

Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Ενεργειακά Συστήματα»

«Μελέτη εγκατάστασης μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) στο 424 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο»

Όνοματεπώνυμο : Ηλιάδης Ιωάννης

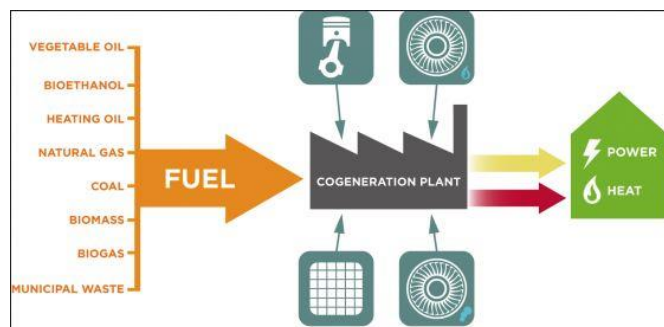
Επιβλέπων: Δρ. Εμμανουήλ Καραπιδάκης-Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης

Νοέμβριος 2018

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Ενεργειακά Συστήματα»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Μελέτη εγκατάστασης μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) στο 424 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο»



Όνοματεπώνυμο : Ηλιάδης Ιωάννης

Επιβλέπων: Δρ. Εμμανουήλ Καραπιδάκης-Αναπληρωτής Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης

Νοέμβριος 2018

«Μελέτη εγκατάστασης μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) στο 424 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο»

«Study of the installation of a high-efficiency combined heat and power plant (CHP) at 424 General Military Hospital»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή με τίτλο «Μελέτη εγκατάστασης μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) στο 424 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο» εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος «Ενεργειακά Συστήματα» του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τ.Ε. και του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Τ.Ε.Ι. Κρήτης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή και μέλος της εξεταστικής επιτροπής, Δρ. Μανώλη Καραπιδάκη, Αναπληρωτή Καθηγητή του ΤΕΙ Κρήτης, για την ανάθεση του θέματος αυτής της εργασίας. Η πολύτιμη επιστημονική βοήθεια που μου παρείχε, το άμεσο ενδιαφέρον και η εμπιστοσύνη που μου έδειξε συντέλεσαν όχι μόνο στην επιτυχή επίτευξη των στόχων της παρούσας εργασίας, αλλά και στην άριστη συνεργασία μας. Επίσης ουσιαστική ήταν η συνεισφορά του κατά την συγγραφή της εργασίας, με χρήσιμες συμβουλές και παρεμβάσεις σε κάθε δυσκολία που συναντούσα.

Ευχαριστώ θερμά τα αξιότιμα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Δρ. Κυριάκο Σιδεράκη και Δρ. Κωνσταντίνο Κονταξάκη για τον έλεγχο της μεταπτυχιακής διατριβής και την επικράτηση κλίματος συνεργασίας και ομαδικότητας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την Οικογένεια, τους Συνεργάτες και τους Φίλους μου για την ηθική και ουσιαστική στήριξη που προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού τίτλου.

Ιωάννης Α. Ηλιάδης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα και οι επιπτώσεις της εκπομπής ρύπων, από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, στο παγκόσμιο κλίμα έχουν ευαισθητοποιήσει τόσο τους πολίτες του κόσμου όσο και ακαδημαϊκούς αλλά και εθνικές κυβερνήσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα συνειδητοποίησης του προβλήματος και απόφαση για λήψη δράσης αποτελεί η υπογραφή της συνθήκης του Παρισιού.

Στην Ελλάδα, τα τελευταία έτη, κυριαρχεί η τάση για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και δη των κτηρίων του τριτογενή τομέα. Μετά τα πρώτα βήματα με τη θέσπιση του Κ.Ε.ν.Α.Κ., η ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων απασχόλησε μεγάλο μέρος του επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού της χώρας.

Κοιτώντας το ευρύτερο περιβάλλον, κυριαρχεί η τάση κατασκευής καινούριων ή ανακαίνισης και μετασκευής υφιστάμενων κτηρίων έτσι ώστε αυτά να παρουσιάζουν μηδενική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Τα κτήρια αυτά στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται ως Near Zero Energy Buildings (NZEBs). Για την υλοποίηση τέτοιων κτηρίων απαιτείται η πλήρωση δύο στόχων· αφενός της μείωσης κατά το δυνατόν της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, αφετέρου της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη μελέτη ενός συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) σε ένα μεγάλο ελληνικό νοσοκομείο. Αφού γίνει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση και αναδειχθούν τα βασικά σημεία που αφορούν στις μονάδες Σ.Η.Θ. και τις πηγές Α.Π.Ε. ακολουθεί η τεχνική και οικονομική μελέτη του προτεινόμενου συστήματος. Συγκεκριμένα εξετάζεται η τεχνική δυνατότητα καθώς και η οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης του προτεινόμενου συστήματος.

Επιπλέον γίνεται διερεύνηση εγκατάστασης επιπλέον συστημάτων Α.Π.Ε. για την περαιτέρω βελτίωση του ενεργειακού ισοζυγίου του νοσοκομείου. Για την εκπόνηση της μελέτης θα χρησιμοποιηθεί πλέον του διαδεδομένου Microsoft Excel, το λογισμικό Retscreen από το οποίο θα εξαχθούν και τα τελικά αποτελέσματα της παρούσας μελέτης.

Λέξεις κλειδιά: Φυσικό αέριο, εξοικονόμηση ενέργειας, ψύξη, θέρμανση, ηλεκτρισμός, συμπαραγωγή, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ABSTRACT

The global energy problem and the impact of emissions, due to human activities, such as industry and energy production, have resulted in augmenting people, academics and national governments in terms of environmental responsibility. A typical example of augmented environmental responsibility and decisiveness to take action is the Paris Agreement.

The last few years in Greece, there is an increasing interest in improving buildings' energy efficiency, especially buildings used in the tertiary sector. The first step in this direction was done by adopting the K.E.v.A.K. regulation and led to an increased number of both academic researchers and business professionals who were engaged in similar projects.

In a broader aspect, there is a trend of either constructing brand new building or renovating existing ones in the context of near zero energy buildings (NZEBS). In order to achieve this goal, there are two main issues that need to be resolved simultaneously: decreasing primary energy consumption and replacing amounts of energy consumed by energy produced by renewables.

In this thesis we are presenting the project planning for a coproduction system to be installed in a big Greek public hospital. We are pointing out key concepts regarding coproduction systems and renewables upon literature review. Following, we present the readers with a technical and financial planning of the proposed system. More specifically, we are investigating both the technical and the financial sustainability and feasibility of installing the proposed system.

Finally, we are proposing the potential installation of extra renewable based energy production systems in order to further improve the energy balance of the hospital. All calculations have been made using Microsoft Excel and the Retscreen plugin for Microsoft Excel.

Words keys: Natural gas, energy saving, cooling, heating, electricity, cogeneration, Renewable Energy Sources

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	7
1. Πράσινη ενέργεια.....	10
1.1. Παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα	10
1.2. Πράσινα κτήρια	12
1.3. Συμπαραγωγή.....	12
1.4. Εισαγωγή στη μελέτη	16
2. Μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α.....	17
2.1. Σχεδιασμός μονάδας	17
2.2. Περιγραφή υφιστάμενων εγκαταστάσεων	17
2.3. Τρόπος λειτουργίας μονάδας.....	18
2.4. Ψύξη με απορρόφηση (Absorption)	19
2.4.1. Ψυκτικός Κύκλος $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$	20
2.4.2. Ψυκτικός Κύκλος $\text{H}_2\text{O} - \text{Διαλύματος LiBr}$	21
2.4.2.1. Αρχή Λειτουργίας Στοιχειώδους Ψυκτικής Διάταξης $\text{H}_2\text{O} - \text{LiBr}$	21
2.4.2.2. Θερμοδυναμική Απεικόνιση Ψυκτικού Κύκλου $\text{H}_2\text{O} - \text{LiBr}$	22
2.5. Ψύκτης απορρόφησης.....	24
2.6. Δίκτυο φυσικού αερίου, θέρμανσης και ψύξης.....	25
2.7. Οικονομικό όφελος	26
3. Τεχνική μελέτη	28
3.1. Δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας	28
3.2. Πρόσβαση σε φυσικό αέριο	29
3.3. Χωροθέτηση μονάδας	29
3.3.1. Θέση 1	29
3.3.2. Θέση 2	31

3.3.3.	Θέση 3	32
3.3.4.	Συνοπτικά κριτήρια επιλογής θέσης εγκατάστασης.....	33
3.4.	Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας	34
3.5.	Ζήτηση θερμικής ενέργειας.....	37
3.5.1.	Θερμική ενέργεια για ΖΝΧ και θέρμανση.....	38
3.5.2.	Θερμική ενέργεια για παραγωγή ατμού	41
4.	Ενεργειακή μελέτη	43
4.1.	Κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας	44
4.2.	Κάλυψη ζήτησης θερμικής ενέργειας	49
4.3.	Κάλυψη αναγκών σε ψύξη	51
4.4.	Υπολογισμός κατανάλωσης καυσίμου	54
4.5.	Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας.....	55
5.	Δεδομένα ενεργειακής & οικονομικής αξιολόγησης	58
5.1.	Κόστος καυσίμου	58
5.2.	Τιμή αγοράς υποκαθιστάμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη μονάδα ΣΗΘΥΑ.....	61
5.3.	Φόροι και Ειδικές Χρεώσεις για την ενέργεια που ιδιοκαταναλώνεται	62
5.3.1.	Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης.....	62
5.3.2.	Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας.....	62
5.3.3.	Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αέριων Ρύπων	63
6.	Ετήσιο οικονομικό όφελος.....	64
6.1.	Απομείωση ενεργειακού κόστους μέσω υποκατάστασης θερμικής - ψυκτικής και ηλεκτρικής ενέργειας.....	66
6.2.	Κόστος λειτουργίας της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και του Ψύκτη Απορρόφησης.....	67
7.	Οικονομική αξιολόγηση	69
7.1.	Δείκτες οικονομικής αξιολόγησης.....	69

7.2. Αρχικό κόστος επένδυσης	69
7.3. Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης.....	71
8. Συμπεράσματα	75
Παράρτημα I: Συνημμένα σχέδια.....	77
Παράρτημα II: Πίνακες υπολογισμών.....	86
Παράρτημα III: Φυλλάδια τεχνικών προδιαγραφών μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και Ψύκτη Απορρόφησης	94
Εικόνες.....	96
Σχέδια	96
Σχήματα	96
Πίνακες.....	97
Γραφήματα.....	98
Αναφορές	99

1. Πράσινη ενέργεια

1.1. Παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα

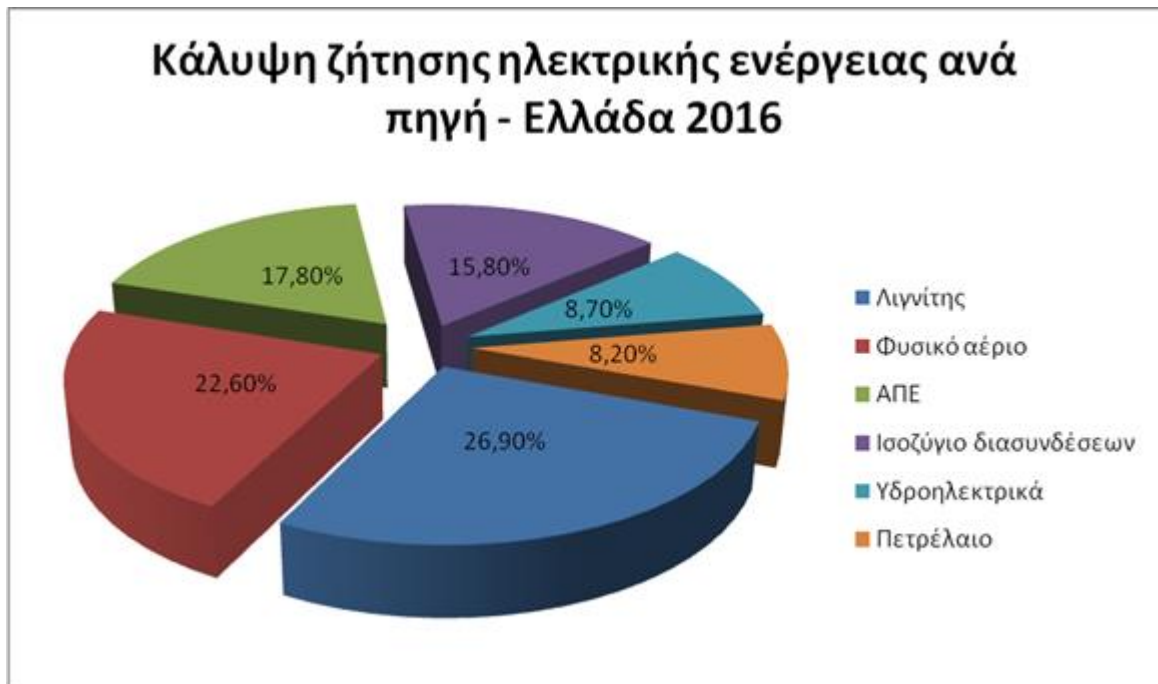
Ο σύγχρονος κόσμος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την ενέργεια. Δίχως αυτήν, θα έπαυε η λειτουργία κάθε υποδομής και θα τερματιζόταν ο σύγχρονος τρόπος ζωής. Υπάρχει μάλιστα, σύμφωνα με πολλούς μελετητές, αναλογική συσχέτιση μεταξύ της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας και του βιοτικού επιπέδου.

Στον αντίποδα, η ανθρωπότητα αντιμετωπίζει μεταξύ άλλων, δύο καίρια προβλήματα που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας:

- ανάγκη εξεύρεσης καθαρών πηγών ενέργειας
- ανάγκη εξεύρεσης ανεξάντλητων πηγών ενέργειας

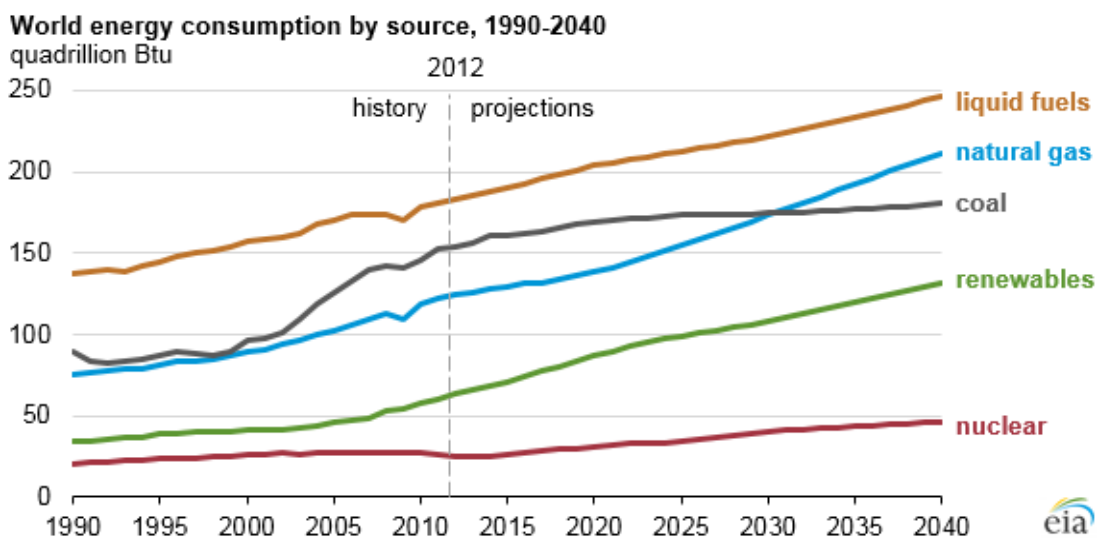
Στην πραγματικότητα, τα περισσότερα σύγχρονα προβλήματα όπως η υπερθέρμανση του πλανήτη, η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, οι πόλεμοι, η πείνα, οι αρρώστιες, η εξάντληση πόσιμου νερού και άλλων φυσικών πόρων σχετίζονται άμεσα με τις χρησιμοποιούμενες πηγές παραγωγής ενέργειας και με την αντιμετώπιση των δύο παραπάνω δύο ζητημάτων.

Προς επίλυση των παραπάνω επιστρατεύονται τα επιτεύγματα της τεχνολογίας στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.



Γράφημα 1: Κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ανά πηγή στην Ελλάδα για το έτος 2016 (ΑΔΜΗΕ, 2016)

Παρακάτω παρουσιάζεται το ιστορικό και η πρόβλεψη για την παγκόσμια κάλυψη ενέργειας ανά πηγή σύμφωνα με την αμερικανική διοίκηση πληροφοριών ενέργειας (Energy information administration). Για όλες τις πηγές αναμένεται γραμμική άνοδος χρησιμοποίησής τους με εξαίρεση τον λιγνίτη, του οποίου η χρησιμοποίηση αναμένεται να σταθεροποιηθεί τα επόμενα χρόνια.



Γράφημα 2: Εκτίμηση παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας ανά πηγή (UEA, 2014)

1.2. Πράσινα κτήρια

Στα πλαίσια αντιμετώπισης του παγκόσμιου ενεργειακού προβλήματος, υπάρχει η αναγκαιότητα αναβάθμισης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Αυτό επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

- μείωση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας
 - μείωση απωλειών ενέργειας
 - αντικατάσταση τεχνικών συστημάτων, π.χ. λεβήτων, με άλλα συστήματα που λειτουργούν με μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης
- παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ούτως ώστε να καλύπτεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (ιδιοκατανάλωση)

Αν τα δύο παραπάνω συνδυαστούν, τότε η ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου μπορεί να φτάσει στο σημείο εκείνο όπου το κτήριο δεν θα καταναλώνει σχεδόν καθόλου πρωτογενή ενέργεια. Τα κτήρια αυτά ονομάζονται κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (Near Zero Energy Buildings).

Αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή οδηγία EPBD, μέχρι το 2020 όλα τα νέα κτήρια πρέπει να είναι κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Ωστόσο, καθώς στην ίδια οδηγία δεν δίδεται ο ορισμός του κτηρίου NZEB, παρατίθεται ο σχετικός ορισμός όπως αυτός προκύπτει από άλλη Ευρωπαϊκή οδηγία:

«κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, προσδιοριζόμενη σύμφωνα με το γενικό πλαίσιο που καθορίζει τη μεθοδολογία. Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της ανανεώσιμης ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου». (2001/31/ΕΕ, 2001)

1.3. Συμπαγωγή

Οι ηλεκτρικές και θερμικές ανάγκες ενός καταναλωτή καλύπτονται συνήθως μέσω προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας (Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε) και μέσω προμήθειας καυσίμου, π.χ. φυσικού αερίου από το δίκτυο διανομής φυσικού αερίου (Ε.Δ.Α. Θεσσαλονίκης).

Η μεν ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται μέσω του εκάστοτε εσωτερικού ηλεκτρικού δικτύου, ενώ το δε καύσιμο φυσικό αέριο χρησιμοποιείται από συμβατικούς λέβητες νερού ή άλλο εξοπλισμό (ατμολέβητες, κλιβάνους κ.α.) για την παραγωγή θερμού νερού για σκοπούς θέρμανσης, ζεστών νερών χρήσης (ΖΝΧ) και τυχόν ατμού όπου αυτός απαιτείται.

Η ηλεκτρική ενέργεια στην Ελλάδα παράγεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό σε θερμικές μονάδες (ως επί το πλείστο λυγνιτικές), οι οποίες λειτουργούν με βαθμό απόδοσης περί το 40%, ενώ από την καύση του λυγνίτη παράγονται αέριοι ρύποι, για τους οποίους η χώρα πληρώνει ετήσια πρόστιμα στην Ε.Ε.. Από το σταθμό παραγωγής μέχρι τον τελικό καταναλωτή, η ηλεκτρική ενέργεια οδεύει στο δίκτυο μεταφοράς και στο δίκτυο διανομής του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.. Οι συνολικές απώλειες λόγω μεταφοράς και διανομής μπορούν να φτάσουν σε ποσοστό περί το 10%.

Ως εκ τούτου, προέκυψε η ανάγκη για στροφή σε μία νέα τεχνολογία η οποία θα είναι αφενός σε θέση να καλύψει τις ηλεκτρικές και θερμικές ανάγκες ενός καταναλωτή, αφετέρου θα λειτουργεί με καλύτερο βαθμό απόδοσης και θα εκλύει λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα. Η τεχνολογία αυτή είναι η συμπαραγωγή, η οποία κατόπιν ορθής μελέτης μπορεί να επιτύχει τους παραπάνω στόχους και να συνδράμει στο παγκόσμιο ενεργειακό πρόβλημα, όπως προαναφέρεται, καθώς η εφαρμογή της κατά τόπους δεν παράγει όφελος για τον ίδιο τον καταναλωτή ή για την περιοχή όπου αυτός βρίσκεται, αλλά παράγει αθροιστικό όφελος για τη χώρα.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αποσαφηνιστεί ο όρος της συμπαραγωγής:

Ως συμπαραγωγή χαρακτηρίζεται ένα σύστημα το οποίο παράγει συνδυαστικά ηλεκτρική και θερμική ενέργεια χρησιμοποιώντας μία πηγή καυσίμου (CRES, 2016).

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να καλύψουν και τις ψυκτικές ανάγκες ενός καταναλωτή, όπου μιλάμε για συστήματα τριπαραγωγής (ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα, ψύξη). Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν την παραγόμενη από τη μονάδα συμπαραγωγής θερμότητα για να παράγουν ψυχρά νερά μέσω μηχανών απορρόφησης, οι οποίες λειτουργούν με θερμό νερό ή ατμό (πύργοι ψύξης, πύργοι απορρόφησης).

Δεδομένου ότι η διανομή της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είναι πιο εύκολη από τη μεταφορά της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, συνήθως οι μονάδες συμπαραγωγής χωροθετούνται με κριτήριο τη μικρότερη δυνατή απόσταση από τα σημεία όπου γίνεται η διανομή ή η ίδια η κατανάλωση της θερμικής ενέργειας.

Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να παρακολουθούν τα ηλεκτρικά φορτία βάσης του καταναλωτή και να λειτουργούν έτσι ώστε να καλύπτουν αυτά (μερικά ή ολικά). Ωστόσο, στην περίπτωση όπου ένας καταναλωτής ο οποίος λειτουργεί μονάδα συμπαραγωγής παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από αυτή που καταναλώνει στιγμιαία, αυτή διοχετεύεται στο δίκτυο και πρέπει να συναφθεί ειδικό συμβόλαιο με το διαχειριστή δικτύου έτσι ώστε αυτός να αγοράζει την

πλεονάζουσα ενέργεια. Διαφορετικά, τελευταία, κερδίζουν έδαφος οι τακτικές της αποθήκευσης της ενέργειας, με χρήση μεγάλων αποθηκών ενέργειας ή του διαμοιρασμού της σε άλλους καταναλωτές οι οποίοι έχουν συνάψει ειδική συμφωνία με τον παραγωγό και αποτελούν ως σύνολο μία ενιαία ενεργειακή κοινότητα.

Πίνακας 1: Σύγκριση βαθμών απόδοσης παραγωγής αποκλειστικά ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας και συμπαραγωγής (CRES, 2016)

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	Παραγωγή θερμικής ενέργειας	Συμπαραγωγή
• $\eta=36\%$	• $\eta=80\%$	<ul style="list-style-type: none"> • $\eta_{\text{ηλεκτρισμός}}=30\%$ • $\eta_{\text{θερμότητα}}=55\%$
Αν τα δύο συστήματα συνδυαστούν προκύπτει μέσος βαθμός απόδοσης 58%		Συνιστάμενος βαθμός απόδοσης 85%

Στην κατεύθυνση επίτευξης εξοικονόμησης ενέργειας, οι συμβατικές πηγές ενέργειας πρέπει να αντικαθίστανται είτε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είτε από άλλες πηγές ενέργειας οι οποίες είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον. Ως τέτοια λογίζεται και το καύσιμο φυσικό αέριο.

Όπως προαναφέρεται, τα οφέλη εγκατάστασης συστημάτων συμπαραγωγής εκτείνονται σε εθνικό επίπεδο και όχι μόνο σε τοπικό, ενώ είναι τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά. Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να βρουν εφαρμογή στους παρακάτω τομείς της οικονομίας:

- εθνικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας (παραγωγή – μεταφορά – διανομή)
- βιομηχανίες
- αγροτικός τομέας
- τριτογενής τομέας (κτήρια όπου δραστηριοποιούνται εμπορικές ή επιχειρήσεις παροχής υπηρεσιών)

Ωστόσο, επειδή η εξοικονόμηση ενέργειας δεν είναι αυτοσκοπός πρέπει να δίνεται το μεγαλύτερο βάρος στη βιώσιμη ανάπτυξη. Ως εκ τούτου, πρέπει οι απαιτούμενες επενδύσεις σε πιθανά συστήματα συμπαραγωγής να κρίνονται βιώσιμες. Για το λόγο αυτό, πρέπει αφενός να εκπονούνται αυστηρές τεχνικές και οικονομικές μελέτες. Αφετέρου, πρέπει να θεσπιστεί πιο φιλικό νομικό πλαίσιο το οποίο θα προωθεί τέτοιου είδους επενδύσεις. Πέραν του πιο φιλικού νομικού πλαισίου, κρίνεται απαραίτητη έστω η υιοθέτηση ενός νομικού πλαισίου το οποίο θα έχει μακροχρόνια εφαρμογή έτσι ώστε να διασφαλίζονται τυχόν επενδυτές ότι καθ' όλη τη διάρκεια απόσβεσης αρχικά και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου, το νομικό πλαίσιο θα είναι αμετάβλητο.

1.4. Εισαγωγή στη μελέτη

Η παρούσα μελέτη αφορά στην εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας με χρήση καύσιμου αερίου στο 424 Γενικό Στρατιωτικό Νοσοκομείο στην Ν. Ευκαρπία Θεσσαλονίκης. Η προς μελέτη μονάδα συμπαραγωγής θα είναι τύπου υψηλής απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) και θα συνδυαστεί με ψύκτη απορρόφησης για την κάλυψη ψυκτικών αναγκών, ενώ προδιαγράφεται και η εγκατάσταση δοχείου αποθήκευσης θερμικής ενέργειας, το οποίο αυξάνει το συντελεστή απόδοσης της μελετώμενης εγκατάστασης.



Εικόνα 1: 424 Γ.Ν.Σ.Ε.

Συνοπτικά, η προς μελέτη εγκατάσταση πρόκειται να:

- λειτουργεί με καύσιμο φυσικό αέριο
- παράγει ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη μέρους των αναγκών του νοσοκομείου
- παράγει θερμική ενέργεια για την κάλυψη:
 - αναγκών θέρμανσης των χώρων του νοσοκομείου
 - αναγκών σε Ζεστά Νερά Χρήσης
 - αναγκών για ατμό
- καλύπτει τις ανάγκες σε ψύξη μέσω του ψύκτη απορρόφησης
- λειτουργεί με μεγάλο βαθμό απόδοσης χάρη στην εγκατάσταση δοχείου αποθήκευσης θερμικής ενέργειας (buffer)

2. Μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α.

2.1. Σχεδιασμός μονάδας

Η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α., θα έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί σε μεταβλητό φορτίο, με ταυτόχρονη παρακολούθηση του ηλεκτρικού φορτίου (ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας) και του θερμικού φορτίου του νοσοκομείου (θερμική ζήτηση). Η παρακολούθηση του ηλεκτρικού φορτίου θα πραγματοποιείται με διάταξη που θα αποτρέπει τη ροή ηλεκτρικής ισχύος από το Νοσοκομείο προς το δίκτυο του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε., δηλαδή διάταξη που θα εξασφαλίζει ότι, η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα είναι μικρότερη ή ίση προς την ζητούμενη ηλεκτρική ισχύ του Νοσοκομείου (φορτίο).

Η παρακολούθηση της ηλεκτρικής κατανάλωσης θα πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων μετασχηματιστών έντασης, που θα εγκατασταθούν για την παρακολούθηση του φορτίου των επιμέρους Μ/Σ ισχύος του υφιστάμενου Υποσταθμού. Η παρακολούθηση του θερμικού φορτίου θα πραγματοποιείται με έλεγχο της θερμοκρασίας είτε στο δοχείο αδρανείας είτε στο κύκλωμα ψύξης του κινητήρα είτε σε αμφότερα τα σημεία. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η παραγόμενη ηλεκτρική και θερμική ισχύς δεν θα είναι μεγαλύτερη από την ζήτηση ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, το σύστημα ελέγχου λειτουργίας της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., πέραν της κανονικής λειτουργίας, που είναι η ταυτόχρονη παρακολούθηση ηλεκτρικού και θερμικού φορτίου, θα έχει τη δυνατότητα (option) για λειτουργία με παρακολούθηση μόνο θερμικού φορτίου. Δεν απαιτείται πρόβλεψη για λειτουργία σε κατάσταση αυτόνομου δικτύου (island mode), δηλαδή λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. ως εφεδρική πηγή σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης από το δίκτυο εξαιτίας βλάβης.

Η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. διαστασιοποιείται στο φορτίο βάσης των υφιστάμενων θερμικών – ψυκτικών φορτίων καθώς και στο φορτίο βάσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων του Νοσοκομείου έτσι ώστε το Νοσοκομείο να λειτουργεί μόνιμα με αρνητικό ισοζύγιο παραγόμενης και καταναλισκόμενης ισχύος.

2.2. Περιγραφή υφιστάμενων εγκαταστάσεων

Οι υφιστάμενες μηχανολογικές εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής - ψυκτικής ενέργειας θα παραμείνουν σε λειτουργία έτσι ώστε να καλύπτουν το έλλειμμα ζητούμενης θερμικής – ψυκτικής ισχύος όταν η παραγωγή αυτών από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. είναι μικρότερη από τη ζήτηση.

Για τη βέλτιστη λειτουργία του συστήματος, οι παραπάνω εγκαταστάσεις θα πρέπει να λειτουργούν παράλληλα με τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. έτσι ώστε να μπορούν να εξυπηρετήσουν τυχόν φορτία άμεσα.

Όπως προαναφέρεται, η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. διαστασιολογείται στα φορτία βάσης του Νοσοκομείου. Ως εκ τούτου, η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. και ο ψύκτης απορρόφησης θα λειτουργούν κατά προτεραιότητα για την εξυπηρέτηση θερμικών – ψυκτικών φορτίων. Σε περίπτωση που τα παραπάνω φορτία υπερβούν τις τιμές βάσης, η επιπρόσθετη απαιτούμενη θερμική – ψυκτική ενέργεια θα συμπληρώνεται από τις υφιστάμενες μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Επιπλέον, δεδομένου ότι οι υφιστάμενες εγκαταστάσεις καλύπτουν όλα τα φορτία του νοσοκομείου, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν ως εφεδρεία σε περιπτώσεις διακοπής της λειτουργίας για λόγους συντήρησης ή βλάβης της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α..

2.3. Τρόπος λειτουργίας μονάδας

Η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα αποτελείται από μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) η οποία θα κινεί ηλεκτρική γεννήτρια. Η παραγωγή ζεστού νερού θα γίνεται μέσω εναλλακτών θερμότητας, οι οποίοι θα τροφοδοτούνται με το νερό ψύξης και τα καυσαέρια της μονάδας.

Η μονάδα θα τροφοδοτεί με θερμική ενέργεια το δοχείο αποθήκευσης θερμότητας. Το δοχείο αποθήκευσης θερμότητας θα τροφοδοτεί με θερμική ενέργεια τα υφιστάμενα δίκτυα θερμότητας.

Η επιλογή της προτεινόμενης μονάδας έγινε με γνώμονα τα φορτία βάσης, όπως προαναφέρεται. Η επιλογή του κατασκευαστή γίνεται κατόπιν έρευνας αντίστοιχων μονάδων και καθώς οι περισσότεροι κατασκευαστές δεν προσφέρουν επαρκή στοιχεία επελέγη ο συγκεκριμένος. Πέραν τούτου, η ισχύς της μονάδας επελέγη ανάμεσα σε ένα εύρος διαθέσιμων μονάδων και είναι αυτή η οποία πλησιάζει καλύτερα στην επιθυμητή.

Η προτεινόμενη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα είναι ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 800 kW, με ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 42,3%, και ονομαστικής θερμικής ισχύος 911 kW, συνολικό βαθμό απόδοσης 87,5%. Θα λειτουργεί με καύσιμο φυσικό αέριο.



Εικόνα 2: Ενδεικτική μονάδα συμπαραγωγής (Evo Energy Technologies, 2018)

Η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα λειτουργεί με κριτήριο την ταυτόχρονη παρακολούθηση του θερμικού - ψυκτικού και ηλεκτρικού φορτίου του Νοσοκομείου.

Στο Παράρτημα III επισυνάπτονται φυλλάδια τεχνικών προδιαγραφών για τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

2.4. Ψύξη με απορρόφηση (Absorption)

Η μέθοδος αυτή σε αντίθεση με τις κλασσικές ψυκτικές διατάξεις μηχανικής συμπίεσης χρησιμοποιεί δυο εργαζόμενα σώματα. Αυτά είναι το καθ'αυτό ψυκτικό μέσο (refrigerant) και το μέσο απορρόφησης (absorbent). Δυο κλασσικά ζεύγη παρόμοιων μέσων είναι:

α) Αμμωνία - Νερό ($\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$)

β) Νερό - Διάλυμα Βρωμιούχου Λιθίου ($\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$)

Στην πρώτη περίπτωση το ψυκτικό μέσο είναι η αμμωνία και το μέσο απορρόφησης το νερό. Στην δεύτερη περίπτωση ψυκτικό μέσο είναι το νερό και μέσο απορροφήσεως το διάλυμα βρωμιούχου λιθίου.

Οι ψυκτικές διατάξεις με απορρόφηση χρησιμοποιούν για την παραγωγή ψυκτικής ισχύος το φαινόμενο της ατμοποίησης και επομένως για να έχουμε συνεχή λειτουργία με

επαναχρησιμοποίηση του ψυκτικού μέσου απαιτείται να γίνει χρήση και της αντιστοίχου συμπύκνωσης. Η διαφορά των διατάξεων δι' απορρόφησης έναντι των κλασικών διατάξεων με συμπίεση ατμού έγκειται στην μη χρήση συμπιεστή ατμού ψυκτικού μέσου οιαδήποτε είδους. Για τη μεταφορά του ψυκτικού μέσου από τη χαμηλή πίεση ατμοποίησης στην υψηλή πίεση συμπύκνωσης γίνεται χρήση του φαινομένου της απορρόφησης. Λόγω της απορρόφησης αυτής του ατμοποιηθέντος ψυκτικού μέσου από το μέσο απορρόφησης έχουμε στη χαμηλή πίεση υγρό διάλυμα και όχι ατμό, το οποίο πρέπει να μεταφερθεί στην υψηλή πίεση. Η μεταφορά αυτή γίνεται είτε με τη βοήθεια μηχανικής αντλίας είτε με χρήση κατάλληλης θερμοσιφωνικής αντλίας.

Στη δεύτερη περίπτωση που εφαρμόζεται στις ψυκτικές διατάξεις δι' απορρόφησης με αδρανές αέριο δεν απαιτείται ουδεμία μηχανική ενέργεια. Αυτό συνεπάγεται την πλήρη έλλειψη κινούμενων μελών στις διατάξεις αυτές που τις καθιστά τελείως αθόρυβες κατά την λειτουργία τους. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται μηχανική αντλία στις διατάξεις με απορρόφηση η απαιτούμενη μηχανική ενέργεια είναι σε σύγκριση προς την αντίστοιχη των ψυκτικών εγκαταστάσεων με μηχανικό συμπιεστή ατμού μηδαμινή.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των ψυκτικών διατάξεων με απορρόφηση είναι ότι απαιτούν ελάχιστη ή καθόλου μηχανική ενέργεια και ότι παράγουν την ψυκτική ισχύ μόνο με χρήση θερμικής ενέργειας. Η θερμική ενέργεια απαιτείται για τον εκ νέου διαχωρισμό του ψυκτικού μέσου από το μέσο απορρόφησης στην υψηλή πίεση όπου βρίσκονται. Ο διαχωρισμός αυτός επιτυγχάνεται με βρασμό και κλασματική απόσταξη. Η θερμική ενέργεια που προσδίδεται προέρχεται είτε από υδρατμό είτε από καύση φυσικού αερίου ή υγρών καυσίμων. Εάν η πρόσδοση γίνεται από υδρατμό (steam fired absorption unit) τότε η θερμοκρασία στην οποία διατίθεται η θερμότητα είναι καθορισμένη από την πίεση του παρεχόμενου ατμού.

Στην περίπτωση που η θερμότητα προέρχεται από καύση αερίου (gas - fired absorption unit), ο περιορισμός αυτός δεν ισχύει και η θερμοκρασία διαθέσεως της θερμότητας είναι αρκετά υψηλή. Είναι αξιοσημείωτο ότι όσο υψηλότερη θερμοκρασία έχει η θερμότητα που προσδίδεται για την λειτουργία της ψυκτικής διάταξης με απορρόφηση, τόσο χαμηλότερη θερμοκρασία ατμοποίησης δύναται να επιτευχθεί.

2.4.1. Ψυκτικός Κύκλος $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$

Εγκαταστάσεις απορροφήσεως του είδους αυτού κατασκευάζονται σε μεγέθη διαφόρων ψυκτικών ισχύων που καλύπτουν όλη την κλίμακα από λίγες εκατοντάδες Watt μέχρι 2 και 3 MW. Οι

μεγάλες εγκαταστάσεις βρίσκουν εφαρμογή κυρίως σε χημικές βιομηχανίες και ιδιαίτερα σε διυλιστήρια υγρών καυσίμων.

Με μονοβάθμιες μονάδες του είδους αυτού παράγεται ευχερώς ψυκτική ισχύς στους $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ή ακόμα και στους $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$. Τη θερμοκρασία αυτή ουδεμία μονοβάθμια διάταξη συμπίεσης ατμού μπορεί να πλησιάσει λόγω του εξαιρετικά μεγάλου λόγου συμπίεσης που απαιτείται.

2.4.2. Ψυκτικός Κύκλος H_2O - Διαλύματος LiBr

2.4.2.1. Αρχή Λειτουργίας Στοιχειώδους Ψυκτικής Διάταξης H_2O - LiBr

Η αρχή λειτουργίας των διατάξεων αυτών απεικονίζεται στο Σχ. 1. Στην ατμογεννήτρια προσδίδεται έξωθεν η θερμική ενέργεια Q_r , που ατμοποιεί το ασθενές μέσο απορρόφησης το οποίο έχει προωθηθεί στην ατμογεννήτρια με την βοήθεια της αντλίας διαλύματος. Η ατμοποίηση έχει σαν αποτέλεσμα τον πλήρη διαχωρισμό του διμερούς μίγματος και την παραγωγή υδρατμών που οδεύουν προς τον συμπυκνωτή.

Η σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο διμερών μιγμάτων είναι η ακόλουθη: Στην περίπτωση του ζεύγους $\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$ το μέσο απορρόφησης (H_2O) έχει ίδια τάση ατμών και στην ατμογεννήτρια παράγεται μίγμα ατμών αμμωνίας και νερού, το οποίο απαιτεί αναβελτίωση για την παροχή προς τον συμπυκνωτή σχετικά αμιγούς ατμού ψυκτικού μέσου. Αντίθετα το μίγμα νερό - δ/μα LiBr χρησιμοποιεί ως μέσο απορρόφησης άλας (LiBr), το οποίο στερείται ίδιας τάσης ατμών και έτσι στην ατμογεννήτρια παράγεται άμεσα μόνο ατμός ψυκτικού μέσου (υδρατμός) χωρίς να απαιτείται ουδεμία αναβελτίωση.

Κατόπιν το ισχυρό μέσο απορρόφησης (LiBr) απομακρύνεται από την ατμογεννήτρια και μέσω της στραγγαλιστικής βαλβίδας επιστρέφει στον απορροφητή. Ο υδρατμός οδηγείται στο συμπυκνωτή όπου συμπυκνούνται αποβάλλοντας την θερμότητα συμπύκνωσης. Το συμπύκνωμα πηγαίνει προς το τμήμα της εγκατάστασης με τη χαμηλή πίεση μέσω δεύτερης βαλβίδας στραγγαλισμού και στη συνέχεια παράγει δι'ατμοποίησής του στον ατμοποιητή την ψυκτική ισχύ. Τέλος ο ατμός χαμηλής πίεσης που παράγεται στο στοιχείο ατμοποίησης ρέει προς τον απορροφητή όπου και απορροφάται από το ισχυρό μέσο απορρόφησης. Προϊόν της απορρόφησης αυτής είναι το ασθενές μέσο απορρόφησης το οποίο με την αντλία διαλύματος καταθλίβεται εκ νέου προς την ατμογεννήτρια.

Η θερμοκρασία παραγωγής ψυκτικής ισχύος εξαρτάται από την πίεση που επικρατεί στον ατμοποιητή. Περαιτέρω όμως η πίεση αυτή εξαρτάται από την σύνθεση του ισχυρού μέσου απορρόφησης στον απορροφητή καθώς και από την θερμοκρασία στον απορροφητή. Για να υπάρξει

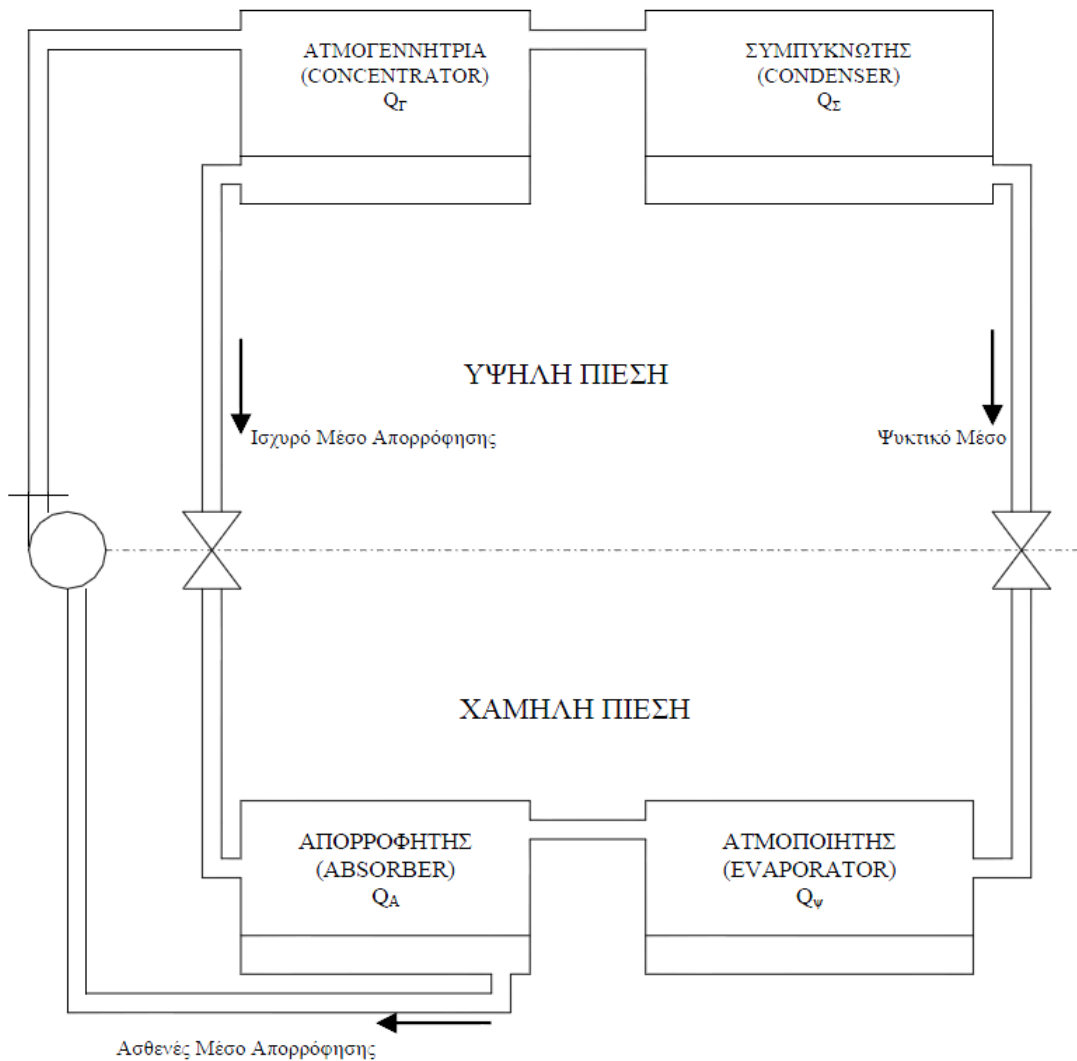
απορρόφηση των υδρατμών από το δ/μα άλατος LiBr πρέπει η πίεση ατμοποίησης να είναι μεγαλύτερη από την μερική πίεση των υδρατμών που βρίσκονται πάνω από το δ/μα LiBr στον απορροφητή.

Μια πραγματική ψυκτική εγκατάσταση απορρόφησης με εργαζόμενο ζεύγος $H_2O - LiBr$ εκτός από τα στοιχεία που απεικονίζονται στο Σχ.1 περιλαμβάνει και έναν εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος μεταφέρει θερμότητα από το θερμό ισχυρό μέσο απορρόφησης προς το ασθενές που οδεύει προς την ατμογεννήτρια. Επίσης περιλαμβάνει και έναν δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας μεταξύ του θερμού συμπυκνώματος και του ψυχρού ατμού που εξέρχεται από τον ατμοποιητή. Ο δεύτερος αυτός εναλλάκτης λέγεται Εναλλάκτης Πρόψυξης.

2.4.2.2. Θερμοδυναμική Απεικόνιση Ψυκτικού Κύκλου $H_2O - LiBr$

Η παράσταση των μεταβολών του διαλύματος γίνεται συνήθως σε διάγραμμα με άξονες την καταμάζα συγκέντρωση και την πίεση. Ένα παράδειγμα παρόμοιου διαγράμματος δίνεται στο Σχ.2. Η μεταβολή ab απεικονίζει την θέρμανση του ασθενούς μέσου απορρόφησης στον εναλλάκτη θερμότητας. Η περαιτέρω θέρμανση από το σημείο b μέχρι την "υψηλή" πίεση γίνεται εντός της ατμογεννήτριας, όπου στην συνέχεια έχουμε την παραγωγή ατμού ψυκτικού μέσου κατά μήκος της ισόθλιπτης μέχρι το σημείο c . Η ψύξη του ισχυρού μέσου απορρόφησης παρίσταται δια της μεταβολής cd και η ακολουθούσα απορρόφηση δια της μεταβολής da .

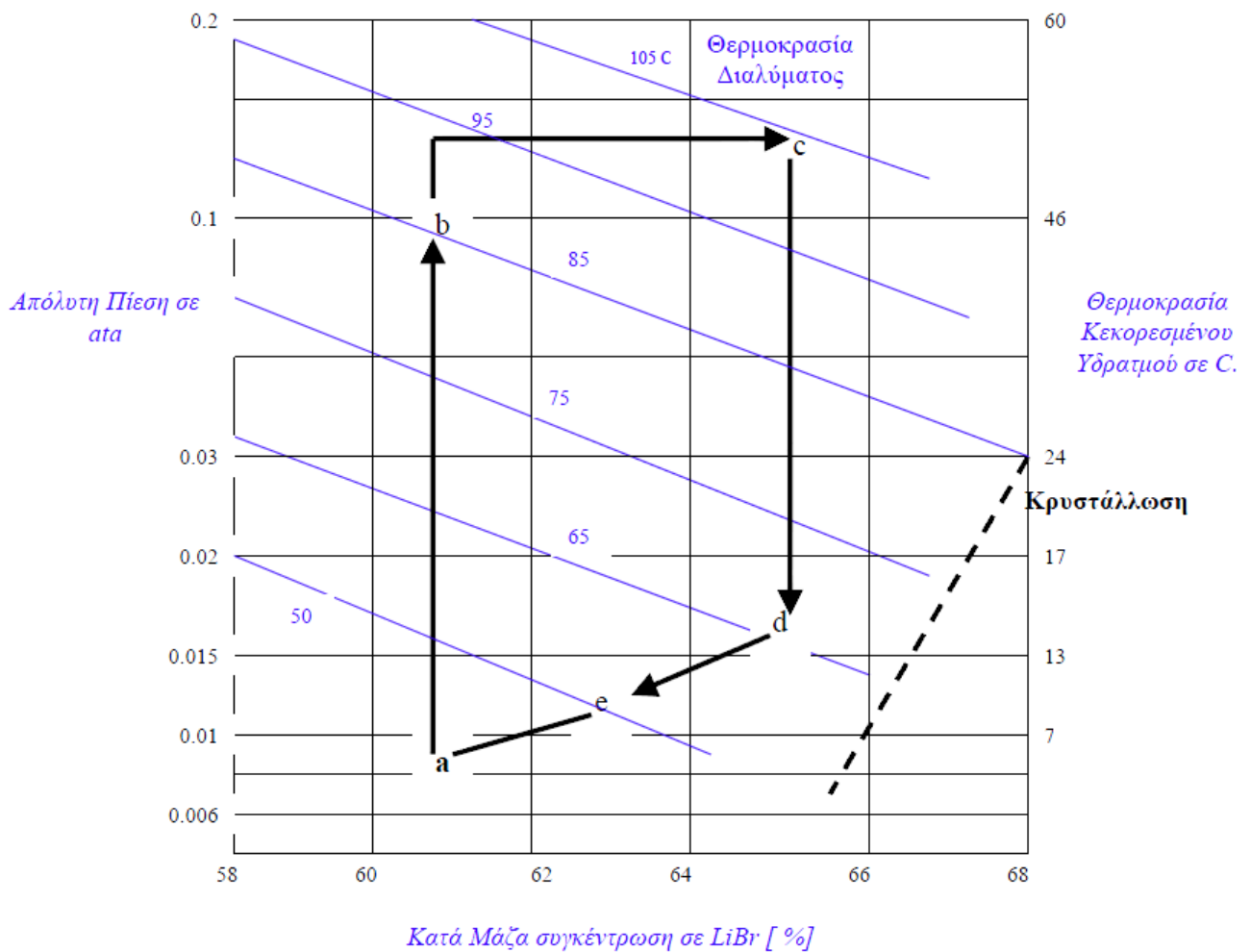
Οι μεταβολές αυτές λαμβάνουν χώρα μεταξύ διαλυμάτων συγκέντρωσης 61% και 65%. Από το Σχ.2 είναι εμφανές ότι το σημείο d βρίσκεται κοντά στην οριακή γραμμή κρυστάλλωσης του δ/τος LiBr και πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την αποφυγή αυτής. Η εμφάνιση κρυστάλλων οι οποίοι προκαλούν ακόμα και διακοπή λειτουργίας είναι ένα από τα προβλήματα των διατάξεων αυτών.



Σχήμα1: Σχηματική παράσταση στοιχειώδους ψυκτικής διάταξης απορρόφησης H_2O . Δ/μ ατος $LiBr$

* Κατά ASHRAE :

- Ασθενές Μέσο Απορρόφησης = Δ/μ α το οποίο απορρόφησε ατμό ψυκτικού μέσου στον απορροφητή και δεν έχει μεγάλη ικανότητα περαιτέρω απορρόφησης
- Ισχυρό Μέσο Απορρόφησης = Δ/μ α που απέδωσε στην ατμογεννήτρια ατμό ψυκτικού μέσου και έτσι αποκτά αυξημένη ικανότητα απορρόφησης ατμού ψυκτικού μέσου εκ νέου.



Σχήμα 2: Παράσταση των μεταβολών του διαλύματος LiBr μιας διατάξεως απορρόφησης νερού . διαλύματος LiBr.

2.5. Ψύκτης απορρόφησης

Η κάλυψη ψυκτικών φορτίων θα γίνεται μέσω του ψύκτη απορρόφησης. Ο ψύκτης απορρόφησης θα τροφοδοτείται με θερμική ενέργεια από το δοχείο αποθήκευσης ενέργειας (στο οποίο είναι αποθηκευμένο θερμό νερό).

Για τη διαστασιολόγηση του ψύκτη απορρόφησης, πρέπει να ληφθεί υπόψη τόσο το ωριαίο προφίλ του ψυκτικού φορτίου του Νοσοκομείου, όσο και η διαθέσιμη θερμική ενέργεια από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο ψύκτης απορρόφησης θα μπορούσε να λειτουργεί τροφοδοτούμενος με θερμική ενέργεια, η οποία παράγεται από τους λέβητες. Ωστόσο, στην περίπτωση αυτή υπολογίζεται

ειδικό κόστος παραγωγής ψυκτικής ενέργειας ίσο με 78,13 €/MWhcool¹. Το αντίστοιχο ειδικό κόστος παραγωγής ψυκτικής ενέργειας από τον συμβατικό ηλεκτροκίνητο αερόψυκτο ψύκτη ανέρχεται σε 41,7 €/MWhcool.

Συνάγεται από τα παραπάνω ότι η διαστασιολόγηση του ψύκτη θα γίνει αποκλειστικά και μόνο λαμβάνοντας υπόψη τη διαθέσιμη θερμική ενέργεια από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Ο **ψύκτης απορρόφησης** θα είναι ονομαστικής **ψυκτικής ισχύος 625 kW** και θα έχει βαθμό απόδοσης 70%. Η μονάδα απορρόφησης θα συνδεθεί στα υφιστάμενα δίκτυα διανομής ψυκτικής ενέργειας και δεν θα δημιουργεί προβλήματα στη λειτουργία τους.

Η λειτουργία του ψύκτη θα είναι η εξής :

1. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται είναι το νερό. Με τον ψεκάσμό του νερού σε ένα δοχείο, στο οποίο υπάρχουν συνθήκες κενού και την εξάτμισή του, προκαλείται πτώση της θερμοκρασίας.
2. Οι υδρατμοί που παράγονται απορροφούνται-προσορφούνται από ένα διαλυτικό μέσο απορρόφησης-προσορόφησης. Τα απορροφητικά μέσα που χρησιμοποιούνται είναι το βρωμιούχο λίθιο (LiBr) και η αμμωνία (NH₃).
3. Το κορεσμένο διάλυμα αναγεννάται από μια πηγή θερμότητας (νερό θερμοκρασίας μεγαλύτερης από 70°C ή ατμό χαμηλής πίεσης) και ελευθερώνονται οι υδρατμοί.
4. Οι υδρατμοί συμπυκνώνονται από ένα κατάλληλο ρευστό ψύξης (νερό θερμοκρασίας μικρότερης από 35 °C).

Τεχνικά χαρακτηριστικά ενδεικτικού ψύκτη απορρόφησης παρουσιάζονται σε Παράρτημα της παρούσας.

Για τη λειτουργία του ψύκτη απορρόφησης θα εγκατασταθεί κατάλληλης ισχύος πύργος ψύξης.

2.6. Δίκτυο φυσικού αερίου, θέρμανσης και ψύξης

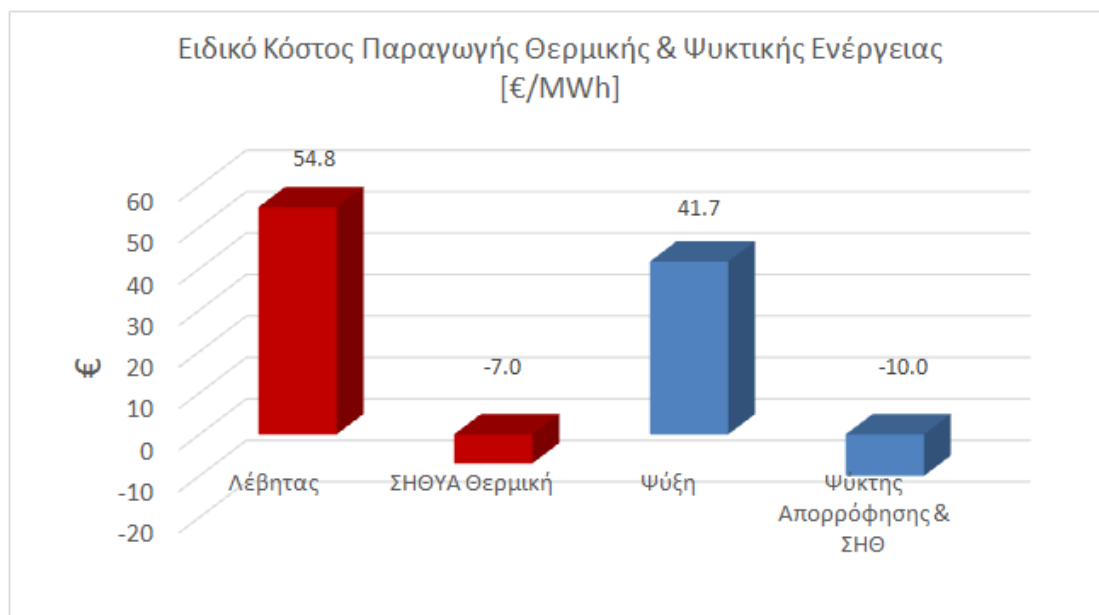
Θα κατασκευαστούν ξεχωριστά δίκτυα μεταφοράς του θερμού και ψυχρού νερού για τη μεταφορά θερμικής & ψυκτικής ενέργειας από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. και τον ψύκτη απορρόφησης αντίστοιχα. Τα δίκτυα θα είναι μονωμένα και θα οδεύουν με κατάλληλο τρόπο μέχρι την άφιξή τους στον κεντρικό διανομέα θέρμανσης και ψύξης του νοσοκομείου και αντίστροφα.

¹ Για τον υπολογισμό λαμβάνονται : βαθμός απόδοσης ψύκτη απορρόφησης – 0,7, βαθμός απόδοσης λέβητα καυσίμου φυσικού αερίου – 0,9, κόστος αγοράς φυσικού αερίου για εμπορική χρήση 49,32 €/MWh, EER = 3,0, μέσο σταθμισμένο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας 125,1 €/MWh

2.7. Οικονομικό όφελος

Η παραγόμενη θερμική ενέργεια από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα διοχετεύεται κατά προτεραιότητα για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης των χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Τη θερινή περίοδο όπου δεν υπάρχουν ανάγκες θέρμανσης των χώρων του νοσοκομείου, παρά μόνο απαίτηση θερμικού φορτίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, η περίσσεια της θερμικής θα τροφοδοτεί τον ψύκτη απορρόφησης.

Οι λόγοι που ορίζουν τις προτεραιότητες χρήσης της θερμικής ενέργειας συναρτώνται από το οικονομικό όφελος του νοσοκομείου. Ειδικότερα στο διάγραμμα 12 που ακολουθεί, παρουσιάζεται το ειδικό κόστος παραγωγής θερμικής και ψυκτικής ενέργειας, στην υφιστάμενη κατάσταση λειτουργίας του νοσοκομείου και σε αυτή μετά την εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος τριπαραγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας/ψύξης.



Γράφημα 3: Οικονομικό όφελος από την υποκατάσταση καταναλισκόμενης ενέργειας από τη μονάδα συμπαραγωγής

Προκύπτει από τις τιμές του παραπάνω γραφήματος ότι το οικονομικό όφελος από την υποκατάσταση μίας θερμικής μεγαβατώρας, η οποία παράγεται στην υφιστάμενη κατάσταση με συμβατικούς λέβητες αερίου, από αυτήν με μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α., υπολογίζεται ίσο με 61,8 €/MWhth. Το αντίστοιχο οικονομικό όφελος από την υποκατάσταση μίας ψυκτικής μεγαβατώρας, η οποία παράγεται στην υφιστάμενη κατάσταση από συμβατικούς ηλεκτροκίνητους αερόψυκτους ψύκτες, από αυτήν που θα παράγεται από τον ψύκτη απορρόφησης (ο οποίος θα τροφοδοτείται από μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α.) είναι ίσο με 51,7 €/MWhcool.

Οι μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. διαθέτουν ηλεκτρονικό σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας τους, μέσω του οποίου μπορεί να τροποποιείται η προτεραιότητα παραγωγής ενέργειας ανάλογα με τυχόν μεταβολές στο κόστος ενέργειας, όπως αυτό υπολογίστηκε παραπάνω.

3. Τεχνική μελέτη

3.1. Δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας

Το νοσοκομείο τροφοδοτείται με ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο Μέσης Τάσης του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.. Ο υποσταθμός του νοσοκομείου αποτελείται από τον Γενικό Πίνακα Μέσης Τάσης (Γ.Π.Μ.Τ.), έναν υποπίνακα Μέσης Τάσης, έξι μετασχηματιστές υποβιβασμού Μ.Τ. σε Χ.Τ. ισχύος 2,5 MVA έκαστος (εκ των οποίων οι τρεις βρίσκονται στο κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης και οι τρεις βρίσκονται στο κτήριο του Νοσοκομείου) και δύο Γενικούς Πίνακες Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ.), οι οποίοι τροφοδοτούν το κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης και το κτήριο του Νοσοκομείου αντίστοιχα. Ο Γ.Π.Μ.Τ. αποτελείται από έξι κυψέλες:

- κυψέλη J01: άφιξη από Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.
- κυψέλες J02, J03 και J04: αναχώρηση προς τους τρεις μετασχηματιστές υποβιβασμού Μ.Τ. σε Χ.Τ.
- κυψέλες J05 και J06: αναχώρηση προς τον υποπίνακα Μ.Τ.

Ο Γ.Π.Χ.Τ. του κτηρίου Τεχνικής Υποστήριξης τροφοδοτείται από τους τρεις παραπάνω Μ/Σ με Χ.Τ. και διανέμει την ηλεκτρική ενέργεια σε όλα τα φορτία του κτηρίου Τεχνικής Υποστήριξης.

Ο υποπίνακας Μέσης Τάσης του κτηρίου του Νοσοκομείου αποτελείται από πέντε κυψέλες:

- κυψέλες J01 και J02: άφιξη από τις κυψέλες J05 και J06 του Γ.Π.Μ.Τ.
- κυψέλες J03, J04 και J05: αναχώρηση προς τους τρεις μετασχηματιστές υποβιβασμού Μ.Τ. σε Χ.Τ.

Ο Γ.Π.Χ.Τ. του νοσοκομείου τροφοδοτείται από τους τρεις παραπάνω Μ/Σ με Χ.Τ. και διανέμει την ηλεκτρική ενέργεια σε όλα τα φορτία του νοσοκομείου.

Καθώς το δίκτυο διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας έχει μεγάλη έκταση και όλα τα φορτία παραλληλίζονται μόνο στις μπάρες του Γ.Π.Μ.Τ. επιλέγεται η σύνδεση της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. σε αυτό το σημείο μέσω μετασχηματιστή ανύψωσης από Χ.Τ. σε Μ.Τ.. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η δυνατότητα διανομής της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη μονάδα συμπαραγωγής σε όλα τα φορτία Χ.Τ. του νοσοκομείου.

Ο μετασχηματιστής ανύψωσης της Χ.Τ. σε Μ.Τ., της μονάδας συμπαραγωγής μπορεί να εγκατασταθεί στο χώρο υπ' αριθμό 615.17, ενώ η κυψέλη όπου θα τοποθετηθεί ο διακόπτης αναχώρησης προς τη μονάδα συμπαραγωγής μπορεί να εγκατασταθεί στο χώρο υπ' αριθμό 615.15.

Σημειώνεται ότι στον ίδιο χώρο βρίσκεται και ο Γ.Π.Μ.Τ. του νοσοκομείου. Εναλλακτικά, εφόσον ο χώρος δεν είναι διαθέσιμος, μπορεί να τοποθετηθεί υποπίνακας Μ.Τ. τύπου «κίόσκι» σε εξωτερικό χώρο.

Όλα τα σχέδια που αφορούν στις θέσεις του παραπάνω εξοπλισμού βρίσκονται στο παράρτημα Ι.

3.2. Πρόσβαση σε φυσικό αέριο

Οι ανάγκες του νοσοκομείου σε Ζεστά Νερά Χρήσης (ΖΝΧ), ατμό, και ζεστά νερά για τη θέρμανση των χώρων καλύπτονται μέσω ατμολεβήτων και λεβήτων νερού φυσικού αερίου που τροφοδοτούνται από το δίκτυο της Ε.Δ.Α. Θεσσαλονίκης. Η προς μελέτη μονάδα συμπαραγωγής θα χρησιμοποιεί και αυτή ως καύσιμο φυσικό αέριο από το ίδιο δίκτυο.

Στη φάση κατασκευής του έργου κρίνεται σκόπιμη η τοποθέτηση ενός επιπλέον μετρητή κατανάλωσης φυσικού αερίου έτσι ώστε ο υφιστάμενος να μετρά τις καταναλώσεις που προέρχονται από τον υφιστάμενο εξοπλισμό (τους λέβητες οι οποίοι προαναφέρονται) και ο καινούριος θα μετρά την κατανάλωση φυσικού αερίου αποκλειστικά από τη μονάδα συμπαραγωγής.

Αυτό προκύπτει όχι μόνο για λόγους παρακολούθησης της κατανάλωσης της μονάδας συμπαραγωγής και επακόλουθα της απόσβεσης της σχετικής επένδυσης αλλά διότι νομοθετικά προβλέπεται διαφορετική χρέωση για τους εμπορικούς καταναλωτές, οι οποίοι προμηθεύονται καύσιμο φυσικό αέριο για θέρμανση και παραγωγή ΖΝΧ, και διαφορετική χρέωση στους καταναλωτές που λειτουργούν μονάδες συμπαραγωγής. Η διαφορετική αυτή χρέωση αφορά τόσο στη χρήση του δικτύου διανομής Φ.Α. όσο και στον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης. Ως εκ τούτου, είναι επιβεβλημένος ο καταμερισμός των καταναλώσεων για τους δύο προαναφερθέντες σκοπούς.

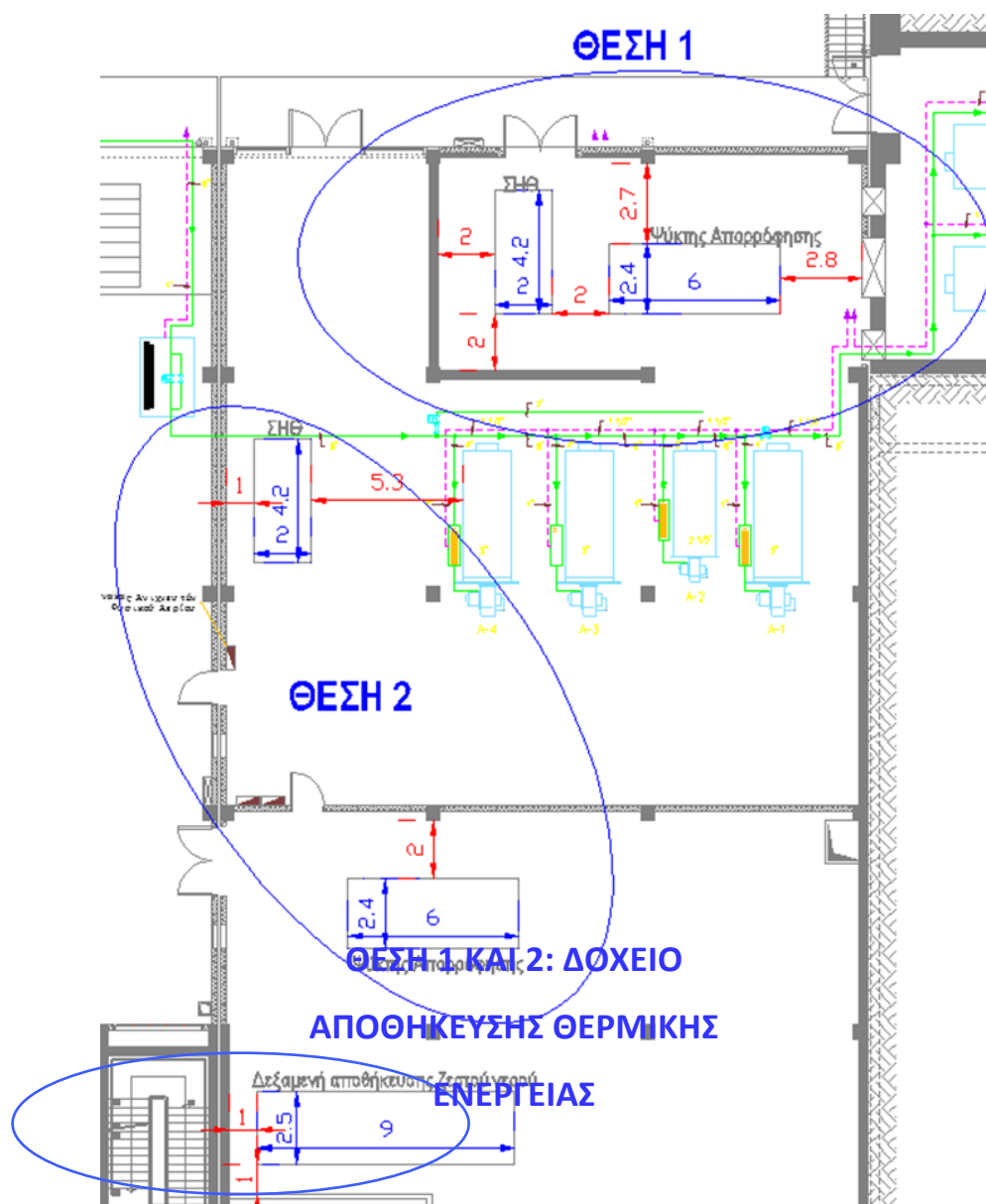
3.3. Χωροθέτηση μονάδας

Στην παρούσα παράγραφο καταδεικνύονται οι θέσεις όπου μπορούν να εγκατασταθούν η μονάδα συμπαραγωγής, ο ψύκτης απορρόφησης και το απαραίτητο δοχείο αποθήκευσης θερμικής ενέργειας. Συνολικά προτείνονται τρεις διαφορετικές θέσεις τοποθέτησης, ενώ πληρέστερα σχετικά σχέδια βρίσκονται στο Παράρτημα Ι.

3.3.1. Θέση 1

Η πρώτη προτεινόμενη θέση βρίσκεται στον χώρο, ο οποίος επισημαίνεται στην παρακάτω κάτοψη, όπου βρίσκεται εγκατεστημένος και άλλος Η/Μ εξοπλισμός και ο οποίος μπορεί να μετακινηθεί καθώς βρίσκεται στο χώρο μόνο για αποθήκευση και δε λειτουργεί.

Στη θέση 1 προτείνεται η εγκατάσταση οριζόντιου δοχείου αποθήκευσης θερμικής ενέργειας, δεδομένης της διαμόρφωσης του χώρου. Το δοχείο πρέπει να είναι κατάλληλα μονωμένο έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται τυχόν θερμικές απώλειες.

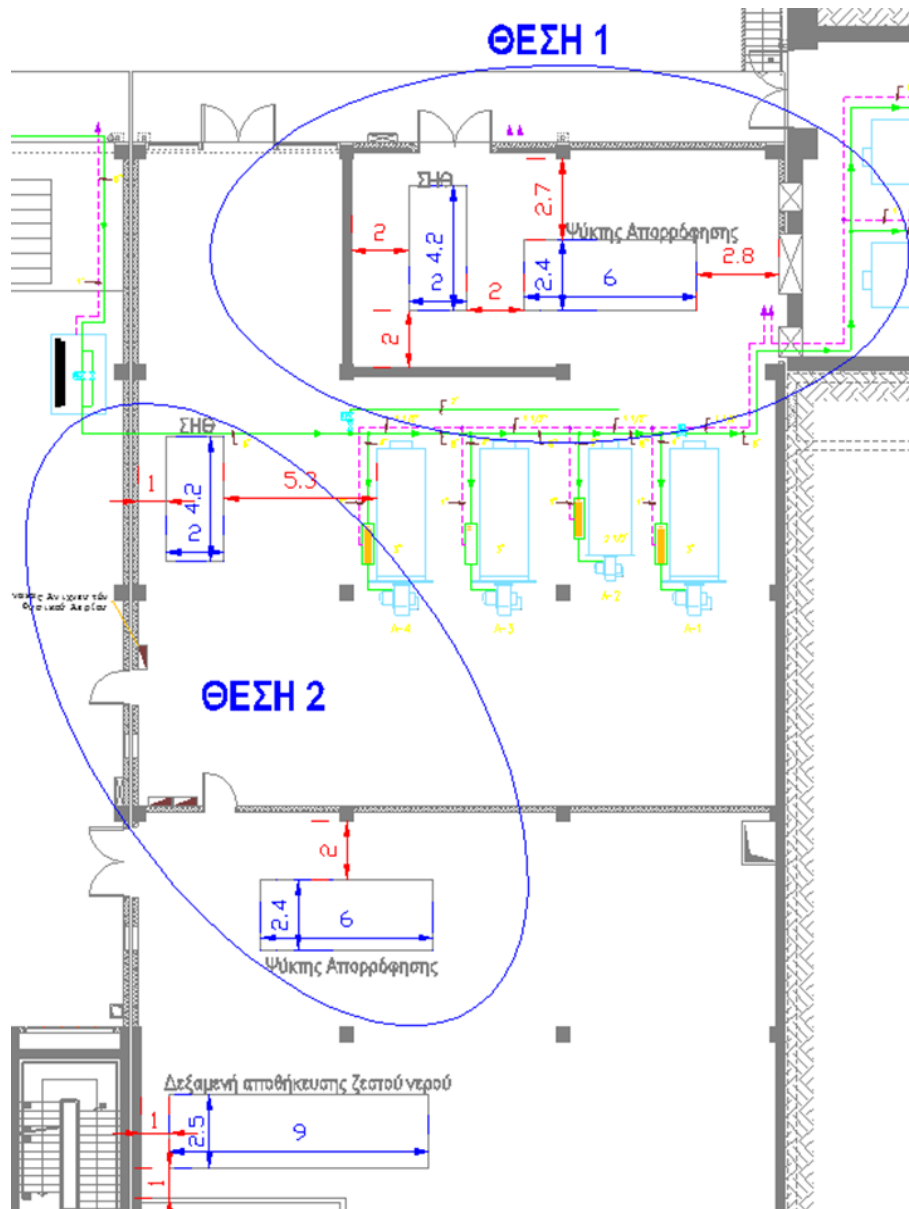


Σχέδιο 1: Προτεινόμενη θέση 1 για την εγκατάσταση του εξοπλισμού

Αντιπαραβάλλοντας τα σχέδια 9 και 10 (Παράρτημα Ι), διαπιστώνουμε ότι το δίκτυο φυσικού αερίου διέρχεται από το συγκεκριμένο χώρο, συνεπώς ενδέχεται να μη χρειαστεί η κατασκευή νέου δικτύου. Σε κάθε περίπτωση, στην φάση κατασκευής του έργου, πρέπει να γίνει έλεγχος της επάρκειας του υφιστάμενου δικτύου.

3.3.2. Θέση 2

Εναλλακτικά, η μονάδα συμπαραγωγής και ο ψύκτης απορρόφησης μπορούν να εγκατασταθούν στο λεβητοστάσιο (χώρος υπ' αριθμό 615.28). Αν επιλεγεί αυτός ο χώρος, αναμένεται μειωμένη απαίτηση εργασιών για τη σύνδεση της μονάδας συμπαραγωγής, του ψύκτη απορρόφησης και του buffer με τα κυκλώματα ΖΝΧ και με τους συλλέκτες θέρμανσης και ψύξης, καθώς βρίσκονται στον ίδιο χώρο, όπως φαίνεται στο σχέδιο.



Σχέδιο 2: Προτεινόμενη θέση 2 για την εγκατάσταση του εξοπλισμού

Όπως και στην προτεινόμενη θέση 1, το δοχείο αποθήκευσης ενέργειας προτείνεται να εγκατασταθεί στην ίδια θέση, ενώ προτείνεται να είναι ίδιου τύπου, καθώς ο χώρος είναι ο ίδιος.

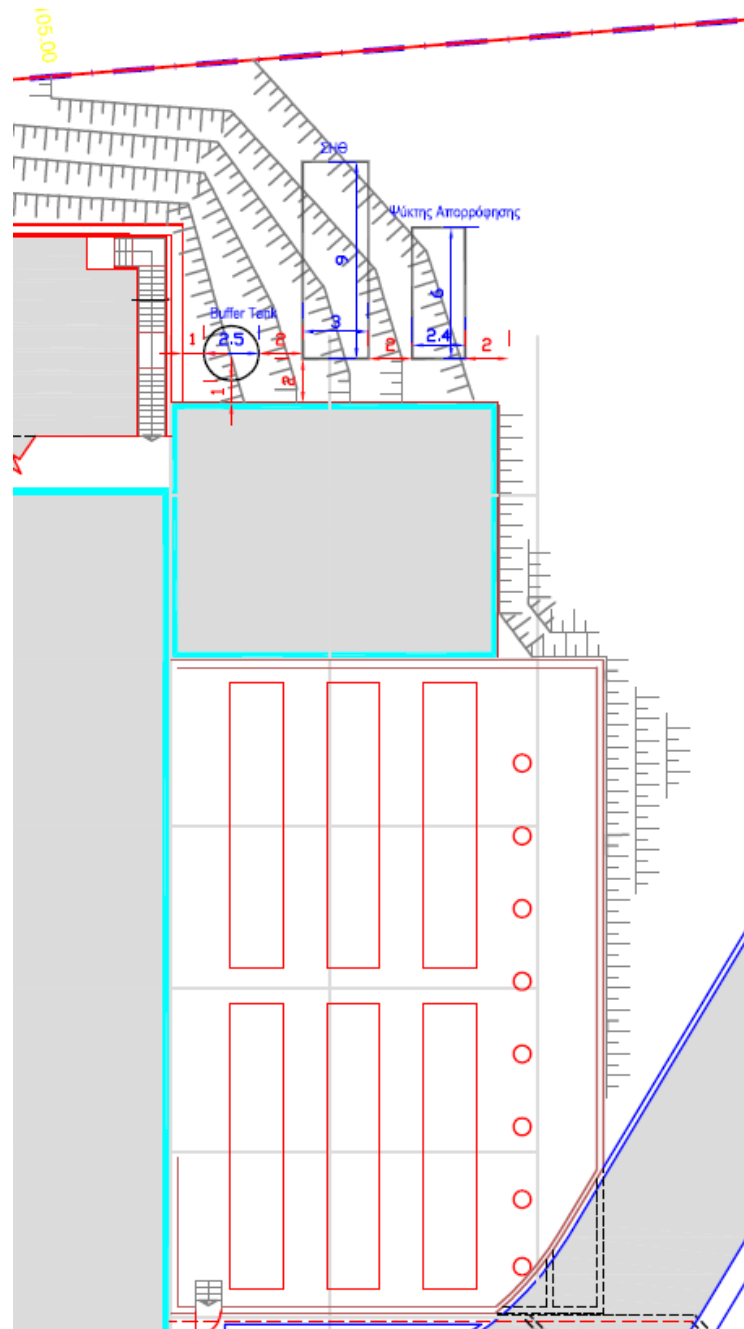
Αν επιλεγεί η θέση δύο, σύμφωνα με το σχέδιο 10 (Παράρτημα Ι), πρέπει να γίνει επέκταση του δικτύου φυσικού αερίου.

3.3.3. Θέση 3

Εκτός από τις δύο προαναφερθείσες θέσεις, είναι εφικτή η εγκατάσταση του εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένου νέου υποσταθμού αποκλειστικά για τη μονάδα συμπαραγωγής, σε κατασκευή τύπου κιόσκι, στον εξωτερικό χώρο του νοσοκομείου.

Εκτός από το κιόσκι για τον υποσταθμό, απαιτείται η τοποθέτηση δύο προκατασκευασμένων οικίσκων εντός των οποίων θα τοποθετηθούν η μονάδα συμπαραγωγής και ο πύργος ψύξης. Οι οικίσκοι θα πρέπει να φέρουν μόνωση τόσο για την μείωση των θερμικών απωλειών όσο και για την μείωση του θορύβου, καθώς ειδικά η μονάδα συμπαραγωγής παράγει ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα θορύβου.

Η θέση 3 (βλ. σχέδιο 11, Παράρτημα Ι), επιλέγεται κοντά στο υφιστάμενο ψυχοστάσιο, όπως αποτυπώνεται στην κάτοψη του νοσοκομείου. Αν επιλεγεί η συγκεκριμένη θέση, το δοχείο αποθήκευσης θερμικής ενέργειας θα πρέπει να είναι κατακόρυφου τύπου, δεδομένου ότι πρόκειται για εγκατάσταση σε εξωτερικό χώρο.



Σχέδιο 3: Προτεινόμενη θέση 3 για την εγκατάσταση του εξοπλισμού

3.3.4. Συνοπτικά κριτήρια επιλογής θέσης εγκατάστασης

Οι δύο πρώτες θέσεις επελέγησαν με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- εύρεση της κοντινότερης κατά το δυνατό θέσης στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις του νοσοκομείου, συμπεριλαμβανομένων των συλλεκτών ψύξης θέρμανσης, του ατμοστασίου και του ψυχοστασίου, με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η κατασκευή δικτύων ΖΝΧ, θέρμανσης και ψύξης μικρότερου μήκους και μικρότερης διατομής έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μικρότερο κόστος κατασκευής, γειτνίαση με τον

Γενικό Πίνακα Μέσης Τάσης, έτσι ώστε να απαιτείται όδευση μικρότερου μήκους και πάλι να επιτυγχάνεται μικρότερο κόστος κατασκευής

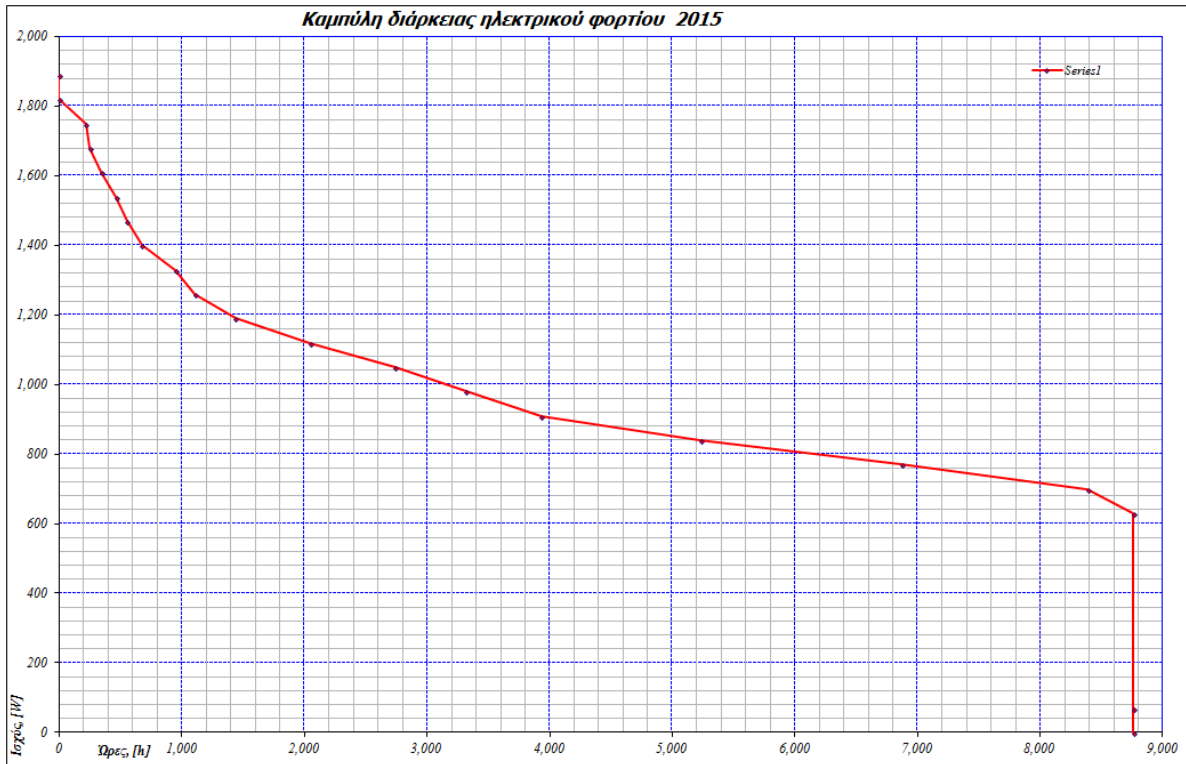
- έλεγχος διαθέσιμου χώρου, όπου είναι εφικτό και όγκου, σύμφωνα με τις κατόψεις των χώρων
- μειωμένες ανάγκες μόνωσης του εξοπλισμού για τη μετρίαση
 - των θερμικών απωλειών
 - της όχλησης, καθώς πρόκειται για εξοπλισμό που παράγει ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα θορύβου
- απουσία ανάγκης ειδικού χώρου για την κάλυψη του εξοπλισμού έτσι ώστε να μην ενοχλεί την οπτική των εργαζομένων και των επισκεπτών και να μην φθείρεται από καιρικά φαινόμενα

Η τρίτη θέση επελέγη για την περίπτωση όπου καμία από τις θέσεις 1 και 2 δεν κριθούν κατάλληλες από τη διοίκηση του νοσοκομείου. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση αυτή δημιουργείται η ανάγκη για επέκταση των δικτύων φυσικού αερίου, θέρμανσης, ΖΝΧ, ατμού και ψύξης, με νέες οδεύσεις μεγάλου μήκους, και διατομές σωληνώσεων μεγάλου μήκους, ενώ προκύπτει η ανάγκη για προσθήκη επιπλέον μονώσεων και οικίσκων για να φιλοξενηθεί ο εξοπλισμός εντός αυτών, με το συνεπαγόμενο οικονομικό βάρος.

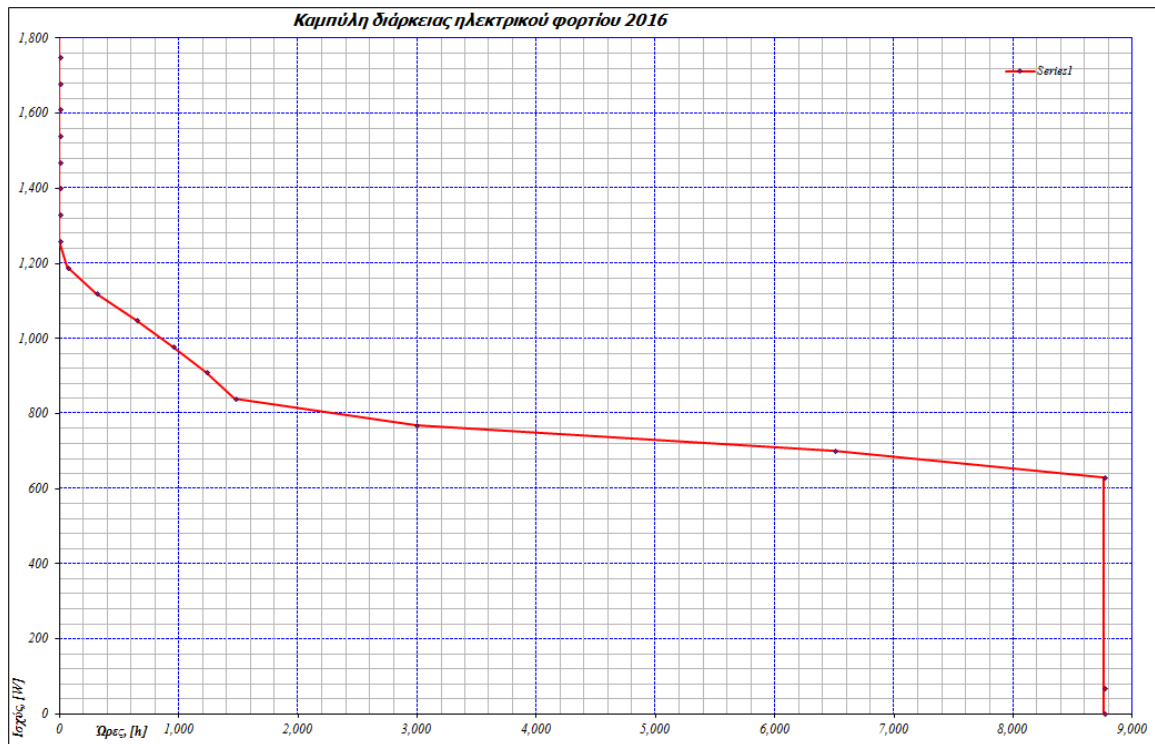
3.4. Ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας

Ελήφθησαν δεδομένα ωριαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας από την υπηρεσία τηλεμέτρησης πελατών Μ.Τ. του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.. Τα στοιχεία καλύπτουν ολόκληρα τα έτη 2015 και 2016 και τα $\frac{3}{4}$ του έτους 2017.

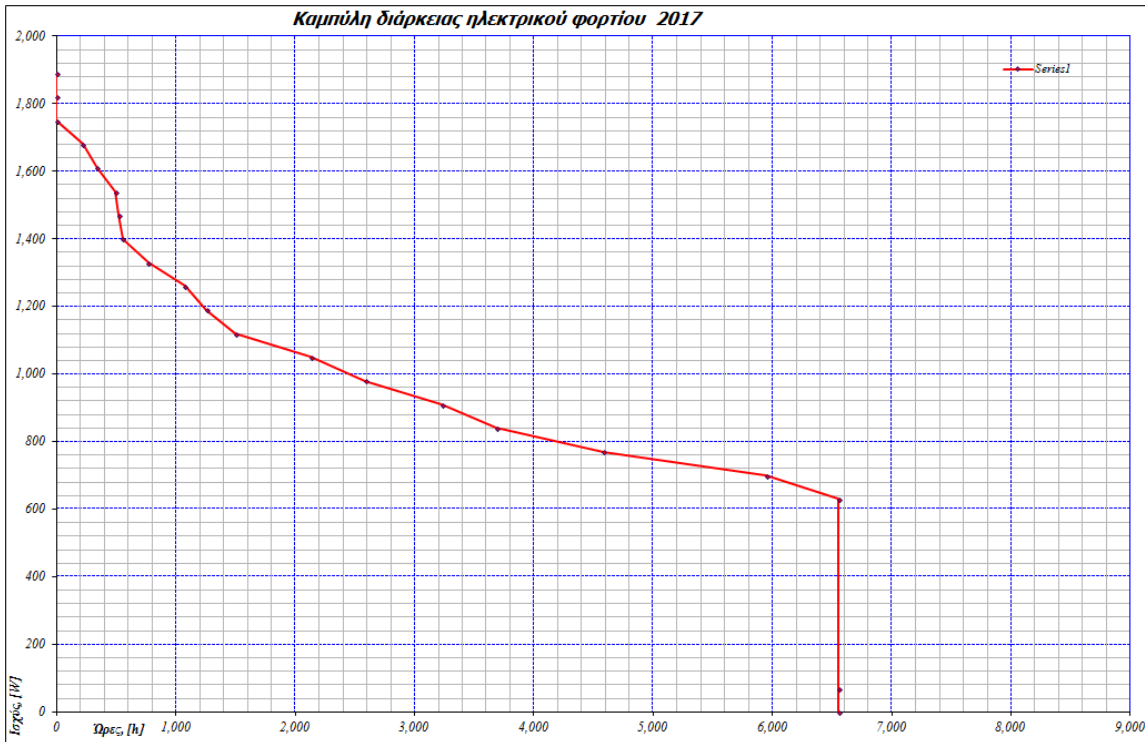
Τα δεδομένα αυτά εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν στο Microsoft Excel, έτσι ώστε να προκύψει η καμπύλη διάρκειας φορτίου για τα προαναφερθέντα χρονικά διαστήματα. Από την επεξεργασία των στοιχείων σχεδιάστηκε η καμπύλη διάρκειας ηλεκτρικού φορτίου τόσο για το 2015 και για το 2016 όσο και για το 2017 έως το μήνα Σεπτέμβριο:



Γράφημα 4: Καμπύλη διάρκειας φορτίου (έτος αναφοράς 2015)



Γράφημα 5: Καμπύλη διάρκειας φορτίου (έτος αναφοράς 2016)



Γράφημα 6: Καμπύλη διάρκειας φορτίου (μήνες αναφοράς 1-9/2017)

Στο Παράρτημα II βρίσκονται όλοι οι πίνακες υπολογισμών που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης, συμπεριλαμβανομένων υπολογισμών για τη ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος για μία τυπική ημέρα των προαναφερθέντων χρονικών διαστημάτων.

Η διαστασιολόγηση της μονάδας συμπαραγωγής γίνεται κατόπιν υπολογισμού των καμπυλών διάρκειας φορτίου. Η μέθοδος αυτή αποτελεί την ασφαλέστερη οδό, καθώς η καμπύλη διάρκειας φορτίου αντικατοπτρίζει το ενεργειακό προφίλ, σε ό,τι αφορά στη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Για όσο περισσότερα έτη είναι εφικτός ο υπολογισμός της καμπύλης φορτίου, τόσο αυξάνεται η επιτυχία διαστασιολόγησης του συστήματος.

Κλείνοντας την παρούσα παράγραφο, αξίζει να σημειωθεί ότι η παρούσα μελέτη έχει εκπονηθεί έτσι ώστε το νοσοκομείο να λειτουργεί μόνιμα με αρνητικό ισοζύγιο ενέργειας, δηλαδή να μην διοχετεύει ηλεκτρική ενέργεια, παραγόμενη από τη μονάδα συμπαραγωγής, στο δίκτυο του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.. Με τον τρόπο αυτό, συμπιέζεται ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης καθώς η αποζημίωση ενός παραγωγού ενέργειας είναι μικρή, ενώ το σχετικό θεσμικό πλαίσιο κρίνεται ιδιαίτερα πολύπλοκο.

3.5. Ζήτηση θερμικής ενέργειας

Η δημιουργία του ενεργειακού προφίλ του νοσοκομείου σε ό,τι αφορά στη ζήτηση θερμικής ενέργειας, γίνεται μέσα από τις καταγραφές ζητούμενου όγκου φυσικού αερίου από τον υφιστάμενο μετρητή, που βρίσκεται εγκατεστημένος για λογαριασμό της Ε.Δ.Α. Θεσσαλονίκης.

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν σχετικά δεδομένα τα οποία αφορούν στο χρονικό διάστημα 2/2016 – 8/2017.

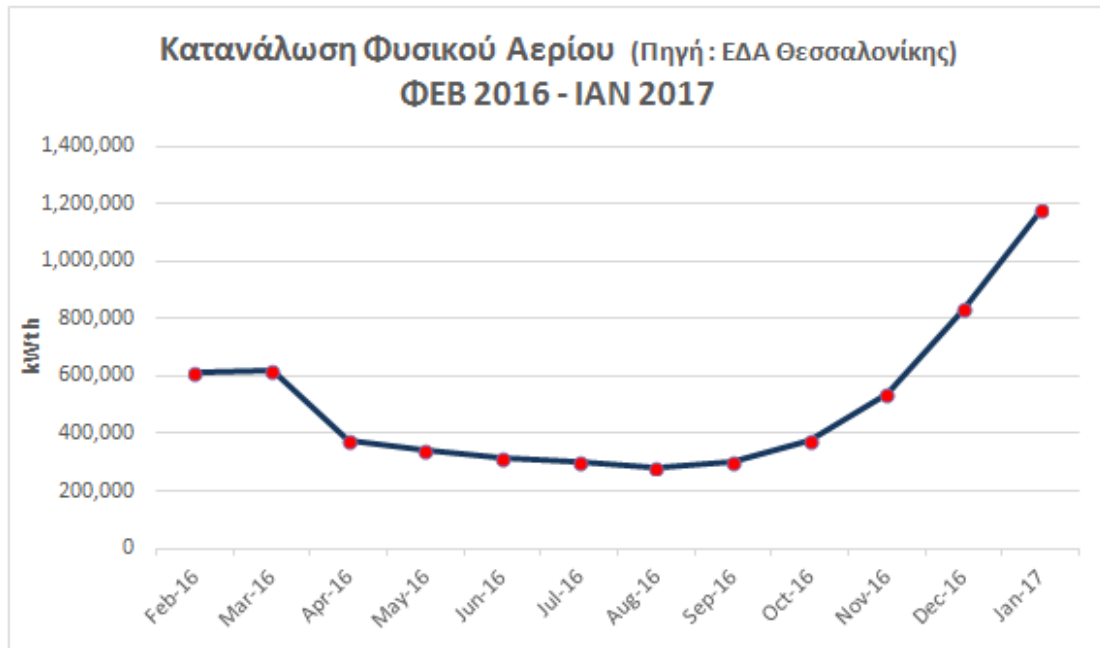
Ο ζητούμενος όγκος φυσικού αερίου μετατράπηκε σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, βάσει των πινάκων θερμογόνου δύναμης του φυσικού αερίου οι οποίοι ανανεώνονται σε μηνιαία βάση και δημοσιεύονται στην ιστοσελίδα της Ε.Δ.Α. Θεσσαλονίκης.

	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΝΜ ³	ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ Φ.Α.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΕ ΚWh
Jan-16	0.0	11.42096	0.0
Feb-16	53,630.9	11.39950	611,365.4
Mar-16	53,364.4	11.54821	616,263.3
Apr-16	32,376.4	11.50674	372,546.8
May-16	29,349.3	11.55153	339,029.3
Jun-16	26,881.7	11.60985	312,092.5
Jul-16	25,884.7	11.58403	299,849.1
Aug-16	24,157.1	11.52478	278,405.3
Sep-16	26,175.7	11.48657	300,669.0
Oct-16	32,693.3	11.40410	372,837.7
Nov-16	47,055.9	11.37737	535,372.6
Dec-16	72,602.3	11.35253	832,382.7
Jan-17	103,505.5	11.35170	1,174,963.0
Feb-17	69,165.5	11.45080	792,000.1
Mar-17	58,070.0	11.32130	657,427.9
Apr-17	45,093.0	11.44490	516,064.5
May-17	35,469.0	11.45430	406,272.6
Jun-17	22,714.0	11.45850	260,268.4
Jul-17	21,111.0	11.42600	244,550.5
Aug-17	24,453.0	11.42100	281,815.4
Sep-17		11.37100	
Oct-17			
Nov-17			
Dec-17			

Πίνακας 2: Μετατροπή κατανάλωσης φυσικού αερίου σε κατανάλωση πρωτογενούς θερμικής ενέργειας (Κατανάλωση σε Nm³*Μηνιαία Θερμογόνο Δύναμη σε KWh/Nm³)

Έγινε αναγωγή του προαναφερθέντος χρονικού διαστήματος για τη δημιουργία ενός ετήσιου προφίλ κατανάλωσης πρωτογενούς θερμικής ενέργειας.

Στο παρακάτω γράφημα παρατίθεται η μηνιαία κατανάλωση φυσικού αερίου για το έτος 2017:



Πίνακας 3: Μηνιαία κατανάλωση φυσικού αερίου

3.5.1. Θερμική ενέργεια για ΖΝΧ και θέρμανση

Η κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του νοσοκομείου, γίνεται από τέσσερις λέβητες νερού, οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στο λεβητοστάσιο του κτηρίου Τεχνικής Υποστήριξης του νοσοκομείου. Οι τρεις Λέβητες Ζεστού Νερού είναι θερμικής ισχύος 4150 KWth έκαστος και ο τέταρτος Λέβητας Ζεστού Νερού είναι θερμικής ισχύος 2100 KWth.

Στο κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης του Νοσοκομείου, δεν υπάρχουν εγκαταστημένοι μετρητές κατανάλωσης φυσικού αερίου, στο δίκτυο που τροφοδοτεί τους λέβητες νερού (θέρμανση χώρων και παραγωγή ΖΝΧ) και στο αντίστοιχο δίκτυο των ατμολεβήτων (ατμός). Ως εκ τούτου δεν ήταν γνωστή η επιμερισμένη κατανάλωση θερμικής ενέργειας για τις τρεις διαφορετικές χρήσεις (θέρμανση χώρων, παραγωγή ΖΝΧ, ατμός).

Ο επιμερισμός της κατανάλωσης φυσικού αερίου στις παραπάνω χρήσεις έγινε με επεξεργασία των ωριαίων στοιχείων της συνολικής κατανάλωσης φυσικού αερίου, λαμβάνοντας υπόψη τα ωράρια και τις περιόδους λειτουργίας των καταναλωτών ατμού και των συστημάτων θέρμανσης των χώρων του νοσοκομείου.

Υπολογίστηκε ότι για την περίοδο 2/2016 –1/2017, το νοσοκομείο κατανάλωσε συνολικά 6.046 MWh πρωτογενούς ενέργειας προερχόμενες από την καύση φυσικού αερίου. Από αυτές 4.137 MWh

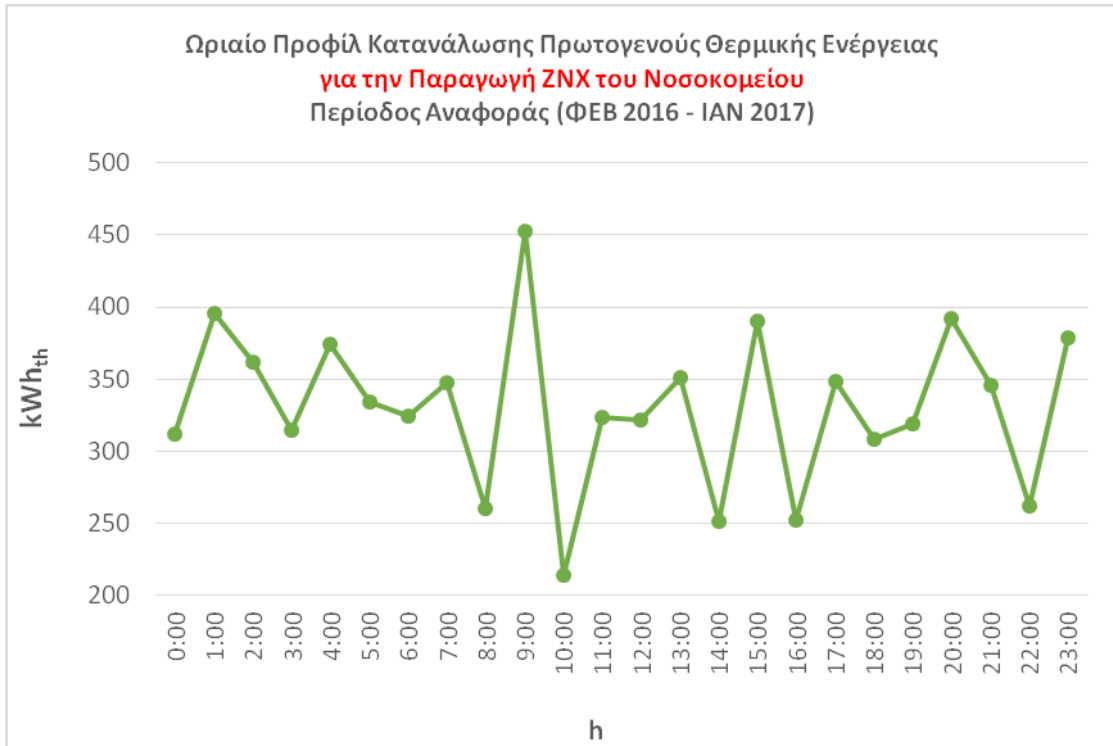
χρησιμοποιήθηκαν για την κάλυψη των θερμικών απωλειών των χώρων του νοσοκομείου, 1.185 MWh για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και 724 MWh για την παραγωγή ατμού. Η κατανομή της ενέργειας ανά χρήση παρουσιάζεται στο γράφημα που ακολουθεί.



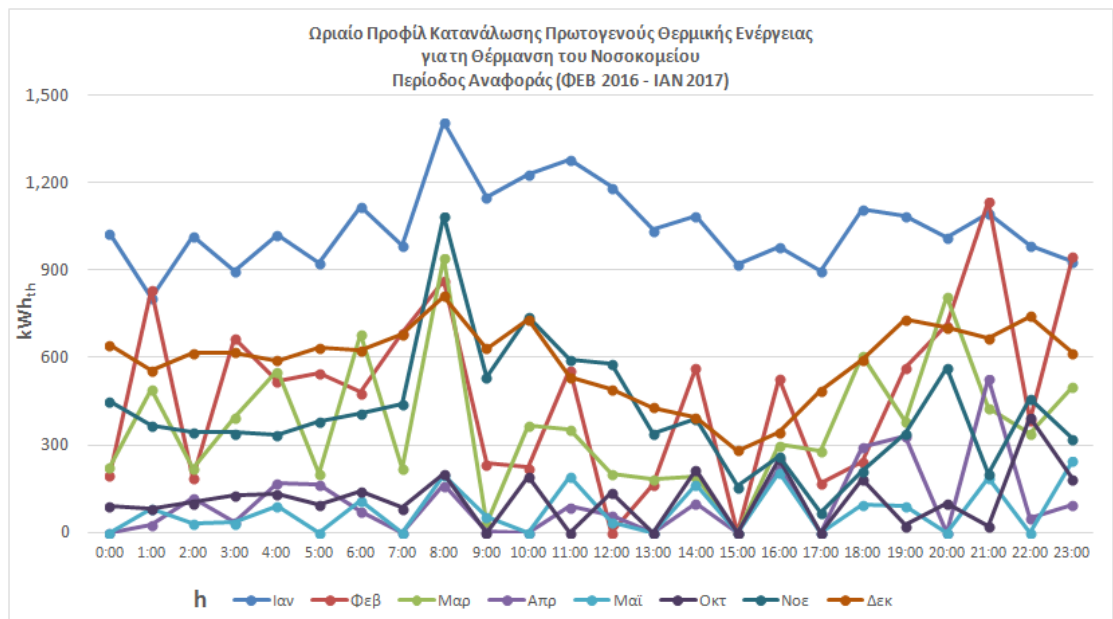
Γράφημα 7: Κατανάλωση καύσιμου φυσικού αερίου ανά χρήση

Από την επεξεργασία των ωριαίων δεδομένων, όπως προαναφέρεται, υπολογίστηκε με αναγωγή το ωριαίο προφίλ της κατανάλωσης φυσικού αερίου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) καθώς και το ωριαίο προφίλ της κατανάλωσης φυσικού αερίου, την τυπική ημέρα κάθε μήνα, για την θέρμανση των χώρων του νοσοκομείου.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τους προαναφερόμενους υπολογισμούς, παρουσιάζονται στα παρακάτω γραφήματα:



Γράφημα 8: Ωριαίο προφίλ κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για ΖΝΧ (2/16-1/17)



Γράφημα 9: Ωριαίο προφίλ κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση (2/16-1/17)

Στο Παράρτημα II της μελέτης, παρουσιάζονται πίνακες με τους αναλυτικούς υπολογισμούς της διακύμανσης της ζήτησης θερμικής ισχύος για τη θέρμανση των χώρων του Νοσοκομείου, για την τυπική ημέρα κάθε μήνα της προαναφερθείσας χρονικής περιόδου.

3.5.2. Θερμική ενέργεια για παραγωγή ατμού

Οι ανάγκες του Νοσοκομείου σε ατμό καλύπτονται από δύο ατμολέβητες οι οποίοι βρίσκονται εγκατεστημένοι στον χώρο υπ' αριθμό 615.29 (ατμοστάσιο), στο κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης.

Οι ατμολέβητες έχουν δυναμικότητα 3,4 tn ατμού/h, και λειτουργούν κατά μόνας· ο ένας βρίσκεται εγκατεστημένος για λόγους εφεδρείας.

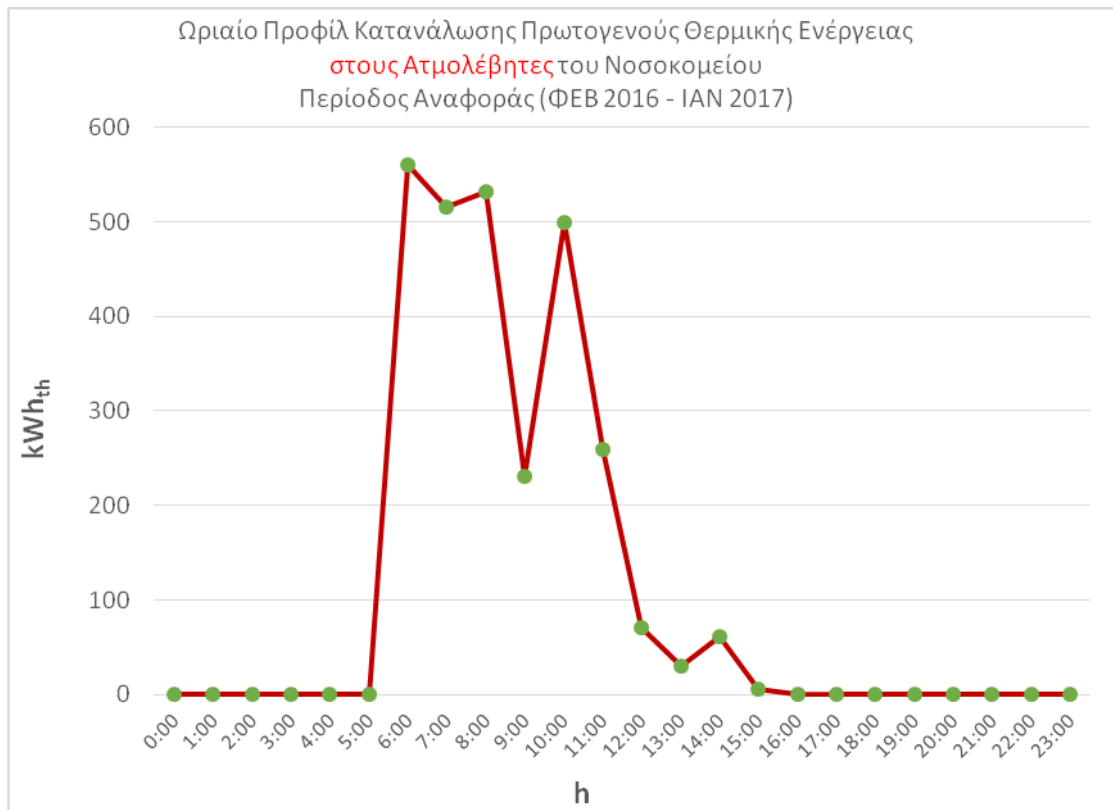
Οι ατμολέβητες τροφοδοτούν με ατμό τα πλυντήρια του νοσοκομείου και την κεντρική αποστείρωση. Σύμφωνα με την Τεχνική Υπηρεσία του Νοσοκομείου, οι παραπάνω εγκαταστάσεις λειτουργούν μόνο τις εργάσιμες ημέρες για το διάστημα από τις έξι το πρωί μέχρι τις δύο το μεσημέρι.

Η μελετώμενη μονάδα συμπαραγωγής δεν διαστασιολογείται για να καλύψει τις ανάγκες του νοσοκομείου σε ατμό. Εντούτοις, η μονάδα συμπαραγωγής θα καλύψει μέρος των καταναλώσεων των ατμολεβήτων, χωρίς όμως να έχει διαστασιολογηθεί για το σκοπό αυτό. Συνεπώς, οι ατμολέβητες θα συνδεθούν με τη μονάδα συμπαραγωγής και θα ληφθούν υπόψη στη μελέτη ως γενικά φορτία.

Αν επιλέγαμε να διαστασιολογήσουμε τη μονάδα έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες σε ατμό, θα απαιτούνταν μεγαλύτερη παραγωγή θερμικής ενέργειας για όλο το χρόνο, με την σχετική ενέργεια να καταναλώνεται μόνο για οκτώ ώρες και μόνο τις εργάσιμες ημέρες κατ' έτος με τις υπόλοιπες ώρες και ημέρες να πλεονάζει.

Έτσι, αυτή η επιλογή θα εισήγαγε ιδιαίτερα μεγάλο κόστος για την κτήση και εγκατάσταση επιπλέον εξοπλισμού έτσι ώστε να μπορεί να παράγεται ατμός, ικανός να καλύψει τη ζήτηση, με τα ίδια χαρακτηριστικά (πίεση δικτύου ατμού 9 bar). Επιπλέον, η κτήση και εγκατάσταση του σχετικού εξοπλισμού θα επέφερε αρνητικά αποτελέσματα στο χρόνο απόσβεσης της επένδυσης, καθώς όπως προαναφέρεται, υπάρχει ζήτηση για ατμό μόνο για οκτώ ώρες ημερησίως και μόνο για τις καθημερινές ημέρες.

Από την επεξεργασία των ωριαίων στοιχείων κατανάλωσης φυσικού αερίου, υπολογίζεται η μέση ωριαία διακύμανση της κατανάλωσης πρωτογενούς θερμικής ενέργειας για την παραγωγή ατμού. Η διακύμανση αυτή αποτυπώνεται στο παρακάτω γράφημα:



Γράφημα 10: Ωριαίο προφίλ κατανάλωσης πρωτογενούς θερμικής ενέργειας για παραγωγή ατμού

4. Ενεργειακή μελέτη

Στα πλαίσια της μελέτης πραγματοποιήθηκε σε λογισμικό Retscreen, ωριαία προσομοίωση λειτουργίας μονάδων συμπαραγωγής και ψυκτών απορρόφησης, προκειμένου να υπολογισθούν τα ενεργειακά ισοζύγια και να αξιολογηθεί η οικονομική σκοπιμότητα του κάθε προσομοιωμένου συστήματος διαφορετικής ισχύος.

Το λογισμικό Retscreen μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο μορφές:

- Ως αυτούσιο λογισμικό (Retscreen expert) στο οποίο μπορεί να εκπονηθεί η προκείμενη μελέτη και το οποίο δέχεται ως είσοδο όλες τις απαραίτητες πληροφορίες οι οποίες αφορούν στο ενεργειακό προφίλ της εγκατάστασης και παράγει ως έξοδο την παραγόμενη ενέργεια από τη μονάδα, την κάλυψη των υφιστάμενων φορτίων κ.α.. Επιπλέον, δίδοντας τα κόστη της υφιστάμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας είναι εύκολο να υπολογιστεί το οικονομικό όφελος από την εγκατάσταση του προτεινόμενου συστήματος. Η χρήση του σε λειτουργία θεατή (viewer mode) είναι δωρεάν, ωστόσο δεν είναι εφικτή η εκτέλεση υπολογισμών
- Ως πρόσθετο στο Microsoft Excel στο οποίο προσφέρονται ελαφρώς μειωμένες δυνατότητες στο χρήστη, ωστόσο η κτήση του είναι δωρεάν. Για το λόγο αυτό επελέγη η χρήση αυτής της μορφής, δεδομένου ότι η παρούσα μελέτη γίνεται στα πλαίσια της ανάδειξης της βιωσιμότητας ενός αντίστοιχου έργου.

Για τον προσδιορισμό της ισχύος της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και του ψύκτη απορρόφησης εξετάστηκαν εναλλακτικά σενάρια και επελέγη το βέλτιστο. Τα υπόλοιπα σενάρια δεν είναι σκόπιμο να παρουσιαστούν καθώς δεν παρουσιάζουν κάποιο ενδιαφέρον, ενώ η λογική της προσομοίωσης δεν αλλάζει.

Η προτεινόμενη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα είναι ονομαστικής ηλεκτρικής ισχύος 800 kW, με ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης 42,3%, και ονομαστικής θερμικής ισχύος 911 kW, συνολικό βαθμό απόδοσης 87,5%. Θα λειτουργεί με καύσιμο φυσικό αέριο.

Η ετήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας τελικής μορφής, από τη μονάδα ΣΗΘ, θα είναι ίση με 5.741 MWh. Ταυτόχρονα, η μονάδα θα παράγει 5.240 MWh ηλεκτρικής ενέργειας η οποία θα καταναλώνεται από το ίδιο το Νοσοκομείο.

Η υπολογιζόμενη κατανάλωση φυσικού αερίου είναι περί τις 12.702 MWh πρωτογενούς ενέργειας.

Ο ψύκτης απορρόφησης διαστασιολογείται σε ονομαστική ψυκτική ισχύ 625 kW με βαθμό απόδοσης 70%. Θα λειτουργεί με θερμό νερό παραγόμενο από την μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

4.1. Κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας

Όπως προαναφέρεται, θα πρέπει η παραγόμενη ηλεκτρική και θερμική ισχύς από την μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α., να μην υπερβαίνει τη ζήτηση ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος αντίστοιχα από το Νοσοκομείο.

Για να επιτευχθεί το παραπάνω, θα πρέπει να γίνεται συνεχώς παρακολούθηση του ηλεκτρικού φορτίου, ώστε η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς της Σ.Η.Θ.Υ.Α. να είναι πάντα μικρότερη ή ίση προς τη ζητούμενη ηλεκτρική ισχύ του Νοσοκομείου.

Για το λόγο αυτό, δημιουργήθηκε η καμπύλη διάρκειας ηλεκτρικού φορτίου, η οποία παρουσιάζεται στα παρακάτω γραφήματα, κατόπιν επεξεργασίας των ωριαίων μετρήσεων της ηλεκτρικής ισχύος για το έτος 2015, το έτος 2016, και το 2017 (έως και τον Σεπτέμβριο) που αντλήθηκαν από την υπηρεσία τηλεμέτρησης πελατών Μ.Τ. του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε..

Στο Γράφημα 1211, αποτυπώνεται η καμπύλη διάρκειας ηλεκτρικού φορτίου του έτους 2016, έχοντας αφαιρέσει τις ανάγκες ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη του Νοσοκομείου, καθώς τα ψυκτικά φορτία θα καλύπτονται από τον ψύκτη απορρόφησης της μονάδας συμπαραγωγής.

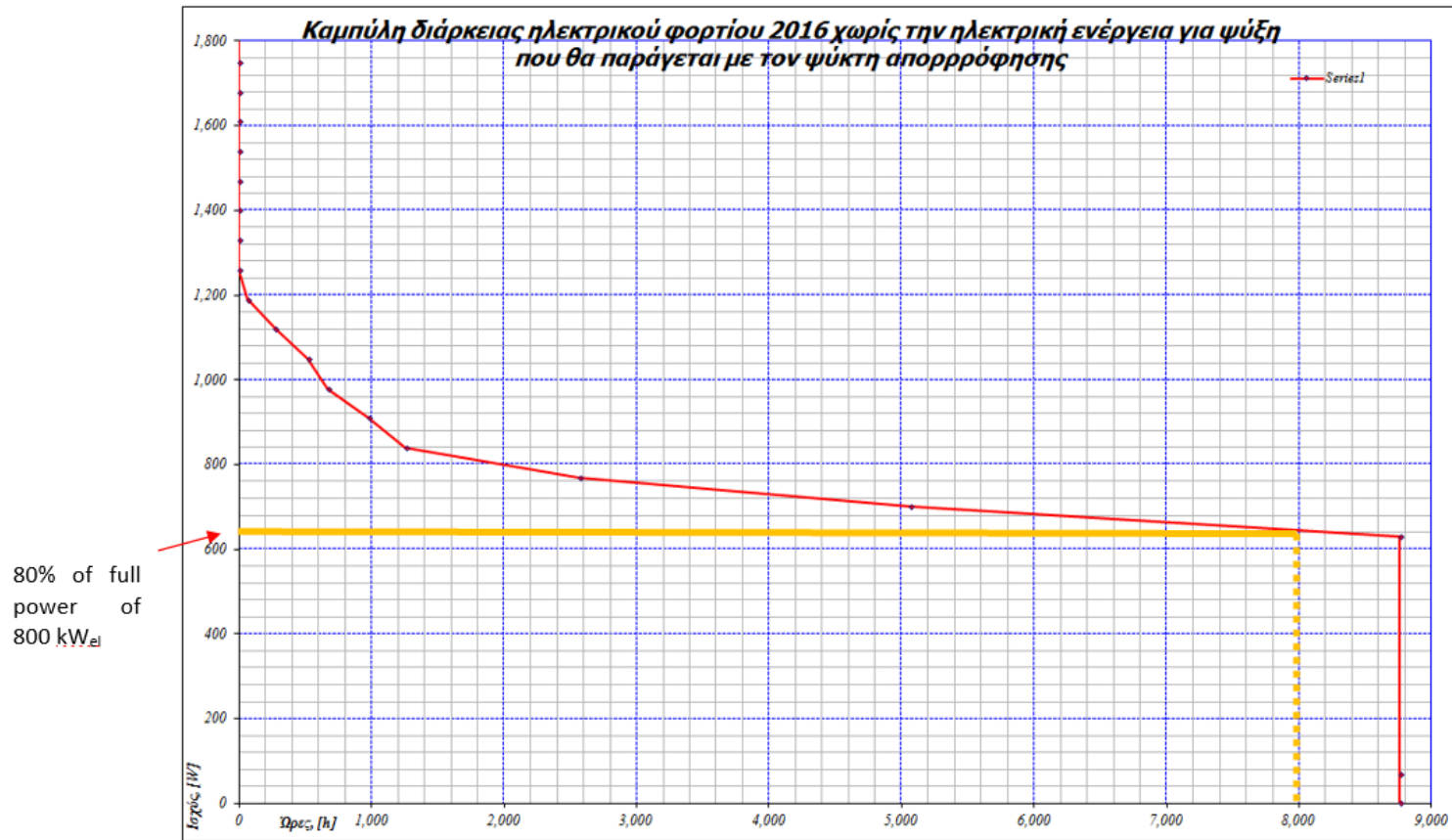
Σημειώνεται ότι κατά τους θερινούς μήνες η μονάδα συμπαραγωγής καλύπτει τις θερμικές ανάγκες για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης καθώς και τις θερμικές ανάγκες του ψύκτη απορρόφησης για την παραγωγή ψύξης.

Τέλος, στα Γράφημα 132,13 παρουσιάζεται η διακύμανση της ζήτησης σε ηλεκτρική ισχύ του Νοσοκομείου καθώς και το μέρος αυτής που υποκαθίσταται από τη λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α..

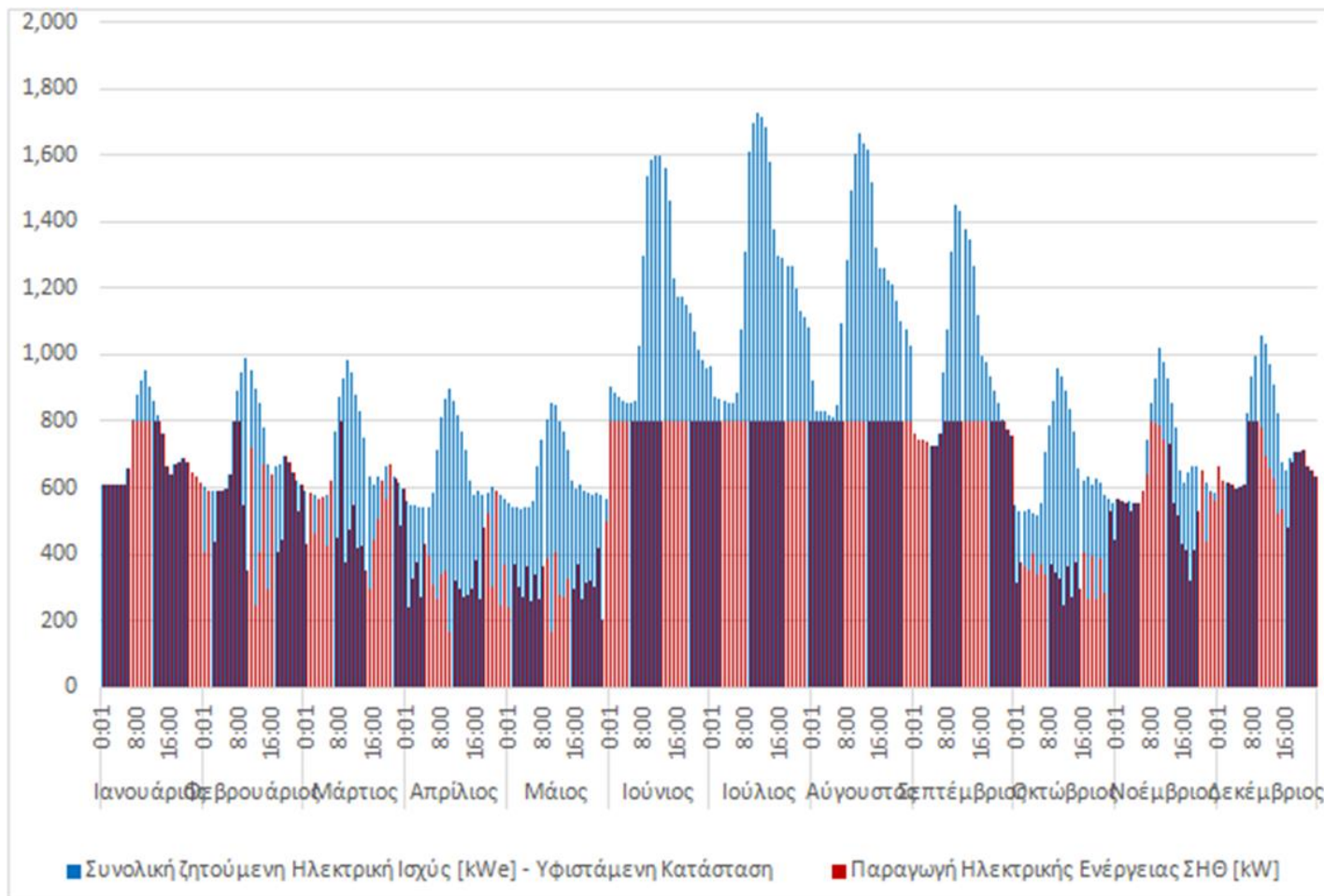
Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του Νοσοκομείου για το έτος 2016, προκύπτει από τους λογαριασμούς του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας να είναι ίση με 7.353 MWh. Από την προσομοίωση της λειτουργίας της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και του ψύκτη απορρόφησης, υπολογίζεται ότι η μονάδα θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια, η οποία θα είναι λιγότερη από την καταναλισκόμενη με αποτέλεσμα να ιδιοκαταναλώνεται. Συγκεκριμένα, υπολογίζεται παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 5.240 MWh ή 71,3% της ζήτησης.

Η κάλυψη του 100% της ζήτησης σε ηλεκτρική ενέργεια είναι εφικτή, ωστόσο απαιτείται η εγκατάσταση μιας επιπλέον πηγής παραγωγής ενέργειας, κατά προτίμηση φωτοβολταϊκού συστήματος έτσι ώστε τα δύο συστήματα να λειτουργούν παράλληλα. Στην περίπτωση αυτή, η παραγόμενη ισχύς

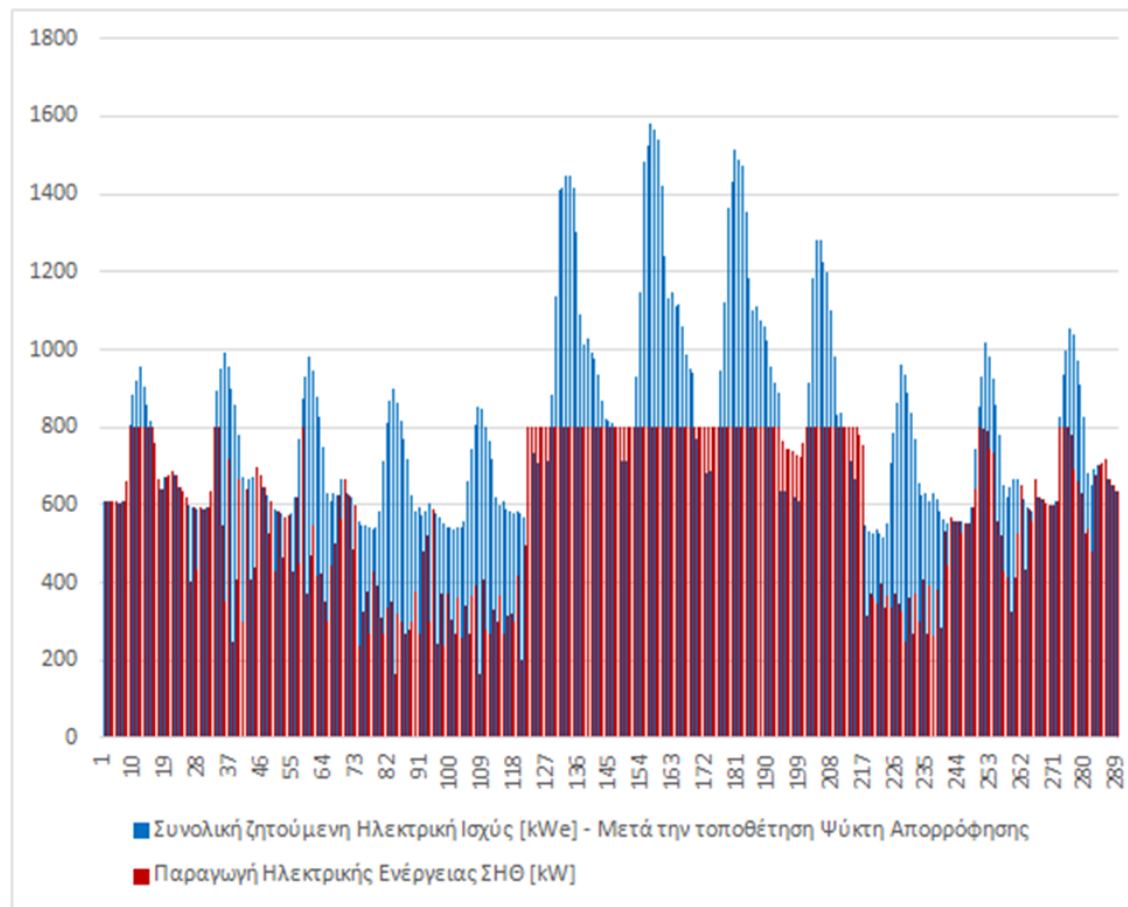
από το φωτοβολταϊκό σύστημα θα έπρεπε να αφαιρεθεί από την καμπύλη διάρκειας φορτίου, έτσι ώστε η μονάδα συμπαραγωγής να διαστασιολογηθεί ορθά.



Γράφημα 11: Καμπύλη διάρκειας ηλεκτρικού φορτίου (έτος αναφοράς 2016)



Γράφημα 12: Συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος και παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από τη μονάδα συμπαραγωγής (έτος αναφοράς 2016) – στον οριζόντιο άξονα βρίσκονται διαστήματα οκτώ ωρών ημερησίως και στον κάθετο άξονα βρίσκεται η ισχύς (kWe) με μπλε και η ενέργεια (KW) με κόκκινο



Γράφημα 13: Συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος κατόπιν τοποθέτησης ψύκτη απορρόφησης και παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από τη μονάδα συμπαραγωγής (έτος αναφοράς 2016) – στον οριζόντιο άξονα αθροίζονται διαστήματα ημερών μέχρι τις 289, οι οποίες αναπαριστούν τις εργάσιμες κατ' έτος, στον κάθετο άξονα βρίσκεται η ηλεκτρικής ισχύς (kWe) μετά την τοποθέτηση ψύκτη απορρόφησης (μπλε) και η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τη μονάδα ΣΗΘ (κόκκινο)

4.2. Κάλυψη ζήτησης θερμικής ενέργειας

Η μονάδα ΣΗΘ έχει διαστασιολογηθεί ώστε να καλύπτει τα φορτία βάσης του νοσοκομείου.

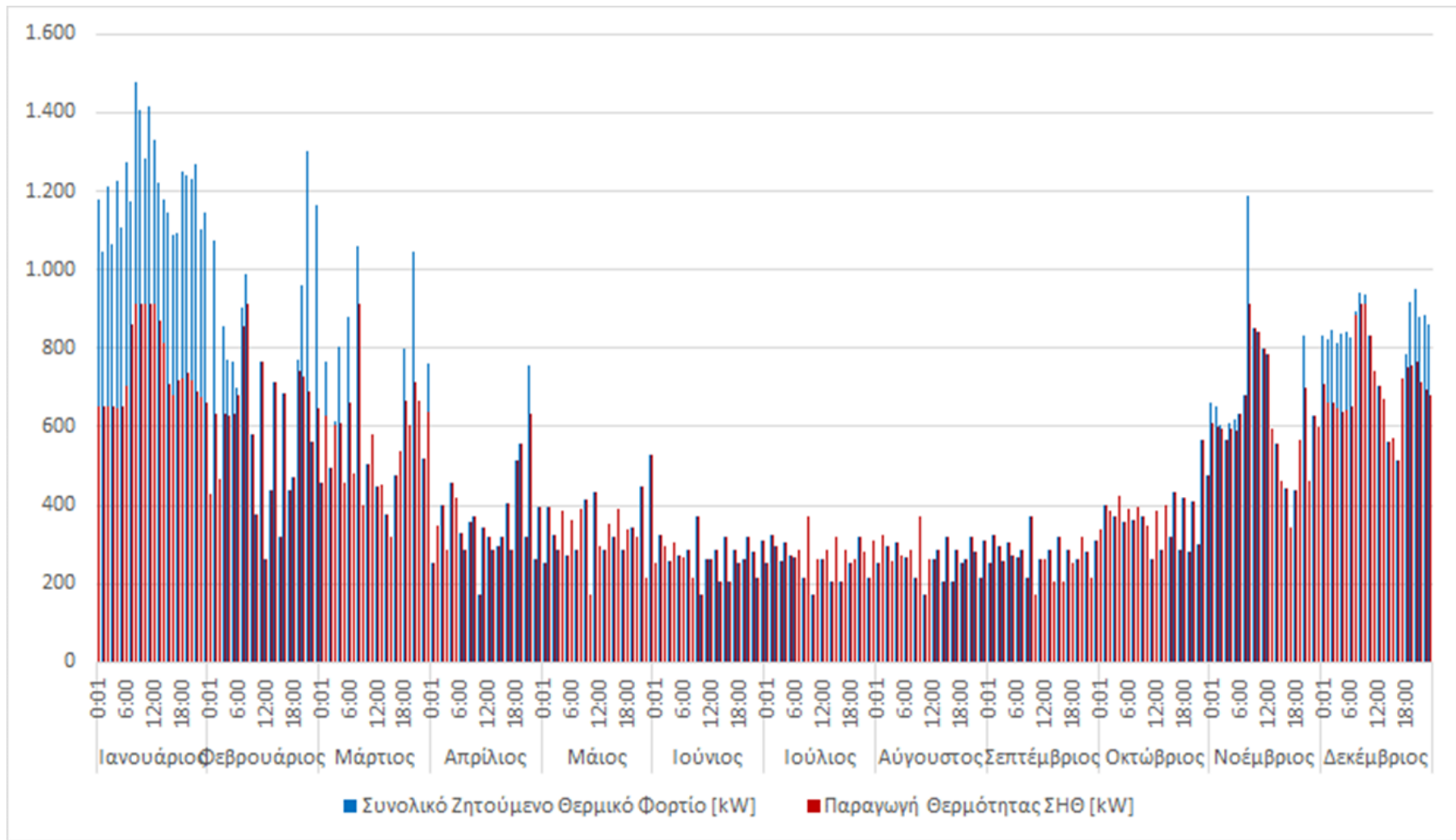
Από την ωριαία προσομοίωση λειτουργίας της μονάδας υπολογίζεται ότι η μονάδα ΣΗΘ θα καλύπτει 3.902 MWh/έτος θερμικής ενέργειας τελικής μορφής, η οποία θα χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση των χώρων και την παραγωγή ζεστών νερών χρήσης. Για την κάλυψη των συγκεκριμένων αναγκών σε θερμική ενέργεια, οι υφιστάμενοι λέβητες, οι οποίοι λειτουργούν με μέσο βαθμό απόδοσης 90% καταναλώνουν 4.336 MWh/έτος πρωτογενούς ενέργειας, προερχόμενη από την καύση φυσικού αερίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι την περίοδο Φεβρουαρίου 2016 – Ιανουαρίου 2017, ο μετρητής της Ε.Δ.Α. Θεσσαλονίκης κατέγραψε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 6.045 MWh εκ των οποίων υπολογίσθηκε ότι ενέργεια ίδιας μορφής, ίσης με 5.321 MWh χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή θερμότητας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών των χώρων του νοσοκομείου και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (κάλυψη σε ποσοστό 81,5%).

Η υπολειπόμενη θερμική ενέργεια, θα καλύπτεται από τη λειτουργία των λεβήτων, όπως και στην υφιστάμενη κατάσταση.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζονται γραφικά οι ανάγκες του νοσοκομείου σε θερμική ενέργεια και η κάλυψη αυτών από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Αξίζει να σημειωθεί ότι τυχόν μήνες όπου οι εξωτερικές θερμοκρασίες ήταν ιδιαίτερα χαμηλές ενδέχεται να επηρεάσουν το ωριαίο προφίλ του Νοσοκομείου. Το γράφημα έχει κατασκευαστεί βάσει των τιμών της ωριαίας διακύμανσης της ζήτησης σε θερμική ενέργεια για τη μέση τυπική ημέρα κάθε μήνα. Αυτό επελέγη έτσι ώστε να μετριάσει τυχόν επιρροή από ακραίες ωριαίες τιμές:



Γράφημα 14: Ωριαίο θερμικό φορτίο και κάλυψη από μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α.

4.3. Κάλυψη αναγκών σε ψύξη

Ο ψύκτης απορρόφησης έχει διαστασιολογηθεί λαμβάνοντας υπόψη μόνο τη διαθέσιμη (παραγόμενη) θερμική ενέργεια από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

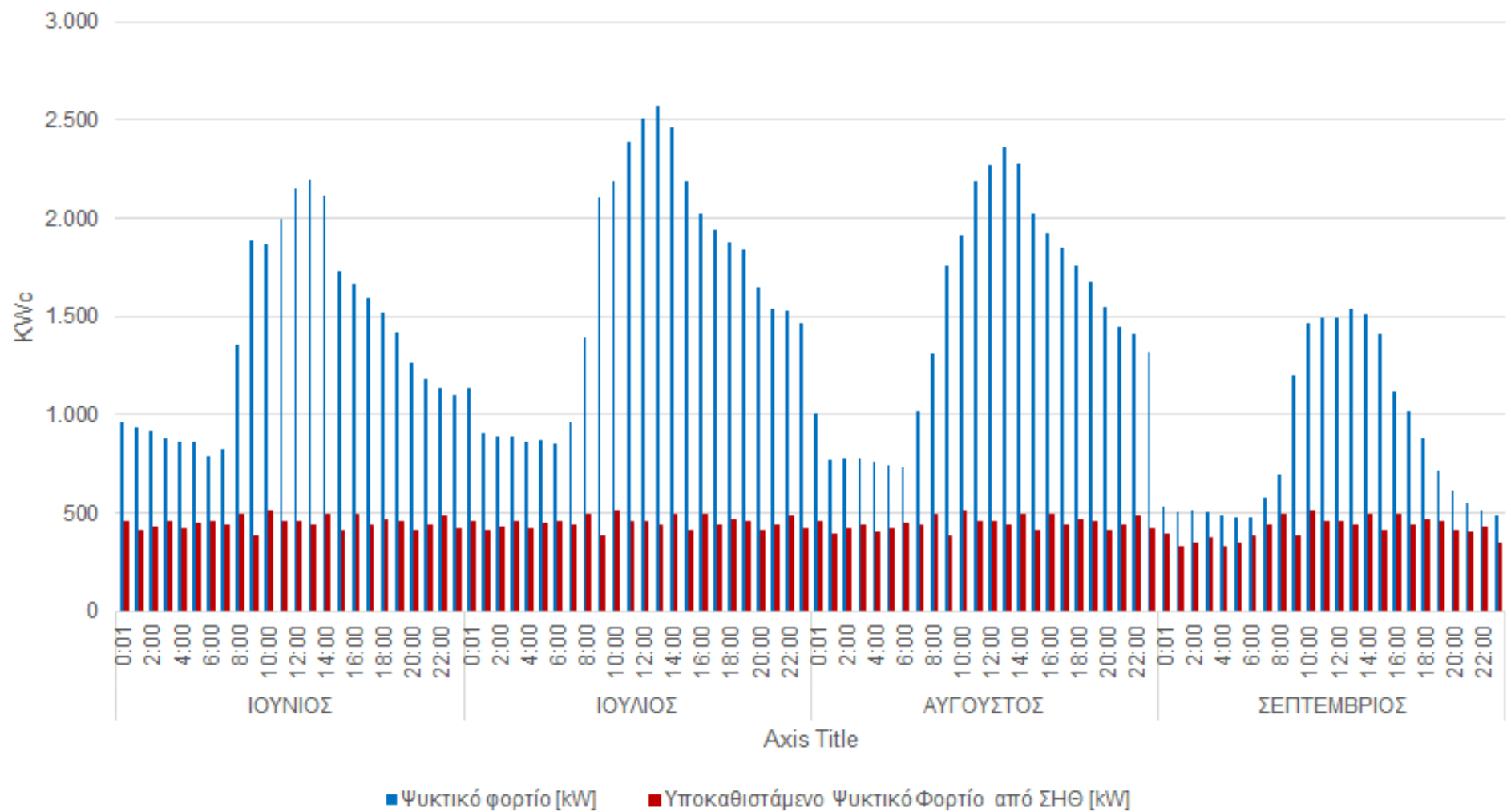
Υπολογίζεται ότι ο ψύκτης απορρόφησης θα υποκαθιστά 1.287 MWh ετησίως ψυκτικής ενέργειας, ή 429 MWh/έτος ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες καταναλώνονται από τους υφιστάμενους ηλεκτρικούς ψύκτες για την κάλυψη αντίστοιχων ψυκτικών φορτίων.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται γραφικά η κάλυψη των ψυκτικών αναγκών του νοσοκομείου από τον ψύκτη απορρόφησης. Είναι εύκολο να παρατηρηθεί ότι οι ανάγκες σε ψύξη καλύπτονται μόνο σε πολύ μικρό ποσοστό από το προτεινόμενο σύστημα. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε:

- Ιδιαίτερα αυξημένες ανάγκες του νοσοκομείου σε ψύξη, όπως αυτές αποτυπώνονται στο παρακάτω γράφημα. Η καλύτερη κάλυψη των ψυκτικών αναγκών από το μελετώμενο σύστημα μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω επιλογής μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., καθώς ο ψύκτης απορρόφησης έχει διαστασιολογηθεί βάσει της παραγόμενης θερμικής ενέργειας από τη μονάδα συμπαραγωγής, είτε μέσω μείωσης των ψυκτικών αναγκών, πιθανόν στα πλαίσια επίτευξης εξοικονόμησης ενέργειας από το Νοσοκομείο. Η πρώτη επιλογή κρίνεται μη αποδοτική καθώς η ισχύς της μονάδας συμπαραγωγής έχει επιλεγεί με βάση τα φορτία βάσης (ηλεκτρικά) και η αλλαγή της για καλύτερη κάλυψη των ψυκτικών φορτίων θα επέφερε προβλήματα σε όλη την υπόλοιπη διαστασιολόγηση.
- Όπως προαναφέρεται, η μονάδα συμπαραγωγής έχει διαστασιολογηθεί βάσει των ηλεκτρικών φορτίων βάσης. Ως εκ τούτου, είναι προφανές ότι αν διαστασιολογούνταν βάσει των θερμικών – ψυκτικών φορτίων βάσης, θα γινόταν καλύτερη κάλυψη των ψυκτικών φορτίων από τον ψύκτη απορρόφησης. Ούτως ή άλλως, τα ψυκτικά φορτία αφορούν αποκλειστικά στους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς τους υπόλοιπους μήνες αυτά είναι πολύ μικρότερα. Συνοψίζοντας, η λειτουργία της μονάδας έτσι ώστε το Νοσοκομείο να μην εγγχεί σε καμία περίπτωση ηλεκτρική ενέργεια στο

δίκτυο του Δ..Ε.Δ.Δ.Η.Ε. οδηγεί στην επιλογή μονάδας συμπαραγωγής περιορισμένης ισχύος και ως εκ τούτου στην επιλογή ψύκτη απορρόφησης περιορισμένης ισχύος.

- Η διαθέσιμη τεχνολογία ψύκτη, απορρόφηση θερμικής ενέργειας από την μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. έχει μικρό βαθμό απόδοσης ούτως ή αλλιώς.



Γράφημα 15: Ωριαίο και υποκαθιστάμενο από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. ψυκτικό φορτίο

4.4. Υπολογισμός κατανάλωσης καυσίμου

Αναμένεται η αύξηση της κατανάλωσης φυσικού αερίου από το νοσοκομείο λόγω του μειωμένου θερμικού βαθμού απόδοσης της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., 45,2% σε σχέση με τον βαθμό απόδοσης ενός λέβητα ζεστού νερού με καύσιμο φυσικό αέριο.

Ήδη στην παράγραφο 4.2 της παρούσας μελέτης, παρουσιάζεται ότι το νοσοκομείο κατανάλωσε την περίοδο Φεβρουαρίου 2016 έως και τον Ιανουάριο του 2017, φυσικό αέριο πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 6.045 MWh. Από την ενέργεια αυτή υπολογίσθηκε ότι 5.321 MWh ίδιας μορφής ενέργειας (πρωτογενούς) καταναλώθηκαν από τους λέβητες ζεστού νερού για την κάλυψη των θερμικών απωλειών των χώρων του νοσοκομείου και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Στην ίδια παράγραφο παρουσιάζεται ότι από την λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα υποκατασταθούν 4.336 MWh πρωτογενούς ενέργειας. Προκύπτει συνεπώς ότι κατανάλωση φυσικού αερίου ίσης πρωτογενούς ενέργειας με 1.709 MWh θα συνεχίσει να καταναλώνονται από το 424 ΓΣΝΕ και μετά την εγκατάσταση και λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Η ενέργεια αυτή συντίθεται από 724 MWh/έτος που αντιστοιχεί στην κατανάλωση των ατμολεβήτων, η ατμοπαραγωγή των οποίων δεν θα υποκατασταθεί από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. και ενέργεια ίση με 985 MWh/έτος που αντιστοιχεί σε ζήτηση θερμικής ισχύος, την οποία δεν μπορεί να καλύψει η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. (αιχμές ζήτησης θερμικής ενέργειας).

Επιπλέον στην παράγραφο 4.1 της παρούσας μελέτης, αποτυπώνεται ως αποτέλεσμα της προσομοίωσης της λειτουργίας του συστήματος τριπαραγωγής, ότι η μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα καταναλώνει φυσικό αέριο 12.702 MWh πρωτογενούς ενέργειας/έτος.

Συνάγεται από τα παραπάνω ότι το νοσοκομείο μετά την εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος τριπαραγωγής, θα καταναλώνει φυσικό αέριο, πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 14.411 MWh/έτος.

Υπολογίζεται βάσει των παραπάνω αύξηση της κατανάλωσης φυσικού αερίου, πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 8.366 MWh/έτος.

4.5. Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας

Λόγω της λειτουργίας της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., θα επέλθει μείωση της πρωτογενούς ενέργειας που καταναλώνει το νοσοκομείο, επιφέροντας συνεπακόλουθα μείωση των εκπεμπόμενων αέριων ρύπων.

Είναι προφανές ότι τόσο η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας όσο και η μείωση των εκπεμπόμενων αέριων ρύπων δημιουργούν όφελος σε επίπεδο χώρας και όχι μόνο τοπικά στο ίδιο το νοσοκομείο.

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που επιτυγχάνεται από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α., υπολογίζεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία των παραγράφων 5.2 και 5.5 του Παραρτήματος του Οδηγού Ενεργειακών Ελέγχων σε κτήρια, βιομηχανίες και μεταφορές, σύμφωνα με τον νόμο 4342/2015.

Οι βαθμοί απόδοσης του μηχανολογικού εξοπλισμού (λέβητα, συμβατικού ψύκτη και ψύκτη απορρόφησης) καθώς και της μονάδας συμπαραγωγής λαμβάνονται από τα παραρτήματα του παραπάνω νόμου.

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και η μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου η οποία προκαλείται από τη λειτουργία του συστήματος τριπαραγωγής, παρουσιάζεται στους ακόλουθους πίνακες:

Πίνακας 4: Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας μέσω τριπαραγωγής

Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας Τριπαραγωγής				
α. Εξοικονόμηση από την Υποκατάσταση της Θερμικής Ενέργειας				
Εξοπλισμός Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας	Ενέργεια Τελικής Μορφής [MWh]	Βαθμός απόδοσης	Ηλεκτρική/θερμική Ενέργεια Τελικής Μορφής [MWh]	Πρωτογενής Ενέργεια [MWh]
Λέβητας	3.902	92,0%		4.242
Μονάδα ΣΗΘ	3.902	45,2%		8.634
β. Εξοικονόμηση από την Υποκατάσταση της Ψυκτικής Ενέργειας				
Εξοπλισμός Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας	Ενέργεια Τελικής Μορφής [MWh]	Βαθμός απόδοσης	Ηλεκτρική/θερμική Ενέργεια Τελικής Μορφής [MWh]	Πρωτογενής Ενέργεια [MWh]
Συμβατικός Ψύκτης	1.287	3,56	362	682
Ψύκτης Απορρόφησης με μονάδα ΣΗΘ	1.287	0,85	1.514	3.350
γ. Εξοικονόμηση από την Υποκατάσταση της Ψυκτικής Ενέργειας				
Εξοπλισμός Παραγωγής Θερμικής Ενέργειας	Ενέργεια Τελικής Μορφής [MWh]	Βαθμός απόδοσης	Ηλεκτρική/θερμική Ενέργεια Τελικής Μορφής [MWh]	Πρωτογενής Ενέργεια [MWh]
Εργοστάσιο ηλεκτροπαραγωγής με Φ.Α. (2016)	5.240	53,0%		9.887
Μονάδα ΣΗΘ	5.240	42,3%		12.388

Υπολογίζεται συνολική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 19,1%

Πίνακας 5: Αναγωγή ενέργειας σε πρωτογενή ενέργεια και εκπεμπόμενους ρύπους

Περιγραφή Εγκατάστασης Παραγωγής Ενέργειας	Πρωτογενής Ενέργεια [MWh/y]	Εκπομπές CO ₂ [tn/y]
Εργοστάσιο Ηλεκτροπαραγωγής με φυσικό αέριο	10.569	2.072
Λέβητας ζεστού νερού φυσικού αερίου	4.242	831
Μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α.	12.388	2.428
Μείωση Εκπεμπόμενων Ρύπων		475

Η αναγωγή της τελικής ενέργειας σε πρωτογενή και σε εκπομπές CO₂ πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα αυτής:

Πίνακας 6: Συντελεστές αναγωγής κατανάλωσης ενέργειας σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπές ρύπων ανά μονάδα ενέργειας (ΤΕΕ, 2010)

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

5. Δεδομένα ενεργειακής & οικονομικής αξιολόγησης

5.1. Κόστος καυσίμου

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη στη συγκεκριμένη μελέτη και με βάση τις οποίες διαμορφώνονται τα ειδικά κόστη φυσικού αερίου (€/MWh) του νοσοκομείου, για χρήση σε λέβητες ζεστού νερού όσο και για χρήση σε μονάδα ΣΗΘΥΑ. Τα ειδικά κόστη χρησιμοποιούνται στην αξιολόγηση της οικονομικής σκοπιμότητας εγκατάστασης της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Το νοσοκομείο καταναλώνει ενέργεια προερχόμενη από φυσικό αέριο, μεγαλύτερη από 2,2 GWh ετησίως και ως εκ τούτου αποτελεί επιλέγων πελάτη. Αξίζει να σημειωθεί βέβαια ότι την ιδιότητα αυτή σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία την έχουν όλοι οι καταναλωτές από την 1 Ιανουαρίου του 2018.

Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Απόφαση ΡΑΕ 346/2016 - ΦΕΚ 3490/31-10-2016 και Συμπληρωματική απόφαση επί των αποφάσεων ΡΑΕ 345 & 346/2016 – ΦΕΚ 444/15-2-2017), έχουν διαμορφωθεί διαφορετικές χρεώσεις χρήσης του δικτύου διανομής φυσικού αερίου από “εμπορικούς καταναλωτές”, μεταξύ των οποίων και τα νοσοκομεία και διαφορετικές για χρήστες φυσικού αερίου μονάδων ΣΗΘ. Όμοια, διαφορετική είναι η τιμή του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης που επιβάλλεται σε χρήσεις φυσικού αερίου για τη θέρμανση και διαφορετική αυτή για χρήση σε μονάδα ΣΗΘ, με συνολική ετήσια κατανάλωση μεγαλύτερη των 10.000 MWh ετησίως. Το προαναφερθέν καθεστώς επιβάλλει στην περίπτωση εγκατάστασης μονάδας ΣΗΘΥΑ, την εγκατάσταση από την εταιρία διανομής ενός νέου μετρητή φυσικού αερίου, πέραν του υφιστάμενου για τους παραπάνω αναφερθέντες λόγους.

Η τιμή του φυσικού αερίου διαμορφώνεται από τα κόστη προμήθειας, μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου και από τις λοιπές χρεώσεις και φόρους που επιβάλλονται. Ειδικότερα διαμορφώνεται από τα εξής επί μέρους κόστη :

A. Για την Προμήθεια – Μεταφορά – Διανομή του φυσικού αερίου και αποτελείται από τα ακόλουθα επί μέρους :

1. Από την τιμή εκκίνησης κατά τη διενέργεια των τριμηνιαίων ηλεκτρονικών δημοπρασιών για την προμήθεια φυσικού αερίου που διενεργεί η ΔΕΠΑ. Η τιμή εκκίνησης για κάθε δημοπρασία ανακοινώνεται στον ιστότοπο της ΔΕΠΑ.

Η τιμή που λήφθηκε στην παρούσα μελέτη είναι αυτή του 2ου τριμήνου 2017, ήτοι 331,16 \$/μερίδιο των 15.771 kWh έκαστο. Δηλαδή : 20,998 €/MWh και λαμβάνοντας τη χαμηλότερη ισοτιμία μεταξύ € και \$ για το 2ο τρίμηνο 2017, διαμορφώνεται σε 19,78516 €/ MWh.

2. Από το κόστος μεταφοράς που επιβάλλει ο ΔΕΣΦΑ και ορίστηκε με το ΦΕΚ 3181/4_1_2016. Βάσει των στατιστικών στοιχείων που έχουν ληφθεί από την ΕΔΑ Θεσσαλονίκης και την ΑΕΡΙΟ Θεσσαλονίκης, το μέσο ανηγμένο κόστος για τους μεγάλους καταναλωτές της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης δεν ξεπερνά την χρέωση του 1,85 €/MWh. Στη μελέτη λαμβάνεται ίσο σε 2€/MWh.

3Α. Το κόστος διανομής για Εμπορικούς Πελάτες που ορίστηκε με την απόφαση υπ αριθμ'346/2016 της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας για το Δίκτυο Διανομής της Θεσσαλονίκης. Η χρέωση ενέργειας για το εμπορικό τιμολόγιο, ορίζεται σε 11,7426 €/MWh, ενώ ορίζεται και χρέωση συντελεστής δυναμικότητας. Όμοια με το εδάφιο 2, από στατιστικά στοιχεία που έχουν ληφθεί από την ΕΔΑ Θεσσαλονίκης και την ΑΕΡΙΟ Θεσσαλονίκης, το μέσο ανηγμένο κόστος για τους μεγάλους καταναλωτές της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης δεν ξεπερνά την χρέωση του 1,0 €/MWh. Στη μελέτη λαμβάνεται συνολικό ανηγμένο κόστος χρήσης του δικτύου διανομής Θεσσαλονίκης για εμπορική χρήση, ίσο με 12,7426 €/MWh.

3Β. Το κόστος διανομής για χρήση σε μονάδες ΣΗΘ όπως ορίστηκε με την συμπληρωματική απόφαση της Ρ.Α.Ε. προς την υπ αριθμ'346/2016 για το Δίκτυο Διανομής της Θεσσαλονίκης. Η χρέωση ενέργειας ορίζεται σε 0,284 €/MWh, ενώ

ορίζεται και χρέωση συντελεστής δυναμικότητας. Όμοια με παραπάνω, το μέσο ανηγμένο κόστος για τους μεγάλους καταναλωτές της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης δεν ξεπερνά την χρέωση του 1,96 €/MWh. Στη μελέτη λαμβάνεται συνολικό ανηγμένο κόστος χρήσης του δικτύου διανομής Θεσσαλονίκης, για χρήση σε μονάδα ΣΗΘ, ίσο με 2,244 €/MWh.

4. Λήφθηκε περιθώριο κέρδους Παρόχου ίσο με:

A. 3,5 €/MWh για την κατανάλωση σε συμβατικές εγκαταστάσεις θέρμανσης

και

B. 2 €/MWh για την κατανάλωση σε εγκαταστάσεις ΣΗΘΥΑ

Η συνολική τιμή για την Προμήθεια – Μεταφορά – Διανομή στα δύο τιμολόγια αποτυπώνεται στους παρακάτω πίνακες:

Διαμόρφωση Τιμής Φυσικού Αερίου Εμπορικούς Καταναλωτές		
Τιμή Δημοπρασίας	19.785	€
Διανομή [ΕΔΑ]	12.743	€
Μεταφορά [ΔΕΣΦΑ]	2.0	€
Κέρδος Παρόχου	3.5	€
Τιμή αερίου net [kWh]	38.03	€

Διαμόρφωση Τιμής Φυσικού Αερίου ΣΗΘΥΑ		
Τιμή Δημοπρασίας	19.785	€
Διανομή [ΕΔΑ]	2.244	€
Μεταφορά [ΔΕΣΦΑ]	2.0	€
Κέρδος Παρόχου	2.0	€
Τιμή αερίου net [kWh]	26.03	€

B. Φόροι και Τέλη επί της τιμής του φυσικού αερίου

1. Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης (Ε.Φ.Κ.)

A. Για θέρμανση (επαγγελματική χρήση) ίση με 5,4 €/MWh (Ν. 4389/2016, Άρθρο 61, περιπτ. ιζ)

B. Για ΣΗΘ ίση με 1,62 €/MWh (από το Ν. 4389/2016, Άρθρο 61, περιπτ. ιη)

2. Ειδικό Τέλος 5%

3. Ανταποδοτικό Τέλος ΡΑΕ ίσο με 0,021505 €/MWh (Απόφαση ΡΑΕ 43/2016)

4. ΦΠΑ ίσο με 13%

Βάσει των παραπάνω, η συνολική τιμή χρήσης φυσικού αερίου με την επιβολή των φόρων και τελών στις δύο διαφορετικές χρήσεις διαμορφώνεται στα 49,315 €/MWh για εμπορική χρήση (χρήση στους λέβητες) και 31,406 €/MWh για χρήση στην μονάδα ΣΗΘΥΑ. Οι τιμές αυτές λαμβάνονται υπόψη στην μελέτη αξιολόγησης της οικονομικής σκοπιμότητας της εγκατάστασης μονάδας ΣΗΘΥΑ στο 424 ΓΣΝΕ.

5.2. Τιμή αγοράς υποκαθιστάμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη μονάδα ΣΗΘΥΑ

Η τιμή αγοράς της υποκαθιστάμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την μονάδα ΣΗΘΥΑ υπολογίζεται από τη χρέωση της καταναλισκόμενης ενεργούς ηλεκτρικής ενέργειας στα μηνιαία τιμολόγια αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ για το έτος 2016. Πρόκειται για το μέσο σταθμισμένο κόστος ενέργειας και ισχύος και ανέρχεται σε 125,1 €/MWh με ΦΠΑ. Στον παρακάτω πίνακα 5 αποτυπώνεται το μηνιαίο κόστος ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος και το μέσο σταθμισμένο κόστος ενέργειας και ισχύος και περιλαμβάνει όλες τις χρεώσεις (ανταγωνιστικές και ρυθμιστικές) και φόρους συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ 13%.

Πίνακας 7: Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

Ετήσια Κατανάλωση ΗΛ. Ενέργειας 2016				
2016	kWh (ΔΕΔΔΗΕ)	kWh (ΔΕΗ)	€	€/kWh
Ιαν	530,952	530,935	71,026	0.13378
Φεβ	482,297	500,246	66,674	0.13328
Μαρ	518,335	518,194	68,330	0.13186
Απρ	468,360	463,495	57,705	0.12450
Μαϊ	474,788	486,034	62,672	0.12895
Ιουν	829,616	837,654	103,270	0.12328
Ιουλ	921,695	915,665	111,549	0.12182
Αυγ	882,350	886,676	109,964	0.12402
Σεπ	698,502	687,836	86,046	0.12510
Οκτ	495,156	491,128	60,786	0.12377
Νοε	501,932	504,542	46,583	0.09233
Δεκ	548,558	531,574	75,392	0.14183
ΣΥΝΟΛΑ	7,352,543	7,353,979	919,996	0.12510

5.3. Φόροι και Ειδικές Χρεώσεις για την ενέργεια που ιδιοκαταναλώνεται

5.3.1. Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης

Σύμφωνα με τα εδάφια 3 & 4, του άρθρου 1 της Υ.Α.ΔΕΦΚ.5025778ΕΞ2010/30-6-2010 και το άρθρο 7 του Ν.3899/17-12-2010, στην ιδιοκαταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από μονάδα ΣΗΘΥΑ, επιβάλλεται Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης ο οποίος ανέρχεται σε 5 €/MWh.

Σημειώνεται ότι δεν επιβάλλεται Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης στην ταυτόχρονα παραγόμενη από την μονάδα ΣΗΘΥΑ, θερμική ενέργεια, η οποία επίσης ιδιοκαταναλώνεται από το Νοσοκομείο για την κάλυψη των αναγκών της σε θερμική ενέργεια

5.3.2. Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας

Η χρέωση Υ.Κ.Ω. επιβάλλεται σύμφωνα με το Ν. 4001/2011, τα άρθρα 55 & 143 παραγ. 2γ, & την Απόφαση 1527/2011 της Ρ.Α.Ε.

Η τιμή της χρέωσης ανέρχεται για το νοσοκομείο σε 17,9 €/MWh καταναλισκόμενης ή/και ιδιοκαταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

5.3.3. Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αέριων Ρύπων

Το Ειδικό Τέλος επιβάλλεται βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας και σύμφωνα με την 772/2014 Απόφαση της Ρ.Α.Ε. Ωστόσο με την απόφαση 3367/2015 του Συμβουλίου της Επικρατείας, κρίθηκε μη σύνομη η επιβολή του στην ιδιοκαταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μονάδες ΣΗΘΥΑ.

Αν και δεν υπάρχει νόμος ο οποίος καταργεί την επιβολή του, ωστόσο σε εφαρμογή της απόφασης ο ΑΔΜΗΕ δεν επιβάλλει την είσπραξη του συγκεκριμένου τέλους.

6. Ετήσιο οικονομικό όφελος

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι ενεργειακοί υπολογισμοί και ο προσδιορισμός του ετήσιου οικονομικού οφέλους από την υποκατάσταση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μέσω της εγκατάστασης και λειτουργίας μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α.

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται συνοπτικά τα μεγέθη του ενεργειακού ισοζυγίου, όπως αυτό αναλύθηκε στο κεφάλαιο 6. Για τη συμπλήρωση του πίνακα θεωρήθηκαν πρόσφατες τιμές αγοράς φυσικού αερίου, όπως αυτές προαναφέρονται στην παράγραφο 6.1 και η μέση τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας όπως αυτή προαναφέρεται στην παράγραφο 6.2.

Σημειωτέον, στους υπολογισμούς του ετήσιου λειτουργικού κόστους και οφέλους από την εγκατάσταση της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., συνυπολογίζονται και οι επιπρόσθετες χρεώσεις (Ε.Φ.Κ και Υ.Κ.Ω) όπως αυτές προέρχονται από την κείμενη νομοθεσία. Ωστόσο, είναι αντιληπτό ότι αυτές οι χρεώσεις ενδέχεται να μεταβληθούν στο μέλλον και συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια απόσβεσης του έργου. Σε περίπτωση που αυτές μειωθούν ή μηδενιστούν, τότε η διάρκεια απόσβεσης και άλλοι οικονομικοί δείκτες του έργου αναμένεται να βελτιωθούν.

Πίνακας 8: Υπολογισμός ετήσιου οικονομικού οφέλους

424 ΓΕΝΙΚΟ ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ		
ΥΠΟΚΑΘΙΣΤΑΜΕΝΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ ΑΠΟ ΣΗΘ		
Ετήσιες ώρες λειτουργίας μονάδας	6.302	h
Εγκατεστημένη Ισχύς Μονάδας ΣΗΘ	911	kWth
Ετήσια Παραγωγή Θερμότητας από ΣΗΘ [MWh]	5.741	MWh
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΘΕΡΜΑΝΣΗ		
Βαθμός απόδοσης συμβατικής εγκατάστασης	90%	
Ετήσια υποκαθιστάμενη ενέργεια από λέβητες	3.902	MWh
Ετήσια απορρόφηση καυσίμου	4.336	MWh
Κόστος καυσίμου (Φυσικό αέριο)	49,315	€/MWh
Ετήσια δαπάνη καυσίμου	213.832	€
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΨΥΞΗ		
Βαθμός απόδοσης συμβατικής εγκατάστασης	3,00	
Ετήσια υποκαθιστάμενη ψυκτική ενέργεια	1.287	MWh
Ετήσια υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας	429	MWh
Τιμή Προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας	125,10	€/MWh
Ετήσια δαπάνη ηλεκτρικής ενέργειας	53.674	€
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΜΟΝΑΔΑ ΣΗΘ		
	800	kWe
Ολικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ	87,5%	
Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ	42,3%	
Θερμικός βαθμός απόδοσης ΣΗΘ	45,2%	
Ετήσια απορρόφηση καυσίμου ΣΗΘ	12.702	MWh
Κόστος καυσίμου ΣΗΘ (Φυσικό αέριο)	31,406	€/MWh
Ετήσια δαπάνη καυσίμου ΣΗΘ	398.913	€
Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ΣΗΘ	5.240	MWh
Τιμή προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας	125,1	€/MWh
Ε.Φ.Κ. ιδιοκατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (ΦΕΚ1001/30-6-2010 & άρθρο 7 Ν.3899/2010)	26.200	
Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας	93.797	
ΕΤΜΕΑΡ (Απόφαση 772/2014 της ΡΑΕ)	0	€
Ετήσιο έσοδο υποκατάστασης ηλεκτρικής ενέργειας	655.542	€
Ετήσιο κόστος συντήρησης μονάδος ΣΗΘ & ψύκτη απορρόφησης	110.000	€
Ετήσιο λειτουργικό κόστος ΣΗΘ	-26.631	€
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ		
Ετήσιο οικονομικό όφελος επένδυσης ΣΗΘ	294.137	€
ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ		
Κόστος μονάδας ΣΗΘΥΑ και ψύκτη απορρόφησης	1.600.000	€
Κόστος μελετών & αδειοδοτήσεων	45.000	€
ΦΠΑ 24%	394.800	€
ΣΥΝΟΛΟ - Αρχικό κόστος επένδυσης (με ΦΠΑ)	2.039.800	€
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	6,9	€

Συνολικά υπολογίζεται συνολική ετήσια απομείωση του ενεργειακού κόστους του Νοσοκομείου, χάρη στη λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και του Ψύκτη Απορρόφησης, ίσο με 294.137 €.

6.1. Απομείωση ενεργειακού κόστους μέσω υποκατάστασης θερμικής - ψυκτικής και ηλεκτρικής ενέργειας

Σύμφωνα με τους ενεργειακούς υπολογισμούς, η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. αναμένεται να ανέλθει σε 5.240 MWh/έτος και λαμβάνεται για τους υπολογισμούς σταθερή καθ' όλη την εικοσαετή διάρκεια λειτουργίας του έργου.

Το συνολικό οικονομικό όφελος από την ιδιοκατανάλωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τη μονάδα ΣΗΘΥΑ, ανέρχεται σε 655.542 €/έτος, λαμβάνοντας ως μέση σταθμισμένη τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 125,1/kWh, όπως αναλύθηκε παραπάνω στην παράγραφο 6.2.

Επιπλέον, υπολογίζεται ότι θα υποκαθίσταται ετησίως θερμική ενέργεια, τελικής μορφής, ίση με 3.902 MWh ή πρωτογενής ενέργεια ίση με 4.336 MWh, θεωρώντας βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης ίσο με 90%, από τη λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Λαμβάνοντας το κόστος προμήθειας καύσιμου φυσικού αερίου για τη λειτουργία των λεβητών ίσο με 49,315 €/MWh, όπως προαναφέρεται στην παράγραφο 6.1., προκύπτει ετήσιο όφελος από την υποκατάσταση θερμικής ενέργειας ίσο με 213.832€.

Τέλος λόγω της υποκατάστασης ψυκτικής ενέργειας μέσω της εγκατάστασης και λειτουργίας του ψύκτη απορρόφησης, υπολογίζεται ετήσια μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ίση με 429 MWh. Λαμβάνοντας υπόψη ότι, το μέσο ετήσιο σταθμισμένο κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας του Νοσοκομείου από τη Δ.Ε.Η. υπολογίστηκε σε 125,1 €/MWh, υπολογίζεται ετήσιο οικονομικό όφελος υποκατάστασης ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, ίσο με 53.674€.

Αθροιστικά από τα παραπάνω υπολογίζεται ετήσια μείωση του ενεργειακού λειτουργικού κόστους, από την υποκατάσταση ενέργειας, χάρη στη λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και του Ψύκτη Απορρόφησης, ίσο με 923.048 €.

6.2. Κόστος λειτουργίας της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και του Ψύκτη Απορρόφησης

Στην παρούσα παράγραφο υπολογίζονται οι προβλεπόμενες χρηματικές εκροές, λόγω της λειτουργίας της μελετώμενης εγκατάστασης.

Στα ετήσια λειτουργικά έξοδα της μονάδας λογίζονται το κόστος προμήθειας φυσικού αερίου καθώς επίσης και το κόστος συντήρησης της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α. και του Ψύκτη Απορρόφησης.

Τέλος στις προβλεπόμενες χρηματικές εκροές θα πρέπει να συνυπολογισθούν η καταβολή του Ε.Φ.Κ. και της χρέωσης Υ.Κ.Ω. επί της ιδιοκαταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α..

Από το ενεργειακό ισοζύγιο υπολογίζεται ότι η ετήσια κατανάλωση της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., σε καύσιμο φυσικό αέριο ανέρχεται σε 12.702 MWh. Λαμβάνοντας τιμή προμήθειας καυσίμου φυσικού αερίου ίση με 31,406 €/MWh, υπολογίζεται ετήσιο κόστος αγοράς φυσικού αερίου ίσο με 398.913 €.

Στα λειτουργικά έξοδα λογίζονται και τα έξοδα ετήσιας συντήρησης της μονάδας συμπαραγωγής καθώς και του Ψύκτη Απορρόφησης. Το κόστος συντήρησης προσδιορίζεται από τον εκάστοτε κατασκευαστή λαμβάνοντας υπόψη τις ώρες ετήσιας λειτουργίας της μονάδας. Κατά κανόνα το κόστος συντήρησης, αποτελεί σταθμισμένο κόστος σε βάθος δεκαετίας. Η στάθμιση περιλαμβάνει την κλιμάκωση των απαιτούμενων εργασιών σε βάθος χρόνου λειτουργίας.

Θα πρέπει να εξασφαλιστεί ότι στην ετήσια συντήρηση πρέπει να περιλαμβάνεται όλη η πλήρης τεχνική κάλυψη της λειτουργίας της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., του Ψύκτη Απορρόφησης και του παρελκόμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που περιλαμβάνεται στην εγκατάσταση τριπαραγωγής (αντλίες, δοχεία κ.λ.π.).

Ως πλήρης τεχνική κάλυψη νοείται η προληπτική και η επανορθωτική συντήρηση του συνόλου της εγκατάστασης τριπαραγωγής, συμπεριλαμβανομένων τυχόν εργασιών πριν και μετά τη συντήρηση για την αποσύνδεση και

επανασύνδεση της εγκατάστασης τριπαραγωγής αφενός στο δίκτυο φυσικού αερίου και τους συλλέκτες ζεστού – ψυχρού νερού, αφετέρου στην ηλεκτρική εγκατάσταση του νοσοκομείου (Γ.Π.Μ.Τ.).

Για να εξασφαλίσουμε την κατά το δυνατό ορθότητα της παρούσας μελέτης, θα πρέπει στην έννοια της πλήρους τεχνικής κάλυψης να περιλαμβάνεται και το κόστος, εργασίας, ανταλλακτικών και αναλώσιμων της πρώτης πλήρους ανακατασκευής, η οποία είναι απαραίτητη μετά από την ετήσια λειτουργία μίας μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Το κόστος πλήρους τεχνικής κάλυψης λαμβάνεται ίσο με 110.000 €/έτος.

Επιπλέον, στα ετήσια λειτουργικά έξοδα συμπεριλαμβάνονται οι Χρεώσεις Υ.Κ.Ω. επί της ιδιοκαταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, οι οποίες λαμβάνονται ίσες με 17,9€/MWh σύμφωνα με τα τιμολόγια της ΔΕΗ και αθροίζονται σε 93.797 €/έτος.

Με την Υπουργική Απόφαση ΔΕΦΚ.502577ΕΞ2010 (ΦΕΚ 1001/30.6.2010), απαλλάσσεται από τον Ε.Φ.Κ. η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αιολική, ηλιακή, γεωθερμική, παλιρροϊκή ενέργεια και ενέργεια κυμάτων και χρησιμοποιείται για ίδια χρήση. Είναι αντιληπτό ότι η ενέργεια που παράγεται από μονάδας συμπαραγωγής δεν περιλαμβάνεται στις προβλέψεις της παραπάνω απόφασης, ωστόσο δεν είναι απίθανο να προκύψει σχετική νομοθετική ρύθμιση στο μέλλον, καθιστώντας τους οικονομικούς δείκτες του έργου ακόμη καλύτερους.

Επί του παρόντος, λαμβάνεται Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης ιδιοκαταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ίσος με 5 €/MWh σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 7 του Ν. 3899/2010 για «μη επιχειρηματική χρήση» όπως αυτή ορίζεται στην παρ. 3 του άρθρου 1. Το συνολικό ετήσιο έξοδο από την επιβολή του Ε.Φ.Κ. ανέρχεται σε 26.200 €.

Αθροιστικά από τα παραπάνω υπολογίζεται ετήσια χρηματική εκροή από τη λειτουργία του συστήματος τριπαραγωγής ίση με 628.911 €.

7. Οικονομική αξιολόγηση

7.1. Δείκτες οικονομικής αξιολόγησης

Για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης χρησιμοποιούνται οι παρακάτω δείκτες:

- Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής
- Καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης (N.P.V.)
- Εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης (I.R.R.)

7.2. Αρχικό κόστος επένδυσης

Το αρχικό κόστος επένδυσης περιλαμβάνει το κόστος προμήθειας, μεταφοράς, εγκατάστασης και θέσης σε λειτουργία της εγκατάστασης. Πιο αναλυτικά, στο παραπάνω κόστος συμπεριλαμβάνονται τα εξής επιμέρους κόστη:

- Προμήθεια, μεταφορά και εγκατάσταση της μονάδας συμπαραγωγής υψηλής αποδοτικότητας (Σ.Η.Θ.Υ.Α.)
- Προμήθεια, μεταφορά και εγκατάσταση του Ψύκτη Απορρόφησης για παραγωγή ψύξης μέσω της παραγόμενης θερμικής ενέργειας από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. (Ψύκτης Απορρόφησης)
- Προμήθεια, μεταφορά και εγκατάσταση δοχείου αποθήκευσης θερμικής ενέργειας, δηλαδή ζεστού νερού (buffer tank)
- Ηχομόνωση για περιορισμό της ηχορύπανσης από τη λειτουργία της μονάδας συμπαραγωγής
- Όλα τα απαιτούμενα έργα, εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός για την ασφαλή λειτουργία του συστήματος
- Κατασκευή όλων των απαραίτητων συνδέσεων της μονάδας συμπαραγωγής, ψύκτη απορρόφησης και δοχείου αποθήκευσης θερμικής ενέργειας με τα υφιστάμενα συστήματα παραγωγής και διανομής θερμικής, ψυκτικής και ηλεκτρικής ενέργειας

- Κατασκευή συνδέσεων με τα δίκτυα Κοινής ωφελείας (ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, ύδρευση)
- Προμήθεια και εγκατάσταση συστήματος καταγραφής και παρακολούθησης της μονάδας συμπαγωγής
- Μελέτη και υπηρεσίες υποστήριξης του έργου από τη φάση της κατασκευής μέχρι τη φάση της λειτουργίας, καθώς αυτές κρίνονται απαραίτητες χάρη στην ιδιαιτερότητα της προκείμενης τεχνολογίας

Τα παραπάνω κόστη εμφανίζονται συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα (λαμβάνεται υπόψη η εγκατάσταση της μονάδας στη θέση όπου απαιτείται μεγαλύτερο κόστος, έτσι ώστε η μελέτη να καλύπτει τη χειρότερη περίπτωση κόστους:

Πίνακας 9: Αρχικό κόστος επένδυσης

ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	(€)
Κόστος μονάδας ΣΗΘΥΑ (με οικίσκους με κατάλληλη μόνωση (θερμική – ηχητική) θεωρώντας ότι η μονάδα θα εγκατασταθεί στην τρίτη εναλλακτική θέση)	1.300.000
Κόστος Ψύκτη Απορρόφησης	
Κόστος Πύργου Ψύξης	
Οικοδομικές εργασίες και προμήθεια δοχείου αποθήκευσης θερμικής ενέργειας	150.000
Εργασίες τροποποίησης δικτύου φυσικού αερίου (επέκταση και σύνδεση με μονάδα συμπαραγωγής)	55.000
Ηλεκτρολογικές εργασίες για τη σύνδεση του συστήματος συμπαραγωγής με την υφιστάμενη ηλεκτρική εγκατάσταση συμπεριλαμβανόμενων υλικών	95.000
Μελέτη και υποστήριξη έργου (κατασκευή μέχρι και λειτουργία)	45.000
ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ	1.645.000
ΦΠΑ 24%	394.800
ΣΥΝΟΛΟ – Αρχικό κόστος επένδυσης (με ΦΠΑ)	2.049.800

7.3. Αποτελέσματα οικονομικής αξιολόγησης

7.3.1. Προβλεπόμενες Χρηματοδοτικές Χρηματορροές της Επένδυσης

Από την ανάλυση του οφέλους (υποκατάσταση πρωτογενούς καταναλισκόμενης ενέργειας) και τους κόστους (κόστος καυσίμου) από τη λειτουργία της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α., του ετήσιου λειτουργικού κόστους της μονάδας (καύσιμο, συντήρηση, Ε.Φ.Κ. και Υ.Κ.Ω.), προκύπτει ετήσιο οικονομικό όφελος ίσο με **294.137€**.

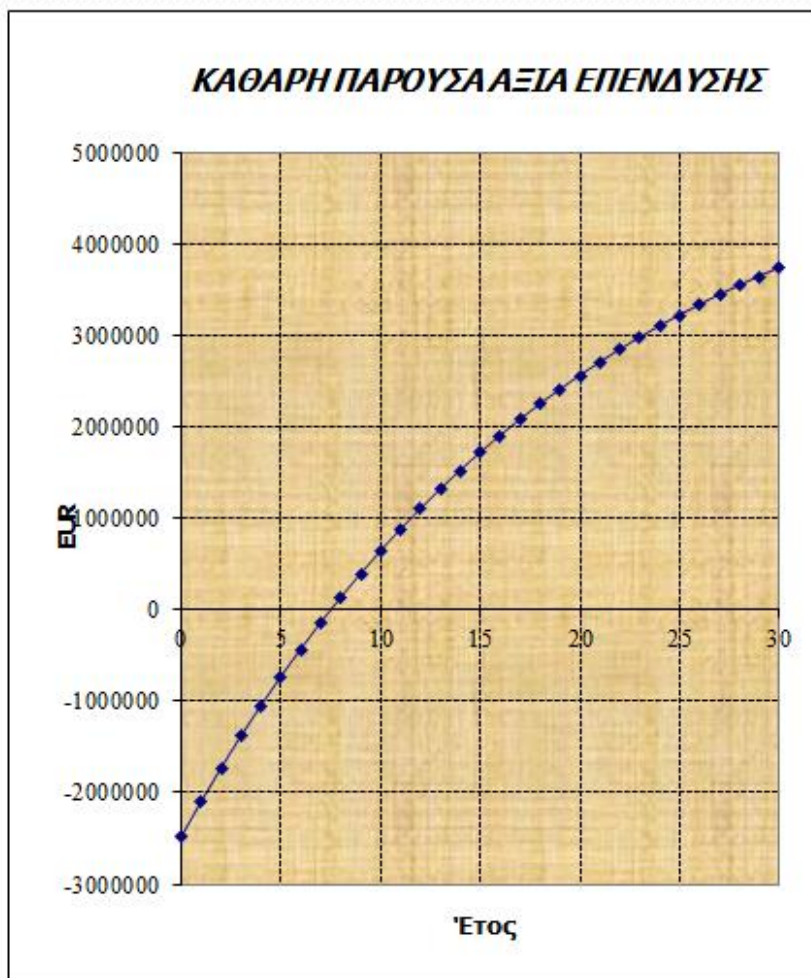
Παρακάτω εξετάζονται οι προβλεπόμενες χρηματοροές καθώς και οι προβλεπόμενες εισροές και εκροές κεφαλαίου που αφορούν μόνο στη λειτουργία της μονάδας. Βάσει αυτών των θα υπολογιστούν:

- Η έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής
- ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (δείκτης I.R.R.) και
- η Καθαρή Παρούσα Αξία (N.P.V.)

Σημειωτέων, όλοι οι υπολογισμοί γίνονται λαμβάνοντας υπόψη τη διάρκεια ζωής της μονάδας, η οποία φτάνει στα τριάντα έτη.

Πίνακας 10: Οικονομική αξιολόγηση έργου

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης		
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης		
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία, d		5,0%
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή, φ		0%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου, v		20
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης, ϵ		0%
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, C , EUR	2.039.800	
Ετήσιο λειτουργικό όφελος, EUR	294.137	Ετος
Ετήσιο καθαρό όφελος κατά το έτος t , $F_t = f_t \cdot \varphi \cdot (f_t - C/v)$, EUR	280.131	1
	266.791	2
	254.087	3
	241.987	4
	230.464	5
	219.490	6
	209.038	7
	199.084	8
	189.604	9
	180.575	10
	171.976	11
	163.787	12
	155.987	13
	148.559	14
	141.485	15
	134.748	16
	128.331	17
	122.220	18
	116.400	19
	110.857	20
	105.578	21
	100.551	22
	95.763	23
	91.203	24
	86.860	25
	82.723	26
	78.784	27
	75.033	28
	71.460	29
	68.057	30
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB		8,7 έτη
Καθαρή παρούσα αξία, NPV		1.625.800
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR		14,15%



Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα, η Καθαρή Παρούσα Αξία (N.P.V.) του μελετώμενου έργου, η οποία υπολογίστηκε με κόστος κεφαλαίου 5% είναι θετική. Ως εκ τούτου, η υλοποίηση του έργου είναι συμφέρουσα.

Οι ίδιες ετήσιες καθαρές χρηματορροές που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της Καθαρής Παρούσας Αξίας, χρησιμοποιήθηκαν και για τον υπολογισμό του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης.

Ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (I.R.R.) υπολογίστηκε ίσος με 14,15%, αρκετά μεγαλύτερος από το κόστους χρήματος, το οποίο λήφθηκε ίσο με 5%. Ως εκ τούτου συμπεραίνουμε ότι η υλοποίηση του μελετώμενου έργου είναι συμφέρουσα και θα αποφέρει κέρδος στο Νοσοκομείο (πιο ευρέως στο Κράτος).

8. Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας για ένα μεγάλο ελληνικό νοσοκομείο. Η προτεινόμενη μονάδα είναι τύπου υψηλής αποδοτικότητας, ήτοι Σ.Η.Θ.Υ.Α.. Επιπλέον, προτείνεται η εγκατάσταση και ψύκτη απορρόφησης, για την παραγωγή ψυχρών νερών χρήσης, καθώς και η εγκατάσταση δοχείου αποθήκευσης θερμικής ενέργειας για τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης του συστήματος.

Η αρχή λειτουργίας και η πηγή του οφέλους από την εγκατάσταση και λειτουργίας τέτοιων συστημάτων έγκειται στην υποκατάσταση της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας, για κάλυψη θερμικών και ηλεκτρικών αναγκών, από το δίκτυο (ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου) με ενέργεια παραγόμενη από μία μονάδα. Μάλιστα, όπως προαναφέρεται, ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων συμπαραγωγής είναι υπερδιπλάσιος από τον αντίστοιχο βαθμό απόδοσης συστημάτων τα οποία παράγουν αποκλειστικά και μόνο μία μορφή ενέργειας.

Όπως συμπεραίνουμε από την παρούσα εργασία, θα πρέπει να γίνει τόσο τεχνική όσο και οικονομική αξιολόγηση του έργου, έτσι ώστε να παραχθεί πλήρης εικόνα η οποία θα υποδείξει αν η υλοποίηση αυτού είναι συμφέρουσα ή όχι.

Επιπλέον, διακρίνονται τα βασικά βήματα για την παραπάνω διαδικασία. Η προτεινόμενη μονάδα θα πρέπει να μπορεί να συνδεθεί με την υφιστάμενη ηλεκτρική εγκατάσταση, όπως και με την υφιστάμενη εγκατάσταση παραγωγής και διανομής ζεστών και ψυχρών νερών χρήσης και με την υφιστάμενη εγκατάσταση θέρμανσης.

Έπειτα, πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα σύνδεσης της μονάδας στο δίκτυο φυσικού αερίου του νοσοκομείου, έτσι ώστε αυτή να τροφοδοτείται με καύσιμο. Αξίζει να σημειωθεί ότι θα πρέπει να υπάρχουν ξεχωριστοί μετρητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

Επόμενο σημείο στο οποίο αξίζει να σταθούμε, είναι η διάκριση του νόμου σε παραγωγούς οι οποίοι καλύπτουν αποκλειστικά ιδιοκαταναλώσεις και σε παραγωγούς οι οποίοι πωλούν ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Στην προκειμένη περίπτωση, προτιμήθηκε η μελέτη του συστήματος υπό τη δεύτερη λογική έτσι ώστε να απλουστευθεί η διαδικασία της οικονομικής μελέτης.

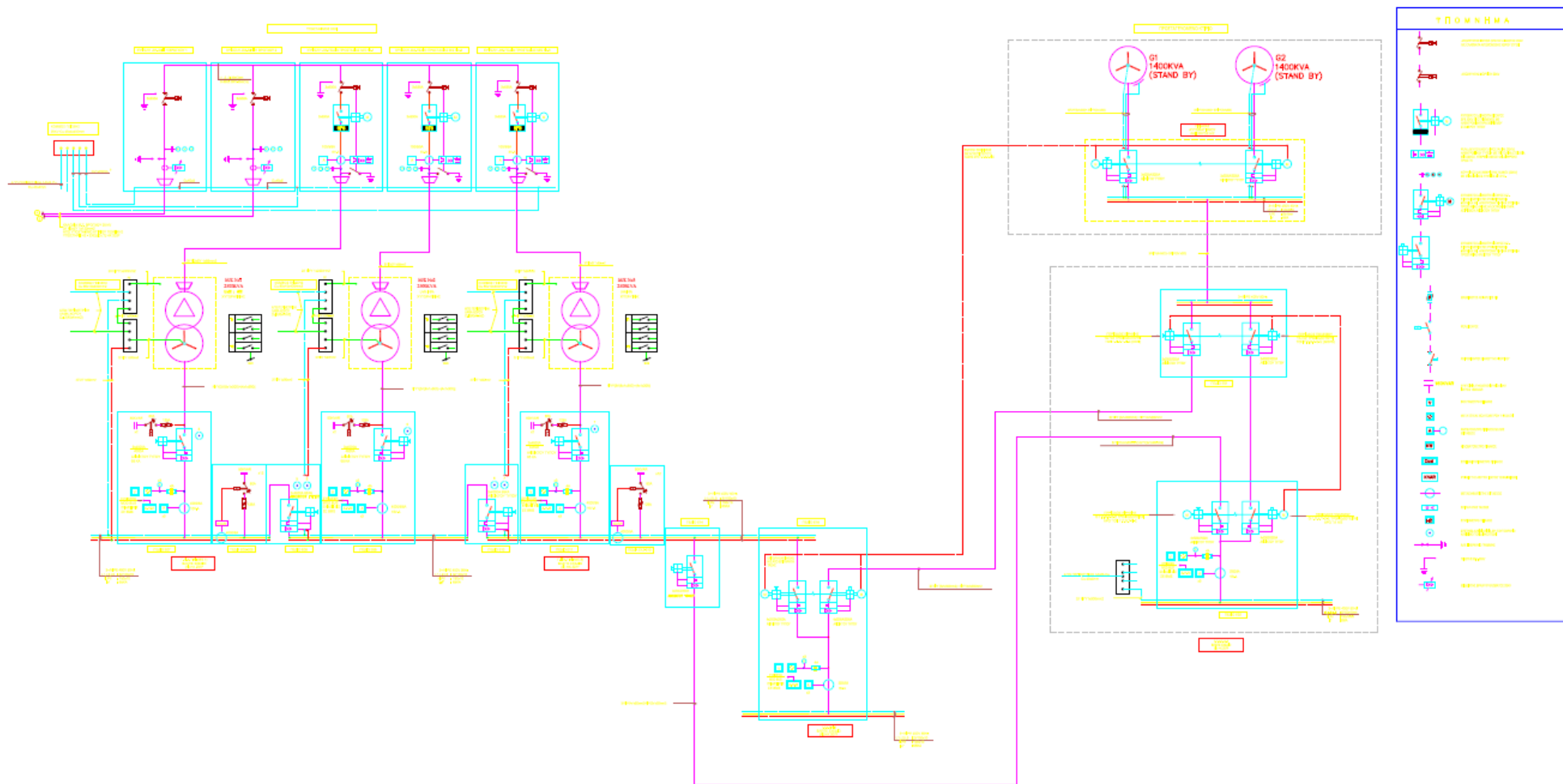
Για το σχεδιασμό της μονάδας έγινε συλλογή και επεξεργασία δεδομένων για τις ανάγκες του νοσοκομείου, για κάλυψη θερμικών, ηλεκτρικών και ψυκτικών αναγκών. Για τη βελτιστοποίηση του βαθμού απόδοσης της εγκατάστασης, επελέγη η προτεινόμενη μονάδα να παρακολουθεί το ηλεκτρικό φορτίο βάσης του νοσοκομείου. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι για τον υπολογισμό της απαιτούμενης μονάδας είναι απαραίτητος ο σχεδιασμός των καμπυλών φορτίου του νοσοκομείου (ηλεκτρικών, θερμικών, ψυκτικών).

Οι τελευταίες θα καλύπτονται μέσω λειτουργίας ψύκτη απορρόφησης, ωστόσο συγκριτικά με τις άλλες δύο (ηλεκτρική και θερμική ζήτηση) το ποσοστό υποκατάστασης της ζήτησης σε ψυκτικά φορτία από τον ψύκτη απορρόφησης είναι πολύ μικρότερο, δεδομένου του κακού βαθμού απόδοσης της τεχνολογίας αυτής. Ωστόσο, επιλέγεται η εγκατάστασή του στη λογική της λειτουργίας της μονάδας υψηλής αποδοτικότητας, όπου ελαχιστοποιούνται τυχόν σπατάλες ενέργειας.

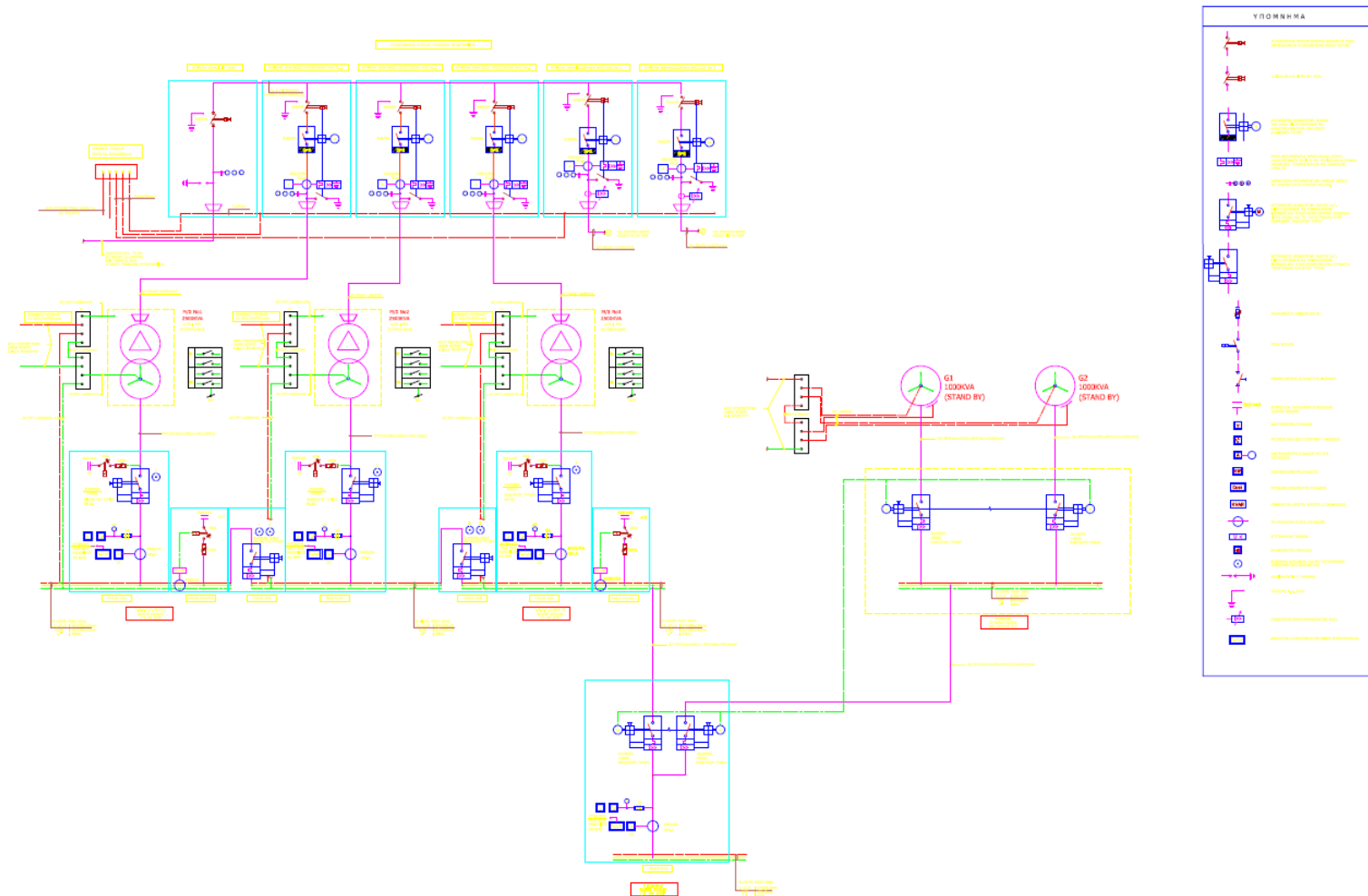
Αναφορικά με την οικονομική αξιολόγηση του έργου, υπολογίστηκαν οι χρηματικές εισροές (όφελος από την υποκαθιστάμενη ενέργεια μέσω λειτουργίας της μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α.) και οι χρηματικές εκροές (κόστος αρχικής επένδυσης, λειτουργίας). Κατόπιν, υπολογίστηκαν οι συντελεστές I.R.R. και N.P.V., από τους οποίους συμπεραίνουμε την οικονομική βιωσιμότητα και την αναμενόμενη κερδοφορία από την εγκατάσταση και λειτουργία της μελετώμενης μονάδας.

Κλείνοντας, αξίζει να αναφερθεί ότι ενδεχομένως οι τιμές που ελήφθησαν για τους υπολογισμούς να αποκλίνουν από την πραγματικότητα, το οποίο όμως δεν μειώνει την ισχύ της μελέτης. Ο λόγος είναι ότι η αγορά συστημάτων παραγωγής ενέργειας και όλου του σχετικού εξοπλισμού, όπως και η χρηματαγορές και η αγορά ενέργειας εξελίσσονται πολύ γρήγορα.

Παράρτημα Ι: Συνημμένα σχέδια



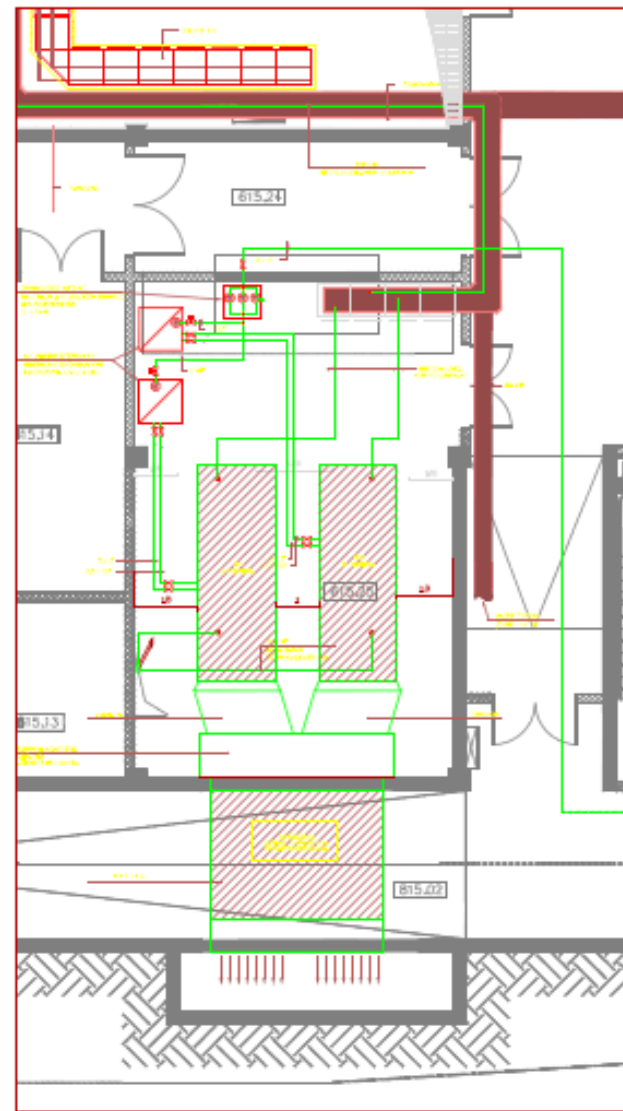
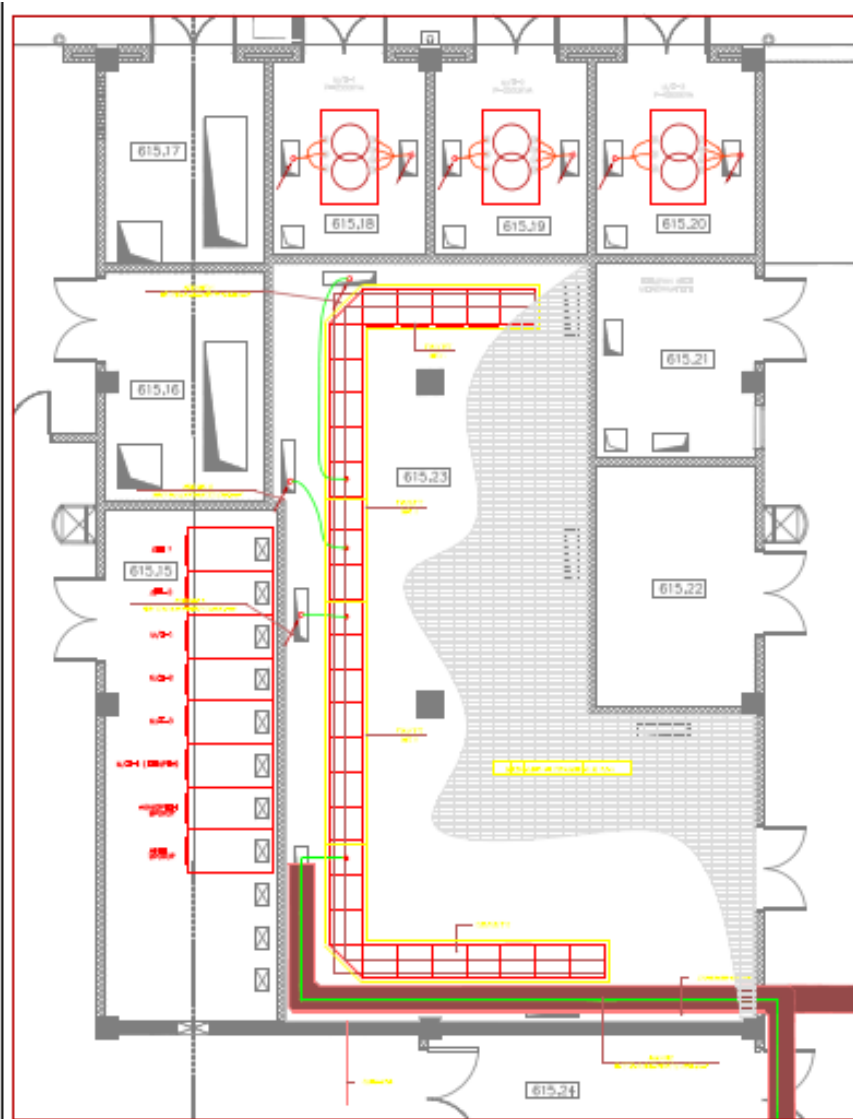
Σχέδιο 4: Γενικός Πίνακας Μέσης Τάσης



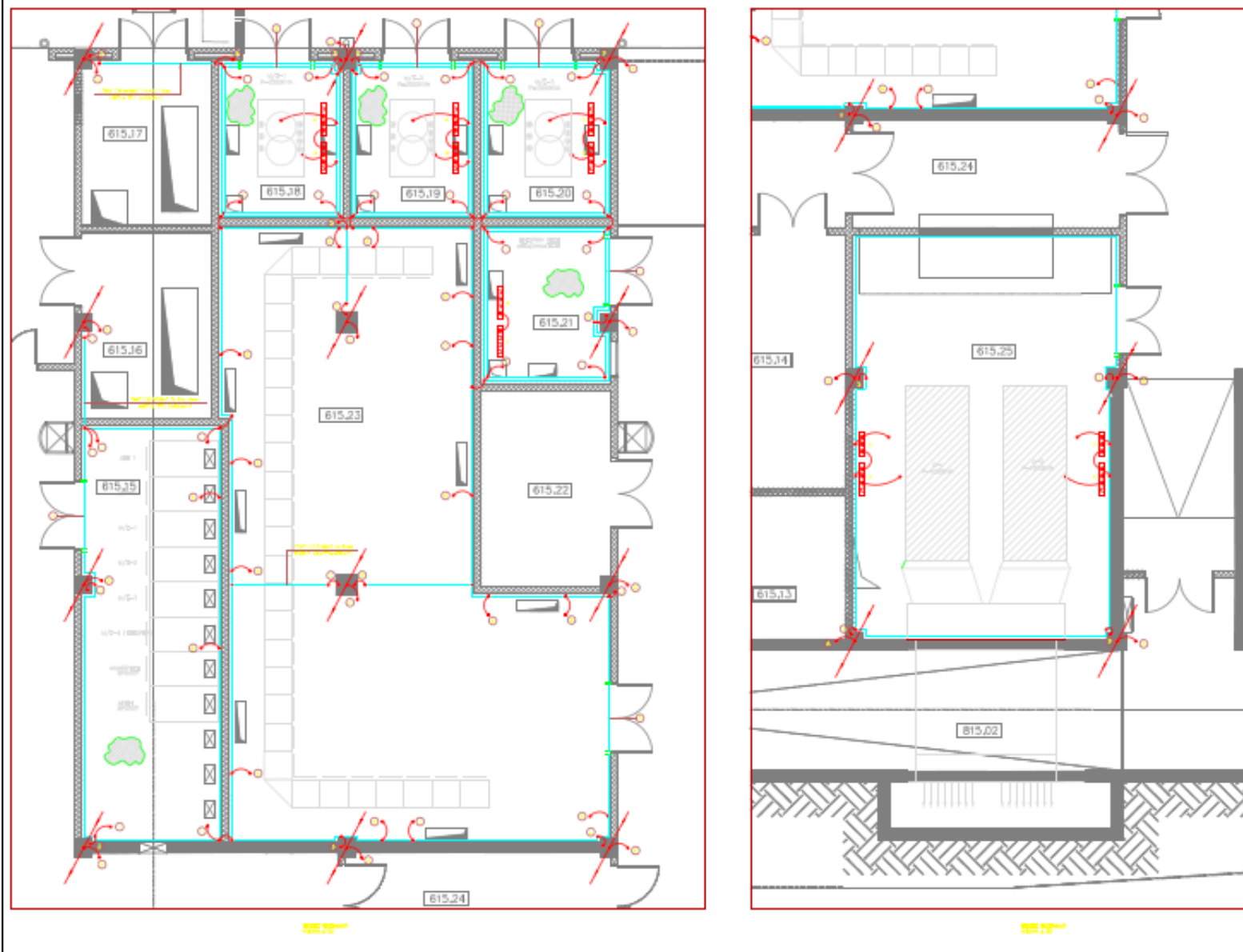
Σχέδιο 5: Υποπίνακας Μέσης Τάσης Κτηρίου Νοσοκομείου



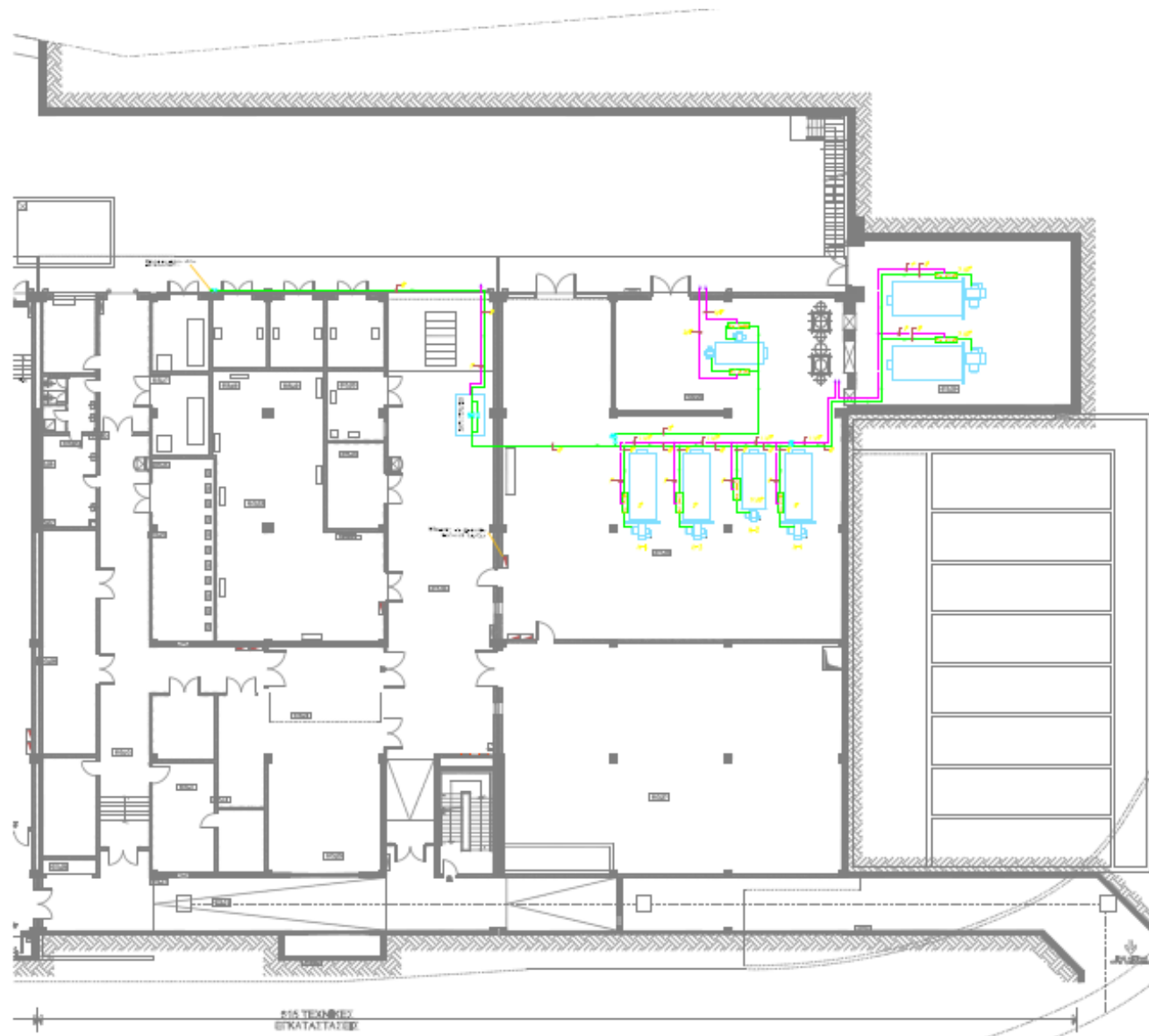
Σχέδιο 6: Κάτοψη υποσταθμού στο Κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης 1/3



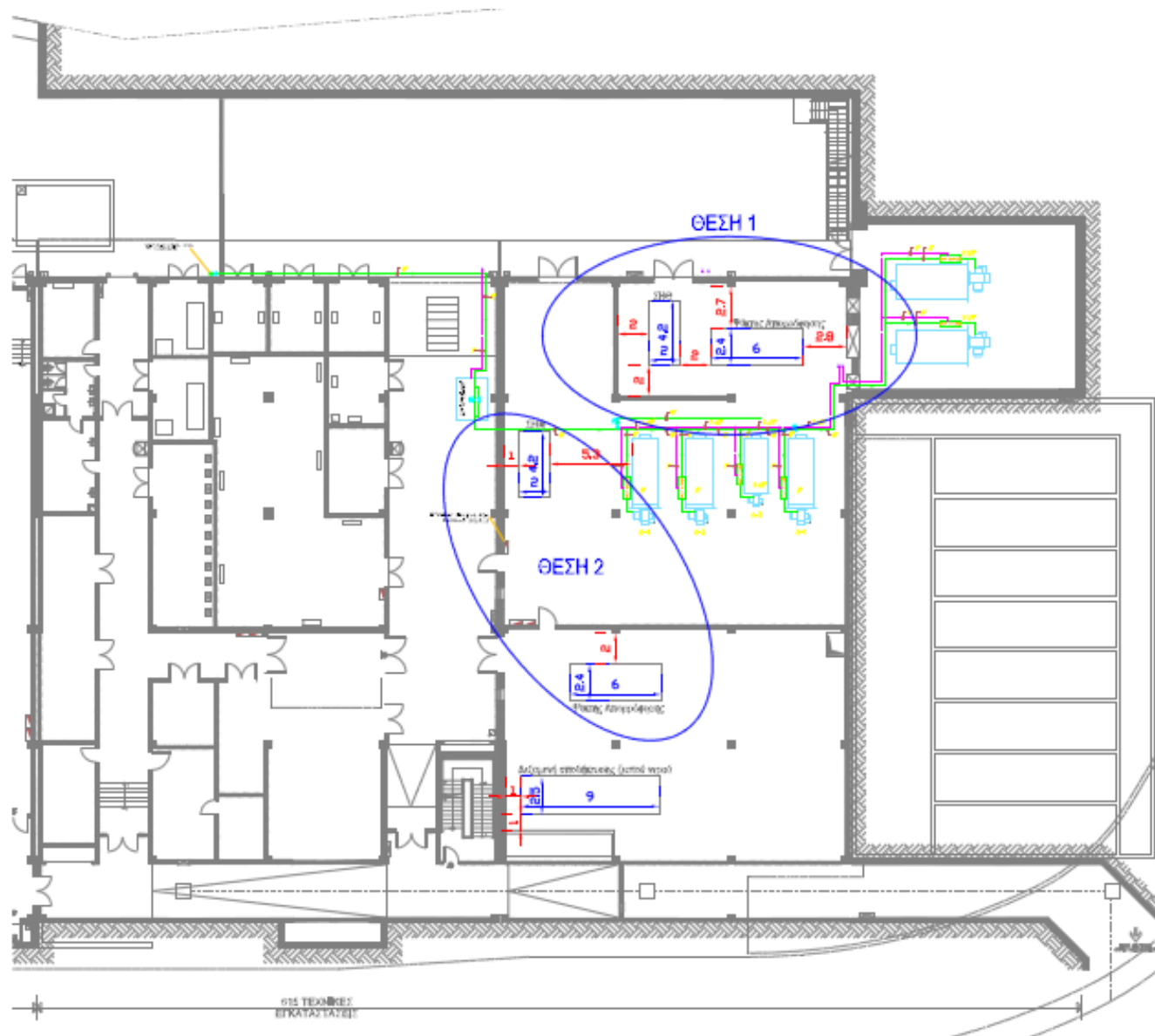
Σχέδιο 7: Κάτοψη υποσταθμού στο Κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης 2/3



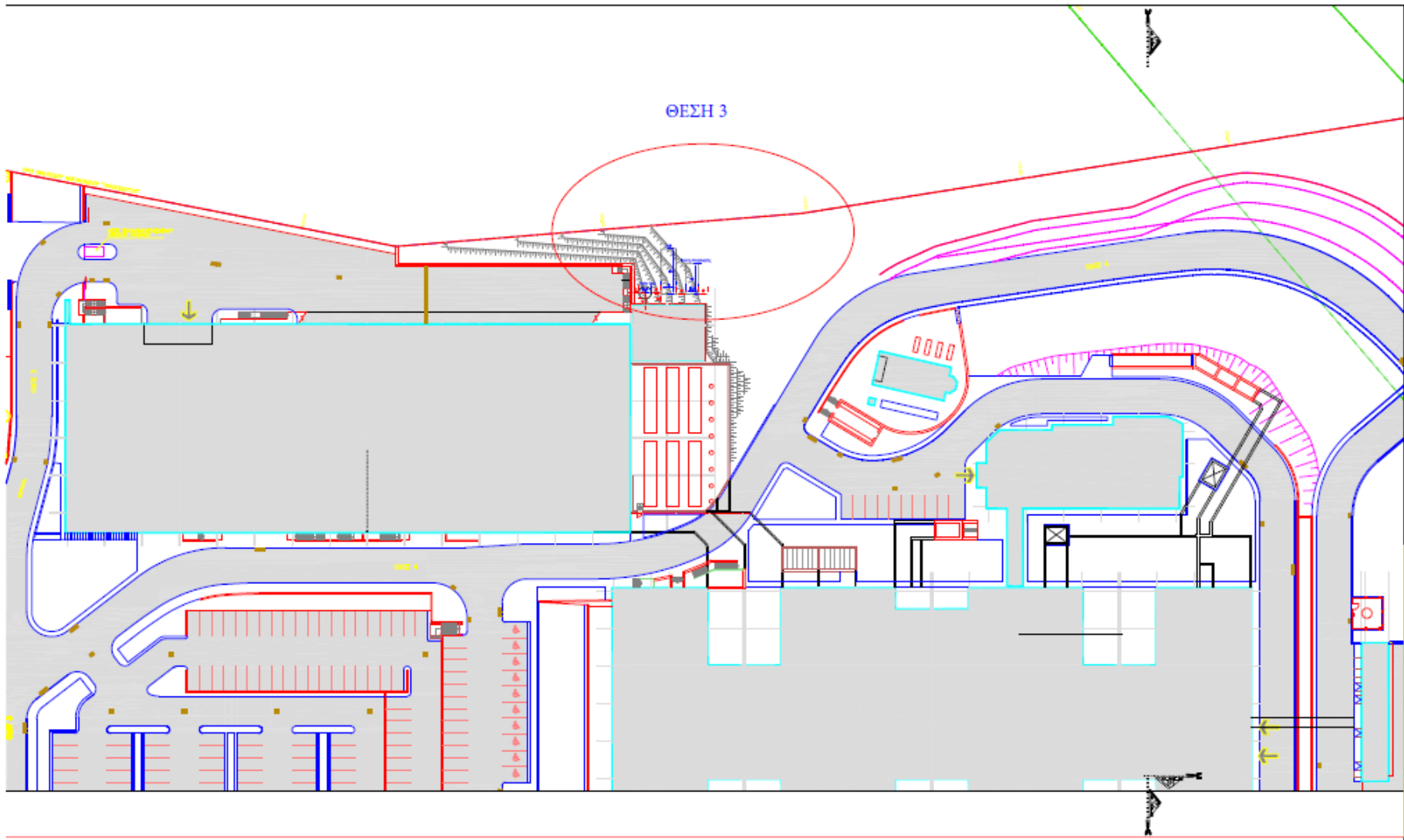
Σχέδιο 8: Κάτοψη υποσταθμού στο Κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης 3/3



Σχέδιο 9: Δίκτυο φυσικού αερίου



Σχέδιο 10: Χωροθέτηση Η/Μ εξοπλισμού μονάδας συμπαραγωγής και ψύκτη (προτεινόμενες θέσεις 1 και 2)



Σχέδιο 11: Χωροθέτηση Η/Μ εξοπλισμού μονάδας συμπαραγωγής και ψύκτη (προτεινόμενη θέση 3)

Παράρτημα II: Πίνακες υπολογισμών

ΕΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ 2016												
Κατανάλωση Φ.Α. για τη θέρμανση του Νοσοκομείου [kWth] - Πρωτογενής Ενέργεια												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαΐ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00	1.025,6	195,4	224,4	0,0	0,0					91,9	449,4	641,1
1:00	803,8	832,0	492,9	27,2	81,1					82,6	366,7	553,4
2:00	1.015,1	188,6	220,7	117,0	30,8					102,3	342,7	613,9
3:00	894,7	665,9	395,3	34,8	33,4					127,7	341,5	617,4
4:00	1.022,1	517,3	553,8	168,8	88,9					133,4	336,4	589,8
5:00	924,4	546,6	202,5	163,0	0,0					95,7	381,3	632,6
6:00	1.117,6	479,6	680,0	72,4	110,1					140,5	408,2	624,6
7:00	985,8	685,4	219,8	0,0	0,0					84,6	442,1	678,7
8:00	1.405,3	863,5	940,5	162,0	196,5					202,8	1.082,9	809,9
9:00	1.151,4	236,2	32,6	4,1	52,1					0,0	533,3	631,3
10:00	1.229,2	222,3	366,6	0,0	0,0					191,5	741,6	729,9
11:00	1.279,6	558,3	353,8	88,4	190,5					0,0	592,6	530,3
12:00	1.184,0	0,0	202,3	60,1	37,1					138,7	580,1	490,5
13:00	1.036,8	165,5	182,9	0,0	0,0					0,0	341,1	428,6
14:00	1.083,1	565,7	190,8	100,5	162,7					215,4	388,5	394,6
15:00	918,5	0,0	0,0	0,0	0,0					0,0	157,5	280,7
16:00	979,1	529,4	300,2	220,8	206,6					252,4	262,8	343,3
17:00	896,3	168,9	281,0	0,0	0,0					0,0	66,5	485,1
18:00	1.108,5	242,1	607,2	291,5	93,5					183,8	208,7	591,3
19:00	1.086,5	565,3	379,2	329,7	89,3					24,1	338,0	730,4
20:00	1.013,4	709,7	807,4	0,0	0,0					100,9	566,3	701,8
21:00	1.095,4	1.133,9	428,4	526,0	185,7					21,7	201,4	664,2
22:00	985,4	386,4	337,6	51,3	0,0					393,3	458,3	741,5
23:00	929,4	947,9	501,4	95,2	245,3					184,1	320,8	613,1

ΕΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ 2016												
Κατανάλωση Φ.Α. για τη θέρμανση του Νοσοκομείου [kWth] - Ενέργεια Τελικής Μορφής												
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00	923,1	175,8	201,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,7	404,5	576,9
1:00	723,4	748,8	443,6	24,5	73,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,3	330,0	498,1
2:00	913,6	169,7	198,6	105,3	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	92,1	308,5	552,5
3:00	805,2	599,3	355,8	31,3	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,9	307,3	555,6
4:00	919,9	465,5	498,5	151,9	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,1	302,7	530,9
5:00	832,0	491,9	182,2	146,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	86,1	343,2	569,3
6:00	1.005,8	431,7	612,0	65,2	99,1	0,0	0,0	0,0	0,0	126,4	367,4	562,1
7:00	887,2	616,9	197,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,1	397,9	610,9
8:00	1.264,7	777,2	846,5	145,8	176,8	0,0	0,0	0,0	0,0	182,5	974,6	728,9
9:00	1.036,3	212,6	29,4	3,7	46,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	480,0	568,2
10:00	1.106,3	200,1	329,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	172,4	667,5	656,9
11:00	1.151,6	502,5	318,4	79,6	171,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	533,4	477,3
12:00	1.065,6	0,0	182,0	54,1	33,4	0,0	0,0	0,0	0,0	124,8	522,1	441,4
13:00	933,1	148,9	164,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	307,0	385,8
14:00	974,8	509,1	171,7	90,5	146,4	0,0	0,0	0,0	0,0	193,9	349,6	355,2
15:00	826,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141,7	252,7
16:00	881,2	476,5	270,2	198,7	185,9	0,0	0,0	0,0	0,0	227,2	236,5	309,0
17:00	806,6	152,1	252,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,9	436,6
18:00	997,6	217,8	546,5	262,3	84,2	0,0	0,0	0,0	0,0	165,4	187,8	532,2
19:00	977,9	508,8	341,3	296,7	80,3	0,0	0,0	0,0	0,0	21,7	304,2	657,4
20:00	912,0	638,8	726,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,9	509,7	631,6
21:00	985,9	1.020,5	385,6	473,4	167,1	0,0	0,0	0,0	0,0	19,5	181,2	597,7
22:00	886,8	347,8	303,9	46,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	354,0	412,5	667,3
23:00	836,5	853,1	451,3	85,7	220,7	0,0	0,0	0,0	0,0	165,7	288,7	551,8

	2015											
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00	764,9	756,6	662,1	656,2	743,7	735,5	877,0	866,6	739,8	653,1	649,7	603,8
1:00	778,2	754,3	658,8	641,7	735,5	695,0	784,7	784,6	726,9	644,4	635,8	600,5
2:00	773,7	752,5	655,6	635,5	727,8	680,4	781,2	780,8	712,7	639,5	637,0	595,4
3:00	768,3	747,8	632,6	630,2	726,4	678,6	777,6	780,5	719,9	656,3	638,2	593,0
4:00	773,4	748,8	644,6	623,2	722,4	677,4	771,3	770,7	710,8	640,0	633,3	588,6
5:00	769,7	751,9	650,4	621,6	722,4	674,3	765,4	767,8	713,6	636,0	632,5	588,7
6:00	825,3	805,2	707,9	658,8	743,1	698,1	820,8	855,8	755,1	675,4	680,0	626,2
7:00	970,7	947,5	874,0	811,8	847,2	847,0	1175,7	1324,3	1019,9	830,0	806,6	789,8
8:00	1053,9	1043,5	967,8	910,7	967,0	1030,6	1378,0	1437,3	1100,6	924,4	895,4	873,6
9:00	1113,4	1135,3	1036,3	984,5	1124,1	1291,6	1577,9	1571,9	1436,4	1053,2	961,1	925,9
10:00	1126,7	1147,2	1041,4	1003,7	1154,6	1366,3	1709,3	1688,2	1528,4	1095,7	1026,4	1004,2
11:00	1105,8	1117,5	1011,4	994,9	1138,3	1340,8	1722,5	1726,3	1506,4	1063,7	990,1	968,2
12:00	1061,8	1075,8	972,5	948,2	1097,7	1298,9	1731,3	1718,4	1486,4	1021,8	947,4	917,2
13:00	1023,3	1027,4	938,4	921,0	1069,1	1268,2	1734,6	1672,5	1455,2	964,9	886,2	847,3
14:00	925,6	917,4	834,3	826,9	987,6	1173,6	1558,8	1536,0	1346,9	880,7	814,4	744,8
15:00	836,8	827,9	738,4	738,5	878,0	1054,0	1316,6	1283,1	1148,8	757,1	690,6	642,6
16:00	813,3	800,7	713,7	714,4	837,6	1020,3	1239,0	1241,0	1102,5	726,2	658,0	613,6
17:00	839,6	816,2	735,5	723,1	855,0	1019,0	1279,4	1288,7	1098,8	737,3	688,6	649,7
18:00	863,7	824,7	728,5	714,8	859,4	994,0	1270,6	1240,4	1081,4	726,6	706,6	692,1
19:00	871,0	848,7	755,7	716,1	859,9	984,6	1222,4	1217,5	1064,8	740,6	718,4	701,0
20:00	842,8	817,8	727,0	697,7	805,9	893,2	1154,9	1150,3	937,6	732,5	718,0	685,8
21:00	823,0	798,1	706,9	691,0	788,5	835,3	1085,3	1096,1	815,0	701,4	685,8	648,9
22:00	801,4	776,8	680,2	677,7	771,7	812,7	1021,0	1058,1	779,2	682,0	663,2	628,3
23:00	791,3	761,9	667,8	662,5	752,3	790,5	994,1	1033,9	748,8	663,4	650,6	617,8

Πίνακας 11: Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος του Νοσοκομείου για την Τυπική Ημέρα κάθε μήνα (έτος αναφοράς 2015) σε KW

2016											
Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
610,4	600,2	589,3	557,7	551,0	905,6	963,9	920,8	764,8	545,2	568,6	664,8
609,4	591,8	586,1	549,8	543,1	884,7	875,3	830,2	743,3	531,4	560,0	620,0
610,1	590,6	579,8	546,0	541,1	876,0	867,0	832,3	742,2	527,7	556,2	617,1
610,4	592,6	566,4	544,5	535,9	862,6	864,1	828,7	737,1	536,1	557,1	606,3
606,7	589,8	571,8	539,6	540,4	852,5	855,1	820,5	728,1	526,0	555,4	598,4
610,3	593,9	576,5	540,4	541,8	854,9	856,8	815,1	724,9	514,6	552,3	600,7
660,8	636,9	618,7	583,8	557,5	863,7	885,4	846,7	761,1	555,0	592,2	609,5
803,8	801,5	769,0	712,1	662,1	1028,2	1073,9	1092,2	945,4	706,4	746,2	826,2
881,5	892,4	870,9	809,1	743,1	1297,8	1311,2	1284,7	1078,7	786,3	855,1	935,9
919,9	948,2	929,0	866,6	805,2	1537,2	1610,5	1492,9	1308,2	862,0	930,0	995,4
953,3	990,8	983,7	898,7	854,1	1586,0	1695,0	1603,0	1454,1	962,2	1018,2	1055,4
904,9	954,6	944,5	862,6	848,1	1599,7	1730,5	1664,2	1432,5	936,5	980,0	1036,5
860,2	900,3	876,8	817,8	798,9	1597,8	1717,9	1637,3	1378,1	890,4	926,6	973,0
815,2	857,4	828,3	769,9	767,0	1563,6	1687,5	1616,7	1344,4	839,3	857,3	907,8
761,8	779,9	748,0	716,6	716,1	1465,6	1583,4	1520,8	1265,1	769,4	779,3	825,3
665,5	672,6	632,9	622,9	618,9	1228,3	1378,5	1323,3	1119,2	655,7	652,0	679,6
638,4	642,3	609,8	581,3	596,9	1177,6	1295,0	1262,6	994,5	623,1	618,4	652,6
670,3	666,0	631,9	592,6	608,4	1172,2	1290,7	1258,6	980,8	631,5	646,3	690,7
677,6	672,2	623,6	576,0	591,3	1147,5	1266,0	1226,9	934,3	607,2	665,5	704,6
687,9	696,6	666,9	584,2	583,4	1126,5	1266,2	1212,6	891,8	630,1	667,4	709,4
674,4	679,3	668,2	603,0	579,4	1071,6	1196,6	1163,2	852,8	613,9	653,2	716,5
644,1	643,4	632,2	591,2	585,1	1013,8	1134,4	1103,8	803,2	581,5	614,6	667,0
633,1	623,7	618,4	577,0	580,5	983,5	1114,0	1075,3	777,8	565,2	592,8	649,4
617,5	607,8	597,6	568,5	566,3	957,2	1080,9	1030,4	754,5	552,6	586,4	635,8

Πίνακας 12: Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος του Νοσοκομείου για την Τυπική Ημέρα κάθε μήνα (έτος αναφοράς 2016) σε KW

	2017											
	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
0:00	678,3	678,0	641,2	585,5	642,0	751,3	862,8	900,6	680,2	0,0	0,0	0,0
1:00	681,4	674,7	634,7	578,9	631,6	737,6	845,3	858,4	663,1	0,0	0,0	0,0
2:00	677,8	675,2	633,9	582,1	629,1	733,6	825,5	842,6	660,1	0,0	0,0	0,0
3:00	681,3	677,0	617,4	583,2	629,0	729,2	816,7	841,8	659,7	0,0	0,0	0,0
4:00	675,9	674,4	626,7	576,6	621,2	719,8	811,7	837,8	653,3	0,0	0,0	0,0
5:00	674,5	672,8	630,4	577,9	623,8	716,0	806,2	834,1	649,0	0,0	0,0	0,0
6:00	709,3	710,3	671,8	605,5	636,1	727,5	820,3	954,8	807,0	0,0	0,0	0,0
7:00	873,0	877,5	842,5	716,6	790,6	917,9	1048,0	1216,3	1048,9	0,0	0,0	0,0
8:00	968,5	964,6	946,8	794,0	911,8	1075,6	1255,2	1392,5	1147,6	0,0	0,0	0,0
9:00	1035,1	1044,4	1025,4	871,6	977,8	1317,0	1539,9	1526,9	1214,8	0,0	0,0	0,0
10:00	1103,7	1102,8	1070,6	904,0	1026,3	1618,6	1648,5	1600,9	1281,0	0,0	0,0	0,0
11:00	1084,6	1088,1	1049,0	883,5	1029,4	1593,4	1647,0	1630,9	1296,2	0,0	0,0	0,0
12:00	1022,1	1036,1	996,8	849,2	1009,5	1550,3	1669,4	1639,4	1298,7	0,0	0,0	0,0
13:00	953,5	980,2	939,5	808,8	956,8	1499,7	1627,7	1607,6	1267,9	0,0	0,0	0,0
14:00	865,1	881,1	848,8	737,3	880,9	1403,4	1535,0	1491,2	1189,2	0,0	0,0	0,0
15:00	738,0	746,1	704,7	643,3	739,5	1172,4	1284,2	1290,9	1034,0	0,0	0,0	0,0
16:00	717,2	719,4	677,0	618,6	698,9	1051,9	1259,6	1238,2	990,6	0,0	0,0	0,0
17:00	742,2	735,3	694,9	630,3	708,7	1047,4	1249,0	1236,9	993,4	0,0	0,0	0,0
18:00	764,3	748,5	698,6	611,3	688,5	1031,3	1221,4	1203,2	977,2	0,0	0,0	0,0
19:00	766,6	771,4	730,5	622,8	695,7	1020,8	1217,7	1183,0	966,8	0,0	0,0	0,0
20:00	750,1	753,2	726,5	614,6	684,2	966,2	1142,1	1142,0	948,9	0,0	0,0	0,0
21:00	723,1	714,5	682,4	622,8	681,1	892,0	1032,4	1097,1	908,6	0,0	0,0	0,0
22:00	702,6	698,8	664,4	615,4	669,4	796,2	906,3	1021,1	828,3	0,0	0,0	0,0
23:00	689,1	689,8	649,7	597,5	649,4	778,2	874,7	921,4	694,2	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 13: Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος του Νοσοκομείου για την Τυπική Ημέρα κάθε μήνα (έτος αναφοράς 2017) σε KW

ΕΤΟΣ 2015				
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη του Νοσοκομείου [kWe]				
Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
57,4	0,0	190,8	180,3	53,5
54,4	0,0	103,6	103,4	45,8
50,7	0,0	104,1	103,6	35,6
52,4	0,0	103,5	106,5	45,8
50,6	0,0	99,5	98,9	39,0
50,7	0,0	93,7	96,1	41,9
0,0	0,0	105,6	140,6	39,9
0,0	0,0	315,9	464,6	160,2
0,0	76,0	423,4	482,8	146,1
82,3	249,8	536,2	530,2	394,6
79,6	291,3	634,3	613,2	453,4
89,6	292,0	673,8	677,5	457,6
92,4	293,6	726,0	713,1	481,1
109,4	308,5	774,9	712,8	495,5
121,1	307,1	692,3	669,5	480,5
114,3	290,2	552,8	519,4	385,0
102,9	285,6	504,3	506,3	367,8
99,4	263,4	523,8	533,1	343,2
94,8	229,5	506,1	475,8	316,8
83,5	208,1	446,0	441,0	288,4
52,4	139,8	401,5	396,9	184,1
58,0	104,9	354,9	365,7	84,6
61,5	102,6	310,9	347,9	69,0
56,4	94,6	298,1	338,0	52,8

Πίνακας 14: Ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος για κάλυψη ψυκτικών φορτίων (έτος αναφοράς 2015)

ΕΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ 2016				
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη του Νοσοκομείου [kWe]				
Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
0,0	319,7	378,0	334,9	178,9
0,0	310,7	301,3	256,3	169,4
0,0	304,9	295,9	261,2	171,1
0,0	294,0	295,5	260,1	168,4
0,0	286,5	289,1	254,5	162,1
0,0	288,6	290,4	248,8	158,6
0,0	261,9	283,6	244,8	159,2
0,0	274,8	320,5	338,8	192,0
0,0	451,0	464,4	437,9	231,9
0,0	630,1	703,5	585,9	401,2
0,0	621,4	730,4	638,5	489,5
0,0	666,3	797,0	730,7	499,1
0,0	717,3	837,4	756,9	497,6
0,0	733,3	857,2	786,4	514,1
0,0	703,5	821,4	758,8	503,1
0,0	578,3	728,5	673,3	469,2
0,0	557,2	674,6	642,2	374,2
0,0	530,0	648,5	616,3	338,6
0,0	507,7	626,3	587,1	294,5
0,0	473,3	612,9	559,3	238,5
0,0	423,1	548,1	514,7	204,4
0,0	393,9	514,5	483,9	183,3
0,0	378,5	508,9	470,3	172,8
0,0	365,6	489,3	438,8	163,0

Πίνακας 15: Ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος για κάλυψη ψυκτικών φορτίων (έτος αναφοράς 2016)

ΕΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ 2017				
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την ψύξη του Νοσοκομείου [kWe]				
Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ
0,0	106,3	217,8	255,6	35,2
0,0	97,3	205,1	218,1	22,9
0,0	93,9	185,9	203,0	20,5
0,0	91,6	179,1	204,3	22,1
0,0	84,8	176,7	202,9	18,3
0,0	80,1	170,3	198,2	13,2
0,0	60,9	153,7	288,2	140,4
0,0	97,9	228,0	396,2	228,9
0,0	158,4	338,1	475,4	230,4
0,0	326,2	549,1	536,0	224,0
0,0	577,1	607,0	559,4	239,5
0,0	566,5	620,1	604,0	269,3
0,0	567,6	686,6	656,7	316,0
0,0	572,0	700,0	679,9	340,2
0,0	560,8	692,3	648,6	346,5
0,0	458,1	569,8	576,6	319,7
0,0	365,7	573,4	552,0	304,4
0,0	345,1	546,8	534,6	291,1
0,0	329,1	519,1	500,9	274,9
0,0	303,4	500,3	465,6	249,4
0,0	260,4	436,4	436,3	243,2
0,0	207,3	347,7	412,3	223,8
0,0	126,0	236,2	351,0	158,2
0,0	123,2	219,6	266,3	39,1

Πίνακας 16: Ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος για κάλυψη ψυκτικών φορτίων (έτος αναφοράς 2017)

Παράρτημα III: Φυλλάδια τεχνικών προδιαγραφών μονάδας
Σ.Η.Θ.Υ.Α. και Ψύκτη Απορρόφησης

2G Η επιλογή μας βάσει μελέτης
CENERGY
Advanced Clean Energy Technologies


CHP MODULE	2G 400 NG	2G 600 NG	2G 800 NG	2G 1200 NG	2G 1560 NG	2G 2000 NG
Prime Mover	MWM	MWM	MWM	MWM	MWM	MWM
Engine Type	TCG 2016	TCG 2016	TCG 2016	TCG 2020	TCG 2020	TCG 2020
Arrangement	2G Optimized	2G Optimized	2G Optimized	2G Optimized	2G Optimized	2G Optimized
Cylinders	V 8	V 12	V 16	V 12	V 16	V 20
Displacement	17.5 L / dm ³	26.3 L / dm ³	35.0 L / dm ³	53.1 L / dm ³	70.8 L / dm ³	88.5 L / dm ³
Compression	(12:1)	(12:1)	(12:1)	(13.5:1)	(13.5:1)	(13.5:1)
Speed	1500 RPM	1500 RPM	1500 RPM	1500RPM	1500RPM	1500 RPM
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Voltage	400 V	400 V	400 V	400 V	400 V	400 V
Electrical	400 ekW	600 ekW	800 ekW	1,200 ekW	1,560 ekW	2,000 ekW
Thermal	452 kW	693 kW	911 kW	1,303 kW	1,720 kW	2,168 kW
Combined	852 kW	1,293 kW	1,711 kW	2,503 kW	3,280 kW	4,168 kW
Thermal Heat BTU	1,542,288	2,364,614	3,108,460	4,446,020	5,868,883	7,397,522
EFFICIENCIES						
Electrical %	42.20	42.00	42.30	43.70	43.30	43.70
Thermal %	45.00	45.70	45.20	43.50	44.00	43.30
Combined %	87.20	87.70	87.50	87.20	87.30	87.00
Consumption per h	3234 MBtu/h	4879 MBtu/h	6452 MBtu/h	9383 MBtu/h	12304 MBtu/h	15637 MBtu/h
Natural Gas	MN 80	MN 80	MN 80	MN 80	MN 80	MN 80
EMISSIONS						
CO mg/Nm ³	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000	<1000
NOx mg/Nm ³	<500	<500	<500	<500	<500	<500
HCHO mg/Nm ³	<60	<60	<60	<60	<60	<60
NMHC mg/Nm ³	<150	<150	<150	<150	<150	<150
SO2 mg/Nm ³	<310	<310	<310	<310	<310	<310

ALL UNITS ARE AVAILABE "FULLY CONTAINERIZED"

Other Voltages are available.
All Data according to full Load and Subject to Technical Development, Modification and Change.
Electrical Output based on ISO Standard and Conditions according to ISO 3046/1-1991 and to VDE 0530 with resp
Technical Data is based on a Gas Quality "Methane # 80" Natural Pipeline Gas, and a Heat Value of >10 kWh/Nm³
Continuous Output available without varying Load for an unlimited Time, and 10% Overload, in Accordance with ISO
DIN6271, and BS5514. All Ratings are based on SAE J1349 Standard Conditions.
Tolerances: Electrical Output +/- 0%, Fuel Consumption +/- 5%, Thermal Output +/- 8%
Please contact us for more information.
For all other Gas Types (e.g. Weak Gases, e.g. Biogas, Landfill Gas, Sewage Gas, Coal Mine Gas) please refer to
Other Special Gases upon Request (Wood Gas, Syn Gas, Coke Gas, Pyrolysis Gas)

2G **CENERGY**
Advanced Clean Energy Technologies

CENERGY Power Systems Technologies Inc.
151 College Drive – 15, Orange Park, FL 32065 – USA
Tel.: +1-904-579-3217 and 579-3057, Fax: +1-904-406-8727
E-Mail: Website:



Εικόνα 3: Φυλλάδιο τεχνικών προδιαγραφών μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α.

ACP-170		
Cooling capacity	625	kW
Chilled water temperature out	7	°C
Chilled water temperature in	12	°C
Flow rate	107,5	m ³ /h
Static pressure limit	800	kPa
Fouling Factor	0,0860	m ² °C/kW
Cooling water temperature out	34	°C
Cooling water temperature in	29	°C
Flow rate	252,5	m ³ /h
Static pressure limit	800	kPa
Hot water temperature in	90	°C
Hot water temperature out	80	°C
Flow rate	73	m ³ /h
Input thermal power	848	kW
Pressure drop	80	kPa
Static pressure limit	800	kPa
Three-phase voltage and Frequency	400V~3-50	
Electrical consumption (absorber)	2,8	kW
Water consumption (cooling tower)	2,8	m ³ /h
Length	7000	mm
Width	2990	mm
Height (including cooling tower)	6000	mm
Weight	16000	kg
Tolerance	Heat consumption	±5%
Tolerance	Cooling production	±8%
Tolerance	Dimensions	±20%
Tolerance	Temperatures	±2°C

I dati tecnici e dimensionali sono da intendersi indicativi e soggetti a cambiamento senza preavviso

General Layout



Agosto 2013

Εικόνα 4: Φυλλάδιο τεχνικών προδιαγραφών ψύκτη απορρόφησης

Εικόνες

Εικόνα 1: 424 Γ.Ν.Σ.Ε.....	16
Εικόνα 2: Ενδεικτική μονάδα συμπαραγωγής (Evo Energy Technologies, 2018)	19
Εικόνα 3: Φυλλάδιο τεχνικών προδιαγραφών μονάδας Σ.Η.Θ.Υ.Α.	94
Εικόνα 4: Φυλλάδιο τεχνικών προδιαγραφών ψύκτη απορρόφησης	95

Σχέδια

Σχέδιο 1: Προτεινόμενη θέση 1 για την εγκατάσταση του εξοπλισμού	30
Σχέδιο 2: Προτεινόμενη θέση 2 για την εγκατάσταση του εξοπλισμού	31
Σχέδιο 3: Προτεινόμενη θέση 3 για την εγκατάσταση του εξοπλισμού	33
Σχέδιο 4: Γενικός Πίνακας Μέσης Τάσης.....	78
Σχέδιο 5: Υποπίνακας Μέσης Τάσης Κτηρίου Νοσοκομείου	79
Σχέδιο 6: Κάτοψη υποσταθμού στο Κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης 1/3.....	80
Σχέδιο 7: Κάτοψη υποσταθμού στο Κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης 2/3.....	81
Σχέδιο 8: Κάτοψη υποσταθμού στο Κτήριο Τεχνικής Υποστήριξης 3/3.....	82
Σχέδιο 9: Δίκτυο φυσικού αερίου.....	83
Σχέδιο 10: Χωροθέτηση Η/Μ εξοπλισμού μονάδας συμπαραγωγής και ψύκτη (προτεινόμενες θέσεις 1 και 2).....	84
Σχέδιο 11: Χωροθέτηση Η/Μ εξοπλισμού μονάδας συμπαραγωγής και ψύκτη (προτεινόμενη θέση 3)	85

Σχήματα

Σχήμα 1: Σχηματική παράσταση στοιχειώδους ψυκτικής διάταξης απορρόφησης H_2O . Διαλύματος LiBr.....	23
Σχήμα 2: Παράσταση των μεταβολών του διαλύματος LiBr μιας διατάξεως απορρόφησης νερού . διαλύματος LiBr.....	24

Πίνακες

Πίνακας 1: Σύγκριση βαθμών απόδοσης παραγωγής αποκλειστικά ηλεκτρικής ή θερμικής ενέργειας και συμπαραγωγής (CRES, 2016).....	14
Πίνακας 2: Μετατροπή κατανάλωσης φυσικού αερίου σε κατανάλωση πρωτογενούς θερμικής ενέργειας.....	37
Πίνακας 3: Μηνιαία κατανάλωση φυσικού αερίου	38
Πίνακας 4: Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας μέσω τριπαραγωγής	56
Πίνακας 5: Αναγωγή ενέργειας σε πρωτογενή ενέργεια και εκπεμπόμενους ρύπους	57
Πίνακας 6: Συντελεστές αναγωγής κατανάλωσης ενέργειας σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπές ρύπων ανά μονάδα ενέργειας (TEE, 2010)...	57
Πίνακας 7: Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας.....	62
Πίνακας 8: Υπολογισμός ετήσιου οικονομικού οφέλους.....	65
Πίνακας 9: Αρχικό κόστος επένδυσης	71
Πίνακας 10: Οικονομική αξιολόγηση έργου.....	73
Πίνακας 11: Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος του Νοσοκομείου για την Τυπική Ημέρα κάθε μήνα (έτος αναφοράς 2015) σε KW	88
Πίνακας 12: Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος του Νοσοκομείου για την Τυπική Ημέρα κάθε μήνα (έτος αναφοράς 2016) σε KW	89
Πίνακας 13: Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος του Νοσοκομείου για την Τυπική Ημέρα κάθε μήνα (έτος αναφοράς 2017) σε KW	90
Πίνακας 14: Ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος για κάλυψη ψυκτικών φορτίων (έτος αναφοράς 2015)	91
Πίνακας 15: Ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος για κάλυψη ψυκτικών φορτίων (έτος αναφοράς 2016)	92
Πίνακας 16: Ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος για κάλυψη ψυκτικών φορτίων (έτος αναφοράς 2017)	93

Γραφήματα

Γράφημα 1: Κάλυψη ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας ανά πηγή στην Ελλάδα για το έτος 2016 (ΑΔΜΗΕ, 2016).....	11
Γράφημα 2: Εκτίμηση παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας ανά πηγή (UEA, 2014) .11	
Γράφημα 3: Οικονομικό όφελος από την υποκατάσταση καταναλισκόμενης ενέργειας από τη μονάδα συμπαραγωγής	26
Γράφημα 4: Καμπύλη διάρκειας φορτίου (έτος αναφοράς 2015).....	35
Γράφημα 5: Καμπύλη διάρκειας φορτίου (έτος αναφοράς 2016).....	35
Γράφημα 6: Καμπύλη διάρκειας φορτίου (μήνες αναφοράς 1-9/2017)	36
Γράφημα 7: Κατανάλωση καύσιμου φυσικού αερίου ανά χρήση.....	39
Γράφημα 8: Ωριαίο προφίλ κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για ZNX (2/16-1/17).....	40
Γράφημα 9: Ωριαίο προφίλ κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση (2/16-1/17).....	40
Γράφημα 10: Ωριαίο προφίλ κατανάλωσης πρωτογενούς θερμικής ενέργειας για παραγωγή ατμού	42
Γράφημα 11: Καμπύλη διάρκειας ηλεκτρικού φορτίου (έτος αναφοράς 2016)	46
Γράφημα 12: Συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος και παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από τη μονάδα συμπαραγωγής (έτος αναφοράς 2016)	47
Γράφημα 13: Συνολική ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος κατόπιν τοποθέτησης ψύκτη απορρόφησης και παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος από τη μονάδα συμπαραγωγής (έτος αναφοράς 2016)	48
Γράφημα 14: Ωριαίο θερμικό φορτίο και κάλυψη από μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α.	50
Γράφημα 15: Ωριαίο και υποκαθιστάμενο από τη μονάδα Σ.Η.Θ.Υ.Α. ψυκτικό φορτίο	53

Αναφορές

2001/31/EE (2001) Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

Αnon., χ.χ. [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.saelectronics.gr/%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B1/424-%CE%B3%CF%83%CE%BD%CE%B5>

CRES, Κ. -, 2016. *Οδηγός Συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας.*

[Ηλεκτρονικό]

Available at: www.cres.gr/kape/education/CHP_gr.pdf

Evo Energy Technologies, 2018. *EVO Energy Technologies.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.evoet.com.au/products/2g-natural-gas-chp/avus-500kw-up/UEA>, 2014. *US Energy Information Administration.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=17991>

ΑΔΜΗΕ, 2016. *ΑΔΜΗΕ.* [Ηλεκτρονικό]

Available at: <http://www.admie.gr/deltia-agoras/miniaia-deltia-energeias/>

ΤΕΕ, 2010. *TOTEE 20701-1*, s.l.: ΤΕΕ.