



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

### **ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟΥ – ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ ΟΡΦΑΝΟΥ**

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΝΟΥΤΣΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Α.Μ. 7186)**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΡΩΜΑΙΟΣ (Δρ. Μηχ.)**

**ΠΑΤΡΑ 2022**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί επέκταση της πτυχιακής εργασίας με θέμα «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟΥ-ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΟΙΝΟΠΟΙΕΙΟ ΟΡΦΑΝΟΥ» η οποία αρχικά εκπονήθηκε κατά το διάστημα Ιούνιος 2019 – Φεβρουάριος 2020 και η επέκτασή της κατά το διάστημα Ιανουάριος 2022 – Φεβρουάριος 2022 από τον φοιτητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, Κωνσταντίνο Νούτση.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή κ. Αλέξανδρο Ρωμαίο (Δρ. Μηχ.) για την πολύτιμη βοήθεια του και για την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια της Διπλωματικής Εργασίας, καθώς και όλους τους καθηγητές της σχολής μου που συνέβαλαν στην απόκτηση των απαραίτητων γνώσεων για την επιτυχή φοίτησή μου. Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ορφανό για την παροχή των σχεδίων του κτηρίου, καθώς και των λογαριασμών κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος, νερού, δικτύου και τις λοιπές πληροφορίες που μου έδωσε.

Περισσότερο από όλους, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, διότι χωρίς εκείνους η απόκτηση ενός πτυχίου θα ήταν αδύνατη ή έστω, πολύ δύσκολο εγχείρημα. Τους ευχαριστώ που στάθηκαν δίπλα μου όλα αυτά τα χρόνια και για την υπομονή που υπέδειξαν, μέχρι την επιστροφή μου στην οικογενειακή εστία.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφείς αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής  
Κωνσταντίνος Νούτσης

.....



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ενεργειακός έλεγχος ορίζεται διεθνώς ως ο συστηματικός έλεγχος και ανάλυση της χρήσης και κατανάλωσης ενέργειας μιας μονάδας, ενός κτιρίου, ενός συστήματος ή μίας επιχείρησης με στόχο τον ποσοτικό προσδιορισμό των ενεργειακών ροών και του δυναμικού βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης και η σχετική αναφορά αυτών. Βασικό καθήκον του ενεργειακού ελέγχου είναι επομένως ο εντοπισμός και η ιεράρχηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με βάση τα κριτήρια της ενεργειακής και της οικονομικής απόδοσης. Συχνά το αντικείμενο και η διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου επεκτείνεται ώστε να καλύψει και θέματα επαλήθευσης της εξοικονόμησης ενέργειας η οποία θα επέλθει μετά την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Οπότε σύμφωνα με τις νέες τεχνολογίες και τα υλικά , η ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου μπορεί να μειωθεί σε ποσοστό περίπου 50%, μειώνοντας σημαντικά τους αντίστοιχους λογαριασμούς ενέργειας.

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία παρουσιάζεται ο ενεργειακός έλεγχος στο οινοποιείο Ορφανού. Στόχος της παρούσης Πτυχιακής Εργασίας είναι ο ενεργειακός έλεγχος του οινοποιείου, και οι προτάσεις εφαρμογής στοχευμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Αναλυτικότερα, παρουσιάζεται μια διαδικασία που συμφώνα με αυτήν γίνεται ο ενεργειακός έλεγχος στην επιχείρηση και όχι μόνο, σύμφωνα πάντα με την βοήθεια του Οδηγού Ενεργειακών Ελέγχων. Στην συνέχεια πραγματοποιείται αναλυτική καταγραφή της ηλεκτρικής ενέργειας ,του νερού δικτύου, καθώς και των μηχανημάτων του οινοποιείου. Έπειτα ακολουθούν οι γραμμές βάσεις και το χρονικό βήμα της ενεργειακής ανάλυσης , επίσης έχουμε την προβολή την κατόψεων και των προσόψεων όπου έχουμε λάβει από την επιχείρηση. Στην συνέχεια καταγράφουμε αναλυτικά τις καταναλώσεις ισχύων των μηχανημάτων καθώς και τον επιμερισμό τους. Έπειτα χρησιμοποιούμε την μέθοδο Pareto ώστε να βρούμε σε ποια σημεία η επιχείρηση μας έχει την μεγαλύτερη έλλειψη και χρειάζεται επείγοντως αλλαγές ώστε να εξασφαλίσει μεγαλύτερη εξοικονόμηση άρα και λιγότερα έξοδα. Στο τέλος της πτυχιακής εργασίας ολοκληρώνεται με προτάσεις προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η ενεργειακή απόδοση και η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου. Έτσι βοηθάμε και το περιβάλλον εξαιτίας της χρήσης ΑΠΕ καθώς και τον επιχειρηματία με τις μεθόδους που του προτείνουμε για λιγότερα έξοδα και περισσότερα κέρδη.

Στον επίλογο την πτυχιακής μας κάνουμε κοστολόγηση των μέτρων που έχουμε προτείνει καθώς και ανάλυση της απόσβεσης ώστε να ξέρει επακριβώς ο επιχειρηματίας πότε θα αρχίσει να έχει κέρδη μετά από αυτήν την επιχειρηματική κίνηση.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>v</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ</b> .....	<b>9</b>
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
1.1.1 Θέμα και σκοπός διπλωματικής εργασίας .....	9
1.2 Ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ .....	9
1.2.1 Ορισμός .....	9
1.2.2 Ιστορικό .....	10
1.3 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	11
1.3.1 Ενέργεια .....	11
1.3.2 Ισχύς .....	12
1.3.3 Μορφές Ενέργειας .....	12
1.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	14
1.4.1 Οι απαιτήσεις των διεθνών προτύπων .....	14
1.4.2 Οι απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 16247-1 .....	15
1.4.3 Ελάχιστα κριτήρια σύμφωνα με τον νόμο .....	17
1.4.4 Ο συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος .....	19
1.4.5 Ο εκτενής ενεργειακός έλεγχος .....	20
1.4.6 Συστήματα απόκτησης δεδομένων και επιτήρησης ενέργειας (SCADA) .....	21
1.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	22
1.5.1 Γενικά .....	22
1.5.2 Μέτρηση της χρήσης ενέργειας .....	22
1.5.3 Ενεργειακοί δείκτες .....	24
1.6 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ .....	25
1.6.1 Ορισμοί και στόχοι των ισοζυγίων .....	25
1.6.2 Η έννοια της απόδοσης .....	25
1.7 ΓΡΑΜΜΗ ΒΑΣΗΣ .....	26
1.7.1 Γενικά .....	26
1.7.2 Τύπος γραμμής βάσης .....	27
1.7.3 Απαιτήσεις .....	28
1.7.4 Χρονικό βήμα της ενεργειακής ανάλυσης .....	28
1.7.5 Απαιτήσεις ακριβείας .....	29
1.8 ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΛΉΘΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ .....	30
1.8.1 Οι τέσσερις εναλλακτικές επιλογές: Α, Β, Γ και Δ .....	30

1.9	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ – LCCA .....	31
1.9.1	Εισαγωγή .....	31
1.9.2	Ορισμοί – Προαπαιτούμενα – Λήψη & τεκμηρίωση δεδομένων .....	32
1.9.3	Παράμετροι για τον υπολογισμό ενεργειακών εξοικονομήσεων .....	32
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ .....</b>		<b>34</b>
2.1	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ .....	34
2.2	ΓΕΝΙΚΑ .....	35
2.3	ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	38
2.4	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ .....	41
2.5	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ .....	42
2.5.1	Διαγράμματα καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας .....	44
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ &amp; ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ .....</b>		<b>48</b>
3.1	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ .....	48
3.1.1	Εγκατεστημένη ισχύς ανά χώρο .....	48
3.1.2	Εγκατεστημένη ισχύς ανά είδος εξοπλισμού.....	50
3.2	ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ.....	64
3.2.1	Επιμερισμός καταναλώσεων ανά χώρο.....	64
3.2.2	Επιμερισμός καταναλώσεων ανά είδος εξοπλισμού .....	67
3.3	ΕΞΑΓΩΓΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ .....	72
3.4	ΑΝΑΛΥΣΗ PARETO.....	77
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</b>		<b>81</b>
4.1	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΘΟΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΜΕ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ LED .....	81
4.2	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ .....	87
4.3	ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ .....	92
4.3.1	Ενεργή και άεργη ισχύς.....	92
4.3.2	Συντελεστής ισχύος.....	93
4.3.3	Βελτίωση συντελεστή ισχύος.....	94
4.3.4	Αντιστάθμιση.....	94
4.3.5	Υπολογισμός άεργου ισχύος .....	97
4.3.6	Επιλογή πυκνωτών .....	102
4.4	ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	104
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>		<b>107</b>



# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**

## **1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1.1 Θέμα και σκοπός διπλωματικής εργασίας**

Η παρούσα εργασία έχει ως θέμα της τον ενεργειακό έλεγχο ενός οινοποιείου. Πιο συγκεκριμένα το οινοποιείο Ορφανού το οποίο βρίσκεται στην περιοχή Παραλία, Πατρών. Ο ενεργειακός έλεγχος έχει ως σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας της επιχείρησης μέσω της μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό, μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες λύσεις, αφού πρώτα μελετηθούν και ταξινομηθούν όλες οι ενεργειακές καταναλώσεις που αφορούν τους χώρους η και τη χρήση των μηχανημάτων της επιχείρησης. Τέλος, οι διορθωτικές αλλαγές παρουσιάζονται και εκτιμώνται τα οικονομικά και τα παραγωγικά τους οφέλη.

## **1.2 Ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**

### **1.2.1 Ορισμός**

Ο ενεργειακός έλεγχος ορίζεται διεθνώς ως ο συστηματικός έλεγχος και ανάλυση της χρήσης και κατανάλωσης ενέργειας μιας μονάδας, ενός κτιρίου, ενός συστήματος ή μίας επιχείρησης με στόχο τον ποσοτικό προσδιορισμό των ενεργειακών ροών και του δυναμικού βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης και η σχετική αναφορά αυτών.

Στον νόμο 4342/2015 για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, ο ενεργειακός έλεγχος ορίζεται ακριβώς όπως και στην Οδηγία 2012/27/ΕΕ ως εξής: «Ενεργειακός έλεγχος»: η συστηματική διαδικασία με σκοπό την απόκτηση επαρκούς γνώσης του υφιστάμενου συνόλου χαρακτηριστικών ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μίας ομάδας κτιρίων, μίας βιομηχανικής ή εμπορικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, καθώς και ιδιωτικών ή δημόσιων υπηρεσιών, με την οποία εντοπίζονται και προσδιορίζονται ποσοτικά οι οικονομικώς αποδοτικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, και με την οποία συντάσσεται έκθεση αποτελεσμάτων. Βασικό καθήκον του ενεργειακού ελέγχου είναι επομένως ο εντοπισμός και ιεράρχηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με βάση τα κριτήρια της ενεργειακής και της οικονομικής

απόδοσης.

Συχνά το αντικείμενο και η διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου επεκτείνεται ώστε να καλύψει και θέματα επαλήθευσης της εξοικονομηθείσας ενέργειας η οποία επέλθει μετά την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

### 1.2.2 Ιστορικό

Οι ενεργειακοί έλεγχοι άρχισαν στην χώρα μας κατά τρόπο συστηματικό με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Δ6/Β/ΥΚ/11038/8.7.1999 με τίτλο: «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε βιομηχανία και κτίρια».

Η απόφαση αυτή κατά βάση ακολουθούσε το πρώτο διεθνώς πρωτόκολλο για την Μέτρηση και την Επαλήθευση των Ενεργειακών Επιδόσεων έργων εξοικονόμησης ενέργειας με τίτλο : The North American Measurement and Verification Protocol, NAMVP, Version 1 (1996). Το έγγραφο αυτό για πρώτη φορά καθόρισε τον όρο «ενεργειακός έλεγχος» (energy audit) με βάση τον όρο «γραμμή βάσης της ενεργειακής κατανάλωσης» (“baseline energy use”) ως εξής : «Ενεργειακός έλεγχος : διαδικασία δια τον καθορισμό της γραμμής της ενεργειακής βάσης της κατανάλωσης και την επαλήθευση της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας». Σημειώνεται ότι στην εν λόγω ΚΥΑ ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» δεν έχει σχέση με τον αντίστοιχο όρο που σήμερα είναι εν χρήσει στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Με τα σημερινά δεδομένα, ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» της ΚΥΑ 11038 του 1999 αντιστοιχεί πλέον στον όρο «ενεργειακός έλεγχος».

Η «βασική γραμμή» της ενεργειακής κατανάλωσης οριζόταν ως η εκείνη η κατανάλωση ενέργειας την οποία θα είχε μία εγκατάσταση ή έστω ένα μεμονωμένο τμήμα ή μηχάνημα εάν λειτουργούσε όπως πριν την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (ΕΕ). Με τον τρόπο αυτό και μετά την λήψη μέτρων, η ΕΕ προσδιορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της βασικής γραμμής της κατανάλωσης ενέργειας και της νέας μετρούμενης κατανάλωσης ενέργειας μετά την λήψη μέτρων ΕΕ.

Η μεθοδολογία της εν λόγω ΚΥΑ έτυχε ευρείας εφαρμογής στην χώρα μας στα πλαίσια των επενδυτικών προγραμμάτων του τότε Υπουργείου Ανάπτυξης με τίτλο:

- ΕΠΕ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας ) , 1994 – 1999
- ΕΠΑΝ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης ), 2000 – 2006

Με αυτά τα επενδυτικά προγράμματα συγχρηματοδοτήθηκε ένα πλήθος επενδύσεων ΕΕ σε βιομηχανία και κτίρια στην χώρα μας κατά την περίοδο 1999 – 2007 με συνολικό προϋπολογισμό άνω του ενός δις. ευρώ. Αν και η έννοια της «γραμμής βάσης» ήταν αρκετά πολύπλοκη, τελικώς εφαρμόστηκε σε μεγάλο βαθμό στα έργα που εντάχθηκαν στα προγράμματα αυτά.

Οι ενεργειακοί έλεγχοι πληρούν τα ελάχιστα κριτήρια που ορίζονται στο Παράρτημα VI και διενεργούνται με βάση τα ευρωπαϊκά πρότυπα της σειράς EN 16247 περί ενεργειακών ελέγχων, όπως ισχύουν».

Με το Παράρτημα VI του νόμου καθορίζονται τα ελάχιστα κριτήρια πληρότητας ενός ενεργειακού ελέγχου και αναφέρει τα εξής: Οι ενεργειακοί έλεγχοι που αναφέρονται στο άρθρο 10 βασίζονται στις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές :

1. Βασιζόμενοι σε επικαιροποιημένα, μετρήσιμα, ανιχνεύσιμα λειτουργικά δεδομένα ως προς την κατανάλωση ενέργειας και (για την ηλεκτρική ενέργεια) σε χαρακτηριστικά φορτίου,
2. Περιλαμβάνουν λεπτομερή επισκόπηση των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου ή μιας ομάδας κτηρίων, μιας βιομηχανικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, περιλαμβανομένων και των μεταφορών,
3. Βασίζονται όπου είναι δυνατόν σε ανάλυση κόστους κύκλου ζωής και όχι σε απλές περιόδους αποπληρωμής προκειμένου να λαμβάνονται υπόψιν οι μακροπρόθεσμες εξοικονομήσεις, οι εναπομένουσες αξίες των μακροπρόθεσμων επενδύσεων και τα ποσοστά αναπροσαρμογής.
4. Είναι αναλογικοί και επαρκώς αντιπροσωπευτικοί ώστε να δίνουν μια αξιόπιστη εικόνα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης και να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες για βελτίωση.

Οι ενεργειακοί έλεγχοι επιτρέπουν λεπτομερείς και επικυρωμένους υπολογισμούς των προτεινόμενων μέτρων ώστε να παρέχονται σαφείς πληροφορίες ως προς το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα χρησιμοποιούμενα στους ενεργειακούς ελέγχους δεδομένα αποθηκεύονται ώστε να είναι δυνατή η εκ των υστέρων ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης.

Με τον τρόπο αυτό ο νέος νόμος 4342/2015 κατέστησε πάλι ενιαία την διαδικασία ενεργειακών ελέγχων σε βιομηχανία και κτίρια και μάλιστα περιέλαβε και τον τομέα των μεταφορών. Επίσης καθόρισε με σαφήνεια ότι οι ενεργειακοί έλεγχοι στηρίζονται στην πραγματική ενεργειακή κατανάλωση κατ' αντιδιαστολή με τις υπολογιστικές εκτιμήσεις για την κατανάλωση αυτής όπως καθορίζεται στον ΚΕΝΑΚ.

### 1.3 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 1.3.1 Ενέργεια

Οι βασικές μονάδες ενέργειας είναι: το τζάουλ (J), η θερμίδα (cal) και η βρετανική μονάδα θερμότητας (Btu). Το τζάουλ και η θερμίδα συχνά συνοδεύονται με τα αριθμητικά προθέματα k και M τα οποία προφέρονται ως «χιλίο- ή κιλο-» και «μέγα-» και σημαίνουν πολλαπλασιασμό με 1.000 και 1.000.000 αντιστοίχως.

Όπως αποδείχθηκε με το πείραμα του Joule ένα κιλοκάλ θερμότητας αντιστοιχεί σε 4,187 KJ έργου. Υπενθυμίζεται ότι 1 kcal θερμότητας επιφέρει ανύψωση θερμοκρασίας ενός λίτρου νερού στους 15<sup>o</sup> C κατά 1<sup>o</sup> C. Επομένως:

$$1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ kj}$$

$$\text{τότε } 1 \text{ kWh} = 859,8 \text{ kcal}$$

$$\text{όμως } 1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} * 3600 \text{ s} = 3600 \text{ kJ}$$

$$\text{επίσης } 1 \text{ Btu} = 1,55056 \text{ kJ}$$

$$\text{τότε } 1 \text{ kWh} = 3412,14 \text{ Btu}$$

Στην πράξη, ως μονάδα ενέργειας με πρακτική σημασία είναι η κιλοβατώρα (kWh).

### 1.3.2 Ισχύς

Ως γνωστόν η ισχύς ισούται με ενέργεια / χρόνο. Για την εύρεση των μονάδων ισχύος διαιρούμε τις μονάδες ενέργειας με μία μονάδα χρόνου ως ακολούθως :

$$1 \text{ kWh} = 859,9 \text{ kcal} \rightarrow \frac{1 \text{ kWh}}{1 \text{ h}} = \frac{859,9 \text{ kcal}}{1 \text{ h}} \rightarrow 1 \text{ kW} = 859,8 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \rightarrow 1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 1,163 \text{ W}.$$

$$\text{Εργαζόμενοι ομοίως: } 1 \text{ kW} = 3412,14 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}.$$

$$\text{Επίσης: } 1 \text{ Ψυκτικός τόνος} = 12.000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} = 3,5168 \text{ kW}.$$

### 1.3.3 Μορφές Ενέργειας

Οι μορφές ενέργειας τελικής χρήσης παράγονται από τις ενεργειακές πηγές μετά από σχετική επεξεργασία, αποθήκευση, μεταφορά και διανομή προς την τελική κατανάλωση. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν τόσο τις ονομαζόμενες συμβατικές πηγές όσο και τις ανανεώσιμες πηγές. Οι συμβατικές πηγές εξαντλούνται σταδιακά με τον χρόνο ενώ οι ανανεώσιμες πηγές είναι ανεξάντλητες.

**Πρωτογενής ενέργεια** καλείται κάθε μορφή ενέργειας που δεν έχει υποστεί καμία μετατροπή ή μετασχηματισμό, μπορεί να είναι είτε συμβατική είτε ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (π.χ. βιομάζα) και τροφοδοτείται ως πρώτη ύλη στην ενεργειακή βιομηχανία όπως:

1. Οι λιγνίτες και τα στερεά καύσιμα στην βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
2. Αργό πετρέλαιο στα διυλιστήρια παραγωγής εμπορικών καυσίμων (βενζίνη, κηροζίνη, νάφθα, υγραέρια, ελαφρύ πετρέλαιο ντήζελ, βαρύ πετρέλαιο, κωκ)
3. Τα ενδιάμεσα προϊόντα του διυλιστηρίου προς τις μονάδες παραγωγής και μεταφοράς αερίων καυσίμων (π.χ. μονάδα νάφθας για την παραγωγή φωταερίου, δίκτυα μεταφοράς και διανομής φυσικού αερίου)
4. η βιομάζα (ξύλα, γεωργικά υπολείμματα, κλπ)

Η μετατροπή της πρωτογενούς ενέργειας σε ενέργεια τελικής χρήσης υπόκειται σε απώλειες ενέργειας και γι' αυτό η ενέργεια τελικής χρήσης είναι μικρότερη από την πρωτογενή ενέργεια.

**Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ)** ή *ήπιες μορφές ενέργειας* ή *νέες πηγές ενέργειας* ή *πράσινη ενέργεια* είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέριο. Σε κάθε περίπτωση, οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων.

Τελευταία, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται κατ' ουσίαν στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια «συσκευασμένη» κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανανεώσιμη<sup>[1]</sup>, εφόσον δεν γίνεται υπεράντληση.

### 1.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

#### 1.4.1 Οι απαιτήσεις των διεθνών προτύπων

Τα διεθνή πρότυπα τα οποία ασχολούνται με τον ενεργειακό έλεγχο, όπως είναι η σειρά των ευρωπαϊκών προτύπων EN 16247 -1 (γενικό μέρος), -2 (κτίρια), -3 (διεργασίες), -4 (μεταφορές) ή το διεθνές πρότυπο ENISO 50002, περιλαμβάνουν διαδικασίες και απαιτήσεις για τα ακόλουθα στάδια του ενεργειακού ελέγχου, τα οποία είναι κοινά :

- α) Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου
- β) Προκαταρκτική επικοινωνία
- γ) Εναρκτήριο συνάντηση
- δ) Συλλογή δεδομένων
- ε) Επιτόπιες εργασίες
- στ) Ανάλυση δεδομένων
- ζ) Έκθεση αποτελεσμάτων ενεργειακού ελέγχου
- η) Συνάντηση παρουσίασης αποτελεσμάτων

Στα παραπάνω στάδια και ιδίως κατά το στάδιο της ανάλυσης δεδομένων, τα πρότυπα διατυπώνουν απαιτήσεις για την εφαρμογή τεχνικών όπως :

- επιμερισμός (breakdown) της κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορες χρήσεις ενέργειας
- ισοζύγια μάζας και ενέργειας και τα διαγράμματα Sankey
- πίνακες καταναλώσεων ενέργειας
- καταγραφές εξοπλισμού, συστημάτων ή διεργασιών που καταναλώνουν ενέργεια, περιλαμβανομένου του ενεργειακού βαθμού απόδοσης και των ωρών λειτουργίας
- εντοπισμός των Σημαντικών Ενεργειακών Καταναλώσεων (ΣΕΚ) 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

### 1.4.2 Οι απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 16247-1

Το πρότυπο αυτό είναι το γενικό πρότυπο της σειράς και είναι το άμεσα εφαρμοστέο σε κάθε ενεργειακό έλεγχο, ενώ τα υπόλοιπα πρότυπα της σειράς εφαρμόζονται κατά περίπτωση και στον βαθμό που απαιτείται.

Στην παράγραφο αυτή αναπτύσσονται οι βασικές απαιτήσεις κατά την διεξαγωγή των ενεργειακών ελέγχων όπως αυτοί προβλέπονται από άρθρο 10 παράγραφος 10 του νόμου 4342/2015. Οι έλεγχοι αυτοί δεν πρέπει να συγχέονται με τις εσωτερικές ή εξωτερικές ανασκοπήσεις και επιθεωρήσεις των διαχειριστικών συστημάτων ΕΛΟΤ EN ISO 50001 και EMAS.

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 16247-1, «ένας ενεργειακός έλεγχος είναι μία συστηματική επιθεώρηση και ανάλυση της χρήσης ενέργειας και της κατανάλωσης μίας εγκατάστασης, μίας βιομηχανικής μονάδας, ενός κτιρίου ή ενός οργανισμού με στόχο τον εντοπισμό και την αναφορά των ενεργειακών ροών και το δυναμικό για βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης».

Ο στόχος είναι να προσδιοριστούν οι ενεργειακές ροές και το δυναμικό βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Το επόμενο βήμα είναι να καθοριστούν οι χρηματικές τιμές των διαφόρων μέτρων και να γίνει ανάλυση της οικονομικής αποδόσεως των επενδύσεων, με αποτέλεσμα τον εύκολο εντοπισμό των οικονομικά αποδοτικών μέτρων από το εκάστοτε ενδιαφερόμενο μέρος. Στη συνέχεια ακολουθεί ένας περιληπτικός κατάλογος των τυπικών στοιχείων της διαδικασίας ελέγχου. Αυτός ο κατάλογος θα πρέπει να εκλαμβάνεται μόνο ως ενδεικτικά καθώς οι εφαρμοζόμενοι κανονισμοί καθορίζονται στο ΕΛΟΤ EN 16247-1.

1. **Εισαγωγική επαφή:** αρχικά 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.
2. **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.
3. **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, την λειτουργία και την συντήρηση καθώς και σχετικά οικονομικά δεδομένα.
4. **Εργασία πεδίου** (επιτόπου εργασία) : 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.

5. **Ανάλυση** : 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.
6. **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 ωφελειών
  - 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
7. **Τελική συνάντηση:** στην τελική συνάντηση ο ενεργειακός ελεγκτής παρουσιάζει τα συμπεράσματά του, επεξηγεί αυτά όπου είναι αναγκαίο και υποβάλει την έκθεση.

Ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να περιλάβει μία ενδελεχή εξέταση της δομής της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή ομάδας κτιρίων και μίας βιομηχανικής δραστηριότητας η εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών. Ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να στηρίζεται σε επικαιροποιημένα, συνεχώς ή περιοδικώς μετρούμενα, επαληθεύσιμα δεδομένα λειτουργίας σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και την κατανομή των φορτίων. Επιπλέον ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να είναι επαρκώς αναλογικός και αντιπροσωπευτικός έτσι ώστε να παρέχει μία αξιόπιστη επισκόπηση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης, να εντοπίζει τις σημαντικές χρήσεις ενέργειας και να εξάγει κατά τρόπο αξιόπιστο τις πιο σημαντικές δυνατές βελτιώσεις όπως προβλέπεται από το Παράρτημα VI του νόμου 4342/2015.



Επομένως η αναφορά στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 16247-1 αποκτά μία επέκταση αλλά και ένα περιορισμό μέσω του κριτηρίου της αναλογικότητας και της αντιπροσωπευτικότητας. Έτσι για παράδειγμα σε περίπτωση ενός αριθμού παρομοίων εγκαταστάσεων, μπορεί να αποφευχθούν οι εκτενείς εργασίες πεδίου, στο βαθμό που αυτές οι εγκαταστάσεις που καλύπτονται από εργασίες πεδίου παρέχουν μία αντιπροσωπευτική εικόνα τη κατανάλωσης ενέργειας της εταιρείας.

Αφού προσδιοριστεί η συνολική κατανάλωση ενέργειας, πρέπει να εντοπίζονται και να ομαδοποιούνται εκείνες οι δραστηριότητες οι οποίες αθροιστικά παρέχουν μία αξιόπιστη εικόνα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης. Αυτό σε κάθε περίπτωση συμβαίνει όταν αυτές οι εντοπισθείσες δραστηριότητες καλύπτουν το 90% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Αυτές λοιπόν οι δραστηριότητες πρέπει να καλύπτονται από τον ενεργειακό έλεγχο.

Επομένως η εταιρεία μπορεί σε κάθε περίπτωση να αποκλείσει το 10% της κατανάλωσης ενέργειας από τον ενεργειακό έλεγχο. Επαφίεται στην εταιρεία να αποφασίσει ποιες εγκαταστάσεις, μονάδες, διεργασίες ή πηγές ενέργειας ή συνδυασμός αυτών μπορεί να αποκλειστεί μετά από σχετική αξιολόγηση και εισήγηση του ενεργειακού ελεγκτή.

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 16246-1 επιτρέπεται η χρήση άλλων εγκεκριμένων εκτιμητικών μεθόδων κατά την συλλογή των ενεργειακών δεδομένων, πέραν από την χρήση μετρητικών διαδικασιών. Ειδικότερα στην περίπτωση χρήσεων που δεν μετρούνται συνεχώς, για τις οποίες ο προσδιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας μέσω διαδικασίας μετρήσεων είναι είτε ανέφικτος ή δαπανηρός, η χρήση ενέργειας μπορεί να προσδιοριστεί διαμέσου λογικών προβολών υφιστάμενων χαρακτηριστικών λειτουργίας ή φορτίου (π.χ. αμπεροτσιμπίδες, θερμοδομετρητές, κ.λπ.). Για φωτισμό και συσκευές γραφείου εκτιμήσεις μπορεί να γίνουν με γνωστά και τυποποιημένα μέτρα όπως είναι οι υποδείξεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 15193:2008; ή των πινάκων 2.1/2.4/2.8 της TOTEE 20701-1.

Όμως τα έξοδα ενέργειας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως βάση της ενεργειακής κατανάλωσης. Οι δαπάνες αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας κατά την αρχική μέτρηση της ολικής κατανάλωσης ενέργειας, για τον εντοπισμό περιοχών με την κύρια ενεργειακή κατανάλωση.

### 1.4.3 Ελάχιστα κριτήρια σύμφωνα με τον νόμο

Βάσει του Παραρτήματος VI του Νόμου 4342/2015, οι ενεργειακοί έλεγχοι που αναφέρονται στο άρθρο 10 βασίζονται στις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές:

1. Βασιζόμενοι σε επικαιροποιημένα, μετρήσιμα, ανιχνεύσιμα λειτουργικά δεδομένα ως προς την κατανάλωση ενέργειας και (για την ηλεκτρική ενέργεια) σε χαρακτηριστικά φορτίου,
2. Περιλαμβάνουν λεπτομερή επισκόπηση των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου ή μιας ομάδας κτηρίων, μιας βιομηχανικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, περιλαμβανομένων και των μεταφορών,

3. Βασίζονται όπου είναι δυνατόν σε ανάλυση κόστους κύκλου ζωής και όχι σε απλές περιόδους αποπληρωμής προκειμένου να λαμβάνονται υπ' όψιν οι μακροπρόθεσμες εξοικονομήσεις, οι εναπομένουσες αξίες των μακροπρόθεσμων επενδύσεων και τα ποσοστά αναπροσαρμογής.
4. Είναι αναλογικοί και επαρκώς αντιπροσωπευτικοί ώστε να δίνουν μια αξιόπιστη εικόνα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης και να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες για βελτίωση.

Από την διατύπωση της παραγράφου α. προκύπτει ότι τα δεδομένα πρέπει να είναι:

- Επικαιροποιημένα: δηλαδή πρόσφατα και να καλύπτουν μία περίοδο καταναλώσεων των τελευταίων ετών.
- Μετρήσιμα: δηλαδή να έχουν ποσοτικό χαρακτήρα και ανεκτά επίπεδα μετρητικού σφάλματος.
- Ανιχνεύσιμα: τα στοιχεία πρέπει να καταχωρούνται συστηματικά σε βάσεις δεδομένων ώστε να αναζητούνται και να ανασύρονται ευχερώς.
- Λειτουργικά: τα δεδομένα πρέπει να καλύπτουν επίσης και άλλες παραγωγικές παραμέτρους που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας.
- Χαρακτηριστικά φορτίου: να απεικονίζουν την χρονική μεταβολή της κατανάλωσης και του φορτίου.

Από την διατύπωση της παραγράφου β. προκύπτει ότι ο ενεργειακός έλεγχος περιλαμβάνει μία «λεπτομερή επισκόπηση» των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης και είναι επομένως αρκετά αναλυτικός ώστε να καταγράφει επαρκώς τις επιμέρους χρήσεις της ενέργειας. Επίσης στην παράγραφο δ. προδιαγράφεται ότι το επίπεδο λεπτομέρειας του ελέγχου πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να οδηγεί σε αξιόπιστους υπολογισμούς και σε μία σαφή εικόνα ως προς το δυναμικό των ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο εδάφιο δ. προδιαγράφεται ότι οι έλεγχοι πρέπει να είναι «αναλογικοί» και «αντιπροσωπευτικοί», δηλαδή θα πρέπει να εξετάζουν τουλάχιστον το 90% της κατανάλωσης ενέργειας και να καλύπτουν όλες τις Σημαντικές Ενεργειακές Καταναλώσεις (ΣΕΚ) ώστε να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας.

Αναφορικά με το εδάφιο γ. και όπου είναι δυνατόν, θα πρέπει να διεξάγεται υπολογισμός οικονομικής απόδοσης σε επίπεδο κύκλου ζωής για τα μέτρα τα οποία εντοπίζονται και διαμορφώνονται κατά την διάρκεια του ενεργειακού ελέγχου. Όταν η επεξεργασία της ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής είναι δυσανάλογα δαπανηρή, λόγω μη διαθεσιμότητας της σχετικής πληροφορίας από τον κατασκευαστή ή ασυνήθιστου υψηλού τμήματος, τότε δεν χρειάζεται να γίνει η ανάλυση αυτή. Όμως ο υπολογισμός της εντόκου αξίας του χρήματος και των αντίστοιχων χρεολυτικών περιόδων θα πρέπει να γίνεται σε κάθε περίπτωση. Επίσης, επιπροσθέτως των χρεολυτικών περιόδων θα πρέπει να γίνει ανάλυση κόστους-οφέλους π.χ. με τον υπολογισμό του εσωτερικού βαθμού απόδοσης ή της εντόκου περιόδου αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να τεκμηριώνονται οι υποθέσεις της χρήσιμης ζωής του κεφαλαιουχικού εξοπλισμού, για το επιτόκιο αναγωγής και για τις τιμές της ενέργειας.

Πέραν της επενδυτικής δαπάνης θα πρέπει κατά προσέγγιση έστω να υπολογίζονται οι δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης.

Ο ενεργειακός ελεγκτής θα πρέπει να διαβιβάζει τα δεδομένα που χρησιμοποιεί για τον ενεργειακό έλεγχο προς την εταιρεία έτσι ώστε να επιτρέπεται η διατήρηση των δεδομένων για ιστορική ανάλυση και ανιχνευσιμότητα των επιδόσεων.

### **1.4.4 Ο συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος**

Ο συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος είναι απαραίτητος σε κάθε αρχική προσπάθεια ενεργειακού ελέγχου και συλλογής των σχετικών στοιχείων. Μπορεί να διαρκεί μία έως δύο μέρες για ένα μικρό σχετικά συγκρότημα και μπορεί να φθάσει σε 5 έως 10 μέρες για τις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες.

Ο συνοπτικός έλεγχος στηρίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία και δεν απαιτεί πολύπλοκες μετρήσεις. Εξαρτάται περισσότερο από την εμπειρία και την ικανότητα του ελεγκτή να εντοπίζει τις κυριότερες δυνατότητες για νοικοκύρεμα και τεχνολογικό εκσυγχρονισμό μίας εγκατάστασης ή μίας υπηρεσίας.

Τα τυπικά βήματα του συνοπτικού ενεργειακού ελέγχου, τα οποία περιγράφονται αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 13, περιλαμβάνουν:

- i. Συνεντεύξεις και συλλογή πληροφοριών. Ο ελεγκτής συλλέγει γραπτές ή προφορικές πληροφορίες από το λογιστήριο, την διοίκηση, τα τεχνικά στελέχη και τους χειριστές και τους συντηρητές των εγκαταστάσεων. Κύριος στόχος εδώ είναι η κατ' αρχήν εκτίμηση των ενεργειακών μεγεθών (κατανάλωση, αξία) σε επίπεδο συγκροτήματος, καθώς και σε επίπεδο επιμέρους μονάδων και ενεργοβόρων συσκευών. Ένας δεύτερος στόχος της φάσης αυτής είναι ο σχηματισμός μίας πρώτης εικόνας για το επίπεδο της διαχειριστικής ικανότητας και πρακτικής του συγκροτήματος.
- ii. Σύντομη αυτοψία στον χώρο του συγκροτήματος. Ο ελεγκτής εντοπίζει τις προφανείς περιπτώσεις σπατάλης ή πλημμελούς λειτουργία / συντήρηση όπως διαρροές δικτύων, χαλασμένες μονώσεις, έλλειψη διαδικασιών συντήρησης, ρύθμιση θερμοκρασίας χώρων με ανοιχτά παράθυρα κ.α.
- iii. Ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών. Ο ελεγκτής προβαίνει σε προκαταρκτική ανάλυση των ενεργειακών αναγκών της επιχείρησης ανά τελική μορφή ή φορέα ενέργειας.
- iv. Αξιολόγηση επεμβάσεων και συγγραφή έκθεσης. Με βάση τα στοιχεία της αυτοψίας και την ανάλυση, ο ελεγκτής προβαίνει σε μία πρώτη αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων με γνώμονα κυρίως την προσδοκώμενη εξοικονόμηση και το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης. Οι επεμβάσεις παραθέτονται με σαφήνεια και οι άμεσης προτεραιότητας προτείνονται για υλοποίηση. Επίσης, οριοθετείται το αντικείμενο του εκτενούς ελέγχου και ακολουθεί η προκαταρκτική αξιολόγηση.

### 1.4.5 Ο εκτενής ενεργειακός έλεγχος

Ο εκτενής έλεγχος συνήθως έπεται του συνοπτικού αλλά μπορεί και να εκτελεστεί χωρίς να έχει προηγηθεί ο συνοπτικός έλεγχος. Ανάλογα με το μέγεθος, τον χαρακτήρα και την πολυπλοκότητα της παραγωγικής διαδικασίας, ο εκτενής έλεγχος μπορεί να χρειαστεί αρκετές εβδομάδες για να ολοκληρωθεί.

Κατά τον εκτενή έλεγχο, εκτός από τα υπάρχοντα στοιχεία, συλλέγονται νέα μετρητικά δεδομένα εφ' όσον απαιτηθεί, προκειμένου να καταρτιστούν τα ενεργειακά ισοζύγια με περισσότερη ακρίβεια στις ενεργοβόρες μονάδες ή εγκαταστάσεις. Οι μετρήσεις αφορούν περισσότερη ακρίβεια στις ενεργοβόρες μονάδες ή εγκαταστάσεις. Οι μετρήσεις αφορούν τόσο την παρεχόμενη ενέργεια τελικής χρήσης όσο και το βαθμό απόδοσης μίας συγκεκριμένης μονάδας ή εγκατάστασης.

Ο πρώτος αντικειμενικός στόχος του εκτενούς ελέγχου είναι η ακριβής εκτίμηση των μηνιαίων ή ετήσιων καταναλώσεων ενέργειας σε κάθε ενεργοβόρα εγκατάσταση και η συσχέτιση αυτών με τα αντίστοιχα μεγέθη της παραγωγής ή την παραγόμενη ωφέλιμη ενέργεια ή με άλλους παράγοντες προσαρμογής που επηρεάζουν καθοριστικά τις εν λόγω καταναλώσεις, όπως η ποιότητα των υλικών, οι κλιματικές συνθήκες ή η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών.

Προκειμένου ν κάνει την εκτίμηση αυτή, ο ελεγκτής επιλέγει την πλέον πρόσφορη μέθοδο, αξιοποιώντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό τα υφιστάμενα στοιχεία. Εφ' όσον είναι εγκατεστημένοι αξιόπιστοι μετρητές ενέργειας, η εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά χρήση γίνεται με βάση τις ενδείξεις των οργάνων αυτών. Όμως τέτοιοι μετρητές συνήθως απουσιάζουν. Έτσι ο ελεγκτής θα πρέπει να εκτιμά την ενέργεια βάσει μετρήσεων ισχύος ανά στάθμη φορτίου της μηχανής ή της εγκατάστασης και ωρών λειτουργίας ανά στάθμη φορτίου.

Οι μετρούμενες ή εκτιμώμενες καταναλώσεις ενέργειας συσχετίζονται με τους καθοριστικούς παράγοντες που τις επηρεάζουν. Με βάση τις συσχετίσεις αυτές ο ελεγκτής διαμορφώνει τον τύπο της γραμμής βάσης και εκτιμά τον βαθμό απόδοσης ή την ειδική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση ενέργειας ως συνάρτηση των παραγόντων αυτών.

Για την εκτίμηση των ωρών λειτουργίας ανά στάθμη φορτίου, ο ελεγκτής κάνει χρήση των στοιχείων των βιβλίων λειτουργίας και των ενδείξεων των συναφών ωρομετρητών. Εφ' όσον απαιτείται, ο ελεγκτής προβαίνει επιλεκτικά σε ωρομέτρηση ανά στάθμη ισχύος.

Στη συνέχεια καταρτίζονται τα ενεργειακά ισοζύγια για τις κυριότερες μονάδες και εγκαταστάσεις ή/και για το συγκρότημα στο σύνολό του. Ο ελεγκτής εκτιμά (α) το πως κατανέμεται η τελική ενέργεια στις επιμέρους χρήσεις σε μηνιαία βάση ή ετήσια βάση και (β) το πόσο αποδοτικά αξιοποιείται η ενέργεια στις επιμέρους εγκαταστάσεις και ποιες είναι οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

Ο δεύτερος αντικειμενικός στόχος του εκτενούς ενεργειακού ελέγχου είναι να εντοπίσει, να ιεραρχήσει και να τεκμηριώσει όλες τις ευκαιρίες εξοικονόμησης

ενέργειας οι οποίες ικανοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων του φορέα και δύναται να υλοποιηθούν άμεσα.

Τα βήματα του ενεργειακού ελέγχου έχουν επιγραμματικά ως εξής:

1. Σχεδιασμός του ελέγχου.
2. Συλλογή διαθέσιμων στοιχείων παραγωγής και ενεργειακών καταναλώσεων.
3. Επιτόπου επίσκεψη και αυτοψία συγκροτήματος.
4. Διεξαγωγή μετρήσεων για την συλλογή πρόσθετων στοιχείων.
5. Υπολογισμός ισοζυγίων μάζας και ενέργειας.
6. Εντοπισμός επεμβάσεων διαχειριστικού εκσυγχρονισμού.
7. Εντοπισμός επεμβάσεων βραχυπρόθεσμης απόδοσης.
8. Εντοπισμός επεμβάσεων μεσοπρόθεσμης απόδοσης.
9. Εντοπισμός επεμβάσεων μακροπρόθεσμης απόδοσης.
10. Συγγραφή έκθεσης.

### **1.4.6 Συστήματα απόκτησης δεδομένων και επιτήρησης ενέργειας (SCADA)**

Τα συστήματα SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) αφορούν την κατηγορία συστημάτων βιομηχανικού αυτομάτου ελέγχου και τηλεμετρίας, και αποτελούνται από τοπικούς ελεγκτές (controllers), που ελέγχουν επί μέρους στοιχεία και μονάδες μιας εγκατάστασης, και είναι συνδεδεμένοι με τον Master Station (Κεντρικό Σταθμό). Ο κεντρικός σταθμός είναι μόνιμα συνδεδεμένος με ένα Η/Υ, ώστε να επικοινωνεί τα δεδομένα που συλλέγει από την εγκατάσταση σε ένα πλήθος χρηστών Η/Υ πχ μέσω ενός τοπικού δικτύου (LAN), ή/και να μεταδίδει τα δεδομένα της εγκατάστασης σε απομακρυσμένα σημεία μέσω internet, ή μέσω του ενσύρματου τηλεφωνικού δικτύου, ή μέσω μίας ιδιόκτητης αφιερωμένης γραμμής, ή ακόμα και μέσω κάποιου ασύρματου δικτύου τηλεπικοινωνιών.

### 1.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

#### 1.5.1 Γενικά

Η συλλογή στοιχείων αποτελεί στην ουσία την πρώτη φάση του ενεργειακού ελέγχου. Τα απαιτούμενα στοιχεία έχουν ήδη οριοθετηθεί κατά την φάση του σχεδιασμού και συνδέονται στενά με τους διατυπωμένους στόχους και τα κριτήρια του ελέγχου. Σε όλες τις περιπτώσεις το είδος των συλλεγόμενων στοιχείων διαμορφώνεται κατά την πορεία του ελέγχου, ανάλογα με τις ειδικότερες απαιτήσεις που προκύπτουν.

Στο Οδηγό αυτό περιλαμβάνονται κατευθυντήρες οδηγίες και απαιτήσεις για την συλλογή στοιχείων οι οποίες αφορούν τις δύο τυπικές κατηγορίες των ενεργειακών ελέγχων: τον συνοπτικό και τον εκτενή.

Οι οδηγίες για τον εκτενή έλεγχο υποδιαιρούνται στις ακόλουθες ενότητες :

- Γενικά στοιχεία
- Στοιχεία παραγωγής
- Στοιχεία καταναλώσεων ενέργειας
- Στοιχεία εγκαταστάσεων
- Στοιχεία οργάνωσης

Σε περίπτωση συμπληρωματικών στόχων ή διαφορετικών κριτηρίων, ο ελεγκτής θα πρέπει να τροποποιήσει ανάλογα τις τυπικές οδηγίες που δίδονται εδώ, τεκμηριώνοντας αντιστοίχως την κάθε τροποποίηση, συμπλήρωση ή αφαίρεση.

#### 1.5.2 Μέτρηση της χρήσης ενέργειας

Η παράγραφος αυτή καλύπτει τις απαιτήσεις για την μέτρηση της χρήσης ενέργειας σε συγκρότημα, η οποία καταχωρείται στο ερωτηματολόγιο αποτύπωσης.

1. Χρονικό βήμα και χρονικό διάστημα. Το σύνηθες χρονικό βήμα των μετρήσεων είναι ο ένας μήνας, μια και στο βήμα αυτό συνήθως εκδίδονται οι λογαριασμοί των Εταιρειών Κοινής Ωφέλειας (ΕΚΩ). Στην περίπτωση αυτή, το χρονικό διάστημα των μετρήσεων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον δώδεκα συνεχών μηνών. Εφ' όσον οι μήνες αυτοί δεν αντιπροσωπεύουν την τυπική κατανάλωση, το διάστημα αυτό θα πρέπει να επεκτείνεται μέχρι και 36 μήνες. Εναλλακτικά το χρονικό βήμα των μετρήσεων μπορεί να είναι ωριαίο, ημερήσιο, τριμηνιαίο ή ετήσιο ανάλογα με τα διατιθέμενα στοιχεία και τις απαιτήσεις τεκμηρίωσης των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας. Στις περιπτώσεις αυτές ο ελεγκτής αποφασίζει αναλόγως για το ελάχιστο χρονικό διάστημα των απαιτούμενων μετρήσεων.
2. Μη αποθηκευμένη ενέργεια. Η ποσότητα κάθε προμηθευόμενης και μη αποθηκευμένης μορφής ενέργειας, όπως είναι η ηλεκτρική, θα πρέπει να μετράτε

με τον ίδιο μετρητή βάση του οποίου διεκπεραιώνεται η προμήθεια. Ποσότητες ενέργειας που αναφέρονται στα τιμολόγια προμήθειας γίνονται αποδεκτές.

3. Αποθηκευμένη ενέργεια. Η κατανάλωση αποθηκευμένης μορφής ενέργειας (π.χ. υγρά καύσιμα) θα υπολογίζεται με βάση τόσο τις προμηθευόμενες ποσότητες όσο και τις μεταβολές των αντίστοιχων αποθεμάτων, κατά το χρονικό βήμα αναφοράς (π.χ. ένας μήνας).
  4. Διαδικασίες προμήθειας υγρών καυσίμων. Τα υγρά καύσιμα παρέχονται σε διάφορες ποιότητες και μετρούνται σε λίτρα. Η τιμή ανά λίτρο εξαρτάται από την ποιότητα, την θέση του συγκροτήματος και τον όγκο της προμήθειας. Η τιμή αυτή θα πρέπει να εκτιμάται τόσο σε επίπεδο προμήθειας όσο και σε ετήσια βάση ως ο μέσος όρος για το σύνολο των αγοραζόμενων ποσοτήτων. Τα αποθέματα των δεξαμενών αποθήκευσης θα πρέπει να ελέγχονται πριν και μετά την κάθε παραλαβή και να συσχετίζονται με την προμηθευόμενη ποσότητα ενέργειας.
  5. Διαδικασίες διακίνησης των υγρών καυσίμων. Εντός του συγκροτήματος, θα πρέπει να ελέγχεται ο τρόπος διακίνησης των υγρών καυσίμων στις επιμέρους παραγωγικές μονάδες. Εφ' όσον υπάρχουν διαθέσιμοι μετρητές, θα πρέπει να καταγράφονται αναλυτικά οι καταναλισκόμενες ποσότητες υγρών καυσίμων στις μονάδες αυτές. Αλλιώς ο ελεγκτής θα πρέπει να καταγράφει τις διαδικασίες διακίνησης των υγρών καυσίμων και να προβαίνει σε αρχικές εκτιμήσεις ως προς τον καταμερισμό της χρήσης των καυσίμων στις επιμέρους διεργασίες με βάση τις τεχνικές ισοζυγίων ενέργειας και μετρήσεων που περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια.
  6. Διαδικασίες προμήθειας και διακίνησης στερεών καυσίμων. Κάθε παραλαβή στερεών καυσίμων, θα πρέπει να ελέγχεται ως προς την ποσότητα, την ποιότητα και την τιμή μονάδας του καυσίμου. Επίσης θα πρέπει κατ' ελάχιστο να καταγράφεται το βάρος, η μέση θερμογόνος ικανότητα και η υγρασία του καυσίμου παραλαβής, όπως αυτές δίδονται από τον προμηθευτή ή μετρούνται σε εργαστήριο του φορέα του συγκροτήματος. Για τον καταμερισμό της χρήσης στέρεων καυσίμων στις επιμέρους μονάδες, θα πρέπει να γίνεται ευρεία χρήση των διαθέσιμων μετρητικών στοιχείων για το βάρος ή τον όγκο του διακινούμενου καυσίμου. Σε περίπτωση έλλειψης τέτοιων στοιχείων, ο ελεγκτής θα πρέπει να κάνει εκτιμήσεις για τις επιμέρους χρήσεις με βάση τις τεχνικές ισοζυγίων ενέργειας και μετρήσεων που περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια.
- Ιδιοπαραγόμενη ενέργεια. Όλες οι μορφές ιδιοπαραγόμενης ενέργειας όπως η ηλιακή ενέργεια, η θερμική ενέργεια από καύση παραπροϊόντων ή ανάκτηση θερμότητας, η συμπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, κ.λπ. θα πρέπει να μετρούνται με την χρήση μετρητών θερμότητας ή ηλεκτρισμού. Η ακρίβεια των μετρήσεων αυτών θα πρέπει να τεκμηριώνεται.

### 1.5.3 Ενεργειακοί δείκτες

Το πρωταρχικό ζήτημα κατά το έργο του ενεργειακού ελεγκτή είναι ο προσδιορισμός των ενεργειακών παραμέτρων και δεικτών, που θα είναι αντιπροσωπευτικοί της συνολικής ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης, αλλά και των επιμέρους δεικτών ανά χρήση ή υπομονάδα παραγωγής, στην περίπτωση που ο ελεγκτής διαθέτει και επιμέρους δεδομένα. Πολλές είναι λοιπόν οι φορές που ένας δείκτης είναι φαινομενικά αντιπροσωπευτικός, αλλά ύστερα από ανάλυση παρατηρείται κατά την πορεία του ελέγχου, ότι είναι υπό συνθήκες αντιπροσωπευτικός, ή ότι κάποιος άλλος δείκτης θα εξυπηρετούσε πολύ περισσότερο. Σε αυτή την διαδικασία λοιπόν μπορούν να βοηθήσουν την αξιολόγηση των παραμέτρων και των δεικτών, τόσο οι επιτόπιες δειγματοληπτικές μετρήσεις με φορητά όργανα, όσο και η ακόλουθη μεθοδολογία.

Με τον όρο δείκτη καλούμε το κλάσμα που στον αριθμητή του έχει μονάδες ενέργειας και στον παρανομαστή του μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές, που έχουμε διαπιστώσει ότι επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας (πχ kWh/m<sup>2</sup>, kWh/m<sup>3</sup>, kWh/°C).

Με τον όρο παράμετρος καλούμε τις ανεξάρτητες μεταβλητές που έχουμε διαπιστώσει ότι επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, °C κλπ. Οι παράμετροι αυτές πρέπει ως επί τω πλείστον, να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, διότι σε περίπτωση που έχουν εξαρτημένη σχέση, είναι δύσκολο να απομονωθούν και να εξετασθούν μέσα από μία γραμμική εξίσωση.

Οι μεθοδολογίες για την εύρεση κατάλληλων δεικτών στηρίζονται στη διαθεσιμότητα των δεδομένων. Κάποια δεδομένα μπορεί να βασίζονται σε ημερήσιες ή εβδομαδιαίες αναλύσεις, άλλα σε μηνιαίες, ενώ άλλα μπορεί να βασίζονται σε ένα εκτεταμένο on-line σύστημα μετρήσεων αυτόματης συλλογής. Σε κάθε περίπτωση όμως η κατανάλωση ενέργειας θα πρέπει να βρίσκεται σε άμεση αντιστοιχία με το ενεργειακό κόστος, επειδή οι διαφοροποιήσεις του κόστους ανά χρονική περίοδο, καθώς και οι διαφοροποιήσεις των μετρήσεων της κατανάλωσης μεταξύ μετρητών και τιμολογίων συχνά επιφέρουν σύγχυση και ενισχύουν την αβεβαιότητα της εκάστοτε προσπάθειας για ερμηνεία της καταναλωτικής συμπεριφοράς .

Δείκτες όπως kWh/ημέρα, kWh/m<sup>2</sup> , kWh/m<sup>3</sup> , kWh/προϊόν, kWh/διανυκτέρευση είναι σημαντικό να παρακολουθούνται, πάντα όμως σε σχέση με άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές - εφόσον υπάρχουν- που επηρεάζουν την κατανάλωση.



### 1.6 ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

#### 1.6.1 Ορισμοί και στόχοι των ισοζυγίων

Τα ισοζύγια της ενέργειας αποτελούν ένα απαραίτητο ενδιάμεσο βήμα για την ανάλυση και τον επιμερισμό των καταναλώσεων καθώς και για τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων και γενικότερα για την επίτευξη των στόχων της επιθεώρησης. Με τα ισοζύγια αποτυπώνονται οι εισροές και οι εκροές ενέργειας σε ένα ενεργειακό σύστημα, κατά την διάρκεια μίας χρονικής περιόδου. Τα όρια του συστήματος μπορεί να αφορούν:

- μία μονάδα ή συσκευή για την μετατροπή ή χρήση της ενέργειας.
- μία συγκεκριμένη μορφή ενέργειας (π.χ. ηλεκτρική, καύσιμα, ατμός, κλπ), από το σημείο εισροής έως την διανομής της στις επιμέρους χρήσεις.
- ένα κτίριο ή ένα συγκρότημα κτιρίων και εγκαταστάσεων.  
Η χρονική περίοδος μπορεί να εκτείνεται από μερικά λεπτά της ώρας έως και όλο το έτος.

Τα όρια του συστήματος και η χρονική περίοδος για την οποία καταρτίζεται ένα ισοζύγιο επιλέγονται από τον ελεγκτή με βάση τους στόχους, το αντικείμενο και τα κριτήρια του ενεργειακού ελέγχου καθώς και τα διαθέσιμα στοιχεία. Κατά κανόνα οι στόχοι αυτοί περιλαμβάνουν :

- (α) την εύρεση της κατανάλωσης ή της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης και συσχέτισή της με τους παράγοντες που την επηρεάζουν καθοριστικά (Πίνακας 6.1),
- (β) την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης μίας ενεργειακής μετατροπής και συσχέτισή του με τους καθοριστικούς παράγοντες,
- (γ) την εκτίμηση των *διάχυτων* και των *συγκεντρωμένων απωλειών ενέργειας* ανά μετατροπή ή τελική χρήση ενέργειας.
- (δ) τον έλεγχο και διακρίβωση των επιμέρους μετρητικών δεδομένων και αποτελεσμάτων ανά χρήση και την συμπλήρωση ή διόρθωση των στοιχείων καταναλώσεων.

#### 1.6.2 Η έννοια της απόδοσης

Σε μία εγκατάσταση ή σε ένα μηχάνημα το ενδιαφέρον συνήθως εστιάζεται στην αποδιδόμενη (ή ωφέλιμη) μορφή ενέργειας ως προς την προσδιδόμενη μορφή ενέργεια. Π.χ. σε μία εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης η ωφέλιμη ενέργεια είναι η αποδιδόμενη θερμότητα στον θερμαινόμενο χώρο ενώ η προσδιδόμενη ενέργεια είναι η τελική ενέργεια καυσίμου.

Ο «βαθμός απόδοσης» ή «απόδοση» της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης ορίζεται τότε ως εξής :

$$\text{Απόδοση(ή βαθμός απόδοσης)} = \frac{\text{ωφέλιμη ενέργεια}}{\text{προσδιδόμενη ενέργεια}} \Rightarrow \eta = \frac{E\omega}{E\pi}$$

## 1.7 ΓΡΑΜΜΉ ΒΑΣΗΣ

### 1.7.1 Γενικά

Ένας από τους κύριους στόχους των ενεργειακών ελέγχων είναι η εύρεση του τύπου της κατανάλωσης γραμμής βάσης (baseline consumption) ή της κατανάλωσης βάσης ανά τελική χρήση και ανά μορφή ενέργειας. Για τη κάθε σημαντική κατανάλωση ενέργειας, συγκεντρώνονται κατ' ελάχιστον στοιχεία κατανάλωσης για τους συνεχείς δώδεκα τελευταίους μήνες. Ο ελεγκτής διερευνά τις τυχόν μεταβολές των ανωτέρω καθοριστικών παραγόντων και την ενδεχόμενη συσχέτισή τους με την κατανάλωση ενέργειας. Η συσχέτιση αυτή δίδεται με τη βοήθεια μαθηματικού τύπου.

Η κατανάλωση βάσης μπορεί να αφορά ένα μοναδικό φορτίο ή ένα πλήθος φορτίων. Ανάλογα με τις απαιτήσεις δύναται να ορίζεται για χρονικό διάστημα ώρας, μίας ημέρας ή ενός μήνα. Η κατανάλωση βάσης μπορεί επίσης να αφορά την εξέλιξη των αιχμών της ηλεκτρικής ισχύος. Στην περίπτωση αυτή το χρονικό διάστημα βάσης είναι το ένα τέταρτο της ώρας.

Στην περίπτωση όπου η κατανάλωση βάσης αφορά ένα μόνο φορτίο (π.χ. ένας κινητήρας) τότε η εύρεση του τύπου είναι σχετικά εύκολη. Συνήθως απαιτείται μέτρηση του βαθμού απόδοσης της συσκευής σε πλήρες φορτίο ή μερικό φορτίο. Για συσκευές τύπου ON/OFF απαιτείται μία μόνο μέτρηση σε πλήρες φορτίο. Για συσκευές που δύνανται να αυξομειώνουν το φορτίο τους αναλογικά (π.χ. ένας πιεστικός βιομηχανικός λέβητας) συνήθως απαιτούνται περισσότερες μετρήσεις του βαθμού απόδοσης, σε διάφορες αντιπροσωπευτικές στάθμες φορτίου.

Σε περιπτώσεις όμως όπου η κατανάλωση βάσης αφορά ένα σύνολο φορτίων, τότε η εύρεση του τύπου γίνεται με βάση τις μεθόδους της στατιστικής (γραμμική ή μη γραμμική παλινδρόμηση). Εδώ θα πρέπει να αξιοποιείται το σύνολο των διαθέσιμων στοιχείων για την κατανάλωση ενέργειας. Εφόσον η κατανάλωση ενέργειας εμφανίζει μία σταθερή συμπεριφορά, με διακύμανση των διαθέσιμων στοιχείων μικρότερη από  $\pm 3\%$ , η κατανάλωση βάσης δύναται να οριστεί με βάση μόνο ενεργειακά μεγέθη.

Σε αντίθετη περίπτωση η κατανάλωση πρέπει να συσχετίζεται με ένα ή περισσότερους καθοριστικούς παράγοντες και να διαμορφώνεται ο αντίστοιχος μαθηματικός τύπος. Οι απαιτήσεις για την προβλεπτική ακρίβεια του τύπου αυτού δίδονται σε επόμενη παράγραφο.

Ο τύπος της γραμμής βάσης, δύναται να προβλέπει την κατανάλωση ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης για την οποία αναπτύσσεται, κάτω από συνήθης μεταβολές των καθοριστικών παραγόντων. Δύο είναι οι κυριότερες εφαρμογές του τύπου της γραμμής βάσης:

- (α) Εκ των προτέρων προβλέψεις, δηλαδή προβλέψεις μελλοντικών καταναλώσεων ενέργειας κάτω από άγνωστες τιμές των καθοριστικών παραγόντων. Στη περίπτωση αυτή απαιτείται η πρόβλεψη των μελλοντικών

τιμών των παραγόντων αυτών (π.χ. η αύξηση του όγκου παραγωγής για το επόμενο έτος) πριν την εκτίμηση της μελλοντικής κατανάλωσης.

- (β) Εκ των υστέρων εκτιμήσεις, δηλαδή εκτιμήσεις καταναλώσεων στο παρελθόν, κάτω από διαμορφωμένες και γνωστές τιμές των καθοριστικών παραγόντων.

### 1.7.2 Τύπος γραμμής βάσης

Τα ενεργειακά ισοζύγια καταρτίζονται κατά την φάση της εκτενούς επιθεώρησης και αφορούν τον λεπτομερή ισολογισμό ενέργειας (είσοδος/ έξοδος) σε βασικές διεργασίες μετατροπής ή χρήσης της ενέργειας. Η κατάρτιση ενός ισοζυγίου αποτελεί μία χρονοβόρα διαδικασία και γι' αυτό θα πρέπει να επιλέγονται με προσοχή οι διεργασίες για τις οποίες αναπτύσσονται τα εν λόγω ισοζύγια. Τα κριτήρια επιλογής διεργασιών εξαρτώνται από τους στόχους της επιθεώρησης. Κατά κανόνα περιλαμβάνουν :

- (α) Το μέγεθος της τελικής ή ωφέλιμης ενέργειας που οι εν λόγω διεργασίες καταναλώνουν,.
- (β) Τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας που εμφανίζουν,
- (γ) Την απαίτηση για τεκμηρίωση ή την παρακολούθηση του βαθμού απόδοσης κατά την μετατροπή ή τη χρήση της ενέργειας.

Κύριο προϊόν ενός ενεργειακού ισοζυγίου είναι η εκτίμηση της αποδοτικότητας της μετατροπής ή της χρήσης της ενέργειας. Η αποδοτικότητα αυτή προσμετράται με δύο κριτήρια : Τον βαθμό απόδοσης η και την ειδική κατανάλωση ενέργειας.

Τα ενεργειακά ισοζύγια υπολογίζονται σε ωριαία, ημερήσια, εποχιακή ή ετήσια βάση ανάλογα με τους στόχους και τις απαιτήσεις. Για την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης μίας ενεργειακής μετατροπής, απαιτείται η κατάρτιση ισοζυγίων σε ωριαία βάση ενώ τα ετήσια ισοζύγια δίδουν πληροφορίες για την μέση απόδοση κατά την χρήση της ενέργειας και την κατανομή των σχετικών δαπανών.

Για την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης τα ισοζύγια υπολογίζονται σε ωριαία ή ημερήσια βάση ενώ η ειδική κατανάλωση ενέργειας ε εκτιμάται με βάση μηνιαία ισοζύγια.

Η συσχέτιση της καταναλισκόμενης ενέργειας με την παραγωγή αποτελεί τον κυριότερο τρόπο για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας ή της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ε. Οι τεχνικές που παρουσιάζονται εδώ, στηρίζονται στα στοιχεία που συνήθως συγκεντρώνονται κατά τη φάση της εκτεταμένης επιθεώρησης.

Ο συνήθης τύπος συσχέτισης είναι η γραμμική συσχέτιση :

$$E_0 = \alpha \Pi_1 + \beta$$

Με αμιγώς ενεργειακούς όρους, η ανωτέρω συσχέτιση γράφεται :

$$E_0 = \alpha' E_1 + \beta$$

Η εκτίμηση των παραμέτρων α (ή α') και β γίνεται με γραφικό τρόπο, με βάση

τα υφιστάμενα ωριαία ή μηνιαία στοιχεία.

### 1.7.3 Απαιτήσεις

Ανάλογα με τους στόχους και τα κριτήρια του ελέγχου (συνοπτικού ή εκτενούς) και με βάση τα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία καταναλώσεων ενέργειας, καθορίζεται η έκταση, η χρονική ανάλυση και η ακρίβεια των ισοζυγίων ενέργειας.

Ως γενική απαίτηση καθορίζεται ότι η κατανάλωση ενέργειας θα πρέπει να προσμετράται για ένα μεγάλο εύρος διακύμανσης των καθοριστικών παραγόντων, το οποίο αντιστοιχεί σε συνήθεις και τυπικές διακυμάνσεις της παραγωγικής δραστηριότητας. Οι εν λόγω διακυμάνσεις θα πρέπει επίσης να καταγράφονται όσο το δυνατόν αναλυτικότερα, στο πλαίσιο των διαθέσιμων κονδυλίων για την επιθεώρηση. Με αυτό τον τρόπο αναπτύσσονται αξιόπιστοι τύποι της *κατανάλωσης αναφοράς*, για όλες τις απαιτούμενες κατηγορίες τελικής χρήσης. Σε καμία περίπτωση δεν γίνονται αποδεκτά στοιχεία κατανάλωσης που αντιστοιχούν σε μη τυπικές ή ακραίες συνθήκες λειτουργίας.

Για κάθε χρήση της ενέργειας για την οποία καταρτίζεται ισοζύγιο, θα διερευνάται η επίδραση κατ' ελάχιστον των κάτωθι παραγόντων :

- (α) των ωρών λειτουργίας της συναφούς εγκατάστασης,
- (β) του όγκου της παραγωγικής δραστηριότητας ή η έκταση των απασχολούμενων χώρων,
- (γ) των καιρικών μεταβολών.

### 1.7.4 Χρονικό βήμα της ενεργειακής ανάλυσης

Για την συνοπτική επιθεώρηση, η τυπική χρονική περίοδος ανάλυσης είναι το τελευταίο δωδεκάμηνο για το οποίο υπάρχουν πλήρη στοιχεία. Καταγράφονται και παραθέτονται τα στοιχεία καταναλώσεων σε μηνιαία βάση, όπως προκύπτουν από τα τιμολόγια και τους λογαριασμούς ενέργειας. Επιπροσθέτως παρουσιάζονται τυχόν διαθέσιμα στοιχεία για την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας ή ωριαία κατανάλωση ενέργειας για τυπικές μέρες και ώρες του έτους.

Αντίθετα, για την εκτενή επιθεώρηση, όλα τα ανωτέρω στοιχεία είναι απαραίτητα. Η ανάλυση γίνεται σε μηνιαία ή ωριαία βάση, ενώ, ειδικότερα για την περίπτωση της ηλεκτρικής ενέργειας, η ανάλυση μπορεί να γίνει σε βάση τετάρτου, σύμφωνα με τον τρόπο μέτρησης των αιχμών της ηλεκτρικής ζήτησης, όπως αυτές καθορίζονται από την ΔΕΗ.

Στην συνοπτική επιθεώρηση, η ειδική κατανάλωση ενέργειας εκφράζεται σε ετήσια ή εποχιακή βάση (χειμώνα, καλοκαίρι). Ο τύπος της κατανάλωσης αναφοράς συνήθως δίδεται από ένα ανηγμένο μέγεθος της κατανάλωσης ως προς τον αντίστοιχο όγκο της παραγωγής, τις ώρες λειτουργίας, τις βαθμομέρες θέρμανσης ή ψύξης και την έκταση των απασχολούμενων χώρων.

Στην εκτενή επιθεώρηση, ο τύπος για την κατανάλωση αναφοράς έχει αναλυτική μαθηματική έκφραση και διαμορφώνεται με βάση αναλυτικά στοιχεία μηνιαίας ή ωριαίας κατανάλωσης.

### 1.7.5 Απαιτήσεις ακριβείας

Οι απαιτήσεις ακριβείας αφορούν :

- (α) την ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης (θέρμανση διεργασιών, θέρμανση χώρων, φωτισμός, κλπ),
- (β) τις ετήσιες απώλειες ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης,
- (γ) την προβλεπτική ικανότητα του τύπου για την κατανάλωση αναφοράς.

Για την κατηγορία (α), η απαιτούμενη ακρίβεια είναι συνάρτηση των οικονομικών κριτηρίων της επιθεώρησης βάσει των οποίων επιλέγονται και ιεραρχούνται οι προτάσεις εξοικονόμησης. Ο χρόνος απόσβεσης αποτελεί το συνηθέστερο κριτήριο.

Ο χρόνος απόσβεσης ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας, το οποίο απευθύνεται σε μία συγκεκριμένη χρήση ενέργειας, είναι αντιστρόφως ανάλογος της ποσότητας ενέργειας η οποία καταναλώνεται στη χρήση αυτή.

Για τις επεμβάσεις νοικοκυρέματος ο επιτρεπόμενος χρόνος απόσβεσης κυμαίνεται από μερικούς μήνες μέχρι ένα χρόνο. Είναι όλες οι επεμβάσεις άμεσης προτεραιότητας και εντοπίζονται σχετικά εύκολα από τον συνοπτικό έλεγχο. Οι απαιτήσεις ακριβείας κατά την εκτίμηση της ενέργειας τελικής χρήσης είναι επομένως περιορισμένες. Υπερεκτιμήσεις της τάξης του 50% δεν ανατρέπουν ουσιαστικά την προτεραιότητα υλοποίησης των προτεινόμενων επεμβάσεων μια και πάλι ο πραγματικός χρόνος απόσβεσης δεν θα υπερβαίνει το διάστημα των 18 μηνών.

Αντίθετα για τις επεμβάσεις που προτείνονται στα πλαίσιο του εκτενούς ελέγχου ο χρόνος απόσβεσης μπορεί να φθάνει έως και πέντε χρόνια και να βρίσκεται επομένως σε οριακά επίπεδα ως προς τα κριτήρια λήψης αποφάσεων του φορέα. Παράλληλα, μεγάλα σφάλματα στις εκτιμήσεις της ενέργειας τελικής χρήσης, δυνατόν να οδηγούν σε λανθασμένη ιεράρχηση επεμβάσεων. Εφόσον δεν προβλέπεται διαφορετικά, το σφάλμα εκτίμησης της ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το  $\square 15\%$  το οποίο αντιστοιχεί σε σφάλμα εκτίμησης του χρόνου απόσβεσης  $\square 17,5\%$ ,  $\square 13\%$ .

### 1.8 ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΈΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΛΉΘΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

#### 1.8.1 Οι τέσσερις εναλλακτικές επιλογές: Α, Β, Γ και Δ

Το Διεθνές Πρωτόκολλο Μετρήσεων και Επαλήθευσης των Επιδόσεων ενέργειας (IPMVP – International Performance Monitoring and Verification Protocol) διακρίνουν τέσσερις μεθοδολογικές επιλογές για την μέτρηση και επαλήθευση (M&E = Measurement and Verification) των αποτελεσμάτων ενός έργου εξοικονόμησης ενέργειας: Α, Β, Γ και Δ. Αυτές οι Επιλογές υποδιαιρούνται σε δύο κατηγορίες : απομόνωση επέμβασης και ολικής εγκατάστασης. Η μέθοδος της απομόνωσης επέμβασης εξετάζει μόνο τον επηρεαζόμενο εξοπλισμό ή σύστημα, ανεξάρτητα από την υπόλοιπη εγκατάσταση. Η μέθοδος ολικής εγκατάστασης εξετάζει την συνολική χρήση ενέργειας χωρίς να δίνει έμφαση στις επιδόσεις του επιμέρους εξοπλισμού. Η βασική διαφορά σε αυτές τις προσεγγίσεις είναι το που ακριβώς σχεδιάζεται το όριο ενός Μέτρου Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ). Οι επιλογές Α και Β είναι μέθοδοι απομόνωσης επέμβασης, η επιλογή Γ είναι μέθοδος ολικής εγκατάστασης και η επιλογή Δ μπορεί να εφαρμοστεί και στις δύο περιπτώσεις αλλά συνήθως εφαρμόζεται ως μέθοδος ολικής εγκατάστασης.

Όπως αναφέρεται προηγουμένως, οι ενεργειακές επιδόσεις μπορούν να μετρηθούν με διάφορους τρόπους:

- i. Τιμολόγια ή μετρήσεις από μετρητές παρόχων ενέργειας με τις ίδιες προσαρμογές όπως κάνει ο πάροχος ενέργειας
- ii. Ειδικές μετρητικές διατάξεις οι οποίες απομονώνουν ένα Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ) ή ένα τμήμα μίας εγκατάστασης από την υπόλοιπη. Οι μετρήσεις μπορεί να είναι περιοδικές για μικρά χρονικά διαστήματα ή συνεχείς καθ' όλη την περίοδο βάσης ή απολογισμού.
- iii. Χωριστές μετρήσεις παραμέτρων που επηρεάζουν την χρήση ενέργειας. Π.χ. τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του ηλεκτρικού φορτίου ενός εξοπλισμού και οι ώρες λειτουργίας αυτού μπορεί να μετρηθούν χωριστά και να πολλαπλασιαστούν μεταξύ τους ώστε να υπολογιστεί η χρήση ενέργειας του εξοπλισμού αυτού.
- iv. Μέτρηση αποδεδειγμένων διαμεσολαβητών που ελέγχουν την χρήση της ενέργειας. Π.χ. εάν η χρήση ενέργειας σε ένα κινητήρα συσχετίζεται με το σήμα εξόδου από ένα οδηγό μεταβλητών στροφών που ελέγχει τον κινητήρα, το σήμα αυτό εξόδου μπορεί να ένας αποδεδειγμένος διαμεσολαβητής της ενέργειας του κινητήρα
- v. Προσομοίωση υπολογιστή η οποία έχει διακριβωθεί με μερικά πραγματικά δεδομένα επιδόσεων του εξομοιωθέντος συστήματος ή εγκατάστασης (Επιλογή Δ).

Εάν μία τιμή ενέργειας είναι ήδη γνωστή με επαρκή ακρίβεια ή όταν είναι πιο δαπανηρό να μετρηθεί απ' ότι δικαιολογείται από τις περιστάσεις, τότε η μέτρηση ενέργειας μπορεί να μην είναι αναγκαία ή κατάλληλη. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί

να γίνουν εκτιμήσεις για μερικές παραμέτρους κάποιου ΜΕΕ, αλλά οι άλλες πρέπει να μετρηθούν (Επιλογή Α).

Η εκλογή μίας εκ των ανωτέρω Επιλογών απαιτεί πολλαπλή αξιολόγηση περιλαμβανομένης και της θέσης του ορίου των μετρήσεων. Εάν αποφασιστεί η εξοικονόμηση να προσδιοριστεί σε επίπεδο εγκατάστασης, τότε μπορεί να ευνοηθούν οι Επιλογές Γ ή Δ. Εάν όμως ενδιαφέρει μόνο η καθ' αυτό επίδοση ενός ΜΕΕ, μπορεί να είναι πιο κατάλληλη μία τεχνική απομόνωσης της επέμβασης (Επιλογές Α, Β ή και ενίοτε Δ)

### **1.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ – LCCA**

#### **1.9.1 Εισαγωγή**

Η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA – Life Cycle Cost Analysis) είναι μια οικονομική μέθοδος αξιολόγησης έργων, σύμφωνα με την οποία όλες οι δαπάνες που προκύπτουν από την αρχική επένδυση, τη λειτουργία, συντήρηση και τελικά την διάθεση κάθε έργου θεωρούνται δυνητικά σημαντικές για την εν λόγω απόφαση. Συνεπώς αποτελεί για την εκάστοτε διοίκηση ένα σημαντικό εργαλείο που θέτει σε προτεραιότητες στα προτεινόμενα έργα ΕΞΕ, και άρα καθορίζει σημαντικά τα επιχειρηματικά σχέδια και πλάνα μιας διοίκησης, ακριβώς γιατί εστιάζει στην αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης οικονομικής αποτελεσματικότητας κάθε έργου ΕΞΕ, και όχι μόνο ως προς το αρχικό κόστος ή το βραχυπρόθεσμο κόστος λειτουργίας, σε αντίθεση με άλλες εναλλακτικές μεθόδους. Συνάμα παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες στον επενδυτή προκειμένου εκείνος να είναι σε θέση να αξιολογήσει την οικονομική αποδοτικότητα της κάθε προτεινόμενης επένδυσης από τη σκοπιά του, λαμβάνοντας υπόψη το μειωμένο κόστος ενέργειας και τις υπόλοιπες οικονομικές επιπτώσεις κατά την διάρκεια της φυσικής ζωής του έργου ή του χρονικού ορίζοντα που έχει θέσει ο ίδιος ο επενδυτής. Πέραν όμως αυτού, όταν υφίστανται περισσότερες της μίας οικονομικά αποδοτικές εναλλακτικές προτάσεις έργων ΕΞΕ για μια συγκεκριμένη ενεργειακή κατανάλωση, η LCCA εντοπίζει την πλέον οικονομικά αποδοτική εναλλακτική λύση.

Πολλές φορές παρουσιάζεται η ανάγκη ιεράρχησης στην κατανομή της χρηματοδότησης για έναν αριθμό ανεξάρτητων επενδυτικών σχεδίων εντός μιας εγκατάστασης ή ενός οργανισμού, κυρίως όταν δεν υφίσταται επαρκής χρηματοδότηση για την ταυτόχρονη εφαρμογή του συνόλου των προτεινόμενων σχεδίων.

Υπάρχουν τρεις συμπληρωματικοί δείκτες οικονομικής επίδοσης που είναι συμβατοί με την μέθοδο αξιολόγησης έργων LCC. Αυτοί είναι:

1. Η καθαρή εξοικονόμηση (NS-Net Savings)
2. Ο Λόγος Επενδύσεων/εξοικονόμησης (SIR-Savings to Investments Ratio)  
και

3. Ο Σταθμισμένος Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της Επένδυσης (AIRR-Adjusted Internal Rate of Return).

### 1.9.2 Ορισμοί – Προαπαιτούμενα – Λήψη & τεκμηρίωση δεδομένων

Οι μελέτες LCCA, ανεξαρτήτως του όγκου τους και του βάθους τους, πρέπει να τεκμηριώνονται προσεκτικά, ώστε να αποτυπώνουν τη διαδικασία αξιολόγησης και να αρχειοθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση σε κάθε υποστηρικτικό στοιχείο ή έγγραφο οποτεδήποτε αναζητηθεί στο μέλλον. Η μορφή των δεδομένων θα πρέπει να είναι απλή και εύκολα κατανοητή σε τρίτους.

Τα απαιτούμενα δεδομένα τεκμηρίωσης μιας ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής συνοπτικά είναι:

1. Ορισμός του προβλήματος και καθορισμός του στόχου.
2. Προσδιορισμός των εφικτών εναλλακτικών λύσεων.
3. Καθιέρωση κοινών παραδοχών και παραμέτρων.
4. Εκτίμηση του κόστους και οι χρόνοι εμφάνισής του για κάθε εναλλακτική.
5. Προεξόφληση κάθε μελλοντικού κόστους στην παρούσα αξία.
6. Υπολογισμός και σύγκριση του LCC για κάθε εναλλακτική.
7. Υπολογισμός συμπληρωματικών μέτρων, εφόσον απαιτούνται για την ιεράρχηση των έργων.
8. Εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου.
9. Εκτίμηση των επιπτώσεων για τις οποίες δεν μπορεί να εκτιμηθεί το κόστος και τα νομισματικά οφέλη.
10. Παροχή συμβουλών σχετικά με την απόφαση.

### 1.9.3 Παράμετροι για τον υπολογισμό ενεργειακών εξοικονομήσεων

Παράμετροι κατά τον υπολογισμό της ενέργειας που σχετίζονται με το κόστος σε μια LCCA:

- Μετράται η ποσότητα της ενέργειας που χρησιμοποιείται στο κτίριο ή τον εξοπλισμό, με βάση τον τύπο της ενέργειας σε όρους τελικής χρήσης.
- Χρησιμοποιούνται τα τιμολόγια του προμηθευτή λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους τιμολόγησης. Η χρήση μέσων τιμών δεν είναι αποδεκτή μέθοδος σύμφωνα με το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης των Εξοικονομήσεων (IPMVP). Κατ' εξαίρεση και ειδικά για τις τιμές ενέργειας και ισχύος που αφορούν του πελάτες Υψηλής Τάσης (ΥΤ), ακριβώς επειδή οι τιμές αυτές είναι προϊόν διαπραγμάτευσης άκρως εμπιστευτικού χαρακτήρα, θα λαμβάνονται προκαθορισμένες τιμές μόνο για το ανταγωνιστικό τιμολόγιο σε ευρώ/kWh και ευρώ/kW, ύστερα από ειδικές εγκυκλίους της Γενικής



Γραμματείας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου. Το ίδιο ισχύει και για μεγάλους καταναλωτές της μέσης και της χαμηλής τάσης που έχουν συνολική ετήσια κατανάλωση μεγαλύτερη από 50GWh ετησίως.

- Τα ποσοστά κλιμάκωσης των τιμών της ενέργειας, εφόσον χρησιμοποιηθούν, θα πρέπει να παρέχονται από επίσημους φορείς (όπως η ΡΑΕ), εκτός εάν υπάρχουν διαθέσιμα προβλεπόμενα ποσοστά κλιμάκωσης από τον προμηθευτή ενέργειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

### 2.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

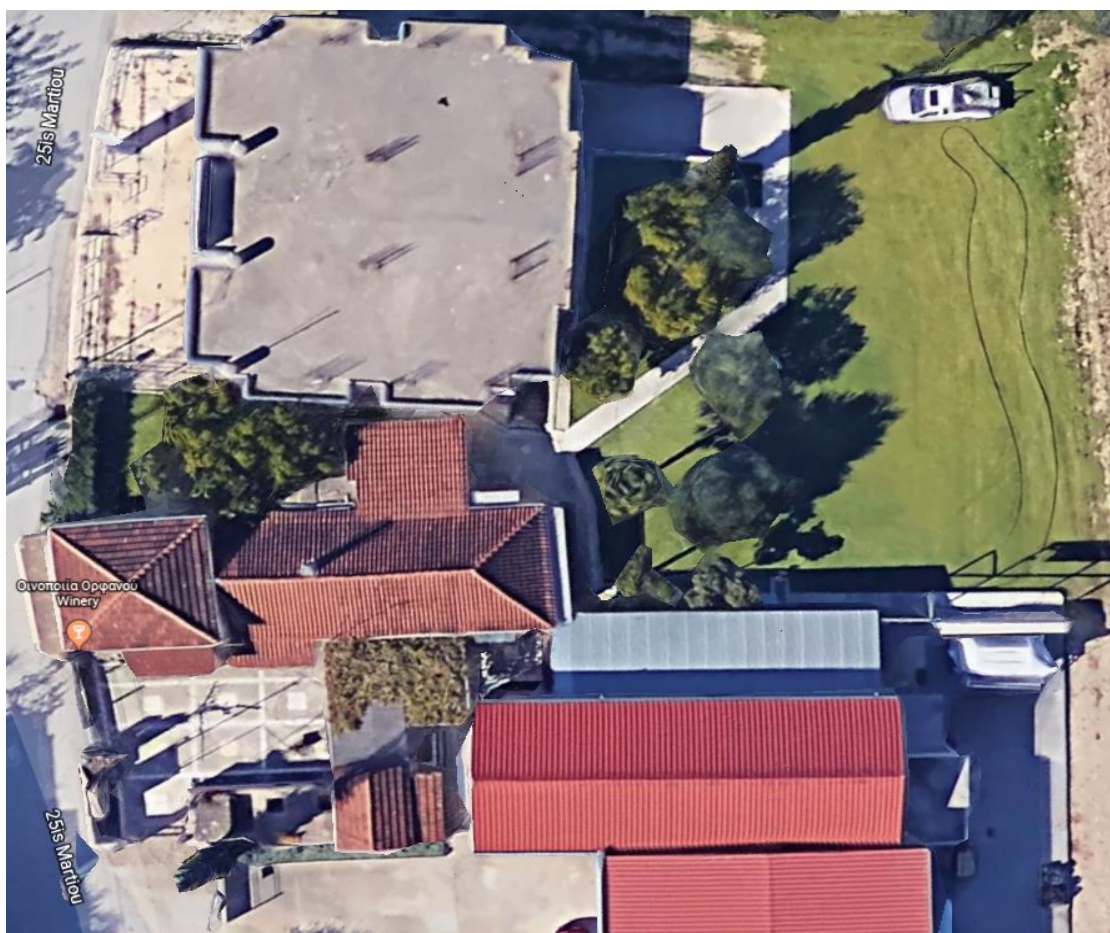
Η επιχείρηση του οινοποιείου όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή βρίσκεται στην Πάτρα και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή Παραλία, Πατρών. Στον Πίνακα 2-1 παρουσιάζονται κάποια γενικά στοιχεία.

*Πίνακας 2-1: Στοιχεία επιχείρησης*

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	
ΕΠΩΝΥΜΙΑ	ΚΤΗΜΑ ΟΡΦΑΝΟΥ
ΤΑΧΥΔΡΟΜΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	25 <sup>ης</sup> ΜΑΡΤΙΟΥ 101, ΠΑΡΑΛΙΑ ΠΑΤΡΩΝ 26500
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ	<a href="http://www.ktimaorfanou.gr">www.ktimaorfanou.gr</a>
ΤΗΛΕΦΩΝΟ	2610522481

## **2.2 ΓΕΝΙΚΑ**

Το Κτήμα Ορφανός ιδρύθηκε το 1927 και αποτελείται από το κτήμα, το οινοποιείο όπου γίνεται η παραγωγή του κρασιού, μία αποθήκη και την κάβα. Παρακάτω ακολουθούν διάφορες εικόνες από την επιχείρηση και τον εξοπλισμό της καθώς σε αυτήν την Πτυχιακή Εργασία θα ελέγξουμε ενεργειακά την επιχείρηση. Θα καταγράψουμε, δηλαδή, την εγκατεστημένη ισχύ της και ύστερα από τους κατάλληλους υπολογισμούς θα προτείνουμε τρόπους ώστε να βελτιωθεί η απόδοσή της. Παρακάτω (στις εικόνες 2-2, 2-3), ακολουθεί η ακριβής τοποθεσία του χώρου και των αντίστοιχων κτιρίων.



**Εικόνα 2-1:** Φωτογραφία του χώρου της επιχείρησης

Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2-1 η επιχείρηση αποτελείται από το οινοποιείο (κάτω δεξιά) το οποίο είναι 126 τ.μ., την κάβα η οποία είναι 80,84 τ.μ. (κέντρο αριστερά), την αποθήκη με εμβαδόν 339,08 τ.μ. (πάνω αριστερά), και το κτήμα με εμβαδόν 5827.34 τ.μ. (δεξιά).

Στις εικόνες 2-2, 2-3, 2-4 και 2-5, παρουσιάζονται το κτήμα, η κάβα, το οινοποιείο και η αποθήκη αντίστοιχα.





***Εικόνα 2-2: Το κτήμα***



***Εικόνα 2-3: Η κάβα***





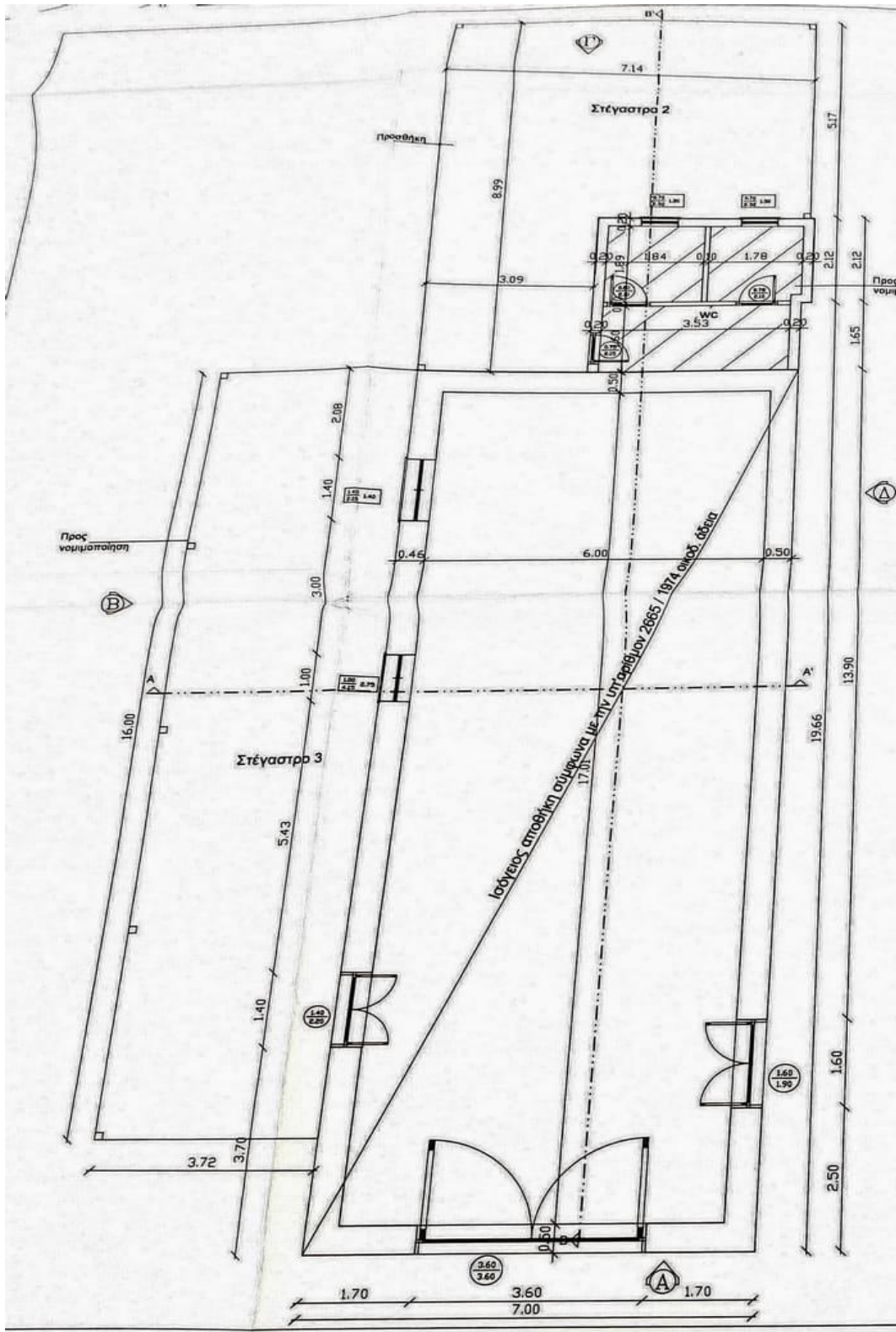
***Εικόνα 2-4: Το οινοποιείο***



***Εικόνα 2-5: Η αποθήκη***

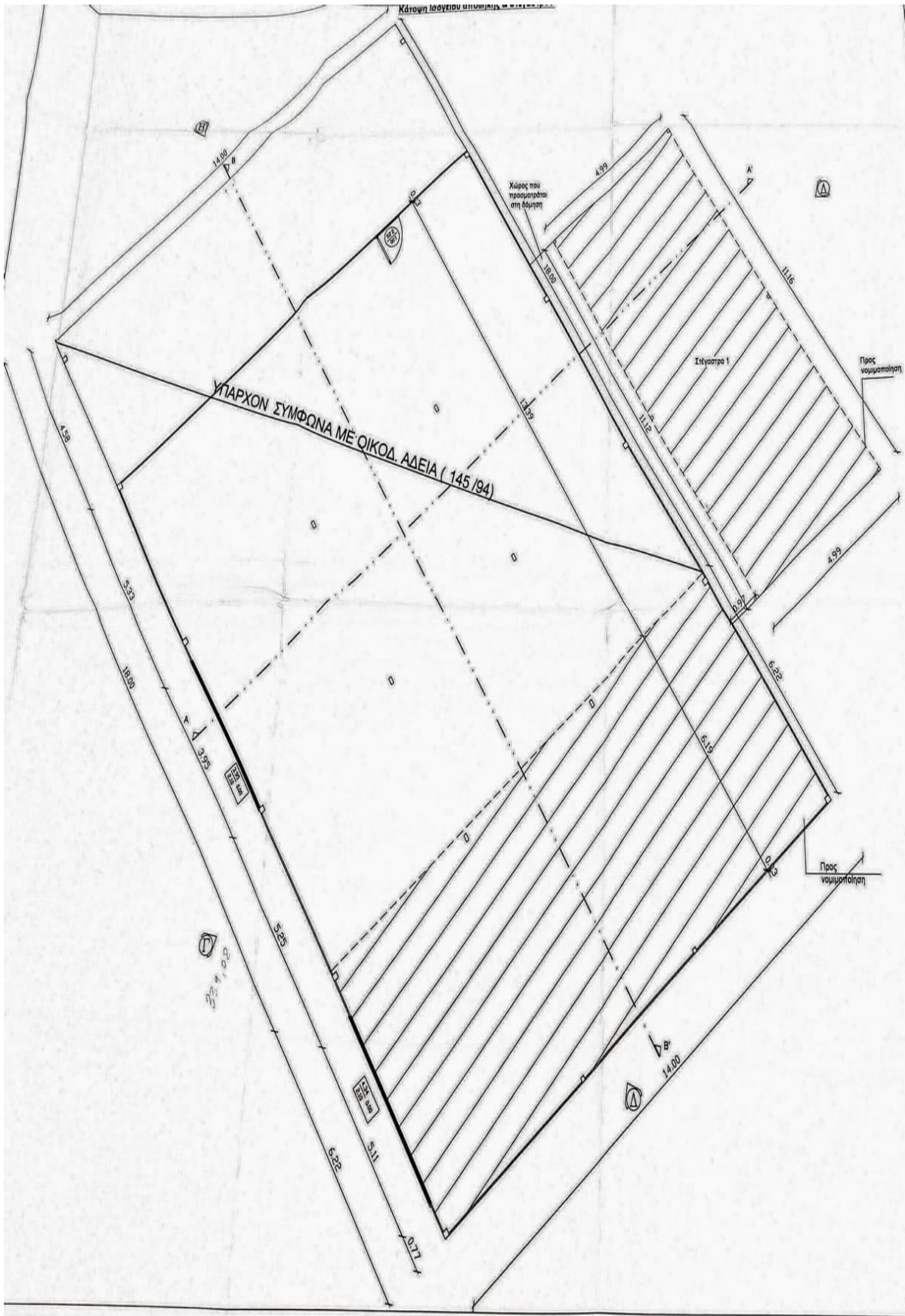
**2.3 ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

Το οινοποιείο Ορφανού βρίσκεται στην Πάτρα, στην οδό 25<sup>ης</sup> Μαρτίου 101, Παραλία Πατρών. Παρακάτω παρουσιάζονται οι κατόψεις των κτιρίων που αναφέρθηκαν παραπάνω.

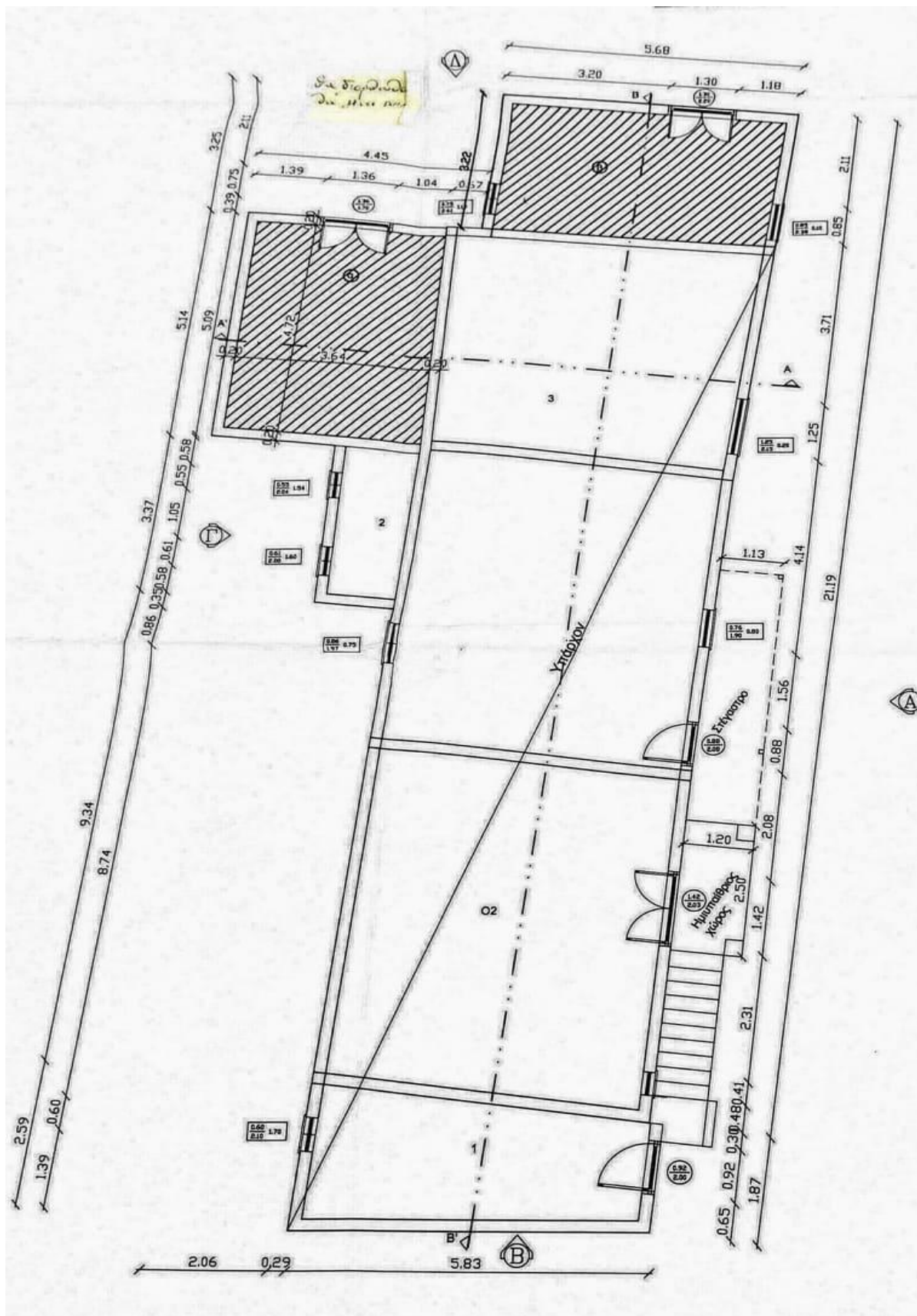


**Εικόνα 2-6: Κάτοψη Οινοποιείου**





Εικόνα 2-7: Κάτοψη Αποθήκης

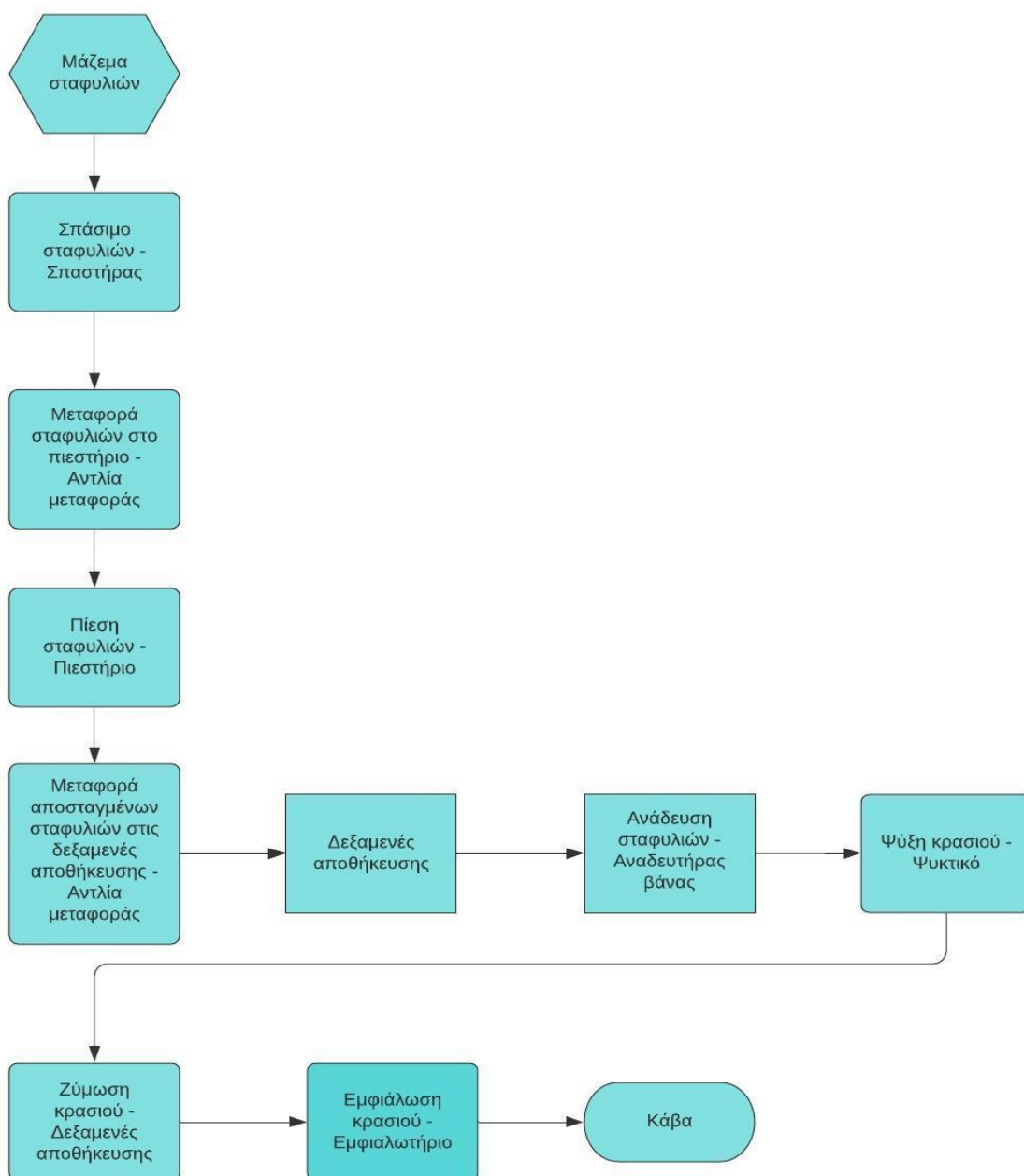


Εικόνα 2-8: Κάτοψη Κάβας



## 2.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

Η επιχείρηση λειτουργεί κυρίως για τέσσερις μήνες από Αύγουστο μέχρι και Νοέμβριο και το ετήσιο παραγόμενο προϊόν ανέρχεται στους 50 τόνους κρασιού. Τον Αύγουστο γίνεται το μάζεμα των σταφυλιών για την παραγωγή κρασιού τα οποία σπάζονται και πιέζονται στον σπάστηρα και στο πιεστήριο αντίστοιχα. Αυτή η διαδικασία λαμβάνει χώρα τον Σεπτέμβριο ενώ για τους επόμενους δύο μήνες (τον Οκτώβριο και Νοέμβριο), γίνεται η ανάδευση, η ψύξη (με το ψυκτικό) και η ζύμωση των σταφυλιών στις δεξαμενές αποθήκευσης. Τέλος, η εμφιάλωση και η αποθήκευση του κρασιού στην κάβα, η οποία γίνεται σταδιακά όλο τον χρόνο.



Σχήμα 2-1: Διάγραμμα ροής

2.5 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

Το οινοποιείο έχει ως πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας την ΔΕΗ. Έχουμε στην διάθεσή μας μηνιαίους λογαριασμούς της ΔΕΗ από τα έτη 2017-2018. Το τιμολόγιο είναι κατηγορία Γ22 Επαγγελματικό, με συμφωνημένη Ισχύ 85 kVA. Στους πίνακες 2-2, 2-3 παρουσιάζονται αναλυτικά ανά μήνα και ανά έτη τα στοιχεία της κατανάλωσης ρεύματος της επιχείρησης, καθώς και η ειδική κατανάλωση γνωρίζοντας ότι το οινοποιείο μας παράγει περίπου 50 τόνους κρασιού ετησίως.

Πίνακας 2-2: Πίνακας καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας 2017

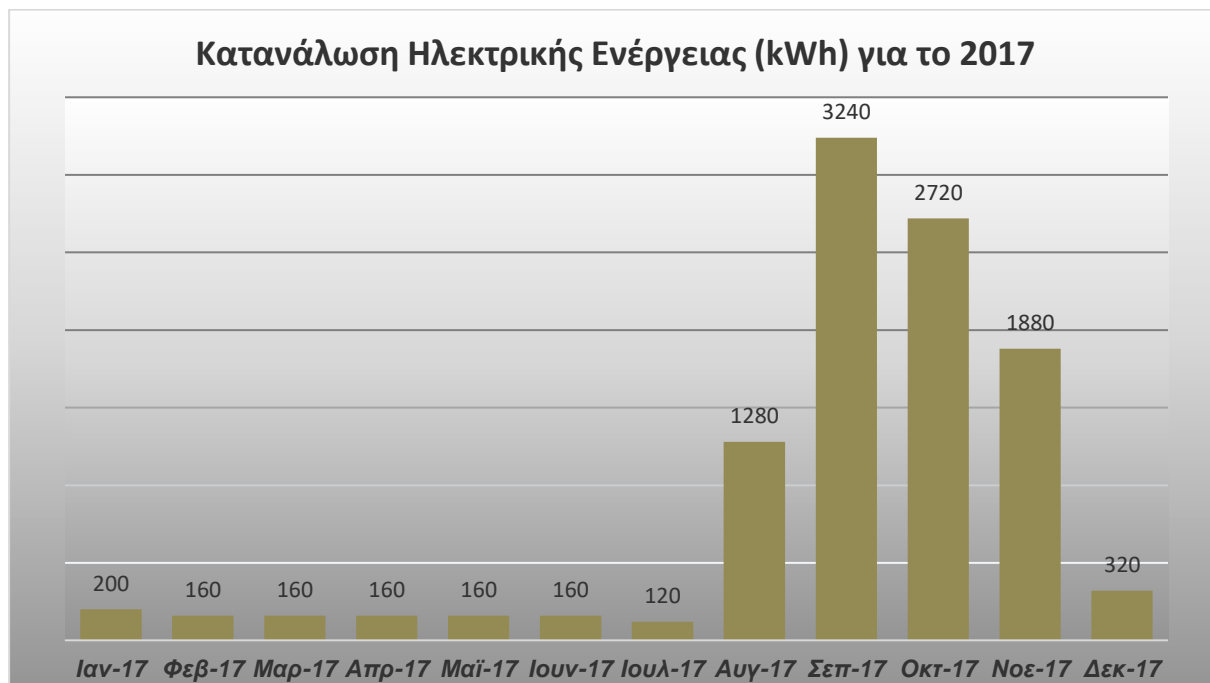
Μήνας - Έτος	Αρ. ημερών χρέωσης	Χρεωστέα ζήτηση (kW)	Συντ. Μετ/σμου	Συντ. Χρησ/σης	Συνφ	Χρέωση ισχύος (€)	Κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Χρέωση ενέργειας (€)	Άλλα τέλη (€)	Συνολική χρέωση (€)	Ανημένη χρέωση (€/kWh)
Ιαν-17	31	-	40	0	0,8575	17	200	46	25	88	0,0826
Φεβ-17	28	-	40	0	0,8944	8,64	160	42,25	22,11	73	0,08256
Μαρ-17	31	7,5	40	0,0595	0,8944	19,89	160	39,24	22,87	82	0,08256
Απρ-17	31	8,3	40	0,0538	0,8944	19,6	160	42,25	24,15	86	0,08256
Μαϊ-17	30	-	40	0	0,8944	10,31	160	41,24	22,45	74	0,08256
Ιουν-17	31	-	40	0	0,9701	11,7	160	42,01	23,29	77	0,08256
Ιουλ-17	30	-	40	0	0,8321	8,38	120	38,62	21	68	0,08256
Αυγ-17	31	41,3	40	0,086	0,741	150,13	1280	125,09	59,78	335	0,08259
Σεπ-17	31	20,7	40	0,2177	0,7293	268,15	3240	270,14	105,71	644	0,08259
Οκτ-17	30	12	40	0,3148	0,7123	194,73	2720	232,24	87,03	514	0,08259
Νοε-17	31	12,4	40	0,2106	0,6777	133,7	1880	173,09	67,21	374	0,08259
Δεκ-17	30	32	40	0,0278	0,8944	36,74	320	52,36	27,9	117	0,08259
Ετήσια χρέωση 2017 (€)							2532				
Ετήσια κατανάλωση (kWh)							10560	Ειδική κατανάλωση (kWh/tn)		211,2	

Πίνακας 2-3: Πίνακας καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας 2018

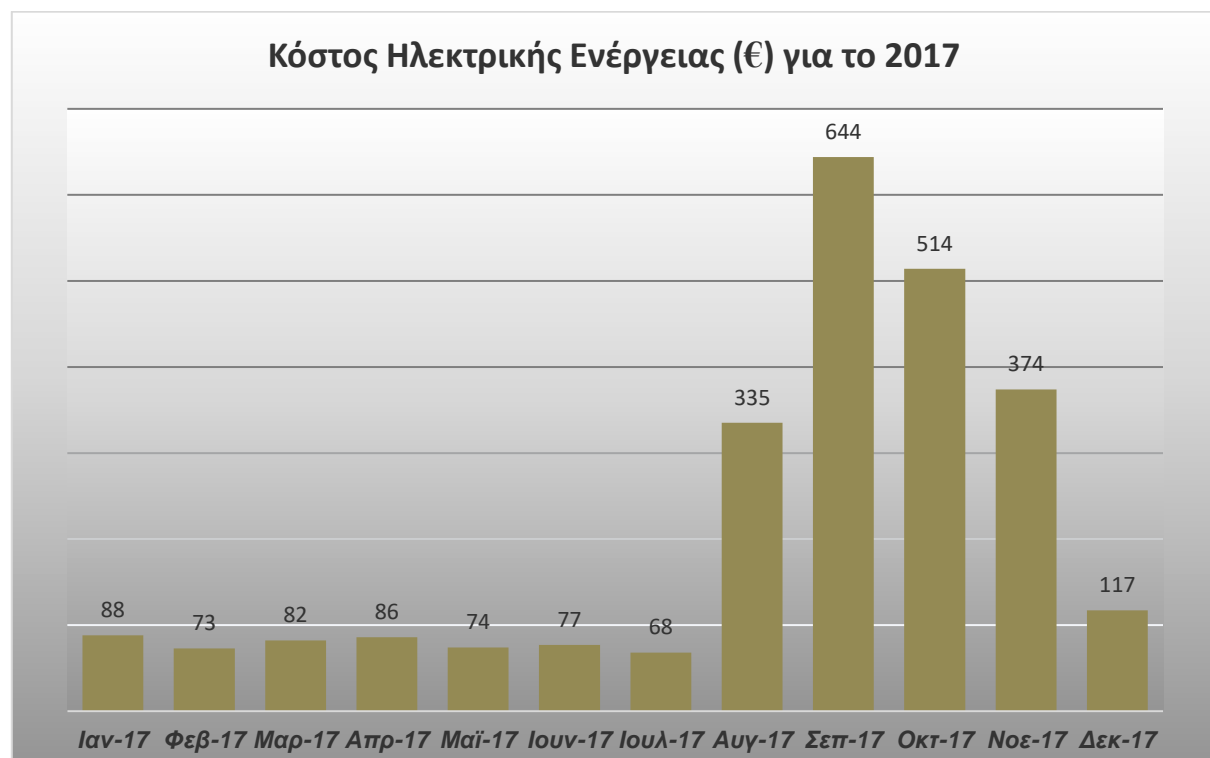
Μήνας - Έτος	Αρ. ημερών χρέωσης	Χρεωστέα ζήτηση (kW)	Συντ. Μετ/σμου	Συντ. Χρησ/σης	Συνφ	Χρέωση ισχύος (€)	Κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Χρέωση ενέργειας (€)	Άλλα τέλη (€)	Συνολική χρέωση (€)	Αιτημένη χρέωση (€/kWh)
Ιαν-18	31	-	40	0	0,8321	11,05	240	48,15	24,8	84	0,08258
Φεβ-18	28	-	40	0	0,8944	17,31	240	47,4	24,29	89	0,08258
Μαρ-18	31	-	40	0	0,8944	10,64	160	38,96	21,4	71	0,08256
Απρ-18	31	-	40	0	0,8575	15	200	44,85	24,15	84	0,08255
Μαϊ-18	30	-	40	0	0,8575	14,49	200	43,84	23,67	82	0,0826
Ιουν-18	31	8,3	40	0,0672	0,9285	23,64	200	44,55	24,81	93	0,0826
Ιουλ-18	30	8	40	0,0694	0,8575	21,92	200	43,84	25,24	91	0,0826
Αυγ-18	31	41,3	40	0,0242	0,8321	71,83	360	56,06	34,11	162	0,08258
Σεπ-18	31	49,6	40	0,1949	0,7446	331,16	3480	280,25	116,59	728	0,08259
Οκτ-18	30	20	40	0,2056	0,7265	215,62	2960	243,67	93,71	553	0,08259
Νοε-18	31	33,1	40	0,1546	0,7305	148,88	1840	163,64	67,48	380	0,08259
Δεκ-18	30	16	40	0,0556	0,8944	16,22	320	51,82	26,96	95	0,08259
Ετήσια χρέωση 2018 (€)			Ετήσια κατανάλωση (kWh)		Ειδική κατανάλωση (kWh/tn)						
2512			10400				208				

**2.5.1 Διαγράμματα καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας**

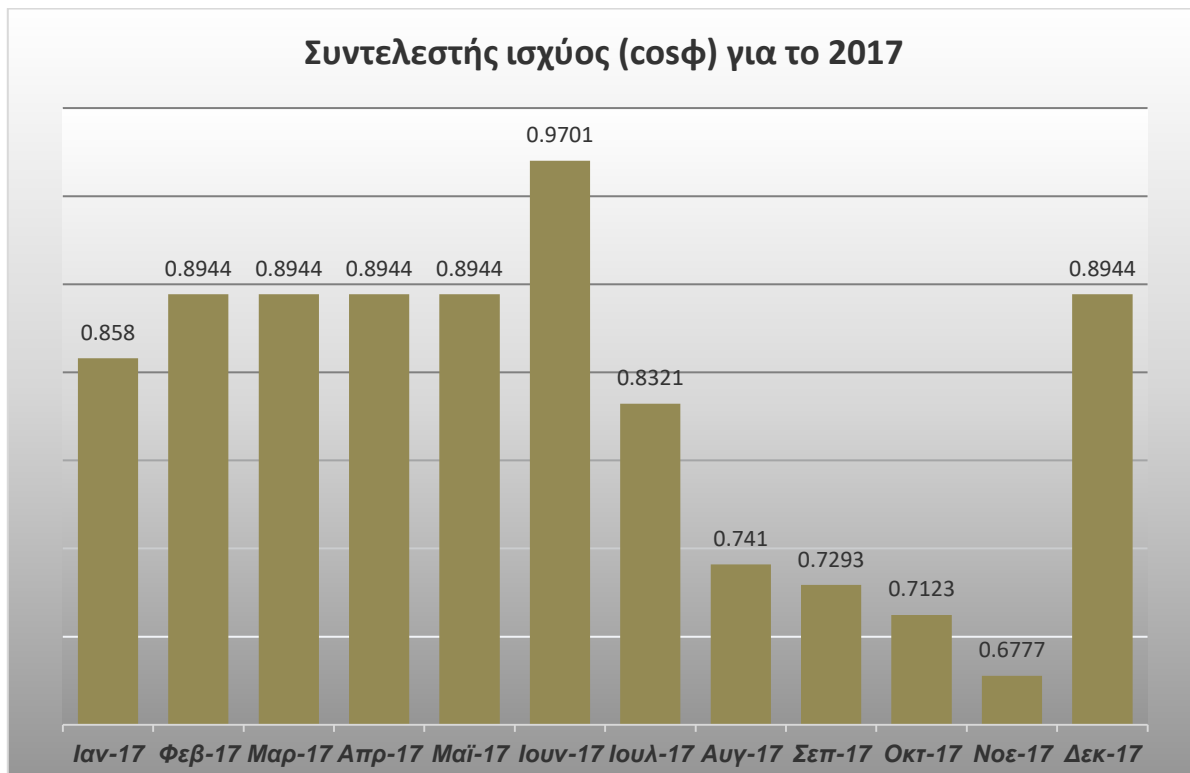
Στα διαγράμματα που ακολουθούν (Διαγράμματα 2-1 έως 2-8) αποτυπώνονται τα ενεργειακά μεγέθη της επιχείρησης.



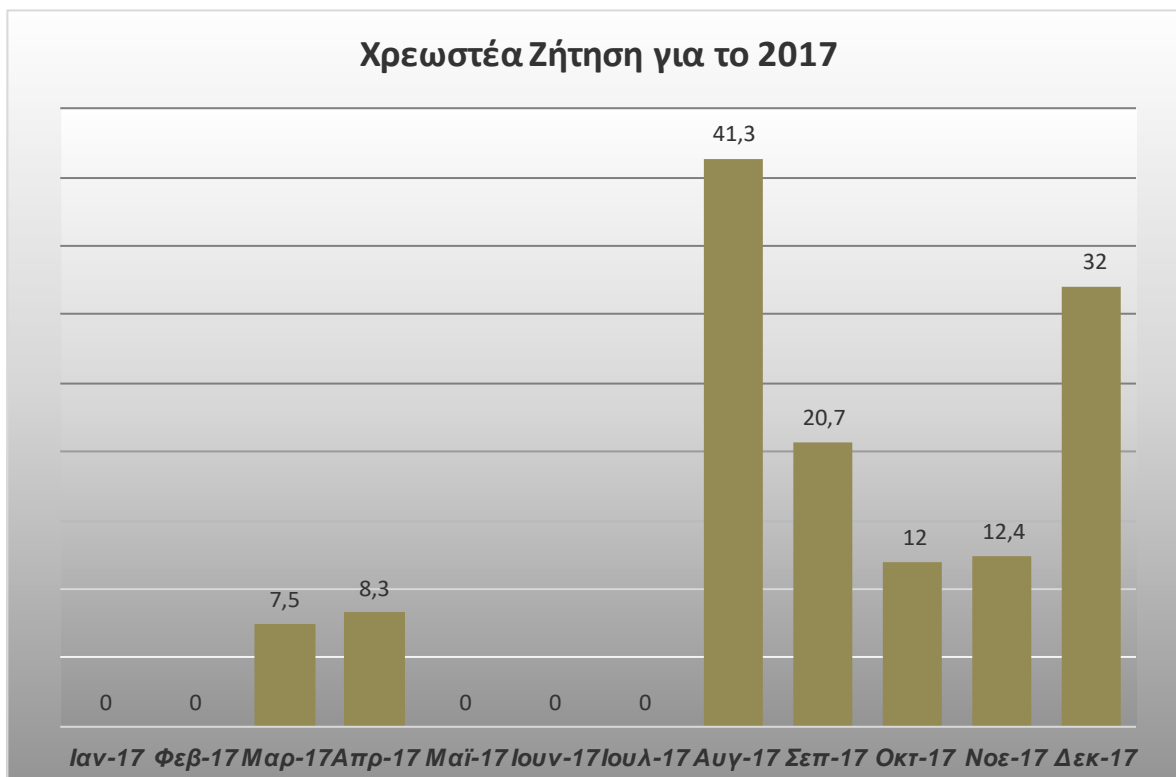
**Διάγραμμα 2-1: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 2017**



**Διάγραμμα 2-2: Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 2017**



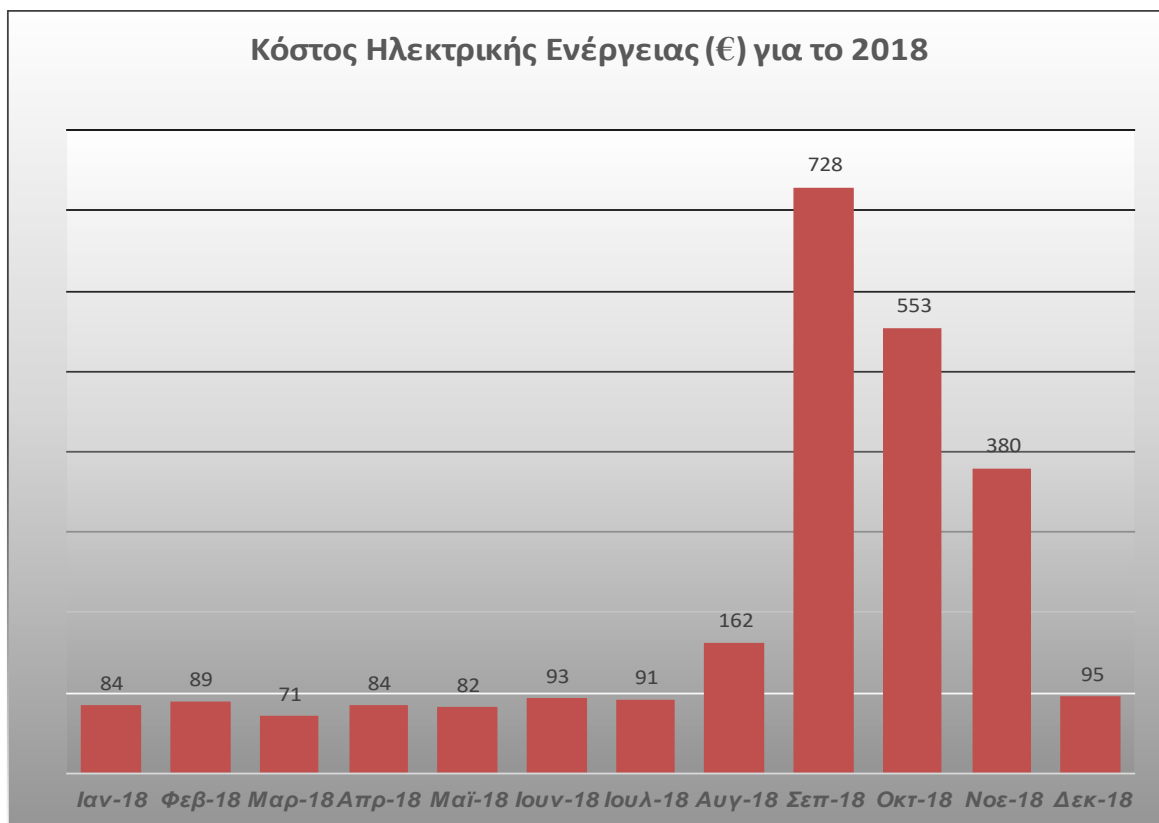
**Διάγραμμα 2-3: Συντελεστής Ισχύος για το 2017**



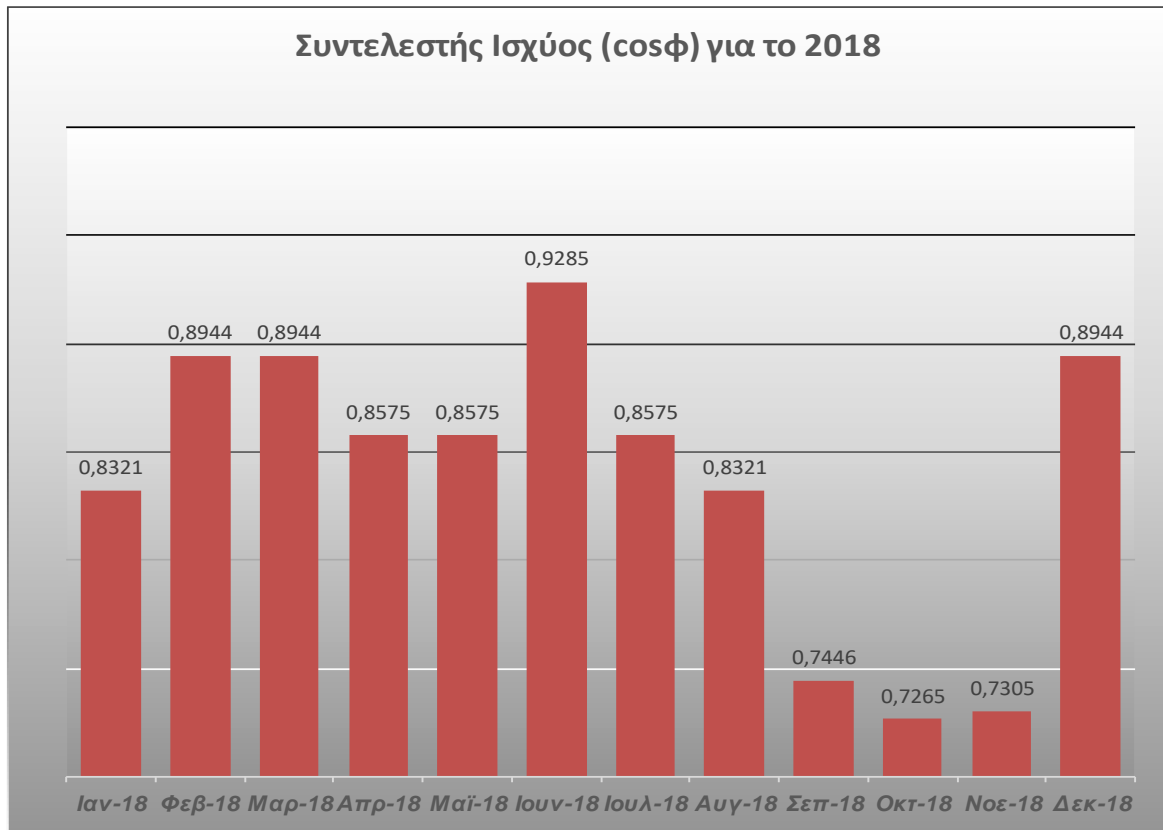
**Διάγραμμα 2-4: Χρεωστέα ζήτηση για το 2017**



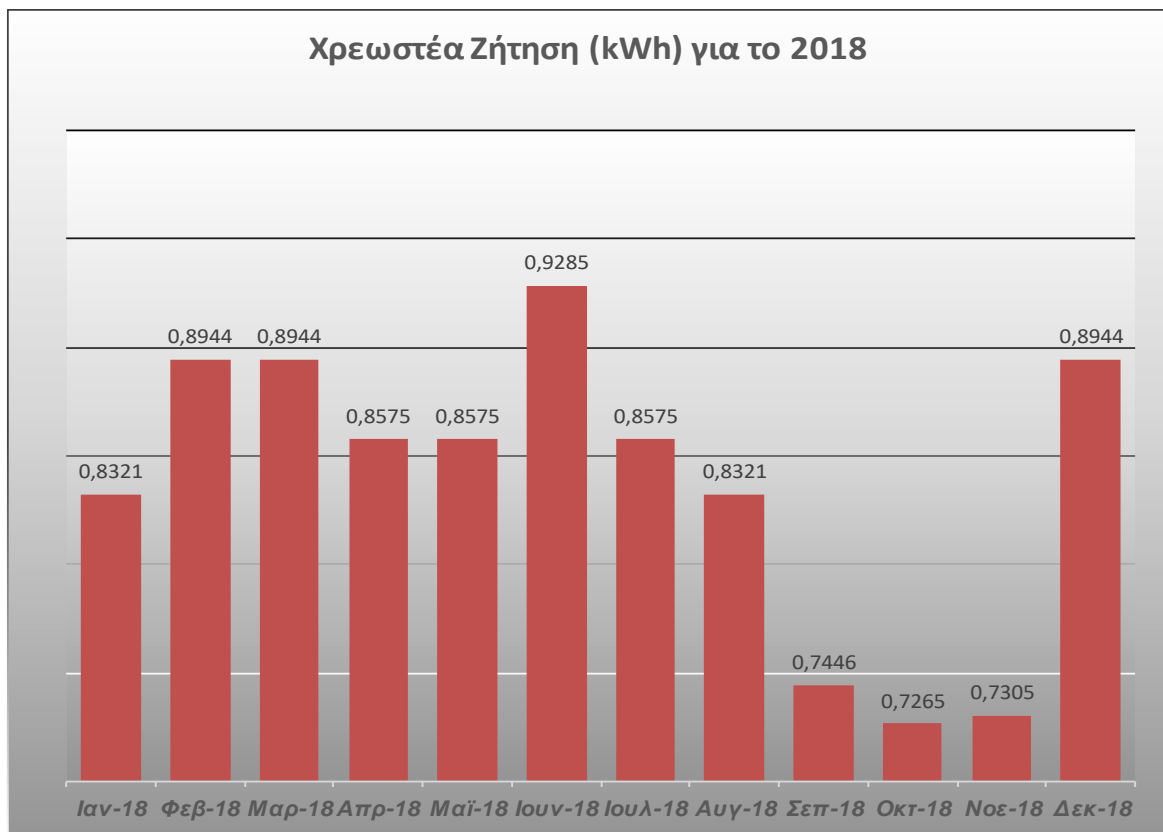
**Διάγραμμα 2-5:** Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 2018



**Διάγραμμα 2-6:** Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας για το 2018



**Διάγραμμα 2-7: Συντελεστής Ισχύος για το 2018**



**Διάγραμμα 2-8: Χρεωστέα Ζήτηση για το 2018**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ & ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

### 3.1 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ

Η εγκατεστημένη ισχύ ορίζεται ως η συνολική δυναμικότητα ενός χώρου ή και ολόκληρης της επιχείρησης. Ως δυναμικότητα ορίζεται η ονομαστική ισχύ του κάθε μηχανήματος. Στα κεφάλαια 3.1.1 και 3.1.2 θα χωριστεί η εγκατεστημένη ισχύ ανά χώρους και ανά μορφή εξοπλισμού αντίστοιχα. Αυτό είναι το πρώτο βήμα για να αρχίσει ο καταμερισμός της συνολικής κατανάλωσης.

#### 3.1.1 Εγκατεστημένη ισχύς ανά χώρο

Συνολικά η επιχείρησή μας έχει μια εγκατεστημένη ισχύ των 80,33 kW. Στους πίνακες 3-1, 3-2, 3-3 παρουσιάζεται αναλυτικά αυτή η ισχύς.

*Πίνακας 3-1: Εγκατεστημένη Ισχύ στην αποθήκη*

Αποθήκη				
	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χρήση	Δυναμ/τητα (kW)
Σπαστήρας	1	Εποveneta N30	Σπάσιμο σταφυλιών	1,5
Φώτα	8	Λάμπες Φθορισμού	Φωτισμός	0,036
			<b>Σύνολο</b>	<b>1,79</b>



*Πίνακας 3-2: Εγκατεστημένη Ισχύ στον εξωτερικό χώρο*

<b>Εξωτερικός Χώρος</b>				
	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χρήση	Δυναμ/τητα (kW)
Πιεστήριο	1	Willmes WHA 4000	πίεση σταφυλιών	6
Φώτα	5	Λάμπες Φθορισμού	Φωτισμός	0,036
			<b>Σύνολο</b>	<b>6,18</b>

*Πίνακας 3-3: Εγκατεστημένη Ισχύ στο οινοποιείο*

<b>Οινοποιείο</b>				
-	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χρήση	Δυναμ/τητα (kW)
φορητή αντλία	1	Ceg M90L6	μεταφορά κρασιού	1,5
φίλτρο	1		φιλτράρισμα	0,37
φορητή αντλία	1	Cima 90L/6	μεταφορά κρασιού	1,1
φορητή αντλία	1	Rover pump BE - M25	μεταφορά κρασιού	0,61
φορητή αντλία	1	Ceg M90L6	μεταφορά κρασιού	0,55
εμφιαλωτήριο	1	Clifom monoblocco "Europa"	εμφιάλωση κρασιού	1,18
κομπρέσορας	1	AH-30100	συμπύεση κρασιού	2,2
αντλία μεταφοράς	1	Enoveneta Mohno T609	μεταφορά κρασιού	5,5
ψυκτικό οινοποιείου	1	Necs 0252 T/B	αποθήκευση κρασιού	58
δεξαμενή inox 2.0tn με αναδευτήρα	1	INOX	αποθήκευση κρασιού	0,37
θερμική πωμάτων	1			0,5
αναδευτήρας βάνας	1	TH HAULF	ανάδευση κρασιού	0,37
Φώτα	6	Λάμπες Οικονομίας	Φωτισμός	0,04
			<b>Σύνολο</b>	<b>72,36</b>

Το οινοποιείο επίσης διαθέτει αρκετές δεξαμενές αποθήκευσης κρασιού οι οποίες δεν καταναλώνουν κάποια ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο και γι' αυτό το λόγο δεν συμπεριλαμβάνονται σε κάποιο πίνακα.

### 3.1.2 Εγκατεστημένη ισχύς ανά είδος εξοπλισμού

Έχοντας καταμερίσει την εγκατεστημένη ισχύ ανά τους χώρους της επιχείρησης, θα χωριστεί και ανά μορφή εξοπλισμού. Πιο συγκεκριμένα, θα χωριστεί σε 7 κατηγορίες εξοπλισμού όπως φαίνονται στους πίνακες 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, μαζί με τις αντίστοιχες εικόνες.

#### 1) Φωτισμός

Το οινοποιείο διαθέτει λάμπες φθορισμού και οικονομίας όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 3-4.

*Πίνακας 3-4: Εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού*

	Πλήθος ομοίων	Μεμονωμένοι λαμπτήρες	Τύπος	Χώρος λειτουργίας	Δυναμ/τητα (W)
Αναδιπλούμενος λαμπτήρας	6	6	Οικονομίας	Οινοποιείο	40
Ζευγάρι σωλήνων	8	16	Φθορίου	Αποθήκη	36
Ζευγάρι σωλήνων	5	10	Φθορίου	Στέγαστρο	36
				<b>Σύνολο</b>	<b>708</b>



*Εικόνα 3-1: Φώτα οικονομίας*



*Εικόνα 3-2: Φώτα Φθορίου (στέγαστρο)*



*Εικόνα 3-3: Φώτα Φθορίου (Αποθήκη)*

## 2) Εξοπλισμός Αποθήκευσης

Η αποθήκευση του κρασιού γίνεται σε ειδικές δεξαμενές συνδέονται με το ψυκτικό και κρατάνε την σωστή θερμοκρασία σταθερή ώστε να γίνει σωστά η ζύμωση του κρασιού. Επίσης μία από τις δεξαμενές διαθέτει και αναδευτήρα όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 3-5.

*Πίνακας 3-5: Εξοπλισμός αποθήκευσης κρασιού*

	Πλήθος ομοίων	Δυναμ/τητα (kW)
δεξαμενή inox 5.0tn	3	-
δεξαμενή inox 1.0tn	1	-
δεξαμενή inox 0.7tn	1	-
δεξαμενή inox 2.5tn	1	-
δεξαμενή inox 2.0tn με αναδευτήρα	1	0,37
δεξαμενή inox 4.0tn	1	-
δεξαμενή inox 10.0tn	1	-



*Εικόνα 3-4: Δεξαμενή αποθήκευσης κρασιού 2tn*





*Εικόνα 3-5: Δεξαμενή αποθήκευσης κρασιού 10tn*



*Εικόνα 3-6: Δεξαμενή αποθήκευσης κρασιού 8tn*



*Εικόνα 3-7: Δεξαμενή αποθήκευσης κρασιού 4tn*



*Εικόνα 3-8: Δεξαμενή αποθήκευσης κρασιού 5tn*





*Εικόνα 3-9: Δεξαμενή αποθήκευσης κρασιού 0,7tn*



*Εικόνα 3-10: Δεξαμενή αποθήκευσης και ανάδευσης κρασιού 2tn*

### 3) Σύστημα Ψύξης

Το ψυκτικό σύστημα χρησιμοποιείται για να φέρει σε κατάλληλη θερμοκρασία το κρασί ώστε να υπάρξει σωστή ζύμωση. Η ονομαστική του ισχύ είναι στα 58 kW. Παρακάτω παρουσιάζονται εικόνες της συνολικής εγκατάστασης του εξωτερικά και εσωτερικά του οινοποιείου.



*Εικόνα 3-11: Το ψυκτικό (αριστερά) και η δεξαμενή του (δεξιά)*



*Εικόνα 3-12: Σωλήνες μεταφοράς του ψυκτικού υγρού στις δεξαμενές*



**4) Αντλίες μεταφοράς κρασιού**

Οι αντλίες μεταφοράς είναι χρήσιμες για την μεταφορά κρασιού από τον σπαστήρα στο πιεστήριο και από το πιεστήριο στις δεξαμενές αποθήκευσης. Η επιχείρηση διαθέτει τέσσερις φορητές (μικρές) αντλίες και μία μεγάλης δυναμικότητας όπως φαίνεται στον πίνακα 3-6.

*Πίνακας 3-6: Αντλίες μεταφοράς κρασιού*

	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χρήση	Δυναμ/τητα (kW)
φορητή αντλία	1	Ceg M90L6	μεταφορά κρασιού	1,5
φορητή αντλία	1	Cima 90L/6	μεταφορά κρασιού	1,1
φορητή αντλία	1	Rover pump BE - M25	μεταφορά κρασιού	0,61
φορητή αντλία	1	Ceg M90L6	μεταφορά κρασιού	0,55
αντλία μεταφοράς	1	Enoveneta Mohno T609	μεταφορά κρασιού	5,5
			<b>Σύνολο</b>	<b>9,26</b>



*Εικόνα 3-13: Αντλία μεταφοράς Ceg*



**Εικόνα 3-14:** Αντλία μεταφοράς Cima



**Εικόνα 3-15:** Αντλία μεταφοράς Rover

**5) Εξοπλισμός Παραγωγής**

Ο εξοπλισμός παραγωγής αποτελείται από τον σπαστήρα, στο οποίο το σταφύλι σπάζεται και γίνεται αποσταγμένο, και το πιεστήριο, όπου το αποσταγμένο σταφύλι διαχωρίζεται πλήρως και μας δίνει μη ζυμωμένο κρασί.

*Πίνακας 3-7: Εξοπλισμός παραγωγής κρασιού*

	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χρήση	Δυναμ/τητα (kW)
Σπαστήρας	1	Enoveneta N30	Σπάσιμο σταφυλιών	1,5
Πιεστήριο	1	Willmes WHA 4000	Πίεση σταφυλιών	6
			<b>Σύνολο</b>	<b>7,5</b>



*Εικόνα 3-16: Σπαστήρας*





Εικόνα 3-17: Πιεστήριο

6) Εξοπλισμός εμφιάλωσης

Πίνακας 3-8: Εξοπλισμός εμφιάλωσης κρασιού

-	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χρήση	Δυναμ/τητα (kW)
Εμφιαλωτήριο	1	Clifom monoblocco	Εμφιάλωση	1,18
Θερμική πωμάτων	1	-	Τοποθέτηση πωμάτων	0,5
<b>Σύνολο</b>				<b>1,68</b>



**Εικόνα 3-18: Εμφιαλωτήριο**



**Εικόνα 3-19: Θερμική πωμάτων**

7) Λοιπά μηχανήματα

Πίνακας 3-9: Λοιπά μηχανήματα της επιχείρησης

-	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χρήση	Δυναμ/τητα (kW)
Κομπρέσορας	1	AH-30100	Συμπίεση κρασιού	2,2
Φίλτρο	1		Φιλτράρισμα	0,37
Αναδευτήρας βάνας	1	TH HAULF	Ανάδευση κρασιού	0,37
			<b>Σύνολο</b>	<b>2,94</b>



Εικόνα 3-20: Κομπρέσορας





*Εικόνα 3-21: Αναδευτήρας βάνας*

### 3.2 ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

Η πραγματική ισχύς και συνεπώς η κατανάλωση μιας συσκευής υπολογίζεται με τον επιμερισμό της δυναμικότητας της και των ωρών λειτουργίας της. Στους παρακάτω πίνακες διευκρινίζονται οι ώρες λειτουργίας κάθε μηχανήματος και γίνεται ο επιμερισμός για τους διάφορους χώρους της επιχείρησης. Ο επιμερισμός αυτός θα γίνει για το έτος 2017. Όπως και στο κεφάλαιο 3.1 θα γίνει επιμερισμός ανά χώρους και ανά μορφή εξοπλισμού.

#### 3.2.1 Επιμερισμός καταναλώσεων ανά χώρο

Στους πίνακες 3-10, 3-11 και 3-12 γίνεται ο επιμερισμός για τους τρεις χώρους.

*Πίνακας 3-10: Πραγματική ισχύ στην αποθήκη*

Αποθήκη						
Εξοπλισμός	Πλήθος	Δυναμικότητα (kW)	Ημ λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Σπαστήρας	1	1,5	24	8	192	288
Φώτα	8	0,036	160	8	1280	369
					<b>Σύνολο</b>	<b>657</b>

*Πίνακας 3-11: Πραγματική ισχύ στον εξωτερικό χώρο*

Εξωτερικός χώρος						
Εξοπλισμός	Πλήθος	Δυναμικότητα (kW)	Ημ λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Πιεστήριο	1	6	10	8	80	480
Φώτα	5	0,036	50	8	368	72
					<b>Σύνολο</b>	<b>552</b>



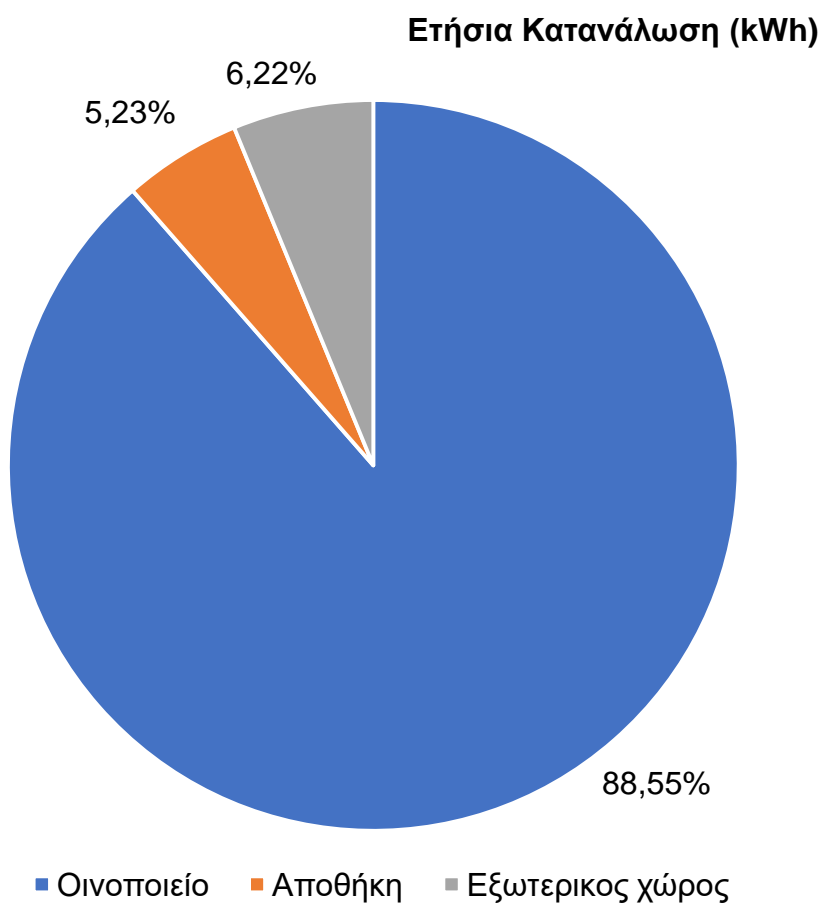
Πίνακας 3-12: Πραγματική ισχύ για το οινοποιείο

Οινοποιείο						
Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
φορητή αντλία	1	1,5	48	8	384	576
φίλτρο	1	0,37	286	1	286	106
φορητή αντλία	1	1,1	48	8	384	422
φορητή αντλία	1	0,61	48	8	384	234
φορητή αντλία	1	0,55	48	8	384	211
εμφιαλωτήριο	1	1,18	286	1	286	337
κομπρέσορας	1	2,2	286	1	286	629
αντλία μεταφοράς	1	5,5	48	8	384	2112
ψυκτικό οινοποιείου	1	58	74	1	74	4292
δεξαμενή inox 2.0tn με αναδευτήρα	1	0,37	10	1	10	4
θερμική πωμάτων	1	0,5	286	1	286	143
αναδευτήρας βάνας	1	0,37	24	8	192	71
Φωτισμός	6	0,04	111	8	896	213
					<b>Σύνολο</b>	<b>9351</b>

Στον πίνακα 3-13 φαίνονται συγκεντρωτικά τα σύνολα των καταναλώσεων και στο διάγραμμα 3-1 η αντίστοιχη πίτα κατανάλωσης.

**Πίνακας 3-13:** Συγκεντρωτικά οι καταναλώσεις ανά χώρο

Χώρος	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης
Οινοποιείο	9351	88,55%
Αποθήκη	552	5,23%
Εξωτερικός χώρος	657	6,22%



**Διάγραμμα 3-1:** Επιμερισμός ηλεκτρικών καταναλώσεων ανά χώρο

### 3.2.2 Επιμερισμός καταναλώσεων ανά είδος εξοπλισμού

Αφού χωρίσαμε την πραγματική ισχύ, με τον κατάλληλο επιμερισμό ανά χώρους, θα την χωρίσουμε και ανά μορφή εξοπλισμού με τις ίδιες επτά κατηγορίες όπως και στο κεφάλαιο 3.1.2. Οι πίνακες 3-13, 3-14, 3-15, 3-16, 3-17, 3-18, 3-19 παρουσιάζουν τον ακριβή επιμερισμό.

#### 1) Φωτισμός

*Πίνακας 3-13: Επιμερισμός φωτισμού*

Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χώρος λειτουργίας	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./ημ..	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Αναδιπλούμενος λαμπτήρας	6	Οικονομίας	Οινοποιείο	0,04	111	8	213
Ζευγάρι σωλήνων	8	Φθορίου	Αποθήκη	0,036	160	8	369
Ζευγάρι σωλήνων	5	Φθορίου	Στέγαστρο	0,036	50	8	72
						<b>Σύνολο</b>	<b>654</b>

#### 2) Εξοπλισμός αποθήκευσης

*Πίνακας 3-14: Επιμερισμός εξοπλισμού αποθήκευσης*

Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
δεξαμενή inox 2.0tn με αναδευτήρα	1	0,37	10	1	10	3,7

3) Ψυκτικό Σύστημα

Πίνακας 3-15: Επιμερισμός ψυκτικού

Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Ψυκτικό οινόποιείου	1	58	74	1	74	4292

4) Αντλίες μεταφοράς

Πίνακας 3-16: Επιμερισμός αντλιών μεταφοράς

Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
φορητή αντλία	1	Ceg M90L6	1,5	48	8	384	576
φορητή αντλία	1	Cima 90L/6	1,1	48	8	384	422
φορητή αντλία	1	Rover pump BE - M25	0,61	48	8	384	234
φορητή αντλία	1	Ceg M90L6	0,55	48	8	384	211
αντλία μεταφοράς	1	Enoventa Mohno T609	5,5	48	8	384	2112
						<b>Σύνολο</b>	<b>3556</b>

5) Εξοπλισμός παραγωγής

Πίνακας 3-17: Επιμερισμός εξοπλισμού παραγωγής

Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Σπαστήρας	1	Enoven eta N30	1,5	24	8	192	288
Πιεστήριο	1	Willmes WHA 4000	6	10	8	80	480
						<b>Σύνολο</b>	<b>768</b>

6) Εξοπλισμός εμφιάλωσης

Πίνακας 3-18: Επιμερισμός εξοπλισμού παραγωγής

Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ.	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Εμφιαλωτήριο	1	Clifom monoblocco	1,18	286	1	286	337
Θερμική πωμάτων	1	-	0,5	286	1	286	143
						<b>Σύνολο</b>	<b>480</b>

7) Λοιπά μηχανήματα

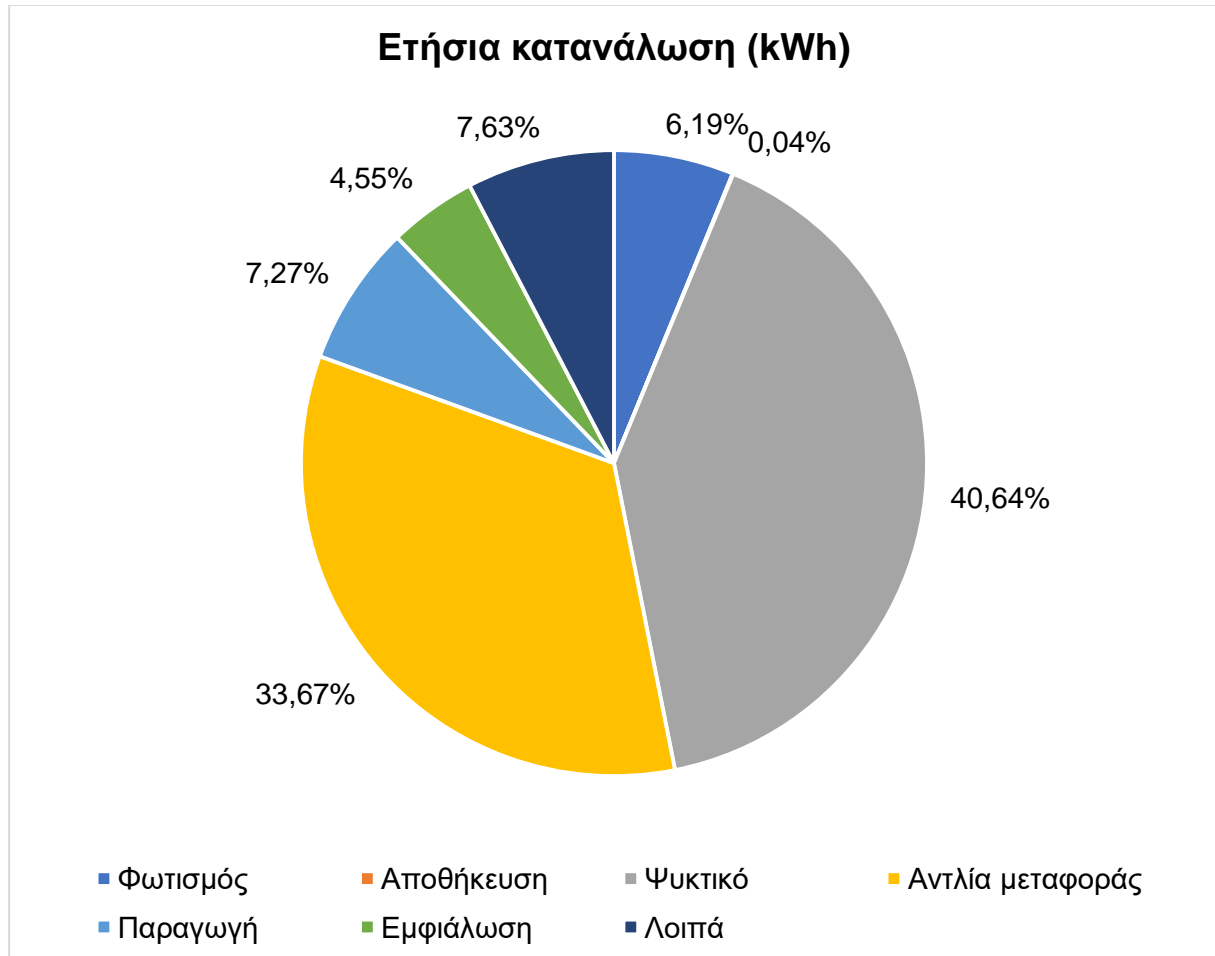
Πίνακας 3-19: Επιμερισμός υπόλοιπων μηχανημάτων

Εξοπλισμός	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Δυναμ/τητα (kW)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./Ημ	Ώρες λειτ./έτος	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Κομπρέσορας	1	AH-30100	2,2	286	1	286	629
Φίλτρο	1		0,37	286	1	286	106
Αναδευτήρας βάνας	1	TH HAULF	0,37	24	8	192	71
<b>Σύνολο</b>							<b>806</b>

Έχοντας κάνει τον επιμερισμό και ανά είδος εξοπλισμού, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα συγκεντρωτικά καθώς και μία πίτα κατανάλωσης για την καλύτερη κατανόηση της κατανομής ηλεκτρικής κατανάλωσης. Όλα αυτά στον πίνακα 3-20 και το διάγραμμα 3-2.

Πίνακας 3-20: Ετήσια κατανάλωση ανά μορφή εξοπλισμού για το 2017

Τύπος εξοπλισμού	Ετήσια κατανάλωση (kWh)	Ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης
Φωτισμός	654	6,19%
Αποθήκευση	3,7	0,04%
Ψυκτικό	4292	40,64%
Αντλία μεταφοράς	3556	33,67%
Παραγωγή	768	7,27%
Εμφιάλωση	480	4,55%
Λοιπά	806	7,63%
Σύνολο	10559,7	



**Διάγραμμα 3-2:** Πίτα κατανάλωσης ανά είδος εξοπλισμού

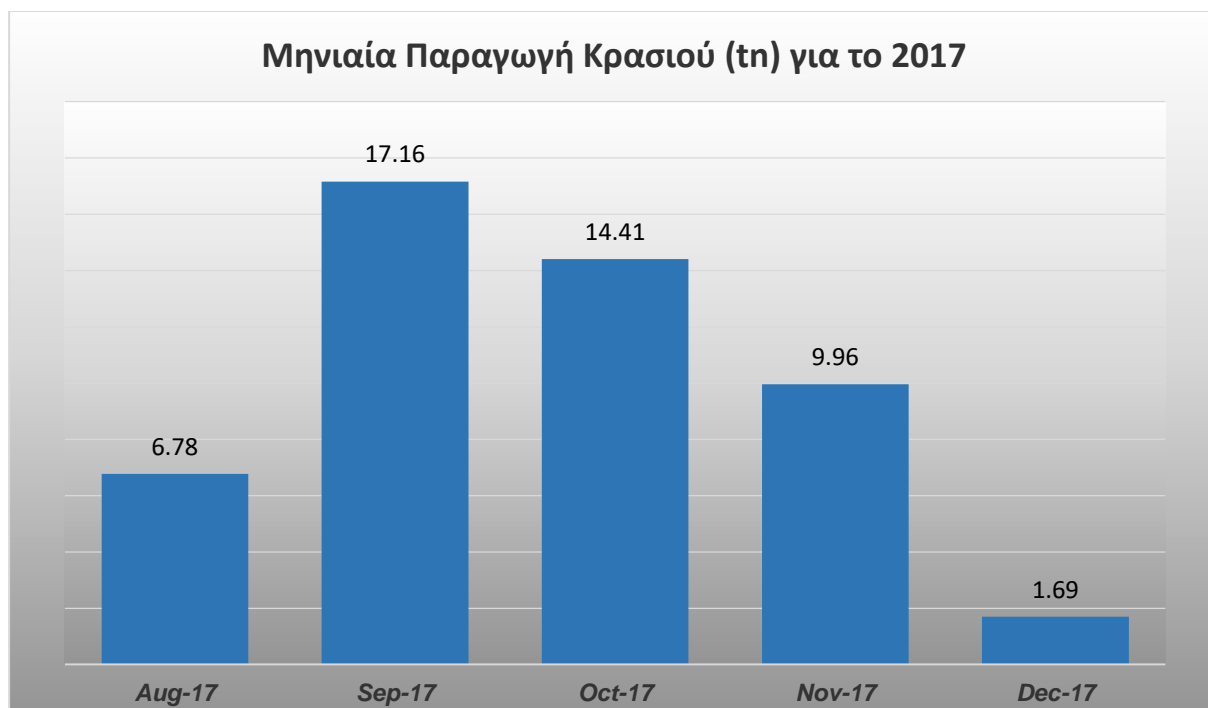
Τέλος, έχοντας ολοκλήρωση τον επιμερισμό για το 2017 και ξέροντας το ετήσιο παραγόμενο κρασί σε τόνους μπορούμε να υπολογίσουμε την ειδική κατανάλωση σε kWh / tn. Έτσι, έχουμε 50 τόνους ετησίως κρασιού και 10560 kWh. Η ειδική ετήσια κατανάλωση θα είναι **211,2 kWh / tn**.

**3.3 ΕΞΑΓΩΓΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ**

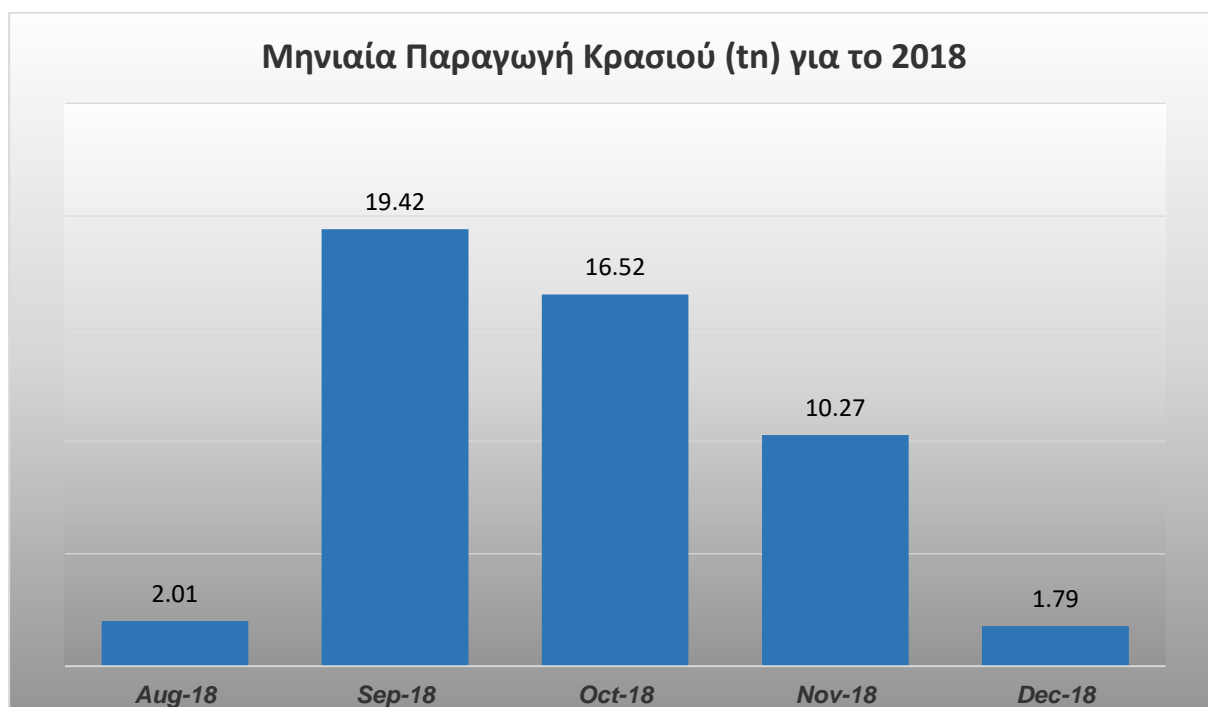
Αρχικά, για να προσδιορίσουμε την γραμμή βάσης ή την εξίσωση βάσης, θα πρέπει να αναγνωρίσουμε ποιες ανεξάρτητες μεταβλητές επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας στην επιχείρησή μας για το 2017 και το 2018 αντίστοιχα. Η μοναδική μεταβλητή που σχετίζεται με την κατανάλωση ενέργειας είναι το παραγόμενο προϊόν. Επίσης θα πρέπει να αποκλείσουμε από τους υπολογισμούς μας όσες καταναλώσεις δεν επηρεάζουν την παραγωγή κρασιού. Στην περίπτωση μας, αυτές οι καταναλώσεις θα είναι οι φωτισμοί στους διάφορους χώρους του οινοποιείου. Επομένως, ο ενεργειακός μας δείκτης για τον οποίο θα εξαγάγουμε την γραμμή βάσης θα είναι kWh / tn ή αλλιώς η ειδική κατανάλωση. Να σημειωθεί πως παρόλο που η ειδική κατανάλωση αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, παρακάτω θα αναλυθεί σε μηνιαία βάση.

Τα διαγράμματα που έπονται (Διάγραμμα 3-3 και Διάγραμμα 3-4) παρουσιάζουν την εκτίμηση της παραγωγής κρασιού ανά μήνα για το 2017 και 2018 αντίστοιχα, καθώς τα δεδομένα μας ήταν μόνο σε ετήσια βάση.



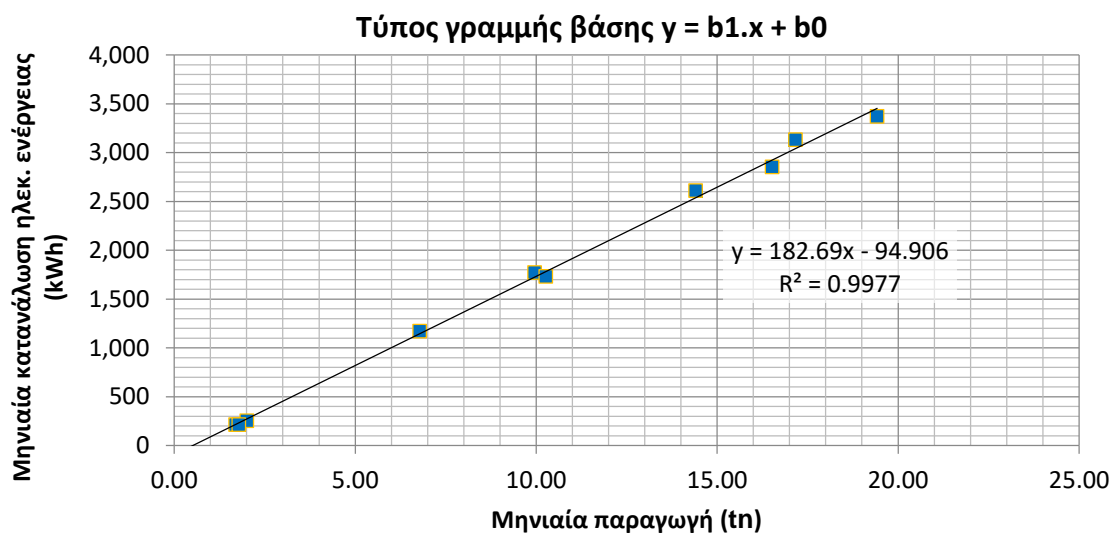


**Διάγραμμα 3-3:** Μηνιαία παραγωγή κρασιού 2017

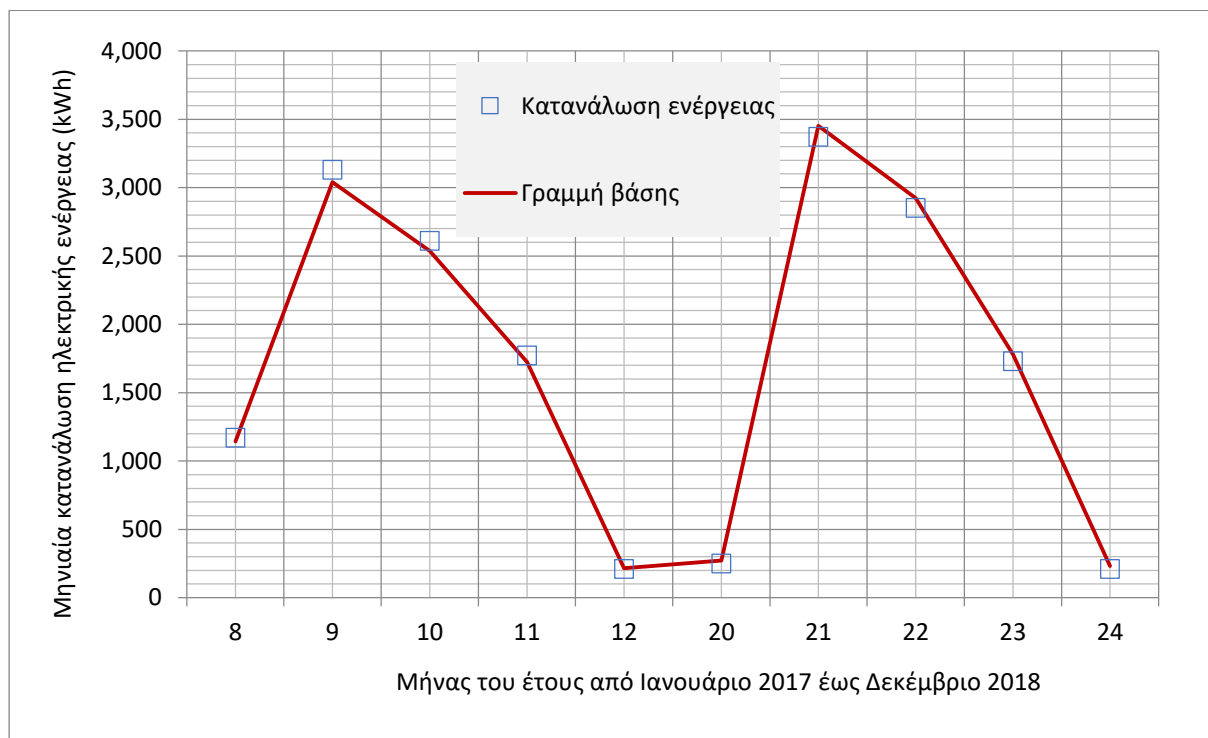


**Διάγραμμα 3-4:** Μηνιαία παραγωγή κρασιού 2018

Αφού έχουμε κάνει την εκτίμηση της μηνιαίας παραγωγής κρασιού, μπορούμε να προχωρήσουμε με την κατασκευή της εξίσωσης βάσης μέσω των εξισώσεων όπως έχουν υπολογιστεί από το φύλλο Excel <<Γραμμή βάσης>> στο αρχείο <<Προσθήκη Ι – Εργαλείο Ενεργειακών Ελέγχων>>. Σύμφωνα με αυτές καταλήξαμε στα ακόλουθα αποτελέσματα όπως φαίνονται στα Διαγράμματα 3-5 και 3-6.



**Διάγραμμα 3-5:** Γραμμή βάσης ως προς την μηνιαία κατανάλωση και την μηνιαία παραγωγή



**Διάγραμμα 3-6:** Σύγκριση της γραμμής βάσης με την κατανάλωση ενέργειας για τα 2 έτη δεδομένων

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ & ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

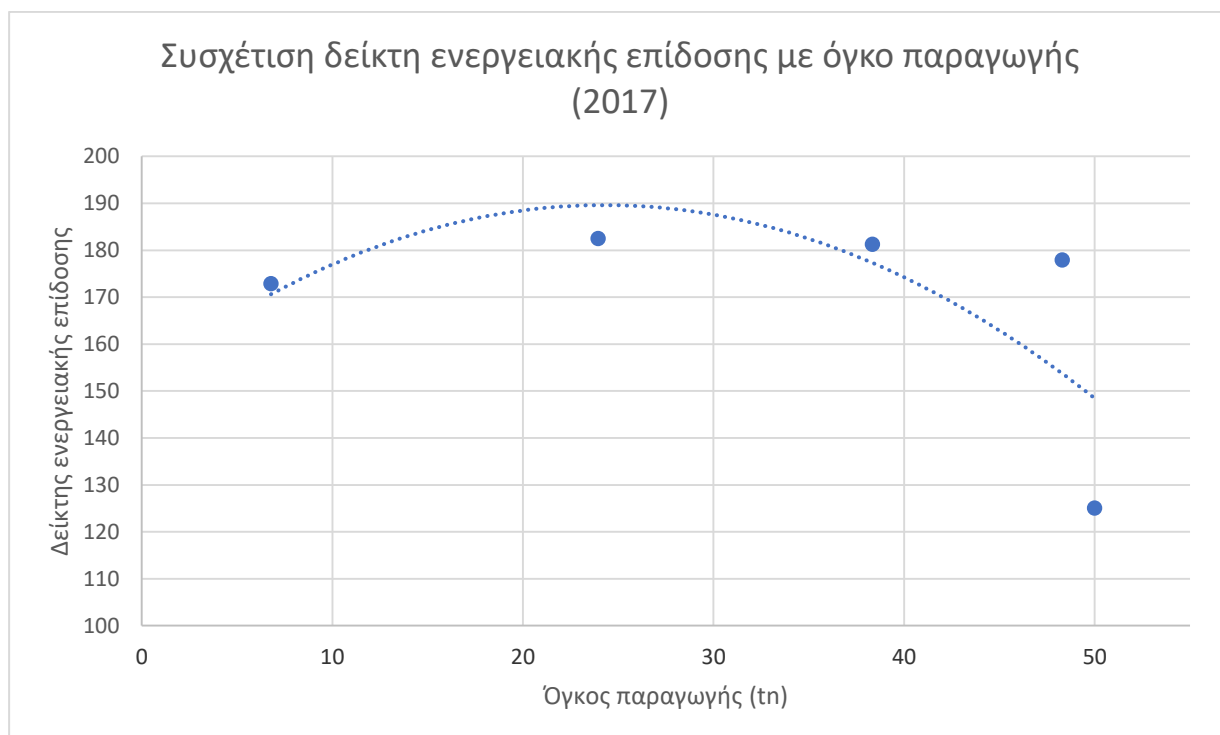
Έχοντας κατασκευάσει την γραμμή βάσης μπορούμε να υπολογίσουμε ανά μήνα την απόκλιση υπολοίπων (η διαφορά μέσω της πραγματικής και της αναμενόμενης κατανάλωσης), τον δείκτη ενεργειακής επίδοσης kWh / tn και τον συντελεστή ενεργειακού στόχου ο οποίος μας δείχνει αν υπάρχει κάποιά απώλεια ενέργειας ή σπατάλη. Όλα αυτά στον Πίνακα 3-21.

*Πίνακας 3-21: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υπολογισμών*

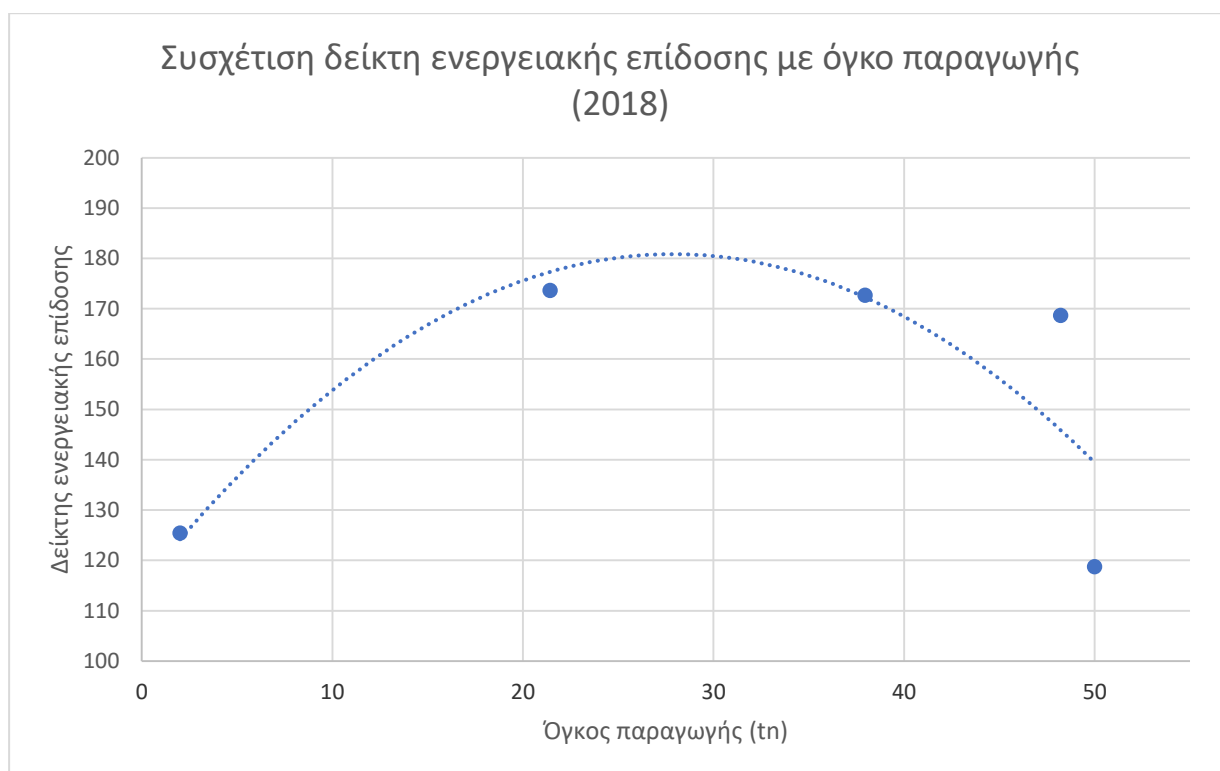
Μήνας/Ετος	Παραγόμενο Προϊόν (tn)	Ηλεκ. Ενέργεια (kWh)	Γραμμή βάσης	Απόκλιση Υπολοίπων (kWh)	Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης (kWh / tn)	Συντελεστής Ενεργειακού Στόχου
Αυγ-17	6,8	1172	1144	28	172,87	1,02
Σεπ-17	17,2	3132	3040	92	182,51	1,03
Οκτ-17	14,4	2612	2537	75	181,30	1,03
Νοε-17	10,00	1772	1724	48	177,95	1,03
Δεκ-17	1,7	212	215	-3	125,08	0,99
Αυγ-18	2,0	252	272	-20	125,44	0,93
Σεπ-18	19,4	3372	3453	-81	173,64	0,98
Οκτ-18	16,5	2852	2923	-71	172,66	0,98
Νοε-18	10,3	1732	1781	-49	168,68	0,97
Δεκ-18	1,8	212	231	-20	118,72	0,92

Αναλύοντας τον συντελεστή ενεργειακού στόχου που προέκυψε δεν υπάρχει καμία ένδειξη για απώλεια ή σπατάλη ενέργειας όσον αφορά την παραγωγική διαδικασία και τον εξοπλισμό της. Συνεπώς θα πρέπει να προτείνουμε εξοικονόμηση ενέργειας σε άλλους τομείς καθώς ο εξοπλισμός παραγωγής δεν χρήζει επέμβασης.

Τέλος, τα Διαγράμματα 3-7 και 3-8 παρουσιάζουν την διακύμανση ανά μήνα παραγωγής του δείκτη ενεργειακής επίδοσης (kWh / tn) για το 2017 και 2018 αντίστοιχα.



**Διάγραμμα 3-7:** Ο δείκτης ενεργειακής επίδοσης ανά παραγόμενο προϊόν για το 2017



**Διάγραμμα 3-8:** Ο δείκτης ενεργειακής επίδοσης ανά παραγόμενο προϊόν για το 2018

### 3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ PARETO

Η ανάλυση κατά Pareto είναι μία τεχνική στατιστικής ανάλυσης που βοηθάει στην σωστή λήψη αποφάσεων για την βελτίωση μιας κατάστασης. Με την ανάλυση Pareto δεν επικεντρωνόμαστε σε όλες τις αιτίες ενός προβλήματος, αλλά μόνο στις πιο σημαντικές.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε το διάγραμμα Pareto και τον κανόνα του 80/20 για να εντοπίσουμε το 20% των αιτιών που προκαλούν το 80% των προβλημάτων, δηλαδή την κατανάλωση ενέργειας.

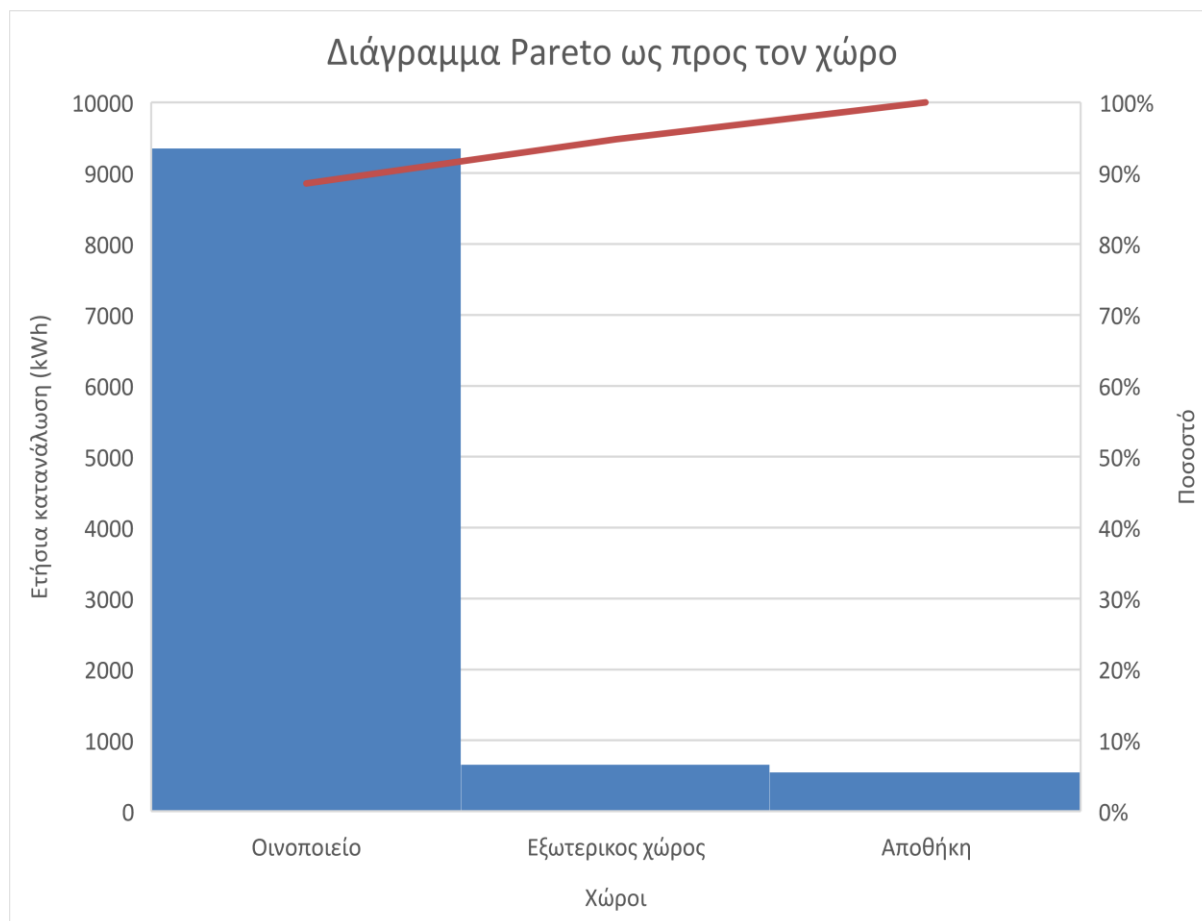
Στο Διάγραμμα 3-9 οι αιτίες παρουσιάζονται ως προς το είδος του χώρου που μελετάμε, ενώ στο Διάγραμμα 3-10 οι αιτίες παρουσιάζονται ως προς το είδος εξοπλισμού. Τα δεδομένα των διαγραμμάτων πάρθηκαν από τον πίνακα 3-22 και 3-23 αντίστοιχα.

Η ανάλυση του τελικού διαγράμματος βοηθάει στην επιλογή των κατάλληλων προβλημάτων προς επίλυση. Πιο συγκεκριμένα, στην επιλογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Οι παρακάτω υπολογισμοί θα γίνουν για το έτος 2017.

*Πίνακας 3-22: Ταξινόμηση κατανάλωσης ανά χώρο*

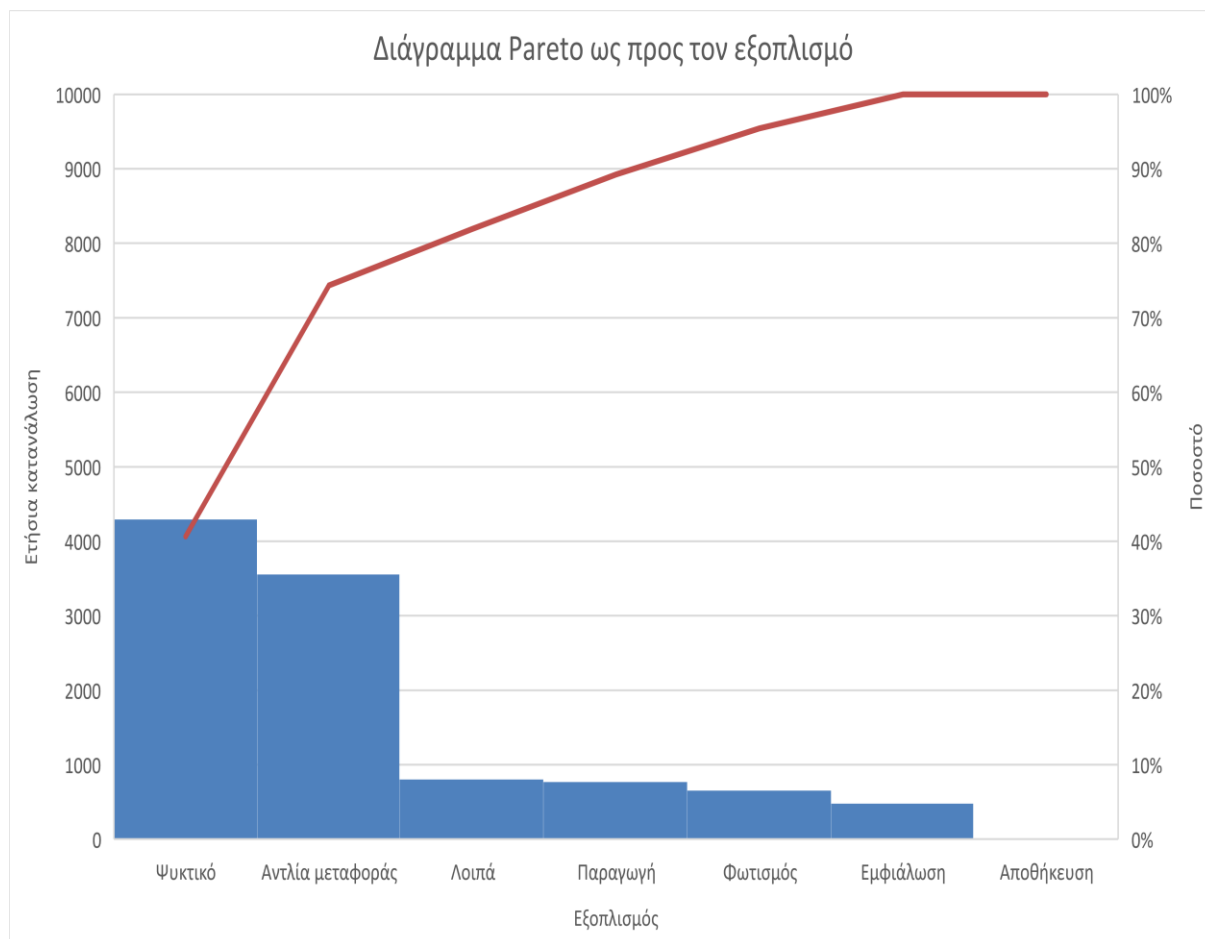
Χώρος	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ποσοστό επι της συνολικής κατανάλωσης	Αθροιστική κατανομή κατανάλωσης	Αθροιστική κατανομή ποσοστού κατανάλωσης
Οινοποιείο	9351	88,55%	9351	88,55%
Αποθήκη	552	5,23%	9903	93,78%
Εξωτερικός χώρος	657	6,22%	10560	100%



**Διάγραμμα 3-9:** Pareto ως προς τον χώρο

**Πίνακας 3-23:** Ταξινόμηση κατανάλωσης ανά μορφή εξοπλισμού

Μορφή εξοπλισμού	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ποσοστό επί της ετήσιας κατανάλωσης	Αθροιστική κατανομή κατανάλωσης	Αθροιστική κατανομή ποσοστού κατανάλωσης
Ψυκτικό	4292	40,65%	4292	40,65%
Αντλία μεταφοράς	3556	33,68%	7848	74,32%
Λοιπά	806	7,63%	8654	81,95%
Παραγωγή	768	7,27%	9422	89,23%
Φωτισμός	654	6,19%	10076	95,42%
Εμφιάλωση	480	4,55%	10556	99,96%
Αποθήκευση	3,7	0,04%	10559,7	100,00%



**Διάγραμμα 3-10: Pareto ως προς τον εξοπλισμό**

Με βάσει τα παραπάνω διαγράμματα και σύμφωνα με τον νόμο Pareto οι λύσεις που θα πρέπει να προτείνουμε θα πρέπει να σχετίζονται με το ψυκτικό τις αντλίες μεταφοράς και τα λοιπά μηχανήματα όπως ο κομπρέσορας. Αυτό δεν αποτελεί όμως υποχρέωση καθώς παίζουν ρόλο και άλλοι παράγοντες για τις σωστές λύσεις οι οποίες θα παρουσιαστούν στο κεφάλαιο 4.





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Βάσει της συνολικής εικόνας της επιχείρησης, προτείνονται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας τα οποία συνοψίζονται στα εξής: α) αντικατάσταση υφιστάμενων λαμπτήρων με αντίστοιχους LED, β) εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, γ) εγκατάσταση πυκνωτών για διόρθωση του συντελεστή ισχύος. Οι λύσεις αυτές δεν συνάδουν με την ανάλυση Pareto απόλυτα, όμως τα μηχανήματα όπως το ψυκτικό και οι αντλίες μεταφοράς είναι σχετικά καινούργιες και η αντικατάστασή τους δεν επιφέρει σημαντική μείωση στην κατανάλωση ρεύματος.

### **4.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΦΘΟΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΜΕ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ LED**

Το οινοποιείο στους διάφορους χώρους του χρησιμοποιεί λαμπτήρες φθορίου σωλήνες σε ζευγάρια και λαμπτήρες οικονομίας αναδιπλούμενες σε σχήμα U.

Η λειτουργία των λαμπτήρων φθορισμού στηρίζεται στην εκφόρτιση αερίου Hg σε χαμηλή πίεση. Μέσα σε σωλήνα εκφορτίσεως περιέχεται ποσότητα ευγενούς αερίου, συνήθως αργού, και μικρές σταγόνες καθαρού υδραργύρου. Στα άκρα του σωλήνα υπάρχουν ηλεκτρόδια επικαλυμμένα με κατάλληλο υλικό ώστε να έχουν την δυνατότητα να εκπέμπουν ηλεκτρόνια λόγω θέρμανσης. Με την εφαρμογή υψηλής τάσης τα θερμικά παραγόμενα ελεύθερα ηλεκτρόνια επιταχυνόμενα συγκρούονται με τα άτομα του αργού τα οποία διεγείρουν και ιονίζουν. Από την παραγόμενη θερμότητα εξατμίζονται τα άτομα υδραργύρου με τα οποία συγκρούονται τα ηλεκτρόνια και έτσι μεγάλος αριθμός ατόμων Hg διεγείρονται ενώ κάποια ιονίζονται. Τα διεγειρόμενα άτομα Hg είναι αυτά που παράγουν φωτόνια στην υπεριώδη όμως περιοχή του φάσματος τα οποία προσπίπτοντας στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα, η οποία είναι επιστρωμένη με φθορίζουσα ουσία, μετατρέπονται σε ορατά φωτόνια.

Τα μειονεκτήματα λαμπτήρων οικονομίας υπάρχουν, καθώς και ορισμένοι περιορισμοί στην χρήση τους, όπως κόπωση, διότι οι λαμπτήρες αυτοί είναι ευαίσθητοι στο συχνό άνοιγμα / κλείσιμό τους. Η διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 10.000 ώρες, η οποία μειώνεται δραστικά αν ανοίγουν και κλείνουν συχνά, σε αντίθεση με τους λαμπτήρες LED που έχουν 50.000 ώρες ζωής και δεν επηρεάζονται από συχνό άνοιγμα και κλείσιμο.

Η αντικατάσταση των λαμπτήρων αυτών με λαμπτήρες LED έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η διάρκεια ζωής τους που είναι έως και δέκα φορές μεγαλύτερη από τους λαμπτήρες οικονομίας και εξαιρετικά μεγαλύτερη από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Η ανθεκτικότητά τους είναι αρκετά μεγάλη διότι δεν έχουν λεπτό γυάλινο περίβλημα και αποτελούνται κυρίως από πολυκαρβονικό υλικό. Είναι ανθεκτικοί στην θραύση, ενώ δεν εκπέμπουν θερμότητα κατά την διάρκεια λειτουργίας τους. Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι το κόστος κτήσης ανά μονάδα μέτρησης φωτεινότητας.

Η χρήση των λαμπτήρων LED οδηγεί σε μείωση του ηλεκτρικού φορτίου λόγω φωτισμού, σε ποσοστό 50-75% σε σχέση με τους λαμπτήρες φθορισμού και οικονομίας.

Στον πίνακα 4-1. παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των τωρινών λαμπτήρων σε όλους τους χώρους του οινοποιείου.

**Πίνακας 4-1: Χαρακτηριστικά τωρινών λαμπτήρων**

	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χώρος λειτουργίας	Δυναμ/τητα (W)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./ημ.	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Αναδιπλούμενος λαμπτήρας	6	Οικονομίας	Οινοποιείο	40	111	8	213
Ζευγάρι σωλήνων	8	Φθορίου	Αποθήκη	36	160	8	369
Ζευγάρι σωλήνων	5	Φθορίου	Στέγαστρο	36	50	8	72

Προσθέτοντας τις ετήσιες καταναλώσεις όλων των λαμπτήρων έχουμε μια συνολική κατανάλωση για φωτισμό στο οινοποιείο στις **654 kWh**. Για να καθορίσουμε με τι λαμπτήρες Led θα αντικατασταθούν θα πρέπει να δούμε τι φωτεινή ροή (Lumens) έχει κάθε λαμπτήρας και να βρούμε αντίστοιχης φωτεινότητας Led. Μιας και δεν γνωρίζουμε ακριβώς τα Lumens της κάθε λάμπας του οινοποιείου θα πάρουμε τις μέσες τιμές της αγοράς για τους δύο διαφορετικούς τύπους που έχουμε. Για τους λαμπτήρες οικονομίας θα πάρουμε την τιμή 55 Lumens/Watt ενώ για τους λαμπτήρες φθορίου την τιμή 60 Lumens/Watt. Έτσι για να υπολογίσουμε την φωτεινότητα θα χρησιμοποιήσουμε τον επόμενο τύπο:

$$\text{Φωτεινότητα (Lumens)} = \text{Φωτεινή Ροή} \left( \frac{\text{Lumens}}{\text{Watt}} \right) * \text{Δυναμικότητα (Watt)}$$

Ο πίνακας 4-2 παρουσιάζει αναλυτικά όλα τα παραπάνω:

**Πίνακας 4-2: Χαρακτηριστικά Φωτεινότητας τωρινών λαμπτήρων**

	Τύπος	Δυναμ/τητα (W)	Φωτεινή ροή (Lumens/Watt)	Συνολική Φωτεινότητα (Lumens)
Αναδιπλούμενος λαμπτήρας	Οικονομίας	40	55	2200
Ζευγάρι σωλήνων	Φθορίου	36	60	2160
Ζευγάρι σωλήνων	Φθορίου	36	60	2160

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι καινούργιοι λαμπτήρες Led θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον φωτεινότητα 2200 Lumens για το οينوποιείο και από 2160 Lumens για το στέγαστρο και την αποθήκη αντίστοιχα. Λόγω πολύ καλύτερης απόδοσης των λαμπτήρων LED η φωτεινή τους ροή είναι πολύ μεγαλύτερη. Επιλέξαμε στρογγυλές λάμπες LED για το οينوποιείο με φωτεινή ροή 110 Lumens/Watt ενώ για τα ζευγάρια σωλήνων με 122 Lumens/Watt. Με βάση την φωτεινότητα που πρέπει να πετύχουμε και την φωτεινή ροή των νέων λαμπτήρων επιλέγουμε τα κατάλληλα Watt. Όλα αυτά στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 4-3: Χαρακτηριστικά νέων λαμπτήρων LED**

	Τύπος	Δυναμ/τητα (W)	Φωτεινή ροή (Lumens/Watt)	Συνολική Φωτεινότητα (Lumens)
Στρογγυλές	LED	20	110	2200
Ζευγάρι σωλήνων	LED	18	122	2200
Ζευγάρι σωλήνων	LED	18	122	2200

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Έχοντας υπολογίσει τα κατάλληλα Watt των λαμπτήρων LED θα βρούμε την ετήσια κατανάλωση τους και θα την συγκρίνουμε με την τωρινή ώστε να δούμε πόσο εξοικονόμηση έχουμε.

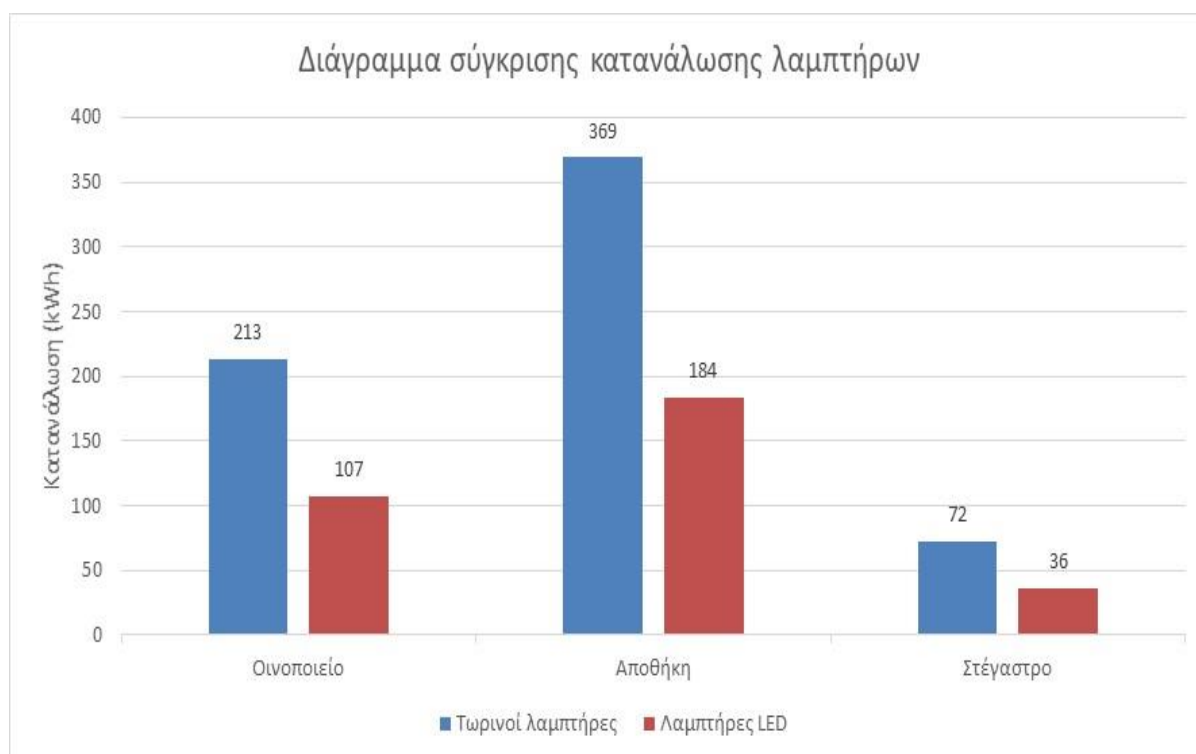
*Πίνακας 4-4: Ετήσια κατανάλωση για τους καινούργιους λαμπτήρες*

	Πλήθος ομοίων	Τύπος	Χώρος λειτουργίας	Δυναμ/τητα (W)	Ημ. λειτ./έτος	Ώρες λειτ./ημ.	Συνολική καταν./έτος (kWh)
Στρογγυλές	6	LED	Οινοποιείο	20	111	8	107
Ζευγάρι σωλήνων	8	LED	Αποθήκη	18	160	8	184
Ζευγάρι σωλήνων	5	LED	Στέγαστρο	18	50	8	36

Προσθέτοντας πάλι τις συνολικές καταναλώσεις για όλους του τύπους λαμπτήρων καταλήγουμε σε μια ετήσια κατανάλωση **327 kWh**. Συγκρίνοντας την κατανάλωση μετά την επέμβαση στον φωτισμό με πριν συμπεραίνουμε πως θα έχουμε την μισή κατανάλωση σε ηλεκτρικό φορτίο. Δηλαδή σε μια εξοικονόμηση τις τάξης του **50%**.

*Πίνακας 4-5: Σύγκριση τωρινών με τους προτεινόμενους λαμπτήρες*

Τύπος		Δυναμ/τητα (W)		Συνολική καταν./έτος (kWh)	
Πριν	Μετά	Πριν	Μετά	Πριν	Μετά
Οικονομίας	LED	40	20	213	107
Φθορίου	LED	36	18	369	184
Φθορίου	LED	36	18	72	36
		<b>Σύνολο</b>		<b>654</b>	<b>327</b>



**Διάγραμμα 4-1: Σύγκριση κατανάλωσης λαμπτήρων**

Τέλος, οι καινούργιοι λαμπτήρες LED που έχουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά κοστίζουν περίπου 3,5 € για τους στρογγυλούς και περίπου 5,5 € οι λαμπτήρες σε σχήμα σωλήνα. Στον πίνακα 4.6 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η τεχνοοικονομική ανάλυση της επένδυσης.

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	100 €
<b>Ετήσια εξοικονόμηση (kWh)</b>	327 kWh
<b>Ετήσια εξοικονόμηση Ηλεκτρ. Ενέργειας σε σχέση με τη παρέμβαση (%)</b>	50%
<b>Ετήσια εξοικονόμηση Ηλεκτρ. Ενέργειας επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (%)</b>	3.2%
<b>Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> (tn) (tCO<sub>2</sub> / MWh<sub>e</sub>=0.807)</b>	0.3 tn

Πίνακας 4-6: Τεχνοοικονομική ανάλυση παρέμβασης αντικατάστασης λαμπτήρων

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Οινοποιείο Ορφέαυ															
ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ	Επεμβάσεις ΕΞΕ															
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	1. Αντικατάσταση Λαμπτήρων															
Περιγραφή	Ποσότητα	Μονάδα	Τιμή	Μονάδα	Κόστος/κέρδος											
Ετήσια κατανάλωση Η.Ε.	10.400	kW/he	0.15	E/kWh	1.560											
ΕΞE ηλεκτρικής ενέργειας	3.2%			%	3.2%											
Αποφυγόν κόστος ΗΕ	332.80	kW/he	0.15	E/kWh	50											
Ετήσιο κόστος καυσίμου		kW/ht		E/kWh	0											
ΕΞΕ Φ.Α.				%	0%											
Αποφυγόν κόστος καυσίμου	0	kW/ht		E/kWh	0											
Συνολική ΕΞΕ				E	50											
Κόστος επένδυσης	1		100	E												
Επιπλέον κόστος Λ&Σ	0		0	E												
Επιπλέον έσοδο CDM		tCO2	7	E/ton	0											
Συνολικό επιπλέον έσοδο		% ανά έτος		%	0											
Ετήσια αύξηση ηλεκτρικής kWh	1.50%															
Διάρκεια ζωής έργου	15	έτη														
Ποσοστό φόρου	0%	%														
Προεξοφλητικό Επιτόκιο	6.0%	%														
<b>Ετήσιος υπολογισμός ταμειακών ροών έκπτωσης (Discounted Cash Flow)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Έτος Λειτουργίας Επένδυσης																
Συνολική Έξοικονόμηση Ενέργειας	50	51	51	51	52	53	54	55	55	56	57	58	59	60	61	61
Επιπλέον Έσοδα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κόστη Λ&Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ακαθάριστα Έσοδα	50	51	51	51	52	53	54	55	55	56	57	58	59	60	61	61
Φόρος	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Καθαρά κέρδος πριν την απόσβεση	50	51	51	51	52	53	54	55	55	56	57	58	59	60	61	61
Καθαρή ροή χρημάτων	-100	50	51	51	52	53	54	55	55	56	57	58	59	60	61	61
Ταμειακή ροή έκπτωσης	531	47	45	43	41	40	38	36	35	33	32	31	29	28	27	26
<b>Αποτελέσματα</b>																
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	431	€														
Χρόνος Απόσβεσης επένδυσης	2.0	έτη														
Αναλογία Κόστους-Παροχών (BCR)	5.3	€														
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	51.29%	%														



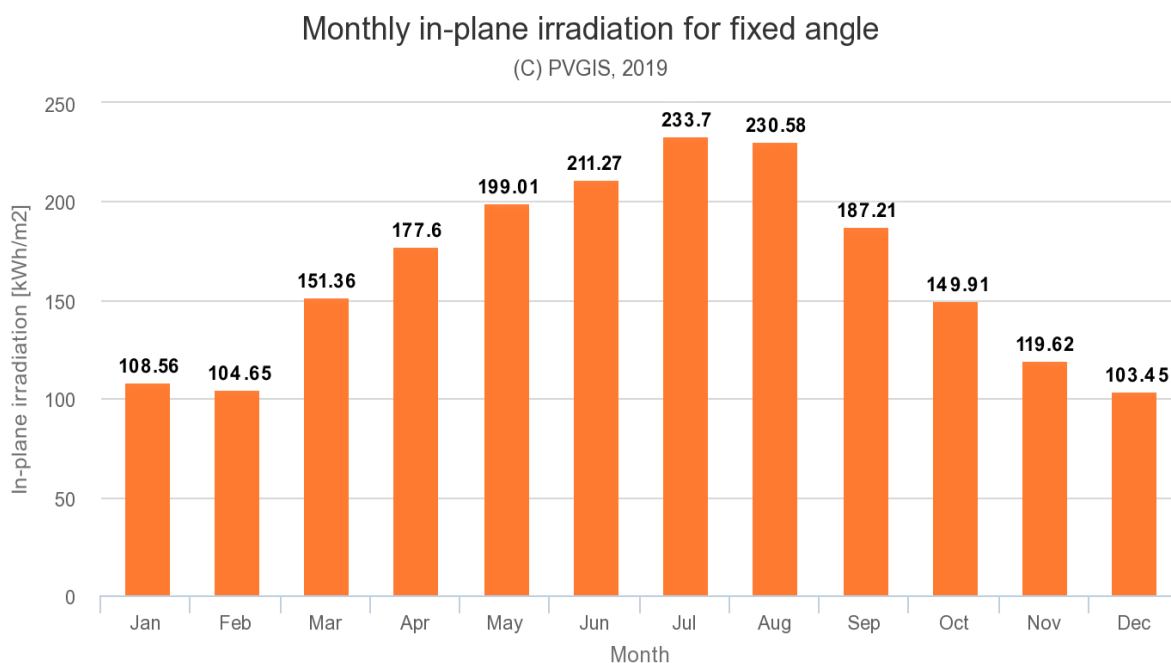
### 4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί έντονο ενδιαφέρον για εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων ενσωματωμένων σε κτίρια. Στις εφαρμογές αυτές τα φωτοβολταϊκά συστήματα εγκαθίσταται σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ συγχρόνως τα φωτοβολταϊκά πλαίσια χρησιμοποιούνται και σαν δομικά στοιχεία για την κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου όπως στέγαστρα βεραντών, σκίαστρα, πέργκολες, οροφές θέσεων στάθμευσης, αποθηκών και γενικά βοηθητικών χώρων. Επιπλέον τα φωτοβολταϊκά έχουν μηδενική ρύπανση αθόρυβη λειτουργία αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια) απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες ελάχιστη συντήρηση. Λόγω δε της κατανεμημένης παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα σημεία ζήτησης μειώνονται οι απώλειες στο σύστημα μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων αποτελεί το μεγαλύτερο μειονέκτημα για την ευρεία εξάπλωση της εν λόγω τεχνολογίας. Στην περίπτωση μας, που το κτίριο είναι διασυνδεδεμένο στο δίκτυο, η ενέργεια που παράγεται εντάσσεται στο καθεστώς net metering μέσω του οποίου επιτυγχάνεται συμψηφισμός της ηλεκτρικής ενέργειας. Δηλαδή, άμα η κατανάλωση είναι λιγότερη από αυτή που παρήγαγαν τα φωτοβολταϊκά την περισσευούμενη την γυρίζεις πίσω στο δίκτυο ενώ σε αντίθετη περίπτωση πληρώνεις μόνο την επιπλέον ενέργεια που καταναλώθηκε.

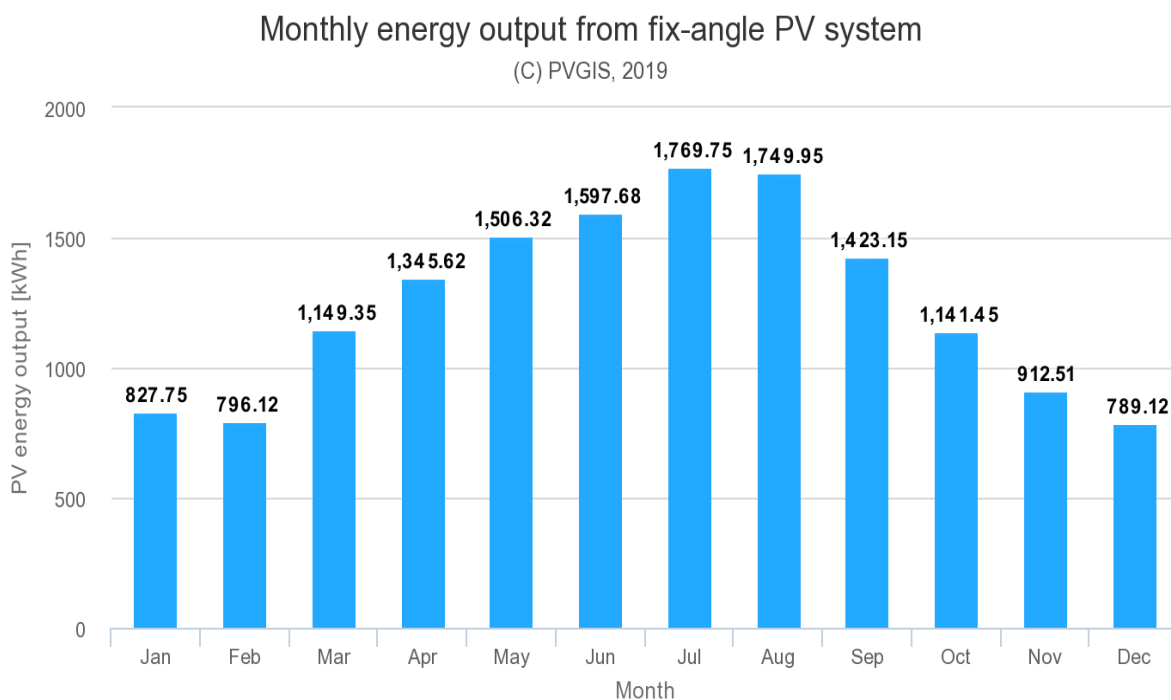
Η επιλογή των σωστών φωτοβολταϊκών ως προς την ενέργεια που θα παράγουν γίνεται μέσω της μελέτης του δυναμικού της περιοχής όπου θα εγκατασταθούν και την ετήσια κατανάλωση την επιχείρησης ή της κατοικίας ώστε να καλύπτει πλήρως τις ανάγκες τους. Η ετήσια κατανάλωση για το οιοποποιείο ήταν στις **10400 kWh για το 2018** και στις **10560 kWh για το 2017** όπως έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Συνεπώς το σύστημα που θα προτείνουμε θα πρέπει να καλύπτει αυτές τις ανάγκες.

Στην περίπτωσή μας θα αναλυθεί η παραγωγικότητα ενός συστήματος φωτοβολταϊκών ονομαστικής ισχύς τις τάξης των **10 kWp** για την αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για να γίνει ο υπολογισμός αυτός λάβαμε υπόψιν τις καιρικές συνθήκες και την διαθέσιμη ακτινοβολία στο σημείο εγκατάστασης μέσω της πηγής PVGIS.

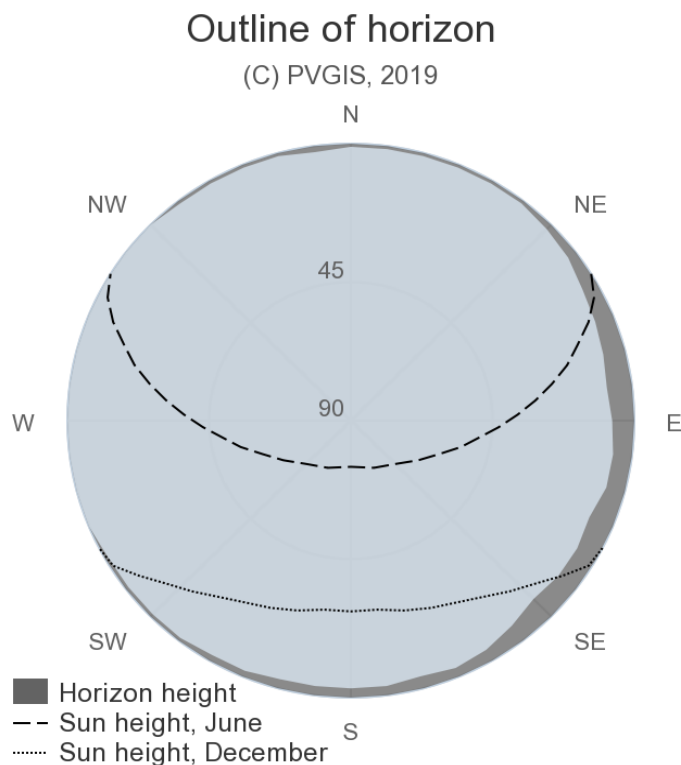
Τα δεδομένα διαθέσιμης ηλεκτρικής ενέργειας και παραγόμενης ενέργειας παρουσιάζονται στα σχήματα 4-1, 4-2, 4-3..



**Σχήμα 4-1:** Προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια ανά μήνα (Πηγή PVGIS)



**Σχήμα 4-2:** Εκτίμηση παραγωγής ανά μήνα (Πηγή PVGIS)



**Σχήμα 4-3:** Ορίζοντας (Πηγή PVGIS)

Με βάση τα παραπάνω η παραγωγή του φωτοβολταϊκού μας συστήματος ανέρχεται στις **14816 kWh** ετησίως με μια μεταβλητότητα στις 378 kWh. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τα παραπάνω αποτελέσματα.

**Πίνακας 4-7:** Δεδομένα υπολογισμού φ/β συστήματος

Εγκατεστημένη Ισχύ Φ/Β (kWp)	10
Απώλεια συστήματος (%)	15
Γωνία πρόσπτωσης (deg)	32
Γωνία αζιμούθιου (deg)	0
Ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh)	14816
Ετήσια παραγωγή προσπίπτουσας ακτινοβολίας (kWh/m <sup>2</sup> )	1977
Ετήσια μεταβλητότητα (kWh)	378

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με την τωρινή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από την επιχείρηση μας καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως το φωτοβολταϊκό μας σύστημα καλύπτει πλήρως τις ανάγκες της.

Τέλος, η οικονομική επένδυση που θα χρειαστεί για να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση του παραπάνω συστήματος υπολογίζεται περίπου στα 8,000 €. Στον πίνακα 4.8 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η τεχνοοικονομική ανάλυση της επένδυσης.

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	8,000 €
<b>Ετήσια εξοικονόμηση (kWh)</b>	10,400 kWh
<b>Ετήσια εξοικονόμηση Ηλεκτρ. Ενέργειας επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (%)</b>	100%
<b>Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> (tn) (tCO<sub>2</sub> / MWh<sub>e</sub>=0.807)</b>	8.32 tn

Πίνακας 4-8: Τεχνοοικονομική ανάλυση παρέμβασης φωτοβολταϊκών πλαισίων

ΕΤΑΙΡΕΙΑ		Οινοποιείο Ορφαναού																			
ΤΥΠΟΣ ΕΡΓΟΥ		Επενδύσεις ΕΞΕ																			
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ		2. Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Πλαισίων																			
Περιγραφή	Ποσότητα	Μονάδα	Τιμή	Μονάδα	Κόστος/κέρδος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Ετήσια κατανάλωση Η.Ε.	10.400	kWh	0.15	E/kWh	1.560	1.560	1.583	1.607	1.631	1.656	1.681	1.706	1.731	1.757	1.784	1.810	1.838	1.865	1.893	1.922	
ΕΞΕ ηλεκτρικής ενέργειας	100.0%	%		%	100.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Αποφύγον κόστος HE	10,400.00	kWh	0.15	E/kWh	1,560	120	122	124	125	127	129	131	133	135	137	139	141	143	146	148	
Ετήσιο κόστος καυσίμου		kWh		E/kWh	0	1,440	1,462	1,484	1,506	1,528	1,551	1,575	1,598	1,622	1,646	1,671	1,696	1,722	1,748	1,774	
ΕΞΕ Φ.Α.		%		%	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Αποφύγον κόστος καυσίμου	0	kWh		E/kWh	0	1,440	1,462	1,484	1,506	1,528	1,551	1,575	1,598	1,622	1,646	1,671	1,696	1,722	1,748	1,774	
Συνολική ΕΞΕ		E	8,000	E	1,560																
Κόστος επένδυσης	1	E	10	E	120																
Επιπλέον κόστος Λ&Σ	12	E	7	E/ton	0																
Επιπλέον έσοδο CDM		IC02		%	0																
Συνολικό επιπλέον έσοδο		%		%	0																
Ετήσια αύξηση ηλεκτρικής kWh	1.50%	% ανά έτος		%	0																
Διάρκεια ζωής έργου	15	έτη																			
Ποσοστό φόρου	0%	%																			
Προεξοφλητικό Επιτόκιο	6.0%	%																			
<b>Ετήσιος υπολογισμός ταμειακών ροών έκπτωσης (Discounted Cash Flow)</b>																					
Έτος λειτουργίας Επένδυσης	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
Συνολική Εξοικονόμηση Ενέργειας	1,560	1,583	1,607	1,631	1,656	1,681	1,706	1,731	1,757	1,784	1,810	1,838	1,865	1,893	1,922						
Επιπλέον Έσοδα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κόστη Λ&Σ	120	122	124	125	127	129	131	133	135	137	139	141	143	146	148						
Ακαθάριστα Έσοδα	1,440	1,462	1,484	1,506	1,528	1,551	1,575	1,598	1,622	1,646	1,671	1,696	1,722	1,748	1,774						
Φόρος	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Καθαρό κέρδος πριν την απόσβεση	1,440	1,462	1,484	1,506	1,528	1,551	1,575	1,598	1,622	1,646	1,671	1,696	1,722	1,748	1,774						
Καθαρή ροή χρημάτων	-8,000	1,440	1,462	1,484	1,506	1,528	1,551	1,575	1,598	1,622	1,646	1,671	1,696	1,722	1,748	1,774					
Ταμειακή ροή έκπτωσης	15,306	1,358	1,301	1,246	1,193	1,142	1,094	1,047	1,003	960	919	880	843	807	773	740					
<b>Αποτελέσματα</b>																					
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	7,306	€																			
Χρόνος Απόσβεσης επένδυσης	5.6	έτη																			
Αναλογία Κόστους-Παροχών (BCR)	1.9	€																			
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	17.50%	%																			

### 4.3 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ

#### 4.3.1 Ενεργή και άεργη ισχύς

Η Πραγματική ή Ενεργός ισχύς  $P$  [W], είναι εκείνη που καταναλώνεται για τη λειτουργία των διαφόρων φορτίων, όπως, οι λαμπτήρες, οι κινητήρες, οι ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές κ.λπ. Με άλλα λόγια, η πραγματική ενέργεια είναι αυτή που μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια, σε μηχανική ενέργεια, σε θερμότητα κ.λπ..

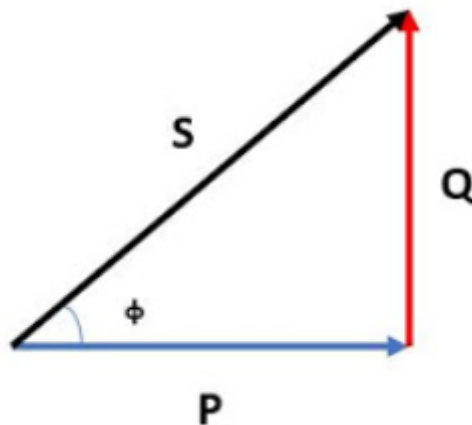
Η Άεργη ισχύς  $Q$  [Vary] είναι εκείνη που εμφανίζεται όταν η τάση και το ρεύμα της εγκατάστασης δεν βρίσκονται σε φάση δηλαδή όταν στην ηλεκτρική εγκατάσταση εμφανίζεται επαγωγική ή χωρητική συμπεριφορά . Το πρόβλημα με την άεργη ισχύ έγκειται στο γεγονός του περιορισμού της με άμεσο αποτέλεσμα την αύξηση της διαβάθμισης εξοπλισμού της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Η Φαινόμενη ισχύς  $S$  [VA], παράγεται από στους σταθμούς παραγωγής των παροχών της ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ).

Ωστόσο η άεργος ισχύς δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στα σύγχρονα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας και στις αντίστοιχες εταιρίες .Δεν καταναλώνεται όποτε δεν χάνεται αλλά καθώς μεταφέρεται συνεχώς από και προς τα στοιχεία ενός συστήματος απαιτείται ρεύμα . Συνεπώς ωμικές απώλειες προκαλούνται στις ωμικές που χρειάζονται άεργη ισχύ δημιουργούνται αυξημένα ρεύματα άρα και αυξημένες απώλειες στα δίκτυα που τα τροφοδοτούν .

Η συνολική ισχύ η άεργος ισχύ και η ενεργός ισχύ υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπους:

$$\begin{aligned} \text{Ενεργό ισχύ: } P &= S * \cos\phi \quad [kW] \\ \text{Άεργος ισχύς :} Q &= S * \sin\phi \quad [kVAR] \\ \text{Συνολική ισχύς: } S &= \sqrt{P^2 + Q^2} \quad [kW] \end{aligned}$$



Σχήμα 4-4: Τρίγωνο συντελεστή ισχύος

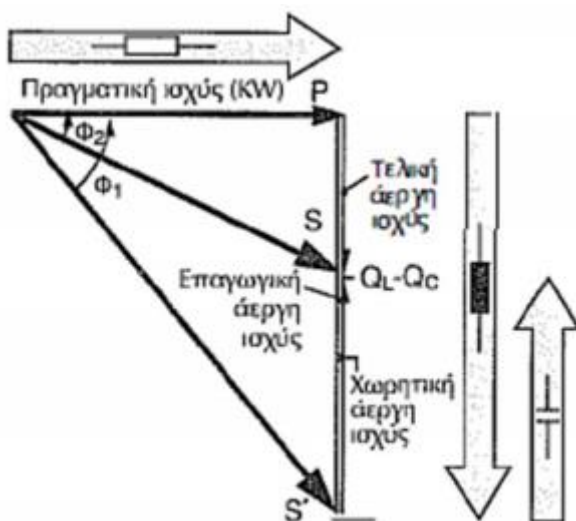


**4.3.2 Συντελεστής ισχύος**

Ο συντελεστής ισχύος ή  $\cos\phi$  είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέγεθος από οικονομικής σκοπιάς και αφορά τόσο τον καταναλωτή όσο και την εταιρία παράγωγης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ). Ο συντελεστής ισχύος είναι ένα μετρό της άεργης ισχύος που ανταλλάσσεται μεταξύ καταναλωτή και δικτύου ηλεκτρική ενέργεια. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής ισχύος τόσο μικρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος. Ο υψηλότερος συντελεστής ισχύος αντίστοιχη στο ότι η πηγή προσφέρει την ίδια ενέργεια ισχύς στο φορτίο με μικρότερη ένταση ρεύματος γραμμή, άρα με μικρότερες απώλειες και μικρότερο κόστος διάθεσης της ισχύος προς το φορτίο.

Σε ένα δίκτυο η τάση και η πραγματική ισχύς παραμένουν σταθερά και οι μονοί παράγοντες που μπορούν να μεταβληθούν είναι το ρεύμα και ο συντελεστής ισχύος. Με την αύξηση του συντελεστή ισχύος σημαίνει ότι η διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης και της έντασης μικραίνει και επόμενος ο καταναλωτής απορρόφα μικρότερη ενέργεια από το δίκτυο και αντίστροφος.

Η άεργη ισχύς που προέρχεται από τον επαγωγικό χαρακτήρα του δικτύου μειώνετε με την σύνδεση πυκνωτών. Λογά του πυκνωτή C όπως φαίνεται στο (σχήμα 5.3) η τάση  $Q_L$  αντισταθμίζεται από την τάση  $Q_C$  και επόμενος η άεργη ισχύ μικραίνει



**Σχήμα 4-5. Αναλυτικά το τρίγωνο ισχύς**

### 4.3.3 Βελτίωση συντελεστή ισχύος

Υπάρχουν κάποιοι καταναλωτές που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες άεργης ισχύος και επόμενος παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος. Τέτοιοι καταναλωτές μπορεί να είναι η βιομηχανίες και οι εμπορικές εγκαταστάσεις κλπ. Που λειτουργούν μεγάλο αριθμό μηχανών. Εδώ χρειαζόμαστε βελτίωση συντελεστή ισχύος δηλαδή αύξηση συντελεστή ισχύος από (0,85-1) .

Άρα σημαντικό όφελος βελτίωση του συντελεστή ισχύος είναι η εξάλειψη χρεώσεων που σχετίζονται με καταμήνυση άεργους ισχύοντος εύρος της εξοικονόμησης εξαρτάται από το μέγεθος τη διαμόρφωση και την λειτουργία του συστήματος. Το κόστος της βελτίωσης αποσβήνει περίπου σε ένα χρόνο ενώ με την περαιτέρω εξοικονόμηση θα μειχθούν τα λειτουργικά έξοδα. Έτσι μπορούμε να πετύχουμε μια μείωση της τάξει του 45%

Οπότε η βελτίωση του συντελεστή ισχύος μπορεί να αποτρέψει την επένδυση κεφαλαίου σε μεγαλύτερους μετασχηματιστές καθώς για ίδια ενεργό ισχύς επαρκούν μικρότεροι. Αποπλέον οι απώλειες περιορίζονται σημαντικά με αποτέλεσμα να προκύπτει πού οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης και καλύτερη αξιοποίηση της. Παράλληλα οι μειώσεις αυτές στην εγκατάσταση εξασφαλίζουν χαμηλότερες χρεώσεις καθώς περιορίζονται τα περιττά φόρτια με τα όποια επιχείρηση επιβαρύνεται.

### 4.3.4 Αντιστάθμιση

#### 4.3.4.1 Γενικά

Με την προσθήκη πυκνωτών συνδεδεμένων παράλληλα προς το φορτίο επιτυγχάνεται η βελτίωση του συντελεστή ισχύος επαγωγικού φορτίου. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αντιστάθμιση άεργους ισχύος. Με την τοποθέτηση των πυκνωτών αντιστάθμισης, οι οποίοι είναι πηγές άεργης ισχύος, ένα μέρος της άεργης ισχύος που καταναλώνει το επαγωγικό φορτίο παράγεται τοπικά από τους πυκνωτές και προσφέρεται στο φορτίο, ενώ το υπόλοιπο ποσό άεργης ισχύος του φορτίου παρέχεται από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση (βελτίωση) του συντελεστή ισχύος του επαγωγικού καταναλωτή, αφού τώρα το δίκτυο παρέχει στο φορτίο μόνο ένα τμήμα από το συνολικό ποσό άεργης ισχύος που χρειάζεται.

### 4.3.4.2 Πυκνωτές

Ηλεκτρική διάταξη (συσκευή, όργανο) συμπύκνωσης ηλεκτρικών φορτίων και δημιουργίας πεδίων υψηλής ηλεκτρικής χωρητικότητας. Αποτελείται από ένα ή περισσότερα ζεύγη αγωγών, οι οποίοι χωρίζονται μεταξύ τους με διηλεκτρικό υλικό (στερεό, υγρό ή αέριο μονωτικό) και κατασκευάζονται με την μορφή λεπτών πλακών ή ομοαξονικών κυλίνδρων. Παίρνουν την ονομασία οπλισμών πυκνωτών. Οι πυκνωτές, ανάλογα με τα διηλεκτρικά υλικά που έχουν διακρίνονται σε ακτινωτούς, στέρεους, υγρούς ή αέριους. Ως στερεά διηλεκτρικά υλικά χρησιμοποιούνται συνήθως το γυαλί, διάφορες πλαστικές ύλες, κεραμικά κ.α. και από υγρά κυρίως το λάδι. Βασικές παράμετροι των πυκνωτών είναι η χωρητικότητα, η μέγιστη τάση εργασίας και οι απώλειες του διηλεκτρικού υλικού. Η χωρητικότητα  $C$  μετριέται σε Farad. Καθώς η μονάδα Farad είναι αρκετά μεγάλη, χρησιμοποιούνται κυρίως τα υποπολλαπλάσια της, όπως το μικροφάραντ ( $1\mu F = 10^{-6}F$ ) και το πικοφάραντ ( $1PF = 10^{-12}F$ ).

### 4.3.4.3 Είδη χωρικής αντιστάθμισης

Η μείωση τους άεργου ισχύος  $P_B$  με πυκνωτή αντιστάθμισης διακρίνεται:

1. Ως τους τον τρόπο σύνδεσης του πυκνωτή με το επαγωγικό φορτίο:
  - a. Σύνδεση σε σειρά
  - b. Σύνδεση παράλληλα
2. Ως τους την περιοχή σύνδεσης του πυκνωτή στο δίκτυο :
  - a. Κεντρική αντιστάθμιση (στην κεντρική παροχή),
  - b. Ομαδική αντιστάθμιση
  - c. Ατομική αντιστάθμιση (αντιστάθμιση για κάθε φορτίο χωριστά, π.χ. στα φωτιστικά φθορισμού).

Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος με χρήση κεντρική αντιστάθμισης αποτελεί την τον πιο οικονομικό τρόπο εγκατάστασης, συγκριτικά με τους τους δύο, καθώς απαιτεί την πιο χαμηλή ισχύ πυκνωτών. Αν τους στην εγκατάσταση, υπάρχουν τμήματα με μεγάλα φορτία που απέχουν από τους Ζυγούς Χαμηλής Τάσεως του υποσταθμού, τότε είναι προτιμότερο να υιοθετηθεί ομαδική αντιστάθμιση, ενώ στην περίπτωση αυξημένης ισχύος των επιμέρους φορτίων και με διάρκεια λειτουργίας σε όλο το 24ωρο, τότε ενδείκνυται τοπική αντιστάθμιση.

### 4.3.4.4 Κεντρική αντιστάθμιση

Η κεντρική αντιστάθμιση πραγματοποιείται με αυτόματο σύστημα παράλληλων πυκνωτών, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται:

- Ζεύξη ανάλογου αριθμού πυκνωτών
- Απόξευση σε περίπτωση χωρητική συμπεριφοράς του καταναλωτή κατά την αντιστάθμιση.

Προκειμένου να υπολογιστεί η απαιτούμενη χωρητική ισχύς μια εγκατάστασης είναι απαραίτητα στοιχεία σχετικά με την μεταβολή των φορτίων ανά ώρα (ενεργός και άεργος ισχύς) και του  $\cos\phi$  (στιγμιαίες και μέσες τιμές) για τη διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας της εγκατάστασης, όπου σημειώνεται και η Μέγιστη Ζήτηση. Τα δεδομένα αυτά είναι επαρκή για την μελέτη και τον προσδιορισμό της απαιτούμενης χωρητικής ισχύος. Υπάρχουν ειδικά καταγραφικά όργανα προκειμένου να ελεγχτούν με ακρίβεια τα παραπάνω σε ώρες αιχμής, οι αναλυτές δικτύου. Όμως, τα όργανα αυτά συχνά δεν είναι διαθέσιμα. Τότε, τα στοιχεία λαμβάνονται από τους διαθέσιμους λογαριασμούς της ΔΕΗ.

Σε θεωρητικό επίπεδο επίλυσης του προβλήματος χρησιμοποιώντας τους λογαριασμούς της ΔΕΗ, προκύπτει το πρόβλημα υπολογισμού της ισχύος. Η ημερήσια καμπύλη φορτίου, όπου καταγράφονται οι μεταβολές της απορροφημένης ισχύος σε συνάρτηση των ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης είναι απαραίτητη για την εύρεση της απαιτούμενης της ισχύος. Με βάση τις ημερήσιες καμπύλες φορτίου ενός μηνός κατασκευάζεται η μηνιαία καμπύλη διάρκειας φορτίου της εγκατάστασης, δηλαδή καταγράφεται η διάρκεια σε ώρες κάθε φορτίου για το χρονικό διάστημα των συνολικών ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης. Από το εμβαδόν της μηνιαίας καμπύλης διάρκειας φορτίου προκύπτει η καταναλωθείσα από την εγκατάσταση ενέργεια ( $W = \sum P_i \cdot H_j$ ). Από τον συνδυασμό δεδομένων από τους λογαριασμούς της ΔΕΗ και στατιστικών στοιχείων μιας μέσης βιομηχανικής εγκατάστασης που πραγματοποιεί δώρη καθημερινή εργασία, μπορεί να προκύψει η καμπύλη διάρκειας φορτίων που αναφέρεται στις ώρες ενός μηνός. Όπως φαίνεται και στο σχήμα, η καμπύλη αυτή μπορεί να υποδιαιρεθεί σε δύο τμήματα, σε ένα με πολύ υψηλή φόρτιση και σε ένα με πολύ χαμηλότερη φόρτιση.

### 4.3.5 Υπολογισμός άεργου ισχύος

Στην περίπτωση μας επιλέξαμε κεντρική αντιστάθμιση με πυκνωτές για την διόρθωση του συντελεστή. Η μελέτη θα γίνει για τους τέσσερις μήνες του 2017 που έχουμε καταγεγραμμένη ζήτηση (Αύγουστο – Νοέμβριο) από τους λογαριασμούς της ΔΕΗ και συνεπώς τους μήνες που λειτουργεί το οινόποιείο.

**Πίνακας 4-9:** Χαρακτηριστικά μηνών αντιστάθμισης

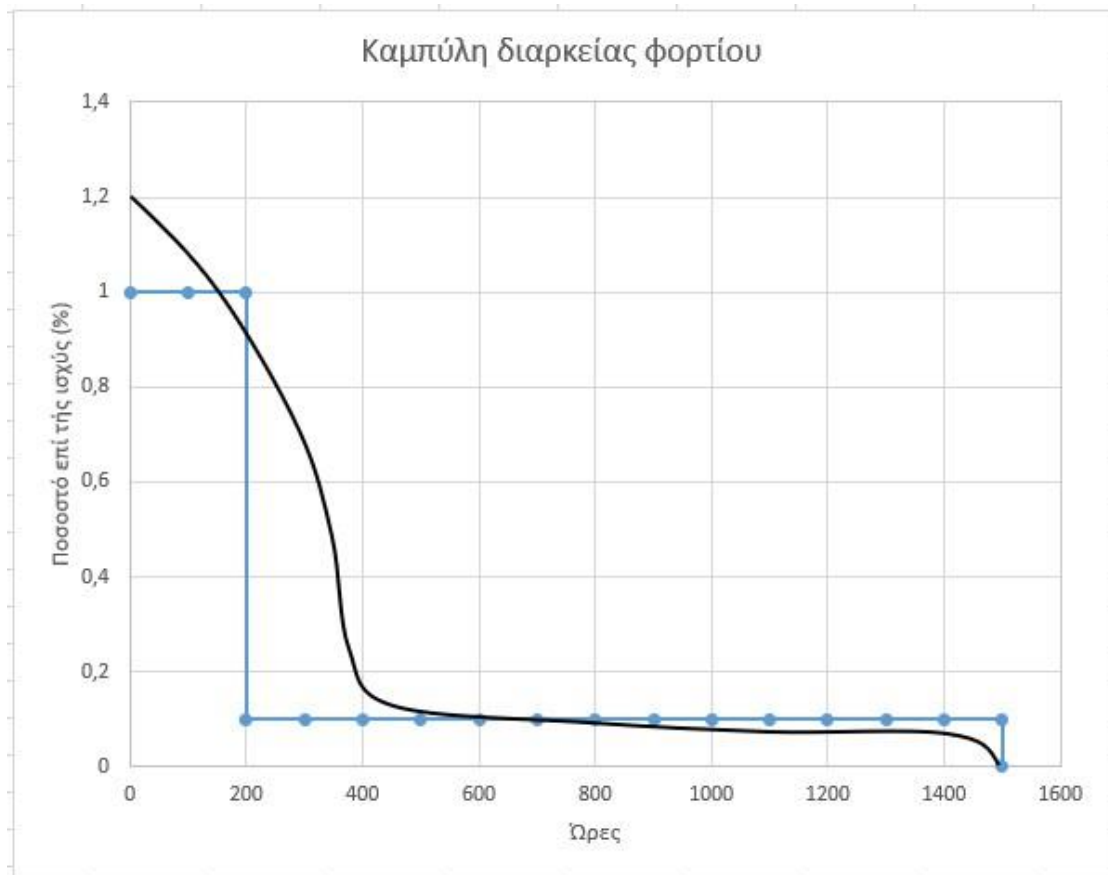
Μήνας - Έτος	Αρ. ημερών χρέωσης	Χρεωστέα ζήτηση (kW)	Συνφ	Κατανάλωση ενέργειας (kWh)
Αυγ-17	30	41,3	0,741	1280
Σεπ-17	30	20,7	0,7293	3240
Οκτ-17	30	12	0,7123	2720
Νοε-17	30	12,4	0,6777	1880

Απαραίτητα στοιχεία για την διεξαγωγή των υπολογισμών είναι η ισχύς του συστήματος η οποία λαμβάνεται από την καμπύλη διάρκειας φορτίου. Αν δεν δίδεται τέτοια καμπύλη από την ΔΕΗ θα πρέπει να εκτιμηθεί. Καθώς η καμπύλη αυτή δεν μας έχει δοθεί θα ακολουθήσει η εκτίμησή της με την οποία θα κάνουμε και τους λοιπούς υπολογισμούς.

Πρώτο βήμα είναι να προσδιορίσουμε τις ώρες ανά μήνα που λειτουργούν τα μηχανήματα. Ξέροντας τις ετήσιες ώρες συνολικά όλων των μηχανημάτων, που είναι 6172, και κάνοντας μια απλή διαίρεση διά 4, όσοι και οι μήνες λειτουργίας του οινόποιείου, καταλήγουμε ότι τα μηχανήματα λειτουργούν περίπου 1500 ώρες το μήνα.

$$\frac{\text{Ετήσιες ώρες λειτ. μηχανημάτων}}{\text{Μήνες του έτους}} = \frac{6172}{4} = 1543 \cong 1500 \text{ ώρες λειτ. ανά μήνα}$$

Έχοντας προσδιορίσει τις ώρες πρέπει να προσδιοριστεί και η κατανομή της ισχύς μέσα στον μήνα. Αυτό θα γίνει εμπειρικά λέγοντας πως τις πρώτες 200 ώρες λειτουργίας τα μηχανήματα λειτουργούσαν στην ονομαστική τους ισχύ ενώ για τις υπόλοιπες ώρες στο 10 % της ονομαστικής. Σύμφωνα με αυτά κατασκευάζετε η καμπύλη.



**Διάγραμμα 4-2:** Μηνιαία καμπύλη διάρκειας φορτίου

Από το εμβαδόν της μηνιαίας καμπύλης φορτίου διάρκειας φορτίου προκύπτει η καταναλωθείσα από την εγκατάσταση ενέργεια ( $W = \Sigma P * H$ ). Βάσει τον επιμερισμό των ωρών ισχύει:

$$W = P * 200 + 0,1 * P * 1300 = P * 330 \text{ kWh}$$

Με τη παραδοχή ότι αυτή η ενέργεια είναι πραγματική, δηλαδή αναγράφεται στον λογαριασμό της ΔΕΗ, τότε η μέση ισχύς για τις 330 ώρες του μεγαλύτερου φορτίου θα είναι:

$$P = \frac{W \text{ (κατανάλωση ΔΕΗ)}}{330 \text{ Ώρες}} \text{ kW}$$

Πρακτικά αυτή η ισχύς θα υπολογιστεί για κάθε μήνα ξεχωριστά.

**Πίνακας 4-10:** Μέση ισχύ ανά μήνα

Μήνας - Έτος	Κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Ισχύς (kW)
Αυγ-17	1280	3,9
Σεπ-17	3240	9,8
Οκτ-17	2720	8,2
Νοε-17	1880	5,7

Η προαναφερθείσα ισχύ είναι ουσιαστικά η ενεργός ισχύς. Για να διαλέξουμε τους κατάλληλους πυκνωτές πρέπει να υπολογίσουμε την άεργο. Η άεργος ισχύς ( $Q_c$ ) που θα χρειαστούμε δίνεται:

$$Q_c = P * (\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

Όπου  $\tan\phi_1$  και  $\tan\phi_2$  η εφαπτομένη που έχουμε και η εφαπτομένη που θέλουμε αντίστοιχα.

Για να μην έχουμε μεγάλη άεργο ισχύς ένας καλός συντελεστής ισχύος είναι από 0,95 και πάνω. Η μελέτη μας θα έχει δύο σενάρια ένα με επιθυμητό συντελεστή ισχύος 1 και ένα με 0,95. Αυτό γιατί πολλές φορές η οικονομική διαφορά των δύο είναι τόσο μεγάλη που δεν μας συμφέρει πάντα να διορθώνουμε στην μονάδα.

Πριν όμως υπολογίσουμε την άεργο ισχύ για κάθε μήνα θα πρέπει να μετατρέψουμε τον συντελεστή ισχύος που είναι το συνημίτονο της γωνίας σε εφαπτομένη. Ο πίνακας 4-11 παρουσιάζει την μετατροπή.

**Πίνακας 4-11:** Μετατροπή συνημίτονου σε εφαπτομένη

cosφ	tanφ
0,741	0,91
0,7293	0,94
0,7123	0,99
0,6777	1,09



Επίσης ο συντελεστής διόρθωσης άεργου ισχύς:

$$\left(\frac{V_c}{V}\right)^2$$

Όπου  $V_c$  η τάση στους πυκνωτές (440 Volt) και  $V$  η τάση του δικτύου (380 Volt).

Άρα ο τελικός τύπος που θα δίνει την απαιτούμενη άεργο ισχύ θα είναι:

$$Q_c = P * (\tan\phi_1 - \tan\phi_2) * \left(\frac{V_c}{V}\right)^2$$

Τέλος στον πίνακα 4-12 παρουσιάζεται η άεργος ισχύς για συντελεστή ισχύος 1 και 0,95 σύμφωνα με όλους τους παραπάνω τύπους.

**Πίνακας 4-12: Απαιτούμενη άεργος ισχύς**

Μήνας - Έτος	Συνφ	Κατανάλωση ενέργειας (kWh)	Ισχύς (kW)	$(V_c/V)^2$	$\tan\phi$ για συντ. ισχύος 1	$\tan\phi$ για συντ. ισχύος 0,95	$\tan\phi$ τωρινό ή συντ. ισχύος	$Q_c$ για συντ. ισχύος 1 (kVA)	$Q_c$ για συντ. ισχύος 0,95 (kVA)
Αυγ-17	0,741	1280	3,9	1,34	0	0,33	0,91	5	3
Σεπ-17	0,7293	3240	9,8	1,34	0	0,33	0,94	12	8
Οκτ-17	0,7123	2720	8,2	1,34	0	0,33	0,99	11	7
Νοε-17	0,6777	1880	5,7	1,34	0	0,33	1,09	8	6

Όπως φαίνεται η μεγαλύτερη άεργος ισχύς για συντ. ισχύος 1 είναι 12 kVA ενώ για 0,95 είναι 8 kVA. Πρακτικά αυτή η διαφορά δεν είναι μεγάλη για να μην διορθώσουμε στο 1. Έτσι η δυναμικότητα και ποσότητα των πυκνωτών θα γίνει για 12 kVA άεργου ισχύς.



**4.3.6 Επιλογή πυκνωτών**

Μετά των καθορισμό της απαιτούμενης ισχύος των πυκνωτών, η σύνδεσή τους σε κατάλληλες υποδιαιρέσεις και βαθμίδες, είναι το επόμενο βήμα. Βαθμίδες ονομάζονται οι συνδυασμοί ισχύος που μπορούν να επιτευχθούν με μια σειρά ρύθμισης, δηλαδή το άθροισμα της ισχύος των πυκνωτών. Αυτό γίνεται για την καλύτερη παρακολούθηση των φορτίων και για να αξιοποιηθεί με τον καλύτερο τρόπο η συστοιχία των πυκνωτών. Μια καλή κατανομή είναι αυτή που ακολουθεί μια αναλογική σχέση 1:2:4:8, δηλαδή η επόμενη ομάδα πυκνωτών είναι διπλάσιας ισχύος από την προηγούμενη.

Η απαιτούμενη άεργος ισχύς για την περίπτωση μας είναι 12 kVA. Αυτή η ισχύς μπορεί εύκολα να κατανεμηθεί σε τρεις ομάδες πυκνωτών με 2,5 kVA, 5 kVA και 5 kVA και ακολουθώντας την ιδανική αναλογική σχέση. Στον πίνακα 4.13 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η τεχνοοικονομική ανάλυση της επένδυσης.

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	500 €
<b>Ετήσια εξοικονόμηση (kWh)</b>	2,800 kWh
<b>Ετήσια εξοικονόμηση Ηλεκτρ. Ενέργειας επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (%)</b>	27%
<b>Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> (tn) (tCO<sub>2</sub> / MWh<sub>e</sub>=0.807)</b>	2.26 tn

Πίνακας 4-13: Τεχνοοικονομική ανάλυση παρέμβασης πυκνωτών αντιστάθμισης

ΕΤΑΙΡΕΙΑ		Οινοποιείο Ορφαναού																				
ΠΡΟΣ ΕΡΓΟΥ		Επενδύσεις ΕΞΕ																				
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ		2. Εγκατάσταση Πυκνωτών																				
Περιγραφή	Ποσότητα	Μονάδα	Τιμή	Μονάδα	Κόστος/κέρδος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Ετήσια κατανάλωση Η.Ε.	10.400	kWh	0.15	E/kWh	1.560		421	428	434	440	447	454	461	467	474	482	489	496	504	511	519	
ΕΞΕ ηλεκτρικής ενέργειας	27.0%	%		%	27.0%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Αποφυγόν κόστος HE	2.808.00	kWh	0.15	E/kWh	421		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ετήσιο κόστος καυσίμου		kWh		%	0																	
ΕΞΕ Φ.Α.		%		%	0%																	
Αποφυγόν κόστος καυσίμου	0	kWh		E/kWh	0																	
Συνολική ΕΞΕ		E		E	421																	
Κόστος επένδυσης	1	E	500	E																		
Επιπλέον κόστος Λ&Σ	0	E	0	E	0																	
Επιπλέον έσοδο CDM	7	E/ton	7	E/ton	0																	
Συνολικό επιπλέον έσοδο		%		%	0																	
Ετήσια αύξηση ηλεκτρικής kWh	1.50%	% ανά έτος																				
Διάρκεια ζωής έργου	15	έτη																				
Ποσοστό φόρου	0%	%																				
Προεξοφλητικό Επιτόκιο	6.0%	%																				
<b>Ετήσιος υπολογισμός ταμειακών ροών έκπτωσης (Discounted Cash Flow)</b>																						
Έτος Λειτουργίας Επένδυσης	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Συνολική Εξοικονόμηση Ενέργειας		421	428	434	440	447	454	461	467	474	482	489	496	504	511	519						
Επιπλέον Έσοδα		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Κόστη Λ&Σ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Ακαθάριστα Έσοδα		421	428	434	440	447	454	461	467	474	482	489	496	504	511	519						
Φόρος		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Καθαρό κέρδος πριν την απόσβεση		421	428	434	440	447	454	461	467	474	482	489	496	504	511	519						
Καθαρή ροή χρημάτων		-500	421	428	434	440	447	454	461	467	474	482	489	496	504	511	519					
Ταμειακή ροή έκπτωσης		4.477	397	380	364	349	320	306	293	281	269	258	247	236	226	216						
<b>Αποτελέσματα</b>																						
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)		€	3.977																			
Χρόνος Απόσβεσης επένδυσης		έτη	1.2																			
Αναλογία Κόστους-Παροχών (BCR)		€	9.0																			
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)		%	85.73%																			

**4.4 ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Στη συνέχεια (Πίνακας 4.14), παρατίθενται τα στοιχεία της τεχνοοικονομικής ανάλυσης του συνόλου των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

<b>Συνολικό Κόστος επένδυσης (€)</b>	8,720 €
<b>Ετήσια εξοικονόμηση (kWh)</b>	10,400 kWh
<b>Ετήσια εξοικονόμηση Ηλεκτρ. Ενέργειας επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (%)</b>	100%
<b>Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> (tn) (tCO<sub>2</sub> / MWh<sub>e</sub>=0.807)</b>	8.32 tn

Πίνακας 4-14: Τεχνοοικονομική ανάλυση του συνόλου των παρεμβάσεων

ΕΤΑΙΡΕΙΑ	Οινοποιείο Ορφανού																
ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ	Εκκενώσεις ΕΞΕ																
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Συνολικές Επενδύσεις																
Περιγραφή	Ποσότητα	Μονάδα	Τιμή	Μονάδα	Κόστος/ κέρδος												
Ετήσια κατανάλωση Η.Ε.	10.400	kWh	0.15	E/kWh	1.560												
ΕΞE ηλεκτρικής ενέργειας	100.0%	%		%	100.0%												
Αποφυγόν κόστος ΗΕ	10.400.00	kWh	0.15	E/kWh	1.560												
Ετήσιο κόστος καυσίμου ΕΞΕ Φ.Α.		kwht		E/kWh	0												
		%		%	0%												
Αποφυγόν κόστος καυσίμου	0	kwht		E/kWh	0												
Συνολική ΕΞE				E	1.560												
Κόστος επένδυσης	1		8.720	E													
Επιπλέον κόστος Λ&Σ	0		0	E	0												
Επιπλέον έσοδο CDM		tCO2	7	E/ton	0												
Συνολικό επιπλέον έσοδο		%		%	0												
Ετήσια αύξηση ηλεκτρικής kWh	1.50%	% ανά έτος															
Διάρκεια ζωής έργου	15	έτη															
Ποσοστό φόρου	0%	%															
Προεξοφλητικό Επιτόκιο	6.0%	%															
<b>Ετήσιος υπολογισμός ταμειακών ροών έκπτωσης (Discounted Cash Flow)</b>																	
Έτος Λειτουργίας Επένδυσης	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Συνολική Εξοικονόμηση Ενέργειας		1.560	1.583	1.607	1.631	1.656	1.681	1.706	1.731	1.757	1.784	1.810	1.838	1.865	1.893	1.922	
Επιπλέον Έσοδα		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Κόστη Λ&Σ		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ακαθάριστα Έσοδα		1.560	1.583	1.607	1.631	1.656	1.681	1.706	1.731	1.757	1.784	1.810	1.838	1.865	1.893	1.922	
Φόρος		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Καθαρό κέρδος πριν την απόσβεση		1.560	1.583	1.607	1.631	1.656	1.681	1.706	1.731	1.757	1.784	1.810	1.838	1.865	1.893	1.922	
Καθαρή ροή χρημάτων	-8.720	1.560	1.583	1.607	1.631	1.656	1.681	1.706	1.731	1.757	1.784	1.810	1.838	1.865	1.893	1.922	
Ταμειακή ροή έκπτωσης	16.582	1.472	1.409	1.349	1.292	1.237	1.185	1.134	1.086	1.040	996	954	913	874	837	802	
<b>Αποτελέσματα</b>																	
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	7.862	€															
Χρόνος Απόσβεσης επένδυσης	5.6	έτη															
Αναλογία Κόστους-Παροχών (BCR)	1.9	€															
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	17.36%	%															





## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. M&V Guidelines: Measurement and Verification for Performance-Based Contracts, Version 4.0, Prepared for the U.S. Department of Energy Federal Energy Management Program, November 2015
2. Eurostat, Energy balance sheets Statistical books, 2011-2012 <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5785109/KS-EN-14-001-N.PDF>
3. A European Strategy for Low-Emission Mobility» SWD(2016) 244 final, 2016)
4. Committee on the Assessment of Technologies for Improving Light-Duty Vehicle Fuel Economy, Board on Energy and Environmental Systems, Division on Engineering and Physical Sciences, National Research Council of the National Academies, The National Academies Press, 2011, Washington, D.C. <http://www.nap.edu/read/12924/chapter/1>
5. H.P.J de Wilde, P. Kroon, “Policy Options to reduce passenger cars CO2 after 2020” February 2013, ECN—E-13-005
6. The Coalition for Energy Saving © 2013, “EU Energy Efficiency Directive (2012/27/EU) Guidebook for Strong Implementation”, Chapter II.5 Energy audits (Article 8)
7. European Commission, “Recommendations on measurement and verification in the framework of Directive 2006/32 on energy end-use efficiency and energy services.
8. Evaluate energy savings, EMEEEES Project, “Measuring and reporting energy savings for the Energy Service Directive – how it can be done”, June 2009
9. Enhancing the impact of energy audits and energy management in the EU A review of Article 8 of the Energy Efficiency Directive, Prof. Dr. Wolfgang Eichhammer & Dr. Clemens Rohde, Fraunhofer Institute for Systems and Innovations Research ISI, February 2016.
10. Υπουργείο περιβάλλοντος & Ενέργειας, ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ, Αθήνα, Ιανουάριος 2017 (Αναθ. 2).
11. Απ. Ευθυμιάδης, Ρ. Βιρβίλη, ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Πανελλήνιος Σύλλογος Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων (ΠΣΔΜΗ), 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Αθήνα, Μάιος

2007, Δελτίο του ΠΣΔΜΗ, Μάρτιος 2008

12. Απ. Ευθυμιάδης, Ρ. Βιρβίλη, ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Πανελλήνιος Σύλλογος Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων (ΠΣΔΜΗ), 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Αθήνα, Μάιος 2005, Δελτίο ΠΣΔΜΗ, Ιούνιος 2006
13. Παπαργύρης Αθανάσιος Δ., Παπαργύρης Δημήτριος Α., ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 2010
14. Πολυζάκης Απόστολος, ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΠΡΟΧΩΡΗΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ, Εκδόσεις Power Heat Cool, Πτολεμαΐδα 2013.
15. Ασημακόπουλος Διονύσης, Αραμπατζής Γεώργιος, Αγγέλης – Δημάκης Αθανάσιος, Καρταλίδης Αβραάμ, Τσιλιγκιρίδης Γεώργιος, ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Εκδόσεις «σοφία» 2015.
16. Κριτσωτάκης Κ.Ν. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ, 2000, Περιστέρη, Εκδόσεις «ΙΩΝ».
17. Ηλίας Αντωνίου, ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ, Θεσσαλονίκη, 2005, Elasis Electrical Solutions A.E, Siemens A.E.

### **Νόμοι, Κανονισμοί και Πρότυπα**

1. Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Δ6/Β/ΥΚ/11038/8.7.1999 με τίτλο: «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε βιομηχανία και κτίρια».
2. The North American Measurement and Verification Protocol, (NAMVP), Version 1 (1966).
3. Οδηγία 2006/32/ΕΕ για την ΕΕ (Energy Saving Directive -ESD)
4. Νόμος 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες. διατάξεις»
5. Νόμος 3661/2008, Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.
6. Νόμος 4122/2013 για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων
7. Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων
8. Η Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (EED) και ο εναρμονιστικός νόμος 4342/2015
9. IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol (2012)
10. ASHRAE Standard 14- 2002, Measurement of Energy and Demand Savings
11. ΕΛΟΤ EN ISO 50001:2011, Συστήματα διαχείρισης της ενέργειας - Απαιτήσεις και οδηγίες εφαρμογής

12. ISO 50002:2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Απαιτήσεις με οδηγίες χρήσεως
13. ISO 50003:2014, Συστήματα διαχείρισης ενέργειας – απαιτήσεις για παρόχους ενεργειακών ελέγχων και πιστοποίησης συστημάτων διαχείρισης ενέργειας,
14. ISO 50004:2014, Συστήματα διαχείρισης ενέργειας – Οδηγίες εφαρμογής, συντήρησης και βελτίωσης ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας
15. ISO 50006:2014, Συστήματα διαχείρισης ενέργειας – Μέτρηση ενεργειακής επίδοσης με χρήση γραμμών ενεργειακής βάσης και δείκτες ενεργειακής επίδοσης – Γενικές αρχές και οδηγίες
16. ISO 50015:2014, Συστήματα διαχείρισης ενέργειας – Μέτρηση και επαλήθευση της ενεργειακής επίδοσης Οργανισμών – Γενικές αρχές και οδηγίες
17. EN 16247-1: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι– Μέρος 1 : Γενικές απαιτήσεις
18. EN 16247-2: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Μέρος 2 : Κτίρια
19. EN 16247-3: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Μέρος 3
20. EN 16247-4: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Μέρος 4 : Μεταφορές
21. EN 16247-5: 2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Προσόντα ενεργειακών ελεγκτών
22. ISO 17.741:2016 Γενικοί τεχνικοί κανόνες για μέτρηση, υπολογισμό και επαλήθευση της ΕΕ στα έργα
23. ISO 17.742:2015 Ενεργειακή απόδοση και υπολογισμός εξοικονόμησης για χώρες, περιοχές και πόλεις
24. ISO 17.743:2016 Εξοικονόμηση ενέργειας – Ορισμός μεθοδολογικού πλαισίου υπολογισμού και εκθέσεως της ΕΕ
25. ISO/FDIS 17.747 Προσδιορισμός της εξοικονόμησης ενέργειας σε οργανισμούς
26. ISO 15686-5:2008, Buildings & constructed assets – Service life planning –Part 5: Life cycle costing.

### ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

1. <https://www.mrled.gr/.-antistoichia-fotistikis-apodosis-metaksu-lamptira-puraktoseos-lamptira-fthorismou-kai-lamptira-led.html>
2. [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html#PVP](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP)
3. <https://www.buildingcert.gr/enaudits/>