

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΤΣΑΚΑΛΑΚΗΣ (Α.Μ. 19114)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΓΙΑΝΝΑΔΑΚΗΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2024

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί τη διπλωματική εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και πραγματεύεται τον ενεργειακό έλεγχο σε εταιρία παροχής υπηρεσιών φιλοξενίας, αποτελούμενη από μια ξενοδοχειακή μονάδα εντός της πόλης της Σπάρτης.

Βασική επιδίωξη της εν λόγω διπλωματικής εργασίας είναι η λεπτομερής καταγραφή και αξιολόγηση των εγκαταστάσεων, λαμβάνοντας υπόψη ότι ήδη έχουν υλοποιηθεί πρωτοβουλίες για ενεργειακή αναβάθμιση. Επιδιώκεται να αξιολογηθούν οι παρεμβάσεις αυτές, να εντοπιστούν οι λειτουργίες που προκαλούν αλόγιστη κατανάλωση και να αναπτυχθούν νέες προτάσεις, στοχεύοντας στη μείωση της συνολικής ενεργειακής χρήσης, χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Εκφράζω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Γιανναδάκη Αθανάσιο για την καθοδήγηση και τη συνεχή υποστήριξη του. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ιδιοκτήτες της εταιρίας για την παροχή των απαραίτητων δεδομένων, καθώς και τα συνεργεία συντήρησης και το προσωπικό του ξενοδοχείου για την βοήθεια τους στην επίλυση τεχνικών, λειτουργικών και οικονομικών ζητημάτων. Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την αμέριστη στήριξη και συμπαράσταση τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου 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
Παναγιώτης Τσακαλάκης

.....
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τον ενεργειακό έλεγχο, που εφαρμόστηκε σε εταιρία παροχής υπηρεσιών φιλοξενίας και πιο συγκεκριμένα στη ξενοδοχειακή μονάδα Maniatis Hotel, η οποία βρίσκεται στη κεντρική περιοχή της Σπάρτης. Κύριο αντικείμενο είναι η ενεργειακή αναβάθμιση της μονάδας μέσω της εφαρμογής προτεινόμενων λύσεων, που στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας με ταυτόχρονη μείωση εκπομπών CO₂. Επιπλέον, αξιολογούνται οι ήδη διεκπεραιωμένες ενεργειακές παρεμβάσεις. Το περιεχόμενο διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια, όπως θα αναλυθεί ευθύς αμέσως.

Αρχικά, το πρώτο κεφάλαιο εισαγάγει τον αναγνώστη στον κανονισμό των ενεργειακών ελέγχων, εστιάζοντας στην παρουσίαση της διαδικασίας με βάση τις ισχύουσες νομοθεσίες.

Έπειτα, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια αναλυτική περιγραφή της ξενοδοχειακής μονάδας, περιλαμβάνοντας τη τοποθεσία, το έτος κατασκευής, τη δομή και τα στοιχεία λειτουργίας της. Επιπλέον, με σαφήνεια αναλύεται όλος ο απαραίτητος για τη μελέτη εξοπλισμός της μονάδας τόσο πριν, όσο και μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, που έχουν ήδη υλοποιηθεί κατά το έτος 2019. Το παρόν κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τη φωτογραφική απεικόνιση των προαναφερθέντων.

Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζονται οι καταναλώσεις πρωτογενούς ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας και για τα δύο έτη αναφοράς (2018 και 2023), ενώ στη συνέχεια γίνεται επιμερισμός της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας ως προς τις χρήσεις της. Αναφορά γίνεται στις εκπομπές CO₂, καθώς και στην κατανάλωση νερού του ξενοδοχείου.

Περνώντας στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύεται η γραμμή βάσης και η ενεργειακή αποδοτικότητα της μονάδας, καθώς και οι ενεργειακοί δείκτες όσον αφορά την ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας. Συνδυάζοντας τα παραπάνω μπορεί να εντοπιστούν πιθανά σημεία ενεργειακής σπατάλης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα προτεινόμενα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, στοχεύοντας στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης της μονάδας, χωρίς να αλλοιώνουν τις παρεχόμενες υπηρεσίες της.

Η εργασία ολοκληρώνεται με μία συγκεντρωτική παρουσίαση των συμπερασμάτων, που προέκυψαν από τη διαδικασία αυτή.

Τέλος, ένα έργο τέτοιου βεληνεκούς συμβάλλει στην προώθηση αειφόρων πρακτικών στον ευρύτερο κλάδο της φιλοξενίας, αναδεικνύοντας τη σημασία της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας.

Λέξεις Κλειδιά: Ενεργειακός έλεγχος, εξοπλισμός ξενοδοχείου, κατανάλωση ενέργειας, κόστος ενέργειας, επιμερισμός ενέργειας, εκπομπές CO₂, γραμμή βάσης ηλεκτρικής ενέργειας, ενεργειακοί δείκτες, εξοικονόμηση ενέργειας, ενεργειακή αναβάθμιση ξενοδοχειακής μονάδας, τεχνοοικονομική ανάλυση προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the energy audit, conducted on a hospitality service company, specifically the hotel unit Maniatis Hotel, located in the central area of Sparta. The main objective is the energy upgrade of the unit through the implementation of proposed solutions aimed at saving energy while reducing CO₂ emissions. In addition, the already implemented energy interventions are evaluated. The content is structured into six chapters, as outlined below.

Initially, the first chapter introduces the reader to the regulation of energy audits, focusing on the presentation of the process based on the current legislation.

Then, in the second chapter there is a detailed description of the hotel unit, including its location, year of construction, structure and operational characteristics. In addition, the equipment essential for the study is clearly analyzed both before and after the energy-saving interventions, already implemented in 2019. This chapter concludes with the photographic representations of the above.

In the third chapter, the primary electrical and thermal energy consumption for the two reference years (2018 and 2023) are examined and the total primary energy consumption is allocated based on its uses. Reference is made to CO₂ emissions, as well as to the hotel's water consumption.

Moving on to the fourth chapter, the baseline and energy efficiency of the unit are analyzed, as well as energy performance indicators related to electrical energy consumption. Combining the above enables the identification of potential points of energy wastage.

The fifth chapter of the thesis presents proposed energy-saving measures, aimed at reducing the energy consumption of the unit, without altering the services provided.

The work is completed with a consolidated presentation of the conclusions that emerged from this process.

Finally, a project of this magnitude contributes to the promotion of sustainable practices in the wider hospitality industry, highlighting the importance of rational use of energy.

Key Words: Energy audit, hotel equipment, energy consumption, energy cost, energy allocation, CO₂ emissions, electricity baseline, energy indicators, energy savings, energy upgrade of a hotel unit, techno-economic analysis of energy-saving proposals.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|-----------|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 13 |
| 1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ | 17 |
| 1.1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ..... | 17 |
| 1.1.1. Ορισμός..... | 17 |
| 1.1.2. Ιστορικό..... | 18 |
| 1.1.3. Νομοθετικό Πλαίσιο – Οδηγία 2012/27/EC & Νόμος 4342/2015..... | 19 |
| 1.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ | 20 |
| 1.2.1. Οι απαιτήσεις των διεθνών προτύπων..... | 20 |
| 1.2.2. Οι απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 16247-1..... | 21 |
| 1.2.3. Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος..... | 23 |
| 1.2.4. Εκτενής ενεργειακός έλεγχος..... | 24 |
| 1.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ..... | 26 |
| 1.3.1. Μέτρηση της χρήσης ενέργειας..... | 26 |
| 1.3.2. Ενεργειακοί δείκτες | 27 |
| 1.3.3. Συλλογή δεδομένων της περιόδου βάσης..... | 28 |
| 1.4. ΓΡΑΜΜΗ ΒΑΣΗΣ | 28 |
| 1.4.1. Γενικά..... | 28 |
| 1.4.2. Γενικές απαιτήσεις | 30 |
| 1.4.3. Χρονικό βήμα της ενεργειακής ανάλυσης | 30 |
| 1.5. ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗΣ (M&E) ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ | 31 |
| 1.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ - LCCA | 32 |
| 1.6.1. Εισαγωγή..... | 32 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1.6.2. | Ορισμοί Προαπαιτούμενα Λήψη & τεκμηρίωση δεδομένων | 33 |
| 1.6.3. | Παράμετροι για τον υπολογισμό ενεργειακών εξοικονομήσεων | 33 |
| 1.6.4. | Υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής | 34 |
| 2. | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ | 35 |
| 2.1. | ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ | 35 |
| 2.2. | ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΙ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ | 37 |
| 2.2.1. | Αναφορά στη δομή των υλικών κατασκευής | 37 |
| 2.2.2. | Χώροι του ξενοδοχείου | 38 |
| 2.2.3. | Κατόψεις επιπέδων | 39 |
| 2.3. | ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ | 45 |
| 2.3.1. | Τμήματα – προσωπικό και ωράριο λειτουργίας | 45 |
| 2.3.2. | Στοιχεία πληρότητας | 46 |
| 2.4. | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ | 47 |
| 2.4.1. | Συστήματα Κλιματισμού | 48 |
| 2.4.2. | Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)..... | 50 |
| 2.4.3. | Μηχανικός Αερισμός Εγκατάστασης | 52 |
| 2.4.4. | Ψυγεία..... | 53 |
| 2.4.5. | Φωτισμός Εγκατάστασης | 55 |
| 2.4.6. | Ανελκυστήρες..... | 57 |
| 2.4.7. | Εξοπλισμός Δωματίων..... | 57 |
| 2.4.8. | Εξοπλισμός Κουζίνας Εστιατορίου..... | 58 |
| 2.4.9. | Εξοπλισμός Παρασκευαστηρίου Πρωινού | 59 |
| 2.4.10. | Εξοπλισμός Bar | 60 |
| 2.4.11. | Εξοπλισμός Ιματισμού | 60 |
| 2.5. | ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ | 61 |
| 3. | ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ..... | 73 |
| 3.1. | ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 73 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 3.2. | ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ..... | 83 |
| 3.3. | ΕΙΔΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ..... | 88 |
| 3.4. | ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 92 |
| 3.4.1. | Κλιματισμός..... | 92 |
| 3.4.2. | ΖΝΧ..... | 95 |
| 3.4.3. | Φωτισμός..... | 97 |
| 3.4.4. | Εστίαση..... | 99 |
| 3.4.5. | Χώρος Ιματισμού | 101 |
| 3.4.6. | Συνολικός Επιμερισμός Εγκαταστάσεων | 103 |
| 3.5. | ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ | 109 |
| 3.6. | ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ..... | 111 |
| 4. | ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ | 113 |
| 4.1. | ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 113 |
| 4.2. | ΕΞΙΣΩΣΗ ΓΡΑΜΜΗ ΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 116 |
| 4.3. | ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ..... | 124 |
| 5. | ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 127 |
| 5.1. | ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ 127 | |
| 5.2. | ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ..... | 128 |
| 5.2.1. | Πρόταση 1 – Θερμομόνωση παράπλευρης επιφάνειας και αντικατάσταση κουφωμάτων..... | 128 |
| 5.2.2. | Πρόταση 2 - Σύστημα φωτοβολταϊκών 11,6 kWp στην οροφή..... | 132 |
| 5.2.3. | Πρόταση 3 - Σύστημα διαχείρισης παροχής ηλεκτρισμού στα δωμάτια με τη χρήση καρτοδιακοπών και αισθητήρων | 136 |
| 5.3. | ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ..... | 139 |
| 6. | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ | 141 |
| 7. | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 142 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικές αναφορές

Η Ευρώπη αντιμετωπίζει σοβαρά ζητήματα ενεργειακής ασφάλειας, καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από εισαγόμενα καύσιμα, με το αυξανόμενο ενεργειακό κόστος και τη συνεχιζόμενη κρίση να επιδεινώνουν τη δυσχερή κατάσταση. Η εξάρτηση από τα εισαγόμενα καύσιμα, ιδίως το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο, έχει καταστήσει την Ευρώπη ευάλωτη στις γεωπολιτικές κρίσεις και τις αυξήσεις των τιμών. Σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή – που οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη χρήση ορυκτών καυσίμων – η ανάγκη για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και μετάβαση σε ανανεώσιμες πηγές είναι υψίστης σημασίας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει στόχους για τη μείωση των εκπομπών CO₂, με στόχο την πλήρη απαλλαγή από τον άνθρακα έως το 2050, δίνοντας έμφαση στην ενεργειακή απόδοση και την αυξημένη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Η Ελλάδα με τη σειρά της διαθέτει ένα μεγάλο δυναμικό στην ηλιακή ενέργεια, καθώς η ηλιοφάνεια της ξεπερνάει τις 300 ημέρες το χρόνο. Το ίδιο ισχύει και για το δυναμικό στην αιολική ενέργεια, κυρίως στα νησιά της. Για τους λόγους αυτούς η χώρα έχει επενδύσει πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, προκειμένου να οδηγηθεί στην απεξάρτηση της από τις εισαγόμενες μορφές ενέργειας.

Η διαχείριση της ενέργειας και η ενεργειακή αποδοτικότητα αποτελούν κρίσιμα εργαλεία για τη μείωση της κατανάλωσης. Στο κτιριακό τομέα, ο οποίος αντιπροσωπεύει περίπου το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη, η εφαρμογή μέτρων όπως έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας και ανανεώσιμες πηγές εξοικονόμησης είναι απαραίτητη, προκειμένου να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Συνολικά, η ενεργειακή απόδοση έχει ζωτική σημασία στην αντιμετώπιση των ενεργειακών και περιβαλλοντικών προκλήσεων, αποδίδοντας σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Ειδική αναφορά στον τριτογενή τομέα παραγωγής – ξενοδοχεία

Τα ξενοδοχεία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υψηλή κατανάλωση ενέργειας, ιδίως σε προνομιακές τουριστικές περιοχές όπως η Ελλάδα. Καθώς η ζήτηση για παροχή ενέργειας είναι συνεχής με ανάγκες κάλυψης ηλεκτρικού ρεύματος, θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού, η ενεργειακή κατανάλωση τείνει να είναι σοβαρά υψηλή. Αυτό γίνεται πιο έντονο κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, όταν η τουριστική δραστηριότητα βρίσκεται στο έπακρο και τα ξενοδοχεία λειτουργούν στο μέγιστο δυνατό βαθμό, οδηγώντας έτσι σε αύξηση της ζήτησης ενέργειας.

Ο κύριος λόγος για τη χρήση ενέργειας στα ξενοδοχεία είναι η ανάγκη για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό. Οι υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες στην Ελλάδα προκαλούν μεγάλη ανάγκη για συστήματα κλιματισμού, ενώ η παραγωγή θέρμανσης και ζεστού νερού για τις καθημερινές ανάγκες των επισκεπτών μαζί με τις κοινές εγκαταστάσεις αποτελούν ενεργειακή πρόκληση.

Πέραν από τις βασικές υπηρεσίες δωματίου, οι ανέσεις, οι πισίνες, τα ιαματικά λουτρά, οι επαγγελματικές κουζίνες και τα εστιατόρια μέσα σε ένα ξενοδοχείο ενισχύουν την κατανάλωση ενέργειας. Οι πισίνες χρειάζονται συνεχή θέρμανση του νερού και εγκαταστάσεις φιλτραρίσματος, ενώ οι επαγγελματικές κουζίνες καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας για την προετοιμασία και τη συντήρηση των τροφίμων. Κατά συνέπεια, οι εγκαταστάσεις αυτές είναι μεγάλα ενεργειακά θηρία, επηρεάζοντας άμεσα τη συνολική κατανάλωση ενέργειας του ξενοδοχείου.

Οι αβέβαιες απαιτήσεις λόγω της εποχικότητας της τουριστικής δραστηριότητας συμβάλλουν στην ενεργειακή επιβάρυνση των ξενοδοχείων. Συνεχώς η ζήτηση για καταλύματα αυξάνεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, προκαλώντας αυξημένες ανάγκες για ψύξη και βασικές υπηρεσίες, όταν τα επίπεδα ζέστης αυξάνονται μαζί με τη πληρότητα του ξενοδοχείου. Η έντονη χρήση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν η τουριστική δραστηριότητα φτάνει στα ύψη, είναι η περίοδος με την υψηλότερη ζήτηση ενέργειας.

Η αυξημένη αυτή κατανάλωση ενέργειας επιβαρύνει το περιβάλλον, καθώς εκλύεται διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) όταν χρησιμοποιούνται παραδοσιακά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Αυτό το μεγάλο αποτύπωμα άνθρακα σημαίνει ότι τα ξενοδοχεία πρέπει επειγόντως να γίνουν πιο ενεργειακά αποδοτικά. Χρησιμοποιώντας καθαρότερη πράσινη ενέργεια, μπορούν να μειώσουν την περιβαλλοντική τους επιβάρυνση.

Το κόστος της ενέργειας επηρεάζει τα ξενοδοχεία σε πολύ μεγάλο βαθμό, αφού καθώς αυξάνονται οι τιμές, αυξάνονται και τα λειτουργικά έξοδα.

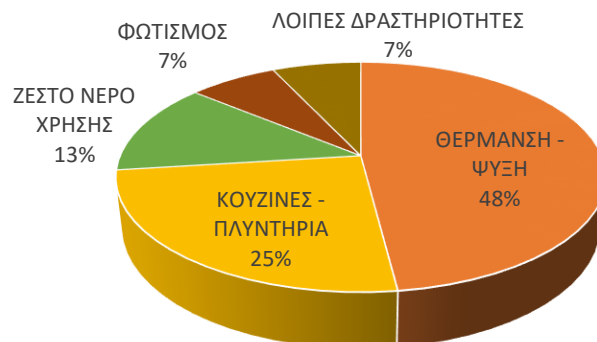
Για τους παραπάνω λόγους, πολλά ξενοδοχεία στην Ελλάδα έχουν λάβει μέτρα για την εξοικονόμηση της ενεργειακής κατανάλωσης τους, όπως αυτά της

εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για τη θέρμανση του νερού και φωτοβολταϊκών συστημάτων για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ενεργειακές καταναλώσεις ξενοδοχείων στην Ελλάδα

Τα ξενοδοχεία γενικά στη Μεσόγειο έχουν υψηλή κατανάλωση ενέργειας, μεταξύ 200 και 400 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο ετησίως. Όσον αφορά τη χώρα μας, οι έρευνες έχουν δείξει ότι μια τυπική κατανάλωση ξενοδοχείου ετησίως ανέρχεται στην τιμή των 280 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο. Οι μεγάλες καταναλώσεις αυτές, που παρατηρούνται στην Ελλάδα, προέρχονται κυρίως από το γεγονός ότι τα περισσότερα κτίρια δεν έχουν επαρκείς μονωτικές ικανότητες (παλαιές κατασκευές).

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας καταναλώνεται κυρίως το καλοκαίρι για παραγωγή ψύξης, όπου η θερμοκρασία είναι συνήθως πάνω από 35°C. Περίπου το 48% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σχετίζεται με τη ψύξη και τη θέρμανση, ενώ το 13% σχετίζεται με την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Επιπλέον, ο φωτισμός αποτελεί περίπου το 7%, η λειτουργία των κουζινών και πλυντηρίων αντιπροσωπεύει το 25% και το υπόλοιπο 7% του συνολικού ενεργειακού κόστους προέρχεται από άλλες πηγές. Όλα τα παραπάνω αποτυπώνονται στο ακόλουθο σχήμα (1.1).



Σχήμα 1.1: Ανάλυση των επιμέρους χρήσεων κατανάλωσης ενέργειας στα ξενοδοχεία της Ελλάδας (Tsilingiridis et al, 2010).

Τα πολυτελή ξενοδοχεία, με τη σειρά τους έχουν υψηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις, λόγω των μεγάλων κοινόχρηστων χώρων και των περισσότερων παροχών, όπως οι πισίνες. Συγκριτικά, τα ξενοδοχεία στη Μεσόγειο καταναλώνουν περίπου 30% περισσότερη ενέργεια για ψύξη από ό,τι αντίστοιχες μονάδες στη Βόρεια Ευρώπη. Αυτά τα δεδομένα δείχνουν την ανάγκη για μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας.

Σκοπός εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση και αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης μιας ξενοδοχειακής μονάδας που εδρεύει στην πόλη της Σπάρτης, στοχεύοντας στον εντοπισμό των τομέων που παρουσιάζουν ενεργειακή σπατάλη και τη διατύπωση προτάσεων για την ενεργειακή του αναβάθμιση. Στο πλαίσιο αυτό, πραγματοποιείται ενεργειακός έλεγχος, ο οποίος περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων από τις διάφορες λειτουργίες του ξενοδοχείου, όπως για παράδειγμα η θέρμανση, η ψύξη, ο φωτισμός και η παραγωγή ζεστού νερού, προκειμένου να αξιολογηθεί η απόδοση των υφιστάμενων συστημάτων και να εντοπιστούν ευκαιρίες βελτίωσης. Βασικός στόχος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η μείωση του λειτουργικού κόστους, διασφαλίζοντας παράλληλα τη βιωσιμότητα της επιχείρησης και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

1. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

1.1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

1.1.1. Ορισμός

Ο ενεργειακός έλεγχος ορίζεται παγκοσμίως ως ο συστηματικός έλεγχος και ανάλυση της χρήσης και κατανάλωσης ενέργειας σε μία μονάδα, ένα κτίριο, ένα σύστημα ή μία επιχείρηση. Σκοπός του ενεργειακού ελέγχου είναι ο ποσοτικός προσδιορισμός των ενεργειακών ροών και του δυναμικού βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης, καθώς και η σχετική αναφορά αυτών.

Στον νόμο 4342/2015 για τη 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 του κτιρίου ή της ομάδας κτιρίων, της 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.

Κύριος στόχος του ενεργειακού ελέγχου είναι ο εντοπισμός και η ιεράρχηση των επεμβάσεων που θα οδηγήσουν στην πολυπόθητη εξοικονόμηση ενέργειας, λαμβάνοντας υπ' όψιν την ενεργειακή και οικονομική απόδοση.

Πολλές φορές το πεδίο εφαρμογής του ενεργειακού ελέγχου διευρύνεται, προκειμένου να συμπεριλάβει και την επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας, ως αποτέλεσμα της εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

1.1.2. Ιστορικό

Τα θεμέλια για την έναρξη των συστηματικών ενεργειακών ελέγχων στην Ελλάδα τέθηκαν με την έκδοση της Κοινής 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 ΚΥΑ αυτή είχε σαν οδηγό της, το πρώτο διεθνώς πρωτόκολλο για τη Μέτρηση και την Επαλήθευση των Ενεργειακών Επιδόσεων έργων εξοικονόμησης ενέργειας με τίτλο : The North American Measurement and Verification Protocol, NAMVP, Version 1 (1996). Χάρη σε αυτό το έγγραφο καθορίστηκε για πρώτη φορά στην ιστορία ο όρος «ενεργειακός έλεγχος» με βάση τον όρο «γραμμή βάσης της ενεργειακής κατανάλωσης» ως εξής:

«Ενεργειακός έλεγχος : διαδικασία δια τον καθορισμό της γραμμής της ενεργειακής βάσης της κατανάλωσης και την επαλήθευση της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας». Άξιο αναφοράς είναι ότι στην εν λόγω ΚΥΑ ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» δεν σχετίζεται με τον αντίστοιχο όρο που χρησιμοποιείται σήμερα 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 εκείνη η κατανάλωση ενέργειας την οποία θα είχε μία εγκατάσταση ή έστω ένα μεμονωμένο τμήμα ή μηχανήμα εάν λειτουργούσε 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 μετρούμενης κατανάλωσης ενέργειας μετά την λήψη μέτρων ΕΕ.

Η μεθοδολογία της συγκεκριμένης Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ) εφαρμόστηκε ευρέως στη χώρα μας στο πλαίσιο των επενδυτικών προγραμμάτων του τότε Υπουργείου Ανάπτυξης, με τίτλο:

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

Ένα αξιοσημείωτο πλήθος επενδύσεων ΕΕ σε κτίρια και βιομηχανία στη χώρα συγχρηματοδοτήθηκε, με συνολικό προϋπολογισμό άνω του ενός δισ. ευρώ, κατά την περίοδο 1999-2007, χάρη σε αυτά τα επενδυτικά προγράμματα.

Η βασική προσέγγιση της ΚΥΑ 11038/1999 παραμένει και σήμερα ενεργή και έχει μάλιστα υιοθετηθεί από ευρωπαϊκά και διεθνή πρωτοκόλλα, πρότυπα καθώς και κανονισμούς στον τομέα της μέτρησης και επαλήθευσης επεμβάσεων ΕΕ.

1.1.3. Νομοθετικό Πλαίσιο – Οδηγία 2012/27/EC & Νόμος 4342/2015

Με τον νόμο 4342/2015 εναρμονίστηκε στο Ελληνικό δίκαιο η νέα Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (EED – Energy Efficiency Directive), η οποία αντικατέστησε τη προκάτοχη της (2006/32/ΕΕ).

Στην παράγραφο 6 του άρθρου 10 αναφέρεται ότι : «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 και ισχύουν».

Με το Παράρτημα VI του νόμου καθορίζονται τα ελάχιστα απαιτητά κριτήρια πληρότητας του ενεργειακού ελέγχου και αναφέρει τα εξής:

Οι ενεργειακοί έλεγχοι που αναφέρονται στο άρθρο 10 βασίζονται στις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές :

- α) Βασίζονται σε επικαιροποιημένα, μετρήσιμα, ανιχνεύσιμα λειτουργικά δεδομένα ως προς την κατανάλωση ενέργειας και (για την ηλεκτρική ενέργεια) σε χαρακτηριστικά φορτίου.
- β) Περιλαμβάνουν λεπτομερή ανασκόπηση των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου ή της ομάδας κτιρίων, της βιομηχανικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, περιλαμβανομένων και των μεταφορών.
- γ) Βασίζονται όπου είναι δυνατόν σε ανάλυση κόστους κύκλου ζωής και όχι σε απλές περιόδους αποπληρωμής προκειμένου να λαμβάνονται υπόψη οι μακροπρόθεσμες εξοικονομήσεις, οι εναπομένουσες αξίες των μακροπρόθεσμων επενδύσεων και τα ποσοστά αναπροσαρμογής.
- δ) Είναι αναλογικοί και επαρκώς αντιπροσωπευτικοί ώστε να δίνουν μια αξιόπιστη εικόνα της συλλογικής 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 του ενεργειακού ελέγχου δεδομένα αποθηκεύονται, ώστε να είναι δυνατή η εκ των προτέρων ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης.

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

1.2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

1.2.1. Οι απαιτήσεις των διεθνών προτύπων

Τα διεθνή πρότυπα που έχουν σχέση με τον ενεργειακό έλεγχο, όπως η σειρά ευρωπαϊκών προτύπων EN 16247 -1 (γενικές αρχές), -2 (κτίρια), -3 (διεργασίες), -4 (μεταφορές) και το διεθνές πρότυπο EN ISO 50002, καθορίζουν κοινές απαιτήσεις και διαδικασίες που αφορούν τα ακόλουθα στάδια του ενεργειακού ελέγχου, που είναι κοινά:

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

Στα παραπάνω στάδια, τα πρότυπα διατυπώνουν απαιτήσεις για την εφαρμογή τεχνικών, όπως:

- Επιμερισμός (breakdown) της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση.
- Ισοζύγια μάζας και ενέργειας, καθώς και διαγράμματα Sankey.
- Πίνακες καταναλώσεων ενέργειας.
- Εντοπισμός των Σημαντικών Ενεργειακών Καταναλώσεων (ΣΕΚ), δηλαδή των καταναλώσεων ενέργειας, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τον κύριο όγκο της κατανάλωσης ενέργειας.

- Καταγραφές εξοπλισμού, συστημάτων ή διεργασιών που καταναλώνουν ενέργεια, περιλαμβανομένου του ενεργειακού βαθμού απόδοσης και των ωρών λειτουργίας.
- Ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ των καταναλώσεων ενέργειας και των παραγόντων προσαρμογής, δηλαδή των παραγόντων που επηρεάζουν σημαντικά τις καταναλώσεις αυτές.

1.2.2. Οι απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 16247-1

Το συγκεκριμένο πρότυπο λειτουργεί ως το βασικό πλαίσιο για τη σειρά και εφαρμόζεται σε κάθε είδους ενεργειακό έλεγχο, ενώ τα υπόλοιπα πρότυπα της σειράς χρησιμοποιούνται επιλεκτικά.

Η συγκεκριμένη παράγραφος αναπτύσσει τις κύριες προδιαγραφές για τη διεκπεραίωση ενεργειακών ελέγχων, όπως ορίζεται από το άρθρο 10, παράγραφος 10 του νόμου 4342/2015. Οι έλεγχοι αυτοί δεν πρέπει να συγχέονται με τις εσωτερικές ή εξωτερικές επιθεωρήσεις που διενεργούνται στο πλαίσιο συστημάτων διαχείρισης, όπως το ΕΛΟΤ EN ISO 50001 ή το EMAS.

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

Η αναγνώριση των ενεργειακών ροών και ο εντοπισμός των τρόπων για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελούν το στόχο του ελέγχου. Αφού προσδιοριστούν οι προτεινόμενες λύσεις, γίνεται οικονομική ανάλυση των διαφορετικών μέτρων, ώστε να αξιολογηθεί η απόδοσή της και να επιλεγούν οι αποδοτικότερες λύσεις.

Στη συνέχεια, παρατίθεται ένας εν συντομία κατάλογος με τα βασικά στάδια της διαδικασίας ελέγχου, καθώς οι ακριβείς διαδικασίες καθορίζονται από το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 16247-1.

- α) Εισαγωγική Επαφή: Ένα πλαίσιο συμβουλευτικών υπηρεσιών θα πρέπει να δοθεί από τον ενεργειακό ελεγκτή. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να προσδιοριστούν οι στόχοι και οι προσδοκίες των υπηρεσιών, καθώς και τα κριτήρια που θα συμπεριληφθούν στη μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης.
- β) Εναρκτήρια Συνάντηση: Καθορίζονται τα αναγκαία δεδομένα που πρέπει να δοθούν στον ελεγκτή, ώστε να εγκατασταθεί μετρητικός εξοπλισμός. Έπονται σαφείς συμφωνίες για τη πρακτική επίδοση του ελέγχου, το οποίο περιλαμβάνει το καθορισμό ενός μέλους της εταιρίας ως υπεύθυνο υποστήριξης του ελεγκτή.

- γ) Συλλογή Δεδομένων: Εδώ γίνεται η συλλογή δεδομένων σχετικά με κάθε σύστημα, διαδικασία και εγκατάσταση που καταναλώνει ενέργεια, καθώς και οτιδήποτε άλλο συνεισφέρει στην κατανάλωση ενέργειας.
- δ) Εργασία Πεδίου: Ο ελεγκτής πρέπει να κάνει επιθεώρηση στο προς έλεγχο αντικείμενο για να εκτιμήσει τη χρήση ενέργειας και τις περιοχές που απαιτούν πρόσθετα δεδομένα. Αξιολόγηση της επίδρασης της κατανάλωσης ενέργειας και της απόδοσης στη ροή των εργασιών και στη συμπεριφορά των χρηστών, είναι κάτι που πρέπει επίσης να γίνει. Τέλος, οι μετρήσεις πρέπει να είναι αξιόπιστες, κάτι που προϋποθέτει τη λήψη τους σε πραγματικό χρόνο και συνθήκες.
- ε) Ανάλυση: Εδώ πρέπει να αξιολογηθεί από τον ελεγκτή η υφιστάμενη κατάσταση των επιδόσεων, σε σχέση με την ενέργεια. Βρίσκει ενεργειακά ισοζύγια και επιμερίζει τη παροχή και τη χρήση της ενέργειας. Επιπλέον, σε αυτό το στάδιο προτείνει τρόπους βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι αξιολογούνται βάση ενός συνόλου κριτηρίων. Τα δεδομένα και οι μέθοδοι υπολογισμού θα πρέπει να παρουσιάζονται αναλυτικά.
- στ) Απολογιστική έκθεση: Η έκθεση του ενεργειακού ελεγκτή δεν είναι μια πρόχειρη δουλειά. Πρέπει να είναι, αναλυτική, διαφανής, συμπερασματική και προ πάντων κατανοητή. Η έκθεση περιλαμβάνει μια περίληψη, πληροφορίες γενικές, τεκμηρίωση των συμβουλευτικών υπηρεσιών και τέλος έναν κατάλογο με επιλογές για να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση με:
- Προτάσεις και προγράμματα για την εφαρμογή.
 - Υποθέσεις για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης.
 - Πληροφορίες για διαθέσιμες εκπώσεις και επιχορηγήσεις.
 - Ανάλυση οφειλών.
 - Προτάσεις για διαδικασίες μετρήσεων και επαλήθευσης για την εκτίμηση της εξοικονόμησης μετά την εφαρμογή των προτεινόμενων μέσων.
 - Πιθανή σύνδεση με της προτεινόμενες προτάσεις.
 - Αποτελέσματα-Συμπεράσματα.
- ζ) Τελική συνάντηση: Σε αυτό το τελικό στάδιο, ο ενεργειακός ελεγκτής παρουσιάζει τα συμπεράσματα του, επεξηγεί ό,τι χρειάζεται και υποβάλει την έκθεση του.

Ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να περιλαμβάνει μια λεπτομερή μελέτη της ενεργειακής κατανάλωσης σε ένα κτίριο ή ομάδα κτιρίων, καθώς και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων και των μεταφορών. Πρέπει να στηρίζεται σε επικαιροποιημένα και επαληθεύσιμα δεδομένα, τα οποία είτε καταγράφονται συνεχώς είτε περιοδικά, σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και την κατανομή των φορτίων. Επιπλέον, ο έλεγχος πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικός και επαρκώς αναλογικός, ώστε να προσφέρει μια αξιόπιστη εικόνα της ενεργειακής απόδοσης, εντοπίζοντας τις κύριες ενεργειακές χρήσεις και προσδιορίζοντας με ακρίβεια τις σημαντικές δυνατές βελτιώσεις, σύμφωνα με το Παράρτημα VI του νόμου 4342/2015.

Άρα, η αναφορά στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 16247-1 επεκτείνεται και περιορίζεται μέσω των κριτηρίων της αναλογικότητας και της αντιπροσωπευτικότητας. Έτσι, σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν αρκετές παρόμοιες εγκαταστάσεις, μπορεί να μειωθεί η ανάγκη για εκτενείς εργασίες πεδίου, με τη προϋπόθεση ότι οι εγκαταστάσεις να είναι αντιπροσωπευτικές για τη συνολική κατανάλωση ενέργειας της εταιρείας.

Αφού προσδιοριστεί η συνολική ενεργειακή κατανάλωση, πρέπει να εντοπιστούν οι δραστηριότητες που συνεισφέρουν περισσότερο σε αυτή και να ομαδοποιηθούν, για να δίνουν μια εκτίμηση της συνολικής ενεργειακής αποδοτικότητας. Αυτό ισχύει όταν, οι εν λόγω δραστηριότητες αντιπροσωπεύουν το 90% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Οι δραστηριότητες αυτές θα πρέπει να καλύπτονται ορθά από τον ενεργειακό έλεγχο.

Η εταιρεία συνεπώς έχει τη δυνατότητα να εξαιρέσει το 10% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας από τον έλεγχο, με την απόφαση να λαμβάνεται ύστερα από αξιολόγηση και εισήγηση του ενεργειακού ελεγκτή, όσον αφορά για το ποιες εγκαταστάσεις, μονάδες, διεργασίες, πηγές ενέργειας ή και συνδυασμός αυτών θα αποκλειστούν.

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 16246-1, είναι δυνατή η χρήση άλλων εγκεκριμένων μεθόδων εκτίμησης για τη συλλογή ενεργειακών δεδομένων, εκτός από τη χρήση μετρητικών διαδικασιών. Πιο αναλυτικά, για περιπτώσεις όπου οι μετρήσεις δεν πραγματοποιούνται συνεχώς ή είναι ανέφικτες ή πολύ δαπανηρές, η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να προσδιοριστεί μέσω λογικών εκτιμήσεων βασισμένων στα υπάρχοντα λειτουργικά χαρακτηριστικά ή φορτία (π.χ. χρήση αμπεροτσιμπίδων, θερμοδομετρητών). Όσον αφορά τον φωτισμό και τις συσκευές γραφείου, μπορεί να γίνουν εκτιμήσεις με γνωστά και τυποποιημένα μέτρα, όπως αυτά που αναλύονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15193:2008 ή τους πίνακες 2.1/2.4/2.8 της TOTEE 20701-1.

Ωστόσο, τα έξοδα της ενέργειας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για τον ακριβή προσδιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας. Μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο κατά την αρχική εκτίμηση της συνολικής κατανάλωσης.

1.2.3. Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος

Σε κάθε αρχική φάση διεξαγωγής ενεργειακού ελέγχου, είναι απαραίτητο να γίνει συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος. Η διάρκειά του μπορεί να κυμαίνεται από μία έως δύο ημέρες για μικρότερες εγκαταστάσεις, ενώ για μεγάλες βιομηχανικές μονάδες μπορεί να διαρκέσει από 5 έως 10 ημέρες.

Οι πολύπλοκες μετρήσεις δεν είναι απαραίτητες, καθώς ο συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος στηρίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία. Η επιτυχία του εξαρτάται ως επί

το πλείστον στην εμπειρία και την ικανότητα του ελεγκτή να εντοπίζει τις κύριες ευκαιρίες για βελτιώσεις, σε επίπεδο ενεργειακής διαχείρισης και τεχνολογικού εκσυγχρονισμού μιας εγκατάστασης ή υπηρεσίας.

Τα βήματα του συνοπτικού ενεργειακού ελέγχου, που περιγράφονται αναλυτικότερα στο κεφάλαιο 13 του σχετικού οδηγού ενεργειακών ελέγχων είναι τα εξής:

- i. Συνεντεύξεις και συλλογή πληροφοριών. Ο ελεγκτής συγκεντρώνει πληροφορίες, είτε γραπτές είτε προφορικές, από το τμήμα λογιστηρίου, τη διοίκηση, τα τεχνικά στελέχη, καθώς και από τους χειριστές και τους υπεύθυνους συντήρησης των εγκαταστάσεων. Κύριος στόχος είναι η εκτίμηση των ενεργειακών μεγεθών σε επίπεδο επιμέρους μονάδων και ενεργοβόρων συσκευών, αλλά και σε αυτό του συγκροτήματος γενικότερα. Δεύτερος στόχος της φάσης αυτής είναι ο σχηματισμός της πρώτης εικόνας όσον αφορά το επίπεδο της διαχειριστικής ικανότητας και πρακτικής του συγκροτήματος.
- ii. Σύντομη αυτοψία στον χώρο του συγκροτήματος. Υπεύθυνος για τον εντοπισμό εμφανών περιπτώσεων σπατάλης, ή πλημμελούς λειτουργίας και συντήρησης (πχ διαρροές) είναι και εδώ ο ελεγκτής.
- iii. Ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών. Σε αυτό το στάδιο, ο ελεγκτής κάνει μια αρχική ανάλυση των ενεργειακών αναγκών της επιχείρησης, εξετάζοντας κάθε μορφή ή πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται (ηλεκτρική ενέργεια, βαρύ πετρέλαιο, ελαφρύ πετρέλαιο, υγραέριο, κ.λπ.).
- iv. Αξιολόγηση επεμβάσεων και συγγραφή έκθεσης. Τέλος, έχοντας στο νου τα στοιχεία της αυτοψίας και την ανάλυση, ο ελεγκτής είναι υποχρεωμένος να κάνει μια πρώτη αξιολόγηση των επεμβάσεων και να συγγράψει μια έκθεση. Οι επεμβάσεις πρέπει να δίνονται με σαφήνεια και οι πρώτης ανάγκης παρεμβάσεις προτείνονται για υλοποίηση. Επιπλέον, καθορίζεται το πεδίο του αναλυτικού ελέγχου και στη συνέχεια πραγματοποιείται η αρχική αξιολόγηση των προτεινόμενων επενδύσεων.

1.2.4. Εκτενής ενεργειακός έλεγχος

Ο εκτενής ενεργειακός έλεγχος έπεται του συνοπτικού, χωρίς να είναι αναγκαία η διεξαγωγή του τελευταίου. Η διάρκεια του καθορίζεται άμεσα από το μέγεθος, το χαρακτήρα και τη πολυπλοκότητα της παραγωγικής διαδικασίας και μπορεί να διαρκέσει χωρίς καμία υπερβολή αρκετές εβδομάδες.

Κατά τον εκτενή έλεγχο, εκτός από τα ήδη διαθέσιμα δεδομένα, συλλέγονται και νέα δεδομένα μέτρησης, εάν κριθεί αναγκαίο, για τη καλύτερη κατάρτιση των ενεργειακών ισοζυγίων, ιδιαίτερα για τις πιο ενεργοβόρες μονάδες. Οι μετρήσεις αυτές περιλαμβάνουν τόσο την ενέργεια σε τελική χρήση όσο και την απόδοση συγκεκριμένων συστημάτων ή μονάδων.

Ως πρώτος στόχος του εκτενή ελέγχου νοείται η ακριβής εκτίμηση της μηνιαίας ή ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε κάθε ενεργοβόρα εγκατάσταση και η συσχέτιση της με την αντίστοιχη παραγωγή ή ωφέλιμη ενέργεια που προκύπτει από πολλούς παράγοντες. Ο ελεγκτής για να καταφέρει το παραπάνω πρέπει να βασιστεί στις μετρήσεις ισχύος ανά στάθμη φορτίου και τις ώρες λειτουργίας για κάθε επίπεδο.

Οι εκτιμώμενες ή μετρούμενες καταναλώσεις ενέργειας συνδέονται άμεσα με παράγοντες που επηρεάζουν τη χρήση ενέργειας. Με βάση τις αναλύσεις αυτές, ο ελεγκτής καθορίζει το τύπο γραμμής βάσης και υπολογίζει το βαθμό απόδοσης ή την ειδική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση συναρτήσει των παραγόντων αυτών.

Προκειμένου από πλευράς του ελεγκτή να εκτιμηθούν οι ώρες λειτουργίας ανά στάθμη φορτίου, γίνεται χρήση πληροφοριών από το βιβλίο εκτέλεσης και σχετικούς ωρομετρητές. Μόνο εφόσον είναι απαραίτητο, ο ελεγκτής θα προχωρήσει σε μετρήσεις των επιπέδων ισχύος.

Στη συνέχεια, τα ενεργειακά ισοζύγια συντάσσονται για τις κύριες εγκαταστάσεις ή για το σύνολο του συγκροτήματος, με τον ελεγκτή να αξιολογεί πώς κατανέμεται η τελική ενέργεια σε μηνιαία ή ετήσια βάση και πως μπορεί να βελτιωθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα σε κάθε επιμέρους εγκατάσταση.

Ως δεύτερος στόχος του εκτενού ελέγχου νοείται ο εντοπισμός, η ταξινόμηση και η τεκμηρίωση των ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας, που πληρούν τα επενδυτικά κριτήρια της εταιρείας και μπορούν να εφαρμοστούν σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Τα στάδια του ενεργειακού ελέγχου είναι εν συντομία τα εξής:

- I. Σχεδιασμός του ελέγχου.
- II. Συλλογή διαθέσιμων στοιχείων παραγωγής και ενεργειακών καταναλώσεων.
- III. Επιτόπου επίσκεψη και αυτοψία συγκροτήματος.
- IV. Διεξαγωγή μετρήσεων για τη συλλογή πρόσθετων στοιχείων.
- V. Υπολογισμός ισοζυγίων μάζας και ενέργειας.
- VI. Εντοπισμός επεμβάσεων διαχειριστικού εκσυγχρονισμού.
- VII. Εντοπισμός επεμβάσεων βραχυπρόθεσμης απόδοσης.
- VIII. Εντοπισμός επεμβάσεων μεσοπρόθεσμης απόδοσης.
- IX. Εντοπισμός επεμβάσεων μακροπρόθεσμης απόδοσης.
- X. Συγγραφή έκθεσης.

1.3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η συλλογή δεδομένων αποτελεί ουσιαστικά τη πρώτη φάση ενός ενεργειακού ελέγχου. Τα απαιτούμενα δεδομένα έχουν ήδη διευκρινιστεί στη φάση του σχεδιασμού και σχετίζονται άμεσα με τους καθορισμένους στόχους και τα κριτήρια του ελέγχου. Σε κάθε περίπτωση, το είδος των στοιχείων, ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις, διαμορφώνεται κατά τη πορεία.

Οι οδηγίες για τον εκτενή ενεργειακό έλεγχο υποδιαιρούνται σε :

- Γενικά στοιχεία.
- Στοιχεία επικοινωνίας.
- Στοιχεία ενεργειακών καταναλώσεων.
- Στοιχεία εγκαταστάσεων.
- Στοιχεία οργάνωσης.

Σε περίπτωση που υπάρξουν πρόσθετοι στόχοι, ο ελεγκτής οφείλει να τροποποιήσει τη περιγραφή των κριτηρίων, αιτιολογώντας καθετί.

1.3.1. Μέτρηση της χρήσης ενέργειας

Το ερωτηματολόγιο αποτύπωσης πρέπει να περιλαμβάνει τις παρακάτω απαιτήσεις μέτρησης της ενέργειας:

A) Χρονικό βήμα και περίοδος. Το συνηθισμένο χρονικό βήμα είναι ένας μήνας, επειδή οι λογαριασμοί κοινής ωφέλειας (ΕΚΟ) αποδεσμεύονται σε αυτό το στάδιο. Σε αυτή την περίπτωση, οι μετρήσεις θα πρέπει να καλύπτουν τουλάχιστον δώδεκα συνεχόμενους μήνες. Αν αυτοί οι μήνες δεν αντιπροσωπεύουν την κανονική κατανάλωση, τότε το χρονικό διάστημα μπορεί να παραταθεί έως και 36 μήνες. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το χρονικό διάστημα των μετρήσεων μπορεί να είναι ωριαίο, ημερήσιο, τριμηνιαίο ή ετήσιο, ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα και τις ανάγκες τεκμηρίωσης των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο ελεγκτής αποφασίζει το ελάχιστο απαραίτητο χρονικό εύρος των μετρήσεων, λαμβάνοντας υπόψη τις συγκεκριμένες απαιτήσεις.

B) Μη αποθηκευμένη ενέργεια. Κάθε μορφή και ποσότητα παρεχόμενης ενέργειας θα πρέπει να μετρείται με τον μετρητή αυτόν της προμήθειας.

Γ) Αποθηκευμένη ενέργεια. Καθώς προχωρεί ένα βήμα αναφοράς, η αποθηκευμένη ενέργεια που καταναλώνεται θα υπολογιστεί βάση προμηθευόμενων ποσοτήτων και αποθεμάτων.

Δ) Διαδικασίες προμήθειας υγρών καυσίμων. Αυτά διατίθενται στην αγορά σε διαφορετικές τιμές και ποιότητες και μετρούνται σε λίτρα. Η τιμή ανά λίτρο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, βλέπε ποιότητα. Αυτή η τιμή θα πρέπει να εκτιμάται ως ποσό αγοράς και μέση τιμή των αγορών για κάθε έτος. Τέλος, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος στα αποθέματα πριν και μετά το πέρας των προμηθειών.

Ε) Διαδικασίες διακίνησης υγρών καυσίμων. Η διανομή των υγρών καυσίμων θα πρέπει να ελέγχεται διαρκώς στις επιμέρους παραγωγικές μονάδες. Σε αυτό θα βοηθήσουν μετρητές, αν υπάρχουν, αλλιώς ο ελεγκτής θα πρέπει να τις εκτιμήσει.

ΣΤ) Διαδικασίες προμήθειας και διακίνησης στερεών καυσίμων. Κάθε παραλαβή στερεών καυσίμων θα πρέπει να περνάει από εκτενή έλεγχο. Για τον καταμερισμό της χρήσης στερεών καυσίμων στις επιμέρους μονάδες, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι διαθέσιμοι δείκτες για το βάρος ή τον όγκο των καυσίμων διακίνησης. Αν αυτοί δεν υπάρχουν, η εκτίμηση του ελεγκτή είναι αρκετή.

Ζ) Ιδιοπαραγώμενη ενέργεια. Όλες οι μορφές ιδιοπαραγώμενης ενέργειας όπως η ηλιακή ενέργεια, η θερμική ενέργεια από καύση παραπροϊόντων ή ανάκτηση θερμότητας, η συμπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, θα πρέπει να μετρούνται με την χρήση μετρητών θερμότητας ή ηλεκτρισμού, αιτιολογώντας πάντα τις μετρήσεις.

1.3.2. Ενεργειακοί δείκτες

Ως δείκτης νοείται το κλάσμα, που ο αριθμητής του έχει μονάδες ενέργειας (πχ kWh) και ο παρονομαστής του μεταβλητός που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου, όπως είναι η θερμοκρασία αυτού.

Οι ενεργειακοί δείκτες είναι μετρήσεις για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης της κτιρίου, ενός συνόλου κτιρίων ή και μιας βιομηχανικής δραστηριότητας. Παρέχουν μια ποσοτική εικόνα της κατανάλωσης ενέργειας, επιτρέποντας τον εντοπισμό δυνατοτήτων βελτίωσης και την αξιολόγηση των μέτρων εξοικονόμησης. Για τους λόγους αυτούς αποτελούν πρωταρχικό στόχο κατά τον ενεργειακό έλεγχο.

Η μεθοδολογία εύρεσης των ενεργειακών δεικτών απαιτεί συλλογή και ανάλυση δεδομένων, που συνήθως περιλαμβάνουν μετρήσεις κατανάλωσης ενέργειας, αξιοποίηση τύπων μαθηματικών για τον προσδιορισμό των δεικτών και επιδιόρθωση αυτών λόγω εξωτερικών παραγόντων (πχ κλιματικές συνθήκες).

1.3.3. Συλλογή δεδομένων της περιόδου βάσης

Η συνηθέστερη πηγή δεδομένων για τις ενεργειακές καταναλώσεις της εγκατάστασης είναι οι λογαριασμοί των εταιρειών κοινής ωφέλειας (ΕΚΩ). Οι χρεώσεις των εταιρειών αυτών είναι κατά κανόνα τριών ειδών :

- Χρεώσεις ενέργειας.
- Χρεώσεις ισχύος.
- Πάγιες χρεώσεις.

Οι μετρήσεις που πρέπει οπωσδήποτε να συλλέγονται αφορούν τα εξής είδη:

- Τιμολόγια εταιριών ηλεκτρικής ενέργειας.
- Τιμολόγια καυσίμων.
- Μετρήσεις από επιμέρους μετρητές καταναλώσεων.
- Μετρήσεις ισχύος και ωρών λειτουργίας.
- Στοιχεία ισχύος μηχανημάτων και εξοπλισμού.
- Στοιχεία καταγραφών παραγωγής, συνεργειών συντήρησης εξοπλισμού.
- Καταγραφές προμήθειας ή χρήσεως ενέργειας.
- Προηγούμενες ενεργειακές ή τεχνικές μελέτες.

1.4. ΓΡΑΜΜΗ ΒΑΣΗΣ

1.4.1. Γενικά

Ένας από τους κύριους στόχους των ενεργειακών ελέγχων είναι ο προσδιορισμός της κατανάλωσης γραμμής βάσης ή της κατανάλωσης βάσης ανά τελική χρήση και ανά μορφή ενέργειας. Για κάθε σημαντική ενεργειακή χρήση, συγκεντρώνονται στοιχεία κατανάλωσης τουλάχιστον για τους δώδεκα τελευταίους

μήνες. Ο ελεγκτής εξετάζει πιθανές μεταβολές των καθοριστικών παραγόντων και την ενδεχόμενη ανάμειξη τους με την κατανάλωση ενέργειας.

Η κατανάλωση βάσης μπορεί να αφορά ένα φορτίο ή ένα σύνολο φορτίων. Το χρονικό διάστημα ποικίλλει ανάλογα τις απαιτήσεις, από μία ώρα, σε μία ημέρα ή και ένα μήνα. Στην περίπτωση των αιχμών ισχύος, το χρονικό διάστημα βάσης είναι το ένα τέταρτο της ώρας.

Εφόσον η κατανάλωση βάσης αφορά ένα μόνο φορτίο, τότε η διαδικασία εύρεσης του τύπου είναι σχετικά εύκολη. Μετρήσεις του βαθμού απόδοσης της συσκευής σε πλήρες φορτίο ή μερικό φορτίο, είναι αυτό που απαιτείται τις περισσότερες φορές. Για συσκευές τύπου ON/OFF αρκεί μία μόνο μέτρηση σε πλήρες φορτίο. Για συσκευές που μπορούν να αυξομειώνουν το φορτίο τους αναλογικά, απαιτούνται περισσότερες μετρήσεις του βαθμού απόδοσης για διαφορετικές στάθμες φορτίου.

Σε περιπτώσεις όπου η κατανάλωση βάσης αφορά ένα σύνολο φορτίων, τότε η εύρεση του τύπου είναι πιο πολύπλοκη και γίνεται με βάση τις μεθόδους της στατιστικής, της γραμμικής ή μη γραμμικής παλινδρόμησης. Εδώ θα πρέπει το σύνολο των διαθέσιμων δεδομένων για την κατανάλωση ενέργειας να αξιοποιηθεί. Αν η κατανάλωση ενέργειας εμφανίζει μία σχετικά σταθερή συμπεριφορά, με διακύμανση των διαθέσιμων στοιχείων μικρότερη από $\pm 3\%$, τότε η κατανάλωση βάσης μπορεί να οριστεί μόνο με ενεργειακά μεγέθη.

Σε διαφορετική περίπτωση, η κατανάλωση πρέπει να συνδεθεί με έναν ή περισσότερους καθοριστικούς παράγοντες και έτσι μόνο να δημιουργείται ο αντίστοιχος μαθηματικός τύπος.

Ο τύπος της γραμμής βάσης, μπορεί να προβλέπει την κατανάλωση ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης, λαμβάνοντας υπόψη συνήθεις μεταβολές των καθοριστικών παραγόντων. Οι βασικές εφαρμογές του τύπου αυτού είναι οι εξής δύο:

- α) Να γίνονται προβλέψεις εκ των προτέρων, δηλαδή προβλέψεις ενεργειακών καταναλώσεων στο μέλλον με άγνωστες τιμές των καθοριστικών παραγόντων, κάτι που απαιτεί την πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών των παραγόντων αυτών.
- β) Να γίνονται εκτιμήσεις κατά των υστέρων, ήτοι εκτιμήσεις καταναλώσεων του παρελθόντος για γνωστές τιμές των καθοριστικών παραγόντων.

1.4.2. Γενικές απαιτήσεις

Η έκταση, η χρονική ανάλυση και η ακρίβεια του ενεργειακού ισοζυγίου, εξαρτώνται από τους στόχους, τα κριτήρια ελέγχου (εκτενής ή συνοπτικός), καθώς και τα δεδομένα καταναλώσεων ενέργειας.

Μια γενική απαίτηση είναι η καταμέτρηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε ένα εύρος διακύμανσης των μεταβολών των καθοριστικών παραγόντων, το οποίο να αντανακλά τις συνηθισμένες και τυπικές διακυμάνσεις κατά τη λειτουργία του οργανισμού. Οι μεταβολές αυτές πρέπει να καταγράφονται όσο το δυνατόν πιο λεπτομερώς, μέσα στο πλαίσιο του διαθέσιμου προϋπολογισμού της επιθεώρησης. Έτσι, μπορούν να αναπτυχθούν αξιόπιστα μοντέλα της κατανάλωσης αναφοράς για όλες τις κατηγορίες τελικής χρήσης, που απαιτούνται. Άξιο αναφοράς είναι ότι στοιχεία κατανάλωσης που προκύπτουν από μη τυπικές ή ακραίες συνθήκες λειτουργίας δεν γίνονται αποδεκτά.

Για κάθε μορφή χρήσης της ενέργειας η οποία απαιτεί ισοζύγιο, πρέπει κατ' ελάχιστον να εξετάζεται η επίδραση των παρακάτω:

- Ώρες λειτουργίας εγκατάστασης.
- Όγκος παραγωγικής δραστηριότητας ή έκταση των απασχολούμενων χώρων.
- Καιρικές μεταβολές.

1.4.3. Χρονικό βήμα της ενεργειακής ανάλυσης

Κατά το συνοπτικό έλεγχο, η συνήθης χρονική περίοδο ανάλυσης είναι το τελευταίο διαθέσιμο δωδεκάμηνο για το οποίο μπορούν να βρεθούν πλήρη δεδομένα. Τα δεδομένα κατανάλωσης συλλέγονται και καταγράφονται σε μηνιαία βάση, που προκύπτουν από τα τιμολόγια και τους λογαριασμούς ενέργειας. Επιπλέον, αν υπάρχουν, παρατίθενται στοιχεία ημερησίων καταναλώσεων ενέργειας για τυπικές ώρες και μέρες του έτους.

Όσον αφορά τον εκτεταμένο ενεργειακό έλεγχο, όλα τα παραπάνω είναι απαραίτητα. Η ανάλυση γίνεται σε μηνιαία ή ωριαία βάση και ειδικά για την ηλεκτρική ενέργεια, μπορεί να επεκταθεί ακόμη και σε χρονικό διάστημα τετάρτου της ώρας, σύμφωνα με τις μεθόδους που καθορίζει η ΔΕΗ για τις μετρήσεις των αιχμών της ζήτησης.

Επιστρέφοντας στον συνοπτικό έλεγχο, η ειδική κατανάλωση ενέργειας εκφράζεται σε ετήσια ή εποχιακή βάση. Ο τύπος της κατανάλωσης αναφοράς διαμορφώνεται συνήθως ως ανηγμένο μέγεθος, λαμβάνοντας υπόψη τον αντίστοιχο όγκο παραγωγής, τις ώρες λειτουργίας, τις βαθμομέρες θέρμανσης ή ψύξης και την έκταση των απασχολούμενων χώρων. Από την άλλη, στον εκτενή έλεγχο ο τύπος για τη κατανάλωση αναφοράς έχει μια λεπτομερειακή μαθηματική έκφραση, που διαμορφώνεται με βάση τα αναλυτικά στοιχεία μηνιαίας ή ωριαίας κατανάλωσης.

1.5. ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗΣ (Μ&Ε) ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

Το Διεθνές Πρωτόκολλο Μετρήσεων και Επαλήθευσης των Ενεργειακών Επιδόσεων (IPMVP – International Performance Monitoring and Verification Protocol) διακρίνεται σε τέσσερις μεθοδολογικές επιλογές για την μέτρηση και επαλήθευση αποτελεσμάτων των έργων εξοικονόμησης ενέργειας: Α, Β, Γ και Δ. Οι επιλογές αυτές χωρίζονται με τη σειρά τους σε δύο βασικές κατηγορίες: απομόνωση επέμβασης και ολικής εγκατάστασης. Η μέθοδος της απομόνωσης επέμβασης ασχολείται μόνο με τον εξοπλισμό ή σύστημα που επηρεάζεται, χωρίς να ασχολείται με την υπόλοιπη εγκατάσταση. Η μέθοδος ολικής εγκατάστασης ασχολείται με τη συνολική χρήση ενέργειας. Το πως ακριβώς σχεδιάζεται ένα Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ), είναι η βασική διαφορά μεταξύ των μεθόδων αυτών. Οι εναλλακτικές επιλογές Α και Β είναι μέθοδοι απομόνωσης επέμβασης, η επιλογή Γ είναι μέθοδος ολικής εγκατάστασης και η Δ εφαρμόζεται και τις δύο περιπτώσεις, με μια τάση προς την ολική.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι ενεργειακές επιδόσεις μετριοούνται με ποικίλους τρόπους. Αν μια τιμή ενέργειας είναι γνωστή με ακρίβεια ή όταν το κόστος υπολογισμού της είναι σοβαρό, τότε η μέτρηση ενέργειας δεν είναι αναγκαία. Έτσι, μπορούν να γίνουν εκτιμήσεις για κάποιες παραμέτρους κάποιου ΜΕΕ, αλλά οι άλλες είναι απαραίτητο να μετρηθούν (επιλογή Α).

Το να επιλεγεί μια από της εναλλακτικές είναι μια πολλαπλή αξιολόγηση, χωρίς να αγνοείται η θέση του ορίου των μετρήσεων. Αν μας ενδιαφέρει η εξοικονόμηση να γίνει σε επίπεδο εγκατάστασης, τότε επιλέγονται οι Γ και Δ, ενώ αν μας ενδιαφέρει μόνο η καθ' αυτό επίδοση της ΕΕ, κοιτάμε στη τεχνική απομόνωσης της επέμβασης.

Παρακάτω φαίνονται οι πληροφορίες για κάθε μία επιλογή:

- α) Επιλογή Α – Μέτρηση παραμέτρου κλειδί: Η εξοικονόμηση προσδιορίζεται από επιτόπιες μετρήσεις της ενέργειας ή των παραμέτρων-κλειδιά που καθορίζουν τη χρήση ενέργειας ή των

συστημάτων που επηρεάζονται από ένα ΜΕΕ ή/και την επιτυχία της επέμβασης.

- β) Επιλογή Β – Απομόνωση επέμβασης με μέτρηση όλων των παραμέτρων: Η εξοικονόμηση προσδιορίζεται με επιτόπιες μετρήσεις της χρήσης ενέργειας του συστήματος που επηρεάζεται από το ΜΕΕ.
- γ) Επιλογή Γ – Μετρήσεις ολόκληρης εγκατάστασης: Η εξοικονόμηση προσδιορίζεται με μετρήσεις ενέργειας σε συνολικό επίπεδο εγκατάστασης ή σε μερικό επίπεδο της.
- δ) Επιλογή Δ – Διακριβωμένη προσομοίωση: Η εξοικονόμηση προσδιορίζεται μέσω προσομοίωσης της χρήσης ενέργειας όλων των εγκαταστάσεων ή των επιμέρους εγκαταστάσεων. Οι ρουτίνες της προσομοίωσης έχουν καταδειχθεί ότι εξομοιώνουν επαρκώς τις πραγματικές επιδόσεις ενέργειας που μετρούνται στην εγκατάσταση. Αυτή η επιλογή συνήθως απαιτεί σημαντικές δεξιότητες στη διακριβωμένη προσομοίωση.

1.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ - LCCA

1.6.1. Εισαγωγή

Η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA – Life Cycle Cost Analysis) είναι μια οικονομική μέθοδος που εκτιμά την οικονομική απόδοση ενός έργου, έχοντας υπόψη όλες τις δαπάνες, που προκύπτουν από την αρχική επένδυση και τη λειτουργία, μέχρι την συντήρηση και την τελική απόσυρση του. Αυτές οι δαπάνες θεωρούνται αναγκαίες για τη λήψη της απόφαση υλοποίησης του έργου. Ως εκ τούτου, η LCCA αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για τις διοικήσεις, καθώς βοηθά στην ιεράρχηση των έργων εξοικονόμησης ενέργειας, επηρεάζοντας άμεσα τα επιχειρηματικά σχέδια. Σε αντίθεση με τις άλλες μεθόδους, η LCCA εστιάζει στη μακροπρόθεσμη οικονομική αποτελεσματικότητα του έργου, εξετάζοντας το συνολικό κόστος καθ' όλη τη διάρκεια του, αντί να επικεντρώνεται αποκλειστικά στο αρχικό ή το βραχυπρόθεσμο κόστος λειτουργίας. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στις διοικήσεις να αξιολογήσουν την οικονομική αποδοτικότητα κάθε επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις ενεργειακές οικονομίες όσο και τις υπόλοιπες οικονομικές επιπτώσεις. Επιπλέον, η LCCA είναι σε θέση να εντοπίσει το οικονομικό όφελος της προτεινόμενης επένδυσης, υπολογίζοντας το συνολικό κόστος και τις αποδόσεις μέσα από συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Όταν λοιπόν, υπάρχουν εναλλακτικές επιλογές για έναν ενεργειακό έργο, η LCCA διευκολύνει τον εντοπισμό της πιο αποδοτικής λύσης.

Δεν είναι λίγες οι φορές, που εμφανίζεται η ανάγκη ιεράρχησης στην κατανομή της χρηματοδότησης για έναν αριθμό ανεξάρτητων επενδυτικών σχεδίων σε μια εγκατάσταση, κυρίως όταν δεν υπάρχει αρκετή χρηματοδότηση για την παράλληλη εφαρμογή του συνόλου των προτεινόμενων σχεδίων.

Οι συμπληρωματικοί δείκτες οικονομικής επίδοσης που είναι συμβατοί με τη μέθοδο αξιολόγησης έργων LCC είναι οι ακόλουθοι τρείς:

- i. Η Καθαρή Εξοικονόμηση (NS).
- ii. Ο Λόγος Επενδύσεων/Εξοικονόμησης (SIR).
- iii. Ο Σταθμισμένος Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης Επένδυσης (AIRR).

1.6.2. Ορισμοί Προαπαιτούμενα Λήψη & τεκμηρίωση δεδομένων

Οι μελέτες LCCA πρέπει να τεκμηριώνονται πολύ προσεκτικά, ώστε να αποτυπώνουν τη διαδικασία αξιολόγησης και να ταξινομούνται έτσι, ώστε η πρόσβαση να είναι μια εύκολη διαδικασία. Τα δεδομένα πρέπει να είναι σε τέτοια μορφή ώστε να είναι εύκολα κατανοητά από όλους.

Τα απαιτούμενα δεδομένα τεκμηρίωσης μιας μελέτης LCCA είναι:

- α) Ορισμός προβλήματος και τοποθέτηση στόχου.
- β) Προσδιορισμός των δυνατών εναλλακτικών λύσεων.
- γ) Καθιέρωση κοινών παραδοχών και παραμέτρων.
- δ) Αρχική εκτίμηση του κόστους και παρουσίαση των χρόνων για κάθε εναλλακτική.
- ε) Προεξόφληση κάθε μελλοντικού κόστους.
- στ) Υπολογισμός και σύγκριση του LCCA για κάθε εναλλακτική.
- ζ) Υπολογισμός επιπρόσθετων μέτρων, αν αυτά απαιτούνται.
- η) Εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου.
- θ) Εκτίμηση των επιπτώσεων, των οποίων δεν μπορεί να εκτιμηθεί το κόστος και τα οφέλη.
- ι) Παροχή συμβουλών σχετικά με την απόφαση.

1.6.3. Παράμετροι για τον υπολογισμό ενεργειακών εξοικονομήσεων

Οι παράμετροι κατά τον υπολογισμό της ενέργειας που αφορούν το κόστος της LCCA είναι:

- Η μέτρηση της ποσότητας της ενέργειας που χρησιμοποιείται, σύμφωνα με το τύπο της ενέργειας σε όρους χρήσης.
- Η χρήση των τιμολογίων από την πλευρά του προμηθευτή, έχοντας στο νου όλες τις παραμέτρους. Η χρήση μέσων όρων δεν είναι επιτρεπτή, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο IPMVP, εκτός από τους πελάτες Υψηλής Τάσης. Ο λόγος είναι ότι οι τιμές είναι εμπιστευτικές και συνεπώς, θα χρησιμοποιούνται τιμές μόνο σε ανταγωνιστικό τιμολόγιο σε €/kWh και €/kW, ύστερα από ειδικές εγκυκλίους της Γενικής Γραμματείας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου. Ακριβώς τα ίδια ισχύουν και για αυτούς με κατανάλωση ανά χρόνο πάνω από 50GWh.
- Η παροχή των ποσοστών κλιμάκωσης των τιμών ενέργειας, αν χρησιμοποιηθούν, θα πρέπει να παρέχονται από επίσημους φορείς, σε περίπτωση που δεν δίνονται από τον προμηθευτή.

1.6.4. Υπολογισμός του κόστους κύκλου ζωής

Ο γενικός τύπος του κόστους κύκλου ζωής, ο οποίος προϋποθέτει πως όλα τα έξοδα είναι αναλυμένα ως το έτος και ποσό, είναι:

$$LCC = \sum_{t=0}^N C_t / (1 + d)^t \quad (\text{εξ. 1.1})$$

Όπου:

- LCC: Τελικό κόστος κύκλου ζωής μιας εναλλακτικής πρότασης ΕΞΕ σε όρους παρούσας αξίας.
- C_t : Σύνολο όλων των σχετικών με την εναλλακτική πρόταση ΕΞΕ δαπανών, συμπεριλαμβανομένων και των αρχικών και μελλοντικών δαπανών θετικών χρηματοροών που έλαβαν χώρα στο έτος.
- N: Αριθμός ετών της περιόδου μελέτης.
- d: Προεξοφλητικό επιτόκιο για τη προσαρμογή των χρηματοροών σε παρούσα αξία.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

2.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ

Η ΜΑΝΙΑΤΗΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ Α.Ε. αποτελεί επιχείρηση παροχής υπηρεσιών φιλοξενίας, διαθέτοντας μια ξενοδοχειακή μονάδα τοποθετημένη λίγα μόλις μέτρα από τη κεντρική πλατεία της Σπάρτης, εντασσόμενη στην κατηγορία των 3 αστέρων. Η συγκεκριμένη ξενοδοχειακή μονάδα με όνομα Maniatis Hotel ιδρύθηκε στα τέλη του 1973 και ξεκίνησε τη λειτουργία της το 1974, κλείνοντας φέτος 50 χρόνια από την έναρξη της. Το ξενοδοχείο βρίσκεται σε οικόπεδο εμβαδού 476 m², αποτελείται από 8 επίπεδα και ένα δώμα, καταλαμβάνει συνολική έκταση 2.896,42 m², εκ των οποίων κλιματιζόμενοι χώροι θεωρούνται τα 2.140 m² (περίπου το 74% του συνόλου) και διαθέτει 80 κομψά δωμάτια και 165 κλίνες, που έχουν ζεστή διακόσμηση με μοντέρνα έπιπλα από ανοιχτόχρωμο ξύλο και απαλές αποχρώσεις. Έχει, επίσης, μαρμάρινο λόμπι με καλόγουστους χώρους καθιστικού και lounge, ένα a la carte εστιατόριο και αίθουσα πρωινού. Η αίθουσα πρωινού Milky Way προσφέρει έναν από τους πιο νόστιμους μπουφέςδες πρωινού στην πόλη. Το αριστοκρατικό Zeus Restaurant σερβίρει εκλεκτά ελληνικά αλλά και διεθνή πιάτα. Η τοποθεσία του αποτελεί εξαιρετική αφετηρία για εκδρομές στη Λακωνία, επισκέψεις στο αρχαιολογικό μουσείο της πόλης, το μουσείο τέχνης, το Ελληνικό Μουσείο Ελιάς και πολλά άλλα αξιοθέατα.

Προκειμένου να κατανοήσουμε τις ανάγκες για θέρμανση και ψύξη του ξενοδοχείου, πρέπει να κάνουμε μια σύντομη αναφορά στην πόλη που βρίσκεται. Η Σπάρτη, βρίσκεται κεντρικά του νομού Λακωνίας και είναι μια από τις νοτιότερες πόλεις της Ηπειρωτικής Ελλάδας. Περικλύζεται από δύο βουνά, τον Ταΰγετο και τον Πάρνωνα, γεγονός που επηρεάζει σημαντικά το κλίμα και τις ανάγκες για ενέργεια της πόλης. Η περιοχή χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και ζεστά, ξηρά καλοκαίρια. Οι θερμοκρασίες, κυμαίνονται μεταξύ 5-15°C το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι σχεδόν συνεχώς ξεπερνούν τους 35°C. Η αυξημένη αυτή ζέστη το καλοκαίρι καθιστά αναγκαία τη χρήση συστημάτων ψύξης, που θα λειτουργούν σχεδόν αδιάλειπτα, ενώ κατά τη χειμερινή περίοδο η θέρμανση απαιτείται και ειδικότερα τις νύκτες. Ωστόσο, στη Σπάρτη επικρατεί ηλιοφάνεια, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων και συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής μέσω ηλιακής ενέργειας.

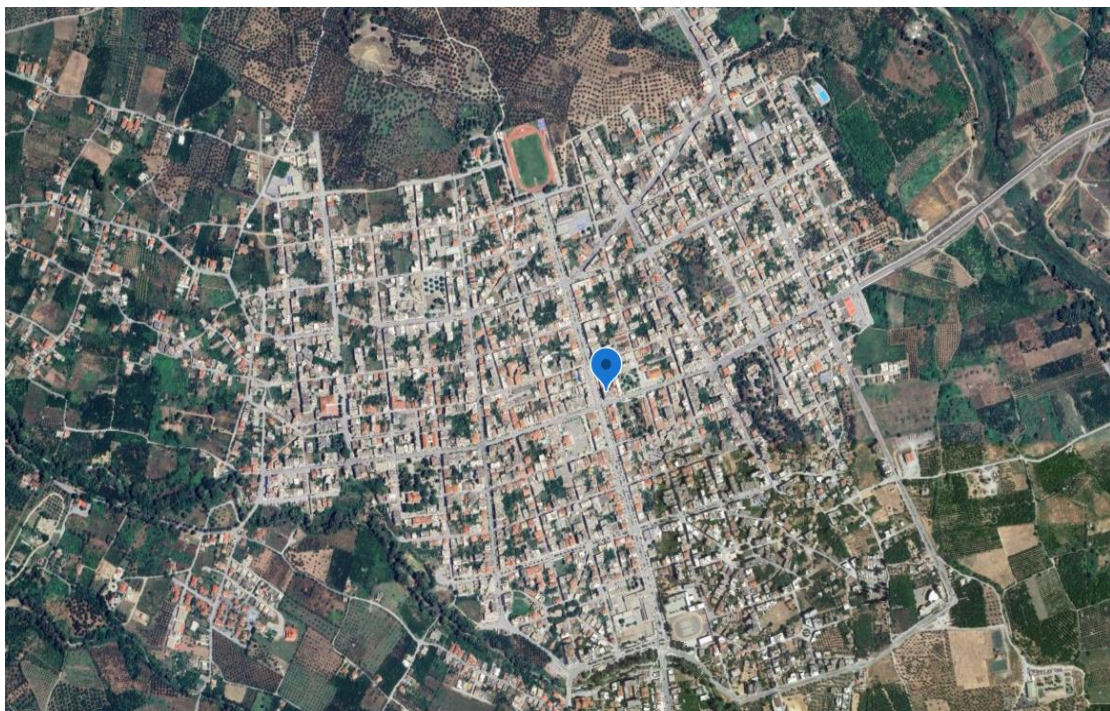
Παρακάτω παρατίθενται οι συντεταγμένες τοποθεσίας (πίνακας. 2.1), καθώς και εικόνες της μονάδας (2.1 και 2.2).

Πίνακας 2.1: Συντεταγμένες τοποθεσίας της ξενοδοχειακής μονάδας (πηγή: Google Earth Pro)

| Γεωγραφικό Πλάτος | Γεωγραφικό Μήκος |
|-------------------|------------------|
| 37°04'29"N | 22°25'49"E |

Η εταιρία κατά το έτος 2019 έκανε κάποιες προσπάθειες ενεργειακής εξοικονόμησης του κτιρίου, οι οποίες ολοκληρώθηκαν εντός του έτους αυτού και θα αναλυθούν περαιτέρω σε επόμενη ενότητα. Εν συντομία, αντικαταστάθηκαν ο παλαιοί παραδοσιακοί λέβητες πετρελαίου και το κεντρικό σύστημα ψύξης, με αντλίες θερμότητας και ηλιακούς συλλέκτες για το κλιματισμό του κτιρίου, καθώς και τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Προκειμένου να επιτευχθεί ορθά ο ενεργειακός έλεγχος της μονάδας, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αφορούν ένα ολόκληρο έτος λειτουργίας πριν και ένα μετά τις προσπάθειες ενεργειακής αναβάθμισης. Τα έτη αυτά κατά σειρά είναι το 2018 και το 2023. Ο λόγος που επιλέχθηκε το έτος 2023 και όχι κάποιο προγενέστερο, όπως το 2020 είναι ότι, αυτό ήταν το πρώτο έτος που η μονάδα λειτούργησε κανονικά χωρίς τους υγειονομικούς περιορισμούς της καραντίνας του Covid-19.



Εικόνα 2.1: Αεροφωτογραφία πόλης και σήμανση ξενοδοχείου (πηγή: Google Earth Pro)



Εικόνα 2.2: Εξωτερική όψη ξενοδοχείου

2.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΧΩΡΟΙ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

2.2.1. Αναφορά στη δομή των υλικών κατασκευής

Το ξενοδοχείο που εξετάζεται, του οποίου η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 1973, δηλαδή πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (1980), δεν έχει θερμομονωτική προστασία. Το γεγονός αυτό, επηρεάζει δραματικά την αύξηση των απωλειών ενέργειας.

Ωστόσο, το κτίριο δομικά βρίσκεται σε άριστη κατάσταση και έχει ως εξής:

- Οι εξωτερικές τοιχοποιίες αποτελούνται από μπατικές οπτοπλινθοδομές, χωρίς διάκενο και δύο στρώσεις επιχρίσματος ασβεστοκονιάματος μία εντός και μία εκτός του κτιρίου, με συνολικό πάχος 0,2m.

- Οι εσωτερικές τοιχοποιίες αποτελούνται από δρομικές οπτοπλινθοδομές και δύο στρώσεις επιχρίσματος ασβεστοκονιάματος, με συνολικό πάχος 0,1m.
- Τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού (κολώνες, δοκάρια) είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα και δύο στρώσεις επιχρίσματος ασβεστοκονιάματος μία εντός και μία εκτός.
- Η οροφή του κτιρίου αποτελείται και αυτή από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Τα δάπεδα του κτιρίου έχουν το ίδιο βασικό υλικό με την οροφή, επίσης και κισσηρόδεμα για δημιουργία ρήσεων (μπετόν κλίσης), τσιμεντοκονίαμα και διαφόρων ειδών πλακάκια. Εξαιρεση αποτελεί το δάπεδο της κουζίνας και του παρασκευαστηρίου πρωϊνού, καθώς εκεί υπάρχει εποξικό δάπεδο.

Το κτίριο περιλαμβάνει ένα μεγάλο πλήθος ανοιγμάτων ιδίως στους χώρους του ισόγειου και του μεσοπατώματος. Όσον αφορά τα σταθερά ανοίγματα των χώρων, αυτά αποτελούνται από υαλοπετάσματα με παλαιάς κατασκευής κουφώματα αλουμινίου. Από την άλλη, τα δωμάτια διαθέτουν επάλληλα ανοίγματα και όχι συρόμενα, με ένα τυπικό άνοιγμα μπαλκονόπορτας των δωματίων να είναι 1,3x2,2 μέτρα.

2.2.2. Χώροι του ξενοδοχείου

Το εξεταζόμενο ξενοδοχείο αποτελείται από 5 ορόφους δωματίων με 16 δωμάτια και 33 κλίνες έκαστος, υπόγειο, ισόγειο, μεσοπάτωμα και δώμα.

Στον παρακάτω πίνακα (2.2) αναλύονται οι βασικοί χώροι ανά επίπεδο του ξενοδοχείου.

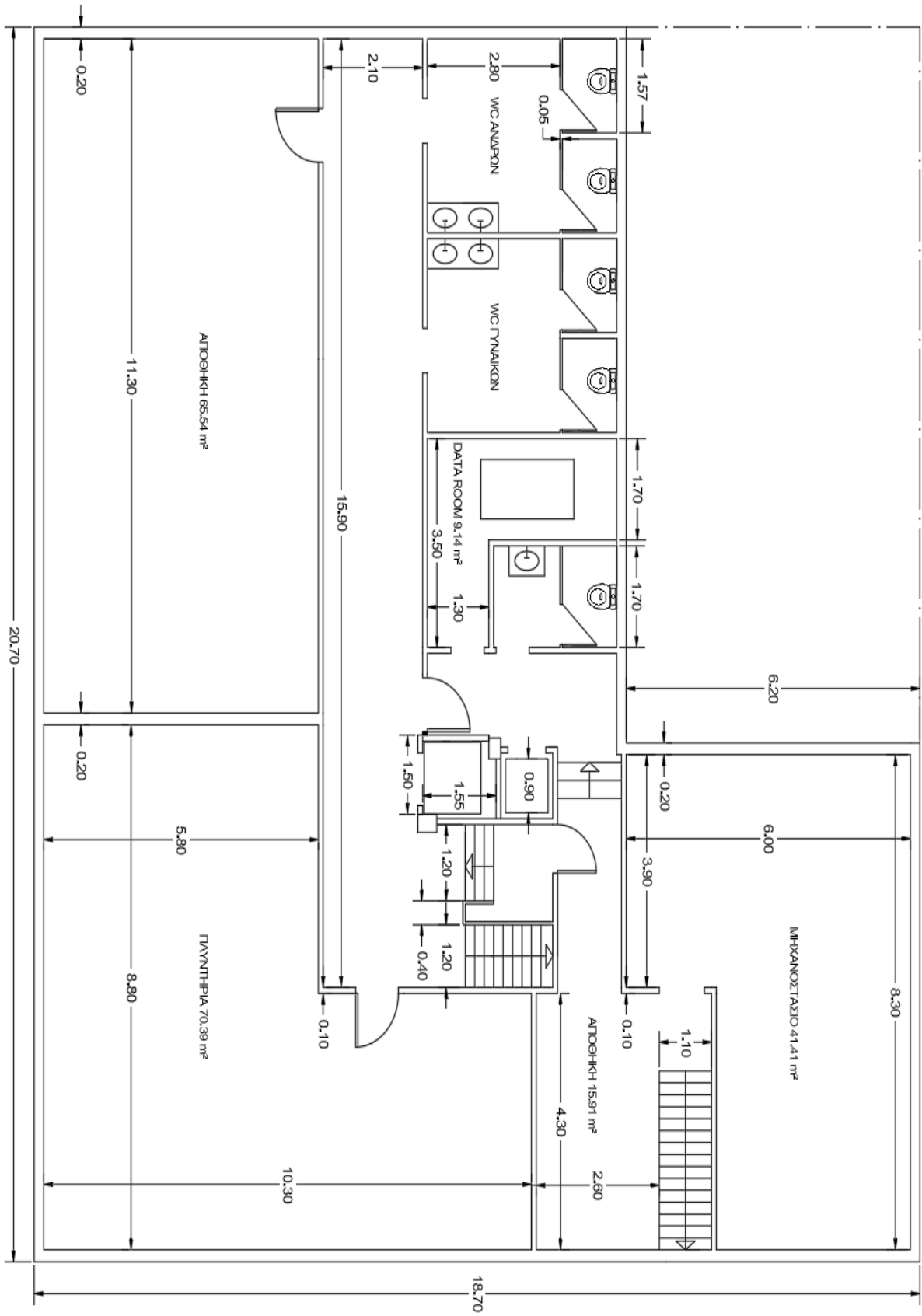
Πίνακας 2.2: Χώροι του ξενοδοχείου

| Επίπεδο | Χώρος | Εμβαδόν κάλυψης (m ²) |
|---------|--------------------|-----------------------------------|
| Υπόγειο | Αποθήκες | 81,45 |
| | Ιματισμός | 70,39 |
| | Μηχανοστάσιο | 41,41 |
| | Data room | 9,14 |
| | Κοινόχρηστοι χώροι | 61,00 |

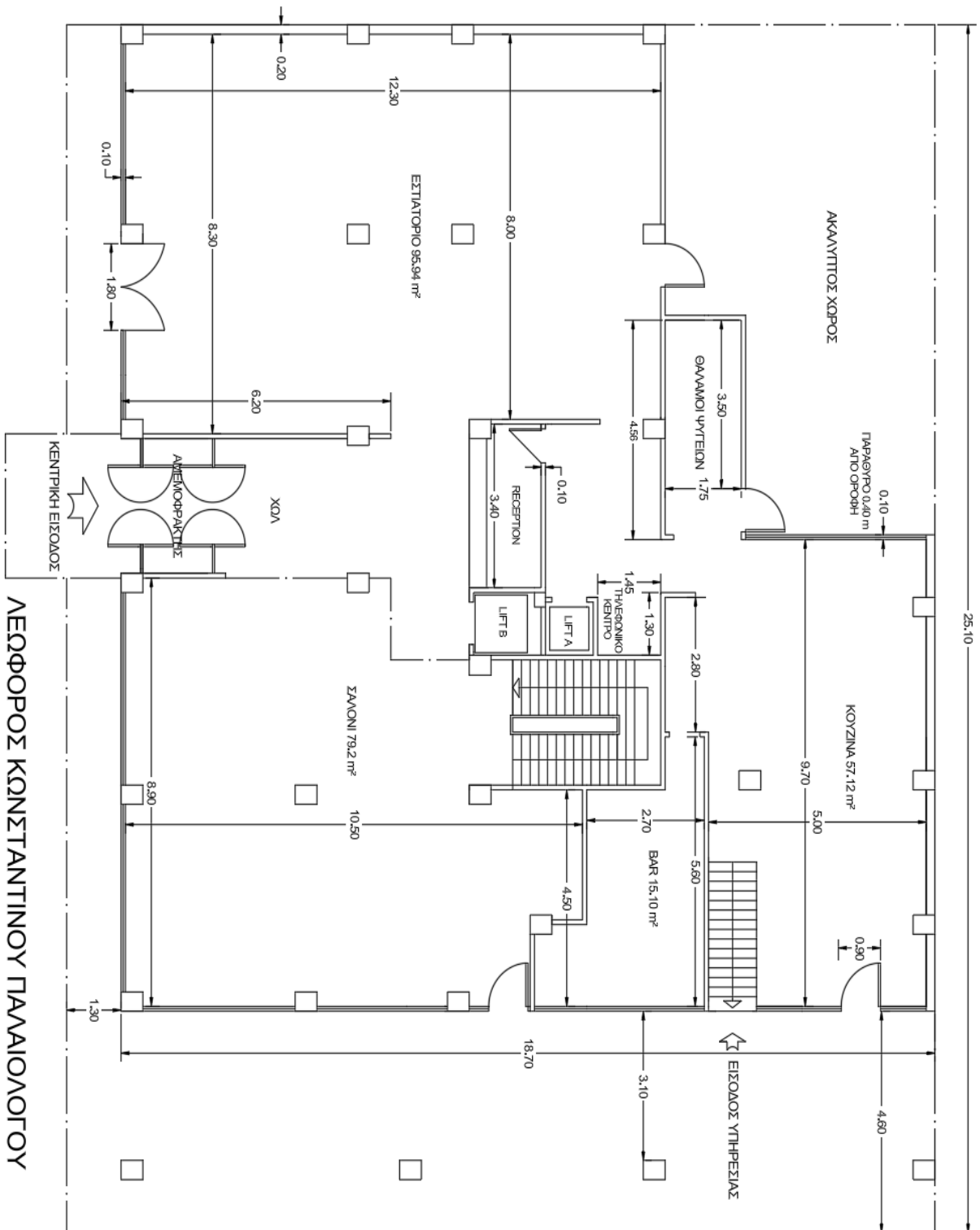
| | | |
|----------------|------------------------------|--------|
| Ισόγειο | Υποδοχή | 24,52 |
| | Σαλόνι | 79,20 |
| | Εστιατόριο | 95,94 |
| | Bar | 15,10 |
| | Κουζίνα | 57,12 |
| | Ακάλυπτος χώρος | 57,28 |
| Μεσοπάτωμα | Σαλόνι | 71,58 |
| | Αίθουσα Πρωϊνού | 97,63 |
| | Παρασκευαστήριο Πρωϊνού | 29,55 |
| | Γραφεία | 40,00 |
| Τυπικός Όροφος | Τυπικό 2κλινο/3κλινο Δωμάτιο | 17,20 |
| | Τυπικό 1κλινο Δωμάτιο | 14,60 |
| | Office Ορόφου | 7,00 |
| Ταράτσα | Μηχανοστάσιο Ανελκυστήρων | 4,50 |
| | Ψυχροστάσιο | 8,04 |
| | Ακάλυπτος Χώρος | 427,96 |

2.2.3. Κατόψεις επιπέδων

Στην ενότητα αυτή παρατίθενται κατά σειρά οι κατόψεις των επιπέδων της ξενοδοχειακής μονάδας (εικόνες 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7).

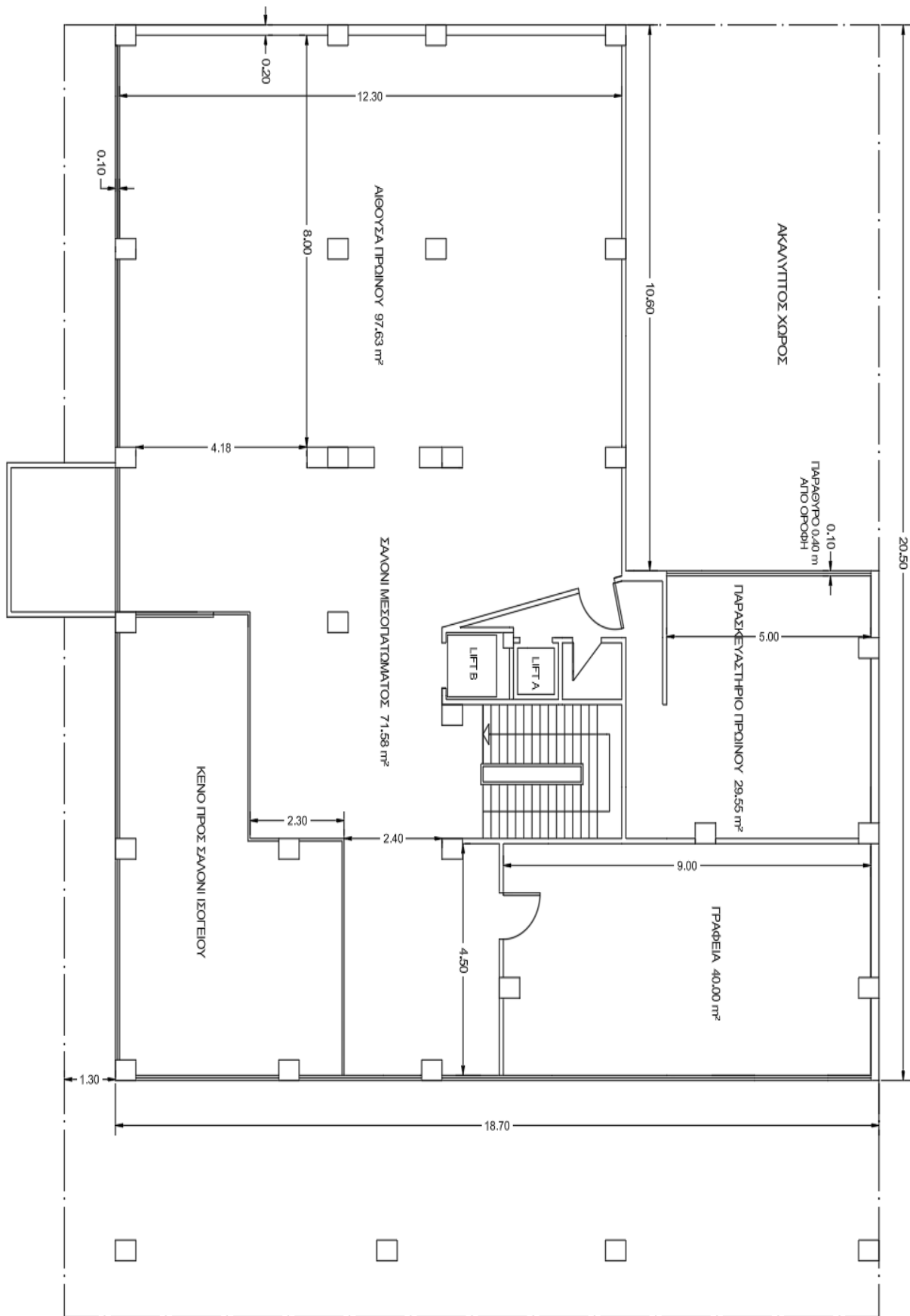


Εικόνα 2.3: Κάτοψη Υπογείου

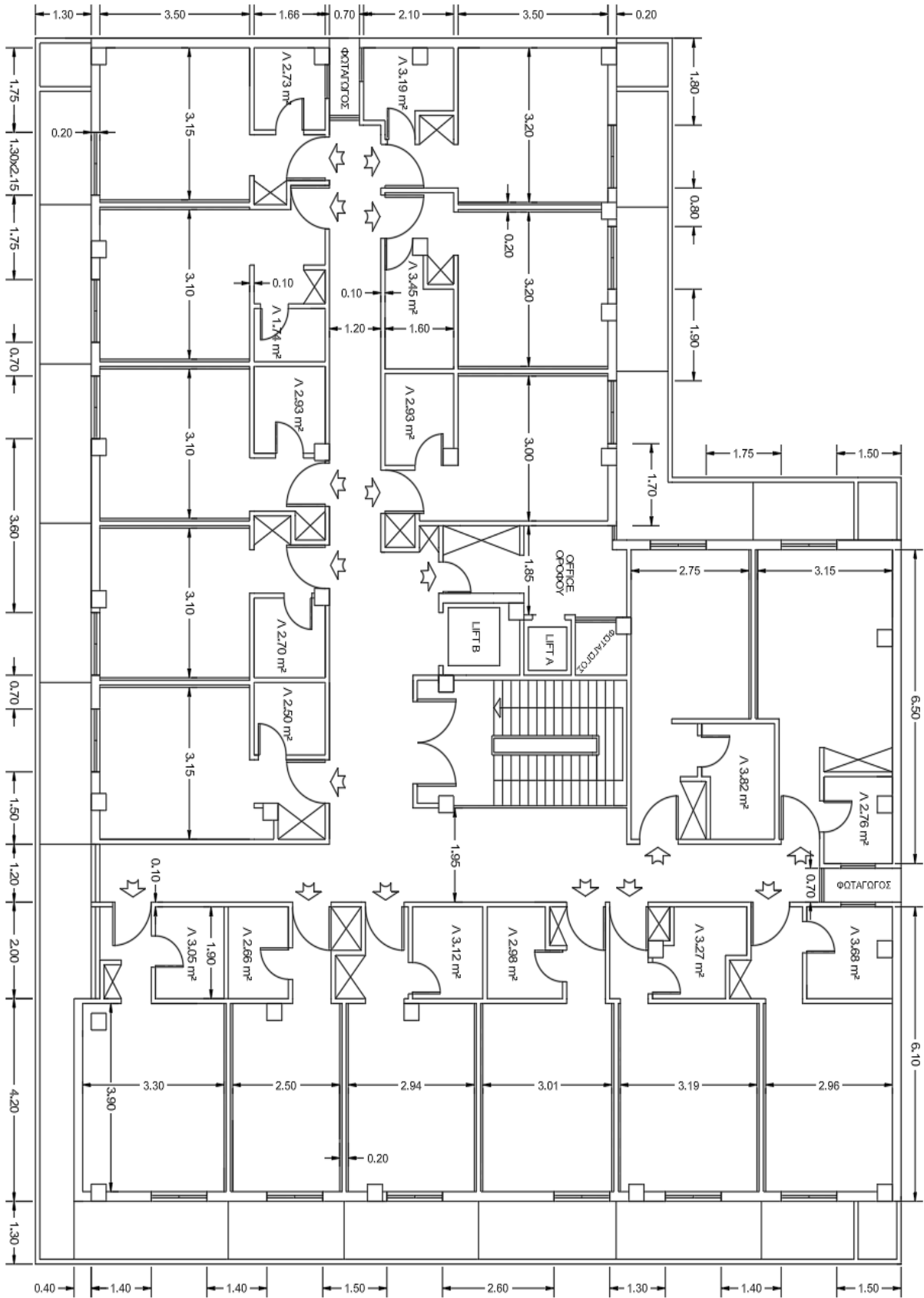


ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΛΥΚΟΥΡΓΟΥ

Εικόνα 2.4: Κάτοψη Ισογείου

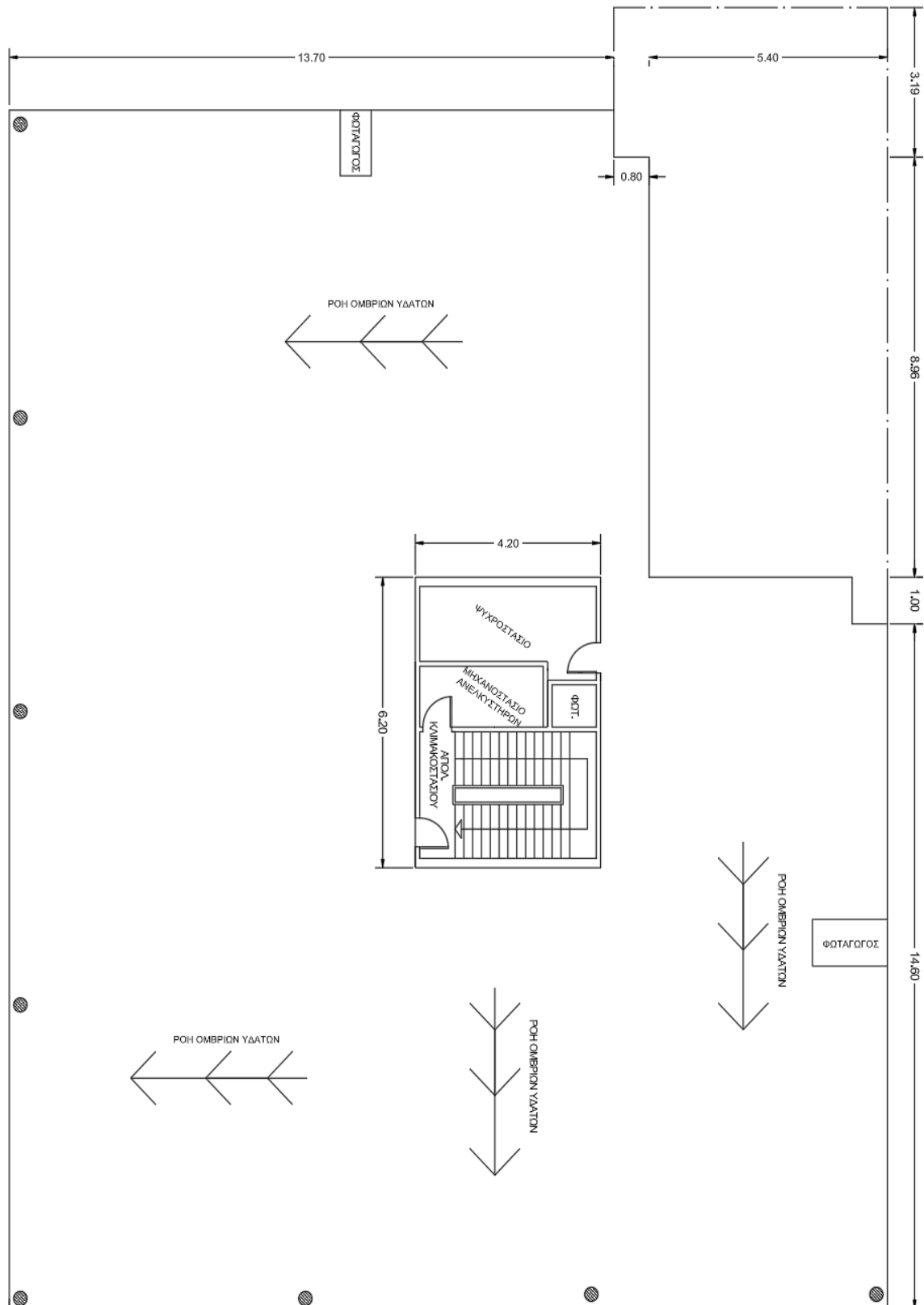


Εικόνα 2.5: Κάτοψη Μεσοπατώματος



Εικόνα 2.6: Κάτοψη Τυπικού Ορόφου

ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΛΛΑΔΙΟΝΟΓΟΥ



ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΛΥΚΟΥΡΓΟΥ

Εικόνα 2.7: Κάτοψη Δώματος

2.3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

2.3.1. Τμήματα – προσωπικό και ωράριο λειτουργίας

Η ξενοδοχειακή μονάδα που εξετάζεται λειτουργεί αδιάλειπτα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και απασχολεί προσωπικό στους εξής τομείς:

- Υποδοχή πελατών
- Υπηρεσίες εστίασης
- Υπηρεσίες οροφοκομίας
- Οικονομικό τμήμα
- Τεχνική Υποστήριξη

Οι ώρες λειτουργίας για κάθε τμήμα του ξενοδοχείου φαίνονται στον κάτωθι πίνακα (2.3):

Πίνακας 2.3: Τμήματα – προσωπικό και ωράριο λειτουργίας

| Τμήματα Ξενοδοχείου | Προσωπικό | Ώρες Λειτουργίας / Ημέρα |
|---------------------|------------------------|--------------------------|
| Υποδοχή | Receptionists | 24 |
| | Διαχειριστές κρατήσεων | 24 |
| Οροφοκομία | Καμαριέρες | 24 |
| | Υπάλληλοι Πλυντηρίων | 8 |
| Εστίαση | Μάγειρες και Σεφ | 16 |
| | Σερβιτόροι | 16 |
| | Μπάρμεν | 16 |
| Λογιστήριο | Λογιστές / Βοηθοί | 8 |
| Τεχνική Υποστήριξη | Συντηρητές | Μη καθορισμένο |

Σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι το ωράριο κάθε υπαλλήλου είναι εντός των νομικών πλαισίων και οι βάρδιες είναι διαμορφωμένες έτσι ώστε να καλύπτονται από επαρκή αριθμό ατόμων τα παραπάνω τμήματα κατά τις ώρες λειτουργίας τους.

2.3.2. Στοιχεία πληρότητας

Σύμφωνα με το γεγονός ότι το ξενοδοχείο αποτελείται από συνολικά 80 δωμάτια, καθώς και τα στοιχεία που δόθηκαν από τους ιδιοκτήτες του ξενοδοχείου, το ποσοστό κάλυψης των δωματίων και οι διανυκτερεύσεις αυτών για κάθε μήνα των δύο ετών αναφοράς, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (2.4).

Πίνακας 2.4: Πληρότητα ξενοδοχείου

| Μήνας Αναφοράς | Σύνολο Δωματίων | Ποσοστό Κάλυψης (%) | Διανυκτερεύσεις (GN) |
|----------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| 2018 | | | |
| Ιαν-18 | 847 | 34,15 | 1.747 |
| Φεβ-18 | 1.072 | 47,86 | 2.212 |
| Μαρ-18 | 1.403 | 56,57 | 2.894 |
| Απρ-18 | 1.616 | 67,33 | 3.333 |
| Μαϊ-18 | 1.792 | 72,26 | 3.697 |
| Ιουν-18 | 1.389 | 57,88 | 2.866 |
| Ιουλ-18 | 1.623 | 65,44 | 3.348 |
| Αυγ-18 | 1.814 | 73,15 | 3.742 |
| Σεπ-18 | 1.558 | 64,92 | 3.214 |
| Οκτ-18 | 1.545 | 62,30 | 3.187 |
| Νοε-18 | 1.265 | 52,71 | 2.610 |
| Δεκ-18 | 861 | 34,72 | 1.776 |

| 2023 | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| Ιαν-23 | 529 | 21,33 | 1.092 |
| Φεβ-23 | 635 | 28,35 | 1.310 |
| Μαρ-23 | 1.308 | 52,74 | 2.698 |
| Απρ-23 | 1.359 | 56,63 | 2.804 |
| Μαϊ-23 | 1.571 | 63,35 | 3.241 |
| Ιουν-23 | 1.412 | 58,83 | 2.913 |
| Ιουλ-23 | 1.623 | 65,44 | 3.348 |
| Αυγ-23 | 1.660 | 66,94 | 3.424 |
| Σεπ-23 | 1.511 | 62,96 | 3.117 |
| Οκτ-23 | 1.839 | 74,15 | 3.793 |
| Νοε-23 | 1.404 | 58,50 | 2.896 |
| Δεκ-23 | 797 | 32,14 | 1.644 |

2.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στην ενότητα αυτή θα αναλυθεί ο εξοπλισμός που διαθέτει το ξενοδοχείο προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες του, δίνοντας έμφαση στην ισχύ του κάθε συστήματος, τόσο κατά το έτος αναφοράς πριν τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας (2018), όσο και το έτος ύστερα από το πέρας αυτών (2023). Όσον αφορά το έτος 2018 αναφορά για τον εξοπλισμό του θα γίνει μόνο στα συστήματα κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, καθώς οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης αφορούσαν μόνο αυτούς τους τομείς, μη επηρεάζοντας τα υπόλοιπα.

2.4.1. Συστήματα Κλιματισμού

Από την ίδρυση του ξενοδοχείου, οι ανάγκες για θέρμανση του κτιρίου καλύπτονταν από ένα λέβητα πετρελαίου 275.000 kcal/h, ενώ αυτές για τη ψύξη από ένα κεντρικό σύστημα ψύξης. Τα παραπάνω συστήματα τροφοδοτούσαν τερματικές μονάδες Fan-Coils (FCU) δαπέδου στους κοινόχρηστους χώρους, αλλά και κρυφού τύπου στα δωμάτια. Η επιλογή αυτή των τερματικών μονάδων δίνει την πολυτέλεια της αυτονομίας ανά δωμάτιο και λειτουργικό χώρο.

Το κεντρικό σύστημα ψύξης του ξενοδοχείου αποτελούνταν από ένα ψυκτικό μηχάνημα ανοιχτού κυκλώματος νερού – νερού ηλεκτρικής ισχύος 278,6kW, τοποθετημένο στο υπόγειο του κτιρίου, δύο αντλίες κίνησης του νερού ισχύος 5,2kW έκαστος, που εξασφάλιζαν τη μόνιμη και συνεχή ροή και τέλος έναν πύργο ψύξης, που διέθετε δύο ανεμιστήρες ισχύος 5,5kW έκαστος, τοποθετημένους στην οροφή του κτιρίου.

Τα παραπάνω συστήματα κάλυπταν τις ανάγκες όλου του ξενοδοχείου, εκτός από τους χώρους του εστιατορίου και του πρωινού, στους οποίους χρησιμοποιούταν μια αντλία θερμότητας αέρος - αέρος συνδυαστικά.

Μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης, όλα τα παραπάνω συστήματα αντικαταστάθηκαν από 4 αντλίες θερμότητας αέρος – νερού. Οι δύο από αυτές καλύπτουν τις ανάγκες των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του εστιατορίου και της αίθουσας πρωινού και είναι τοποθετημένες στον ακάλυπτο χώρο του ισόγειου. Οι άλλες δύο αντλίες θερμότητας είναι τοποθετημένες στην οροφή του κτιρίου και καλύπτουν τις ανάγκες του υπολοίπου ξενοδοχείου. Οι τερματικές μονάδες με τη σειρά τους αντικαταστάθηκαν με FCU νεότερης γενιάς, εκτός από αυτές στο ισόγειο και το μεσοπάτωμα.

Προκειμένου η λειτουργία των αντλιών θερμότητας να γίνεται σωστά χρειάζεται η χρήση των αντίστοιχων δοχείων αδρανείας (buffers), κυκλοφορητών, φίλτρων και δοχείων διαστολής. Ενδεικτικά αναφέρεται πως η χωρητικότητα των δοχείων αδρανείας, που χρησιμοποιούνται για τις αντλίες του ισόγειου είναι της τάξης των 100 λίτρων έκαστος, ενώ το αντίστοιχο για τις άλλες δύο είναι της τάξης των 1.000 λίτρων.

Σε αυτό το σημείο να επισημανθεί πως στο εστιατόριο και στην αίθουσα πρωινού τερματικές μονάδες Fan-Coils δεν υπάρχουν, καθώς οι αντλίες θερμότητας εκεί λειτουργούν συνδυαστικά με τον μηχανικό αερισμό του χώρου, χωρίς επιπλέον σπατάλη ενέργειας.

Επιπλέον, κατά το έτος 2022, προστέθηκε στον εξωτερικό χώρο επιπλέον εξοπλισμός, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες για τη νέα εξωτερική καφετέρια, που ξεκίνησε τη λειτουργία της κατά το παραπάνω έτος.

Οι δύο παρακάτω πίνακες (2.5 και 2.6) περιλαμβάνουν κατά σειρά τον εξοπλισμό των ετών πριν και μετά τις προσπάθειες παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Πίνακας 2.5: Εξοπλισμός κλιματισμού πριν τις παρεμβάσεις (2018)

| Είδος | Κατασκ. | Ποσότητα | Αποδιδόμενη Ισχύς (kW) | Ηλεκτρική Ισχύς (kW) | Συνολική Ηλεκτρική Ισχύς (kW) |
|---|----------|----------|------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Λέβητας Πετρελαίου Θέρμανσης | | 1 | 320 | 0,15 | 0,15 |
| Κεντρικό Σύστημα Ψύξης | Trane | 1 | 390 | 300 | 300,00 |
| Αντλία Θερμότητας (Πρωινό + Εστιατόριο) | Daikin | 1 | Θ : 8,09 Ψ: 7,03 | 4,1 | 4,10 |
| Κυκλοφορητής Διανομής | Wilo | 1 | | 1,45 | 1,45 |
| Fan Coil | Galletti | 80 | | 0,125 | 10,00 |
| Fan Coil | Galletti | 10 | | 0,11 | 1,10 |
| Fan Coil | Galletti | 5 | | 0,25 | 1,25 |
| Σύνολο 2018 | | | | | 318,05 |

Πίνακας 2.6: Εξοπλισμός κλιματισμού μετά τις παρεμβάσεις (2023)

| Είδος | Κατασκ. | Ποσότητα | Αποδιδόμενη Ισχύς (kW) | Ηλεκτρική Ισχύς (kW) | Συνολική Ηλεκτρική Ισχύς (kW) |
|-----------------------------|----------|----------|--------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Αντλία Θερμότητας (ισόγειο) | Carrier | 2 | Θ: 13,96 Ψ: 13,04 | 4,20 | 8,40 |
| Αντλία Θερμότητας (οροφή) | Carrier | 2 | Θ : 42-158 Ψ : 38-149 | 44,60 | 89,20 |
| Κυκλοφορητής Διανομής | Wilo | 6 | | 0,30 | 1,80 |
| Fan Coil | Carrier | 85 | | 0,09 | 7,65 |
| Fan Coil | Galletti | 10 | | 0,11 | 1,10 |
| Θερμάστρες Εξ. Καφέ | | 7 | | 2,90 | 20,30 |
| Air Cooler Εξ. Καφέ | | 4 | | 0,32 | 1,28 |
| Σύνολο 2023 | | | | | 129,73 |

2.4.2. Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Η παραγωγή του ZNX γινόταν με τη χρήση ενός λέβητα πετρελαίου κίνησης 150.000 kcal/h, ενώ ύστερα από τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης, αντικαταστάθηκε από σύστημα ηλιοθερμίας 34 ηλιακών συλλεκτών, συνολικής επιφάνειας 92,48 m² και δύο αντλίες θερμότητας, τοποθετημένες και αυτές στη ταράτσα του κτιρίου. Οι αντλίες αυτές υποβοηθούν το σύστημα ηλιοθερμίας, όταν δεν επαρκεί για να καλυφθούν οι ανάγκες του ξενοδοχείου.

Προκειμένου το σύστημα παραγωγής, αποθήκευσης και διανομής του ZNX να λειτουργεί σωστά χρησιμοποιούνται 6 θερμοδοχεία τριπλής ενέργειας, τοποθετημένα στο μηχανοστάσιο, συνολικής χωρητικότητας 6.800 λίτρων. Πιο αναλυτικά, τα θερμοδοχεία αυτά διαρρέονται από το πρωτεύον κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών, το κύκλωμα των αντλιών θερμότητας (λουτρό) και το τελικό κύκλωμα του ZNX. Υπάρχουν,

επίσης, τα απαραίτητα φίλτρα, δοχεία διαστολής, ένας κυκλοφορητής για το πρωτεύον κύκλωμα ηλιοθερμίας, ένας ακόμα για την ανακυκλοφορία του ZNX και μια τρίοδη βάνα ανάμειξης 12 m³/h. Ο εξοπλισμός για ZNX και για τα δύο έτη αναφοράς αποτυπώνεται στους παρακάτω πίνακες (2.7 και 2.8).

Πίνακας 2.7: Εξοπλισμός ZNX πριν τις παρεμβάσεις (2018)

| Είδος | Κατασκ. | Ποσότητα | Αποδιδόμενη Ισχύς (kW) | Ηλεκτρική Ισχύς (kW) |
|---------------------------------|---------|----------|------------------------|----------------------|
| Λέβητας Πετρελαίου Κίνησης | | 1 | 174 | 0,12 |
| Κυκλοφορητής Ανακυκλοφορίας | Wilo | 1 | | 0,52 |
| Κυκλοφορητής Λέβητα – Εναλλάκτη | Wilo | 1 | | 0,55 |
| Σύνολο 2018 | | | | 1,19 |

Πίνακας 2.8: Εξοπλισμός ZNX μετά τις παρεμβάσεις (2023)

| Είδος | Κατασκ. | Ποσότητα | Αποδιδόμενη Ισχύς (kW) | Ηλεκτρική Ισχύς (kW) | Συνολική Ηλεκτρική Ισχύς (kW) |
|-----------------------------|---------|----------|------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Θερμικοί Συλλέκτες | AND | 34 | | | |
| Αντλία Θερμότητας (οροφή) | Carrier | 2 | 19,8 | 9,2 | 18,4 |
| Κυκλοφορητής Ανακυκλοφορίας | Wilo | 1 | | 0,52 | 0,52 |
| Κυκλοφορητής Ηλιοθερμίας | Wilo | 1 | | 0,16 | 0,16 |
| Σύνολο 2023 | | | | | 19,08 |

2.4.3. Μηχανικός Αερισμός Εγκατάστασης

Ο μηχανικός αερισμός σε κτίρια του τριτογενή τομέα είναι απαραίτητος, βάση νόμου. Τα μηχανήματα ανά χώρο αυτού για το ξενοδοχείο, τόσο πριν όσο και μετά τις παρεμβάσεις φαίνονται στους παρακάτω πίνακες (2.9 και 2.10).

Πίνακας 2.9: Μηχανικός αερισμός πριν τις παρεμβάσεις (2018)

| Χώρος | Ποσότητα | Ισχύς (W) | Συνολική Ισχύς Χώρου (kW) |
|-----------------------------------|----------|-----------|---------------------------|
| Κουζίνα – Παρασκευαστήριο Πρωινού | 1 | 2.200 | 2,2 |
| Ιματισμός | 2 | 250 | 0,5 |
| Σύνολο | | | 2,7 |

Πίνακας 2.10: Μηχανικός αερισμός μετά τις παρεμβάσεις (2023)

| Χώρος | Ποσότητα | Ισχύς (W) | Συνολική Ισχύς Χώρου (kW) |
|-----------------------------------|----------|-----------|---------------------------|
| Κουζίνα – Παρασκευαστήριο Πρωινού | 1 | 1.500 | 1,50 |
| Εστιατόριο | 1 | 1.100 | 1,10 |
| Αίθουσα Πρωινού | 1 | 1.100 | 1,10 |
| Ιματισμός | 6 | 127 | 0,76 |
| Σύνολο | | | 4,46 |

2.4.4. Ψυγεία

Το ξενοδοχείο διαθέτει συστήματα συμπιεστών, που τροφοδοτούν τους ψυκτικούς θαλάμους, τα ψυγεία και τις καταψύξεις για την αποθήκευση των προϊόντων εστίασης. Πιο συγκεκριμένα υπάρχει μια εξωτερική μονάδα για τις συντηρήσεις (Emerson) και τρεις εξωτερικές μονάδες (Embaco) για τις τρεις καταψύξεις που διαθέτει το ξενοδοχείο. Οι κατηγορίες του εξοπλισμού αυτού φαίνονται στους παρακάτω πίνακες (2.11 και 2.12).

Πίνακας 2.11: Συμπιεστές ψύξης (εξωτερικές μονάδες)

| Είδος | Κατασκευαστής | Χρήση | Ποσότητα | Ψυκτική Ισχύς (kW) | Ηλεκτρική Ισχύς (kW) |
|--------------|---------------|-------------|----------|--------------------|----------------------|
| Μονάδα Ψύξης | Emerson | Συντηρήσεις | 1 | 7,5 | 4,5 |
| Μονάδα Ψύξης | Embaco | Καταψύξεις | 1 | 1,2 | 0,95 |
| Μονάδα Ψύξης | Embaco | | 1 | 0,9 | 0,65 |
| Μονάδα Ψύξης | Embaco | | 1 | 0,5 | 0,36 |
| Σύνολο | | | | 10,1 | 6,46 |

Πίνακας 2.12: Μηχανήματα ψύξης (εσωτερικές μονάδες)

| Είδος | Χώρος | Ποσότητα | Ηλεκτρική Ισχύς (W) | Συνολική Ηλεκτρική Ισχύς (kW) |
|---------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|-------------------------------|
| Ψυγείο Κρασιών | Bar | 4 | 50 | 0,200 |
| Ψυγείο Πάγκος Αναψυκτικών | | 4 | 16 | 0,064 |
| Ψυγείο Γάλακτος | | 1 | 16 | 0,016 |
| Ντουλάπα Μονόφυλλη | Παρασκευαστήριο Πρωινού | 2 | 16 | 0,032 |
| Ψυγείο Πάγκος | | 1 | 16 | 0,016 |
| Καταψύκτης Πάγκος | | 1 | 16 | 0,016 |
| Ψυγείο Βιτρίνα Κρασιών | Κουζίνα Εστιατορίου | 1 | 16 | 0,016 |
| Ψυγείο Πάγκος Αναψυκτικών | | 3 | 16 | 0,048 |
| Ντουλάπα Συντήρησης Αναψυκτικών | | 1 | 16 | 0,016 |
| Ντουλάπα Μονόφυλλη | | 2 | 16 | 0,032 |
| Θάλαμος Συντήρησης Λαχανικών | | 1 | 106 | 0,106 |
| Θάλαμος Συντήρησης Κρεάτων | | 1 | 159 | 0,159 |

| | | | | |
|-------------------------------------|--|---|----|-------|
| Καταψύκτης Ντουλάπα Μονόφυλλη | | 2 | 16 | 0,032 |
| Σύνολο | | | | 0,753 |

2.4.5. Φωτισμός Εγκατάστασης

Για να μπορέσουν να καλυφθούν οι ανάγκες για φωτισμό του ξενοδοχείου χρησιμοποιούνται συστήματα Led και φθορίου, τα οποία φαίνονται αναλυτικά στον επόμενο πίνακα (2.13).

Πίνακας 2.13: Φωτισμός εγκατάστασης

| Χώρος | Είδος | Ποσότητα | Ισχύς (W) | Συνολική Ισχύς (kW) |
|----------------------------|-------------------------|----------|-----------|---------------------|
| Πλυντήρια | Λάμπες LED | 6 | 80 | 0,480 |
| Μηχανοστάσιο | T8 Φθορισμού | 4 | 150 | 0,600 |
| Data Room | Λάμπες LED | 5 | 7 | 0,035 |
| Διάδρομος Υπογείου | Σκαφάκια LED | 2 | 8 | 0,016 |
| | Λάμπες LED | 7 | 15 | 0,105 |
| Κοινόχρηστα WC Υπογείου | Λάμπες LED | 1 | 5,9 | 0,006 |
| | Λάμπες LED | 16 | 7 | 0,112 |
| | Φωτιστικό Τοίχου LED | 3 | 8 | 0,024 |
| Σαλόνι | Πολύφωτα LED | 2 | 270 | 0,540 |
| Υποδοχή – Bar | Λάμπες LED | 12 | 26 | 0,312 |

| | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------|-----|-------|
| Κουζίνα Εστιατορίου | Ταινίες LED | 25 μέτρα | 20 | 0,500 |
| Εστιατόριο | Ράγα LED | 4 | 160 | 0,640 |
| | Φωτιστικό Οροφής LED | 10 | 144 | 1,440 |
| Παρασκευαστήριο Πρωινού – Γραφεία | Λάμπες LED | 18 | 26 | 0,468 |
| Αίθουσα Πρωινού | Ράγα LED | 4 | 160 | 0,640 |
| | Φωτιστικό Οροφής LED | 10 | 144 | 1,440 |
| Δωμάτια | Λάμπες LED | 400 | 5,9 | 2,360 |
| Office | Λάμπες LED | 5 | 5,9 | 0,030 |
| Διάδρομοι | Σκαφάκια LED | 45 | 26 | 1,170 |
| | Ταινίες LED | 660 μέτρα | 10 | 6,600 |
| Κλιμακοστάσιο | Σκαφάκια LED | 27 | 26 | 0,702 |
| Μηχανοστάσιο Ανελκυστήρων | Λάμπες LED | 2 | 13 | 0,026 |
| Ψυχροστάσιο Δώματος | Λάμπες LED | 2 | 13 | 0,026 |
| Εξωτερικός Φωτισμός | Προβολάκια Δαπέδου LED | 10 | 10 | 0,100 |
| | Γράμματα Neon | 2 σειρές | 700 | 1,400 |
| | Κρυφές Μπλε Λάμπες LED | 30 | 58 | 1,740 |

| | | | | |
|--------|---------------|----|---|--------|
| | Φωτιστικά LED | 40 | 5 | 0,200 |
| Σύνολο | | | | 21,712 |

2.4.6. Ανελκυστήρες

Προκειμένου να διευκολύνεται η μετακίνηση των πελατών και του προσωπικού στους χώρους, με άνεση, το ξενοδοχείο διαθέτει δύο ανελκυστήρες, των οποίων η ανάλυση φαίνεται στη συνέχεια (πίνακας 2.14):

Πίνακας 2.14: Ανελκυστήρες ξενοδοχείου

| Είδος | Κατασκευαστής | Ποσότητα | Ισχύς (kW) |
|------------|---------------|----------|------------|
| Πελατών | Otis | 1 | 6 |
| Προσωπικού | Otis | 1 | 5 |
| Σύνολο | | | 11 |

2.4.7. Εξοπλισμός Δωματίων

Τα δωμάτια του ξενοδοχείου είναι πλήρως εξοπλισμένα, ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των πελατών, διαθέτοντας τα παρακάτω (πίνακας 2.15):

Πίνακας 2.15: Εξοπλισμός δωματίων

| Είδος | Ποσότητα | Ισχύς (W) | Συνολική Ισχύς (kW) |
|---------------|----------|-----------|---------------------|
| Τηλεόραση 28" | 80 | 40 | 3,2 |
| Ψυγείο | 80 | 50 | 4,0 |
| Σύνολο | | | 7,2 |

2.4.8. Εξοπλισμός Κουζίνας Εστιατορίου

Το ξενοδοχείο διαθέτει κουζίνα πλήρως εξοπλισμένη τόσο για την παρασκευή προϊόντων κατά τη λειτουργία του εστιατορίου, όσο και με γενικής χρήσης εξοπλισμό, που καλύπτει τις ανάγκες ολόκληρης της εγκατάστασης. Στον ακάλυπτο χώρο της κουζίνας, πάντα διαθέσιμες είναι φιάλες υγραερίου, καθώς στο ξενοδοχείο υπάρχει σύστημα τροφοδοσίας αερίου τόσο για συσκευές της κουζίνας, όσο και για συσκευές του χώρου του ιματισμού. Το σύστημα αυτό είναι πλήρως εκσυγχρονισμένο, καλύπτοντας όλα τα μέτρα ασφάλειας. Ο εξοπλισμός της κουζίνας περιγράφεται στον ακόλουθο πίνακα (2.16):

Πίνακας 2.16: Εξοπλισμός κουζίνας εστιατορίου

| Είδος | Ποσότητα | Ηλεκτρική Ισχύς (kW) | Θερμική Ισχύς (kW) | Συνολική Ισχύς (kW) |
|-----------------------|----------|----------------------|--------------------|---------------------|
| Φριτέζα (LPG) | 1 | | 20,2 | 20,2 |
| Σχάρα Ψησίματος (LPG) | 1 | | 36,4 | 36,4 |
| Εστία Κουζίνας (LPG) | 2 | | 46,0 | 92,0 |
| Βραστήρας (LPG) | 1 | | 19,2 | 19,2 |
| Φούρνος Μικροκυμάτων | 4 | 2,7 | | 10,8 |
| Φούρνος | 1 | 10,6 | | 10,6 |
| Παγομηχανή | 1 | 0,6 | | 0,6 |
| Πλυντήριο Σκευών | 1 | 2,0 | | 2,0 |
| Πλυντήριο Πιάτων | 1 | 10 | | 10,0 |

| | | | | |
|-----------|---|-----|--|-------|
| Μπεν Μαρί | 2 | 1,5 | | 3,0 |
| Σύνολο | | | | 204,8 |

2.4.9. Εξοπλισμός Παρασκευαστηρίου Πρωινού

Ο χώρος, όπου παρασκευάζεται το πρωινό βρίσκεται στο μεσοπάτωμα του ξενοδοχείου και περιλαμβάνει τα ακόλουθα (πίνακας 2.17):

Πίνακας 2.17: Εξοπλισμός παρασκευαστηρίου πρωινού

| Είδος | Ποσότητα | Ισχύς (W) | Συνολική Ισχύς (kW) |
|------------------|----------|-----------|---------------------|
| Η/Υ | 1 | 450 | 0,45 |
| Πλυντήριο Πιάτων | 1 | 5.200 | 5,20 |
| Μηχανή Καφέ | 1 | 5.200 | 5,20 |
| Μηχανή Φίλτρου | 1 | 800 | 0,80 |
| Φραπιέρα | 1 | 40 | 0,04 |
| Τοστιέρα | 1 | 1.000 | 1,00 |
| Μήλος Εσπρέσο | 1 | 300 | 0,30 |
| Blender | 1 | 150 | 0,15 |
| Αποχυμωτής | 1 | 200 | 0,20 |
| Σύνολο | | | 13,34 |

2.4.10. Εξοπλισμός Bar

Το ξενοδοχείο διαθέτει ένα bar, ώστε να παρέχει κάποιες ακόμα υπηρεσίες για τους πελάτες. Ο εξοπλισμός αυτού φαίνεται παρακάτω (πίνακας 2.18):

Πίνακας 2.18: Εξοπλισμός bar

| Είδος | Ποσότητα | Ισχύς (W) | Συνολική Ισχύς (kW) |
|----------------|----------|-----------|---------------------|
| Η/Υ | 1 | 450 | 0,45 |
| Μηχανή Καφέ | 1 | 5.200 | 5,20 |
| Μηχανή Φίλτρου | 1 | 800 | 0,80 |
| Φραπιέρα | 1 | 40 | 0,04 |
| Τοστιέρα | 1 | 1.000 | 1,00 |
| Μήλος Εσπρέσο | 1 | 300 | 0,30 |
| Blender | 1 | 150 | 0,15 |
| Αποχυμωτής | 1 | 200 | 0,20 |
| Σύνολο | | | 8,14 |

2.4.11. Εξοπλισμός Ιματισμού

Στο υπόγειο του ξενοδοχείου βρίσκεται ο χώρος του ιματισμού, για τις ανάγκες κάλυψης καθαρισμού. Κάποιες από τις συσκευές που ανήκουν εδώ χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ κάποιες άλλες υγραέριο, το οποίο τροφοδοτείται από την ίδια πηγή με αυτή της κουζίνας. Ο εξοπλισμός του έχει ως εξής (πίνακας 2.19):

Πίνακας 2.19: Εξοπλισμός Ιματισμού

| Είδος | Κατασκ. | Ποσότητα | Ηλεκτρική Ισχύς (kW) | Θερμική Ισχύς (kW) | Συνολική Ισχύς (kW) |
|-------------------|---------|----------|----------------------|--------------------|---------------------|
| Πλυντήριο | Miele | 4 | 16,0 | | 64,0 |
| Στεγνωτήριο (LPG) | Miele | 2 | | 30,5 | 61,0 |
| Σιδερωτήριο | Miele | 1 | 18,3 | | 18,3 |
| Σύνολο | | | | | 143,3 |

2.5. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

Στην ενότητα αυτή θα αναδειχθούν φωτογραφίες από τους κύριους χώρους και το βασικό εξοπλισμό της ξενοδοχειακής μονάδας, όπως είναι σήμερα.



Εικόνα 2.8: Κεντρική είσοδος ξενοδοχείου



Εικόνα 2.9: Σαλόνι



Εικόνα 2.10: Bar



Εικόνα 2.11: Εστιατόριο



Εικόνα 2.12: Αίθουσα πρωινού



Εικόνα 2.13: Διάδρομοι δωματίων (α' όψη)



Εικόνα 2.14: Διάδρομοι δωματίων (β' όψη)



Εικόνα 2.15: Δίκλινο δωμάτιο



Εικόνα 2.16: Ανεγκυστήρας κοινού



Εικόνα 2.17: Κουζίνα εστιατορίου (α' όψη)



Εικόνα 2.18: Κουζίνα εστιατορίου (β' όψη)



Εικόνα 2.19: Παρασκευαστήριο πρωινού (α' όψη)



Εικόνα 2.20: Παρασκευαστήριο πρωινού (β' όψη)



Εικόνα 2.21: Χώρος Ιματισμού



Εικόνα 2.22: Αερισμός κουζίνας και παρασκευαστηρίου πρωινού



Εικόνα 2.23: Αντλίες θερμότητας κλιματισμού εστιατορίου – αίθουσας πρωινού



Εικόνα 2.24: Αντλίες θερμότητας κλιματισμού λοιπών χώρων



Εικόνα 2.25: Αντλίες θερμότητας παραγωγής ΖΝΧ



Εικόνα 2.26: Ηλιακοί συλλέκτες παραγωγής ΖΝΧ



Εικόνα 2.27: Εξωτερική μονάδα ψυγείων και θαλάμων συντήρησης



Εικόνα 2.28: Εξωτερικές μονάδες καταψύξεων



Εικόνα 2.29: Δοχεία αδρανείας ZNX (μηχανοστάσιο)



Εικόνα 2.30: Σύστημα διανομής κλιματισμού (ψυχοστάσιο)

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

3.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για να γίνει ορθά η ανάλυση και επεξεργασία της καταναλισκόμενης ενέργειας της μονάδας, χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των ετών πριν (2018) και μετά (2023) τις προσπάθειες ενεργειακής αναβάθμισης που διενεργήθηκαν. Οι λόγοι επιλογής των συγκεκριμένων ετών αναφοράς έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο. Στη συνέχεια παρατίθενται τα στοιχεία κατανάλωσης ενέργειας της μονάδας αναλυμένα σε ηλεκτρική, θερμική αλλά και συνολική κατανάλωση ενέργειας και καταμεμημένα ανά μήνα (πίνακες 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 και 3.6).

Πίνακας 3.1: Κατανάλωση πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2018

| Μήνας | Συμφωνημένη Ισχύς 135 (kVA) | | | | | | | Χρέωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) |
|---------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| | Αρ. Ημερών Χρέωσης | Ζήτηση Αιχμής (kW) | Συντελεστής Μετασχηματισμού (-) | Συντελεστής Χρησιμοποίησης (%) | Συντελεστής Ισχύος (-) | Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWhel) | Χρέωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) | |
| Ιαν-18 | 31 | 57,9 | 40 | 52,13 | 0,8848 | 21.720 | 3.207,99 | |
| Φεβ-18 | 28 | 56 | 40 | 51,39 | 0,8861 | 20.720 | 3.051,99 | |
| Μαρ-18 | 31 | 57,9 | 40 | 53,67 | 0,8928 | 22.360 | 3.323,64 | |
| Απρ-18 | 30 | 76 | 40 | 41,3 | 0,8928 | 22.600 | 3.358,57 | |
| Μαϊ-18 | 31 | 103,3 | 40 | 37,63 | 0,8709 | 28.000 | 4.258,92 | |
| Ιουν-18 | 30 | 108 | 40 | 42,18 | 0,8436 | 32.800 | 4.937,87 | |
| Ιουλ-18 | 31 | 115,7 | 40 | 51,51 | 0,8386 | 42.920 | 6.477,01 | |
| Αυγ-18 | 31 | 124 | 40 | 51,16 | 0,8375 | 45.680 | 6.793,04 | |
| Σεπ-18 | 30 | 112 | 40 | 45,19 | 0,8431 | 36.440 | 5.290,05 | |
| Οκτ-18 | 31 | 103,3 | 40 | 32,85 | 0,893 | 24.440 | 3.492,85 | |
| Νοε-18 | 30 | 72 | 40 | 42,24 | 0,8934 | 21.880 | 3.208,71 | |
| Δεκ-18 | 31 | 74,4 | 40 | 41,41 | 0,8935 | 22.040 | 3.274,71 | |
| Σύνολο | | | | | | 341.600 | 50.675,35 | |

Πίνακας 3.2: Κατανάλωση πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2023

| Μήνας | Συμφωνημένη Ισχύς 135 (kVA) | | | | | | | Χρέωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) |
|---------|-----------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| | Αρ. Ημερών Χρέωσης | Ζήτηση Αιχμής (kW) | Συντελεστής Μετασχηματισμού (-) | Συντελεστής Χρησιμοποίησης (%) | Συντελεστής Ισχύος (-) | Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWhel) | Χρέωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) | |
| Ιαν-23 | 31 | 78,5 | 40 | 49,09 | 0,998 | 27.760 | 11.823,96 | |
| Φεβ-23 | 28 | 82,1 | 40 | 46,4 | 0,9997 | 27.440 | 6.589,79 | |
| Μαρ-23 | 31 | 74,4 | 40 | 53,02 | 0,9978 | 28.400 | 7.368,18 | |
| Απρ-23 | 30 | 76 | 40 | 48,39 | 0,9979 | 26.480 | 6.250,74 | |
| Μαϊ-23 | 31 | 74,4 | 40 | 48,98 | 1 | 26.240 | 6.068,28 | |
| Ιουν-23 | 30 | 80 | 40 | 47,64 | 1 | 27.440 | 6.228,19 | |
| Ιουλ-23 | 31 | 102,7 | 1 | 50,75 | 0,9975 | 37.536 | 9.019,99 | |
| Αυγ-23 | 31 | 84,4 | 1 | 58,88 | 0,9976 | 35.796 | 8.485,49 | |
| Σεπ-23 | 30 | 77,8 | 1 | 51,7 | 0,9972 | 28.953 | 6.796,97 | |
| Οκτ-23 | 31 | 78,4 | 1 | 48,02 | 0,9982 | 27.099 | 6.730,93 | |
| Νοε-23 | 30 | 88,3 | 1 | 41,51 | 0,998 | 26.386 | 7.771,23 | |
| Δεκ-23 | 31 | 90,9 | 1 | 45,18 | 0,9979 | 29.561 | 8.695,34 | |
| Σύνολο | | | | | | 349.091 | 91.829,09 | |

Πίνακας 3.3: Κατανάλωση πρωτογενούς θερμικής ενέργειας για το έτος 2018

| Μήνας | Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας Diesel Heating (kWh _{DH}) | Χρέωση Diesel Heating (€) | Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας Diesel Fuel (kWh _{DF}) | Χρέωση Diesel Fuel (€) | Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας LPG (kWh _{LPG}) | Χρέωση LPG (€) | Κατανάλωση Συνολικής Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (kWh _{th}) | Χρέωση Συνολικής Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (€) |
|---------|---|---------------------------|--|------------------------|---|----------------|--|---|
| Ιαν-18 | 14.531 | 1.149,11 | 15.275 | 1.578,66 | 14.688 | 1.335,48 | 44.494 | 4.063,25 |
| Φεβ-18 | 15.516 | 1.227,00 | 19.461 | 1.996,06 | 13.464 | 1.224,19 | 48.441 | 4.447,25 |
| Μαρ-18 | 14.108 | 1.115,62 | 19.464 | 1.996,38 | 14.688 | 1.335,48 | 48.260 | 4.447,48 |
| Απρ-18 | 0 | 0 | 17.715 | 1.872,47 | 15.912 | 1.446,77 | 33.627 | 3.319,24 |
| Μαϊ-18 | 0 | 0 | 16.161 | 1.784,11 | 16.830 | 1.530,24 | 32.991 | 3.314,35 |
| Ιουν-18 | 0 | 0 | 10.356 | 1.159,45 | 13.464 | 1.224,19 | 23.820 | 2.383,64 |
| Ιουλ-18 | 0 | 0 | 10.453 | 1.162,22 | 14.688 | 1.335,48 | 25.141 | 2.497,70 |
| Αυγ-18 | 0 | 0 | 11.685 | 1.290,04 | 14.688 | 1.335,48 | 26.373 | 2.625,52 |
| Σεπ-18 | 0 | 0 | 12.099 | 1.354,69 | 13.464 | 1.224,19 | 25.563 | 2.578,88 |
| Οκτ-18 | 4.488 | 347,91 | 14.666 | 1.688,01 | 17.136 | 1.558,06 | 36.290 | 3.593,98 |
| Νοε-18 | 18.309 | 1.419,23 | 16.841 | 1.872,34 | 15.912 | 1.446,77 | 51.062 | 4.738,34 |
| Δεκ-18 | 15.446 | 1.197,29 | 14.118 | 1.492,29 | 16.830 | 1.530,24 | 46.394 | 4.219,82 |
| Σύνολο | | | | | | | 442.456 | 42.229,45 |

Για τη μετατροπή των καυσίμων σε ενέργεια χρησιμοποιήθηκαν οι εξής σχέσεις της θερμογόνου δύναμης:

- $H_{\text{Diesel}} = 10,3 \text{ kWh/lit}$
- $H_{\text{LPG}} = 12,24 \text{ kWh/kg}$

Πίνακας 3.4: Κατανάλωση πρωτογενούς θερμικής ενέργειας για το έτος 2023

| Μήνας | Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας Diesel Heating (kWh _{HDH}) | Χρέωση Diesel Heating (€) | Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας Diesel Fuel (kWh _{DF}) | Χρέωση Diesel Fuel (€) | Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας LPG (kWh _{LPG}) | Χρέωση LPG (€) | Κατανάλωση Συνολικής Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (kWh _{th}) | Χρέωση Συνολικής Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (€) |
|---------|--|---------------------------|--|------------------------|---|----------------|--|---|
| Ιαν-23 | | | | | 14.382 | 1.688,03 | 14.382 | 1.688,03 |
| Φεβ-23 | | | | | 14.688 | 1.703,52 | 14.688 | 1.703,52 |
| Μαρ-23 | | | | | 18.360 | 2.129,40 | 18.360 | 2.129,40 |
| Απρ-23 | | | | | 17.136 | 1.987,44 | 17.136 | 1.987,44 |
| Μαί-23 | | | | | 15.912 | 1.845,48 | 15.912 | 1.845,48 |
| Ιουν-23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14.688 | 1.703,52 | 14.688 | 1.703,52 |
| Ιουλ-23 | | | | | 14.382 | 1.668,03 | 14.382 | 1.668,03 |
| Αυγ-23 | | | | | 16.218 | 1.880,97 | 16.218 | 1.880,97 |
| Σεπ-23 | | | | | 17.136 | 1.987,44 | 17.136 | 1.987,44 |
| Οκτ-23 | | | | | 15.912 | 1.845,48 | 15.912 | 1.845,48 |
| Νοε-23 | | | | | 16.830 | 1.951,95 | 16.830 | 1.951,95 |
| Δεκ-23 | | | | | 19.278 | 2.235,87 | 19.278 | 2.235,87 |
| Σύνολο | | | | | | | 194.922 | 22.607,13 |

Για τη μετατροπή των καυσίμων σε ενέργεια χρησιμοποιήθηκαν οι εξής σχέσεις της θερμογόνου δύναμης:

- $H_{\text{Diesel}} = 10,3 \text{ kWh/lit}$
- $H_{\text{LPG}} = 12,24 \text{ kWh/kg}$

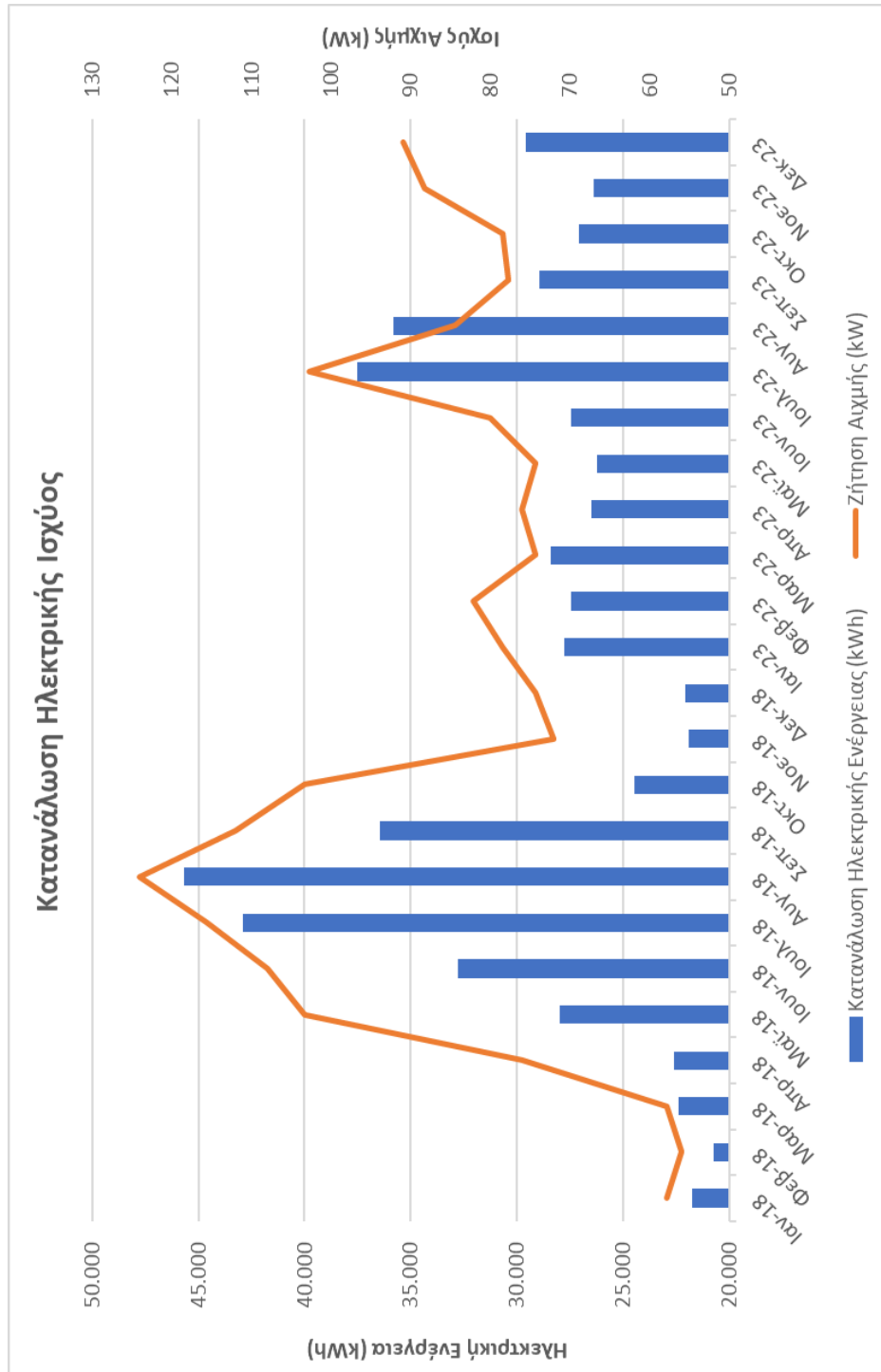
Πίνακας 3.5: Κατανάλωση συνολικής πρωτογενούς ενέργειας για το έτος 2018

| Μήνας | Κατανάλωση Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh _{el}) | Χρέωση Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) | Κατανάλωση Συνολικής Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (kWh _{th}) | Χρέωση Συνολικής Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (€) | Κατανάλωση Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh _{total}) | Χρέωση Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (€) | Διασυκτερεύσεις (GN) |
|---------|--|---|--|---|--|--|----------------------|
| Ιαν-18 | 21.720 | 3.207,99 | 44.494 | 4.063,25 | 66.214 | 7.271,24 | 1.747 |
| Φεβ-18 | 20.720 | 3.051,99 | 48.441 | 4.447,25 | 69.161 | 7.499,24 | 2.212 |
| Μαρ-18 | 22.360 | 3.323,64 | 48.260 | 4.447,48 | 70.620 | 7.771,12 | 2.894 |
| Απρ-18 | 22.600 | 3.358,57 | 33.627 | 3.319,24 | 56.227 | 6.677,81 | 3.333 |
| Μαϊ-18 | 28.000 | 4.258,92 | 32.991 | 3.314,35 | 60.991 | 7.573,27 | 3.697 |
| Ιουν-18 | 32.800 | 4.937,87 | 23.820 | 2.383,64 | 56.620 | 7.321,51 | 2.866 |
| Ιουλ-18 | 42.920 | 6.477,01 | 25.141 | 2.497,70 | 68.061 | 8.974,71 | 3.348 |
| Αυγ-18 | 45.680 | 6.739,04 | 26.373 | 2.625,52 | 72.053 | 9.418,56 | 3.742 |
| Σεπ-18 | 36.440 | 5.290,05 | 25.563 | 2.578,88 | 62.003 | 7.868,93 | 3.214 |
| Οκτ-18 | 24.440 | 3.492,85 | 36.290 | 3.593,98 | 60.730 | 7.086,83 | 3.187 |
| Νοε-18 | 21.880 | 3.208,71 | 51.062 | 4.738,34 | 72.942 | 7.947,05 | 2.610 |
| Δεκ-18 | 22.040 | 3.274,71 | 46.394 | 4.219,82 | 68.434 | 7.494,53 | 1.776 |
| Σύνολο | | | | | 784.056 | 92.904,80 | |

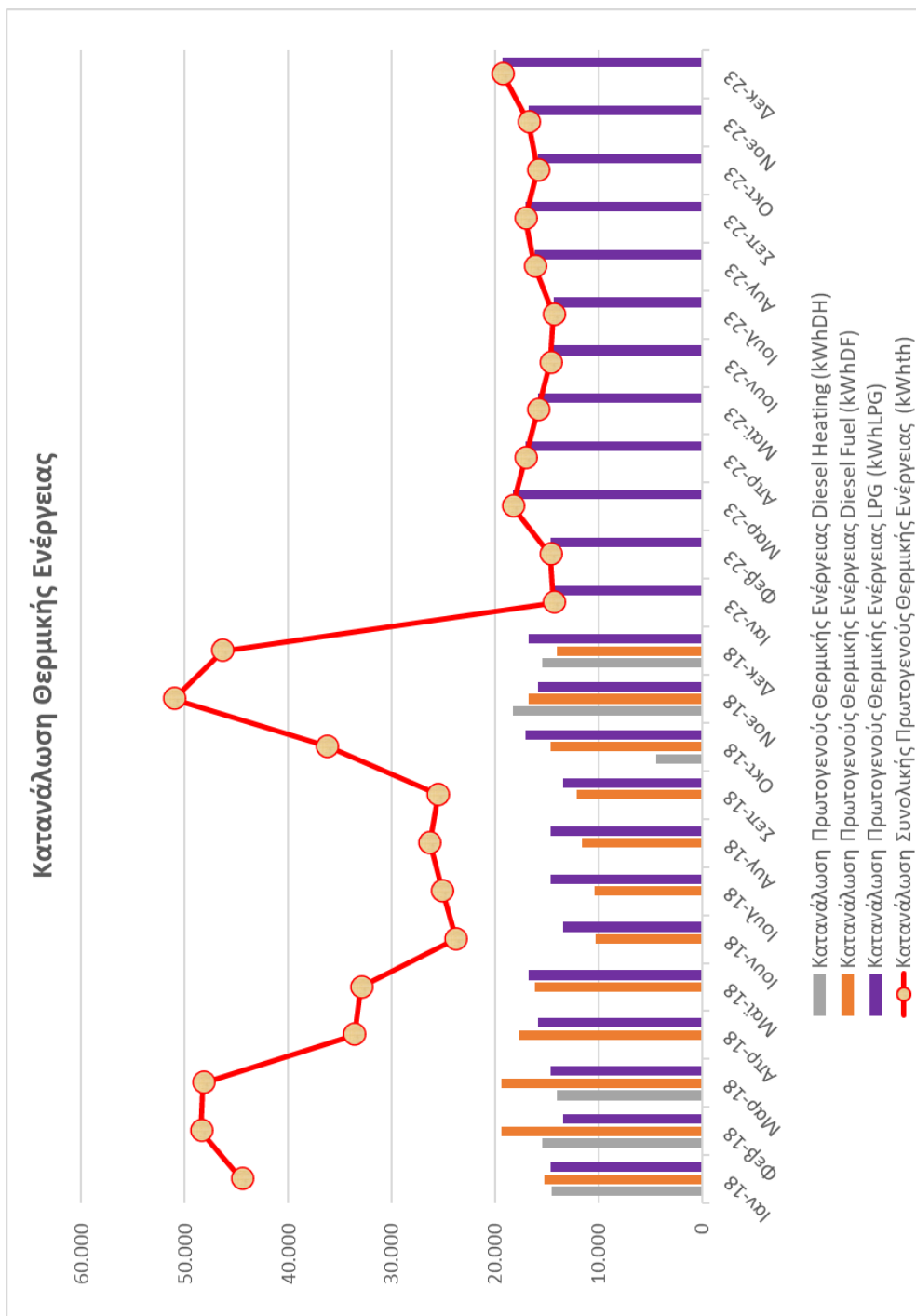
Πίνακας 3.6: Κατανάλωση συνολικής πρωτογενούς ενέργειας για το έτος 2023

| Μήνας | Κατανάλωση Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh _{el}) | Χρέωση Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) | Κατανάλωση Συνολικής Θερμικής Ενέργειας (kWh _{th}) | Χρέωση Συνολικής Θερμικής Ενέργειας (€) | Κατανάλωση Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh _{total}) | Χρέωση Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (€) | Διανυκτερεύσεις (GN) |
|---------|--|---|--|---|--|--|----------------------|
| Ιαν-23 | 27.760 | 11.823,96 | 14.382 | 1.688,03 | 42.142 | 13.491,99 | 1.092 |
| Φεβ-23 | 27.440 | 6.589,79 | 14.688 | 1.703,52 | 42.128 | 8.293,31 | 1.310 |
| Μαρ-23 | 28.440 | 7.368,18 | 18.360 | 2.129,40 | 46.760 | 9.497,58 | 2.698 |
| Απρ-23 | 26.480 | 6.250,74 | 17.136 | 1.987,44 | 43.616 | 8.238,18 | 2.804 |
| Μαϊ-23 | 26.240 | 6.068,28 | 15.912 | 1.845,48 | 42.152 | 7.913,76 | 3.241 |
| Ιουν-23 | 27.440 | 6.228,19 | 14.688 | 1.703,52 | 42.128 | 7.931,71 | 2.913 |
| Ιουλ-23 | 37.536 | 9.019,99 | 14.382 | 1.668,03 | 51.918 | 10.688,02 | 3.348 |
| Αυγ-23 | 35.796 | 8.485,49 | 16.218 | 1.880,97 | 52.014 | 10.366,46 | 3.424 |
| Σεπ-23 | 28.953 | 6.796,97 | 17.136 | 1.987,44 | 46.089 | 8.784,41 | 3.117 |
| Οκτ-23 | 27.099 | 6.730,93 | 15.912 | 1.845,48 | 43.011 | 8.576,41 | 3.793 |
| Νοε-23 | 26.386 | 7.771,23 | 16.830 | 1.951,95 | 43.216 | 9.723,18 | 2.896 |
| Δεκ-23 | 29.561 | 8.695,34 | 19.278 | 2.235,87 | 48.839 | 10.931,21 | 1.644 |
| Σύνολο | | | | | 544.013 | 114.436,22 | |

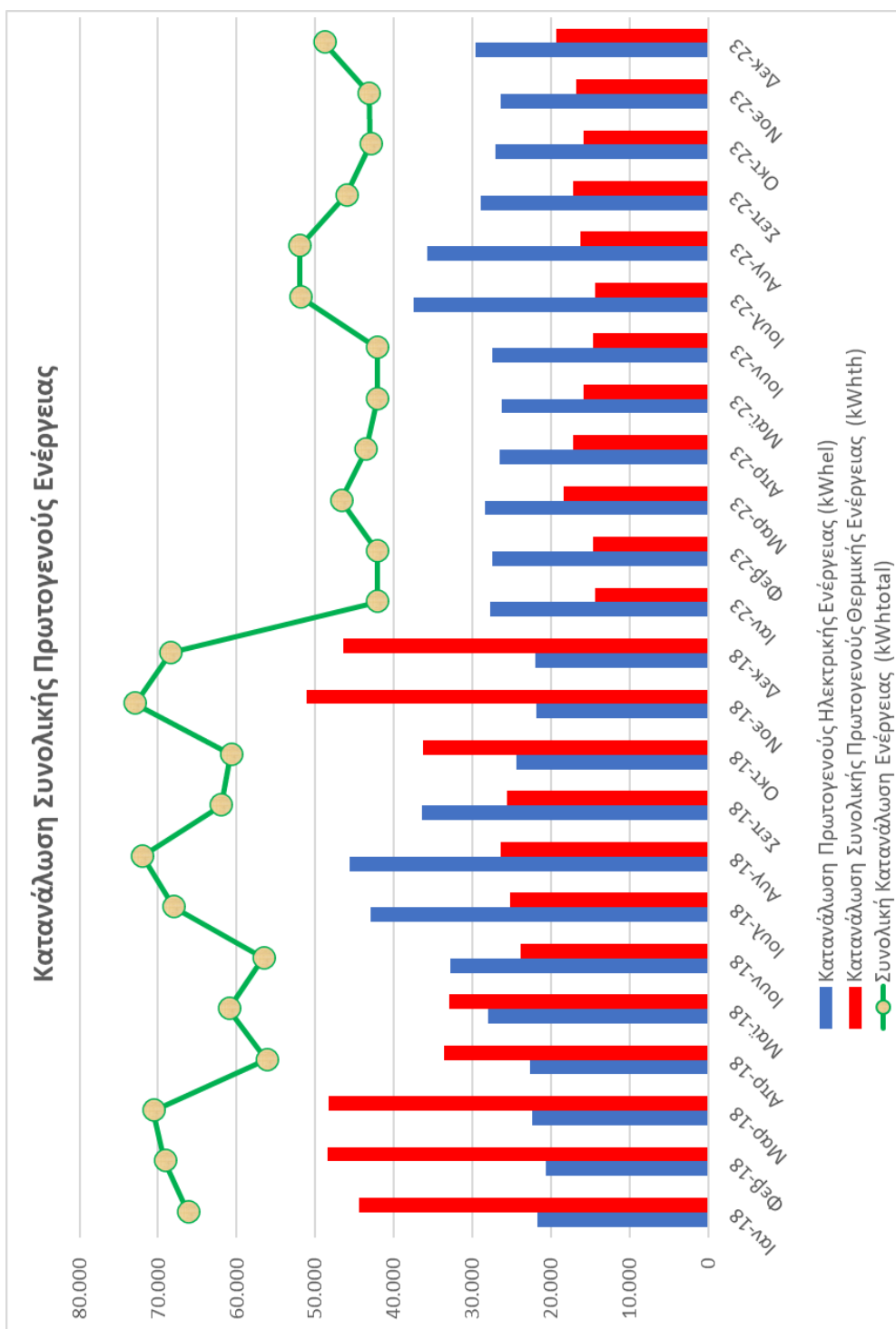
Στα σχήματα που ακολουθούν (3.1, 3.2, 3.3) παρουσιάζονται οι κατανομές των μηνιαίων καταναλώσεων πρωτογενών ηλεκτρικής, θερμικής, αλλά και συνολικής ενέργειας για τη έτη αναφοράς 2018 και 2023.



Σχήμα 3.1: Κατανομή καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη 2018 και 2023



Σχήμα 3.2: Κατανομή καταναλισκόμενης θερμικής ενέργειας για τα έτη 2018 και 2023



Σχήμα 3.3: Κατανομή συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας για τα έτη 2018 και 2023

Από την ανάλυση που μόλις πραγματοποιήθηκε μπορούμε να συμπεράνουμε πως κατά τους χειμερινούς υπάρχει μια αύξηση της ηλεκτρικής ενέργειας και μια ταυτόχρονη μείωση της θερμικής στο έτος 2023, λόγω του γεγονότος αντικατάστασης των παλαιών λεβήτων πετρελαίου με της γενιάς αντλίες θερμότητας. Η αντικατάσταση του κεντρικού ψυκτικού μηχανήματος με τη σειρά της επέφερε μια μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου τα συστήματα ψύξης λειτουργούν σχεδόν αδιάλειπτα. Η μεγάλη, ωστόσο, αλλαγή του λέβητα παραγωγής ΖΝΧ με ηλιακούς συλλέκτες και βοηθητικές αντλίες θερμότητας είναι η βασική αιτία της αξιοσημείωτης μείωσης της θερμικής ενέργειας, καθώς η χρήση πετρελαίου κίνησης αντικαταστάθηκε σχεδόν πλήρως από την ηλιακή ενέργεια και την ηλεκτρική ως μικρή ενίσχυση. Όλοι οι παραπάνω λόγοι οδηγούν σε μείωση της συνολικής ενέργειας, που η μονάδα καταναλώνει και μάλιστα της τάξης των περίπου 240.000 kWh/έτος. Αυτό μας δείχνει πως οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που διενεργήθηκαν ήταν στοχευμένες και αποτελεσματικές.

3.2. ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στόχος της συγκεκριμένης ενότητας είναι να εντοπιστούν και να κατηγοριοποιηθούν οι μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας ανά διανυκτέρευση, ήτοι ειδικές καταναλώσεις, γεγονός που ενισχύει τη λήψη αποφάσεων για τη μείωση του ενεργειακού κόστους της μονάδας (πίνακες 3.7 και 3.8).

Πίνακας 3.7: Ειδική κατανάλωση ενέργειας για το έτος 2018

| Μήνας | Ειδική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh _{el} /διαν.) | Ειδική Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (kWh _{th} /διαν.) | Ειδική Κατανάλωση Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh _{total} /διαν.) |
|---------|---|---|---|
| Ιαν-18 | 12,4 | 25,5 | 37,9 |
| Φεβ-18 | 9,4 | 21,9 | 31,3 |
| Μαρ-18 | 7,7 | 16,7 | 24,4 |
| Απρ-18 | 6,8 | 10,1 | 16,9 |
| Μαϊ-18 | 7,6 | 8,9 | 16,5 |
| Ιουν-18 | 11,4 | 8,3 | 19,8 |
| Ιουλ-18 | 12,8 | 7,5 | 20,3 |
| Αυγ-18 | 12,2 | 7,0 | 19,3 |
| Σεπ-18 | 11,3 | 8,0 | 19,3 |
| Οκτ-18 | 7,7 | 11,4 | 19,1 |
| Νοε-18 | 8,4 | 19,6 | 27,9 |
| Δεκ-18 | 12,4 | 26,1 | 38,5 |

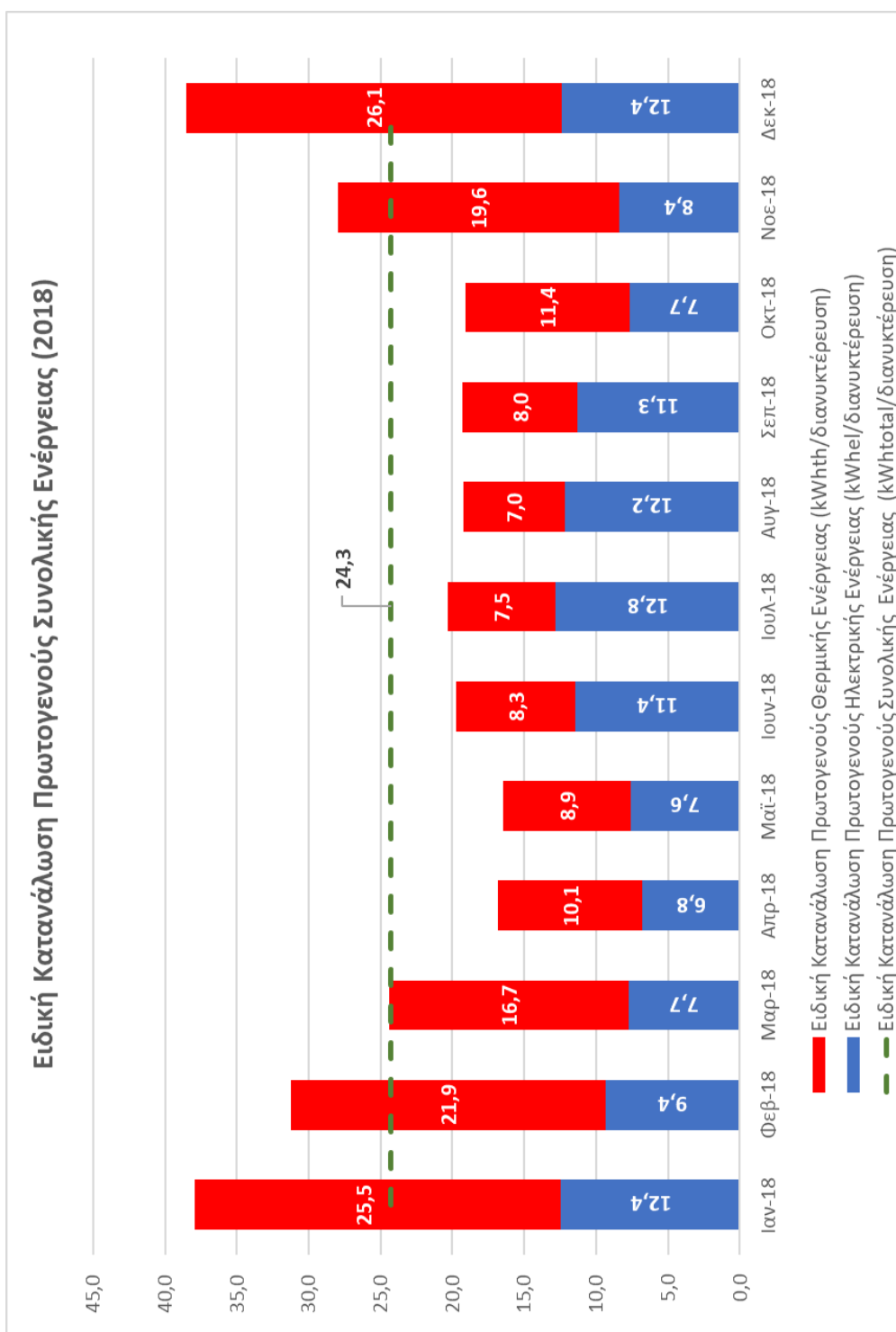
Πίνακας 3.8: Ειδική κατανάλωση ενέργειας για το έτος 2023

| Μήνας | Ειδική Κατανάλωση Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh _{el} /διαν.) | Ειδική Κατανάλωση Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (kWh _{th} /διαν.) | Ειδική Κατανάλωση Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh _{total} /διαν.) |
|---------|---|---|---|
| Ιαν-23 | 25,4 | 13,2 | 38,6 |
| Φεβ-23 | 20,9 | 11,2 | 32,2 |
| Μαρ-23 | 10,5 | 6,8 | 17,3 |
| Απρ-23 | 9,4 | 6,1 | 15,6 |
| Μαϊ-23 | 8,1 | 4,9 | 13,0 |
| Ιουν-23 | 9,4 | 5,0 | 14,5 |
| Ιουλ-23 | 11,2 | 4,3 | 15,5 |
| Αυγ-23 | 10,5 | 4,7 | 15,2 |
| Σεπ-23 | 9,3 | 5,5 | 14,8 |
| Οκτ-23 | 7,1 | 4,2 | 11,3 |
| Νοε-23 | 9,1 | 5,8 | 14,9 |
| Δεκ-23 | 18,0 | 11,7 | 29,7 |

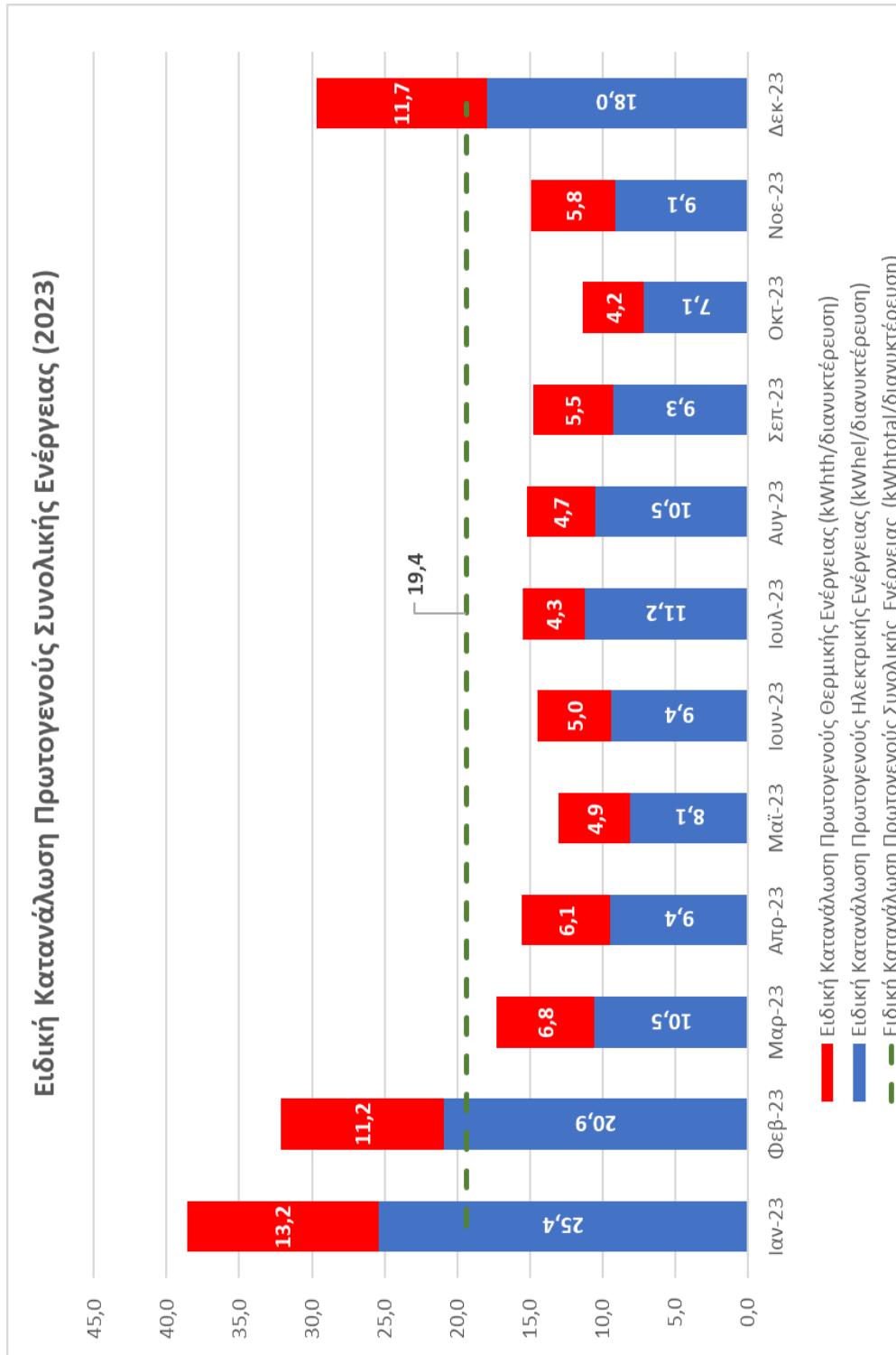
Για την δημιουργία των δύο παραπάνω πινάκων χρησιμοποιήθηκε ο γενικός τύπος:

$$\text{Ειδική Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας} = \frac{\text{Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας}}{\text{Μηνιαίες Διανυκτερεύσεις}} \quad (\text{εξ. 3.1}).$$

Στα δύο παρακάτω σχήματα (3.4 και 3.5) παρουσιάζονται οι ειδικές μηνιαίες καταναλώσεις για τα έτη 2018 και 2023.



Σχήμα 3.4: Κατανομή ειδικής καταναλισκόμενης ενέργειας για το έτος 2018



Σχήμα 3.5: Κατανομή ειδικής καταναλισκόμενης ενέργειας για το έτος 2023

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα σχήματα της ενότητας αυτής είναι ότι οι ειδικές θερμικές καταναλώσεις έχουν μειωθεί κατά πολύ ύστερα από τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης με τον λόγο να περιστρέφεται γύρω από την οριστική διακοπή χρήσης πετρελαίων θέρμανσης και κίνησης, όπως ήδη έχει προαναφερθεί. Οι

ειδικές ηλεκτρικές καταναλώσεις με τη σειρά τους, κατά τους χειμερινούς μήνες έχουν αυξηθεί, λόγω της χρήσης αντλιών θερμότητας αντί για λέβητες, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες είναι σχεδόν στα ίδια επίπεδα με τάση προς μείωση, καθώς το υπερβολικά δαπανηρό κεντρικό ψυκτικό μηχάνημα αντικαταστάθηκε. Συνεπώς, οι ειδικές συνολικές καταναλώσεις με τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης μειώθηκαν σε μεγάλο βαθμό.

3.3. ΕΙΔΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στόχος της συγκεκριμένης ενότητας είναι να εντοπιστούν και να κατηγοριοποιηθούν τα κόστη ενέργειας ανά διανυκτέρευση (πίνακες 3.9, 3.10 και σχήματα 3.6, 3.7).

Για την δημιουργία των παρακάτω δύο πινάκων χρησιμοποιήθηκε ο γενικός τύπος :

$$\text{Ειδικό Μηνιαίο Κόστος Ενέργειας} = \frac{\text{Μηνιαίο Κόστος Ενέργειας}}{\text{Μηνιαίες Διανυκτερεύσεις}} \quad (\text{εξ. 3.2}).$$

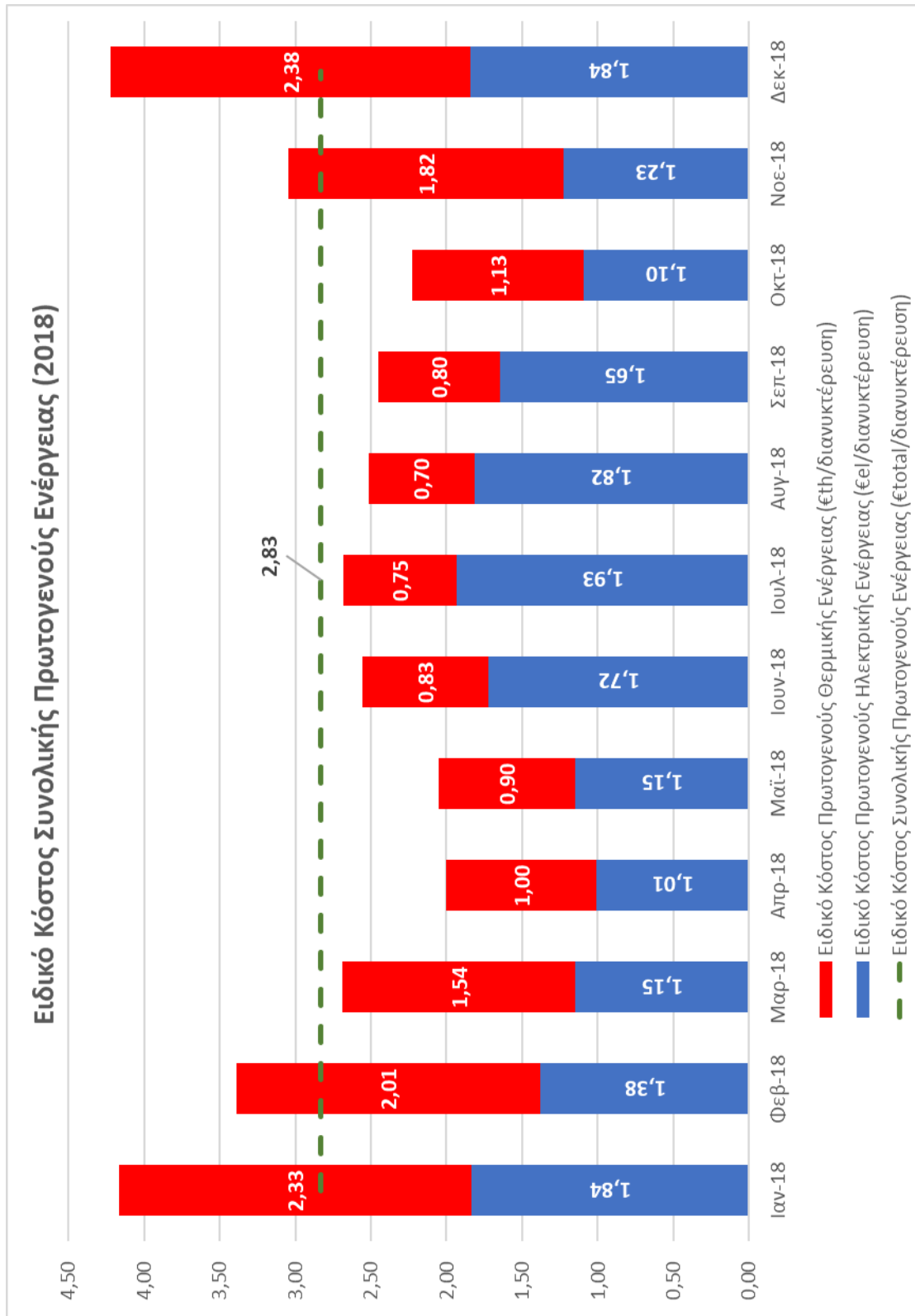
Πίνακας 3.9: Ειδικό κόστος κατανάλωσης ενέργειας για το έτος 2018

| Μήνας | Ειδικό Κόστος Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (€/διαν.) | Ειδικό Κόστος Κατανάλωσης Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (€/διαν.) | Ειδικό Κόστος Κατανάλωσης Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (€ _{total} /διαν.) |
|---------|--|--|---|
| Ιαν-18 | 1,84 | 2,33 | 4,16 |
| Φεβ-18 | 1,38 | 2,01 | 3,39 |
| Μαρ-18 | 1,15 | 1,54 | 2,69 |
| Απρ-18 | 1,01 | 1,00 | 2,00 |
| Μαϊ-18 | 1,15 | 0,90 | 2,05 |
| Ιουν-18 | 1,72 | 0,83 | 2,55 |
| Ιουλ-18 | 1,93 | 0,75 | 2,68 |

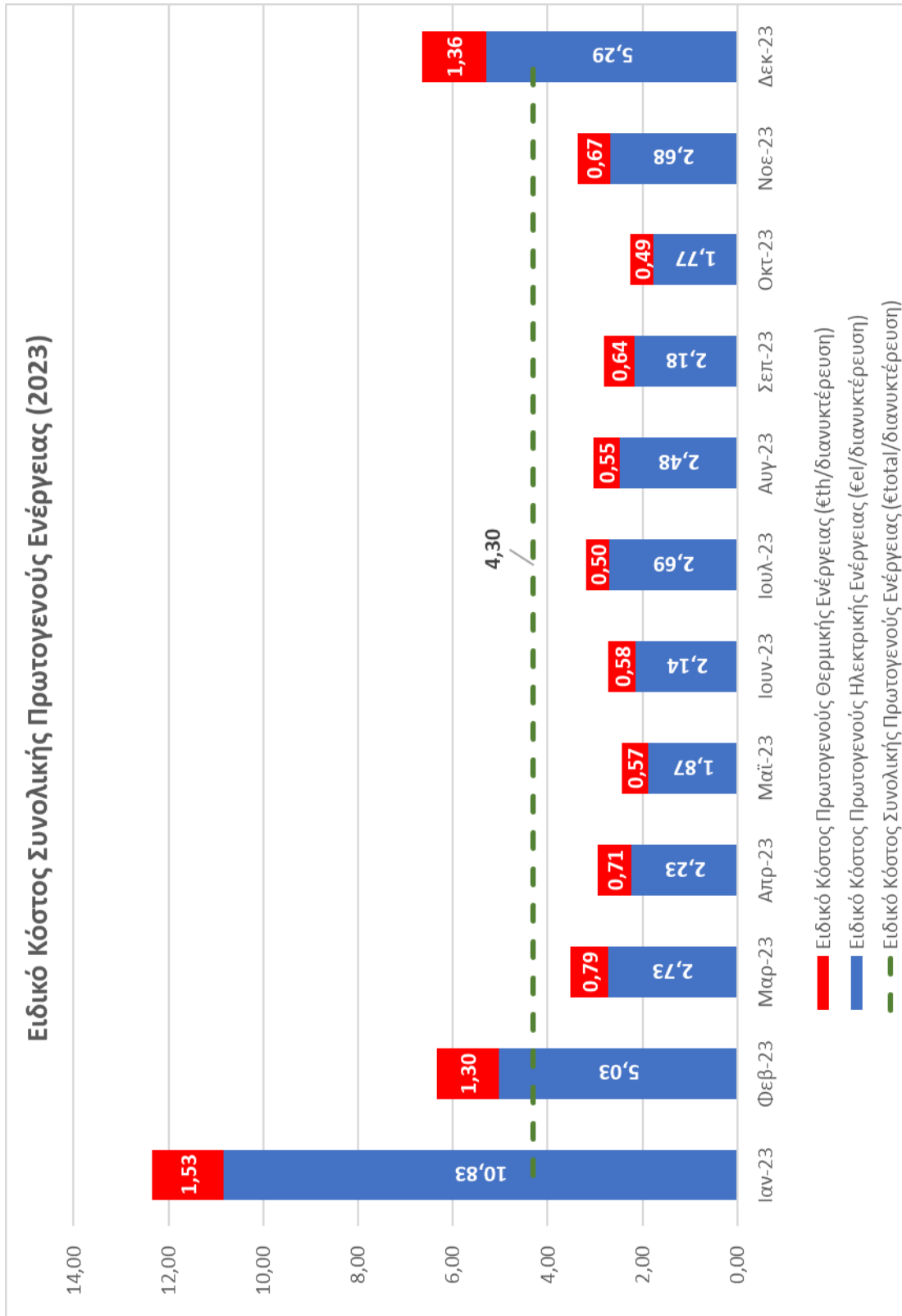
| | | | |
|--------|------|------|------|
| Αυγ-18 | 1,82 | 0,70 | 2,52 |
| Σεπ-18 | 1,65 | 0,80 | 2,45 |
| Οκτ-18 | 1,10 | 1,13 | 2,22 |
| Νοε-18 | 1,23 | 1,82 | 3,04 |
| Δεκ-18 | 1,84 | 2,38 | 4,22 |

Πίνακας 3.10: Ειδικό κόστος κατανάλωσης ενέργειας για το έτος 2023

| Μήνας | Ειδικό Κόστος Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ηλεκτρικής Ενέργειας (€/διαν.) | Ειδικό Κόστος Κατανάλωσης Πρωτογενούς Θερμικής Ενέργειας (€/διαν.) | Ειδικό Κόστος Κατανάλωσης Συνολικής Πρωτογενούς Ενέργειας (€/total/διαν.) |
|---------|--|--|---|
| Ιαν-23 | 10,83 | 1,53 | 12,36 |
| Φεβ-23 | 5,03 | 1,30 | 6,33 |
| Μαρ-23 | 2,73 | 0,79 | 3,52 |
| Απρ-23 | 2,23 | 0,71 | 2,94 |
| Μαϊ-23 | 1,87 | 0,57 | 2,44 |
| Ιουν-23 | 2,14 | 0,58 | 2,72 |
| Ιουλ-23 | 2,69 | 0,50 | 3,19 |
| Αυγ-23 | 2,48 | 0,55 | 3,03 |
| Σεπ-23 | 2,18 | 0,64 | 2,82 |
| Οκτ-23 | 1,77 | 0,49 | 2,26 |
| Νοε-23 | 2,68 | 0,67 | 3,36 |
| Δεκ-23 | 5,29 | 1,36 | 6,65 |



Σχήμα 3.6: Κατανομή ειδικού κόστους ενέργειας για το έτος 2018



Σχήμα 3.7: Κατανομή ειδικού κόστους ενέργειας για το έτος 2023

Παρατηρώντας τα παραπάνω δύο σχήματα εντοπίζουμε πως το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας ανά διανυκτέρευση ύστερα από τις ενεργειακές αναβαθμίσεις έχει αυξηθεί, γεγονός που οφείλεται στις αυξήσεις των ηλεκτρικών καταναλώσεων και τις φυσικές αυξήσεις των τιμών της αγοράς. Αντίθετα, αυτό της θερμικής έχει μειωθεί δραματικά κυρίως λόγω της δραστηκής μείωσης των θερμικών καταναλώσεων, ιδιαίτερα τους μήνες που οι ανάγκες για θέρμανση είναι υψηλές. Μεγάλη εντύπωση προξενεί η υψηλή τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τον μήνα Ιανουάριο του 2023, γεγονός που οφείλεται σε αναπροσαρμογές της εταιρίας ηλεκτρισμού. Τέλος, αυτό που αξίζει να επισημανθεί είναι ότι το συνολικό κόστος ενέργειας παρουσίασε σημαντική αύξηση το 2023 και ο λόγος είναι η μεγάλη διαφοροποίηση των τιμών της αγοράς κατά τη διάρκεια της πενταετίας αυτής.

3.4. ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο παρόν κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η κατανομή της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε κάθε χρήση του ξενοδοχείου και για τα δύο έτη αναφοράς ξεχωριστά, ώστε να κατανοηθούν οι τομείς, που τα μέτρα εξοικονόμησης πρέπει να στοχεύσουν.

Λόγω του γεγονότος ότι δεν μπορεί να υπάρξουν αναλυτικά καταγραφικά στοιχεία του επιμερισμού των καταναλώσεων σε όλα τα μέρη της μονάδας, αξιοποιήθηκαν δεδομένα από την TOTEE 201701-1 (2017) και την ASHRAE. Πιο συγκεκριμένα, από την TOTEE αυτή πάρθηκαν στοιχεία που αφορούν τις τυπικές τιμές ωρών λειτουργίας του κτιρίου και από την ASHRAE στοιχεία που αφορούν τους συντελεστές παρουσίας ωριαίου προφίλ χρήσης του κτιρίου. Τέλος, λήφθηκαν υπόψη εμπειρικοί συντελεστές χρησιμοποίησης της ισχύος κάθε συστήματος, καθώς η ονομαστική ισχύς δεν μπορεί να είναι αντιπροσωπευτική.

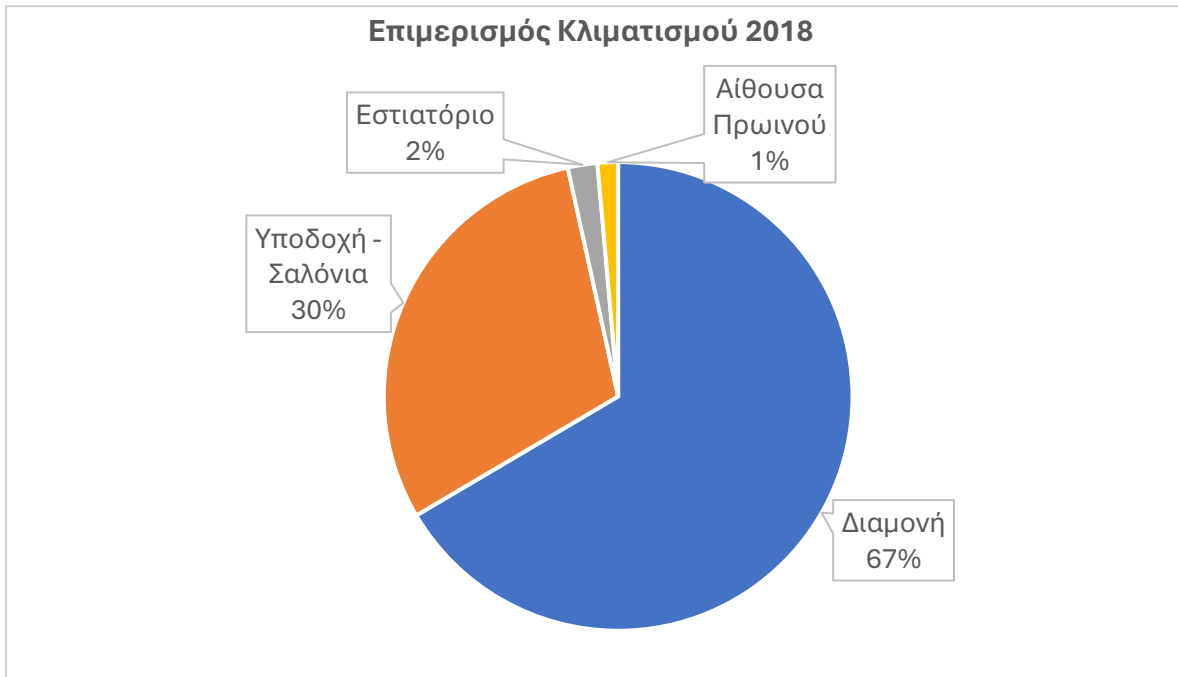
Στις ενότητες που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι επιμερισμοί χρήσης του κλιματισμού, του ZNX, της εστίασης, του φωτισμού, του ιματισμού και τέλος ο συνολικός επιμερισμός ανά εγκατάσταση συγκριτικά και για τα δύο έτη αναφοράς, τόσο σε πίνακες, όσο και σε σχήματα για την πλήρη κατανόηση τους.

3.4.1. Κλιματισμός

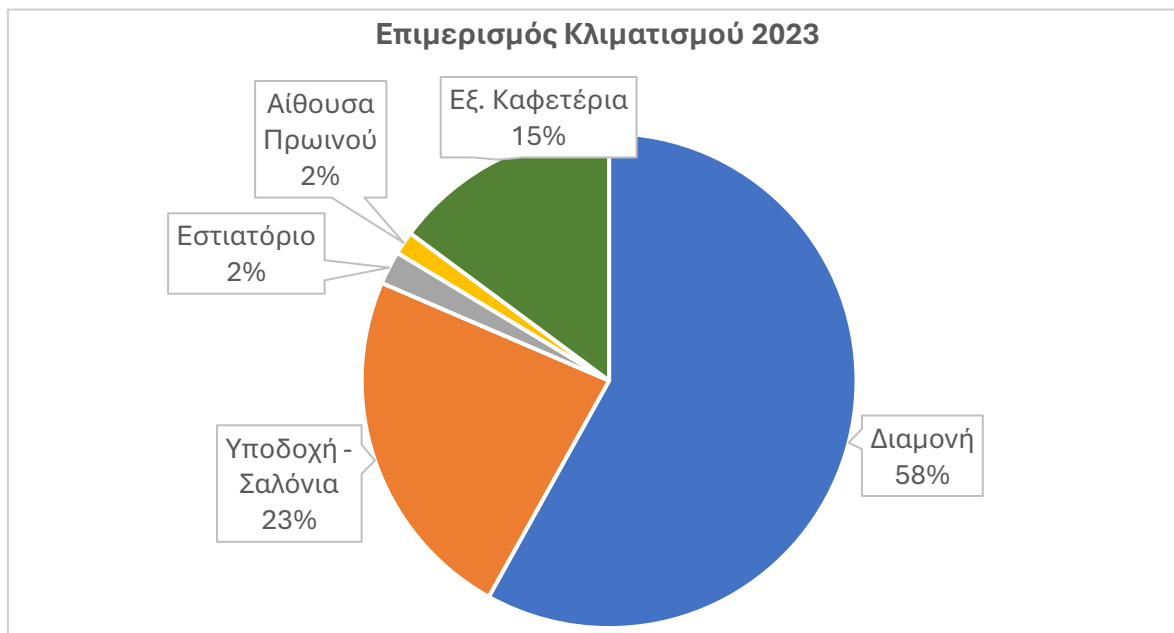
Ο πίνακας (3.11) και τα σχήματα (3.8 και 3.9) επιμερισμού της χρήσης του κλιματισμού παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Πίνακας 3.11: Επιμερισμός χρήσης κλιματισμού για τα έτη 2018 και 2023

| Έτος Αναφοράς | Χρήση | Ισχύς (kW) | Μέσος Συντελεστής Παρουσίας Ημέρας | Μέσος Συντελεστής Παρουσίας Νύκτας | Ωρες Λειτουργίας Ημέρας | Ωρες Λειτουργίας Νύκτας | Συντελεστής Χρησιμοποίησης | Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) | Κατανάλωση Ενέργειας (%) |
|---------------|------------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 2018 | Διαμονή | 382,8 | 37% | 87% | 3.000 | 2.000 | 50% | 154.728,20 | 66,5 |
| | Υποδοχή –Σαλόνια | 186,9 | 52% | 1% | 3.000 | 2.000 | 80% | 69.839,10 | 30,0 |
| | Εστιατόριο | 4,1 | 44% | 14% | 1.820 | 2.548 | 60% | 4.745,80 | 2,0 |
| | Αίθουσα Πρωινού | | 44% | 0% | 1.820 | 0 | 60% | 3.283,30 | 1,5 |
| | Σύνολο 2018 | 573,8 | | | | | | 232.596,40 | |
| 2023 | Διαμονή | 68,62 | 37% | 87% | 3.000 | 2.000 | 50% | 97.778,80 | 58,1 |
| | Υποδοχή –Σαλόνια | 38,13 | 52% | 1% | 3.000 | 2.000 | 80% | 39.348,30 | 23,4 |
| | Εστιατόριο | 5,3 | 44% | 14% | 1.820 | 2.548 | 60% | 3.680,90 | 2,2 |
| | Αίθουσα Πρωινού | 5,3 | 44% | 0% | 1.820 | 0 | 60% | 2.546,50 | 1,5 |
| | Εξ. Καφετέρια | 21,6 | 44% | 14% | 1.820 | 2.548 | 100% | 24.985,60 | 14,84 |
| | Σύνολο 2023 | 146,35 | | | | | | 168.340,10 | |



Σχήμα 3.8: Επιμερισμός χρήσης κλιματισμού για το έτος 2018



Σχήμα 3.9: Επιμερισμός χρήσης κλιματισμού για το έτος 2023

Προκειμένου να υπολογισθεί η ορθή κατανάλωση ενέργειας έχει ληφθεί υπόψη και η κατανάλωση της θερμικής ενέργειας (Diesel Heating), προερχόμενη από το

λέβητα πετρελαίου, που λειτουργούσε για τη κάλυψη των αναγκών των χρήσεων της διαμονής και της υποδοχής-σαλονιών.

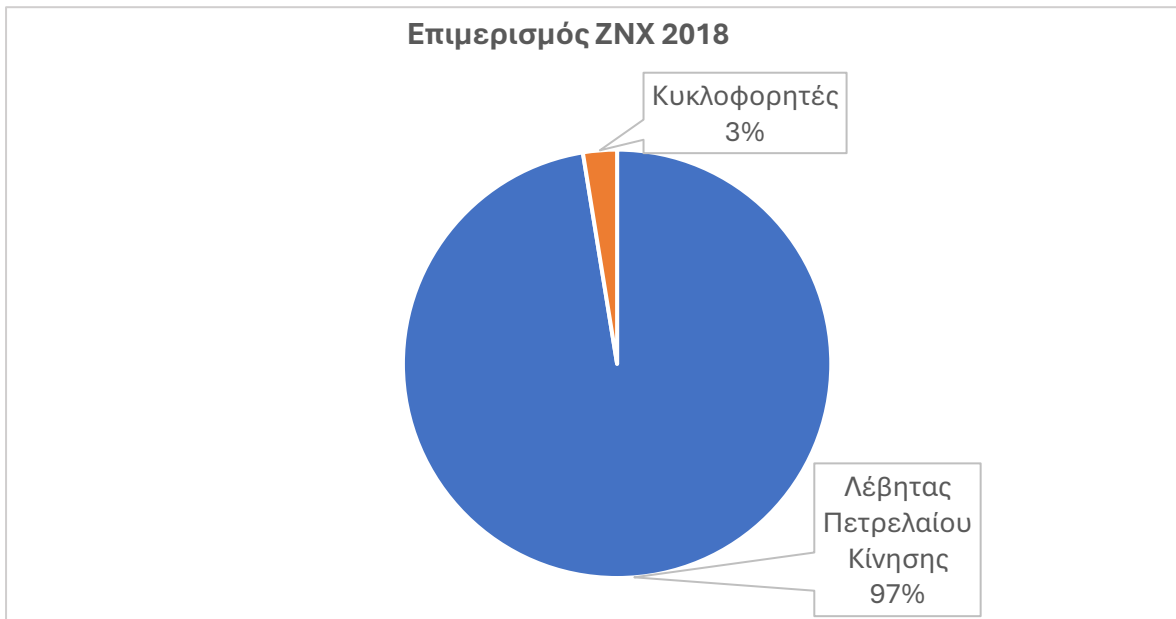
3.4.2. ZNX

Ο πίνακας (3.12) και τα σχήματα (3.10 και 3.11) επιμερισμού της χρήσης των ZNX παρουσιάζονται στη συνέχεια.

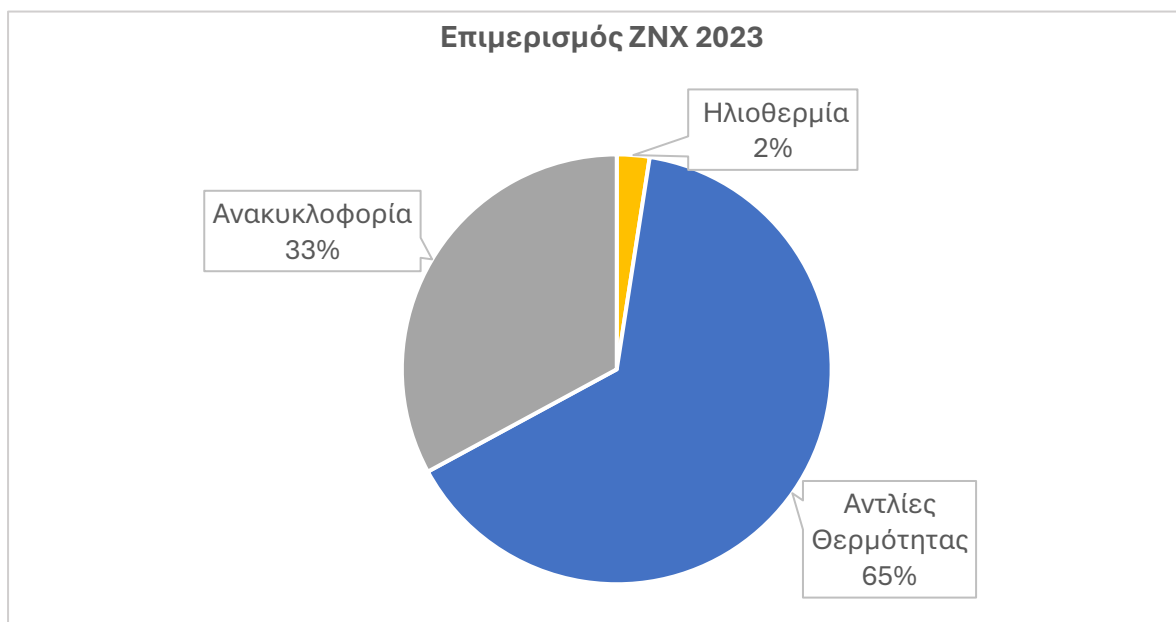
Πίνακας 3.12: Επιμερισμός χρήσης ZNX για τα έτη 2018 και 2023

| Έτος Αναφοράς | Φορτία | Ισχύς (kW) | Συνολικές Ώρες Λειτουργίας | Συντελεστής Χρησιμότητας | Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) | Κατανάλωση Ενέργειας (%) |
|---------------|--------------------|------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 2018 | Λέβητας | 139,68 | | | 178.293 | 97,4 |
| | Κυκλοφορητές | 1,07 | 8.760 | 50% | 4.686,6 | 2,6 |
| | Σύνολο 2018 | 140,75 | | | 182.979,6 | |
| 2023 | Αντλίες Θερμότητας | 18,4 | 243 | 100% | 4.475,2 | 64,6 |
| | Ηλιοθερμία | 0,16 | 2.658 | 40% | 170,1 | 2,5 |
| | Ανακυκλοφορία | 0,52 | 8.760 | 50% | 2.277,6 | 32,9 |
| | Σύνολο 2023 | 19,08 | | | 6.922,9 | |

Κατά τη συμπλήρωση του παραπάνω πίνακα αξίζει να επισημανθεί πως όσον αφορά το έτος 2018, έγινε χρήση των λογαριασμών πετρελαίου κίνησης, ώστε να προσδιορισθεί επ' ακριβώς η κατανάλωση ενέργειας του αντίστοιχου λέβητα. Από την άλλη, όσον αφορά το έτος 2023, χρησιμοποιήθηκαν οι πραγματικές ώρες λειτουργίας των φορτίων. Για το σκοπό αυτό, αξιοποιήθηκαν οι εγκατεστημένοι μετρητές στο σύστημα αυτό, που παρείχαν της απαραίτητες μετρήσεις για την εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας που αφορά τα ΖΝΧ για το έτος 2023.



Σχήμα 3.10: Επιμερισμός χρήσης ΖΝΧ για το έτος 2018



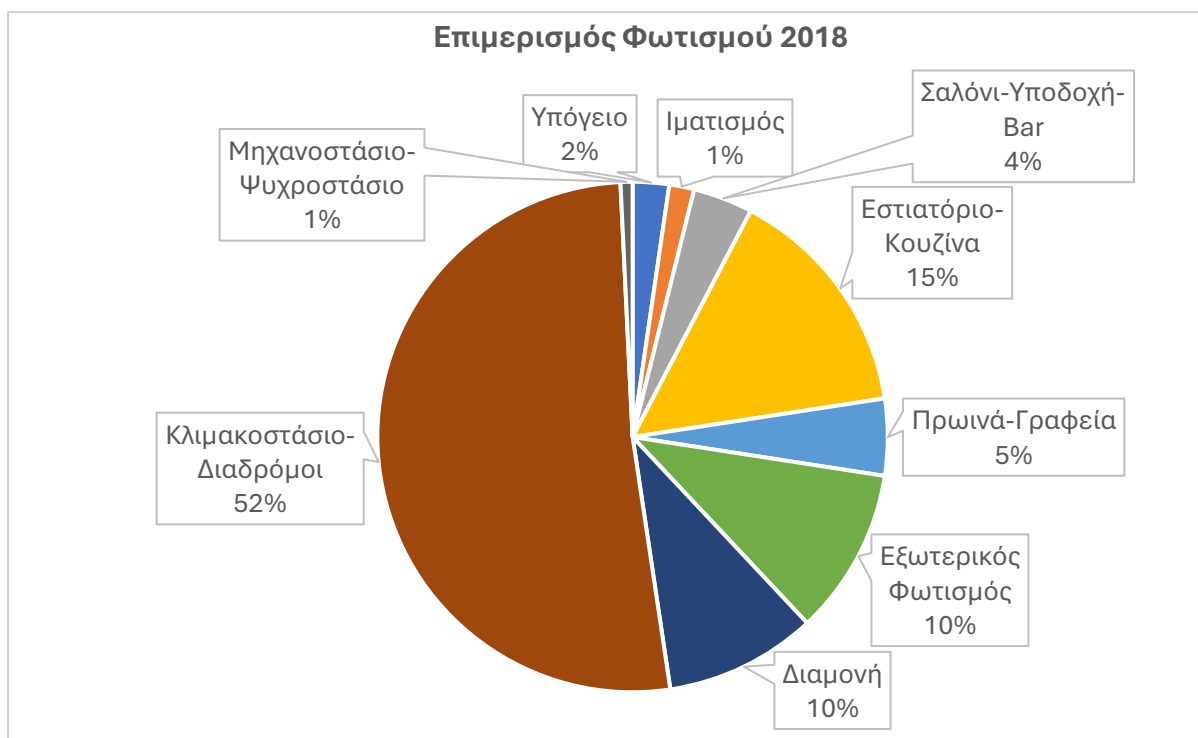
Σχήμα 3.11: Επιμερισμός χρήσης ΖΝΧ για το έτος 2023

3.4.3. Φωτισμός

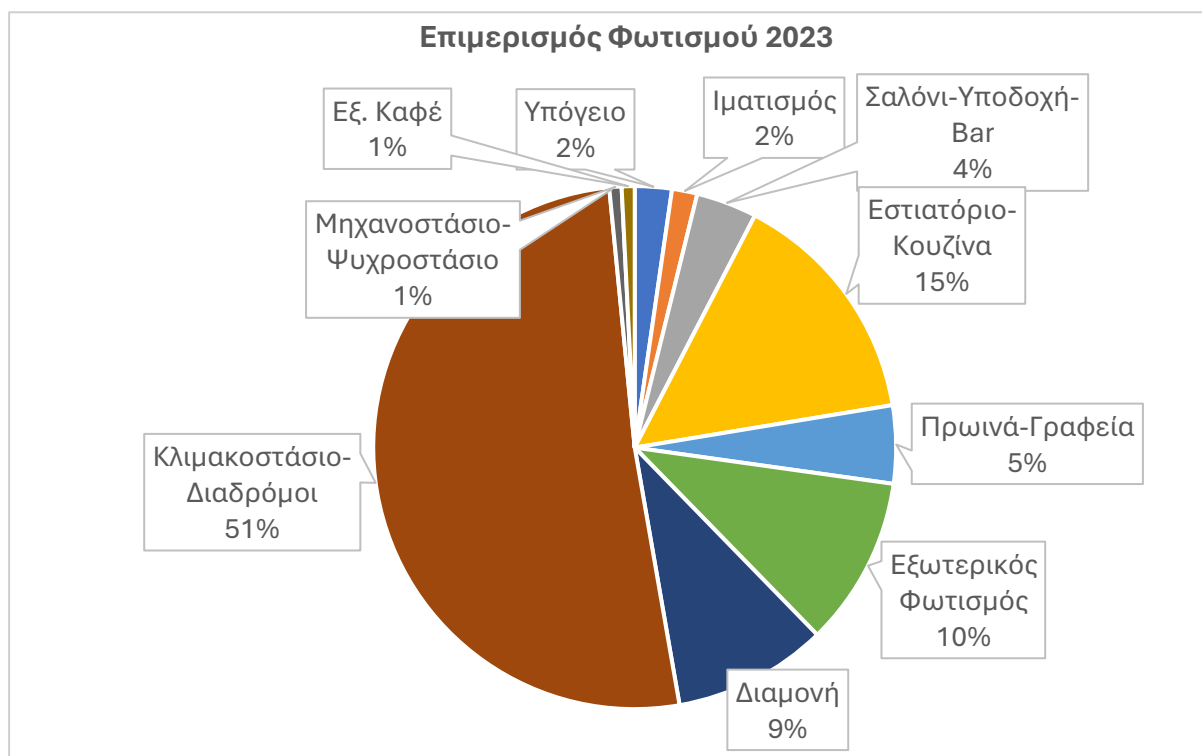
Ο επιμερισμός της χρήσης του φωτισμού περιγράφεται σε αυτή την ενότητα μέσω του πίνακα 3.13 και των σχημάτων 3.12 και 3.13.

Πίνακας 3.13: Επιμερισμός χρήσης φωτισμού για τα έτη 2018 και 2023

| Χρήση | Ισχύς (kW) | Συντ. Χρησ/σης | Ώρες Λειτ. | Καταν. Ενέργειας (kWh) | Καταν. Ενέργειας (%) |
|-------------------------|------------|----------------|------------|------------------------|----------------------|
| Υπόγειο | 0,298 | 55,9% | 8.760 | 1.458,5 | 2,3 |
| Ιματισμός | 0,480 | 100% | 2.080 | 998,4 | 1,6 |
| Σαλόνι-Υποδοχή-Bar | 0,852 | 40,6% | 6.935 | 2.396,1 | 3,7 |
| Εστιατόριο-Κουζίνα | 2,580 | 55,7% | 6.570 | 9.434,5 | 14,9 |
| Πρωινά-Γραφεία | 2,548 | 55,1% | 2.190 | 3.074,8 | 4,9 |
| Εξωτερικός | 3,240 | 50% | 4.128 | 6.687,4 | 10,6 |
| Διαμονή | 2,390 | 100% | 2.550 | 6.094,5 | 9,6 |
| Κλιμακοστάσιο-Διάδρομοι | 8,472 | 50% | 8.760 | 32.654,5 | 51,6 |
| Μηχανοστάσιο-Ψυχοστάσιο | 0,652 | 100% | 740 | 482,5 | 0,8 |
| Σύνολο 2018 | 21,512 | | | 63.281,1 | |
| Εξ. Καφέ | 0,200 | 100% | 2.555 | 511,0 | 0,8 |
| Σύνολο 2023 | 21,712 | | | 63.792,1 | |



Σχήμα 3.12: Επιμερισμός χρήσης φωτισμού για το έτος 2018



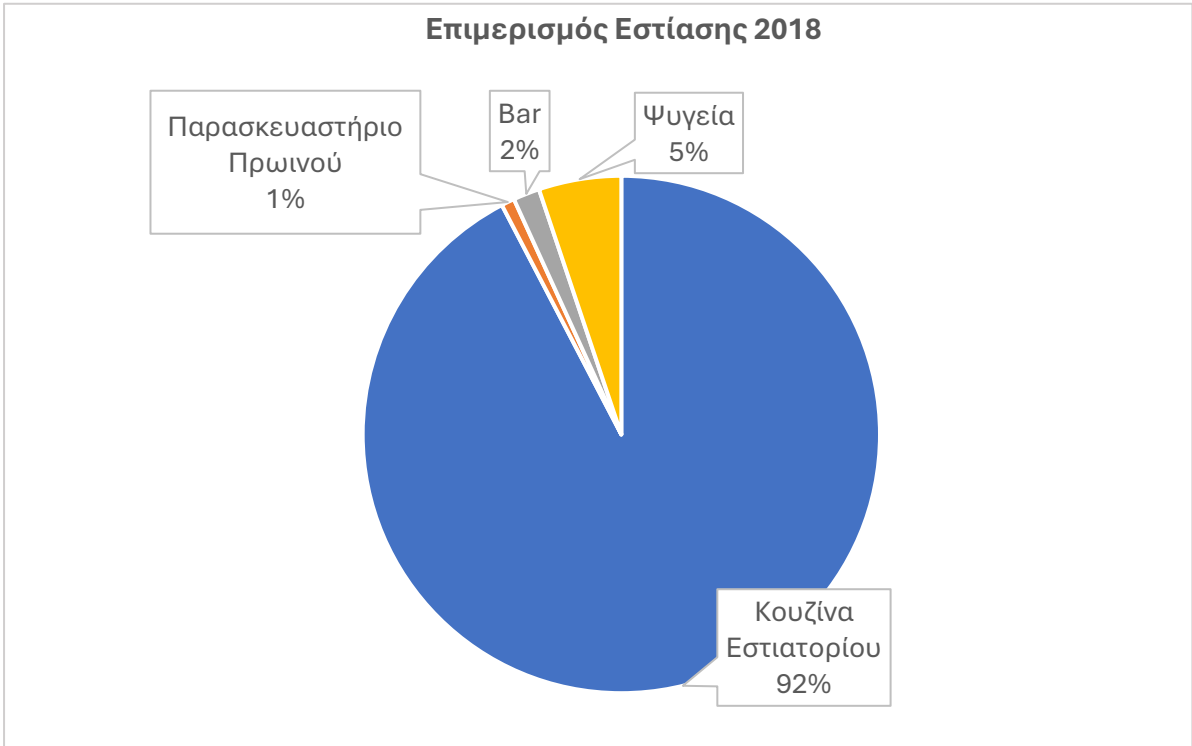
Σχήμα 3.13: Επιμερισμός χρήσης φωτισμού για το έτος 2023

3.4.4. Εστίαση

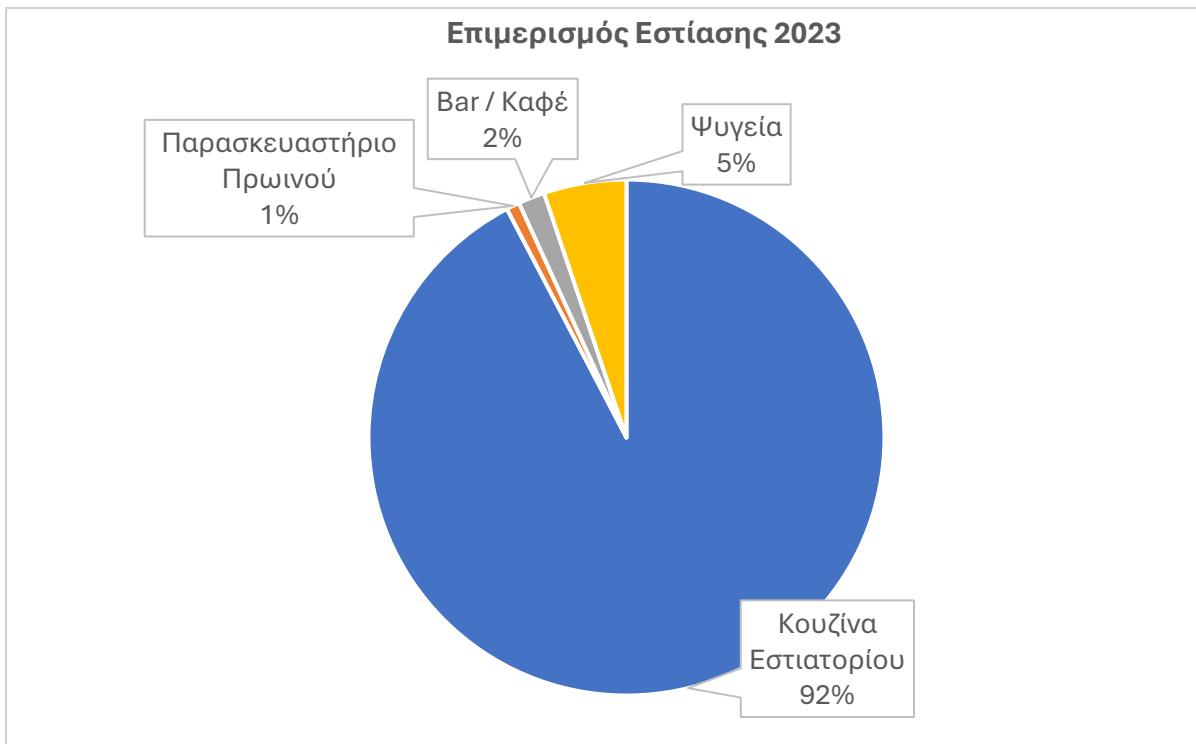
Εδώ θα γίνει ανάλυση του επιμερισμού της γενικής χρήσης της εστίασης, μέσω του πίνακα 3.14 και των σχημάτων 3.14 και 3.15.

Πίνακας 3.14: Επιμερισμός χρήσης εστίασης για τα έτη 2018 και 2023

| Έτος Αναφοράς | Χρήση | Ισχύς (kW) | Μέσος Συντελεστής Παρουσίας Ημέρας | Μέσος Συντελεστής Παρουσίας Νύκτας | Ωρες Λειτουργίας Ημέρας | Ωρες Λειτουργίας Νύκτας | Συντελεστής Χρησ/σης | Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) | Κατανάλωση Ενέργειας (%) |
|---------------|---------------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|
| 2018 | Κουζίνα Εστιατορίου | 207 | 44% | 14% | 1.820 | 2.548 | 60% | 143.731,30 | 92,4 |
| | Παρ/ριο Πρωινού | 13,34 | 22% | 5% | 730 | 0 | 60% | 1.285,40 | 0,8 |
| | Bar | 8,14 | 22% | 5% | 1.820 | 2.548 | 60% | 2.577,80 | 1,7 |
| | Ψυγεία | 7,21 | 60% | 30% | 1.820 | 2.548 | 60% | 8.030,80 | 5,2 |
| | Σύνολο 2018 | 235,69 | | | | | | 155.625,30 | |
| 2023 | Κουζίνα Εστιατορίου | 206,3 | 44% | 14% | 1.820 | 2.548 | 60% | 143.245,10 | 92,3 |
| | Παρ/ριο Πρωινού | 13,34 | 22% | 5% | 730 | 0 | 60% | 1.285,40 | 0,8 |
| | Bar | 8,14 | 22% | 5% | 1.820 | 2.548 | 60% | 2.577,80 | 1,7 |
| | Ψυγεία | 7,21 | 60% | 30% | 1.820 | 2.548 | 60% | 8.030,80 | 5,2 |
| | Σύνολο 2023 | 234,99 | | | | | | 155.139,10 | |



Σχήμα 3.14: Επιμερισμός χρήσης εστίασης για το έτος 2018



Σχήμα 3.15: Επιμερισμός χρήσης εστίασης για το έτος 2023

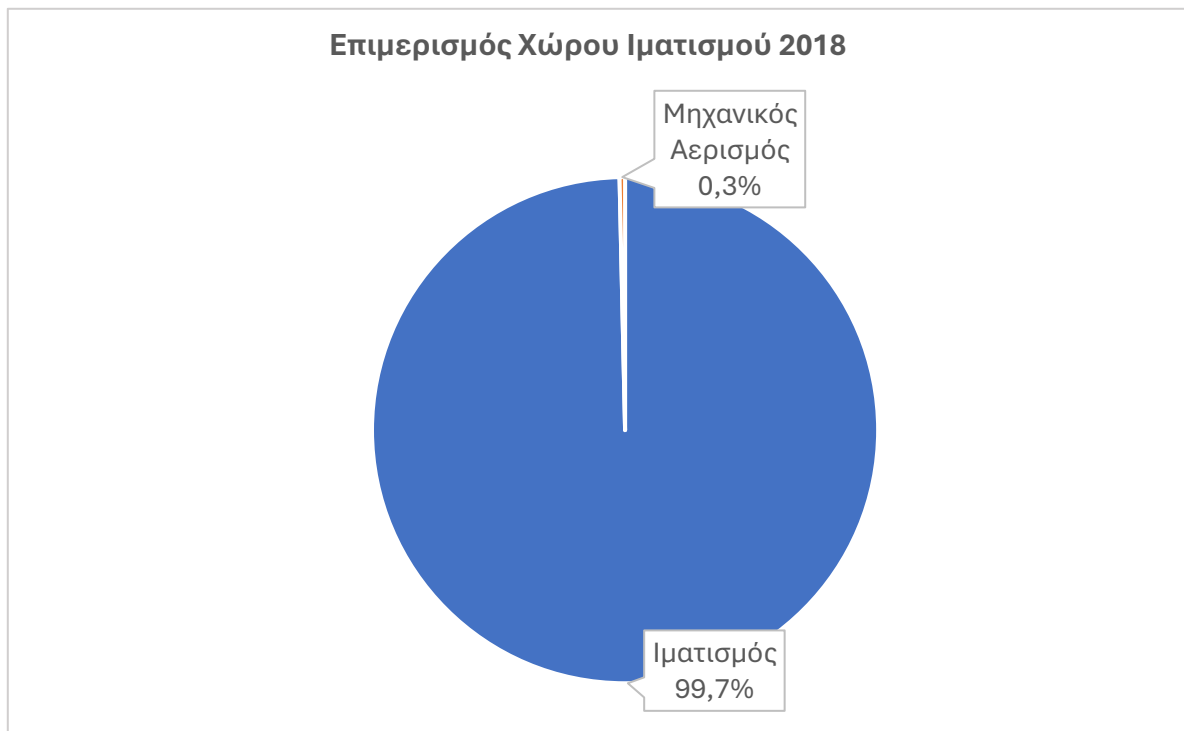
3.4.5. Χώρος Ιματισμού

Ο πίνακας (3.15) και τα σχήματα (3.16 και 3.17) επιμερισμού της χρήσης του χώρου ιματισμού παρουσιάζονται στη συνέχεια.

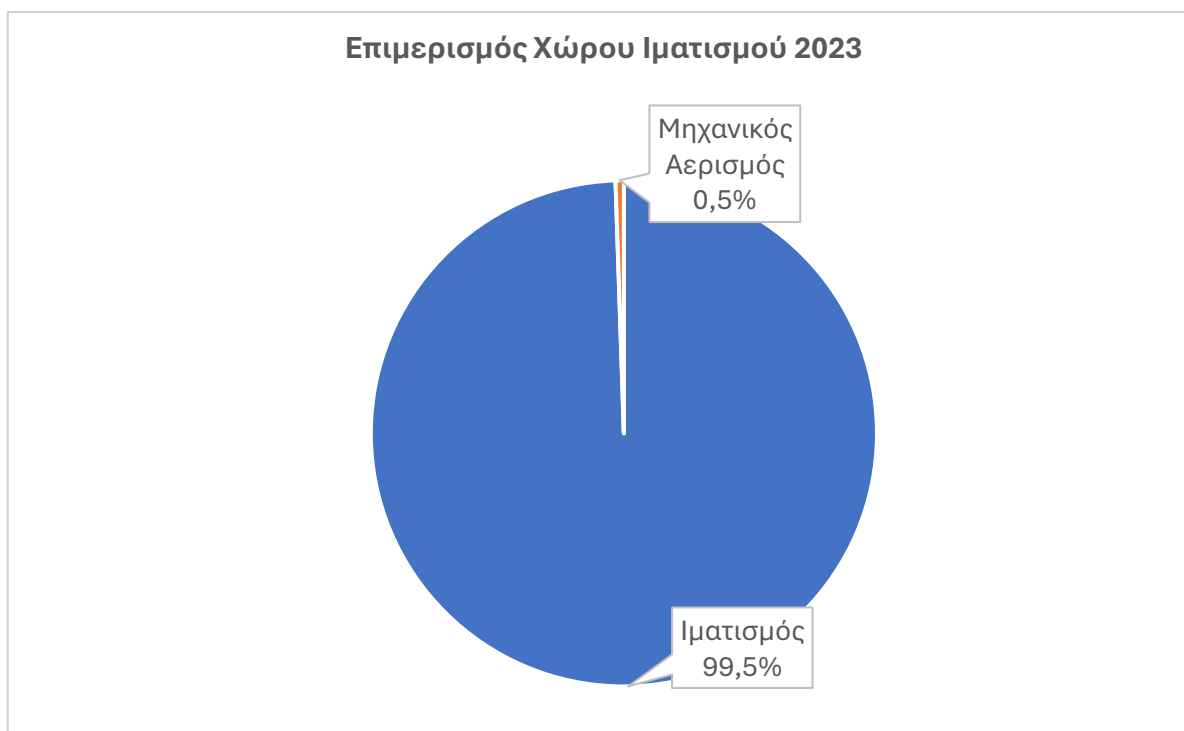
Πίνακας 3.15: Επιμερισμός χρήσης χώρου ιματισμού για τα έτη 2018 και 2023

| Έτος Αναφοράς | Χρήση | Ισχύς (kW) | Μέσος Συντελεστής Παρουσίας Ημέρας | Μέσος Συντελεστής Παρουσίας Νύκτας | Ώρες Λειτουργίας Ημέρας | Ώρες Λειτουργίας Νύκτας | Συντελεστής Χρησίσεως | Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) | Κατανάλωση Ενέργειας (%) |
|---------------|---------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------|
| 2018 | Ιματισμός | 143,3 | 78% | 0% | 1.740 | 0 | 60% | 116.446,80 | 99,7 |
| | Μηχ. Αερισμός | 0,5 | 78% | 0% | 1.740 | 0 | 60% | 407,2 | 0,3 |
| | Σύνολο 2018 | 143,8 | | | | | | 116.854,00 | |
| 2023 | Ιματισμός | 143,3 | 78% | 0% | 1.740 | 0 | 60% | 116.446,80 | 99,5 |
| | Μηχ. Αερισμός | 0,76 | 78% | 0% | 1.740 | 0 | 60% | 618,9 | 0,5 |
| | Σύνολο 2023 | 144,06 | | | | | | 117.065,70 | |

Για την συμπλήρωση του παραπάνω πίνακα χρησιμοποιήθηκαν οι ακριβείς ώρες λειτουργίας των μηχανημάτων, βάση των ιδίων των χρηστών.



Σχήμα 3.16: Επιμερισμός χρήσης χώρου ιματισμού για το έτος 2018



Σχήμα 3.17: Επιμερισμός χρήσης χώρου ιματισμού για το έτος 2023

3.4.6. Συνολικός Επιμερισμός Εγκαταστάσεων

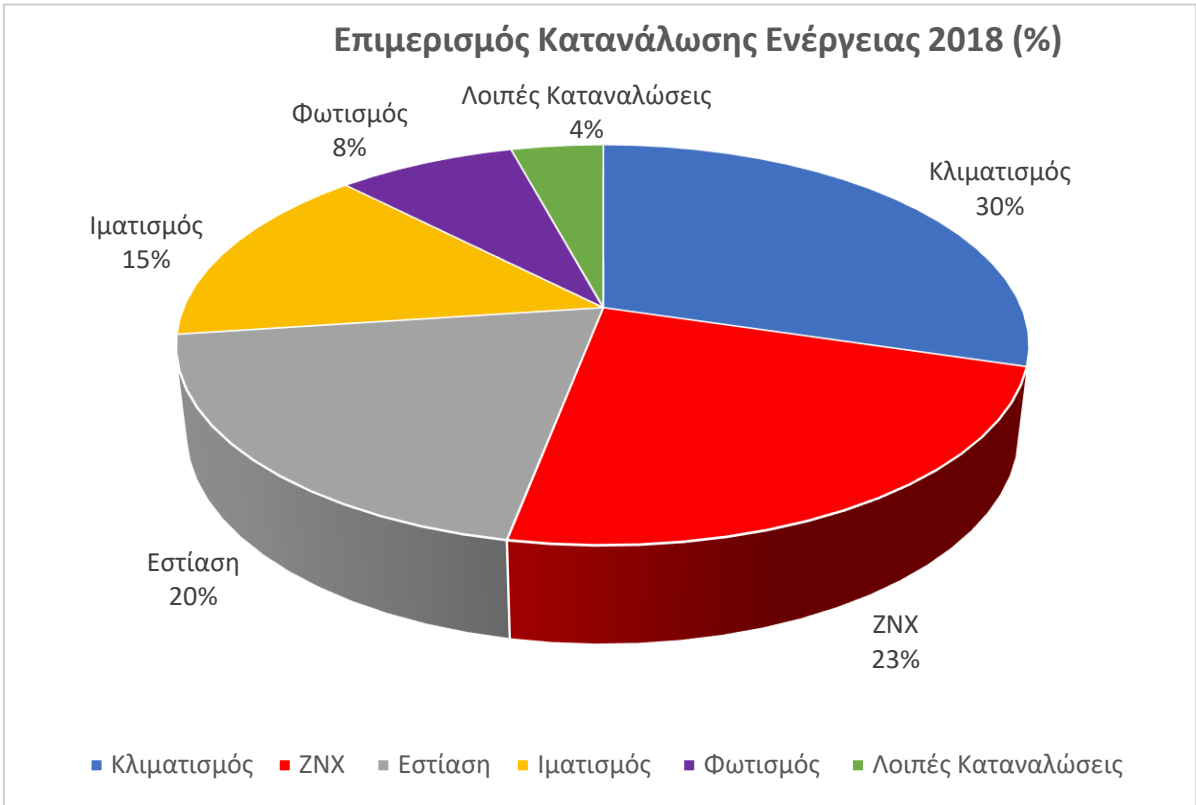
Τελειώνοντας, παρουσιάζεται ο επιμερισμός χρήσης ενέργειας στο σύνολο των εγκαταστάσεων της ξενοδοχειακής μονάδας και για τα δύο έτη αναφοράς, σε πίνακες αλλά και σε σχήματα. Πιο αναλυτικά, η ενότητα αυτή περιλαμβάνει δύο πίνακες επιμερισμού (3.16 και 3.17), δύο σχήματα κατανομής (3.18 και 3.19) και δύο σχήματα, που απεικονίζουν τα διαγράμματα Pareto (3.20 και 3.21) για κάθε ένα έτος χωριστά.

Πίνακας 3.16: Επιμερισμός συνολικής κατανάλωσης ανά εγκατάσταση για το έτος 2018

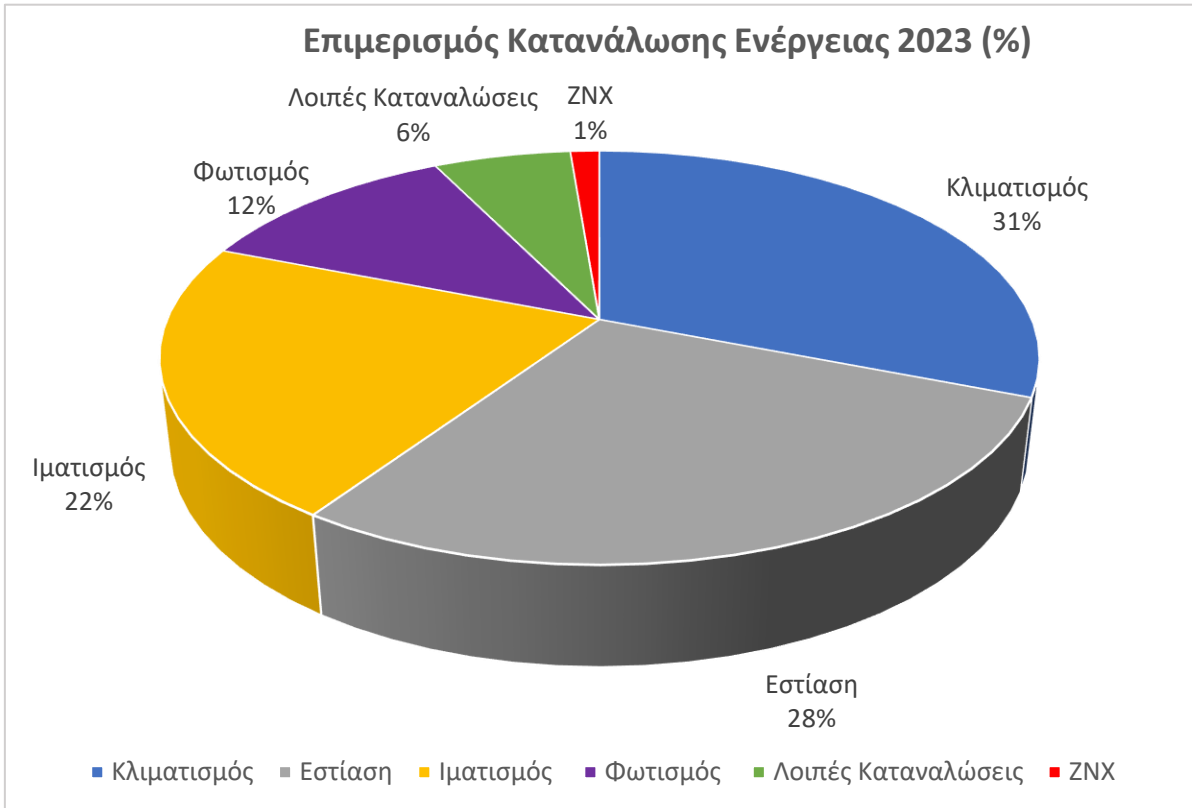
| Χρήση | Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) | Κατανάλωση Ενέργειας (%) | Αθροιστικό Ποσοστό (%) |
|---------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Κλιματισμός | 232.596,4 | 29,7 | 29,7 |
| ZNX | 182.979,6 | 23,3 | 53,0 |
| Εστίαση | 155.625,3 | 19,8 | 72,9 |
| Ιματισμός | 116.854,0 | 14,9 | 87,8 |
| Φωτισμός | 63.281,1 | 8,1 | 95,8 |
| Λοιπές Καταναλώσεις | 32.719,6 | 4,2 | 100,0 |
| Σύνολο | 784.056,0 | | |

Πίνακας 3.17: Επιμερισμός συνολικής κατανάλωσης ανά εγκατάσταση για το έτος 2023

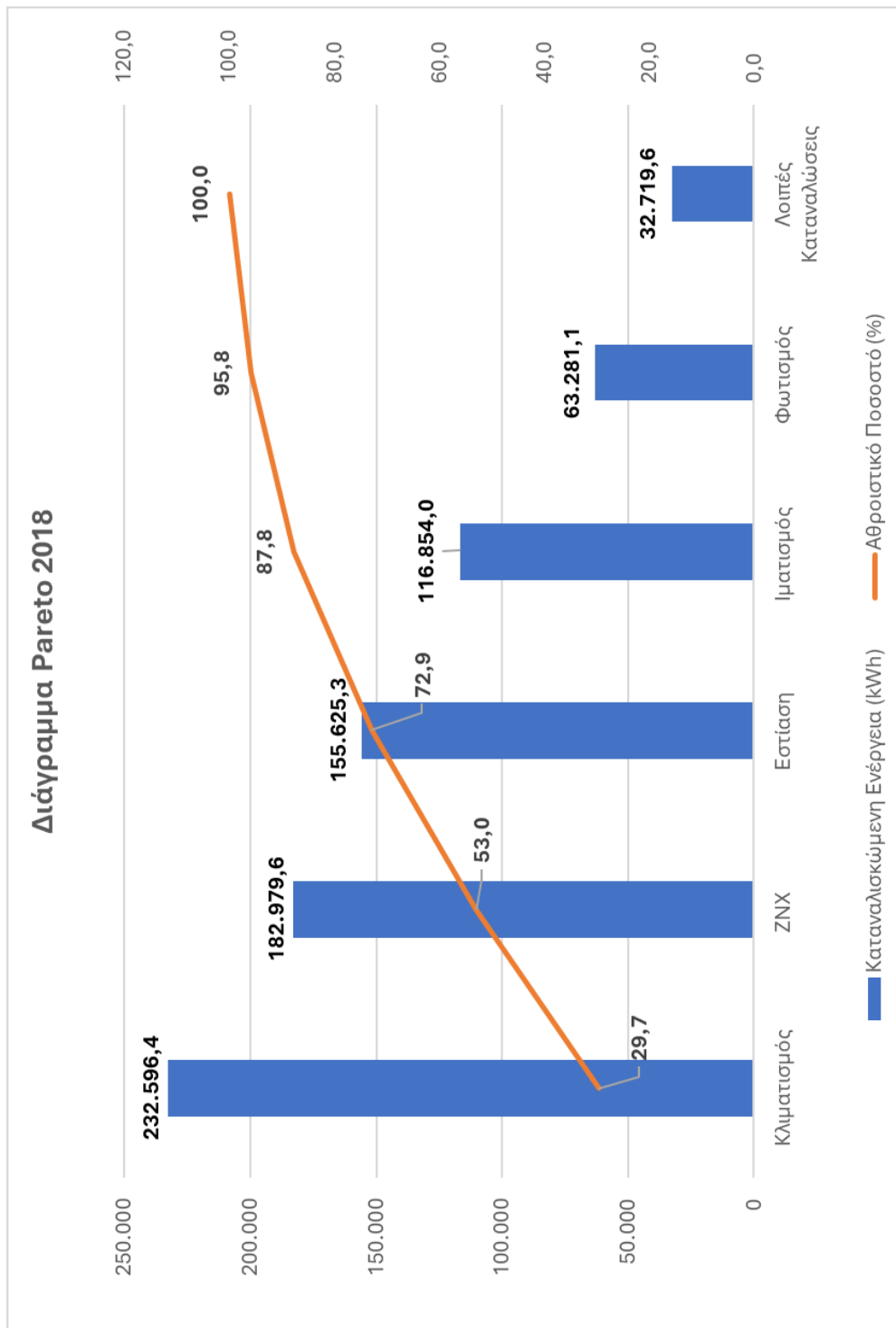
| Χρήση | Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) | Κατανάλωση Ενέργειας (%) | Αθροιστικό Ποσοστό (%) |
|---------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------|
| Κλιματισμός | 168.340,1 | 30,9 | 30,9 |
| ZNX | 155.139,1 | 28,5 | 59,5 |
| Εστίαση | 117.065,7 | 21,5 | 81,0 |
| Ιματισμός | 63.792,1 | 11,7 | 92,7 |
| Φωτισμός | 32.753,1 | 6,0 | 98,7 |
| Λοιπές Καταναλώσεις | 6.922,9 | 1,3 | 100,0 |
| Σύνολο | 544.013,0 | | |



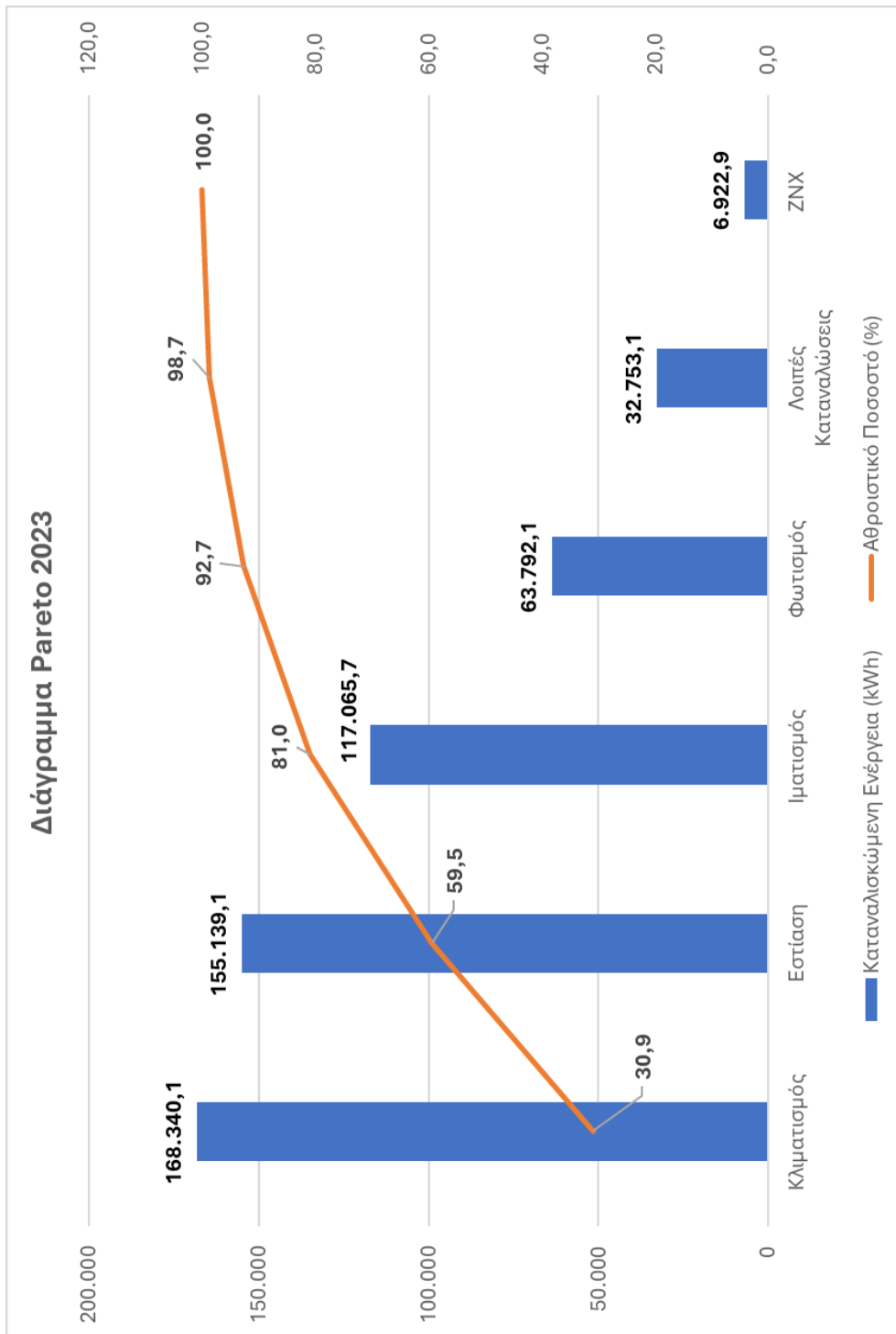
Σχήμα 3.18: Επιμερισμός χρήσης ενέργειας για το έτος 2018



Σχήμα 3.19: Επιμερισμός χρήσης ενέργειας για το έτος 2023



Σχήμα 3.20: Αθροιστική κατανομή χρήσης ενέργειας για το έτος 2018



Σχήμα 3.21: Αθροιστική κατανομή χρήσης ενέργειας για το έτος 2023

Παρατηρώντας τα σχήματα κατανομής συνολικής χρήσης ενέργειας (3.18, 3.19, 3.20, 3.21), προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Η κατανάλωση του κλιματισμού έχει μειωθεί κατά 28% περίπου, κυρίως λόγω της αντικατάστασης του λέβητα πετρελαίου και του υπερβολικά δαπανηρού παλαιού συστήματος ψύξης με αντλίες θερμότητας τελευταίας γενιάς, που λειτουργούν με υψηλότερη ενεργειακή απόδοση. Παρά τη σημαντική αυτή μείωση, η κατανάλωση του κλιματισμού συνεχίζει να καταλαμβάνει το 30-31% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, καθιστώντας τον κλιματισμό ως την κατηγορία με την περισσότερη κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο σε όλα τα έτη μελέτης. Η κατάσταση αυτή υπογραμμίζει πως, η ανάγκη για θέρμανση και ψύξη των εσωτερικών χώρων είναι καθοριστική και δύσκολα μειώνεται.
- Η κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή, αποθήκευση και διακίνηση ZNX στο ξενοδοχείο έχει αλλάξει περισσότερο από όλα. Η τεράστια πτώση της τάξης του 96,2%, που οφείλεται στην αλλαγή του λέβητα πετρελαίου με ένα σύγχρονο και έξυπνο σύστημα ηλιοθερμίας, κατατάσσει τα ZNX από την δεύτερη πιο ενεργοβόρα κατηγορία (23,3%) χρήσης ενέργειας στην ελάχιστη ενεργοβόρα (1,3%), γεγονός που δείχνει το θετικό αντίκτυπο αυτού του μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας.
- Οι καταναλώσεις ενέργειας για τον εξοπλισμό της εστίασης και του χώρου του κλιματισμού παρουσιάζουν ελάχιστες μειώσεις, καθώς οι μοναδικές αλλαγές που έγιναν ήταν τα ηλεκτρικά μοτέρ του μηχανικού αερισμού, με τις πηγές τροφοδοσίας των μηχανημάτων των χώρων να παραμένουν οι ίδιες (ηλεκτρισμός και LPG). Ωστόσο, τα ποσοστά της ενεργειακής κατανάλωσης παρατηρούνται να εμφανίζουν μεγάλες αυξήσεις, λόγω της δραστηκής μείωσης στη χρήση ενέργειας για παραγωγή ZNX, με αποτέλεσμα οι σχετικές καταναλώσεις να φαίνονται μεγαλύτερες.
- Η κατανάλωση που αφορά τον φωτισμό της μονάδας δεν εμφανίζει κάποια ιδιαίτερη αριθμητική διαφορά, παρά μόνο μια μικρή αύξηση, λόγω των λαμπτήρων που προστέθηκαν στο νέο εξωτερικό χώρο της καφετέριας. Παρά το γεγονός αυτό, το ποσοστό της συνολικής χρήσης ενέργειας που αφορά το φωτισμό εμφανίζει μια αύξηση από το 8% στο 12%, που και εδώ ο λόγος είναι ο επηρεασμός της πτώσης της κατανάλωσης για παραγωγή ZNX.

Συνολικά, η ανάλυση καταδεικνύει ότι οι ενεργειακές παρεμβάσεις που υλοποιήθηκαν στη ξενοδοχειακή μονάδα ήταν στρατηγικά στοχευμένες και επιμελώς σχεδιασμένες, με επίκεντρο την εξοικονόμηση ενέργειας σε κλιματισμό και ZNX. Το αποτέλεσμα ήταν η επιτυχής μείωση της ετήσιας κατανάλωσης κατά περίπου 31%, γεγονός που ενισχύει την ενεργητική αποδοτικότητα της μονάδας.

3.5. ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂

Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, προερχόμενες από τη λειτουργία της ξενοδοχειακής μονάδας αποτυπώνονται στους δύο πίνακες (3.18, 3.19), που ακολουθούν.

Πίνακας 3.18: Εκπομπές CO₂ για τη χρήση κάθε είδους ενέργειας για το έτος 2018

| Εκπομπές Ρύπων CO ₂ 2018 | | | |
|--|-------------------------------------|-------|-------------------------|
| Emission factor electricity | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,638 | Πηγή: ΔΕΗ – ΔΑΠΕΕΠ 2018 |
| Κατανάλωση Η.Ε. | 341,60 | | 217,94 |
| Emission factor LPG | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,227 | Πηγή: Eur. Com. |
| Κατανάλωση LPG | 181,76 | | 41,26 |
| Emission factor Heating Diesel | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,267 | Πηγή: Eur. Com. |
| Κατανάλωση Heating Diesel | 82,40 | | 22,00 |
| Emission factor Diesel Fuel | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,267 | Πηγή: Eur. Com. |
| Κατανάλωση Diesel Fuel | 178,29 | | 47,60 |
| Σύνολο εκπομπών αερίων ρύπων (tCO ₂) | | | 328,80 |

Πίνακας 3.19: Εκπομπές CO₂ για τη χρήση κάθε είδους ενέργειας για το έτος 2023

| Εκπομπές Ρύπων CO ₂ 2023 | | | |
|--|-------------------------------------|--------|-------------------------|
| Emission factor electricity | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,332 | Πηγή: ΔΕΗ – ΔΑΠΕΕΠ 2023 |
| Κατανάλωση Η.Ε. | 349,09 | 115,90 | |
| Emission factor LPG | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,227 | Πηγή: Eur. Com. |
| Κατανάλωση LPG | 194,92 | 44,25 | |
| Emission factor Heating Diesel | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,267 | Πηγή: Eur. Com. |
| Κατανάλωση Heating Diesel | | 0 | |
| Emission factor Diesel Fuel | tCO ₂ /MWh _{el} | 0,267 | Πηγή: Eur. Com. |
| Κατανάλωση Diesel Fuel | | 0 | |
| Σύνολο εκπομπών αερίων ρύπων (tCO ₂) | | 160,15 | |

Σύμφωνα με τα παραπάνω παρατηρείται ότι οι συνολικές εκπομπές αερίων ρύπων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έχουν μειωθεί κατά σχεδόν 50%, γεγονός που οφείλεται στη μείωση χρήσης ορυκτών καυσίμων από πλευράς του ξενοδοχείου, αλλά κυρίως στην τεράστια μείωση του συντελεστή εκπομπής που αφορά τον ηλεκτρισμό, δείχνοντας πως οι υπηρεσίες ηλεκτρισμού γίνονται όλο και πιο φιλικές προς το περιβάλλον (χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας).

3.6. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΡΟΥ

Οι πίνακες 3.20 και 3.21 αναφέρονται ενδεικτικά στις καταναλώσεις που αφορούν το νερό για τα δύο έτη αναφοράς, παρατηρώντας πως δεν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις, καθώς οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης που έγιναν δεν σχετίζονταν με τη κατανάλωση του ύδατος. Οι μόνες διαφορές που παρατηρούνται αφορούν απλά τις εκάστοτε ανάγκες του έτους. Τέλος, να σημειωθεί πως στη συνολική χρέωση συμπεριλαμβάνονται τα πάγια, το κόστος προμήθειας και η χρήση της αποχέτευσης.

Πίνακας 3.20: Κατανάλωση νερού για το έτος 2018

| Περίοδος | Νερό (m ³) | Συνολική Χρέωση (€) |
|------------|------------------------|---------------------|
| Ιαν – Μαρ | 1.362 | 1.686,49 |
| Απρ – Ιουν | 1.786 | 2.191,73 |
| Ιουλ – Σεπ | 2.260 | 2.771,88 |
| Οκτ – Δεκ | 1.863 | 2.299,18 |
| Σύνολο | 7.271 | 8.949,28 |

Πίνακας 3.21: Κατανάλωση νερού για το έτος 2023

| Περίοδος | Νερό (m ³) | Συνολική Χρέωση (€) |
|------------|------------------------|---------------------|
| Ιαν – Μαρ | 2.038 | 2.024,50 |
| Απρ – Ιουν | 1.621 | 1.617,48 |
| Ιουλ – Σεπ | 1.799 | 1.768,91 |
| Οκτ – Δεκ | 1.309 | 1.272,35 |
| Σύνολο | 6.767 | 6.683,24 |

4. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα σχήματα που έπονται (4.1, 4.2), παρουσιάζεται η καταναλισκόμενη μηνιαία ηλεκτρική ενέργεια της μονάδας σε συνάρτηση με το πλήθος των διανυκτερεύσεων αλλά και την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος και για τα δύο έτη αναφοράς 2018 και 2023.

Από τα διαθέσιμα δεδομένα, που αφορούν τη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, διαμορφώθηκε η γραμμή βάσης κατανάλωσης για τα έτη 2018 και 2023, η οποία αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας με το πλήθος των διανυκτερεύσεων της ξενοδοχειακής μονάδας, αλλά και με τις βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης, για την παραπάνω περίοδο αναφοράς.

Ο τύπος της γραμμής βάσης που επιλέχθηκε είναι γραμμικής μορφής:

$$y = a_0 + a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2 + \dots + a_n \times x_n \quad (\text{εξ. 4.1})$$

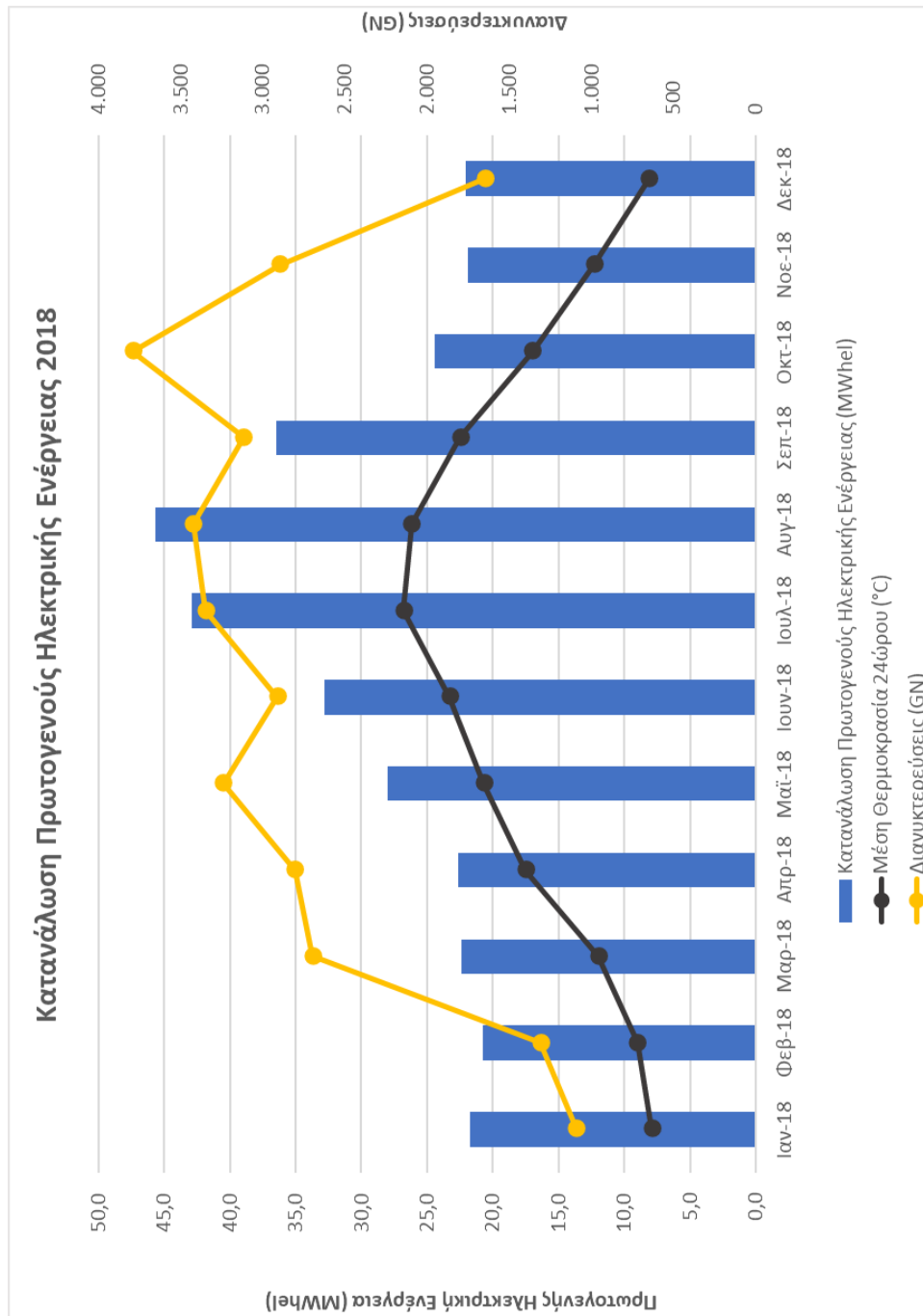
όπου,

y : καταναλισκόμενη ενέργεια (kWh)

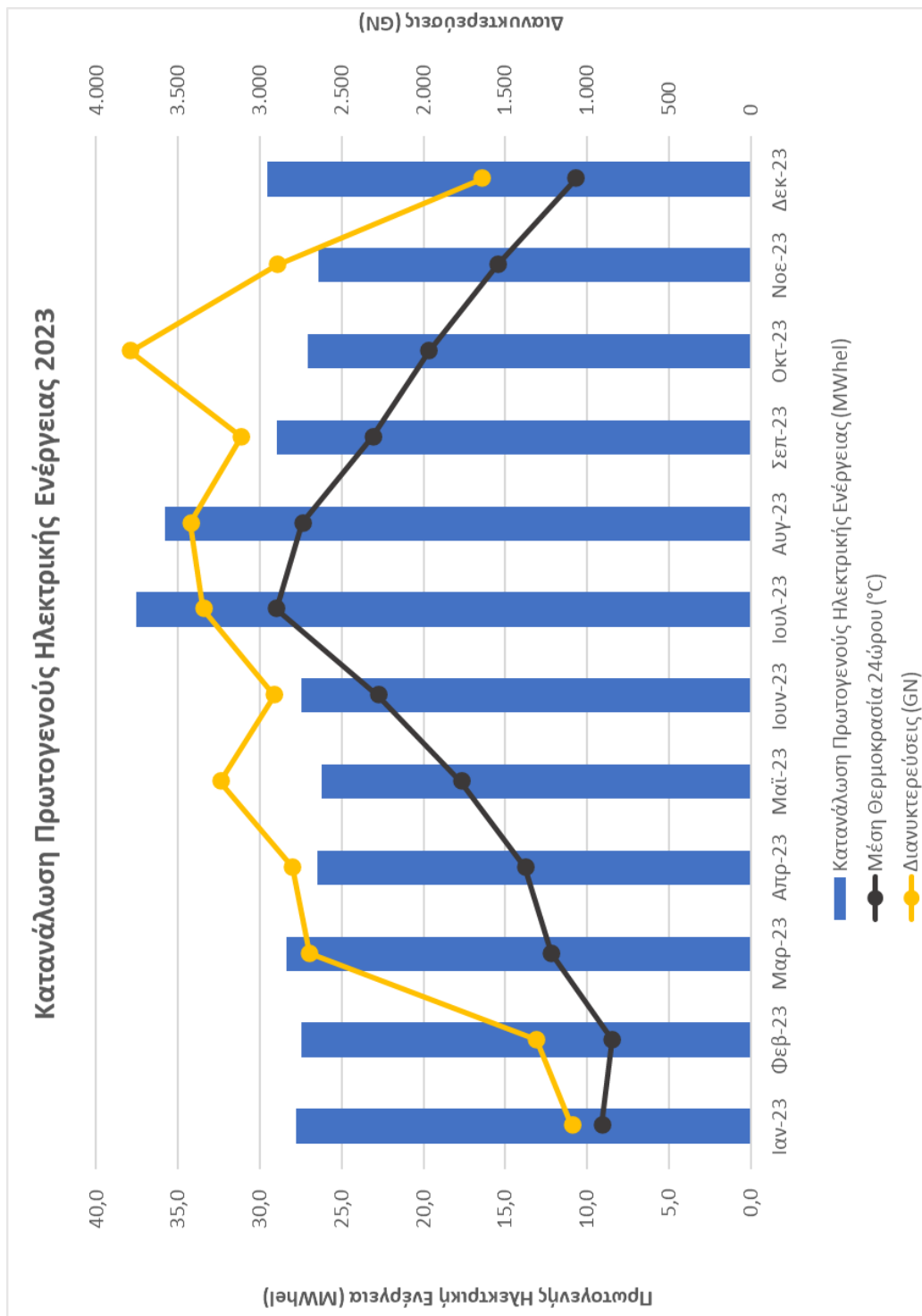
x_i : ανεξάρτητη μεταβλητή (°C κλπ.)

Η γραμμή βάσης χρησιμοποιείται για την εξαγωγή σημαντικών ενεργειακών δεικτών και την εκτίμηση της σταθερής αλλά και της μεταβλητής ενέργειας. Η σταθερή ενέργεια, ανεξάρτητη από το πλήθος των παρεχόμενων υπηρεσιών, καταναλώνεται σε χρήσεις όπως ο μηχανικός αερισμός, ο φωτισμός, ο κλιματισμός και οι απώλειες σε ηλεκτρομηχανολογικές συσκευές. Η μεταβλητή ενέργεια με τη σειρά της σχετίζεται άμεσα με το πλήθος των υπηρεσιών. Η διατήρηση της σταθερής ενέργειας σε όσο το δυνατόν χαμηλότερο επίπεδο είναι ουσιώδης για τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση. Ένα υψηλό επίπεδο σταθερής ενέργειας με μικρή μεταβλητή υποδεικνύει μεγάλες απώλειες ενέργειας ή περιόδους αδράνειας, ενώ το αντίθετο φανερώνει χαμηλό βαθμό απόδοσης ή παλαιάς τεχνολογίας εγκαταστάσεις.

Τα σχήματα μαζί με την εκτίμηση όλων των ενεργειακών παραμέτρων παρουσιάζονται στη συνέχεια. Η παρακολούθηση των δεικτών αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας, που στοχεύει στη συμμόρφωση της επιχείρησης με τις κατευθυντήριες οδηγίες και τα μέτρα που προτείνονται από τον ενεργειακό έλεγχο.



Σχήμα 4.1: Κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με το πλήθος διανυκτερεύσεων και τη μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος για το έτος 2018



Σχήμα 4.2: Κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με το πλήθος διανυκτερεύσεων και τη μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος για το έτος 2023

4.2. ΕΞΙΣΩΣΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σύμφωνα με τα στοιχεία κατανάλωσης πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας της μονάδας κατασκευάστηκε η γραμμή βάσης τόσο πριν όσο και μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, ήτοι τα έτη 2018 και 2023. Για τη κατασκευή της, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συσχετίστηκε με τη χρήση τριών ανεξάρτητων μεταβλητών με τη γραμμική σχέση:

$$HE = a_0 + a_1 \times B\theta + a_2 \times B\Psi + a_3 \times \Delta \quad (\text{εξ. 4.2})$$

όπου,

HE : μηνιαία καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια (kWh)

$B\theta$: βαθμομέρες θέρμανσης της Σπάρτης (πηγή: <https://meteosearch.meteo.gr/>)

$B\Psi$: βαθμομέρες ψύξης της Σπάρτης (πηγή: <https://meteosearch.meteo.gr/>)

Δ : μηνιαίο πλήθος διανυκτερεύσεων (GN)

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: συντελεστές γραμμικής συσχέτισης

Για τη κατασκευή της γραμμής βάσης χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα 14 μηνών και για το προσδιορισμό των συντελεστών (πίνακας 4.1) η μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Μετά την επεξεργασία, η παραπάνω εξίσωση (4.2) διαμορφώνεται στις εξής δύο:

$$HE(2018) = 16.354,781 + 17,631 \times B\theta + 107,238 \times B\Psi + 0,242 \times \Delta \quad (\text{εξ. 4.2.1})$$

$$HE(2023) = 14.220,148 + 42,384 \times B\theta + 51,922 \times B\Psi + 1,874 \times \Delta \quad (\text{εξ. 4.2.2})$$

Πίνακας 4.1: Τιμές συντελεστών γραμμικής συσχέτισης

| Εξίσωση/Έτος | Συντελεστής | Τιμή |
|----------------|-------------|------------|
| (4.2.1) / 2018 | α_0 | 16.354,781 |
| | α_1 | 17,631 |
| | α_2 | 107,238 |
| | α_3 | 0,242 |
| (4.2.2) / 2023 | α_0 | 14.220,148 |
| | α_1 | 42,384 |
| | α_2 | 51,922 |
| | α_3 | 1,874 |

Στους πίνακες 4.2 και 4.3 παρουσιάζονται τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των γραμμικών παλινδρομήσεων. Αναλυτικά στοιχεία της στατιστικής επεξεργασίας παρουσιάζονται στους πίνακες 4.6 και 4.7.

Οι συντελεστές 16.354,781 kWh και 14.220,148 kWh για τα δύο έτη αναφοράς αντίστοιχα, εκφράζουν τις σταθερές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, έννοιες που ήδη έχουν αναφερθεί. Στόχος κάθε επιχείρησης είναι να ελαχιστοποιήσει το συντελεστή αυτό, κάτι που ήδη έχει επιτευχθεί. Σε σχέση με τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας η σταθερή ενέργεια και για τα δύο έτη είναι μικρή. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 4.4 και 4.5.

Ο όρος της εξίσωσης και για τις δύο περιπτώσεις, που παίζει το μεγαλύτερο ρόλο στο κομμάτι της μεταβλητής ηλεκτρικής ενέργειας είναι αυτός που αφορά τις βαθμομέρες ψύξης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η ηλεκτρική ενέργεια παλιά καταναλωνόταν σε μεγάλο βαθμό για να καλύψει τις ανάγκες για ψύξη (παλιό ενεργοβόρο σύστημα ψύξης), καθώς αυτές τις θέρμανσης καλύπτονταν από το λέβητα πετρελαίου (θερμική ενέργεια), ενώ ύστερα των παρεμβάσεων, και τα δύο είδη αυτών των αναγκών καλύπτονται από τις νέες αντλίες θερμότητας, με μια ελαφρώς μεγαλύτερη ανάγκη για ενέργεια προς τις ψυχρότερες ημέρες, γεγονός που δικαιολογείται αν σκεφτούμε τη τοποθεσία της μονάδας.

Πίνακας 4.2: Δεδομένα και αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης για το έτος 2018

| Μήνας | ΒΘ | ΒΨ | Διαν/σεις (GN) | Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh) | Γραμμή Βάσης (kWh) |
|---------|-----|-----|----------------|--|--------------------|
| Ιαν-18 | 299 | 0 | 1.747 | 21.720 | 22.057 |
| Φεβ-18 | 153 | 5 | 2.212 | 20.720 | 20.085 |
| Μαρ-18 | 171 | 10 | 2.894 | 22.360 | 21.096 |
| Απρ-18 | 102 | 68 | 3.333 | 22.600 | 26.218 |
| Μαΐ-18 | 36 | 108 | 3.697 | 28.000 | 29.502 |
| Ιουν-18 | 6 | 169 | 2.866 | 32.800 | 35.247 |
| Ιουλ-18 | 0 | 253 | 3.348 | 42.920 | 44.321 |
| Αυγ-18 | 1 | 240 | 3.742 | 45.680 | 42.987 |
| Σεπ-18 | 15 | 149 | 3.214 | 36.440 | 33.361 |
| Οκτ-18 | 77 | 46 | 3.187 | 24.440 | 23.365 |
| Νοε-18 | 167 | 13 | 2.610 | 21.880 | 21.339 |
| Δεκ-18 | 296 | 0 | 1.776 | 22.040 | 22.021 |
| Σύνολο | | | | 341.600 | 341.600 |

Πίνακας 4.3: Δεδομένα και αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης για το έτος 2023

| Μήνας | ΒΘ | ΒΨ | Διαν/σεις (GN) | Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh) | Γραμμή Βάσης (kWh) |
|---------|-----|-----|----------------|--|--------------------|
| Ιαν-23 | 287 | 0 | 1.092 | 27.760 | 28.431 |
| Φεβ-23 | 278 | 2 | 1.310 | 27.440 | 28.562 |
| Μαρ-23 | 200 | 9 | 2.698 | 28.440 | 28.221 |
| Απρ-23 | 148 | 14 | 2.804 | 26.480 | 26.475 |
| Μαΐ-23 | 71 | 53 | 3.241 | 26.240 | 26.056 |
| Ιουν-23 | 15 | 148 | 2.913 | 27.440 | 28.000 |
| Ιουλ-23 | 0 | 331 | 3.348 | 37.536 | 37.682 |
| Αυγ-23 | 0 | 283 | 3.424 | 35.796 | 35.332 |
| Σεπ-23 | 12 | 155 | 3.117 | 28.953 | 28.619 |
| Οκτ-23 | 46 | 88 | 3.793 | 27.099 | 27.848 |
| Νοε-23 | 117 | 34 | 2.896 | 26.386 | 26.372 |
| Δεκ-23 | 238 | 2 | 1.644 | 29.561 | 27.493 |
| Σύνολο | | | | 349.091 | 349.091 |

Πίνακας 4.4: Εκτίμηση σταθερής και καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2018

| | Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh) | Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (%) |
|--------------------|--|--|
| Σταθερή Ενέργεια | 16.355 | 4,8 |
| Μεταβλητή Ενέργεια | 325.245 | 95,2 |
| Συνολική Ενέργεια | 341.600 | 100,0 |

Πίνακας 4.5: Εκτίμηση σταθερής και καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2023

| | Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh) | Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (%) |
|--------------------|--|--|
| Σταθερή Ενέργεια | 14.220 | 4,1 |
| Μεταβλητή Ενέργεια | 334.871 | 95,9 |
| Συνολική Ενέργεια | 349.091 | 100,0 |

Πίνακας 4.6: Στατιστικά αποτελέσματα υπολογισμού γραμμή βάσης για το έτος 2018

| Γραμμή Βάσης πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2018 – Στατιστικά αποτελέσματα | | | | | |
|--|--|----------------|--------|---------------------|-----------|
| df | RMSE | R ² | τα 95% | τμ 95% | Π (t=2) |
| 8 | 2334,318 | 0,950 | 2,306 | 1,860 | 0,960 |
| | B | s | t | Άνω 95% | Κάτω 95% |
| X0 | 16354,781 | 8435,181 | 1,939 | -3096,781 | 35806,342 |
| X1 | 17,631 | 18,127 | 0,973 | -24,170 | 59,432 |
| X2 | 107,238 | 13,966 | 7,678 | 75,031 | 139,445 |
| X3 | 0,242 | 2,207 | 0,110 | -4,847 | 5,331 |
| 28466,7 | : Y , Μέση τιμή της κατανάλωσης βάσεως | | | | |
| 16,4% | : Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά IPMVP (τύπος 8.12 β) | | | | |
| 22,3% | : Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά ASHRAE (τύπος 8.16 β) | | | | |
| 8.12 β | : 2 RMSE / Y | | | ΕΕΣΕΕ IPMVP: 16,4% | |
| 8.16 β | 1.26 RMSE / (0.5 Y) [(1+2/K)/M] ^{0.5} | | | ΕΕΣΕΕ ASHRAE: 22,3% | |
| Πλήθος Μετρήσεων Πριν: | | | | K=12 | |
| Πλήθος Μετρήσεων Μετά: | | | | M=12 | |

Πίνακας 4.7: Στατιστικά αποτελέσματα υπολογισμού γραμμή βάσης για το έτος 2023

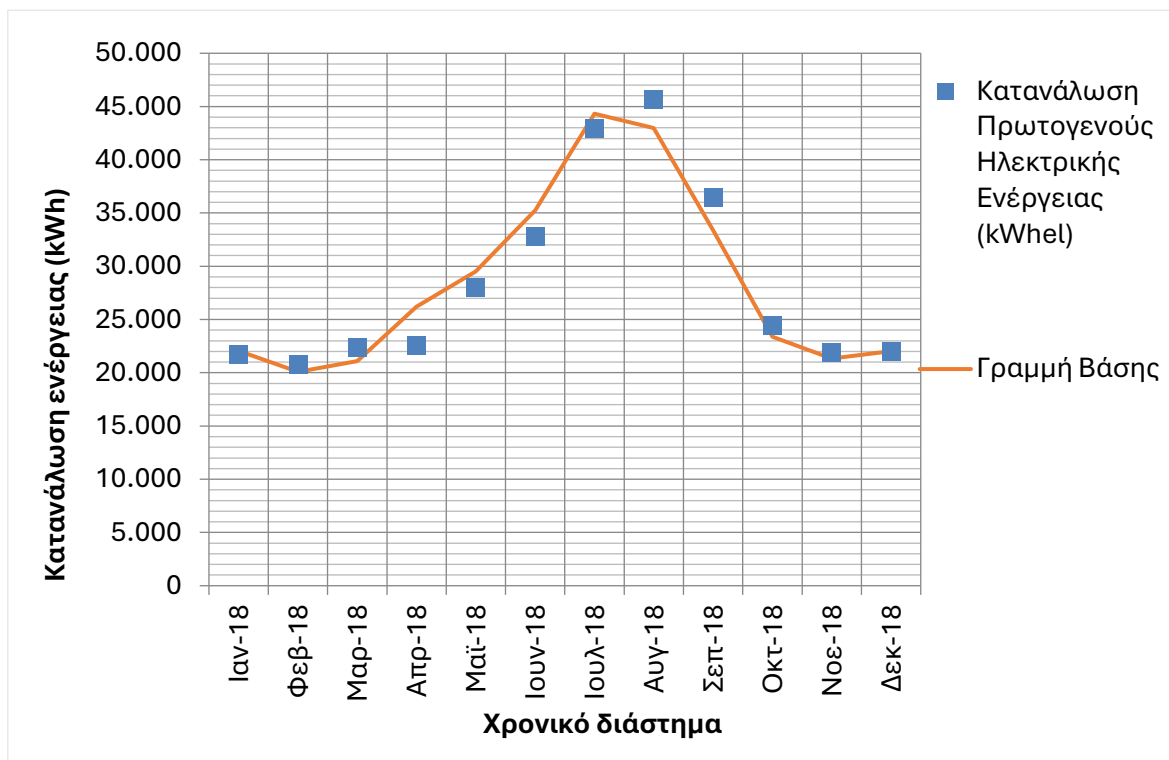
| Γραμμή Βάσης πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2023 – Στατιστικά αποτελέσματα | | | | | |
|--|--|----------------|--------|--------------------|-----------|
| df | RMSE | R ² | τα 95% | τμ 95% | Π (t=2) |
| 8 | 953,726 | 0,952 | 2,306 | 1,860 | 0,960 |
| | b | s | t | Άνω 95% | Κάτω 95% |
| X0 | 14220,148 | 3642,643 | 3,904 | 5820,199 | 22620,097 |
| X1 | 42,384 | 9,268 | 4,573 | 21,012 | 63,756 |
| X2 | 51,922 | 4,826 | 10,760 | 40,794 | 63,050 |
| X3 | 1,874 | 0,873 | 2,146 | -0,140 | 3,888 |
| 29090,9 | : Υ , Μέση τιμή της κατανάλωσης βάσεως | | | | |
| 6,6% | : Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά IPMVP (τύπος 8.12 β) | | | | |
| 8,9% | : Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά ASHRAE (τύπος 8.16 β) | | | | |
| 8.12 β | : 2 RMSE / Υ | | | ΕΕΣΕΕ IPMVP: 6,6% | |
| 8.16 β | 1.26 RMSE / (0.5 Υ) [(1+2/Κ)/Μ] ^{0.5} | | | ΕΕΣΕΕ ASHRAE: 8,9% | |
| Πλήθος Μετρήσεων Πριν: | | | | Κ=12 | |
| Πλήθος Μετρήσεων Μετά: | | | | Μ=12 | |

Αυτό που παρατηρείται εδώ είναι πως η συσχέτιση που προκύπτει τόσο πριν όσο και μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας είναι πολλή καλή, καθώς το προσαρμοσμένο R² είναι ίσο με 0,950 και 0,952 αντίστοιχα.

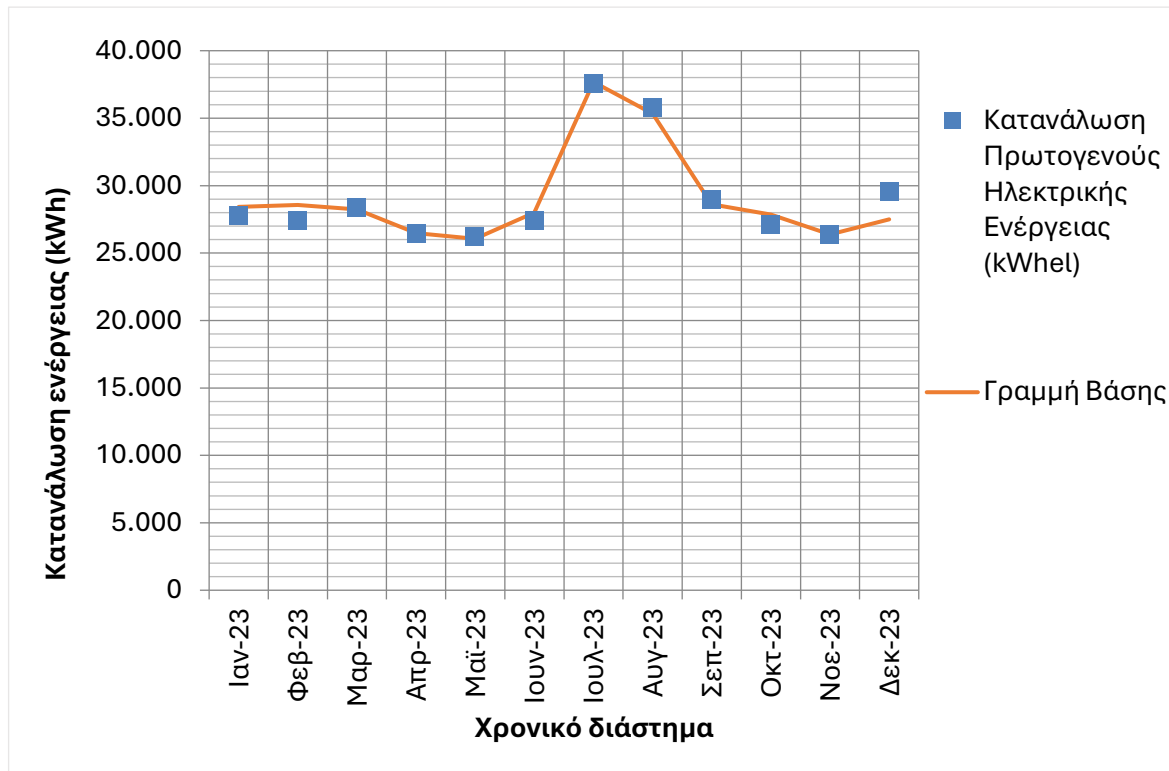
Ο λόγος που επιλέχθηκε να γίνει η γραμμή βάσης μόνο για την ηλεκτρική ενέργεια είναι η έλλειψη ροομετρητών ικανών να καταγράφουν σε μηνιαία βάση την ακριβή κατανάλωση του LPG, γεγονός που δημιουργεί μια κακή συσχέτιση της τάξης του 0,4.

Τα αποτελέσματα των μετρημένων και υπολογισμένων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας (γραμμές βάσης) σε σχέση με τους αντίστοιχους μήνες των δύο ετών αναφοράς παρουσιάζονται στα ακόλουθα σχήματα (4.3 και 4.4).

Μέσα από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων της γραμμής βάσης, υπολογίστηκαν οι ελάχιστοι επαληθεύσιμοι στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας (ΕΕΣΕΕ), σύμφωνα με τα πρωτόκολλα IPMVP και ASHRAE και για τα δύο έτη αναφοράς. Όπως φαίνεται στους πίνακες 4.6 και 4.7, οι ΕΕΣΕΕ πριν και μετά τις ενεργειακές αναβαθμίσεις, που προκύπτουν βάσει του πρωτοκόλλου IPMVP ανέρχονται στο 16,4% και 6,6% αντίστοιχα, ενώ αυτοί βάσει του προτύπου ASHRAE ανέρχονται στο 22,3% και 8,9% αντίστοιχα. Τέλος, αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι ο ΕΕΣΕΕ μειώθηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό ύστερα από τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης που πραγματοποιήθηκαν και αυτό επαληθεύεται και από τους δύο τύπους υπολογισμού.



Σχήμα 4.3: Μετρημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και γραμμή βάση με τον αντίστοιχο μήνα για το έτος 2018



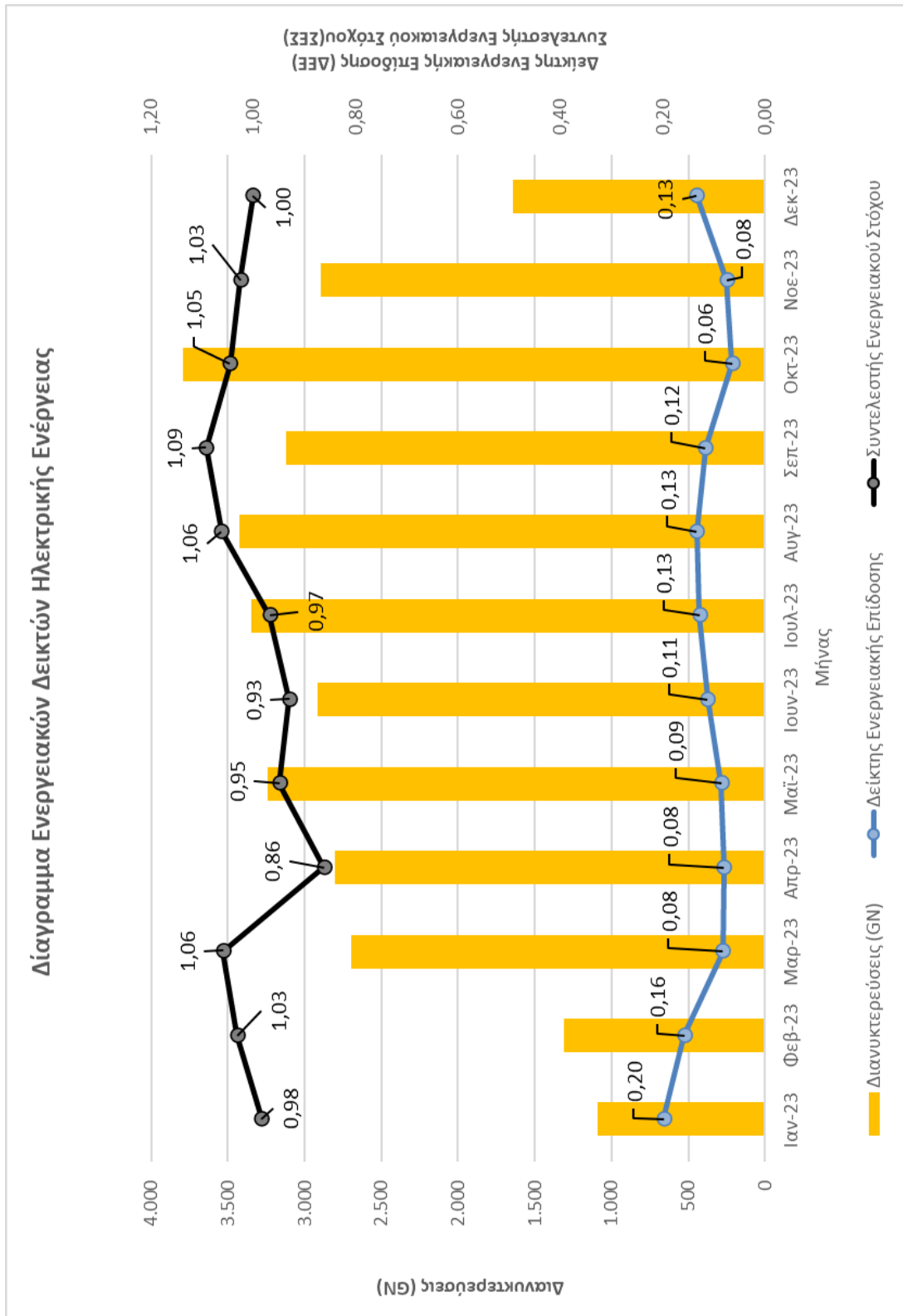
Σχήμα 4.4: Μετρημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και γραμμή βάση με τον αντίστοιχο μήνα για το έτος 2023

4.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

Οι εκτιμώμενοι δείκτες ενεργειακής απόδοσης και αξιολόγησης της υφιστάμενης κατάστασης της μονάδας αποτυπώνονται στον πίνακα 4.8 και στο σχήμα 4.5. Συνάμα παρουσιάζονται και οι δυνατότητες περαιτέρω εξοικονόμησης ενέργειας. Τα δεδομένα έχουν συσχετιστεί με τον αριθμό των επισκεπτών, ώστε να δοθεί μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της ενεργειακής απόδοσης της μονάδας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Πίνακας 4.8: Εκτίμηση ενεργειακών δεικτών με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για το έτος 2023

| Μήνας | Διαν/σεις (GN) | Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh) | Γραμμή Βάσης (kWh) | Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης (kWh/Μήνα) x10 ⁻¹ | Συντελεστής Ενεργειακού Στόχου |
|---------|----------------|--------------------------|--------------------|---|--------------------------------|
| Ιαν-23 | 1.092 | 21.720 | 22.057 | 0,20 | 0,98 |
| Φεβ-23 | 1.310 | 20.720 | 20.085 | 0,16 | 1,03 |
| Μαρ-23 | 2.698 | 22.360 | 21.096 | 0,08 | 1,06 |
| Απρ-23 | 2.804 | 22.600 | 26.218 | 0,08 | 0,86 |
| Μαϊ-23 | 3.241 | 28.000 | 29.502 | 0,09 | 0,95 |
| Ιουν-23 | 2.913 | 32.800 | 35.247 | 0,11 | 0,93 |
| Ιουλ-23 | 3.348 | 42.920 | 44.321 | 0,13 | 0,97 |
| Αυγ-23 | 3.424 | 45.680 | 42.987 | 0,13 | 1,06 |
| Σεπ-23 | 3.117 | 36.440 | 33.361 | 0,12 | 1,09 |
| Οκτ-23 | 3.793 | 24.440 | 23.365 | 0,06 | 1,05 |
| Νοε-23 | 2.896 | 21.880 | 21.339 | 0,08 | 1,03 |
| Δεκ-23 | 1.644 | 22.040 | 22.021 | 0,13 | 1,00 |



Σχήμα 4.5: Διάγραμμα ενεργειακών δεικτών ηλεκτρικής ενέργειας υφιστάμενης κατάστασης

5. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Οι προτάσεις για να επιτευχθεί η ενεργειακή εξοικονόμηση και βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας της μονάδας εν συντομία αναφέρονται στον πίνακα 5.1, που έπεται.

Πίνακας 5.1: Συγκεντρωτικός πίνακας προτάσεων

| α/α | Πρόταση |
|-----|--|
| 1 | Θερμομόνωση παράπλευρης επιφάνειας και αντικατάσταση κουφωμάτων |
| 2 | Σύστημα φωτοβολταϊκών 11,6 kWp στην οροφή |
| 3 | Σύστημα διαχείρισης παροχής ηλεκτρισμού στα δωμάτια με τη χρήση καρτοδιακοπών και αισθητήρων |

Για να κριθεί αν μια επένδυση είναι οικονομικά βιώσιμη θα χρησιμοποιηθεί το μοντέλο της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), του δείκτη κόστους/οφέλους (BCR) και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (IRR) της. Για την αποφυγή σύγχυσης, παρακάτω ορίζονται οι χρήσιμες για την οικονομική ανάλυση έννοιες:

- Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ): Ο δείκτης αυτός υπολογίζει τη διαφορά της παρούσας αξίας του οφέλους και των εξόδων στον κύκλο ζωής της επένδυσης. Στο γενικό πλαίσιο, έργα με θετική ΚΠΑ είναι οικονομικά βιώσιμα.
- Δείκτης οφέλους-κόστους (BCR): Ο δείκτης αυτός εκφράζει την αναλογία της παρούσας αξίας των εισροών διά τη παρούσα αξία των εκροών. Δείχνει, δηλαδή, ποια είναι τα οφέλη για κάθε ευρώ επένδυσης. Στο γενικό πλαίσιο, έργα με BCR τουλάχιστον ίσο της μονάδας είναι οικονομικά βιώσιμα.
- Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR): Ο IRR είναι ένα ετήσιο συνδυασμένο επιτόκιο, που κάνει τη χρηματοροή ανοιγμένων κερδών ίση με το αρχικό

κόστος του έργου. Είναι, δηλαδή, το επιτόκιο που κάνει την ΚΠΑ της επένδυσης ίση με μηδέν.

Για την διεκπεραίωση της οικονομικής ανάλυσης κάθε είδους πρότασης, έχουν ακολουθηθεί οι εξής παραδοχές:

- Έτος αναφοράς υπολογισμού τιμών καυσίμων: 2023.
- Διάρκεια ζωής επένδυσης: 15 έτη.
- Έτος εγκατάστασης: 2024.
- Επιτόκιο: 4% (αφορά έργα εξοικονόμησης ενέργειας 3-5%).
- Φορολογία: 0% (υπολογισμοί προ φόρων).
- Κόστη εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης: Αναλόγως το έργο και σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές της αγοράς.
- Τιμή ηλεκτρικής ενέργειας: 0,249€ (έτος 2023).
- Ετήσια αύξηση ηλεκτρικής ενέργειας: 1,7% ανά έτος.
- Εκπομπές CO₂: 0,332 tCO₂/MWh_{el}.

5.2. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ

Στις ακόλουθες ενότητες γίνεται περιγραφή των ενεργειακών, οικονομικών και περιβαλλοντικών μεγεθών των προτάσεων, που στόχο έχουν την εξοικονόμηση ενέργειας στην ξενοδοχειακή μονάδα.

5.2.1. Πρόταση 1 – Θερμομόνωση παράπλευρης επιφάνειας και αντικατάσταση κουφωμάτων

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός πως το ξενοδοχείο είναι κατασκευασμένο προ την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (1980), το κέλυφος είναι αμόνωτο στη παράπλευρη επιφάνεια (τοιχοποιία) και στο δάπεδο, με μόνη μόνωση να υπάρχει στην οροφή, η οποία έγινε λίγα χρόνια πριν. Επιπλέον, τα κουφώματα στους ορόφους του κτιρίου είναι μεταλλικού πλαισίου με διπλό υαλοπίνακα διάκενου 12mm χωρίς θερμοδιακοπή.

Για τους λόγους αυτούς και προκειμένου να μειωθούν οι απώλειες του κελύφους επιλέχθηκαν να γίνουν θερμομόνωση της παράπλευρης επιφάνειας του κτιρίου, όπου αυτό είναι εφικτό (επαφή με τον εξωτερικό αέρα και όχι με όμορα κτίρια) και αλλαγή των κουφωμάτων στα δωμάτια των ορόφων.

Πιο συγκεκριμένα, η εφαρμογή της θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους περιλαμβάνει την προσθήκη θερμομονωτικών υλικών και πιο συγκεκριμένα πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης (EPS) με θερμική αγωγιμότητα $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ και πάχους 5 cm, οι οποίες θα καλυφθούν από προστατευτική επίστρωση, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή μείωση απωλειών της τοιχοποιίας. Παράλληλα, η πρόταση περιλαμβάνει την αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων με νέα, μεταλλικού πλαισίου με θερμοδιακοπή και διπλούς υαλοπίνακες με μεμβράνη που δίνει κέρδος από τον ήλιο.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η ηλεκτρική ενέργεια που εξοικονομείται σε ετήσια βάση πρέπει πρώτα να βρεθούν οι απώλειες ενέργειας από κάθε πλευρά τοιχοποιίας, καθώς και από τα κουφώματα. Στόχος μας είναι να εκτιμήσουμε τη διαφορά των απωλειών, πριν και μετά την εφαρμογή της θερμομόνωσης και της αλλαγής των κουφωμάτων. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν οι εξής σχέσεις (εξ. 5.1, 5.2 και 5.3):

$$R = d/\lambda \quad (\text{εξ. 5.1})$$

$$U = 1/R_{\text{τοιχου}} + R_{\text{EPS}} \quad (\text{εξ. 5.2})$$

$$Q = U \times A \times \Delta T \quad (\text{εξ. 5.3})$$

όπου,

R : θερμική αντίσταση ($\text{m}^2\text{K/W}$)

d : πάχος δομικού στοιχείου (m)

U : συντελεστής θερμοπερατότητας ($\text{W/m}^2\text{K}$)

Q : Απώλειες (W)

A : Εμβαδόν (m^2)

ΔT : Διαφορά θερμοκρασίας (K).

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων του κελύφους, όπως προκύπτει από το πίνακα 3.5α της TOTEE 1, είναι $U = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (μπατική οπτοπλινθοδομή σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα), ενώ ο νέος θα είναι $U = 0,48 \text{ W/m}^2\text{K}$, νούμερο δεκτό, αφού ο KENAK ορίζει πως πρέπει να είναι $U \leq 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ο αντίστοιχος των παλαιών κουφωμάτων, όπως προκύπτει από το πίνακα 3.13α της TOTEE 1, είναι $U = 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$, ενώ των νέων, περίπου $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$, όπως δόθηκε από το κατασκευαστή. Σύμφωνα με τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη τις ώρες λειτουργίας, όπως έχουν αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο από TOTEE, την

επιθυμητή διαφορά θερμοκρασίας, τις διαστάσεις κάθε δομικού στοιχείου και κουφώματος και τον συντελεστή απόδοσης των μηχανημάτων, εκτιμάται πως εξοικονομούνται συνολικά 50.714 kWh/y από τη χρήση των αντλιών θερμότητας, που αφορούν την κάλυψη των αναγκών κλιματισμού των ορόφων (διαμονή), καθώς δεν πραγματοποιήθηκαν αλλαγές στο ισόγειο και το μεσοπάτωμα.

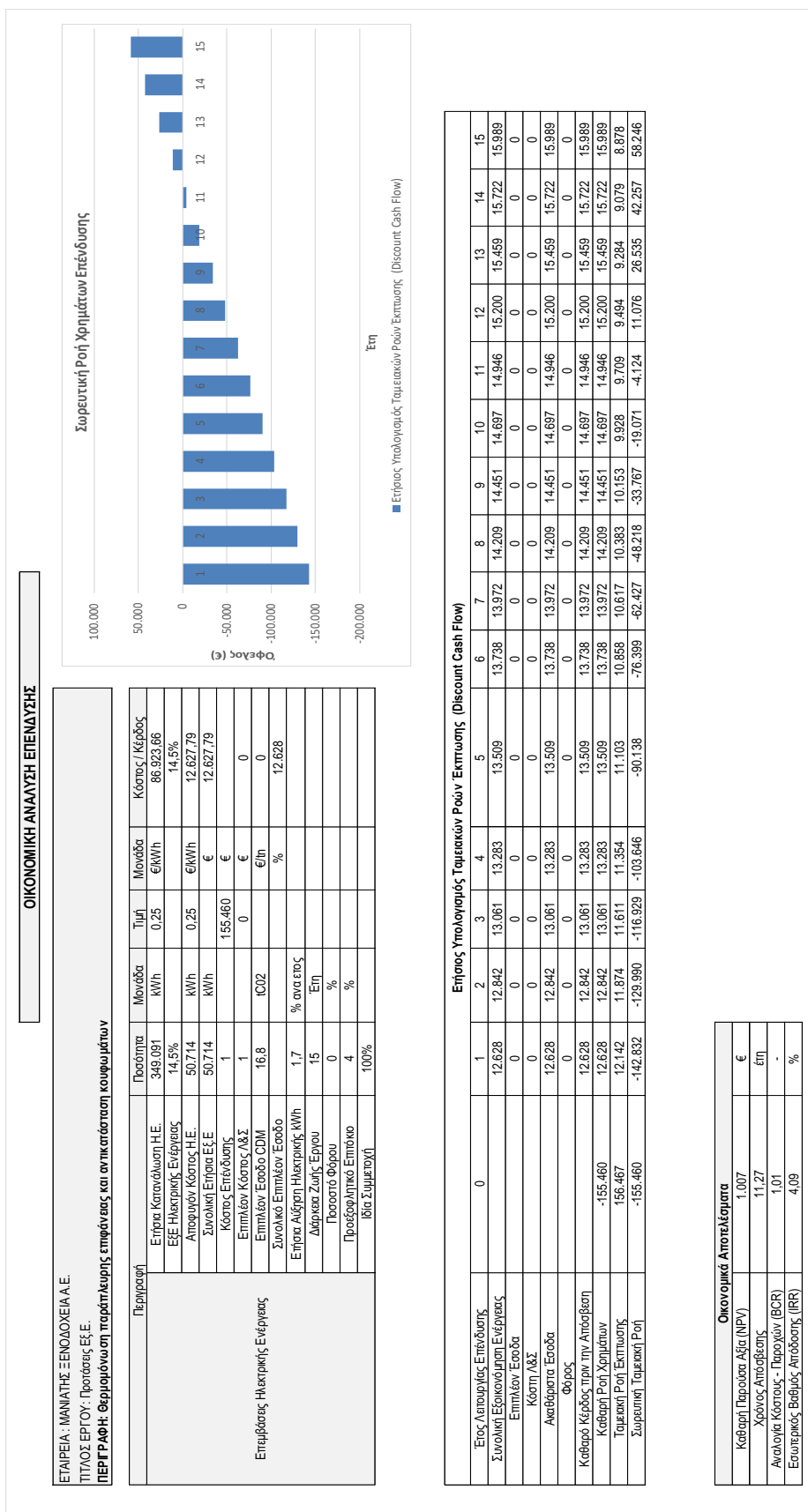
Η συνολική επιφάνεια που θα θερμομονωθεί εξωτερικά ανέρχεται σε 750 m² με κόστος σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές στα 80 €/m², ήτοι 60.000€ και η συνολική επιφάνεια των κουφωμάτων, που θα αντικατασταθεί ανέρχεται στα 258 m² με κόστος σύμφωνα με τις τρέχουσες τιμές στα 370 €/m², ήτοι 95.460€. Τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της συγκεκριμένης πρότασης αποτυπώνονται στον πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2: Ενεργειακή, οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση της πρότασης 1

| Πρόταση 1 | | |
|--|-----------|---------------------|
| Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας | 349.091 | kWhel/y |
| Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας | 14,5 | % |
| Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας | 50.714 | kWhel/y |
| Συνολικό κόστος επένδυσης | 155.460 | EUR |
| Ετήσιο όφελος ΕΞΕ | 12.627,79 | EUR/yr |
| Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) | 1.007 | EUR |
| Χρόνος Απόσβεσης Επένδυσης | 11,27 | Έτη |
| Λόγος Οφέλους/Κόστους (BCR) | 1,01 | - |
| Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) | 4,09 | % |
| Μείωση εκπομπών CO ₂ | 16,8 | tCO ₂ /y |

Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι 11,27 έτη με εσωτερικό βαθμό απόδοσης 4,1% και λόγο οφέλους/κόστους λίγο μεγαλύτερο της μονάδας, γεγονός που την κατατάσσει ως οικονομικά βιώσιμη, αν σκεφτούμε πως ένα τέτοιο είδος επένδυσης μπορεί να αντέξει στο χρόνο πάνω από 30 έτη, χωρίς την παρουσία προβλημάτων. Η οικονομική ανάλυση της πρότασης αυτής παρουσιάζεται στο πίνακα 5.3, που ακολουθεί.

Πίνακας 5.3: Οικονομική ανάλυση πρότασης 1



5.2.2. Πρόταση 2 - Σύστημα φωτοβολταϊκών 11,6 kWp στην οροφή

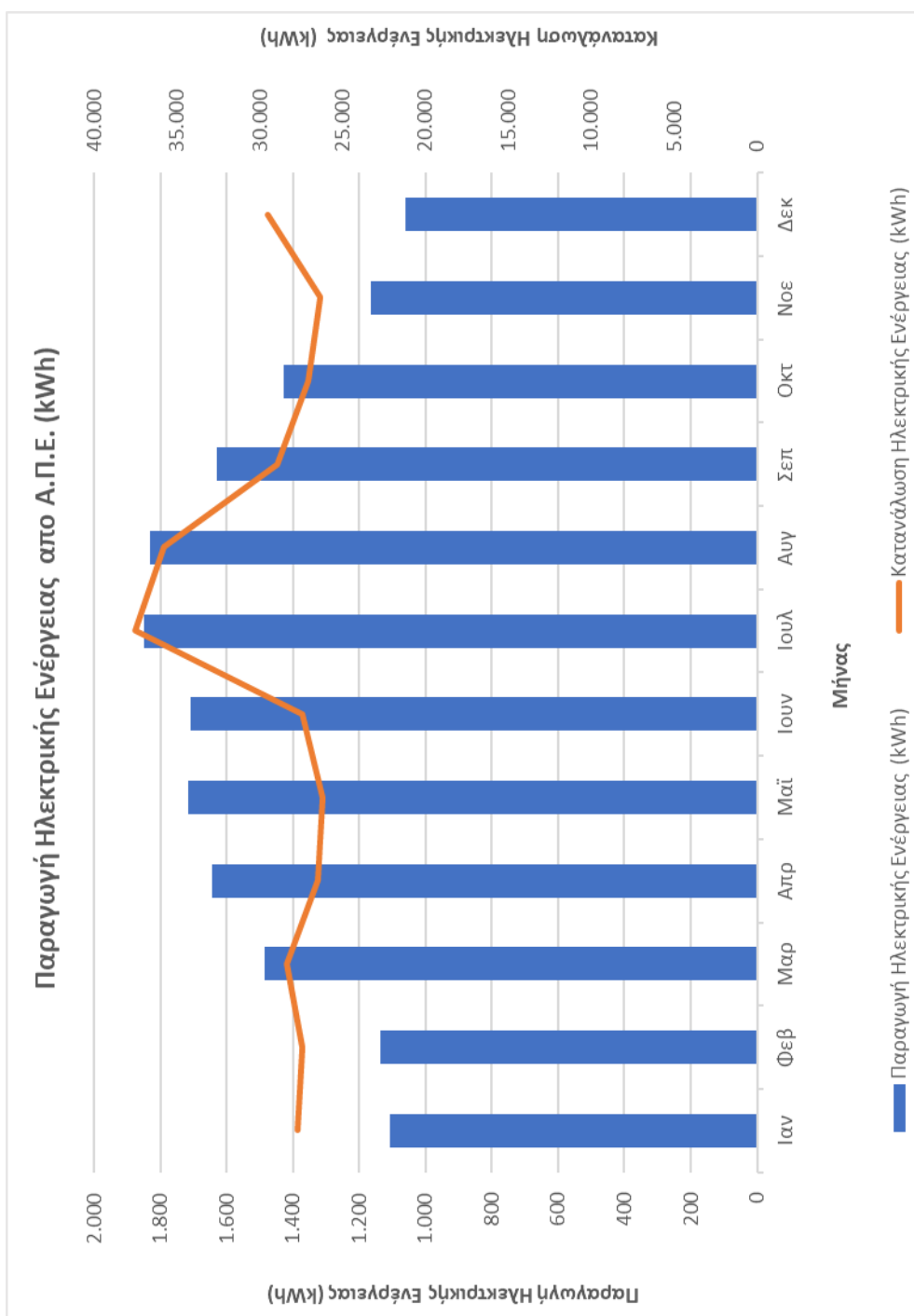
Στόχος της πρότασης αυτής είναι η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος ονομαστικής ισχύος 11,6 kWp στην οροφή του κτιρίου. Η διαστασιολόγηση και εφαρμογή της πρότασης αυτής θα γίνει σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο του ταυτοχρονισμένου συμψηφισμού (net billing) και το διαθέσιμο χώρο της ταράτσας, προσφέροντας τη δυνατότητα μείωσης των εξόδων για ηλεκτρική ενέργεια, ενισχύοντας έτσι την οικονομική βιωσιμότητα της εταιρίας.

Η εν λόγω εγκατάσταση προβλέπεται να αποτελείται από συστοιχίες φωτοβολταϊκών μονοκρυσταλλικών δομοστοιχείων αυτοπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνολικής ονομαστικής ισχύος 11,6 kWp με απώλειες συστήματος 14%. Πιο αναλυτικά, θα τοποθετηθούν 8 πάνελ ισχύος 580 w στο δώμα και 12 όμοιας ισχύος πάνελ (συστοιχίες των 3) στην ταράτσα, καθώς ο διαθέσιμος χώρος είναι περιορισμένος και είναι της τάξης των 100 m² περίπου. Τα πάνελ θα τοποθετηθούν σε ειδικές βάσεις αλουμινίου, σχεδιασμένες για επίπεδες ταράτσες, ώστε να υπάρχει σταθερότητα και η απαραίτητη κλίση. Το γεγονός αυτό προκαλεί τη μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας. Το σύστημα θα συνδέεται με έναν τριφασικό μετατροπέα (inverter) των 12 kW, ο οποίος θα μετατρέπει τη συνεχόμενη τάση (DC) παραγωγής, στην επιθυμητή εναλλασσόμενη τάση (AC), που το κτίριο μπορεί να αξιοποιήσει. Παράλληλα, ένα σύστημα παρακολούθησης θα εγκατασταθεί, ώστε να παρέχεται η ζωντανή παρακολούθηση της απόδοσης σε πραγματικό χρόνο.

Η παραγόμενη, από το φωτοβολταϊκό σύστημα, ενέργεια είναι ικανή να καλύπτει ένα μόνο μέρος της ημερήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη πως η συνήθης ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι της τάξης των περίπου 800 kWh, ενώ το σύστημα θα παράγει περίπου 17.800 kWh ετησίως. Η παραγωγή αυτή, συνεπώς, θα καταναλώνεται άμεσα από το κτίριο, χωρίς να υπάρχουν περιθώρια περίσσειας ενέργειας για έγχυση στο δίκτυο.

Το κόστος της επένδυσης ανέρχεται στην τιμή των 800 €/kWp, ήτοι 9.280€, συμπεριλαμβανομένου το κόστος για πάνελ, μετατροπέα, μετρητές, καλωδιώσεις, βάσεις στήριξης κ.λπ.

Η παραγωγή και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αποτυπώνεται στο σχήμα 5.1, έχοντας αξιοποιηθεί δεδομένα από το PVGIS,2024.



Σχήμα 5.1: Κατανομή μηνιαίας παραγόμενης από Α.Π.Ε. και καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας

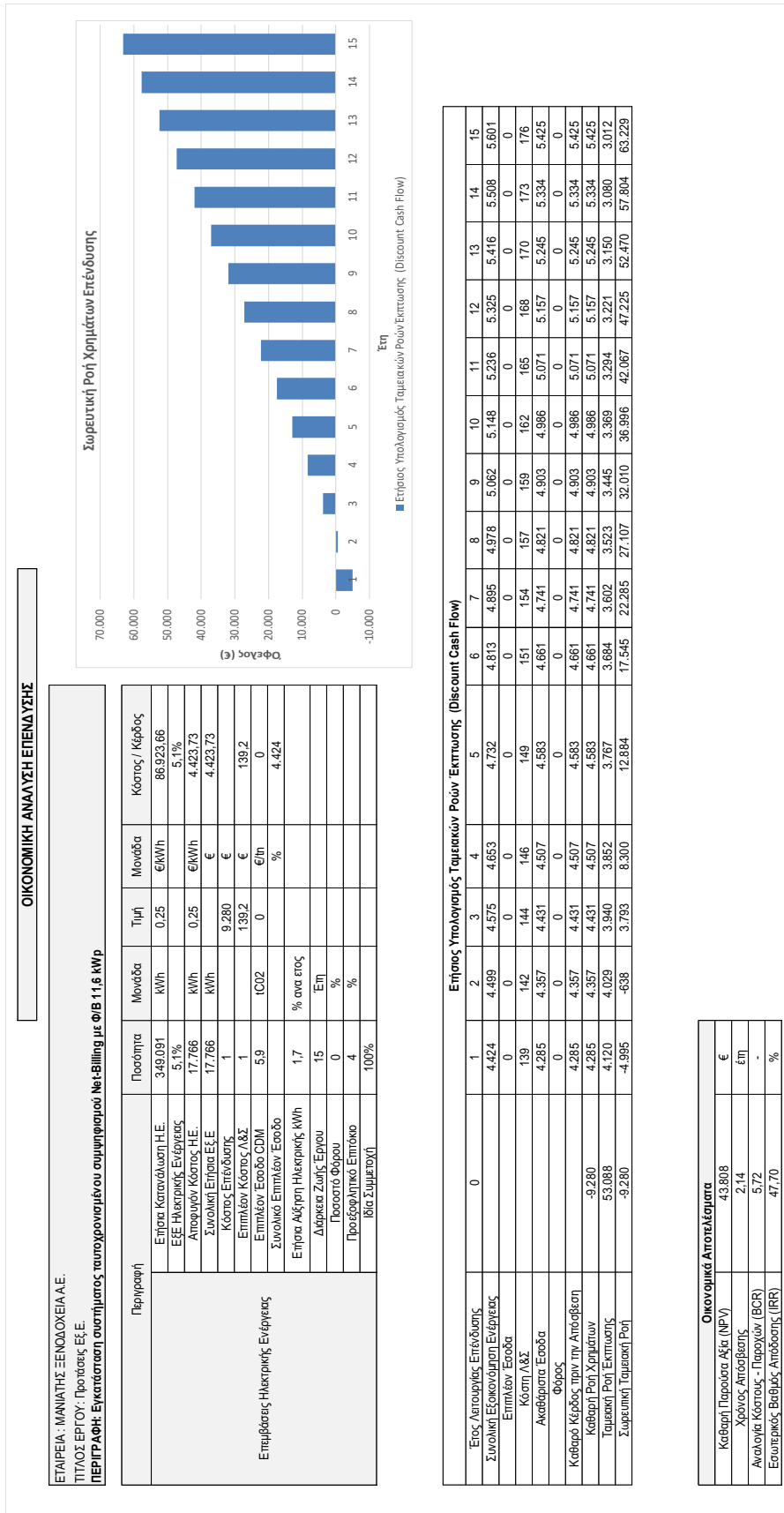
Τέλος, τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της συγκεκριμένης πρότασης αποτυπώνονται στον πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4: Ενεργειακή, οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση της πρότασης 2

| Πρόταση 2 | | |
|--|----------|---------------------|
| Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας | 349.091 | kWhel/y |
| Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας | 5,1 | % |
| Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας | 17.766 | kWhel/y |
| Συνολικό κόστος επένδυσης | 9.280 | EUR |
| Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης (Λ&Σ) | 139 | EUR |
| Ετήσιο όφελος ΕΞΕ | 4.423,73 | EUR/yr |
| Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) | 43.808 | EUR |
| Χρόνος Απόσβεσης Επένδυσης | 2,14 | Έτη |
| Λόγος Οφέλους/Κόστους (BCR) | 5,72 | - |
| Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) | 47,70 | % |
| Μείωση εκπομπών CO ₂ | 5,9 | tCO ₂ /y |

Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι 2,14 έτη με εσωτερικό βαθμό απόδοσης 47,70%, γεγονός που την κατατάσσει ως μια οικονομικά βιώσιμη επένδυση. Η οικονομική ανάλυση της πρότασης αυτής παρουσιάζεται στο πίνακα 5.5, που ακολουθεί.

Πίνακας 5.5: Οικονομική ανάλυση πρότασης 2



5.2.3. Πρόταση 3 - Σύστημα διαχείρισης παροχής ηλεκτρισμού στα δωμάτια με τη χρήση καρτοδιακοπών και αισθητήρων

Η συγκεκριμένη πρόταση αποσκοπεί στην ενεργειακή εξοικονόμηση της ξενοδοχειακής μονάδας, μέσω της εγκατάστασης συστήματος έξυπνων καρτοδιακοπών και αισθητήρων στις μπαλκονόπορτες των δωματίων.

Πιο συγκεκριμένα, οι καρτοδιακόπτες (cardholders) τοποθετούνται σε κάθε δωμάτιο του ξενοδοχείου και λειτουργούν ως βασικός διακόπτης για τον έλεγχο του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Όταν ο πελάτης εισέρχεται στο δωμάτιο και τοποθετήσει την μαγνητική κάρτα στην ειδική θήκη (καρτοδιακόπτης), ενεργοποιούνται μέσω ηλεκτρονόμων (ρελέ), ο φωτισμός, ο κλιματισμός, οι πρίζες και όλες οι διαθέσιμες συσκευές του δωματίου, εκτός του ψυγείου mini bar, το οποίο λειτουργεί συνεχώς. Όταν η κάρτα αφαιρείται, όλες οι συσκευές απενεργοποιούνται αυτόματα, διασφαλίζοντας πως όταν ο χώρος είναι άδειος δεν υπάρχει σπατάλη ενέργειας από τη χρήση κλιματιστικών ή λαμπτήρων. Παράλληλα, οι αισθητήρες στις μπαλκονόπορτες παρέχουν επιπλέον έλεγχο στον κλιματισμό του δωματίου. Οι αισθητήρες αυτοί είναι ικανοί να εντοπίζουν πότε η μπαλκονόπορτα ανοίγει και απενεργοποιούν αυτόματα το κλιματισμό (FCU), δίνοντας ένα περιθώριο της τάξης των 40 δευτερολέπτων, αποτρέποντας έτσι τη λειτουργία του όταν γίνεται εισροή του εξωτερικού αέρα στο δωμάτιο. Μόλις η μπαλκονόπορτα κλείσει, ο κλιματισμός ξανά αρχίζει κανονικά τη λειτουργία του, εξασφαλίζοντας άνεση στον πελάτη, χωρίς σπατάλη ενέργειας.

Η εφαρμογή αυτής της πρότασης προσφέρει πολλά οφέλη, όπως τη σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που αφορά το κλιματισμό και φωτισμό των δωματίων, τη μείωση της φθοράς των συσκευών κλιματισμού και την παράταση της διάρκειας ζωής τους. Συνάμα, η εμπειρία του επισκέπτη βελτιώνεται, καθώς απολαμβάνει έναν άνετο και φιλικό προς το περιβάλλον χώρο.

Η εξοικονομούμενη ενέργεια προέρχεται από το κλιματισμό, μειώνοντας κατά εκτίμηση το συντελεστή χρησιμοποίησης από 50% σε 33% και το φωτισμό και πιο συγκεκριμένα από τη χρήση της διαμονής και εκτιμάται σε 33.244 kWh/y και 1.793 kWh/y αντίστοιχα, ή 35.037 kWh/y στο σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κόστος του συστήματος αυτού ανέρχεται στη τιμή των 400€ για κάθε δωμάτιο, ήτοι 32.000€, συμπεριλαμβανομένου των συσκευών (αισθητήρες, καρτοδιακόπτες, ηλεκτρονόμοι) και των απαραίτητων καλωδιώσεων.

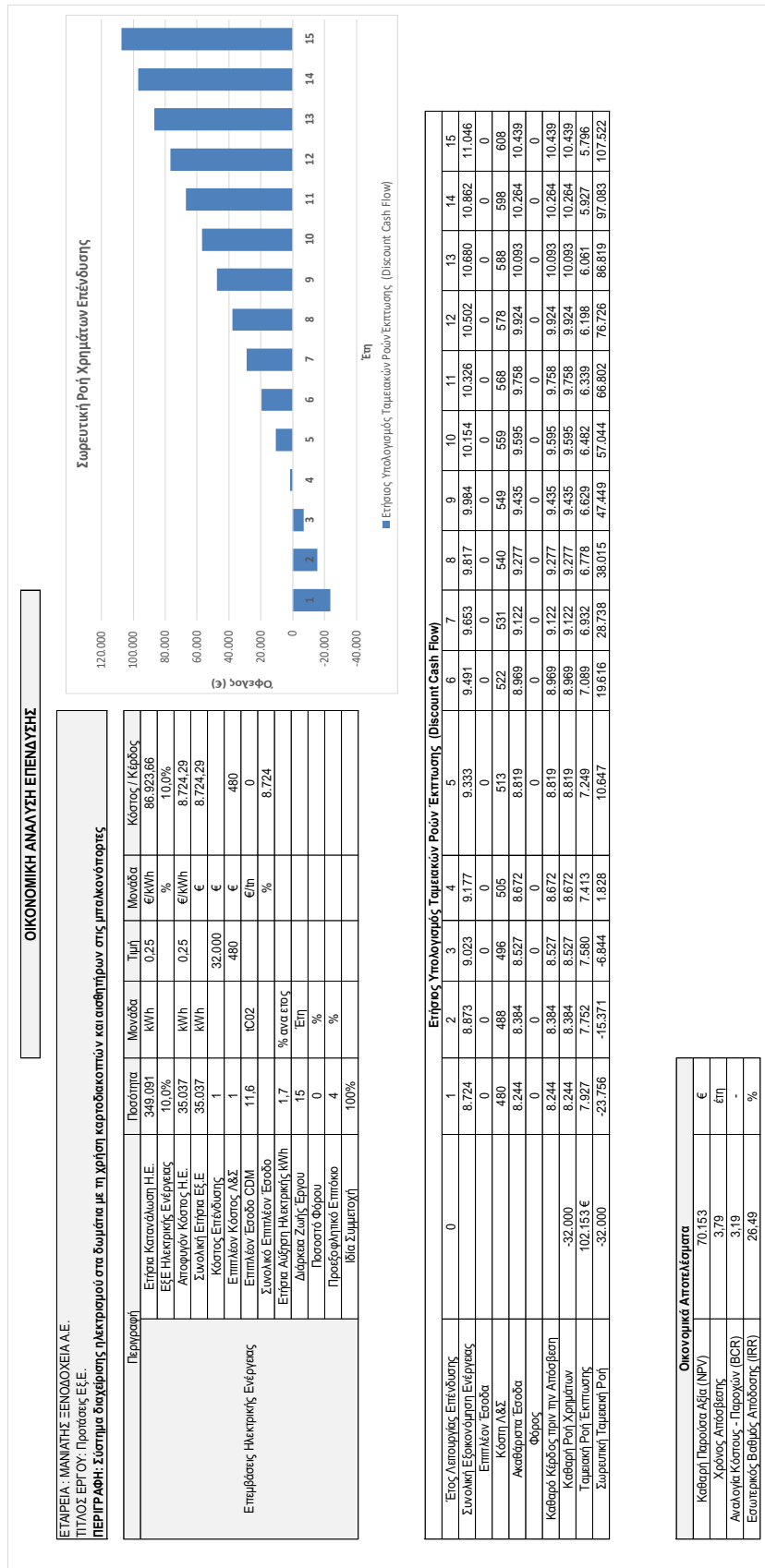
Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της συγκεκριμένης πρότασης αποτυπώνονται στον ακόλουθο πίνακα 5.6.

Πίνακας 5.6: Ενεργειακή, οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση της πρότασης 3

| Πρόταση 3 | | |
|--|----------|---------------------|
| Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας | 349.091 | kWhel/y |
| Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας | 10,0 | % |
| Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας | 35.037 | kWhel/y |
| Συνολικό κόστος επένδυσης | 32.000 | EUR |
| Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης (Λ&Σ) | 480 | EUR |
| Ετήσιο όφελος ΕΞΕ | 8.724,29 | EUR/yr |
| Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) | 70.153 | EUR |
| Χρόνος Απόσβεσης Επένδυσης | 3,79 | Έτη |
| Λόγος Οφέλους/Κόστους (BCR) | 3,19 | - |
| Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) | 26,49 | % |
| Μείωση εκπομπών CO ₂ | 11,6 | tCO ₂ /y |

Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι 3,79 έτη με εσωτερικό βαθμό απόδοσης 26,49%, γεγονός που την κατατάσσει ως μια οικονομικά βιώσιμη επένδυση. Η οικονομική ανάλυση της πρότασης αυτής παρουσιάζεται στο πίνακα 5.7, που ακολουθεί.

Πίνακας 5.7: Οικονομική ανάλυση πρότασης 3



5.3. ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ

Στη περίπτωση που επιλεγεί να εφαρμοστούν από πλευράς της εταιρίας όλες οι προαναφερθέντες προτάσεις τα οφέλη είναι πολλαπλά. Στον πίνακα 5.8, που ακολουθεί, παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία από τις προτάσεις αύξησης ενεργειακής αποδοτικότητας των εγκαταστάσεων χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακας 5.8: Συγκεντρωτική ενεργειακή, οικονομική και περιβαλλοντική αξιολόγηση των προτάσεων

| Συνδυασμός των προτάσεων | | |
|--|-----------|---------------------|
| Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας | 349.091 | kWhel/y |
| Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας | 29,7 | % |
| Ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας | 103.517 | kWhel/y |
| Συνολικό κόστος επένδυσης | 196.740 | EUR |
| Ετήσιο Κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης (Λ&Σ) | 619 | EUR |
| Ετήσιο όφελος ΕΞΕ | 25.775,81 | EUR/yr |
| Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) | 114.968 | EUR |
| Χρόνος Απόσβεσης Επένδυσης | 7,40 | Έτη |
| Λόγος Οφέλους/Κόστους (BCR) | 1,58 | - |
| Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) | 11,08 | % |
| Μείωση εκπομπών CO ₂ | 34,4 | tCO ₂ /y |

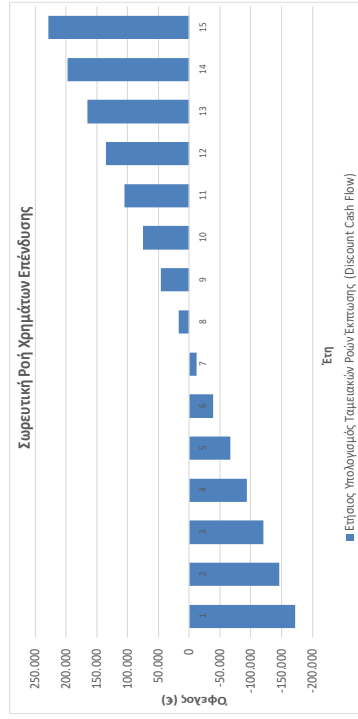
Τέλος, ο χρόνος απόσβεσης του συνόλου των προτάσεων είναι 7,40 έτη με εσωτερικό βαθμό απόδοσης 11,08%, γεγονός που κατατάσσει την επιλογή αυτή ως ένα είδος οικονομικά βιώσιμης επένδυσης, σε συνδυασμό με τα οφέλη που γενικώς προσφέρει. Η οικονομική ανάλυση της παρουσιάζεται στο πίνακα 5.9, που ακολουθεί.

Πίνακας 5.9: Οικονομική ανάλυση συνόλου προτάσεων

| ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|---------|----------|---------|-----------------|-----------|---|---|---|-----|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|--|
| ΕΤΑΙΡΕΙΑ : ΙΜΑΝΙΑΤΗΣ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ Α.Ε. ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΟΥ : Προτάσεις ΕΞ.Ε. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ : Εφαρμογή συνόλου προτάσεων | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Περιγραφή | Ποσότητα | Μονάδα | Τιμή | Μονάδα | Κόστος / Κέρδος | | | | | Έτη | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| Επιμέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας | Επίσημα Καταναλωτή Η.Ε. | 349.091 | κWh | 0,25 | €/κWh | 86.923,66 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ΕΞΕ Ηλεκτρικής Ενέργειας | 28,7% | | | % | 29,7% | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Αποφύγων Κόστος Η.Ε. | 103.517 | κWh | 0,25 | €/κWh | 25.775,81 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Συνολική Επίσημα ΕΞ.Ε | 103.517 | κWh | | € | 25.775,81 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Κόστος Επίδευσης | 1 | | 196.740 | € | 619,2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Επιπλέον κόστος Λ&Σ | 1 | | 619,2 | €/ln | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Επιπλέον Έσοδα ΟDM | 34,4 | CO2 | | % | 25,776 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Συνολικό Επιπλέον Έσοδο | 1,7 | % αααααα | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Επίσημα Αύξηση Ηλεκτρικής κWh | 15 | Ετη | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Διάφορα Ζωής Έργου | 0 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ποσοστό Φόρου | 4 | % | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Προβλεπόμενο Επιπλέον | 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ιδια Σημειολογία | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Περιγραφή | Ετήσιος Υπολογισμός Τομεακών Ροών Έκπτωσης (Discount Cash Flow) | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Έτος Απομείωση Επίδευσης | 0 | 26.214 | 26.660 | 27.113 | 27.574 | 28.043 | 28.519 | 29.004 | 29.497 | 29.999 | 30.509 | 31.027 | 31.555 | 32.091 | 32.637 |
| Συνολική Έξοδα/Επίπλέον Ενέργειας | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Κόστη Λ&Σ | 619 | 630 | 640 | 651 | 662 | 674 | 685 | 697 | 709 | 721 | 733 | 745 | 758 | 771 | 784 |
| Ακαθάριστα Έσοδα | 25.157 | 25.584 | 26.019 | 26.462 | 26.911 | 27.369 | 27.834 | 28.307 | 28.789 | 29.278 | 29.776 | 30.282 | 30.797 | 31.320 | 31.853 |
| Φόρος | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Καθαρό Κέρδος πριν την Απόδωση | 25.157 | 25.584 | 26.019 | 26.462 | 26.911 | 27.369 | 27.834 | 28.307 | 28.789 | 29.278 | 29.776 | 30.282 | 30.797 | 31.320 | 31.853 |
| Καθαρή Ροή Χρημάτων | -196.740 | 25.157 | 25.584 | 26.019 | 26.462 | 27.369 | 27.834 | 28.307 | 28.789 | 29.278 | 29.776 | 30.282 | 30.797 | 31.320 | 31.853 |
| Τομεακή Ροή Έκπτωσης | 311.708 € | 24.189 | 23.654 | 23.131 | 22.619 | 22.119 | 21.630 | 21.152 | 20.684 | 20.226 | 19.779 | 19.342 | 18.914 | 18.496 | 18.087 |
| Συμμετρική Τομεακή Ροή | -196.740 | -145.999 | -119.980 | -93.518 | -66.607 | -39.238 | -11.404 | 16.903 | 45.692 | 74.970 | 104.745 | 135.027 | 165.824 | 197.144 | 228.997 |

| Οικονομικά Αποτελέσματα | |
|------------------------------------|-----------|
| Καθαρή Περαιότα Δέξη (NPV) | € 114.968 |
| Χρόνος Αποσβέσεως | ετη 7,40 |
| Αναλογία Κόστους - Περαιότων (BCR) | - 1,55 |
| Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) | % 11,08 |



6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναφορά στα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη διεξαγωγή της διαδικασίας του ενεργειακού ελέγχου στην ξενοδοχειακή μονάδα MANIATIS HOTEL και της τεχνοοικονομικής ανάλυσης των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Η μελέτη αυτή απέδωσε μια λεπτομερή εικόνα του ενεργειακού προφίλ του ξενοδοχείου, σημειώνοντας πως ο τομέας με τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας είναι ο κλιματισμός. Παρατηρήθηκε, επίσης, πως με τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, που ήδη έχουν υλοποιηθεί η μονάδα κατάφερε να μειώσει τη συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας κατά σχεδόν 31%, γεγονός που αναδεικνύει πως οι παρεμβάσεις ήταν στρατηγικά στοχευμένες και επιμελώς σχεδιασμένες, με επίκεντρο την εξοικονόμηση σε κλιματισμό και ΖΝΧ.

Πάραυτα, αν και υπήρξαν θετικά αποτελέσματα, φανερό είναι πως το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας δεν έχει καλυφθεί εξ' ολοκλήρου. Ως εκ τούτου, προτάθηκαν επιπλέον μέτρα, τα οποία περιλαμβάνουν την εφαρμογή θερμομόνωσης σε όλη την παράπλευρη επιφάνεια του κτιρίου, την αλλαγή των κουφωμάτων με νέα πιο ενεργειακά αποδοτικά τελευταίας τεχνολογίας, καθώς και την εγκατάσταση συστήματος αυτοπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του ήλιου, ήτοι φωτοβολταϊκό σύστημα. Παράλληλα, προτάθηκε η εγκατάσταση συστήματος ικανού να ρυθμίζει τη παροχή και διαχείριση ηλεκτρισμού στα δωμάτια, διαμέσου καρτοδιακοπών και ειδικών αισθητήρων, καθώς η έλλειψη του συστήματος αυτού είναι αισθητή.

Η εφαρμογή των μέτρων αυτών και ακόμα καλύτερα του συνδυασμού τους αναμένεται να οδηγήσει σε μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης κατά περίπου 30% ετησίως, γεγονός που θα μειώσει και τα λειτουργικά έξοδα του ξενοδοχείου. Ταυτόχρονα, η μείωση εκπομπών CO₂ θα ενισχύσει τη βιωσιμότητα του ξενοδοχείου, βελτιώνοντας έτσι την εικόνα του στην αγορά, κίνηση σύγχρονης επιχειρηματικής στρατηγικής.

Σε γενικές γραμμές, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, πέρα από οικονομικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα που παρέχει στους χρήστες, συμβάλλει επίσης, στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος και προσφέρει ακόμα και κοινωνικά οφέλη. Τελειώνοντας, το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας αποτελεί μια κοινωνική πρόκληση, η οποία απαιτεί συνεργασία σε ατομικό, εθνικό, αλλά και παγκόσμιο επίπεδο για την επίτευξη βιώσιμων και μακροχρόνιων λύσεων.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης, «Ενεργειακό Μείγμα Προμηθευτών 2018», Αθήνα, 2019.

Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης, «Ενεργειακό Μείγμα Προμηθευτών 2023», Αθήνα, 2024.

Βουλβουκέλης Χρήστος, «Σχεδίαση, Μελέτη και Ανάλυση Φωτοβολταϊκού Συστήματος στην περιοχή Κούκος της Κρήτης και Σύγκριση των Αποτελεσμάτων με τα Πραγματικά», Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2013.

Κακακίος Γεώργιος, «Ενεργειακός Έλεγχος και Τεχνοοικονομική Αξιολόγηση Μέτρων Ενεργειακής Αναβάθμισης Ξενοδοχειακής Μονάδας», Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2024.

Λάνγκου Χριστίνα, «Η Συμβολή των Προτύπων στη Διαχείριση Ενέργειας στη Βιομηχανία. Η Ελληνική Πραγματικότητα», Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα, 2019.

Μανώλη Φωτεινή, «Ενεργειακός Έλεγχος Κολυμβητηρίου στην Πάτρα», Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Πάτρα, 2022.

Μπαμίχας Δημήτριος, «Μελέτη Θερμομόνωσης Κτηρίων-Κατοικιών με Βάση τους Ισχύοντες Κανονισμούς», Πτυχιακή Εργασία, ΑΤΕΙ Πειραιά, Αθήνα, 2013

Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, «Οδηγός Ενεργειακών Ελέγχων σε κτίρια, βιομηχανία και μεταφορές», Αθήνα, 2017.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», Αθήνα, 2017.

A. A. Argiriou, C.A. Balaras, E. Dascalaki, A. Gaglia, G. Gountelas, K. Moustiris, M. Santamouris, M. Vallindras, «Energy audits in public and commercial buildings in Greece», Proc. 3rd European symposium, Chios, 1991.

Bastos, J., Monforti-Ferrario, F. and Melica, G., «GHG Emission Factors for Local Energy Use», European Commission, 2024

Marco Siddi, «Europe's Energy Dilemma» Current History, 2023.

Michaelis Karagiorgas, Debora Coll-Mayor, Víctor Martínez Moll, Andreu Moià Pol, «Evaluation of the Energy Consumption in Mediterranean Islands Hotels», 2005.

Tsilingiridis G., Martinopoulos G., «Thirty years of domestic solar hot water systems use in Greece – energy and environmental benefits – future perspectives» Renewable Energy, Volume 35, Issue 2, Pages 490-497, 2010.

Rodrigo Schons Arenhart, Adriano Mendonça Souza, Roselaine Ruviano Zanini, «Energy Use and Its Key Factors in Hotel Chains», MDPI, 2022.

Νόμοι, Οδηγίες και Πρότυπα

Νόμος 4122/2013 για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων.

Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων.

Οδηγία 2006/32/ΕΕ για την ΕΕ (Energy Saving Directive -ESD).

Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Δ6/Β/ΥΚ/11038/8.7.1999, «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε βιομηχανία και κτίρια».

IPMVP – International Performance Measurement and Verification Protocol (2012).

ASHRAE Standard 14- 2002, Measurement of Energy and Demand Savings.

ISO 50002:2014, Ενεργειακοί έλεγχοι – Απαιτήσεις με οδηγίες χρήσεως.

ISO 17.742:2015 Ενεργειακή απόδοση και υπολογισμός εξοικονόμησης για χώρες, περιοχές και πόλεις.

ISO 17.743:2016 Εξοικονόμηση ενέργειας – Ορισμός μεθοδολογικού πλαισίου υπολογισμού και εκθέσεως της ΕΕ.

Επίσημες Ιστοσελίδες

<https://www.wikipedia.org/>

<https://ypen.gov.gr/>

<https://meteosearch.meteo.gr/>

<https://www.andrianos.gr/gr/>

<https://www.booking.com/index.el.html>