

ΙΩΑΝΝΗΣ ΣΚΑΡΠΕΤΗΣ ΤΣΑΜΟΠΟΥΛΟΣ

«Ανάλυση/προσδιορισμός του πρόσθετου (μη ενεργειακού) οφέλους που προκύπτει από τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία »



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Τομέας: Θερμότητας

Επιβλέπων: Καρέλλας Σωτήριος, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα 2020

IOANNIS SKARPETIS TSAMOPOULOS

«Analysis/determination of the additional (non energy related benefits) out of Energy Efficiency Measures in Industry»

Section of Thermal Engineering

Supervisor: Karellas Sotirios, Professor NTUA

Athens 2020



SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING

Πρόλογος

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας και Καθηγητή Μ.Μ. Ε.Μ.Π., κ. Σωτήρη Καρέλλα για την ανάθεση αυτού του θέματος και την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου.

Ειδική μνεία θα ήθελα να απευθύνω στον κ. Πλάτωνα Πάλλη και την κα. Χριστίνα Χατζηλάου, οι οποίοι παρά τον αυξημένο φόρτο εργασίας τους, ήταν πάντοτε παρόντες σε ότι χρειαζόμουν.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αντώνη Χαραλαμπίδη που με βοήθησε πολύ στην αρχική εκπαίδευση στους ενεργειακούς ελέγχους, η οποία προηγήθηκε της διπλωματικής μου.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους φίλους μου, οι οποίοι ήταν παρόντες σε όλες τις δύσκολες αλλά και ευχάριστες στιγμές της φοιτητικής μου διαδρομής.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ θα ήθελα να το απευθύνω στην οικογένεια μου, η οποία με στήριξε πνευματικά, ηθικά αλλά και οικονομικά σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Ονοματεπώνυμο

Ιωάννης Σκαρπέτης Τσαμόπουλος

Περιεχόμενα

Πρόλογος	3
Περιεχόμενα	5
Περίληψη	8
Abstract	9
1. Ο ενεργειακός τομέας σήμερα	10
1.1 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας	10
1.2 Η ευρωπαϊκή ενεργειακή πραγματικότητα:	11
1.3 Η ελληνική ενεργειακή πραγματικότητα:	12
1.4 Επιπτώσεις ενεργειακής κατανάλωσης	14
1.4.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου:	14
1.4.2 Τοπική και περιφερειακή ατμοσφαιρική ρύπανση:	14
1.4.3 Κίνδυνοι ασφάλειας τροφοδοσίας:	15
1.4.4 Μείωση και εξάντληση πόρων:	15
1.5 Σενάρια ενεργειακής εξέλιξης.....	15
1.6 Η συμφωνία του Παρισιού	16
1.7 Η ευρωπαϊκή πλευρά	17
1.7.1 Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία	17
1.7.2 Ευρωπαϊκός νόμος για το κλίμα.....	18
1.7.3 Ενεργειακοί στόχοι για το 2030-NECP	18
1.7.4 Τομείς που καλύπτει το NECPs.....	19
1.8 Το Ελληνικό Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ).....	20
2. Εργαλεία επίτευξης στόχων ενεργειακής εξοικονόμησης και δυσκολίες	21
2.1 Ενεργειακός έλεγχος	21
2.1.1 Ορισμός και σκοπός ενεργειακού ελέγχου	21
2.1.2 Αποτελεσματικότητα ενεργειακού ελέγχου	22
2.2 Εμπόδια στην υλοποίηση Επενδύσεων Ενεργειακής εξοικονόμησης που προκύπτουν από τον Ενεργειακό Έλεγχο.	22
2.2.1 Τρόπος λήψης αποφάσεων	22
2.2.2 Υποτίμηση στρατηγικού χαρακτήρα ενεργειακών παρεμβάσεων	23

2.2.3 Κρυφά κόστη	23
2.2.4 Συμπέρασμα	23
2.3 Πρόγραμμα m-Benefits.....	24
3. Θεωρητικό κομμάτι-Διαδικασία υλοποίησης	25
3.1 Στάδια εφαρμογής Energy Audit	26
3.2 Διαδικασία υλοποίησης Multiple-Benefits.....	28
4. Ενεργειακός έλεγχος της εταιρίας.....	29
4.1. Εισαγωγή	29
4.2. Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου– Σύνολο εταιρίας.....	29
4.3. Γενική περιγραφή εγκατάστασης	31
4.3.1 Λειτουργία εγκατάστασης.....	31
4.3.2 Στάδια παραγωγικής διαδικασίας.....	31
4.3.3 Παραγωγικές εγκαταστάσεις	32
4.4. Περιγραφή Η/Μ εγκαταστάσεων	34
4.4.1 Διανομή LPG	34
4.4.2 Εξοπλισμός Τμήματος Διέλασης	35
4.4.3 Εξοπλισμός Τμήματος Βαφείου	35
4.4.4 Κάλυψη αναγκών κλιματισμού	35
4.4.5 Φωτισμός.....	35
4.5. Ανάλυση ενεργειακών καταναλώσεων εγκατάστασης	36
4.5.1 Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας για τα έτη 2017, 2018.....	36
4.5.2 Επιμερισμός καταναλώσεων.....	37
4.6. Δημιουργία γραμμής βάσης	43
4.6.1 Στοιχεία Καταναλώσεων Εγκατάστασης.....	43
4.6.2 Τιμές Ενέργειας Υπολογισμών Εξοικονόμησης.....	44
4.6.3 Προβλεπόμενη Βασική Ηλεκτρική Κατανάλωση	45
4.6.4 Προβλεπόμενη Βασική Θερμική Κατανάλωση (Υγραέριο).....	46
4.7. Στοιχεία προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας	48
4.7.1. Προθέρμανση ζεστού νερού λουτρού με εναλλάκτη καυσαερίου-νερού.	48
4.7.2. Αντικατάσταση ψύκτη με νέο βελτιωμένου COP	51

4.7.3. Μερική αντικατάσταση συστήματος φωτισμού με φώτα τεχνολογίας LED	52
4.7.4. Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού συστήματος	53
4.7.5. Αντικατάσταση καυσίμου LPG με LNG	58
4.8. Οικονομική ανάλυση σεναρίων επεμβάσεων	61
4.8.1 Αξιοποίηση αποβαλλόμενης θερμότητας καυσαερίων του φούρνου πολυμερισμού με την εγκατάσταση εναλλάκτη καυσαερίου-νερού για μερική κάλυψη των θερμικών αναγκών του λέβητα του λουτρού.	61
4.8.2 Αντικατάσταση ψύκτη βαφείου	64
4.8.3 Αντικατάσταση τμήματος του συστήματος φωτισμού	66
4.8.4 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην ταράτσα	67
4.8.5 Αντικατάσταση καυσίμου LPG με LNG	70
4.9. Οικονομική αξιολόγηση	72
5. Multiple Benefits ανάλυση των ΜΕΕ της εταιρίας	74
5.1 Εναλλάκτης καυσαερίου-νερού	74
5.2 LNG	75
5.3 Φ/Β στην ταράτσα	76
5.4 Φωτισμός	76
5.5 Οικονομική αξιολόγηση με MBs	78
6. Συμπεράσματα	80
7. Μελλοντική εργασία	81
Κατάλογος Σχημάτων	82
Κατάλογος Πινάκων	84
1. Παραρτήματα	86
8.1. Παράρτημα Α. Στοιχεία εξοπλισμού εγκαταστάσεων	86
8.2. Παράρτημα Β. Υπολογισμοί-Οικονομική ανάλυση	90
Bibliography	94

Περίληψη

Η σημερινή κατάσταση της συνεχώς αυξανόμενης, πολλές φορές ανεξέλεγκτα, κατανάλωσης ενέργειας η οποία παράγεται ως επί το πλείστον από ορυκτούς πόρους δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στους ανθρώπους και το περιβάλλον.

Η ΕΕ στοχεύει να είναι κλιματικά-ουδέτερη μέχρι το 2050- μια οικονομία με καθαρές μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτός ο στόχος είναι η καρδιά της ευρωπαϊκής πράσινης συμφωνίας (European Green Deal) και σε συμφωνία με την ευρωπαϊκή δέσμευση για δράση για το κλίμα που αποφασίστηκε στη Συμφωνία του Παρισιού το 2016.

Ένας από τους τρόπους επίτευξης του παραπάνω στόχου είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε όλες τις δραστηριότητες και ειδικότερα στην βιομηχανία μέσω της εφαρμογής Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ).

Η πιθανή υιοθέτηση ΜΕΕ , δύναται να επιφέρει μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και αντίστοιχα οικονομικά οφέλη .

Παρόλα αυτά, υπάρχουν διάφορα εμπόδια, εσωτερικά (που έχουν να κάνουν κυρίως με τις προτιμήσεις και την κουλτούρα των εμπλεκόμενων στην απόφαση στελεχών) ή εξωτερικά (που αφορούν στην έλλειψη κατανόησης της αγοράς και του οφέλους των ΜΕΕ), που έχουν ως αποτέλεσμα την υποτίμηση του στρατηγικού χαρακτήρα τέτοιων επενδύσεων και τελικά τη μη πραγματοποίησή τους

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα M-Benefits (GA ID: 785131) στοχεύει στην κατανόηση και την ποσοτικοποίηση με οικονομικούς όρους, του μη ενεργειακού οφέλους των Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ).

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια προσπάθεια εφαρμογής της μεθοδολογίας του στον βιομηχανικό τομέα και συγκεκριμένα στον κλάδο του αλουμινίου.

Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι ακόμα και σε μικρομεσαίες εταιρείες, τα μη ενεργειακά οφέλη τροποποιούν τον τρόπο θεώρησης και αξιολόγησης των ΜΕΕ και μπορούν να δώσουν την απαραίτητη προωθητική ενέργεια για την υλοποίηση ΜΕΕ.

Abstract

The world's energy demands are exponentially rising with a high percentage of energy production relying on fossil fuel extraction and subsequent repercussions for the environment and human race. The European Union has set a 2050 carbon neutral goal for an economy relying on zero GHG emissions. This particular goal lies at the heart of the European Green Deal and the 2016 Paris Agreement for direct action against climate change. One of the ways of achieving the aforementioned goal is to decrease energy consumption cross cutting several sectors, predominantly the industrial sector applying Energy Efficiency Measures (EEM).

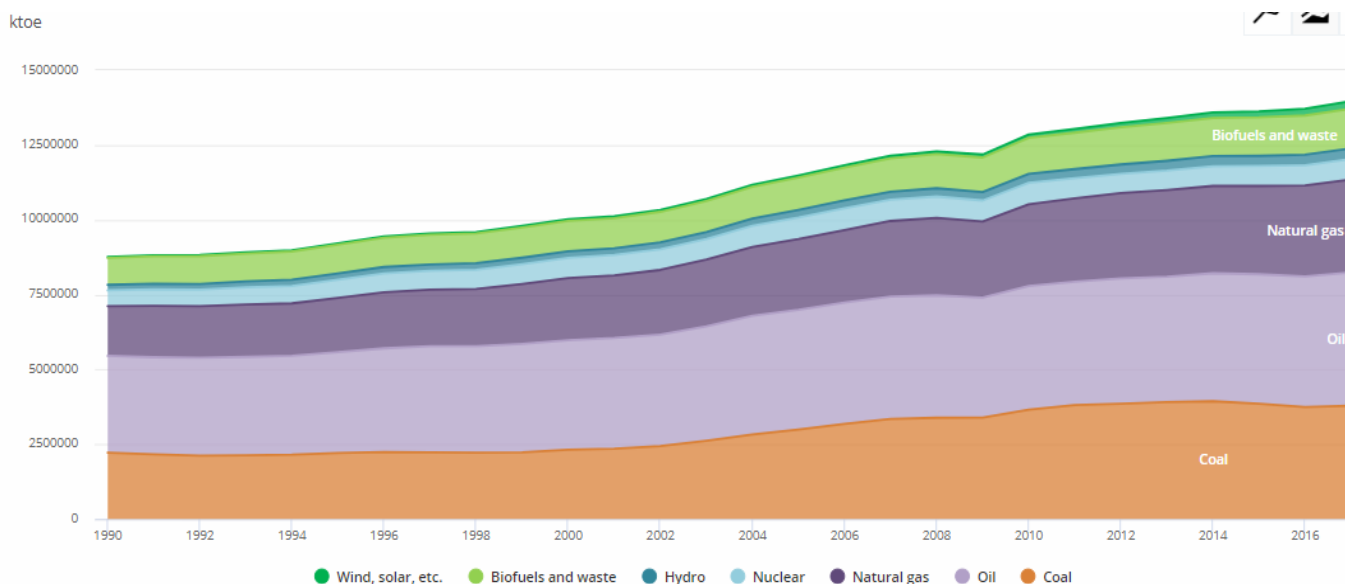
A potential adoption of EEM can lead to a decrease in energy consumption with its subsequent economic benefits. However the implementation process could be halted due to several internal and external obstacles. Internal obstacles may have to do with individual and cultural aspects during the decision making process among company executives and external obstacles may have to do with a lack of capacity within the market to understand and adjust to EEM benefits. As a result, the strategic aspect of investments aiming towards a carbon neutral future are downgraded and finally not realized. M-Benefits (GA ID: 785131), an EU funded programme, aims towards understanding and quantifying in economic terms the *non-energy benefits* of EEMs. This thesis researches the ways of its implementation in the industrial sector and more specifically in the aluminum industry. The results of this study show that even in small scale businesses, the non-energy benefits alter the process of EEM action and evaluation and can give the necessary push to implement Energy Saving Measures.

1. Ο ενεργειακός τομέας σήμερα

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται διαρκώς. Καθοριστικός παράγοντας γι' αυτή την κατάσταση είναι η αύξηση του πληθυσμού και η ταυτόχρονη βελτίωση του επιπέδου ζωής κυρίως των αναπτυσσόμενων χωρών. Ιδιαίτερα η ραγδαία οικονομική ανάπτυξη των υπερ-πληθυσμιακών χωρών (Κίνα, Ινδία) οδηγεί σε τεράστια αύξηση της ζήτησης ενέργειας με αποτέλεσμα την περαιτέρω επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

1.1 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

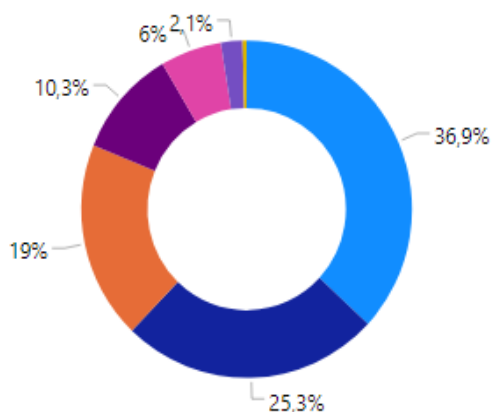
Το 2017 η παγκόσμια ετήσια κατανάλωση ενέργειας ήταν 13.970.636 kToe. Το πόσο αυτό έχει παρουσιάσει αύξηση 62,7% σε σχέση με το 1990, που η ετήσια παγκόσμια κατανάλωση ήταν 8.765.360 kToe. Τα παραπάνω απεικονίζονται στο **Σχήμα 1** που ακολουθεί:



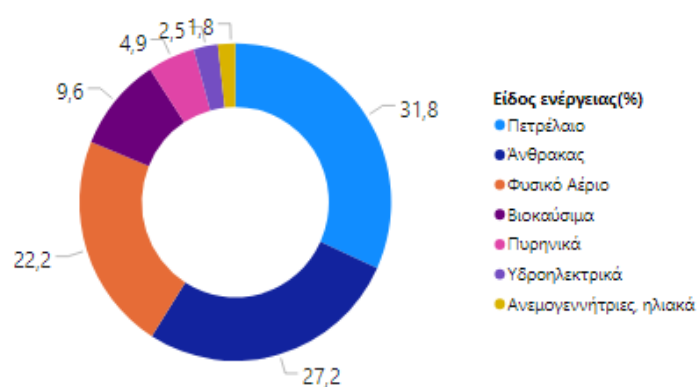
Σχήμα 1: Παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση. Πηγή: *iea.org* (1)

Παράλληλα, στην ίδια περίοδο, μειώνεται η κατανάλωση των περισσότερο ρυπογόνων καυσίμων και αυξάνεται η χρήση πιο καθαρών πηγών ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, αυξάνεται το ποσοστό των ΑΠΕ από 12,8% σε 13,9%, μειώνεται η χρήση του πετρελαίου από 36,9% σε 31,8% και ενισχύεται η χρήση φυσικού αερίου από 25,3% σε 27,2%. Αναλυτικότερα το ενεργειακό μείγμα του πλανήτη (1) για τις 2 αυτές χρονιές απεικονίζεται στο **Σχήμα 2** που ακολουθεί:

Παγκόσμιο Ενεργειακό μείγμα 1990



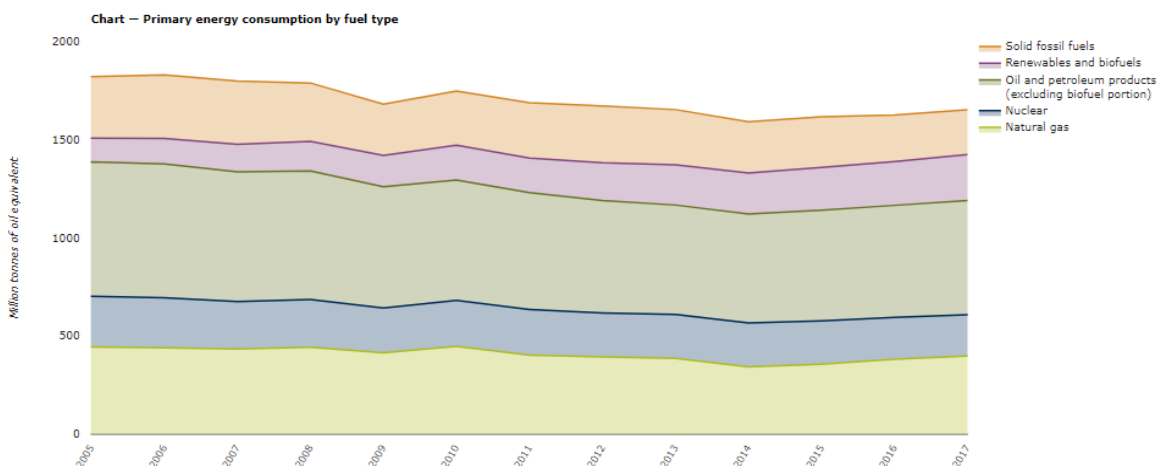
Παγκόσμιο Ενεργειακό μείγμα 2017



Σχήμα 2: Παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα. Πηγή: iene.gr (4)

1.2 Η ευρωπαϊκή ενεργειακή πραγματικότητα:

Η πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ το 2017 ήταν 1.674.000 kToe και παρουσιάζεται σχεδόν σταθερή (με μια μικρή μείωση) από το 2005 που ήταν 1.836.000 kToe. (2). Βλ. **Σχήμα 3** που ακολουθεί:



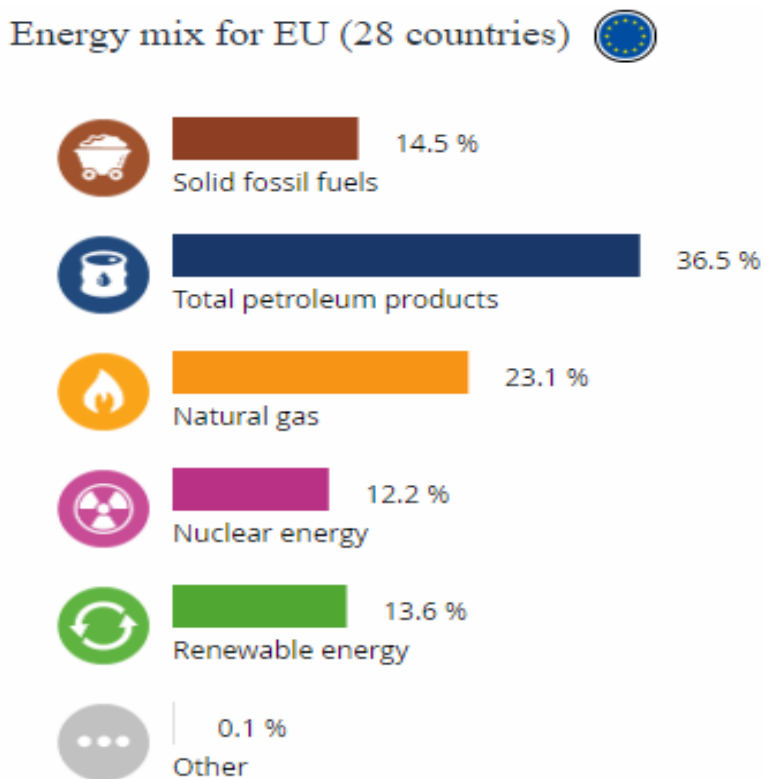
Σχήμα 3: Διακύμανση ευρωπαϊκής πρωτογενούς κατανάλωσης(1990-2017).
Πηγή:eea.europa.eu (2)

Το 2017 το ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα, αποτελείτο κυρίως από 5 συστατικά (3):

- Τα προϊόντα πετρελαίου (36,5%)
- Φυσικό αέριο (23,1%)
- Στερεά ορυκτά καύσιμα(14,5%)
- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας(13,6%)

- Πυρηνική ενέργεια(12,2%)

(βλ. **Σχήμα 4** που ακολουθεί)



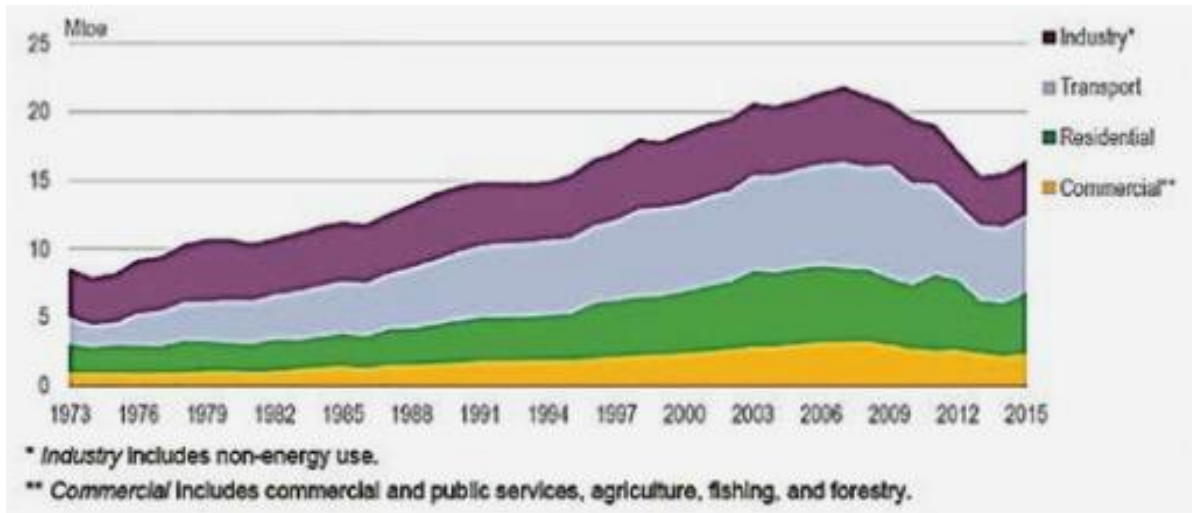
Σχήμα 4: Ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα για το 2017. Πηγή: Eurostat (3)

1.3 Η ελληνική ενεργειακή πραγματικότητα:

Μελετώντας την τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα παρατηρείται διαρκής αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι το 2007 στο ανώτατο όριο των 21,8 Mtoe. Λόγω της οικονομικής ύφεσης η τελική κατανάλωση ενέργειας παρουσίασε πτώση 30% έως το 2013. Έπειτα σημείωσε μικρή άνοδο και το 2015 άγγιξε τα 16,4 MToe.

Ο τομέας των μεταφορών καταναλώνει την περισσότερη ενέργεια, αντιπροσωπεύοντας το 35% της συνολικής τελικής κατανάλωσης, το 27% αντιστοιχεί στον τομέα των κτιρίων κατοικίας, το 23% στη βιομηχανία και το 25% στον τομέα του εμπορίου.

βλ. **Σχήμα 5** που ακολουθεί.



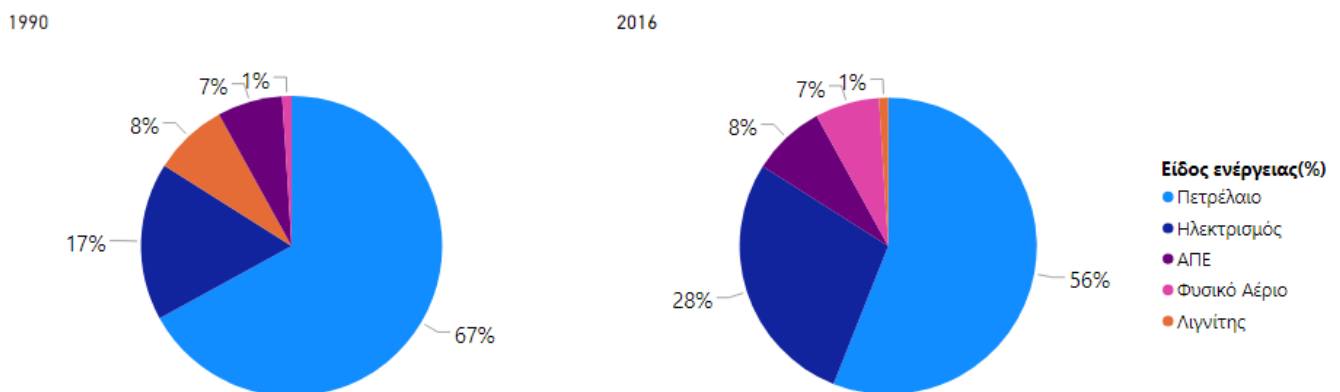
Σχήμα 5: Διακύμανση ελληνικής πρωτογενούς κατανάλωσης (1973-2015). Πηγή: IENE (4)

Σε ότι αφορά το ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδος από το 1990 έως το 2017 παρατηρούνται σημαντικές αλλαγές.

Το 1990 απουσίαζε το φυσικό αέριο και οι ΑΠΕ με εξαίρεση τα μεγάλα υδροηλεκτρικά. Τα τελευταία 25 χρόνια η χώρα έχει καταφέρει να στραφεί σε πιο πράσινες μορφές ενέργειας και να βελτιώσει την ενεργειακή της ανεξαρτησία από τρίτες χώρες.

Πιο αναλυτικά σήμερα από το 28% του ηλεκτρισμού, το 5% παράγεται από ΑΠΕ οπότε το συνολικό μερίδιο των ΑΠΕ διαμορφώνεται στο 13% της συνολικής τελικής κατανάλωσης. (4) Η συνολική κατανάλωση λιγνίτη είναι 16,4% καθώς από το 28% του ηλεκτρισμού το 55% παράγεται από λιγνίτη. (5)

Βλ. **Σχήμα 6** που ακολουθεί.



Σχήμα 6: Ελληνικό ενεργειακό μείγμα για 1990 και το 2016. Πηγή: IENE (4)

1.4 Επιπτώσεις ενεργειακής κατανάλωσης

Η σημερινή κατάσταση της συνεχώς αυξανόμενης, πολλές φορές ανεξέλεγκτα, κατανάλωσης ενέργειας η οποία παράγεται ως επί το πλείστον από ορυκτούς πόρους δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στους ανθρώπους και το περιβάλλον. Ενδεικτικά αναφέρονται (6) :

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Η τοπική και περιφερειακή ατμοσφαιρική ρύπανση
- Οι κίνδυνοι ασφάλειας τροφοδοσίας
- Η μείωση και εξάντληση φυσικών πόρων

1.4.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου:

Αποτελεί το σοβαρότερο ίσως από τα περιβαλλοντικά προβλήματα καθώς διαταράσσει τη φυσιολογική θερμοκρασία του πλανήτη, σε βαθμό που μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτες καταστροφές.

Προκαλείται από τα αέρια του θερμοκηπίου (Διοξείδιο του άνθρακα, Μεθάνιο, κλπ.) τα οποία έχουν αντίστοιχα αυξηθεί (3) κατά 40% και 151% από την έναρξη της εκβιομηχάνισης και ευθύνονται αντίστοιχα για το 63% και το 19% της υπερθέρμανσης

Οι ρυθμοί αύξησης τους έχουν εκτοξευθεί από τη βιομηχανική επανάσταση και μετά με αποτέλεσμα η μέση θερμοκρασία του πλανήτη να έχει αυξηθεί κατά 0,85 °C από το 1880 έως το 2012.

Αποτέλεσμα αυτής της διαταραχής της ατμόσφαιρας είναι τα ακραία καιρικά φαινόμενα (πλημμύρες, ξηρασίες) καθώς και η αύξηση της στάθμης της θάλασσας.

Οι επιπτώσεις αυτές επιδεινώνονται χρόνο με το χρόνο και οδηγούν σε μετανάστευση ανθρώπων, σε λιμούς και σε τεράστιες υλικές καταστροφές.

1.4.2 Τοπική και περιφερειακή ατμοσφαιρική ρύπανση:

Η καύση των ορυκτών καυσίμων προκαλεί ρύπανση του αέρα η οποία βλάπτει τη δημόσια υγεία και διαταράσσει τα οικοσυστήματα. Οι ενεργειακές δραστηριότητες προκαλούν το 85% των ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του θείου, το 45% των σωματιδίων, το 41% του μολύβδου, το 40% των εκπομπών υδρογονανθράκων. Οι αέριοι ρύποι με τη σειρά τους προκαλούν όξινη βροχή και αστικό νέφος με πολύ μεγάλο κόστος για τα κράτη μέσω των εργασιών αποκατάστασης των ζημιών και της επιδείνωσης της δημόσιας υγείας.

1.4.3 Κίνδυνοι ασφάλειας τροφοδοσίας:

Οι περισσότερες χώρες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων και η εξάρτηση αυτή αυξάνεται διαρκώς. Ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (IEA) προβλέπει ότι οι εισαγωγές πετρελαίου θα αυξηθούν από 54% που ήταν 1997 στο 70% το 2020 για τις χώρες του ΟΟΣΑ, αν συνεχισθούν οι τρέχουσες τάσεις. Για να εξασφαλισθεί η αδιάκοπη ροή πετρελαίου και φυσικού αερίου οι δυτικές χώρες ξοδεύουν δισεκατομμύρια δολάρια για την ασφάλεια των αγωγών και τον έλεγχο των κοιτασμάτων. Από τη μια λοιπόν εξαρτώνται από τρίτες χώρες για τεράστιο μέρος της ενέργειας τους και από την άλλη δημιουργείται ένταση σε ήδη τεταμένες περιοχές όπως η Μέση Ανατολή.

1.4.4 Μείωση και εξάντληση πόρων:

Τα παγκόσμια αποθέματα του πετρελαίου έχει εκτιμηθεί ότι επαρκούν για 40-60 χρόνια. Όμοια και το φυσικό αέριο, αν και προς το παρόν φαίνεται να έχει επάρκεια, θα ακολουθήσει παρόμοια πορεία. Άρα τα θεμελιώδη καύσιμα στα οποία στηρίζεται η παγκόσμια οικονομία καταναλώνονται και εξαντλούνται με γοργούς ρυθμούς.

1.5 Σενάρια ενεργειακής εξέλιξης

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι οι τρέχουσες ενεργειακές τάσεις πρέπει να αλλάξουν. Γίνεται προσπάθεια για να υιοθετηθεί ένα βιώσιμο σχέδιο ανάπτυξης του ενεργειακού κλάδου ώστε η θερμοκρασία του πλανήτη να μην ξεπεράσει το όριο ασφαλείας των 2 °C. Παρακάτω, στον **Πίνακα 1**, παρουσιάζονται 3 σενάρια πρόβλεψης του ενεργειακού μείγματος και των αντίστοιχων εκπομπών CO₂ το 2025 και το 2040 (1). Το πρώτο στηρίζεται στη συνέχιση των σημερινών τάσεων της ενεργειακής αγοράς, το δεύτερο βασίζεται σε νέες πολιτικές και το τρίτο σε πολιτικές οι οποίες θα επιφέρουν βιώσιμη ανάπτυξη. Ως σενάριο νέων πολιτικών ορίζεται αυτό που δείχνει τα αποτελέσματα, των σημερινών πολιτικών σε συνδυασμό με τα μέτρα που έχουν ανακοινωθεί μέχρι στιγμής. Το σενάριο βιώσιμης ανάπτυξης δείχνει ποιο πρέπει να είναι το ενεργειακό μείγμα του πλανήτη ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί για τον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής, της ατμοσφαιρικής μόλυνσης, καθώς και της δίκαιης πρόσβασης όλων των κρατών σε αυτό το καινούργιο ενεργειακό μείγμα.

Πίνακας 1: Παγκόσμια Πρωτογενής Ενεργειακή Ζήτηση ανά Καύσιμο και Σενάριο(Mtoe)

Καύσιμα			Τρέχουσες Πολιτικές		Νέες Πολιτικές		Βιώσιμη Ανάπτυξη	
	2000	2017	2025	2040	2025	2040	2025	2040
Άνθρακας	2.308	3.750	3.998	4.769	3.768	3.809	3.045	1.597
Πετρέλαιο	3.665	4.435	4.902	5.570	4.754	4.894	4.334	3.156
Φυσικό Αέριο	2.071	3.107	3.616	4.804	3.539	4.436	3.454	3.433
Πυρηνικά	675	688	803	951	805	971	861	1.293
ΑΠΕ	662	1.334	1.798	2.642	1.885	3.014	2.056	4.159
Υδροηλεκτρικά	225	353	413	514	415	531	431	601
Βιοενέργεια	377	727	906	1.181	924	1.260	976	1.472
Άλλα	60	254	479	948	516	1.223	648	2.132
Στερεή Βιομάζα	646	658	666	591	666	591	396	77
ΣΥΝΟΛΟ	10.027	13.972	15.782	19.328	15.388	17.715	14.146	13.715
Μερίδιο ορυκτών καυσίμων	80%	81%	79%	78%	78%	74%	77%	60%
Εκπομπές CO₂(Gt)	23,1	32,6	35,5	42,5	33,9	35,9	29,5	17,6

Πηγή: *iea.org* (1)

Παρατηρείται ότι για να γίνει βιώσιμη η κατάσταση, πρέπει το μερίδιο των ορυκτών πόρων να μειωθεί σταδιακά ώστε το 2040 να φτάσει από το 81% που είναι σήμερα στο 60%. Το κενό πρέπει να καλυφθεί κυρίως από τις ΑΠΕ.

Για να επιτευχθούν αυτοί οι φιλόδοξοι στόχοι χρειάζεται συνεχής, συντονισμένη προσπάθεια από το σύνολο των κρατών του πλανήτη με κύρια συνεισφορά από τις αναπτυσσόμενες οικονομίες.

1.6 Η συμφωνία του Παρισιού

Η συμφωνία του Παρισιού είναι η πρώτη οικουμενική, δεσμευτική, παγκόσμια συμφωνία για την κλιματική αλλαγή, η οποία υιοθετήθηκε κατά τη διάρκεια του συνεδρίου για το κλίμα στο Παρίσι το Δεκέμβριο του 2015 και στη συνέχεια επικυρώθηκε από πολλά κράτη συμπεριλαμβανομένης της ΕΕ.

Υπογράφηκε στις 22 Απριλίου του 2016 από 195 κράτη και επικυρώθηκε από την ΕΕ στις 5 Οκτωβρίου της ίδια χρονιά. (7)

Βασικά στοιχεία

Η συμφωνία του Παρισιού αποτελεί μια γέφυρα μεταξύ των σημερινών πολιτικών και την κλιματική-ουδετερότητα. Θέτει ένα παγκόσμιο πλαίσιο ώστε να αποφευχθεί η κλιματική

αλλαγή θέτοντας το όριο της υπερθέρμανση του πλανήτη σε κάτω από 2 °C και κάνοντας προσπάθεια να την περιορίσει στο 1,5 °C σε σχέση με τα επίπεδα της προ-βιομηχανικής εποχής. Επίσης στοχεύει να ενδυναμώσει την ικανότητα των κρατών να αντιμετωπίζουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και να υποστηρίξει τις προσπάθειες τους.

Πιο συγκεκριμένα τα κράτη συμφώνησαν (8):

- Να διατηρηθεί η αύξηση της παγκόσμιας μέσης θερμοκρασίας κάτω από 2 °C σε σχέση με την εποχή πριν τη βιομηχανική εποχή
- Στόχος τους να είναι ο περιορισμός της αύξησης της θερμοκρασίας σε 1,5 °C, καθώς αυτό θα μείωνε τα ρίσκα και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής
- Ότι υπάρχει η ανάγκη οι παγκόσμιες εκπομπές να φτάσουν στο μέγιστο (peak) όσο πιο σύντομα είναι δυνατόν (και μετά να αρχίσει η μείωσή τους)
- Να αναγνωρίσουν ότι το peak και οι αλλαγές θα πάρουν περισσότερο χρόνο για της αναπτυσσόμενες χώρες
- Να δεσμευτούν σε βαθιές μειώσεις εκπομπών χρησιμοποιώντας τελευταία τεχνολογία, ώστε να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ των εκπεμπόμενων και αποσυρόμενων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στο δεύτερο μισό του αιώνα

Ως μια συνεισφορά στους στόχους της συμφωνίας, οι χώρες έχουν υποβάλλει ολοκληρωμένα εθνικά σχέδια δράσης για το κλίμα (NDCs). Αυτά δεν είναι επαρκή ώστε να επιτευχθούν οι επιθυμητοί θερμοκρασιακοί στόχοι, αλλά πρώτα βήματα στο δρόμο για περαιτέρω δράση.

1.7 Η ευρωπαϊκή πλευρά

Η ΕΕ στοχεύει να είναι κλιματικά-ουδέτερη μέχρι το 2050- μια οικονομία με καθαρές μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτός ο στόχος είναι η καρδιά της ευρωπαϊκής πράσινης συμφωνίας (European Green Deal) και σε συμφωνία με την ευρωπαϊκή δέσμευση για δράση για το κλίμα που αποφασίστηκε στη Συμφωνία του Παρισιού.

1.7.1 Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία

Η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία η οποία παρουσιάστηκε στις 11 Δεκεμβρίου του 2019 (9) παρέχει ένα χάρτη πορείας (10) με δράσεις ώστε:

- Να τονώσει την αποδοτική χρήση πόρων με τη μετάβαση σε μια καθαρή, κυκλική οικονομία
- Να αποκαταστήσει τη βιοποικιλότητα και να μειώσει τη ρύπανση

Σκιαγραφεί επενδύσεις που χρειάζονται και τα διαθέσιμα χρηματοδοτικά εργαλεία, και εξηγεί πως να εξασφαλιστεί η μετάβαση δίκαια και χωρίς αποκλεισμούς.

1.7.2 Ευρωπαϊκός νόμος για το κλίμα

Στις 4 Μαρτίου του 2020 (9), γίνεται πρόταση ευρωπαϊκού νόμου για πρώτη φορά στην ιστορία με στόχο τη νομική κάλυψη της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας. Μέσω του ευρωπαϊκού νόμου μετατρέπεται η πολιτική δέσμευση σε νομική, με στόχο μια κλιματικά ουδέτερη Ευρώπη έως το 2050.

Αυτό σημαίνει να επιτευχθούν μηδενικές καθαρές εκπομπές αερίων για τις χώρες της ΕΕ ως σύνολο, κυρίως μειώνοντας εκπομπές, επενδύοντας στις πράσινες τεχνολογίες και προστατεύοντας το περιβάλλον.

Ο νόμος στοχεύει να εξασφαλίσει ότι όλες οι πολιτικές της ΕΕ θα συνεισφέρουν σε αυτό το στόχο και ότι όλοι οι τομείς της οικονομίας και της κοινωνίας θα παίξουν το ρόλο τους. Οι γενικοί στόχοι του νόμου είναι:

- Να θέσει το μακροπρόθεσμο, κοινωνικά δίκαιο και αποδοτικό πλάνο, που στόχο έχει την κλιματική ουδετερότητα του 2050 και το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο των πολιτικών των χωρών της ΕΕ.
- Να δημιουργήσει ένα σύστημα για την παρακολούθηση της προόδου και να δράσει περαιτέρω εφόσον χρειάζεται
- Να εξασφαλίσει ότι η μετάβαση στην κλιματική ουδετερότητα θα είναι μη αναστρέψιμη

Με τον Ευρωπαϊκό νόμο για το κλίμα η Επιτροπή θέτει έναν νομικά δεσμευτικό στόχο μηδενικών (net zero) εκπομπών μέχρι το έτος 2050. Οι θεσμοί της ΕΕ και τα Κράτη-Μέλη είναι δεσμευμένα να λάβουν απαραίτητα μέτρα σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο ώστε να φτάσουν το στόχο, λαμβάνοντας υπόψιν τη σημασία να προωθήσουν τη δικαιοσύνη και την ακεραιότητα μεταξύ των κρατών μελών.

Ο νόμος για το κλίμα περιλαμβάνει μέτρα ώστε να παρακολουθεί την πρόοδο και να προσαρμόζει τις δράσεις μας ανάλογα, βασισμένα σε υπάρχοντα συστήματα όπως κυβερνητικές διαδικασίες των εθνικών και κλιματικών σχεδίων των Κρατών Μελών, τακτικές αναφορές από την Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Αρχή, και τα τελευταία επιστημονικά στοιχεία για την κλιματική αλλαγή και τις επιπτώσεις της.

Η πρόοδος θα ελέγχεται κάθε 5 χρόνια, σε συνδυασμό με την παγκόσμια Συμφωνία του Παρισιού.

1.7.3 Ενεργειακοί στόχοι για το 2030-NECP

Το Δεκέμβριο του 2018, η ανανεωμένη ενεργειακή Οδηγία (Directive) μπήκε σε ισχύ. Πάνω απ' όλα, θέτει έναν κύριο στόχο (με παράθυρο αύξησης το 2023) και συγκεκριμένα η

ενεργειακή μείωση της κατανάλωσης το 2030 να είναι τουλάχιστον 32,5% **σε σχέση με τα επίπεδα του έτους 1990.**

Ο στόχος του 32,5% για το 2030 μεταφράζεται σε τελική κατανάλωση ενέργειας 956 Mtoe και/ή πρωταρχική κατανάλωση ενέργειας 1,273 Mtoe. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου να μειωθούν κατά 40% σε σχέση με το 1990 και η παραγόμενη ενέργεια από τις ΑΠΕ να φτάσει το 32%.

Κάτω από τους νέους κυβερνητικούς κανόνες, κάθε κράτος μέλος πρέπει να θέσει ένα δεσμευτικό σχέδιο 10 χρόνων για την ενέργεια και το κλίμα National Energy & Climate Plan (NECP) για το έτος 2021-2030, που θα σκιαγραφεί πως θα επιτευθούν οι στόχοι του 2030 για το κλίμα και τις ΑΠΕ.

Με το προσχέδιο του NECPs να έχει κατατεθεί από τις αρχές του 2019, η Επιτροπή δημοσιοποίησε μια λεπτομερή αξιολόγηση αυτών των προσχεδίων τον Ιούνιο του 2019 με συγκεκριμένες προτάσεις για κάθε χώρα. Κάτω από τον κανονισμό, τα κράτη μέλη χρειάστηκε να τελειοποιήσουν τον NECPs τους μέχρι το τέλος του 2019.

1.7.4 Τομείς που καλύπτει το NECPs

Τα Εθνικά Σχέδια (11) σκιαγραφούν το πώς τα Κράτη-Μέλη σκοπεύουν να αντιμετωπίσουν:

- Την ενεργειακή αποδοτικότητα
- Τις ΑΠΕ
- Τα αέρια του θερμοκηπίου
- Τη μείωση των εκπομπών
- Τη ενεργειακή διασύνδεση μεταξύ των κρατών
- Την έρευνα και την καινοτομία

Αυτή η προσέγγιση απαιτεί συνεργασία ανάμεσα σε όλα τα τμήματα μιας κυβέρνησης. Επίσης παρέχει ένα επίπεδο σχεδιασμού που θα διευκολύνει τις δημόσιες και ιδιωτικές επενδύσεις. Το γεγονός ότι όλα τα μέλη της ΕΕ χρησιμοποιούν το ίδιο πρότυπο σημαίνει ότι μπορούν να δουλέψουν μαζί.

Με το να χρησιμοποιείται η ενέργεια πιο αποδοτικά με αποτέλεσμα να καταναλώνεται λιγότερη για την κάλυψη των ίδιων αναγκών, οι Ευρωπαίοι θα μειώσουν τους ενεργειακούς φόρους τους, θα βοηθήσουν να προστατευθεί το περιβάλλον και θα μειώσουν την εξάρτηση της ΕΕ σε εξωτερικούς προμηθευτές πετρελαίου και ΦΑ.

Την ίδια στιγμή, τα πλεονεκτήματα των ενεργειακών εξοικονομήσεων πρέπει να εξισορροπούν τα πρόσθετα κόστη που επιφέρει η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών και προϊόντων και για αυτό τα μέτρα της ΕΕ εστιάζουν σε τομείς των οποίων οι πιθανές εξοικονομήσεις είναι οι μέγιστες, όπως για παράδειγμα ο κτηριακός τομέας.

1.8 Το Ελληνικό Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ)

Το ΕΣΕΚ προβλέπει για το 2030 (12):

- Για το θέμα της Κλιματικής Αλλαγής και των εκπομπών, στόχο για μείωση των εκπομπών σε ποσοστό μεγαλύτερο από 42% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 και μεγαλύτερο από 55% σε σχέση με τις εκπομπές του 2005, επιτυγχάνοντας να ξεπεράσει τους κεντρικούς ευρωπαϊκούς στόχους.
- Για τις ΑΠΕ, στόχο συμμετοχής κατά 35% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, αντί του 31% που είχε τεθεί στο αρχικό ΕΣΕΚ, και σημαντικά υψηλότερο από τον Ευρωπαϊκό στόχο που είναι στο 32%. Αξίζει να επισημανθεί ο ενεργειακός μετασχηματισμός που θα επιτευχθεί στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής καθώς προβλέπεται το μερίδιο συμμετοχής των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας να υπερβεί το 60% και στο πλαίσιο αυτό ήδη προωθούνται και υλοποιούνται συγκεκριμένες πρωτοβουλίες της Κυβέρνησης όπως ενδεικτικά για την απλοποίηση και επιτάχυνση του αδειοδοτικού πλαισίου, τη βέλτιστη ένταξη των ΑΠΕ στα ηλεκτρικά δίκτυα, τη λειτουργία συστημάτων αποθήκευσης, καθώς και την προώθηση της ηλεκτροκίνησης.
- Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, επίσης σημαντικά πιο φιλόδοξο στόχο σε σύγκριση με το αρχικό σχέδιο ΕΣΕΚ και υψηλότερο επίσης και από τον αντίστοιχο Ευρωπαϊκό στόχο. Ειδικότερα, τίθεται ως ποσοτικός στόχος η τελική κατανάλωση ενέργειας το έτος 2030 να είναι χαμηλότερη από αυτή που είχε καταγραφεί κατά το έτος 2017, εκπληρώνοντας απόλυτα τον σχετικό Ευρωπαϊκό δείκτη για το μέτρο της φιλοδοξίας του ΕΣΕΚ. Επιπρόσθετα, επιτυγχάνεται ποιοτικά μια βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 38%, σύμφωνα με συγκεκριμένη ευρωπαϊκή μεθοδολογία, όπου ο αντίστοιχος κεντρικός ευρωπαϊκός στόχος ανέρχεται στο 32,5% και στο αρχικό σχέδιο ΕΣΕΚ είχε τεθεί στόχος στο 32%. Η επίτευξη αυτού του φιλόδοξου στόχου θα ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα της ελληνικής οικονομίας και την προστασία των καταναλωτών.

Εμβληματικός στόχος στο πλαίσιο της νέας αναθεωρημένης Κυβερνητικής στρατηγικής για το ΕΣΕΚ, αποτελεί το ιδιαίτερα φιλόδοξο αλλά και παράλληλα ρεαλιστικό πρόγραμμα για τη δραστική και οριστική μείωση του μεριδίου λιγνίτη στην ηλεκτροπαραγωγή, την απολιγνιτοποίηση δηλαδή, με εμπροσθοβαρές χρονικό πρόσημο κατά την επόμενη δεκαετία και την πλήρη απένταξή του από το εγχώριο σύστημα ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το έτος 2028.

Το ΕΣΕΚ ενσωματώνει και περιγράφει αντίστοιχα μέτρα και για άλλες στρατηγικές προτεραιότητες πολιτικής όπως η επιτάχυνση της ηλεκτρικής διασύνδεσης των νησιών, η χωρίς περαιτέρω καθυστερήσεις λειτουργία του νέου μοντέλου αγοράς ηλεκτρικής

ενέργειας, η ενίσχυση των ενεργειακών διασυνδέσεων και η ανάπτυξη στρατηγικών έργων αποθήκευσης, η ψηφιοποίηση των δικτύων ενέργειας, η προώθηση της ηλεκτροκίνησης, η σύζευξη των τελικών τομέων, καθώς και πρωτοβουλίες σε θέματα έρευνας και καινοτομίας και ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας.

2. Εργαλεία επίτευξης στόχων ενεργειακής εξοικονόμησης και δυσκολίες

Ένας από τους πιο ενεργοβόρους τομείς της οικονομίας, άρα και πιο ρυπογόνους, που έχει μεγάλο δυναμικό αλλαγών λόγω των μεγάλων εισροών χρήματος αλλά και λόγω της ευκολότερης επίβλεψής του από τα αρμόδια όργανα και μηχανισμούς είναι αυτός της βιομηχανίας.

Το κύριο εργαλείο στα πλαίσια της ΕΕ, που χρησιμοποιείται ώστε να εντοπισθούν, να υλοποιηθούν μέτρα ενεργειακής αναβάθμισης και να ξεπεραστούν όποια εμπόδια (13) προκύπτουν είναι ο Ενεργειακός Έλεγχος.

Πιο συγκεκριμένα:

2.1 Ενεργειακός έλεγχος

Στην κατεύθυνση των προσπαθειών που γίνονται για τη βελτίωση της ενεργειακής κατάστασης στον τομέα της βιομηχανίας, δημιουργήθηκε το εργαλείο του ενεργειακού ελέγχου.

2.1.1 Ορισμός και σκοπός ενεργειακού ελέγχου

Ο Ενεργειακός έλεγχος (14) ορίζεται ως ο συστηματικός έλεγχος και η ανάλυση της χρήσης και κατανάλωσης ενέργειας μιας μονάδος, ενός κτηρίου, ενός συστήματος ή μιας επιχείρησης με στόχο τον ποσοτικό προσδιορισμό των ενεργειακών ροών και του δυναμικού βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης και η σχετική αναφορά αυτών. Σκοπός του είναι η απόκτηση επαρκούς γνώσης των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης με την οποία προσδιορίζονται ποσοτικά οι οικονομικώς αποδοτικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

Ωφελεί λοιπόν, στον εντοπισμό και την ιεράρχηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με κριτήριο την ενεργειακή και οικονομική απόδοση.

Ορισμένες φορές το αντικείμενο του επεκτείνεται ώστε να καλύψει θέματα επαλήθευσης της ενέργειας που πραγματικά εξοικονομήθηκε έπειτα από την εφαρμογή των μέτρων εξοικονόμησης.

2.1.2 Αποτελεσματικότητα ενεργειακού ελέγχου

Έχει αποδειχθεί, για λόγους που θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο, ότι τα Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ) τα οποία εντοπίζονται κατά την διάρκεια του Ενεργειακού Ελέγχου, δεν υλοποιούνται στις περισσότερες των περιπτώσεων. Ενώ διενεργήθηκαν οι έλεγχοι και εντοπίστηκαν οι επεμβάσεις που θα μείωναν την κατανάλωση ενέργειας, δεν προχώρησαν οι επενδύσεις στο σύνολο τους.

2.2 Εμπόδια στην υλοποίηση Επενδύσεων Ενεργειακής εξοικονόμησης που προκύπτουν από τον Ενεργειακό Έλεγχο.

Υπάρχουν διάφορα εμπόδια στην υιοθέτηση ΜΕΕ (15). Κάποια από αυτά ορίζονται ως «εσωτερικά» (Internal Barriers) και αφορούν κυρίως στις προτιμήσεις και στον τρόπο σκέψης των εμπλεκόμενων στην απόφαση ανθρώπων και κάποια άλλα ως «εξωτερικά» (External Barriers) που αφορούν στην έλλειψη κατανόησης της αγοράς και του οφέλους των ΜΕΕ.

Τα κυριότερα εμπόδια αναλύονται παρακάτω.

2.2.1 Τρόπος λήψης αποφάσεων

Σε μια εταιρία, η λήψη των αποφάσεων είναι μια διαδικασία με αρχή, μέση και τέλος. Η αρχή αφορά τον εντοπισμό των πιθανών επενδύσεων, η μέση την ανάλυση τους και το τέλος αφορά οικονομικούς δείκτες.

Όσον αφορά τις ενεργειακές επενδύσεις σε μια εταιρία ο εντοπισμός των πιθανών παρεμβάσεων γίνεται είτε με το σωστό σχεδιασμό ενεργειακής πολιτικής είτε με τη διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου. Ενεργειακή ομάδα για την χάραξη σωστής ενεργειακής πολιτικής και εντοπισμό ΜΕΕ συνήθως έχουν μεγαλύτερες εταιρίες ή πολύ ενεργοβόρες βιομηχανίες. Μικρότερες εταιρίες και όχι μόνο, έχουν έλλειψη τεχνογνωσίας και ανθρωπίνου δυναμικού στον τομέα αυτό. Οπότε ο εντοπισμός των παρεμβάσεων περιορίζεται στα πλαίσια του ενεργειακού ελέγχου.

Για το δεύτερο κομμάτι που είναι η ανάλυση των πιθανών επενδύσεων παρατηρείται, πρώτον ότι πολλές φορές στις εταιρίες δεν υπάρχει κατηγορία για ΜΕΕ και κατηγοριοποιούνται ως προαιρετικά κόστη συντήρησης. Επίσης παρατηρείται ότι τα ΜΕΕ θεωρούνται ως πιθανά κέρδη και όχι απώλειες που θα αποφευχθούν. Το πρώτο θεωρείται ότι έχει ρίσκο και αβεβαιότητα ενώ το δεύτερο όχι. Ακόμα σε πολλές εταιρίες και ειδικά στις μικρότερες δεν υπάρχει ενεργειακός υπεύθυνος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα έλλειψη τεχνογνωσίας και δυνατοτήτων κατανόησης των πραγματικών οφελών μια επένδυσης στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Η τελική ανάλυση λοιπόν στα πλαίσια της εταιρίας

εκτός ότι δίνει ελλιπή εικόνα για τα πλεονεκτήματα της επένδυσης, δεν κατηγοριοποιείται σωστά και δεν παρουσιάζεται με ελκυστικό τρόπο σε αυτούς που παίρνουν τις αποφάσεις. Τέλος τις τελικές λήψεις αποφάσεων τις παίρνουν υψηλόβαθμα στελέχη τα οποία συνήθως δεν ασχολούνται με τα ΜΕΕ που θεωρούνται χαμηλής προτεραιότητας λόγω της λανθασμένης ανάλυσης που προηγήθηκε. Τα αναθέτουν σε στελέχη που ασχολούνται με την παραγωγή, που έχουν λιγότερα κεφάλαια να διαχειριστούν. Άλλος ένας παράγοντας που επηρεάζει την λήψη αποφάσεων εις βάρος των ΜΕΕ είναι ο δείκτης χρόνου απόσβεσης της επένδυσης που ευνοεί επενδύσεις που αυξάνουν την παραγωγή.

2.2.2 Υποτίμηση στρατηγικού χαρακτήρα ενεργειακών παρεμβάσεων

Μια επένδυση με στρατηγικό χαρακτήρα μπορεί να υλοποιηθεί και χωρίς να επιφέρει ιδιαίτερο οικονομικό όφελος. Ως στρατηγική θεωρείται μια επένδυση η οποία ενισχύει το στρατηγικό πλεονέκτημα της εταιρίας έναντι των ανταγωνιστών της. Πιο συγκεκριμένα:

- Αυξάνει την αξία που προσφέρει στους πελάτες της μέσω των υπηρεσιών της ή των προϊόντων της.
- Μειώνει το κόστος παραγωγής αυτής της αξίας
- Μειώνει το ρίσκο παραγωγής της αξίας

Συνήθως στρατηγικές θεωρούνται επενδύσεις που αφορούν την παραγωγή. Προτεραιότητα δίνεται λοιπόν στη βελτίωση των μηχανημάτων παραγωγής, το σχεδιασμό νέων προϊόντων ή τη εξασφάλιση διαφόρων πιστοποιήσεων.

Οι επενδύσεις που στοχεύουν κυρίως στη μείωση κατανάλωση ενέργειας θεωρείται ότι δεν έχουν στρατηγικό χαρακτήρα.

2.2.3 Κρυφά κόστη

Έχει παρατηρηθεί⁽²⁾ λόγω της έλλειψης γνώσης και σωστής πληροφόρησης των ανθρώπων που παίρνουν τις αποφάσεις για επενδύσεις στις εταιρίες ότι θεωρούν πως υπάρχουν κρυφά κόστη στις ενεργειακές επεμβάσεις. Πιστεύουν δηλαδή, πως εκτός του ότι δεν θα επιφέρουν ιδιαίτερα κέρδη πέραν της ενδεχόμενης μείωσης των λογαριασμών ενέργειας και δεν θα ενισχύσουν το στρατηγικό χαρακτήρα της επιχείρησης, ότι μπορεί να μειωθεί η παραγωγή για ορισμένο χρονικό διάστημα ή και μόνιμα, ότι θα προκύψουν υπερωρίες εργαζομένων καθώς και επιμορφωτικά σεμινάρια με επιπλέον οικονομική επιβάρυνση.

2.2.4 Συμπέρασμα

Κρίνεται αναγκαίο λοιπόν να υπάρξουν ενέργειες οι οποίες θα αναδείξουν και θα ενισχύσουν τον στρατηγικό χαρακτήρα των ΜΕΕ, θα ενημερώσουν τους διευθυντές των

εταιριών σφαιρικά για τα πολλαπλά οφέλη τους και θα εντοπίσουν το πραγματικό οικονομικό τους όφελος

2.3 Πρόγραμμα m-Benefits

Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα M-Benefits (16) (Multiple Benefits of energy efficiency) επιδοτήθηκε από την ΕΕ με σκοπό να προωθηθεί η υλοποίηση ΜΕΕ με συνυπολογισμό των εμμέσων και μη καθαρά ενεργειακών οφελών των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Σκοπός είναι να ποσοτικοποιηθούν και να αναλυθούν με τεχνικούς, λειτουργικούς, στρατηγικούς και οικονομικούς όρους τα επιπρόσθετα οφέλη των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, πέραν της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας και της επακόλουθης σε βάθος χρόνου μείωσης κόστους λειτουργίας της επιχείρησης .

Προσεγγίζει δηλαδή την ποσοτικοποίηση των στρατηγικών επιπτώσεων των επενδύσεων που στοχεύουν κυρίως στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Με τον όρο στρατηγική προσέγγιση εννοείται το πώς η επένδυση μπορεί να συμβάλει στο να αυξήσει η επιχείρηση το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα απέναντι στους ανταγωνιστές της, να έρθει πιο κοντά στις αξίες που αντιπροσωπεύει και να μειώσει το ρίσκο και το κόστος λειτουργίας της. (Βλ. **Σχήμα 7**)



Σχήμα 7: Σχηματική αναπαράσταση της προσέγγισης του M-Benefits σε ΜΕΕ. Πηγή: mbenefits.eu (15)

Το πρόγραμμα λοιπόν προσεγγίζει τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας με βάση τρεις άξονες:

- Την επίπτωση στην αύξηση της αξίας του προσφερόμενου προϊόντος ή υπηρεσιών

- Τη μείωση του κόστους λειτουργίας της επιχείρησης
- Τη μείωση του ρίσκου λειτουργίας της επιχείρησης

Όσον αφορά την αύξηση της αξίας και των πωλήσεων η μελετώμενη επέμβαση μπορεί να συντελέσει στην παραγωγή ποιοτικότερου προϊόντος και στην αύξηση της παραγωγής, μέσω αντικατάστασης μηχανημάτων παραγωγής με άλλα αποδοτικότερα σε ενεργειακά μεγέθη αλλά και σε ποιότητα και δυναμικότητα παραγωγής.

Η μείωση του κόστους μπορεί να προκύψει από μείωση των ακατάλληλων προϊόντων, από την εξοικονόμηση ενέργειας ή από τα μειωμένα τέλη CO₂.

Η μείωση του ρίσκου μπορεί να αναφέρεται στην μείωση των πιθανοτήτων για ακατάλληλο προϊόν, για εργατικά ατυχήματα ή για πρόστιμα από τους ελεγκτικούς μηχανισμούς.

Επίσης το πρόγραμμα στοχεύει στην εκπαίδευση του εργατικού δυναμικού μιας εταιρίας ή και διαφόρων ανεξάρτητων μηχανικών και της ανάπτυξης μιας μεθοδολογίας ώστε να αξιολογούν τα non energy benefits κάθε μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας.

3. Θεωρητικό κομμάτι-Διαδικασία υλοποίησης

Όπως φαίνεται στο παρακάτω **Σχήμα 8** η διαδικασία που ακολουθείται για την υλοποίηση του M-Benefits είναι αρχικά η πραγματοποίηση του ενεργειακού ελέγχου και έπειτα η M-Benefits ανάλυση των προτεινόμενων ΜΕΕ.



Σχήμα 8: Σχηματική αναπαράσταση διαδικασίας υλοποίησης του Multiple-Benefits. Πηγή: mbenefits.eu(15)

3.1 Στάδια εφαρμογής Energy Audit

Ανεξαρτήτως από τον οργανισμό που εφαρμόζεται ο ενεργειακός έλεγχος, τα στάδια εφαρμογής του είναι (14):

- **Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου**
αρχικά καταγραφή του κύριου εξοπλισμού και δημιουργείται ένα χρονοδιάγραμμα επισκέψεων και συνεντεύξεων
- **Προκαταρκτική επικοινωνία:**
ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να θέσει το πλαίσιο των συμβουλευτικών υπηρεσιών του προς τον οργανισμό. Ειδικότερα πρέπει να καθοριστούν οι στόχοι και οι προσδοκίες των συμβουλευτικών υπηρεσιών καθώς και τα κριτήρια τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης.
- **Εναρκτήρια συνάντηση:**
σε αυτό το βήμα καθορίζονται τα απαιτούμενα δεδομένα που πρέπει να δοθούν στον ελεγκτή, οι απαιτήσεις για μετρήσεις και διαδικασίες για την εγκατάσταση μετρητικού εξοπλισμού. Περαιτέρω θα γίνουν σαφείς συμφωνίες για την πρακτική επίδοση του ενεργειακού ελέγχου. Αυτό περιλαμβάνει τον καθορισμό ενός προσώπου από την εταιρεία, υπεύθυνου για την υποστήριξη του ενεργειακού ελέγχου.
- **Συλλογή δεδομένων:**
ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να συλλέξει δεδομένα σχετικά με κάθε σύστημα, διεργασία ή εγκατάσταση που καταναλώνουν ενέργεια καθώς και πληροφορίες ποσοτικοποιημένων παραμέτρων οι οποίες επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας. Επίσης θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν τα τυχόν διαθέσιμα στοιχεία ενεργειακής απόδοσης από προηγούμενες αναλύσεις καθώς και τιμολόγια ενέργειας, έγγραφα σχετικά με την κατασκευή
- **Επιτόπιες εργασίες:**
ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να επιθεωρήσει το προς έλεγχο αντικείμενο με σκοπό την εκτίμηση της χρήσης ενέργειας και τον εντοπισμό των περιοχών/διεργασιών όπου απαιτούνται πρόσθετα δεδομένα. Πρέπει επίσης να αξιολογείται για την επίδραση στη κατανάλωση ενέργειας και στην απόδοση τόσο η ροή των εργασιών όσο και η συμπεριφορά των χρηστών, καθώς τα μέτρα ελέγχου της λειτουργίας αποτελούν την βάση για τις πρώτες συστάσεις βελτίωσης. Τέλος οι μετρήσεις πρέπει να λαμβάνονται σε πραγματικές συνθήκες και πρέπει να είναι αξιόπιστες

- **Ανάλυση δεδομένων:**
σε αυτό το στάδιο, ο ενεργειακός ελεγκτής αξιολογεί την υφιστάμενη κατάσταση των επιδόσεων σχετικά με την ενέργεια. Καταρτίζει ενεργειακά ισοζύγια και επιμερίζει τόσο την παροχή όσο και την χρήση ενέργειας Σε αυτή την βάση, ο ενεργειακός ελεγκτής συστήνει προσεγγίσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Αυτές οι επιλογές βελτίωσης θα πρέπει να αξιολογούνται στη βάση ενός συνόλου κριτηρίων. Η αξιοπιστία των δεδομένων, οι μέθοδοι υπολογισμού που εφαρμόζονται και οι υποθέσεις που έγιναν θα πρέπει να παρουσιάζονται πλήρως.
- **Απολογιστική έκθεση.**
Η απολογιστική έκθεση του ενεργειακού ελεγκτή πρέπει να είναι διαφανής, συμπερασματική και κατανοητή. Περιλαμβάνει μία περίληψη, γενικές πληροφορίες, την τεκμηρίωση των συμβουλευτικών υπηρεσιών και ένα κατάλογο επιλογών για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με :
 - i) προτάσεις και προγράμματα για την εφαρμογή
 - ii) υποθέσεις που έγιναν για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης
 - iii) πληροφορίες για διαθέσιμες επιχορηγήσεις και εκπτώσεις
 - iv) κατάλληλη ανάλυση οφέλους
 - v) προτάσεις για διαδικασίες μετρήσεων και επαλήθευσης για την εκτίμηση της εξοικονόμησης μετά την υλοποίηση των προτεινόμενων μέτρων
 - vi) πιθανή αλληλεπίδραση με άλλες προτεινόμενες προτάσεις και
 - vii) συμπεράσματα
- **Τελική συνάντηση:**
στην τελική συνάντηση ο ενεργειακός ελεγκτής παρουσιάζει τα συμπεράσματά του, επεξηγεί αυτά όπου είναι αναγκαίο και υποβάλλει την έκθεση.

Κατά το στάδιο της ανάλυσης δεδομένων εφαρμόζονται οι εξής τεχνικές:

- Επιμερισμός της κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορες χρήσεις
- Ισοζύγια μάζας και ενέργειας και τα διαγράμματα Sankey
- Πίνακες καταναλώσεων ενέργειας
- Καταγραφές εξοπλισμού, συστημάτων ή διεργασιών που καταναλώνουν ενέργεια, περιλαμβανόμενου του ενεργειακού βαθμού απόδοσης και των ωρών λειτουργίας
- Εντοπισμός των σημαντικών ενεργειακών καταναλώσεων δηλαδή των καταναλώσεων ενέργειας οι οποίες αντιπροσωπεύουν τον κύριο όγκο της κατανάλωσης ενέργειας
- Ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ των καταναλώσεων ενέργειας και των παραγόντων προσαρμογής, δηλαδή των παραγόντων που επηρεάζουν σημαντικά τις καταναλώσεις αυτές

3.2 Διαδικασία υλοποίησης Multiple-Benefits

Παρακάτω παρουσιάζεται η διαδικασία υλοποίησης του προγράμματος Multiple-Benefits:

Δεδομένα:

Ως δεδομένα για την υλοποίηση του προγράμματος λαμβάνονται τα αποτελέσματα του ενεργειακού ελέγχου.

1^ο βήμα-Ανάλυση εταιρείας:

Σκοπός είναι η βελτίωση των γνώσεων σχετικά με την εταιρία και η προσαρμογή του έργου στις ανάγκες των πελατών.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε αυτό το βήμα είναι η συμπλήρωση του δυναμικού εργαλείου επιχειρηματικότητας της εταιρείας και η κατανόηση του μοντέλου λήψης επενδυτικών αποφάσεων.

Το παραδοτέο υλικό μετά την ολοκλήρωση του βήματος αποτελείται από τα κύρια χαρακτηριστικά του επιχειρηματικού μοντέλου της επιχείρησης καθώς και τους παράγοντες αποδοχής ή αποκλεισμού των ΜΕΕ.

2^ο βήμα-Ενέργεια και λειτουργίες:

Σκοπός είναι να βρεθούν μέτρα που ενισχύουν/ασφαλίζουν τις διεργασίες και μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, καθώς και να βρεθούν τα ενεργειακά οφέλη αυτών των μέτρων.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται σε αυτό το βήμα είναι ο ενεργειακός έλεγχος, ο χάρτης διαδικασίας και ο χάρτης ενεργειακών υπηρεσιών.

Το παραδοτέο υλικό αποτελείται από την παρούσα και μελλοντική εκτίμηση κατανάλωσης ενέργειας και τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης.

3^ο βήμα-Στρατηγικές επιπτώσεις(αξία-κόστος-ρίσκο):

Σκοπός είναι ο εντοπισμός των μη ενεργειακών οφελών για τα ΜΕΕ, η επιλογή των ΜΕΕ με τα περισσότερα οφέλη και η συλλογή δεδομένων ώστε τα οφέλη να εκφραστούν με χρηματικούς όρους.

Εργαλεία σε αυτό το στάδιο είναι το μοντέλο αξίας-κόστους-ρίσκου, η λίστα του M-benefits με πιθανά οφέλη και το μοντέλο συλλογής δεδομένων.

Το παραδοτέο υλικό είναι μια ανάλυση αξίας-κόστους-ρίσκου κάθε ΜΕΕ καθώς και η έκφρασή του σε χρηματικούς όρους ώστε να γίνει δυνατή η τελική επιλογή της επένδυσης.

4^ο βήμα-Οικονομικές επιπτώσεις:

Σκοπός του συγκεκριμένου βήματος είναι η αξιολόγηση της οικονομικής ελκυστικότητας και των χρηματοροών κάθε μέτρου.

Τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν είναι αυτά της οικονομικής θεωρίας και των οικονομικών υπολογισμών.

Στο τέλος του βήματος **παραδίδονται** οι δείκτες της καθαρής παρούσας αξίας (NPV), του εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR) και της απλής αποπληρωμής για συγκεκριμένα μέτρα.

5^ο βήμα-Παρουσίαση αποτελεσμάτων:

Σε αυτό το βήμα συνοψίζονται και παρουσιάζονται οι προτάσεις μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

4. Ενεργειακός έλεγχος της εταιρίας

4.1. Εισαγωγή

Η παρούσα τεχνική έκθεση αφορά τον ενεργειακό έλεγχο που διενεργήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος, με ακρωνύμιο 'M BENEFITS' και αφορά τις εγκαταστάσεις μιας τυπικής βιομηχανίας Αλουμινίου στην Ελλάδα.

Η εταιρεία δραστηριοποιείται στον κλάδο του αλουμινίου στην Ελλάδα με σημαντική διεθνή παρουσία. Πιο συγκεκριμένα, εξειδικεύεται στη μελέτη και στο σχεδιασμό ειδικών προφίλ αλουμινίου, ενώ δραστηριοποιείται δυναμικά στην παραγωγή και την ηλεκτροστατική βαφή αρχιτεκτονικών προφίλ προσφέροντας ολοκληρωμένες λύσεις, σε διάφορα χρώματα και με αξιοσημείωτη αντοχή.

Η εταιρεία διαθέτει (1) σύγχρονη βιομηχανική μονάδα παραγωγής προφίλ αλουμινίου και (1) βαφείο ηλεκτροστατικής βαφής, καθώς και άλλους βοηθητικούς χώρους που περιγράφονται στη συνέχεια.

4.2. Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου– Σύνολο εταιρίας

Οι συνολικές καταναλώσεις ενέργειας της βιομηχανίας, αναφορικά με το εργοστάσιο για τα έτη 2017, 2018 και μέρος του 2019 παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 2: Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας εταιρείας για το 2017.

Έτος 2017	
Περιγραφή κατανάλωσης ενέργειας	kWh
Ηλεκτρική Ενέργεια	802.366,40
Θερμική Ενέργεια	1.757.895,00
Συνολική κατανάλωσης ενέργειας	2.587.597,60

Πίνακας 3: Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας εταιρείας για το 2018.

Έτος 2018	
Περιγραφή κατανάλωσης ενέργειας	kWh
Ηλεκτρική Ενέργεια	913.909,20
Θερμική Ενέργεια	2.052.240,00
Συνολική κατανάλωσης ενέργειας	2.938.813,20

Πίνακας 4: Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας εταιρείας μέχρι και τον Ιούλιο του 2019.

Έτος 2019-(έως Ιούλιο)	
Περιγραφή κατανάλωσης ενέργειας	kWh
Ηλεκτρική Ενέργεια	565.369,60
Θερμική Ενέργεια	1.390.096,80
Συνολική κατανάλωσης ενέργειας	1.955.466,40

Η γενική περιγραφή της βιομηχανικής μονάδας και των καταναλώσεών του παρουσιάζονται στον **Πίνακα 5** που ακολουθεί.

Πίνακας 5: Γενικά χαρακτηριστικά εργοστασίου.

Μικτή επιφάνεια κτιριακών εγκαταστάσεων	2.877 τ.μ
Αριθμός εργαζομένων	33
Συνολική εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς (kW)	704,28
Συνολική εγκατεστημένη θερμική ισχύς (kW _{th})	1463,00*
Ετήσια παραγωγή Βαφείου 2017 (tn)	696,66
Ετήσια παραγωγή Πρέσας 2017 (tn)	1.102,96
Ετήσια παραγωγή Βαφείου 2018 (tn)	948,34
Ετήσια παραγωγή Πρέσας 2018 (tn)	1.456,53

Ετήσια** παραγωγή Βαφείου 2019 (tn)	479,81
Ετήσια** παραγωγή Πρέσας 2019 (tn)	1.021,32

*Δεν υπάρχουν ακριβή στοιχεία για το φούρνο μπιγιετών

**Μέχρι και τον Ιούλιο του 2019.

4.3. Γενική περιγραφή εγκατάστασης

4.3.1 Λειτουργία εγκατάστασης

Η τυπική λειτουργία του εργοστασίου είναι πέντε (5) ημέρες την εβδομάδα. Το ωράριο λειτουργίας το 2017 περιλάμβανε μία (1) οκτάωρη βάρδια ανά εργάσιμη ημέρα, ενώ για τα έτη 2018-2019 το τμήμα της διέλασης απασχολούσε δύο (2) οκτάωρες βάρδιες και το τμήμα του βαφείου μία (1) οκτάωρη βάρδια.

Κατά τη διάρκεια του έτους το εργοστάσιο σταματά τη λειτουργία του για περίπου έναν μήνα για την παροχή άδειας στους εργαζομένους και την πραγματοποίηση εργασιών συντήρησης.

4.3.2 Στάδια παραγωγικής διαδικασίας

Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είναι τα εξής:

1. Παραγωγή προφίλ αλουμινίου

- Εισάγεται η Α΄ Ύλη(μπιγιέτες αλουμινίου) και τοποθετούνται στον πάγκο εκφόρτωσης.
- Προθερμαίνονται οι μπιγιέτες με τα καυσαέρια του φούρνου μπιγιετών
- Θερμαίνονται οι μπιγιέτες στους 470-500 °C
- Γίνεται διέλαση των μπιγιετών στην πρέσα και προκύπτουν τα προφίλ αλουμινίου.
- Τα προφίλ αλουμινίου υφίστανται τάνυση και ψύχονται στον πάγκο ψύξης
- Τα προφίλ αλουμινίου κόβονται στο επιθυμητό μήκος στο πριόνι τελικής κοπής
- Τα προφίλ τοποθετούνται στο φούρνο γήρανσης για 3 έως 8 ώρες(7-7,5 ώρες το 95%)

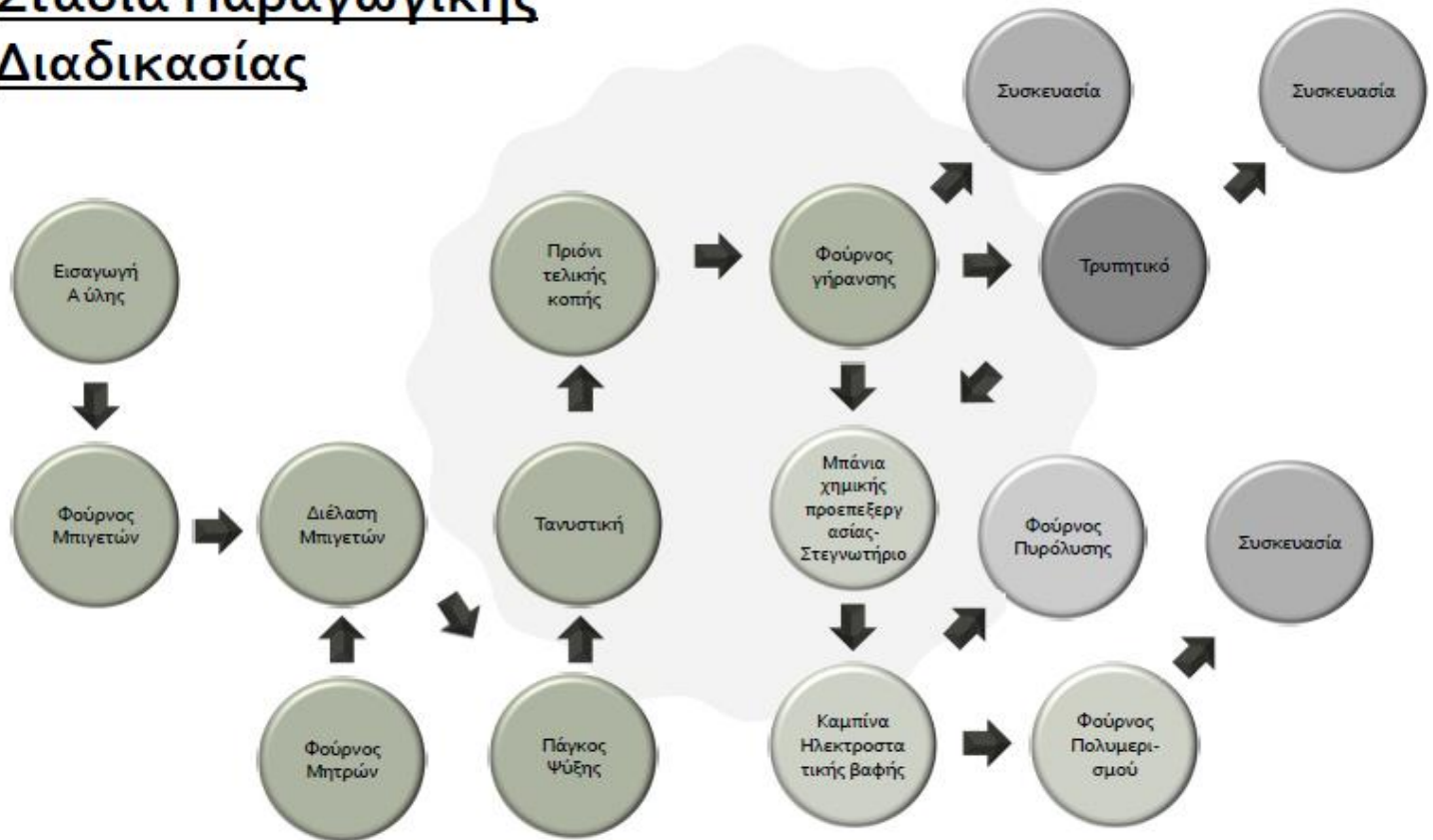
2. Βαφή μέρους της παραγωγής ή προϊόντων εξωτερικών πελατών

- Τα προφίλ τοποθετούνται διαδοχικά σε 9 μπάνια χημικής προεπεξεργασίας.
- Τοποθέτηση των προφίλ στο στεγνωτήριο.
- Βάψιμο των προφίλ στην καμπίνα βαφής.

- Τοποθέτηση των προφίλ στο φούρνο πολυμερισμού για 25-30 λεπτά.

Τα παραπάνω, μαζί με όλες τις υποπεριπτώσεις της παραγωγικής διαδικασίας φαίνονται στο διάγραμμα ροής της διαδικασίας παρακάτω (Σχήμα 9):

Στάδια Παραγωγικής Διαδικασίας



Σχήμα 9: Στάδια παραγωγικής διαδικασίας

4.3.3 Παραγωγικές εγκαταστάσεις

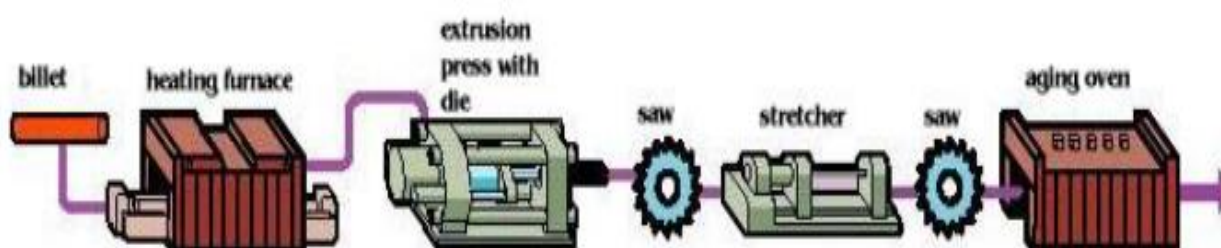
Οι παραγωγικές εγκαταστάσεις του εργοστασίου χωρίζονται σε τέσσερις (4) επιμέρους:

- Πρέσα-τμήμα διέλασης
- Μπάνια χημικής προεπεξεργασίας-Στεγνωτήριο
- Φούρνοι
- Καμπίνα βαφείου

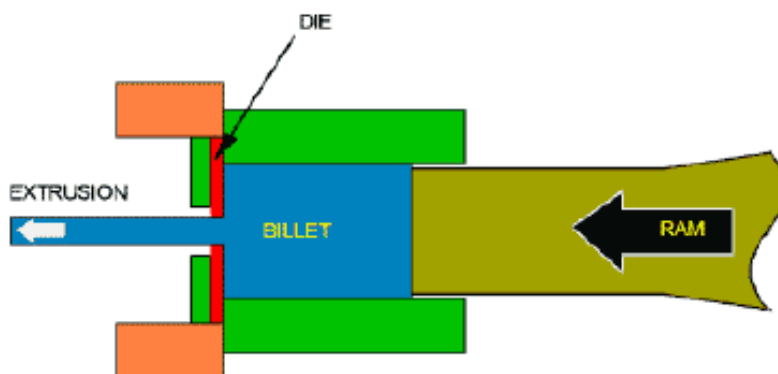
4.3.3.1 Πρέσα-Τμήμα διέλασης

Στην πρέσα γίνεται η διέλαση των μπιγιετών αλουμινίου. Οι προθερμασμένες μπιγιέτες περνούν από τις μήτρες της πρέσας και παίρνουν το επιθυμητό σχήμα με τη βοήθεια ενός Puller που τραβάει την άκρη του προφίλ αλουμινίου. Έπειτα ο τανυστής τεντώνει τα προφίλ τα οποία κόβονται στο επιθυμητό μήκος με το πριόνι τελικής κοπής.

Παρακάτω (Σχήμα 10) φαίνονται σχηματικά, τα βήματα της διέλασης καθώς και το πέρασμα των μπιγιετών μέσα από την πρέσα (Σχήμα 11):



Σχήμα 10: Σχηματική απεικόνιση διέλασης



Σχήμα 11: Πρέσα διέλασης

4.3.3.2 Μπάνια χημικής προεπεξεργασίας-Στεγνωτήριο:

Το προϊόν, πριν τη βαφή του, χρειάζεται να περάσει από μπάνια χημικής προεπεξεργασίας.

Η εγκατάσταση αποτελείται από (9) μπάνια για προϊόντα αλουμινίου και (1) στεγνωτήριο. Από τα (9) μπάνια θερμαίνεται στους 50-52 °C το (1), που είναι το μπάνιο της απολίπανσης προφίλ με χωρητικότητα 12 m³.

4.3.3.3 Φούρνοι:

- Φούρνος μπιγιετών: Εδώ γίνεται η θέρμανση των μπιγιετών στους 470-500 °C. Τα καυσαέρια του φούρνου χρησιμοποιούνται στη προθέρμανση των μπιγιετών κατά την είσοδο τους στη διάταξη ώστε να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας.
- Φούρνος μητρών: Χρησιμοποιείται στην προθέρμανση των μητρών πριν την τοποθέτηση τους στην πρέσα.
- Φούρνος γήρανσης: Τοποθετούνται τα προφίλ για 3 έως 8 ώρες.
- Φούρνος πολυμερισμού: Εκεί τοποθετούνται τα προφίλ μετά τη βαφή και παραμένουν για 25-30 λεπτά. Η θερμοκρασία του φούρνου είναι από 180 °C έως 210 °C και εξαρτάται από την πούδρα και από τον τύπο του προς βαφή αντικειμένου.
- Φούρνος πυρόλυσης: Χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των μπαρών στις οποίες κρεμιούνται τα προς βαφή τεμάχια.

4.3.3.4 Καμπίνα βαφείου:

Εδώ εισέρχονται τεμάχια που παράγονται στο τμήμα της διέλασης ή από εξωτερικούς πελάτες για να βαφούν ηλεκτροστατικά. Αφού λοιπόν τα τεμάχια έχουν καθαριστεί, ψεκάζονται με χρωματισμένη πούδρα. Η κατανάλωση πούδρας είναι περίπου 50 gr ανά Kg αλουμινίου.

4.4. Περιγραφή Η/Μ εγκαταστάσεων

4.4.1 Διανομή LPG

Το εργοστάσιο τροφοδοτείται με LPG και μέσω εσωτερικού δικτύου το αέριο διανέμεται σε επιμέρους καταναλώσεις που αφορούν:

- Τη θέρμανση της πρώτης ύλης, (1) φούρνος μπιγιετών
- Τη γήρανση του προϊόντος, (1) φούρνος γήρανσης
- Το στεγνωτήριο του βαφείου, (1) στεγνωτήριο
- Τη θέρμανση του χημικού μπάνιου, (1) λέβητας ζεστού νερού
- Για τον πολυμερισμό και την τη σκλήρυνση των πουδρών βαφής, (1) φούρνος πολυμερισμού
- Τον καθαρισμό των προς βαφή τεμαχίων, (1) φούρνος πυρόλυσης

Τα αναλυτικά στοιχεία του εξοπλισμού δίνονται στο **Παράρτημα**.

4.4.2 Εξοπλισμός Τμήματος Διέλασης

Στο συγκεκριμένο τμήμα της παραγωγής υπάρχουν μηχανήματα διέλασης, κοπής, διάτρησης του υλικού.

4.4.3 Εξοπλισμός Τμήματος Βαφείου

Εδώ υπάρχουν μηχανήματα ηλεκτροστατικής βαφής του προϊόντος.

4.4.4 Κάλυψη αναγκών κλιματισμού

Η κάλυψη των αναγκών ψύξης των χώρων των γραφείων και τμημάτων παραγωγής του εργοστασίου σε ψύξη-θέρμανση πραγματοποιείται με τα ακόλουθα συστήματα:

- **Χώρος κεντρικών γραφείων**

Το εγκατεστημένο σύστημα αποτελείται από (12) split units.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των παραπάνω παρουσιάζονται αναλυτικά στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**.

Όσον αφορά τις εβδομαδιαίες ώρες λειτουργίας του κλιματισμού είναι περίπου 48 ώρες όσες και οι ώρες λειτουργίας των γραφείων.

4.4.5 Φωτισμός

Ο τεχνητός φωτισμός του εργοστασίου ανά ενότητα του εργοστασίου δίνεται παρακάτω (βλ. **Πίνακα 6**):

Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά εγκατάστασης τεχνητού φωτισμού εργοστασίου.

Τμήμα	Τμχ.	Ισχύς	Εγκ. Ισχύς	Τύπος	Λειτουργία	Παρατηρήσεις
		W/τμχ	kW		h	
Γραφεία-Βοηθητικοί χώροι	58	36	2,51	Λάμπες φθορίου	10	χειροκίνητα
Τμήμα παραγωγής	7	58	0,41	LED	16	χειροκίνητα
	2	250	0,6	Τουλίπα	16	χειροκίνητα
	156	36	6,74	Λάμπες φθορίου	16	χειροκίνητα
	6	400	Non	Προβολείς	Δεν χρησιμοποιούνται	Δεν χρησιμοποιούνται
	1	110	0,13	Φθορίου	16	χειροκίνητα

	16	120	2,3	Φθορίου	16	χειροκίνητα
Εξωτερικά φώτα	12	100	1,2	LED	-	-

Τα φωτιστικά στους γραφειακούς χώρους λειτουργούν τις ώρες λειτουργίας των γραφείων και η αφή-σβέση τους γίνεται χειροκίνητα.

Στο εργοστάσιο μετά τη λήξη της βάρδια μένουν αναμμένες για 8 ώρες 8 λάμπες LED 36 W.

Τα εξωτερικά φώτα λειτουργούν 24 ώρες το 24ωρο με φωτοκύτταρο.

4.5. Ανάλυση ενεργειακών καταναλώσεων εγκατάστασης

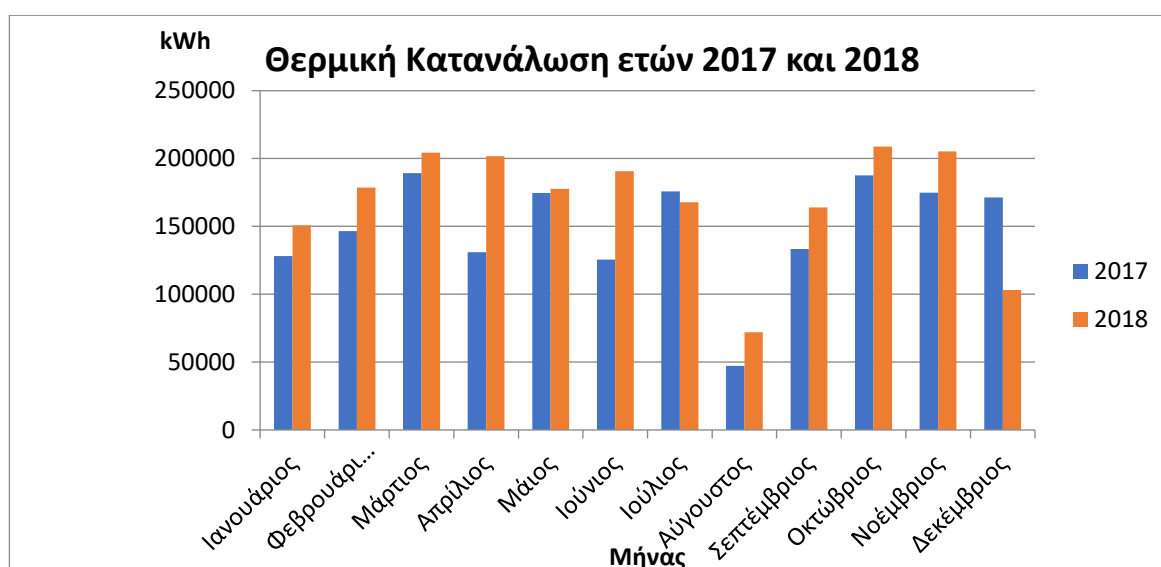
Στις ενεργειακές καταναλώσεις περιλαμβάνεται τόσο η κατανάλωση θερμικής όσο και ηλεκτρικής ενέργειας.

Η θερμική ενέργεια παράγεται από την καύση LPG στους λέβητες των φούρνων και χρησιμοποιείται στην προθέρμανση της πρώτης ύλης, των μητρών αλλά και ενός λουτρού, το στέγνωμα μετά το βαφείο και κατά τη διαδικασία της γήρανσης,

Η ηλεκτρική ενέργεια καλύπτει τα φορτία θέρμανσης και ψύξης καθώς και τις ενεργειακές ανάγκες των μηχανημάτων παραγωγής και του φωτισμού.

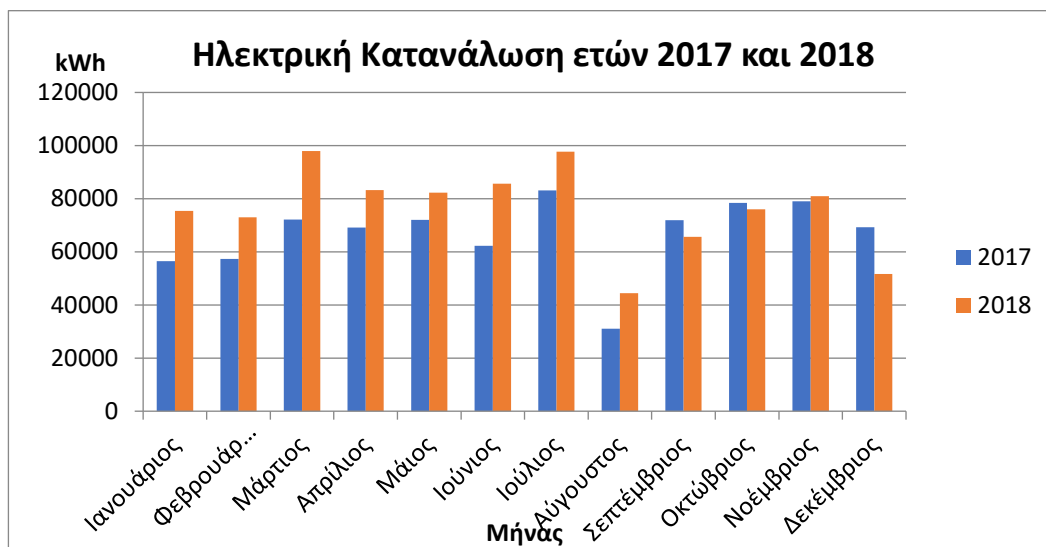
4.5.1 Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας για τα έτη 2017, 2018.

Στο **Σχήμα 12** που ακολουθεί φαίνεται η μηνιαία κατανάλωση θερμικής ενέργειας για τα έτη 2017,2018.



Σχήμα 12: Σύγκριση ετήσιας κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για τα έτη 2017,2018

Στο **Σχήμα 13** που ακολουθεί φαίνεται η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη 2017-2018.



Σχήμα 13: Σύγκριση ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη 2017, 2018.

4.5.2 Επιμερισμός καταναλώσεων

Για τον επιμερισμό των καταναλώσεων, καταρχήν καθορίζονται οι βασικές χρήσεις καταναλώσεων ανά πηγή ενέργειας ως παρακάτω:

4.5.2.1 Ηλεκτρική Ενέργεια

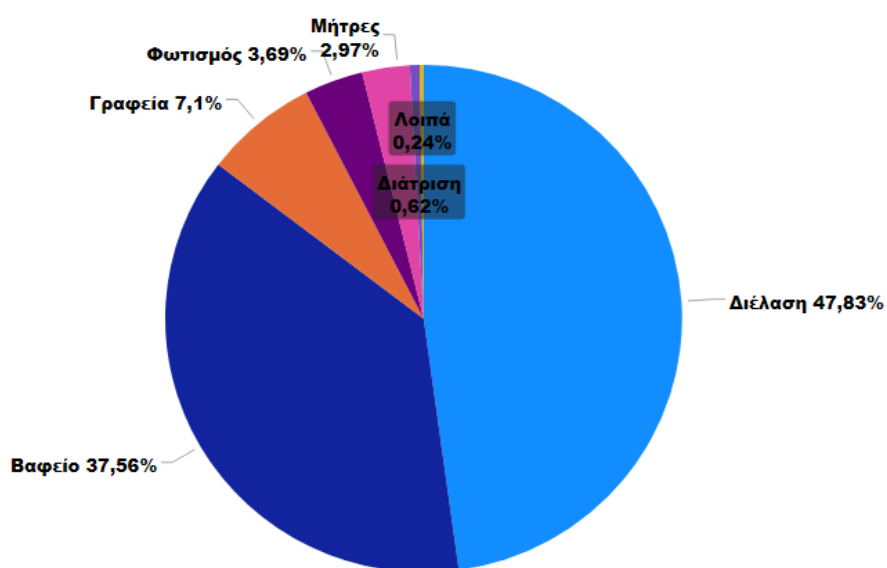
Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας επιμερίζεται στις παρακάτω υποομάδες:

- Γραμμές παραγωγής βαφείου
- Γραμμές παραγωγής Διέλασης
- Γραμμές παραγωγής Διάτρισης
- Καθαρισμός μητρών
- Γραφειακοί χώροι
- Λοιπές καταναλώσεις

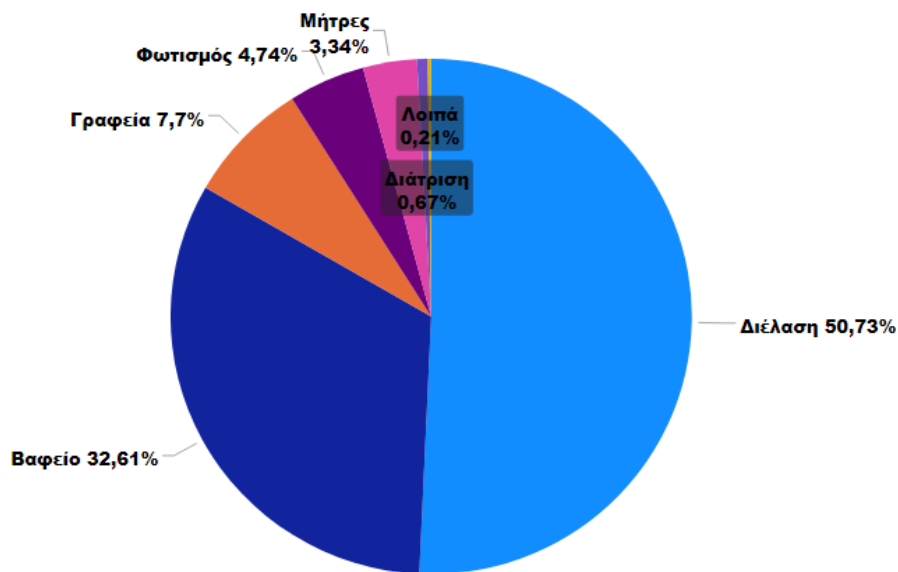
Ο επιμερισμός των καταναλώσεων για τα δύο έτη, (**Πίνακας 7**, **Σχήμα 14** και **Σχήμα 15**) πραγματοποιήθηκε με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια των αυτοψιών και τα στοιχεία λειτουργίας των επιμέρους γραμμών παραγωγής που διατέθηκαν από το προσωπικό του εργοστασίου.

Πίνακας 7: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έτους 2017,2018.

Χρήση	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh)			
	2017		2018	
	kWh	%	kWh	%
Βαφείο	312.970,74	37,56	312.970,74	32,61
Διέλαση	398.490,45	47,83	486.825,32	50,73
Διάτριση	5.125,05	0,62	6.406,31	0,67
Γραφεία	59.139,96	7,10	73.921,32	7,70
Μήτρες	24.780,80	2,97	32.089,41	3,34
Λοιπά	1.985,05	0,24	1.985,05	0,21
Φωτισμός	30.709,80	3,69	45.491,16	4,74



Σχήμα 14: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έτους 2017.

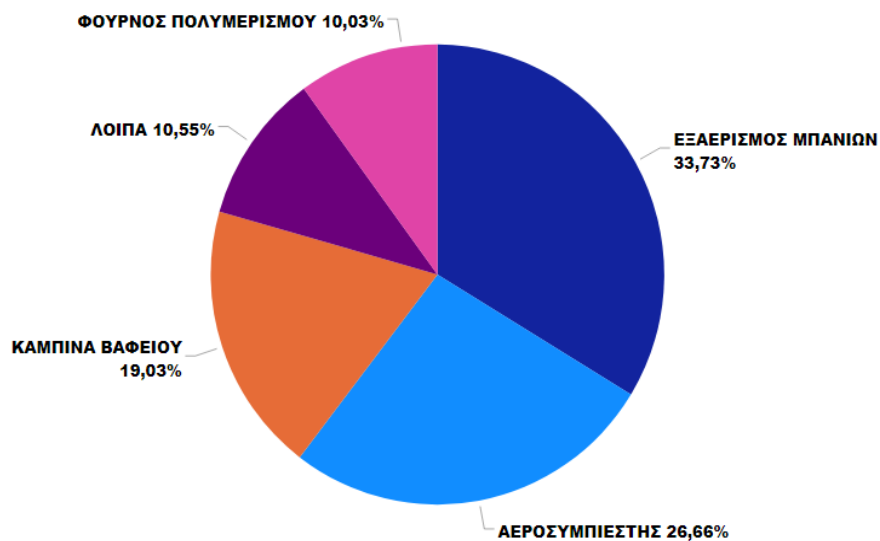


Σχήμα 15: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έτους 2018.

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο τομέας της διέλασης. Ακολουθεί με μικρή σχετικά διαφορά ο τομέας του βαφείου, διαφορά η οποία αυξάνει το 2018 λόγω της αύξησης λειτουργίας του τμήματος της διέλασης από 8 σε 16 ώρες.

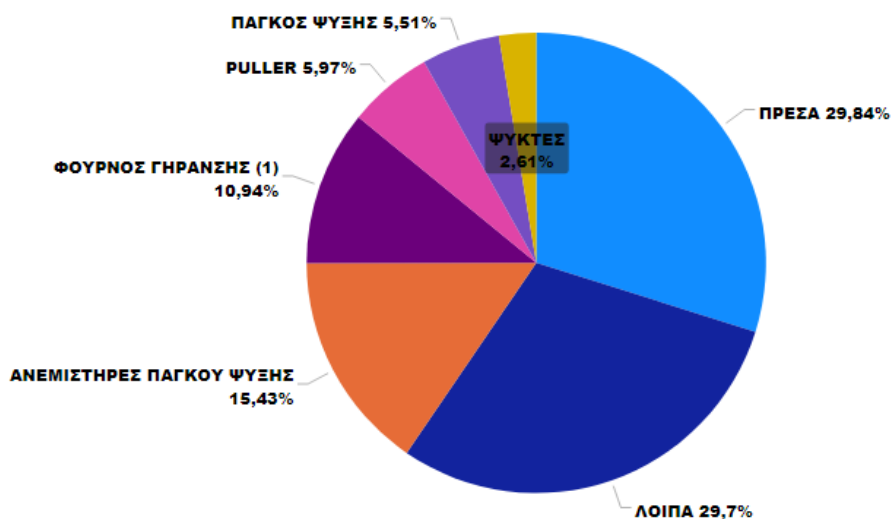
Για τους δύο μεγάλους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται επιπλέον επιμερισμός παρακάτω για το έτος 2018 (βλ. **Σχήμα 16** και **Σχήμα 17**):

Βαφείο



Σχήμα 16: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κύριων καταναλωτών βαφείου 2018.

Διέλαση



Σχήμα 17: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κύριων καταναλωτών τμήματος διέλασης 2018.

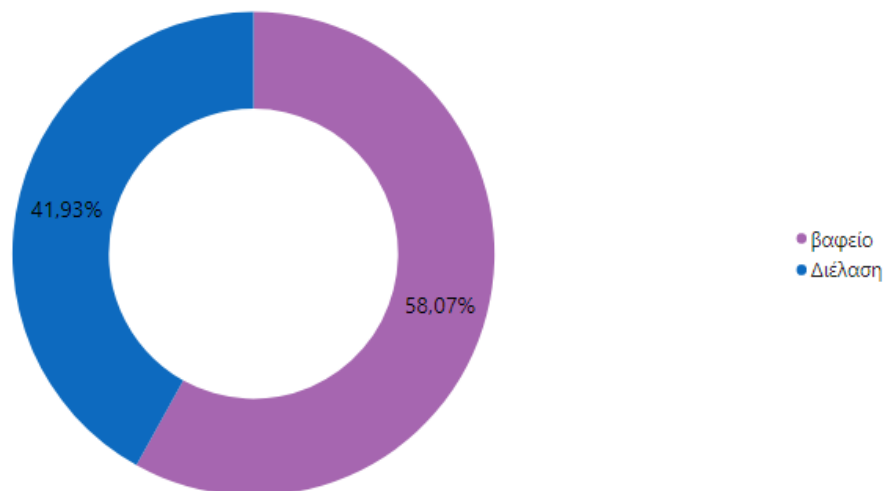
4.5.2.2 Θερμική Ενέργεια (Υγραέριο)

Η κατανάλωση υγραερίου επιμερίζεται στις καταναλώσεις της παραγωγής διέλασης και τις καταναλώσεις της παραγωγής του βαφείου.

Ο επιμερισμός για το έτος 2018 φαίνεται στον **Πίνακα 8** και το **Σχήμα 18** που ακολουθούν

Πίνακας 8: Επιμερισμός κατανάλωσης υγραερίου 2018 .

Χρήση	Κατανάλωση Υγραερίου	
	kWh	Ποσοστό %
Διέλαση	898.425,00	42%
Βαφείο	1.244.364,00	58%



Σχήμα 18: Επιμερισμός καταναλώσεων LPG 2018.

Πιο αναλυτικά, οι καταναλωτές της διέλασης είναι:

- Ο φούρνος μπιγетών
- Ο φούρνος γήρανσης

Και οι καταναλωτές του βαφείου είναι:

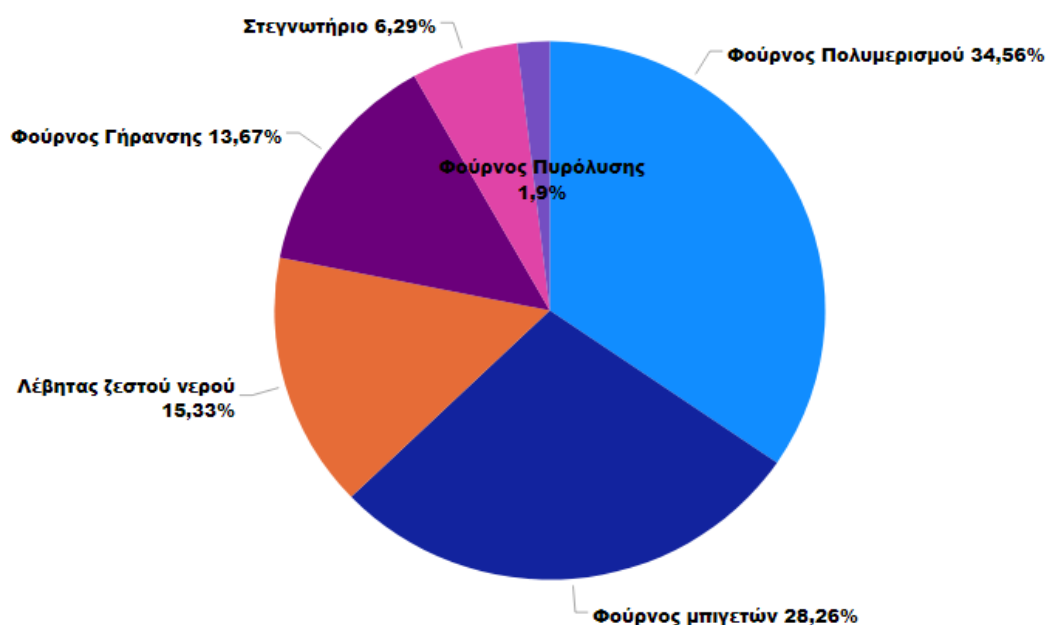
- Το στεγνωτήριο
- Ο λέβητας ζεστού νερού
- Ο φούρνος πολυμερισμού
- Ο φούρνος πυρόλυσης-εναζώτωση

Ο περαιτέρω επιμερισμός των καταναλώσεων (βλ. **Πίνακα 9** και **Σχήμα 19**) πραγματοποιήθηκε με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια των αυτοψιών και τα στοιχεία των μετρητών αερίου που ήταν εγκατεστημένοι στους επιμέρους καταναλωτές του εργοστασίου.

Καθώς δεν υπήρχαν στοιχεία για το φούρνο μπιγетών έγινε μια παραδοχή για την ισχύ του στα 350 kW. Ως έτος αναφοράς ελήφθησε το 2018.

Πίνακας 9: Αναλυτικός επιμερισμός κατανάλωσης υγραερίου 2018 (kWh).

Έτος	Διέλαση		Βαφείο			
	Φούρνος μπιγιετών	Φούρνος Γήρανσης	Στεγνωτήριο	Λέβητας ζεστού νερού	Φούρνος Πολυμερισμού Είσοδος	Εναζώτ. – Φούρ. Πυρόλυσης
2018	605.605,00	292.820,00	134.745,60	328.442,40	740.520,00	40.656,00



Σχήμα 19: Αναλυτικός επιμερισμός καταναλώσεων υγραερίου 2018

4.6. Δημιουργία γραμμής βάσης

4.6.1 Στοιχεία Καταναλώσεων Εγκατάστασης

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι Βασικές καταναλώσεις ενέργειας και οι παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν για τη Γραμμή Βάσης καθεμίας. Οι καταναλώσεις της εγκατάστασης, είναι σύμφωνες με τα στοιχεία που μας δόθηκαν (βλ. **Πίνακα 10** και **Πίνακα 11**).

Πίνακας 10: Στοιχεία καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας 2017-2018

Μήνας	kWh/Day	Παραγωγή	Προβλεπόμενη Γραμμή	Included
		Βαφείου	Βάσης	
		kg/Day	kWh/Day	
Ιαν-17	1.823,86	917,18	1.456,62	Yes
Φεβ-17	2.048,66	1.811,19	2.056,98	Yes
Μαρ-17	2.327,43	2.202,44	2.319,72	Yes
Απρ-17	2.306,43	2.121,64	2.265,46	Yes
Μαϊ-17	2.325,34	2.103,27	2.253,12	Yes
Ιουν-17	2.073,67	1.577,98	1.900,37	Yes
Ιουλ-17	2.679,62	2.436,61	2.476,97	Yes
Αυγ-17	1.002,03	615,19	1.253,82	Yes
Σεπ-17	2.398,88	1.894,00	2.112,59	Yes
Οκτ-17	2.530,87	2.711,76	2.661,75	Yes
Νοε-17	2.632,59	2.376,87	2.436,86	Yes
Δεκ-17	2.235,27	2.137,31	2.275,98	Yes
Ιαν-18	2.432,94	2.352,83	2.420,72	Yes
Φεβ-18	2.607,49	2.807,47	2.726,02	Yes
Μαρ-18	3.158,25	3.275,84	3.040,55	Yes
Απρ-18	2.773,41	2.954,36	2.824,67	Yes
Μαϊ-18	2.653,81	2.695,32	2.650,71	Yes
Ιουν-18	2.856,24	3.548,29	3.223,51	No
Ιουλ-18	3.152,63	3.019,81	2.868,62	No
Αυγ-18	1.434,41	1.267,43	1.691,82	Yes
Σεπ-18	2.186,33	2.295,79	2.382,41	Yes
Οκτ-18	2.452,51	2.411,92	2.460,39	Yes
Νοε-18	2.698,54	3.010,69	2.862,49	Yes
Δεκ-18	1.665,92	1.604,55	1.918,22	Yes

Πίνακας 11: Στοιχεία καταναλώσεων Υγραερίου 2017-2018.

Μήνας	kWh/Day	Παραγωγή Πρέσσας	Παραγωγή Βαφείου	Heating degree-days 24°C	Προβλεπόμενη Γραμμή Βάσης	Included
		kg/day	kg/day	°C-d/day	kWh/d	
Ιαν-17	5.576,00	5.849,07	1.672,50	31,47	3.662,56	Yes
Φεβ-17	5.144,69	2.103,44	1.448,95	10,86	4.935,19	Yes
Μαρ-17	5.112,59	4.117,96	2.528,73	12,15	5.401,10	No
Απρ-17	5.358,80	2.634,21	1.872,03	7,06	5.093,50	No
Μαϊ-17	5.558,26	5.708,93	2.834,84	4,87	4.772,40	Yes
Ιουν-17	4.389,52	3.207,00	1.632,39	1,28	3.724,22	Yes
Ιουλ-17	6.450,29	3.634,38	2.697,67	0,18	5.109,64	Yes
Αυγ-17	1.298,58	1.943,82	615,19	0,13	2.018,31	Yes
Σεπ-17	5.156,34	3.099,16	1.623,43	1,4	4.286,65	Yes
Οκτ-17	6.049,81	3.966,75	2.711,76	0,52	5.599,76	Yes
Νοε-17	5.836,17	6.286,34	3.100,27	12,87	5.649,76	No
Δεκ-17	5.272,91	3.359,65	1.893,04	11,37	5.439,87	Yes
Ιαν-18	5.398,79	4.711,92	2.210,24	13,06	5.875,77	Yes
Φεβ-18	5.956,80	5.745,30	2.620,31	11,63	6.551,76	Yes
Μαρ-18	6.190,06	5.759,74	3.077,31	9,21	7.170,48	Yes
Απρ-18	4.978,42	4.267,13	2.685,78	5,12	6.349,43	Yes
Μαϊ-18	6.542,07	5.544,47	2.881,20	2,52	5.693,40	Yes
Ιουν-18	5.925,07	6.468,11	3.548,29	0,87	7.041,72	No
Ιουλ-18	5.273,29	5.360,53	3.019,81	0,19	6.100,91	Yes
Αυγ-18	2.736,32	4.611,12	1.571,61	0,16	3.124,53	Yes
Σεπ-18	6.180,00	3.837,84	2.025,69	1,56	4.976,90	No
Οκτ-18	6.220,74	5.203,06	2.769,24	5,67	5.383,30	Yes

4.6.2 Τιμές Ενέργειας Υπολογισμών Εξοικονόμησης

Οι παρακάτω τιμές (**Πίνακας 12**) προέκυψαν από τους λογαριασμούς ηλεκτρισμού – φυσικού αερίου και αφορούν τις μεσοσταθμικές τιμές του έτους 2018.

Πίνακας 12: Τιμές ενέργειας (χωρίς ΦΠΑ)

Τιμές ενέργειας	€/kWh
Ηλεκτρική ενέργεια:	0,0938
Υγραέριο:	0,0461

Για τον υπολογισμό, μέτρηση και επαλήθευση των εξοικονομήσεων θα καταγράφονται:

- Μετεωρολογικά δεδομένα για το σταθμό NOA μέσω βάσης δεδομένων NASA για την αξιοποίησή τους στον υπολογισμό βαθμομερών θέρμανσης
- Η κατανάλωση ηλεκτρισμού – υγραερίου όπως αυτή αποτυπώνεται στους λογαριασμούς του παρόχου.

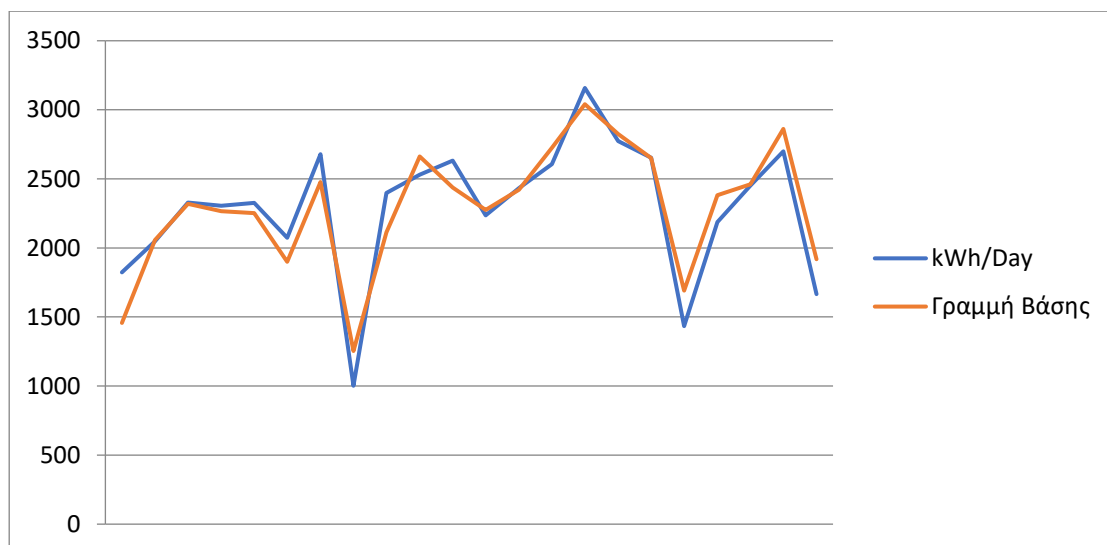
Κατά το πρότυπο **IPMVP (EVO: 2012)** ως μέθοδος μέτρησης και επαλήθευσης των εξοικονομήσεων η επιλογή είναι:

Σύνολο Εγκατάστασης

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της Βασικής Ηλεκτρικής Κατανάλωσης και αναφέρονται στην περίοδο αναφοράς είναι στον Πίνακα Μηνιαίων Καταναλώσεων (Πίνακας 10).

4.6.3 Προβλεπόμενη Βασική Ηλεκτρική Κατανάλωση

Στο παρακάτω γράφημα (**Σχήμα 20**) παρουσιάζεται η σύγκριση της πραγματικής συνολικής μηνιαίας κατανάλωσης ηλεκτρισμού του εργοστασίου από την 1^η Ιανουαρίου 2017 έως και 31^η Δεκεμβρίου 2018, όπως αυτή καταγράφηκε στους αντίστοιχους λογαριασμούς του παρόχου, σε σχέση με τη Βασική Ηλεκτρική Κατανάλωση του συστήματος όπως αυτή προέκυψε από γραμμική παλινδρόμηση με χρήση μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων. Η συσχέτιση είναι στο **86,23 %**, μεγαλύτερη του ορίου κοινής πρακτικής 75%. Οι συντελεστές του μοντέλου α και β ισχύουν εντός διαστημάτων εμπιστοσύνης με τιμή σαφώς μεγαλύτερη του 99% για τον καθένα, η οποία είναι σαφώς μεγαλύτερη του ορίου κοινής πρακτικής που ορίζεται από $t\text{-stat} > 2$. Παράλληλα, το μοντέλο συμμορφώνεται με όλες τις απαιτήσεις των προτύπων IPMVP (EVO) 1:2012 εφόσον οι προτεινόμενες εξοικονομήσεις κυμαίνονται άνω του 20%.



Σχήμα 20: Γραμμή βάσης ηλεκτρικής κατανάλωσης.

Η **Προβλεπόμενη Βασική Ηλεκτρική Κατανάλωση Ηλεκτρισμού, B σε (kWh/ημέρα)** βάσει της οποίας υπολογίζεται η **ηλεκτρική κατανάλωση** κατά την περίοδο παρακολούθησης προκύπτει από την εξίσωση:

$$B_{elec} = 847,7 + 0,672 \times \text{production}_{\text{ΒΑΦΕΙΟΥ}}$$

Όπου: B_{elec} = Ημερήσια Ηλεκτρική κατανάλωση συνολικής εγκατάστασης (kWh/ημέρα)

Production = Ημερήσια παραγωγή προϊόντων βαφείου σε kg/ημέρα

(Σημειώνουμε ότι, η παραπάνω εξίσωση είναι της μορφής: $B_{elec} = \alpha + \beta x$)

Όπου:

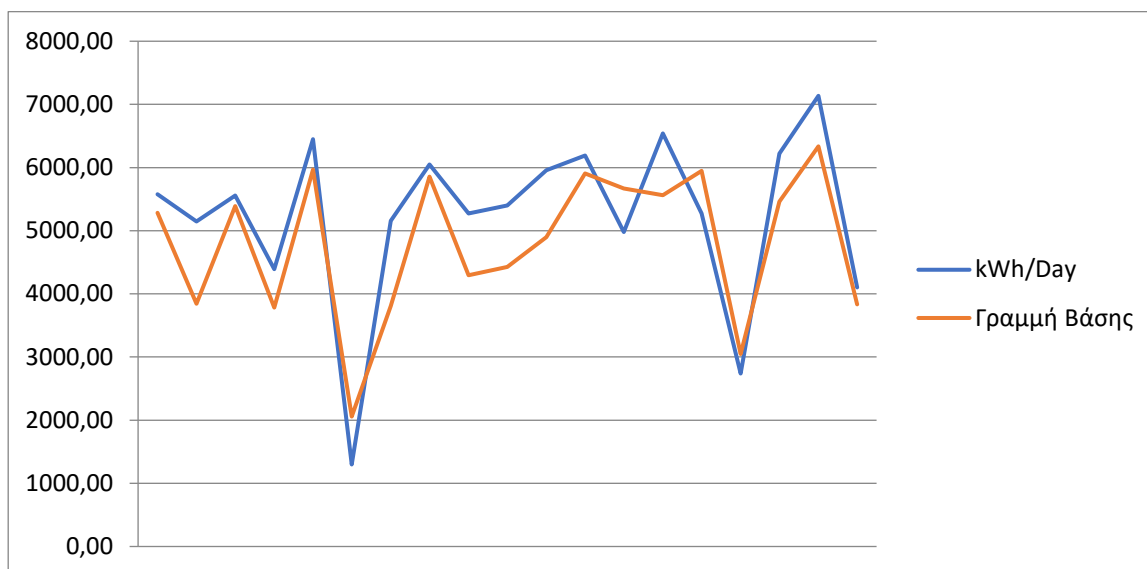
$\alpha = 840,7$ (kWh) = σταθερός όρος

$\beta = 0,672$ (kWh/production) = κλίση καμπύλης στον άξονα production σε (kWh/production)

4.6.4 Προβλεπόμενη Βασική Θερμική Κατανάλωση (Υγραέριο)

Στο παρακάτω γράφημα (**Σχήμα 21**) παρουσιάζεται η σύγκριση της πραγματικής συνολικής μηνιαίας κατανάλωσης φυσικού αερίου του εργοστασίου από την 1^η Ιανουαρίου 2017 έως και 31^η Δεκεμβρίου 2018, όπως αυτή καταγράφηκε στους αντίστοιχους λογαριασμούς του παρόχου, σε σχέση με τη Βασική Ηλεκτρική Κατανάλωση του συστήματος όπως αυτή προέκυψε από γραμμική παλινδρόμηση με χρήση μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων. Η συσχέτιση είναι στο **78,00 %**, μεγαλύτερη του ορίου κοινής πρακτικής 75%. Οι συντελεστές του μοντέλου α και β ισχύουν εντός διαστημάτων εμπιστοσύνης με τιμή σαφώς μεγαλύτερη

του 99% για τον καθένα, η οποία είναι σαφώς μεγαλύτερη του ορίου κοινής πρακτικής που ορίζεται από $t\text{-stat} > 2$. Παράλληλα, το μοντέλο συμμορφώνεται με όλες τις απαιτήσεις των προτύπων ASHRAE Guideline 14 – 2002, IPMVP (EVO) 1:2012 εφόσον οι προτεινόμενες εξοικονομήσεις κυμαίνονται άνω του 25%. Οι τιμές Ιανουαρίου και Αυγούστου 2017 θεωρήθηκαν μη κανονικές και δεν συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο.



Σχήμα 21: Γραμμή βάσης κατανάλωσης LPG

Η **Προβλεπόμενη Βασική Κατανάλωση ΦΑ, $B_{\Phi A}$ σε (kWh/μήνα)** βάσει της οποίας υπολογίζεται η **κατανάλωση** κατά την περίοδο παρακολούθησης προκύπτει από την εξίσωση:

$$B_{\Phi A} = -0,425 \times Pd_{\text{ΠΡΕΣΑΣ}} + 2,222 \times Pd_{\text{ΒΑΦΕΙΟΥ}} + 80,59 \times \text{HDD}_{24^{\circ}\text{C}} + 1517$$

Όπου: B = Ημερήσια κατανάλωση ΦΑ συνολικής εγκατάστασης (kWh/Day)

Η παραπάνω εξίσωση είναι της μορφής $B_{\Phi A} = ax + by + cz + d$

Όπου:

$$a = -0,425 \text{ (kWh/Pd}_{\text{ΠΡΕΣΑΣ}})$$

$$b = 2,222 \text{ (kWh/Pd}_{\text{Βαφείου}})$$

$$c = 80,59 \text{ (kWh/HDD}_{24^{\circ}\text{C}})$$

$$d = 1517 \text{ (kWh) = σταθερά ημερησίας κατανάλωσης σε (kWh)}$$

4.7. Στοιχεία προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας

Στην παρούσα ενότητα εξετάζεται η σκοπιμότητα των παρακάτω μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας:

- Εκμετάλλευση της απορριπτόμενης, υπό τη μορφή θερμότητας, ενέργειας του ρεύματος καυσαερίων του φούρνου πολυμερισμού για την προθέρμανση του νερού του λουτρού.
- Αντικατάσταση του ψύκτη του βαφείου με έναν αντίστοιχο τελευταίας τεχνολογίας.
- Μερική αντικατάσταση συστήματος φωτισμού.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στην ταράτσα του κτηρίου (net metering)
- Αντικατάσταση καυσίμου LPG με φυσικό αέριο σε υγροποιημένη μορφή (Liquified Natural Gas-LNG)

Αναλυτικά τα ΜΕΕ περιγράφονται παρακάτω:

4.7.1. Προθέρμανση ζεστού νερού λουτρού με εναλλάκτη καυσαερίου-νερού.

Στην εγκατάσταση χρησιμοποιείται λέβητας για την παραγωγή ζεστού νερού 75 °C, για χρήση στο λουτρό του βαφείου στους. Το νερό επιστρέφει από το λουτρό στη θερμοκρασία των 57 °C.

Παρακάτω (**Πίνακας 13**) παρουσιάζονται τα στοιχεία των καυσαερίων των καταναλωτών LPG της εγκατάστασης.

Τα καυσαέρια του φούρνου μπιγιετών που εξέρχονται σε θερμοκρασία 990 °C χρησιμοποιούνται στην προθέρμανση της Α' ύλης οπότε παραλείπονται.

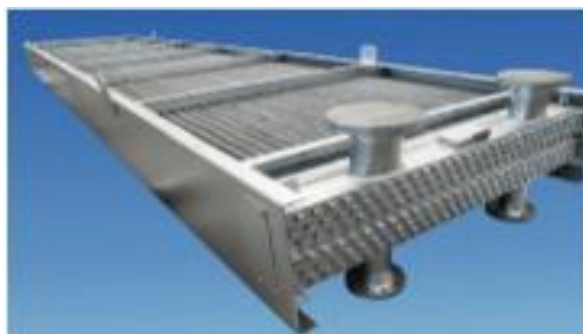
Πίνακας 13: Στοιχεία καυσαερίων

Καταναλωτές LPG	Παροχή καυσίμου	Παροχή καυσαερίου	Cp καυσαερίου	Τκαυσαερίου	Ισχύς καυσαερίου
	m ³ /h	kg/h	kJ/kgK	°C	kW
Φούρνος πολυμερισμού	19,4	967,1	1,18	265	69,27
Φούρνος γήρανσης	12	590,4	1,09	142	12,36
Στεγνωτήριο	4	195,5	1,18	274	14,58

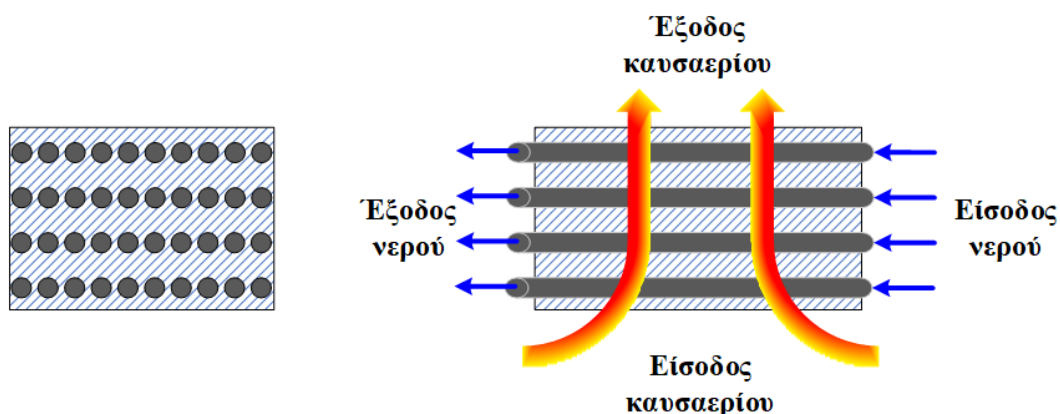
Παρατηρείται ότι τα καυσαέρια του Φούρνου πολυμερισμού εξέρχονται στην ατμόσφαιρα σε υψηλή θερμοκρασία, 265 °C και έχουν και τη μεγαλύτερη παροχή 967,1 kg/h.

Συνεπώς, υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησής της θερμότητάς τους, με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης LPG για τη θέρμανση της δεξαμενής του λουτρού.

Για το σκοπό αυτό, προτείνεται η εγκατάσταση εναλλάκτη καυσαερίου-νερού. Η μορφή του εναλλάκτη και ο τρόπος ροής του καυσαερίου και του νερού φαίνονται στο **Σχήμα 22** και στο **Σχήμα 23** που ακολουθούν:



Σχήμα 22: Μορφή προτεινόμενου εναλλάκτη καυσαερίου-νερού



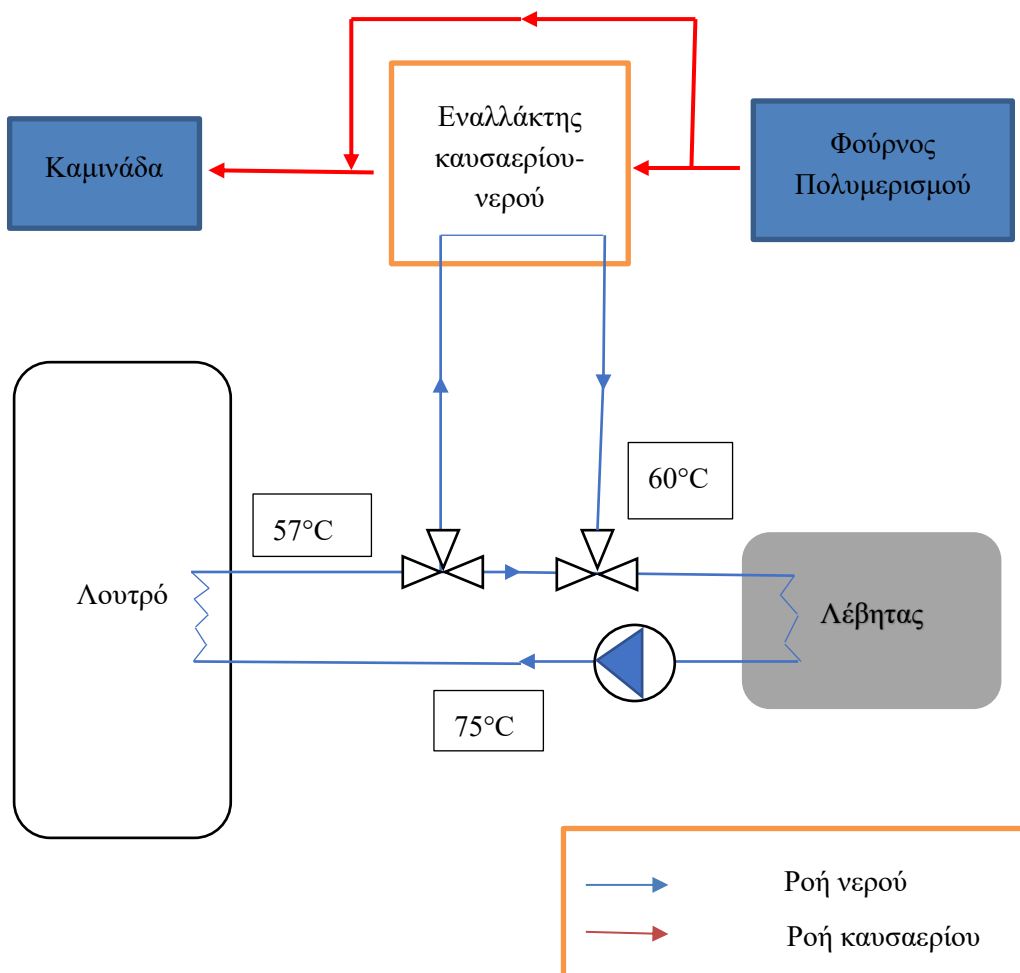
Σχήμα 23: Ροή ρευστού

Ο εναλλάκτης θα περιέχει (4) σειρές σωλήνων με (10) σωλήνες ανά σειρά των 2m ο καθένας. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εναλλάκτη δίνονται στον παρακάτω **Πίνακα 14**:

Πίνακας 14: Στοιχεία λειτουργίας εναλλάκτη.

Ισχύς Εναλλάκτη	$T_{w_{out}}$	$U_{εναλ}$	Πτώση πίεσης νερού	Πτώση πίεσης καυσαερίου
kW	°C	$W/m^2 K$	mbar	mbar
51,63	60	14,05	15	αμελητέα

Η προτεινόμενη εγκατάσταση φαίνεται στο παρακάτω **Σχήμα 24**:



Σχήμα 24: Σχηματική απεικόνιση αξιοποίησης θερμότητας καυσαερίων φούρνου πολυμερισμού.

Επιπλέον λόγω της μείωσης της κατανάλωσης LPG μειώνονται οι παραγόμενοι ρύποι CO₂ και NO_x. Όπως φαίνεται στους παρακάτω Πίνακες(**Πίνακας 15**, **Πίνακας 16**)

Πίνακας 15: Μείωση παραγόμενου CO₂

Χρήσιμη ενέργεια	Βαθμός Απόδοσης Λέβητα	Kgr CO ₂ /MWh	CO ₂ (τόνοι) που εξοικονομείται
60.000	92,2%	214,58	13,99

Πίνακας 16: Μείωση παραγόμενων NO_x

Χρήσιμη ενέργεια	Βαθμός Απόδοσης Λέβητα	Kgr NO _x /MWh	NO _x (kg) που εξοικονομείται
60.000	92,2%	0.2	13,02

Ενεργειακό αποτέλεσμα της εξεταζόμενης δράσης

Εξοικονόμηση 88,09 MWh Θερμικής ενέργειας σε ετήσια βάση

4.7.2. Αντικατάσταση ψύκτη με νέο βελτιωμένου COP

Στον παρακάτω **Πίνακα 17** δίνονται τα στοιχεία των ψυκτών της εγκατάστασης.

Πίνακας 17: Στοιχεία ψυκτών στην παραγωγική διαδικασία

Ψύκτες	Ισχύς	Ώρες λειτουργίας	Κατανάλωση	COP	Σχόλια
	kW	h	kWh/day		
ΚΚΜ (Ψύξη-θέρμανση Βαφείου)	30,4	10	274	2,5	-
Πρέσας Α	17,52	0	0	2	Εφεδρικός
Πρέσας Β	5,59	13	65	2	-

Οι εγκατεστημένοι ψύκτες της πρέσας είναι παρωχημένης τεχνολογίας, κατασκευασμένοι το 1985 με εκτιμώμενο COP γύρω στο 2.

Με δεδομένο ότι αυτός που λειτουργεί είναι πολύ μικρής ισχύος δεν εξετάζεται.

Θα μελετηθεί η αντικατάσταση του ψύκτη του Βαφείου καθώς έχει τη μεγαλύτερη ισχύ και καταναλώνει την περισσότερη ενέργεια σε ημερήσια βάση. (το 80% του συνόλου)

Είναι αερόψυκτος και λειτουργεί σε ψύξη και θέρμανση.

Ο ψύκτης που επιλέχθηκε να τον αντικαταστήσει είναι της DAIKIN μοντέλο EWYT085B-ΧΛΑ1 με τα παρακάτω χαρακτηριστικά (βλ. **Πίνακα 18**):

Πίνακας 18: Χαρακτηριστικά νέου ψύκτη

Power input	ERR	COP	Κρύο νερό in/out	Ροή κρύου νερού	Ζεστό νερό in/out	Ροή ζεστού νερού
kW			°C	l/s	°C	l/s
23,34	3,03	3,295	12	3,81	40	4,11

Ενεργειακό αποτέλεσμα της εξεταζόμενης δράσης

Εξοικονόμηση 29,895 MWh ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση

4.7.3. Μερική αντικατάσταση συστήματος φωτισμού με φώτα τεχνολογίας LED

Στον **Πίνακα 19** που ακολουθεί, φαίνονται τα φώτα παλαιού τύπου που προτείνεται η αντικατάστασή τους σε LED.

Πίνακας 19: Φωτιστικά προς αντικατάσταση

Τμήμα	Τμχ.	Ισχύς	Εγκ. Ισχύς	Τύπος	Λειτουργία	Παρατηρήσεις
		W/τμχ	kW		h	
Γραφεία-Βοηθητικοί χώροι	58	36	2,51	Λάμπες φθορίου	10	χειροκίνητα
Τμήμα παραγωγής	2	250	0,6	Έλλειψη στοιχείων	-	-
	156	36	6,74	Λάμπες φθορίου	16	χειροκίνητα
	1	110	0,13	Έλλειψη στοιχείων	16	χειροκίνητα
	16	120	2,3	Έλλειψη στοιχείων	16	χειροκίνητα

Για τον υπολογισμό της εγκαταστημένης ισχύος έχει συνυπολογιστεί συντελεστής απωλειών (20%) λόγω της κατανάλωσης των μετασχηματιστών (AC/DC converter).

Για την αντικατάσταση με λαμπτήρες τεχνολογίας LED, δεν εξετάστηκε το επίπεδο φωτισμού στους χώρους της εγκατάστασης.

Έγινε έρευνα αγοράς και βρέθηκαν λάμπες LED χαμηλότερης ηλεκτρικής κατανάλωσης και αντίστοιχων lumen. Από τα διαθέσιμα μοντέλα στην αγορά εξετάστηκε η λάμπα LED G13 T8 Samsung 4000K high lumen (3000lm) με κατανάλωση 22 Watt, προς αντικατάσταση των υφιστάμενων λαμπτήρων φθορισμού ισχύος 36 Watt.

Οπότε μετά την αντικατάσταση έχουμε συνολικά (**Πίνακας 20**):

Πίνακας 20: Στοιχεία φωτιστικών LED

Τμήμα	Τμχ.	Ισχύς	Εγκ. Ισχύς LED (kW)	Τύπος
		W/τμχ	kW	
Γραφεία-Βοηθητικοί χώροι	58	22	1,28	LED
Τμήμα παραγωγής	2	250	0,5	Τουλίπα
	156	22	3,43	LED
	1	55	0,06	Φθορίου
	16	60	0,96	Φθορίου

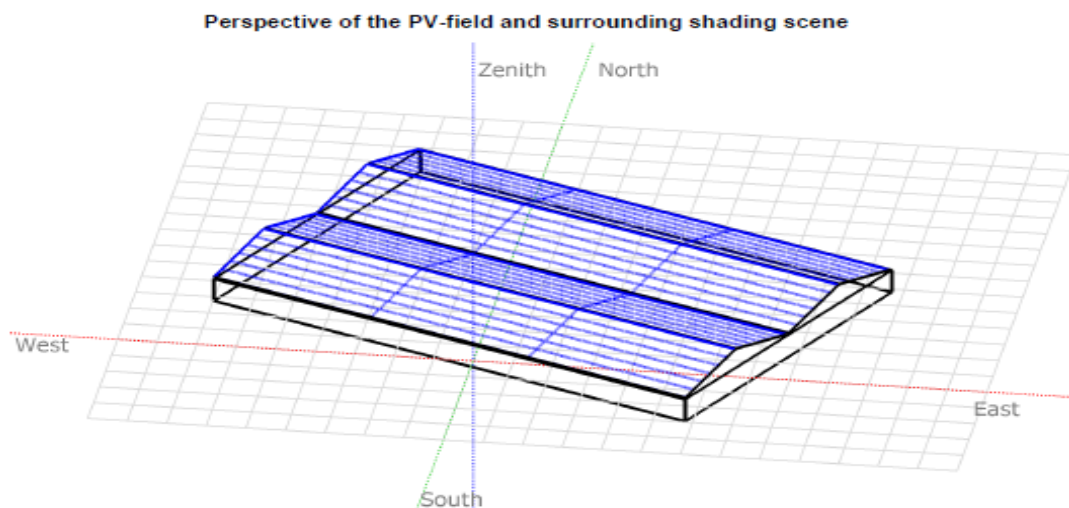
Ενεργειακό αποτέλεσμα της εξεταζόμενης δράσης

Εξοικονόμηση 23,91 MWh ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση

4.7.4. Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού συστήματος

Με δεδομένο το υφιστάμενο ρυθμιστικό πλαίσιο για αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ΑΠΕ, μελετήθηκε η δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ταράτσα του εργοστασίου.

Η ταράτσα βρίσκεται περίπου σε υψόμετρο 6m και έγινε η παραδοχή ότι έχει κλίση 15 μοίρες. Ο προσανατολισμός της και το σχήμα της φαίνονται στο παρακάτω **Σχήμα 25**:



Σχήμα 25: Προσομοίωση της ταράτσας του εργοστασίου

Από τα 1873 m² της ταράτσας προέκυψε από τη μελέτη ότι μπορούν να αξιοποιηθούν τα 1837m², με την εγκατάσταση 913 πάνελ συνολικής ισχύος 374 kWp. (**Πίνακας 21**)

Αναλυτικά για τις 3 υποπεριοχές της ταράτσας:

Πίνακας 21: Στοιχεία πάνελ

Υποπεριοχή	Κλίση	Αζιμούθιο	# πάνελ	Ισχύς (STC)	Ισχύς (Op.Cond-50°C)
No	μοίρες (°)	μοίρες (°)		kWp	kWp
1 ^η	15°	24°	459	188	173
2 ^η	15°	-156°	432	177	163
3 ^η	15°	-156°	22	9,02	8,3
Σύνολο			913	374	

Όπου:

STC είναι οι συνθήκες αναφοράς:

- Ακτινοβολία 1 kW/m^2
- Φασματική κατανομή AM 1,5
- Θερμοκρασία ηλιακού στοιχείου $25\text{ }^\circ\text{C}$

Και Operational Conditions είναι οι πραγματικές συνθήκες λειτουργίας ($@50\text{ }^\circ\text{C}$):

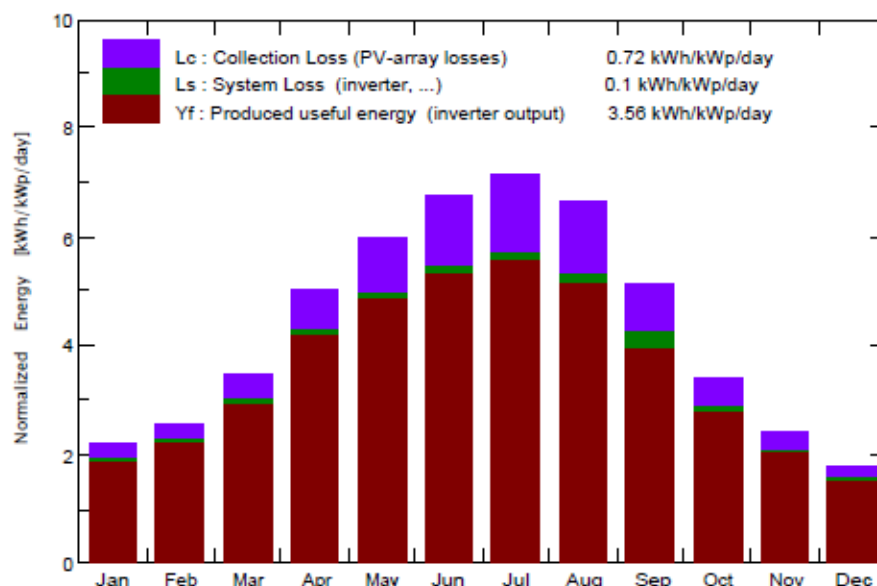
- Ακτινοβολία $0,8\text{ kW/m}^2$
- Φασματική κατανομή AM 1,5
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος $20\text{ }^\circ\text{C}$
- Ταχύτητα ανέμου 1 m/s

Το μοντέλο που μελετήθηκε είναι το JKM 410M-72H-V της εταιρίας Jinkosolar με παραγόμενη ισχύ 410 Wp . Τα στοιχεία του δίνονται στο **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

Για το μετασχηματισμό του ρεύματος DC to AC, χρησιμοποιήθηκαν 2 Inverter μοντέλου JKM 410M-72H-V ονομαστικής ισχύος 175 kW .

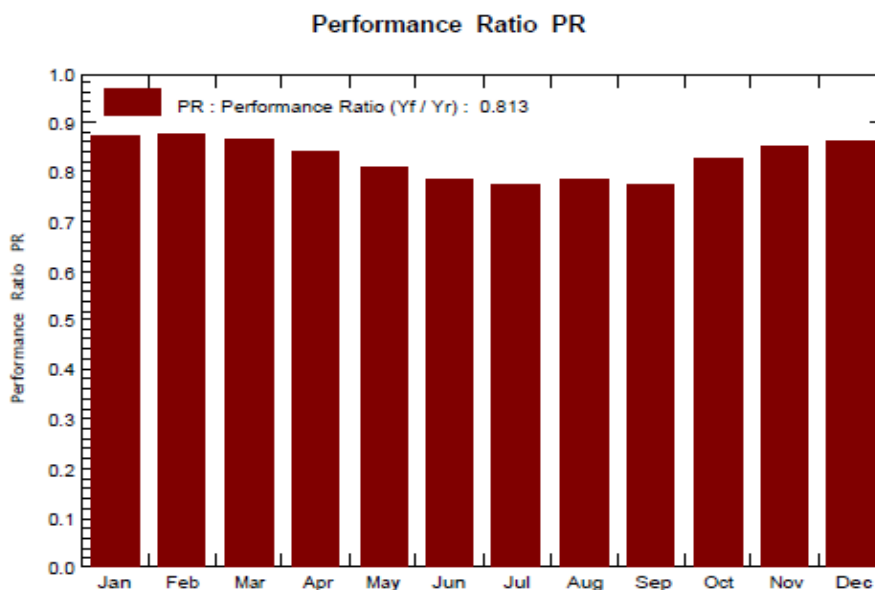
Στο διάγραμμα που ακολουθεί (**Σχήμα 26**) φαίνεται ανά μήνα, ημερησίως παραγόμενη ενέργεια σε kWh/kWp όπως επίσης και οι αντίστοιχες απώλειες (στα πάνελ, στους μετατροπείς κλπ).

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 374 kWp



Σχήμα 26: Παραγόμενη ισχύς ανά kWp/day

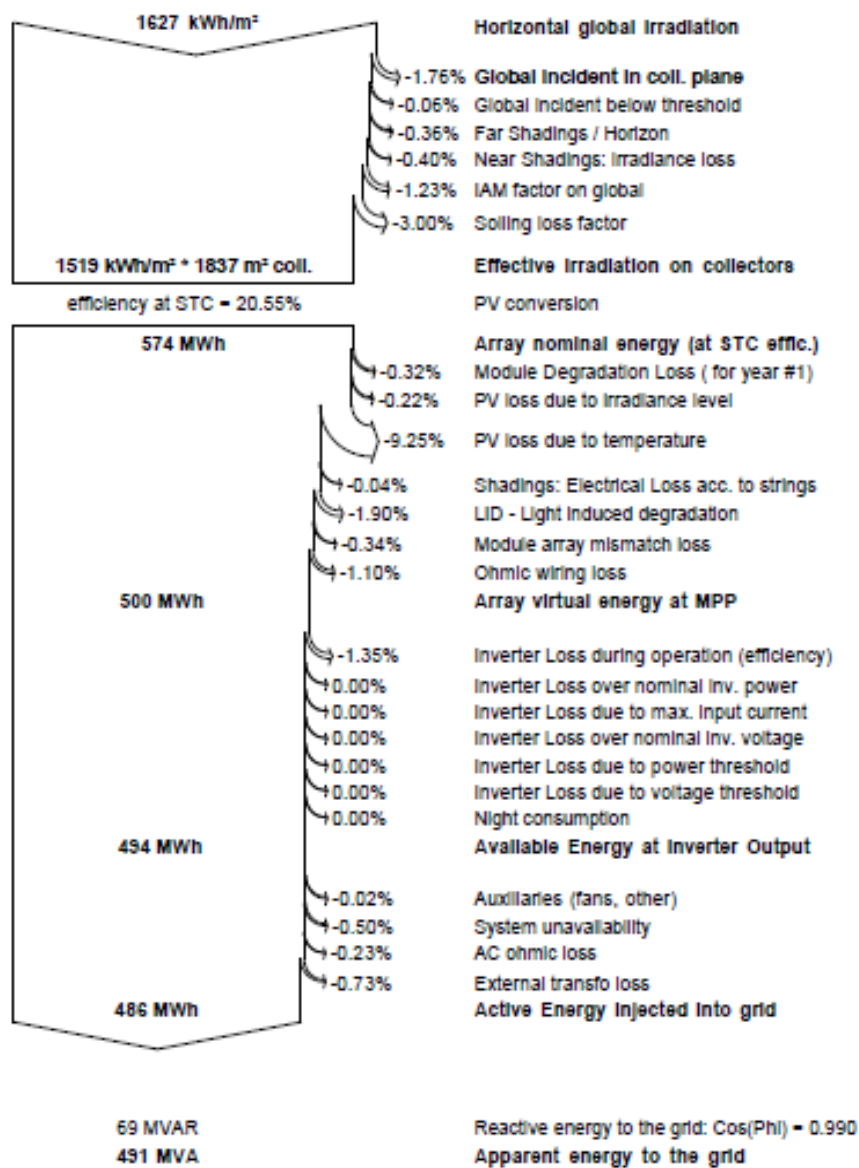
Στο διάγραμμα που ακολουθεί (**Σχήμα 27**) φαίνεται η διακύμανση της απόδοσης των πάνελ ανάλογα τον μήνα του έτους.



Σχήμα 27: Μέση Απόδοση Φ/Β πάνελ ανά μήνα του έτους

Τέλος, στο **Σχήμα 28** που ακολουθεί, παρουσιάζεται το διάγραμμα Sunkey με τις ετήσιες ροές ενέργειας (εισροές-εκροές σε ετήσια βάση) και στο σχήμα 29 η ετήσια, προσδοκώμενη, παραγόμενη ενέργεια

Loss diagram over the whole year



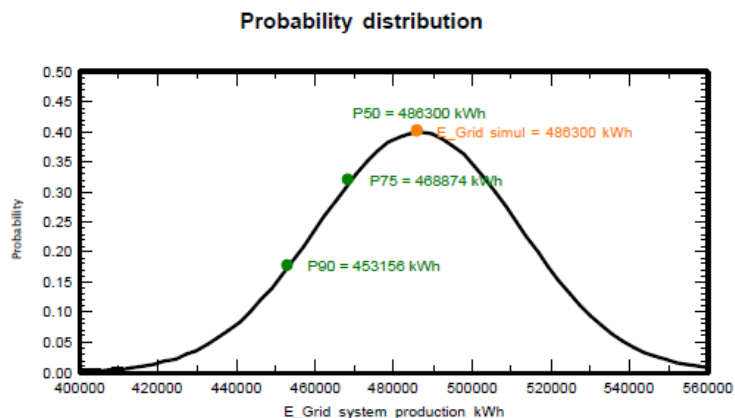
Σχήμα 28: Sankey ετήσιων απωλειών συστήματος

Ενεργειακό αποτέλεσμα της εξεταζόμενης δράσης

Για το πρώτο έτος λειτουργίας η προβλεπόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι 486,3 MWh με μια διακύμανση +/-25,8 MWh. (βλ. Σχήμα 30)

Annual production probability

Variability 25.8 MWh
P50 486.3 MWh
P90 453.2 MWh



Σχήμα 29: Κατανομή πιθανοτήτων για την ετήσια παραγόμενη ενέργεια

4.7.5. Αντικατάσταση καυσίμου LPG με LNG

Παρακάτω εξετάζεται η χρήση ΦΑ ως εναλλακτική της χρήσης LPG. Καθώς δεν υπάρχει υποδομή δικτύου ΦΑ στην περιοχή του Ασπροπύργου προτείνεται η εγκατάσταση Σταθμού Αποθήκευσης και Αεριοποίησης LNG (ΣΑΑ) αποτελούμενο από δεξαμενή LNG και από ζεύγος αεριοποιητών για την επαναεριοποίηση του υγροποιημένου Φυσικού αερίου.

Η τροφοδοσία του σταθμού θα γίνεται με φορτηγά από τον τερματικό σταθμό της Ρεβυθούσας.(λειτουργία από Q1/2022)

Στον παρακάτω **Πίνακα 22** φαίνονται η μηνιαία κατανάλωση ενέργειας για το έτος 2018 και οι αντίστοιχες ποσότητες ΦΑ και LNG.

Πίνακας 22: Μηνιαία κατανάλωση θερμικής ενέργειας, Φ.Α, LNG

Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Φυσικό αέριο (Nm3)	LNG (m3)
Ιανουάριος	178	14.971	26
Φεβρουάριος	179	15.017	26
Μάρτιος	204	17.166	30
Απρίλιος	164	13.806	24
Μάιος	190	15.943	27
Ιούνιος	178	14.937	26
Ιούλιος	163	13.737	24

Μήνας	Ενέργεια (MWh)	Φυσικό αέριο (Nm ³)	LNG (m ³)
Αύγουστος	68	5.749	10
Σεπτέμβριος	210	17.657	30
Οκτώβριος	168	14.114	24
Νοέμβριος	214	17.989	31
Δεκέμβριος	135	11.371	20
Σύνολο	2.052	172.457	297

Από τα ιστορικά στοιχεία της κατανάλωσης πολλαπλασιασμένα με έναν συντελεστή ασφαλείας, προκύπτουν τα σενάρια μέσης και μέγιστης ζήτησης ισχύος σε ωριαία βάση (βλ. **Πίνακα 23**)

Πίνακας 23: Ζήτηση θερμικής ισχύος σε ωριαία βάση

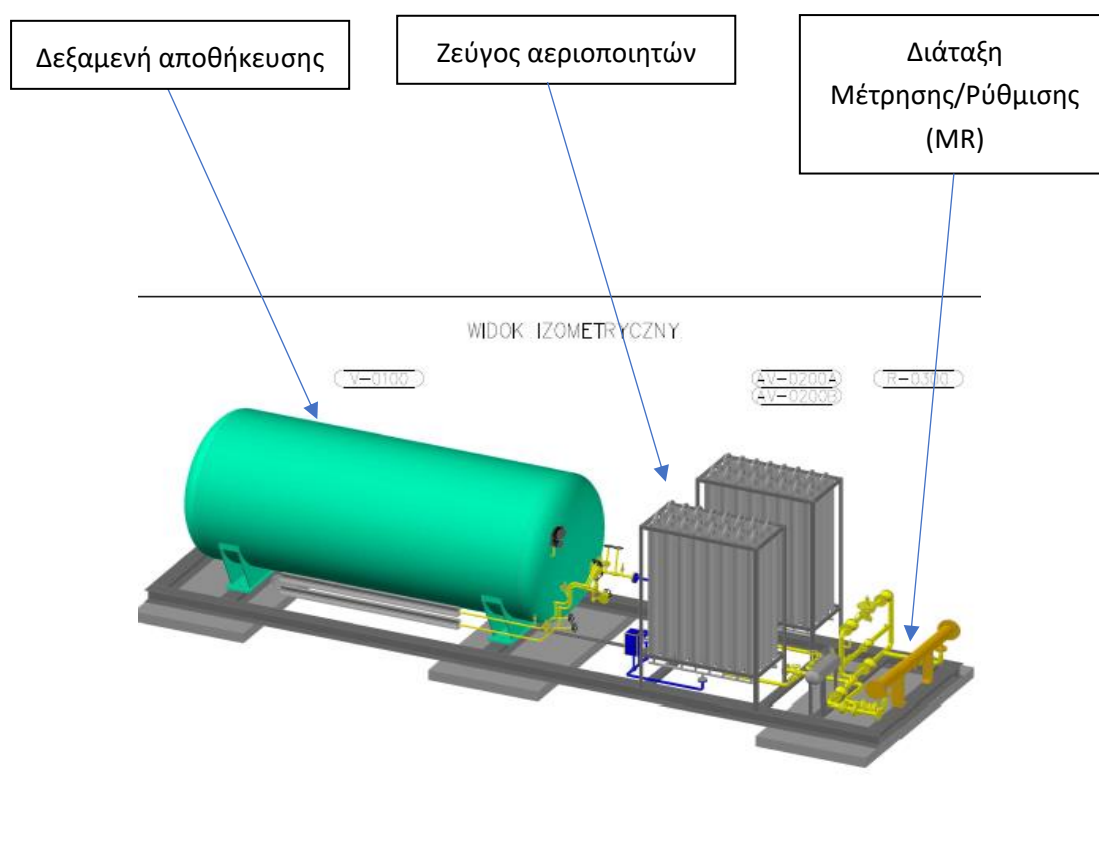
Στοιχεία κατανάλωσης	Μονάδα μέτρησης	Μέσος όρος	Μηνιαίο μέγιστο
Ενέργεια	kWh/h	479	608
Φυσικό αέριο	Nm ³ /h	40	51
LNG	m ³ /h	0,07	0,09
Συντελεστής ασφαλείας		1,3	1,3
Ζήτηση Ισχύος		Μέση ζήτηση	Μέγιστη ζήτηση
Ενέργεια	kWh/h	622	791
Φυσικό αέριο	Nm ³ /h	52	66
LNG	m ³ /h	0,09	0,11

Από την παραπάνω μέγιστη ζήτηση ισχύος και την επιθυμητή αυτονομία της εγκατάστασης προκύπτουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η διαστασιολόγηση του απαιτούμενου σταθμού (ΣΑΑ). (βλ. **Πίνακα 24**)

Πίνακας 24: Τεχνικά χαρακτηριστικά ΣΑΑ και προσφερόμενη αυτονομία

Δεξαμενή αποθήκευσης	6	m ³
Δυναμικότητα αεριοποιητή	100	Nm ³ /h
Αυτονομία	4-5	days

Η μορφή του σταθμού αποθήκευσης και αεριοποίησης καυσίμου LNG δίνεται στο παρακάτω **Σχήμα 30**:



Σχήμα 30: Σταθμός αποθήκευσης και αεριοποίησης καυσίμου LNG (ΣΑΑ)

Η χρήση LNG έχει ως αποτέλεσμα την παύση λειτουργίας του λέβητα θέρμανης του LPG με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας και την εκπομπή λιγότερων αέριων ρύπων.

Επιπλέον αυτού, έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων CO₂ κατά 14% και NO_x κατά 52%, λόγω μικρότερων εκπομπών ανά kWh καταναλισκόμενης ενέργειας. (βλ. **Πίνακα 25**)

Πίνακας 25: Εκπομπές ρύπων ανά παραγόμενη kWh ενέργειας με χρήση LNG vs LPG

	CO ₂ (kgr/MWh)	NO _x (kgr/MWh)
LPG	214,58	0,2
LNG	184	0,1

Πίνακας 26: Εκπομπές ρύπων ανά παραγόμενη kWh ενέργειας με χρήση LNG vs LPG

	Ενέργεια	CO ₂	NO _x
	kWh/year	tn	kg
LPG - LNG	1.990.240	60,86	199,02
LPG heating Boiler	62.000	1,90	6,20
Ετήσια μείωση εκπομπών CO₂		62,76	205,22

Ενεργειακό αποτέλεσμα της εξεταζόμενης δράσης

Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 62.000 kWh

Περιβαλλοντικό αποτέλεσμα της εξεταζόμενης δράσης

Μείωση εκπομπών ρύπων CO₂ κατά 62,76 τόνους

4.8. Οικονομική ανάλυση σεναρίων επεμβάσεων

Στη συνέχεια αναλύονται με οικονομικούς όρους τα σενάρια επεμβάσεων όπως παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

4.8.1 Αξιοποίηση αποβαλλόμενης θερμότητας καυσαερίων του φούρνου πολυμερισμού με την εγκατάσταση εναλλάκτη καυσαερίου-νερού για μερική κάλυψη των θερμικών αναγκών του λέβητα του λουτρού.

Η αποδιδόμενη μέση θερμική ισχύς από τον εναλλάκτη είναι 51,63 kW και απορροφάται πλήρως στο λουτρό του βαφείου.

Για τον υπολογισμό της ενέργειας που εξοικονομείται κάνουμε τις παρακάτω παραδοχές:

Ο εναλλάκτης λειτουργεί τις ώρες λειτουργίας του λέβητα που εκτιμώνται σε 6,5 ώρες ημερησίως για 22 ημέρες μηνιαίως και 11 μήνες ετησίως, (σύμφωνα με τα στοιχεία που δόθηκαν από τους υπευθύνους). Το χρονικό διάστημα αυτό καλύπτεται από τις ώρες λειτουργίας του φούρνου πολυμερισμού ο οποίος δουλεύει 10 ώρες ημερησίως.

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας σε όρους κατανάλωσης LPG είναι ίση με την ενέργεια που θα κατανάλωνε ο λέβητας ζεστού νερού του λουτρού για την απόδοση της ίδιας θερμικής ενέργειας που αποδίδεται από τον εναλλάκτη σε ένα ημερολογιακό έτος, σύμφωνα με τις ώρες λειτουργίας του λέβητα.

Επομένως, η συνολική παραγόμενη ενέργεια από τον εναλλάκτη ισούται με

$$\frac{6,5 \text{ ώρες/ημέρα} \times 22 \text{ ημέρες/μήνα} \times 11 \text{ μήνες/έτος} \times 51,63 \text{ kW}}{92,2\%} = 88.084,59 \text{ kWh}$$

Όπου $N_{\text{Boiler}}=92,2\%$. (ο συντελεστής απόδοσης του λέβητα)

Η παραγόμενη ενέργεια απορροφάται πλήρως

Το ονομαστικό μέγεθος του ανοξείδωτου εναλλάκτη θα υπολογιστεί 50% πάνω του μέσου. Επομένως η δυναμικότητα του εναλλάκτη είναι 75-80kW και το κόστος του, χωρίς ΦΠΑ, είναι **3000 €**.

Ο εναλλάκτης έχει 2,2 m μήκος και 0,6m ύψος και θα τοποθετηθεί δίπλα στο φούρνο πολυμερισμού.

Το δίκτυο διασύνδεσης εναλλάκτη λέβητα έχει μήκος περίπου 30 m. Το κόστος του γαλβανισμένου σιδηροσωλήνα 2'' με μόνωση είναι **40 €/m χωρίς ΦΠΑ**.

Άρα το κόστος της σωλήνωσης είναι περίπου 2400€ για την προσαγωγή και την επιστροφή του νερού.

Για τη διατήρηση ταχυτήτων των καυσαερίων, με παροχή 967,1 kg/h, κάτω από 12-15 m/s προτείνεται η διάμετρος της σωλήνας να είναι 5-6''.

Στον **Πίνακα 27** φαίνεται τα ενδεικτικά κόστη του απαιτούμενου εξοπλισμού για την εγκατάσταση του εναλλάκτη:

Πίνακας 27: Κόστος Εξοπλισμού Εναλλακτών και Δικτύων

α/α	Είδος / περιγραφή	ποσότητα	Τιμή μονάδας	Σύνολο
			€	€
1	Εναλλάκτης καυσαερίων νερού Ισχύος 80 kW	1	3.000	3.000
2	Σωληνώσεις παροχής καυσαερίων , διατομής 6'' με μόνωση	20	30	600
3	Κυκλοφορητής ζεστού νερού	1	600	600
4	Αισθητήρια ελέγχου θερμοκρασίας νερού, είσοδος / έξοδος	2	60	120

5	Αισθητήρια ελέγχου θερμοκρασίας καυσαερίων, είσοδος / έξοδος	2	60	120
6	Ασφαλιστικά συστήματος	1	60	60
7	Τοπικός controller συστήματος, που θα έχει ένα panel 8 η 10'' (tablet), με δυνατότητα λογικού ελέγχου όλων των παραπάνω λειτουργιών (π.χ. SIEMENS), (περιέχεται εξοπλισμός και προγραμματισμός λειτουργίας*)	1	4.000	4.000
8	Εγκατάσταση μηχανολογικών	1	1.000	1.000
9	Εγκατάσταση ηλεκτρολογικών και εκκίνηση συστήματος	1	500	500
10	Ομοαξονικός ανεμιστήρας προώθησης καυσαερίων	1	500	500
11	Γαλβανισμένος σιδεροσωλήνας 2 "με μόνωση	60	40	2.400
	ΣΥΝΟΛΟ, €			12.900

*Ένας controller , που είναι ένα βιομηχανικού τύπου tablet , με απλό λογισμικό τύπου scada , χωρίς προγραμματισμό κοστίζει περίπου 2.000€ , τα υπόλοιπα αφορούν τον προγραμματισμό του , που θα είναι μοναδικός.

Επομένως το συνολικό κόστος είναι:

12.900 € χωρίς ΦΠΑ.

Η συνολική εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας είναι:

88.084,59 kWh_{th} / έτος.

Η αντίστοιχη εξοικονόμηση κόστους κατανάλωσης υγραερίου ανέρχεται σε:

88.084,59 kWh_{th}/έτος X 0,046 €/kWh_{th} = 4.051,89 € / έτος.

Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται ότι τα παρελκόμενα του εναλλάκτη καταναλώνουν 1,65 kW. Οπότε για λειτουργία 6,5 ώρες ημερησίως για 22 ημέρες μηνιαίως και 11 μήνες ετησίως η κατανάλωση είναι:

2.595,45 kWh / έτος.

Το αντίστοιχο κόστος κατανάλωσης ρεύματος ανέρχεται σε:

2.595,45 kWh_{th} / έτος X 0,0938 €/kWh_{th} = 293,29 € / έτος.

Τέλος, γίνεται θεώρηση ετήσιου κόστους συντήρησης ίσο με το 2% του συνολικού κόστους υλοποίησης, δηλ.:

258 € / έτος.

Συνεπώς, η ετήσια εξοικονόμηση κόστους ανέρχεται σε:

3.500,6 €/έτος.

4.8.2 Αντικατάσταση ψύκτη βαφείου

Ο ψύκτης δουλεύει στο μέγιστο φορτίο περίπου 10 ώρες ημερησίως για 22 ημέρες μηνιαίως και 11 μήνες ετησίως, σύμφωνα με τα στοιχεία που δόθηκαν από τους υπευθύνους.

Δηλαδή οι ώρες λειτουργίας του ψύκτη είναι 2.420 σε ετήσια βάση.

Ως κόστος υλοποίησης της επένδυσης υπολογίζεται μόνο το κόστος του νέου ψύκτη καθώς θεωρείται ότι ο καινούργιος ψύκτης χρησιμοποιεί το υπάρχον σύστημα σωληνώσεων οπότε το κόστος εγκατάστασης είναι αμελητέο.

Το κόστος του ψύκτη ανέρχεται σε:

16.000 € χωρίς ΦΠΑ.

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας σε όρους κατανάλωσης ηλεκτρισμού είναι ίση με την ενέργεια που θα κατανάλωνε ο υπάρχων ψύκτης του βαφείου μείον την ενέργεια που θα καταναλώνει ο προτεινόμενος ψύκτης. Αυτή υπολογίζεται ως εξής:

Πίνακας 28: Στοιχεία κατανάλωσης ψυκτών

Ημέρες το χρόνο			Υφιστάμενη ΚΚΜ		Νέα ΚΚΜ	
			Μέση Ισχύς (kW)	COP/ERR	Μέση Ισχύς (kW)	COP/ERR
Συντελεστής φόρτισης ψύξης Μάη-Οκτ	90%	168	27,36	2,5	16,13	4,24
Συντελεστής φόρτισης θέρμανσης Υψηλής Περ Δεκ- Μαρ	75%	107	22,8	2,5	15,41	3,7
Συντελεστής φόρτισης θέρμανσης Χαμηλής Περ Απρίλιος, Νοεμβριος	50%	60	15,2	2,5	10,00	3,8

Ο υπάρχων ψύκτης καταναλώνει για 10 ώρες λειτουργίας τη ημέρα 79.481 kWh.

Για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ψυκτικής ενέργειας σε ετήσια βάση η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του καινούργιου ψύκτη θα είναι 49.586kWh.

Επομένως η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, ανέρχεται σε:

$$79.481 - 49.586 = 29.895 \text{ kWh}_{el} / \text{έτος.}$$

Η αντίστοιχη εξοικονόμηση κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε:

$$29.895 \text{ kWh}_{el} / \text{έτος} \times 0,0938 \text{ €/kWh}_{el} = 2.804,15 \text{ €} / \text{έτος.}$$

Τέλος, γίνεται θεώρηση ότι το μελλοντικό κόστος συντήρησης του καινούργιου ψύκτη θα είναι μειωμένο καθώς ο υφιστάμενος ψύκτης είναι αρκετά παλιός και η εξοικονόμηση σε οικονομικούς όρους ανέρχεται σε:

$$1,5\% \times \text{το κόστος κτήσης} = 240 \text{ €} / \text{έτος.}$$

Συνεπώς, η ετήσια εξοικονόμηση κόστους ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε:

$$3.044,15 \text{ €} / \text{έτος.}$$

4.8.3 Αντικατάσταση τμήματος του συστήματος φωτισμού

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, το κόστος υλοποίησης οφείλεται στο κόστος των φωτιστικών LED.

Συγκεκριμένα οι 214 λάμπες φθορίου των 36 W θα αντικατασταθούν με λάμπες LED 22 W με κόστος ανά λάμπα 11,88 €.

Πίνακας 29: Κόστος αναβάθμισης λαμπτήρων φωτισμού

Τμχ	Κόστος Τμχ (€)	Συνολικό κόστος (€)
214	11,88	2.542,32

Το συνολικό κόστος (χωρίς ΦΠΑ) ανέρχεται σε **2.542,32 €** χωρίς ΦΠΑ.

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας σε όρους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι ίση με την ενέργεια που καταναλώνει το σύστημα φωτισμού μείον την επερχόμενη κατανάλωση μετά την αντικατάσταση των φωτιστικών. Αναλυτικά στον **Πίνακα 30** και στον **Πίνακα 31**.

Πίνακας 30: Υφιστάμενη κατανάλωση ενέργειας φωτιστικών προς αντικατάσταση

Τμήμα	Τμχ.	Τύπος	Ισχύς (τμχ.) (W)	Απώλειες μετασχηματιστή	Ημέρες λειτουργίας/έτος	Ώρες λειτουργίας/ημέρα	Κατανάλωση ενέργειας (kWh)
Γραφεία-Βοηθητικοί χώροι	58	Λάμπες φθορίου	36	20%	335	10	8.394
Τμήμα Παραγωγής	156	Λάμπες φθορίου	36	20%	335	16	36.122
Σύνολο							44.516

Πίνακας 31: Μελλοντική κατανάλωση ενέργειας φωτιστικών μετά την εφαρμογή του MEE

Τμήμα	Τμχ.	Τύπος	Ισχύς (τμχ.) (W)	Απώλειες μετασχηματιστή	Ημέρες λειτουργίας/έτος	Ώρες λειτουργίας/ημέρα	Κατανάλωση ενέργειας (kWh)
Γραφεία-Βοηθητικοί χώροι	58	Λάμπες LED	20	0%	335	10	3.886
Τμήμα Παραγωγής	156	Λάμπες LED	20	0%	335	16	16.723
Σύνολο							20.609

Επομένως, ανέρχεται σε:

$$44.516-20.609 = 23.907 \text{ kWh / έτος.}$$

Η αντίστοιχη εξοικονόμηση κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται σε:

$$23.907 \text{ kWh}_{el}/\text{έτος} \times 0,0938 \text{ €/kWh}_{th} = 2.242,48 \text{ € / έτος.}$$

Το κόστος συντήρησης θεωρείται ότι παραμένει το ίδιο.

4.8.4 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην ταράτσα

Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης χωρίς να λαμβάνονται υπόψιν τα έξοδα στήριξης της ταράτσας φαίνονται στον **Πίνακα 32** που ακολουθεί :

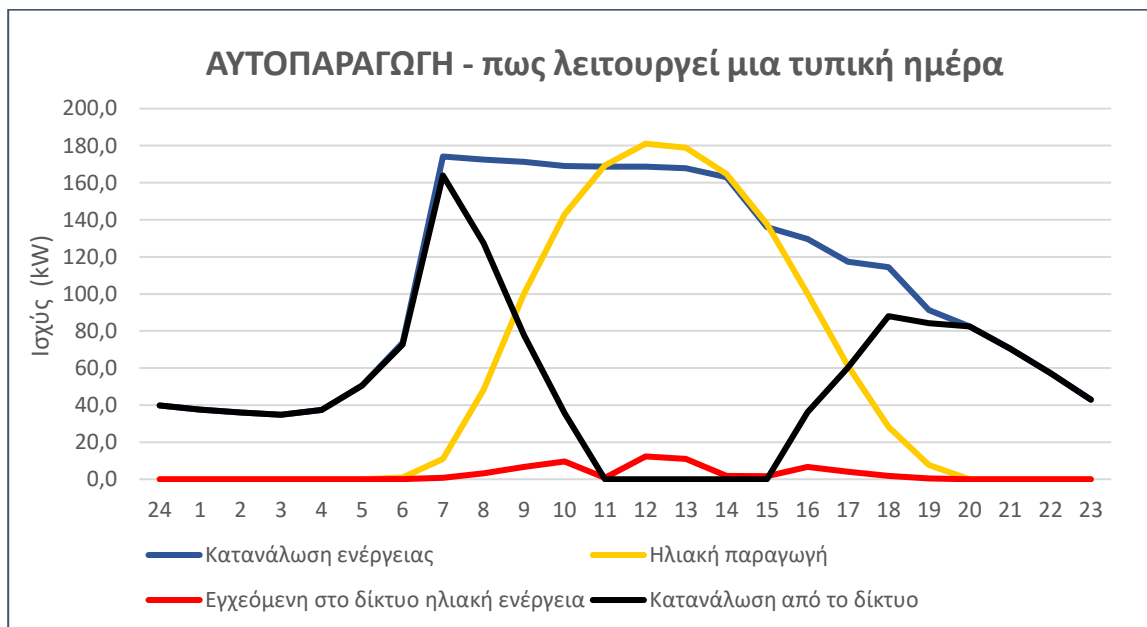
Πίνακας 32: Κόστος Φ/Β εγκατάστασης σε βιομηχανική ταράτσα

α/α	Είδος / περιγραφή	ποσότητα	Τιμή	Σύνολο
			μονάδας	€
			€	€
1	Προμήθεια πλαισίων	1	101.000	101.000
2	Προμήθεια , εγκατάσταση βάσεων και πλαισίων	1	30.000	30.000
3	Προμήθεια και εγκατάσταση οικίσκων Μέσης-Χαμηλής Τάσης με Μετασχηματιστή ισχύος	1	40.000	40.000
4	Net metering	1	10.000	10.000
5	Προμήθεια και εγκατάσταση καλωδίων, συστήματος γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας	1	20.000	20.000
6	Προμήθεια και εγκατάσταση συστήματος ασφαλείας , συστήματος τηλεμετρίας και λοιπές ηλεκτρολογικές εργασίες	1	10.000	10.000
7	Αδειοδοτικά κόστη	1	15.000	15.000
8	Κόστος μελέτη	1	4.000	4.000
	ΣΥΝΟΛΟ, €			230.000

Το πάγιο ετήσιο κόστος συντήρησης και 24ωρου monitoring είναι 5.000 €/year.

Η λειτουργία του συστήματος γίνεται μέσω Net metering. Γίνεται δηλαδή ενεργειακός συμψηφισμός της καταναλισκόμενης ενέργειας από το δίκτυο και της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β.

Το προφίλ αυτοπαραγωγής μιας τυπικής μέρας της εγκατάστασης δίνεται στο **Σχήμα 31** που ακολουθεί:



Σχήμα 31: Τυπική λειτουργία αυτόπαραγωγής

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας είναι ίση με την ετήσια ενέργεια που παράγουν τα φωτοβολταϊκά και ανέρχεται σε 486.300 kWh για το 1^ο έτος λειτουργίας. Για κάθε επόμενο έτος η απόδοση του συστήματος πέφτει κατά 0,6%.

Η ετήσια εξοικονόμηση στους λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται σε 44.670 ευρώ και προκύπτει από την ανάλυση του τιμολογίου του προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας (βλ. **Πίνακα 33**):

Πίνακας 33: Ανάλυση λογαριασμού ηλεκτρικής ενέργειας πριν και μετά την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος

ΗΡΩΝ Β1Β				
	Χωρίς φωτοβολταϊκό	Με φωτοβολταϊκό	Συντελεστής ταυτοχρονισμού	95,4%
Αριθμός ημερών λογαριασμού	365	365		
Κατανάλωση (απορροφώμενη) από δίκτυο (kWh) – Α	913.909	449.858	Συμφωνημένη ισχύς (kVA)	400
Παραγόμενη ενέργεια από φωτοβολταϊκό (kWh) – Π	0	486.300	Ισχύς που χρεώνεται(μ.ο) (kW)	277
Εγγεόμενη ενέργεια στο δίκτυο (kWh) – Ε	0	22.249	Ενδεικτική κατανομή στις ζώνες κατανάλωσης	
Ιδιοκατανάλωση ηλιακής ενέργειας (kWh)	0	464.051	Χρέωση ενέργειας	100%
Συνολική κατανάλωση ενέργειας (kWh)	913.909	913.909		0,0625
Χρέωση προμήθειας (ανταγωνιστικές χρεώσεις, €)	57.119,33	26.725,58	ΥΚΩ εμπορικό (€/kWh)	0,00691
Ρήτρα CO2 (€)	0,00	0,00	Μέση τιμή CO2 (€/tn)	25,40
Χρέωση Συστήματος Μεταφοράς (€)	4.471,56	4.471,56	Ρήτρα CO2 (€/MWh)	0,00
Χρέωση Δικτύου Διανομής (€)	6.617,21	5.271,46	Έκπτωση στη χρέωση προμήθειας χωρίς PV	0%

Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (€)	6.315,11	6.315,11	Έκπτωση στη χρέωση προμήθειας με PV	0%
ΕΦΚ (€)	4.569,55	2.249,29	Ποσοστό χρέωσης βάσης ΕΤΜΕΑΡ	100%
ΕΤΜΕΑΡ (€)	15.536,46	7.647,59		
Λοιπές επιβαρύνσεις (€)	63,97	31,49		
Ειδικό Τέλος 5%	395,78	225,32		
ΣΥΝΟΛΟ (€)	95.088,97	52.937,41	Τιμή συμψηφισμού (λεπτά/kWh)	9,19
ΦΠΑ	5.681,59	3.162,73		
ΣΥΝΟΛΟ (€)	100.770,56	56.100,13	Όφελος (€)	44.670,42
Τιμή κιλοβατώρας (λεπτά)	11,03	6,14		

4.8.5 Αντικατάσταση καυσίμου LPG με LNG

Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης είναι 55.000 € και καλύπτει:

- Κόστος δεξαμενής LNG χωρητικότητας 6 m³
- Κόστος αεριοποιητή 100 Nm³/h
- Σταθμό μέτρησης και ρύθμισης πίεσης (MR)
- Εγκατάσταση

Λόγω της αλλαγής καυσίμου εξοικονομείται περίπου 3% της ετήσιας κατανάλωσης καθώς δε χρειάζεται να καταναλώνεται θερμική ενέργεια για την εξαέρωση του LNG. Αυτή η μείωση ανέρχεται σε:

61.567,20 kWh / έτος.

Η ετήσια μείωση κόστους με κόστος καυσίμου 0,046 €/kWh ισούται με:

2.832,09 €/ έτος

Επομένως η συνολική ετήσια κατανάλωση σε όρους θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε:

1.990.672,80 kWh / έτος.

Η αντίστοιχη εξοικονόμηση κόστους κατανάλωσης θερμικής ενέργειας προκύπτει από το ετήσιο κόστος του LPG μείον το κόστος του LNG,

Με δεδομένο κόστος LPG ίσο με 46 €/MWh και εκτιμώμενο κόστος LNG στα 41 €/MWh, η ετήσια εξοικονόμηση ισούται με:

Ετήσια εξοικονόμηση κόστους = 1990,67 MWh x 5 €/MWh = 9.953,34 € / έτος.

Το κόστος συντήρησης θεωρείται ότι παραμένει το ίδιο.

Άρα συνολικά εξοικονομούνται:

12.785,43 € / έτος.

4.9. Οικονομική αξιολόγηση

Η οικονομική αξιολόγηση πραγματοποιείται ανά εξεταζόμενο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας. Παρακάτω δίνονται οι παραδοχές της οικονομικής ανάλυσης. Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα αποτελέσματα της οικονομικής αξιολόγησης των παραπάνω μέτρων. Συγκεκριμένα για κάθε μέτρο υπολογίζεται για το χρόνο ζωής της επένδυσης κάθε σεναρίου η καθαρή παρούσα αξία (NPV) και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR).

Πίνακας 34: Βασικές οικονομικές παραδοχές.

ΑΡΧΙΚΕΣ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	
Ονομαστικό Προεξοφλητικό επιτόκιο D	7,5%
Πληθωρισμός I	1%
Πραγματικό Προεξοφλητικό επιτόκιο d	6,44%
Έτος έναρξης λειτουργίας	1
Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας* (€/kWh)	0,0938
Τιμή υγραερίου** (€/kWh)	0,046

*Η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει από το μέσο όρο των λογαριασμών του παρόχου ενέργειας, χωρίς να περιλαμβάνεται ο ΦΠΑ, οι χρεώσεις Δήμου και της ΕΡΤ.

**Η τιμή του υγραερίου προκύπτει από τους αντίστοιχους λογαριασμούς και δεν περιλαμβάνει ΦΠΑ.

Πίνακας 35: Συνοπτικά οικονομικά στοιχεία Παρεμβάσεων Εξοικονόμησης.

α/α	Περιγραφή Παρεμβάσεων	Αποπληρωμή			
		Σύνολο Δαπανών	IRR (over Life of Measure)	NPV	Simple Payback (χρόνια)
Π-1	Εγκατάσταση εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων	12.900 €	21%	12.274,08 €	5,79
Π-2	Αντικατάσταση Ψύκτη	16.000 €	8,8%	1.314,17 €	11
Π-3	Μερική αντικατάσταση συστήματος φωτισμού	2.542 €	69,4%	12.920,4 €	1,64
Π-4	Εγκατάσταση Φ/Β	230.000 €	39%(22,4%)	484.400(504.523) €	5,9(4,3)
Π-5	Αντικατάσταση καυσίμου LPG σε LNG	55.000 €	18,2%	39.833,23 €	6,69

*Ποσοστό ιδίων κεφαλαίων 40%, επιτόκιο δανεισμού 7,5%

5. Multiple Benefits ανάλυση των MEE της εταιρίας

Από τα 5 προτεινόμενα μέτρα ενεργειακής εξοικονόμησης που εντοπίστηκαν στη φάση του ενεργειακού ελέγχου αποφασίστηκε μετά από συζήτηση μεταξύ του Πολυτεχνείου, των υπευθύνων του προγράμματος και των μηχανικών της εταιρίας να γίνει περαιτέρω οικονομική ανάλυση στα 4.

Αυτά είναι :

1. Η εκμετάλλευση της απορριπτόμενης, υπό τη μορφή θερμότητας, ενέργειας του ρεύματος καυσαερίων του φούρνου πολυμερισμού για την προθέρμανση του νερού του λουτρού.
2. Η αντικατάσταση καυσίμου LPG με φυσικό αέριο σε υγροποιημένη μορφή (Liquified Natural Gas-LNG)
3. Η εγκατάσταση Φ/Β στην ταράτσα του κτιρίου
4. Αντικατάσταση τμήματος του συστήματος φωτισμού

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα επιπρόσθετα οφέλη καθενός από τα 3 MEE, με τι είδους στοιχεία γίνεται η αξιολόγηση τους και γίνεται μια προσπάθεια να προσδιοριστεί η συνεισφορά τους στη στρατηγική της εταιρίας.

5.1 Εναλλάκτης καυσαερίου-νερού

Πίνακας 36: Μη ενεργειακά οφέλη του εναλλάκτη καυσαερίου-νερού

Επιπρόσθετα οφέλη του MEE	Τύπος δεδομένων	Τρόπος αξιολόγησης του οφέλους	Συνεισφορά στη στρατηγική		
			Μείωση ρίσκου	Αύξηση αξίας	Μείωση κόστους
Απόβλητα & νερό					
Χρήση απορριπτόμενης θερμότητας	Ποσοτικά 88.084,59 kWh	4,29% του συνόλου			3.500,60
Εκπομπές αερίων					
Μείωση εκπομπών CO2	Ποσοτικά 13,09 τόνοι	4,29% του συνόλου			327,3 €*
Μείωση εκπομπών NOx	Ποσοτικά 13,02 kgr	4,29% του συνόλου			
Μείωση ρίσκου					
Μείωση ρίσκου αύξησης των τιμών CO2 και ενέργειας	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Διακύμανση τιμών (βάσει ETS ή ενεργειακών προβλέψεων)			
Άλλα					

Συνεισφορά στο όραμα ή τη στρατηγική της εταιρίας	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Βελτιωμένη εικόνα ή φήμη	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Συνεισφορά στη συμμόρφωση με ρυθμιστικές απαιτήσεις/εκθέσεις	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Σύμφωνα με ΑΕΠΟ			

5.2 LNG

Πίνακας 37: Μη ενεργειακά οφέλη της μετάβασης στο LNG.

Επιπρόσθετα οφέλη του ΜΕΕ	Τύπος δεδομένων	Παράδειγμα δείκτη απόδοσης	Συνεισφορά στη στρατηγική		
			Μείωση ρίσκου	Αύξηση αξίας	Μείωση κόστους
Εκπομπές αερίων					
Μείωση εκπομπών CO ₂	Ποσοτικά 62,76 τόνοι	14,25% του συνόλου			1.569€*
Μείωση εκπομπών NO _x	Ποσοτικά 205,22 kg	50% του συνόλου			
Μείωση ρίσκου					
Μείωση ρίσκου αύξησης των τιμών CO ₂ και ενέργειας	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Διακύμανση τιμών (βάσει ETS ή ενεργειακών προβλέψεων)			
Μείωση νομικού ρίσκου	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Αριθμός αγωγών ή νομικών αντιπαραθέσεων			
Άλλα					
Συνεισφορά στο όραμα ή τη στρατηγική της εταιρίας	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Βελτιωμένη εικόνα ή φήμη	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Συνεισφορά στη συμμόρφωση με ρυθμιστικές απαιτήσεις/εκθέσεις	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Σύμφωνα με ΑΕΠΟ			

* Προς το παρόν, λόγω μεγέθους, η εταιρία δεν συμμετέχει στο σύστημα εμπορίας ρύπων (ETS) οπότε και δεν έχει επιβάρυνση λόγω εκπομπών CO₂.

Αν όμως κάποιος θέλει να υπολογίσει την εν δυνάμει οικονομική αξία της μείωσης του παραγόμενου CO₂ μπορεί να χρησιμοποιήσει ως μέση τιμή τα 25 €/τόνο εκπεμπόμενου CO₂.

5.3 Φ/Β στην ταράτσα

Πίνακας 38: Φ/Β στην ταράτσα

Επιπρόσθετα οφέλη του ΜΕΕ	Τύπος δεδομένων	Τρόπος αξιολόγησης του οφέλους	Συνεισφορά στη στρατηγική		
			Μείωση ρίσκου	Αύξηση αξίας	Μείωση κόστους
Εκπομπές αερίων					
Μείωση εκπομπών CO ₂	Ποσοτικά 243,15 kg	53,21%			
Μείωση εκπομπών NO _x		53,21%			
Μείωση ρίσκου					
Μειωμένο ρίσκο διακοπής παροχής ενέργειας	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Ποσοστό διαθεσιμότητας ενεργειακού εφοδιασμού (π.χ. ποσοστό διακοπής της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας)			
Άλλα					
Συνεισφορά στο όραμα ή τη στρατηγική της εταιρίας	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Βελτιωμένη εικόνα ή φήμη	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Συνεισφορά στη συμμόρφωση με ρυθμιστικές απαιτήσεις/εκθέσεις	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Σύμφωνα με ΑΕΠΟ			

5.4 Φωτισμός

Πίνακας 39: Φ/Β στην ταράτσα

Επιπρόσθετα οφέλη του ΜΕΕ	Τύπος δεδομένων	Τρόπος αξιολόγησης του οφέλους	Συνεισφορά στη στρατηγική		
			Μείωση ρίσκου	Αύξηση αξίας	Μείωση κόστους
Παραγωγή & προϊόντα					
Αύξηση ζωής εξοπλισμού	Ποσοτικά	Κόστος εξοπλισμού-καθυστέρηση δαπανών			

Εκπομπές αερίων					
Μείωση εκπομπών CO ₂	Ποσοτικά 11,95 kg	2,62%			
Μείωση εκπομπών NO _x		2,62%			
Συντήρηση					
Μειωμένο κόστος συντήρησης	Ποσοτικά	Μείωση εργατικών ηλεκτρολόγου			90 €/year**
Εργασιακό περιβάλλον					
Βελτιωμένη οπτική άνεση	Ποσοτικά/Ποιοτικά	Ευεξία-Παραγωγικότητα			
Μείωση ρίσκου					
Μειωμένο ρίσκο διακοπής παροχής ενέργειας	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Ποσοστό διαθεσιμότητας ενεργειακού εφοδιασμού (π.χ. ποσοστό διακοπής της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας)			
Άλλα					
Συνεισφορά στο όραμα ή τη στρατηγική της εταιρίας	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Βελτιωμένη εικόνα ή φήμη	Ποιοτικά (εκτίμηση)				
Συνεισφορά στη συμμόρφωση με ρυθμιστικές απαιτήσεις/εκθέσεις	Ποιοτικά (εκτίμηση)	Σύμφωνα με ΑΕΠΟ			

** Το κόστος των λαμπτήρων αυξήθηκε από 4,12€ σε 11,88€. Όμως με την αντικατάσταση σε Led αυξήθηκε σημαντικά ο χρόνος ζωής των λαμπτήρων με αποτέλεσμα η αντικατάσταση να γίνεται ανά μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.

Σημείωση:

Για τον υπολογισμό των εκπομπών ρύπων ανά μονάδα παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιήσαμε τα στατιστικά στοιχεία για την προέλευση του μείγματος ηλεκτρικής ενέργειας για το 2018 (πηγή ΑΔΜΗΕ), και τις μοναδιαίες εκπομπές ρύπων που φαίνονται στον **Πίνακα 39** που ακολουθεί:

Πίνακας 40: Κατανομή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2018 και μοναδιαίες εκπομπές

Κατανομή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2018	GWh	% του συνόλου	Εκπομπές CO ₂ kg/MWh
Λιγνιτική παραγωγή	14.907	29%	1.000
Φυσικό αέριο (open combine cycle)	14.136	28%	500
Υδροηλεκτρικά	5.051	10%	0
ΑΠΕ	6.378	12%	0
Διασυνδέσεις (open combine cycle)	6.279	12%	500
Παραγωγή στο δίκτυο	4.734	9%	0

(πηγή ΑΔΜΗΕ)

Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, η μέση τιμή εκπεμπόμενων ρύπων CO₂ ανά MWh παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 0,5 kg/MWh.

5.5 Οικονομική αξιολόγηση με MBs

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται πως επιρεάζονται οι οικονομικοί δείκτες αν λάβουμε υπόψιν τα μη ενεργειακά οφέλη.

Πίνακας 41: Συνοπτικά οικονομικά στοιχεία Παρεμβάσεων Εξοικονόμησης συμπεριλαμβάνοντας τα MB.

α/α	Περιγραφή Παρεμβάσεων	Αποπληρωμή			
		Σύνολο Δαπανών	IRR (over Life of Measure)	NPV	Simple Payback (χρόνια)
Π-1	Εγκατάσταση εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων	12.900 €	23,2%	14.469,48 €	5,43
Π-2	Εγκατάσταση Φ/Β	230.000 €	39%	484.400 €	5,9
Π-3	Αντικατάσταση καυσίμου LPG σε LNG	55.000 €	35,4%	50.359,04 €	3,44
Π-4	Μερική αντικατάσταση συστήματος φωτισμού	2.542 €	72,1%	13.524,17	1,59

Τέλος γίνεται σύγκριση των οικονομικών δεικτών πριν και μετά την εφαρμογή της μεθοδολογίας του Multiple Benefits.

Παρατηρείται ότι υπάρχει σαφής βελτίωση σε σχέση με την οικονομική αξιολόγηση με καθαρά ενεργειακά κριτήρια (βλ.Πίνακα 41).

Πίνακας 42: Σύγκριση οικονομικών δεικτών

α/α	Περιγραφή Παρεμβάσεων	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ					
		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΟΦΕΛΗ			ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΟΦΕΛΩΝ		
		IRR	NPV (€)	Simple Payback (χρόνια)	IRR	NPV	Simple Payback (χρόνια)
Π-1	Εγκατάσταση εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας καυσαερίων	21%	12.274,1	5,79	23.2%	14.469,48	5,43
Π-2	Εγκατάσταση Φ/Β	39%	484.400,0	5,9	39%	484.400,0	5,9
Π-3	Αντικατάσταση καυσίμου LPG σε LNG	18,20%	39.833,2	6,69	20,7%	50.359,04	5,8
Π-4	Μερική αντικατάσταση συστήματος φωτισμού	69,4%	12.920,4	1,64	72,1%	13.524,17	1,59

6. Συμπεράσματα

Όλα τα εξεταζόμενα Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας συνεισφέρουν στη μείωση της ενέργειας θερμικής ή ηλεκτρικής που καταναλώνεται για την παραγωγή των προϊόντων της εταιρείας.

Αποτέλεσμα της μειωμένης κατανάλωσης είναι οι μειωμένες εκπομπές ρύπων σε τοπικό επίπεδο (στο εργοστάσιο για την παραγωγή θερμικής ενέργειας), και σε υπερτοπικό επίπεδο (στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας).

Η συνολική δυνατή μείωση στην κατανάλωση της θερμικής ενέργειας είναι 150.090 kWh/έτος ή ποσοστό 7,31%.

Η παραπάνω μείωση , μαζί με την αντικατάσταση καυσίμου (LPG από Φυσικό αέριο), αντιστοιχεί σε μείωση εκπομπών CO₂ κατά 85,79 τόνους ή ποσοστό 19,48 %

Η συνολική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι 501.064 kWh/έτος ή ποσοστό 58,17%

Η παραπάνω μείωση, μαζί με την αντικατάσταση μέρους της ζητούμενης ενέργειας από ΑΠΕ, αντιστοιχεί σε μείωση εκπομπών 265,8 kg CO₂ ή ποσοστό 54,82%.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας του M-Benefits βελτιώνει τους οικονομικούς δείκτες της απόδοσης της επένδυσης σε μέτρα εξοικονόμησης και μπορεί να τις κάνει πιο ελκυστικές στους επενδυτές.

7. Μελλοντική εργασία

Ο προσδιορισμός του έμμεσου μη ενεργειακού οφέλους από πιθανά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία είναι μάλλον δύσκολος καθώς δεν υπάρχουν τα οικονομικά εργαλεία για την κοστολόγηση των non energy benefits.

Περαιτέρω αξιολόγηση των ενεργειακών επεμβάσεων που εξετάστηκαν μπορεί να γίνει μέσα από συστήματα διαχείρισης ενεργειακών πόρων (ERP), εφόσον καταγράφονται αναλυτικά στοιχεία όπως:

- Συντήρηση του νέου εξοπλισμού σε σχέση με την πρότερη κατάσταση.
Για παράδειγμα, η τοποθέτηση λαμπτήρων με led, θα σημάνει μικρότερο ρυθμό αντικατάστασεων και άρα μειωμένες εργατοώρες για το προσωπικό (ηλεκτρολόγους) αλλά και μειωμένο κόστος αναλώσιμων υλικών
- Οι ημέρες απουσίας προσωπικού παραγωγής
Τυχόν μείωση μπορεί να οφείλεται στην ικανοποίηση του προσωπικού από την αίσθηση ότι η εταιρεία που εργάζονται έχει καινοτόμα διάθεση και περιβαλλοντική ευαισθησία.
- Η βελτίωση της παραγωγής ποσοτικά και ποιοτικά
Μπορεί να οφείλεται στους παραπάνω λόγους ικανοποίησης

Επιπλέον των παραπάνω, η δημοσιότητα για την υλοποίηση των ενεργειακών επεμβάσεων και των αποτελεσμάτων τους μέσω των μέσων κοινωνικής δικτύωσης ή άλλων πιο συμβατικών τρόπων (παρουσιάσεις, συνέδρια) βελτιώνει την εικόνα της εταιρείας προς την αγορά και τους δυνητικούς πελάτες της.

Τέλος, μια ενδιαφέρουσα συμπληρωματική προσέγγιση της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας θα μπορούσε να είναι μέσα από την Ανάλυση Κόστους Ζωής (Life Cycle Assessment-LCA).

Όπως είναι γνωστό, η ανάλυση LCA, στοχεύει στην ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από την είσοδο/έξοδο πρώτων υλών, ενέργειας, νερού, εκπομπών ρύπων σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, από την συλλογή των πρώτων υλών για την κατασκευή του μέχρι την επιστροφή του στο έδαφος. (“cradle to grave approach”)

Η πλήρης καταγραφή/ποσοτικοποίηση όλων των εισροών/εκροών κατά τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, ο υπολογισμός των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων από αυτές τις ροές και η εύρεση τρόπων βελτίωσης, μπορεί να συνεισφέρει στην ολοκληρωμένη αξιολόγηση των non energy benefits.

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση. Πηγή: iea.org (1).....	10
Σχήμα 2: Παγκόσμιο ενεργειακό μείγμα. Πηγή: iene.gr (4).....	11
Σχήμα 3: Διακύμανση ευρωπαϊκής πρωτογενούς κατανάλωσης(1990-2017). Πηγή: eea.europa.eu (2).....	11
Σχήμα 4: Ευρωπαϊκό ενεργειακό μείγμα για το 2017. Πηγή: Eurostat (3).....	12
Σχήμα 5: Διακύμανση ελληνικής πρωτογενούς κατανάλωσης (1973-2015). Πηγή: IENE (4).....	13
Σχήμα 6: Ελληνικό ενεργειακό μείγμα για 1990 και το 2016. Πηγή: IENE (4).....	13
Σχήμα 7: Σχηματική αναπαράσταση της προσέγγισης του M-Benefits σε ΜΕΕ. Πηγή: mbenefits.eu (15).....	24
Σχήμα 8: Σχηματική αναπαράσταση διαδικασίας υλοποίησης του Multiple-Benefits. Πηγή: mbenefits.eu (15).....	25
Σχήμα 9: Στάδια παραγωγικής διαδικασίας.....	32
Σχήμα 10: Σχηματική απεικόνιση διέλασης.....	33
Σχήμα 11: Πρέσα διέλασης.....	33
Σχήμα 12: Σύγκριση ετήσιας κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για τα έτη 2017,2018.....	36
Σχήμα 13: Σύγκριση ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη 2017, 2018.	37
Σχήμα 14: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έτους 2017.	38
Σχήμα 15: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έτους 2018.	39
Σχήμα 16: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κύριων καταναλωτών βαφείου 2018.	39
Σχήμα 17: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κύριων καταναλωτών τμήματος διέλασης 2018.....	40
Σχήμα 18: Επιμερισμός καταναλώσεων LPG 2018.	41
Σχήμα 19: Αναλυτικός επιμερισμός καταναλώσεων υγραερίου 2018.....	42
Σχήμα 20: Γραμμή βάσης ηλεκτρικής κατανάλωσης.....	46
Σχήμα 21: Γραμμή βάσης κατανάλωσης LPG.....	47
Σχήμα 22: Μορφή προτεινόμενου εναλλάκτη καυσαερίου-νερού.....	49

Σχήμα 23: Ροή ρευστού	49
Σχήμα 24: Σχηματική απεικόνιση αξιοποίησης θερμότητας καυσαερίων φούρνου πολυμερισμού.	50
Σχήμα 25: Προσομοίωση της ταράτσας του εργοστασίου	54
Σχήμα 26: Παραγόμενη ισχύς ανά kWp/day.....	55
Σχήμα 27: Μέση Απόδοση Φ/Β πάνελ ανά μήνα του έτους.....	56
Σχήμα 28: Sankey ετήσιων απωλειών συστήματος	57
Σχήμα 29: Κατανομή πιθανοτήτων για την ετήσια παραγόμενη ενέργεια	58
Σχήμα 30: Σταθμός αποθήκευσης και αεριοποίησης καυσίμου LNG (ΣΑΑ).....	60
Σχήμα 31: Τυπική λειτουργία αυτόπαραγωγής	68

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Παγκόσμια Πρωτογενής Ενεργειακή Ζήτηση ανά Καύσιμο και Σενάριο(Mtoe)	16
<i>Πίνακας 2: Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας εταιρείας για το 2017.....</i>	<i>30</i>
<i>Πίνακας 3: Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας εταιρείας για το 2018.....</i>	<i>30</i>
<i>Πίνακας 4: Συνολικές ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας εταιρείας μέχρι και τον</i>	<i>30</i>
Πίνακας 5: Γενικά χαρακτηριστικά εργοστασίου.....	30
<i>Πίνακας 6: Χαρακτηριστικά εγκατάστασης τεχνητού φωτισμού εργοστασίου.</i>	<i>35</i>
Πίνακας 7: Επιμερισμός κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας έτους 2017,2018.....	38
Πίνακας 8: Επιμερισμός κατανάλωσης υγραερίου 2018	40
Πίνακας 9: Αναλυτικός επιμερισμός κατανάλωσης υγραερίου 2018 (kWh).	42
<i>Πίνακας 10: Στοιχεία καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας 2017-2018</i>	<i>43</i>
Πίνακας 11: Στοιχεία καταναλώσεων Υγραερίου 2017-2018.....	44
Πίνακας 12: Τιμές ενέργειας (χωρίς ΦΠΑ).....	44
Πίνακας 13: Στοιχεία καυσαερίων	48
Πίνακας 14: Στοιχεία λειτουργίας εναλλάκτη.....	49
Πίνακας 15: Μείωση παραγόμενου CO ₂	50
Πίνακας 16: Μείωση παραγόμενων NO _x	51
Πίνακας 17: Στοιχεία ψυκτών στην παραγωγική διαδικασία.....	51
<i>Πίνακας 18: Χαρακτηριστικά νέου ψύκτη.....</i>	<i>52</i>
Πίνακας 19: Φωτιστικά προς αντικατάσταση.....	52
Πίνακας 20: Στοιχεία φωτιστικών LED	53
Πίνακας 21: Στοιχεία πάνελ	54
Πίνακας 22: Μηνιαία κατανάλωση θερμικής ενέργειας, Φ.Α, LNG	58
Πίνακας 23: Ζήτηση θερμικής ισχύος σε ωριαία βάση	59
Πίνακας 24: Τεχνικά χαρακτηριστικά ΣΑΑ και προσφερόμενη αυτονομία.....	59
Πίνακας 25: Εκπομπές ρύπων ανά παραγόμενη kWh ενέργειας με χρήση LNG vs LPG	60
Πίνακας 26: Εκπομπές ρύπων ανά παραγόμενη kWh ενέργειας με χρήση LNG vs LPG	61

Πίνακας 27: Κόστος Εξοπλισμού Εναλλακτών και Δικτύων.....	62
Πίνακας 28: Στοιχεία κατανάλωσης ψυκτών	65
Πίνακας 29: Κόστος αναβάθμισης λαμπτήρων φωτισμού	66
Πίνακας 30: Υφιστάμενη κατανάλωση ενέργειας φωτιστικών προς αντικατάσταση	66
Πίνακας 31: Μελλοντική κατανάλωση ενέργειας φωτιστικών μετά την εφαρμογή του ΜΕΕ	66
Πίνακας 32: Κόστος Φ/Β εγκατάστασης σε βιομηχανική ταράτσα	67
Πίνακας 33: Ανάλυση λογαριασμού ηλεκτρικής ενέργειας πριν και μετά την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος	69
Πίνακας 34: Βασικές οικονομικές παραδοχές.	72
Πίνακας 35: Συνοπτικά οικονομικά στοιχεία Παρεμβάσεων Εξοικονόμησης.....	73
Πίνακας 36: Μη ενεργειακά οφέλη του εναλλάκτη καυσαερίου-νερού TENERGY	74
Πίνακας 37: Μη ενεργειακά οφέλη της μετάβασης στο LNG.....	75
Πίνακας 38: Φ/Β στην ταράτσα.....	76
Πίνακας 39: Φ/Β στην ταράτσα.....	76
Πίνακας 40: Κατανομή της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2018 και μοναδιαίες εκπομπές	78
Πίνακας 41: Συνοπτικά οικονομικά στοιχεία Παρεμβάσεων Εξοικονόμησης συμπεριλαμβάνοντας τα ΜΒ.....	78
Πίνακας 42: Σύγκριση οικονομικών δεικτών	79
Πίνακας 43: Στοιχεία μη παραγωγικού εξοπλισμού εγκατάστασης.	86
Πίνακας 44: Στοιχεία ηλεκτρικού παραγωγικού εξοπλισμού κτηρίου παραγωγής. .	86
Πίνακας 45: Στοιχεία θερμικού παραγωγικού εξοπλισμού κτηρίου παραγωγής.	89
Πίνακας 46: Οικονομική αξιολόγηση του εναλλάκτη	90
Πίνακας 47: Οικονομική αξιολόγηση του LNG	91
Πίνακας 48: Οικονομική αξιολόγηση ψύκτη	92
Πίνακας 49: Οικονομική αξιολόγηση αντικατάστασης φωτισμού	93

1. Παραρτήματα

8.1. Παράρτημα Α. Στοιχεία εξοπλισμού εγκαταστάσεων

Παρατίθεται ο πλήρης εξοπλισμός των κτηρίων της παραγωγής και των γραφείων.

Πίνακας 43: Στοιχεία μη παραγωγικού εξοπλισμού εγκατάστασης.

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΤΥΠΟ Σ	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗ Σ		ΤΕΜ	ΙΣΧΥΣ (HP)	ΙΣΧΥΣ (kW)	
			ΔΙΚΤΥΟ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ					
1	SPLIT UNIT				11		34	
2	SPLIT UNIT				1		5.28	

Πίνακας 44: Στοιχεία ηλεκτρικού παραγωγικού εξοπλισμού κτηρίου παραγωγής.

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ (HP)	ΙΣΧΥΣ (kW)
	ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΛΑΣΗΣ		
1	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΠΙΓΕΤΩΝ Α(1)	5,5	4,10
2	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΠΙΓΕΤΩΝ Α (2)	5,5	4,10
3	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΠΙΓΕΤΩΝ Α (3)	2	1,49
4	Ψ.Θ.Κ. - ΨΑΛΙΔΙ ΘΕΡΜΗΣ ΚΟΠΗΣ (1)	20	14,91
5	Ψ.Θ.Κ. - ΨΑΛΙΔΙ ΘΕΡΜΗΣ ΚΟΠΗΣ (2)	30	22,37
6	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΗΤΡΩΝ (Η/Κ)	3	2,24
7	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΗΤΡΩΝ (ΑΝΤΙΣΤ.)	20	14,91
8	CONTAINER (ΠΡΕΣΑ)	15	11,19

9	ΠΡΕΣΑ (1)	75	55,93
10	ΠΡΕΣΑ (1)	75	55,93
11	ΠΡΕΣΑ (3)	15	11,19
12	ΠΡΕΣΑ (4)	7,5	5,59
13	PULLER (1) υδραυλικό συγκρότημα	15	11,19
14	PULLER (2) συγκρότημα κοπής	2	1,49
15	PULLER (3) ράουλα	1	0,75
16	PULLER (4) ιμάντες	1,5	1,12
17	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΕΣ ΠΑΓΚΟΥ ΨΥΞΗΣ	42	31,32
18	ΠΑΓΚΟΣ ΨΥΞΗΣ (1)	7,5	5,59
19	ΠΑΓΚΟΣ ΨΥΞΗΣ (2)	7,5	5,59
20	ΤΑΝΥΣΤΙΚΗ	7,5	5,59
21	ΠΡΙΟΝΙ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΟΠΗΣ	13,5	10,07
22	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑΣ ΠΡΕΣΑΣ	2	1,49
23	ΨΥΚΤΗΣ Α	23,5	17,52
24	ΦΟΥΡΝΟΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ (1)	50	37,29
25	ΦΟΥΡΝΟΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ (2)	1	0,75
26	ΦΟΥΡΝΟΣ ΓΗΡΑΝΣΗΣ (3)	1	0,75
27	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΠΙΓΕΤΩΝ Β (1)	3	2,24
28	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΠΙΓΕΤΩΝ Β (2)	2	1,49
29	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΠΙΓΕΤΩΝ Β (3)	1,5	1,12
30	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑΣ ΠΡΙΟΝΙΟΥ PULLER	2	1,49
31	ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΠΡΙΟΝΙΟΥ	10	7,46

32	ΨΥΚΤΗΣ Β	7,5	5,59
33	ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ ΔΙΕΛΑΣΗΣ	5	3,73
34	ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ ΕΤΟΙΜΟΥ ΔΙΕΛΑΣΗΣ	7,5	5,59
35	ΡΑΟΥΛΟΔΡΟΜΟΣ ΠΡΙΟΝΙΟΥ ΜΕ	3	2,24
36	ΤΡΥΠΗΤΙΚΟ Α	2	1,49
37	ΤΡΥΠΗΤΙΚΟ Β	5,5	4,10
38	ΤΡΥΠΗΤΙΚΟ Γ	30	22,37
39	ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΑΖΩΤΩΣΗΣ	54	40,27
40	ΠΟΤΑΣΑ		16,00
ΤΜΗΜΑ ΒΑΦΕΙΟΥ			
1	ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ ΒΑΦΕΙΟΥ	8	5,97
2	ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ ΕΤΟΙΜΟΥ ΒΑΦΕΙΟΥ	7,5	5,59
3	ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ	68	50,71
4	ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΚΑΜΠΙΝΑΣ ΒΑΦΕΙΟΥ(ΚΚΜ)	47	35,05
5	ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΠΑΝΙΩΝ	90	67,11
6	ΣΤΕΓΝΩΤΗΡΙΟ	5,5	4,10
7	ΚΑΜΠΙΝΑ ΒΑΦΕΙΟΥ	55	41,01
8	ΦΟΥΡΝΟΣ ΠΟΛΥΜΕΡΙΣΜΟΥ	29	21,63
9	ΤΥΛΙΧΤΙΚΗ (ΠΑΤΑΡΙ)	1	0,75
10	ΤΥΛΙΧΤΙΚΗ ΒΑΦΕΙΟΥ	0,5	0,37
11	ΤΥΛΙΧΤΙΚΗ ΒΑΦΕΙΟΥ	1	0,75
ΔΙΑΦΟΡΑ			

1	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ (1)	20	14,91
2	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ (2)	4	2,98
3	ΓΕΡΑΝΟΓΕΦΥΡΑ ΑΠΟΘΗΚΗΣ	5	3,73

Πίνακας 45: Στοιχεία θερμικού παραγωγικού εξοπλισμού κτηρίου παραγωγής.

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ	Μέγιστη ισχύς καυστήρα	Ισχύς λειτουργίας
		kW	kW
ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΛΑΣΗΣ			
1	Φούρνος μιγιετών	Δεν υπάρχουν στοιχεία	
2	Φούρνος Γήρανσης	300,00	250,00
ΤΜΗΜΑ ΒΑΦΕΙΟΥ			
1	Στεγνωτήριο	174,45	116,00
2	Υδρολέβητας	523,35	348,00
3	Φούρνος Πολυμερισμού (1)	348,90	255,00
4	Φούρνος Πολυμερισμού (2)	348,90	255,00
5	Φούρνος Πυρόλυσης	116,30	100,00

8.2. Παράρτημα Β. Υπολογισμοί-Οικονομική ανάλυση

Πίνακας 46: Οικονομική αξιολόγηση του εναλλάκτη

Υποθέσεις για υπολογισμούς		t0
Περιγραφή	Χαρακτηριστικά	
Εναλλάκτης		
Initial expenditure in t0	€	12.900,0
Additional expenditures from t1 to Tn	€	551,3
Subsidy	€	0,0
Terminal value	€	0,0
Estimated electrical energy savings (KWh/year)	KWh	0,0
Estimated natural gas energy savings (KWh/year)	KWh	0,0
Estimated fuel oil energy savings (L/year)	L	0,0
Estimated LPG savings	KWh	88.084,6
Estimated other energy carrier savings (please precise)	--	
.....		
Average cost of saved electrical energy (€/KWh) excluding VAT	€	0,094
Average cost of saved natural gas(€/KWh) excluding VAT	€	0,041
Average cost of saved fuel oil (€/L) excluding VAT	€	
Average cost of saved LPG	€	0,046
Average cost of other energy carrier (please precise)	--	
.....		
Energy benefits (EBs = energy cost reduction) per year:		
- Electricity	€	
- Natural gas energy (ex. natural gas)	€	
- Fuel oil energy (ex. fuel oil)	€	
LPG	€	4.051,9
Non-energy benefits (NEBs) per year:		
- NEB1 :	€	327,3
Information required from the accounting/finance department:		
Duration of straightline depreciation	Nb of years	10
Discount rate	Rate in %	7,5%
Investment duration (nbre of years taken into account for calculations)	Nb of years	15
Corporate tax	Rate in %	24%
Total investment cash-flows		
Net present value (NPV) over	10 years @ --%	14.469

Internal rate of return (IRR) over	10 years	23,20
Discounted Payback in years :		5,43

Πίνακας 47: Οικονομική αξιολόγηση του LNG

Υποθέσεις για υπολογισμούς		t0
Περιγραφή	Χαρακτηριστικά	
Μετάβαση στο LNG		
Initial expenditure in t0	€	55.000,0
Additional expenditures from t1 to Tn	€	0.0
Subsidy	€	0,0
Terminal value	€	25.000
Estimated electrical energy savings (KWh/year)	KWh	0,0
Estimated natural gas energy savings (KWh/year)	KWh	0,0
Estimated fuel oil energy savings (L/year)	L	0,0
Estimated LPG savings	KWh	61.567,2
Estimated other energy carrier savings (please precise)	--	1.990.672,8
.....		
Average cost of saved electrical energy (€/KWh) excluding VAT	€	0,094
Average cost of saved natural gas(€/KWh) excluding VAT	€	0,041
Average cost of saved fuel oil (€/L) excluding VAT	€	
Average cost of saved LPG	€	0,046
Average cost of other energy carrier (please precise)	--	0,005
Energy benefits (EBs = energy cost reduction) per year:		
- Electricity	€	
- Natural gas energy (ex. natural gas)	€	
- Fuel oil energy (ex. fuel oil)	€	
LPG	€	2.832,1
Διαφορά τιμής LPG με LNG	€	9.953,4
Συνολικά	€	12.785,5
Non-energy benefits (NEBs) per year:		
- NEB1 :	€	1.569,0
Information required from the accounting/finance department:		
Duration of straightline depreciation	Nb of years	10
Discount rate	Rate in %	7,5%
Investment duration (nbre of years taken into account for calculations)	Nb of years	15
Corporate tax	Rate in %	24%
Total investment cash-flows		

Net present value (NPV) over	10 years @ --%	50.359
Internal rate of return (IRR) over	10 years	20,69%
Discounted Payback in years :		5,80

Πίνακας 48: Οικονομική αξιολόγηση ψύκτη

Υποθέσεις για υπολογισμούς		t0
Περιγραφή	Χαρακτηριστικά	
Μετάβαση στο LNG		
Initial expenditure in t0	€	16.000,0
Additional expenditures from t1 to Tn	€	551,3
Subsidy	€	0,0
Terminal value	€	0,0
Estimated electrical energy savings (KWh/year)	KWh	29.895,0
Estimated natural gas energy savings (KWh/year)	KWh	0,0
Estimated fuel oil energy savings (L/year)	L	0,0
Estimated LPG savings	KWh	0,0
Average cost of saved electrical energy (€/KWh) excluding VAT	€	0,094
Average cost of saved natural gas(€/KWh) excluding VAT	€	0,041
Average cost of saved fuel oil (€/L) excluding VAT	€	
Average cost of saved LPG	€	0,046
Energy benefits (EBs = energy cost reduction) per year:		
- Electricity	€	2.804,2
- Natural gas energy (ex. natural gas)	€	
- Fuel oil energy (ex. fuel oil)	€	
LPG	€	2.832,1
Διαφορά τιμής LPG με LNG	€	9.953,4
Συνολικά	€	12.785,5
Non-energy benefits (NEBs) per year:		
- NEB1 :	€	240
Information required from the accounting/finance department:		
Duration of straightline depreciation	Nb of years	10
Discount rate	Rate in %	7,5%
Investment duration (nbre of years taken into account for calculations)	Nb of years	15
Corporate tax	Rate in %	24%
Total investment cash-flows		
Net present value (NPV) over	10 years @ --%	2.924,23
Internal rate of return (IRR) over	10 years	10,4%
Discounted Payback in years :		11

Πίνακας 49: Οικονομική αξιολόγηση αντικατάστασης φωτισμού

Υποθέσεις για υπολογισμούς		t0
Περιγραφή	Χαρακτηριστικά	
Μετάβαση στο LNG		
Initial expenditure in t0	€	2.542,3
Additional expenditures from t1 to Tn	€	0,0
Subsidy	€	0,0
Terminal value	€	1.016,9
Estimated electrical energy savings (KWh/year)	KWh	23.907,0
Estimated natural gas energy savings (KWh/year)	KWh	0,0
Estimated fuel oil energy savings (L/year)	L	0,0
Estimated LPG savings	KWh	0,0
Average cost of saved electrical energy (€/KWh) excluding VAT	€	0,094
Average cost of saved natural gas(€/KWh) excluding VAT	€	0,041
Average cost of saved fuel oil (€/L) excluding VAT	€	
Average cost of saved LPG	€	0,046
Energy benefits (EBs = energy cost reduction) per year:		
- Electricity	€	2.804,2
- Natural gas energy (ex. natural gas)	€	
- Fuel oil energy (ex. fuel oil)	€	
LPG	€	2.832,1
Διαφορά τιμής LPG με LNG	€	9.953,4
Συνολικά	€	12.785,5
Non-energy benefits (NEBs) per year:		
- NEB1 :	€	240
Information required from the accounting/finance department:		
Duration of straightline depreciation	Nb of years	10
Discount rate	Rate in %	7,5%
Investment duration (nbre of years taken into account for calculations)	Nb of years	15
Corporate tax	Rate in %	24%
Total investment cash-flows		
Net present value (NPV) over	10 years @ --%	12.920,0
Internal rate of return (IRR) over	10 years	69,4%
Discounted Payback in years :		1,64

Bibliography

1. IEA. *iea.org*. [https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20\(TPES\)%20by%20source](https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20(TPES)%20by%20source).
2. EEA <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/primary-energy-consumption-by-fuel-7/assessment>.
3. eurostat. *ec.europa.eu*.
<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html>.
4. IENE. *Ο Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας*. 2019.
5. rae. www.rae.gr.
http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/production.csp.
6. Αρθούρος, Ζερβός. *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*. Αθήνα : ΕΜΠ, 2005.
7. <https://eur-lex.europa.eu/content/paris-agreement/paris-agreement.html?locale=el>.
8. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement>.
9. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_el.
10. https://ec.europa.eu/info/files/annex-roadmap-and-key-actions_en.
11. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en.
12. opengov. *Νοέμβριος 2019*. <http://www.opengov.gr/minenv/wp-content/uploads/downloads>.
13. Trianni, A., J.M. Merigo, and P. Bertoldi. *Ten years of Energy Efficiency: a bibliometric analysis*. 2018.
14. *Οδηγός Ενεργειακών Ελέγχων*. Αθήνα : s.n., 2017.
15. Cattaneo, C. *Internal and External Barriers to Energy Efficiency: Made-to-Measure Policy Interventions*. 2018.
16. *Multiple benefits of energy efficiency*. <https://www.mbenefits.eu/>.
17. Κακαράς, Ε. και Καρέλλας, Σ. *Αντιρρυπαντική Τεχνολογία Θερμικών Σταθμών*. Αθήνα : Εκδόσεις Τσώτρας, 2013.

18. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_en. Climate Action - European Commission, 2016.
19. European Commission. 2016. [Παραπομπή: 30 August 2018.] https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_en.
20. *World Energy Resources*. s.l. : World Energy Council, 2016.
21. KPMG. *Carbon footprint stomps on firm value*. 2012.