



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΗΛΙΑΔΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ**

ΒΟΛΟΣ 2006 - 2007



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5993/1
Ημερ. Εισ.: 31-10-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΜΜΒ
2007
ΗΛΙ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΗΛΙΑΔΟΥ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ**

ΒΟΛΟΣ 2006 - 2007

© 2007 Ηλιάδου Δέσποινα

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Βιομηχανίας της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32αρ.202παρ.2).

Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:

Πρώτος Εξεταστής Δρ. Αναστάσιος Σταμάτης
(Επιβλέπων)

Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Βαλουγεώργης Δημήτριος

Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων
Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Σταματέλλος Αναστάσιος

Καθηγητής, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Βιομηχανίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	8
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1 Έννοια, πλεονεκτήματα και εφαρμογές της Συμπαραγωγής.....	10
1.2 Σκοπός της Μελέτης	14
1.3 Βιβλιογραφική επισκόπηση	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	17
2. ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ (BCHP).....	17
2.1 Τεχνολογίες ΣΗΘ	17
2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών ΣΗΘ Πλεονεκτήματα/Μειονεκτήματα	18
Ατμοστρόβιλοι αντίθλιψης ή συμπύκνωσης.....	18
Αεριοστρόβιλοι.....	19
Μικροστρόβιλοι	20
Παλινδρομικές ΜΕΚ	22
Ψύκτες τύπου απορρόφησης.....	23
2.3 Χαρακτηριστικά πακέτων ΣΗΘ με παλινδρομικές μηχανές φυσικού αερίου.....	25
2.4 Χαρακτηριστικά Ψυκτών απορρόφησης.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	31
3 . ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ- ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	31
3.1 Χαρακτηριστικά του Ξενοδοχείου / Ενεργειακές καταναλώσεις.....	31
3.2 Μεθοδολογία εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων	33
3.3 Τιμολόγιο Ηλεκτρισμού.....	37
3.4 Τιμολόγιο Φυσικού Αερίου.....	41
ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	46
4 . ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	46
4.1 Υπάρχουσες εγκαταστάσεις- Μέγιστα/Ελάχιστα Φορτία.....	46
4.2 Διάταξη εγκατάστασης συστήματος Συμπαραγωγής.....	46
4.3 Επιλογή μεγέθους μονάδας ΣΗΘ.....	48
4.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος Συμπαραγωγής 50 kWε και βασικές προδιαγραφές.....	49
4.5 Κόστος εγκατάστασης και συντήρησης Συστήματος ΣΗΘ 50 kWε.....	54
4.6 Ενεργειακό κίνητρο του Συστήματος ΣΗΘ	56
I. Ηλεκτρική Ενέργεια και θέρμανση	57
II. Ηλεκτρική Ενέργεια και ψύξη	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	60
5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ....	60
5.1 Μεθοδολογία προσδιορισμού ισχύος και φορτίων Ξενοδοχείου /ΣΗΘ	60
5.2 Ανάλυση ισχύος και φορτίων Ξενοδοχείου / ΣΗΘ.....	61
5.3 Οικονομική αξιολόγηση	66
5.5 Ανάλυση οικονομικού αποτελέσματος ΣΗΘ	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	73
6 . ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	78
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	79
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ / ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ 65 KW CAPSTONE.....	79
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	84
ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΚΕΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	84
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	90
ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΥΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΥΑΖΑΚΙ.....	90
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4.....	97
ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ/ΣΗΘ.....	97
ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ	6

4.A	ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ ΜΕΓΕΘΟΥΣ 50 kW _e	98
4.B	ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ ΜΕΓΕΘΟΥΣ 70 kW _e	104
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.....		110
	ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ.....	110
5.A	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ.....	111
5.B	ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ.....	112
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6.....		115
	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΔΕΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΘ.....	115
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7.....		120
	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ IRR.....	120

Ελληνικοί Χαρακτήρες

- ΑΔΔ : Αυτόματου Διακόπτη Διασύνδεσης
- ΑΘΔ : Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη
- ΑΗΣ : Ατμοηλεκτρικός Σταθμός
- ΔΕΠΑ : Δημόσια Επιχείρηση Αερίου
- ΕΑ : Εναλλάκτης ανάκτησης
- ΕΠΑ : Εταιρία Παροχής Αερίου
- ΖΝΘ : Ζεστό Νερό Θέρμανσης Χώρων και Θερμότητας
- ΖΝΧ : Ζεστό Νερό λοιπών Χρήσεων
- ΗΕ : Ηλεκτρική Ενέργεια
- Η/Ζ : ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος
- ΗΦ : Ηλεκτρικό φορτίο
- ΘΦ : Θερμικό Φορτίο
- ΘΚ : καταναλώσεις θέρμανσης
- ΜΕΚ : Μηχανή Εσωτερικής καύσης
- Μ.Τ. : Μέσης Τάσης
- Μ.Τ/Χ.Τ.(Μετασχηματιστής) : Μετασχηματιστής από Μέση σε Χαμηλή Τάση
- ΣΗΘ : Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
- Σ.ΧΡΣ. : Συντελεστής Χρησιμοποίησης
- ΦΑ : Φυσικό Αέριο
- Χ.Τ. : Χαμηλής Τάση

Λατινικοί Χαρακτήρες

- BCHP
- CE : Certificat Européen
- COP (Βαθμός απόδοσης) : λόγος παραγόμενου Ψυκτικού Φορτίου προς το προσδιδόμενο Θερμικό φορτίο
- HHV : High Heating Value

Πριν ξεκινήσει η παρουσίαση της διπλωματικής εργασίας κρίνω σκόπιμο να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σταμάτη για την παρότρυνση εκπόνησης εργασίας στο συγκεκριμένο θέμα, καθώς και για τη βοήθεια και παροχή επιστημονικών συμβουλών και επισημάνσεων κατά την επίβλεψη της εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές , κ. Βαλουγεώργη και κ. Σταματέλλο για την υποστήριξη και την πολύτιμη συμβολή τους στην διεκπεραίωση της εργασίας.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με τον τρόπο τους συνέβαλλαν σημαντικά στην εξέλιξη της μελέτης .

Αφιερώνω την παρούσα εργασία στην μητέρα μου και στον πατέρα μου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των τελευταίων ετών σε παγκόσμιο επίπεδο συνοδεύεται από την ανάγκη εξεύρεσης και καλύτερης αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων καθώς και παράλληλα τη μείωση κατά το δυνατό των επιπτώσεων στο περιβάλλον από την εκμετάλλευση της ενέργειας. Η εξοικονόμηση ενέργειας ή διαφορετικά η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου για το ίδιο επιθυμητό ενεργειακό αποτέλεσμα, συμβάλλει κατά το μεγαλύτερο βαθμό στην επίτευξη των δύο παραπάνω στόχων. Η συμπαραγωγή, δηλαδή η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας αποτελεί σημαντική τεχνολογική μέθοδο για την εξοικονόμηση καυσίμου στο βιομηχανικό και στον εμπορικό τομέα. Η εφαρμογή της συνεχώς αυξάνεται στη χώρα μας, μετά τη διείσδυση και τη χρήση του φυσικού αερίου.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται από τεχνικής και οικονομικής πλευράς η εφαρμογή συμπαραγωγικού συστήματος στον εμπορικό τομέα και συγκεκριμένα σε ξενοδοχειακή μονάδα μεσαίου μεγέθους τροφοδοτούμενη από Η.Υ. μέσης τάσης στη Βόρεια Ελλάδα. Το κίνητρο για την εκπόνηση μιας τέτοιας μελέτης είναι σημαντικό δεδομένου ότι στο παρελθόν εκπονήθηκαν, σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα, διάφορες μελέτες συμπαραγωγής οι οποίες είτε αφορούσαν στο βιομηχανικό τομέα είτε στον εμπορικό, με χρήση όμως ως καυσίμου του πετρελαίου. Επιπλέον πολλές διαθέσιμες μελέτες για τον εμπορικό τομέα αφορούσαν σε καταναλωτές χαμηλής τάσης.

Για την εκπόνηση της παραπάνω εργασίας χρησιμοποιήθηκαν εκτεταμένες βιβλιογραφικές πηγές, κανονισμοί και τεχνικά / οικονομικά στοιχεία ευρωπαϊκών εταιριών κατασκευής συμπαραγωγικών συστημάτων. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ακριβή αποτίμηση του οικονομικού κινήτρου για τα δεδομένα του ξενοδοχείου, το οποίο σημειώνεται ότι αντιστοιχεί στη Μέση περίπου ενεργειακή κατανάλωση των ξενοδοχείων της κατηγορίας του.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**1.1 Έννοια, πλεονεκτήματα και εφαρμογές της Συμπαραγωγής**

Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) βασίζεται στην ταυτόχρονη παραγωγή εκμεταλλεύσιμης ή αξιοποιήσιμης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, από την ίδια ενεργειακή πηγή. Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων ενός καταναλωτή είναι αντίστοιχα η αγορά ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καυσίμου για την παραγωγή θερμότητας. Ωστόσο η ολική κατανάλωση καυσίμων μειώνεται σε σημαντικό βαθμό με την εφαρμογή της συμπαραγωγής. Τα συστήματα Συμπαραγωγής μπορούν να εγκατασταθούν σε ενεργοβόρες βιομηχανίες, στον τριτογενή τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, μεγάλα κτίρια, αθλητικά κέντρα κλπ.) ή να καλύψουν τις θερμικές και ηλεκτρικές ανάγκες μιας αστικής περιοχής.

Η απόδοση μιας εγκατάστασης Συμπαραγωγής μπορεί να φθάσει ή και να ξεπεράσει το 90%. Επομένως η Συμπαραγωγή προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας που κυμαίνεται μεταξύ 15 έως 40%, σε σύγκριση με τη διάθεση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από συμβατικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς και λέβητες, αντίστοιχα [20].

Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν ένα τυπικό συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε σύγκριση με ένα τυπικό σύστημα Συμπαραγωγής, όπου φαίνονται τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ΣΗΘ έναντι των συμβατικών συστημάτων.



(α) Τυπικό συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



(β) Σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας

Σχήμα 1.1 Σύγκριση βαθμού απόδοσης συμπαραγωγής με χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Πλεονεκτήματα ΣΗΘ

Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας βελτιστοποιεί την παροχή ενέργειας προς όλους τους καταναλωτές, ενώ ταυτόχρονα ωφελεί την Εθνική Οικονομία, αφού έχει:

- Αυξημένη απόδοση της μετατροπής και χρήσης της Ενέργειας. Αποτελεί πλέον αποτελεσματική και αποδοτική μορφή ηλεκτροπαραγωγής αλλά και παραγωγής θερμότητας.
- Μικρότερες εκπομπές προς το περιβάλλον, ιδιαίτερα του CO₂, του σημαντικότερου αερίου στο οποίο οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η Συμπαραγωγή είναι μία από τις καλύτερες λύσεις για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο, τους οποίους έχει αποδεχθεί η Ελλάδα.
- Σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, παρέχοντας πρόσθετη ανταγωνιστικότητα στη βιομηχανία και στις ΜΜΕ, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα παρέχονται σε προσιτές τιμές.
- Σημαντική ευκαιρία ώστε να προωθηθούν αποκεντρωμένες λύσεις ηλεκτροπαραγωγής, όπου οι σταθμοί ΣΗΘ σχεδιάζονται να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλωτών, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία στη χρήση του συστήματος. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, όταν το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται σαν κύριο καύσιμο.
- Η βελτιωμένη, τοπική και γενική, ασφάλεια παροχής, μπορεί να μειώσει τις πιθανότητες, οι καταναλωτές να μείνουν χωρίς ηλεκτρική ή/ και θερμική ενέργεια. Επιπρόσθετα, η μειωμένη ανάγκη καυσίμων που παρέχει η Συμπαραγωγή, μειώνει την εξάρτηση από εισαγωγές – μία κεφαλαιώδη πρόκληση για το ενεργειακό μέλλον της Ελλάδας αλλά και της Ευρώπης.
- Ευκαιρία να αυξηθεί η ποικιλία των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και να δημιουργηθούν συνθήκες ανταγωνισμού στην ηλεκτροπαραγωγή. Η

Συμπαραγωγή παρέχει ένα από τα σημαντικότερα μέσα για την προώθηση της απελευθέρωσης στις ενεργειακές αγορές.

- Αυξημένη απασχόληση, αφού από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, συνάγεται ότι η ανάπτυξη των συστημάτων Συμπαραγωγής δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας.

Εφαρμογές

Οι τέσσερις κύριοι τομείς όπου εφαρμόζεται η συμπαραγωγή είναι

- Το σύστημα ηλεκτρισμού της χώρας (ΔΕΗ)
- Ο βιομηχανικός τομέας
- Ο εμπορικός – κτιριακός τομέας
- Ο αγροτικός τομέας

Σύστημα ηλεκτρισμού

Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής μπορούν να μετατραπούν σε συμπαραγωγικούς σταθμούς και να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες πόλεων ή οικισμών που βρίσκονται στην περιοχή τους μέσω της τηλεθέρμανσης. Η απόσταση των καταναλωτών θερμότητας από το σταθμό και η διασπορά τους είναι κρίσιμης σημασίας για τη σκοπιμότητα της όλης εγκατάστασης.

Βιομηχανικός τομέας

Στο βιομηχανικό τομέα πολλές διεργασίες απαιτούν θερμότητα παράλληλα με τις ανάγκες για ηλεκτρισμό. Γι' αυτό το λόγο αρκετές βιομηχανίες με σημαντικό δυναμικό συμπαραγωγής έχουν παραγωγικές διεργασίες που παράγουν ή αποβάλλουν θερμότητα σε ικανοποιητική ποσότητα και ποιότητα (θερμοκρασιακή στάθμη). Είναι σκόπιμη η ανάκτηση της θερμότητας αυτής, η οποία έτσι προστίθεται σε εκείνη που παράγεται άμεσα από το σύστημα συμπαραγωγής. Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής σε βιομηχανία κρίνεται συμφέρουσα όταν οι καμπύλες θερμικού και ηλεκτρικού φορτίου δεν παρουσιάζουν μεγάλη χρονική απόκλιση μεταξύ τους και το σύστημα πρόκειται να λειτουργεί αρκετές ώρες μες στο έτος.

Εμπορικός – Κτιριακός τομέας

Ο τομέας αυτός περιλαμβάνει κτιριακά συγκροτήματα όπως ξενοδοχεία, νοσοκομεία, σχολεία, εμπορικά κέντρα , κτίρια γραφείων στα οποία η συμπαραγωγή καλύπτει ανάγκες τόσο σε ηλεκτρισμό όσο και θερμότητας (θέρμανση ή ψύξη χώρων, θερμό νερό χρήσης κτλ.). Συνεπώς ο συγκεκριμένος τομέας μπορεί να επιμεριστεί σε 3 υποκατηγορίες

- Ξενοδοχεία και νοσοκομεία
- Κτίρια γραφείων
- Πολυκατοικίες

Ο κάθε τομέας χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη μορφή καμπύλης φορτίου η οποία και προσδιορίζει τις ανάγκες σε θέρμανση, ηλεκτρισμό αλλά και ψύξη. Οι καμπύλες φορτίου λαμβάνονται υπόψη τόσο κατά τη μελέτη σκοπιμότητας και στο τελικό σχεδιασμό του συστήματος συμπαραγωγής .



Σχήμα 1.2 Εγκαταστάσεις μονάδας συμπαραγωγής με χρήση συμπαραγωγής στην Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου (Πανεπιστήμιο Αθηνών)

Αγροτικός τομέας

Η συμπαραγωγή δεν είναι πολύ διαδεδομένη στον αγροτικό τομέα, η εφαρμογή της όμως (και ιδιαίτερα σε θερμοκήπια για παροχή θερμότητας προς αυτά και παράλληλα παραγωγή ηλεκτρισμού) μπορεί να εξοικονομήσει καύσιμα και να έχει θετικές οικονομικές επιπτώσεις σε αγροτικές κοινότητες.

1.2 Σκοπός της Μελέτης

Η μελέτη αυτή εστιάζεται στον κτιριακό, από τους παραπάνω τομείς και συγκεκριμένα στην εγκατάσταση ΣΗΘ σε ξενοδοχειακή μονάδα, εφαρμογή η οποία κρίνεται ιδιαίτερα ελκυστική για εξέταση και ανάλυση δυνατότητας υλοποίησης. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ξενοδοχειακές μονάδες έχουν ανάγκες τόσο ηλεκτρισμού όσο και θερμότητας καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Είναι αναγκαία για όλες τις λειτουργίες που εξασφαλίζουν την εξυπηρέτηση και την άνεση των ατόμων που διαμένουν σ' αυτά. Τα υψηλά απαιτούμενα θερμικά φορτία (θέρμανση χώρων, θερμό νερό για μπάνια, μαγειρεία κλπ.) συνδυάζονται με σημαντικό ταυτοχρονισμό με τις ανάγκες ηλεκτρισμού (φωτισμός, κινητήρες κλιματισμού, ψυγεία). Με την εγκατάσταση ΣΗΘ για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών, δίνεται επί πλέον η δυνατότητα μείωσης της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης μέσω της υποκατάστασης της μηχανικής ψύξης για τον κλιματισμό με σύστημα ψύξης τύπου απορρόφησης το οποίο λειτουργεί με παροχή θερμότητας.

Σκοπός της μελέτης είναι η αναλυτική εξέταση της ΣΗΘ σε ξενοδοχειακή μονάδα με χρήση φυσικού αερίου, η οποία περιλαμβάνει :

- (α) τον προσδιορισμό του απαιτούμενου εξοπλισμού
- (β) τον καθορισμό των βασικών προδιαγραφών του εξοπλισμού και των γενικότερων προβλέψεων εγκατάστασης που απαιτούνται για τα επόμενα στάδια υλοποίησης της ΣΗΘ (λεπτομερής σχεδιασμός, κατασκευή, θέση σε λειτουργία) και
- (γ) την τεχνικοοικονομική αξιολόγηση .

Βασική προϋπόθεση για την πραγματοποίηση τη μελέτης ΣΗΘ είναι η διαθεσιμότητα αναλυτικών στοιχείων ζήτησης και ταυτοχρονισμού των φορτίων καθώς και των χαρακτηριστικών του υπάρχοντος εξοπλισμού μέσω των πηγών που αναφέρονται στην μελέτη.

Πριν την παρουσίαση της παραπάνω βάσης δεδομένων, γίνεται στην επόμενη ενότητα περιγραφή των κύριων συστημάτων ΣΗΘ τα οποία εφαρμόζονται ειδικά σε κτίρια (BCHP) και των δυνατοτήτων τους σε σχέση με την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων.

1.3 Βιβλιογραφική επισκόπηση

Το σημαντικό ενεργειακό κίνητρο της εγκατάστασης συμπαραγωγικών συστημάτων είχε σαν αποτέλεσμα την συνεχή διείσδυση και εφαρμογή τους σε όλους τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας και ιδιαίτερα στις προηγμένες βιομηχανικά χώρες. Η έννοια της « διεσπαρμένης ηλεκτροπαραγωγής – distributed power generation », συνοδευόμενη από τον καλύτερο βαθμό αξιοποίησης της θερμογόνου δύναμης των καυσίμων σε σχέση με τους κεντρικούς θερμοηλεκτρικούς σταθμούς Η.Ε., υιοθετείται και προωθείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, τις ΗΠΑ, Ιαπωνία κλπ. , και με την αντίστοιχη οικονομική υποστήριξη. Όλη αυτή η εξέλιξη είχε σαν αποτέλεσμα την διαθεσιμότητα στην διεθνή βιβλιογραφία μεγάλου πλήθους πληροφοριακού υλικού σχετικά με την ΣΗΘ, τόσο από πλευράς κατασκευαστών όσο και από πλευράς οργανισμών, φορέων κλπ. με στόχο την επαρκή ενημέρωση των εμπλεκομένων στην επιτυχή αξιολόγηση και υλοποίηση αντίστοιχων έργων.

Οι κυριότερες πηγές πληροφοριών οι οποίες προσδιορίστηκαν μετά από έρευνα να αφορούν σημαντικά στο θέμα της παρούσας εργασίας, παρουσιάζονται στο σχετικό κεφάλαιο της Βιβλιογραφίας και σχολιάζονται συνοπτικά στα εξής :

Πλήθος εκδόσεων στον τομέα ΣΗΘ σε κτίρια (BCHP) έχουν διατεθεί από διάφορες διευθύνσεις της Ε.Ε., από τις οποίες ξεχωρίζουν οι «EDUCOGEN», «PROSMACO» και «CHOSE» και που εκπονήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος SAVE II. Επί πρόσθετα κυβερνητικοί φορείς ή σύλλογοι Μηχανικών στην Γερμανία, Αγγλία κλπ. δραστηριοποιούνται στην έκδοση γενικών οδηγιών (για το ευρύ κοινό) καθώς και τεχνικών οδηγιών και κανονισμών για την ανάλυση και εκτέλεση έργων BCHP. Ξεχωρίζουν σύμφωνα με την έρευνά μας συγκεκριμένα οι εξής οργανισμοί με τις αντίστοιχες εκδόσεις :

- ASUE (Arbeitsgemeinschaft fur Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch E.V) - Γερμανία, με την σημαντική βάση δεδομένων για μικρές μονάδες ΣΗΘ που παρουσιάζεται στην έκδοση BHKW-Kenndaten.
- BRESCU/ETSU (Building Research Establishment / Energy Efficiency Enquiries Bureau) - Αγγλία, που διαθέτουν εκδόσεις τρίτων σχετικά με εξοικονόμηση ενέργειας και ΣΗΘ, συμπεριλαμβανομένων των εκδόσεων του συλλόγου Μηχανικών κτιρίων (CIBSE).
- AEA (Austrian Energy Agency) - Αυστρία, με αναλυτική μεθοδολογία βασικού σχεδιασμού έργων BCHP που παρουσιάζεται στην έκδοση State of the art Micro CHP systems.
- WADE (World Alliance for Decentralized Energy) – Διεθνής Οργανισμός, με την έκδοση Guide to Decentralized Energy Technologies.

Επιπλέον των παραπάνω, και των πρόσθετων πηγών που αναφέρονται στην γενική βιβλιογραφία (Μελέτες, βιβλία, κανονισμοί ΔΕΗ/ΕΝ κλπ.), σημαντικές εξειδικευμένες πληροφορίες σχεδιασμού/εγκατάστασης παρέχονται και από τους επί μέρους κατασκευαστές συστημάτων ΣΗΘ, σύμφωνα με την σχετική πληροφόρηση που επίσης συμπεριλαμβάνεται στην γενική Βιβλιογραφία.

Η σημαντικότερη κοινή παρατήρηση που προκύπτει από το παραπάνω πληροφοριακό υλικό είναι ότι κάθε έργο ΣΗΘ για να είναι οικονομικά βιώσιμο πρέπει να αξιολογείται ιδιαίτερα προσεκτικά πριν την υλοποίηση, με βάση τον προσδιορισμό των απαιτούμενων φορτίων και τα συγκεκριμένα τεχνικά (επιλογή/διάταξη εξοπλισμού) και οικονομικά στοιχεία (τιμολόγια κλπ.). Κάθε έργο λοιπόν αποτελεί ιδιαίτερη περίπτωση ιδίως για εφαρμογές ΣΗΘ και κύρια είναι αυτός ο λόγος που η σχετική βιβλιογραφία που αναφέρθηκε δεν προσδιορίζει ειδικούς κανόνες εύκολης αποτίμησης του κινήτρου ΣΗΘ και ιδιαίτερα σε εφαρμογές κτιρίων (ξενοδοχεία κλπ.) με σημαντικές διακυμάνσεις των θερμικών/ηλεκτρικών φορτίων (αντίθετα με τις βιομηχανικές εφαρμογές).

Στην χώρα μας η χρήση φυσικού αερίου σε εφαρμογές ΣΗΘ επικεντρώθηκε κύρια στην Βιομηχανία ενώ στον εμπορικό τομέα όπως διαπιστώσαμε είναι ακόμα πολύ περιορισμένη. Επιπλέον, δεν εντοπίσαμε στην βιβλιογραφία διαθέσιμα στοιχεία κατά την έκταση του σκοπού αυτής της μελέτης που προαναφέρθηκε, που να αφορούν αξιολόγηση ΣΗΘ στον Ξενοδοχειακό τομέα με βάση χρήση ΦΑ, τιμολόγια Η.Ε. Μ/Τ και με βάση τα υπόλοιπα σημερινά οικονομικά δεδομένα που ισχύουν στην χώρα μας. Η διαπίστωση αυτή θεωρήθηκε ως επί πλέον κίνητρο για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

2. ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ (BCHP)**2.1 Τεχνολογίες ΣΗΘ**

Οι τεχνολογίες ΣΗΘ που μπορούν να εφαρμοσθούν σε κτίρια, μπορούν θεωρητικά να συμπεριλάβουν τις διαθέσιμες τεχνολογίες που έχουν εφαρμογή σε όλους γενικά τους τομείς. Παρακάτω κατηγοριοποιούνται όσον αφορά στο τμήμα στο οποίο παράγεται η Ηλεκτρική Ενέργεια και είναι οι εξής [9] :

- Ατμοστρόβιλοι
- Αεριοστρόβιλοι
- Μικροστρόβιλοι
- Παλινδρομικές ΜΕΚ

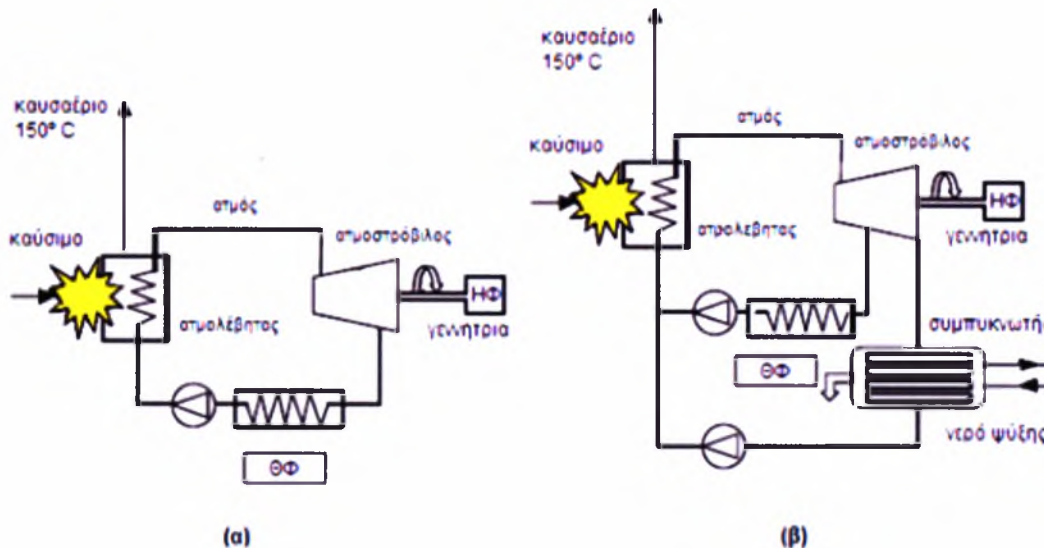
Ο παραπάνω εξοπλισμός συνδυάζεται με τον εξοπλισμό ανάκτησης της ταυτόχρονα παραγόμενης Θερμικής Ενέργειας, προκειμένου αυτή να διατεθεί για την κάλυψη των θερμικών ή ακόμα και των ψυκτικών αναγκών (μέσω συστημάτων ψύξης με απορρόφηση). Σημειώνεται ότι επιπλέον των παραπάνω τεχνολογιών, υπάρχουν διαθέσιμες και πρόσθετες νεότερες τεχνολογίες (Κελιά καυσίμων, Μηχανές Stirling) οι οποίες δεν εξετάζονται περαιτέρω στην μελέτη λόγω του πολύ υψηλού κόστους (συγκριτικά πολλαπλάσιο ανά εγκατεστημένο KW) και του μικρού διαθέσιμου εμπορικά μεγέθους για κεντρικές εφαρμογές ΣΗΘ σε κτίρια.

Στην επόμενη παράγραφο παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των παραπάνω υποψήφιων τεχνολογιών και εξηγούνται οι λόγοι για τους οποίους στα πλαίσια αυτής της μελέτης λαμβάνονται υπόψη για εφαρμογή οι Παλινδρομικές ΜΕΚ, και συγκεκριμένα ΜΕΚ Φυσικού αερίου, σε συνδυασμό με λέβητα ανάκτησης θερμότητας για παραγωγή θερμού νερού.

Σημειώνεται ότι η παραπάνω επιλογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας (καθώς επίσης και κατά ένα βαθμό των Μικροστροβίλων) ισχύει και στην συντριπτική πλειοψηφία εφαρμογής ΣΗΘ στα κτίρια διεθνώς, έστω και σε περιοχές όπου υπάρχει διαθέσιμη για τις υπόλοιπες τεχνολογίες πιο επαρκής εξειδικευμένη τεχνική κάλυψη, συγκριτικά με την Ελλάδα. Επιπλέον αναφέρεται προκαταρκτικά σε σχέση με τα μεγέθη του εξοπλισμού που περιγράφονται παρακάτω ότι η απαιτούμενη Ηλεκτρική Ισχύς του υπό μελέτη Ξενοδοχείου μεταβάλλεται από 50 έως 250 kW.

2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών ΣΗΘ Πλεονεκτήματα/Μειονεκτήματα

- Ατμοστρόβιλοι αντίθλιψης ή συμπύκνωσης



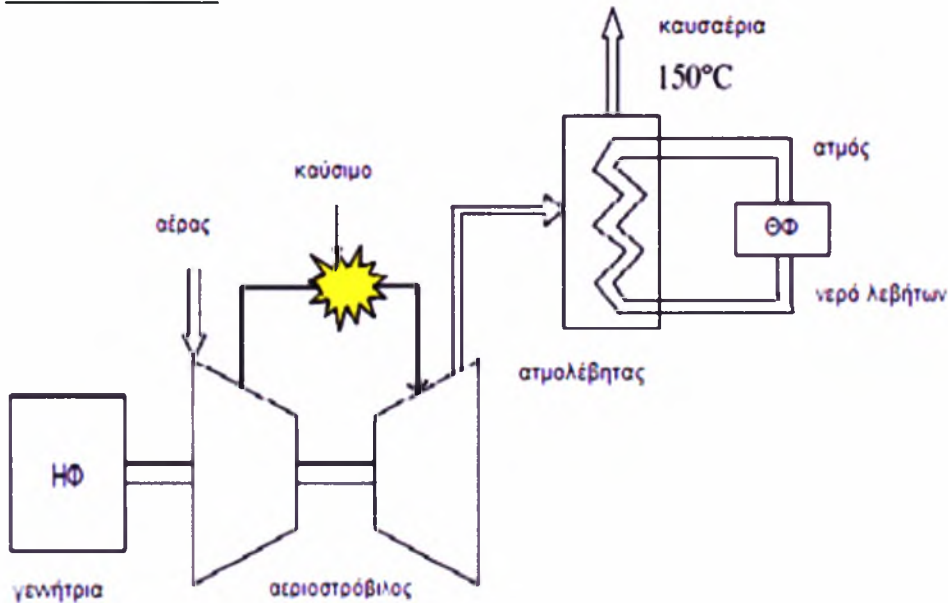
Σχήμα 2.1 Τυπικό σύστημα με (α) ατμοστρόβιλο αντίθλιψης (β) συμπύκνωσης

Βασικό πλεονέκτημα του συστήματος ατμολέβητα / ατμοστρόβιλου έναντι των υπολοίπων τεχνολογιών είναι η δυνατότητα χρησιμοποίησης πρακτικά οποιουδήποτε τύπου στερεού, υγρού και αερίου καυσίμου στον ατμολέβητα. Μ' αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα επιλογής χρήσης της φθηνότερης διαθέσιμης πρωτογενούς ενέργειας. Η συνολική απόδοση (% αξιοποίηση της ενέργειας που αποδίδεται από το καύσιμο), μπορεί να φθάσει τα επίπεδα των άλλων τεχνολογιών (85-90%), ο λόγος όμως του παραγόμενου Ηλεκτρικού Φορτίου προς το παραγόμενο Θερμικό Φορτίο (ΗΦ / ΘΦ) είναι στην πλειονότητα των εφαρμογών πολύ χαμηλός (περίπου 0.1) και για την βελτίωση του λόγου απαιτείται ατμολέβητας παραγωγής ατμού υψηλής πίεσης (πάνω από 70 bar). Σημαντική βελτίωση του λόγου σε επίπεδα πάνω από 0.2, όπως απαιτείται σε ΣΗΘ για κτίρια (και όχι απαραίτητα στην βιομηχανία) προκειμένου αποδεκτό μέρος του καυσίμου να μετατρέπεται σε ΗΦ, επιτυγχάνεται με ατμοστρόβιλο συμπύκνωσης, στην περίπτωση όμως αυτή μειώνεται δραστικά η συνολική απόδοση. Ο συμπυκνωτής του ατμού αποτελεί το κυριότερο τμήμα της απόρριψης πρωτογενούς ενέργειας στο περιβάλλον μέσω του νερού ψύξης και είναι ο λόγος για τον οποίο η απόδοση ενός έστω και σύγχρονου Σταθμού Παραγωγής μόνο ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. συνδυασμένου κύκλου ΦΑ), φθάνει το 50% (έναντι 85- 90% των περισσοτέρων εφαρμογών ΣΗΘ) [21].

Ο χαμηλός λόγος ΘΦ/ΗΦ, το υψηλό απαιτούμενο κόστος αγοράς και συντήρησης του εξοπλισμού, οι σημαντικές απαιτήσεις χώρου εγκατάστασης και η διαθεσιμότητα ατμοστρόβιλων με υψηλή απόδοση μόνο σε μεγάλα

μεγέθη συγκριτικά με τις απαιτήσεις των κτιρίων του τριτογενή τομέα και μάλιστα με βάση τα ελληνικά δεδομένα, καθιστούν το σύστημα ατμοστρόβιλου/ατμολέβητα γενικά ακατάλληλο για εφαρμογές ΣΗΘ στα κτίρια.

- Αεριοστρόβιλοι



Σχήμα 2.2 Σύστημα με αεριοστρόβιλο

Πρόκειται για την πρώτη επιλογή τεχνολογίας ΣΗΘ σε κτίρια όταν υπάρχει απαίτηση παραγωγής υψηλής ηλεκτρικής ισχύος πάνω από 1 MW (παρά το γεγονός ότι οι αεριοστρόβιλοι είναι εμπορικά διαθέσιμοι και σε μικρότερα μεγέθη έως 500 kW) και υπάρχει επίσης ανάγκη το συμπαραγόμενο θερμικό φορτίο να χρησιμοποιηθεί βασικά για την παραγωγή ατμού. Η απαίτηση παραγωγής ατμού σε κτίρια προκύπτει από την ανάγκη χρήσης του ειδικά σε μεγάλα συστήματα ψύξης τύπου απορρόφησης στα πλαίσια της συμπαραγωγής. Αυτό συμβαίνει διότι η χρήση θερμού νερού σε τέτοια μεγάλα συστήματα μειώνει τον συντελεστή τους COP (λόγος παραγόμενου Ψυκτικού Φορτίου προς το προσδιδόμενο Θερμικό φορτίο). Έτσι, σε πολύ μεγάλα κτίρια ή για ΣΗΘ συνόλου κτιρίων (μεγάλα νοσοκομεία και ιδρύματα, αεροδρόμια, πανεπιστήμια, κλπ.) εγκαθίστανται αεριοστρόβιλοι σε συνδυασμό με λέβητες ατμοπαραγωγής [21].

Οι αεριοστρόβιλοι για ΣΗΘ προέρχονται από τους αντίστοιχους αεροπορικού τύπου, με ειδικές όμως αλλαγές (stationary type) για να επιτυγχάνεται υψηλή συνολική απόδοση και αξιοπιστία σε συνεχή λειτουργία. Μ' αυτόν τον τρόπο απαιτείται διακοπή λειτουργίας για ελέγχους και συντήρηση κάθε 4000 ώρες κατά μέσο όρο. Η συνολική απόδοση ΣΗΘ φθάνει το 85-90%, με λόγο ΗΦ/ΘΦ που κυμαίνεται από 0,6 για μικρά ΣΗΘ μέχρι 0,8 για μεγάλα και εφόσον αυτός ο υψηλός λόγος καθορίζεται από τις

ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής. Ειδικά πλεονεκτήματα των αεριοστροβίλων είναι η απουσία ισχυρών κραδασμών κατά την λειτουργία με αποτέλεσμα να μην μεταδίδονται αυτές δια μέσου της έδρασης προς την υπόλοιπη κτιριακή κατασκευή (και την αποφυγή της σχετικής όχλησης) και η μικρότερη σχετικά με τις παλινδρομικές ΜΕΚ εκπομπή ΝΟx στα καυσαέρια για το ίδιο καύσιμο. Σε αντίθεση όμως με τις παλινδρομικές ΜΕΚ, οι αεριοστροβίλοι απαιτούν την χρήση μόνο «ευγενών» καυσίμων δηλαδή diesel, LPG, και ΦΑ. Επιπλέον η συνολική απόδοση ΣΗΘ και ο λόγος ΗΦ/ΘΦ υπό μερικό φορτίο, μειώνεται δραστηκότερα σε σχέση με τις παλινδρομικές ΜΕΚ [9].

Το μεγάλο μέγεθος των αεριοστροβίλων που είναι διαθέσιμο για αποδοτική λειτουργία ΣΗΘ, σε σχέση με το απαιτούμενο ηλεκτρικό φορτίο του ξενοδοχείου της παρούσας μελέτης (μέγιστη ηλεκτρική ισχύς χειμερινών μηνών 150 kW, ισχύς κάτω από την οποία ανήκει και η μεγαλύτερη πλειονότητα των ελληνικών ξενοδοχείων) εξαιρούν τους αεριοστροβίλους από περαιτέρω θεώρηση. Η κατηγορία όμως των Μικροστροβίλων που περιγράφεται στα επόμενα εμπίπτει στα πλαίσια ειδικότερης ανάλυσης της μελέτης .

- Μικροστρόβιλοι

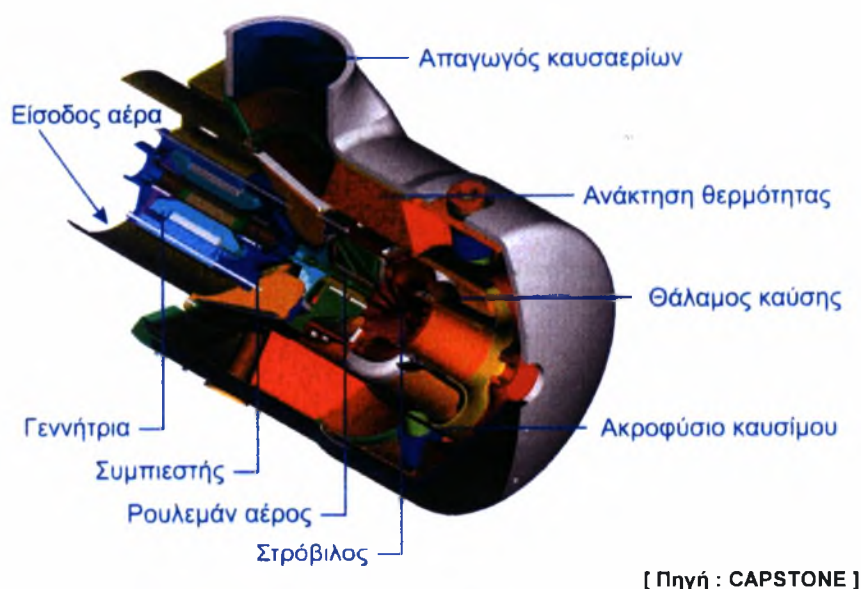
Οι Μικροστρόβιλοι είναι μικρογραφία των προαναφερόμενων Αεριοστροβίλων. Συνδυάζουν τα βασικά χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα (αλλά και τα μειονεκτήματα) των τελευταίων σε μεγέθη όμως παραγωγής Ηλεκτρικής ισχύος από 15 έως 300 KW περίπου. Άλλωστε προέρχονται από τους Αεριοστροβίλους, έχοντας αρχικά εφαρμογή για παραγωγή ισχύος σε μικρά βοηθητικά συστήματα πλοίων και ιδιαίτερα αεροπλάνων. Εφαρμόζονται εκτεταμένα σε μικρά, μη επανδρωμένα αεροπλάνα αναγνώρισης, κλπ. Εξελίχθηκαν την προηγούμενη δεκαετία ιδιαίτερα στις ΗΠΑ, αποτελούν πλέον δοκιμασμένη εμπορικά τεχνολογία και η εφαρμογή τους σε ΣΗΘ μικρού σχετικά μεγέθους για τα διεθνή δεδομένα, δηλαδή κάτω από 100 KW Ηλεκτρικής ισχύος, αυξάνεται συνεχώς. Όπως όμως προαναφέρθηκε, κάτω από αυτό το μέγεθος υπάγεται και η συντριπτική πλειοψηφία των υποψήφιων εμπορικών εφαρμογών ΣΗΘ στην Ελλάδα.

Η συνολική απόδοση σε ΣΗΘ φθάνει το 85% με παραγωγή ζεστού νερού και λόγο ΗΦ/ΘΦ από 0,45 έως 0,55. Ακόμη δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένοι στην χώρα μας, η γνωστότερη όμως εταιρία κατασκευής Μικροστροβίλων Capstone (αμερικανική), αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα με δυνατότητα παροχής εξειδικευμένου service, ανταλλακτικών κλπ. Η συγκεκριμένη εταιρία διαθέτει προκατασκευασμένα πακέτα ΣΗΘ έτοιμα προς εγκατάσταση (packaged unit), με απαίτηση από πλευράς ολοκλήρωσης της εγκατάστασης μόνο των απαιτούμενων περιφερειακών ηλεκτρικών και ηλεκτρικών δικτύων.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα των Μικροστροβίλων για τα ελληνικά δεδομένα είναι το σημαντικά ακόμη υψηλότερο κόστος τους ανά

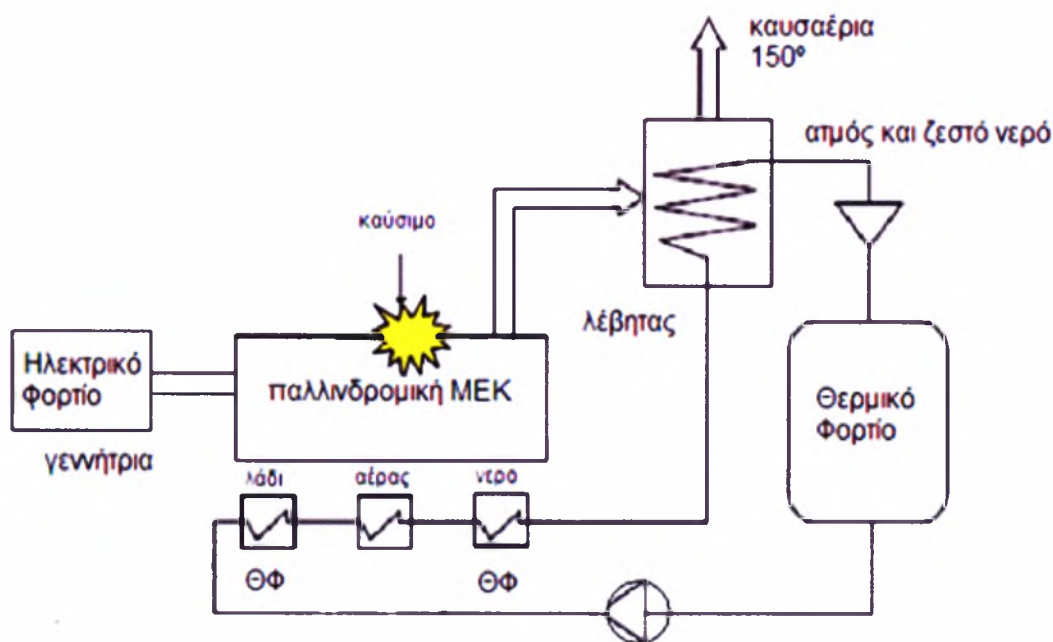
εγκατεστημένο KW και ανταλλακτικών σε σχέση με τις παλινδρομικές ΜΕΚ. Από την άλλη πλευρά σημειώνεται ότι τα βασικά μειονεκτήματα των Παλινδρομικών ΜΕΚ (κραδασμοί, μεγαλύτερη συχνότητα διακοπών για συντήρηση, NOX), μπορούν να αντιμετωπισθούν με τις αντίστοιχες προβλέψεις που αναφέρονται στα επόμενα για τις Παλινδρομικές ΜΕΚ. Έτσι, για λόγους οικονομικούς και επίτευξης της οικονομικής βιωσιμότητας ΣΗΘ στην Ξενοδοχειακή Μονάδα της μελέτης, τα πακέτα ΣΗΘ Μικροστροβίλων δεν εξετάζονται στα επόμενα.

Τα γενικά στοιχεία λειτουργίας ΣΗΘ με Μικροστροβίλους (συνολικές αποδόσεις, ΗΦ/ΘΦ, επίπεδα θερμοκρασιών ζεστού νερού, χαρακτηριστικά γεννητριών, κλπ.) προσομοιάζουν με τα αντίστοιχα των ΣΗΘ με Παλινδρομικές ΜΕΚ, και θα μπορούσε να διατυπωθεί ότι τα τεχνικά συμπεράσματα της μελέτης τα οποία βασίζονται στην δεύτερη κατηγορία ισχύουν και για τις δύο. Επειδή αναμένεται μελλοντικά η μεγαλύτερη διείσδυση των Μικροστροβίλων και η σχετική μείωση του κόστους τους, κρίθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθούν στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 τα χαρακτηριστικά συγκεκριμένου πακέτου ΣΗΘ (Capstone C65-ICHP), προκειμένου να παρουσιασθούν οι βασικές προδιαγραφές ενός εμπορικά διαθέσιμου πακέτου στην ελληνική αγορά.



Σχήμα 2.3 Γεννήτρια Μικροστροβίλου

- Παλινδρομικές ΜΕΚ



Σχήμα 2.4 Σύστημα με παλινδρομική ΜΕΚ

Οι Παλινδρομικές ΜΕΚ χρησιμοποιούνται στην συντριπτική πλειοψηφία ΣΗΘ στον κτιριακό τομέα. Οι μηχανές αυτές διαιρούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, (α) σε αυτές που λειτουργούν με βάση τον κύκλο Diesel (έναυση από την συμπίεση) με δυνατότητα χρήσης όλων των υγρών και σχετικά φθηνότερων καυσίμων μέχρι και μαζούτ και (β) σε αυτές που λειτουργούν με βάση τον κύκλο Otto (έναυση με πρόκληση σπινθήρα με δυνατότητα χρήσης μόνο «ευγενών» υγρών και αερίων καυσίμων όπως βενζίνη, LPG, ΦΑ). Και οι δύο κατηγορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές ΣΗΘ, με συνολική απόδοση μέχρι 90% και υψηλούς λόγους ΗΦ/ΘΦ που κυμαίνονται συνήθως από 0.5 έως 1, είναι εμπορικά διαθέσιμες από λίγα kW έως δεκάδες MW, αλλά το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι ότι μικρό μόνο μέρος του παραγόμενου θερμικού φορτίου είναι διαθέσιμο σε υψηλά θερμοκρασιακά επίπεδα για παραγωγή ατμού έστω και μέτριας πίεσης (5 bar) και είναι αυτό που αντιστοιχεί στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας από τα καυσαέρια. Το υπόλοιπο παραγόμενο θερμικό φορτίο είναι διαθέσιμο σε χαμηλή θερμοκρασία 80° - 90°C διότι προέρχεται από το υδροχιτώνιο ψύξης της μηχανής, και επομένως μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά μόνο για παραγωγή ζεστού νερού. Αυτό όμως δεν αποτελεί μειονέκτημα για ΣΗΘ στον κτιριακό τομέα διότι οι συμπαραγωγικές απαιτήσεις αφορούν στην παραγωγή ζεστού νερού 75° - 85 °C για τον κλιματισμό (θέρμανση, ψύξη τύπου απορρόφησης) και για λοιπές χρήσεις (μπάνια, πλυντήρια, κλπ.). Επί πλέον οι παλινδρομικές μηχανές έχουν μικρότερη μείωση της απόδοσης όταν λειτουργούν υπό μερικό φορτίο, σε σύγκριση με τους αεριοστροβίλους και Μικροστροβίλους.

Η πρώτη κατηγορία (diesel) έχει ορισμένα τεχνικά πλεονεκτήματα σε σχέση με την δεύτερη (Otto) όπως μεγαλύτερη αξιοπιστία, μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας μεταξύ σταματημάτων για συντήρηση, υψηλότερο ΗΦ/ΘΦ, αλλά έχει και ένα βασικό μειονέκτημα για εφαρμογή ΣΗΘ κτιρίων που σχετίζεται με το καύσιμο που χρησιμοποιείται. Η χρήση μαζούτ απαγορεύεται στην Ελλάδα για κατανάλωση στον εμπορικό τομέα, ενώ το diesel, αν και επιτρέπεται έχει σημαντικό υψηλότερο κόστος από το Φυσικό Αέριο και όταν δεν χρησιμοποιείται μόνο για θέρμανση έχει τιμή diesel κίνησης. Το μόνο λοιπόν καύσιμο που πλησιάζει την τιμή του Φυσικού Αερίου είναι το diesel θέρμανσης, το οποίο είναι κατά μέσο όρο 20% ακριβότερο ανά θερμίδα, και επομένως αντικαθίσταται από τους μεγάλους καταναλωτές όπου υπάρχει δίκτυο ΦΑ. Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η μηχανή diesel δεν χρησιμοποιείται για ΣΗΘ (μόνο για Η/Ζ εφεδρικής ηλεκτρικής ισχύος) επειδή αυτό είναι οικονομικά απαγορευτικό.

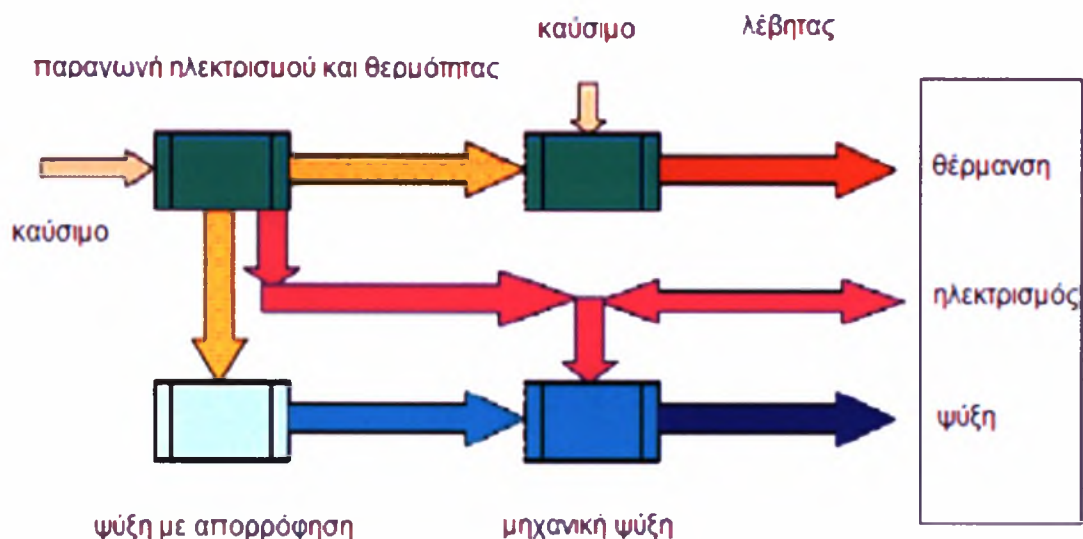
Στην μελέτη αυτή γίνεται αξιολόγηση εφαρμογής συστήματος ΣΗΘ σε Ξενοδοχειακή μονάδα όπου υπάρχει διαθέσιμο και ήδη χρησιμοποιείται ΦΑ. Η επιλογή λοιπόν συστήματος ΣΗΘ αφορά με βάση όλα τα προαναφερόμενα στη χρήση Παλινδρομικής μηχανής Otto αερίου (Gas RIC Engine) και συγκεκριμένα Φυσικού Αερίου.

Η εγκατάσταση ΣΗΘ μπορεί να γίνει με ξεχωριστή αγορά και συναρμολόγηση των διαφόρων τμημάτων της στον χώρο εγκατάστασης. Είναι προτιμότερο όμως να αγοραστεί και να εγκατασταθεί σαν έτοιμη προκατασκευασμένη μονάδα (packaged unit) για μείωση του κόστους αγοράς και του χρόνου εγκατάστασης. Υπάρχουν διεθνώς πλήθος εταιριών κατασκευής τέτοιων ΣΗΘ, με αντιπροσώπευση στην Ελλάδα, για τεχνική υποστήριξη.

Στην ενότητα 2.3 γίνεται μία αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών της λειτουργίας των Παλινδρομικών ΜΕΚ αερίου, προκειμένου το υλικό αυτό να χρησιμοποιηθεί σαν βάση στο στάδιο της αξιολόγησης. Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 παρουσιάζονται στοιχεία και προδιαγραφές πακέτων ΣΗΘ της γερμανικής εταιρίας Koheler-Ziegler και γενικά στοιχεία άλλων εταιριών σε μεγέθη από 5 έως 600 kWε περίπου.

- Ψύκτες τύπου απορρόφησης

Το θερμικό φορτίο της συμπαραγωγής διατίθεται για την προθέρμανση του νερού ανακυκλοφορίας στους κεντρικούς λέβητες των κτιρίων με μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και για την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού μέσω ψύκτη τύπου απορρόφησης. Πρόκειται για το σύστημα της τριπαραγωγής, στο οποίο παράγονται από το καύσιμο ηλεκτρισμός, θέρμανση και ψύξη σύμφωνα με την παρακάτω διάταξη :



[Πηγή : WADE]

Σχήμα 2.5 Διάταξη τριπαραγωγής

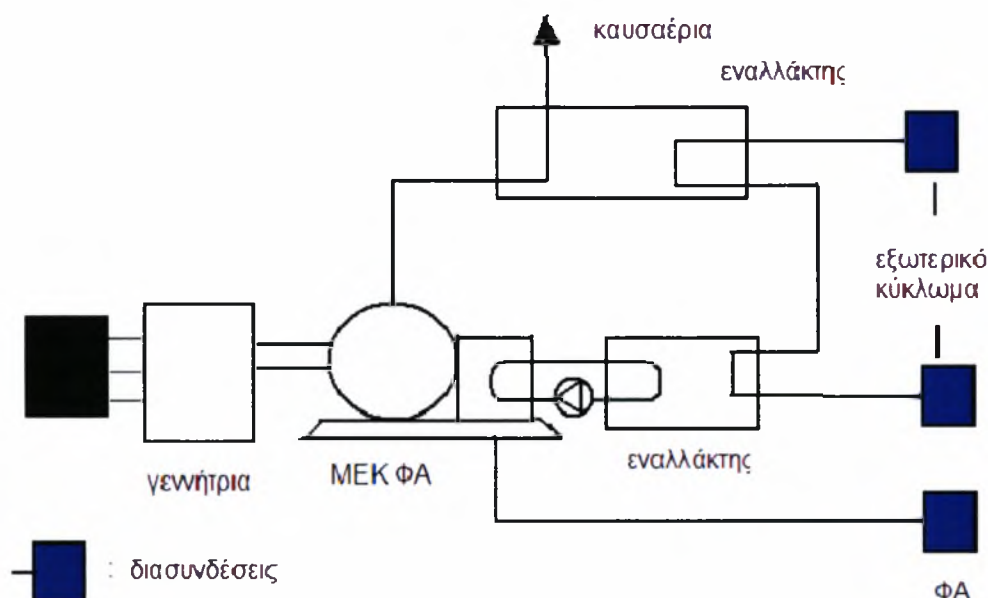
Οι ψύκτες απορρόφησης λειτουργούν κύρια με παροχή ατμού ή θερμού νερού 120 °C , αλλά μπορούν να λειτουργήσουν ικανοποιητικά και όταν η θερμοκρασία του νερού είναι χαμηλότερη μέχρι και τους 75 °C. Όπως προαναφέρθηκε αυτό είναι ιδιαίτερα επιθυμητό όταν χρησιμοποιείται για την ΣΗΘ παλινδρομική ΜΕΚ για μείωση του συνολικού κόστους εγκατάστασης, λόγω της διαθεσιμότητας πλήθους συμβατικών μηχανών με αντίστοιχο θερμοκρασιακό επίπεδο κυκλώματος ψύξης για την εναλλαγή θερμότητας. Ψύκτες όμως απορρόφησης με παροχή νερού σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και αποδεκτό COP (περίπου 0.7), διατίθενται από ορισμένες μόνο εταιρίες π.χ. από τη ιαπωνική εταιρία Yazaki, η οποία αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα με παροχή τεχνικής υποστήριξης.

Στην ενότητα 2.4 παρουσιάζονται αναλυτικότερα τα γενικά χαρακτηριστικά των ψυκτών απορρόφησης .

2.3 Χαρακτηριστικά πακέτων ΣΗΘ με παλινδρομικές μηχανές φυσικού αερίου

Εξοπλισμός

Ο βασικός εξοπλισμός και το σύστημα ανάκτησης της θερμότητας παρουσιάζονται στο επόμενο σχέδιο :



Σχήμα 2.6 Σύστημα με παλινδρομική ΜΕΚ φυσικού αερίου

Πιο αναλυτικά, στον εξοπλισμό συμπεριλαμβάνονται :

Παλινδρομική ΜΕΚ Φυσικού Αερίου
Γεννήτρια 400 V/50 Hz (συνήθως σύγχρονη)
Εσωτερικό κύκλωμα νερού ψύξης της μηχανής
Εναλλάκτης ανάκτησης της θερμότητας της μηχανής προς το εξωτερικό κύκλωμα νερού
Εναλλάκτης ανάκτησης της θερμότητας καυσαερίων προς το εξωτερικό κύκλωμα νερού
Καταλύτης καυσαερίων
Όλες οι απαιτούμενες εσωτερικές σωληνώσεις μέχρι τις εξωτερικές διασυνδέσεις
Ρεγυλατόρος, σωληνώσεις, προστασίες παροχής αερίου
Όργανα/ αυτοματισμοί μέσω PLC
Πλήρης ηλεκτρική εγκατάσταση με όργανα/προστασίες/διακόπτες

Το πακέτο έχει την δική του βάση για γρήγορη εγκατάσταση. Τα περιμετρικά πλαίσια και η οροφή του πακέτου φέρουν ηχομονωτική εσωτερική επένδυση. Η εγκατάσταση μπορεί να γίνει σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο.

Αποδόσεις/Συνθήκες λειτουργίας

Η συνολική απόδοση με βάση το καύσιμο φθάνει στο 85-92% ανεξάρτητα του μεγέθους ενώ η ηλεκτρική απόδοση (με βάση το καύσιμο) αυξάνεται με την αύξηση του μεγέθους. Σε εύρος 50 έως 800 kW_e, η ηλεκτρική απόδοση αυξάνει κατά μέσο όρο από 32% σε 40% [40].

Η μέγιστη επιτρεπτή θερμοκρασία του νερού ψύξης από το υδροχιτώνιο στις συμβατικές μηχανές φθάνει τους 95 °C. Η θερμοκρασία αυτή ενώ είναι ικανοποιητική για την θέρμανση του εξωτερικού κυκλώματος νερού στις περισσότερες χρήσεις (θέρμανση χώρων, κλπ.) λαμβάνοντας υπ' όψη και την διαφορά θερμοκρασίας για την μεταφορά θερμότητας, δεν είναι αρκετά υψηλή όταν το νερό του εξωτερικού κυκλώματος χρησιμοποιείται για παροχή ενέργειας σε μεγάλα ψυκτικά συστήματα τύπου απορρόφησης. Για υψηλό COP σε ένα τέτοιο σύστημα π.χ. 200 RT, απαιτείται παροχή νερού με θερμοκρασία τουλάχιστον 110 °C. Για τις εφαρμογές αυτές θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικές μηχανές (υψηλότερου κόστους) στις οποίες η θερμοκρασία του νερού από το υδροχιτώνιο μπορεί να φθάσει τους 120-125 °C (σύστημα ψύξης με νερό υδροχιτωνίου υπό πίεση ή με παροχή ατμού).

Σε πακέτο 100 kW_e με συμβατική μηχανή ΦΑ, οι συνθήκες λειτουργίας και οι αποδόσεις είναι γενικά οι ακόλουθες :

Πίνακας 2.1. Συνθήκες λειτουργίας και αποδόσεις πακέτου 100 Kew

Παροχή ΦΑ	294 KWth
Ηλεκτρική απόδοση	34%
Ηλεκτρική ισχύς	100 KWe
Θερμική απόδοση	56%
Θερμική ισχύς	165 KWth
Λόγος ΘΙ/ΗΙ	1,65
Συνολική απόδοση	90%
Απώλειες	10%
Θερμοκρασία καυσαερίων	130 °C
Θερμοκρασία εξόδου νερού από υδροχιτώνιο	90-95 °C
Θερμοκρασία εισόδου νερού στο υδροχιτώνιο	80-85 °C
Θερμοκρασία ψυχρού νερού προς πακέτο ΣΗΘ	50-75 °C
Θερμοκρασία θερμού νερού από πακέτο ΣΗΘ	70-85 °C

Υπό μερικό φορτίο μεταβάλλονται οι αποδόσεις κατά μέσο όρο ως εξής :

Φορτίο 75 %	Ηλεκτρ. Απ. 33%	Θερμ. Απ. 56 %
Φορτίο 50 %	Ηλεκτρ. Απ. 30%	Θερμ. Απ. 56 %

Η θερμική απόδοση παραμένει σχετικά σταθερή, ενώ μειώνεται η ηλεκτρική απόδοση. Σε φορτίο κάτω από 50 % του ονομαστικού, μειώνεται γενικά δραστικά η ηλεκτρική απόδοση και είναι σκόπιμη η διακοπή λειτουργίας της ΣΗΘ.

Προστασία περιβάλλοντος

Σε αρκετές χώρες έχουν θεσπισθεί όρια εκπομπών για μηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν ακόμη και σε μικρά ΣΗΘ (έστω και εάν η συμπαραγωγή συμβάλλει ιδιαίτερα στην μείωση των εκπομπών προς το περιβάλλον λόγω της συνολικής μείωσης των απαιτούμενων καυσίμων για την ίδια Ηλεκτροπαραγωγή). Αναφέρονται τα αντίστοιχα γερμανικά όρια που προβλέπονται στον κανονισμό TA Luft 2002 τα οποία είναι 250 mg/m^3 NOx και 300 mg/m^3 CO, τα οποία επιτυγχάνονται με την εγκατάσταση τριοδικού καταλύτη και έλεγχο της μηχανής με αισθητήρα "λ".

Διασύνδεση με το Ηλεκτρικό Δίκτυο

Συνήθως η σύνδεση της παροχής από το ΣΗΘ γίνεται στους ζυγούς Χ.Τ. με τοποθέτηση των κατάλληλων οργάνων, αποζεύκτη, διακόπτη ισχύος κλπ. και η ποιότητα του ρεύματος θα πρέπει να εναρμονίζεται με τους εθνικούς κανονισμούς. Οι σχετικοί κανονισμοί της ΔΕΗ παρουσιάζονται σε μετέπειτα ενότητα. Με την χρήση των σύγχρονων γεννητριών, δεν απαιτείται να είναι ενεργό το εξωτερικό δίκτυο Η.Ε.. για την λειτουργία του πακέτου ΣΗΘ, και έτσι μπορεί να εξυπηρετήσει ακόμα ανάγκες εφεδρικής ισχύος σε πτώση του δικτύου. Το πακέτο ΣΗΘ θα πρέπει να φέρει σήμανση CE (δηλ. να έχει πιστοποιηθεί σύμφωνα με όλα τα εφαρμόσιμα μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά πρότυπα).

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γενική διάταξη των τμημάτων ενός πακέτου ΣΗΘ.

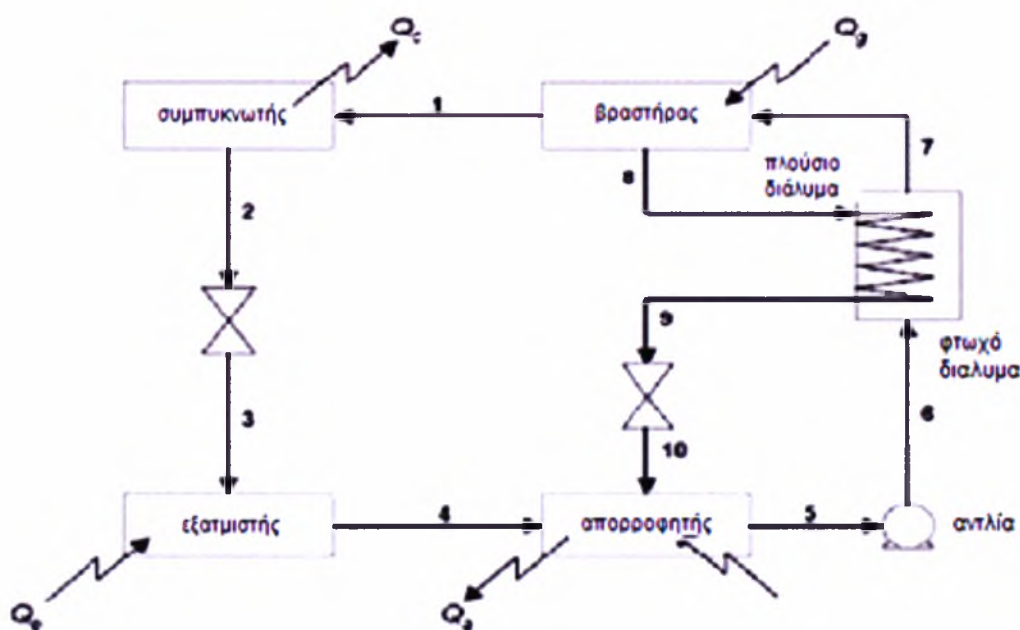


[Πηγή : BUDERUS]

Σχήμα 2.7 Γενική διάταξη των τμημάτων ενός πακέτου ΣΗΘ

2.4 Χαρακτηριστικά Ψυκτών απορρόφησης

Οι ψύκτες τύπου απορρόφησης (absorption chillers) συμπεριλαμβάνουν δύο κατηγορίες (α) Αμμωνίας και (β) LiBr. Η λειτουργία τους είναι η ίδια αλλά αλλάζει το χρησιμοποιούμενο διάλυμα το οποίο είναι $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$ στην πρώτη κατηγορία και $\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$ στην δεύτερη. Λόγω της τοξικότητας της αμμωνίας, έχουν εξελιχθεί και χρησιμοποιούνται για εφαρμογές παραγωγής κρύου νερού κλιματισμού ($6^\circ - 7^\circ\text{C}$) οι ψύκτες LiBr, για τους οποίους παρουσιάζεται παρακάτω η σχηματική τους διάταξη [1].



Σχήμα 2.7 Μονοβάθμιο ψύκτης απορρόφησης LiBr

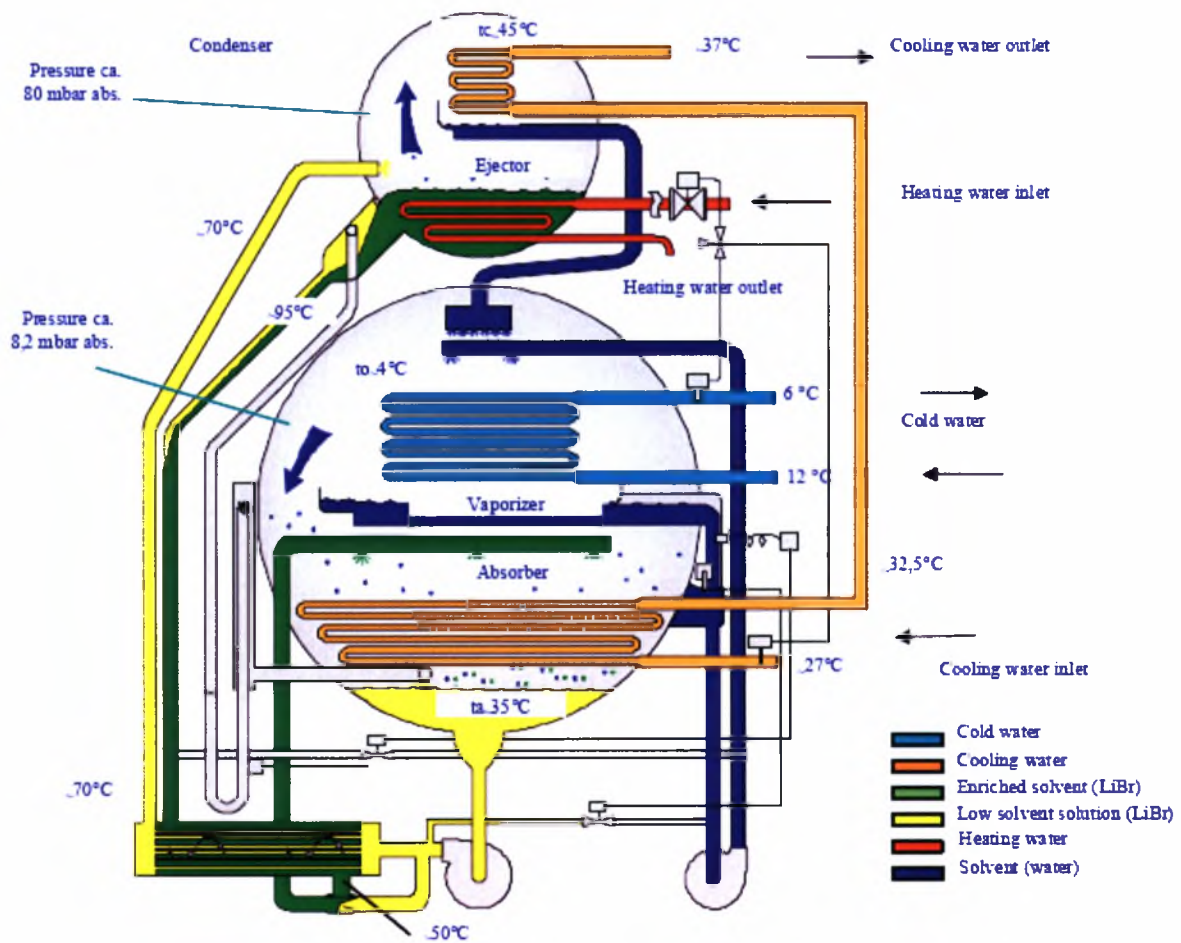
Πίνακας 2.2 : Διάγραμμα ροής σε Μονοβάθμιο ψύκτη απορρόφησης LiBr

1 → 2	Συμπυκνωτής ατμών νερού
2 → 3	Εκτόνωση συμπυκνώματος σε βαθύ κενό
3 → 4	Εξατμιστής νερού / Ψύκτης νερού κυκλώματος κλιματισμού
4 → 5	Απορροφητής ατμών νερού με διάλυμα υψηλής περιεκτικότητας LiBr
6 → 7	Εξοικονομητής
7 → 1 → 8	Βραστήρας παραγωγής ατμών νερού και διαλύματος υψηλής περιεκτικότητας LiBr με ατμό ή με θερμό νερό από λέβητα

Το τμήμα 1-2-3-4 είναι το ίδιο όπως και στην μηχανική ψύξη, με την διαφορά ότι το ψυκτικό ρευστό είναι το νερό αντί το freon και ο λοιπός εξοπλισμός αντιστοιχεί στον συμπιεστή της μηχανικής ψύξης. Επιπλέον στον ψύκτη απορρόφησης απαιτείται παροχή θερμικής αντί της ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι μονοβάθμιοι ψύκτες απορρόφησης όπως αυτός που παρουσιάζεται στο σχήμα 2.8 έχουν συντελεστή COP περίπου 0.7 και μπορούν να λειτουργήσουν με παροχή θερμού νερού στον εξατμιστήρα μέχρι 70° - 75°C [45]. Για υψηλότερο COP (μέχρι και 1.0 με 1.2) υπάρχουν οι διβάθμιοι ψύκτες απορρόφησης οι οποίοι έχουν δεύτερο ενδιάμεσο εσωτερικό εξατμιστή και βραστήρα, για τους οποίους όμως απαιτείται παροχή ατμού πάνω από 5 bar ή παροχή θερμότητας με καύση (π.χ. Ψύκτες απορρόφησης Φυσικού Αερίου).

Σημειώνεται ότι ο συντελεστής COP στην μηχανική ψύξη είναι πολύ υψηλότερος (δηλαδή περίπου 3.0 με αερόψυκτους συμπυκνωτές και μέχρι 4.5 με υδρόψυκτους). Το κίνητρο λοιπόν χρήσης των ψυκτών απορρόφησης σε εφαρμογές ΣΗΘ, όπου αξιοποιείται η θερμότητα για μείωση του ηλεκτρισμού της μηχανικής ψύξης, εξαρτάται από τις συγκεκριμένες συνθήκες.



[Πηγή : Yazaki]

Σχήμα 2.8 Τμήματα ενός μονοβάθμιου ψύκτη απορρόφησης και οι συνθήκες λειτουργίας του.

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 παρουσιάζονται τεχνικά στοιχεία ψυκτών Yazaki.

3 . ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ- ΒΑΣΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**3.1 Χαρακτηριστικά του Ξενοδοχείου / Ενεργειακές καταναλώσεις**

Η αξιολόγηση της Συμπαγωγής στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται για ένα τυπικό μεσαίου μεγέθους Ξενοδοχείο Α' κατηγορίας, στην Θεσσαλονίκη.

Τα χαρακτηριστικά ενός τέτοιου Ξενοδοχείου και ιδιαίτερα οι αντίστοιχες ενεργειακές καταναλώσεις βασίσθηκαν σε δεδομένα της μελέτης CHOSE, η οποία διενεργήθηκε το 200-2001 στα πλαίσια του προγράμματος SAVE II της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με σκοπό τον γενικό καθορισμό του κινήτρου εφαρμογής της ΣΗΘ σε Ξενοδοχειακές μονάδες για μείωση των απαιτήσεων ενέργειας. Στη μελέτη CHOSE συμπεριλαμβάνονται δεδομένα Ξενοδοχείων διαφόρων μεγεθών και κατηγοριών, τα οποία είναι εγκατεστημένα σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, μεταξύ των οποίων και στην Ελλάδα. Για την πραγματοποίηση αυτής της μελέτης επιλέχθηκε Ξενοδοχείο του προαναφερόμενου τύπου, του οποίου όμως η ενεργειακή κατανάλωση σε ετήσιες kWh/m² αντιπροσωπεύει σχεδόν την μέση κατανάλωση μεταξύ των Ξενοδοχείων του ίδιου τύπου που βρίσκονται στην Θεσσαλονίκη.

Με βάση τα παραπάνω, τα χαρακτηριστικά του Ξενοδοχείου για το οποίο πραγματοποιείται η μελέτη μας, είναι τα εξής :

Γενικά

Ξενοδοχείο Α' κατηγορίας στην κεντρική Θεσσαλονίκη

130 δωματίων / 260 κλινών

Συνολικού εμβαδού 6500 m², με τους όλους τους τυπικούς γενικούς χώρους κοινού της κατηγορίας αυτής (εστιατόρια, bar, αίθουσες συνεδριάσεων και εκδηλώσεων), γραφεία / δωμάτια προσωπικού και βοηθητικούς χώρους (μαγειρεία, πλυντήρια, καταψύκτες, ψυγεία συντήρησης, χώροι αποθήκευσης, μηχανοστάσια, υπόγειο parking, κλπ.).

Ο βαθμός πληρότητας είναι περίπου 65% κατά μέσο όρο.

Μηχανολογικές εγκαταστάσεις

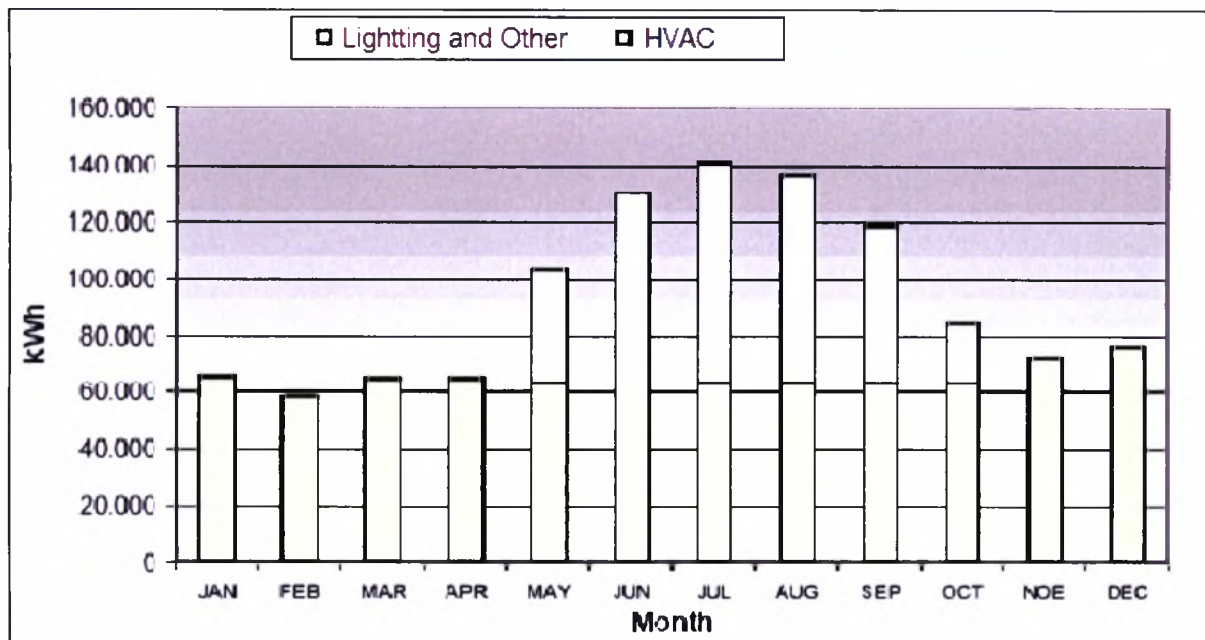
- Λεβητοστάσιο με χρήση Φυσικού Αερίου για παραγωγή ζεστού νερού για όλες τις απαιτήσεις θέρμανσης χώρων (κλιματισμού) και γενικής χρήσης (μπάνια, κλπ.) με εύρος θερμικής ισχύος λειτουργίας από 50 kW έως 180 kW. Μέσος θεωρούμενος βαθμός απόδοσης 87%.
- Κλιματισμός των δωματίων με τετρασωλήνια fan coils, και ημικεντρικές κλιματιστικές μονάδες (Air handling Units) για τους γενικούς χώρους κοινού. Το θερμό νερό στα στοιχεία του κλιματισμού προέρχεται από τους λέβητες στους 75°C, ενώ αντίστοιχα το ψυχρό νερό στους 7°C, από αερόψυκτους ψύκτες συμβατικούς (με συμπίεση) ονομαστικής

ψυκτικής ισχύος 120 RT. Για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας γίνεται η παραδοχή μέσου COP λειτουργίας ίσο με 3.5 .

- Όλες οι υφιστάμενες μηχανολογικές εγκαταστάσεις κίνησης (ανελκυστήρες κλπ.) και φωτισμού μαζί με όλα τα υπόλοιπα ηλεκτρικά φορτία κλιματισμού / ζεστού νερού και των ηλεκτρικών συσκευών του Ξενοδοχείου αθροίζονται σε μια συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος που κυμαίνεται από 50 kW έως 250 kW.
- Μετασχηματιστής Μ.Τ/Χ.Τ. 20/0,4 kV τροφοδοτούμενος από υπόγειο δίκτυο της ΔΕΗ (παροχή ΔΕΗ Μ.Τ. τύπος Υ/Σ Β1). Όλες οι καταναλώσεις στα 400V ή στα 230V από τους ζυγούς Χ.Τ., με μέσο θεωρούμενο $\cos\phi = 0,85$.
- Εγκατεστημένο πετρελαιοκίνητο Η/Ζ για εφεδρική ισχύ κάλυψης των κρίσιμων φορτίων (φωτισμός και ψυγεία) σε περίπτωση διακοπής της Η.Ε. από την ΔΕΗ.
- Μειωτήρας / Παροχή Φ.Α στους λέβητες από το δίκτυο πόλης.

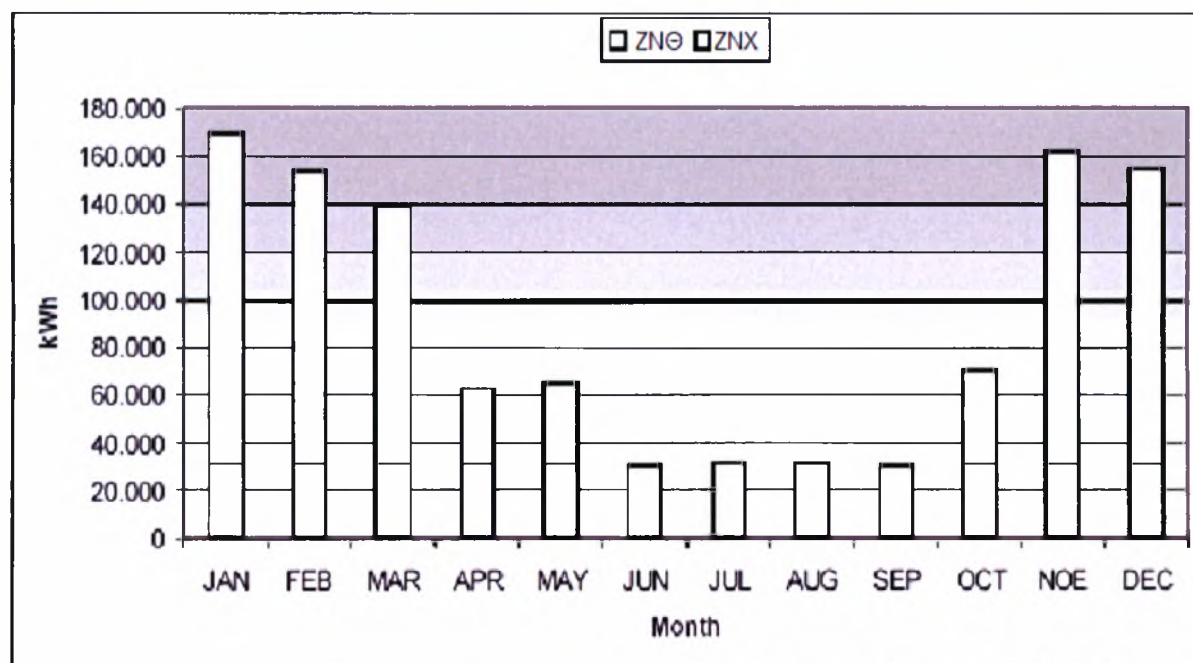
3.2 Μεθοδολογία εκτίμησης των ενεργειακών καταναλώσεων

Όπως προαναφέρθηκε, τα μεγέθη και οι διακυμάνσεις των ενεργειακών καταναλώσεων λήφθηκαν από την μελέτη CHOSE, και τα διαθέσιμα στοιχεία μετρήσεων παρουσιάζονται στα σχήματα που ακολουθούν.



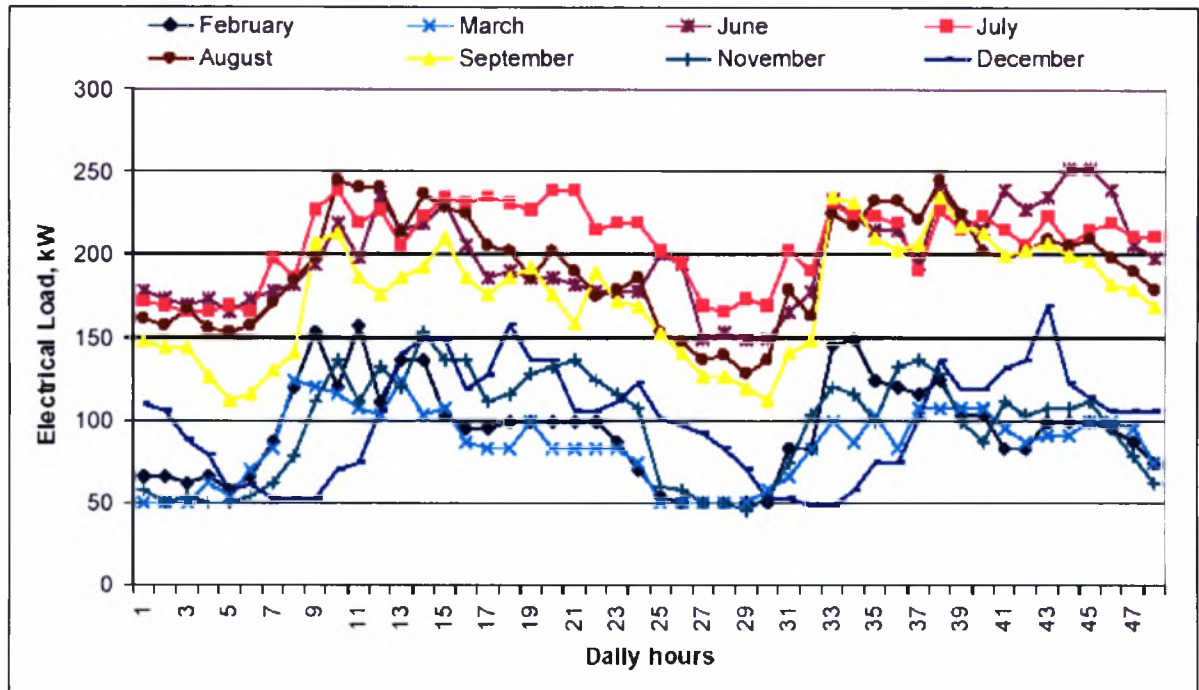
[Πηγή : Report on Greece Energy Audit / CHOSE]

Γράφημα 3.1 Προφίλ ηλεκτρικής κατανάλωσης ανά μήνα για ένα μέσο ελληνικό ξενοδοχείο



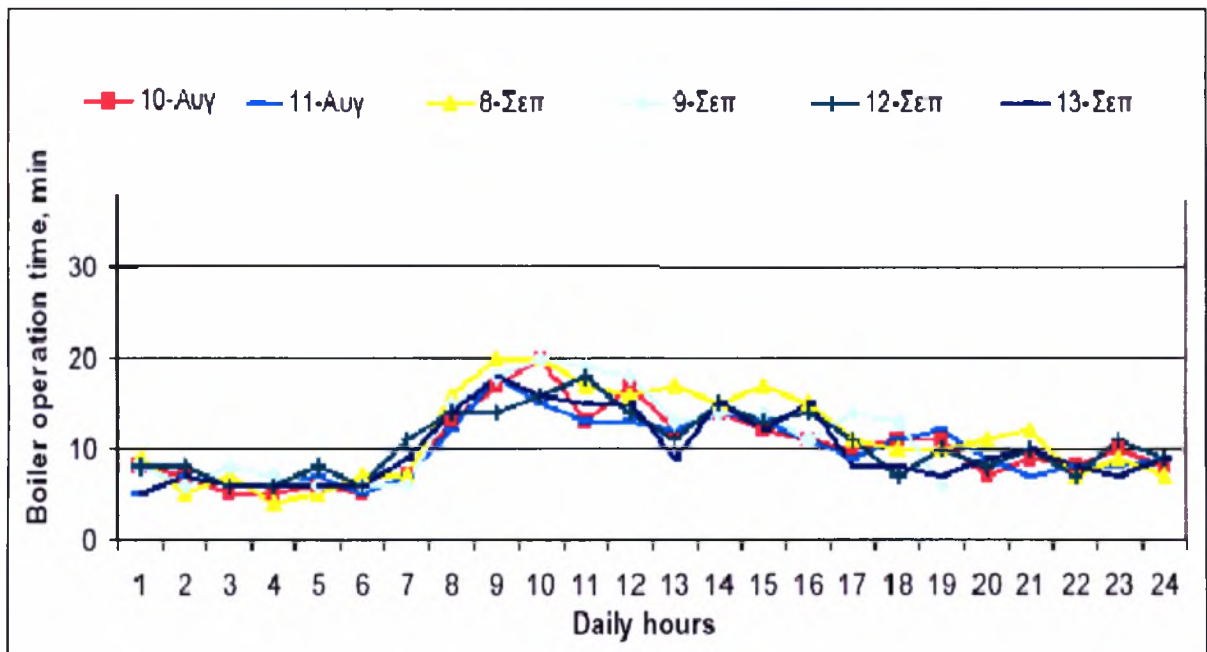
[Πηγή : Report on Greece Energy Audit / CHOSE]

Γράφημα 3.2 Προφίλ θερμικού φορτίου ανά μήνα για ένα μέσο ελληνικό ξενοδοχείο



[Πηγή : Report on Greece Energy Audit / CHOSE]

Γράφημα 3.3 Προφίλ ηλεκτρικού φορτίου κατά τη διάρκεια του 24ώρου για κάθε μήνα για ένα μέσο ελληνικό ξενοδοχείο



[Πηγή : Report on Greece Energy Audit / CHOSE]

Γράφημα 3.4 Προφίλ θερμικού φορτίου ανά ώρα του 24ώρου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (ζεστό νερό χρήσης) για ένα μέσο ελληνικό ξενοδοχείο

Με βάση τα στοιχεία αυτά, οι ενεργειακές καταναλώσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, ηλεκτρισμού (ΗΕ) και θερμότητας, και ειδικά της θερμότητας σε δύο υποκατηγορίες: θερμότητας για ζεστό νερό θέρμανσης χώρων (ΖΝΘ) και θερμότητας για ζεστό νερό λοιπών χρήσεων (ΖΝΧ). Οι καταναλώσεις αυτές σε μηνιαία βάση παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα :

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 : ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ

	ZNX	ZNΘ	ZNX+ZNΘ	ZNX+ZNΘ	HE	HE
ΙΣΧΥΣ	<u>kWh_{th}</u>	<u>kWh_{th}</u>	<u>kWh_{th}</u>	<u>kW_{th}</u>	<u>kWh_e</u>	<u>kW_e</u>
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	35000	135000	170000	228,5	66500	89,4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	35000	115000	150000	223,2	60000	89,3
ΜΑΡΤΙΟΣ	35000	105000	140000	188,2	66500	89,4
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	35000	26000	62000	86,1	64500	89,6
ΜΑΙΟΣ	35000	0	64000	86,0	102000	137,1
ΙΟΥΝΙΟΣ	34000	0	34000	47,2	130000	180,5
ΙΟΥΛΙΟΣ	35000	29000	35000	47,1	141500	190,2
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	35000	0	35000	47,1	138000	185,4
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	34000	0	35000	47,2	120000	166,6
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	35000	35000	70000	94,1	82000	110,2
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	35000	126000	161000	223,6	72000	100,0
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	35000	<u>122000</u>	157000	<u>211,0</u>	<u>77000</u>	<u>103,5</u>
ΣΥΝΟΛΟ			1.113.000		1.120.000	

Σύμφωνα με τον παραπάνω Πίνακα και τις γραφικές παραστάσεις του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ 4, προκύπτουν τα εξής :

Η μέση απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύς του Ξενοδοχείου κατά την διάρκεια του έτους, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η ισχύς που καταναλώνουν οι ψύκτες για τον κλιματισμό, κυμαίνεται από 90 έως 110 kW, με ελάχιστη 50 και μέγιστη 150 kW. Κατά τους θερινούς μήνες, γίνεται η παραδοχή ότι η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς ανέρχεται στα 250 kW, η οποία προκύπτει από

πρόσθετη απαίτηση μέχρι 100 kW περίπου για την κάλυψη της ισχύος των ψυκτικών μηχανών.

Επίσης, στα πλαίσια της εργασίας γίνεται η παραδοχή ότι η μέση απαίτηση θέρμανσης νερού χρήσης είναι σταθερή κατά την διάρκεια του έτους και περίπου 48 kW. Τέλος η μέγιστη μέση μηνιαία απαίτηση συνολικής θερμικής ισχύος που προκύπτει από τον πίνακα είναι 230 kW.

Περαιτέρω ανάλυση των φορτίων γίνεται στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας, στην οποία υπολογίζονται κατά μήνα τα φορτία στα πλαίσια της αξιολόγησης της επένδυσης συμπαραγωγής.

3.3 Τιμολόγιο Ηλεκτρισμού

Τα τιμολόγια της ΔΕΗ που ισχύουν το τρέχον διάστημα (1^ο Τρίμηνο 2007), ειδικά για τους καταναλωτές Μ.Τ. γενικής χρήσης (π.χ. ξενοδοχεία κλπ.) και για το εθνικά διασυνδεδεμένο σύστημα, παρουσιάζονται παρακάτω. Για λόγους σύγκρισης παρουσιάζονται και τα τιμολόγια Χ.Τ. γενικής χρήσης, που αφορούν τους αντίστοιχους καταναλωτές (π.χ. ξενοδοχεία) μέχρι την Παροχή Νο 7, δηλαδή μέχρι 250 KVA (εάν και η ΔΕΗ δίνει πρακτικά παροχή υπό Χ.Τ. μόνο μέχρι Νο 6 στους νέους καταναλωτές, δηλαδή μέχρι 135 kVA για αποφυγή υπερφόρτωσης των Μ/Τ της) .

Τα τιμολόγια Μ.Τ. είναι δύο ειδών, τα Β1 και Β2 και η ορθή επιλογή από τον καταναλωτή θα πρέπει να βασίζεται στα μέσα χαρακτηριστικά των φορτίων του, σύμφωνα με την ανάλυση που ακολουθεί.

Τιμολόγια ΔΕΗ γενικής χρήσης 1Τ 2007

Τα τιμολόγια γενικής χρήσης της ΔΕΗ εφαρμόζονται για εμπορική χρήση (όχι στην βιομηχανία και την μεταποίηση) και για το 1^ο Τρίμηνο 2007 είναι τα εξής :

ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ Β1 (Μηνιαία χρέωση)

Χρέωση Ισχύος :		10,18170 € / KWΧΖ
Χρέωση Ενέργειας :		
	Οι πρώτες 400 KWH / KWMΖ	0,06064 € / KWH
	Οι υπόλοιπες KWH	0,04017 € / KWH

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ Β2 (Μηνιαία χρέωση)

Χρέωση ισχύος :		3,67100 € / KWΧΖ
Χρέωση Ενέργειας :		
	Όλες οι KWH	0,07944 € / KWH

ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ (για Παροχές ΔΕΗ Νο 5,6 και 7 δηλ. 85,123 και 250 KVA)

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ Γ22 (Μηνιαία χρέωση)

Χρέωση ισχύος :	2,10560 € / KWΧΖ
Χρέωση Ενέργειας :	
Όλες οι KWH	0,09821 € / KWH

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ Γ23 (Τετραμηνιαία χρέωση)

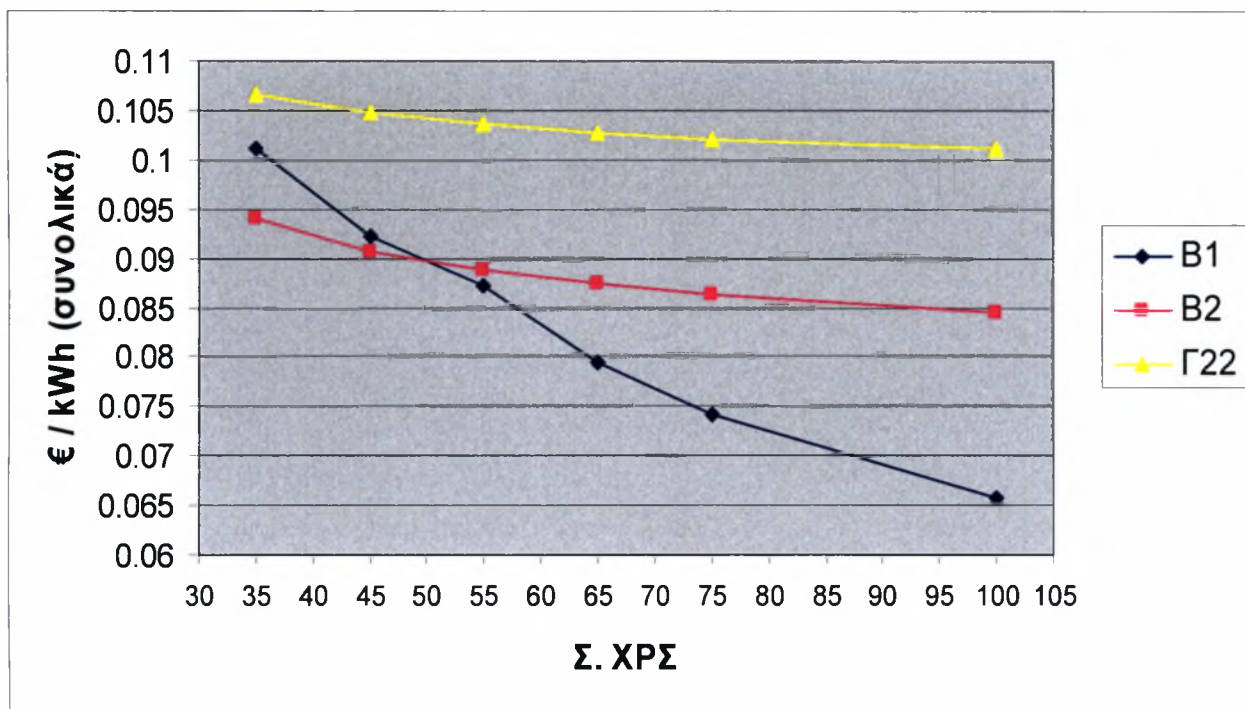
Χρέωση Ενέργειας :		
7 π.μ. έως 10 μ.μ		0,16118 € / KWH
10 μ.μ έως 7 π.μ.		0,04975 € / KWH

Διευκρινίσεις

- Συνολική χρέωση = Χρέωση Ισχύος + Χρέωση Ενέργειας
- Οι τιμές χωρίς ΦΠΑ
- KWMZ= Η μέγιστη ζήτηση ισχύος σε KW που κατεγράφη στον μήνα, ανεξάρτητα μέσα σε ποιες ώρες κατεγράφη (στις ώρες αιχμής δηλ. 11π.μ. έως 2 μ.μ. ή στις υπόλοιπες ώρες)
- KWΧΖ (KW χρεωστέας ζήτησης)= KWMZ x ΣΠΡΣ
- ΣΠΡΣ (συντελεστής προσαρμογής)= 0,80/συνφ εάν συνφ<0,80
1,00 εάν 0,80<συνφ<0,85
και 0,85/συνφ εάν 0,85<συνφ
όπου (συνφ = μέσο συνφ μήνα)
- Στην μέση τάση, όταν η μέγιστη ισχύς που κατεγράφη στις ώρες αιχμής (KWMA) είναι μικρότερη από την μέγιστη ισχύ που κατεγράφη (KWMZ) και η μέση ζητούμενη ισχύς στον μήνα είναι > 30% της μέγιστης (KWMZ), γίνεται μείωση της Χρέωσης Ισχύος = (50-50 x KWMA/KWMZ) %,

Τιμολόγια ΔΕΗ 1Τ 2007 με διαφορετικούς συντελεστές χρησιμοποίησης

Συντελεστής Χρησιμοποίησης (Σ.ΧΡΣ.) = Μέση ζήτηση ισχύος / Μέγιστη ζήτηση ισχύος



Γράφημα 3.5 Διακύμανση Σ. ΧΡΣ. Ανάλογα με το είδος τιμολογίου

Για τις παραπάνω τιμές θεωρήθηκαν :

- ΣΠΡΣ = 1,00
- Ζήτηση μέγιστης ισχύος κατά τις ώρες αιχμής

Για το Ξενοδοχείο της μελέτης θεωρείται τιμολόγιο B1 σύμφωνα με την γραφική , δεδομένου ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης είναι περίπου 60%. Για μέγιστη ζήτηση ισχύος εντός των ωρών αιχμής, γεγονός που ισχύει για την πλειονότητα των ξενοδοχείων, προκύπτει μέση τιμή HE 0,084 E/kWh.

Επειδή κύρια από το τιμολόγιο HE (και ΦΑ) εξαρτάται η οικονομική βιωσιμότητα της Συμπαράγωγής, αναφέρουμε ορισμένες πρόσθετες παρατηρήσεις :

- Το τιμολόγιο Χ.Τ. γενικής χρήσης Γ22, είναι σημαντικά υψηλότερο από τα αντίστοιχα Μ.Τ. γενικής χρήσης (B1, B2). Τούτο συμβαίνει γενικότερα διότι η ΔΕΗ αποφεύγει την δαπάνη εγκατάστασης Μ/Τ, και τις αντίστοιχες απώλειες. Έτσι, το κίνητρο συμπαράγωγής σε εμπορικούς καταναλωτές Χ.Τ. αυξάνει.
- Τα βιομηχανικά τιμολόγια Μ.Τ. της ΔΕΗ (μεταποίηση), είναι φθηνότερα σε σχέση με τα γενικής χρήσης Μ.Τ.

- Η μέση ετήσια αύξηση των τιμολογίων γενικά Μ.Τ. είναι 3,5% σύμφωνα με τα ιστορικά στοιχεία των τελευταίων χρόνων και δεν επηρεάζεται αισθητά από τις διεθνείς διακυμάνσεις των τιμών των καυσίμων. Αυτό συμβαίνει λόγω της χρήσης κατά σημαντικό ποσοστό λιγνίτη στους ΑΗΣ, με το μειονέκτημα όμως των αυξημένων αέριων ρύπων.

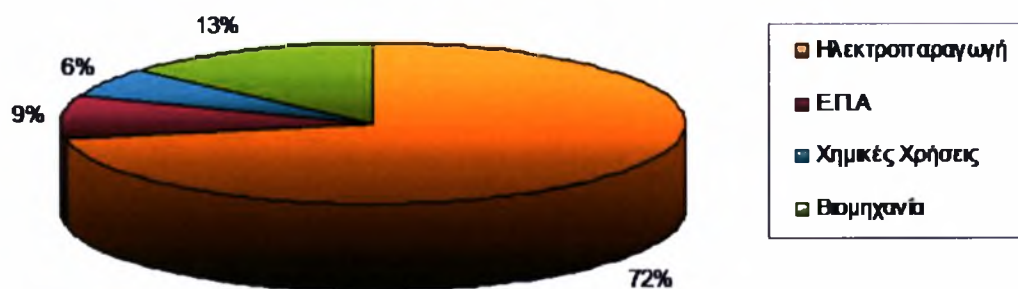
3.4 Τιμολόγιο Φυσικού Αερίου

Το Τιμολόγιο T3 της Εταιρίας Παροχής Αερίου Θεσσαλονίκης το οποίο εφαρμόζεται σε μεγάλους εμπορικούς καταναλωτές συμπεριλαμβανομένων και των ξενοδοχείων, διαμορφώθηκε σε 0,041 €/kWh για το τρέχον διάστημα (1^ο Τρίμηνο 2007). Τα τιμολόγια αναπροσαρμόζονται κάθε μήνα από την ΕΠΑ, και αναφέρονται σε kWh Α.Θ.Δ. (HHV) του αερίου. Δεν υπάρχει θεσμοθετημένη τιμολογιακή πρόβλεψη από την ΕΠΑ σε περίπτωση χρήσης του αερίου για ΣΗΘ. Παρόλα αυτά η εταιρία εφαρμόζει κατά μέσο όρο έκπτωση 5% επί του τιμολογίου T3, που προσδιορίζεται ανάλογα με το μέγεθος της κατανάλωσης αερίου στην ΣΗΘ. Η έκπτωση φθάνει σε 10%, όταν χρησιμοποιείται ΦΑ σε ψύκτες απορρόφησης με απ' ευθείας καύση. Σημειώνεται ότι στην Θεσσαλονίκη οι συμπαραγωγικές εφαρμογές στον εμπορικό τομέα είναι ελάχιστες.

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει τρέχουσα τιμή ΦΑ 0,039 E/KWH ΑΘΔ για την συμπαραγωγή, η οποία εφαρμόζεται στην μελέτη.

Φυσικό Αέριο

Οι φυσικές αντιρρυπαντικές ιδιότητες του φυσικού αερίου σε συνδυασμό με το χαμηλό λειτουργικό κόστος και την υψηλή του απόδοση σε θερμική ενέργεια, καθιστούν το φυσικό αέριο μοναδικό καύσιμο στην ηλεκτροπαραγωγή.



[Πηγή : ΔΕΠΑ]

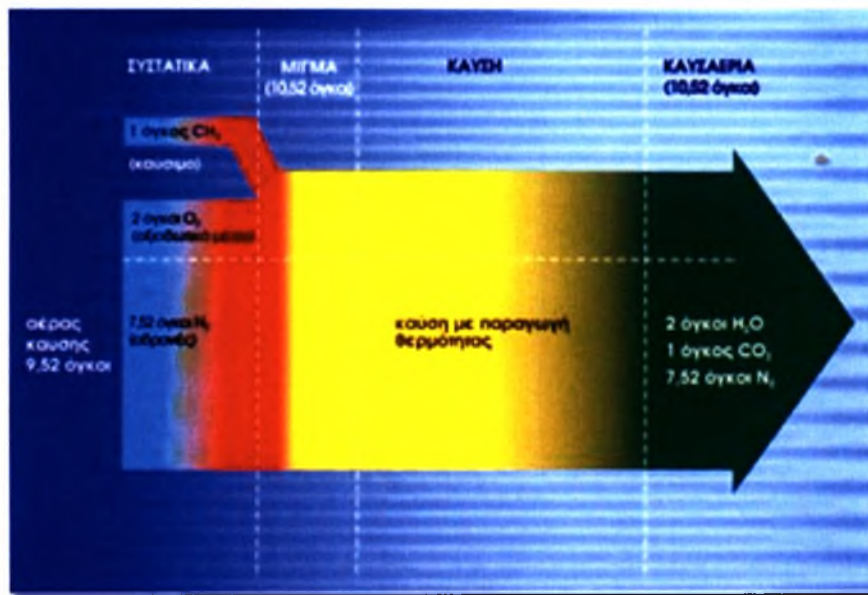
Σχήμα 3.1 Κατανομή Κατανάλωσης Φυσικού Αερίου στην Ελλάδα

Γι' αυτόν το λόγο κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια συνοπτική αναφορά σ' αυτήν την ενεργειακή επιλογή :

Η εισαγωγή του φυσικού αερίου στην Ελλάδα αποφασίστηκε στα πλαίσια της προσπάθειας εκσυγχρονισμού και βελτίωσης του ενεργειακού ισοζυγίου, αλλά και για τη διαφοροποίηση των ενεργειακών πηγών. Οι τομείς στους οποίους χρησιμοποιείται σήμερα είναι πρωτίστως η ηλεκτροπαραγωγή

και δευτερευόντως η βιομηχανία, ο οικιακός και τριτογενής τομέας . Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εισαγωγή του φυσικού αερίου μπορούν να εντοπισθούν σε τρεις κυρίως τομείς : στο περιβάλλον, στην οικονομία και στην αξιοπιστία στα πλαίσια της χρήσης του.

Όσον αφορά στη σύσταση το ΦΑ αποτελεί μίγμα αερίων υδρογονανθράκων, το οποίο εξάγεται από τις υπόγειες κοιλότητες υπό υψηλή πίεση και μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας. Έχει οριστεί μια κατάσταση αναφοράς που καλείται “κανονική” κατάσταση και σε αυτή ανάγονται οι ποσότητές του. Αυτή είναι οι 273,15K (0 °C) για τη θερμοκρασία και 1,01325 bar για την πίεση. Σημειώνεται επίσης ότι το ΦΑ είναι ελαφρύτερο από τον αέρα με σχετική πυκνότητα 0,55. Η Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη (ΑΘΔ) του κυμαίνεται από 9.000 – 11.000 kcal/Nm³ και τα όρια ανάφλεξης του φυσικού αερίου είναι 4,5% - 15%. Δηλαδή, η καύση δεν μπορεί να συντηρηθεί εάν η περιεκτικότητα του αέρα σε φυσικό αέριο είναι εκτός αυτών των ορίων



[Πηγή : ΔΕΠΑ]

Σχήμα 3.2 Καύση του φυσικού αερίου

Η Ελλάδα προμηθεύεται το 74% του φυσικού αερίου από την Ρωσία και το υπόλοιπο από την Αλγερία και εισάγεται από την ΔΕΠΑ. Το δίκτυο ΦΑ περιλαμβάνει την Ανατολική Μακεδονία, τη Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, τη Θεσσαλία και την Αττική. Πέρα από την εισαγωγή η εταιρία πραγματοποιεί τη μεταφορά και αποθήκευση του φυσικού αερίου και είναι υπεύθυνη για την κατασκευή και εκμετάλλευση του εθνικού συστήματος μεταφοράς. Έπειτα η ΔΕΠΑ το μεταπωλεί στην ίδια τιμή στις ΕΠΑ Θεσσαλονίκης και Θεσσαλίας (πρόκειται για την ίδια εταιρία) και Αττικής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 : Τυπική σύσταση φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα

ΣΥΣΤΑΣΗ	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
Περιεκτικότητα (% κ.ο.) σε :		
Μεθάνιο (CH ₄)	98	91.2
Αιθάνιο (C ₂ H ₆)	0.6	6.5
Προπάνιο (C ₃ H ₈)	0.2	1.1
Βουτάνιο (C ₄ H ₁₀)	0.2	0.2
Πεντάνιο (C ₅ H ₁₂) και βαρύτερα	0.1	-
Άζωτο (N ₂)	0.8	1.0
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	0.1	-
Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη	από 8,600 kcal/Nm ³ έως 9,500 kcal/Nm ³	από 9,640 kcal/Nm ³ έως 10,650 kcal/Nm ³
Το φυσικό αέριο δεν περιέχει στερεά σώματα		

[Πηγή : ΕΠΑ Θεσσαλονίκης]



[Πηγή : ΕΠΑ Θεσσαλονίκης]

Σχήμα 3.3 Δίκτυο Φυσικού αερίου στην Ελλάδα

Αντίστοιχα η ΕΠΑ είναι υπεύθυνη για την ανάπτυξη, λειτουργία, συντήρηση και εμπορική εκμετάλλευση του δικτύου διανομής που εντάσσεται στην περιοχή της καθώς και για τις διαδικασίες που σχετίζονται με το φυσικό αέριο (εγκατάσταση, τιμολόγηση, εξυπηρέτηση, ενημέρωση). Εξυπηρετεί τον οικιακό τομέα, τον βιομηχανικό και τον τριτογενή όπου συγκαταλέγονται επιχειρήσεις του ξενοδοχειακού κλάδου, νοσοκομεία και άλλες μικρότερες επιχειρήσεις

Κάθε ΕΠΑ εφαρμόζει την δική της τιμολογιακή πολιτική. Συγκεκριμένα η ΕΠΑ Αττικής έχει καθορισμένο τρόπο τιμολόγησης (έτσι ώστε η τιμή ΦΑ, να είναι 20% χαμηλότερη της τιμής του Diesel. Επί πλέον η ΕΠΑ Αττικής έχει καθορισμένη τιμολόγηση για ΣΗΘ, με τιμή 0,036 Ε/ΚWΗ στο 1^ο Τρίμηνο2007, και επιδοτεί την εγκατάσταση ΣΗΘ με περίπου 10000-15000 /100 kWe (ανάλογα με την χορήγηση ή όχι άλλων επιδοτήσεων). μέσω ετήσιας έκπτωσης των τιμολογίων.

Οι τιμές του ΦΑ είναι ευμετάβλητες και εξαρτώνται από τις διεθνείς τιμές καυσίμων. Η μέση ετήσια αύξηση του ΦΑ ανοιγμένη στην τιμή του 2002 είναι 8% .

Κίνητρα ΣΗΘ

Σχετικά με τα διάφορα νομοθετικά κίνητρα εγκατάστασης ΣΗΘ στο Ξενοδοχείο της μελέτης μας, αναφέρονται τα εξής :

- Το Μέτρο 6.5 του ΥΠΑΝ για την κρατική επιδότηση συστημάτων ΣΗΘ και ΑΠΕ, δεν ισχύει πλέον (ίσχυε μέχρι το 2006).
- Ο αναπτυξιακός Ν. 3299 (ΦΕΚ 261, 23/12/2004), προέβλεπε την επιδότηση της επένδυσης ΣΗΘ στον Ν. Θεσσαλονίκης κατά 30% (και έως 40% σε άλλες περιοχές της Ελλάδος). Επιπλέον, προέβλεπε και πρόσθετη επιδότηση έως 15% για Μικρές και Μεσαίες Επιχειρήσεις, έτσι όπως αυτές καθορίζονται από την κοινοτική νομοθεσία (Μεσαίες έως 250 εργαζόμενοι και κύκλος εργασιών λιγότερο από 50 εκατ. € και Μικρές έως 50 εργαζόμενοι και κύκλος εργασιών λιγότερο από 10 εκατ. €).

Ο παραπάνω νόμος ήδη αναθεωρείται, και προβλέπεται πλέον 20% επιδότηση για ΣΗΘ στον Ν. Θεσσαλονίκης και επί πλέον πρόσθετη επιδότηση έως 10% για τις Μεσαίες επιχειρήσεις και έως 20% για τις Μικρές.

- Ο Ν. 3468 (ΦΕΚ 129, 27/6/2006, Παραγωγή Η.Ε. από ΑΠΕ και ΣΗΘ) προβλέπει πλέον τιμές πώλησης του πλεονάσματος ηλεκτρισμού από αυτοπαραγωγό (όπως το Ξενοδοχείο της μελέτης) προς το δίκτυο και το μέγιστο όριο του πλεονάσματος που μπορεί να διατεθεί. Η προβλεπόμενη τιμή πώλησης είναι 0,073 €/kWh και το όριο του πλεονάσματος 20% της συνολικά παραγόμενης ποσότητας της ΣΗΘ. (σημειώνεται ότι δεν υπάρχει περιορισμός της πωλούμενης ποσότητας Η.Ε. στην περίπτωση των ΑΠΕ).

Με βάση τα παραπάνω, στα πλαίσια της μελέτης μας , λαμβάνονται υπόψη τα εξής :

- Κρατική επιδότηση 30% (Μεσαία επιχείρηση, με αριθμό εργαζομένων πάνω από 50).
- Ελαχιστοποίηση του πωλούμενου ηλεκτρισμού στο δίκτυο. Η ηλεκτροπαραγωγή της ΣΗΘ στο Ξενοδοχείο θα πρέπει να μην υπερβαίνει την απαιτούμενη ηλεκτρική ισχύ, άσχετα εάν η απαιτούμενη θερμική ισχύς θα επέτρεπε το αντίθετο.

4 . ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

4.1 Υπάρχουσες εγκαταστάσεις- Μέγιστα/Ελάχιστα Φορτία

Στο παραπάνω Ξενοδοχείο θεωρούνται οι τυπικές εγκαταστάσεις και η λειτουργία των συστημάτων θερμού και ψυχρού νερού πριν την τοποθέτηση μονάδας ΣΗΘ, οι οποίες παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.Α και περιλαμβάνουν τα εξής :

- Λέβητες (ΛΕΒ1, ΛΕΒ2) φυσικού αερίου, λειτουργίας on/off από την ελεγχόμενη θερμοκρασία (TC-75°C) και διαδοχικής φόρτισης, για θέρμανση του νερού, καθώς και το δίκτυο σωληνώσεων προς και από τις καταναλώσεις θέρμανσης (ΘΚ). Το εύρος απαίτησης του συνολικού θερμικού φορτίου από τους λέβητες είναι σύμφωνα με τα στοιχεία της προηγούμενης ενότητας από 25 kW έως 250 kW.
- Ψυκτικές μηχανές (ΨΜ1, ΨΜ2) για την παραγωγή ψυχρού νερού κλιματισμού, αυτόματης αυξομείωσης του φορτίου μέσω της ελεγχόμενης θερμοκρασίας (TC-6 °C) και το δίκτυο σωληνώσεων προς και από τα στοιχεία ψύξης (ΨΚ). Η μέγιστη απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς των ψυκτικών μηχανών είναι περίπου 110 kW η οποία αντιστοιχεί με βαθμό COP ίσο με 3,5 σε μέγιστο ψυκτικό φορτίο 385 kW.
- Επιπλέον των παραπάνω στοιχείων μέγιστης θερμικής και ψυκτικής ισχύος, προστίθεται ότι η συνολική απορροφούμενη ενεργή ηλεκτρική ισχύς του Ξενοδοχείου κυμαίνεται σε εύρος από 50 kW έως 250 KW. Χωρίς τις ψυκτικές μηχανές, η ισχύς των υπολοίπων ηλεκτρικών καταναλώσεων είναι περίπου 150 KW.

4.2 Διάταξη εγκατάστασης συστήματος Συμπααραγωγής

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.Β παρουσιάζεται η βασική διάταξη και διασύνδεση του προτεινόμενου νέου συστήματος συμπααραγωγής με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις έχει στόχο :

- (α) την κάλυψη μέρους των απαιτούμενου ηλεκτρικού/θερμικού/ψυκτικού φορτίου (τριπαραγωγή) κατά τους θερινούς μήνες και
- (β) μέρους του ηλεκτρικού/θερμικού φορτίου κατά τους υπόλοιπους μήνες.

Τα βασικά τμήματα της μονάδας συμπεριλαμβάνουν μονάδα ΣΗΘ (παλινδρομική μηχανή ΦΑ, γεννήτρια ΗΕ, εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας), Ψυκτική μηχανή LiBr (ΨΑ) και Πύργο νερού ψύξης (ΠΨ).

Τα κύρια σημεία του προτεινόμενου συστήματος είναι τα εξής :

(α) Το τμήμα της τριπαραγωγής λειτουργεί σαν ανεξάρτητο κύκλωμα, χωρίς το νερό που ανακυκλοφορεί στο τμήμα αυτό να αναμειγνύεται με το νερό ανακυκλοφορίας λεβήτων του Ξενοδοχείου [1,3,7,34,45]. Το θερμό νερό που μεταφέρει την θερμότητα από την μονάδα ΣΗΘ προς τον ψύκτη απορρόφησης πρέπει να έχει κατά το δυνατόν υψηλότερη θερμοκρασία (τουλάχιστον 85°C) προκειμένου να επιτυγχάνεται ικανοποιητικός συντελεστής COP και για τον λόγο αυτό αποφεύγεται η ανάμιξη με το νερό ανακυκλοφορίας των λεβήτων. Η θερμοκρασία εξόδου του νερού από τον ψύκτη απορρόφησης δεν θα πρέπει να είναι χαμηλότερη των 75 °C, για να διατηρείται υψηλή θερμοκρασιακή διαφορά στον αναβραστήρα του. Λόγω του χαμηλού COP, ο ψύκτης απορρόφησης απαιτεί γενικά πολύ υψηλό θερμικό φορτίο, το υπολειπόμενο όμως από την μονάδα ΣΗΘ σε χαμηλές ψυκτικές ανάγκες, μπορεί να ανακτηθεί με εναλλάκτη (ΕΑ) προς το νερό ανακυκλοφορίας των λεβήτων. Ο ψύκτης απορρόφησης διασυνδέεται με τους συλλέκτες ανακυκλοφορίας ψυχρού νερού του Ξενοδοχείου και εξυπηρετείται από πύργο ψύξης για την λειτουργία του συμπυκνωτή του. Το νερό ψύξης για τον συμπυκνωτή πρέπει να έχει όσο το δυνατόν χαμηλότερη θερμοκρασία (κάτω από 30 °C) για ικανοποιητικό COP, και επομένως δεν ενδείκνυται η χρήση αερόψυκτου συμπυκνωτή στον ψύκτη απορρόφησης.

Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει κύρια από την μείωση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ισχύος της μηχανικής ψύξης λόγω της λειτουργίας του ψύκτη απορρόφησης.

(β) Το τμήμα της συμπαραγωγής μπορεί να λειτουργεί διασυνδεδεμένο με το νερό ανακυκλοφορίας λεβήτων στο οποίο απάγεται απευθείας το θερμικό φορτίο της μονάδας ΣΗΘ [3,7,9,16]. Στην συγκεκριμένη διάταξη το σύστημα συμπαραγωγής εγκαθίσταται πριν από τους λέβητες και όχι σε παραλληλία με αυτούς για να διασφαλίζεται η μεταφορά όλου του παραγόμενου θερμικού φορτίου από την μονάδα ΣΗΘ. Επιπλέον μέρος μόνο του νερού ανακυκλοφορίας λεβήτων διέρχεται από την μονάδα ΣΗΘ για λόγους αποφυγής υπερβολικής πτώσης πίεσης. Η επιλογή του ποσοστού της παροχής μέσω της ΣΗΘ εξαρτάται από την συνολική παροχή του νερού ανακυκλοφορίας λεβήτων και από την απαιτούμενη παροχή σχεδιασμού μέσω της ΣΗΘ. Επίσης η μονάδα ΣΗΘ σχεδιάζεται για θερμοκρασία εισόδου/εξόδου 75/85°C για να διασφαλίζεται ανάκτηση όλου του ποσού θερμότητας σε θερμοκρασίες επιστροφής του νερού ανακυκλοφορίας από τις καταναλώσεις πάνω από 60 °C. Προβλέπεται, όπως θα περιγραφεί σε επόμενη ενότητα, σύστημα ελέγχου για σταδιακή μείωση του φορτίου της ΣΗΘ σε περίπτωση που η θερμοκρασία νερού προς τους λέβητες υπερβεί τους 75°C. Η εξοικονόμηση καυσίμου στους λέβητες με την εγκατάσταση της ΣΗΘ προκύπτει από την θερμότερη είσοδο νερού και την αντίστοιχη μείωση του χρόνου λειτουργίας των καυστήρων.

4.3 Επιλογή μεγέθους μονάδας ΣΗΘ

Το βέλτιστο μέγεθος της μονάδας ΣΗΘ για το Ξενοδοχείο θα προκύψει από οικονομική αξιολόγηση διαφόρων μεγεθών, λαμβάνοντας υπόψη τα εξής [9,16,27]:

Λόγω του περιορισμού πώλησης Η.Ε. στο δίκτυο και της χαμηλής σχετικά τιμής πώλησης προς αυτό, η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας ΣΗΘ θα πρέπει να είναι ίση ή μικρότερη της απαιτούμενης ηλεκτρικής ισχύος του Ξενοδοχείου, παράλληλα όμως θα πρέπει να αξιοποιείται και η συμπαραγόμενη θερμική ισχύς σε σχέση με την ταυτόχρονα απαιτούμενη. Επομένως εφαρμόζεται στην μονάδα ΣΗΘ η παρακολούθηση του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου (electrical load tracking) αντί του θερμικού. Σε περιόδους χαμηλής ζήτησης θερμικού φορτίου θα πρέπει να μειώνεται η ηλεκτρική ισχύς της μονάδας ΣΗΘ αντίστοιχα μέχρι το όριο του 40-50% κάτω από το οποίο μειώνεται σε σημαντικό βαθμό η ηλεκτρική απόδοση που οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση Φυσικού Αερίου.

Ο χρόνος λειτουργίας της ΣΗΘ θα πρέπει να υπερβαίνει τις 4000-5000 ώρες ετήσια, προκειμένου το έργο της συμπαραγωγής να είναι οικονομικά βιώσιμο σύμφωνα με την γενική πρακτική και δεδομένα. Για να εξασφαλισθεί αυτό η ηλεκτρική ισχύς της ΣΗΘ δεν θα πρέπει να υπερβαίνει σημαντικά το ηλεκτρικό φορτίο βάσης του Ξενοδοχείου, το οποίο είναι 50 kW_e (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4).

Για τον προσδιορισμό του βαθμού αξιοποίησης της επιλεγόμενης μονάδας ΣΗΘ με τον υπολογισμό της παραγόμενης ενέργειας σε σχέση με την μέγιστη ονομαστική της και στην συνέχεια τον υπολογισμό της μείωσης της αντίστοιχης ενεργειακής κατανάλωσης του Ξενοδοχείου, απαιτούνται αναλυτικά προφίλ των φορτίων του Ξενοδοχείου σε ωριαία βάση και για όλους τους μήνες του έτους. Δύο εναλλακτικά μεγέθη μονάδων μπορεί να μην οδηγούν σε μεγάλη διαφορά μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης του Ξενοδοχείου (με την μεγαλύτερη μονάδα να λειτουργεί μικρότερο ποσοστό του χρόνου), κατά κατεύθυνση όμως είναι προτιμότερη η μικρότερη μονάδα για μείωση του κόστους της επένδυσης.

Με βάση τα παραπάνω, αξιολογείται αρχικά στην επόμενη ενότητα σύστημα συμπαραγωγής με μονάδα ΣΗΘ, με τα εξής ονομαστικά γενικά χαρακτηριστικά :

Ηλεκτρική ισχύς : 50 kW_e (20% της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος του Ξενοδοχείου
ή 35% χωρίς τον κλιματισμό)

Θερμική ισχύς : 86 KW_e (35% της μέγιστης θερμικής απαίτησης
ή με συντελεστή COP=0,7 περίπου 16% της μέγιστης ψυκτικής απαίτησης)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αυτού του συστήματος Συμπαραγωγής εγκατεστημένου στο Ξενοδοχείο της εργασίας, παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα. Εκτός από τα συγκεκριμένα στοιχεία διαστασιολόγησης, όλα τα γενικά χαρακτηριστικά και οι τεχνικές απαιτήσεις που αναφέρονται ισχύουν και για συστήματα μεγαλύτερου μεγέθους.

4.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος Συμπαγωγής 50 kWe και βασικές προδιαγραφές

Ο εξοπλισμός του συστήματος συμπαγωγής παρουσιάζονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.Γ, η εγκατάστασή του γίνεται στο υπόγειο του Ξενοδοχείου (εκτός από τον πύργο ψύξης) και περιλαμβάνει αναλυτικά τα εξής :

A. Μονάδα ΣΗΘ

Προκατασκευασμένη πλήρης μονάδα εντός θαλάμου (packaged unit) για μείωση του κόστους, με μηχανή Φ.Α. και με τις προδιαγραφές που ακολουθούν. Οι προδιαγραφές αυτές αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος των εμπορικά διαθέσιμων προκατασκευασμένων μονάδων παρόμοιου μεγέθους [16,17,36,38,40,41,42,43,46] .

A.1 Ισχύς/Αποδόσεις

Ηλεκτρική ισχύς		Φορτίο 100%	50 KWe	Φορτίο 50%	25 KWe
Ηλεκτρική απόδοση		Φορτίο 100%	32%	Φορτίο 50%	30%
Θερμική ισχύς		Φορτίο 100%	86 KWth	Φορτίο 50%	46 KWth
Θερμική απόδοση		Φορτίο 100%	55%	Φορτίο 50%	55%
Συνολική απόδοση		Φορτίο 100%	87%	Φορτίο 50%	85%

Τα παραπάνω στοιχεία αναφέρονται σε $\text{συν}\varphi=0,85$ (Ξενοδοχείου), στην κατώτερη Θερμογόνο Δύναμη (ΚΘΔ) του καυσίμου που είναι περίπου ίση με 36 MJ/Nm^3 και με βάση το πρότυπο ISO 3046-1 (performance of reciprocating engines).

A.2 Παλινδρομική Μηχανή

Μηχανή φυσικού αερίου 4κύλινδρη ή 6κύλινδρη βιομηχανικού τύπου για μεγάλη διάρκεια ζωής (>150.000 ώρες με διενέργεια περιοδικών συντηρήσεων), στοιχειομετρικής καύσης με τριοδικό καταλύτη και αισθητήρα λ, και με μέγιστες εκπομπές σύμφωνα με το γερμανικό κανονισμό TA LUFT 2002.

A.3 Ανάκτηση Θερμότητας

Ανάκτηση της θερμότητας από την μηχανή και από τα καυσαέρια μέσω δύο εναλλακτών και αντλίας, με εξωτερική παροχή νερού με τις εξής συνθήκες στο ονομαστικό φορτίο :

Συνολικό εναλλαγή θερμότητας 86 KW
Παροχή 7,5 M3/HR, Θερμ. εισοδ. 75 °C Θερμ. εξοδ. 85 °C .
Θερμοκρασία εξόδου καυσαερίων 130 °C
Πτώση πίεσης 0,5 bar
Απορροφούμενη ισχύς αντλίας 0,35 KW
Πίεση σχεδιασμού 6 bar

Για την προστασία της μηχανής από την περίπτωση εισόδου του εξωτερικού νερού στον αρχικό εναλλάκτη με υπερβολική θερμοκρασία, τοποθετείται σύστημα ελέγχου με αισθητήρα, τριοδική βάνα και πρόσθετο ψυγείο του κινητήρα στον οποίο διοχετεύεται, με τιμή ελέγχου λίγο επάνω από τους 75 °C. Ο αεροψυκτήρας δεν βρίσκεται μέσα στον θάλαμο της μονάδας, αλλά παραδίδεται από τον κατασκευαστή και τοποθετείται κοντά σε άνοιγμα (μέσω αγωγού εάν απαιτείται) για την απαγωγή του θερμού αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον.

Επίσης τοποθετείται και ελεγκτής της θερμοκρασίας του νερού στην είσοδο των λεβήτων του Ξενοδοχείου για προοδευτική μείωση του φορτίου της ΣΗΘ που ενεργεί εφόσον η θερμοκρασία τείνει να υπερβεί τους 75 °C.

A.4 Γεννήτρια

Σύγχρονη γεννήτρια AC 400V/50Hz ονομαστικής ισχύος (continuous power rating) 50 KW/60 KVA, 1500 RPM, κλάσης μόνωσης H, αερόψυκτη, χωρίς επαφές (brushless) με περιστρεφόμενο ανορθωτή και ηλεκτρονική διέγερση ,δυνατότητας λειτουργίας με συνφ από 0,8 επαγωγικό έως 1,0 με σύστημα συγχρονισμού με το δίκτυο και σχεδιασμένη σύμφωνα με το πρότυπο IEC 34-22 (AC generators for reciprocating engine generating sets). Θεωρείται ότι η γεννήτρια λειτουργεί με συνφ = 0.85 δηλαδή το συνφ των καταναλώσεων του ξενοδοχείου με κατάλληλη διέγερση [22,25,26,31,33].

Παρά την ύπαρξη του H/Z στο ξενοδοχείο, επιλέγεται σύγχρονη γεννήτρια για δυνατότητα απομονωμένης λειτουργίας και δυνατότητα εξυπηρέτησης πρόσθετων κρίσιμων φορτίων στο μέλλον πλέον του H/Z (η υλοποίηση αυτής της δυνατότητας δεν περιλαμβάνεται στα πλαίσια της μελέτης διότι απαιτεί πρόσθετους αυτόματους μεταγωγικούς διακόπτες, αλλαγές παροχές φορτίων από τους πίνακες, παραλληλισμό γεννητριών κλπ. ,που προκαλούν πρόσθετο κόστος μη άμεσα απαιτούμενο για την συμπαραγωγή).

Εάν και η παραγωγή του ηλεκτρισμού προορίζεται για κατανάλωση εντός του Ξενοδοχείου, η γεννήτρια θα λειτουργεί σε παραλληλία με το εξωτερικό δίκτυο, επομένως υπόκειται στους κανονισμούς που εκδίδει η ΔΕΗ για αυτές τις περιπτώσεις. Ο βασικός κανονισμός της ΔΕΗ είναι η οδηγία 120 που καθορίζει τα κριτήρια διασύνδεσης και βασίζεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50160 που αφορά στην ποιότητα του παραγόμενου ρεύματος. Σύμφωνα λοιπόν με τις απαιτήσεις αυτές η γεννήτρια θα αποσυνδέεται από το δίκτυο μέσω Αυτόματου Διακόπτη Διασύνδεσης-ΑΔΔ (και θα σταματά), όταν :

(α) σε παραλληλία, το παραγόμενο ρεύμα έχει υψηλή/χαμηλή τάση πέρα του +/-10 του ονομαστικού (για 3 sec), ή υψηλή/χαμηλή συχνότητα πέρα του +/- 0,5 Hz.(για 3 sec), ή η ομοπολική συνιστώσα είναι μεγαλύτερη του 10%, ή σε περίπτωση σφάλματος της ίδιας της γεννήτριας.

(β) σε πτώση του εξωτερικού δικτύου, θα αποσυνδέεται η γεννήτρια μέσω του ΑΔΔ (loss of mains), για αποφυγή συνέχισης τροφοδότησης τυχόν σφάλματος του εξωτερικού δικτύου. Για τον σκοπό αυτό διασυνδέεται ο ΑΔΔ με την επιτήρηση της τροφοδοτούμενης ισχύος στο Ξενοδοχείο. Η γεννήτρια δεν θα πρέπει να ξεκινά εάν δεν παρέλθουν 3 min από την αποκατάσταση της ισχύος. Το σύστημα συγχρονισμού θα πρέπει να είναι υψηλής αξιοπιστίας για αποφυγή καταστροφής της γεννήτριας σε περίπτωση έναρξης λειτουργίας με διαφορά φάσης ως προς το δίκτυο.

Πέρα των παραπάνω, η ΔΕΗ επιβάλλει κατά περίπτωση και ανάλογα με το μέγεθος της γεννήτριας πρόσθετα κριτήρια διασύνδεσης και απόζευξης σχετικά με την ποιότητα του απαιτούμενου ρεύματος όπως οι μεταβολές της τάσης, αρμονικές, κλπ.

Η γείωση του εξοπλισμού θα είναι του τύπου TN-S (ουδετέρωση) και η ηλεκτρική συνδεσμολογία της παροχής με τους ζυγούς σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN HD384 [32] .

Η μονάδα ΣΗΘ θα πρέπει να ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις, και θα πρέπει να συνοδεύεται από τα πιστοποιητικά των αντίστοιχων δοκιμών συμμόρφωσης και που απαιτούνται για την άδεια σύνδεσης. Επιπλέον, η μονάδα ΣΗΘ, όπως και όλος ο νέος εξοπλισμός του συστήματος συμπαραγωγής θα πρέπει να συνοδεύεται από πιστοποιητικά CE.

A.5 Λοιπά χαρακτηριστικά

Όλοι οι έλεγχοι και οι προστασίες (ηλεκτρισμού μηχανής όπως υψηλή θερμοκρασία, χαμηλή πίεση λαδιού κλπ.) πραγματοποιούνται μέσω PLC και ρελέ τοποθετημένα σε καμπίνα ελέγχου δίπλα στον κυρίως θάλαμο εξοπλισμού και στηριγμένος σε ενιαία βάση. Στον πίνακα της καμπίνας είναι τοποθετημένα τα όργανα παρακολούθησης και προειδοποίησης και χειρισμών.

Η μονάδα ΣΗΘ έχει διαστάσεις περίπου 3,5 m Μήκος x 2 m Πλάτος x 2 m Ύψος και ο θάλαμος είναι κατασκευασμένος από ηχομονωτικά panels για όριο Θορύβου 65 db(A) στο 1 m. Η σωλήνα εξόδου των καυσαερίων φέρει σιγαστήρα για περιορισμό του θορύβου στα 75 dB(A) στο 1 m από την έξοδο. Τα περιμετρικά panels είναι ανοιγόμενα για επεμβάσεις συντήρησης. Επίσης υπάρχει ανεμιστήρας για εξαερισμό της μονάδας. Η μονάδα έχει κατάλληλη βάση για γρήγορη τοποθέτηση χωρίς ιδιαίτερες αντικραδασμικές απαιτήσεις της υποδομής (εσωτερικά σιλεμπλόκ). Ο βαθμός προστασίας του θαλάμου είναι IP23.

Το σύστημα παροχής του αερίου (ρεγουλατόρος κλπ.) είναι ενσωματωμένο στην μονάδα. Υπάρχουν ανιχνευτές αερίου εντός της μονάδας και τοποθετούνται

επί πλέον και εξωτερικά όπως στους υπάρχοντες στην περιοχή των λεβήτων του Ξενοδοχείου.

B. Ψύκτης απορρόφησης / Πύργος ψύξης / Αντλίες / Εναλλάκτης ανάκτησης

B.1 Ψύκτης απορρόφησης

Ψύκτης απορρόφησης τύπου YAZAKI SC20 ή ισοδύναμου με κατασκευαστικά στοιχεία (45) :

**Παροχή θερμού νερού 17,2 M³/HR
Θερμ. εισοδ. 88 °C Θερμ. εξοδ. 83,0 °C
Παροχή νερού ψύξης 36,7 m³/hr
Θερμ. εισοδ. 30 °C Θερμ. εξοδ. 34,0 °C
Παροχή ψυχρού νερού 11,0 m³/hr
Θερμ. εισοδ. 12 °C Θερμ. εξοδ. 6.5°C
Προσδιδόμενη Θερμική ισχύς 100 kW , COP=0,7
Παραγόμενη Ψυκτική ισχύς 70 kW
Θερμική ισχύς συμπυκνωτή 170 kW
Κατανάλωση Η.Ε. 0,25
Πτώση πίεσης περίπου 0,4 bar και στα τρία ρεύματα.**

Προκατασκευασμένη μονάδα, διαστάσεων περίπου 1,5 m Μήκος x 1,0 m Πλάτος x 2,0 m Ύψος

Με την επιλεγείσα παροχή/θερμοκρασία των 7,5 m³/hr / 85 °C, η προσδιδόμενη θερμική ισχύς λόγω εναλλαγής στον εξαμιστήρα μειώνεται σε 89 kW, ίση περίπου με την Θερμική ισχύ της Μονάδας ΣΗΘ (86 kW). Επίσης μειώνεται και ο συντελεστής COP σε 0,65, με αποτέλεσμα η ψυκτική ισχύς του ψύκτη απορρόφησης στο σύστημα συμπαραγωγής του Ξενοδοχείου να είναι 56 kW.

B.2 Πύργος Ψύξης

Πύργος ψύξης κατασκευασμένος κύρια από πλαστικό υλικό (FRP), δυναμικότητας 142 kW, 30 m³/hr , θερμ. νερού 30/34°C με θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου 26°C, διαστάσεων 2 m Διάμετρος X 2 m Ύψος , και με απορροφούμενη ισχύ ανεμιστήρα 1 kW.

B.3 Αντλίες

Η σημαντικότερη κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας προκύπτει για την αντλία ανακυκλοφορίας νερού του Πύργου ψύξης, για την οποία με συνολικό ΔΡ=1 bar, η κατανάλωση είναι 1 kW.

Λαμβάνοντας και τις υπόλοιπες ηλεκτρικές καταναλώσεις της τριπαραγωγής, η συνολική κατανάλωση είναι περίπου 3 kW.

B.4 Εναλλάκτης ανάκτησης

Για την συγκεκριμένη επιλογή του συστήματος, η παραγόμενη ψυκτική ισχύς αντιπροσωπεύει το 12% της μέγιστης απαιτούμενης, και επομένως θα διατίθεται όλη πρακτικά για το σύστημα κλιματισμού κατά το διάστημα που αυτό λειτουργεί, χωρίς να περισσεύει πρόσθετη θερμική ισχύς. Η εγκατάσταση επομένως πρόσθετου εναλλάκτη ανάκτησης δεν απαιτείται για το προτεινόμενο σύστημα.

Γ. Διασυνδέσεις

Οι σωληνώσεις διασύνδεσης του νερού (εκτός του νερού πύργου ψύξης) έχουν μικρά μήκη λόγω της γειννίαςσης του εξοπλισμού στο υπόγειο του Ξενοδοχείου και απαιτούμενου μέγεθος για περιορισμό της πτώσης πίεσης 2 in. Θεωρούνται λοιπόν βάνες ελέγχου νερού 2 in και σωληνώσεις 2 in (40S) συνολικού μήκους 40 m, στο υπόγειο του Ξενοδοχείου. Οι σωληνώσεις του νερού ψύξης θα είναι 3 in (40S) για περιορισμό της πτώσης πίεσης και συνολικού μήκους 60 m (5ώροφο κτίριο).

Το καλώδιο παροχής Η.Ε. προς τους ζυγούς Χ.Τ. θα έχει διατομή (3P+N+PE) 50 mm² και θα είναι μικρού μήκους λόγω της εγκατάστασης του Μ/Σ και του κεντρικού πίνακα διανομής στο υπόγειο του Ξενοδοχείου. Η διασύνδεση παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.Γ . Θεωρείται ότι οι ασφάλειες και αποζεύκτες ισχύος των καταναλώσεων είναι κατάλληλοι και για την πρόσθετη ισχύ βραχυκύκλωσης της μονάδας ΣΗΘ, πλέον της ισχύος βραχυκύκλωσης που προκύπτει ανά κατανάλωση από το εξωτερικό δίκτυο [21,23]. Η πωλούμενη Η.Ε. προς το δίκτυο, εάν συμβαίνει, θα καταγράφεται από τον κεντρικό ψηφιακό μετρητή του Ξενοδοχείου.

4.5 Κόστος εγκατάστασης και συντήρησης Συστήματος ΣΗΘ 50 kW_e

Στην παράγραφο αυτή αναλύεται το συνολικό κόστος εγκατάστασης και το απαιτούμενο κόστος συντήρησης του παραπάνω Συστήματος ΣΗΘ 50 kW_e.

Τα στοιχεία κόστους των μονάδων ΣΗΘ και Ψύκτη απορρόφησης και του υπόλοιπου εξοπλισμού που παρουσιάζονται, βασίζονται σε επικοινωνία που πραγματοποιήθηκε με κατασκευαστές καθώς και σε διαθέσιμες δημοσιευμένες πληροφορίες από κατασκευαστές, οργανισμούς κλπ, καθώς επίσης και από σχετικές μελέτες. Βασική πηγή αναφορικά με την προκατασκευασμένη μονάδα ΣΗΘ, αποτελούν στατιστικά στοιχεία κόστους ανάλογα με το μέγεθος τέτοιων μονάδων, που έχουν εκδοθεί σε ειδική μελέτη του γερμανικού οργανισμού ενέργειας ASUE με τον τίτλο « BHKW Kenndaten 2005- Module Anbieter Kosten ». Η μελέτη αναλύει προσφορές ευρωπαϊκών κατασκευαστικών εταιριών για μεγάλο πλήθος μονάδων ΣΗΘ, και με βάση τις διαφοροποιήσεις καθορίζει μέσα στοιχεία κόστους για να ληφθούν υπ' όψη σε μελέτες συμπαραγωγής.

Κόστος Εγκατάστασης

A. Μονάδα ΣΗΘ (Παραγωγή Η.Ε./ Θερμότητας)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 : Συνολικό κόστος μονάδας 50 kW_e

Κόστος αγοράς/εγκατάστασης	Προκατ. μονάδας ΣΗΘ	78000 €
Κόστος αγοράς/εγκατάστασης	Λοιπού εξοπλισμού	<u>4000 €</u>
Συνολικό κόστος		82000 €

Το παραπάνω κόστος για την μονάδα ΣΗΘ που θεωρήθηκε συντηρητικά , αντιστοιχεί σε μονάδα περίπου 60 KVA και σε 1300 €/KVA. Σημειώνεται ότι το μέσο κόστος αγοράς / εγκατάστασης μίας τέτοιου μεγέθους μονάδας σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία της ASUE είναι 1130 €/KVA αγορασμένη από ευρωπαϊό γενικά κατασκευαστή αλλά εγκατεστημένη στην Γερμανία. Επίσης σύμφωνα με τα στοιχεία της ASUE, η συσχέτιση κόστους αγοράς / εγκατάστασης (C) και ηλεκτρικής ισχύος είναι $C \approx ct \times Pe(\exp. 0,67)$. Στον λοιπό εξοπλισμό συμπεριλαμβάνονται οι διασυνδέσεις και οι εργασίες που παρουσιάζονται στην προηγούμενη παράγραφο (Νερού, ΦΑ, Ηλεκτρολογικά κλπ.)

Στις εργασίες εγκατάστασης γενικά θεωρείται ότι συμμετέχει και το μόνιμο προσωπικό συντήρησης του Ξενοδοχείου.

B. Μονάδα ΣΗΘ / Ψύκτης απορρόφησης / Πύργος Ψύξης (Παραωνή Η.Ε. / Ψύξης)

Για την αξιοποίηση της μονάδας ΣΗΘ και για παραγωγή ψύξης τους θερινούς μήνες απαιτείται επιπρόσθετα το παρακάτω κόστος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 : Συνολικό κόστος

Κόστος αγοράς/εγκατάστασης	Ψύκτη απορρόφησης	40000 €
Κόστος αγοράς/εγκατάστασης	Πύργου ψύξης	15000 €
Κόστος αγοράς/εγκατάστασης	Λοιπού εξοπλισμού	5000 €
Συνολικό κόστος		60000 €

Απαιτήσεις / Κόστος συντήρησης

Οι κυριότερες απαιτήσεις συντήρησης αφορούν στη μονάδα ΣΗΘ και ιδιαίτερα στη μηχανή της. Η προτεινόμενη συχνότητα διενέργειας κανονικής συντήρησης της μονάδας από τους κατασκευαστές είναι περίπου κάθε 1200 ώρες λειτουργίας. Επί πλέον της κανονικής συντήρησης, απαιτείται και κάθε περίπου 40000 με 50000 ώρες λειτουργίας ειδική γενική συντήρηση (general overhaul), κατά την οποία γίνεται αντικατάσταση διαφόρων τμημάτων της μονάδας και βασικά της μηχανής [17,40,41,42]. Δεν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις συντήρησης για τον πύργο ψύξης και τον ψύκτη απορρόφησης. Ιδιαίτερα ο τελευταίος θεωρείται πρακτικά ελεύθερος συντήρησης (maintenance free).

Το απαιτούμενο κόστος κανονικής συντήρησης για την μονάδα ΣΗΘ είναι περίπου 0,015 €/kWh_e (υλικά/εργασία), με βάση την διενέργειά της αποκλειστικά από τον προμηθευτή στα πλαίσια σύναψης αντίστοιχης σύμβασης. Αυτό ισχύει σε περιπτώσεις στις οποίες δεν υπάρχει τεχνικό προσωπικό του ιδιοκτήτη μονάδας ΣΗΘ για εκτέλεση των απαιτούμενων εργασιών. Στην περίπτωση του Ξενοδοχείου της μελέτης θεωρείται κόστος κανονικής συντήρησης 0,01 €/KWh, με βάση την διενέργεια μέρους των εργασιών από το μόνιμο τεχνικό προσωπικό του Ξενοδοχείου.

Το κόστος της ειδικής γενικής συντήρησης είναι περίπου 200 €/KVA ή 12000 € για την μονάδα ΣΗΘ 60 KVA, με βάση την εκτέλεσή της από τον προμηθευτή.

Το απαιτούμενο κόστος συντήρησης για τον πύργο ψύξης και του ψύκτη απορρόφησης είναι στην περιοχή των 0,003 €/kWh_{th} και 0,0005 E/kWh_{ch} αντίστοιχα.

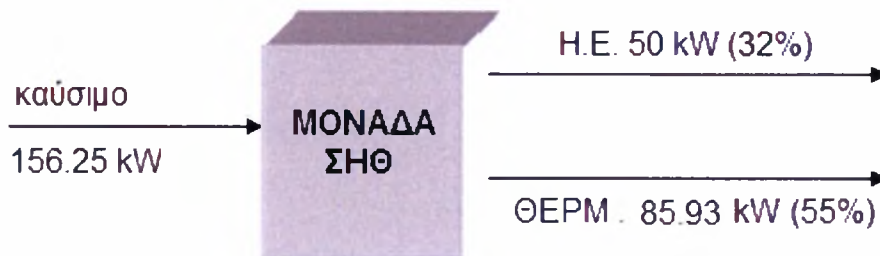
4.6 Ενεργειακό κίνητρο του Συστήματος ΣΗΘ

Παρόλο που η απόφαση εγκατάστασης ΣΗΘ για το Ξενοδοχείο εξαρτάται από τα οικονομικά του έργου, εξετάζεται το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την λειτουργία του. Το όφελος βασίζεται στα δεδομένα του συστήματος 50 kW_e που έχει περιγράψει προηγουμένως, είναι παρόμοιο όμως για κτιριακές εφαρμογές ιδίου ή μεγέθους μέχρι 100 kW_e περίπου. Σε εφαρμογές ΣΗΘ υψηλότερης ισχύος το ενεργειακό όφελος μεγαλώνει λόγω της αντίστοιχης αύξησης της ηλεκτρικής απόδοσης.

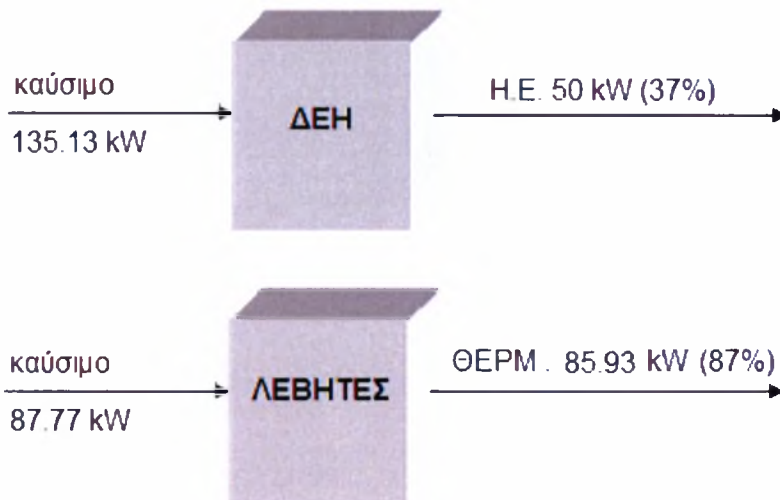
Η σχετική ανάλυση παρουσιάζεται παρακάτω όπου λαμβάνονται υπόψη όλες οι αποδόσεις του υπάρχοντος και νέου εξοπλισμού που προαναφέρθηκαν, καθώς επίσης και ο μέσος συνολικός βαθμός απόδοσης του εθνικού συστήματος παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας που είναι 37%. Συνεπώς εξετάζουμε τις δύο περιπτώσεις και προκύπτουν τα εξής :

Ι. Ηλεκτρική Ενέργεια και θέρμανση

Με σύστημα ΣΗΘ



Συμβατικά

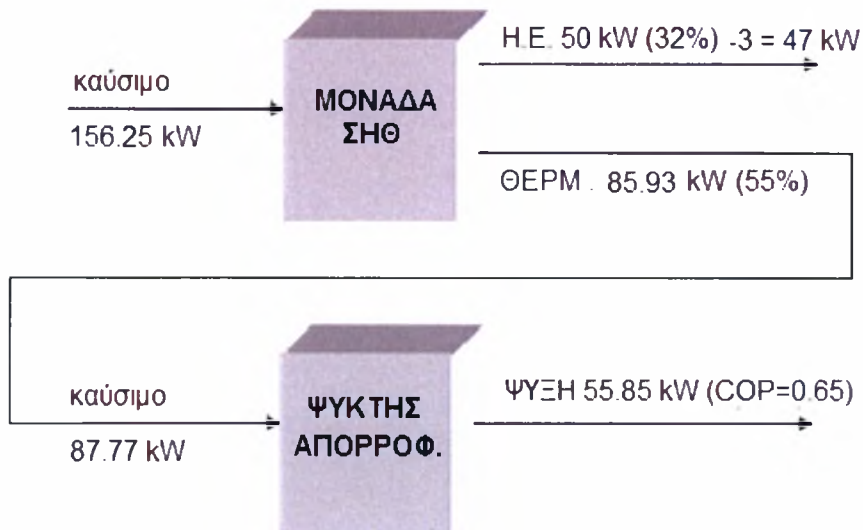


- Σύνολο καυσίμου : 233.9 kW

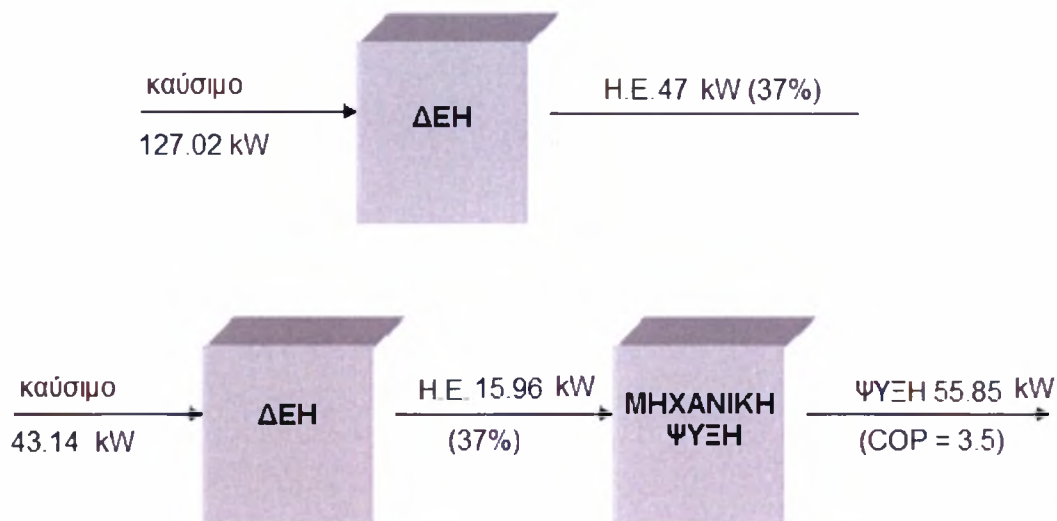
Συνεπώς : Μείωση καυσίμου (kW) : 77.65
 Μείωση καυσίμου (%) : 33.2

II. Ηλεκτρική Ενέργεια και ψύξη

Με σύστημα ΣΗΘ



Συμβατικά



- Σύνολο καυσίμου : 170.16 kW

Συνεπώς : Μείωση καυσίμου (kW) : 13.91
Μείωση καυσίμου (%) : 8.2

Με βάση τα αποτελέσματα, το σύστημα ΗΕ / Θέρμανσης εξοικονομεί 33% πρωτογενή ενέργεια. Το σύστημα ΗΕ / Ψύξης είναι σημαντικά υποδεέστερο από το προηγούμενο με εξοικονόμηση 8%. Αυτό οφείλεται γενικά στην σημαντική διαφορά του βαθμού μετατροπής της προσδιδόμενης ενέργειας προς την ψυκτικής ενέργειας μεταξύ των ψυκτών απορρόφησης χαμηλής θερμοκρασίας και της μηχανικής ψύξης.

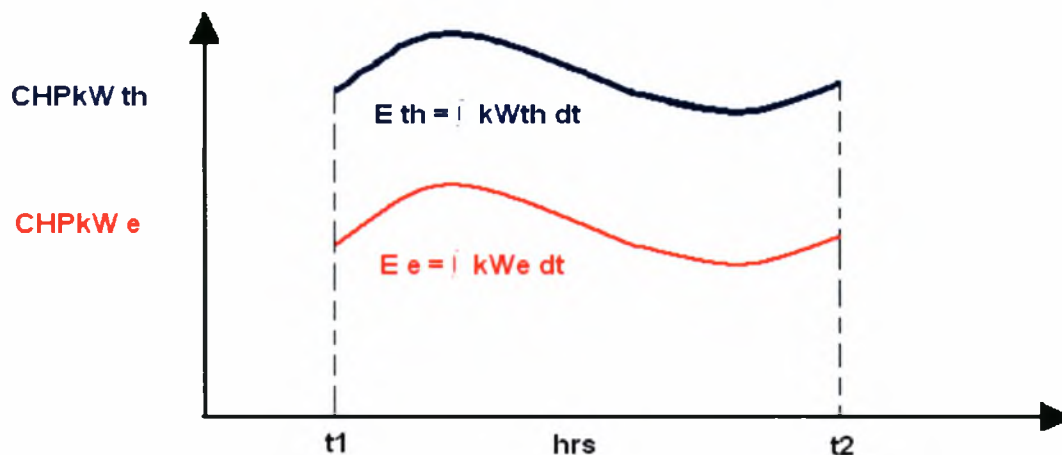
5. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ

Στην ενότητα αυτή γίνεται οικονομική αξιολόγηση της εγκατάστασης συστήματος ΣΗΘ, στο Ξενοδοχείο, αρχικά για δυναμικότητα 50 KW_e όπως παρουσιάζεται στις επόμενες παραγράφους και για παραγωγή μόνο Η.Ε. και Θερμότητας (χωρίς τον εξοπλισμό για Ψύξη). Η αξιολόγηση περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Ανάλυση της Ηλεκτρικής και παράλληλα Θερμικής ισχύος που απαιτούνται από το Ξενοδοχείο κατά την διάρκεια του χρόνου και προσδιορισμός της αντίστοιχης ισχύος που μπορεί να αποδοθεί ταυτόχρονα το σύστημα ΣΗΘ.
- Υπολογισμός των αποδιδόμενων φορτίων της συμπαραγωγής σε ετήσια βάση και προσδιορισμός μείωσης των αντίστοιχων ενεργειακών αναγκών του Ξενοδοχείου
- Εξέταση του οικονομικού αποτελέσματος και της απόδοσης της επένδυσης.

5.1 Μεθοδολογία προσδιορισμού ισχύος και φορτίων Ξενοδοχείου /ΣΗΘ

Προϋπόθεση για τον ακριβή προσδιορισμό του ενεργειακού αποτελέσματος της συμπαραγωγής, είναι αρχικά η όσο το δυνατόν ακριβέστερη συλλογή στοιχείων και καταγραφή σε ωριαία βάση της διακύμανσης της ηλεκτρικής και ταυτόχρονα απαιτούμενης θερμικής ισχύος κατά την διάρκεια του έτους. Η ωριαία αυτή ανάλυση των αναγκών, πριν τη θεώρηση εγκατάστασης της συμπαραγωγής, μπορεί να γίνει και σε αντιπροσωπευτική βάση ανάλογα με την εποχή, μήνα, τυπικές ημέρες κλπ. , με βάση τον τρόπο συλλογής και τελικής διαθεσιμότητας των στοιχείων. Τα στοιχεία ισχύος αποτυπώνονται σε αντίστοιχες γραφικές, στις οποίες καθορίζονται στην συνέχεια και οι γραφικές της μέγιστης δυνατής ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος που μπορούν να αποδοθούν από το συγκεκριμένο μέγεθος μονάδας ΣΗΘ, λαμβάνοντας όμως υπ' όψη τους περιορισμούς (αποφυγή σημαντικής εξαγωγής ΗΕ ή αποφυγή άσκοπης απώλειας θερμικής ισχύος προς το περιβάλλον, με μείωση του φορτίου έως το ελάχιστο αποδεκτό) [16,27]. Από τις γραφικές προκύπτει και το ημερήσιο, μηνιαίο, κλπ. αποδιδόμενο φορτίο της ΣΗΘ, όπως αναλύεται στο επόμενο σχέδιο.



Γράφημα 5.1 Αποδιδόμενο φορτίο της ΣΗΘ

5.2 Ανάλυση ισχύος και φορτίων Ξενοδοχείου / ΣΗΘ

Η ανάλυση ισχύος και φορτίων Ξενοδοχείου κα ΣΗΘ παρουσιάζεται στις γραφικές του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ 4. Κάθε γραφική παράσταση αντιστοιχεί σε κάθε μήνα του έτους και παρουσιάζει την μέση διακύμανση της απαιτούμενης ισχύος από το Ξενοδοχείο ανά 24ωρο, για τον συγκεκριμένο μήνα. Επίσης σε κάθε γραφική, απεικονίζεται η προσδιδόμενη ισχύς από την ΣΗΘ μεγέθους 50 kW_e, προκειμένου στην συνέχεια να προσδιορισθούν τα αντίστοιχα ετήσια φορτία της.

Ο προσδιορισμός της απαιτούμενης ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος του Ξενοδοχείου έγινε από τα στοιχεία του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ 4 και του ΠΙΝΑΚΑ 3.1, με την μεθοδολογία και παραδοχές που αναφέρονται παρακάτω :

Θερμική ισχύς Ξενοδοχείου για ζεστό νερό χρήσης (KW ZNX)

Η μέση διακύμανση της θερμικής ισχύος ανά 24ωρο, βασίσθηκε στην μέση τιμή του 24ώρου των 48 kW, η οποία παρουσιάζεται σταθερή για κάθε μήνα (35000 kWh) και λαμβάνοντας υπ' όψη την τυπική διαφοροποίησή κατά το 24ωρο από τους θερινούς μήνες, όταν δηλαδή δεν υπάρχει απαίτηση ισχύος και για θέρμανση χώρων. Η διακύμανση λοιπόν της ισχύος ZNX στις γραφικές, προκύπτει από την κατανομή της μέσης 24ωρης ισχύος των 48 kW με βάση την διαφοροποίηση του σχετικού χρόνου λειτουργίας των λεβήτων του Ξενοδοχείου κατά την διάρκεια του 24ώρου. Η διακύμανση του kW ZNX το 24ωρο, θεωρείται η ίδια για τους διάφορους μήνες.

Θερμική ισχύς Ξενοδοχείου για ζεστό νερό θέρμανσης

Η μέση διακύμανση της θερμικής ισχύος ανά 24ωρο και για κάθε μήνα υπολογίσθηκε ως εξής :

Η μέση θερμική ισχύς για θέρμανση χώρων ανά 24ωρο του μήνα προκύπτει από το αντίστοιχο συνολικό φορτίο του μήνα (ZNΘ), και από τον αριθμό των ημερών.

Η ισχύς είναι βασικά ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας του εξωτερικού (περιβάλλον) και του εσωτερικού χώρου (θεωρείται 22 °C).

Η μέση διακύμανση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος ανά 24ωρο για μία περιοχή, μπορεί να προσομοιωθεί με βάση την μέγιστη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (DB), την μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά του 24ώρου (DR) και ένα ποσοστό που αντιστοιχεί σε κάθε ώρα του 24ώρου (Percentage), σύμφωνα με την παρακάτω συσχέτιση, που περιγράφεται στο βιβλίο ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS 2001) :

$T_i = DB - DR \cdot \text{Percentage}, i/100$ όπου,
T_i : Θερμοκρασία ώρας (i) , σε °C
DB : Μέγιστη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου, σε °C
DR : Μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά του 24ώρου, σε °C
Percentage : Το ποσοστό που αντιστοιχεί σε κάθε ώρα του 24ώρου, με βάση τον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 : Ποσοστό για κάθε ώρα του 24ώρου (Percentage)

Ωρα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
%	87	92	96	99	100	98	93	84	71	56	39	23

Ωρα	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
%	11	3	0	3	10	21	34	47	58	68	76	82

[Πηγή : ASRAE]

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 : Τα κλιματολογικά στοιχεία της Θεσσαλονίκης (ΕΜΥ) , για τους μήνες
απαιτήσης θέρμανσης**

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ °C	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ °C	ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ °C
Οκτώβριος	21.2	10.7	10.5
Νοέμβριος	15.5	6.8	8.7
Δεκέμβριος	11	2.8	8.2
Ιανουάριος	9.1	1	8.1
Φεβρουάριος	11	2.1	8.9
Μάρτιος	14.2	4.5	9.7
Απρίλιος	19.2	7.4	11.8
Μάιος	24.3	11.9	12.4

Με βάση μέσες τιμές κάθε μήνα (DB,DR), υπολογίζεται η διαφορά θερμοκρασίας των 22 °C από την θερμοκρασία περιβάλλοντος για κάθε ώρα του 24ώρου. Τέλος, η μέση διακύμανση της θερμικής ισχύος κατά το 24ωρο, προσδιορίζεται με την κατανομή της μέση ισχύος 24ώρου του μήνα με βάση τις παραπάνω διαφορές θερμοκρασίας κάθε ώρας.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών για κάθε μήνα και κάθε ώρα, προκύπτουν από την διαφορά των τιμών των γραφικών kW THERMAL και kW ZNX.

Συνολική απαιτούμενη Θερμική ισχύς Ξενοδοχείου

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών για κάθε ώρα του 24ώρου σύμφωνα με τις δύο προηγούμενες παραγράφους, αθροίζονται και προκύπτει η διακύμανση της συνολικής θερμικής ισχύος των γραφικών (kW THERMAL).

Ηλεκτρική ισχύς Ξενοδοχείου

Η μέση διακύμανση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ισχύος του Ξενοδοχείου (kW ELECTR) αποτυπώνεται στις γραφικές του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ 4, σύμφωνα με τις αντίστοιχες γραφικές που παρουσιάζονται στα γραφ. 3.1 έως και 3.4 . Θεωρήθηκε ενιαία διακύμανση τον Ιανουάριο / Φεβρουάριο, τον Μάρτιο /Απρίλιο / Μάιο / Οκτώβριο και τον Νοέμβριο / Δεκέμβριο. Για τον Μάιο και τον Οκτώβριο, με φορτία ψύξης κλιματισμού, έγινε συντηρητικά η παραπάνω παραδοχή δεδομένου ότι απαιτείται η ταυτόχρονη αποτύπωση της ηλεκτρικής ισχύος με θέρμανση και

όχι με ψύξη χώρων (η αξιολόγηση αφορά όπως προαναφέρθηκε αρχικά, μόνο στην εγκατάσταση μονάδας ΣΗΘ).

Ηλεκτρική / Θερμική ισχύς Συμπαραγωγής

Στις γραφικές του ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ 4, προσδιορίζονται και τα στοιχεία ισχύος της μονάδας ΣΗΘ (CHP kW_e, CHP kW_{th}) με βάση τις παρακάτω παραμέτρους και κριτήρια.

Ηλεκτρική ισχύς : Μέχρι 50 kW_e. Δεν τίθεται περιορισμός εξαγωγής προς το δίκτυο, διότι η μέγιστη ισχύς φθάνει την ισχύ βάσης του Ξενοδοχείου.

Θερμική ισχύς : Μέχρι 86 kW_{th}. Η ισχύς αυτή ξεπερνά κατά ορισμένο ποσοστό του χρόνου την μέγιστη απαιτούμενη του Ξενοδοχείου, οπότε μειώνεται ανάλογα το φορτίο της ΣΗΘ.

Λόγος $\frac{kW_{th}}{kW_e}$: 1,718 (=55/32)

Ελάχιστο φορτίο : 50%

Όπως ήταν αναμενόμενο (λόγω μεγέθους μονάδας) και παρουσιάζεται στις γραφικές των διαφόρων μηνών, γίνεται πολύ καλή αξιοποίηση της διαθέσιμης ισχύος της μονάδας ΣΗΘ, δεδομένου ότι λειτουργεί, εάν και σε μερικό φορτίο σε σημαντικό ποσοστό του χρόνου και κατά τους θερινούς μήνες για εξυπηρέτηση της ισχύος θέρμανσης ΖΝΧ. Μέσω προγράμματος υπολογίζεται το ολικό αποδιδόμενο φορτίο και η μέση ηλεκτρική ισχύς λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ που προκύπτει ανά μήνα (kW_e), που είναι :

Πίνακας 5.3 : Μέση ηλεκτρική ισχύς λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ (kW_e)

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	50	ΜΑΙΟΣ	43,2	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	21.5
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	50	ΙΟΥΝΙΟΣ	21,5	ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	44.8
ΜΑΡΤΙΟΣ	50	ΙΟΥΛΙΟΣ	21,5	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	50
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	44.8	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	21,5	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	50

Φορτία ΣΗΘ – Διαφοροποίηση ενεργειακών αναγκών Ξενοδοχείου

Σύμφωνα με τα παραπάνω, το ετήσια αποδιδόμενο φορτίο από την ΣΗΘ είναι:

- Ηλεκτρικό Φορτίο ΣΗΘ : 341.880 kWh_e / Yr
- Θερμικό Φορτίο ΣΗΘ: 587.620 kWh_{th} /Yr

Για την λειτουργία της ΣΗΘ, η ετήσια ποσότητα Φυσικού αερίου η οποία απαιτείται, υπολογίζεται με μία σταθμισμένη ηλεκτρική απόδοση-λόγω λειτουργίας σε μερικό φορτίο κατά ορισμένες περιόδους.- ίση με 31,5%.

- Απαίτηση ΦΑ μονάδας ΣΗΘ : $341.880 / 0,315 = 1,085,330 \text{ kWh}_{th} / \text{Yr}$

Η μείωση του Θερμικού Φορτίου των Λεβήτων του Ξενοδοχείου είναι :

- Μείωση Φορτίου Λεβήτων : $587.620 / 0,87 = 675.420 \text{ kWh}_{th} / \text{Yr}$

Για την αντλία της μονάδας ΣΗΘ απαιτούνται περίπου $2800 \text{ kWh}_e / \text{Yr}$ περίπου.

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ότι με την μονάδα ΣΗΘ 50 kW_e που επελέγη στο Ξενοδοχείο :

Με πρόσθετη κατανάλωση Φυσικού Αερίου $409.910 \text{ kWh}_{th} / \text{Yr}$, η μείωση της απαιτούμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας είναι $339.080 \text{ kWh}_e / \text{Yr}$.

Ενεργειακά γίνεται αξιοποίηση του αερίου κατά 82,7%.

5.3 Οικονομική αξιολόγηση

Για τον απλούστερο προσδιορισμό της οικονομικής απόδοσης του έργου προσδιορίσθηκαν αρχικά γραφικές συσχέτισης του εσωτερικού βαθμού απόδοσης μίας επένδυσης (IRR %) με τον χρόνο αποπληρωμής της επένδυσης αυτής. Η βάση υπολογισμού της συσχέτισης και οι γραφικές συσχέτισης παρουσιάζονται παρακάτω. Θεωρούνται 3 περιπτώσεις επένδυσης

(α) χωρίς επιδότηση

(β) με επιδότηση 30 % και

(γ) με πρόσθετο κόστος συντήρησης κατά την λειτουργία του έργου ίσο με 20 % της επένδυσης, καταβαλλόμενο ανά πενταετία.

Η τελευταία περίπτωση αφορά στην αξιολόγηση της συμπαραγωγής στο Ξενοδοχείο και το πρόσθετο κόστος αντιστοιχεί στην απαιτούμενη μεγάλη συντήρηση της μονάδας ΣΗΘ (general overhaul).

Συσχέτιση εσωτερικού βαθμού επένδυσης (IRR) με τον χρόνο αποπληρωμής (Payback Period)

Γίνεται η παραδοχή ότι :

ΒΑΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης : 15 έτη

Απόσβεση εξοπλισμού : 6,7 % / έτος

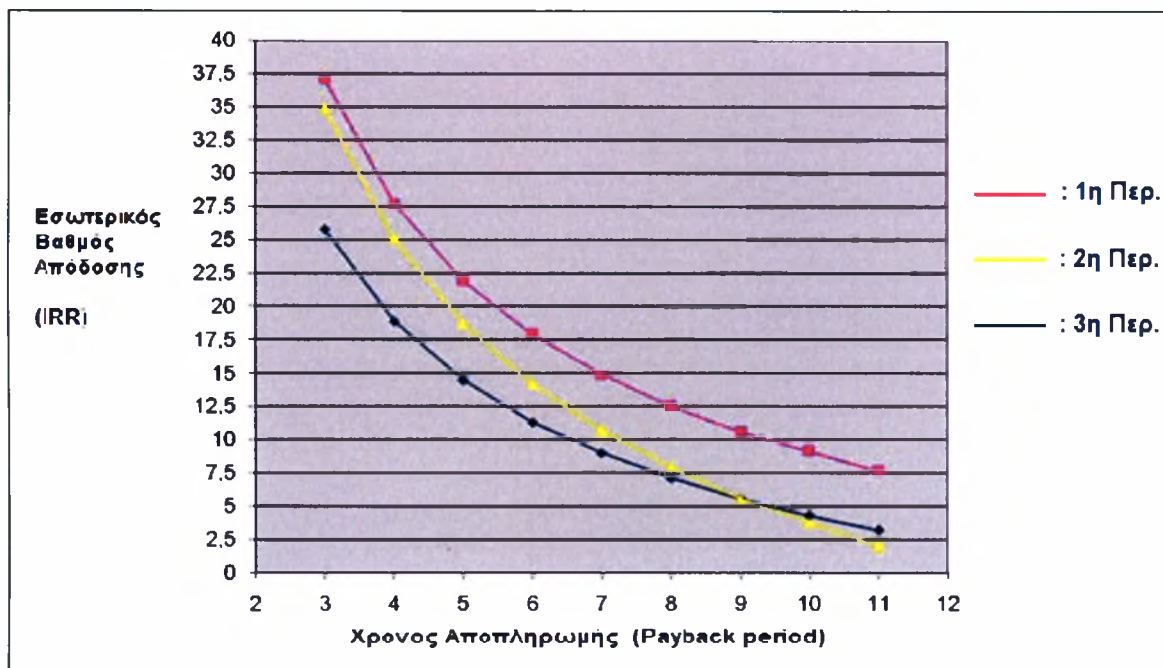
Φορολογία στο ετήσιο καθαρό λειτουργικό όφελος : 25 %

Έτος καταβολής επιδότησης : 1ο

Γραφικές

- : Επένδυση χωρίς επιδότηση (1^η Περ.)
- : Επένδυση με επιδότηση 30 % (2^η Περ.)
- : Επένδυση με επιδότηση 30 % και πρόσθετο λειτουργικό κόστος συντήρησης ανά πενταετία (CHP overhaul) ίσο με 20% της επένδυσης. (3^η Περ.)

Χρόνος αποπληρωμής = Επένδυση (χωρίς την επιδότηση) / Ετήσιο καθαρό λειτουργικό όφελος



Γράφημα 5.2 Συσχέτιση εσωτερικού βαθμού επένδυσης (IRR) με τον χρόνο αποπληρωμής (Payback Period) για τις τρεις εναλλακτικές περιπτώσεις

Προκύπτει ότι :

- Για ελάχιστο αποδεκτό IRR= 7,5 %, δηλαδή ίσο με το επιτόκιο δανεισμού για αγορά Η/Μ εξοπλισμού, ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης πρέπει να είναι 8 χρόνια περίπου.
- Για IRR 12,5 % που κρίνεται αποδεκτό γενικά από πλευράς κινήτρου για την επένδυση, ο χρόνος αποπληρωμής θα πρέπει να είναι περίπου 6,5 χρόνια.

Με βάση τα παραπάνω, γίνεται αρχικά προσδιορισμός των ετήσιων εσόδων και δαπανών.

Ηλεκτρική Ενέργεια

Το οικονομικό όφελος που προκύπτει από την μείωση της Η.Ε. κατά 339.080 kWh_e/Yr, δεν μπορεί να προσδιορισθεί με την εφαρμογή ενιαίας τιμής kWh_e, διότι η τιμολόγηση από την ΔΕΗ βασίζεται και στην μέγιστη ισχύ και στην κατανάλωση κάθε μήνα και για τον σκοπό αυτό πραγματοποιείται η ανάλυση που παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6.

Εξετάζεται λοιπόν η ετήσια χρέωση Η.Ε. του Ξενοδοχείου με τιμολόγιο Β1 χωρίς την μονάδα ΣΗΘ καθώς επίσης και με αυτήν, κάνοντας την παραδοχή ότι ο συντελεστής χρησιμοποίησης ηλεκτρικής ισχύος είναι 60% κατά τους χειμερινούς και 70% κατά τους θερινούς μήνες χωρίς την μονάδα ΣΗΘ. Η παραδοχή αυτή συμφωνεί γενικά με τα δεδομένα του Ξενοδοχείου χωρίς την ΣΗΘ και δεν επηρεάζει ιδιαίτερα το αποτέλεσμα της ανάλυσης, δεδομένου ότι η μέγιστη ισχύς μήνα είναι μέγεθος στατιστικό, χωρίς να είναι επακριβώς καθορισμένο, αλλά κυριότερα από το γεγονός ότι οι συντελεστές χρησιμοποίησης με την ΣΗΘ δεν καθορίζονται ανεξάρτητα αλλά υπολογίζονται με βάση τους αρχικούς, όπως δείχνει η ανάλυση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω υπολογίσθηκε όφελος 24.250 €/Yr (1)

Φυσικό Αέριο

Το κόστος της πρόσθετης ποσότητας Φυσικού αερίου στο Ξενοδοχείο είναι :

$$409.910 \text{ kWh}_{\text{th}} / \text{Yr} \times 0,0429 \text{ E/kW}_{\text{th}} = \underline{17.580 \text{ €/Yr (2)}}$$

Κανονική συντήρηση

Το κόστος της συντήρησης της μονάδας ΣΗΘ είναι :
 $341.880 \text{ kWh}_{\text{r}} / \text{Yr} \times 0,01 \text{ €/kWh}_{\text{e}} = \underline{3.420 \text{ €/Yr (3)}}$

Το παραπάνω κόστος αφορά μόνο στην κανονική συντήρηση και όχι στη μεγάλη γενική συντήρηση (general overhaul) που απαιτείται περίπου κάθε πενταετία.

Οικονομικό αποτέλεσμα

Ήδη από τα παραπάνω στοιχεία (1),(2) και (3) προκύπτει ότι το τελικό καθαρό ετήσιο οικονομικό όφελος από την εγκατάσταση της μονάδας ΣΗΘ 50 KW_e είναι μόνο 3.250 €/Yr, σε σχέση με το απαιτούμενο κόστος επένδυσης των 82.000 €. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι παρά το γενικότερο ενεργειακό κίνητρο, η επένδυση ΣΗΘ, ακόμη και πρακτικά πλήρως αξιοποιημένη λειτουργικά κατά την διάρκεια του χρόνου, δεν είναι οικονομικά βιώσιμη για το Ξενοδοχείο. Με βάση την διαπίστωση αυτή, εξετάζονται στην συνέχεια ορισμένες πρόσθετες περιπτώσεις σε σχέση με τα οικονομικά του έργου.

Η χρήση της παραπάνω μεθοδολογίας είναι διαθέσιμη σε κάθε ενδιαφερόμενο που εμπίπτει στο σκοπό της μελέτης. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό μέσω προγράμματος που παρατίθεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7. Πρόκειται για πρόγραμμα σε υπολογιστικό φύλλο excel και εμφανίζονται κάποιες από τις περιπτώσεις ανάλογα με τα οικονομικά δεδομένα.

5.4 Εξέταση εναλλακτικών περιπτώσεων

Τιμολόγιο Μέσης Τάσης Β2

Εξετάζεται αρχικά όπως παρουσιάζεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6 η περίπτωση χρήσης τιμολογίου Β2 από το Ξενοδοχείο με εγκατάσταση ΣΗΘ. Η χρήση αυτού του τιμολογίου μειώνει το ετήσιο οικονομικό όφελος από την ΗΕ κατά 4.000 €/Υγ και σε δυσμενέστερα οικονομικά . Ο λόγος είναι ότι το Ξενοδοχείο το συμφέρει γενικά το τιμολόγιο Β1, λόγω υψηλού Συντελεστή Χρησιμοποίησης ισχύος.

Μεγαλύτερη Μονάδα ΣΗΘ 70 ΚWe / Πώληση ρεύματος

Θεωρήθηκε μονάδα ΣΗΘ 70 kW_e και επαναλήφθηκε η μεθοδολογία προσδιορισμού του αποδιδόμενου φορτίου με τους περιορισμούς, όπως ακριβώς εφαρμόσθηκε για την μονάδα των 50 kW_e (με βάση τις γραφικές και το πρόγραμμα υπολογισμού φορτίου μήνα).

Το αποδιδόμενο ηλεκτρικό φορτίο είναι 13% μεγαλύτερο από την μονάδα 50 ΚWe, (339.080 kWh_e / Υγ), ενώ το μέγεθος της μονάδας είναι 40% μεγαλύτερο και το κόστος της υψηλότερο κατά 25%. Είναι προφανές ότι η αύξηση μεγέθους δεν οδηγεί σε βελτίωση των οικονομικών.

Επισημαίνεται ότι για την μονάδα των 50 kW_e, το ετήσιο αποδιδόμενο ηλεκτρικό φορτίο των 339.080 kWh_e / Υγ, αντιστοιχεί σε οικονομικό όφελος 24.250 €/Υγ ή σε 0,0715 €/kWh_e. Η τιμή αυτή είναι σχεδόν η ίδια με την τιμή πώλησης ΗΕ στο δίκτυο των 0,0730 €/kWh_e . Επομένως συμπεραίνονται τα εξής :

Ακόμα και αν η μονάδα ΣΗΘ λειτουργούσε και με πώληση ΗΕ στο δίκτυο και το αποδιδόμενο ηλεκτρικό φορτίο της έφθανε το 25% σε σχέση με την μονάδα των 50 ΚWe , τότε ο χρόνος αποπληρωμής θα ήταν ίδιος με την μονάδα των 50 ΚWe.

Δεν συμφέρει οικονομικά η πώληση προς το δίκτυο με την τιμή των 0,0730 €/KWH_{Re}, ακόμη και εάν δεν υπήρχε ο περιορισμός του 25 % της πώλησης Η.Ε. από την συμπαραγωγή σε σχέση με την ιδιοκατανάλωση.

Τριπαραγωγή

Εάν γινόταν η υπόθεση ότι η μονάδα ΣΗΘ δεν αξιοποιείται τους 4 θερινούς μήνες και χρησίμευε για την παραγωγή ψύξης, τότε θα απαιτούνταν πρόσθετη επένδυση 60000 €, με τα εξής οικονομικά :

Παραγωγή ΗΕ από ΣΗΘ	:4x730 hrs x 50 kW=146.400 kWh _e
Παραγωγή Θ.Ε. από ΣΗΘ	:146.400 x 1,718= 251.515 kWh _{th}
Παραγωγή Ψύξης	:251.515 x 0,65 =163.487 kWh _{ch}
Μείωση Η.Ε.	:163.487/3.5=46.710 kWh _{ere}

Συνολική παραγωγή :

$$\text{H.E.} = 146.400 + 46710 - 3\text{kW} \times 4 \times 730\text{hrs} = 184.350 \text{ kWh}_e$$

Απαίτηση ΦΑ : $146.400 / 0,32 = 457500 \text{ kWhrth}$

Κόστος ΦΑ : $457500 \times 0,0429 = 19620 \text{ €}$

Τιμή Η.Ε. για κάλυψη κόστους καυσίμου: $19620 / 184.350 = 0,106 \text{ €/ kWhre}$

Η παραπάνω τιμή είναι πολύ υψηλότερη από τα τιμολόγια Μ.Τ.

Μειωμένη τιμή Φυσικού Αερίου

Η χαμηλή τιμή του ρεύματος οφείλεται στην χρήση του λιγνίτη από την ΔΕΗ. Θεωρητικά η συμπαραγωγή θα έπρεπε να υποστηρίζεται τιμολογιακά γενικά και επομένως και στην Μέση Τάση, αφού έχει 30% τουλάχιστον καλύτερη συνολική ο απόδοση ΦΑ σε σχέση με τα νέα εργοστάσια ΦΑ παραγωγής ΗΕ. Επειδή όμως οι ετήσιες αυξήσεις τιμολογίων ΔΕΗ αναμένονται να παραμένουν πολύ μικρές και στο μέλλον (3%), εξετάσθηκε η περίπτωση βιωσιμότητας της ΣΗΘ του Ξενοδοχείου σε περίπτωση σημαντικής μείωσης της τιμής του ΦΑ κατά 20%. Σ' αυτήν την περίπτωση το οικονομικό αποτέλεσμα θα ήταν 7000 €/Υr και ο χρόνος αποπληρωμής χρόνια περίπου 12 χρόνια περίπου.

5.5 Ανάλυση οικονομικού αποτελέσματος ΣΗΘ

Η αιτία της χαμηλής οικονομικής απόδοσης της συμπαραγωγής στο Ξενοδοχείο που εξετάσθηκε, είναι η χαμηλή τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Μέση Τάση σε σχέση με την τιμή του Φυσικού Αερίου και ειδικότερα στην περίπτωση χρήσης Τιμολογίου Β1 (όπως ισχύει και σε άλλες επιχειρήσεις υψηλού συντελεστή χρησιμοποίησης ισχύος), όπου η αγορά ισχύος είναι σε υψηλή τιμή αλλά οι τελευταίες kWh τιμολογούνται προς 0,04017 €/ kWh .

Το οικονομικό κίνητρο συμπαραγωγής εκτιμάται ότι είναι χαμηλό και σε τιμολόγια Β2 (π.χ. επιχειρήσεις διακοπτόμενης λειτουργίας με χαμηλό συντελεστή ισχύος, λόγω της χαμηλής τιμής ρεύματος και λειτουργίας της ΣΗΘ σε μικρό ποσοστό του χρόνου).

Εξέταση Ξενοδοχείου με τροφοδοσία Η.Ε. υπό Χαμηλή Τάση

Μετά τα παραπάνω, εξετάσθηκε εάν η συμπαραγωγή θα ήταν συμφέρουσα εάν Ξενοδοχείο παρόμοιων χαρακτηριστικών και φορτίων, τροφοδοτούνταν από την Χαμηλή Τάση. Η θεώρηση αυτή προκύπτει από το ότι το Ξενοδοχείο της μελέτης βρίσκεται από πλευράς ισχύος στο όριο της Παροχής Νο. 7 Χ.Τ. (250 KVA max).

Με βάση το ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6, το οικονομικό όφελος από την μείωση της Η.Ε. θα ήταν 34.560 €/Υγ και το ετήσιο οικονομικό όφελος 13.560 €/Υγ με την ισχύουσα τιμή αερίου. Ο χρόνος αποπληρωμής υπολογίζεται σε 6 χρόνια, που αντιστοιχεί σε ικανοποιητική απόδοση της επένδυσης ίση με 13% περίπου. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση υλοποίησης της επένδυσης, η διάταξη και η λειτουργία της μονάδας ΣΗΘ θα ήταν όπως παρουσιάζονται στην μελέτη μας, ενώ το μέγεθός της εκτιμάται ότι θα ήταν κατά 20% μικρότερο της μελέτης (≈ 40 kWe).

Συμπεραίνεται λοιπόν γενικά ότι στην χαμηλή τάση η συμπαραγωγή είναι βιώσιμη αρκεί βέβαια να υπάρχουν απαιτήσεις θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων ταυτόχρονα για σημαντικό ποσοστό του χρόνου για να μεγιστοποιείται η αξιοποίηση του εξοπλισμού, όπως τούτο συμβαίνει στα Ξενοδοχεία.

6 . ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης συμπεραίνεται ότι η επένδυση της συμπαραγωγής στο Ξενοδοχείο για το οποίο εξετάστηκε, έχει χαμηλό οικονομικό κίνητρο, παρόλο το σημαντικό ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή της.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός της μικρής διαφοράς τιμής μεταξύ της ηλεκτρικής ενέργειας Μέσης Τάσης από την οποία τροφοδοτείται το Ξενοδοχείο και της τιμής του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται για καύσιμο στη συμπαραγωγή. Η οικονομική απόδοση της συμπαραγωγής παρουσιάζει μεγάλη ευαισθησία σε σχέση με την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία δεν παρακολουθεί γενικά την τιμή του φυσικού αερίου λόγω κύρια της χρήσης λιγνίτη από τη ΔΕΗ και της γενικότερης πολιτικής που εφαρμόζεται στην τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας.

Παρά τα παραπάνω συμπεράσματα διαπιστώνεται επιπλέον στη μελέτη ότι η επένδυση της συμπαραγωγής μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμη σε εμπορικούς καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας Χαμηλής Τάσης όπου η τιμή μονάδος είναι υψηλότερη σε σχέση με τη Μέση Τάση. Ειδικότερα, αναφέρεται ότι σε Ξενοδοχείο λίγο μικρότερου μεγέθους και ισχύος που τροφοδοτείται από τη Χαμηλή Τάση και με αντίστοιχα γενικά χαρακτηριστικά με το εξεταζόμενο στη μελέτη, η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θέρμανσης είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Από τεχνικής πλευράς, επισημαίνεται ότι η διαθεσιμότητα στο εμπόριο έτοιμων προκατασκευασμένων μονάδων ΣΗΘ (packaged units) με παλινδρομικές μηχανές αερίου ή μικροστροβίλους σε διάφορα μεγέθη και με ενσωματωμένα όλα τα απαιτούμενα ηλεκτρομηχανολογικά μέρη, αυτοματισμούς και προστασίες, δίνει την δυνατότητα εύκολης και γρήγορης υλοποίησης της επένδυσης της συμπαραγωγής εφόσον κριθεί για τις συγκεκριμένες συνθήκες συμφέρουσα.

Με βάση τη μεθοδολογία και το υλικό της διπλωματικής αυτής εργασίας μπορούν να γίνουν μελέτες σε οποιοδήποτε άλλο κτίριο λαμβάνοντας υπόψη το ηλεκτρικό, θερμικό και ψυκτικό φορτίο καθώς και τα τιμολόγια. Προτείνεται λοιπόν η αξιολόγηση εγκατάστασης συμπαραγωγής και τριπαραγωγής σε κτίρια που τροφοδοτούνται από ΧΤ.

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

1. "Absorption Chillers Guidelines" (1998) California New Buildings Institute (USA)
2. "CHOSE" (2001) European Commission, Directorate General for Energy, Save II (EU)
3. "Training Guide on Combined Heat and Power Systems" (2001) European Commission, Directorate General for Energy, Save II (EU)
4. "CHP in Hotels"(2003) BRESCU/ETSU (Building Research Establishment / Energy Efficiency Enquiries Bureau) (UK)
5. "Micro CHP systems – State of the art" (2006) AEA (Austrian Energy Agency) (AU)
6. "PROSMACO" (2002) European Commission, Directorate General for Energy, Save II (EU)
7. "Guide to Decentralized Energy Technologiew" (2003) WADE (World Alliance for Decentralized Energy)
8. "GPG 234 Guide to Community Heating and CHP" BRESCU/ETSU (Building Research Establishment / Energy Efficiency Enquiries Bureau) (UK)
9. "GPG388 CHP for Buildings" BRESCU/ETSU (Building Research Establishment / Energy Efficiency Enquiries Bureau) (UK)
10. "Catalogue of CHP Technologies" EPA (Environmental Protection Agency) (USA)
11. "EDUCOGEN" (2001)European Commission, Directorate General for Energy, Save II (EU)
12. "The European Cogeneration Study" (2001)European Commission, Directorate General for Energy, Save II (EU)
13. "Τεχνικές Προϋποθέσεις για την σύνδεση Παραγωγών στα Δίκτυα της ΔΕΗ" (2001)
14. "Technology Characterization Reciprocating Engines for CHP" (2003) EPA (Environmental Protection Agency) (USA)

15. “KWK Gesetz” (2003) ASUE (Arbeitsgemeinschaft fur Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch E.V)(DE)
16. “Mikro KWK” (2003) ASUE Arbeitsgemeinschaft fur Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch E.V) (DE)
17. “BHKW Kenndaten” (2005) Arbeitsgemeinschaft fur Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch E.V)ASUE (DE)

BIBΛΙΑ

18. Σταματέλλος Α
“Μηχανές Εσωτερικής Καύσης”
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας , 1994
19. Σταματέλλος Α
“ Θέρμανση , Ψύξη, Κλιματισμός ”
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας , 2000
20. “Συμπαγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού” (1994) ΕΣΣΗΘ
21. Π. Μπούρκας
“Εφαρμογές Κτιριακών- Βιομηχανικών Μελετών και Εγκαταστάσεων “
Εκδόσεις Συμεών , Αθήνα
22. Stephen J. Charman, μετάφραση : Μάργαρης Ν.
‘Ηλεκτρικές Μηχανές”
Εκδόσεις Τζιόλα (3^η έκδοση) , Θεσσαλονίκη , 2003
23. Βασίλης Δ. Μπιτζιώνης
“Σύγχρονες Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Κίνηση – Αυτοματισμός ”
Εκδόσεις Τζιόλα , Αθήνα
24. Charles H. Butler
‘Cogeneration Engineering and Regulatory Compliance’
Mc Graw – Hill Book Company , 1984

ΜΕΛΕΤΕΣ

25. “Σύνδεση εγκαταστάσεων παραγωγής στα Δίκτυα Διανομής” (2003) Α.
Παπαθανασίου, ΕΜΠ
26. “Τεχνικές Προϋποθέσεις για την σύνδεση Παραγωγών στα Δίκτυα της
ΔΕΗ” (2001) Σ. Παπαθανασίου ΔΕΗ

27. "Simulation und Optimierung von Blockheizkraftwerken" (2006)
R.Leither, TUBS
28. "Φυσικό αέριο και Συμπαράγωγή η Ελληνική πραγματικότητα" (2006)
Δ. Γαλανάκης, ΕΣΣΗΘ

ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

29. prEN 50438 Requirements for the connection of micro- generators in parallel with low voltage distribution networks"(2006) CENELEC
30. EN 50160 Power Quality of electricity supplied by public generation systems
31. Κανονισμός ΔΕΗ 120 Σύνδεση Παραγωγών στα Δίκτυα Διανομής
32. ΕΛΟΤ EN HD 384 Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις
33. IEC 34-22 AC Generators for reciprocating engines

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ

34. "Building Cooling Heating and Power" Broad Inc (USA)
35. "Cogeneration with Gas Engines" GE
36. "Jenbacher Engines" GE
37. "Natural gas fueled Distributed Power Generation" Caterpillar
38. "EGA CHP Engines" MWB AG
39. "Combined Heat and Power" Wartsila
40. "Loganova Completp Modul" Buderus GmbH
41. "Gasmotor-Kraft-Waerme-Anlage" Koehler Ziegler GmbH
42. "CHP Units" Sokratherm GmbH
43. "Blockheizkraftwerken Gasmotoren" MAN GmbH
44. "Microturbines Specifications" Capstone Energy Systems Inc.

45. "Absorption Chillers Specifications" Yazaki Inc.
46. "Cogeneration Sets" Spark Srl
47. 'Integration of local power generation in industrial sites and commercial buildings' , Schneider Electric

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ / ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ 65 KW
CAPSTONE**



Το Σύστημα Μικροστρόβιλου Capstone C65 είναι μία συμπαγής, χαμηλών εκπομπών και συνεχούς λειτουργίας γεννήτρια

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Συνεχής λειτουργία, παραγωγή ανάλογη της ζήτησης, 0 ως 65 kW
- Συνδεδεμένο στο δίκτυο ή / και αυτόνομο
- 360-528 VAC, 50/60 Hz (συνδεδεμένο στο δίκτυο)
- 360-480 VAC, 10/60 Hz (αυτόνομη λειτουργία)
- Τριφασικό, 100A RMS/φάση μέγιστη συνεχόμενη ένταση
- Ρουλεμάν αέρος χωρίς απαιτήσεις συντήρησης
- Χωρίς υγρά λιπαντικά
- Χωρίς υγρά ψυκτικά
- Ψηφιακός ελεγκτής ισχύος
- Ενσωματωμένη οθόνη ενδείξεων και πίνακας ελέγχου
- Ενσωματωμένοι προστατευτικοί ηλεκτρονόμοι (ρελέ)
- Προεπιλογή συστήματος παράλληλα συνδεδεμένων 2 ως 20 μονάδων
- Άνοιχτο πρωτόκολλο επικοινωνίας
- Κατασκευή στις ΗΠΑ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές
- Γρήγορη και εύκολη ενσωμάτωση
- Συνιστώμενη συντήρηση ανά 8.000 ώρες
- Άπευθείας διασύνδεση στο δίκτυο Direct2Grid™
- Χωρίς αποθήκευση, αλλαγές, διαρροές υγρών
- Χωρίς τοξικά ρευστά ή υλικά
- Εύκολη ενεργειακή διαχείριση
- Μικρό αποτύπωμα και σχετικά μικρό βάρος
- Χωρίς Δονήσεις
- Αθόρυβο σε σχέση με εμβολοφόρους
- Εύκολη τοποθέτηση εσωτερικά, εξωτερικά, σε οροφές
- Μηδενικές απαιτήσεις εξοπλισμού διασύνδεσης
- Επιλογή εποπτείας / αναφοράς από απόσταση



Πιστοποίηση:

UL 1741
UL 2200
IEEE 519
CEC Κανόνας 21
NYPSC DG
CARB DG 2003
WY DEQ Exempt
NEC CLI 2



Διαστάσεις

Ύψος: 1.914 mm
Πλάτος: 762 mm
Μήκος: 1.956 mm

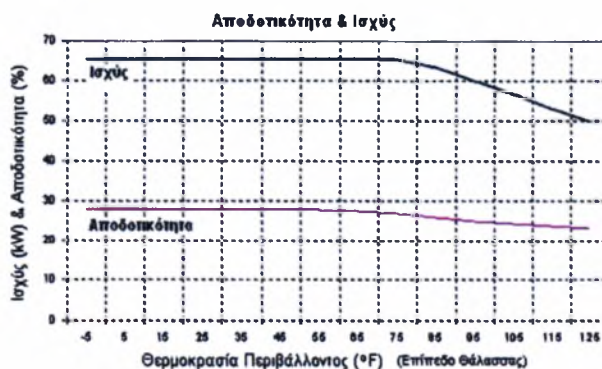
Βάρος

Συνδεδεμένο
στο Δίκτυο: 758 kg
Αυτόνομο: επιπλέον 363 kg

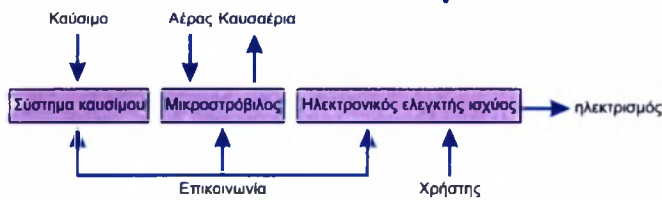
Ήχος

70 dBA @ 10 m
65 dBA @ 10 m(επιλογή)
Σύμφωνα με CE LWA 98

Απόδοση



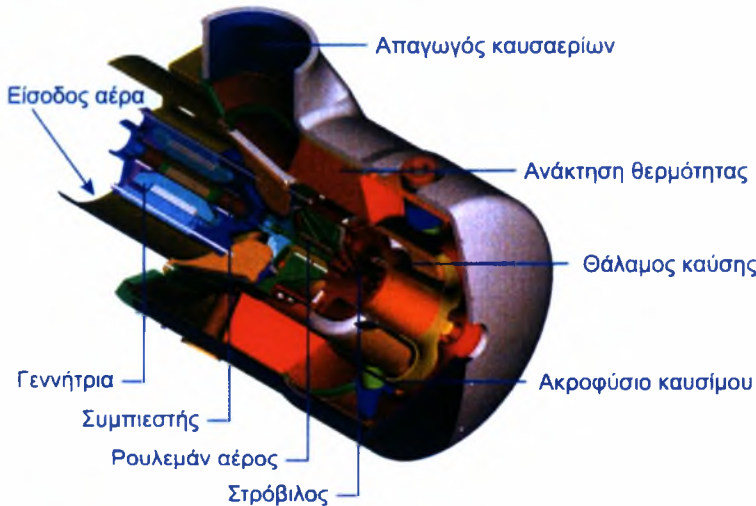
Το σύστημα Μικροστρόβιλου Capstone C65



Το σύστημα Μικροστρόβιλου Capstone C65 είναι μια συμπαγής, χαμηλών εκπομπών γεννήτρια που αποδίδει μέχρι και 65 kW ηλεκτρικής ισχύος. Ολοκληρωμένα ηλεκτρονικά συστήματα επιτρέπουν την παραγωγή 0-65 kW φορτίων ανάλογα με τη ζήτηση, ασφαλή διασύνδεση στο δίκτυο με το Direct2Grid™ λογισμικό, προηγμένες τηλεπικοινωνίες και πολυσυσχευασίες 2-20 μονάδων χωρίς εξωτερικά εξαρτήματα εκτός από καλώδια υπολογιστών. Στις διαθέσιμες επιλογές περιλαμβάνονται η αυτόματη εναλλαγή μεταξύ διασύνδεσης και αυτονομίας, μονός ή πολλαπλός συμπιεστής αερίου καυσίμου, μονάδα ανάκτησης θερμότητας, δικτυακή σύνδεση 100 μονάδων μέσω λογισμικού PowerServer™, εποπτεία από απόσταση και άλλες ρυθμίσεις.

Στο σύστημα ενσωματώνονται συμπιεστής, ανορθωτής, καυστήρας, στρόβιλος και γεννήτρια μόνιμου μαγνήτη. Τα κινούμενα εξαρτήματα φέρονται πάνω σε μονό άξονα και υποστηρίζονται από ρουλεμάν αέρα. Ο άξονας περιστρέφεται με ταχύτητα 96.000 rpm και αποτελεί το μόνο κινούμενο εξάρτημα του μικροστρόβιλου. Η γεννήτρια είναι αερόψυκτη. Το σύστημα δε χρησιμοποιεί λάδια, λιπαντικά, ψυκτικά ή άλλα επικίνδυνα υλικά. Δε διαθέτει αντλίες, κιβώτια ταχυτήτων ή άλλα μηχανικά υποσυστήματα. Επιτυγχάνει εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές NO_x χωρίς καταλύτη προκαύσης ή άλλων συσκευών και μεθόδων καθαρισμού απαερίων. Το προϊόν του συστήματος είναι τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα μεταβλητής συχνότητας (50/60 Hz).

Γεννήτρια Μικροστρόβιλου



Ο κινητήρας μικροστρόβιλου της Capstone για ηλεκτρισμό εντός και εκτός δικτύου

- Εξαιρετικά Χαμηλές Εκπομπές
- Σχεδιασμένο για Εξαιρετικά Χαμηλή Συντήρηση
- Αερόψυκτος
- Ένα Κινούμενο Εξάρτημα
- Χωρίς Λιπαντικά ή Ψυκτικά Υγρά

Let Capstone create **your** success story.

Επισκεφθείτε τη διεύθυνση www.microturbine.com
ή τηλεφωνήστε στο **818-401-3770** ή, χωρίς υπεραστική χρέωση
στο **866-4-capstone** (866-422-7786) για να βρείτε
τον κοντινό σας εξουσιοδοτημένο διανομέα της Capstone



Ηλεκτρισμός και θερμότητα ... όπου και όποτε χρειάζεστε. Απλά και καθαρά. **Tiara**

Τεχνικές Προδιαγραφές Πλήρους Φορτίου σε συνθήκες ISO (15°C στο επίπεδο της θάλασσας)

Καύσιμο:

Φυσικό Αέριο 5,1 με 5,5 bar

HHV 849.000 kJ/hr

(με διαθέσιμη επιλογή εξωτερικού συμπιεστή αερίου για πιέσεις εισόδου ως και τα 0,14 bar)

Ισχύς:

65 kW μεικτό (+0/-2)*

85 kVA μέγιστο στα 480V (αυτόνομο)

65 kVA μέγιστο (παράλληλο δίκτυο)

Απόδοση (LHV):

29% (±2)* ηλεκτρισμός

Θερμική Παροχή (LHV):

12.400 kJ/kWh

Θερμοκρασία Απαερίων:

370°C μέγιστη

Ενέργεια Απαερίων:

591.000 kJ/hr

Παροχή Μάζας Απαερίων:

0,49 kg/sec

No_x: <9 ppmV με 15% O₂

* Χωρίς την επιλογή συμπιεστή αερίου

Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμου: 36,1 ως 42,1 MJ/m³ HHV (φυσικό αέριο, μεθάνιο)

Ο κατασκευαστής διατηρεί το δικαίωμα να αλλάξει ή να τροποποιήσει, χωρίς ανακοίνωση, το σχεδιασμό ή τις τεχνικές προδιαγραφές χωρίς καμία υποχρέωση είτε σε σχέση με προϊόντα που έχουν πωληθεί ή που βρίσκονται στο στάδιο κατασκευής. Ο κατασκευαστής δεν εγγυάται τα τεχνικά χαρακτηριστικά που κοινοποιούνται στο παρόν έγγραφο. Εγγυημένες τεχνικές προδιαγραφές δημοσιοποιούνται σε ξεχωριστό έγγραφο.



Capstone C60 Integrated CHP



Ολοκληρωμένο Σύστημα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας Capstone C65-ICHP

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Όλα τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα του Μικροστρόβιλου συνεχούς λειτουργίας Capstone C65
- Συμπαγής Μικροστρόβιλος και μονάδα ανάκτησης θερμότητας ζεστού νερού ενσωματωμένα σε πλαίσιο **NEMA 3R**
- Το ολοκληρωμένο σύστημα ΣΗΘ εμποτεύει:
 - ✓ Θερμοκρασία εισόδου νερού
 - ✓ Θερμοκρασία εξόδου νερού
 - ✓ Κατάσταση ροής νερού
- Η θερμοκρασία εμφανίζεται ως ένδειξη στον πίνακα ελέγχου
- Διάφορες μέθοδοι θερμικού ελέγχου:
 - ✓ Θερμική προτεραιότητα - το θερμικό φορτίο προηγείται του ηλεκτρικού
 - ✓ Ηλεκτρική προτεραιότητα με θερμική παρακολούθηση - ο εκτροπέας ακολουθεί το θερμικό φορτίο
- Πολλαπλός έλεγχος Εισόδου/Εξόδου:
 - ✓ Είσοδοι 4-20 mA (0-5 V) για τον έλεγχο ηλεκτρικού φορτίου, εξωτερικής θερμοκρασίας και ροής νερού
 - ✓ Έξοδοι με ηλεκτρονόμους για τον έλεγχο της εξωτερικής αντλίας και της βαλβίδας διακοπής ροής
- Χωρίς εσωτερική αντλία νερού
- Κατασκευασμένο στις ΗΠΑ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Κατάλληλο για εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές
- Πληρεί τις προϋποθέσεις για οικονομικές ενισχύσεις και φοροαπαλλαγές
- Σχεδιασμένο για ελάχιστη συντήρηση
- Χωρίς απαιτήσεις για αποθήκευση τοξικών λιπαντικών ή για δαπανηρή διάθεση αποβλήτων
- Απλοποιημένη διοχέτευση αέρα
- Απλοποιημένη σύνδεση με το δίκτυο
- Χωρίς επιπλέον απαιτήσεις χώρου πέρα από τις καθιερωμένες του C65
- Υπαίθρια ή εσωτερική εγκατάσταση αποφυγή επιπλέον οικοδομικού κόστους
- Απλή και οικονομική διασύνδεση με θερμικά φορτία, διαδικασίες παραγωγής και συστήματα ελέγχου εγκαταστάσεων
- Χαμηλότερες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου σε σχέση με παραδοσιακές τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής
- Μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση σε σχέση με παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης και ηλεκτροπαραγωγής
- Ευελιξία στην επιλογή και τοποθέτηση αντλιών ευκολία λειτουργίας



Πιστοποίηση:

UL 1741
UL 2200
IEEE 519
κώδικες NFPA
CSA
CEC Κανόνας 21
NYPSC DG
CARB DG 2003
NEC CLI. 2



Διαστάσεις

Ύψος: 2.360 mm
Πλάτος: 762 mm
Μήκος: 1.956 mm

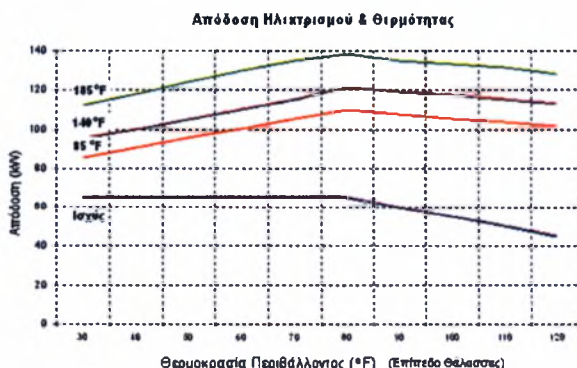
Βάρος

Συνδεδεμένο
στο Δίκτυο: 1.000 kg
Διπλή Λειτουργία: 1.364 kg

Ήχος

70 dBA στα 10 m

Απόδοση





A lightweight and compact CHP system

Τεχνικές Προδιαγραφές Πλήρους Φορτίου σε συνθήκες ISO (15°C στο επίπεδο της θάλασσας)

Καύσιμο:

Φυσικό Αέριο 5,1 με 5,5 bar*
HHV 849.000 kJ/hr

(με διαθέσιμη επιλογή εξωτερικού συμπιεστή αερίου για πιέσεις εισόδου ως και τα 0,14 bar)

Θερμικό & Ηλεκτρικό Φορτίο:

65 kW μεικτό (+0/-2)**
85 kVA μέγιστο στα 480V (αυτόνομο)
65 kVA μέγιστο (παράλληλο δίκτυο)
112 kW Θερμικό φορτίο (±10)***

Απόδοση (LHV):

28% (±2)** ηλεκτρισμός
80% (±4) ηλεκτρισμός και θερμότητα

Θερμική Παροχή (LHV):

12.900 kJ/kWh

Θερμοκρασία Απαερίων:

370°C μέγιστη

Παροχή Μάζας Απαερίων:

0,49 kg/sec

No. : < 9 ppmV με 15% O₂

* Θερμογόνος Δύναμη Καυσίμου: 38,1 ως 42,1 MJ/m³ HHV (φυσικό αέριο, μεθάνιο)

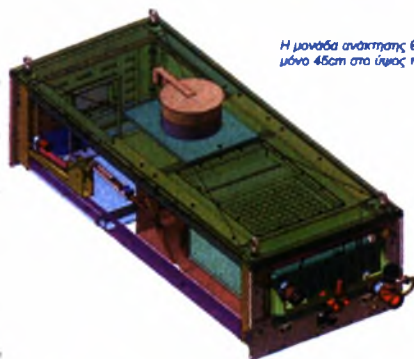
** χωρίς την προσθήκη ενοχυτή αερίου (επιλογή) για χαμηλότερες πιέσεις εισόδου

*** με θερμοκρασία εισόδου νερού στους 60°C και ροή 40g/min

Ο κατασκευαστής διατηρεί το δικαίωμα να αλλάξει ή να τροποποιήσει, χωρίς ανακοίνωση, το σχεδιασμό ή τις τεχνικές προδιαγραφές χωρίς καμία υποχρέωση είτε σε σχέση με προϊόντα που έχουν πωληθεί ή που βρίσκονται στο στάδιο κατασκευής. Ο κατασκευαστής δεν εγγυάται τα τεχνικά χαρακτηριστικά που κοινοποιούνται στο παρόν έγγραφο. Εγγυημένες τεχνικές προδιαγραφές δημοσιοποιούνται σε ξεχωριστό έγγραφο.

Τυπικές Εφαρμογές

Εφαρμογή	Θερμοκρασία Υγρού	Είδος Υγρού
Ζεστό Νερό Οικιακής Χρήσης	60-70°C	Νερό
Πλυντήριο	60-70°C	Νερό
Πισίνα / Σπα	25-45°C	Χλωριωμένο Νερό
Προθέρμανση Λέβητα	60-95°C	Νερό κλειστού κύκλου
Θέρμανση Εσωτερικών Χώρων	60-80°C	Νερό ή Μίγμα Γλυκόλης
Ψύξης Απορρόφησης	85-95°C	Νερό ή Μίγμα Γλυκόλης
Βιομηχανικές Διεργασίες	10-95°C	Νερό ή Μίγμα Γλυκόλης



Η μονάδα ανάκτησης θερμότητας προσθέτει μόνο 46cm στο ύψος του Μικροτροβίλου C65



Ο κινητήρας μικροτροβίλου της Capstone για ηλεκτρισμό εντός και εκτός δικτύου

- Εξαιρετικά Χαμηλές Εκπομπές
- Σχεδιασμένο για Εξαιρετικά Χαμηλή Συντήρηση
- Αερόψυκτος
- Ένα Κινοούμενο Εξάρτημα
- Χωρίς Λιπαντικά ή Ψυκτικά Υγρά

Let Capstone create your success story.

Επισκεφθείτε τη διεύθυνση www.microturbine.com
ή τηλεφωνήστε στο 818-401-3770 ή, χωρίς υπερστατική χρέωση
στο 866-4-capstone (866-422-7786) για να βρείτε
τον κοντινό σας εξουσιοδοτημένο διανομέα της Capstone

Ηλεκτρισμός και θερμότητα... όπου και όποτε χρειάζεστε. Απλά και καθαρά.



Capstone C65 Integrated CHP

ENIMEX ENERGIA A.E.
Βιομηχανική Περιοχή Σταυροχωρίου
Τ.Θ. 20, 61100 Κιλκίς
Τηλ. 23410 72.162 Fax: 23410 72.065
www.enimexenergia.gr
e-mail: info@enimexenergia.gr

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΚΕΤΩΝ ΣΗΘ ΜΕ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Gasmotor-Kraft-Wärme-Anlage

Leistungsbereich 50 – 2.000 kW elektrisch

Gas engine combined heat and power system

Power range 50 – 2.000 kW, electrical



Köhler & Ziegler
Anlagentechnik GmbH
Auweg 10c
35457 Lollar
Telefon: +49-6406/9103-0
Fax: +49-6406/9103-30
e-Mail: info@koehler-ziegler.de
Internet: www.koehler-ziegler.de

Reg.-Nr.: 063722



DIN EN ISO 9001:2000 and
DIN EN ISO 14001 certified
Registration No. 58067-01-1

Gasbetriebene Blockheizkraftwerke senken zukunftsicher Emissionen. Die Module sind durch die kompakte Bauweise, mit integrierter Schalt- und Steueranlage und individueller Schallschutzkabine platzsparend und angenehm leise.

Gas fired, combined heat and power unit with emission technology orientated towards the future, space-saving and quiet because of compact construction, with integrated switch board, control panel and noise protection cabine.

Energie ideal

Erdgasbetriebene Blockheizkraftwerke 65 - 2.000 kW elektrisch

CHP-units, powered by natural gas 65 - 2.000 kW electrical



Modul Typ	Elektrische Leistung	Thermische Leistung	Brennstoff-leistung	Emissionen nach TA Luft	Schallschutz-gehäuse	Gewicht trocken	Geräusch	eta elektrisch	eta thermisch	eta gesamt
module type	electric output	thermal output	fuel consumption	emissions acc. TA Luft	noise protection cabine dimension	weight dry	noise	%	%	%
	kW	kW	kW	CO mg/Nm ³	L x B x H (m)	kg	dB(A)/1m			
Asynchron (AS) - Netzparallelbetrieb asynchronous (AS) - in combination with the grid										
Saugmotoren mit 3-Wege-Katalysator (lambdagegalt)										
aspirating engine with three-way catalytic converter (lambda controlled)										
AS 065 GKT	65	100	155	300	3,20x0,90x1,05	2,050	70	34,07	53,19	87,77
AS 120 GKT	120	191	340	300	3,70x1,10x1,20	4,100	70	34,08	55,20	89,59
Synchron (SY) - Netzparallelbetrieb synchronous (SY) - in combination with the grid, also qualified for emergency supply according to VDE 0107/0108, DIN 6280 /										
Saugmotoren mit 3-Wege-Katalysator (lambdagegalt)										
aspirating engine with three-way catalytic converter (lambda controlled)										
SY 065 GKT	65	100	155	300	3,20x0,90x1,05	2,050	70	34,07	53,19	87,77
SY 133 GKT	133	207	379	300	3,70x1,10x1,20	4,200	70	35,09	54,02	89,71
SY 230 GKT	230	346	630	300	4,30x1,40x1,25	4,810	70	35,19	54,40	90,37
Magturbinomotoren mit Ladedüthler und Oxidationstatalysator (lambdagegalt)										
turbine burn engines with turbo-charger, intercooler and oxidation catalytic converter (lambda controlled)										
SY 100 GSM TLex	100	143	275	300	3,70x1,10x1,20	3,410	70	35,07	51,44	87,41
SY 200 GSM TLex	200	293	553	300	3,70x1,20x2,03	4,740	72	35,17	52,08	89,15
SY 342 GSM TLex	342	476	922	300	4,05x1,70x2,10	6,400	70	37,09	51,03	86,72
SY 500 GSM TLex	500	457	1340	300	3,70x1,40x2,20	5,700	90	40,13	39,00	79,21
SY 560 GSM TLex	560	556	1422	300	3,70x1,40x2,20	5,700	90	40,79	39,24	80,03
SY 774 GSM TLex	774	753	1852	300	4,00x1,40x2,20	6,070	101	41,13	40,01	81,14
SY 1106 GSM TLex	1106	1164	2715	300	5,00x1,60x2,20	9,700	103	42,07	42,93	85,00
SY 1284 GSM TLex	1284	1354	3000	300	5,30x1,60x2,20	13,400	105	43,21	43,21	86,42
SY 1999 GSM TLex	1999	2034	4740	300	7,30x1,60x2,60	17,300	107	42,17	42,91	85,08

Messungen ohne Schallschutzkabine: Abmessungen sind reine Maschinenabmessungen und der Schallschalbel betrifft das ungedämmte Motorengehäuse.
Unit without noise protection cabine.

Measures without noise protection cabine: Dimensions are pure machine dimensions and the sound power level refers to the undamped engine.
Unit without noise protection cabine.

Measures without noise protection cabine: Dimensions are pure machine dimensions and the sound power level refers to the undamped engine.
Unit without noise protection cabine.

Measures without noise protection cabine: Dimensions are pure machine dimensions and the sound power level refers to the undamped engine.
Unit without noise protection cabine.

Firma	Typ	Motor	P_d [kW]	P_n [kW]	P_{max} [kW]	η_d [%]	η_n [%]	η_{max} [%]	Mittlerer off. Druck [bar]	Schadstoffminderung [Bar]	NO _x [mg/Nm ³]	CO [mg/Nm ³]	Schall ¹ in 1 m [dB(A)]	L [mm]	B [mm]	H [mm]	Gewicht [kg]
Grease Energie und Regaltechnik	Generator GB 4-8 (Gas)	Kubota DG 750-E	4	3	15,1	28%	53%	79%	2,0	3-Wege-Kat	320	510	58	1150	460	880	320
Senertec	Docht HKA G5_low Plus	Senertec	5	12,3	21,8	23%	56%	79%	1. A.	Old Kat	500	300	55	1078	720	1300	530
Senertec	Docht HKA G 5.5	Senertec	5,5	12,5	23,5	27%	61%	82%	5,0	Old-Kat	350	22	55	1070	720	1300	520
Grease Energie und Regaltechnik	Generator GB 6-12 (Gas)	Kubota DG 750-E	5,5	12	22,2	25%	54%	78%	2,0	3-Wege-Kat	330	540	58	1150	460	880	320
Grease Energie und Regaltechnik	Generator GB 7,5-15 (Gas)	Kubota DF 1005	7,5	16	23,6	29%	59%	82%	2,0	3-Wege-Kat	320	550	58	1150	460	880	325
Olilo Energiesysteme GmbH	DES B Gas	Ford VSC 418	8	16	30	27%	53%	80%	1. A.	3-Wege-Kat	250	250	65	1.650	850	1.125	850
KraftWerk Kraft-Wärme Koppelung GmbH	Metallbo G15	Ford DDC 420, 1998 cm ³	14	29,67	44,44	32%	66%	98%	1. A.	Old-Kat	500	150	55	1.450	1.020	1.620	750
Grease Energie und Regaltechnik	Generator GB 15-30 (Gas)	Ford DDC 420	15	31	58	26%	50%	79%	2,0	3-Wege-Kat	310	540	58	1100	880	1300	400
Olilo Energiesysteme GmbH	DES 17 Gas	Ford LRG 425	17	35	58	28%	60%	90%	1. A.	3-Wege-Kat	280	400	65	1800	900	1.650	970
Energie Technik Kuntzsch + Schöler GmbH	GTK 8	45 INECO 9101	16	38	65	28%	59%	86%	78	3-Wege-Kat	250	300	70	2100	900	1.400	950
KraftWerk Kraft-Wärme Koppelung GmbH	Machato G18	Ford DDC 420	16	39,07	58,06	31%	67%	93%	1. A.	3-Wege-Kat	200	250	55	1.450	1.020	1.620	750
Stirling Energie Systeme	PowerTherm 20Gas	1. A.	20	38	66	30%	58%	88%	5,5	Magertrieb	250	100	52	1.500	740	1.400	690
Hotter Bioheizkraftwerke	preM22	VW/St 1,4-4R	22	45,5	71,5	28%	59%	87%	1. A.	3-Wege-Kat	250	300	65	1800	900	1.000	550
SEF Energietechnik GmbH	GS/OMA	VW 1,7-Injector	25	50	87	29%	59%	86%	8,5	Old Kat	350	100	62	1.500	900	1.500	980
KraftWerk Kraft-Wärme Koppelung GmbH	Metallbo G26	Parcels 1004 St 3190 cm ³	26	54,89	82,54	31%	57%	98%	1. A.	Old-Kat	580	150	65	1800	1.200	1.970	1.200
E-rapid Power Systems	C30 (Microgenerator)	1. A.	28	65	112	25%	58%	83%	1. A.	nach erfordern	1. A.	L. A.	65	1.516	762	1.943	510
Grease Energie und Regaltechnik	Generator GB 30-60 (Gas)	Ford ESC 642	30	60	102,6	29%	58%	86%	2,0	3-Wege-Kat	240	260	58	3.000	1.180	1.820	1. A.
Energie Technik Kuntzsch + Schöler GmbH	GTK 003 M	MAN 0824 E	32	60	112	29%	54%	82%	6,5	Old-Kat	230	300	70	2.200	1.000	1.900	1.500
Köhler und Ziegler	SY 033 G6H	MAN GE 0824	32	58	100	30%	58%	91%	6,5	Old-Kat	250	325	68	2.965	940	1.650	1.390
Köhler und Ziegler	AS 033 G5M	MAN GE 0824	32	58	100	33%	58%	91%	6,5	Magertrieb	250	325	68	2.965	940	1.650	1.390
KraftWerk Kraft-Wärme Koppelung GmbH	Machato G34	Perkins 1004 St 3190 cm ³	34	74,03	109,66	31%	67%	98%	1. A.	3-Wege-Kat	700	250	65	1800	1.200	1.970	1.200
Wilhelm Schmitt GmbH + Schöler GmbH	E.P. G34/0824	MAN 0824	34	58	104	33%	56%	89%	8,2	Magertrieb	650	500	67	2.000	900	1.900	1.200
Energie Technik Kuntzsch + Schöler GmbH	GTK 40	MAN E 0824 E	40	67	124	32%	54%	86%	8,2	3-Wege-Kat	260	300	70	2.200	1.000	1.900	1.500
Olilo Energiesysteme GmbH	DES 40 Gas	MAN EG824	40	72	126	32%	57%	89%	1. A.	3-Wege-Kat	250	325	70	2.098	1.000	1.750	1.350
Wilhelm Schmitt GmbH	E.P. G 40/0824 DE	MAN 0824	42	75	129	33%	59%	91%	8,2	3-Wege-Kat	250	325	68	2.900	900	1.900	1.200
Grease Energie und Regaltechnik	Generator GB 43-71 (Gas)	MAN E 0824	43	72	130,7	33%	55%	88%	2,0	3-Wege-Kat	230	270	58	3.000	1.180	1.820	1.700
Hotter Bioheizkraftwerke	Centra45 Eragol	MAN	44	65	129	34%	50%	84%	1. A.	3-Wege-Kat	250	300	70	2.700	1.300	2.200	2.600
CGW/Ink-metal GmbH	Z73-02	Ford	50	97	161	31%	60%	91%	6,4	3-Wege-Kat	250	300	62	2.300	1.100	1.550	1.950
Energie Technik Kuntzsch + Schöler GmbH	GTK 50	MAN 0834 E	50	80	149	34%	54%	87%	9,4	3-Wege-Kat	250	300	70	2.200	1.000	1.900	2.100
Göhler und Ziegler	AS 70 G4T	MAN GE 10E34	50	94	148	34%	57%	91%	1. A.	3-Wege-Kat	250	350	68	2.970	960	1.650	1.450

Firma	Typ	Motor	P_d [kW]	P_{max} [kW]	η_d [%]	η_k [%]	η_{typ} [%]	Μέγιστος επί. Διάφ. [bar]	Σχιστίδιο- μείωση [.]	NO _x [mg/Nm ³]	CO [mg/Nm ³]	Σχιστίδιο in 1 m [dB(A)]	L [mm]	B [mm]	H [mm]	Γεωμ. [kg]
BBT Thermotechnik GmbH; Buderus Deutschland	Loganova E 0834 DN-50	MAN E 0834	50	81	34%	56%	90%	9,6	3-Wege-Kat	250	300	65	2.840	900	1.800	2.000
E-quad Power Systems	C50 (Microgenerator)	k. A.	50	10	28%	61%	88%	k. A.	nicht erforderlich	k. A.	k. A.	70	1.956	762	2.390	1.000
Energieerzeuger Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 050 M	MAN 0826 E	50	93	31%	57%	86%	6,5	04-Kat	250	300	70	2.800	1.000	1.900	2.100
Wilhelm Schmitt GmbH	E.P. G50/0834DE	MAN 0834	50	65	31%	52%	83%	9,6	3-Wege-Kat	250	650	68	2.600	900	1.900	2.120
Oklo Energiesysteme GmbH	OKS 50 Gas	Fox WSC 1058	50	102	29%	59%	89%	k. A.	3-Wege-Kat	250	250	70	2.200	1.000	1.750	1.900
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 50 S	MAN E 0226 DE	50	62	34%	56%	90%	6,5	3-Wege-Kat	100	150	62	2.200	900	1.800	1.840
COMUNA - metal GmbH	2725	Ferd	52	97	32%	60%	91%	6,4	3-Wege-Kat	250	300	62	2.300	1.100	1.550	1.900
FINAG GmbH	BSN 055	CAT 3204 NA	55	105	29%	55%	84%	6,9	3-Wege-Kat	250	300	75	2.000	900	2.000	2.200
E-quad Power Systems	C60 (Microgenerator)	k. A.	60	120	28%	56%	84%	k. A.	nicht erforderlich	k. A.	k. A.	70	1.956	762	2.390	2.390
Oklo Energiesysteme GmbH	DIES 60 Gas	MAN 0826 E302	60	110	32%	59%	91%	8,4	3-Wege-Kat	250	250	65	2.400	1.200	1.800	2.200
Wilhelm Schmitt GmbH	E.P. G65/0826	MAN 0824 DE	65	110	32%	53%	85%	8,4	3-Wege-Kat	250	325	68	2.400	900	1.900	2.310
Kühler und Ziegler	AS 065 GKT	MAN GE 0836	65	100	35%	53%	88%	8,2	3-Wege-Kat	250	300	68	3.250	960	1.700	2.400
Höfler Blockheizkraftwerke Energieerzeuger Kuntzsch + Schüller GmbH	Centos5 Erdgas GTK 65	MAN	65	106	33%	54%	87%	k. A.	3-Wege-Kat	250	300	70	2.700	1.300	2.200	2.900
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 70 S	MAN E 0626 E	65	110	33%	56%	88%	8,2	3-Wege-Kat	250	300	70	2.800	1.000	1.900	2.500
BBT Thermotechnik GmbH; Buderus Deutschland	Loganova E 0826 DN-70	MAN E 0836 E	70	114	34%	56%	90%	8,7	3-Wege-Kat	100	150	62	2.400	900	1.800	1.920
FINAG GmbH	BSN 085	MAN E0836 DIN 70	70	115	34%	56%	91%	k. A.	3-Wege-Kat	250	300	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Höfler Blockheizkraftwerke	Centos100 Erdgas	CAT 3306 NA	85	150	31%	55%	87%	10,1	3-Wege-Kat	250	300	75	2.600	1.000	2.000	3.000
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 104 S	MAN E 0836 LE 202	104	156	36%	54%	90%	12,8	04-Kat	500	500	70	2.600	900	2.000	2.360
Energieerzeuger Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 100 M	MAN E 0836 LE202/80	104	151	36%	52%	88%	12,8	04-Kat	250	300	70	3.000	1.100	1.900	3.200
Pro2 Anlagentechnik GmbH	NIM 100	T100	105	167	30%	48%	78%	k. A.	Ohne	75	100	75	2.920	870	1.900	2.150
COMUNA - metal GmbH	3450	MTU	112	196	34%	59%	93%	7,7	3-Wege-Kat	250	300	65	2.750	1.170	1.350	3.100
WDE Dezentrale Energiesysteme GmbH	ME 3066 D1	MAN E3066 D1	119	198	k. A.	k. A.	k. A.	8,1	3-Wege-Kat	250	300	75	3.650	960	1.875	3.500
Oklo Energiesysteme GmbH	DIES 120 Gas	MAN 2876 E 302	120	204	34%	57%	91%	k. A.	3-Wege-Kat	250	300	75	3.400	1.400	1.850	3.450
BBT Thermotechnik GmbH; Buderus Deutschland	Loganova E 1306 DN-100	MAN E 1306	120	200	34%	57%	91%	8,1	3-Wege-Kat	250	300	74	3.440	900	1.800	3.500
Kühler und Ziegler	AS 122 GKT	MAN GE 2876	120	191	35%	55%	90%	8,6	3-Wege-Kat	250	300	70	3.700	1.160	1.900	4.600
Energieerzeuger Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 120	MAN E 2876 E	123	192	35%	54%	89%	8,1	3-Wege-Kat	250	300	70	3.200	1.250	2.150	3.600
FINAG GmbH	BSN 125	CAT 3306 TA	125	223	32%	56%	88%	10,1	3-Wege-Kat	250	500	75	2.600	1.200	2.000	3.200
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 130 S	MAN E 2876 E 302	130	204	35%	55%	89%	8,6	3-Wege-Kat	100	150	66	2.600	900	2.000	2.570
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 140	MAN E 2876 TE 302	140	221	35%	55%	90%	9,4	04-Kat	500	500	68	3.200	1.300	2.000	2.830

Firma	Typ	Motor	P _d [kW]	P _e [kW]	P _{fluevent} [kW]	η _{el} [%]	η _{th} [%]	η _{gas} [%]	Μittlerer eff. Druck [bar]	Schadstoffminderung [-]	NO _x [mg/Nm ³]	CO [mg/Nm ³]	Schall ^l in 1 m [dB(A)]	L [mm]	B [mm]	H [mm]	Gewicht [kg]
Energietechnik Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 140 M	MAN E 2876 LE 302	143	220	610	39%	54%	89%	9,4	Oxi-Kat	250	300	70	3.200	1.250	2.150	3.400
Höfler Blockheizkraftwerke	Carnio150 (Endgas)	TECOW/UAZ	150	226	430	39%	53%	87%	k. A.	3-Wege-Kat	300	250	70	3.800	1.500	2.400	4.900
MAE Dezentrale Energiesysteme GmbH	ME 3066 L1	MAN E 3066 L1	182	279	k. A.	k. A.	k. A.	12,3	12,3	Oxi-Kat	500	300	70	3.520	1.800	2.060	4.200
Höfler Blockheizkraftwerke	190CAT	Caterpillar 1616K	195	303	576	34%	53%	86%	k. A.	Oxi-Kat	250	325	77	3.800	1.800	3.400	6.700
FIAMG GmbH	BSN 197	CAT 3406 TA	197	270	562	39%	48%	83%	9,2	3-Wege-Kat	250	300	75	4.000	1.900	2.000	4.500
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 198 S	MAN E 2876 LE 302	198	299	553	36%	54%	90%	12,1	Oxi-Kat	500	300	69	3.200	1.300	2.000	3.990
Energietechnik Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 200 M	MAN E 2876 LE 302	200	290	560	36%	57%	88%	12,1	Oxi-Kat	250	300	70	3.200	1.250	2.150	3.600
Proz Anlagenbau GmbH	NM 842 N1	MAN E 2842 E 302	212	320	615	34%	52%	87%	8,1	3-Wege-Kat	250	300	75	4.000	1.700	2.100	2.300
Köhler und Ziegler	SY 225 GKT	MAN 2842	225	355	638	35%	56%	91%	8,6	3-Wege-Kat	250	300	70	4.650	1.520	2.010	4.870
Energietechnik Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 230	MAN E 2842 E 312	228	350	640	36%	55%	90%	8,8	3-Wege-Kat	250	300	70	3.500	1.500	2.150	4.600
MAE Dezentrale Energiesysteme GmbH	ME 3042 D1	MAN E 3042 D1	232	369	k. A.	k. A.	k. A.	8,5	8,5	3-Wege-Kat	250	300	68	3.550	1.810	2.220	4.500
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 237	MAN E 2842 E 312	237	372	669	35%	56%	91%	9,1	Oxi-Kat	500	300	69	3.500	1.300	2.300	4.360
BBT Thermochemie GmbH; Buerger Deutschland	Legonova E 2842 (DR-200)	MAN E 2842	238	363	667	35%	54%	90%	9,4	3-Wege-Kat	250	300	86	3.450	1.600	2.000	5.800
Höfler Blockheizkraftwerke	260CAT	Caterpillar 1818V	255	419	775	33%	54%	87%	k. A.	Oxi-Kat	250	300	74	3.800	1.800	3.400	7.500
FIAMG GmbH	BSN 265	CAT 3408 TA	265	361	753	35%	49%	83%	12,4	3-Wege-Kat	250	325	75	4.000	1.900	2.000	4.600
Energietechnik Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 300 M	MAN E 2842 LE 302	300	488	880	34%	55%	90%	11,7	Oxi-Kat	250	300	70	3.500	1.500	2.150	5.700
Köhler und Ziegler	SY 315 GSAITLax	MAN GE 2842	315	488	895	35%	55%	90%	k. A.	Oxi-Kat	500	300	74	4.650	1.520	2.010	5.350
Deutz AG	TBG 616 V8 K	Deutz TBG 616 V8 K	337	441	914	37%	48%	85%	9,0	Oxi-Kat	500	300	k. A.	3.100	1.300	2.100	3.990
Köhler und Ziegler	SY 342 GSAITLax	MAN LE 312	342	476	922	37%	52%	89%	k. A.	Oxi-Kat	500	300	74	4.650	1.700	2.100	6.700
SOKRATHERM GmbH & Co. KG	GG 383 S	MAN E 2842 LE 312	344	496	934	37%	53%	90%	12,1	Oxi-Kat	500	300	77	3.500	1.600	2.300	5.480
Energietechnik Kuntzsch + Schüller GmbH	GTK 340 M	MAN E 2842 LE 312	344	481	970	35%	50%	85%	12,1	Oxi-Kat	250	300	70	3.500	1.500	2.150	5.900
MAE Dezentrale Energiesysteme GmbH	ME 3042 L1	MAN E 3042 L1	357	529	k. A.	k. A.	k. A.	12,1	12,1	Oxi-Kat	500	300	68	2.700	1.810	2.270	4.700
MAE Dezentrale Energiesysteme GmbH	ME 3042 Z 1	MAN E 3042 Z 1	386	541	k. A.	k. A.	k. A.	14,1	14,1	Oxi-Kat	500	300	68	3.200	1.810	2.270	4.700
Höfler Blockheizkraftwerke	400CAT	Caterpillar 2712V	395	561	1362	29%	41%	70%	k. A.	Oxi-Kat	250	300	76	4.000	2.000	3.400	11.000
Proz Anlagenbau GmbH	SY 415 GSAITLax	Perkins 4008 TEI 90-HC	415	594	1157	34%	51%	87%	11,3	Oxi-Kat	500	300	76	4.800	2.100	2.150	9.500
Deutz AG	NM 616K12	TBG 616 V12K	483	641	1332	36%	48%	84%	15,2	Oxi-Kat	250	300	75	3.594	1.780	1.999	4.890
Höfler Blockheizkraftwerke	500CAT	Caterpillar 3717V	519	653	1502	38%	48%	84%	k. A.	Oxi-Kat	500	300	k. A.	4.000	1.400	2.100	5.650
Proz Anlagenbau GmbH	NM 616 F12	TCG 2016 V12	551	561	1399	39%	40%	80%	17,3	Oxi-Kat	250	300	k. A.	3.594	1.280	1.999	5.700
Deutz AG	TCG 2016 V12	Deutz TCG 2016 V12	580	556	1422	41%	39%	80%	18,3	Oxi-Kat	500	300	k. A.	3.520	1.450	2.200	5.700
Proz Anlagenbau GmbH	NM 616K 16	TBG 616 V16K	610	617	1688	36%	48%	85%	14,4	Oxi-Kat	250	300	75	4.053	1.280	2.079	6.300
Köhler und Ziegler	SY 611 GSAITLax	Perkins 6012 TEI 140-HC	611	881	1700	36%	52%	88%	11,0	Oxi-Kat	500	300	81	5.200	2.500	2.500	13.500

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΨΥΚΤΩΝ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΥΑΖΑΚΙ

Προσομοίωση Λειτουργίας SC - 20

Προδιαγραφές Ψυκτών Απορρόφησης με Πηγή το Ζεστό Νερό

Model	WFC	SC10	SH10	SC20	SH20	SC30	SH30
Ψύξη	Ισχύς (kW)	35		70		105	
	Θερμοκρασία νερού ψύξης (°C)		7.0 θερμ. εξόδου, 12.5 θερμ. εισόδου				
Θέρμανση	Ισχύς (kW)	--	48.6	--	97.2	--	146.2
	Θερμοκρασία νερού θέρμανσης (°C)		55.0 θερμ. εξόδου, 47.4 θερμ. εισόδου				
Νερό Ψύξης Θέρμανσης	Παροχή νερού (l/s)	1.53		3.06		4.58	
	Πτώση πίεσης στον εξοπλιστή (kPa)	56.1		65.8		70.1	
	Όγκος νερού (l)	17		46		72	
	Απόρριψη Θερμότητας (kW)	85.5		171		256	
	Θερμοκρασία (°C)		35.0 θερμ. εξόδου, 31.0 θερμ. εισόδου				
Νερό Πύργου Ψύξης	Παροχή νερού (l/s)	5.1		10.2		15.3	
	Πτώση πίεσης στο συμπυκνωτή & απορροφητή (kPa)	85.3		45.3		46.4	
	Όγκος νερού (l)	66		124		171	
	Ισχύς (kW)	50.2		100.4		150.6	
	Θερμοκρασία (°C)		83.0 θερμ. εξόδου, 88.0 θερμ. εισόδου				
Ζεστό Νερό Εισόδου	Παροχή νερού (l/s)	2.4		4.8		7.2	
	Πτώση πίεσης στη γεννήτρια (kPa)	90.4		46.4		60.4	
	Όγκος νερού (l)	20.8		53.1		83.7	
	Παροχή ηλεκτρισμού Κατανάλωση (W)	210		260		310	
ΉΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ			On - Off				
Επίπεδα Θορύβου	Θόρυβος dB(A)	46		49		52	
	Νερό ψύξης/θέρμανσης (mm)	40		50		50	
Διαστάσεις Σωλήνων Σύνδεσης	Νερό Πύργου ψύξης (mm)	50		50		65	
	Ζεστό νερό εισόδου (mm)	40		50		65	
	Μήκος (mm)	970		1300		1545	
Διαστάσεις	Πλάτος (mm)	760		1060		1380	
	Ύψος (μαζί με τη βάση) (mm)	1920		2030		2065	
	Εκτός λειτουργίας (kg)	500		930		1450	
Βάρος	Σε λειτουργία (kg)	604		1156		1801	

* Ελάχιστη παροχή

Πηγή : YAZAKI

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ SC-20

I. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ) SC-20

- **Θερμό Νερό**

$$\text{Παροχή } 76.1 \text{ GPM} = 76.1 \times 0.227 = \boxed{17.2 \text{ m}^3 / \text{hr}}$$

$$\text{Θερμοκρασία εισόδου} = 190.4 \text{ }^\circ\text{F} = 88 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Θερμική Ισχύς} &= 342000 \text{ Btu / hr} = 342000 / 3412 = \boxed{100.2 \text{ kW}} \\ &= 100.2 \times 860 = 86.172 \text{ kcal / hr} \end{aligned}$$

$$\Delta T = \frac{Q_g}{m_c} = \frac{86.172}{17.2 \text{ m}^3 / \text{hr} \cdot 1000 \text{ kcal / m}^3 \cdot \text{ }^\circ\text{C}} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Θερμοκρασία εξόδου} = 88 - 5 = \boxed{83 \text{ }^\circ\text{C}}$$

- **Ψυχρό Νερό**

$$\text{Παροχή } 48.4 \text{ GPM} = 48.4 \times 0.227 = \boxed{11 \text{ m}^3 / \text{hr}}$$

$$\text{Θερμοκρασία εισόδου} = 54.5 \text{ }^\circ\text{F} = \boxed{12.5 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\text{Θερμοκρασία εξόδου} = 44.6 \text{ }^\circ\text{F} = \boxed{7.0 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\begin{aligned} \text{Ψυκτική Ισχύς} &= m \cdot C \cdot \Delta T = 11 \text{ m}^3 / \text{hr} \cdot 1000 \text{ kcal / hr} \cdot 5.5 \text{ }^\circ\text{C} = \\ &= 60500 \text{ kcal / hr} = 60500 / 860 = \boxed{70.3 \text{ kW}} \end{aligned}$$

- $\text{COP} = \frac{70.3 \text{ kW}}{100.2 \text{ kW}} = \boxed{0.7}$

- **Νερό Ψύξης**

$$\text{Παροχή } 161.7 \text{ GPM} = 161.7 \times 0.227 = \boxed{36.7 \text{ m}^3 / \text{hr}}$$

$$\text{Θερμοκρασία εισόδου} = 87.8190.4 \text{ }^\circ\text{F} = \boxed{31 \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$\begin{aligned} \text{Θερμική Ισχύς Συμπυκνωτή} &= 100.2 \text{ kW} + 70.3 \text{ kW} = \boxed{170.5 \text{ kW}} \quad * \\ &= 170.5 \times 860 = 146.630 \text{ kcal / hr} \end{aligned}$$

$$\Delta T = \frac{Q_g}{m_c} = \frac{146.630 \text{ kcal / hr}}{36.7 \text{ m}^3 / \text{hr} \cdot 1000 \text{ kcal / m}^3 \cdot \text{ }^\circ\text{C}} = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Θερμοκρασία εξόδου} = 31 + 4 = \boxed{35 \text{ }^\circ\text{C}}$$

(*) Ισχύει $Q_g + Q_e = Q_c$ όπου

Q_g : Θερμική Ισχύς στον εξατμιστήρα (θερμό νερό)

Q_e : Ψυκτική Ισχύς (ψυχρό νερό)

Q_c : Θερμική Ισχύς στον συμπυκνωτή (νερό ψύξης)

II . ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ SC-20 ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ 7.5 m³ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ 85 °C ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ ΨΥΞΗΣ 30 °C

- **Ψυκτική Ισχύς (ψυχρό νερό)**

$$Q_e = \text{SLG. CAP. FACTOR} \times \text{HEAT. MED. FLOW FACTOR} \times$$

$$\times \text{STANDARD COOLING CAPACITY}$$

(i) SLG. CAP. FACTOR

Για Heat Medium inlet temperature = 85 °C = 185 °F και θερμοκρασία νερού ψύξης 30 °C = 86 °F , προκύπτει από τη γραφική ότι Cooling Capacity Factor = 1.0

(ii) HEAT. MED. FLOW FACTOR

$$\text{Heat Medium Flow \%} = \frac{7.5 \text{ m}^3 / \text{hr}}{17.2 \text{ m}^3 / \text{hr}} \cdot 100 = 43 \%$$

Από τη γραφική προκύπτει ότι Heat Medium Flow = 0.82

$$\text{Από (i) , (ii) } \rightarrow Q_c = 1.0 \times 0.82 \times 70.3 \text{ kW} = \boxed{57.6 \text{ kW}}$$

- **Θερμική Ισχύς (ψυχρό νερό)**

$$Q_g = \text{HEAT INPUT FACTOR} \times \text{HEAT. MED. FLOW FACTOR} \times$$

$$\times \text{STANDARD HEATING CAPACITY}$$

(ii) HEAT INPUT FACTOR

Για Heat Medium inlet temperature = 85 °C = 185 °F και θερμοκρασία νερού ψύξης 30 °C = 86 °F , προκύπτει από τη γραφική ότι Heat Input Factor = 1.08

(ii) HEAT. MED. FLOW FACTOR

$$\text{Είναι όπως και παραπάνω Heat Medium Flow \%} = \frac{7.5 \text{ m}^3 / \text{hr}}{17.2 \text{ m}^3 / \text{hr}} \cdot 100 = 43 \%$$

Από τη γραφική προκύπτει ότι Heat Medium Flow = 0.82

$$\text{Από (i) , (ii) } \rightarrow Q_g = 1.08 \times 0.82 \times 100.2 \text{ kW} = \boxed{89 \text{ kW}}$$

- $COP = \frac{57.6kW}{89kW} = \boxed{0.65}$

- $\Delta T \text{ θερμού νερού} = 89 \times 860 / 1000 \times 75 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$

Θερμοκρασία εξόδου θερμού νερού = $85 - 10 = 75 \text{ } ^\circ\text{C}$

Για μονάδα ΣΗΘ 86 kW_{th} , η ψυκτική ισχύς του Ψύκτη Απορρόφησης θα είναι

$86 \times 0.65 = \boxed{56 \text{ kW}}$

- Απαιτήσεις Νερού Ψύξης

$$Q_c = Q_g + Q_e \rightarrow 89 + 57.6 = 146.6 \text{ kW}$$

Για μονάδα ΣΗΘ 86 kW_{th} η ισχύς του συμπυκνωτή και επομένως του πύργου ψύξης θα είναι για εισόδο / έξοδο $30 / 34 \text{ } ^\circ\text{C}$:

$$m = \frac{Q_c}{C \cdot \Delta T} = \frac{146.6 \cdot 860}{1000 \cdot 4} \left(\frac{\text{kcal/hr}}{\text{kcal/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}} \right) = \boxed{30.5 \text{ m}^3 / \text{hr}}$$

III . ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο Ψύκτης Απορρόφησης SC – 20 με τα ονομαστικά στοιχεία που παρουσιάζονται στο τμήμα (I) , δηλαδή με τα βασικά στοιχεία :

Παροχή Θερμού Νερού	17.2 m³/ hr
Θερμοκρασία Εξόδου / Εισόδου Θερμού Νερού	88 / 93 °C
Ψυκτική Ισχύς	70.3 kW

Θα λειτουργήσει στις παρακάτω συνθήκες :

Παροχή Θερμού Νερού	7.5 m³/ hr
Θερμοκρασία Εξόδου / Εισόδου Θερμού Νερού	85 / 75 °C
Ψυκτική Ισχύς	57.6 kW

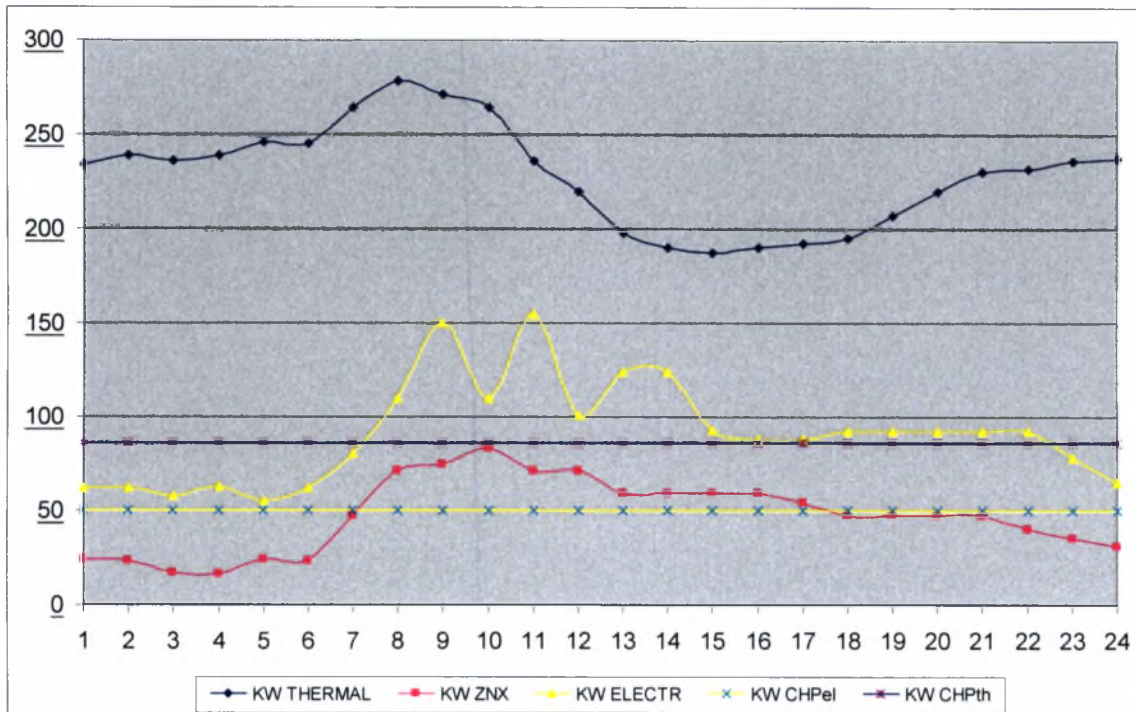
Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται αναλυτικότερα στην ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4 του κύριου κορμού της εργασίας (Προδιαγραφές Ψύκτη Απορρόφησης και Πύργου Ψύξης)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΦΟΡΤΙΩΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ/ΣΗΘ

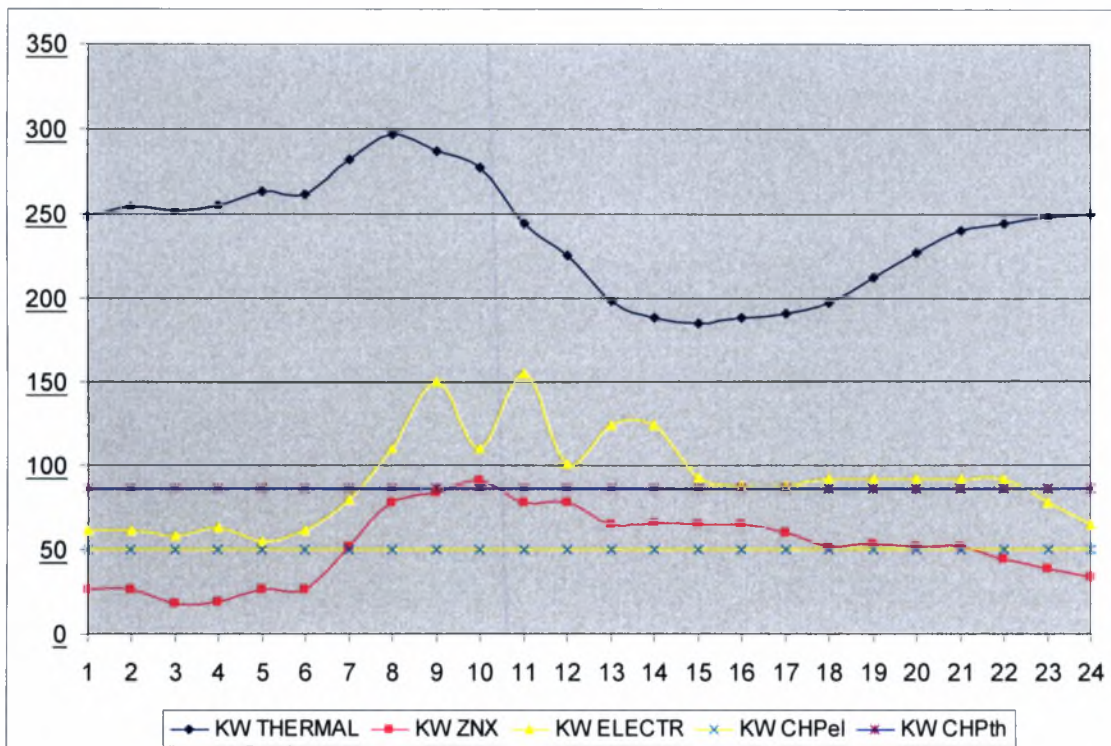
Διακύμανση της απαιτούμενης ισχύος από το Ξενοδοχείο ανά 24ωρο για κάθε μήνα του έτους. Σε κάθε γραφική, απεικονίζεται η προσδιδόμενη ισχύς από την ΣΗΘ .

4.A ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ ΜΕΓΕΘΟΥΣ 50 kW_e :

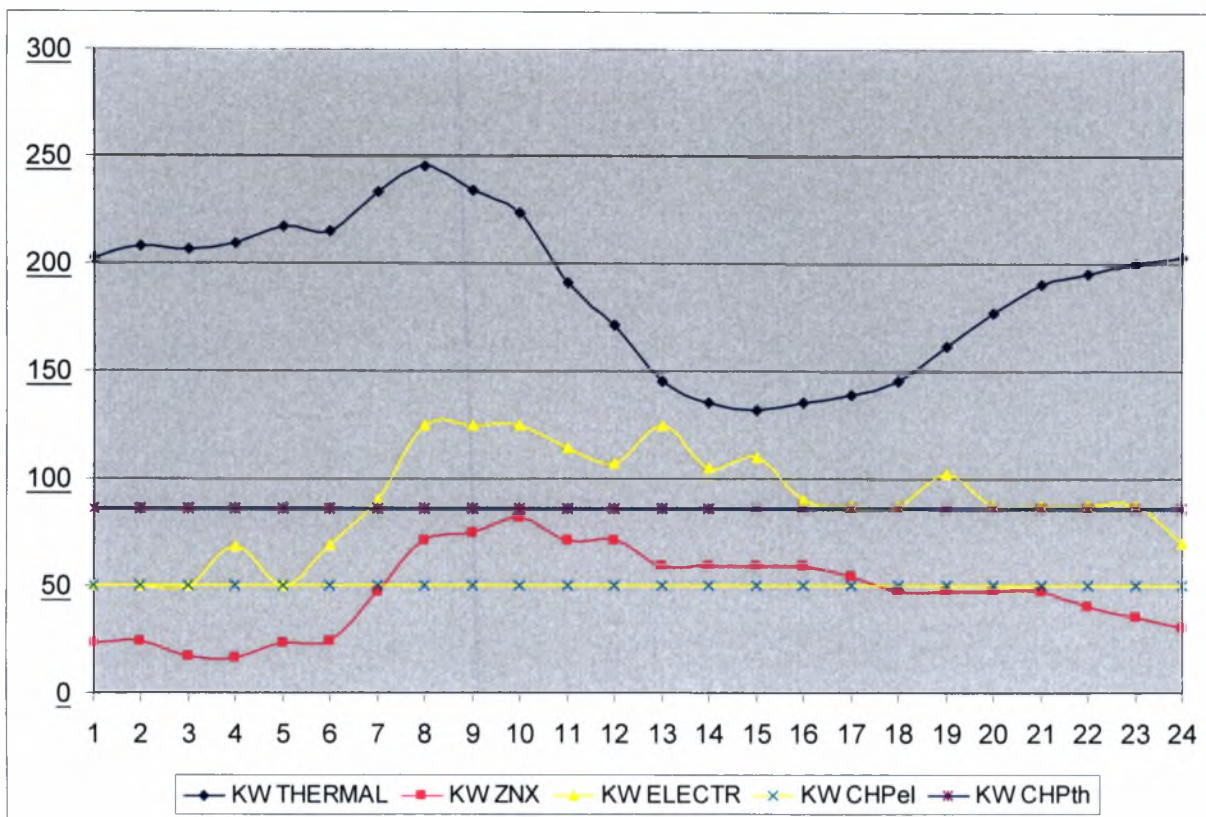
Ιανουάριος



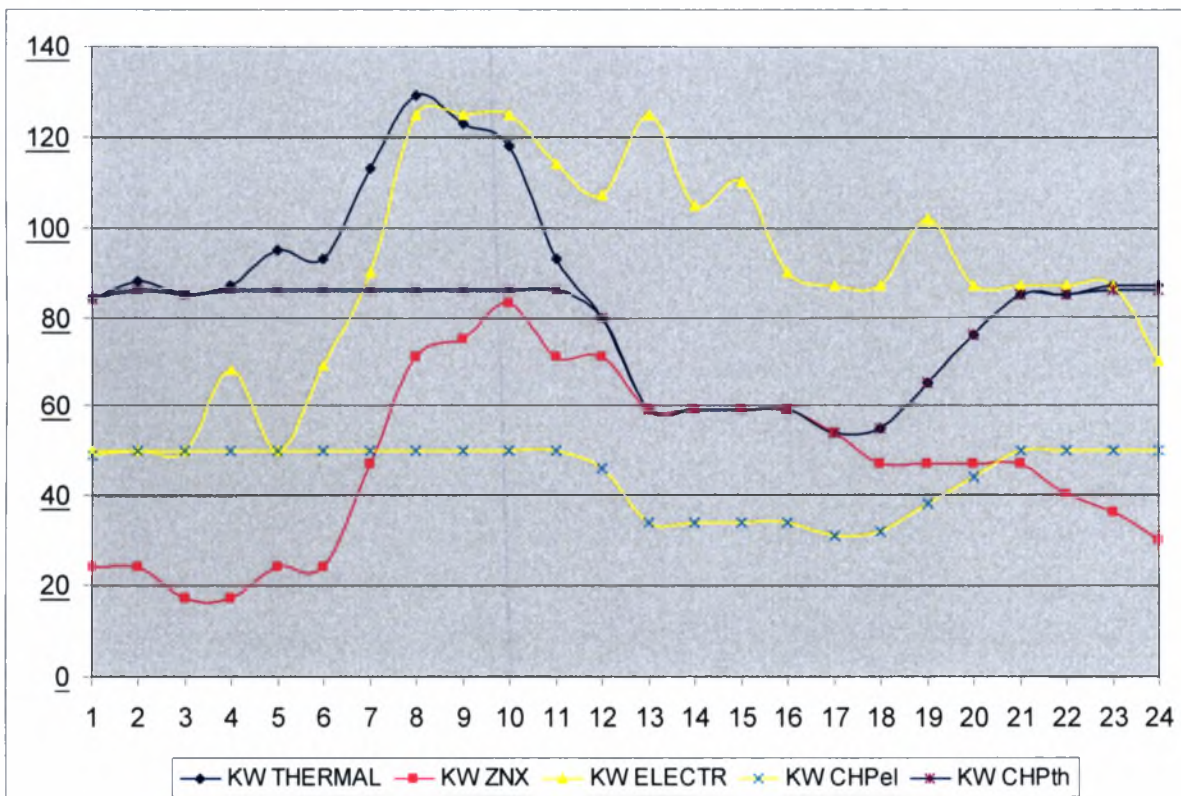
Φεβρουάριος



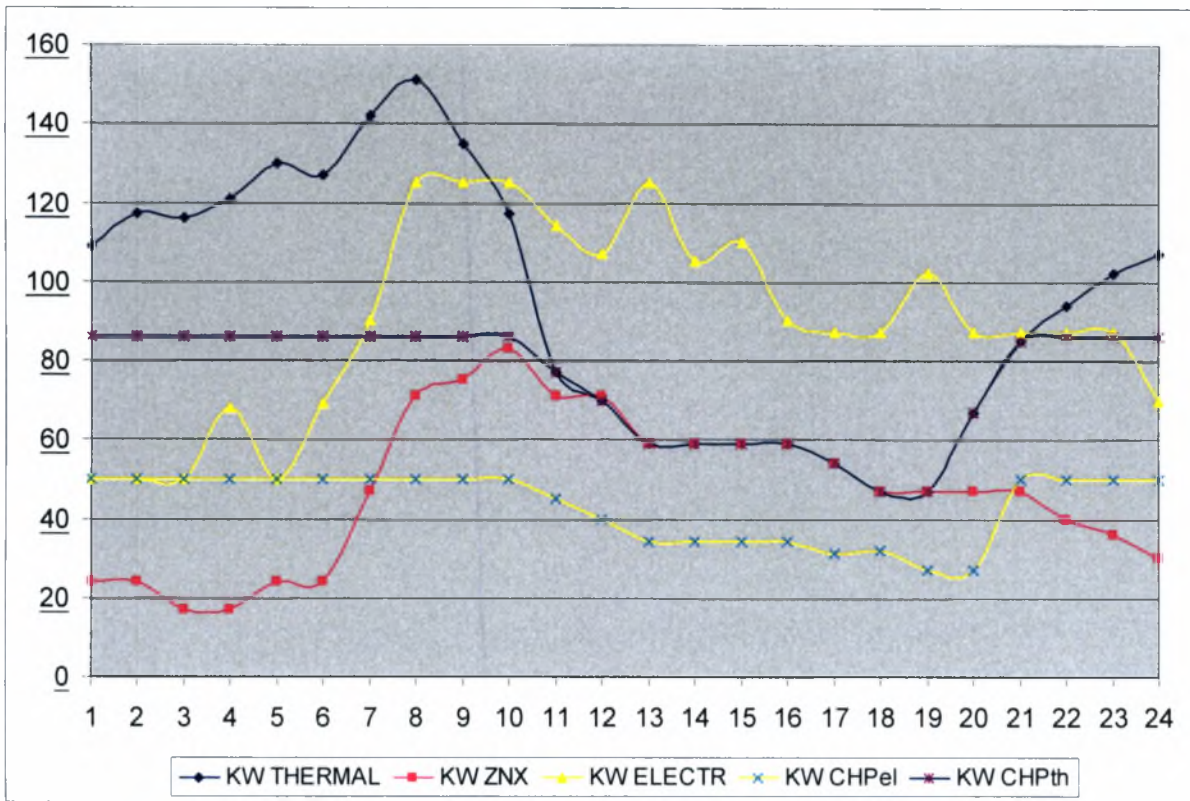
Μάρτιος



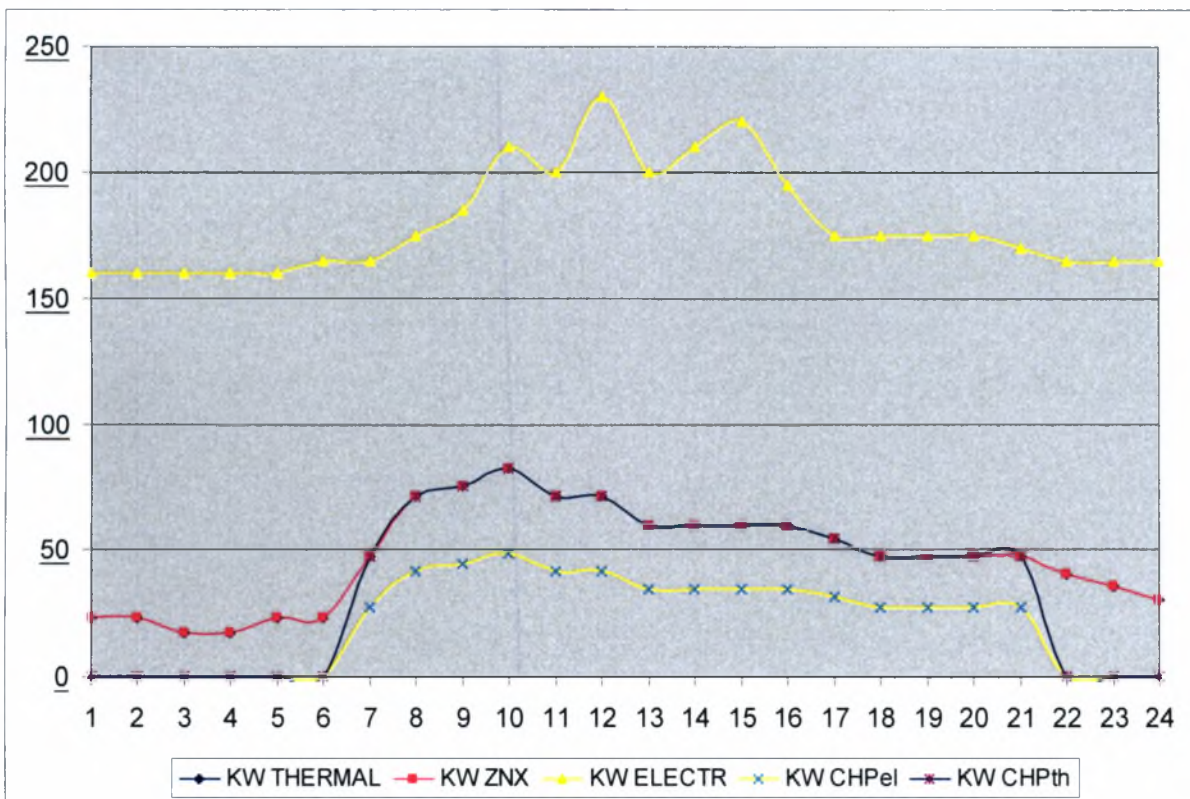
Απρίλιος



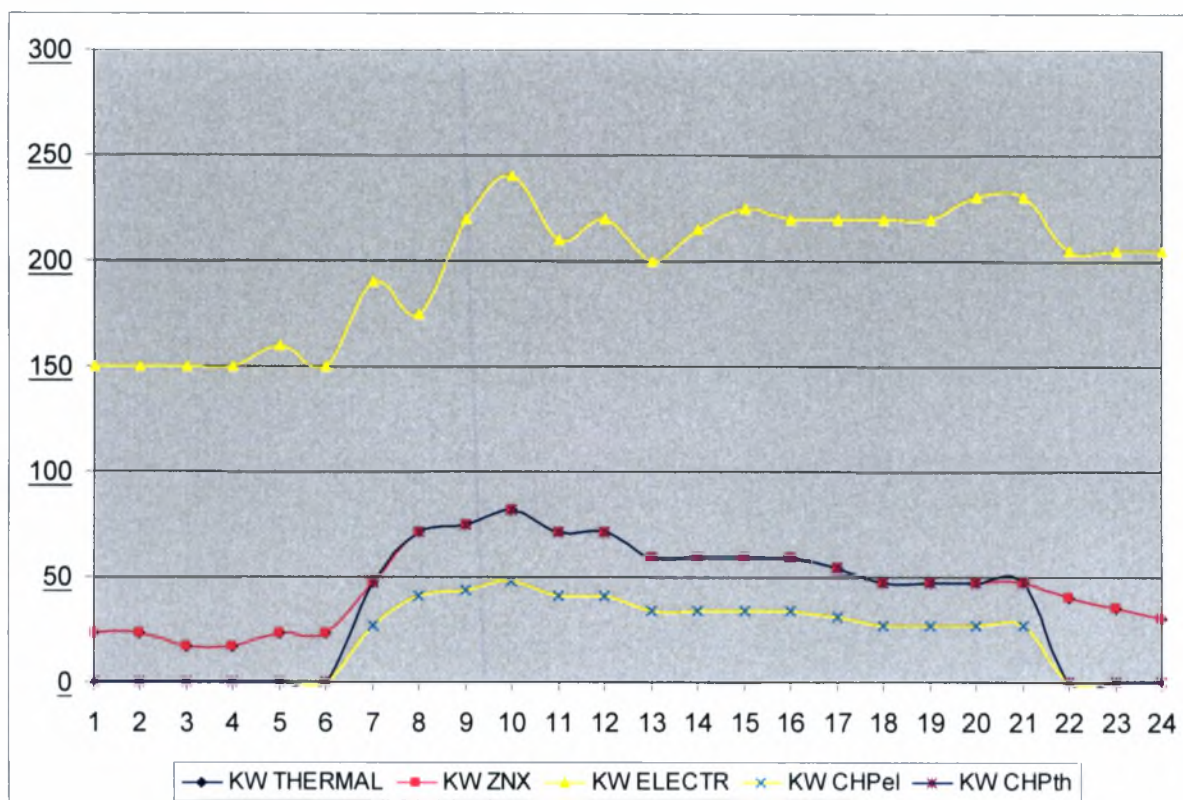
Μάιος



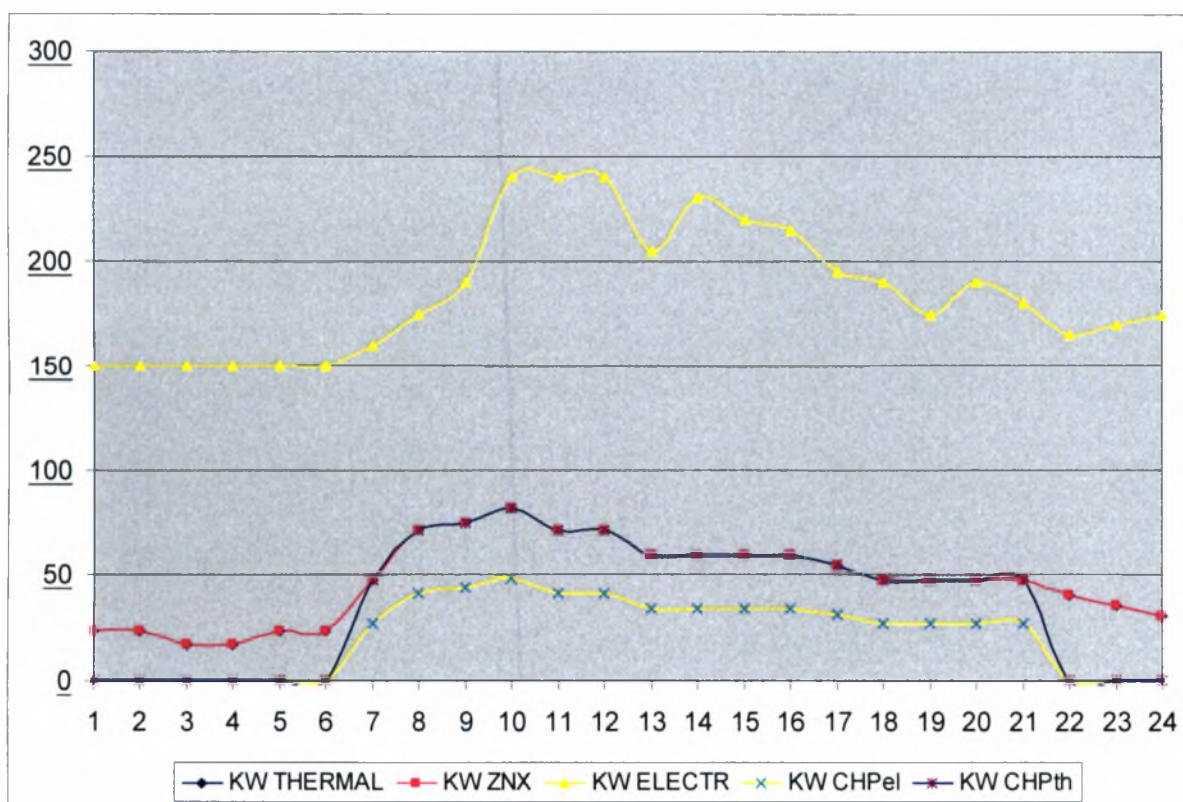
Ιούνιος



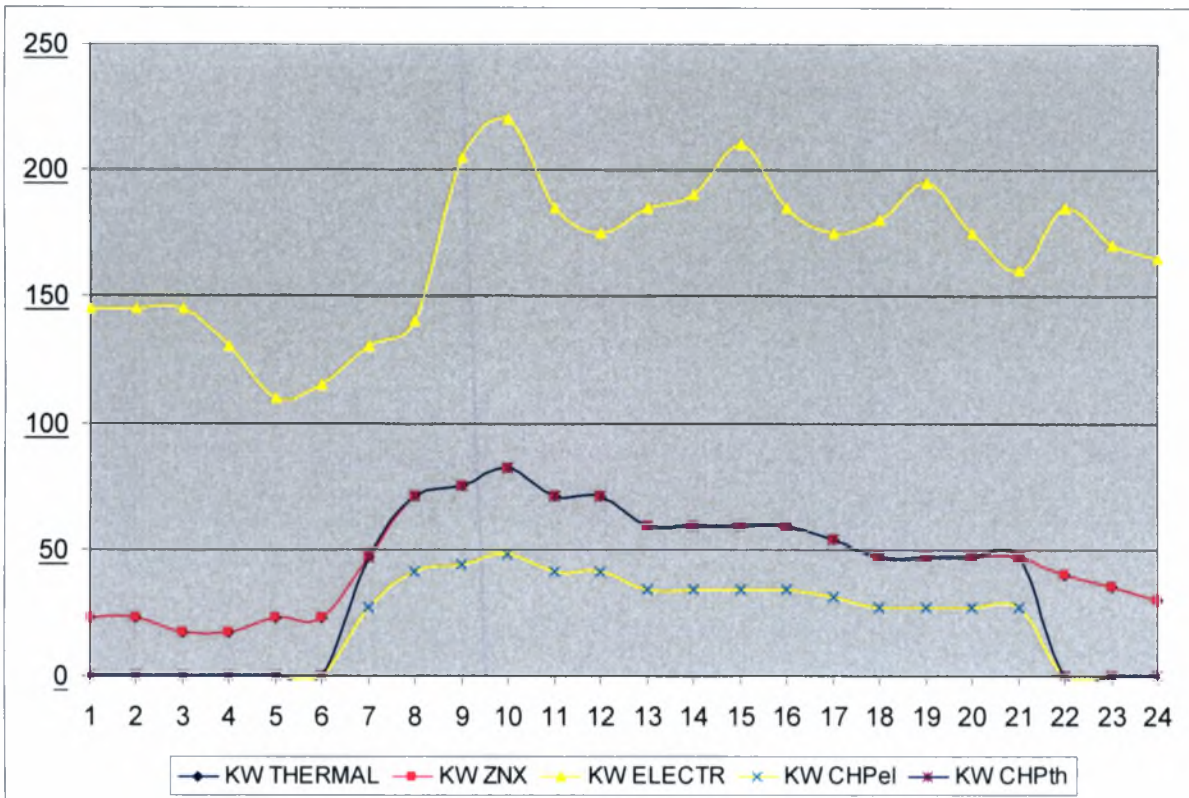
Ιούλιος



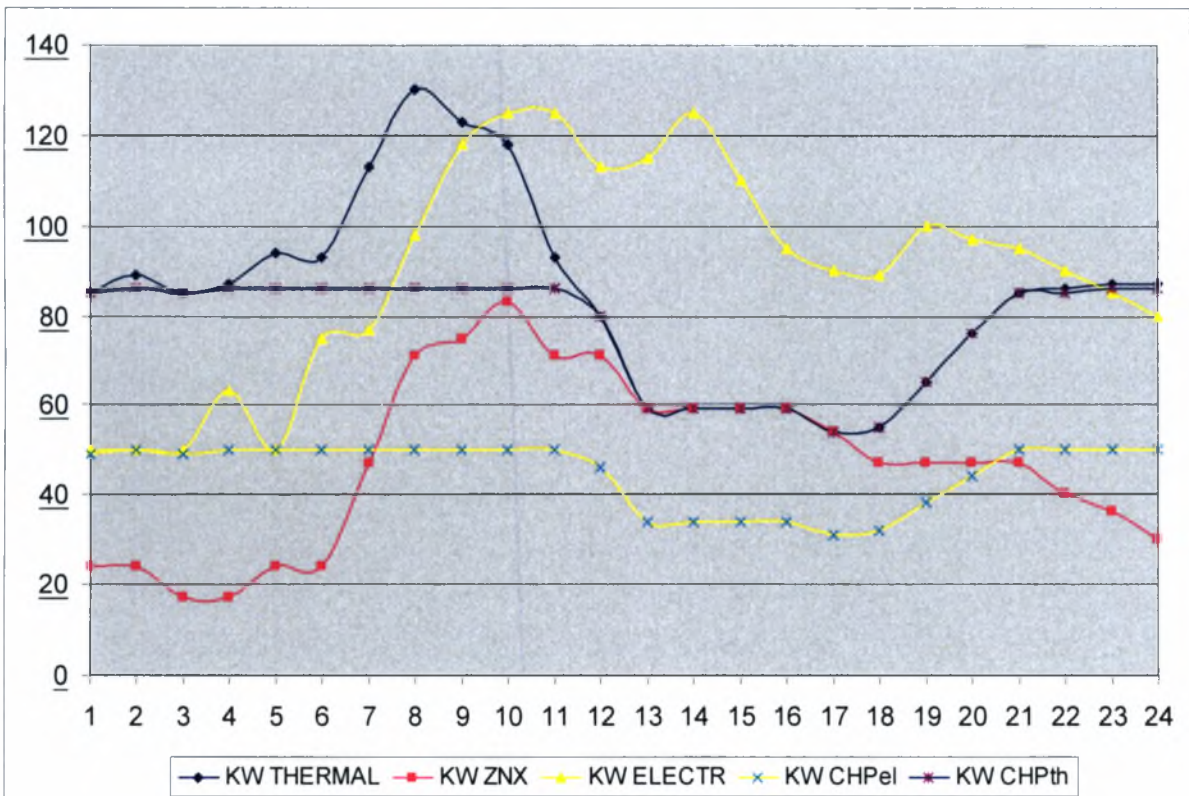
Αύγουστος



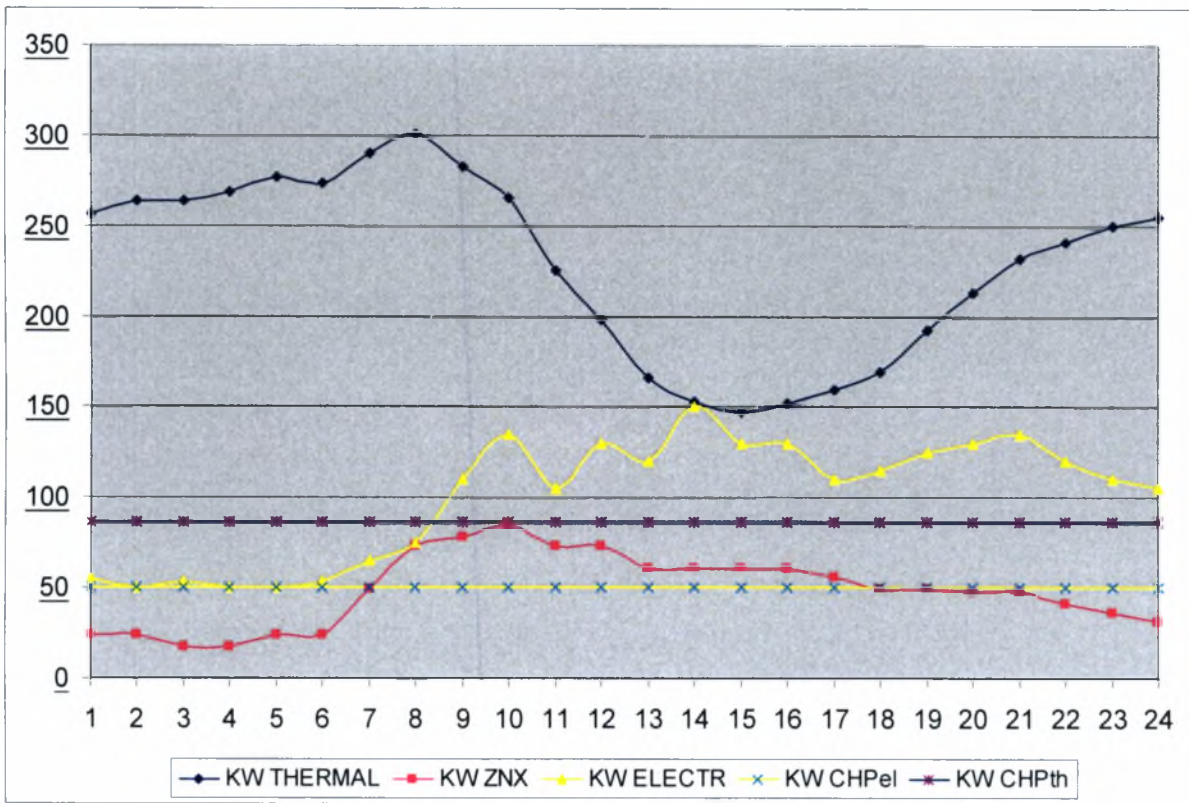
Σεπτέμβριος



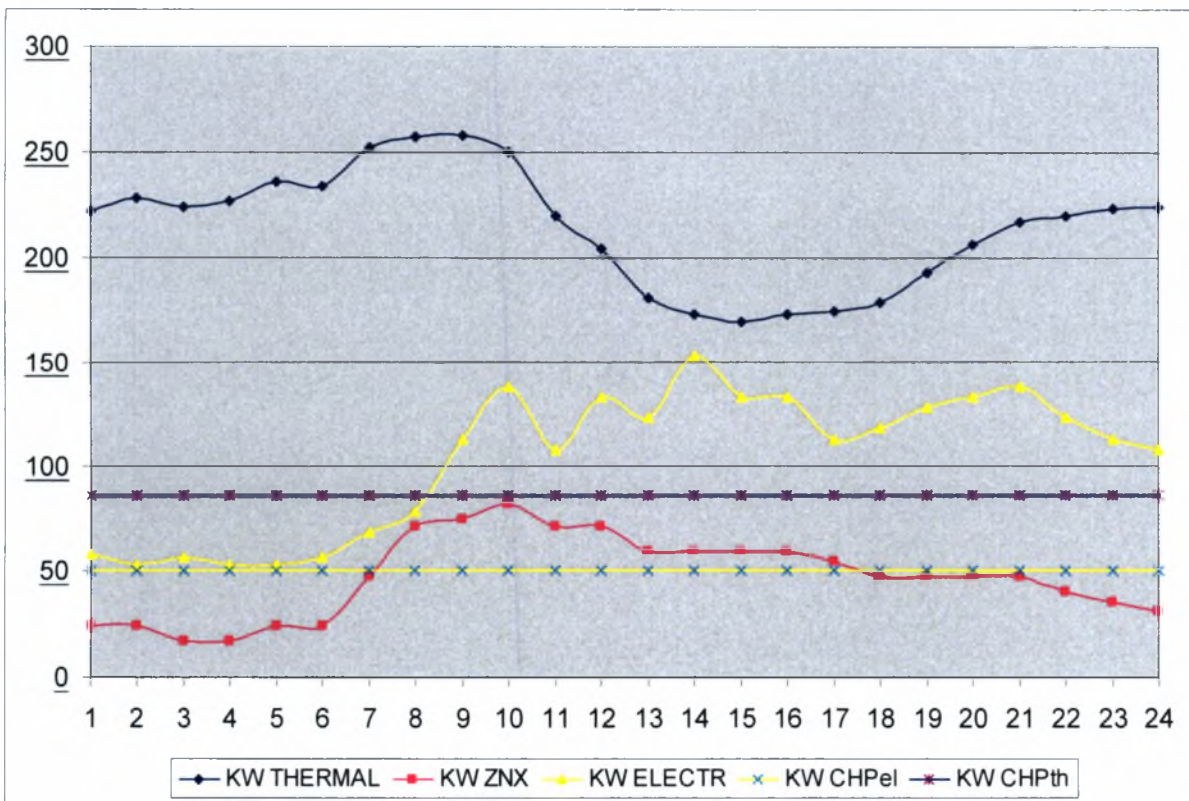
Οκτώβριος



Νοέμβριος

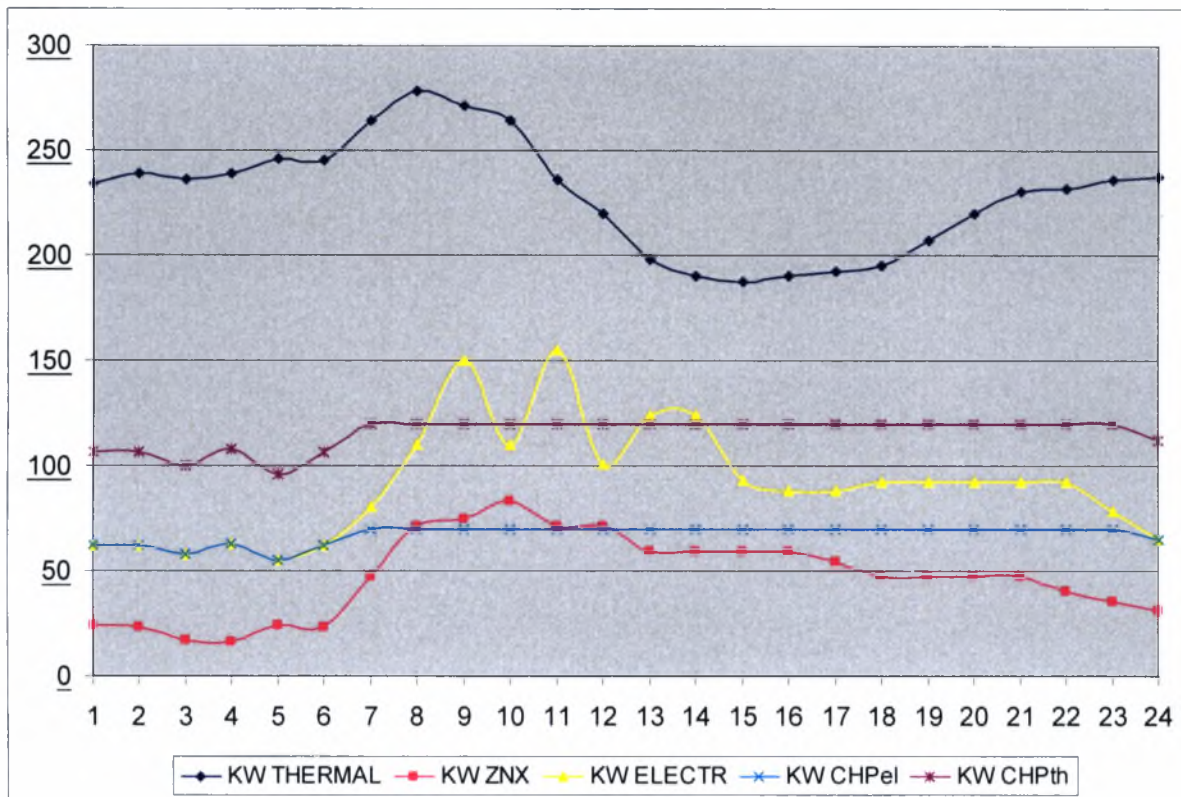


Δεκέμβριος

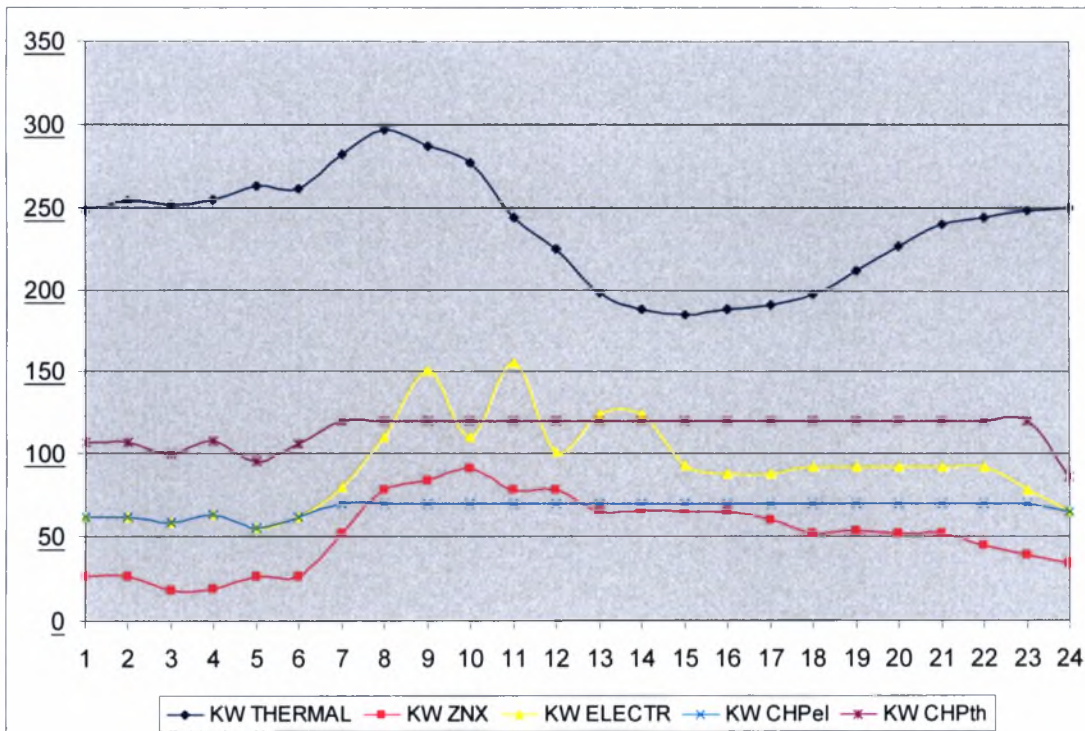


4.B ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ ΜΕΓΕΘΟΥΣ 70 kW_e :

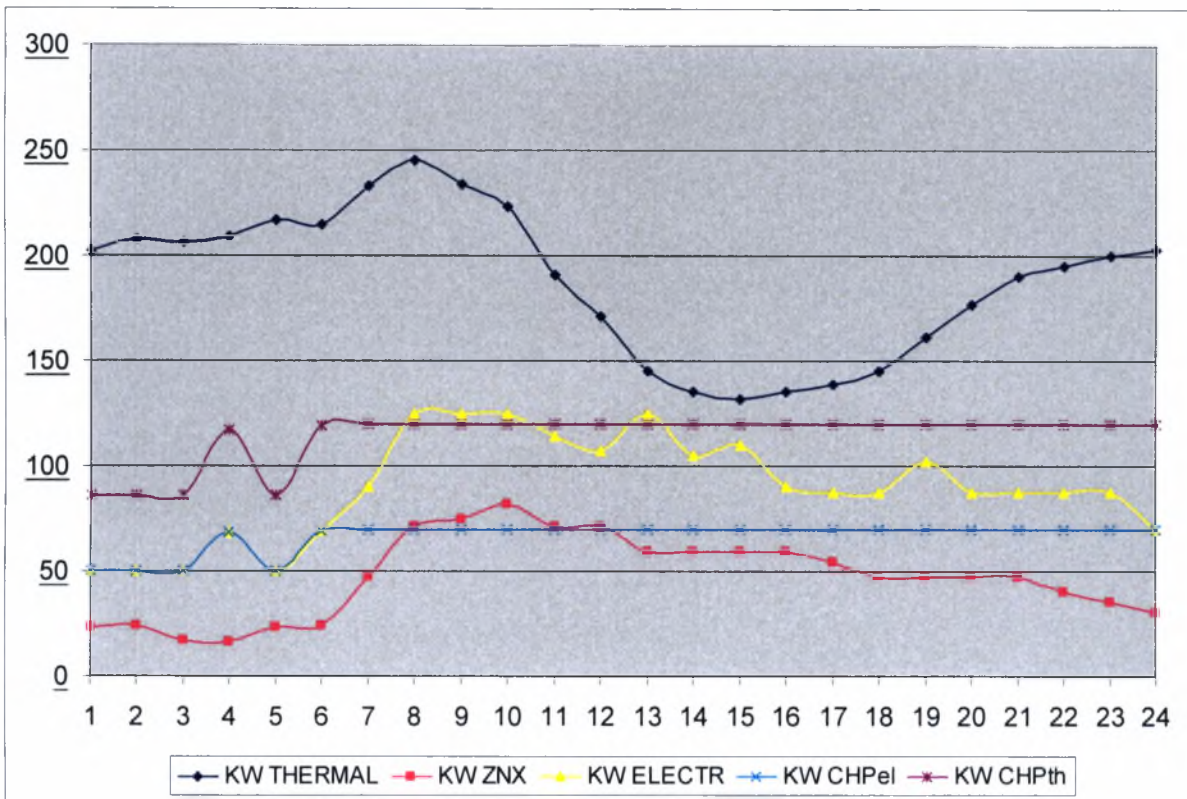
Ιανουάριος



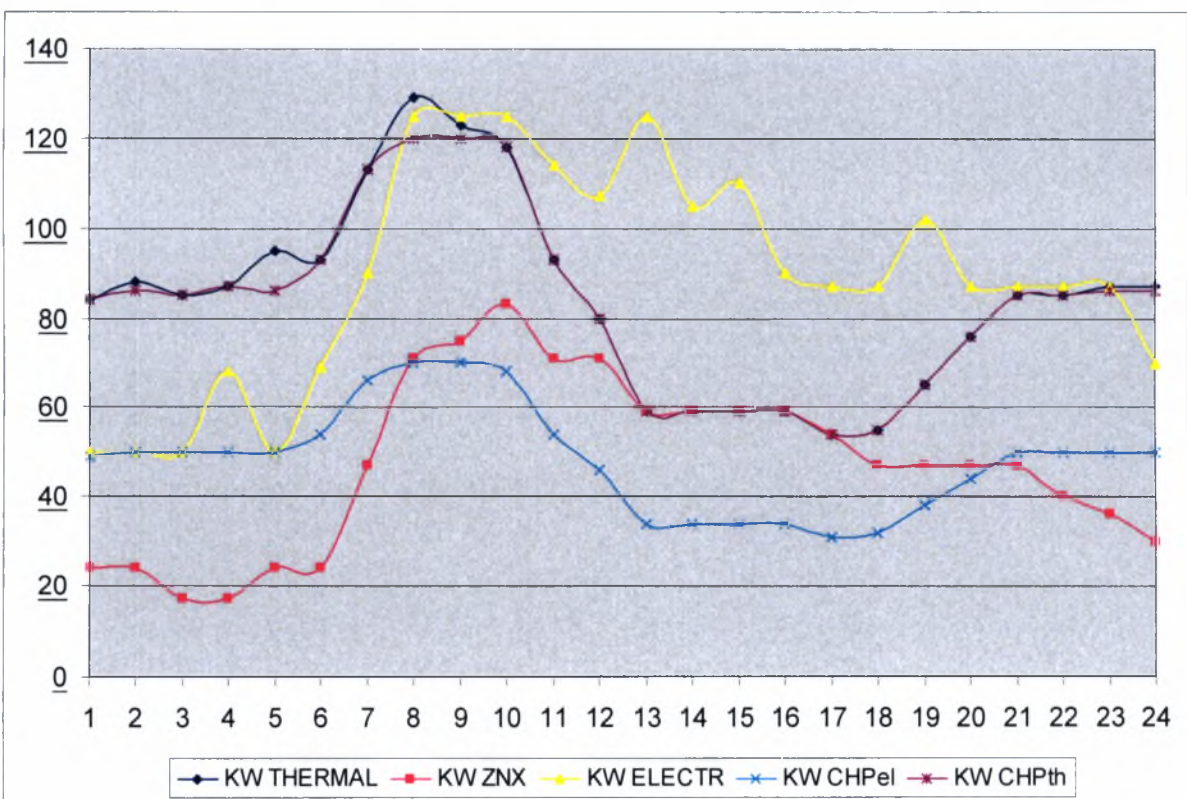
Φεβρουάριος



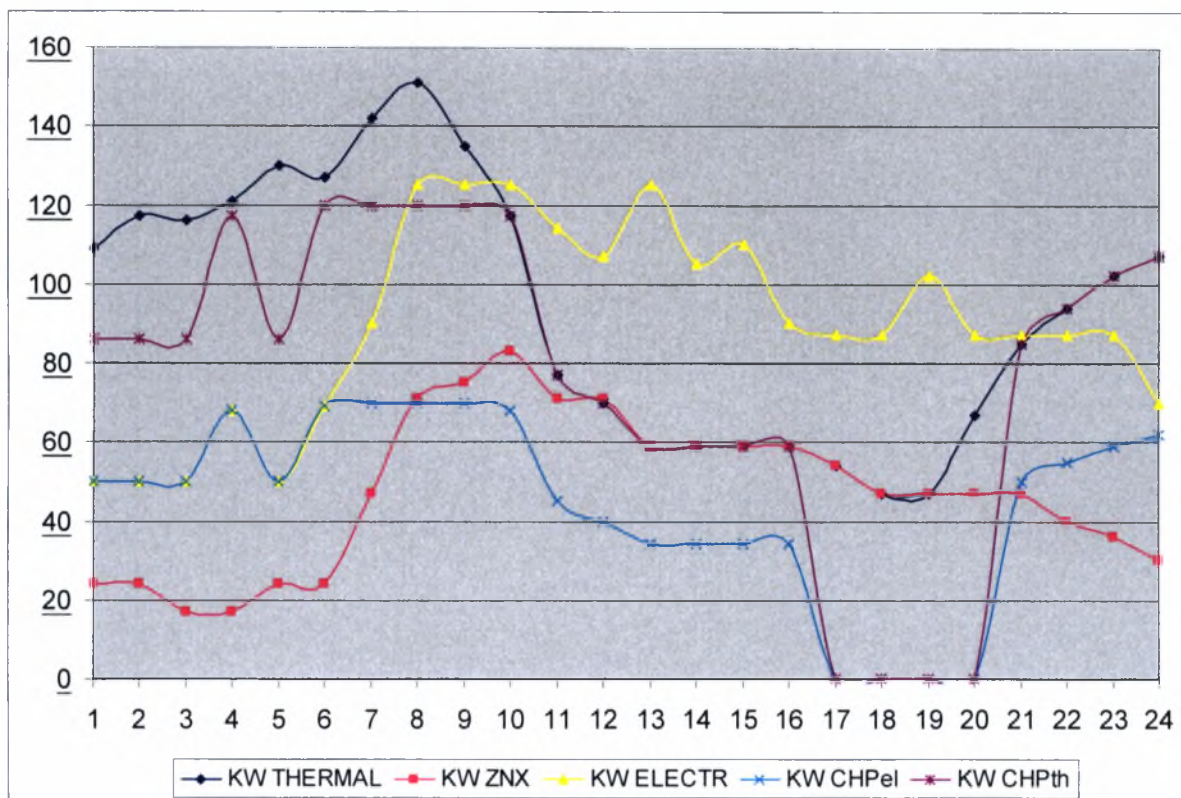
Μάρτιος



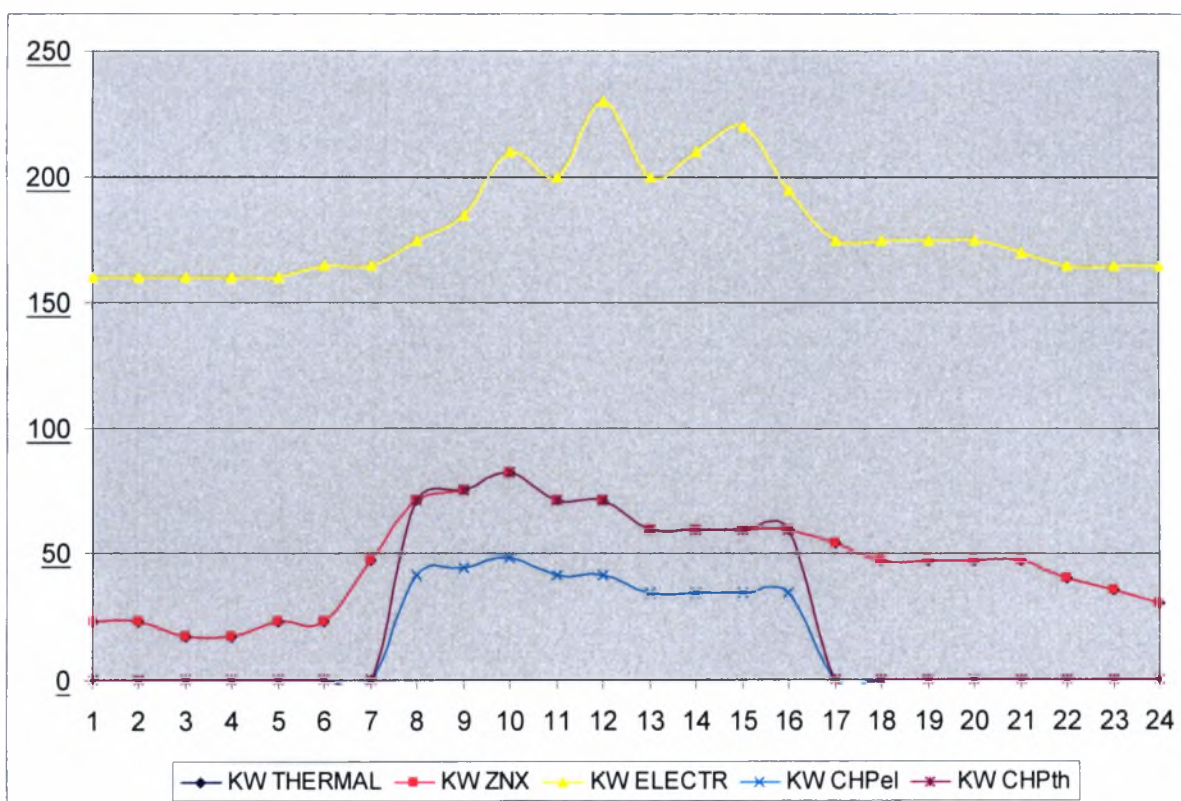
Απρίλιος



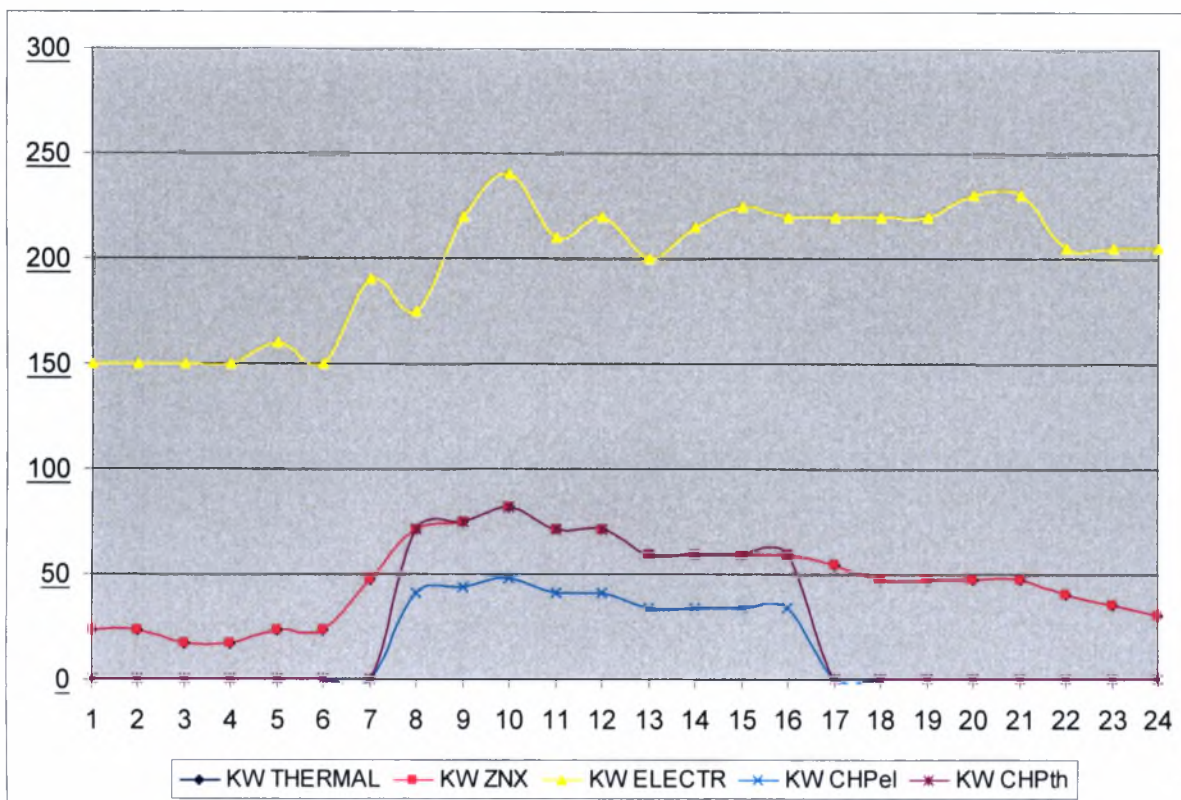
Μάιος



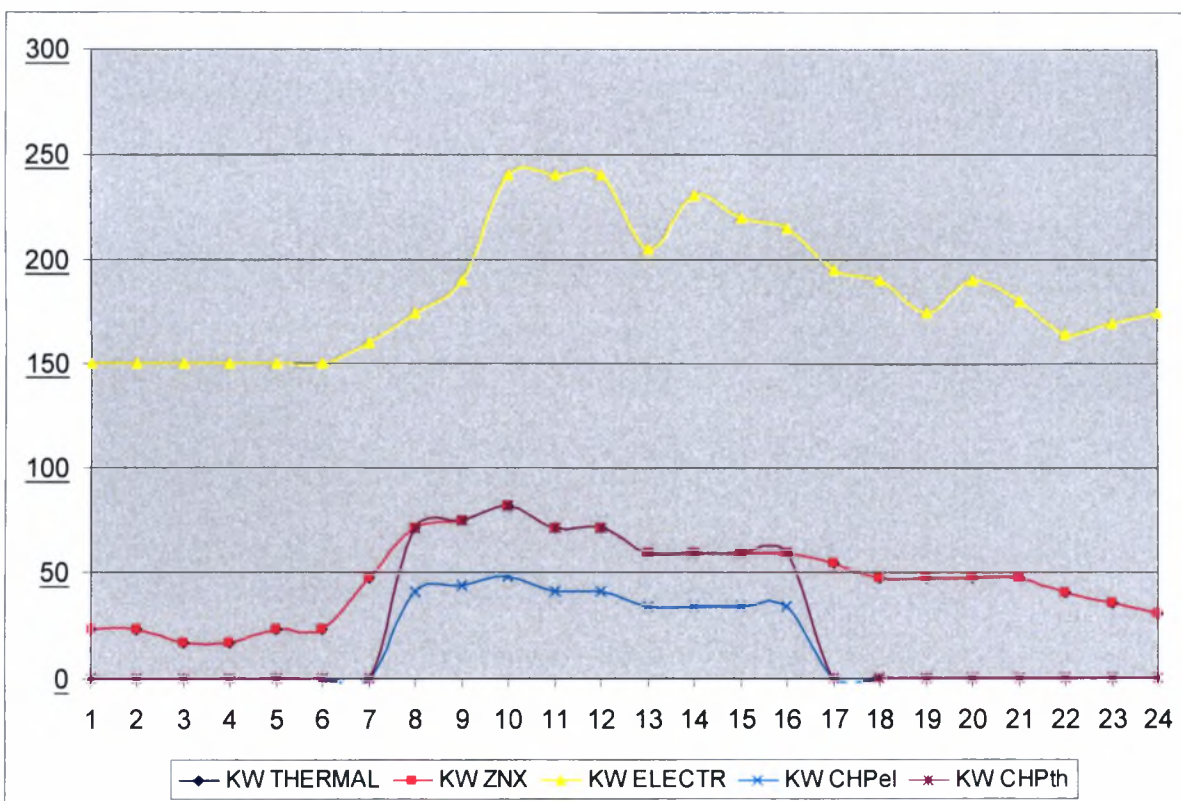
Ιούνιος



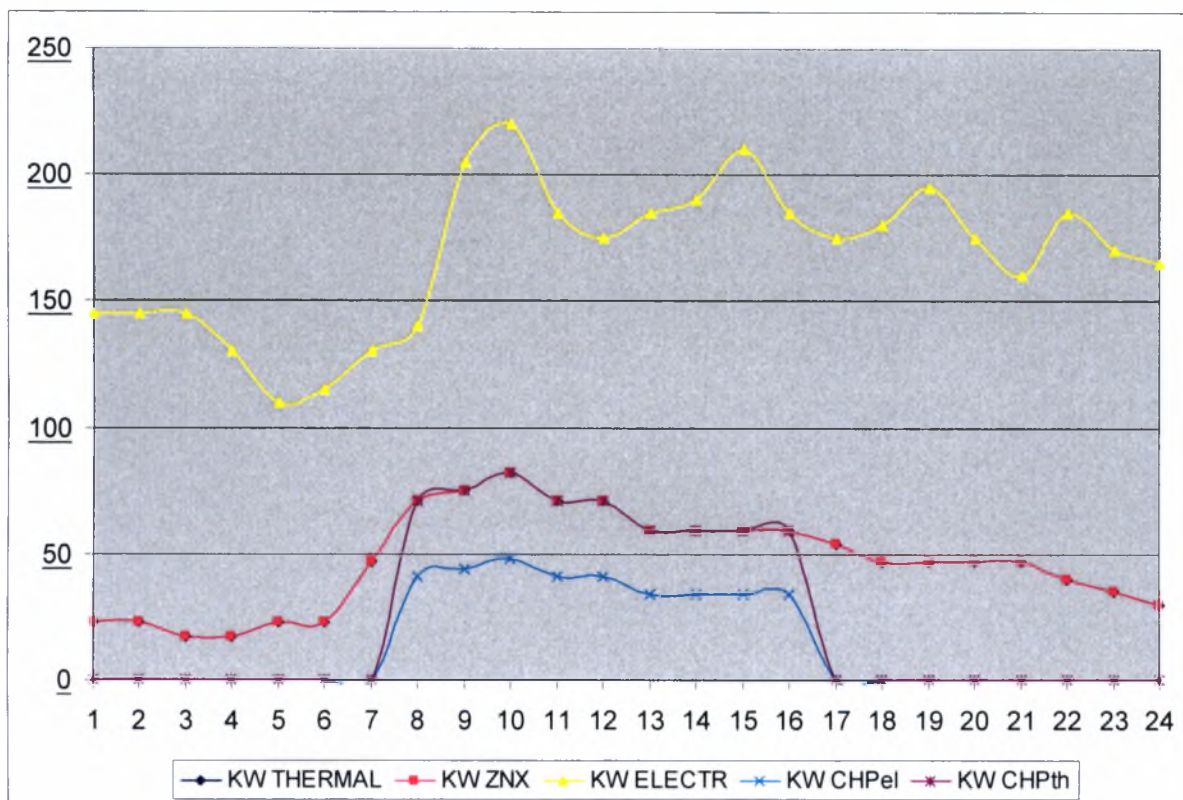
Ιούλιος



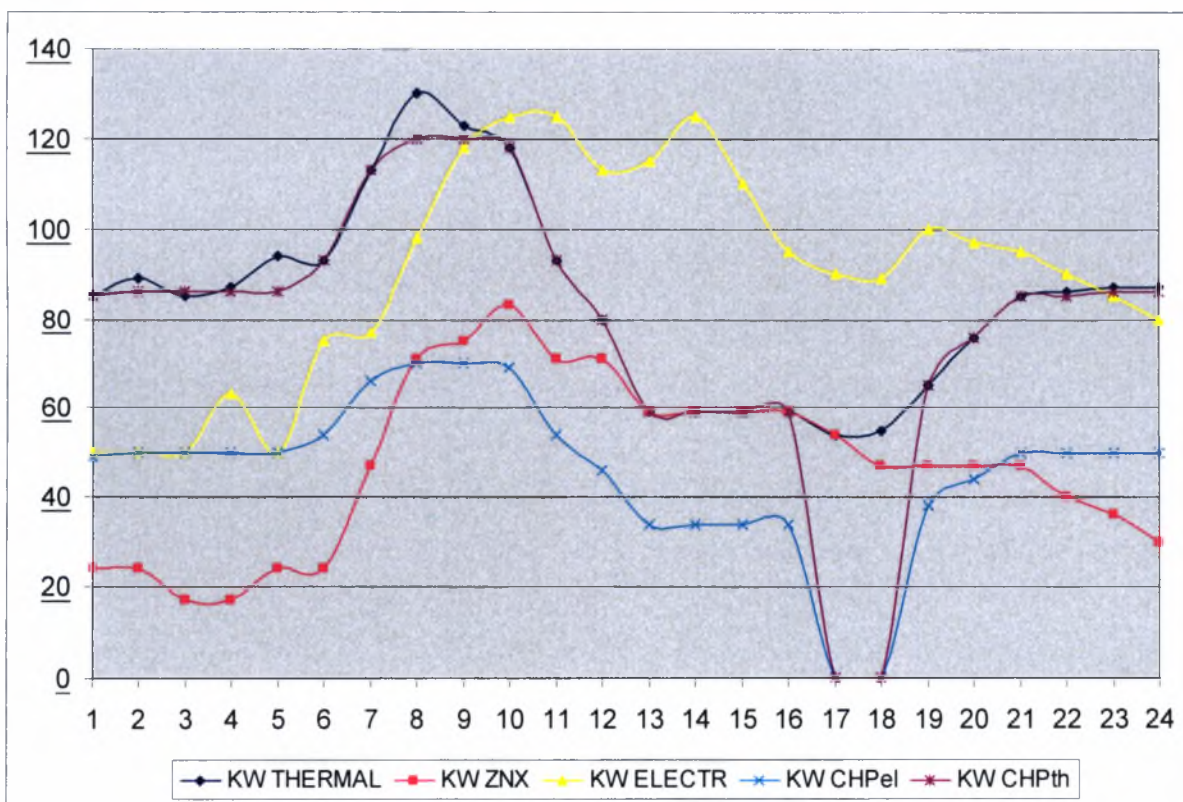
Αύγουστος



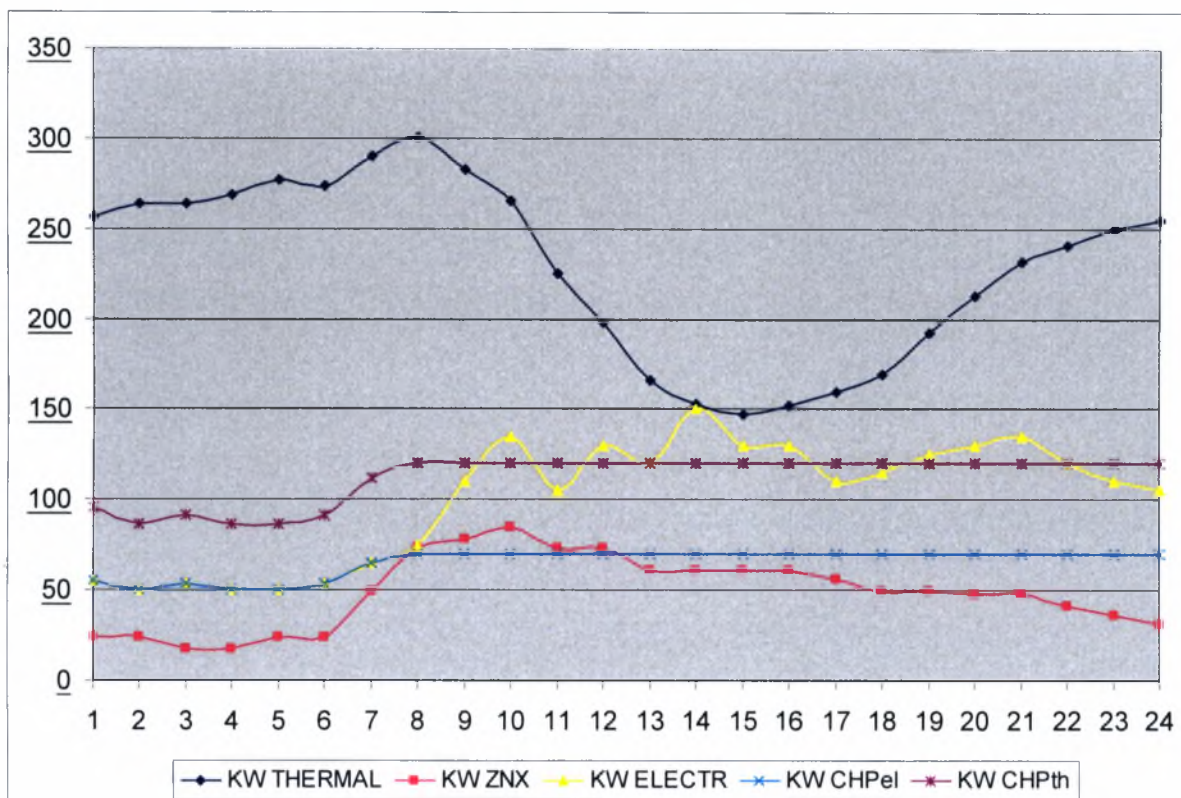
Σεπτέμβριος



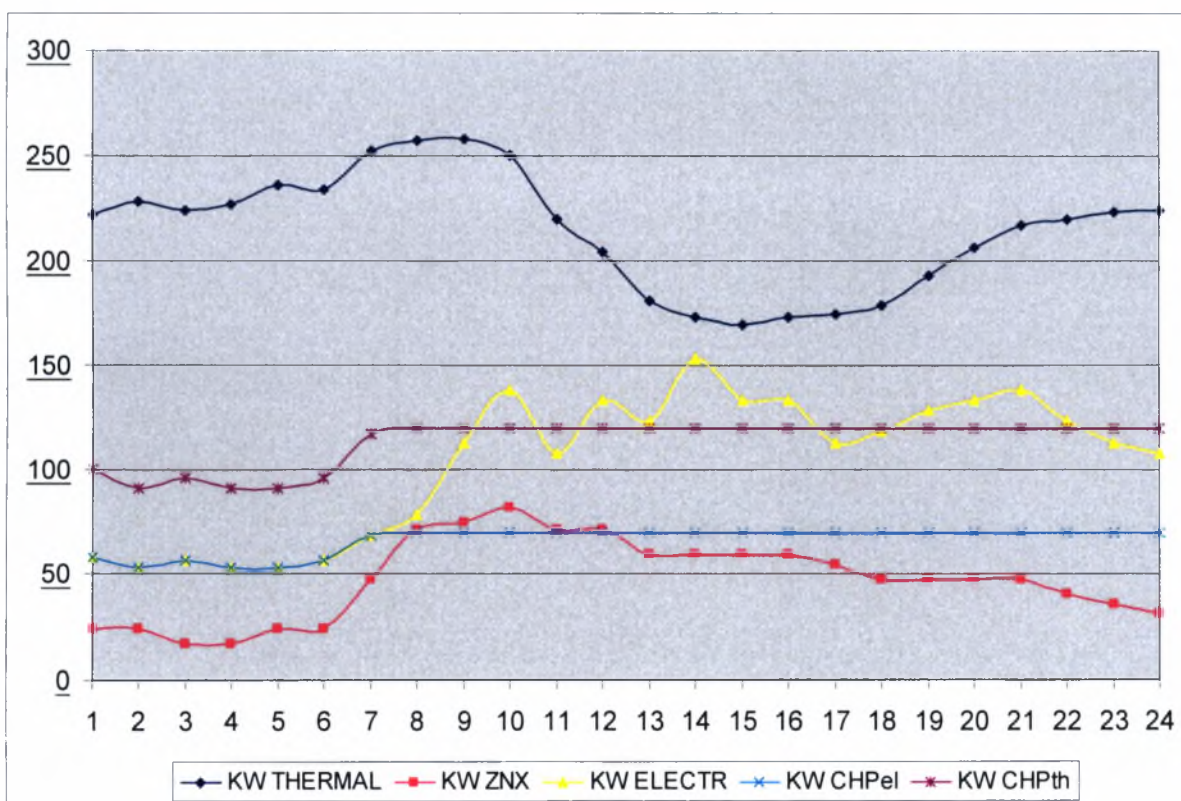
Οκτώβριος



Νοέμβριος

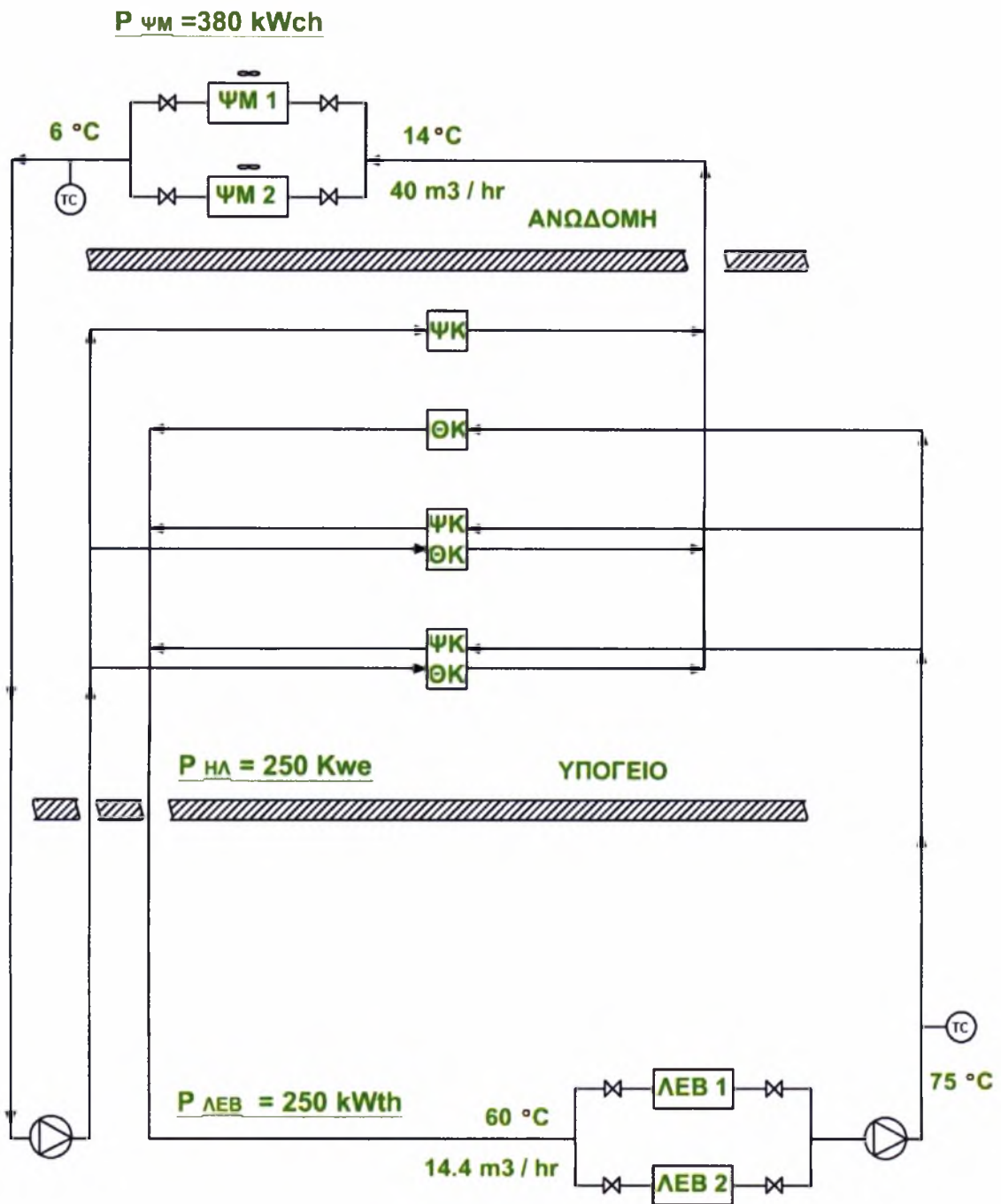


Δεκέμβριος



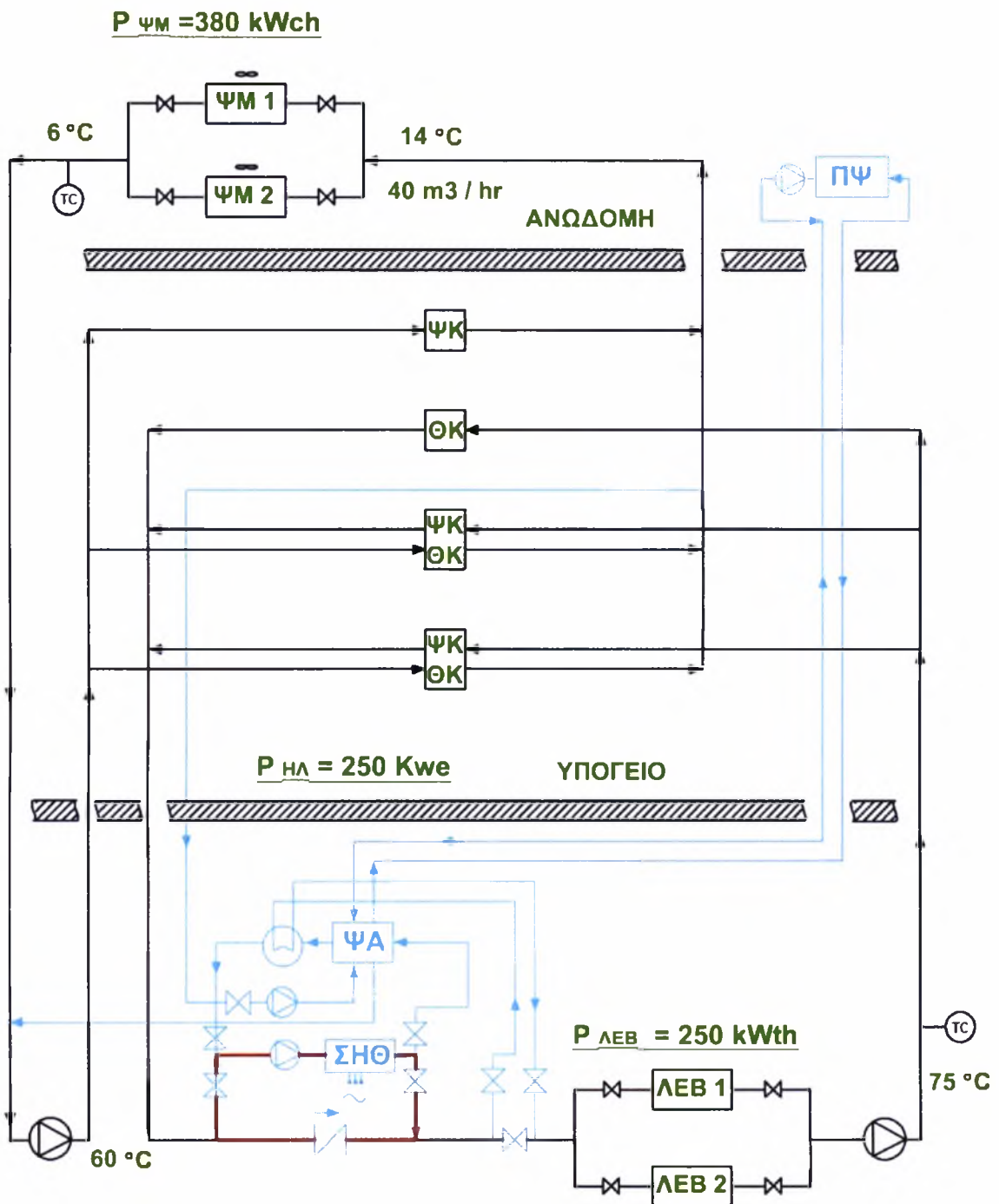
ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ

5.A ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ



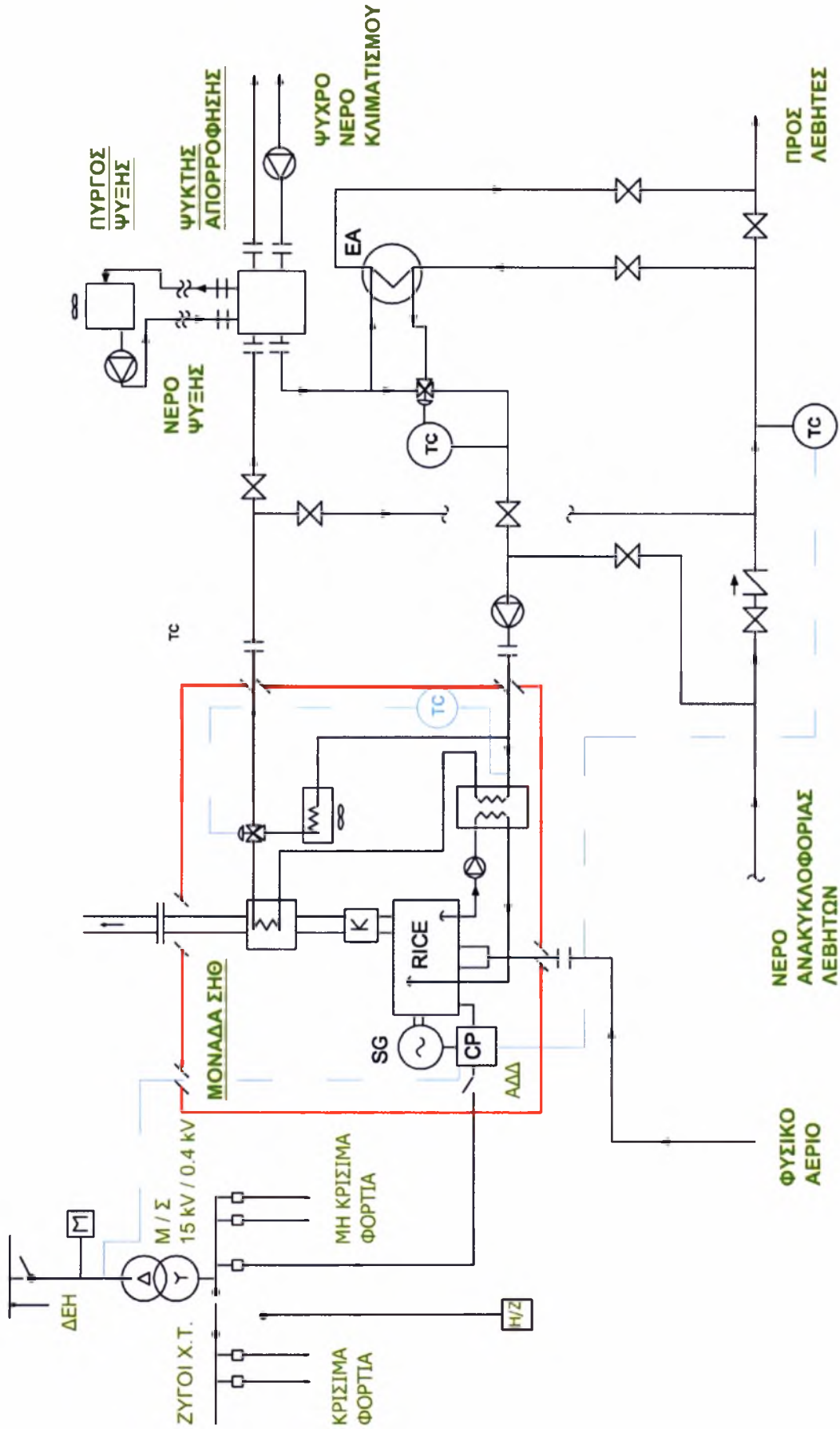
: Υπάρχουσες εγκαταστάσεις

5.B ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΗΘ



- : Υπάρχουσες εγκαταστάσεις
- : ΣΗΘ – ΗΕ / Ψύξη / Θέρμανση
- : ΣΗΘ – ΗΕ / Θέρμανση

5.Γ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΗΘ



Υπόμνημα σχεδίων :

- : Διασυνδέσεις
— : Όρια μονάδας Συμπαγωγής
— : Σήματα οργάνων

Συντομογραφίες

- ΑΔΔ : Αυτόματος Διακόπτης Διακοπής
ΕΑ : Εναλλάκτης Θερμότητας
Η/Ζ : Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος
ΗΛ : Ηλεκτρική Ενέργεια
ΘΚ : Θερμικός Καταναλωτής
Κ : Καταλυτής
ΛΕΒ : Λέβητας
Μ : Μετρητής
Μ/Σ : Μετασχηματιστής τριγώνου / αστέρος
ΠΨ : Πύργος Ψύξης
ΣΗΘ : Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
ΨΑ : Ψύκτης Απορρόφησης
ΨΚ : Ψυκτικός Καταναλωτής
ΨΜ : Ψυκτική Μηχανή
ΧΤ : Χαμηλή Τάση
- CP : Control Panel
RICE : Reciprocating Internal Combustion Engine
SG : Synchronous Generator
TC : Temperature Controller

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΔΕΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΘ**

Στους υπολογισμούς που ακολουθούν :

M1	→	Μέγιστη ισχύς μήνα χωρίς ΣΗΘ (kW)
A1	→	Μέση ισχύς χωρίς ΣΗΘ (kW)
M2	→	Μέγιστη ισχύς μήνα με ΣΗΘ (kW)
A2	→	Μέση ισχύς με ΣΗΘ (kW)
ΩΜ	→	Ώρες μήνα
A1/M1	→	Συντελεστής χρησιμοποίησης (Σ.ΧΡ) χωρίς ΣΗΘ
A2/M2	→	Συντελεστής χρησιμοποίησης (Σ.ΧΡ) χωρίς ΣΗΘ

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ Β1

- ΕΑΝ $A/M > 400/\Omega M \approx 0,55$, ΤΟΤΕ :

$$\text{€ / ΜΗΝΑ} = M \times 10,1817 + 400 \times M \times 0,06064 + (\Omega M \times A - 400 \times M) \times 0,04017$$

- ΕΑΝ $A/M < 400/\Omega M \approx 0,55$, ΤΟΤΕ :

$$\text{€ / ΜΗΝΑ} = M \times 10,1817 + \Omega M \times A \times 0,06064$$

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ Β2

$$\text{€ / ΜΗΝΑ} = M \times 3,6710 + \Omega M \times A \times 0,07944$$

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ Γ22

$$\text{€ / ΜΗΝΑ} = M \times 2,1056 + \Omega M \times A \times 0,09821$$

**ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΒΙ
ΜΕΙΨΗ ΔΟΓΑΡΙΑΣ ΜΟΥ ΔΕΗ ΑΠΟ ΔΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ**

	ΧΩΡΙΣ ΣΗΘ		ΜΕ ΣΗΘ		ΧΩΡΙΣ ΣΗΘ		ΜΕ ΣΗΘ		ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ		
	ΜΕΨΗ ΙΣΧΥΣ Α1 ΚWε	Σ.ΧΡ. %	ΜΕΨΗ ΙΣΧΥΣ Μ1 ΚWε	ΣΗΘ KWh	ΜΕΨΗ ΙΣΧΥΣ Α2 ΚWε	Σ.ΧΡ. %	ΜΕΨΗ ΙΣΧΥΣ Μ2 ΚWε	ΣΗΘ KWh	ΒΙ	ΒΙ	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	89,4	60	149	50,0	39,4	40	99	40	5409	2785	2624
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	89,3	60	149	50,0	39,3	40	99	40	5148	2609	2539
ΜΑΡΤΙΟΣ	89,4	60	149	50,0	39,4	40	99	40	5409	2785	2624
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	89,6	60	149	44,8	44,8	43	104	43	5328	3015	2313
ΜΑΙΟΣ	137,1	60	228	43,2	93,9	51	185	51	8286	6120	2166
ΙΟΥΝΙΟΣ	180,5	70	258	21,5	159,0	67	236	67	9960	8934	1026
ΙΟΥΛΙΟΣ	190,2	70	272	21,5	168,7	66	256	66	10680	9744	936
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	185,4	70	265	21,5	163,9	67	243	67	10408	9362	1046
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	166,6	70	238	21,5	145,1	67	216	67	9190	8164	1026
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	110,2	60	184	44,8	65,4	47	139	47	6673	4366	2307
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	100,0	60	167	50,0	50,0	43	117	43	5960	3374	2586
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	103,5	60	173	50,0	53,5	44	123	44	6721	3666	3055

ΣΥΝΟΛΟ : 89.172 64.924 24.250

ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ Β2
ΜΕΙΩΣΗ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥ ΔΕΗ ΑΠΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ

ΜΕΣΗ ΙΣΧΥΣ Α1 ΚWε	ΧΩΡΙΣ ΣΗΘ		ΜΕ ΣΗΘ		ΧΩΡΙΣ ΣΗΘ		ΜΕ ΣΗΘ		ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ		ΔΕ/ΜΗΝΑ
	Σ.ΧΡ. %	MI KWε	ΜΕΣΗ ΙΣΧΥΣ Α2 KWε	ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ M2 KWε	Σ.ΧΡ. %	ΜΕΣΗ ΙΣΧΥΣ B2	ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ B2	Σ.ΧΡ. %	Ε/ΜΗΝΑ	Ε/ΜΗΝΑ	
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	60	149	50,0	39,4	99	40	40	40	5831	2692	3139
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	60	149	50,0	39,3	99	40	40	40	5314	2461	2853
ΜΑΡΤΙΟΣ	60	149	50,0	39,4	99	40	40	40	5831	2692	3139
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	60	149	44,8	44,8	104	43	43	43	5672	2944	2728
ΜΑΙΟΣ	60	228	43,2	93,9	185	51	51	51	8940	6229	2711
ΙΟΥΝΙΟΣ	70	258	21,5	159,0	236	67	67	67	11271	9960	1311
ΙΟΥΛΙΟΣ	70	272	21,5	168,7	256	66	66	66	12240	10910	1330
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	70	265	21,5	163,9	243	67	67	67	11930	10579	1351
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	70	238	21,5	145,1	216	67	67	67	10402	9092	1310
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	60	184	44,8	65,4	139	47	47	47	7189	4376	2813
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	60	167	50,0	50,0	117	43	43	43	6332	3289	3043
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	60	173	50,0	53,5	123	44	44	44	6752	3613	3139

ΣΥΝΟΛΟ: 97.704 68.837 **28870**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ IRR

Αρχικά εισάγεται το Θερμοκρασιακό Προφίλ του εκάστοτε κτιρίου ώστε να επιλεγεί το Μέγεθος της Μονάδας ΣΗΘ που θα καλύπτει τα φορτία.

ΠΡΟΦΙΛ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΜΗΝΑ										
ΟΡΑ	kWh HOTEL	TOTAL B	kWh HOTEL	TOTAL D	kWh MEK	TOTAL F	kWh MEK	TOTAL H	kWh BOILER	TOTAL J
1	12	12	78	78	54	54	45	45	33	33
2	29	41	207	285	45	99	2	47	55	88
3	32	73	32	317	67	166	3	50	43	131
4	33	106	59	376	4	170	4	54	44	175
5	34	140	59	435	5	175	99	153	2	177
6	22	162	2	437	6	181	204	357	4	181
7	45	207	79	516	77	258	205	562	8	189
8	12	219	78	594	54	312	45	607	33	222
9	29	248	207	801	45	357	2	609	55	277
10	32	280	32	833	67	424	3	612	43	320
11	33	313	59	892	4	428	4	616	44	364
12	34	347	59	951	5	433	99	715	2	366
13	22	369	2	953	6	439	204	919	4	370
14	45	414	79	1032	77	516	205	1124	8	378
15	12	426	78	1110	54	570	45	1169	33	411
16	29	455	207	1317	45	615	2	1171	55	466
17	32	487	32	1349	67	682	3	1174	43	509
18	33	520	59	1408	4	686	4	1178	44	553
19	34	554	59	1467	5	691	99	1277	2	555
20	22	576	2	1469	6	697	204	1481	4	559
21	45	621	79	1548	77	774	205	1686	8	567
22	12	633	59	1607	59	833	59	1745	59	626
23	29	662	2	1609	2	835	2	1747	2	628
24	32	694	79	1688	79	914	79	1826	79	707

ΠΡΟΦΙΛ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΘΕΡΙΝΟΥ ΜΗΝΑ										
ΟΡΑ	kWh HOTEL	TOTAL B	kWh HOTEL	TOTAL D	kWh MEK	TOTAL F	kWh MEK	TOTAL H	kWh BOILER	TOTAL J
1	23	23	23	23	150	150	0	0	0	0
2	23	46	23	46	150	300	0	0	0	0
3	17	63	17	63	150	450	0	0	0	0
4	17	80	17	80	150	600	0	0	0	0
5	23	103	23	103	160	760	0	0	0	0
6	23	126	23	126	150	910	0	0	0	0
7	47	173	47	173	190	1100	27	27	47	47
8	71	244	71	244	175	1275	41	68	71	118
9	75	319	75	319	220	1495	44	112	75	193
10	82	401	82	401	240	1735	48	160	82	275
11	71	472	71	472	210	1945	41	201	71	345
12	71	543	71	543	220	2165	41	242	71	417
13	59	602	59	602	200	2365	34	276	59	476
14	59	661	59	661	215	2580	34	310	59	535
15	59	720	59	720	225	2805	34	344	59	594
16	59	779	59	779	220	3025	34	378	59	653
17	54	833	54	833	220	3245	31	409	54	707
18	47	880	47	880	220	3465	27	436	47	754
19	47	927	47	927	220	3685	27	463	47	801
20	47	974	47	974	230	3915	27	490	47	848
21	47	1021	47	1021	230	4145	27	517	47	895
22	40	1061	40	1061	205	4350	0	517	0	895
23	35	1096	35	1096	205	4555	0	517	0	895
24	30	1126	30	1126	205	4760	0	517	0	895

ΜΕΓΕΘΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΗΘ		
50	kW	
60	kVA	

Έπειτα στο φύλλο εργασίας που ακολουθεί κοστολογείται η μονάδα ανάλογα με το μέγεθός της και υπολογίζεται το IRR βάση της επένδυσης που επιλέγεται :

- A. χωρίς επιδότηση
- B. με επιδότηση 30 %

Γ. με πρόσθετο κόστος συντήρησης κατά την λειτουργία του έργου ίσο με 20 % της επένδυσης, καταβαλλόμενο ανά πενταετία

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ΑΡΧΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗ	82000.0															
ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΣΗΣ	ΕΤΗ: 0															
ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ	0															
ΕΚΤΑΚΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	0															
ΚΑΘΑΡΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0
ΕΚΤΑΚΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΚΕΡΔΟΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΦΟΡΟΥΣ	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0
ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0	5494.0
ΦΟΡΟΛΟΓΗΤΟ ΚΕΡΔΟΣ	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0	4756.0
ΦΟΡΟΣ ΣΤΟ ΚΑΘΑΡΟ ΛΕΙΤ. ΟΦΕΛΟΣ	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0
ΚΕΡΔΟΣ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΦΟΡΟΥΣ	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0	10250.0
ΦΟΡΟΣ ΣΤΟ ΛΕΙΤ. ΟΦΕΛΟΣ	0.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0	1189.0
ΚΕΡΔΟΣ ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΦΟΡΟΥΣ	10250.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0
ΧΡΗΜΑΤΟΡΡΟΣ	-82000.0	10250.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0	9061.0
IRR	7.1	%														
ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	8	ΧΡΟΝΙΑ	11	ΜΗΝΕΣ												
RR	0.1315831	10250	19311	28372	37433	46494	55555	64616	73677	82738	91799	100860	109921	118982	128043	137001.5
NPV	-1.427E-11	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
NPV	-302917.76	10250	19311	28372	37433	46494	55555	64616	73677	82738	91799	100860	109921	118982	128043	137001.5
EST IRR	0.001															



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085989

