



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ
ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του
Βαρνάβα ΧατζηΜιχαήλ

Υπεύθυνος καθηγητής: Νικόλαος Χατζηαργυρίου Καθηγητής Ε.Μ.Π
Επιβλέπων: Ανέστης Αναστασιάδης Υ.Δ.ΕΜΠ

Αθήνα, Σεπτέμβρης 2009



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του
Βαρνάβα ΧατζηΜιχαήλ

Υπεύθυνος καθηγητής: Νικόλαος Χατζηαργυρίου Καθηγητής Ε.Μ.Π
Επιβλέπων: Ανέστης Αναστασιάδης Υ.Δ.ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από τριμελή επιτροπή την 21 Οκτωβρίου

.....
Χατζηαργυρίου Νικόλαος
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Σεπτέμβρης 2009

.....
Βαρνάβας ΧατζηΜιχαήλ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών
Ε.Μ.Π.

Copyright © Βαρνάβας ΧατζηΜιχαήλ, 2009

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας
εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό.

Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη
κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να
αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό
πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

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

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Χατζηαργυρίου, για την πολύτιμη συμβολή του για την ολοκλήρωση της παρούσης εργασίας. Παράλληλα ευχαριστώ θερμά τον κ. Ανέστη Αναστασιάδη υποψήφιο διδάκτορα, που είχε την επίβλεψη της εργασίας για την βοήθεια την υποστήριξή του, τη συνεργασία και τις πολύτιμες συμβουλές του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με το αντικείμενο της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Περιέχει τα βασικά στοιχεία που διέπουν τη τεχνολογία αυτή, τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά.

Βασικός στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η οικονομοτεχνική μελέτη για την εγκατάσταση ενός συστήματος συμπαραγωγής σε νοσοκομείο των Αθηνών. Εξετάζεται η οικονομική βιωσιμότητα ενός τέτοιου συστήματος, βάσει συγκεκριμένων οικονομικών παραμέτρων.

Στόχος είναι και ο οικολογικός προσανατολισμός της μελέτης αυτής.

Αναλυτικότερα, το πρώτο κεφάλαιο παραθέτονται εισαγωγικά στοιχεία και βασικές αρχές που αφορούν την ηλεκτροπαραγωγή, την θερμοδυναμική, τη συμπαραγωγή και οικονομική εκτίμηση των συστημάτων συμπαραγωγής.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση της εργασίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται τα ενεργειακά στοιχεία του νοσοκομείου που θα εγκατασταθεί η συμπαραγωγή. Γίνεται αναφορά στον εξοπλισμό του, στις διάφορες ηλεκτρικές και θερμικές του καταναλώσεις, στην επιλογή του καυσίμου που είναι το φυσικό αέριο καθώς και στην επιλογή συγκεκριμένης τεχνολογίας συμπαραγωγής που είναι το σύστημα αεριοστρόβιλου.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιέχει την τεχνοοικονομική μελέτη και είναι δομημένο σε οκτώ φύλλα, στα πρότυπα που είναι δομημένο το λογισμικό που χρησιμοποιείται.

Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο φύλλο αποτελεί την εκκίνηση δηλαδή τα εισαγωγικά στοιχεία

Το δεύτερο φύλλο ασχολείται με το φορτίο και το δίκτυο όπως αυτά ισχύουν σήμερα. Καταγράφονται φορτία και καταναλώσεις και χαράσσεται το διάγραμμα χαρακτηριστικών συστήματος βασικής περίπτωσης.

Το τρίτο φύλλο θέμα έχει το ενεργειακό μοντέλο. Τα χαρακτηριστικά δηλαδή της υπό εξέταση προτεινόμενης περίπτωσης. Η επιλογή σε εξοπλισμό, καύσιμο και η στρατηγική λειτουργίας.

Το τέταρτο φύλλο είναι η ανάλυση κόστους της προτεινόμενης περίπτωσης. Αναλύονται τα αρχικά κόστη, τα ετήσια κόστη και γίνεται υπολογισμός της ετήσιας εξοικονόμησης μέσω σύγκρισης με τη βασική περίπτωση.

Το πέμπτο φύλλο αναλύει την ανάλυση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τόσο στη βασική όσο και στη προτεινόμενη περίπτωση.

Το έκτο φύλλο αποτελεί την οικονομική ανάλυση. Μέσο οικονομικών παραμέτρων εκτιμάται η οικονομική βιωσιμότητα και χαράσσεται το διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών.

Το έβδομο φύλλο χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο είναι η ανάλυση ευαισθησίας και το δεύτερο είναι η ανάλυση επικινδυνότητας.

Τέλος το όγδοο φύλλο είναι τα διάφορα εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση της εργασίας.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παραθέτονται τα συμπεράσματα που έχουν να κάνουν με την επιλογή ή όχι της συμπαραγωγής έναντι της βασικής περίπτωσης με βάση τα οικονομικά και τα οικολογικά κριτήρια.

ABSTRACT

The present dissertation treats the subject of combined heat and power. It includes the basic elements of this technology, in technical and economic terms.

Basic objective of this dissertation is the techno-economical design on the installation of system of a cogeneration plant in hospital of Athens. The economic viability of such system is examined, according to specific economic parameters. Objective is also to give an ecological scope in this study.

The first chapter presents introductive elements and basic principles that concern the generation of electricity, thermodynamics, cogeneration and economic features of systems of cogeneration.

In the second chapter, the software that will be used for the implementation of the dissertation is being presented.

In the third chapter, the energy elements of the hospital that the cogeneration will be installed, are being analyzed. It provides data about the existing equipment that satisfies the thermal and electrical requirements. The choice that is taken about the fuel, that is the natural gas is explained, as well as in the choice of cogeneration technology that is the gas turbine.

The fourth chapter contains the techno-economical study and is structured in eight worksheets like the software that is being used.

The first worksheet constitutes the introductive features of the plant.

The second worksheet deals with the load and the network that exist today. The heating and load project is being explained.

The third worksheet contains the energy model. It presents the proposed case system summary: fuel types, fuel consumption, capacity and energy delivered.

The fourth worksheet is the cost analysis and is associated with the cost of proposed case project. These costs are addressed from the initial, or investment, cost standpoint and from the annual, or recurring, cost standard point.

The fifth worksheet is the Greenhouse Gas emission reduction analysis for both base case and proposed case projects. At the end there is a comparison of these two projects to calculate the reduction.

The sixth is the Financial Summary. It contains the followings: Annual fuel cost summary, financial parameters, Annual income, Project costs and

Savings / income summary, financial viability, Yearly cash flows and Cumulative cash flows graph.

The seventh worksheet is separated in two sections. The first is the sensitivity analysis and the second is the risk analysis. Each section provides information on the relationship between the key parameters and the important financial indicators, showing the parameters which have the greatest impact on the financial indicators.

Finally the eighth worksheet is a variety of tools that can be used for the implementation of the dissertation.

In the fifth and final chapter are the conclusions. There is also the final decision on whether the cogeneration plant should be established at the hospital by considering the financial and the ecological criteria.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας – Θερμοδυναμική - Συμπαγωγή	3
1.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας	3
1.2 Θερμοδυναμική	5
1.3 Επίτευξη Υψηλής Θερμοδυναμικής Απόδοσης σε Συμβατικούς Ενεργειακούς Σταθμούς	8
1.4 Συμπαγωγή	11
1.5 Σύγκριση Σταθμών Συμπαγωγής	18
1.6 Οικονομική Εκτίμηση Σχημάτων Συμπαγωγής	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Καθαρές Πηγές Ενέργειας και Λογισμικό RETSCREEN	23
2.1 Εισαγωγή	23
2.2 Εκπόνηση Προγράμματος	28
2.3 Συμπαγωγή με RETSCREEN	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εφαρμογή Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας σε Νοσοκομείο	43
3.1 Ηλεκτρικές Καταναλώσεις	43
3.2 Θερμικές Καταναλώσεις	43
3.3 Εξοπλισμός Νοσοκομείου	45
3.4 Σύνδεση Νοσοκομείου με Δίκτυο Φυσικού Αερίου	46
3.5 Επιλογή Συστήματος Συμπαγωγής για το Νοσοκομείο	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Τεχνοοικονομική Μελέτη Για προτεινόμενη Περίπτωση	
4.1 Συμπλήρωση Φύλων Εργασίας	49
Φύλλο1: Εκκίνηση	49
Φύλλο2: Φορτίο και Δίκτυο	52
i) Έργο Παραγωγής Θερμότητας	52
ii) Έργο Ηλεκτροπαραγωγής	54
Φύλλο 3: Ενεργειακό Μοντέλο	58
i) Σύστημα Ηλεκτρισμού Προτεινόμενης Περίπτωσης	58
ii): Χαρακτηριστικό Σύστημα	63

Φύλλο 4: Ανάλυση Κόστους	67
i) Επιλογή Μελέτης Σκοπιμότητας	67
ii) Αρχικό Κόστος	68
iii) Ετήσια Κόστη	71
iv) Περιοδικά Κόστη	72
Φύλλο 5: Ανάλυση Εκπομπών	72
i) Ρυθμίσεις	75
ii) Βασική Περίπτωση Συστήματος Ηλεκτρισμού	75
iii) Περίληψη Εκπομπών ΑΤΘ Βασικού Σεναρίου	76
iv) Περίληψη Εκπομπών ΑΤΘ Προτεινόμενης Περίπτωσης	76
v) Σύνοψη Μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ	77
Φύλλο 6: Οικονομική Ανάλυση	79
i) Οικονομικοί Παράμετροι	79
ii) Σύνοψη Κόστους Έργου και Αποταμιεύσεων / Εσόδων	80
iii) Ετήσια Χρηματοροπή	81
iv) Ετήσια Έσοδα	82
v) Οικονομική Βιωσιμότητα	82
vi) Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματορορών	83
Φύλλο 7: Ανάλυση Ευαισθησίας – Επικινδυνότητας	85
i) Ανάλυση Ευαισθησίας	85
ii) Ανάλυση Επικινδυνότητας	88
Φύλλο 8: Εργασία	94
4.2 Εναλλακτικό Σενάριο Προτεινόμενης Περίπτωσης	96

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα 99

Παράρτημα Α: Μέθοδος Monte Carlo	101
Παράρτημα Β: Τιμολόγιο Ηλεκτρισμού	102
Παράρτημα Γ: Τιμολόγιο Φυσικού Αερίου	103
Παράρτημα Δ: Πρωτόκολλο του Κιότο	104

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Στην εποχή μας γίνεται παραπάνω από φανερό η αναγκαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας όσο και της εύρεσης καθαρών ενεργειακών λύσεων για την κάλυψη των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών του πληθυσμού.

Το πιο συνηθισμένο είναι οι ηλεκτρικές και θερμικές ανάγκες μιας εγκατάστασης ή μιας ομάδας εγκαταστάσεων να έχουν ανεξάρτητους τρόπους κάλυψης. Ο ηλεκτρισμός παρέχεται από το εθνικό δίκτυο και η θερμότητα από την καύση καύσιμης ύλης σε λέβητα ή κλίβανο.

Με εφαρμογή, όμως, της τεχνολογίας «Συμπαγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού» η κατανάλωση καυσίμων καθώς και η ρύπανση θα μπορούσαν να μειωθούν δραστικά. Αυτό οδηγεί και σε ψηλότερο βαθμό απόδοσης του συστήματος.

Η ιδέα είναι η εξής. Οι θερμικές απώλειες που έχουν οι ηλεκτρικές γεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη θερμικών αναγκών που μπορεί να είναι παροχή θερμότητας, θέρμανση νερού κτλ.

Με αυτή την τεχνολογία μπορούν να καλυφθούν και οι ανάγκες σε ψύξη και κλιματισμό μέσω μηχανών απορρόφησης ατμού ή ζεστού νερού.

Όπως προαναφέρθηκε, ο βαθμός απόδοσης αυξάνεται δραστικά αφού μειώνονται οι απώλειες με την αξιοποίηση της ενέργειας που αποβάλλεται. Μπορεί να αναφερθεί χαρακτηριστικά ότι ένας συμβατικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού έχει βαθμό απόδοσης (β.α.) 35% περίπου και ένας λέβητας 80%. Έτσι ενώ συνολικά ο β.α. για την χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού παραγωγής ανέρχεται περίπου στο 60%, με την εφαρμογή συμπαγωγής σε αυτόν ο βαθμός απόδοσης γίνεται 85% περίπου.

Ενώ η πιο πάνω ιδέα δεν είναι καινούρια εντούτοις το ενδιαφέρον για αυτή αναθερμάνθηκε τα τελευταία χρόνια. Αυτό συμβαίνει για οικονομικούς κυρίως λόγους. Η τεχνολογία δημιουργήθηκε και αναπτύχθηκε στις αρχές του εικοστού αιώνα στη Βόρειο Αμερική σε βιομηχανίες οι οποίες έβρισκαν συμφέρουσα την συμπαγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού. Επειδή, όμως στην συνέχεια αναπτύχθηκαν τα δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και επίσης τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται από τους λέβητες είχαν χαμηλές τιμές, η συμπαγωγή παραμερίστηκε.

Η ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του '70 οδήγησε στην στροφή ξανά στην συμπαγωγή και στα χρόνια που ακολούθησαν η τεχνολογία αυτή εξελίχθηκε και έγινε οικονομικά βιώσιμη και συμφέρουσα σε αρκετές

περιπτώσεις. Το πότε αυτή η τεχνολογία συμφέρει, αποτελεί και το αντικείμενο αυτής της εργασίας όπου με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού θα εξεταστεί το παράδειγμα εφαρμογής συμπαραγωγής σε μεγάλο νοσοκομείο.

Η επιλογή της συμπαραγωγής σε νοσοκομείο, όπως και σε οτιδήποτε άλλο, συμβάλλει στη μείωση των εξόδων. Στην περίπτωση αυτή όμως έχει ιδιαίτερη σημασία διότι οι πόροι που εξοικονομούνται μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση των συνθηκών νοσηλείας των ασθενών.

Τέλος δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην μείωση εκπομπών του συστήματος. Η κλιματική αλλαγή που είναι αίτιο της ανθρώπινης δραστηριότητας οδηγεί σε δραστικά μέτρα σε επίπεδο κρατών με μια από τις κυριότερες επιδιώξεις να είναι η μείωση εκπομπών των ρύπων που οδηγούν στην επιδείνωση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν συνοπτικά στοιχεία που αφορούν την παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας καθώς και στη συμπαραγωγή τους.

1.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας:

Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας:

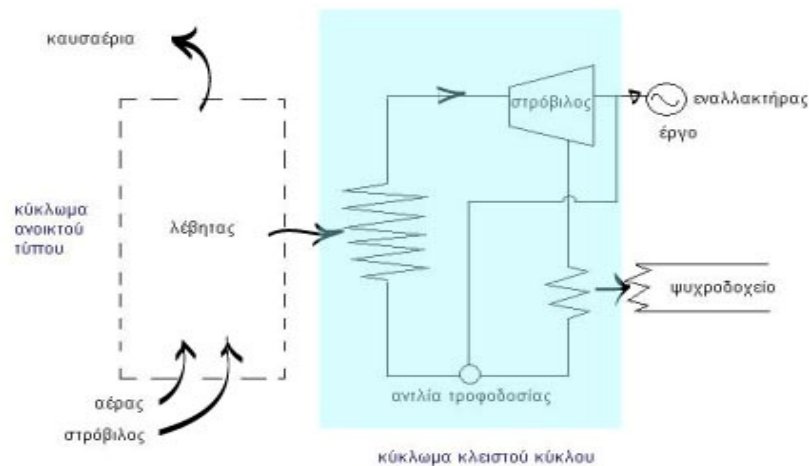
Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από μετατροπή άλλων μορφών ενέργειας, με ενδιάμεσο στάδιο την μηχανική ενέργεια. Η μετατροπή από μηχανική σε ηλεκτρική γίνεται μέσω των γεννητριών.

Οι μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι, η καύση ορυκτών καυσίμων, η πτώση ή η ροή υδάτων, η πυρηνική σχάση, η αιολική και ηλιακή ενέργεια.

Αναλόγως του καύσιμου οι διάφοροι σταθμοί παραγωγής μπορούν να διαχωριστούν σε θερμοηλεκτρικούς, υδροηλεκτρικούς και εναλλακτικούς.

Υπάρχουν δύο θερμικά κυκλώματα: τα ανοικτού τύπου και τα κλειστού τύπου.

-Ατμοηλεκτρικός Σταθμός:



Σχήμα 1.1 ατμοηλεκτρικός σταθμός

Ανανεώσιμες Πηγές:

Ονομάζονται έτσι λόγω της συνεχούς παραγωγής των πρωτογενών μορφών ενέργειας που ανανεώνονται συνεχώς. Τέτοιες είναι η ηλιακή, η αιολική η γεωθερμική, η παραγόμενη από υδατοπτώσεις ενέργεια κ.τ.λ. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από τις μορφές αυτές ενέργειας γίνεται μέσω εξειδικευμένων μηχανών. Κάποιες από αυτές είναι :

-Αιολικές γεννήτριες: Αξιοποιούν την ενέργεια του ανέμου για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Λόγω πτωτικής πορείας των εξόδων κάθε 3 χρόνια η ισχύς που προέρχεται από αυτές διπλασιάζεται παγκοσμίως.

-Φωτοβολταϊκά: Διατάξεις που δέχονται φωτόνια και ελευθερώνουν ηλεκτρόνια. Αν και ακόμα ο χρόνος απόσβεσης μιας τέτοιας επένδυσης είναι μεγάλος εντούτοις κερδίζουν συνεχώς έδαφος.

1.2 Θερμοδυναμική

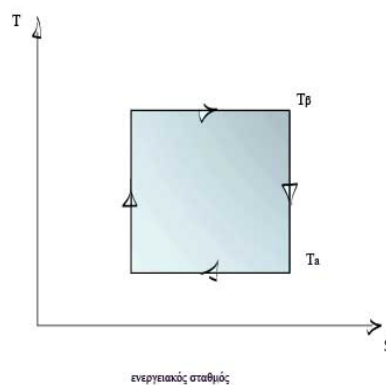
Είναι η μελέτη της μετατροπής της θερμικής ενέργειας σε άλλες μορφές ενέργειας, όπως μηχανική, χημική και ηλεκτρική. Αρχικό σημείο στη μελέτη της Θερμοδυναμικής είναι οι Νόμοι της Θερμοδυναμικής που επισημαίνουν ότι ενέργεια μπορεί να μετατραπεί από θερμότητα σε έργο μέσω διαφόρων συστημάτων. Κάθε σύστημα καθορίζεται από μια ποσότητα, την Εντροπία που είναι το μέτρο αταξίας του συστήματος. Η Εντροπία σ' ένα απομονωμένο σύστημα τείνει να αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.

Θερμοδυναμικοί κύκλοι λειτουργίας:

Είναι μια σειρά από θερμοδυναμικές διεργασίες μεταφοράς θερμότητας και έργου με παράλληλη μεταβολή της θερμοκρασίας και της πίεσης με τελικό προορισμό το αρχικό σημείο. Αν στα διαγράμματα πίεσης-όγκου η κίνηση γίνεται δεξιόστροφα, τότε παριστά μια θερμική γεννήτρια και το έργο είναι θετικό. Αν η κίνηση στο διάγραμμα είναι αριστερόστροφη τότε έχουμε αντλία θερμότητας και το έργο είναι αρνητικό.

A) Κύκλος Carnot:

Περιγράφει τον κύκλο λειτουργίας ενός θεωρητικού θερμοκινητήρα με τη μέγιστη απόδοση.



Σχήμα 1.2 Κύκλος Carnot : Διάγραμμα θερμοκρασίας-εντροπίας

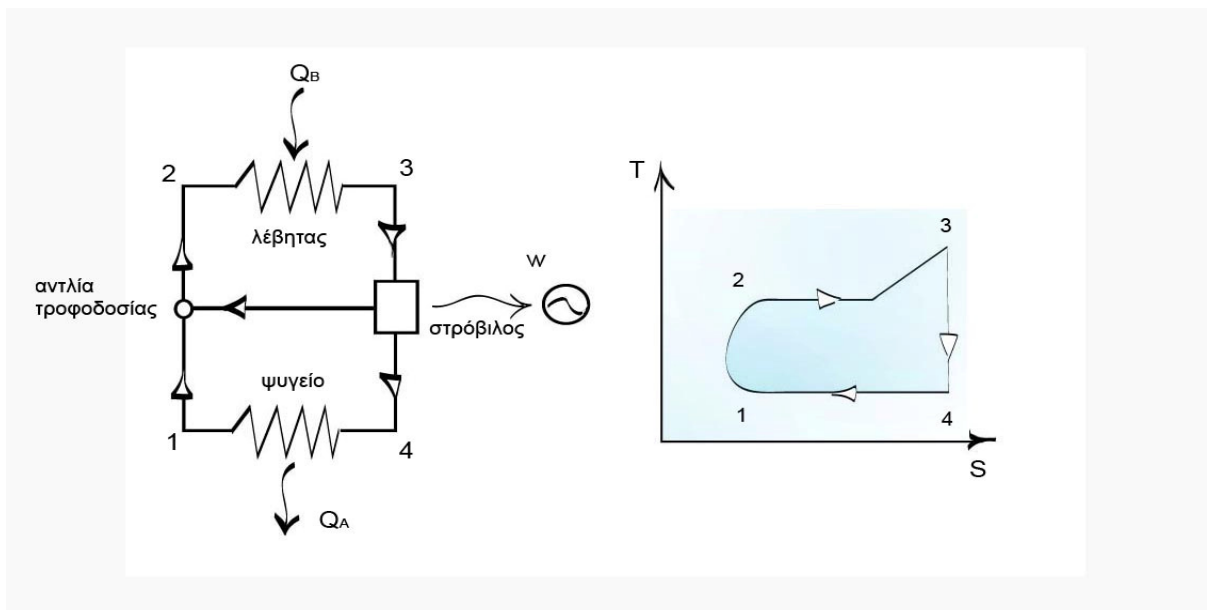
θερμική απόδοση μηχανής:

$$\eta_{th} = \frac{W}{Q_B} = \frac{Q_B - Q_A}{Q_B} = \frac{T_B \Delta \zeta - T_A \Delta \zeta}{T_B \Delta \zeta} = \frac{T_B - T_A}{T_B} \quad (1.1)$$

Λαμβανόμενη θερμότητα Q_B σε θερμοκρασία T_B . Αποβαλλόμενη θερμότητα Q_A σε θερμοκρασία T_A .

Β) Κύκλος Rankine, με ατμοστρόβιλο:

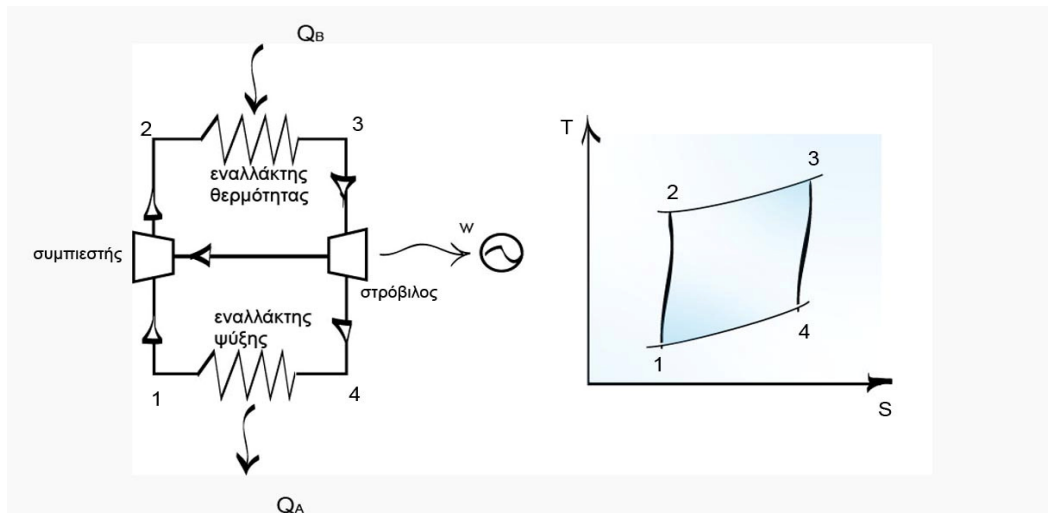
Παραγωγή μηχανικής ενέργειας μέσω της ατμοποίησης υγρού.



Σχήμα 1.3 Κύκλος Rankine : Διάγραμμα θερμοκρασίας-εντροπίας

Γ) Κύκλος Joule- Brayton, για λειτουργία αεριοστροβίλου:

Συμπιεσμένος αέρας θερμαίνεται με καύση πετρελαίου και κινεί στρόβιλο για την κίνηση συμπίεστή.



Σχήμα 1.4 Κύκλος : Διάγραμμα θερμοκρασίας-εντροπίας Joule- Brayton

Δ) Συνδυασμένος Κύκλος (Brayton-Rankine):

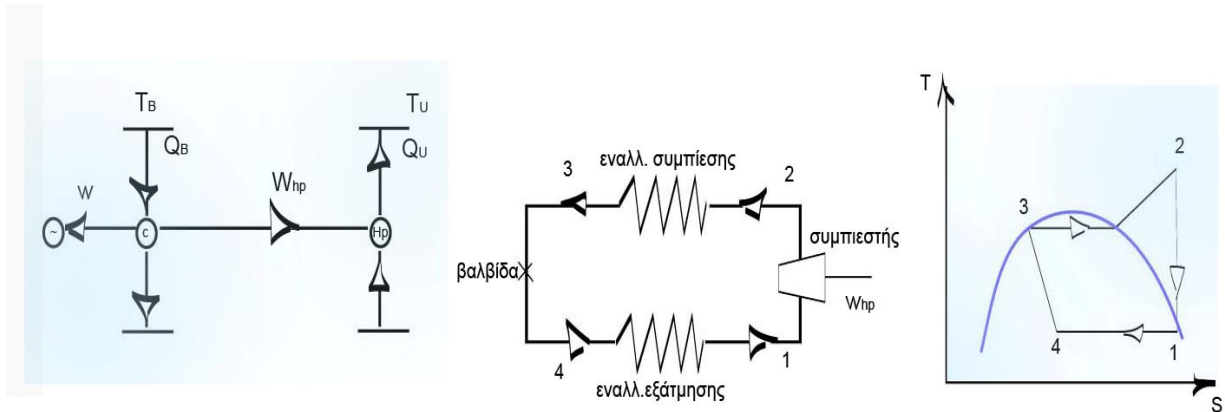
Διευθέτηση αεριοστροβίλου με ατμοστρόβιλο με τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ψηλότερη θερμική απόδοση από οποιοδήποτε άλλο κύκλο
- χαμηλά κύρια κόστη
- γρήγορη κατασκευή
- μικρός χώρος
- ευελιξία στη χρήση του χώρου
- γρήγορη εκκίνηση

-Αντλίες Θερμότητας: αντλούν ποσά θερμότητας από μια χαμηλή θερμοκρασία σε υψηλή:

$$\text{Συντελεστής λειτουργίας } CP = \frac{Q_U}{W_{hp}} = \frac{T_U}{T_U - T_A} \quad (1.2)$$

Όπου T_U = η θερμοκρασία αποβολής της ωφέλιμης θερμότητας Q_U .



Σχήμα 1.4 Αντλίες Θερμότητας: Διάγραμμα θερμοκρασίας-εντροπίας

1.3 Επίτευξη Υψηλής Θερμικής Απόδοσης σε Συμβατικούς Ενεργειακούς Σταθμούς:

-Βαθμός Απόδοσης:

Για τα κλειστού κύκλου κυκλώματα:
$$\eta = \frac{W}{Q_B} \quad (1.3)$$

όπου $W =$ καθαρό παραγόμενο έργο

$Q_B =$ περιεχόμενη θερμότητα

απ' τα οποία προκύπτει και η αναλογία θερμότητας

-αναλογία θερμότητας:

$$\alpha.\theta = \frac{Q_B}{W} \quad (1.4)$$

Μετατροπές στον κύκλο Rankine για υψηλότερη απόδοση:

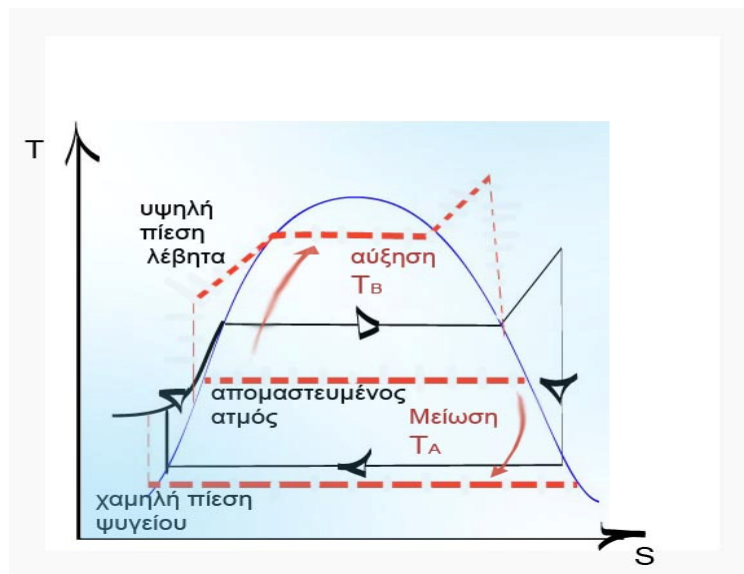
α) χαμηλότερη T_A : αυτό επιτυγχάνεται μέσω της μείωσης της πίεσης του ψυγείου, ώστε σ' αυτό το στάδιο να αποβάλλεται όλη η Q_A .

β) ψηλότερη T_B : αυτό επιτυγχάνεται με τις ακόλουθες ενέργειες:

- αύξηση πίεσης λέβητα στη λειτουργία του.
- αναθέρμανση ατμού μεταξύ βαθμίδων στροβίλου
- προθέρμανση νερού λέβητα με απομαστεύσεις
- αυξάνοντας μέση T_B παρεχόμενης θερμότητας με αναθέρμανση
- μειώνοντας μέση T_A παρέχεται ενδιάμεση Q_A με ενδιάμεση ψύξη
- εισαγωγή εναλλάκτη θερμότητας για να προθερμαίνει το αέριο απ' τα καυσαέρια του στροβίλου.

Με πρόψυξη καθώς και ενδιάμεση ψύξη μπορεί να επιτευχθεί βαθμός απόδοσης μέχρι το 67%.

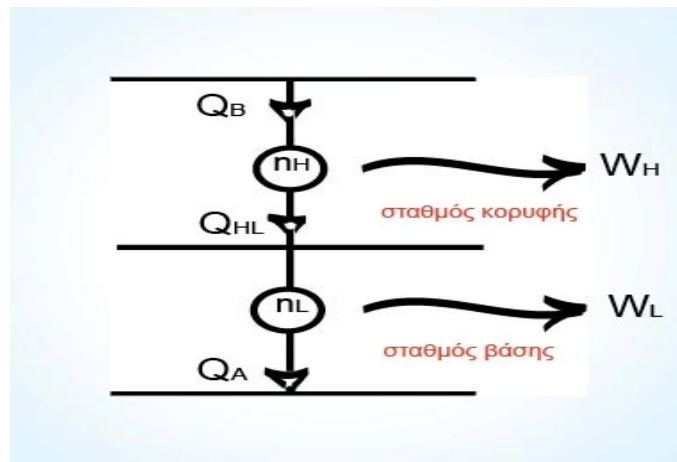
Τα πιο πάνω μέτρα συνοψίζονται στις που φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 1.6: Μετατροπές στον κύκλο Rankine για επίτευξη υψηλής απόδοσης

- Σταθμοί παραγωγής Συνδυασμένου κύκλου:

Τοποθέτηση δύο σταθμών κλειστού κυκλώματος για βελτίωση του βαθμού απόδοσης. Οι σταθμοί διακρίνονται σε σταθμό κορυφής και σταθμό βάσης.



Σχήμα 1.7 Σταθμοί παραγωγής Συνδυασμένου κύκλου

Σταθμός κορυφής: $W_H = \eta_H Q_B$ (1.5)

Σταθμός βάσης: $W_L = \eta_L Q_{HL}$ (1.6)

Η αποβαλλόμενη απ' τον σταθμό κορυφής θερμότητα, χρησιμοποιείται απ' τον σταθμό βάσης.

Η αποβαλλόμενη θερμότητα ισούται με αυτήν που παρέχεται πλην το έργο.

$$Q_1 = Q_2 - W \quad (1.7)$$

Η θερμότητα που μεταβιβάζεται από τον ένα σταθμό στον άλλο είναι:

$$Q_{HL} = Q_B (1 - \eta_H) \quad (1.8)$$

το ολικό έργο είναι: $W = W_H + W_L = Q_B (\eta_H + \eta_L - \eta_H \eta_L)$ (1.9)

η θερμική απόδοση είναι: $\eta_{TH} = \frac{W}{Q_B} = \eta_H + \eta_L - \eta_H \eta_L$ (1.10)

Από τις σχέσεις παρατηρείται αύξηση του βαθμού απόδοσης στο συνδυασμένο κύκλο κατά $\eta_L (1 - \eta_H)$. Η σύγκριση γίνεται με τον σταθμό κορυφής.

Αντιστρεψιμότητα:

$$\text{-Αντιστρεπτή ροή με } T_0: \text{ μέγιστο έργο: } \{[W_{CV}]_{REV}\}_1^2 = B1 - B2 \quad (1.11)$$

όπου $B = H - T_0 S$ (1.12) είναι η συνάρτηση διαθεσιμότητας για σταθερή ροή. Εξενέργεια $X_1 = B_1 - B_0$ (1.13), όπου B_0 η διαθέσιμη ενέργεια στο σημείο θερμοδυναμικής ισορροπίας ρευστού-περιβάλλοντος.

$$\text{Από τα πιο πάνω προκύπτει: } \{[W_{CV}]_{REV}\}_1^2 = X_1 - X \quad (1.14)$$

1.4 Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (CHP):

Ο όρος συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας περιλαμβάνει όλες τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας υψηλής ποιότητας στις οποίες γίνεται και παραγωγή ωφέλιμης θερμότητας από την ίδια πηγή ενέργειας. Οι πρώτες εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας εγκαταστάθηκαν στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη περί το 1880 και ως στόχο είχαν την βελτίωση του βαθμού απόδοσης.

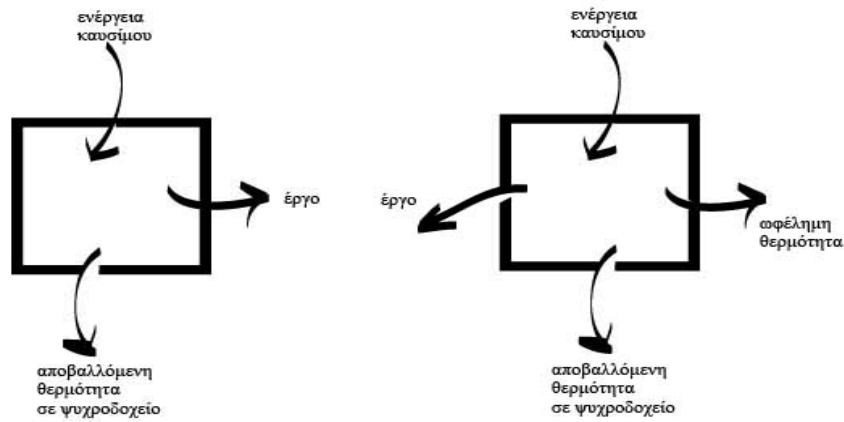
Οι εγκαταστάσεις αυτές γενικά έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- α) αποδοτικότερη χρησιμοποίηση καυσίμου στις διαδικασίες που περιλαμβάνουν εξώθερμες μετατροπές ενέργειας.
- β) περιβαλλοντικά, λόγω των λιγότερων εκπεμπόμενων ρύπων.
- γ) εφαρμογή σε τοπική κλίμακα, λόγω του γεγονότος ότι η κλίμακα του σταθμού δεν επηρεάζει την απόδοση συμπαραγωγής.

Η αναγκαιότητα ύπαρξης τέτοιων σταθμών έγκειται στην διαπίστωση ότι μόνο το 1/3 της ενέργειας του καυσίμου μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια και το υπόλοιπο σε χλιαρό νερό που χάνεται. Αν όμως παρέχεται σε αρκετά ψηλή θερμοκρασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εμπορική και οικιακή θέρμανση, για παροχή ζεστού νερού ή ακόμα για παροχή ατμού στη βιομηχανία.

Υπάρχουν γενικά δύο γενικοί τομείς χρήσης της συμπαραγωγής:

- α) CHP/DH: εφαρμογή τηλεθέρμανσης από 80-150 °C (district heating)
- β) CHP/IND: για τη βιομηχανία (Industry)



Σχήμα 1.8 Αντιπαραβολή συμβατικού σταθμού και σταθμού συμπαραγωγής:

Θερμοδυναμική των Εγκαταστάσεων Συμπαραγωγής

α) Λειτουργικά κριτήρια:

- **Συνολική Απόδοση:**

$$n_0 = n_H n_B = \frac{W}{F} \quad (1.15)$$

$$\text{όπου } F = m_F (CV)_0 \quad (1.16)$$

- **Συντελεστής Διάθεσης Ενέργειας (EUF):**

$$EUF = \frac{W + Q_U}{F} \quad \text{κλειστός κύκλος} \quad (1.17)$$

$$EUF = \frac{W + Q_U}{F} \quad \text{ανοικτός κύκλος} \quad (1.18)$$

όπου Q_U , η ωφέλιμη θερμότητα που καλύπτει το θερμικό φορτίο.

$$\text{-Κοστολογημένος EUF: } (EUF)_{vw} = \frac{Y_E W + Y_H Q_U}{\wp} = \frac{Y_E}{\wp} n_{eq} \quad (1.19)$$

όπου Y_E η τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας σε (euro/kWh)

\wp η τιμή πώλησης του καυσίμου

n_{eq} η ισοδύναμη απόδοση

- **Τεχνητή Θερμική Απόδοση :**
$$n_a = \frac{W}{F - \frac{Q_U}{(n_B)_H}} = \frac{(n_0)_{CG}}{1 - \frac{Q_U}{(n_B)_H F}} \quad (1.20)$$

όπου $(n_0)_{CG}$ η συνολική απόδοση σταθμού συμπαραγωγής

- **Λόγος Εξοικονόμησης Καυσίμου:**

$$\Delta F = \frac{Q_U}{(n_B)_H} + \frac{W}{(n_0)_C} - F \quad (1.21)$$

όπου $(n_B)_H$ η απόδοση του λέβητα

$(n_0)_C$ η απόδοση του ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού

- **Εξοικονομούμενη Ενέργεια Προς Ενέργεια Καυσίμου:**

$$FESR = \frac{\Delta F}{\Delta F - F} = 1 - \frac{\frac{(n_0)_C}{(n_0)_{CG}}}{1 + \frac{\lambda_{CG}(n_0)_C}{(n_B)_H}} \quad (1.22)$$

όπου $(n_0)_{CG}$ η συνολική απόδοση σταθμού συμπαραγωγής

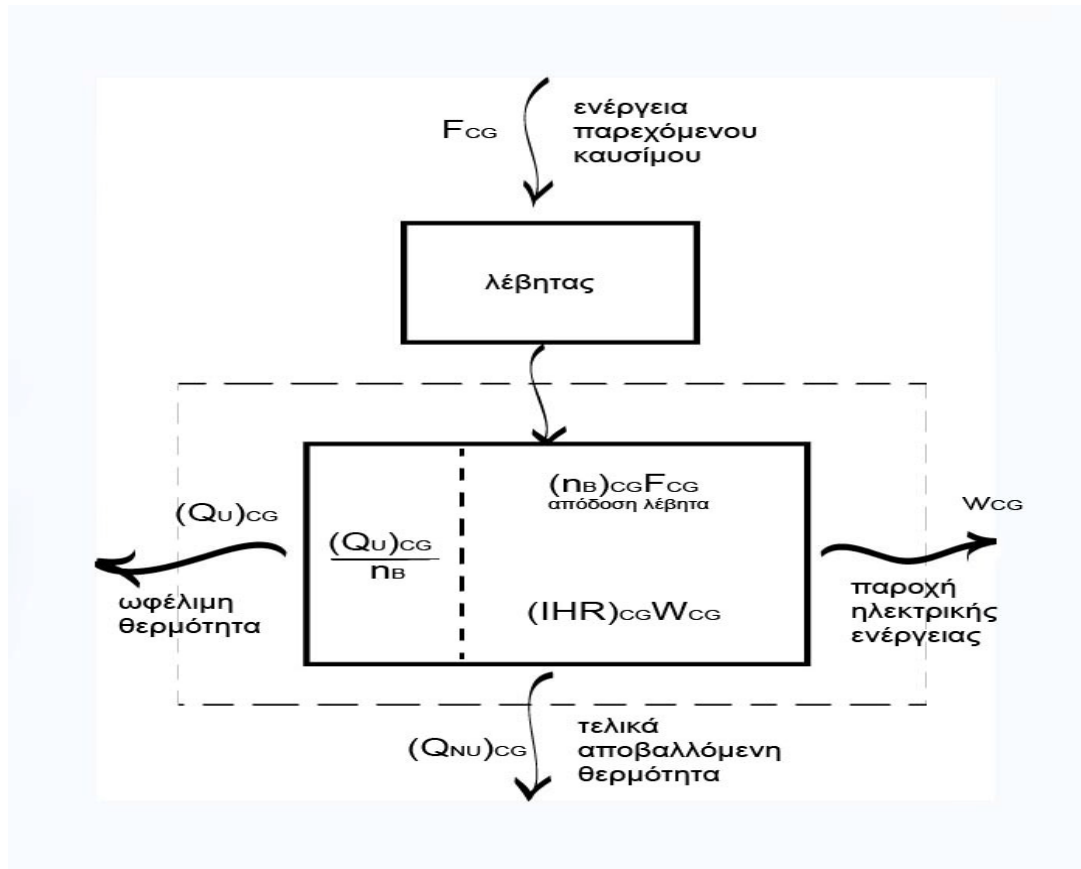
$\lambda_{CG}(n_0)_C$ ο λόγος της ωφέλιμης θερμότητας προς το

παραγόμενο έργο $\frac{Q_U}{W_{CG}}$

- **Αυξητικός Ρυθμός Θερμότητας:**

$$(IHR)_{CG} = \frac{F_{CG}}{W_{CG}} - \frac{(Q_U)_{CG}}{(n_B)_{CG} W_{CG}} = \frac{1}{(n_0)_{CG}} - \frac{\lambda_{CG}}{(n_B)_{CG}} \quad (1.23)$$

Όπου $(n_B)_{CG} W_{CG} = (Q_U)_{CG} + W_{CG} + (Q_{NU})_{CG} \quad (1.24)$



Σχήμα 1.9 Σταθμός Συμπαραγωγής

-Κριτήριο Ποιότητας Λειτουργίας Σταθμού:

$$RC = \frac{W + Q_U}{(W + Q_U)_{REV}} = n_R \left(1 + \lambda - \frac{\lambda T_0}{T_U} \right) \quad (1.25)$$

όπου $n_B = \frac{W}{(-\Delta G_0)}$, ο συμβατικός βαθμός ποιότητας.

$$\text{αντίστοιχα } (-\Delta G_0) = (G_R)_0 - (G_P)_0 \quad (1.26)$$

Χαρακτηριστικά μεγέθη τμημάτων σταθμού συμπαραγωγής:

WHR ή HRSG ατμοπαραγωγοί λέβητες ανάκτησης θερμότητας
 Ο βαθμός απόδοσης τους ισούται με τη θερμότητα μεταφερόμενη στη ψυχρή πλευρά προς τη θερμότητα μεταφερόμενη στη θερμή πλευρά.

Στο σχήμα 1.10 (διάγραμμα θερμοκρασίας – εντροπίας) τα σημεία 1,2,3,4 ορίζουν το βασικό κύκλο Carnot. Αντίστοιχα, τα 1,2,3,4' ορίζουν τον βασικό κύκλο Carnot με εκτόνωση από αναντιστρεπτό στρόβιλο.

$$\text{Από το ίδιο σχήμα παροχή θερμότητας: } q_B = (h_3 - h_2) \quad (1.30)$$

$$\text{Θεωρητικό έργο: } W_{REV} = (h_3 - h_4) - (h_2 - h_1) \quad (1.31)$$

$$\text{Έργο στον αναντιστρεπτό: } W = (h_3 - h_4') - (h_2 - h_1) = h_\tau (h_3 - h_4) - (h_2 - h_1) \quad (1.32)$$

το h_τ είναι η ισεντροπική απόδοση του στρόβιλου
 η διαφορά έργου όταν ο κύκλος είναι αναντιστρεπτός είναι:

$$W_{REV} - W = T_0(S_4' - S_4) = T_0\Delta_S \quad (1.33)$$

η θερμική απόδοση είναι:

$$n = n_{REV} - \frac{T_0\Delta_S}{q_B} \quad (1.34)$$

Η διακεκομμένη γραμμή παρουσιάζει τον κύκλο Carnot με συμπαράγωγή.

Η διαδρομή 5,2,3,6,5 είναι ο βασικός κύκλος με ωφέλιμη θερμότητα

$$q_{u(REV)} = (h_6 - h_5) \quad (1.35)$$

Η διαδρομή 5,2,3,6',5 είναι ο κύκλος με αναντιστρεπτό στρόβιλο. Για αυτήν την περίπτωση η ωφέλιμη θερμότητα είναι $q_u = q_{u(REV)} + T_U\Delta_S$ (1.36) πράγμα που σημαίνει ότι αποβάλλεται περισσότερη ωφέλιμη θερμότητα άρα έχει και μικρότερη θερμική απόδοση.

- Συντελεστής διάθεσης ενέργειας:

$$(EUF)_{REV} = \frac{W_{REV} + q_{u(REV)}}{q_B} = 1 \quad (1.37)$$

- Συντελεστής διάθεσης ενέργειας του αναντιστρεπτού:

$$(EUF) = \frac{W + q}{q_B} = (EUF)_{REV} \quad (1.38)$$

δηλαδή η αντιστρεπτότητα δεν επηρεάζει τον συντελεστή αυτό.

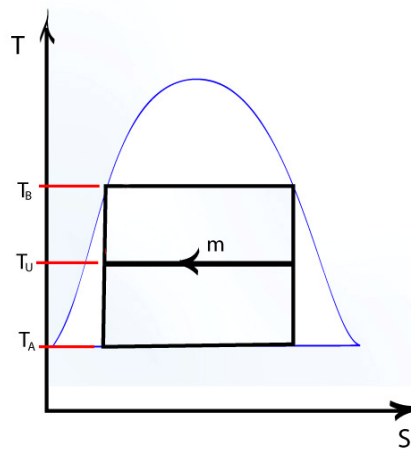
Τα πιο πάνω ισχύουν και για τον κύκλο Rankine

Ενδιαφέρει περισσότερο ο συντελεστής διάθεσης ενέργειας και ο λόγος εξοικονόμησης ενέργειας από την ανάγκη για ψηλότερη απόδοση. Η παραγωγή έργου είναι ακριβότερη από την παραγωγή θερμότητας.

Επιγραμματικά αναφέρεται ότι το οικονομικό κέρδος πρέπει να καλύπτει τους τόκους των κεφαλαίων, τα δάνεια που έχουν ληφθεί, τα κόστη συντήρησης και λειτουργίας.

- Ισοδυναμία απόδοσης : $n_{eq} = [W + (\frac{Y_H}{Y_E})]Q_U$ (1.39)

Για να γίνει ένας συμβατικός σταθμός, σταθμός συμπαραγωγής με θυσία της θερμικής απόδοσης για επίτευξη ψηλότερης παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιούμε απομάστευση ατμού:



Σχήμα 1.11 διάγραμμα θερμοκρασίας – εντροπίας του συστήματος του κύκλου Carnot με απομάστευση ατμού.

Σ' αυτήν την περίπτωση $(EUF)_{CG} < 1$

Τροποποίηση συμβατικού σταθμού σε συμπαραγωγής:

- απόδοση $(n_{TH})_{CG} = \frac{W_{CG}}{(Q_B)_{CG}} = \frac{W_C - Z(Q_U)_{CG}}{(Q_B)_{CG}}$ (1.40)

- Συντελεστής διάθεσης ενέργειας $(EUF)_{CG} = \frac{W_C + (1+Z)(Q_U)_{CG}}{(Q_B)_{CG}}$ (1.41)

Δηλαδή η τροποποίηση του συμβατικού σταθμού σε συμπαραγωγής αυξάνει το συντελεστή διάθεσης ενέργειας σε βάρος της απόδοσης.

Το Z είναι συντελεστής και είναι ο λόγος του δαπανούμενου έργου προς ωφέλιμη θερμότητα που αποβάλλεται στον τροποποιημένο σταθμό συμπαραγωγής

Ο συντελεστής Z είναι ανεξάρτητος της αύξησης της ροής του απομαστευμένου ατμού:

$$\text{Κύκλος Carnot: } Z = \frac{(T_U - T_A)}{(T_U)} \quad (1.42)$$

$$\text{Κύκλος Rankine: } Z = \frac{h_6 - h_4}{\chi_6 h_{fg}} \quad (1.43)$$

ο πάνω όρος είναι η πτώση ενθαλπίας στο στρόβιλο μετά το σημείο απομάστευσης, χ_6 είναι η ποιότητα του ατμού στο αντίστοιχο σημείο ενώ h_{fg} είναι η λανθάνουσα θερμοκρασία πίεσης $P_5 = P_6$

1.5 Σύγκριση Σταθμών Συμπαραγωγής

- Συμβατικός σταθμός:

$$\text{Παράγοντας διάθεσης ενέργειας } (EUF)_{REF} = \frac{(1 + \lambda_D)}{F_{REF}} \quad (1.44)$$

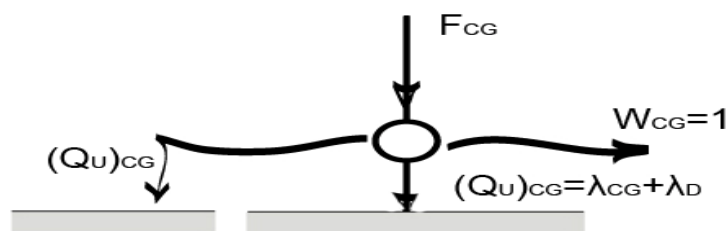
όπου λ_D είναι ο λόγος θερμικής ενέργειας προς ηλεκτρική ζήτηση, ενώ ο παρονομαστής είναι η συνολική απαιτούμενη ενέργεια καυσίμου:

$$F_{REF} = \frac{1 + \lambda_D n_C}{n_C} \quad (1.45)$$

Κρίσιμο σημείο αποτελεί η αυτονομία της εγκατάστασης

- Ιδανικά διαστασιολογημένος σταθμός συμπαραγωγής:

Αντικαθιστά τον συμβατικό σταθμό και τον λέβητα. Ο σταθμός καλύπτει τη ζήτηση σε θερμότητα και ηλεκτρικό φορτίο.



Σχήμα 1.12 Ιδανικά Διαστασιολογημένος Σταθμός Συμπαραγωγής

- Μη ιδανικά διαστασιολογημένος σταθμός συμπαραγωγής:

- ατμοστρόβιλος αντίθληψης : καλύπτει θερμικό φορτίο αλλά όχι και το ηλεκτρικό, πράγμα που καθιστά αναγκαία την παράλληλη λειτουργία ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας.

- στρόβιλος αντίθληψης : καλύπτει το ηλεκτρικό φορτίο αλλά όχι το θερμικό έτσι χρειάζεται παράλληλη λειτουργία με λέβητα

- ατμοστρόβιλος απομάστευσης: ο σταθμός καλύπτει τη ζήτηση ισχύος με τη μεταβολή του λ_D δηλαδή της ποσότητας του απομαστευμένου ατμού.

- αεριοστρόβιλος με εναλλάκτη ή λέβητα ανάκτησης θερμότητας: δεν αποβάλλει όλη του τη θερμότητα σε ωφέλιμη, τα καυσαέρια που βγαίνουν απ' τον εναλλάκτη και μπορούν να ξανακαούν.

1.6 Οικονομική Εκτίμηση Σχημάτων Συμπαραγωγής

Τιμολόγηση ηλεκτρισμού:

Ετήσιο κόστος ηλεκτρισμού σε ευρώ ανά έτος: $P_E = \beta C + M + (OM)$ (1.46)
όπου $\beta(i, N)$ είναι ο παράγοντας παρούσας αξίας κεφαλαίου, με i να είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο στο κεφάλαιο και N ο χρόνος ζωής του σταθμού σε έτη.

C είναι το κεφαλαιακό κόστος του σταθμού σε ευρώ
 M το ετήσιο κόστος τροφοδοσίας καυσίμου (ευρώ/έτος)
 (OM) το ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης (ευρώ/έτος)

- Κόστος παραγωγής ηλεκτρισμού για σταθμό συμπαραγωγής:

$$(Y_E)_{CG} = \frac{(P_E)_{CG}}{\dot{W}} \quad (1.47)$$

όπου $(P_E)_{CG}$ το ετήσιο κόστος ηλεκτρισμού και \dot{W} η παραγόμενη ισχύς γενικά ισχύει ότι το κόστος παραγωγής πέφτει με αύξηση της περιόδου λειτουργίας.

- Μέση τιμή ηλεκτρισμού:

$$\bar{Y}_E = \frac{\dot{W}_{CG} H(Y_E)_{CG}}{\dot{W}_D} + [1 - (\frac{\dot{W}_{CG}}{\dot{W}_D})](Y_E)_B \quad (1.48)$$

όπου H συντελεστής χρησιμοποίησης που αντιστοιχεί σε ώρες ανά έτος

\dot{W}_{CG} παραγωγή ενέργειας για H ώρες

\dot{W}_D ηλεκτρική ζήτηση για H ώρες

$(Y_E)_B$ η τιμή του ηλεκτρισμού

Τιμολόγηση θερμότητας:

Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές τηλεθέρμανσης όπου ο ηλεκτρισμός θεωρείται δευτερεύον προϊόν.

- κόστος θερμότητας (ευρώ/έτος):

$$(P_H)_{CG} = \beta C_{CG} + M_{CG} + (OM)_{CG} - \dot{W}_{CG} H(Y_E)_{BB} \quad (1.49)$$

το $(Y_E)_{BB}$ είναι η τιμή επαναγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας

- καθαρό ανοιγμένο κόστος (ευρώ/kWh):

$$(Y_H)_{CG} = \frac{(P_H)_{CG}}{(\dot{Q}_U)_{CG} H} + \frac{\dot{F}_{CG} \rho_{CG}}{(\dot{Q}_U)_{CG} H} + \frac{(OM)_{CG}}{(\dot{Q}_U)_{CG} H} - \frac{\dot{W}_{CG} (Y_E)_{BB}}{(\dot{Q}_U)_{CG}} \quad (1.50)$$

στην πιο πάνω σχέση το $(\dot{Q}_U)_{CG} H$ είναι η, ανά έτος, παραγόμενη θερμότητα.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για υψηλές τιμές $(Y_E)_{BB}$ συμφέρει περισσότερο ο σταθμός συνδυασμένου κύκλου ενώ για χαμηλές συμφέρει ο στρόβιλος αντίθληψης.

Μέθοδοι υπολογισμού για μικρές περιόδους αποπληρωμής:

- απλός ρυθμός αποπληρωμής= (ετήσια αποπληρωμή /επενδυμένο κεφάλαιο)100%
- απλή περίοδος αποπληρωμής= επενδυμένο κεφάλαιο/ ετήσια αποπληρωμή
- ετήσιο ενεργειακό κόστος:

Για συμβατικούς σταθμούς:

$$M_C = [(Y_E)_B \dot{W} + \frac{\rho_B (\dot{Q}_U)_D}{n_B}] H \quad (1.51)$$

Για συμπαραγωγή:

$$M_{CG} = \left[\frac{\rho_{CG} \dot{W}}{n_{CG}} + (\dot{W}_D - \dot{W}_{CG}) (Y_E)_B \right] H \quad (1.52)$$

Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV) ή επενδυτική αξία

Σ' ένα συμβατικό σύστημα που γίνεται μετατροπή σε συμπαραγωγή, η εκτίμηση της μετατροπής αυτής, εκτιμάται με υπολογισμό της ΚΠΑ.

Η ΚΠΑ υπολογίζεται με ισολογισμό των: (ΔC) που είναι το επιπλέον επενδυμένο κεφάλαιο και του (ΔM) που είναι ο ρυθμός εξοικονόμησης μειωμένης κατανάλωσης λόγω καυσίμου.

Είναι δηλαδή το άθροισμα όλων των χρηματορροών ανηγμένων σε σημερινή παρούσα αξία.

$$NPV = \sum PV_t - C + t=1nS(1+i)^n$$

Όπου PV_t η παρούσα αξία χρηματοροής της περιόδου t , n το σύνολο των περιόδων που διαρκεί η επένδυση, C η αρχική επένδυση, S η εναπομένουσα αξία στο τέλος της επένδυσης.

Εσωτερική Απόδοση Επένδυσης (IRR)

Εναλλακτική μέθοδος εκτίμησης του εγχειρήματος. Είναι εκείνο το επιτόκιο που μηδενίζει την Καθαρή Παρούσα Αξία.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} = 0$$

Σύνθετη εξίσωση που επιλύεται με δοκιμές. Αν η σειρά των χρηματοροών παρουσιάζει εναλλαγές θετικών και αρνητικών πρόσημων τότε η μέθοδος αυτή δεν ενδείκνυται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΘΑΡΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ RETSCREEN

2.1 RETScreen Clean Energy Project (εισαγωγικά)

Το «πρόγραμμα καθαρών πηγών ενέργειας» είναι μια μελέτη που απευθύνεται σε επαγγελματίες και φοιτητές με σκοπό την ανάλυση της τεχνικής και οικονομικής βιωσιμότητας.

Το κέντρο λήψεων αποφάσεων του RETScreen clean Energy επιτελεί τους εξής σκοπούς:

- βοηθά τους αυτούς που λαμβάνουν τις αποφάσεις να συμπεριλαμβάνουν την ενέργεια και τις ΑΠΕ στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού.

- δίνει εργαλεία που μειώνουν δραστικά το κόστος πρόσβασης σε πιθανά projects.

- Διαδίδει αυτά τα εργαλεία δωρεάν παγκοσμίως μέσω του διαδικτίου και μέσω cd.

- παρέχει εκπαίδευση και τεχνική υποστήριξη μέσω του διεθνούς δικτύου RETS trainers.

- μέσο του διαδικτίου παρέχει βιομηχανικά προϊόντα και πρόσβαση σε υπηρεσίες.

i)Περίγραμμα

- Το λογισμικό του RETScreen περιλαμβάνει μοντέλα καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών, βάση δεδομένων για χίλιους προμηθευτές εξοπλισμών καθώς και βάση δεδομένων για τον καιρό παγκοσμίως και τέλος on-line manual.

- Market place το οποίο συνδέει βιομηχανίες με πελάτες On-line, παρέχει δυνατότητα αναζήτησης κατ' αντικείμενο τεχνολογία και περιοχή καθώς επίσης και παραδείγματα.

- Internet forums δηλαδή χώροι επικοινωνίας που αφορούν τις καθαρές τεχνολογίες, οι οποίοι μπορεί να είναι είτε ανοικτοί είτε ιδιωτικοί.

ii) Προφίλ των Καθαρών Τεχνολογιών (Clean Energy Technologies)

Στόχος του προγράμματος RETScreen είναι η αύξηση της ευαισθητοποίησης για χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας καθώς και για λήψη αποδοτικότερων ενεργειακών μέτρων.

Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σημαίνει την κατανάλωση λιγότερων ενεργειακών πόρων για την κάλυψη ίδιων αναγκών. Ζητούμενο είναι αυτοί οι ενεργειακοί πόροι να προέρχονται από μη μειούμενες πηγές (Ανανεώσιμες).

iii) Λόγοι που επιτάσσουν την χρήση των καθαρών τεχνολογιών

-Περιβαλλοντικοί λόγοι, όπως οι κλιματολογικές αλλαγές που επιδρούν σε όλο τον πλανήτη καθώς και η μόλυνση του περιβάλλοντος σε συγκεκριμένες περιοχές.

-Οικονομικοί λόγοι, μείωση του κόστους μακροχρόνια λόγω της απεξάρτησης απ' τα συνεχώς μειούμενα ορυκτά καύσιμα.

-Κοινωνικοί λόγοι, δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, μείωση της απώλειας συναλλάγματος στο εξωτερικό και αντιμετώπιση των αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών που αναμένεται να τριπλασιαστούν μέχρι το έτος 2050.

iv) Κοινά χαρακτηριστικά των καθαρών τεχνολογιών

- ψηλότερα αρχικά κόστη
- χαμηλότερα κόστη λειτουργίας
- περιβαλλοντικά καθαρές
- τα κόστη επιδρούν σε μακροπρόθεσμη κλίμακα

v) Κόστη ενός Ενεργειακού Συστήματος

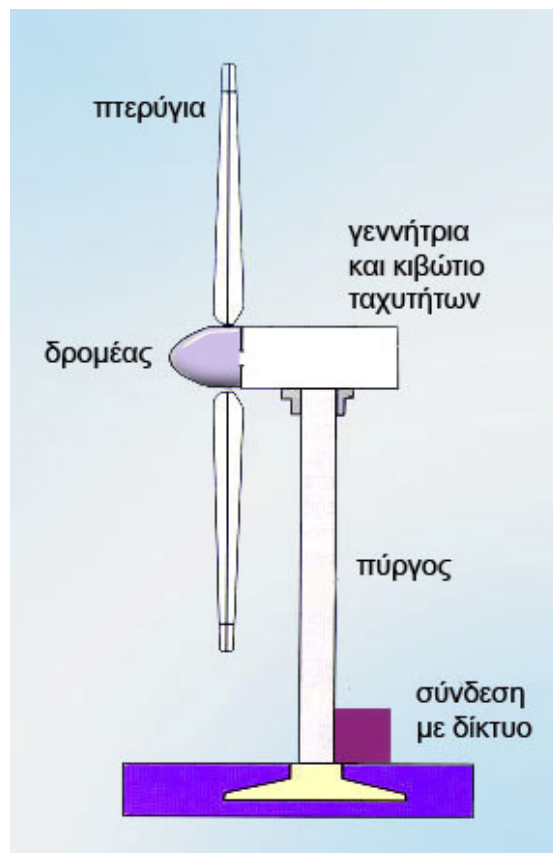
Όπως προαναφέρθηκε η οικονομική βιωσιμότητα είναι κύριο ζητούμενο έτσι είναι σημαντικό να καταγραφούν τα κόστη τα οποία δεν είναι μόνο τα αρχικά αγοραστικά. Πρέπει να συνυπολογίζονται τα ετήσια έξοδα για

καύσιμα και συντήρηση, τα κόστη ελέγχου και αντικατάστασης παλαιού εξοπλισμού, τα κόστη χρηματοδότησης και τα λοιπά.

vi) Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

-Αιολική Ενέργεια:

Χρειάζεται «καλό» άνεμο (>4m/s στα 10μέτρα) σε παράκτιες περιοχές, ομαλές κορυφογραμμές ή σε ανοικτές πεδιάδες.

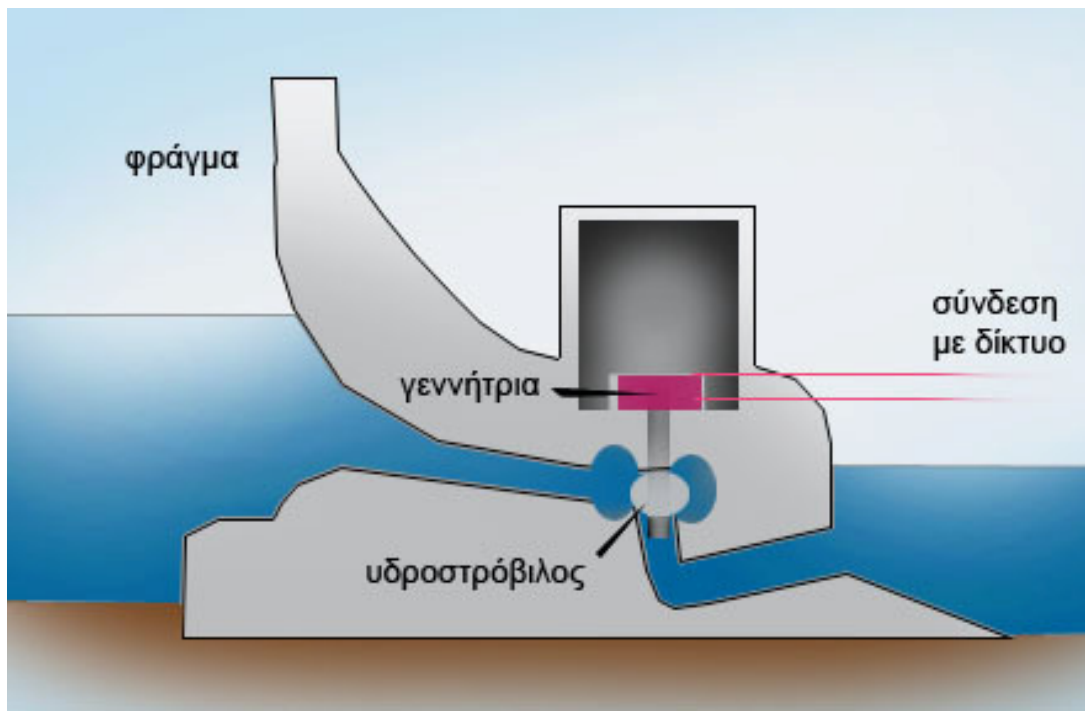


Σχήμα 2.1 Ανεμογεννήτρια

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς παγκοσμίως είναι 39,000MW (το 2003) με Γερμανία, Ισπανία και ΗΠΑ να έχουν την περισσότερη.

-Υδροηλεκτρικά Πάρκα (Small Hydro Technology & Applications)

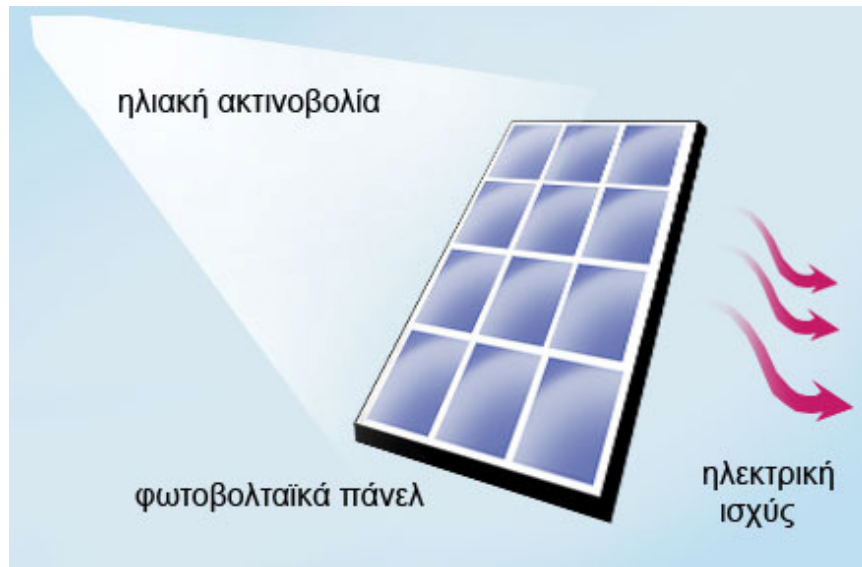
Εγκαθίστανται σε φράγματα ή σε ποτάμια
Το 19% της ηλεκτρικής ισχύος παγκοσμίως, παράγονται από μικρά ή μεγαλύτερα υδροηλεκτρικά πάρκα.



Σχήμα 2.2 Υδροηλεκτρικός σταθμός

-Φωτοβολταϊκά

Οι εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών παγκοσμίως το 2003 έφτασαν τα 2950MW



Σχήμα 2.3 Φωτοβολταϊκά

-Βιομάζα

Περιλαμβάνει ξυλεία, κατάλοιπα αγροκαλιέργειας, απορρίμματα που χρησιμοποιούνται για θέρμανση.

Καλύπτεται το 11% της παγκόσμιας παραγωγής.

Συμπερασματικά, για τις πιο πάνω τεχνολογίες υπάρχουν επενδυτικές ευκαιρίες, πολλά επιτυχημένα παραδείγματα, αυξανόμενη αγορά. Επίσης υπάρχουν ενεργειακά αποδοτικές ευκαιρίες.

Το λογισμικό καθαρών πηγών ενέργειας RETScreen σχεδιάστηκε για να καλύπτει κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις καθώς και την περίπτωση που ενδιαφέρει την παρούσα μελέτη, την Συμπαγωγή Θερμότητας και ηλεκτρισμού (CHP).

2.2 Εκπόνηση Προγράμματος Καθαρής Ενέργειας Μεσώ του RETScreen

Περιλαμβάνει την ανάλυση 5 κυρίων βημάτων του project:

- 1-Ενεργειακό project
- 2-Ανάλυση Κόστους
- 3-Ανάλυση GHG (για τα αέρια που προκαλούν το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου)
- 4-Οικονομική Περίληψη
- 5-Ανάλυση Ρίσκου

Στόχοι:

- Να δειχθεί ο ρόλος των πρωταρχικών τεχνοοικονομικών μελετών σκοπιμότητας (preliminary feasibility study).
- Να δειχθεί ο τρόπος λειτουργίας του λογισμικού RETScreen
- Να δειχθεί το πως το RETScreen κάνει ευκολότερη την δημιουργία ενός project.

Για την εκπόνηση μιας μελέτης πρέπει να ξέρουμε τα ακόλουθα:

Συνήθως οι καθαρές τεχνολογίες δεν συνυπολογίζονται πρωταρχικά, σε ένα project.

Το ενεργειακό project περιλαμβάνει την ανάλυση της δυνατότητας υλοποίησης, την μηχανολογική σκοπιά του προγράμματος καθώς και την εκτέλεση του.

Για την εκτίμηση που ακολουθεί μια τεχνοοικονομική μελέτη υπάρχει το δίλημμα ακρίβειας έναντι του κόστους. Όσο αυξάνεται η ακρίβεια της πρόβλεψης τόσο πιο ψηλό είναι το κόστος της.

-Μελέτη βιωσιμότητας:

Αυτή αποσκοπεί στην κατάδειξη του πότε είναι επαρκείς οι συνθήκες για την ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών. Εξετάζει τα εξής:

- Ενεργειακές ανάγκες
- Υποδομή (Νέες κατασκευές ή προγραμματισμένες ανακαινίσεις)
- Τα ψηλά κόστη της συμβατικής ενέργειας,
- Τυχόν ενδιαφέρον από σημαντικούς εμπλεκόμενους (stakeholders),
- Αδειοδοτήσεις
- Προσβασιμότητα σε κεφάλαια και επενδύσεις
- Καλής ποιότητας καθαρές πηγές ενέργειας

Για τον καθορισμό των πιο πάνω το RETScreen βοηθά απλοποιώντας τις αρχικές εκτιμήσεις, κοστίζει λιγότερο από άλλες μεθόδους εκτίμησης, αυξάνει την επιτυχία της πιθανής χρήσης καθαρών ενεργειών.

Για την επικύρωση των αποτελεσμάτων υπάρχει διασταύρωση καταγεγραμμένα δεδομένα, με καταχωρημένα δεδομένα κατασκευαστών καθώς και με συνεχή εξομοιωτικά εργαλεία.

Για την οικονομική ανάλυση του προγράμματος χρησιμοποιείται η σύγκριση μεταξύ της βασικής και της προτεινόμενης λύσης.

2.3 Ανάλυση Project Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (CHP) Μέσω του RETScreen.

Ο στόχος είναι η επισήμανση των βασικών χαρακτηριστικών της συμπαραγωγής, παρουσίασή των κυριότερων παραγόντων που λαμβάνονται υπ' όψιν κατά την ανάλυση, και επίσης του μοντέλου που εισηγείται το RETScreen.

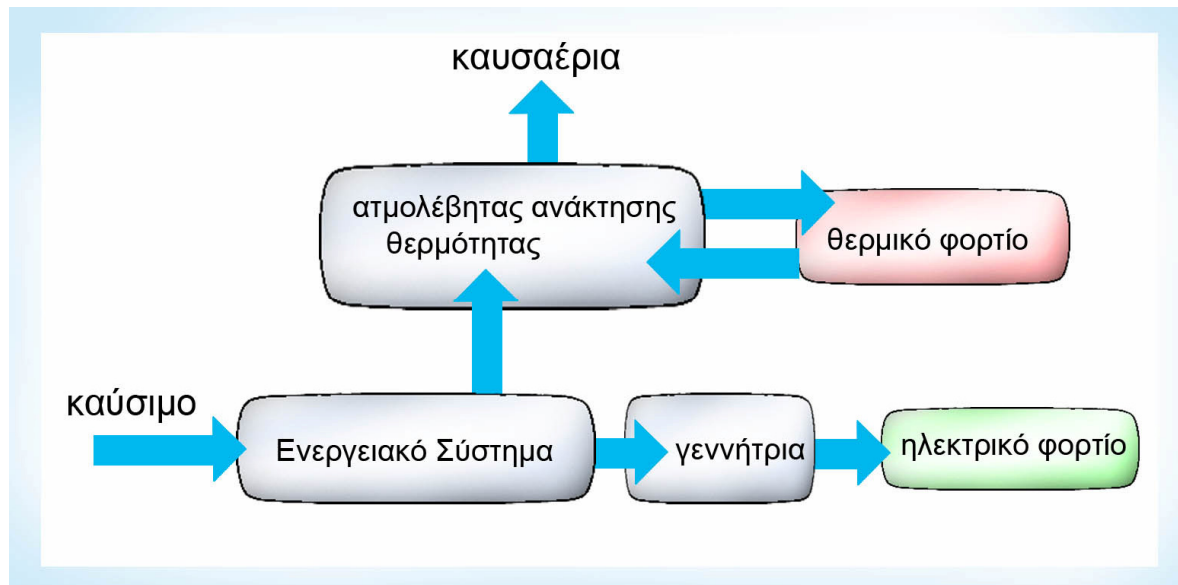
Γενικά, τα CHP παρέχουν εξ ορισμού ηλεκτρισμό και θερμότητα (για θέρμανση κτιριακών συγκροτημάτων ή για βιομηχανικές χρήσεις) όμως επίσης βελτιώνουν την απόδοση, μειώνουν κατανάλωση και εκπομπές. Βρίσκουν ακόμα εφαρμογές σε απομονωμένα ενεργειακά συστήματα ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κλιματισμό (cooling)

Όπως αναφέρθηκε και πριν, τα παραδοσιακά συστήματα ισχύος χάνουν από 1/3 ως 2/3 σε μορφή θερμότητας. Αυτή η αποβαλλόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για τους πιο πάνω σκοπούς.

Ο ηλεκτρισμός έχει συνήθως μεγαλύτερη αξία από τη θερμότητα.

Η βασική ιδέα είναι η ταυτόχρονη παραγωγή δύο μορφών ενέργειας (ή περισσοτέρων) από μια ενεργειακή πηγή. Υπάρχει αφθονία καυσίμων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη συμπαραγωγή και πληθώρα εξοπλισμού.

Η τεχνολογία χρησιμοποιείται για εμπορικούς και βιομηχανικούς σκοπούς, σε μεμονωμένα κτήρια ή συγκροτήματα κτηρίων και σε μεμονωμένα ενεργειακά συστήματα.



Σχήμα 2.4 Απεικόνιση Σταθμού Συμπαγωγής

Οι τύποι καυσίμων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν είναι:

-Ανανεώσιμα, όπως καυσόξυλα, βιομάζα, μεθάνιο(από αποκομιδή σκουπιδιών), φυτικής προέλευσης καύσιμα, ζαχαροκαλαμόσκονη κτλ.

-Ορυκτά καύσιμα, όπως φυσικό αέριο και πετρέλαιο.

Ακόμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί γεωθερμική ενέργεια και υδρογόνο.

Ο εξοπλισμός περιλαμβάνει:

Σύστημα ψύξης (compressors, absorption chillers, free cooling)

Γεννήτρια ισχύος (ατμοστρόβιλος, αεριοστρόβιλος, αεριοστρόβιλος συνδυασμένου κύκλου, εμβολοφόρος κινητήρας, fuel cell κτλ)

Θερμικός εξοπλισμός (boilers, waste heat recovery)

Η παγκόσμια ισχύς το 2004 από συμπαγωγή ανερχόταν στα 247GW και αναμενόταν η ετήσια αύξηση της κατά 10GW στα επόμενα χρόνια.

i) CHP σε απομονωμένα ενεργειακά συστήματα:

Από τις εγκαταστάσεις του CHP εξάγεται θερμότητα που αξιοποιείται στα γύρω κτήρια, τόσο για θέρμανση όσο και για κλιματισμό. Χρησιμοποιούνται θερμομονωμένες υπόγειες ατσάλινες σωλήνες.

Αυτό πλεονεκτεί της αυτόνομης θερμικής εγκατάστασης σε κάθε κτήριο στα εξής:

- υψηλότερη απόδοση
- Οι έλεγχοι εκπομπών γίνονται σε μια, μόνο, εγκατάσταση
- ασφάλεια
- άνεση
- ευκολία διαχείρισης

Παρόλα τα πιο πάνω, τα αρχικά κόστη είναι ψηλότερα.

ii) Κόστη ενός Συστήματος CHP:

Τα κόστη των CHP μπορεί να διαφέρουν κατά πολύ από σύστημα σε σύστημα.

Αρχικά κόστη:

- εξοπλισμός γεννήτριας
- θερμικός εξοπλισμός
- εξοπλισμός ψύξης (αν η εγκατάσταση εξυπηρετεί και αυτό το σκοπό)
- ηλεκτρική διασύνδεση
- πρόσβαση στο οδικό δίκτυο
- τοπική διασωλήνωση

Λειτουργικά έξοδα:

- καύσιμα
- κόστη λειτουργίας και συντήρησης
- κόστη επισκευής και αντικατάστασης εξοπλισμού

Παράγοντες που πρέπει να έχουμε υπόψη:

- αξιοπιστία και μακροπρόθεσμη παροχή καυσίμου
- τα κύρια κόστη πρέπει να συγκρατούνται υπό έλεγχο
- προϋποτίθεται η ύπαρξη αγοραστών τόσο για τον ηλεκτρισμό όσο και για τη θερμότητα
- Η εγκατάσταση σχεδιάζεται για την κάλυψη του βασικού θερμικού φορτίου καθώς αυτό κυμαίνεται από 100% μέχρι 200% του ηλεκτρικού φορτίου.
- Το ρίσκο έγκειται στη σχέση της τιμής του ηλεκτρισμού και του φυσικού αερίου, στην περίπτωση που επιλεγεί αυτό ως καύσιμο.

iii) Μοντέλο RETScreen για τα CHP

Περιλαμβάνει, για την ανάλυση για την παραγωγή ενέργειας παγκοσμίως, υπολογισμό μακροπρόθεσμων εξόδων και για την μείωση των εκπομπών των αερίων που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου:

- θέρμανση, ηλεκτρική ισχύς, κλιματισμός και όλους τους συνδυασμούς τους.
 - ατμοστρόβιλους, αεριοστρόβιλους, εμβολοφόρους κινητήρες, fuel cells, boilers, συμπιεστές κτλ
 - μεγάλη ποικιλία σε καύσιμα
 - ποικιλία στρατηγικών λειτουργίας
 - εργαλεία που αφορούν το βιοαέριο(landfill gas)
 - απομονωμένα ενεργειακά συστήματα
- Ακόμα, το πρόγραμμα περιλαμβάνει διάφορες γλώσσες και συναλλάγματα, μεταβολή μονάδων μέτρησης και εργαλεία χρήστη.

Υπάρχει συμβατότητα με διάφορα άλλα projects:

- μόνο θέρμανσης
- μόνο ηλεκτρισμού
- μόνο ψύξης
- ο συνδυασμός των πιο πάνω ανά δύο ή και των τριών μαζί

Υπολογισμοί:

- εκτίμηση φορτίων και ζητήσεων για το θερμικό και το ηλεκτρικό φορτίο
- καθορισμός εξοπλισμού και χαρακτηριστικών
- υπολογισμός παραδιδώμενης ενέργειας και η αντίστοιχη κατανάλωση καυσίμου

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι τα CHP χρησιμοποιούν θερμότητα η οποία θα χανόταν. Γι' αυτήν την τεχνολογία το RETScreen υπολογίζει τις καμπύλες ζήτησης και προσφοράς, την κατανάλωση καυσίμου με την παράδοση ενέργειας με τα ελάχιστα δυνατά δεδομένα. Τέλος, κάνει το πρωταρχικό κόστος της μελέτης βιωσιμότητας εφικτό.

iv) Το Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας RETScreen

Το λογισμικό ανάλυσης έργων καθαρής ενέργειας RETScreen λειτουργεί σε περιβάλλον Microsoft Excel και χωρίζεται αρχικά σε 3εις κύριες ενότητες. Η πρώτη είναι η Εκκίνηση με τα γενικά στοιχεία που αφορούν το έργο, η δεύτερη είναι το ενεργειακό μοντέλο που αποτελεί και το κύριο μέρος της μελέτης και η τρίτη είναι τα εργαλεία RETScreen για την ενεργειακή αποδοτικότητα του έργου. Αναλόγως της μελέτης και της μεθόδου που θα ακολουθηθεί μπορούν να παρεμβληθούν και άλλα βήματα τα οποία είναι: το στάδιο του Φορτίου και Δικτύου, η ανάλυση κόστους, η ανάλυση εκπομπών, η οικονομική ανάλυση και η ανάλυση επικινδυνότητας.

1.ΕΚΚΙΝΗΣΗ:

Στο εισαγωγικό αυτό σκέλος της μελέτης, ο χρήστης καλείται να δώσει στοιχεία που αφορούν το έργο, όπως είναι η ονομασία του, η τοποθεσία του, για ποιόν εκτελείται η εργασία και ποίος την εκπονεί.

Ακολούθως παραθέτει τον τύπο του έργου. Οι διαθέσιμες επιλογές είναι: μέτρα ενεργειακής απόδοσης, ισχύος καθώς επίσης παραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας, ψύξης ή συμπαραγωγή συνδυασμού των προηγούμενων.

Το λογισμικό αναλόγως του τύπου του έργου μεταβάλλει τις διαθέσιμες επιλογές του, για παράδειγμα, σε μελέτη ενεργειακής απόδοσης ο χρήστης πρέπει να καθορίσει το είδος των εγκαταστάσεων ενώ στην περίπτωση συμπαραγωγής καλείται να καθορίσει τον τύπο του δικτύου.

Το επόμενο βήμα είναι να πρέπει να κάνει επιλογή για τον τύπο της ανάλυσης. Υπάρχουν δύο μέθοδοι, η πρώτη είναι αρκετά απλοποιημένη και η δεύτερη έχει και οικονομικό επενδυτικό προσανατολισμό και μας ενδιαφέρει περισσότερο.

Μετά υπάρχει επιλογή μεταξύ Ανώτερης και Κατώτερης Θερμιγόνου Ικανότητας. Αυτές οι μέθοδοι αποτελούν τρόπους αποτίμησης του καυσίμου, όταν αυτό καεί εντελώς. Η Κατώτερη Θερμιγόνου Ικανότητας (ΚΘΙ) αποτιμάται όταν το καύσιμο έχει μετατραπεί σε ατμό και είναι ακόμα σε αυτή τη μορφή, ενώ η Ανώτερη Θερμιγόνου Ικανότητα (ΑΘΙ) αποτιμάται όταν ο ατμός ρευστοποιηθεί. Στην Ευρώπη χρησιμοποιείται η ΚΘΙ ενώ στις ΗΠΑ η ΑΘΙ.

Για τη συμπλήρωση των στοιχείων αυτών υπάρχει επισυναπτόμενη βάση δεδομένων έργου.

Οι ρυθμίσεις που μπορεί να κάνει ο χρήστης αφορούν την γλώσσα του λογισμικού με ποικιλία διαθέσιμων γλωσσών (και ελληνικά), επιλογή γλώσσας εγχειριδίου μόνο μεταξύ αγγλικών και γαλλικών, νομισματική μονάδα που θα χρησιμοποιηθεί και τέλος καθορισμός του συστήματος των μονάδων μέτρησης που θα χρησιμοποιηθούν.

Τέλος, στο φύλλο της εκκίνησης υπάρχει καθορισμός των συνθηκών που επικρατούν στην τοποθεσία της εγκατάστασης, από βάση δεδομένων που κρατά κλιματολογικές συνθήκες σε πληθώρα περιοχών παγκοσμίως.

1Α Βάση Δεδομένων Έργου

The screenshot shows the RETScreen International software interface. At the top, there is a header with the RETScreen logo and the text 'RETScreen International www.retscreen.net'. Below the header, there are tabs for 'Πρότυπα', 'Μελέτες Περιπτώσεων', and 'Οριζόμενο από τον χρήστη'. The main area contains a table with the following columns: 'Τύπος έργου', 'Τύπος', 'Όνομασία έργου', 'Τοποθεσία έργου', and 'Βέση κλιματολογικών...'. The table lists various projects, including biomass systems, wind turbines, solar thermal, and hydroelectric power, with their respective power outputs and locations.

Τύπος έργου	Τύπος	Όνομασία έργου	Τοποθεσία έργου	Βέση κλιματολογικών...
Παραγωγή θερμότητας	Σύστημα βιομάζας	Σχοδεία	Ηνωμένο Βασίλειο	London
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλ...	Ατμοστρόβιλος	2,000 kW - Απόβλητα Φοινικέλαιου	Μαλαισία	Kuala Lumpur/Subang
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	19,200 kW	Καναδάς	Lethbridge Airport
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	600 kW	Καναδάς	Lethbridge Airport
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	20,000 kW	Ισπανία	Hyderabad (Civ/Mil)
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	9,900 kW	Γερμανία	Bremen
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	40,000 kW	Δανία	Koebenhavn/Kastrup
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	390 kW - Απομονωμένο δίκτυο	Καναδάς	Burgeo
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	63,700 kW	Ηνωμένες Πολιτείες ...	Pasco
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	20,700 kW	Τζαμάικα	Norman Manley/Kingston
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ανεμογεννήτρια	9,900 kW	Καναδάς	Pilot Mound (MARS)
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Φωτοβολταϊκό	Αντίληση νερού - 0.123 kW - Εκτός ...	Καναδάς	Kingston
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Εμβολοφόρος μηχανή	1,300 kW - Αέριο ΧΥΤΑ	Νορβηγία	Bergen
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλ...	Εμβολοφόρος μηχανή	50 kW - Βιοαέριο	Καναδάς	Ottawa Int'l Airport
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλ...	Εμβολοφόρος μηχανή	65 kW - Βιοαέριο	Καναδάς	Peterborough
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Υδροστρόβιλος	220 kW	Καναδάς	Ottawa Int'l Airport
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	Άλλο	Φωτιστικά - Φθωρισμού T8 - ηλεκτρ...	Καναδάς	Mount Forest (MARS)
Παραγωγή θερμότητας	Ηλιακό αερόθερμο	Χώρος - κτίριο	Καναδάς	Montreal Int'l. Airport
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλ...	Εμβολοφόρος μηχανή	625 kW - Βιοαέριο	Καναδάς	Rayong/U-Taphao
Συμπαγωγή ψύξης, θερμότη...	Εμβολοφόρος μηχανή - Απορρό...	450 kW - Φυσικό Αέριο	Ηνωμένες Πολιτείες ...	New York J F Kennedy ...
Συμπαγωγή θερμότητας & ψ...	Αντλία θερμότητας - Πηγή : αέ...	Εμπορικός	Ηνωμένες Πολιτείες ...	Oklahoma City
Συμπαγωγή θερμότητας & ψ...	Αντλία θερμότητας - Πηγή : εδ...	Γραφείο - Αποθήκη	Καναδάς	Montreal Int'l. Airport
Ισχύς - παθητικές τεχνολογίες	Γεωθερμική ενέργεια - Υδροστ...	4,200 kW	Μεξικό	Durango
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Αεριοστρόβιλος - Συνδυασμέν...	126,000 kW - Φυσικό Αέριο	Ιαπωνία	Tokyo
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Εμβολοφόρος μηχανή	12,000 kW - Αέριο ΧΥΤΑ	Βραζιλία	Santos Dumont/Rio
Συμπαγωγή θερμότητας & ηλ...	Ατμοστρόβιλος	14,000 kW - Απόβλητα Φοινικέλαιου	Μαλαισία	Kuala Lumpur/Subang
Παραγωγή ηλεκτρισμού	Ατμοστρόβιλος	66,000 kW - Απορριπτόμενη ξυλεία	Καναδάς	Vancouver Int'l.
Παραγωγή ψύξης	Συμπιεστής	Τράπεζα / Γραφείο	Καναδάς	Halifax Int'l. Airport
Παραγωγή θερμότητας	Λέβητας	Πισίνα - Εσωτερικά	Καναδάς	Vancouver Int'l.
Παραγωγή θερμότητας	Λέβητας	Γραφείο	Καναδάς	Vancouver Int'l.
Συμπαγωγή ψύξης, θερμότη...	Αεριοστρόβιλος - Αφυγράνηση	30 kW - Φυσικό Αέριο	Ηνωμένες Πολιτείες ...	Minneapolis/St.paul
Συμπαγωγή ψύξης, θερμότη...	Ατμοστρόβιλος - Απορρόπηση	11,750 kW - Φυσικό Αέριο	Ηνωμένες Πολιτείες ...	Rockester

Φύλλο 2.1 Βάση Δεδομένων έργου

Η βάση αυτή περιλαμβάνει τρία φύλλα. Το πρώτο είναι τα πρότυπα, είναι δηλαδή πάνω από τριάντα περιπτώσεις έργων και αφορούν τα ακόλουθα:

- Ενίσχυση ενεργειακής απόδοσης για εμπορικές, βιομηχανικές και κτιριακές χρήσεις, όπως για παράδειγμα ψύξη σε ή ζεστό νερό σε διαμερίσματα.

- Παραγωγή ηλεκτρισμού με Υδροστρόβιλο, Φωτοβολταϊκά, εμβολοφόρο μηχανή, ηλιακή θερμική ενέργεια, ανεμογεννήτριες και βιομάζα

- Παραγωγή θερμότητας με ηλιακό αερόθερμο ή ηλιακό θερμαντή

- Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας με Αεριοστρόβιλο ή Αντλία Θερμότητας

Το δεύτερο φύλλο είναι οι Μελέτες Περιπτώσεων. Είναι εξειδικευμένες περιπτώσεις των πιο πάνω στις οποίες παρουσιάζονται ολοκληρωμένα έργα με στοιχεία για το σκοπό και τον τύπο του έργου την ισχύ του, την τοποθεσία του καθώς και την θέση του σταθμού στον οποίο λαμβάνονται οι κλιματολογικές μετρήσεις. Με επιλογή κάποιου από αυτές τις περιπτώσεις παρουσιάζονται σε αρχείο Microsoft Excel περαιτέρω στοιχεία του εν λόγω έργου που αντιστοιχούν σε αυτά που καλείται ο χρήστης να συμπληρώσει στην αρχική σελίδα, όπως το ποίος συνέταξε την μελέτη κτλ.

Το τελευταίο φύλλο δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να καταχωρήσει την δική του μελέτη στη βάση.

1B Επιλογή Τοποθεσίας Κλιματικών Δεδομένων

Με την απλή επιλογή χώρας και επαρχίας ο χρήστης αποκτά πρόσβαση σε ένα πλήρη πίνακα, ο οποίος δίνει πληροφορίες τόσο γεωγραφικές όσο και κλιματολογικές. Οι μετρήσεις αφορούν σε μηνιαίες καθώς και ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας αέρα και εδάφους, της υγρασίας, της ηλιακής ακτινοβολίας, της ατμοσφαιρικής πίεσης καθώς και τις βαθμο-ημέρες θέρμανσης και ψύξης (για την Ελλάδα υπάρχουν 40 επιλογές σταθμών).

2 ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ:

Στην περίπτωση που εξετάζουμε συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, η ενότητα αυτή της μελέτης χωρίζεται στα αντίστοιχα δύο μέρη ξεχωριστά, εξετάζοντας έτσι το έργο του κάθε ενός.

2Α Έργο Παραγωγής Θερμότητας:

Σε αυτό το φύλλο εργασίας, ο χρήστης πρέπει να καθορίσει τις θερμικές ανάγκες που θα καλύπτει το έργο, αν πρόκειται δηλαδή, για μεμονωμένο κτίριο ή για πολλαπλά κτίρια, αν θα χρησιμοποιηθεί για θέρμανση χώρων, διεργασίες θέρμανσης, πολλαπλές ζώνες θέρμανσης ή συνδυασμό των προηγούμενων. Πρέπει να καταχωρηθεί και η επιφάνεια του δαπέδου που θα θερμαίνεται καθώς και ο τύπος του καυσίμου που χρησιμοποιείται. Υπάρχει επιλογή από τα εξής καύσιμα: Ντίζελ, Ηλεκτρισμός, Βενζίνη, Βιομάζα,

Άνθρακας, Πετρέλαιο, Κηροζίνη Φυσικό αέριο και προπάνιο. Ακόμα υπάρχει δυνατότητα να ορισθεί άλλο καύσιμο. Τα παραπάνω καύσιμα μπορούν να ορισθούν με διάφορες μονάδες μέτρησης.

Με την συμπλήρωση των πεδίων της εποχιακής απόδοσης, του φορτίου απόδοσης, την ενδεχόμενη ζήτηση ζεστού νερού και τις τιμές του καυσίμου, το πρόγραμμα υπολογίζει άμεσα την συνολική απαίτηση φορτίου θέρμανσης, την ποσότητα του καυσίμου που απαιτεί και το ετήσιο κόστος του. Υπολογίζονται ακόμα, η καθαρή αιχμή φορτίου θέρμανσης και η καθαρή ζήτηση θέρμανσης.

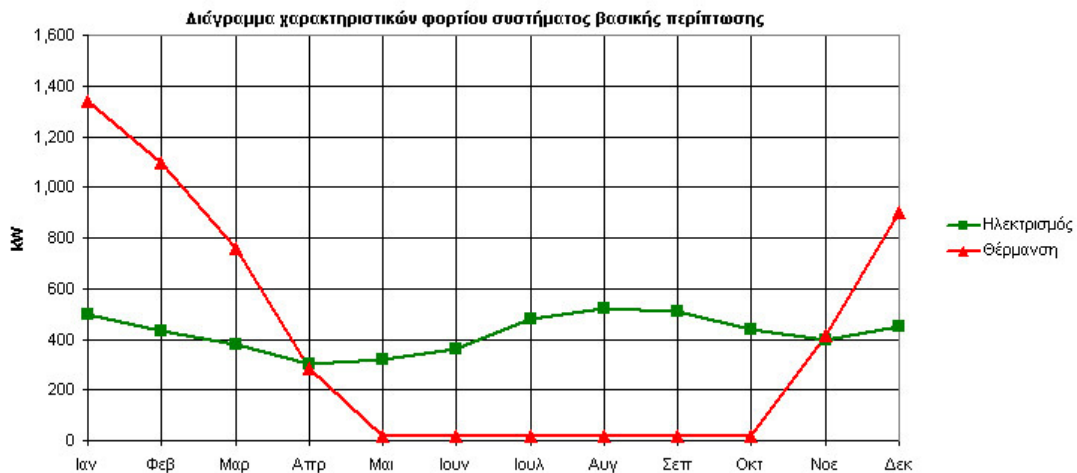
2B Έργο Ηλεκτροπαραγωγής:

Το δεύτερο σκέλος αυτής της ενότητας αφορά την παραγωγή ηλεκτρισμού στο έργο και μεγάλη σημασία σ' αυτό το κομμάτι παίζει το δίκτυο της εγκατάστασης. Οι διαθέσιμες επιλογές είναι: Κεντρικό δίκτυο, κεντρικό δίκτυο και εσωτερικό φορτίο, απομονωμένο δίκτυο, απομονωμένο δίκτυο και εσωτερικό φορτίο, εκτός δικτύου.

Σε πίνακα που ακολουθεί συμπληρώνονται κατά μήνα, το μεικτό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού σε kW.

Με βάση όλα τα πιο πάνω το πρόγραμμα καταλήγει σε δύο διαγράμματα, στο διάγραμμα χαρακτηριστικών φορτίου συστήματος βασικής περίπτωσης και στο διάγραμμα φορτίου συστήματος προτεινόμενης περίπτωσης.

Και στα δύο διαγράμματα τα φορτία του ηλεκτρισμού και της θέρμανσης παρουσιάζονται ξεχωριστά με διαφορετικού χρώματος γραμμές.



Διάγραμμα 2.1 Μηνιαία θερμική και ηλεκτρική κατανάλωση

3) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ RETSCREEN:

Η μελέτη χρησιμοποιεί τη μέθοδο της υπάρχουσας περίπτωσης που βρίσκεται το προηγούμενο φύλλο και της προτεινόμενης για την οποία συμπληρώνεται αυτό το φύλλο.

Είναι προφανές ότι αναλόγως του σκοπού της μελέτης, το αντίστοιχο ενεργειακό μοντέλο έχει διαφορετική μορφή, λόγω των διαφορετικών παραμέτρων που αφενός ο χρήστης θα καθορίσει και αφ' ετέρου το πρόγραμμα θα υπολογίσει.

Στη περίπτωση της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας συμπληρώνονται οι ακόλουθοι πίνακες:

- Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης
- Χαρακτηριστικό σύστημα προτεινόμενης περίπτωσης

Σημειώνεται ότι σε διάφορα πεδία αυτού του σκέλους διατίθεται βάση δεδομένων προϊόντων, τα οποία δίνουν στον χρήστη την εικόνα των διαθέσιμων επιλογών που υπάρχουν στο εμπόριο.

3Α Σύστημα Ηλεκτρισμού Προτεινόμενης Περίπτωσης:

Εδώ, ο χρήστης καθορίζει την τεχνολογία που θα χρησιμοποιήσει, μέσα από ένα πολύ μεγάλο εύρος επιλογών. (ατμοστρόβιλος, αεριοστρόβιλος, γεωθερμική ενέργεια, εμβολοφόρος μηχανή, ηλιακή ενέργεια κ.α).

Αναλόγως της τεχνολογίας που θα επιλέξει το υπόλοιπο φύλλο εργασίας προσαρμόζεται. Στην περίπτωση της επιλογής αεριοστροβίλου-συνδυασμένου κύκλου, τότε η επόμενη επιλογή αφορά το καύσιμο. Υπάρχει η δυνατότητα επιλογής όχι μόνο ενός αλλά πολλαπλών καυσίμων, είτε μνηιαία είτε με ποσοστό. Όπως και πριν, τα διαθέσιμα καύσιμα που μπορούν να επιλεγούν είναι πάρα πολλά. Ακολουθώς ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τα τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας που επέλεξε. Στην περίπτωση του αεριοστροβίλου-συνδυασμένου κύκλου καλείται να καταχωρήσει χαρακτηριστικά όπως είναι η ηλεκτρική ισχύς, η ελάχιστη ισχύς, ακόμα στοιχεία που αφορούν την καύση, την ενθαλπία και την εντροπία, τον ρυθμό παραγωγής ατμού και άλλα. Αν ο εκτελών την μελέτη επιλέξει κάποιο προϊόν από τα ήδη διαθέσιμα τα οποία υπάρχουν καταχωρημένα στη βάση δεδομένων προϊόντων του πίνακα το ίδιο το πρόγραμμα συμπληρώνει τα στοιχεία αυτά.

3B Χαρακτηριστικό Σύστημα Προτεινόμενης Περίπτωσης:

Το σκέλος αυτό της μελέτης είναι το αυτό στο οποίο ο εκτελών την εργασία θα καθορίσει τον εξοπλισμό που έχει σκοπό να χρησιμοποιήσει συμπληρώνοντας τον πίνακα που προηγήθηκε.

Αυτός ο πίνακας χωρίζεται στα δύο. Στο πάνω μέρος ο ηλεκτρισμός με την επιλεγμένη τεχνολογία καθώς και τα χαρακτηριστικά στοιχεία της και στο κάτω μέρος η θέρμανση με τα αντίστοιχα δικά της στοιχεία. Το πρόγραμμα μας παρέχει διαφορετικά γραφήματα για το σχεδιασμό του συστήματος για ηλεκτρισμό και θερμότητα.

4) Ανάλυση Κόστους:

Κάθε μελέτη έχει ως μέλημα της να εξετάζει την οικονομική βιωσιμότητα του εγχειρήματος. Πόσο μάλλον όταν πρόκειται για την δημιουργία μονάδας παραγωγής ενέργειας, αφού όπως γίνεται κατανοητό, στο σύστημα αυτό στηρίζεται οτιδήποτε τροφοδοτείται από αυτό, τόσο σε ηλεκτρισμό όσο και σε θερμότητα.

Ο σχετικός πίνακας ανάλυσης κόστους διαχωρίζεται στα αρχικά, στα ετήσια και στα περιοδικά κόστη, ενώ υπάρχει και η ετήσια εξοικονόμηση.

Τα αρχικά κόστη συνίστανται στα εξής: μελέτη σκοπιμότητας, ανάπτυξη και μηχανολογικά, όπου υπάρχουν. Υπάρχει επιλογή κόστους ή πίστωσης.

Για τα ίδια κόστη καταχωρούνται: το κόστος της τεχνολογίας, του αεριοστροβίλου, για παράδειγμα, τυχόν κόστη οδοποιίας, γραμμής μεταφοράς, υποσταθμού καθώς και τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης, όσα από αυτά χρειάζεται η εγκατάσταση του έργου.

Ακόμα, για το σύστημα θέρμανσης, καθορίζεται το φορτίο βάσης του λέβητα και τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης.

Στα αρχικά κόστη επίσης συμπεριλαμβάνονται το ισοζύγιο του συστήματος καθώς και διάφορα άλλα, όπως είναι τυχόν απαιτούμενη εκπαίδευση προσωπικού, ανταλλακτικά, μεταφορά και τέλος τόκος κατά την κατασκευή.

Τα ετήσια κόστη, στη συνέχεια, αφορούν τμήματα και εργασία καθώς και άλλα που ο χρήστης θα ορίσει κάτι που συμβαίνει και με τα περιοδικά κόστη.

Τέλος, η ετήσια εξοικονόμηση, αφορά την άθροιση του κόστους του πετρελαίου και του ηλεκτρισμού.

5) Ανάλυση Εκπομπών:

Το τμήμα αυτό της μελέτης εξετάζει τις εκπομπές που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Υπάρχουν τρεις επιλογές μεθόδου για αυτό το σκέλος. Η απλουστευμένη, η βασική καθώς και μια τρίτη πιο εξειδικευμένη.

Αρχικά παρουσιάζεται το σενάριο αναφοράς με επιλογή περιοχής που αφορά τους συντελεστές αερίων του θερμοκηπίου. Υπάρχει η δυνατότητα να συνυπολογιστούν ενδεχόμενες αλλαγές που θα συμβούν στο σενάριο αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου.

Ακολούθως παρουσιάζονται πίνακες με τις εκπομπές τόσο για τη βασική όσο και για την προτεινόμενη περίπτωση, περιληπτικά που πολλαπλασιάζουν την καταναλισκόμενη ποσότητα καυσίμου επί τους αντίστοιχους συντελεστές.

Μπορούμε να κατανοήσουμε ποιοτικά τι σημαίνει η ενδεχόμενη μείωση των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσω της παρουσίασης από το πρόγραμμα διαφόρων αντίστοιχων καταστάσεων μείωσης ρύπων.

6) Οικονομική Ανάλυση:

Το κομμάτι αυτό αποτελεί και την ουσία του όλου προγράμματος αφού πρόκειται για την παρουσίαση σε βάθος χρόνου των οικονομικών μεγεθών του έργου.

Το φύλλο αυτό διαχωρίζεται σε διάφορα μέρη. Το πρώτο αφορά τις οικονομικές παραμέτρους και αφορά τον κυλιόμενο φόρο κόστους καυσίμου, την τιμή πληθωρισμού και το επιτόκιο αναγωγής, όλα επί τοις εκατό καθώς και τη διάρκεια ζωής του έργου σε έτη. Στο ίδιο μέρος υπάρχει και η χρηματοδότηση καθώς και η ανάλυση του φόρου εισοδήματος.

Ακολουθεί το σκέλος με τα ετήσια έσοδα που περιλαμβάνει τα έσοδα από την πώληση του ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και έσοδα παραγωγής καθαρής ενέργειας, διάφορες εκπτώσεις (προσαύξηση τιμής ηλεκτρικής ενέργειας και επιμίσηθιο θερμότητας) και τέλος έσοδα από τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Τα έσοδα αυτά ουσιαστικά θα πρέπει να συγκριθούν με αντίστοιχη συμβατική διάταξη.

Μετά βρίσκεται το σκέλος με την σύνοψη των εσόδων και του κόστους , όπως αυτό παρουσιάστηκε αναλυτικά προηγουμένως.

Το επόμενο μέρος αυτού του φύλλου είναι τη οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Στο σημαντικό αυτό κομμάτι έχουμε τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης (προ φόρων), την εσωτερική απόδοση επένδυσης (IRR) σε μετοχές και περιουσιακά στοιχεία (μετά φόρου), την απλή αποπληρωμή, την αποπληρωμή μετοχών, την Καθαρή Παρούσα Αξία, τις ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής, την αναλογία οφέλους-κόστους και το κόστος μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Τέλος το Retscreen παρουσιάζει σ' αυτό το σκέλος πίνακα με την ετήσια χρηματοροή και διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών.

7) Ανάλυση Ευαισθησίας και Επικινδυνότητας:

Το φύλλο αυτό παρουσιάζει τα μεγέθη εκείνα που καθορίζουν την απόφαση για την εκτέλεση ή όχι του έργου.

Στο πρώτο μέρος, κατ' αρχήν πρέπει να γίνει επιλογή πάνω σε ποίο μέγεθος θα είναι η ανάλυση, μεταξύ των IRR –μετά φόρων σε περιουσιακά στοιχεία ή μετοχές, Καθαρής παρούσας αξίας και αποπληρωμής μετοχών.

Θα πρέπει να καθοριστεί η επί τοις εκατό ευαισθησία καθώς και το κατώφλι της (threshold).

Το πρόγραμμα, κατόπιν, παρουσιάζει σε πίνακες την διακύμανση για τα αρχικά κόστη στο εύρος της ευαισθησίας που τέθηκε σε τρεις περιπτώσεις: Με τα καύσιμα στη βασική περίπτωση, με τα καύσιμα στην προτεινόμενη καθώς και με το επιτόκιο δανεισμού, με τα τρία αυτά να κινούνται στο ίδιο εύρος ευαισθησίας.

Στο δεύτερο σκέλος βλέπουμε την ανάλυση ρίσκου με τη βοήθεια διαφόρων γραφημάτων. Τα γραφήματα σχηματίζονται μέσω της μεθόδου Monte Carlo. Όπως και πριν πρέπει να επιλέξουμε το μέγεθος που θα αναλυθεί. Επίσης πάλι γίνεται επιλογή του εύρους του βαθμού ρίσκου, από το οποίο θα πάρουμε τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές για σημαντικά, ως προς την επιλογή η όχι του εγχειρήματος, μεγέθη. Κάποια από αυτά είναι το κόστος καυσίμου στη βασική και στην προτεινόμενη περίπτωση, Operations and Maintenance (O&M) καθώς και χαρακτηριστικά που αφορούν το επιτόκιο. Στο τέλος υπάρχει το γράφημα της κατανομής.

8) Εργαλεία:

Το τελευταίο φύλλο εργασίας του προγράμματος βρίσκονται εργαλεία που παρέχουν τη δυνατότητα μετατροπής διαφόρων μεγεθών από ένα σύστημα μέτρησης σε κάποιο άλλο. Χρησιμεύει ώστε ο χρήστης να βοηθηθεί στη συμπλήρωση των προηγούμενων φύλλων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ

Συνολική επιφάνεια εσωτερικών χώρων: $34460 m^2$ Κλίνες: 541
Προσωπικό: 1800 (εκ των οποίων 400 γιατροί)

Το νοσοκομείο βρίσκεται στην περιοχή της Αττικής

3.1 Εξοπλισμός

Το νοσοκομείο είναι διασυνδεδεμένο μέσο μετασχηματιστών στο δίκτυο μέσης τάσης της Δ.Ε.Η. οι οποίοι βρίσκονται σε δύο υποσταθμούς. Οι υποσταθμοί αυτοί τροφοδοτούν εξ' ολοκλήρου το φωτισμό, τον κλιματισμό καθώς και την λειτουργία των μηχανημάτων του νοσοκομείου.

Επίσης στο χώρο του νοσοκομείου λειτουργούν τρεις ατμολέβητες που παράγουν ατμό για την λειτουργία των πλυντηρίων, την αποστείρωση και για την θέρμανση του κτηρίου. Η συνολική τους δυναμικότητα είναι 5233.5 KWh.

Ακόμα λειτουργούν τρεις λέβητες ζεστού νερού που καλύπτουν τις ανάγκες ζεστού νερού χρήσης αλλά και χρησιμεύουν στη θέρμανση του κτηρίου. Η συνολική τους δυναμικότητα είναι 5582.4 KWh

3.2 Ηλεκτρικές Καταναλώσεις

Οι ανάγκες σε ηλεκτρισμό του Νοσοκομείου συνίστανται στα εξής:

Φωτισμός, ανελκυστήρες, αξονικοί και μαγνητικοί τομογράφοι, ακτινολογικά εργαστήρια, μαγειρεία, πλυντήρια, κλιματισμός (σώματα διαιρούμενου τύπου), πύργοι ψύξης, εργαστηριακά και λοιπά μηχανήματα χειρουργείου καθώς και άλλες συσκευές όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές.

Μας ενδιαφέρει η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά ιδιαίτερη σημασία έχει η μηνιαία κατανάλωση στην οποία φαίνονται

ότι οι μέγιστες καταναλώσεις που εμφανίζονται τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω της λειτουργίας των κλιματιστικών.

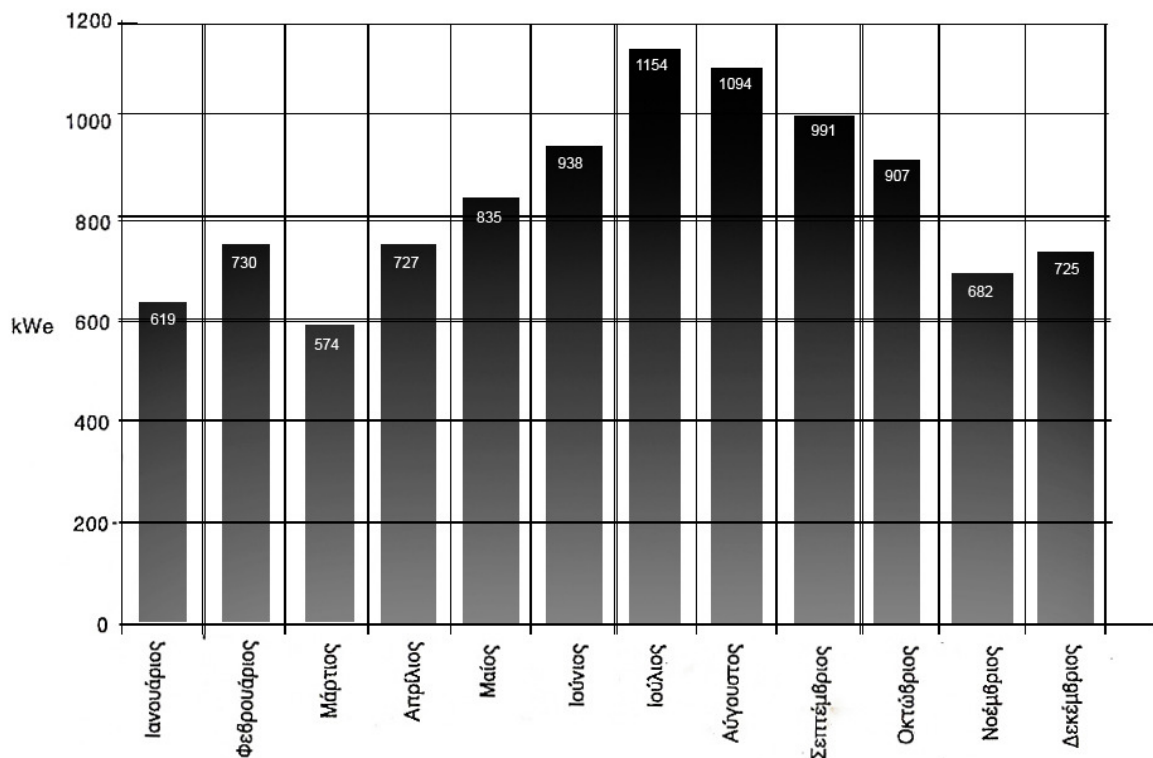
Στον πίνακα που ακολουθεί βλέπουμε τις καταγεγραμμένες μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας για χρονικό διάστημα πέντε ετών. Τα στοιχεία αυτά λήφθηκαν από την τεχνική υπηρεσία του νοσοκομείου καθώς και από τα τιμολόγια της Δ.Ε.Η.

	1ο έτος	2ο έτος	3ο έτος	4ο έτος	5ο έτος	6ο έτος	Μέσες
Ιανουάριος		340800	312000	343200	343200	321600	349800
Φεβρουάριος		331200	309600	336000	232800	316800	302400
Μάρτιος		309600	292800	350400	276000		307200
Απρίλιος		328800	280800	314400	266400		297600
Μάιος		369600	369600	427200	400800		391800
Ιούνιος		429600	448800	532800	400800		453000
Ιούλιος		528000	429600	540000	480000		494400
Αύγουστος		460800	602400	780000	528000		592800
Σεπτέμβριος	456000	408000	424800	448800	470400		438000
Οκτώβριος	391200	316800	362400	532800	343200		388800
Νοέμβριος	328800	297600	324000	321600	352800		324000
Δεκέμβριος	297600	295200	295200	235200	295200		280200

Πίνακας 3.1 Μηνιαίες ηλεκτρικές καταναλώσεις των έξι τελευταίων ετών και οι μέσες τιμές τους

Σημαντικό είναι επίσης να γνωρίζουμε τις αιχμές του φορτίου για κάθε μήνα. Τις μέγιστες δηλαδή καταγεγραμμένες τιμές από τα όργανα μέτρησης.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι καταγεγραμμένες αιχμές για το τελευταίο έτος.



Σχήμα 3.1 Καταγεγραμμένες Αιχμές σε όλο το 24ωρο (τελευταίο έτος)

3.3 Θερμικές Καταναλώσεις:

Οι θερμικές καταναλώσεις αφορούν την κατανάλωση diesel για την θέρμανση χώρων για ζεστό νερό και για ατμό. Η μέση ετήσια κατανάλωση πετρελαίου ανέρχεται στα 840,000 λίτρα, η μεγαλύτερη ποσότητα από τα οποία (περίπου το 65%) καταναλώνεται το χειμώνα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι από τους 3εις λέβητες μόνο ο ένας λειτουργεί το καλοκαίρι.

Αντίθετα με τον ηλεκτρισμό και όπως είναι φυσιολογικό οι μηνιαίες καταναλώσεις diesel για θέρμανση παρουσιάζονται αυξημένες κατά τους χειμερινούς μήνες.

3.4 Σύνδεση Νοσοκομείου με Δίκτυο Φυσικού Αερίου:

Στην παρούσα εργασία καλό είναι να ληφθεί υπόψη ότι η επιλογή του φυσικού αερίου ως καύσιμο για την κάλυψη των θερμικών αναγκών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της ανάπτυξης του εν λόγω δικτύου στην περιοχή της Αττικής αλλά και λόγω της συμφέρουσας τιμής του καυσίμου αυτού έναντι του πετρελαίου. Άλλα οφέλη είναι η ακριβής μέτρηση του, η συνεχής ροή του και το ότι δεν χρειάζεται χώρο αποθήκευσης. Τα οφέλη όμως είναι και περιβαλλοντικά. Δεν παράγει οσμές κατά την καύση του και δεν αφήνει υπολείμματα αφού η καύση του είναι καθαρή, έτσι πρακτικά δεν εκπέμπει αιθάλη και άλλα αιωρούμενα σωματίδια. Το φυσικό αέριο έχει τους χαμηλότερους ρύπους σε σχέση με όλα τα υπόλοιπα συμβατικά καύσιμα. Παράγει λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα επομένως όταν υποκαθιστά άλλα καύσιμα συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δεν περιέχει καθόλου θείο άρα δεν προκαλεί το φαινόμενο της όξινης βροχής.

3.5 Επιλογή Συστήματος Συμπαγωγής για το Νοσοκομείο:

Για την αναζήτηση του κατάλληλου συστήματος συμπαγωγής για το νοσοκομείο που να είναι και σε σύνδεση με το δίκτυο καλό είναι να δούμε τις δυνατές μας επιλογές.

Υπάρχει πληθώρα επιλογών που μπορούν να γίνουν σε συστήματα συμπαγωγής και αρκετοί τρόποι επιλογής του καταλλήλου συστήματος στη διεθνή βιβλιογραφία. Από βοηθητικά flow charts μέχρι πίνακες ιεράρχησης των προτεραιοτήτων στα οποία ο ενδιαφερόμενος μπορεί να ανατρέξει. Όμως η διαφορετική φύση και οι ανάγκες του κάθε έργου είναι και ο λόγος που κερδίζουν έδαφος διάφορα υπολογιστικά προγράμματα, όπως αυτό που χρησιμοποιούμε στη μελέτη.

Για νοσοκομεία όπως αυτό που εξετάζουμε, εγκαταστάσεις μικρότερες των 5MW, συνήθως χρησιμοποιούνται αεριοστρόβιλοι και παλινδρομικοί κινητήρες.

Ας δούμε συνοπτικά ορισμένα χαρακτηριστικά των δύο συστημάτων:

-Παλινδρομικός κινητήρας: Έχει χαμηλότερο αρχικό κόστος και υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τον αεριοστρόβιλο για τιμές μικρότερες των 3MW. Ακόμα έχει την ικανότητα μερικής παρακολούθησης του

ηλεκτρικού φορτίου σε αντίθεση με τον αεριοστρόβιλο που αδυνατεί. Έχουν όμως υψηλότερες ανάγκες και κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Η θερμότητα ανακτάται περίπλοκα καθιστώντας έτσι χαμηλό το λόγο θερμότητας έργου ενώ σαν σύστημα έχει μεγαλύτερες ανάγκες εγκατάστασης.

-Αεριοστρόβιλος: Στα μειονεκτήματα που αναφέρονται πιο πάνω προσθέτουμε το υψηλό αρχικό κόστος αγοράς και το κόστος ανταλλακτικών. Ακόμα η εκκίνηση του χρειάζεται αρκετές ώρες έναντι των μερικών δευτερολέπτων του παλινδρομικού κινητήρα. Στα θετικά του, όμως έχουμε την διαθεσιμότητα του για περισσότερες ώρες το χρόνο (8200 ως 8600 έναντι 7800 ως 8000 του παλινδρομικού), το χαμηλό κόστος συντήρησης, τις μικρότερες διαστάσεις, την ευκολότερη εγκατάσταση καθώς και την απλότητα λειτουργίας και συστήματος. Τέλος αναφέρουμε την μεγάλη διάρκεια ζωής και την υψηλή αξιοπιστία.

Λαμβάνοντας τα πιο πάνω υπόψη, επιλέγουμε σύστημα συμπαραγωγής που χρησιμοποιεί αεριοστρόβιλο.

Αναφέρεται ότι το σύστημα αμμοστροβίλου για εγκαταστάσεις αυτού του μεγέθους, απορρίπτεται λόγω του ψηλού κόστους εγκατάστασης και συντήρησης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό μελετάται η οικονομική βιωσιμότητα επένδυσης που αφορά την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής με καύση φυσικού αερίου στο νοσοκομείο. Η μελέτη αυτή θα υλοποιηθεί με τη βοήθεια του λογισμικού RETScreen που παρουσιάστηκε προηγουμένως.

Η μελέτη αυτή θα αντιπαραβάλλει την υπάρχουσα κατάσταση με την προτεινόμενη. Στην υπάρχουσα κατάσταση η ηλεκτροδότηση γίνεται από τη ΔΕΗ και τα θερμικά φορτία καλύπτονται από τους υπάρχοντες λέβητες που λειτουργούν με πετρέλαιο. Το εναλλακτικό σενάριο αφορά την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής που θα λειτουργεί με φυσικό αέριο. Η τεχνολογία αυτής της μονάδας είναι επίσης αντικείμενο της εργασίας αυτής.

Σημείωση: Στα φύλλα εργασίας εμφανίζεται το σύμβολο του δολαρίου όμως οι τιμές αντιστοιχούν σε ευρώ.

4.1 Συμπλήρωση Φύλλων Εργασίας:

ΦΥΛΛΟ 1: ΕΚΚΙΝΗΣΗ


Στο πρώτο φύλλο καταχωρούμε το όνομα του έργου, την τοποθεσία του και επιλέγουμε την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας ως τύπο του έργου. Επίσης επιλέγουμε την Κατώτερη Θερμιγόνος Ικανότητα η οποία αποτελεί μέθοδο αποτίμησης του καυσίμου. Η Κατώτερη Θερμιγόνος Ικανότητα είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται στην Ευρωπαϊκή ένωση ενώ η Ανώτερη Θερμιγόνος Ικανότητα χρησιμοποιείται σε ΗΠΑ και Καναδά.

Ακόμα επιλέγουμε την δεύτερη μέθοδο εργασίας η οποία έχει περισσότερο τεχνοοικονομικό χαρακτήρα.

- Ονομασία έργου: Νοσοκομείο
- Τοποθεσία έργου: Αθήνα
- Τύπος έργου: Συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού
- Τύπος Δικτύου: Κεντρικό δίκτυο
- Τύπος ανάλυσης: Μέθοδος 2
- Θερμιγόνος Ικανότητα Αναφοράς: Κατώτερη Θερμιγόνος Ικανότητα
- Θέση λήψης κλιματολογικών δεδομένων: athenai observatory

Από τις επιλογές για τη θέση λήψης κλιματολογικών δεδομένων επιλέγουμε το “athenai observatory” ως το καταλληλότερο.

Στο φύλλο 4.1 εμφανίζονται οι πληροφορίες που λαμβάνουμε απ’ τον εν λόγω σταθμό, όπως αυτές εμφανίζονται από το πρόγραμμα. Οι πληροφορίες αφορούν θερμοκρασία, υγρασία, άνεμο, ακτινοβολία, ατμοσφαιρική πίεση κτλ.



Χώρα: Ελλάδα

Επαρχία / Νομός: n/a

Θέση κλιματολογικών δεδομένων: Athinai (Athens) Observatory

Γεωγραφικό πλάτος: °B 38.0

Γεωγραφικό μήκος: °A 23.7 Πηγή

Υψόμετρο: m 107 Εδαφος

Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού: °C 3.1 Εδαφος

Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού: °C 33.0 Εδαφος

Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους: °C 15.2 NASA

	Θερμοκρασία αέρα	Σχεπική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμο-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/s	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιαν	9.3	72.0%	1.75	99.2	1.9	10.9	270	0
Φεβ	9.8	71.0%	2.62	99.0	2.2	11.4	230	0
Μαρ	11.7	68.0%	3.82	99.0	2.7	13.8	195	53
Απρ	15.5	62.0%	5.15	98.8	1.8	17.6	75	165
Μαι	20.2	58.0%	6.41	98.8	1.8	22.6	0	316
Ιουν	24.6	52.0%	6.84	98.8	1.8	27.3	0	438
Ιουλ	27.0	48.0%	6.88	98.7	2.2	29.5	0	527
Αυγ	26.6	49.0%	6.18	98.7	2.2	29.2	0	515
Σεπτ	23.3	56.0%	4.86	99.0	1.9	26.1	0	399
Οκτ	18.3	66.0%	3.38	99.3	1.8	21.3	0	257
Νοε	14.4	73.0%	2.33	99.3	2.3	16.0	108	132
Δεκ	11.1	73.0%	1.69	99.2	2.1	12.2	214	34
Ετήσιο	17.7	62.3%	4.33	99.0	2.1	19.9	1,092	2,836
Πηγή	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	Εδαφος	NASA	Εδαφος	Εδαφος

Μετρημένο σε: m 10 0

Πίνακας 4.1 Θέση Κλιματολογικών Δεδομένων Νοσοκομείου



Πληροφορία έργου

[Δείτε Βίση δεδομένων έργου](#)

- Όνομασία έργου
Τοποθεσία έργου
- Συντάχθηκε για
Συντάχθηκε από
- Τύπος έργου
- Τύπος δικτύου
- Τύπος ανάλυσης

Θερμότητα αναφοράς
Δείξε ρυθμίσεις

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας

[Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων](#)

- Θέση κλιματολογικών δεδομένων

Δείξε δεδομένα



[Συμπληρώστε το φύλλο Φορτίων & Δικτύου](#)



ΦΥΛΛΟ 2: ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ

Στον πίνακα που παρουσιάστηκε στο δεύτερο κεφάλαιο συμπληρώνουμε τα στοιχεία της υπάρχουσας περίπτωσης νοσοκομείου. Σημειώνουμε τα στοιχεία αυτά:

ι) Έργο Παραγωγής Θερμότητας (Heating Project):

-Σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης : μεμονωμένο κτήριο – θέρμανση χώρων

-συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια: 34,460 m²

-τύπος καυσίμου: πετρέλαιο (σε L)

-εποχιακή απόδοση καυσίμου: 0.50

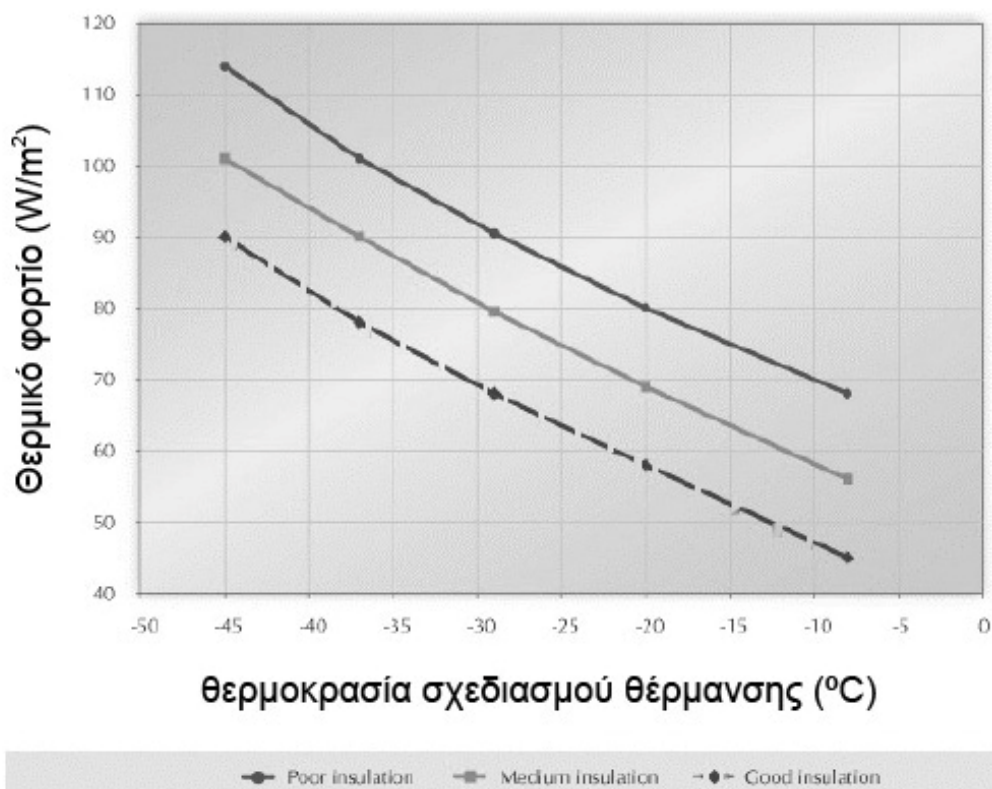
Η “εποχιακή απόδοση καυσίμου” λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες με την χαμηλότερη αποδοτικότητα που συμβαίνουν κατά την διάρκεια την χρονιάς. Τυπικές τιμές που μπορεί να πάρει είναι από 50% ως 350%. Η πρώτη τιμή αναφέρεται σε τυπικό boiler και η δεύτερη σε αντλία θερμότητας.

Για ατμολέβητες αντίστοιχους των υπαρχόντων η τιμή που αντιστοιχεί είναι 50%.

Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης:

-Φορτίο θέρμανσης για κτήριο: 70 W/ m²

Η τιμή αυτή λαμβάνεται από το Σχήμα 4.2. Για την επιλογή της τιμής θεωρήσαμε το Νοσοκομείο σαν εγκατάσταση μικρής κλίμακας (room installation) και για θερμοκρασία σχεδιασμού θέρμανσης (heating design temperature) θεωρούμε τους - 7°C που είναι και η πιο ψηλή που μπορούμε να επιλέξουμε από τον πίνακα. Αυτή η θερμοκρασία είναι η μικρότερη μετρήσιμη θερμοκρασία που μπορεί να μετρηθεί σε μια περιοχή για χρονικό διάστημα όχι μικρότερο από το 1% του χρόνου.



Σχήμα 4.1 Γράφημα Θερμικών Φορτίων Κτιρίων

-Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης: 25%

Οι τιμές για αυτή την τιμή κυμαίνονται από 0 ως 25%. Ένα Νοσοκομείο παίρνει την μέγιστη τιμή ενώ ενδεικτικά για γραφεία η τιμή είναι 10%

-Συνολική απαίτηση θέρμανσης: 4509 MWh

-Συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης: 2412.2 KW

-Κατανάλωση καυσίμου ετήσια: 839,153 L

Τα τελευταία τρία, υπολογίζονται απ' ευθείας απ' το πρόγραμμα.

-Τιμή καυσίμου: 0.75 €/L (μέση τιμή πετρελαίου θέρμανσης 21/2/2009)

-Κόστος καυσίμου: 629,365 € (τιμή υπολογισμένη απ' το πρόγραμμα)

Στο τέλος του κομματιού «έργο παραγωγής θερμότητας» ο χρήστης καλείται να καθορίσει επί τοις εκατό τα «μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης». Οι τιμές μπορεί να είναι από 0 ως 25%. Τα μέτρα αυτά είναι επιπρόσθετα των βελτιώσεων στην ενεργειακή απόδοση των προτεινόμενων περιπτώσεων όπως η βελτίωση των κτιριακών υποδομών που μειώνουν το θερμικό φορτίο που πρέπει να καλυφθεί.

Τέτοια μέτρα δεν θα εξεταστούν στην παρούσα εργασία αφού ο σκοπός της είναι η σύγκριση του υπάρχοντος συστήματος με ένα άλλο που θα στηρίζεται στη Συμπαραγωγή.

ii) Έργο Ηλεκτροπαραγωγής :

Ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει τα χαρακτηριστικά του φορτίου της βασικής περίπτωσης. Πρώτα συμπληρώνει το μικτό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού σε kW για κάθε μήνα, όπως αυτά παρουσιάζονται στον αντίστοιχο πίνακα του προηγούμενου κεφαλαίου.

Το πρόγραμμα παράλληλα με τα μηνιαία στοιχεία υπολογίζει το καθαρό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού και το μέσο φορτίο θέρμανσης για κάθε μήνα.

Μήνας	Μικτό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού kW	Καθαρό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού kW
Ιανουάριος	350	350
Φεβρουάριος	302	302
Μάρτιος	307	307
Απρίλιος	298	298
Μαΐος	392	392
Ιούνιος	453	453
Ιούλιος	494	494
Αύγουστος	593	593
Σεπτέμβριος	438	438
Οκτώβριος	389	389
Νοέμβριος	324	324
Δεκέμβριος	280	280
Αιχμή φορτίου ηλεκτρισμού του συστήματος προς τον μέγιστο	97.3%	
Αιχμή φορτίου - ετήσιο	1,170	1,170
Ζήτηση ηλεκτρισμού	MWh	3,491
Τιμή Ηλεκτρισμού - βασική περίπτωση	\$/kWh	0.072
Συνολικό κόστος ηλεκτρισμού	\$	250,857
		\$ 250,857

Πίνακας 4.2 Χαρακτηριστικά Φορτίου Βασικής Περίπτωσης

Ακολουθως:

-Αιχμή φορτίου προς μέγιστο: 97.3%

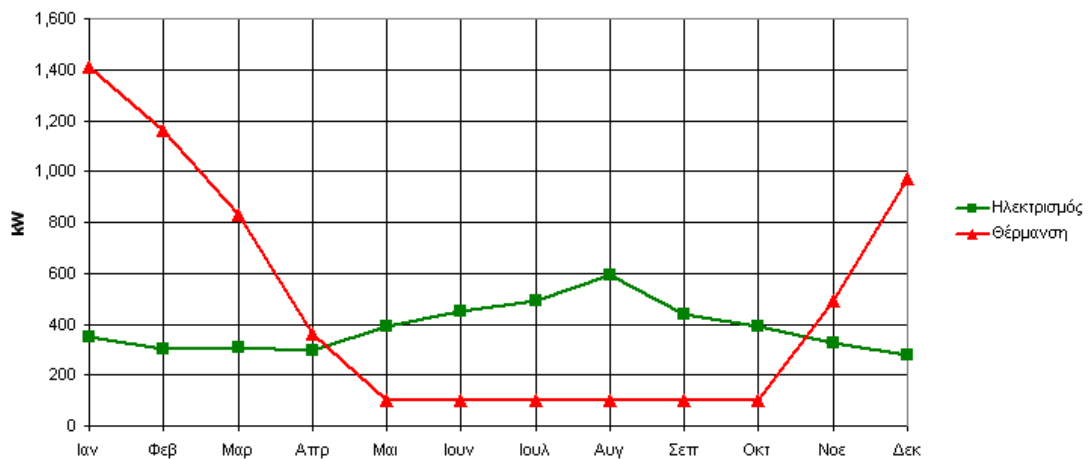
Είναι η τιμή που η αιχμή φορτίου ξεπερνά την μεγαλύτερη από τις μηνιαίες μέσες τιμές φορτίου ηλεκτρισμού.

Έτσι η τιμή «αιχμή φορτίου-ετήσιο» είναι η μέγιστη τιμή που εμφανίζεται στον αντίστοιχο πίνακα των καταγεγραμμένων αιχμών για το τελευταίο έτος:

-Αιχμή φορτίου-ετήσιο:	1170kW
-Ζήτηση ηλεκτρισμού:	3,491MWh
-τιμή ηλεκτρισμού-βασική περίπτωση:	0.07185 €/kMh
-Συνολικό κόστος ηλεκτρισμού:	250,857 €

Η τιμή για τον ηλεκτρισμό λήφθηκε από το τιμολόγιο Μέσης Τάσης της ΔΕΗ.

Από τις τιμές που καταχωρήθηκαν χαράσσεται το διάγραμμα χαρακτηριστικών φορτίου συστήματος βασικής περίπτωσης:



Σχήμα 4.2 Διάγραμμα Χαρακτηριστικών Φορτίου Συστήματος Βασικής Περίπτωσης

Και στην περίπτωση του έργου ηλεκτροπαραγωγής υπάρχει η δυνατότητα για καθορισμό μέτρων ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης. Και πάλι επιλέγουμε 0% επειδή τα μέτρα αυτά είναι επιπλέον του συστήματος συμπαραγωγής.

Σχεδιασμός Φορτίου και Δικτύου RETScreen - Έργο συμπεριληφθέν Θερμότητας & Ηλεκτρισμού
Έργο παραγωγής Βιοαερίου

Σύστημα Θέρμανσης βιοαερίου περίπτωσης

Μετασχηματιστή - Βιολύματα χύδην	
Τύπος Κουζίνα	34,460
Προβλ. (95) - L	30%
Επιλογή απόδοσης	
Φορτίο θέρμανσης με κέρσο	70.0
Ζήτηση θέρμης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	25%
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	4,509
Απόδοση συστήματος θέρμανσης	80%
Κατανάλωση βιοαερίου - κέρσο	6,038.153
Τύπος Κουζίνα	
Κόστος κουζίνας	0.750
Κόστος ηλεκτρισμού	629,365
Μέγιστη ενεργειακή απόδοση προσαρμοσμένη περίπτωσης	
Κόστος τελικής χρήσης	0%
Κόστος θερμότητας θέρμανσης	2,412.2
Κόστος ζήτησης θέρμανσης	4,509

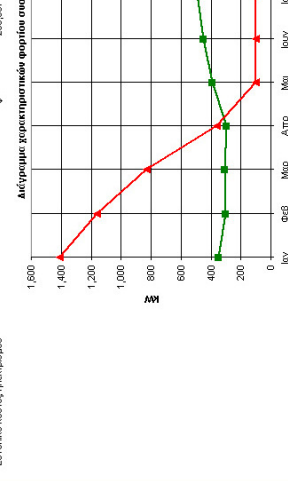
Έργο παραγωγής θερμότητας, ηλεκτροπαραγωγής

Τύπος Φίταου	Κεντρικό φίταου
--------------	-----------------

Χαρακτηριστικά φορτίου βιοαερίου περίπτωσης

Μήνας	Μέσο μέσο φορτίο ηλεκτρισμού (kW)	Κεφάλαιο μέσο φορτίο ηλεκτρισμού	Μέσο φορτίο θέρμανσης (kW)
Ιανουάριος	350	302	1,413
Φεβρουάριος	302	307	1,161
Μάρτιος	307	302	827
Απρίλιος	302	307	629
Μάιος	307	302	102
Ιούνιος	453	453	102
Ιούλιος	494	494	102
Αυγούστος	453	453	102
Σεπτέμβριος	350	350	102
Οκτώβριος	389	389	102
Νοεμβρίος	324	324	481
Δεκέμβριος	280	280	972
Αυτή φέρουσα ηλεκτρισμού του συστήματος, προς τον μέγιστο	97.3%	1,170	2,412
Αυτή φέρουσα - επίσημο	1,170	1,170	2,412

Ζήτηση ηλεκτρισμού	3,491
ΜΜWh	6,072
Συνολικό κόστος ηλεκτρισμού	\$ 250,957

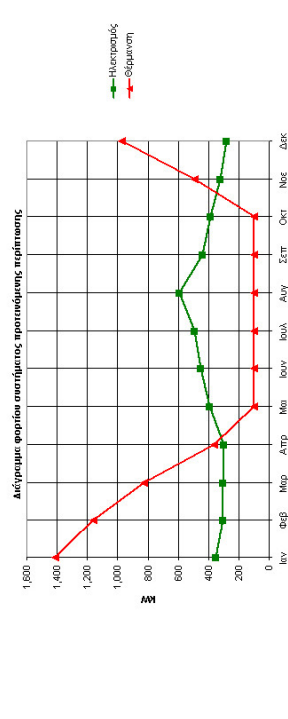


Μέγιστη ενεργειακή απόδοση προσαρμοσμένη περίπτωσης	
Μέγιστη ενεργειακή απόδοση τελικής χρήσης	85%
Κόστος ηλεκτρισμού	1,170
Κόστος ζήτησης ηλεκτρισμού	3,491

Επιστροφή στον αρχικό Ενεργειακό Μητρώο

Μήνας	Μέσο μέσο φορτίο ηλεκτρισμού (kW)	Κεφάλαιο μέσο φορτίο ηλεκτρισμού	Μέσο φορτίο θέρμανσης (kW)
Ιανουάριος	350	302	1,413
Φεβρουάριος	302	307	1,161
Μάρτιος	307	302	827
Απρίλιος	302	307	629
Μάιος	307	302	102
Ιούνιος	453	453	102
Ιούλιος	494	494	102
Αυγούστος	453	453	102
Σεπτέμβριος	350	350	102
Οκτώβριος	389	389	102
Νοεμβρίος	324	324	481
Δεκέμβριος	280	280	972
Αυτή φέρουσα - επίσημο	1,170	1,170	2,412

Ζήτηση ηλεκτρισμού	3,491
ΜΜWh	6,072
Συνολικό κόστος ηλεκτρισμού	\$ 250,957



Μέγιστη ενεργειακή απόδοση προσαρμοσμένη περίπτωσης	
Μέγιστη ενεργειακή απόδοση τελικής χρήσης	85%
Κόστος ηλεκτρισμού	1,170
Κόστος ζήτησης ηλεκτρισμού	3,491

Επιστροφή στον αρχικό Ενεργειακό Μητρώο

ΦΥΛΛΟ 3: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Σ' αυτό το στάδιο της εργασίας που θα πρέπει να γίνει η επιλογή του εξοπλισμού, η στρατηγική που θα ακολουθηθεί και η εκτίμηση της οικονομικής βιωσιμότητας της εφαρμογής Συμπαραγωγής στο νοσοκομείο

Έχει ήδη εξηγηθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο γιατί σ' αυτή την εργασία δεν θα χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή εμβολοφόρου παλινδρομικού κινητήρα αλλά ο αεριοστρόβιλος.

Εφαρμογή Αεριοστρόβιλου:

ι) Σύστημα Ηλεκτρισμού Προτεινόμενης Περίπτωσης:

Κατ' αρχήν καθορίζουμε το σύστημα μας σαν Σύστημα φορτίου βάσης χωρίς ενδιάμεσο φορτίο.

Ακολούθως θα πρέπει να επιλέξουμε για το σύστημα του ηλεκτρικού φορτίου βάσης την τεχνολογία που θα χρησιμοποιήσουμε.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 3 επιλέγεται σαν τεχνολογία ο αεριοστρόβιλος:

-διαθεσιμότητα: 95.9% (ή 8400 ώρες)

Η διαθεσιμότητα μπορεί να πάρει τιμές από 8000 μέχρι 8400 ώρες από τις 8760 του ενός έτους.

Για μικρότερη διαθεσιμότητα δηλαδή λιγότερες ώρες το χρόνο θα ήταν απαραίτητη η παρουσία ενδιάμεσου φορτίου.

Πρέπει να προσέχουμε να ικανοποιείται το φορτίο αιχμής.

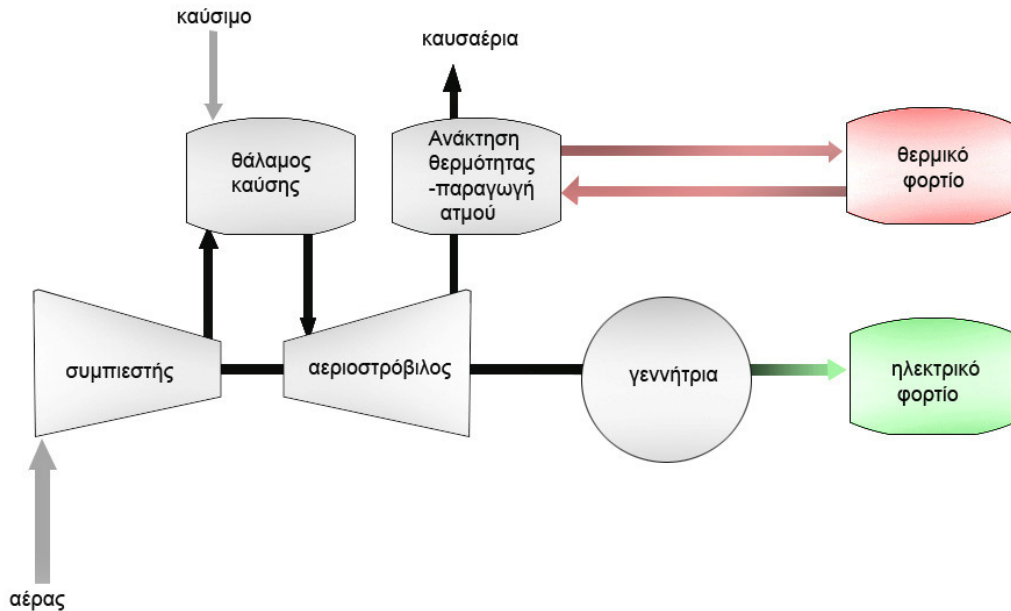
-καύσιμο: Μόνο ένα (υπάρχει η δυνατότητα επιλογής πολλαπλών)

-είδος καυσίμου: Φυσικό αέριο (σε kWh) , Για τους λόγους που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

-τιμή καυσίμου: 51.84 €/MWh +9% ΦΠΑ δηλαδή 56 €/MWh

Η τιμή προκύπτει από τιμολόγιο εταιρείας παροχής φυσικού αερίου Αττικής για συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας και ψύξης για μεγάλους εμπορικούς πελάτες (Νοσοκομεία, Ξενοδοχεία, κτιριακά συγκροτήματα κτλ).

Στοιχεία Αεριοστρόβιλου:



Σχήμα 4.2 Απεικόνιση Συστήματος Αεριοτροβίλου

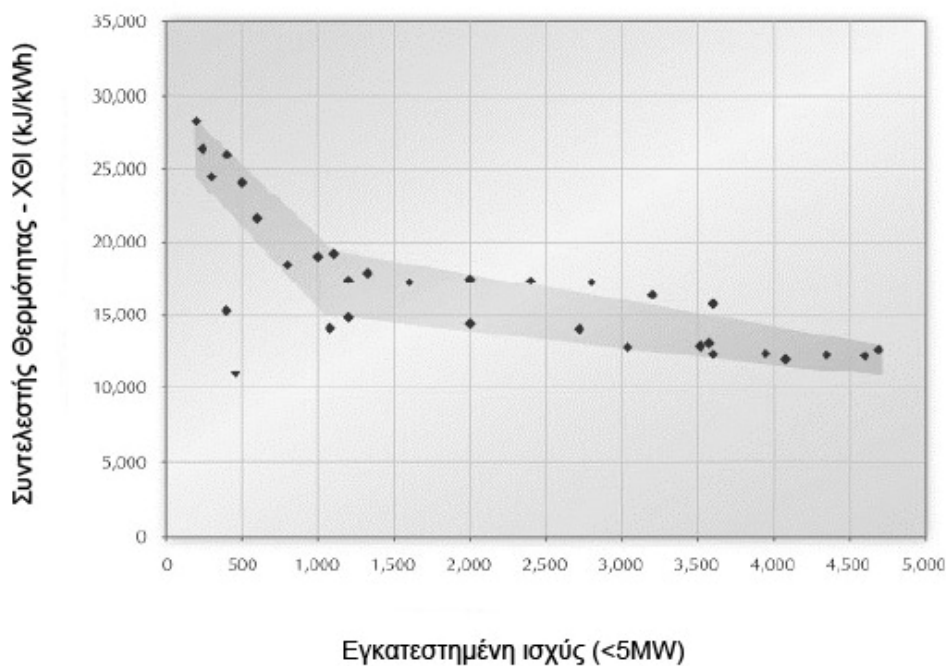
-Ηλεκτρική ισχύς:	525 kW
-Ελάχιστη ηλεκτρική ισχύς:	40%
-Ειδική κατανάλωση θερμότητας:	16517 kJ/kWh
-Ροή εξόδου:	3.61 kg/s
-Θερμοκρασία εισόδου:	496 °C
-Απόδοση ανάκτησης θερμότητας:	65%

Η ελάχιστη ηλεκτρική ισχύς είναι μια τιμή την οποία ο χρήστης καθορίζει ότι πρέπει να είναι το πιο χαμηλό ποσοστό ηλεκτρικού φορτίου που θα λειτουργεί ο εξοπλισμός. Η τιμή που θα προκύπτει απ' τον πολλαπλασιασμό του ποσοστού αυτού με την ηλεκτρική ισχύ που καθορίστηκε πιο πάνω δεν πρέπει να ξεπερνά οποιαδήποτε απ' τις μέσες τιμές φορτίου κάθε μήνα που παρατέθηκαν στο προηγούμενο φύλλο. Αν αυτό τελικά συμβαίνει ο χρήστης μπορεί να το αντιμετωπίσει χρησιμοποιώντας περισσότερους του ενός αεριοστρόβιλους της ίδιας όμως συνολικής ισχύος. Τυπική τιμή για την

ελάχιστη ηλεκτρική ισχύς αεριοστρόβιλου είναι 40% ενώ για τον εμβολοφόρο κινητήρα η αντίστοιχη τιμή είναι 25%.

Η Ειδική Κατανάλωση θερμότητας είναι το ποσό της ενέργειας που χρειάζεται (σε kJ ή BTU) σε καύσιμο για την παραγωγή 1 kWh ηλεκτρισμού. Είναι κοινή πρακτική στη βιομηχανία αυτός ο τρόπος καθορισμού της απόδοσης της παραγωγής ηλεκτρισμού.

Στον Σχήμα 4.3 που παραθέτει το πρόγραμμα φαίνονται οι Ειδικές καταναλώσεις αεριοστροβίλων, χαμηλής θερμιγόνου ικανότητας.



Σχήμα 4.3 Τυπικές Τιμές Θερμότητας για Αεριοστροβίλους ΧΘΙ (<5MW)

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πίνακες που παραθέτονται όπως ο προηγούμενος παρέχονται από τον δημιουργό του λογισμικού που χρησιμοποιείται και είναι σε τυπικές συνθήκες που χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές .

Αυτές είναι πίεση 1atm, θερμοκρασία 15°C, 60% σχετική υγρασία. Αυτές είναι και οι συνθήκες ISO.

Η Απόδοση ανάκτησης θερμότητας έχει τυπικές τιμές από 50% ως 80% για θερμικό φορτίο σε χαμηλή θερμοκρασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ψηλότερη τιμή δηλαδή το 80%. Άρα στη περίπτωση του δικού μας νοσοκομείου χρησιμοποιείται μια ενδιάμεση τιμή.

Βάσει τον πιο πάνω στοιχείων υπολογίζονται τις ακόλουθες τιμές:

-Ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο:	1064 MWh
-Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο:	376 MWh
-Απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου:	8.7GJ/h
-Ισχύς θέρμανσης:	1224.4kW

Το επόμενο βήμα είναι η **στρατηγική λειτουργίας**:

Το κομμάτι αυτό της εργασίας είναι απλά ένας δείκτης της κερδοφορίας που μπορεί να προκύψει από την λειτουργία Συμπαγωγής.

Κατ' αρχήν το πρόγραμμα υπολογίζει βάσει των προηγούμενων τα ακόλουθα:

- Τιμή καύσιμου-σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης: 139.57 €/MWh
- Τιμή ηλεκτρισμού-βασική περίπτωση: 71.85 €/MWh
- Τιμή καύσιμου-σύστημα ισχύος προτεινόμενης περίπτωσης: 56€/MWh

Ακολουθούν τιμές καθορισμένες από το χρήστη:

- Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού: 45.61 €/MWh

Είναι η τιμή που θα αγοράζει η εταιρεία παραγωγής ηλεκτρισμού το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας και προκύπτει από το αντίστοιχο τιμολόγιο μέσης τάσης της ΔΕΗ.

- Τιμή ηλεκτρισμού-προτεινόμενη περίπτωση 71.85 €/MWh

Η εφαρμογή του έργου δεν θα αλλάξει την τιμή στην οποία το νοσοκομείο αγοράζει ηλεκτρισμό.

Το πρόγραμμα στη συνέχεια εκτελεί υπολογισμούς που αφορούν την απόδοση ηλεκτρικής ενέργειας στο φορτίο, την ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο, το υπόλειπο απαιτούμενου ηλεκτρισμού, την ανακτώμενη θερμότητα, το υπόλοιπο απαιτούμενης θερμότητας, την ισχύ καυσίμου συστήματος, το λειτουργικό κέρδος και τελικά το βαθμό απόδοσης τριών

προτεινόμενων στρατηγικών από τις οποίες στη συνέχεια, μια πρέπει να επιλεγεί.

Το **υπόλοιπο απαιτούμενου ηλεκτρισμού** είναι μια τιμή που αντιπροσωπεύει το ποσό ηλεκτρισμού που πρέπει να καλυφθεί από το σύστημα αιχμής φορτίου. Αντίστοιχα το υπόλοιπο απαιτούμενης θερμότητας είναι η θερμότητα που πρέπει να καλυφθεί από το σύστημα αιχμής θερμικού φορτίου.

Το **λειτουργικό κέρδος** (ή απώλειες) είναι μια τιμή που αντιστοιχεί στα κέρδη ή τις απώλειες που προκύπτουν από την λειτουργία του επιλεγμένου συστήματος για κάθε μια στρατηγική. Σ' αυτό τον υπολογισμό δεν συμπεριλαμβάνονται αρχικά έξοδα, έξοδα συντήρησης χρηματοδοτικά κ.α.

Τέλος ο **βαθμός απόδοσης** είναι ο λόγος της ωφέλιμης ενέργειας (δηλαδή ηλεκτρισμός αποδιδόμενος στο φορτίο και στο δίκτυο καθώς και η θερμότητα που ανακτάται) προς την ενέργεια που εισάγεται.

	Ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο MWh	Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο MWh	Υπόλοιπο απαιτούμενου ηλεκτρισμού MWh	Ανακτούμενη θερμότητα MWh
Στρατηγική λειτουργίας				
Πλήρης αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς	3,212	1,198	280	4,029
Ακολουθεί φορτίο ηλεκτρικής ισχύος	3,212	0	280	3,151
Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης	1,064	376	2,427	3,359

	Υπόλοιπο απαιτούμενης θερμότητας MWh	Ισχύς καύσιμου συστήματος MWh	Λειτουργικό Κέρδος (Απώλεια) \$	Βαθμός απόδοσης %
Στρατηγική λειτουργίας				
Πλήρης αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς	480	20,233	-285,343	41.7%
Ακολουθεί φορτίο ηλεκτρικής ισχύος	1,358	14,736	-154,617	43.2%
Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης	1,150	6,609	192,407	72.6%

Πίνακας 4.3 Στρατηγικές Λειτουργίας

Στον πίνακα παρουσιάζονται οι τρεις στρατηγικές που είναι οι: «πλήρης αποδιδόμενη ισχύς», «ακολουθεί φορτίο ηλεκτρικής ισχύος», «ακολουθεί φορτίο θέρμανσης».

Για την «πλήρη αποδιδόμενη ισχύ» το πρόγραμμα θεωρεί ότι το σύστημα λειτουργεί σε πλήρη ισχύ. Για τη στρατηγική «ακολουθεί φορτίο ηλεκτρικής ισχύος» θεωρείται ότι το σύστημα λειτουργεί για να καλυφθεί το ηλεκτρικό φορτίο και αντίστοιχα, η στρατηγική «ακολουθεί φορτίο θέρμανσης» λειτουργεί για να καλυφθεί το θερμικό φορτίο.

Οι τιμές που εμφανίζονται για κάθε μια από τις τρεις στρατηγικές μας οδηγούν στο να επιλέξουμε ως στρατηγική λειτουργίας τη στρατηγική «ακολουθεί φορτίο θέρμανσης». Αυτή η απόφαση λαμβάνεται με γνώμονα ότι μόνο αυτή η στρατηγική είναι κερδοφόρα.

ii) Χαρακτηριστικό Σύστημα Προτεινόμενης Περίπτωσης:

Το κομμάτι αυτό της εργασίας δομείται αναλόγως της επιλογής που θα κάνει ο χρήστης για το σύστημα Συμπααραγωγής. Έτσι για την περίπτωση που εξετάζουμε αποτελείται από δύο μέρη. Ένα για τον Ηλεκτρισμό και ένα για τη Θερμότητα.

Ηλεκτρισμός:

-Σύστημα του ηλεκτρικού φορτίου βάσης: Το σύστημα αυτό είναι η επιλογή που έχουμε κάνει, εν προκειμένω ο αεροστρόβιλος. Στην περίπτωση που επιλεχθεί ενδιάμεσο φορτίο τότε θεωρείται ότι το ηλεκτρικό φορτίο βάσης λειτουργεί σε πλήρη ισχύ.

-Σύστημα ηλεκτρικού φορτίου αιχμής:

Για το σύστημα αυτό επιλέγουμε τα ακόλουθα:

Τεχνολογία συστήματος ηλ. Φορτίου αιχμής: Ηλεκτρισμός δικτύου

Όταν μια εγκατάσταση είναι συνδεδεμένη με το Δίκτυο, τότε αυτό μπορεί να θεωρηθεί σαν Σύστημα ηλεκτρικού φορτίου αιχμής και σαν Σύστημα εφεδρείας ηλεκτρικής ισχύος.

Ισχύς συστήματος ηλ. Φορτίου αιχμής: 1170 kW

Αν η επιλογή μας για τεχνολογία συστήματος ήταν διαφορετική τότε θα έπρεπε να υποδείξουμε και το καύσιμο με το οποίο θα λειτουργεί καθώς και τον βαθμό απόδοσης του.

Η ισχύς του συστήματος επιλέχθηκε να είναι 1170kW ώστε να καλύπτει την προτεινόμενη.

Η προτεινόμενη ισχύς είναι η αιχμή φορτίου που υπολογίστηκε στο Φύλλο2: Φορτίο και Δίκτυο

Τα συστήματα ηλεκτρικού φορτίου αιχμής σχεδιάζονται γενικά για να καλύπτουν μικρό κομμάτι της ηλεκτρικής ζήτησης που συμβαίνουν σε περιόδους αιχμής όπως φαίνεται από το διάγραμμα που ακολουθεί.

Ακόμα μπορούν να αποδειχθούν σημαντικά στην περίπτωση διακοπής της παροχής ρεύματος καθώς και στις περιπτώσεις προγραμματισμένων διακοπών.

Προαιρετικά μπορεί να καθοριστεί σύστημα εφεδρείας ηλεκτρικής ισχύος, η τεχνολογία της οποίας δεν λαμβάνεται υπόψη από το σύστημα παρά μόνο η ισχύς.

Αν το φορτίο είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο τότε το δίκτυο μπορεί να λειτουργεί τόσο σαν Σύστημα ηλεκτρικού φορτίου αιχμής όσο και σαν σύστημα εφεδρείας ηλεκτρικής ισχύος, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του νοσοκομείου που εξετάζουμε.

Θέρμανση:

-Σύστημα θέρμανσης φορτίου βάσης: Αφού έχουμε επιλέξει συμπαραγωγή, η τεχνολογία του συστήματος αυτού είναι ο ατμοστρόβιλος. Το σύστημα αυτό σχεδιάζεται πρωταρχικά για να καλύψει το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ζήτησης.

-Σύστημα Θέρμανσης Ενδιάμεσου Φορτίου:

Τεχνολογία συστήματος φορτίου αιχμής: Λέβητας

Καύσιμο: πετρέλαιο (σε m³)

Τιμή καυσίμου: 0.75 €/L

Ισχύς : 1000 kW

Εποχιακή απόδοση: 50%

Αποδιδόμενη θερμότητα: 979MWh

-Σύστημα Θέρμανσης Φορτίου Αιχμής:

Τεχνολογία συστήματος φορτίου αιχμής: λέβητας

Καύσιμο: Φυσικό αέριο (σε m³)

Τιμή καυσίμου: 0.38 €/ m³

Ισχύς: 1895 kW

Εποχιακή απόδοση: 50%

Για τα συστήματα θέρμανσης φορτίου και θέρμανσης φορτίου αιχμής μπορεί να αξιοποιηθεί ο ήδη υπάρχον εξοπλισμός με την χρησιμοποίηση των λεβήτων.

Το σύστημα θέρμανσης φορτίου αιχμής χρησιμεύει μόνο για την κάλυψη μικρής ποσότητας θερμικής ζήτησης που συμβαίνει μόνο σε περιόδους αιχμής.

Η εποχιακή απόδοση έχει ενδεικτικές τιμές 50% ως 65% για boilers και μέχρι 350% για αντλίες θερμότητας. Αυτή η τιμή γενικά είναι χαμηλότερη της απόδοσης σταθερής κατάστασης (steady-state efficiency) ακριβώς επειδή υπολογίζεται σε εποχιακή βάση και λαμβάνει υπόψη το χαμηλότερο μέρος του φορτίου από πλευράς αποδοτικότητας που συμβαίνει στη διάρκεια του χρόνου.

Σύστημα ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

Επιλογή συστήματος	Σύστημα φορτίου βάρσης		
Σύστημα του ηλεκτρικού φορτίου βάρσης	Αεριοστρόβιλος		
Τεχνολογία	ώρα	8,400	95.9%
Μέθοδος επιλογής καυσίμου	Μόνο ένα καύσιμο		
Τύπος καυσίμου	Φυσικό αέριο - kWh		
Τιμή καυσίμου	\$/MWh	0.056	
Αεριοστρόβιλος	Honeywell		
Ηλεκτρική ισχύς	kW	525	44.9%
Ελάχιστη ισχύς	%	40.0%	
Ηλεκτρική ενέργεια αποδοόμενη στο φορτίο	MWh	1,064	30.5%
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	376	
Κατασκευαστής	Honeywell		
Μοντέλο	A368		
Ειδική κατανάλωση θερμότητας	kWh/MWh	16.517	1 μονάδα(-ες)
Απόδοση ανάκτησης θερμότητας	%	65.0%	
Απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου	GJ/h	8.7	
Ισχύς θέρμανσης	kW	1,224.4	50.8%

[Δείτε βάση δεδομένων προϊόντων](#)

Στρατηγική λειτουργίας - σύστημα ισχύος βασικού φορτίου

Τιμή καυσίμου - σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης	\$/MWh	139.57
Τιμή ηλεκτρισμού - βασική περίπτωση	\$/MWh	71.85
Τιμή καυσίμου - σύστημα ισχύος προτεινόμενης περίπτωσης	\$/MWh	56.00
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	\$/MWh	45.61
Τιμή ηλεκτρισμού - προτεινόμενης περίπτωσης	\$/MWh	72.00

	Ηλεκτρική ενέργεια αποδοόμενη στο φορτίο (MWh)	Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο (MWh)	Υπόλοιπο απαιτούμενου ηλεκτρισμού (MWh)	Ανακτούμενη θερμότητα (MWh)	Υπόλοιπο απαιτούμενης θερμότητας (MWh)	Ισχύς καύσιμου συστήματος (MWh)	Λειτουργικό Κόστος (Απόδοση) (\$)	Βεθβός απόδοσης (%)
Στρατηγική λειτουργίας								
Πλήρης αποδοόμενη ηλεκτρική ισχύς	3,212	1,198	280	4,029	480	20,233	-285,385	41.7%
Ακολουθεί φορτίο ηλεκτρικής ισχύος	3,212	0	280	3,151	1,358	14,736	-154,659	43.2%
Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης	1,064	376	2,427	3,359	1,150	6,609	192,043	72.6%

Επιλέξτε στρατηγική λειτουργίας: Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης

Χαρακτηριστικό σύστημα προτεινόμενης περίπτωσης

Μονάδα	Εκτίμηση	%	Διάγραμμα σχεδιασμού συστήματος
Ηλεκτρισμός			
Σύστημα του ηλεκτρικού φορτίου βάρσης			
Τεχνολογία	Αεριοστρόβιλος		
Στρατηγική λειτουργίας	Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης		
Ισχύς	kW	525	
Ηλεκτρική ενέργεια αποδοόμενη στο φορτίο	MWh	1,064	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	376	
Σύστημα ηλεκτρισμού ισχύος	Ηλεκτρισμός δικτύου		
Τεχνολογία	Ηλεκτρισμός δικτύου		
Προτεινόμενη ισχύς	kW	1,170.0	
Ισχύς	kW	1,170	
Ηλεκτρική ενέργεια αποδοόμενη στο φορτίο	MWh	2,427	69.5%
Σύστημα εφθέρσις ηλεκτρικής ισχύος (προαιρετικά)			
Τεχνολογία			
Ισχύς	kW		

Θέρμανση

Σύστημα θέρμανσης φορτίου βάρσης	Αεριοστρόβιλος		
Τεχνολογία	Αεριοστρόβιλος		
Ισχύς	kW	1,224.4	50.8%
Αποδοόμενη θερμότητα	MWh	3,359	74.5%
Σύστημα θέρμανσης ενδιάμεσου φορτίου	Λέβητας		
Τεχνολογία	Λέβητας		
Τύπος καυσίμου	Nhiζελ (#2 πετρέλαιο) - L		
Τιμή καυσίμου	\$/L	0.750	
Ισχύς	kW	1,000	41.5%
Αποδοόμενη θερμότητα	MWh	979	21.7%
Κατασκευαστής			Δείτε ΒΑΓ
Μοντέλο			
Εποχιακή απόδοση			50%
Σύστημα θέρμανσης φορτίου ισχύος	Λέβητας		
Τεχνολογία	Λέβητας		
Τύπος καυσίμου	Φυσικό αέριο - m³		
Τιμή καυσίμου	\$/m³	0.380	
Προτεινόμενη ισχύς	kW	1,412.2	
Ισχύς	kW	1,895	78.6%
Αποδοόμενη θερμότητα	MWh	170.8	3.8%
Κατασκευαστής			Δείτε ΒΑΓ
Μοντέλο			
Εποχιακή απόδοση			50%
Εφθέρσις σύστημα θέρμανσης (προαιρετικά)			
Τεχνολογία			
Ισχύς	kW		

Περιγραφή προτεινόμενης περίπτωσης	Τύπος καυσίμου	Κετανάλωση καυσίμου - μονάδα	Κετανάλωση καυσίμου	Ισχύς (kW)	Αποδοόμενη Ενέργεια (MWh)
Ηλεκτρισμός					
Φορτίο βάρσης	Φυσικό Αέριο	kWh	6,808,542	525	1,064
Φορτίο ισχύος	Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	2,427	1,170	2,427
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο					376
			Σύνολο	1,895	3,868
Θέρμανση					
Φορτίο βάρσης	Ανακτούμενη θερμότητα	L	194,270	1,224	3,359
Ενδιάμεσο φορτίο	ελαφρύ πετρέλαιο (#2 πετρέλαιο)			1,000	979
Φορτίο ισχύος	Φυσικό Αέριο	m³	36,198	1,895	171
			Σύνολο	4,119	4,509

Φύλλο 3 Ενεργειακό Μοντέλο

ΦΥΛΛΟ 4: Ανάλυση Κόστους

Σ' αυτό το σκέλος της εργασίας θα εκτιμηθούν τα κόστη που προκύπτουν από την εφαρμογή μονάδας συμπαραγωγής. Τα κόστη αυτά σχετίζονται με τα αρχικά κόστη ή την επένδυση καθώς επίσης από τα ετήσια κόστη.

Τα μεγαλύτερα κόστη προέρχονται από την ίδια την εγκατάσταση και τις κατασκευές που χρειάζονται. Ακολουθώς είναι τα κόστη που αφορούν επισκευές ή αναβαθμίσεις του υπάρχοντος εξοπλισμού καθώς και αναπλάσεις χώρων που σχετίζονται με την εγκατάσταση του νέου εξοπλισμού. Παρόλο που όλα τα πιο πάνω μπορεί να είναι ιδιαίτερα δαπανηρά, εντούτοις τα ψηλά κόστη σε ηλεκτρισμό και θέρμανση μπορούν να κάνουν την εφαρμογή συμπαραγωγής οικονομικά ελκυστική.

i) Επιλογή Μελέτης Σκοπιμότητας:

Το λογισμικό που χρησιμοποιούμε δίνει δυνατότητα ρυθμίσεων που θα καθορίσουν και την μορφή που θα έχει η μελέτη. Πρώτα υπάρχει η επιλογή μεταξύ της Μεθόδου1 (Pre-Feasibility Analysis) και της μεθόδου2 (Feasibility Analysis). Δηλαδή η επιλογή έχει να κάνει με τη μελέτη σκοπιμότητας. Στη πρώτη χρειάζεται λιγότερη πληροφορία και αντίστοιχα δίνει χαμηλότερη ακρίβεια ενώ στη δεύτερη η περισσότερη πληροφορία που χρειάζεται για την εκτέλεση της οδηγεί σε αντίστοιχα μεγαλύτερη ακρίβεια. Αυτό συμβαίνει γιατί στο φύλλο αυτό υπάρχουν πεδία τα οποία για να συμπληρωθούν και να κάνουν έτσι την μελέτη πιο λεπτομερή απαιτείται περισσότερη έρευνα που συνήθως σημαίνει και περισσότερο κόστος.

Η ακρίβεια σε αντίστοιχες περιπτώσεις χρηματοδότησης ενεργειακών σχεδίων είναι κομβικής σημασίας. Οι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί πρωτίστως ενδιαφέρονται να μάθουν πόσο ακριβής είναι η εκτίμηση, ποία είναι η πιθανότητα τα χρέη να υπερβούν το κανονικό και πως συγκρίνεται οικονομικά το σχέδιο αυτό με άλλες επιλογές.

Όλα αυτά οδηγούν αυτόν που εκπονεί την μελέτη στο να λάβει υπόψη δύο προϋποθέσεις.

Η πρώτη αφορά το να κρατήσει τα κόστη της ανάπτυξης χαμηλά για την περίπτωση που η χρηματοδότηση δεν μπορεί να διασφαλιστεί ή για την περίπτωση που το σχέδιο αποδειχθεί αντιοικονομικό σε σχέση με άλλες ενεργειακές επιλογές.

Η δεύτερη αφορά τον προσανατολισμό της μελέτης σε πιο μηχανολογικά στοιχεία για την καλύτερη σκιαγράφηση των εξόδων που σημαίνει περισσότερα χρήματα και χρόνος για την πιο ακριβή εκτίμηση της παραγόμενης ενέργειας και της ενέργειας που θα εξοικονομείται.

Για να αντεπεξέλθει η μελέτη στις πιο πάνω προϋποθέσεις πρέπει να αναπτυχθεί στα ακόλουθα 4 πεδία: Pre-Feasibility Analysis, Feasibility Analysis, ανάπτυξη και μηχανολογικά, κατασκευαστικά και αδειοδοτήσεις.

Κάθε ένα από το τέσσερα πιο πάνω στάδια δίνει στην μελέτη περισσότερη ακρίβεια.

Ο βαθμός ακρίβειας της εκτίμησης που αντιστοιχεί στο εκτιμώμενο κόστος διαιρεμένο δια του τελικού κόστους θεωρώντας σταθερή την συναλλαγματική αξία, είναι συνάρτηση του χρόνου.

Όσο πιο ακριβής είναι η εκτίμηση, είναι και πιο χρονοβόρα.

Συνήθως αυτό που ακολουθεί των βημάτων αυτών είναι η απόφαση εκτέλεσης του έργου ή απόρριψης του. Συνήθως τα δύο πρώτα στάδια βοηθούν στο να κοπούν σχέδια αντιοικονομικά και ανέφικτα.

Τελευταία ρύθμιση αφορά επιλογή μεταξύ των: Σημειώσεις/εύρος, Δεύτερο νόμισμα, Κατανομή κόστους. Αυτή η επιλογή όμως γίνεται για σκοπούς αναφοράς μόνο και δεν επηρεάζει τους υπολογισμούς που ακολουθούν.

Για τους σκοπούς αυτής της μελέτης έχουμε επιλέξει την μέθοδο1 (Pre-Feasibility Analysis) καθώς και την επιλογή «Σημειώσεις/εύρος» (cost references). Αφού δεν πρόκειται να γίνουν συναλλαγές σε διαφορετικά συναλλάγματα δεν επιλέγεται το «Δεύτερο νόμισμα».

ii) Αρχικό Κόστος (Πιστώσεις):

Σε αυτό το στάδιο παρατίθενται τα αρχικά κόστη που σχετίζονται με την εφαρμογή του έργου, όπως είναι τα κόστη για την προετοιμασία της μελέτης σκοπιμότητας και τα κόστη που σχετίζονται με την αγορά και την εγκατάσταση του εξοπλισμού.

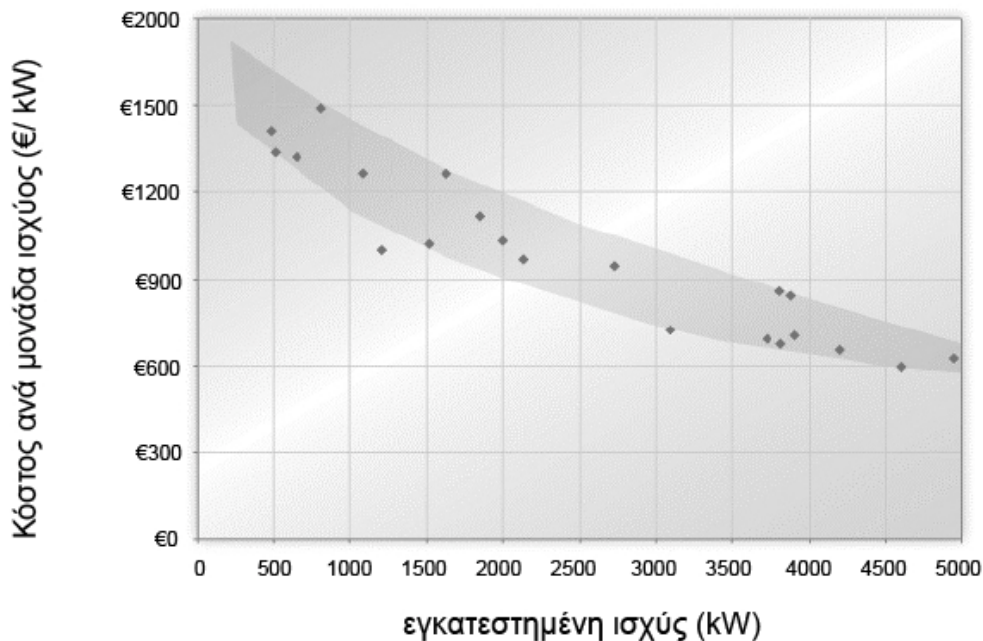
-Μελέτη σκοπιμότητας: Ενώ για μεγάλα έργα το κόστος της μελέτης σκοπιμότητας μπορεί να φτάσει μέχρι και το 5% του συνολικού έργου εντούτοις για έργα αυτής της κλίμακας το κόστος αυτό μπορεί να μην διευκρινιστεί καθότι τα κόστη που προκύπτουν δεν χρειάζονται έρευνα

μεγάλης κλίμακας . Είναι η συλλογή πληροφοριών, σε μεγαλύτερα έργα, που κάνουν την εκτίμηση δαπανηρή. Αυτά είναι η διερεύνηση του χώρου, η αξιολόγηση πηγών, η περιβαλλοντική αξιολόγηση, ο προκαταρτικός σχεδιασμός, η αναλυτική εκτίμηση κόστους, μελέτη αναφοράς σεναρίου ΑΤΘ (αέρια του θερμοκηπίου) και ΜΡ (Monitoring Plan), προετοιμασία έκθεση, διαχείριση έργου, ταξίδια και διαμονή.

-Ανάπτυξη: Σε αυτό το πεδίο μπορούν να καθοριστούν έξοδα όπως διαπραγματεύσεις συμβολαίων, άδειες και εγκρίσεις, επισκόπηση χώρου και δικαιώματα γης, διαπίστευση και καταχώρηση ΑΤΘ, χρηματοδότηση έργου, Νομικές και λογιστικές υπηρεσίες και Διαχείριση έργου. Όλα αυτά μπορούν να παραλειφθούν για την περίπτωση της δικής μας εργασίας.

-Μηχανολογικά: Αυτά αφορούν την τοποθεσία και το σχεδιασμό του κτιρίου, τον μηχανολογικό σχεδιασμό, τον ηλεκτρολογικό σχεδιασμό, τον οικοδομικό σχεδιασμό, τους διαγωνισμούς και τις συμβάσεις. Και αυτό το πεδίο στη δική μας περίπτωση μπορεί να παραληφθεί.

-Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας: Ο χρήστης καταχωρεί τα κόστη που θα προκύψουν από τον απαιτούμενο εξοπλισμό που πρέπει να αγοραστεί για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών της εγκατάστασης. Δηλαδή για το φορτίο βάσης, το φορτίο αιχμής, την εφεδρεία καθώς και τα κόστη που συνιστούν τα έργα οδοποιίας. Προφανώς τα τελευταία δεν υπάρχουν σε αυτή την εργασία. Το φορτίο αιχμής καλύπτεται από τον ηλεκτρισμό του δικτύου και έτσι δεν χρειάζεται επιπλέον αγορά εξοπλισμού. Άρα το μόνο που πρέπει να καθοριστεί είναι το κόστος για την αγορά του αεριοστρόβιλου που θα καλύπτει το φορτίο βάσης. Αυτό καθορίζεται απ' τον σχετικό πίνακα. Γενικά όσο μεγαλύτερος είναι ο σταθμός τόσο μικρότερο είναι το κόστος ανά kW. Για τον ατμοστρόβιλο της εφαρμογής αντιστοιχούν €1333.5 ανά kWh.



Σχήμα 4.5 Κόστος εγκατάστασης Αεριοστροβίλου – Παραδείγματα (<5MW)

-Σύστημα Θέρμανσης: Εδώ καταγράφονται τα κόστη που αφορούν τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των θερμικών αναγκών του Νοσοκομείου. Δηλαδή στην δική μας περίπτωση το φορτίο βάσης, το ενδιάμεσο φορτίο και το φορτίο αιχμής. Για το φορτίο βάσης χρησιμοποιείται ο ατμοστρόβιλος, του οποίου το κόστος καθορίστηκε πιο πάνω.

Για το ενδιάμεσο φορτίο καθώς και για το φορτίο αιχμής θα χρησιμοποιηθούν οι λέβητες που υπάρχουν ήδη στον εξοπλισμό του Νοσοκομείου. Έτσι δεν επιβαρύνεται παραπάνω ο προϋπολογισμός.

Συνολικά Αρχικά Κόστη: 700,088€

-Ισοζύγιο Συστήματος & Διαφορά: Τα κόστη καλείται ο χρήστης να καθορίσει εδώ αφορούν τα ανταλλακτικά, την μεταφορά και την

εκπαίδευση. Υπάρχει και επιπλέον πεδίο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να καθοριστούν επιπρόσθετα κόστη που μπορεί να υπάρχουν στο έργο. Τέλος μπορούν να καθοριστούν επί τοις εκατό τα απρόβλεπτα που μπορεί να τύχουν καθώς και ο τόκος κατά την κατασκευή σε μήνες. Στην παρούσα εργασία δεν συμπληρώνονται τα κόστη αυτά.

Όλα τα πιο πάνω περιορίζουν τα αρχικά κόστη στα κόστη που αφορούν τον αεριοστρόβιλο.

iii) Ετήσια Κόστη – Πιστώσεις και Ετήσια Εξοικονόμηση:

Ανάλογα με την φύση του έργου και τα χαρακτηριστικά του μπορεί ο χρήστης να καθορίσει τα εξειδικευμένα ετήσια κόστη που συνεπάγονται από την λειτουργία του.

-Λειτουργία και συντήρηση: Τα κόστη που μπορούν να καθοριστούν εδώ είναι τα ακόλουθα: Ενοικίαση γης και πηγής, Φόρος ιδιοκτησίας, ποσοστό ασφαλιστρών, τμήματα και εργασία, παρακολούθηση και επικύρωση ΑΤΘ, κοινωνικά οφέλη, Γενικά και Διοικητικά (επί τοις εκατό) καθώς και απρόβλεπτα (επί τοις εκατό). Επίσης σ' αυτό το μέρος υπάρχει η επιλογή να χρησιμοποιηθεί πεδίο για οποιοδήποτε άλλο κόστος. Στην παρούσα περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί αυτό το πεδίο προκειμένου να καθοριστούν τα συνολικά κόστη συντήρησης που είναι 0.005 €/kWh. Από το φύλλο «Ενεργειακό μοντέλο» παίρνουμε τις τιμές «ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο» και «ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο δίκτυο» που υπολόγισε το πρόγραμμα. Το άθροισμα τους αποτελεί την ποσότητα η οποία θα πολλαπλασιαστεί με το ετήσιο κόστος συντήρησης σε €/kWh. Αξίζει να τονιστεί ότι ελλιπής συντήρηση, ακάθαρτος χώρος λειτουργίας και ελλιπές φιλτράρισμα της εισαγωγής μπορεί να αυξήσει ραγδαία το κόστος συντήρησης καθώς και τη συνολική λειτουργία του σταθμού καθώς και να μειώσει το συνολικό χρόνο ζωής του αεριοστρόβιλου.

Τέλος σαν απρόοπτα ορίζουμε ένα ποσό της τάξης του 5% από τα κόστη λειτουργίας και συντήρησης που προαναφέρθηκαν. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι πιο μεγάλες τιμές μέχρι και 20% στα απρόοπτα μπορούμε να βρούμε σε απομονωμένους σταθμούς.

Λειτουργία και Συντήρηση: 7200€

Απρόοπτα: 360€

Ακολουθώς το πρόγραμμα με βάση τις τιμές που ορίστηκαν σε προηγούμενα φύλλα εργασίας υπολογίζει το κόστος καυσίμου για την προτεινόμενη περίπτωση.

Φυσικό αέριο (για αεριοστρόβιλο):	370,078€
Πετρέλαιο (σύστημα θέρμανσης ενδιάμεσου φορτίου):	136,654€
Φυσικό αέριο (σύστημα θέρμανσης φορτίου αιχμής):	13,755€
Ηλεκτρική ενέργεια (σύστημα ηλεκτρικού φορτίου αιχμής):	174,402€
Συνολικά:	694,890€

Το ετήσιο κόστος καυσίμου της βασικής περίπτωσης είναι: 880,221€
Προκύπτει ετήσια εξοικονόμηση: 185,331€

iv) **Περιοδικά Κόστη:** Το τελευταίο μέρος στο φύλλο αυτό αφορά τα κόστη που αφορούν τη λειτουργία του σταθμού και εμφανίζονται περιοδικά. Δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να ορίσει τα κόστη αυτά προσαρμόζοντας τα στις εξειδικευμένες ανάγκες της συγκεκριμένης περίπτωσης. Ο χρήστης αφού καθορίσει ποίο είναι το κόστος αυτό θα καταχωρεί την τιμή του καθώς και την χρονική περίοδο στην οποία αντιστοιχεί, δηλαδή κάθε πόσα χρόνια θα πρέπει να πληρώνεται ούτως ώστε το πρόγραμμα να συνεχίσει να βρίσκεται σε λειτουργία. Τα μόνο σχετικά κόστη που μπορούμε να υπολογίσουμε είναι η αντικατάσταση των λέβητων που χρησιμοποιούμε για τη συμπλήρωση του θερμικού φορτίου και που ήδη υπάρχουν στον εξοπλισμό του Νοσοκομείου, όταν αυτοί χρειάζονται αντικατάσταση. Όμως αυτή η χρονική περίοδος υπολογίζεται πέραν της δεκαπενταετίας και έτσι δεν καταχωρείται αφού βασικός σκοπός αυτής της μελέτης είναι το κατά πόσο συμφέρει η εφαρμογή Συμπαραγωγής έναντι της βασικής περίπτωσης.

Μπορεί ακόμα να οριστεί το τέλος της διάρκειας ζωής του έργου κάτι που επίσης δεν ορίζουμε καθώς δεν αποτελεί κομμάτι παρούσης της μελέτης.

Ενδεικτικά όμως για τέτοιου είδους έργα αναφέρονται τα 25 έτη σαν διάρκειας ζωής.

Ανάλυση κόστους RETScreen - Έργο συμπαραγωγής θερμότητας & ηλεκτρισμού

Ρυθμίσεις					
<input checked="" type="radio"/> Μέθοδος 1	<input checked="" type="radio"/> Σημειώσεις/Εύρος	Σημειώσεις/Εύρος <input type="text" value="Καμία"/>			
<input type="radio"/> Μέθοδος 2	<input type="radio"/> Δεύτερο νόμισμα				
<input type="radio"/> Κατανομή κόστους					
Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
Μελέτη σκοπιμότητας					
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος			\$ -	
Υπο-σύνολο:				\$ -	0.0%
Ανάπτυξη					
Ανάπτυξη	κόστος			\$ -	
Υπο-σύνολο:				\$ -	0.0%
Μηχανολογικά					
Μηχανολογικά	κόστος			\$ -	
Υπο-σύνολο:				\$ -	0.0%
Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας					
Φορτίο βάσης - Αεριοστρόβιλος	kW	525.00	\$ 1,334	\$ 700,088	
Φορτίο αιχμής - Ηλεκτρισμός Δικτύου	kW	1,170.00		\$ -	
Εργα οδοποιίας	km			\$ -	
Γραμμή μεταφοράς ηλεκτρισμού	km			\$ -	
Υποσταθμός	έργο			\$ -	
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			\$ -	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			\$ -	
Υπο-σύνολο:				\$ 700,088	100.0%
Σύστημα θέρμανσης					
Φορτίο βάσης - Αεριοστρόβιλος	kW	1,224.4		\$ -	
Ενδιάμεσο φορτίο - Λέβητας	kW	1,000.0		\$ -	
Φορτίο αιχμής - Λέβητας	kW	1,895.0		\$ -	
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	έργο			\$ -	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			\$ -	
Υπο-σύνολο:				\$ -	0.0%
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα					
Ανταλλακτικά	%			\$ -	
Μεταφορά	έργο			\$ -	
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			\$ -	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			\$ -	
Απρόβλεπτα	%		\$ 700,088	\$ -	
Τόκος κατά την κατασκευή		0 μήνας(ες)	\$ 700,088	\$ -	
Υπο-σύνολο:				\$ -	0.0%
Συνολικά αρχικά κόστη				\$ 700,088	100.0%
Ετήσια κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	
Λειτουργία & Συντήρηση					
Τμήματα & Εργασία	έργο			\$ -	
Λειτουργία και συντήρηση (\$/MWh)	κόστος	1,440	\$ 5	\$ 7,200	
Απρόβλεπτα	%		\$ 7,200	\$ -	
Υπο-σύνολο:				\$ 7,200	
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση					
Φυσικό Αέριο	kWh	6,608,542	\$ 0.056	\$ 370,078	
Πετρέλαιο (#6)	L	182,205	\$ 0.750	\$ 136,654	
Φυσικό Αέριο	m ³	36,198	\$ 0.380	\$ 13,755	
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	2,427	\$ 71.850	\$ 174,402	
Υπο-σύνολο:				\$ 694,890	
Ετήσια εξοικονόμηση	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση					
Πετρέλαιο (#6)	L	839,153	\$ 0.750	\$ 629,365	
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	3,491	\$ 71.850	\$ 250,857	
Υπο-σύνολο:				\$ 880,221	
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	Μονάδα	Ετος	Μονάδα κόστους	Ποσό	
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			\$ -	
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			\$ -	

Φύλλο 4 Ανάλυση Κόστους

ΦΥΛΛΟ 5: Ανάλυση Εκπομπών

Το φύλλο αυτό έχει σκοπό την εκτίμηση των αερίων που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου με τελικό στόχο τον μετριασμό τους στην προτεινόμενη περίπτωση σε σχέση με την βασική. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν παρουσιάζονται σαν τόνοι διοξειδίου του άνθρακα που αποφεύγονται με την εφαρμογή Συμπααραγωγής στο Νοσοκομείο.

Οι πληροφορίες που εντάσσονται σε αυτό το σκέλος της μελέτης δεν επηρεάζουν τα υπόλοιπα στάδια γι' αυτό και το φύλλο αυτό είναι προαιρετικό. Είναι όμως σημαντικό να ασχοληθούμε και με αυτό το στάδιο της μελέτης αφού ένας από τους σκοπούς αυτής της εργασίας είναι και η προώθηση των καθαρών μορφών ενέργειας.

Τα αέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν τους υδρατμούς, το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το μεθάνιο (CH₄), το νιτρικό οξείδιο (N₂O), το όζον (O₃) και διάφορες κλάσεις αλογοναθράκων. Τα αέρια αυτά επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της γης, αλλά, εμποδίζουν την υπέρυθη ακτινοβολία που εκπέμπεται από την επιφάνεια να εξέρχεται. Την απορροφούν και, μερικώς, την επανεκπέμπουν πίσω στην επιφάνεια σαν θερμική ακτινοβολία, θερμαίνοντας έτσι την επιφάνεια. Στις περισσότερες ενεργειακές μελέτες τα αέρια στα οποία επικεντρώνονται είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, και το νιτρικό οξείδιο. Στα αέρια αυτά επικεντρώνεται και η ανάλυση του λογισμικού RETScreen η οποία λαμβάνει υπόψη το πρωτόκολλο του Κιότο. Το πρωτόκολλο αυτό υιοθετήθηκε το 1997 και δεσμεύει τις βιομηχανικά ανεπτυγμένες, νομικά και με κυρώσεις, να προχωρήσουν σε μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην περίοδο από το 2008 μέχρι το 2012. Η μείωση που δεσμεύει την κάθε χώρα είναι διαφορετική και κατά μέσο όρο κυμαίνονται στο 5% χαμηλότερα από αυτές που είχαν το 1990.

Το φύλλο εργασίας αναλύεται σε πέντε στάδια: Τις Ρυθμίσεις, την βασική περίπτωση σεναρίου αναφοράς, την περίληψη εκπομπών ΑΤΘ βασικού σεναρίου, την περίληψη εκπομπών ΑΤΘ προτεινόμενης περίπτωσης και τέλος την Σύνοψη μείωσης εκπομπών.

i) **Ρυθμίσεις:** Ο χρήστης έχει να επιλέξει μεταξύ τριών επιλογών ανάλυσης που θα ακολουθηθεί στη συνέχεια. Αυτές είναι η απλοποιημένη, η βασική και η εξειδικευμένη. Η διαφορά έγκειται στο ότι η βασική ανάλυση σε σχέση με την απλοποιημένη περιέχει περισσότερα προπαρασκευαστικά πεδία για συμπλήρωση, ενώ στην εξειδικευμένη ο χρήστης ορίζει τα πεδία αυτά αναλόγως των αναγκών της δικής του μελέτης. Για περιπτώσεις όπως αυτή της δικής μας μελέτης η απλοποιημένη ανάλυση είναι ικανοποιητική. Αυτό συμβαίνει διότι το λογισμικό έχει βάση δεδομένων που περιέχει τα στοιχεία που αφορούν την περιοχή του έργου. Τέλος, αναφέρεται ότι η απλοποιημένη μέθοδος ενδείκνυται για εγκαταστάσεις με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη των 15 MW

ii) **Βασική Περίπτωση Συστήματος Ηλεκτρισμού (σενάριο αναφοράς):**

Αυτό το στάδιο σκοπό έχει το καθορισμό της βασικής περίπτωσης (baseline) η οποία είναι χαρακτηριστική για κάθε χώρα. Υπάρχει δυνατότητα επιλογής της Ελλάδας σαν χώρα αναφοράς σε αυτό το σημείο. Στην επιλογή καυσίμου ο χρήστης πρέπει να καταχωρήσει το καύσιμο που θα χρησιμοποιείται στην προτεινόμενη περίπτωση. Αυτό γίνεται για να μπορεί να εκτιμηθεί στο τέλος η διαφορά. Στη δική μας περίπτωση είναι το Φυσικό Αέριο.

Το πρόγραμμα δίνει τον συντελεστή εκπομπής Αερίων του Θερμοκηπίου σε tCO₂/MWh, χωρίς τον υπολογισμό των απωλειών μεταφοράς και διανομής.

Ακολούθως πρέπει να καταχωρηθούν οι απώλειες μεταφοράς και διανομής (M&Δ) επί τοις εκατό. Για σύγχρονα δίκτυα η τιμή μπορεί να είναι από 8 % μέχρι 10%. Για περιπτώσεις δικτύων που βρίσκονται σε αναπτυσσόμενες χώρες η τιμή αυτή μπορεί να φτάσει και μέχρι το 20%. Στο τέλος αυτού του βήματος υπολογίζεται ο συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ.

Τύπος καυσίμου: Φυσικό Αέριο

Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ (χωρίς M&Δ): 0.446 tCO₂/MWh

Απώλειες M&Δ: 8%

Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ: 0.485 tCO₂/MWh

Υπάρχει δυνατότητα καταχώρησης τυχόν αλλαγών στο σενάριο αναφοράς κατά την διάρκεια ζωής του έργου. Τότε θα πρέπει να καταχωρηθεί το έτος στο οποίο θα γίνουν οι αλλαγές, οι διαφορές σε

καύσιμο, συντελεστές εκπομπών ΑΤΘ καθώς και οι διαφορές στις απώλειες Μ&Θ που αυτές οι αλλαγές θα επιφέρουν. Για σκοπούς αναφοράς θα μπορεί να σημειωθεί και ο λόγος αυτών των αλλαγών που μπορεί να είναι η λειτουργία ενός νέου σταθμού.

iii) Περίληψη Εκπομπών ΑΤΘ Βασικού Σεναρίου (Σενάριο Αναφοράς):

Εδώ, με βάση τις τιμές που παρατέθηκαν προηγουμένως, σχηματίζεται το σύστημα με το οποίο συγκρίνεται η προτεινόμενη περίπτωση.

Όλες οι πληροφορίες που εμφανίζονται σε αυτό το σημείο όπως ο τύπος του καυσίμου, το μίγμα καυσίμου και η κατανάλωση έχουν καταχωρηθεί στα φύλλα «Φορτίο και Δίκτυο» και «Ενεργειακό Μοντέλο». Το πρόγραμμα υπολογίζει βάσει των συντελεστών εκπομπής ΑΤΘ τις συνολικές εκπομπές ΑΤΘ σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα.

Τύπος καυσίμου 1:	Πετρέλαιο
Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ:	0.283 tCO ₂ /MWh
Εκπομπές ΑΤΘ:	2,549 tCO ₂

Τύπος καυσίμου 2:	Ηλεκτρική ενέργεια
Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ:	0.485 tCO ₂ /MWh
Εκπομπές ΑΤΘ:	1,875 tCO ₂

Συνολικές ετήσιες εκπομπές ΑΤΘ: 4,424 tCO₂

iv) Περίληψη Εκπομπών ΑΤΘ Προτεινόμενης Περίπτωσης (Έργο Παραγωγής Θερμότητας και Ηλεκτρισμού) :

Το σκέλος είναι γνωστό και σαν πρόγραμμα μείωσης. Από το σκέλος της επιλογής εξοπλισμού για την προτεινόμενη περίπτωση που προηγήθηκε λαμβάνονται ο τύπος του καυσίμου το μείγμα και η κατανάλωση για κάθε τύπο καυσίμου ξεχωριστά. Ο χρήστης καλείται να συμπληρώσει το πεδίο της Μεταφοράς και Διανομής. Λόγω του ότι ο ατμοστρόβιλος βρίσκεται στο χώρο του νοσοκομείου συμπεραίνουμε ότι οι απώλειες είναι σχετικά μικρές της τάξης του 1%. Το πρόγραμμα υπολογίζει τελικά το σύνολο των εκπομπών ΑΤΘ σε τόνους διοξειδίου του άνθρακα.

Τύπος καυσίμου 1: Φυσικό αέριο
Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ: 0.197 tCO₂/MWh
Εκπομπές ΑΤΘ: 1,372 tCO₂

Τύπος καυσίμου 2: Ηλεκτρική ενέργεια
Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ: 0.485 tCO₂/MWh
Εκπομπές ΑΤΘ: 1,177 tCO₂

Τύπος καυσίμου 3: Πετρέλαιο
Συντελεστής εκπομπής ΑΤΘ: 0.283 tCO₂/MWh
Εκπομπές ΑΤΘ: 553 tCO₂

Συνολικές ετήσιες εκπομπές ΑΤΘ: 3,104 tCO₂

Στις Συνολικές ετήσιες εκπομπές ΑΤΘ συνυπολογίστηκαν και οι απώλειες 1% για Μεταφορά και Διανομή.

ν) Σύνοψη Μείωσης Εκπομπών ΑΤΘ:

Η αφαίρεση του συνόλου των εκπομπών ΑΤΘ της προτεινόμενης περίπτωσης από τις συνολικές εκπομπές ΑΤΘ της βασικής περίπτωσης που υπολογίστηκαν πιο πάνω δίνει τη μεικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ. Υπάρχει το πεδίο των τελών συναλλαγών πιστώσεων εκπομπών ΑΤΘ. Το πεδίο αυτό συμπληρώνεται όταν στην χώρα του έργου υπάρχει επιβάρυνση για τους παραγόμενους ρύπους. Τα έσοδα από αυτά τα τέλη βοηθούν λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες να προσαρμόζονται στις κλιματικές αλλαγές.

Για το παρόν έργο δεν υπάρχει τέτοια επιβάρυνση.

Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΘ: 1,320 tCO₂

Ανάλυση μείωσης εκπομπών RETScreen - Έργο συμπεραγωγής θερμότητας & ηλεκτρισμού

Ανάλυση Εκπομπών

Μέθοδος 1
 Μέθοδος 2
 Μέθοδος 3

Βασική περίπτωση συστήματος ηλεκτρισμού (Σενάριο Αναφοράς)

Κράτος - περιφέρεια	Τύπος Κουσίμου	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ (εξαιρούνται Μ&Δ) tCO2/MWh	Απώλειες Μεταφοράς & Διανομής (Μ&Δ) %	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO2/MWh
Ελλάδα	Φυσικό Αέριο	0.446	8.0%	0.485

Αλλαγές στο Σενάριο Αναφοράς κατά τη διάρκεια ζωής του έργου

Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ βασικού σεναρίου (σεναρίου αναφοράς)

Τύπος Κουσίμου	Μίγμα κουσίμου %	Κατανάλωση κουσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO2/MWh	Εκπομπές ΑΤΟ tCO2
πετρέλαιο (#6)	70.0%	9,018	0.283	2,549
Ηλεκτρική ενέργεια	30.0%	3,868	0.485	1,875
Σύνολο	100.0%	12,886	0.343	4,424

Περίληψη εκπομπών ΑΤΟ προτεινόμενης περίπτωσης (Έργο συμπεραγωγής θερμότητας & ηλεκτρισμού)

Τύπος Κουσίμου	Μίγμα κουσίμου %	Κατανάλωση κουσίμου MWh	Συντελεστής εκπομπής ΑΤΟ tCO2/MWh	Εκπομπές ΑΤΟ tCO2
Φυσικό Αέριο	58.3%	6,809	0.197	1,305
πετρέλαιο (#6)	17.3%	1,958	0.283	553
Φυσικό Αέριο	3.0%	342	0.197	67
Ηλεκτρική ενέργεια	21.4%	2,427	0.485	1,177
Σύνολο	100.0%	11,336	0.274	3,103
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	376	Απώλειες Μ&Δ 1.0%	2
			Σύνολο	3,104

Σύνοψη μείωσης εκπομπών ΑΤΟ

Εργο συμπεραγωγής θερμότητας & ηλεκτρισμού	Εκπομπές ΑΤΟ βασικής περίπτωσης tCO2	Εκπομπές ΑΤΟ προτεινόμενης περίπτωσης tCO2	Μικτή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ tCO2	Τέλη συναλλαγών πιστώσεων εκπομπών ΑΤΟ %	Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ tCO2
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ	4,424	3,104	1,320		1,320
Καθαρή ετήσια μείωση εκπομπών ΑΤΟ	1,320	tCO2	ισοδυναμεί με 268	Αυτοκίνηση και ελαφριά φορτηγά δεν χρησιμοποιούνται	

Φύλλο 5 Ανάλυση Εκπομπών

ΦΥΛΛΟ 6: Οικονομική Ανάλυση

Το έκτο φύλλο εργασίας του RETScreen χωρίζεται σε 6 τμήματα:

Οικονομικοί παράμετροι, Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων, Ετήσια χρηματοροή, Ετήσια έσοδα, Οικονομική Βιωσιμότητα και τέλος, Διάγραμμα αθροιστικών χρηματοροών.

Τα πιο πάνω στάδια διευκολύνουν τους λαμβάνοντες τις αποφάσεις να εκτιμούν καλύτερα την κατάσταση της μελέτης, παρουσιάζοντας τους συγκεντρωτικά τα έσοδα και τα έξοδα του έργου μέσω των διαφόρων παραμέτρων.

Αναλυτικά το κάθε στάδιο:

i) Οικονομικοί Παράμετροι

Το πρώτο στάδιο της οικονομικής ανάλυσης χωρίζεται σε τρία μέρη. Τα Γενικά, τη χρηματοδότηση και την Ανάλυση του φόρου εισοδήματος. Το τελευταίο συμπληρώνεται μόνο αν ο χρήστης το επιλέξει όταν θέλει να ληφθούν υπόψη πιο εξειδικευμένοι παράγοντες όπως συγκεκριμένη μέθοδος απόσβεσης.

A) Γενικά:

- κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου: 2%
- Τιμή πληθωρισμού: 3% (2008)
- Επιτόκιο αναγωγής: 10%
- Διάρκεια ζωής έργου: 25 έτη

Ο κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου είναι μια τιμή που υπολογίζει την αύξηση τόσο στη βασική όσο και στην προτεινόμενη περίπτωση του κόστους του καυσίμου για τη συνολική διάρκεια ζωής του έργου. Αυτή η τιμή δεν είναι πάντα ανάλογη του πληθωρισμού. Γίνεται κατανοητό ότι η τιμή αυτή είναι δύσκολο να προβλεφθεί σε τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα όμως οι ενδεικτικές τιμές είναι από 0 μέχρι 5% , με τις πιο συνηθισμένες να είναι το 2 και το 3%. Αντίστοιχης κλίμακας έργα τα οποία αντίστοιχα στην προτεινόμενη περίπτωση τους έχουν το φυσικό αέριο στην Ευρώπη καταχωρούν την τιμή αυτή ως 2%.

Μελέτες (με δεδομένα 2008) οριοθετούν την τιμή του πληθωρισμού για τα επόμενα 25 χρόνια στο 3% κατά μέσο όρο, πράγμα που θέτουν και ως στόχο τους οι εκάστοτε κυβερνήσεις λόγω και των συνθηκών που επικρατούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το Επιτόκιο αναγωγής ή Προεξοφλητικό επιτόκιο είναι το επιτόκιο με το οποίο η μελλοντική αξία των χρηματοροών μειώνεται ώστε να αντιστοιχεί στη σημερινή. Αυτή η τιμή έχει εύρος από 3% μέχρι 18% με τις πιο συνηθισμένες τιμές να είναι από 6 ως 11%. Για παρόμοια έργα χρησιμοποιείται το 10%.

Η Διάρκεια ζωής έργου τοποθετήθηκε στα 25 έτη αν και το πρόγραμμα μπορεί να υποστηρίξει έργα με διάρκεια ζωής μέχρι και 50 έτη.

B) Χρηματοδότηση

-Κίνητρα και επιχορηγήσεις: -

-Τοκοχρεολύσιο: 70%

-Χρέος: €490,061 (υπολογισμένο απ' το πρόγραμμα)

-Μετοχή: €210,026 (υπολογισμένο απ' το πρόγραμμα)

-Επιτόκιο Δανεισμού: 7%

-Περίοδος χρέους: 10

-Πληρωμές χρέους: 69,774 €/έτος (υπολογισμένο απ' το πρόγραμμα)

Τοκοχρεολύσιο είναι μια επί τοις εκατό τιμή που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα για να υπολογίσει το ποσό που θα καταβληθεί για εξόφληση τόκου και κεφαλαίου δανείου. Οι τιμές κυμαίνονται σε μεγάλο εύρος από 0% μέχρι 90%. Για την εγκατάσταση μας η τιμή αυτή ορίζεται στα 70%.

Το Επιτόκιο Δανεισμού τοποθετήθηκε ενδεικτικά στο 7% εκεί που κυμαίνονται τα επιχειρηματικά δάνεια.

Η Περίοδος χρέους που ο χρήστης καταχωρεί έχει μεγάλη σημασία διότι όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος αποπληρωμής τόσο πιο βιώσιμο είναι οικονομικά το εγχείρημα. Φυσικά δεν πρέπει να ξεπερνά το χρόνο ζωής. Μια περίοδος 10 ετών μέχρι 20 είναι το εύρος του χρόνου που μπορεί να έχει αυτή η περίοδος.

ii) Σύνοψη Κόστους Έργου και Αποταμιεύσεων / Εσόδων

Σε αυτό το σκέλος το πρόγραμμα συνοψίζει τα διάφορα κόστη που υπολογίστηκαν μέχρι στιγμής. Αυτά είναι:

-Συνολικά αρχικά κόστη: €700,088

-Συνολικά ετήσια κόστη: €771,864

-Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισοδήματα: €897,384

iii) Ετήσια Χρηματοροή

Αυτό το σκέλος της Οικονομικής Ανάλυσης είναι ένας πίνακας με την χρηματοροή για κάθε ένα από τα 25 έτη της Διάρκειας ζωής. Εδώ γίνεται εμφανές ότι για τα δύο πρώτα χρόνια θα έχουμε απώλειες, ενώ κατόπιν το έργο θα λειτουργεί με θετικές χρηματοροές.

Ετήσια χρηματοροή			
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά
#	\$	\$	\$
0	-210,026	-210,026	-210,026
1	129,440	129,440	-80,586
2	133,438	133,438	52,853
3	137,516	137,516	190,369
4	141,676	141,676	332,045
5	145,919	145,919	477,964
6	150,246	150,246	628,210
7	154,660	154,660	782,870
8	159,162	159,162	942,032
9	163,754	163,754	1,105,786
10	168,438	168,438	1,274,224
11	242,989	242,989	1,517,214
12	247,862	247,862	1,765,075
13	252,832	252,832	2,017,907
14	257,901	257,901	2,275,808
15	263,071	263,071	2,538,879
16	268,345	268,345	2,807,224
17	273,724	273,724	3,080,948
18	279,210	279,210	3,360,158
19	284,805	284,805	3,644,963
20	290,512	290,512	3,935,475
21	296,333	296,333	4,231,808
22	302,270	302,270	4,534,078
23	308,325	308,325	4,842,403
24	314,501	314,501	5,156,904
25	320,800	320,800	5,477,704

Πίνακας 4.4 Ετήσια Χρηματοροή

iv) Ετήσια Έσοδα

Τα ετήσια έσοδα αναλύονται στα εξής πεδία:

- Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας
- Έσοδα από τη μείωση εκπομπών Αερίων Του Θερμοκηπίου
- Προσαύξηση εσόδων πελάτη (έκπτωση)
- Άλλα εισοδήματα (κόστος)
- Έσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας

Από τα προηγούμενα έχει υπολογιστεί η ηλεκτρική ενέργεια από την εγκατάσταση στο δίκτυο.

- Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο: 376MWh
- Έσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο: €17,163
- Κυλιόμενος φόρος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας: 2,5%

Όμως δεν προβλέπεται να υπάρξουν έσοδα από τη μείωση των ΑΤΘ ή από την παραγωγή Καθαρής Ενέργειας, αν και, και σε αυτή την περίπτωση το πρόγραμμα υπολογίζει και παρουσιάζει σ' αυτό το σημείο της εργασίας την μείωση των ΑΤΘ τόσο για κάθε χρόνο όσο και σε βάθος εικοσιπενταετίας όσος και ο χρόνος ζωής του έργου που ορίσαμε.

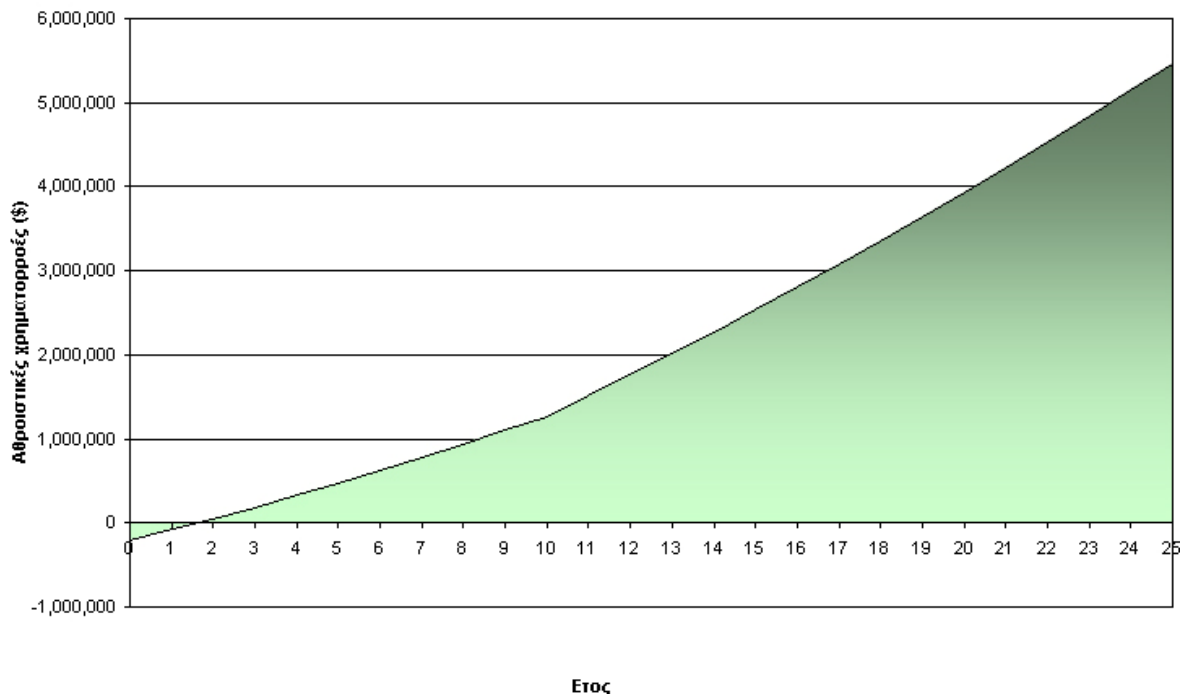
v) Οικονομική Βιωσιμότητα

Το σκέλος αυτό παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον επειδή είναι αυτό που θα επηρεάσει την απόφαση για την επιλογή της εφαρμογής της Συμπααραγωγής ή όχι. Είναι κατ' ακρίβεια το σκέλος στο οποίο θα ισχυροποιηθούν τα ενδεχόμενα επιχειρήματα ενάντια στο έργο.

Τα πεδία αυτά συμπληρώνονται απ' ευθείας από το πρόγραμμα βάσει των στοιχείων που έχουν καταχωρηθεί προηγουμένως.

- Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων- μετοχές 64.9%
- (IRR) προ φόρου- περιουσιακά στοιχεία 22.3%
- (IRR) μετά φόρου - μετοχές 64.9%
- (IRR) μετά φόρου – περιουσιακά στοιχεία 22.3%
- Απλή αποπληρωμή 3.6 έτη
- Αποπληρωμή μετοχών 1.6 έτη
- Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) €1,475,370
- Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής €/έτος 162,539
- Αναλογία Οφέλους – Κόστους (O-K) 8.02
- Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων 2.86
- Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ (123) €/tCO₂

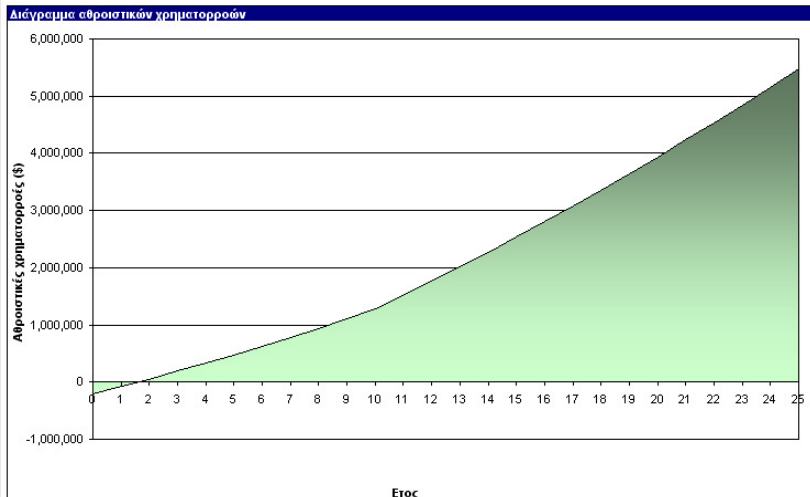
vi) Διάγραμμα Αθροιστικών Χρηματοροών



Ετος
Σχήμα 4.6 Ετήσια Χρηματοροή

Οι ετήσιες χρηματοροές που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, σχηματίζουν διαγραμματικά τις αθροιστικές χρηματοροές σε βάθος εικοσιπενταετίας, όση και η διάρκεια ζωής που ορίσαμε για το έργο.

Οικονομικοί Παράμετροι				Σύνολη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων				Ετήσια χρηματοροή				
Γενικά				Αρχικά κόστη				Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά	
								#	\$	\$	\$	\$
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%		2.0%	Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	100.0%	\$	700,088	0	-210,026	-210,026	-210,026	
Τιμή πληθωρισμού	%		3.0%	Σύστημα θέρμανσης	0.0%	\$	0	1	129,440	129,440	-80,586	
Επιτόκιο αναγωγής	%		10.0%	Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	0.0%	\$	0	2	133,438	133,438	52,853	
Διάρκεια ζωής έργου	έτος		25	Συνολικά αρχικά κόστη	100.0%	\$	700,088	3	137,516	137,516	190,369	
Χρηματοδότηση				Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους				4	141,676	141,676	332,045	
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	\$			Λειτουργία & Συντήρηση		\$	7,200	5	145,919	145,919	477,964	
Τοκοχρεολύσιο	%		70.0%	Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		\$	694,890	6	150,246	150,246	628,210	
Χρέος	\$		490,061	Πληρωμές χρέους - 10 έτη		\$	69,774	7	154,660	154,660	782,870	
Μετοχή	\$		210,026	Συνολικά ετήσια κόστη		\$	771,864	8	159,162	159,162	942,032	
Επιτόκιο δανεισμού	%		7.00%	Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)				9	163,754	163,754	1,105,786	
Περίοδος χρέους	έτος		10					10	168,438	168,438	1,274,224	
Πληρωμές χρέους	\$/έτος		69,774	Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα				11	242,989	242,989	1,517,214	
Ανάλυση φόρου εισοδήματος				Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		\$	880,221	12	247,862	247,862	1,765,075	
				Εσοδα από πώληση ηλεκτρικής ενέργειας		\$	17,163	13	252,832	252,832	2,017,907	
				Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισοδήματα		\$	897,384	14	257,901	257,901	2,275,808	
				Οικονομική Βιωσιμότητα				15	263,071	263,071	2,538,879	
				Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχέ (IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%		64.9%	16	268,345	268,345	2,807,224	
				(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%		22.3%	17	273,724	273,724	3,080,948	
				(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%		64.9%	18	279,210	279,210	3,360,158	
				(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%		22.3%	19	284,805	284,805	3,644,963	
				Απλή αποπληρωμή	έτος		3.6	20	290,512	290,512	3,935,475	
				Αποπληρωμή Μετοχών	έτος		1.6	21	296,333	296,333	4,231,808	
				Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	\$		1,475,370	22	302,270	302,270	4,534,078	
				Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	\$/έτος		162,539	23	308,325	308,325	4,842,403	
				Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)			8.02	24	314,501	314,501	5,156,904	
				Κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων			2.86	25	320,800	320,800	5,477,704	
				Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	\$/tCO2		(123)					
Είσοδα				Αιτίγραμμα αθροιστικών χρηματοροών								
Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ												
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tCO2/yr		1,320									
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 25 έτη	tCO2		32,988									
Προσαύξηση εσόδων πελάτη (έκπτωση)												
Άλλα εισοδήματα (κόστος)												
Εσοδα παραγωγής Καθαρής Ενέργειας (ΚΕ)												



Φύλλο 6 Οικονομική Ανάλυση

ΦΥΛΛΟ 7: Ανάλυση Ευαισθησίας και Επικινδυνότητας

Το φύλλο εργασίας αποτελείται από δύο μεγάλες ενότητες: Την ανάλυση ευαισθησίας και την ανάλυση επικινδυνότητας. Ο χρήστης, αν θέλει μπορεί να παραλείψει κάποιο από τα δύο ανάλογα με το που θέλει να εστιάσει. Σ' αυτό το φύλλο ο εκτελών την μελέτη καλείται να κάνει επιλογές που θα έχουν να κάνουν με την ακρίβεια και το εύρος της κάθε ανάλυσης. Από εκεί και πέρα το πρόγραμμα αναλαμβάνει μέσω των καταλλήλων διαγραμμάτων να τον τροφοδοτήσει με τις πληροφορίες που θα του χρειαστούν ώστε να πάρει την σωστή απόφαση.

Η ανάλυση επικινδυνότητας χρησιμοποιεί τη μέθοδο Monte Carlo, η οποία προτιμάται σε πολύπλοκα προβλήματα από την αναλυτική μέθοδο που κρίνεται ανεπαρκής σε τέτοιες καταστάσεις. Με τη μέθοδο αυτή δεν γίνεται αναλυτική ή αριθμητική επίλυση του προβλήματος, αλλά γίνεται υπολογισμός μεγάλου αριθμού περιπτώσεων.

i) Ανάλυση Ευαισθησίας:

Το πρόγραμμα εκτελεί της ανάλυσης για 4 οικονομικούς δείκτες. Οι δείκτες αυτοί είναι: (IRR) μετά-φόρου – μετοχές, (IRR) μετά-φόρου – περιουσιακά στοιχεία, αποπληρωμή μετοχών και τέλος Καθαρή Παρούσα Αξία. Κάθε νέα επιλογή εκ των τεσσάρων αλλάζει την μορφή των πινάκων.

Η επόμενη επιλογή είναι ο καθορισμός του Εύρους ευαισθησίας επί τοις εκατό. Όποια και να είναι η επιλογή το πρόγραμμα παρουσιάζει πέντε αποτελέσματα στους ακόλουθους πίνακες τροποποιώντας ανάλογα το βήμα. Οι πίνακες είναι : κόστος καυσίμου – βασική περίπτωση, κόστος καυσίμου προτεινόμενη, επιτόκιο δανεισμού.

Τα βήματα αυτά είναι η επιλογή μας σε εύρος επί τις ακόλουθες πέντε τιμές: -1, -0.5, 0, 0.5 και 1. Δηλαδή εάν η επιλογή μας είναι το 30%, τότε τα βήματα θα είναι -30%, -15%, 0%, 15% και 30%.

Μια καλή επιλογή είναι το 20%, διότι η διαφορά μεταξύ των βημάτων δεν είναι ούτε πολύ μεγάλη αλλά ούτε και πολύ μικρή.

Η τελευταία επιλογή είναι το κατώφλι. Είναι η τιμή του δείκτη που επιλέχθηκε αρχικά (IRR μετά-φόρου – μετοχές, IRR μετά-φόρου – περιουσιακά στοιχεία, αποπληρωμή μετοχών και τέλος Καθαρή Παρούσα Αξία) για την οποία ο χρήστης θεωρεί την μελέτη μη βιώσιμη. Σε αντίστοιχες μελέτες η τιμή κατωφλίου που χρησιμοποιείται είναι το 12%. Οι τιμές που θα παρουσιαστούν στον πίνακα σε πορτοκαλί χρώμα είναι οι μη βιώσιμες περιπτώσεις.

Ακολουθως παρουσιάζονται οι τέσσερις περιπτώσεις ανάλυσης ευαισθησίας για την παρούσα μελέτη:

Εκτέλεση ανάλυσης σε		(IRR) μετά-φόρου - μετοχές				
Εύρος ευαισθησίας		20%				
Κατώφλι		12 %				
		Αρχικά κόστη				\$
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
\$		-20%	-10%	0%	10%	20%
704,177	-20%	-4.9%	-6.0%	-6.9%	-7.7%	-8.4%
792,199	-10%	36.0%	29.9%	25.3%	21.7%	18.9%
880,221	0%	87.4%	74.5%	64.2%	55.9%	49.1%
968,243	10%	140.6%	121.6%	106.5%	94.1%	83.8%
1,056,266	20%	194.0%	169.0%	149.1%	132.8%	119.2%
		Αρχικά κόστη				\$
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
\$		-20%	-10%	0%	10%	20%
555,912	-20%	171.5%	149.0%	131.1%	116.4%	104.3%
625,401	-10%	129.4%	111.7%	97.5%	86.0%	76.4%
694,890	0%	87.4%	74.5%	64.2%	55.9%	49.1%
764,379	10%	46.3%	38.6%	32.7%	28.1%	24.5%
833,868	20%	12.1%	9.8%	7.9%	6.4%	5.1%
		Αρχικά κόστη				\$
Επιτόκιο δανεισμού		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
%		-20%	-10%	0%	10%	20%
5.60%	-20%	89.4%	76.5%	66.2%	57.8%	51.0%
6.30%	-10%	88.4%	75.5%	65.2%	56.9%	50.0%
7.00%	0%	87.4%	74.5%	64.2%	55.9%	49.1%
7.70%	10%	86.4%	73.4%	63.2%	54.9%	48.1%
8.40%	20%	85.3%	72.4%	62.2%	53.9%	47.2%

Πίνακας 4.4 Εκτέλεση Ανάλυσης σε IRR Μετά-Φόρου – Μετοχές

Εκτέλεση ανάλυσης σε
Εύρος ευαισθησίας
Κατώφλι

(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία
20%
12 %

		Αρχικά κόστη				\$
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
\$		-20%	-10%	0%	10%	20%
704,177	-20%	-7.6%	-8.5%	-9.2%	-9.8%	-10.4%
792,199	-10%	13.5%	11.5%	9.9%	8.5%	7.3%
880,221	0%	28.5%	24.9%	21.9%	19.6%	17.6%
968,243	10%	44.0%	38.5%	34.1%	30.5%	27.6%
1,056,266	20%	59.8%	52.4%	46.5%	41.7%	37.8%

		Αρχικά κόστη				\$
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
\$		-20%	-10%	0%	10%	20%
555,912	-20%	53.1%	46.5%	41.2%	37.0%	33.4%
625,401	-10%	40.7%	35.6%	31.5%	28.2%	25.4%
694,890	0%	28.5%	24.9%	21.9%	19.6%	17.6%
764,379	10%	16.7%	14.4%	12.5%	10.9%	9.6%
833,868	20%	4.0%	2.7%	1.6%	0.7%	-0.1%

		Αρχικά κόστη				\$
Επιτόκιο δανεισμού		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
%		-20%	-10%	0%	10%	20%
5.60%	-20%	29.1%	25.3%	22.4%	20.0%	18.0%
6.30%	-10%	28.8%	25.1%	22.2%	19.8%	17.8%
7.00%	0%	28.5%	24.9%	21.9%	19.6%	17.6%
7.70%	10%	28.3%	24.6%	21.7%	19.3%	17.4%
8.40%	20%	28.0%	24.4%	21.5%	19.1%	17.2%

Πίνακας 4.5 Εκτέλεση Ανάλυσης σε IRR Μετά-Φόρου – Περιουσιακά Στοιχεία

Εκτέλεση ανάλυσης σε
Εύρος ευαισθησίας
Κατώφλι

Αποπληρωμή Μετοχών
20%
12 έτος

		Αρχικά κόστη				\$
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
\$		-20%	-10%	0%	10%	20%
704,177	-20%	> έργο	> έργο	> έργο	> έργο	> έργο
792,199	-10%	3.1	3.9	5.0	6.3	8.0
880,221	0%	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2
968,243	10%	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2
1,056,266	20%	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9

		Αρχικά κόστη				\$
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
\$		-20%	-10%	0%	10%	20%
555,912	-20%	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
625,401	-10%	0.8	0.9	1.1	1.2	1.3
694,890	0%	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2
764,379	10%	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2
833,868	20%	11.9	13.3	14.7	16.0	17.3

		Αρχικά κόστη				\$
Επιτόκιο δανεισμού		560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
%		-20%	-10%	0%	10%	20%
5.60%	-20%	1.1	1.3	1.6	1.8	2.1
6.30%	-10%	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1
7.00%	0%	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2
7.70%	10%	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2
8.40%	20%	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3

Πίνακας 4.6 Εκτέλεση Ανάλυσης σε Αποπληρωμή Μετοχών

Εκτέλεση ανάλυσης σε
Εύρος ευαισθησίας
Κατώφλι

Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	
20%	
12	\$

			Αρχικά κόστη				\$
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση			560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
			-20%	-10%	0%	10%	20%
\$			-344,478	-408,353	-472,229	-536,104	-599,980
704,177	-20%		607,867	543,991	480,116	416,240	352,365
792,199	-10%		1,560,212	1,496,336	1,432,460	1,368,585	1,304,709
880,221	0%		2,512,556	2,448,681	2,384,805	2,320,930	2,257,054
968,243	10%		3,464,901	3,401,025	3,337,150	3,273,274	3,209,399
1,056,266	20%						
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση			560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
			-20%	-10%	0%	10%	20%
\$			3,063,867	2,999,991	2,936,116	2,872,240	2,808,365
555,912	-20%		2,312,039	2,248,164	2,184,288	2,120,413	2,056,537
625,401	-10%		1,560,212	1,496,336	1,432,460	1,368,585	1,304,709
694,890	0%		808,384	744,508	680,633	616,757	552,882
764,379	10%		56,556	-7,319	-71,195	-135,070	-198,946
833,868	20%						
Επιτόκιο δανεισμού			560,070	630,079	700,088	770,096	840,105
			-20%	-10%	0%	10%	20%
%			1,582,067	1,520,924	1,459,780	1,398,637	1,337,493
5.60%	-20%		1,571,225	1,508,726	1,446,227	1,383,728	1,321,230
6.30%	-10%		1,560,212	1,496,336	1,432,460	1,368,585	1,304,709
7.00%	0%		1,549,030	1,483,757	1,418,483	1,353,210	1,287,937
7.70%	10%		1,537,883	1,470,992	1,404,300	1,337,609	1,270,917
8.40%	20%						

Πίνακας 4.7 Εκτέλεση ανάλυσης σε Καθαρή Παρούσα Αξία

ii) Ανάλυση επικινδυνότητας:

Αυτό το στάδιο επιτρέπει στο χρήστη να εκτελέσει την ανάλυση ρίσκου χρησιμοποιώντας μια αβεβαιότητα και παρακολουθώντας την επίπτωση της πάνω στους οικονομικούς δείκτες που καθορίστηκαν πριν (IRR μετά-φόρου – μετοχές, IRR μετά-φόρου – περιουσιακά στοιχεία, αποπληρωμή μετοχών και Καθαρή Παρούσα Αξία). Όπως προαναφέρθηκε η ανάλυση επικινδυνότητας χρησιμοποιεί την μέθοδο Monte Carlo που περιλαμβάνει σε αυτή την περίπτωση 500 δυνατούς συνδυασμούς εισόδου που δίνουν 500 αποτελέσματα των τεσσάρων οικονομικών δεικτών που είδαμε πιο πάνω. Τα αποτελέσματα αυτά θα κάνουν τον εκτελών την μελέτη να αποφασίσει κατά πόσο η μεταβλητότητα των δεικτών αυτών είναι αποδεκτή ή όχι.

Μη αποδεκτή μεταβλητότητα δείκτη, έχουμε όταν η αβεβαιότητα που σχετίζεται με τις παραμέτρους εισόδου έχει μεγάλη επίπτωση στον δείκτη και χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια να αλλάξει.

Όπως και στην ανάλυση ευαισθησίας αρχικά επιλέγουμε τον οικονομικό δείκτη. Ακολούθως θα πρέπει να επιλέξουμε το εύρος της αβεβαιότητας για την κάθε παράμετρο ξεχωριστά. Οι παράμετροι είναι οι ακόλουθες:

- Αρχικά κόστη.
- Λειτουργία και Συντήρηση
- Κόστος καυσίμου – προτεινόμενη περίπτωση
- Κόστος καυσίμου – βασική περίπτωση
- Τοκοχρεολύσιο
- Επιτόκιο δανεισμού
- Περίοδος χρέους

Επιλέγουμε ένα εύρος αβεβαιότητας (+-)10% για κάθε μια από τις πιο πάνω παραμέτρους. Που σημαίνει ότι στα Αρχικά κόστη από την αρχικά υπολογισμένη τιμή σε προηγούμενο φύλλο των €700,088 προκύπτει ένα ελάχιστο €630,079 και ένα μέγιστο €770,096. Όμοια και για τις υπόλοιπες παραμέτρους. Εάν γνωρίζουμε επακριβώς μια απ' τις παραπάνω παραμέτρους, το εύρος που θα δώσουμε είναι 0%.

Μετά την επιλογή του εύρους αβεβαιότητας, το πρόγραμμα να εκτελέσει τους υπολογισμούς με τη μέθοδο Monte Carlo ώστε να καταλήξει στο γράφημα επίπτωσης, στο Μέσο (επί τοις εκατό), στο Ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης και στο Μέγιστο επίπεδο εμπιστοσύνης. Το γράφημα επίπτωσης δείχνει την σχετική συμβολή της κάθε παραμέτρου στη μεταβλητότητα του οικονομικού δείκτη. Όσο μεγαλύτερη εμφανίζεται η οριζόντια μπάρα που παριστά την παράμετρο τόσο μεγαλύτερη είναι και η επίδραση της στην μεταβλητότητα του οικονομικού δείκτη. Το πρόγραμμα μας εμφανίζει ταξινομημένες τις παραμέτρους με σειρά από αυτή με τη μεγαλύτερη επίπτωση ως αυτή με την ασθενέστερη. Έτσι αν αργότερα χρειαστεί να επικεντρώσουμε σε κάποιο παράγοντα την προσοχή μας για περαιτέρω ανάλυση θα είναι αυτός που είναι ψηλότερα στο γράφημα.

Πρέπει ακόμα να τονιστεί ότι η κατεύθυνση της μπάρας (θετική ή αρνητική) καταδεικνύει και την σχέση που έχει η αντίστοιχη παράμετρος με τον υπό εξέταση οικονομικό δείκτη. Παραδείγματος χάριν όπως φαίνεται στο συγκεκριμένο γράφημα η σχέση που αφορά τα αρχικά κόστη και την Καθαρή Παρούσα Αξία είναι αρνητική.

Το μέσο, ως γνωστόν, είναι η τιμή κάτω από την οποία μπορεί να βρεθεί το 50% των μετρήσεων.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να καθοριστεί το Επίπεδο κινδύνου για τον υπό εξέταση οικονομικό δείκτη. Αυτό το επίπεδο χρησιμοποιείται για την δημιουργία διαστήματος εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο αναμένεται να

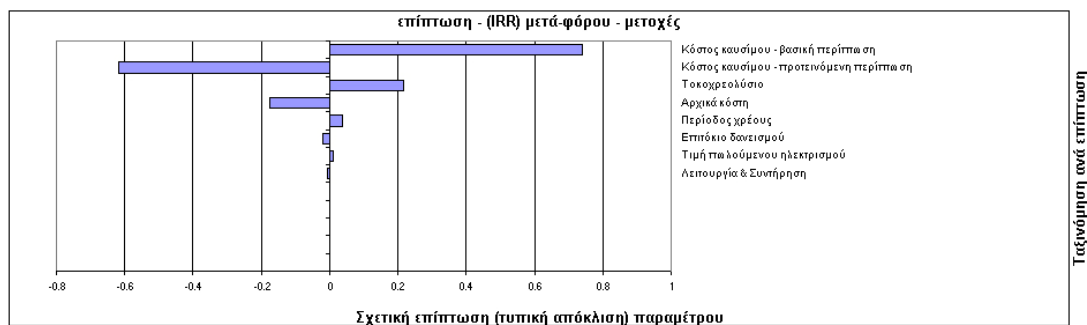
βρεθεί ο δείκτης. Το επίπεδο αυτό ουσιαστικά δείχνει με την πιθανότητα στην οποία ο δείκτης θα βρεθεί εκτός του διαστήματος εμπιστοσύνης.

Τυπικές τιμές για αυτό το επίπεδο είναι από 5% μέχρι 20%. Εμείς επιλέγουμε το 20%.

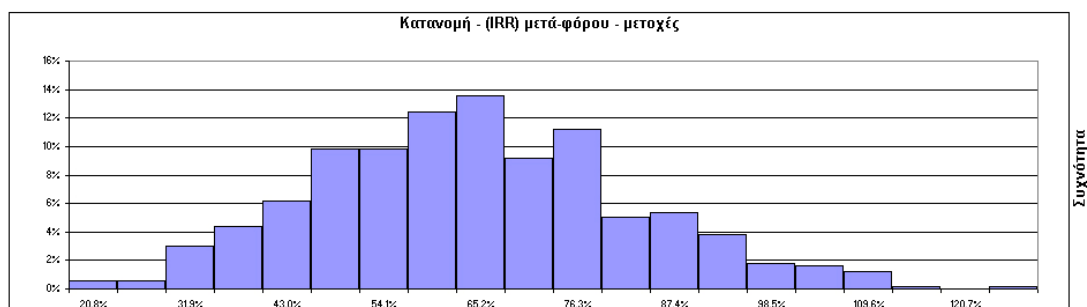
Τέλος υπάρχει το γράφημα της κατανομής.

Ακολούθως παρουσιάζονται οι τέσσερις περιπτώσεις ανάλυσης ευαισθησίας για την παρούσα μελέτη:

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή	Εύρος(+/-)	Ελάχιστο	Μέγιστο
Αρχικά κόστη	\$	700,088	10%	630,079	770,096
Λειτουργία & Συντήρηση	\$	7,560	10%	6,804	8,316
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	\$	694,890	10%	625,401	764,379
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	\$	880,221	10%	792,199	968,243
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	\$/MWh	45.61	10%	41.05	50.17
Τοκοχρεολύσιο	%	70%	10%	63%	77%
Επιτόκιο δανεισμού	%	7.00%	10%	6.30%	7.70%
Περίοδος χρέους	έτος	10	10%	9	11

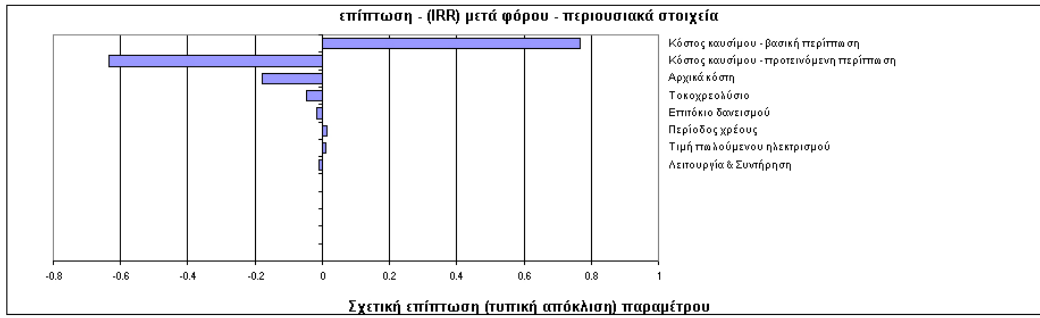


Μέσο	%	63.8%
Επίπεδο κινδύνου	%	20.0%
Ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	%	41.2%
Μέγιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	%	88.3%

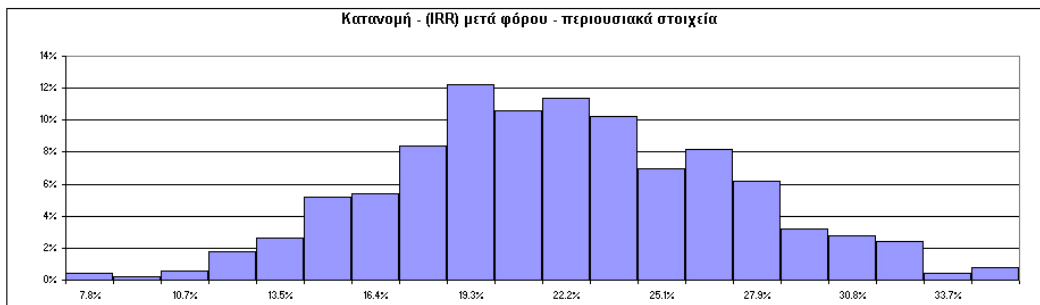


Πίνακας 4.8 Εκτέλεση Ανάλυσης σε IRR Μετά-Φόρου – Μετοχές

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή	Εύρος(+/-)	Ελάχιστο	Μέγιστο
Αρχικά κόστη	\$	700,088	10%	630,079	770,096
Λειτουργία & Συντήρηση	\$	7,560	10%	6,804	8,316
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	\$	694,890	10%	625,401	764,379
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	\$	880,221	10%	792,199	968,243
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	\$/MWh	45.61	10%	41.05	50.17
Τοκοχρεολύσιο	%	7.0%	10%	6.3%	7.7%
Επιτόκιο δανεισμού	%	7.00%	10%	6.30%	7.70%
Περίοδος χρέους	έτος	10	10%	9	11

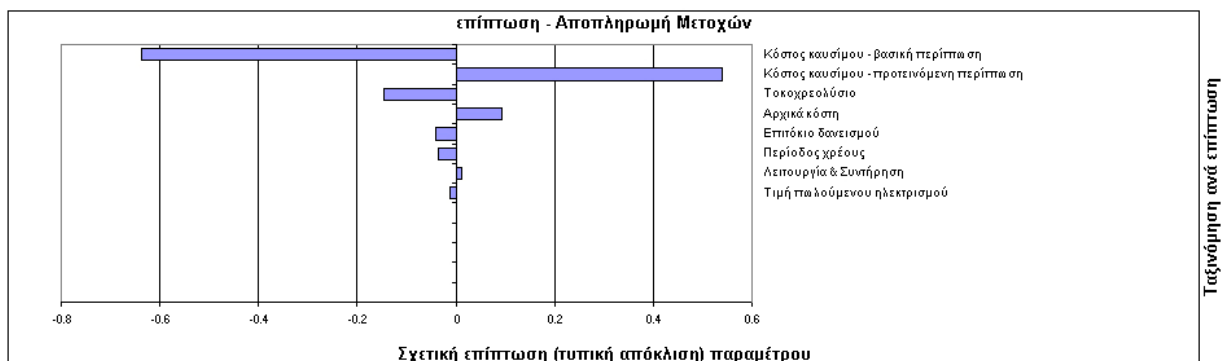


Μέσο	%	21.7%
Επίπεδο κινδύνου	%	20.0%
Ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	%	15.5%
Μέγιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	%	28.5%

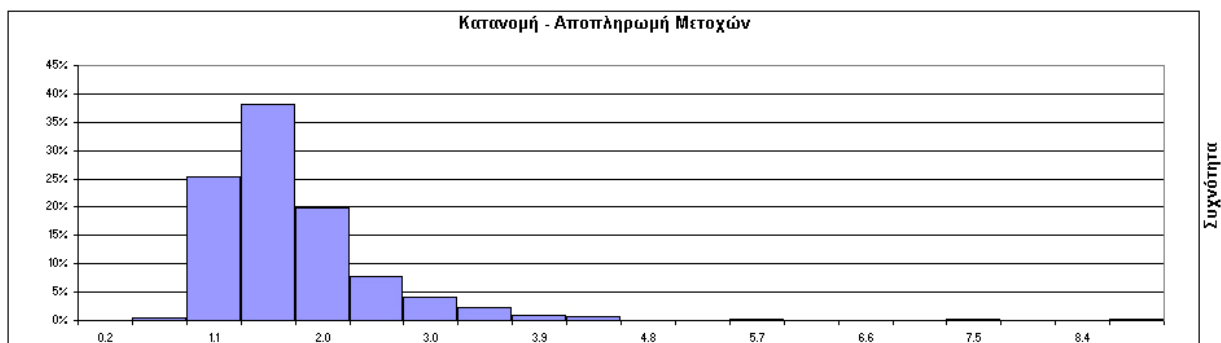


Πίνακας 4.9 Εκτέλεση Ανάλυσης σε IRR Μετά-Φόρου – Περιουσιακά Στοιχεία

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή	Εύρος(+/-)	Ελάχιστο	Μέγιστο
Αρχικά κόστη	\$	700,088	10%	630,079	770,096
Λειτουργία & Συντήρηση	\$	7,560	10%	6,804	8,316
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	\$	694,890	10%	625,401	764,379
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	\$	880,221	10%	792,199	968,243
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	\$/MWh	45,61	10%	41,05	50,17
Τοκοχρεολύσιο	%	7,0%	10%	6,3%	7,7%
Επιτόκιο δανεισμού	%	7,00%	10%	6,30%	7,70%
Περίοδος χρέους	έτος	10	10%	9	11

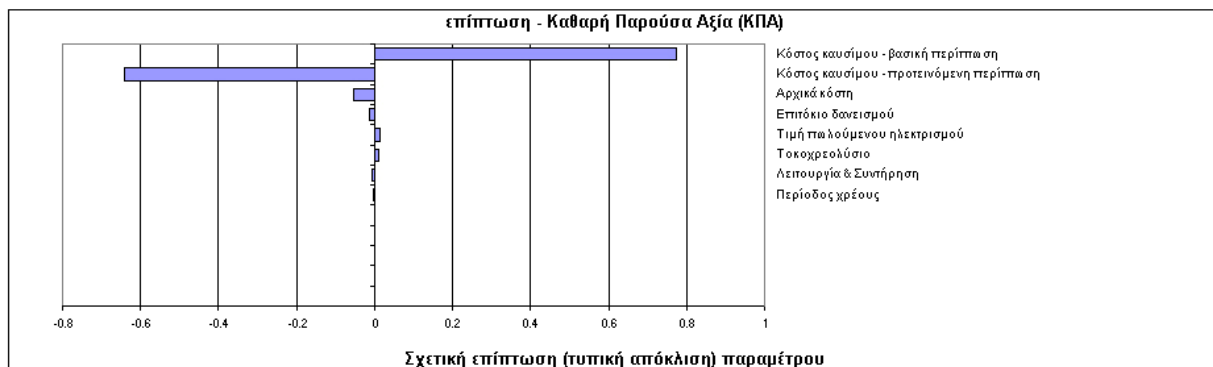


Μέσο	έτος	1,6
Επίπεδο κινδύνου	%	20,0%
Ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	έτος	0,2
Μέγιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	έτος	2,6



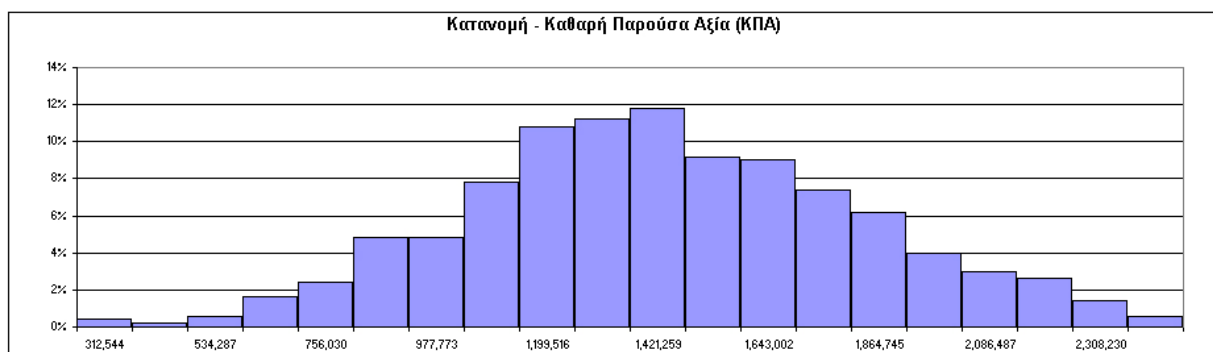
Πίνακας 4.10 Εκτέλεση Ανάλυσης σε Αποπληρωμή Μετοχών

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή	Εύρος(+/-)	Ελάχιστο	Μέγιστο
Αρχικά κόστη	\$	700,088	10%	630,079	770,096
Λειτουργία & Συντήρηση	\$	7,560	10%	6,804	8,316
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	\$	694,890	10%	625,401	764,379
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	\$	880,221	10%	792,199	968,243
Τιμή πωλούμενου ηλεκτρισμού	\$/MWh	45.61	10%	41.05	50.17
Τοκοχρεολύσιο	%	70%	10%	63%	77%
Επιτόκιο δανεισμού	%	7.00%	10%	6.30%	7.70%
Περίοδος χρέους	έτος	10	10%	9	11



Ταξινόμηση ανά επίπτωση

Μέσο	\$	1,421,796
Επίπεδο κινδύνου	%	20.0%
Ελάχιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	\$	921,704
Μέγιστο επίπεδο εμπιστοσύνης	\$	1,966,705



Πίνακας 4.11 Εκτέλεση Ανάλυσης σε Καθαρή Παρούσα Αξία

ΦΥΛΛΟ 8: Εργαλεία

Το προαιρετικό αυτό φύλλο σκοπό έχει να δώσει στο χρήστη τη δυνατότητα να υπολογίσει μια σειρά από διαφορετικές τιμές οι οποίες δεν έχουν επίδραση στα προηγούμενα φύλλα και χρησιμεύουν πληροφοριακά. Όπως για παράδειγμα την μετατροπή μονάδων από ένα σύστημα μέτρησης σε άλλο, ή την μέτρηση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας κτλ.

-Ισοδύναμο Αερίων του θερμοκηπίου.

Με το εργαλείο αυτό το πρόγραμμα μας πληροφορεί για το σε τι αντιστοιχεί η ετήσια μείωση στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου. Υπάρχει μια σειρά από αντιστοιχίες.

Ο χρήστης καλείται να συγκρίνει τις τιμές που προέκυψαν στο πέμπτο φύλλο: Ανάλυση εκπομπών.

Στο φύλλο αυτό είχαμε για το νοσοκομείο στη βασική περίπτωση 4,424 tCO₂ και για την προτεινόμενη 3,071 tCO₂. Δηλαδή προκύπτει μια μείωση 1,351 tCO₂. Η μείωση αυτή αντιστοιχεί σε οποιοδήποτε από τα πιο κάτω:

-464.7 εκτάρια δάσους που απορροφούν άνθρακα

-274.7 αυτοκίνητα και ελαφριά φορτηγά που δεν χρησιμοποιούνται

-1351 άτομα που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας κατά 20%

-454.9 τόνοι ανακυκλωμένων απορριμμάτων

-Θερμιγόνος Ικανότητα και τιμή καυσίμου

Το εργαλείο χρησιμοποιείται για την μετατροπή της θερμιγόνου ικανότητας και της τιμής του καυσίμου σε άλλες μονάδες.

Δηλαδή ο χρήστης επιλέγει από μια λίστα το καύσιμο που τον ενδιαφέρει και βλέπει την θερμιγόνο ικανότητα του σε διάφορα συστήματα μέτρησης. Μπορεί ακόμα να καθορίσει την τιμή του καυσίμου αυτού και λαμβάνει την αντιστοιχία σε άλλες μονάδες μέτρησης.

Εργαλείο RETScreen - Έργο συμπαρογωγής θερμότητας & ηλεκτρισμού

Ρυθμίσεις

<input type="checkbox"/> Καύσιμο ως έχει	<input type="checkbox"/> Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας	<input type="checkbox"/> Καύσιμο οριζόμενο από χρήση - αέριο
<input type="checkbox"/> Βιοαέριο	<input type="checkbox"/> Ειδική κατανάλωση θερμότητας	<input type="checkbox"/> Καύσιμο οριζόμενο από χρήση - στερεό
<input type="checkbox"/> Ιδιότητες κτιριακού κελύφους	<input checked="" type="checkbox"/> Θερμογόνος Ικανότητα & Τιμή Καυσίμου	<input type="checkbox"/> Νερό & ατμός
<input type="checkbox"/> Συσκευές και εξοπλισμός	<input type="checkbox"/> Μέθοδος κοστολόγησης υδροηλεκτρικών	<input type="checkbox"/> Ανίληψη νερού
<input type="checkbox"/> Τιμή ηλεκτρισμού - μηνιαία	<input type="checkbox"/> Αέριο XYTA	<input type="checkbox"/> Ιδιότητες παραθύρου
<input type="checkbox"/> Τιμή ηλεκτρισμού - περίοδος χρήσης	<input type="checkbox"/> Μετατροπή μονάδων	<input type="checkbox"/> Εξατομικευμένη λύση 1
<input checked="" type="checkbox"/> Ισοδύναμο ΑΤΘ	<input checked="" type="checkbox"/> Καύσιμο οριζόμενο από τον χρήστη	<input type="checkbox"/> Εξατομικευμένη λύση 2

Ισοδύναμο ΑΤΘ

Καθαρή επίσημα μείωση εκπομπών ΑΤΘ	<input type="text" value="1351"/>	CO2	ισοδυναμεί με	454.9	<input type="text" value="Τόνοι ανακυκλωμένων απορριμμάτων"/>
------------------------------------	-----------------------------------	-----	---------------	-------	---

Θερμογόνος Ικανότητα & Τιμή Καυσίμου

Τύπος Καυσίμου	<input type="text" value="Πετρέλαιο (#5) - gal"/>	
Θερμογόνος ικανότητα	MJ/kg	41.2
	kcal/kg	9,831
Τιμή Καυσίμου	\$/gal	<input type="text" value="0.26"/>
	\$/MWh	0.006
	\$/MWh	6.39
	\$/GJ	1.78
	\$/mmBtu	1.87
	\$/therm	0.19

Καύσιμο οριζόμενο από τον χρήστη

Τύπος Καυσίμου	<input type="text" value="Καύσιμο οριζόμενο από τον χρήστη"/>	
	<input type="text" value="Φυσικό αέριο"/>	
	<input type="checkbox"/>	Μονάδες ενέργειας
	<input checked="" type="checkbox"/>	Μονάδες Θερμογόνου ικανότητας
Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΚΘΙ)	MJ/kg	<input type="text" value="20.0"/>
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα	kg	
Τιμή Καυσίμου - μονάδα	\$/kg	
Συντελεστής εκπομπής CO2	kg/GJ	<input type="text" value="50"/>
Συντελεστής εκπομπής CH4	kg/GJ	<input type="text" value="0.003"/>
Συντελεστής εκπομπής N2O	kg/GJ	<input type="text" value="0.001"/>

Φύλλο Εργαλεία

4.2 Εναλλακτική Εφαρμογή Προτεινόμενης Περίπτωσης:

Σαν εναλλακτική επιλογή για προτεινόμενη περίπτωση, επιλέχθηκε ένα σύστημα ατμοστροβίλου μεγαλύτερης ισχύος:

-Ηλεκτρική ισχύς:	1090 kW
-Ελάχιστη ηλεκτρική ισχύς:	40%
-Ειδική κατανάλωση θερμότητας:	16517 kJ/kWh
-Ροή εξόδου:	3.61 kg/s
-Θερμοκρασία εισόδου:	496 °C
-Απόδοση ανάκτησης θερμότητας:	65%

Το σύστημα αυτό υστερεί έναντι του πρώτου γιατί, παρότι έχει μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, έχει υψηλότερα αρχικά κόστη, υψηλότερα λειτουργικά έξοδα και άρα τα οικονομικά μεγέθη που μας ενδιαφέρουν δεν είναι τόσο ευνοϊκά όσο της προτεινόμενης περίπτωσης που παρουσιάστηκε αναλυτικά πιο πάνω.

Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι η ελάχιστη ισχύς υπερβαίνει το καθαρό μέσο φορτίο κατά 8 μήνες, πράγμα που καθιστά ανώφελο το σύστημα αυτό.

Στην εφαρμογή του συστήματος αυτού που παρουσιάζεται συνοπτικά πιο κάτω τηρήθηκαν αντίστοιχες παράμετροι με αυτές του αεριοστρόβιλου που τελικά επιλέχθηκε.

Συμπληρωματικά στοιχεία που βοηθούν στους υπολογισμούς του εναλλακτικού σεναρίου είναι:

-Στο κόστος αγοράς αεριοστροβίλου αντιστοιχούν	€1212 ανά kWh.
-Συνολικό κόστος αγοράς	€1,316,232.
- Κόστος λειτουργίας και συντήρησης	5 €/kWh
- Ετήσιο κόστος λειτουργίας και συντήρησης	€727098
- Ετήσιο κόστος καυσίμου	€727,098

	Ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο ΜWh	Ηλεκτρική ενέργεια στο οίκτιο ΜWh	Υπόλοιπο απαιτούμενου ηλεκτρισμού ΜWh	Ανακτούμενη θερμότητα ΜWh	Υπόλοιπο απαιτούμενης θερμότητας ΜWh	Ισχύς καύσιμου συστήματος ΜWh	Αιτουργικό Κέρδος (Απόλαση) \$	Βαθμός απόδοσης %
Στρατηγική λειτουργίες								
Πλήρης αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς	3,336	5,786	155	4,269	241	35,088	-865,536	38.2%
Ακολουθεί φορτίο ηλεκτρικής ισχύος	1,517	0	1,975	556	3,953	5,834	-140,092	35.5%
Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης	998	767	2,493	3,266	1,243	6,789	182,302	74.1%

Επιλέξτε στρατηγική λειτουργίας

Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης

Χαρακτηριστικό σύστημα προτεινόμενης περίπτωσης	Μονάδα	Εκτίμηση	%	Διάνοξη σχεδιασμού συστήματος
Ηλεκτρισμός				
Σύστημα του ηλεκτρικού φορτίου βόσης				
Τεχνολογία		Αεριοστρόβιλος		
Στρατηγική λειτουργίας		Ακολουθεί φορτίο θέρμανσης		
Ισχύς	kW	1,086	92.8%	
Ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο	MWh	998	26.6%	
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο	MWh	767		
Σύστημα ηλεκτρικού φορτίου αιχμής				
Τεχνολογία		Ηλεκτρισμός Δικτύου		
Προτεινόμενη ισχύς	kW	1,170.0	100.0%	
Ισχύς	kW	1,170		
Ηλεκτρική ενέργεια αποδιδόμενη στο φορτίο	MWh	2,493	71.4%	
Σύστημα εφεδρείας ηλεκτρικής ισχύος (προαιρετικό)				
Τεχνολογία				
Ισχύς	kW	1,170		
Θέρμανση				
Σύστημα θέρμανσης φορτίου βόσης				
Τεχνολογία		Αεριοστρόβιλος		
Ισχύς	kW	2,009.3	83.3%	
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	3,266	72.4%	
Σύστημα θέρμανσης ενδιάμεσου φορτίου				
Τεχνολογία		Λέβητας		
Τύπος Καυσίμου		Πετρέλαιο (#6) - L		
Τιμή Καυσίμου	\$/L	0.750		
Ισχύς	kW	1,000	41.5%	
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	1,145	25.4%	
Κατασκευαστής				
Μοντέλο				
Εποχιακή απόδοση	%	50%		
Σύστημα θέρμανσης φορτίου αιχμής				
Τεχνολογία		Λέβητας		
Τύπος Καυσίμου		Φυσικό αέριο - m³		
Τιμή Καυσίμου	\$/m³	0.380		
Προτεινόμενη ισχύς	kW	1,412.2		
Ισχύς	kW	1,895	78.6%	
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	98.4	2.2%	
Κατασκευαστής				
Μοντέλο				
Εποχιακή απόδοση	%	50%		
Εφεδρικό σύστημα θέρμανσης (προαιρετικό)				
Τεχνολογία				
Ισχύς	kW			

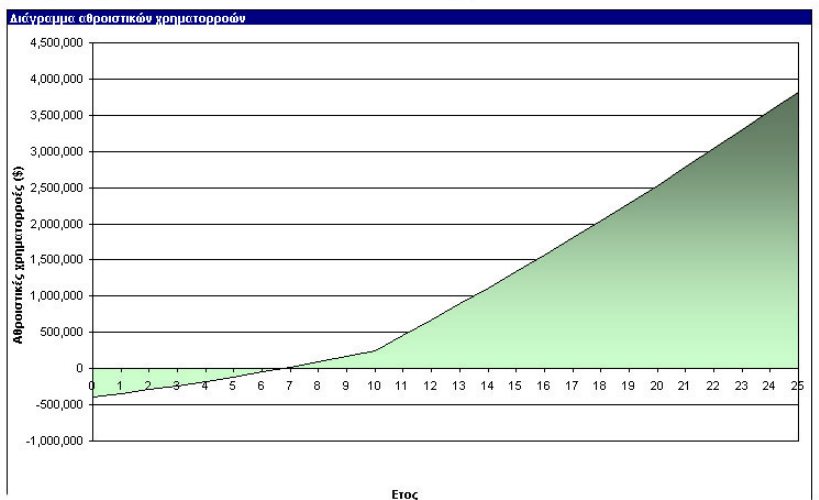
Περιγραφή προτεινόμενης περίπτωσης	Τύπος Καυσίμου	Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα	Κατανάλωση καυσίμου	Ισχύς (kW)	Αποδιδόμενη Ενέργεια (MWh)
Ηλεκτρισμός					
Φορτίο βόσης	Φυσικό Αέριο	kWh	6,789,327	1,086	998
Φορτίο αιχμής	Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	2,493	1,170	2,493
Ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο					767
			Σύνολο	2,256	4,258
Θέρμανση					
Φορτίο βόσης	Ανακτούμενη θερμότητα	L	213,101	2,009	3,266
Ενδιάμεσο φορτίο	Πετρέλαιο (#6)			1,000	1,145
Φορτίο αιχμής	Φυσικό Αέριο	m³	20,845	1,895	98
			Σύνολο	4,904	4,509

Φύλλο 9 Ενεργειακό Μοντέλο Εναλλακτικής Προτεινόμενης Περίπτωσης

Οικονομικοί Παράμετροι			
Γενικά			
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%		2.0%
Τιμή πληθωρισμού	%		3.0%
Επιτόκιο αναγωγής	%		10.0%
Διάρκεια ζωής έργου	έτος		25
Χρηματοδότηση			
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	\$		
Τοκοχρεολύσιο	%		70.0%
Χρέος	\$		921,362
Μετοχή	\$		394,870
Επιτόκιο δανεισμού	%		7.00%
Περίοδος χρέους	έτος		10
Πληρωμές χρέους	\$/έτος		131,181

Οικονομική Βιωσιμότητα			
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχέ	%		20.9%
(IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%		8.1%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%		20.9%
(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%		8.1%
Απλή αποπληρωμή	έτος		7.4
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος		6.7
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	\$		663,360
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	\$/έτος		73,081
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)			2.68
κάλυψη δανειακών υποχρεώσεων			1.38
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΟ	\$/ΜΟΟ2		(53)

Ετήσια χρηματοροή			
Ετος #	Προ-φόρων \$	Μετά-φόρων \$	Αθροιστικά \$
0	-394,870	-394,870	-394,870
1	50,447	50,447	-344,422
2	53,285	53,285	-291,137
3	56,176	56,176	-234,961
4	59,122	59,122	-175,839
5	62,124	62,124	-113,714
6	65,183	65,183	-48,531
7	68,300	68,300	19,769
8	71,476	71,476	91,245
9	74,712	74,712	165,957
10	78,009	78,009	243,967
11	212,550	212,550	456,517
12	215,973	215,973	672,490
13	219,461	219,461	891,951
14	223,014	223,014	1,114,965
15	226,635	226,635	1,341,600
16	230,323	230,323	1,571,923
17	234,081	234,081	1,806,005
18	237,910	237,910	2,043,915
19	241,811	241,811	2,285,725
20	245,785	245,785	2,531,510
21	249,833	249,833	2,781,343
22	253,958	253,958	3,035,301
23	258,160	258,160	3,293,461
24	262,440	262,440	3,555,901
25	266,801	266,801	3,822,702



Φύλλο 10 Οικονομική Ανάλυση Εναλλακτικής Προτεινόμενης Περίπτωσης

Η άμεση σύγκριση των πιο πάνω οικονομικών παραμέτρων του συστήματος Εναλλακτικής Προτεινόμενης Περίπτωσης με αυτές του συστήματος που αναλύθηκε προηγουμένως καθιστούν το σύστημα του αεριοστροβίλου 525kW περισσότερο ελκυστικό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο τέλος της εργασίας είναι η ώρα της απόφασης για το κατά πόσον είναι συμφέρουσα η επιλογή της συμπαραγωγής έναντι του υπάρχοντος συστήματος.

Η επιλογή θα εξαρτηθεί από τους οικονομικούς δείκτες που παρουσιάστηκαν προηγουμένως καθώς και από άλλους επιμέρους παράγοντες όπως είναι τα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Από τον πίνακα ετήσιων χρηματοροών στο Φύλλο 6: Οικονομική Ανάλυση, παρατηρούμε θετικό πρόσημο από τον τρίτο χρόνο λειτουργίας της επένδυσης, δηλαδή το έργο θα λειτουργεί με έσοδα από το έτος αυτό.

Έχοντας υπόψη, την Καθαρή Παρούσα Αξία καθώς και τον Εσωτερικό Συντελεστή Απόδοσης που υπολογίστηκαν επίσης στο Φύλλο 6: Οικονομική Ανάλυση, συμπεραίνουμε ότι το έργο είναι βιώσιμο και μπορούμε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση του. Οι δείκτες αυτοί είναι και οι πιο αξιόπιστοι για την αποδοτικότητα της επένδυσης.

Η Ανάλυση Επικινδυνότητας στο Φύλλο 7: Ανάλυση Ευαισθησίας και Επικινδυνότητας ισχυροποιεί την πιο πάνω απόφαση. Παράγοντες όπως η αποπληρωμή του χρέους μεταξύ 9 και 11 χρόνων οδηγούν στην επιλογή της προτεινόμενης περίπτωσης.

Στο ίδιο Φύλλο γίνεται σαφής η εξάρτηση της επένδυσης, από το κόστος αγοράς καυσίμου είτε πετρελαίου είτε φυσικού αερίου, και την τιμή του ηλεκτρισμού. Αυτό συμβαίνει διότι πιθανή πτώση των τιμών του ηλεκτρισμού και του πετρελαίου καθιστά λιγότερο ελκυστική την προοπτική της επένδυσης.

Οι παράγοντες που ελέγχουμε για την υλοποίηση του έργου δεν είναι μόνο οικονομικοί. Μας ενδιαφέρουν επίσης και αυτοί που έχουν να κάνουν με διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα.

Κατ' αρχήν και μόνο η χρησιμοποίηση ενός συστήματος με τόση μεγάλη διαφορά απόδοσης σημαίνει εξοικονόμηση καυσίμων. Οι πλουτοπαραγωγικές πηγές του πλανήτη φθίνουν και έτσι χρειάζεται περισσότερη σύνεση στην διαχείριση των πόρων αυτών. Η ανεξάρτηση της

χώρας από τα ορυκτά καύσιμα μπορεί να γίνει με σταδιακά μέτρα και η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας είναι σ' αυτή την κατεύθυνση.

Ακολουθώντας, στην παρούσα εργασία στο Φύλλο 5: Ανάλυση εκπομπών καθώς και στο Φύλλο 8: Εργαλεία, γίνεται λεπτομερής υπολογισμός της καθαρής ετήσιας μείωσης εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η παρουσίαση των αντιστοιχών καταστάσεων αυτής της μείωσης, βοηθά στο να κατανοηθεί και πρακτικά το τι κερδίζουμε, με οικολογικούς όρους. Πόσο μάλλον όταν αυτό γίνεται σε ευρεία κλίμακα, σε αντίστοιχα έργα.

Επίσης, πρέπει να τονισθεί για ακόμα μια φορά η αντικατάσταση του πετρελαίου από το φυσικό αέριο με όλα τα πλεονεκτήματα που αναλύθηκαν στο Κεφάλαιο 3. Περιληπτικά αναφέρεται ότι έχει τους χαμηλότερους ρύπους, έχει καύση που δεν αφήνει υπολείμματα δεν χρειάζεται αποθήκευση και έχει συμφέρουσα τιμή σε σχέση με το πετρέλαιο.

Ένα άλλο πρακτικό ζήτημα, αποτελεί και το γεγονός ότι με τη συμπαραγωγή δεν χρειάζεται να αντικατασταθεί ο παλιός εξοπλισμός του νοσοκομείου (λέβητες ζεστού νερού, ατμολέβητες). Αντίθετα μπορεί να χρησιμοποιηθεί επικουρικά, αφού το βασικό θερμικό φορτίο θα το αναλάβει το σύστημα συμπαραγωγής.

Κλείνοντας πρέπει να γίνει κατανοητό ότι οι συνθήκες στην οικονομία είναι ιδιαίτερα μεταβλητές και έτσι μια επένδυση σε βάθος εικοσιπενταετίας μπορεί να αντιμετωπίσει καταστάσεις που δεν μπορούσαν να προβλεφθούν από την αρχή.

Τέλος παρόμοια μελέτη για εφαρμογή συμπαραγωγής σε ένα Νοσοκομείο μπορεί να γίνει και αφορμή για παράλληλη μελέτη μείωσης των θερμικών και ηλεκτρικών καταναλώσεων στο χώρο αυτό. Μπορεί να υπάρξει εφαρμογή χρονοδιακοπών για το φωτισμό συγκεκριμένων χώρων, καθώς και αντικατάσταση των λαμπτήρων με άλλους αποδοτικότερους. εξέταση της θερμομόνωσης και τοποθέτηση συστήματος ελέγχου εσωτερικής θερμοκρασίας. Ακόμα προσοχή πρέπει να δοθεί στην σχολαστική συντήρηση του εξοπλισμού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Μέθοδος Monte Carlo

Η μέθοδος Monte Carlo είναι μια ευέλικτη προσομοίωση που χρησιμοποιείται για συστήματα αβεβαιότητας.

Η μέθοδος πήρε το όνομα της από ένα τέτοιο σύστημα, τη ρουλέτα που είναι μια απλή γεννήτρια τυχαίων αριθμών. Εφευρέθηκε από τους επιστήμονες von Neumann, Ulam και Metropolis το 1944.

Η μέθοδος Monte Carlo είναι μια κατηγορία υπολογιστικών αλγορίθμων που στηρίζονται σε επαναλαμβανόμενες τυχαίες δειγματοληψίες για τον υπολογισμό των αποτελεσμάτων τους. Πρόκειται για την αντικατάσταση ενός ντετερμινιστικού προβλήματος με ένα αντίστοιχο πιθανοκρατικό.

Η πρώτη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή Monte Carlo προσομοιώσεων σε υπολογιστή έγινε το 1953 στο Los Alamos από τους Metropolis, Rosenbluth και Teller.

Εφαρμογές της Monte Carlo μεθόδου μπορούν να βρεθούν στην προσομοίωση μαθηματικών και φυσικών συστημάτων. Επειδή ακριβώς στηρίζεται σε επαναλαμβανόμενους υπολογισμούς τυχαίους αριθμούς, η Monte Carlo μέθοδος απαιτεί την χρήση υπολογιστή. Είναι ευρέως επιτυχής μέθοδος ανάλυσης κινδύνου σε σύγκριση με εναλλακτικές μεθόδους ή την ανθρώπινη διαίσθηση.

Η Monte Carlo μέθοδος χρησιμοποιείται όταν είναι πολύ δύσκολο μέχρι αδύνατο να υπολογιστεί το ακριβές αποτέλεσμα με ντετερμινιστικό αλγόριθμο. Έτσι η μέθοδος βρίσκει εφαρμογή οπουδήποτε προκύπτει το πρόβλημα της εκθετικής υπολογιστικής πολυπλοκότητας και το υπό ανάλυση μοντέλο υπάγεται σε διαδικασίες κανονικής κατανομής και αναλύσεις με τυχαίους αριθμούς. Γενικά, όσο μεγαλύτερο το δείγμα των αριθμών τόσο πιο αυθεντικό το αποτέλεσμα.

Η Μέθοδος αυτή, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη μελέτη και προσομοίωση συστημάτων με μεγάλο βαθμού ελευθερίας αριθμό στο συνδυασμό των διαφόρων παραμέτρων.

Έτσι, η Monte Carlo μέθοδος χρησιμεύει στη μοντελοποίηση των φαινομένων με σημαντική αβεβαιότητα όσον αφορά τους διαθέσιμους πόρους. Ένα τέτοιο σύστημα είναι ο υπολογισμός των κινδύνων στις επενδύσεις των επιχειρήσεων.

Τα μαθηματικά προσφέρονται για εφαρμογή της μεθόδου όπως για την αξιολόγηση των ολοκληρωμάτων, ιδιαίτερα των πολυδιάστατων ολοκληρωμάτων με περίπλοκες οριακές συνθήκες.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Τιμολόγιο Ηλεκτρισμού

Τιμές Αγοράς στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και σε Διασυνδεδεμένα Νησιά

Α. ΤΙΜΕΣ ΑΓΟΡΑΣ ΣΤΟ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΙ ΣΕ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΝΗΣΙΑ (οι τιμές εκφράζονται σε €/kWh για την ενέργεια, σε €/kW ανά μήνα για την ισχύ)			
Τάση Σύνδεσης	Μέγεθος που τιμολογείται	Ανεξάρτητη Παραγωγή α) από ΑΠΕ β) από ΣΘΗ με ΑΠΕ Ανεξάρτητη	Ανεξάρτητη Παραγωγή από ΣΘΗ με λοιπά καύσιμα (πλην ΑΠΕ)
Υψηλή	Ενέργεια	0,06842	Αιχμή 0,02978 Ενδιάμεσο φορτίο 0,02063 Ελάχιστο φορτίο 0,01531
	Ισχύς	1,75645	Αιχμή 3,85195 Ενδιάμεσο φορτίο - Ελάχιστο φορτίο -
Μέση	Ενέργεια	0,06842	0,05321
	Ισχύς	1,75645	1,75645
Χαμηλή	Ενέργεια	-	-
	Ισχύς	-	-
Τάση Σύνδεσης	Μέγεθος που τιμολογείται	Πλεόνασμα Αυτοπαραγωγής α) από ΑΠΕ β) από ΣΘΗ με ΑΠΕ	Πλεόνασμα Αυτοπαραγωγής από ΣΘΗ με λοιπά καύσιμα (πλην ΑΠΕ)
Υψηλή	Ενέργεια	Αιχμή 0,03475 Ενδιάμεσο φορτίο 0,02407 Ελάχιστο φορτίο 0,01786	Αιχμή 0,02978 Ενδιάμεσο φορτίο 0,02063 Ελάχιστο φορτίο 0,01531
	Ισχύς	-	-
Μέση	Ενέργεια	0,05321	0,04561
	Ισχύς	-	-
Χαμηλή	Ενέργεια	0,06579	0,05639
	Ισχύς	-	-

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Τιμολόγιο Φυσικού Αερίου

ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ B2B 3ο τρίμηνο 2008

Πειραιώς 112, 11854 ΑΘΗΝΑ, τηλ. 210-3406000, φαξ.210-3406040

	Συμπαράγωγή - κλιματισμός Ετήσια κατανάλωση πάνω από 100.000 Nm ³ (4)
Χρέωση ισχύος (1)	239 €/MW μέγιστης ωριαίας κατανάλωσης ανά μήνα
Χρέωση ενέργειας (€/MWh) (2)	51.94
Έκπτωση Μετατροπής (3)	Από 7,5 έως 5,5 €/MWh ανάλογα με τη συνολική ισχύ του εξοπλισμού Μέγιστο ποσό στη διάρκεια της σύμβασης: από 188 έως 138 €/kW ΑΘΔ (5)
Ελάχιστα Τέλη σύνδεσης (€)	Πίεση τροφοδοσίας/Πίεση εσωτερικού δικτύου/Ελάχιστο τέλος σύνδεσης 25 mbar / 25 mbar / € 2.200 4 bar / 25 mbar / € 3.300 4 bar και άνω / μεγαλύτερη από 25 mbar / € 4.400

(1) Η χρέωση ισχύος επιβαρύνεται με 9% ΦΠΑ.

(2) Η χρέωση ενέργειας επιβαρύνεται με 9% ΦΠΑ.

(3) Βλέπε όρους χορήγησης έκπτωσης στα αναλυτικά τιμολόγια

(4) Για περισσότερες λεπτομέρειες, βλέπε αναλυτικές φόρμουλες υπολογισμού των τιμολογίων.

(5) Για συσκευές συνολικής ισχύος έως και 50 kW ΑΘΔ: Έκπτωση 7,5 €/MWh Συνολικό ποσό στη διάρκεια της σύμβασης: [188*Ισχύς (kW)] €

Για συσκευές συνολικής ισχύος μεγαλύτερης των 50 kW ΑΘΔ και έως 300 kW ΑΘΔ: Έκπτωση 6,5 €/MWh Συνολικό ποσό στη διάρκεια της σύμβασης: [163*Ισχύς (kW)] €

Για συσκευές συνολικής ισχύος μεγαλύτερης των 300 kW ΑΘΔ: Έκπτωση 5,5 €/MWh Συνολικό ποσό στη διάρκεια της σύμβασης: [138*Ισχύς (kW)] €

Σε περίπτωση επιδότησης από ΕΕ, τα ποσά των εκπτώσεων μειώνονται αναλογικά. Πχ για 40% επιδότηση η έκπτωση γίνεται 4,5 έως 3,3 €/MWh και το μέγιστο ποσό γίνεται από 313 έως 83 €/kW

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Σε περίπτωση μικτής χρήσης ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ - ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ με άλλο τιμολόγιο B2B (ΜΕ, Θ),

θα τοποθετείται ξεχωριστός μετρητής για να γίνεται η χρέωση αντίστοιχα με τις χρήσεις.

Ο πελάτης θεωρείται B2B όταν το σύνολο της κατανάλωσής του ξεπερνά τα 100.000 Nm³.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Πρωτόκολλο του Κιότο

Το 1997 καθορίστηκε στα πλαίσια της Σύμβασης Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο (Ιούνιος 1992) μια νομική διάταξη για τον έλεγχο των εκπομπών, το Πρωτόκολλο του Κιότο.

Το σύνολο σχεδόν των κρατών επικύρωσε τη Σύμβαση αυτή και το πρωτόκολλο και δεσμεύτηκαν για τη μείωση των εκπομπών έξι αερίων που προκαλούν του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Δηλαδή σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα που προκλήθηκαν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Τα αέρια αυτά είναι:

- διοξείδιο του άνθρακα CO₂
- μεθάνιο CH₄
- υποξείδιο του αζώτου N₂O
- υδροφθοράνθρακες HFC
- υπερφθοράνθρακες PFC
- εξαφθοριούχο θείο SF₆

Οι διεργασίες που θεωρούνται υπεύθυνες για της εκπομπές αυτές είναι:

- Ενέργεια: Ενεργειακή βιομηχανία, Μεταποιητική βιομηχανία, Κατασκευές, Καύσιμα (διαφεύγοντες εκπομπές).
- Βιομηχανικές διεργασίες: Προϊόντα εξόρυξης, χημικές βιομηχανίες, Παραγωγή μετάλλων, Άλλες παραγωγές, παραγωγή και χρήση αλογοναθράκων και εξαφθοριούχου θείου.
- Χρήση διαλυτών.
- Γεωργία: Διαχείριση ζωικών αποβλήτων, Καλλιέργεια ρυζιού, Εντερικές ζυμώσεις, Γεωργικά εδάφη, προγραμματισμένες πυρκαγιές, καύση γεωργικών υπολειμμάτων.
- Απόβλητα: Διάθεση στερεών αποβλήτων στο έδαφος, Διαχείριση υγρών αποβλήτων, καύση απορριμμάτων.

Για την Ευρωπαϊκή Ένωση η μείωση είναι της τάξης του -8%, για τις ΗΠΑ -7%, για τον Καναδά και την Ιαπωνία -6%, για την Ρωσία προβλέπεται σταθεροποίηση εκπομπών, ενώ για χώρες όπως η Αυστραλία επιτρέπεται η αύξηση κατά 8%. Οι συντελεστές αυτοί προέκυψαν λαμβάνοντας υπόψη την ανάπτυξη των διαφόρων χωρών.

Παρά την μαζική αποδοχή του πρωτοκόλλου αυτού, εντούτοις χώρες με αυξημένη παραγωγή εκπομπών των αερίων του Θερμοκηπίου εξακολουθούν να μην το επικυρώνουν εξασθενώντας την προσπάθεια.

Το Πρωτόκολλο καθιέρωσε ένα είδος εμπορίου εκπομπών μεταξύ των χωρών που το επικύρωσαν. Έτσι, αν μία χώρα δεν μπορεί να πετύχει το καθορισμένο στόχους που της αναλογεί μπορεί να αγοράσει δικαίωμα εκπομπών από μια άλλη χώρα που έχει μειώσει τις εκπομπές της πέραν των αρχικών στόχων που προβλέπει το Πρωτόκολλο. Βάσει του προηγούμενου Παρατηρείται βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτούν προγράμματα μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε αναπτυσσόμενες χώρες αφού η μείωση εκπομπών εκεί είναι φθηνότερη.

Έτσι οι χώρες αυτές αποκτούν την απαραίτητη τεχνογνωσία που δεν θα μπορούσαν να αποκτήσουν από μόνες τους. Επίσης χώρες που έχουν συνυπογράψει την συνθήκη μπορούν να αναλάβουν έργα από κοινού με τα ανάλογα οφέλη.

Η Ελλάδα επικύρωσε την Συνθήκη του Ρίο τον Απρίλιο του 1994 και το Πρωτόκολλο του Κιότο τον Μάιο του 2002.

Η Ελλάδα επιτρέπεται να αυξήσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 παρά την μείωση για την Ευρωπαϊκή Ένωση κατά -8%. Η μη τήρηση των προκαθορισμένων εκπομπών προβλέπει αυστηρά πρόστιμα.

Για να φτάσει η διεθνής κοινότητα στο σημείο να συνειδητοποιήσει τον κίνδυνο, χρειάστηκε η έρευνα και η κινητοποίηση της επιστημονικής κοινότητας που ήδη από την δεκαετία του 60 είχε αντιληφθεί ότι ο σύγχρονος τρόπος ζωής και η βιομηχανική επανάσταση αύξησαν τα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα CO₂ στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την κλιματολογική αλλαγή.

Δυστυχώς ακόμα και σήμερα στο βωμό των εφήμερων ιδιοτελών επιδιώξεων και του κέρδους ισχυρών χωρών και εταιρειών υποθηκεύεται το μέλλον των επομένων γενεών που θα κληθούν να ζήσουν σε ένα αφιλόξενο

ακραίο και επικίνδυνο περιβάλλον χωρίς να το έχουν οι ίδιοι δημιουργήσει.
Θα αντιμετωπίσουν αλλαγές που κανονικά θα χρειάζονταν πολλές χιλιάδες
χρόνια να συμβούν και τώρα συμβαίνουν μέσα σε λίγα χρόνια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] ‘RETScreen Software Online User Manual: Combined Heat & Power, Project Model’, Minister of Natural Resources, Canada 2005
- [2] ‘Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού – Θερμότητας’ Δρ. Παντελή Ν. Μποτσαρης, εκδ. Τζιόλα Θεσσαλονίκη 2003
- [3] ‘Implementation of distributed generation technologies in isolated power systems’, Andreas Poullikkas, Nicosia, Cyprus January 2006
- [4] ‘Θερμοηλεκτρικοί σταθμοί’ Εμμανουήλ Κ. Κακκαράς, Αθήνα Ιανουάριος 2003
- [5] ‘Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας’, Χρ. Φραγκόπουλος, Η. Καρυδογιάννης, Γ. Καραλής
- [6] ‘Ανάλυση Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας Τόμος 1, Μόνιμη κατάσταση λειτουργίας’, Βασιλείου Κ. Παπαδιά. Αθήνα 1985.
- [7] ‘Ηλεκτρικές Μηχανές, Μέρος Β, Μόνιμη κατάσταση’, Ι.Α. Τεγόπουλος. εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα 1991.
- [8] ‘Οικονομική Ανάλυση Επιχειρήσεων’, Π. Κάπρος, Αθήνα Δεκέμβριος 2001
- [9] ‘Clean Energy Project Analysis Course’ RETScreen International, Canada 2005

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- [1] 'www.dei.gr' Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Α.Ε.
- [2] 'www.cres.gr' Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- [3] 'www.retscreen.net/el/home.php' RETScreen International, Λογισμικό Ανάλυση Έργων Καθαρής Ενέργειας
- [4] '<http://www.aerioattikis.gr/>' Εταιρεία παροχής αερίου Αττικής – Φυσικό Αέριο Αττικής
- [5] '<http://www.chpa.co.uk/>' Combined Heat and Power Association
- [6] '<http://mysolar.cat.com/>' solar turbines
- [7] '<http://www51.honeywell.com/honeywell/>' Honeywell turbines
- [8] '<http://www.ge.com/>' general electrics
- [9] '<http://www.rae.gr/>' Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
- [10] '<http://www.depa.gr/>' Δημόσια Επιχείρηση Αερίου
- [11] '<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>' U.S Enviromental Protection Agency