χρησιμοποιούν απευθείας καύσιμα για θέρμανση.

☞ Επίσης, διακρίνονται σε μηχανές ενός ή πολλών σταδίων. Ψυκτική μηχανή απορρόφησης ενός σταδίου είναι εκείνη που έχει έναν αναγεννητήρα, ενώ οι μηχανές απορρόφησης πολλών σταδίων έχουν ένα κύριο αναγεννητήρα και ένα ή περισσότερους δευτερεύοντες.

Άλλο κριτήριο κατάταξης είναι η μέθοδος συμπύκνωσης που μπορεί να είναι αερόψυκτη ή υδρόψυκτη. Η αερόψυκτη μέθοδος συμπύκνωσης περιορίζεται λόγω διαστάσεων σε μικρά συστήματα αμμωνίας – νερού (3-5 RT) στον οικιακό και εμπορικό τομέα. Οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις (20 – 1500 RT) έχουν υδρόψυκτους συμπυκνωτές παρά το μεγαλύτερο κόστος λειτουργίας και συντήρησης.

Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Ποσοστά ενίσχυσης του Αναπτυξιακού Νόμου**Νέοι φορείς****Πίνακας 1. Επιχορήγηση και επιδότηση τόκων ή/και επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης**

Περιοχή	Ποσοστό επιχορήγησης	Ποσοστό επιδότησης τόκων	Ποσοστό επιδότησης χρηματοδοτικής μίσθωσης
Δ'	40%	40%	40%
Γ'	40%	40%	40%
Β'	15%	15%	15%

Πίνακας 2. Φορολογική απαλλαγή και επιδότηση τόκων

Περιοχή	Ποσοστό φορολογικής απαλλαγής (αφορολόγητο αποθεματικό)	Ποσοστό επιδότησης τόκων
Δ'	100%	40%
Γ'	70%	30%
Β'	40%	15%

Παλαιοί φορείς**Πίνακας 3. Φορολογική απαλλαγή και επιδότηση τόκων**

Περιοχή	Ποσοστό φορολογικής απαλλαγής (αφορολόγητο αποθεματικό)	Ποσοστό επιδότησης τόκων
Δ'	100%	40%
Γ'	70%	30%
Β'	40%	15%

Ειδικά, για τις επενδύσεις ή/και προγράμματα χρηματοδότησης μίσθωσης εξοπλισμού που αναφέρονται στην αξιοποίηση των ΑΠΕ παρέχονται τα ακόλουθα ποσοστά ενισχύσεων:

Πίνακας 4. Ενισχύσεις για προγράμματα χρηματοδοτικής μίσθωσης(1)

Περιοχή	Ποσοστό επιχορήγησης	Ποσοστό επιδότησης τόκων	Ποσοστό επιδότησης χρηματοδοτικής μίσθωσης
Δ'	40%	40%	40%
Γ'	40%	40%	40%
Β'	30%	30%	30%
Α'	25%	25%	25%

ή εναλλακτικά:

Πίνακας 5. Ενισχύσεις για προγράμματα χρηματοδοτικής μίσθωσης (2)

Περιοχή	Ποσοστό φορολογικής απαλλαγής (αφορολόγητο αποθεματικό)	Ποσοστό επιδότησης τόκων
Δ'	100%	40%
Γ'	100%	40%
Β'	70%	30%
Α'	60%	25%

Οι 4 περιοχές στις οποίες κατανέμεται η επικράτεια για την εφαρμογή των παραπάνω διατάξεων παρατίθενται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 6. Κατάταξη των περιοχών της χώρας στις κατηγορίες που καθορίζει ο Αναπτυξιακός Νόμος

Περιοχή	Περιγραφή
Α'	Περιλαμβάνει τους νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης, πλην των τμημάτων τους που εντάσσονται στις λοιπές περιοχές
Β'	Περιλαμβάνει τη ΒΙ.ΠΕ. ΕΤΒΑ, την επαρχία Λαγκαδά και το τμήμα δυτικά του ποταμού Αξιού του νομού Θεσσαλονίκης, την επαρχία Τροιζηνίας του νομού Αττικής, καθώς και τις περιφέρειες που δεν εντάσσονται στις περιοχές Α', Γ' και Δ'.
Γ'	Περιλαμβάνει περιφέρειες ή νομούς της χώρας που εμφανίζουν έντονα προβλήματα ανεργίας ή και μείωσης του ενεργού πληθυσμού, πλην των νομών Αττικής και Θεσσαλονίκης και των νομών ή των τμημάτων τους που περιλαμβάνονται στην περιοχή Δ'. Οι περιοχές αυτές ορίζονται με υπουργική απόφαση που εκδίδεται κάθε δύο έτη, όπου ο μέσος όρος ανεργίας κατά την προηγούμενη τετραετία υπερβαίνει κατά μια τουλάχιστον ποσοστιαία μονάδα από το μέσο όρο της ανεργίας σε όλη τη χώρα.
Δ'	Περιλαμβάνει τους νομούς Ξάνθης, Ροδόπης και Έβρου, τις ΒΙ.ΠΕ. ΕΤΒΑ της περιφέρειας Ηπείρου, τα νησιά με πληθυσμό μέχρι 3100 κατοίκους (απογραφή 1991), τα νησιά της περιφέρειας Βορείου Αιγαίου, τη νήσο Θάσο, το Νομό Δωδεκανήσου, πλην της περιοχής του γενικού πολεοδομικού σχεδίου της πόλης της Ρόδου, και τέλος την παραμεθώρια ζώνη του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας σε απόσταση 20 χλ.μ. από τα σύνορα όπου εντάσσονται και οι δήμοι και οι κοινότητες των οποίων τα διοικητικά όρια τέμνονται από τη ζώνη αυτή.

Μέθοδος f κάλυψης των μηνιαίων φορτίων

Η μέθοδος f βασίζεται στον υπολογισμό δύο αδιάστατων συντελεστών X και Y που έχουν την εξής φυσική έννοια. Το Y αντιστοιχεί με το πηλίκο της ολικής ενέργειας που απορροφάται από την επιφάνεια των συλλεκτών προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα. Το X αντιστοιχεί με το πηλίκο των απωλειών του συλλέκτη προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα, ενώ το Y αντιστοιχεί με το πηλίκο της ολικής ενέργειας που απορροφάται από την επιφάνεια των συλλεκτών προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα.

Τα X και Y δίνονται από τις επόμενες εξισώσεις:

$$X = F_{RUL} \times (F'_{R}/F_R) \times (T_{ref} - \bar{T}_a) \times \Delta t \times (A_c/L) \times K_2 \times K_3$$

$$Y = F_R(ta)_h \times (F'_{R}/F_R) \times \frac{(\bar{\tau}a)}{(ta)_n} \times \bar{H}_T \times (A_c/L) \times K_4$$

όπου:

- > A_c : Επιφάνεια των συλλεκτών σε m^2
- > F'_{R}/F_R : Διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη εναλλάκτη
- > F_{RUL} , $F_R(ta)_h$: Χαρακτηριστικά μεγέθη του εναλλάκτη, που προκύπτουν από την καμπύλη απόδοσής του
- > T_{ref} : Θερμοκρασία αναφοράς που ορίζεται ίση με $100^\circ C$
- > \bar{T}_a : Μέση μηνιαία θερμοκρασία ημέρας
- > Δt : Η χρονική περίοδος κάθε μήνα (s)
- > L : Το μέσο μηνιαίο φορτίο (J)
- > \bar{H}_T : Μέση μηνιαία ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη ($J/m^2 mo$)
- > $\frac{(\bar{\tau}a)}{(ta)_n}$: Διορθωτικός συντελεστής
- > K_2 : Συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής
- > K_3 : Συντελεστής ζεστού νερού
- > K_4 : Συντελεστής εναλλάκτη θερμότητας φορτίου

Για δεδομένες τιμές X και Y η τιμή f προκύπτει από διάγραμματα. Η σχέση μεταξύ των X , Y και f για τιμές του του X στο (0,18) και του Y στο (0,3) δίνεται από την επόμενη εξίσωση:

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

Η αύξηση του όγκου της δεξαμενής αυξάνει γενικά την απόδοση του συλλέκτη μειώνοντας την θερμοκρασία εισόδου του φέροντος μέσου. Αν ληφθεί υπόψη το κόστος της δεξαμενής αποδεικνύεται ότι η βέλτιστη χωρητικότητα βρίσκεται μεταξύ 50 και 100 lt νερού ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας. Οι καμπύλες f έχουν αναπτυχθεί για χωρητικότητα δεξαμενής 75 lt/m², μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και για τον υπολογισμό άλλων χωρητικοτήτων δεξαμενής με τη βοήθεια του συντελεστή K_2 , που δίνεται από την εξίσωση:

$$K_2 = \left(\frac{M}{75} \right)^{-0,25}$$

όπου M είναι η χωρητικότητα της αποθήκευσης σε λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτών.

Προαναφέρθηκε ότι η μέθοδος των καμπυλών f αναπτύχθηκε για συστήματα θέρμανσης χώρου. Όταν το θερμικό φορτίο οφείλεται αποκλειστικά στη θέρμανση νερού, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής K_3 , που εξαρτάται από την μέση μηνιαία θερμοκρασία του κρύου νερού T_m και την μέση θερμοκρασία του ζεστού νερού T_w . Ο συντελεστής ζεστού νερού υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K_3 = \left(11,6 + 1,18 \cdot T_w + 3,86 \cdot T_m - 2,32 \cdot \bar{T}_a \right) / \left(100 - \bar{T}_a \right)$$

Η κατανομή της κατανάλωσης θερμού στην διάρκεια της μέρας είναι γενικά διαφορετική από την κατανομή του φορτίου για την θέρμανση χώρου. Η κατανομή αυτή δεν έχει σοβαρή επίδραση στην απόδοση του ηλιακού συστήματος, όταν η δεξαμενή αποθήκευσης είναι γύρω στα 75 l/m² ή μεγαλύτερη. Η παραπάνω εξίσωση θεωρεί χαμένη την ενέργεια για την θέρμανση νερού πάνω από τη θερμοκρασία T_w .

Τέλος, η τιμή του συντελεστή K_4 είναι 1 εάν ο αδιάστατος παράγοντας $e_i C_{min} / (UA)_h$, που χαρακτηρίζει το μέγεθος του εναλλάκτη φορτίου είναι 2. Η βέλτιστη τιμή του παράγοντα από θερμική σκοπιά είναι απεριόριστα μεγάλη, αλλά εάν ληφθούν υπόψη οικονομικά κριτήρια η τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1 και 3.