

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
"ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΚΑΙ
ΕΞΕΤΑΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΣΕ ΚΤΗΡΙΟ
ΜΗΔΕΝΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ "



Επιβλέπων καθηγητής: Α. Μορώνης

Ονοματεπώνυμο φοιτητή: Ιάκωβος
Μιχαηλίδης Α.Μ: 04

ΑΘΗΝΑ – 2021

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

| A. Μορόνης, Καθηγητής | Γ. Ιωαννίδης, Καθηγητής | Κ. Ψωμόπουλος, Καθηγητής |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | |

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και (Ιάκωβος Μιχαηλίδης),
Σεπτέμβριος, 2021**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ιάκωβος Μιχαηλίδης του Μιχαήλ, με αριθμό μητρώου 04 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή.»

Ο Δηλών

Μιχαηλίδης Ιάκωβος

Υπογραφή φοιτητή



Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «Ενεργειακή ανάλυση ξενοδοχειακής μονάδας και εξέταση δυνατότητας μετατροπής της σε κτήριο μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (Π.Μ.Σ) του τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι το αποτέλεσμα μιας σειράς αλληλεπιδράσεων με διάφορα άτομα, καθένα από τα οποία έπαιξε ένα σημαντικό ρόλο στην εξέλιξή της.

Αξίζει λοιπόν, να αφιερώσω την παρούσα σελίδα για να ευχαριστήσω ειλικρινά τα άτομα αυτά για τη βοήθεια που μου προσέφεραν. Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Αρχικά, στον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, κύριο Αντώνιο Μορώνη για τη συνεχή καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη, τις ουσιώδεις συμβουλές, καθώς επίσης και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου παρείχε σε όλο αυτό το χρονικό διάστημα. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Θεόδωρο Σπέρτο ιδιοκτήτη του ξενοδοχείου και Ραφαήλ Δεσύπρη, πολιτικό μηχανικό, οι οποίοι μου επέτρεψαν την είσοδο στον χώρο του ξενοδοχείου και μου εμπιστεύτηκαν τα σχέδια και όσες άλλες πληροφορίες χρειάστηκα για την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Τέλος, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω όλους εκείνους που με έμαθαν να «επιμένω » και με βοήθησαν να γίνουν « ανεκτοί » οι συμβιβασμοί των δύο αυτών ετών: την οικογένειά μου και ορισμένους πολύ αγαπητούς και αξιόλογους ανθρώπους που συνάντησα κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Σε αυτούς που με την καθημερινή τους συμπαράσταση, την υπομονή τους και την θετική τους σκέψη, συνέβαλαν στην εκπλήρωση των στόχων που είχα θέσει. Το μεγαλύτερο «ευχαριστώ» στα αγαπημένα μου πρόσωπα, στους γονείς μου, που αποδέχτηκαν όλες τις επιλογές μου και μου παρείχαν στήριξη όλο αυτό το διάστημα, χωρίς την οποία τίποτα από όσα έχω καταφέρει μέχρι σήμερα δε θα ήταν πραγματικότητα.

Ιάκωβος Μιχαηλίδης

Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία θα γίνει εκτενής έρευνα στην μέθοδο, τον τρόπο και τα μέσα που διαθέτουμε στο κομμάτι της ενεργειακής ανάλυσης ενός κτηρίου. Για να μπορέσουμε να δούμε τα βήματα που ακολουθούμε στην ενεργειακή ανάλυση στον κτηριακό τομέα θα εξετάσουμε ένα κτήριο το οποίο κατατάσσεται στον τριτογενή τομέα (Ξενοδοχειακή μονάδα).

Πιο αναλυτικά θα γίνει αναφορά σε στατιστικά στοιχεία τα οποία αφορούν τις ενεργειακές καταναλώσεις στον κτηριακό τομέα καθώς και την νομοθεσία που εμπίπτει στα κτήρια μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος. Στην συνέχεια, θα γίνει αναφορά στην μέθοδο που αφορά τον υπολογισμό των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών (Υμέσω διαφανών, Υμέσω αδιαφανών στοιχείων, συντελεστή σκίασης, συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους).

Επιπλέον θα μελετηθεί η μέθοδος ενεργειακής ανάλυσης που θα ακολουθηθεί για τον υπολογισμό των καταναλώσεων του εξεταζόμενου κτηρίου (πρόγραμμα KENAK).

Επίσης μετά την ενεργειακή ανάλυση θα εξεταστούν τα σενάρια επεμβάσεων στο κάθε μέρος του κτηρίου το οποίο καταναλώνει ενέργεια (κέλυφος κτιρίου, ηλεκτρομηχανολογικά μέρη κτηρίου) έτσι ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας. Μετέπειτα, θα εξεταστεί το ενδεχόμενο της μετατροπής του κτηρίου σε κτήριο μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος με την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος (Φ/Β) και ενός ρυθμιστή φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα.

Τέλος, θα εξετάσουμε στην συγκεκριμένη διπλωματική την οικονομική αξιολόγηση για να δούμε από οικονομικής πλευράς την βιωσιμότητα των επεμβάσεων οι οποίες θα γίνουν στο εξεταζόμενο κτήριο.

Περιεχόμενα

| | |
|---|-----|
| 1 Εισαγωγή..... | 15 |
| 2 Σκοπός Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας | 19 |
| 3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση..... | 20 |
| 3.1 Ανασκόπηση Ενεργειακής Κατάστασης Στον Κτηριακό Τομέα..... | 20 |
| 3.2 Ανασκόπηση Νομοθεσίας..... | 24 |
| 4. Θερμοφυσικά Χαρακτηριστικά Κτηρίων..... | 28 |
| 4.1 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού U μέσου Για Αδιαφανή Στοιχεία Κελύφους Κτηρίου..... | 28 |
| 4.2 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού U μέσου Για Διαφανή Στοιχεία Κελύφους Κτηρίου..... | 32 |
| 4.3 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού U μέσου Για Δομικά Στοιχεία Του Κελύφους Κτηρίου Ανα Όψη..... | 34 |
| 4.4 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού Συντελεστή Σκίασης..... | 35 |
| 4.5 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού Ηλιακού Θερμικού Κέρδους..... | 37 |
| 4.6 Ανασκόπηση Μεθόδου Εκτέλεσης Της Ενεργειακής Ανάλυσης Στην Ξενοδοχειακή Μονάδα..... | 39 |
| 4.7 Ανασκόπηση Μεθόδου Υπολογισμού Κατανάλωσης Ενέργειας Στο Εξεταζόμενο Κτήριο..... | 39 |
| 4.8 Ανασκόπηση Μεθόδου Υπολογισμού Σεναρίων Ενεργειακών Επεμβάσεων..... | 40 |
| 4.9 Πρόγραμμα Ενεργειακής ανάλυσης..... | 41 |
| 5 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Της Ξενοδοχειακής Μονάδας..... | 47 |
| 5.1 Γεωμετρία της κτηριακής εγκατάστασης..... | 48 |
| 5.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Αδιαφανών Στοιχείων Του Κελύφους Του Κτηρίου..... | 55 |
| 5.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Διαφανών Στοιχείων Του Κελύφους Του Κτηρίου..... | 57 |
| 5.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Ψύξης- Θέρμανσης..... | 59 |
| 5.5 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Φωτισμού Του Κτηρίου..... | 61 |
| 5.6 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Z.N.X..... | 63 |
| 6. Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης..... | 65 |
| 6.1 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Κελύφους Του Κτηρίου (Αδιαφανοί)..... | 65 |
| 6.2 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Κελύφους Του Κτηρίου (διαφανών)..... | 67 |
| 6.3 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Κελύφους Του Κτηρίου ανα όψη..... | 69 |
| 6.4 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού Του Κτηρίου..... | 80 |
| 7. Αποτελέσματα Ενεργειακής Ανάλυσης..... | 90 |
| 7.1 Αποτελέσματα Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Υπάρχον Κτήριο (σενάριο βάσης)..... | 90 |
| 7.2 Ανάλυση Σεναρίων Ενεργειακής Βελτιστοποίησης Στο Εξεταζόμενο Κτήριο..... | 99 |
| 7.2.1 Σενάριο πρώτο Ενεργειακής Βελτιστοποίησης Στο Εξεταζόμενο Κτήριο..... | 99 |
| 8. Ανάλυση σεναρίων για την μετατροπή σε κτήριο μηδενικών εκπομπών..... | 106 |
| 8.1 Επιλογή ηλεκτρικού οχήματος..... | 106 |
| 8.2 Επιλογή ρυθμιστή φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος..... | 108 |
| 8.3 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών..... | 110 |
| 8.3.1 Πρόγραμμα virtual net-metering..... | 110 |
| 8.3.2 Μελέτη Φ/Β μονάδας..... | 112 |
| 8.3.3 Κατασκευαστικά στοιχεία του Φ/Β..... | 121 |

| | |
|--|-----|
| 8.3.4 Οριοθέτηση του Φ/Β συστήματος..... | 135 |
| 9. Οικονομική αξιολόγηση έργου..... | 138 |
| 9.1 Υπολογισμός αρχικού κόστους της επένδυσης..... | 138 |
| 9.2. Σύνταξη επενδυτικού σχεδίου..... | 142 |
| 10. Συμπεράσματα..... | 148 |
| 11. Παράρτημα..... | 150 |
| 12. Βιβλιογραφία..... | 161 |

Πίνακες Συμβόλων-Συντμήσεων

| | | |
|------------------|---------------------------|---|
| A | [m ²] | εμβαδό, επιφάνεια, |
| b | [-] | μειωτικός συντελεστής, |
| B' | [m] | χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας, |
| c | [J(kg·K)] | ειδική θερμοχωρητικότητα, |
| d | [m] | πάχος, |
| h | [m] | ύψος, |
| ℓ | [m] | μήκος, |
| n, ν | [-] | πλήθος, |
| R | [(m ² ·K)/W] | θερμική αντίσταση, |
| U | [W/(m ² ·K)] | συντελεστής θερμοπερατότητας, |
| V | [m ³] | όγκος, |
| z | [m] | βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, |
| ε | [-] | ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα), |
| θ | [K ή °C] | θερμοκρασία, |
| λ | [W/(m·K)] | συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, |
| μ | [-] | συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών, |
| Π | [m] | περίμετρος, |
| Ψ | [W/(m·K)] | συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας, |
| ρ | [kg/m ³] | πυκνότητα. |
| ℓ _g | [m] | το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του υαλοπίνακα και του πλαισίου του κουφώματος, |
| ℓ _p | [m] | το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του πετάσματος και του πλαισίου του κουφώματος (στη θέση της τραβέρσας ή του ορθοστάτη), |
| ℓ _{e,g} | [m] | το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ της τραβέρσας του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης, |
| ℓ _{e,f} | [m] | το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) στη συναρμογή τραβέρσας πλαισίου και κουφώματος, |
| n _u | [-] | το πλήθος εναλλαγών αέρα στο μη θερμαινόμενο χώρο ανά ώρα, |
| R | [(m ² ·K)/W] | η θερμική αντίσταση, |
| R _a | [(m ² ·K)/W] | η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον, |
| R _{RU} | [(m ² ·K)/W] | η θερμική αντίσταση οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, |
| R _i | [(m ² ·K)/W] | η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο, |
| R _δ | [(m ² ·K)/W] | η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, όταν ο αέρας δεν επικοινωνεί με το εξ. περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος, |
| R _λ | [(m ² ·K)/W] | η θερμική αντίσταση του συνόλου των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου (αντίσταση θερμοδιαφυγής), |
| R _{ολ} | [(m ² ·K)/W] | η συνολική θερμική αντίσταση δομικού στοιχείου, |
| R _{rb} | [(m ² ·K)/W] | η θερμική αντίσταση που προσφέρει η χρήση του ρολού ή του |

| | | |
|--------------------|----------------------------|--|
| A | [m ²] | το εμβαδό μιας επιφάνειας, |
| A _{dp} | [m ²] | το εμβαδό του ορθοστάτη του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος, |
| A _f | [m ²] | το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου ενός κουφώματος, |
| A _g | [m ²] | το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος ή ενός τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος |
| A _{ui} | [m ²] | το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο χώρο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο, |
| A _p | [m ²] | το εμβαδό επιφάνειας του πετάσματος ενός κουφώματος, |
| A _{tr} | [m ²] | το εμβαδό της τραβέρσας του πλαισίου του τοιχοπετάσματος - υαλοπετάσματος, |
| A _{ua} | [m ²] | το εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον, |
| A _v | [m ²] | το εμβαδό επιφάνειας οπής, το εμβαδό διέλευσης αέρα, |
| b | [-] | μειωτικός συντελεστής, |
| B' | [m] | η χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας, |
| b _u | [-] | ο μειωτικός συντελεστής για την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και ενός μη θερμαινόμενου χώρου, |
| b _{θγ} | [-] | μειωτικός συντελεστής του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (Ψ) σε θέση θερμογέφυρας, |
| c | [J/(kg·K)] | ειδική θερμοχωρητικότητα, |
| c _{αέρα} | [J/(m ³ ·K)] | θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου, |
| d | [m] | πάχος, |
| f | [-] | ποσοστό, |
| f _{rb} | [-] | ο συντελεστής χρήσης του ρολού ή του εξωφύλλου (σε ποσοστιαία έκφραση), |
| h | [m] | το ύψος ενός δομικού στοιχείου, |
| ℓ | [m] | το μήκος μιας θερμογέφυρας, |
| ℓ _{dp, g} | [m] | το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του υαλοπίνακα πλήρωσης, |
| ℓ _{dp, f} | [m] | το μήκος της θερμογέφυρας (της περιμέτρου) που σχηματίζεται μεταξύ του ορθοστάτη του πλαισίου και του κουφώματος, |
| U | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας, |
| U _{dp} | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ορθοστατών του πετάσματος ενός κουφώματος, |
| U _f | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος, |
| U _g | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα του κουφώματος, |
| U _{iu} | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο, |
| U _m | [W/(m ² ·K)] | η μέση τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας κτηρίου, |
| U _p | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πετάσματος ενός κουφώματος, |
| U _u | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, |
| U _{tr} | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τραβερσών ενός κουφώματος, |
| U _{ua} | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον, |
| U _w | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος, |
| U _{w,i} | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας εσωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος, |
| U _{w,a} | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικού κουφώματος στην περίπτωση του διπλού κουφώματος, |

| | | |
|----------------|---------------------------|---|
| $U_{W,rb}$ | [W/(m ² ·K)] | ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό ή το εξώφυλλο σε κλειστή θέση, |
| $U_{W,διορθ.}$ | [W/(m ² ·K)] | ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με χρήση ρολού ή εξωφύλλου, |
| V_u | [m ³] | ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου, |
| z | [m] | το βάθος έδρασης δομικού στοιχείου κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, |
| ϵ | [–] | η ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (εκπεμπτικότητα), |
| θ_i | [°C] | η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα, |
| θ_a | [°C] | η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (του εξωτερικού περιβάλλοντος), |
| λ | [W/(m·K)] | ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, |
| λ' | [W/(m·K)] | ο ισοδύναμος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας τοιχοποιίας, |
| μ | [–] | ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών, |
| Π | [m] | η περίμετρος ενός οριζόντιου δομικού στοιχείου που πατά επάνω στο έδαφος, |
| Ψ | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας, |
| Ψ_g | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος, |
| Ψ_{fg} | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και υαλοπίνακα, |
| $\Psi_{dp, g}$ | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή ορθοστάτη και υαλοπίνακα, |
| $\Psi_{tr, g}$ | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή τραβέρσας και υαλοπίνακα, |
| $\Psi_{dp, f}$ | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και ορθοστάτη, |
| $\Psi_{tr, f}$ | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου κουφώματος και τραβέρσας, |
| Ψ_p | [W/(m·K)] | ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας στη συναρμογή πλαισίου και πετάσματος, |
| ρ | [kg/m ³] | η πυκνότητα ενός υλικού. |

Πίνακες Σημάτων- Πινάκων

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1.1: Γενικά στοιχεία κτιρίου..... | 16 |
| Πίνακας 1.2: συνθήκες λειτουργίας εξεταζόμενου κτιρίου..... | 18 |
| Σχήμα 3.1: Ποσοστιαία % κατανάλωση ενέργειας [3],[1] στην Ελλάδα στο κτιριακό τομέα..... | 21 |
| Πίνακας 3.1: Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τύπο χρησιμοποιημένου καυσίμου[1]..... | 21 |
| Πίνακας 3.2: Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τελική χρήση [2]..... | 22 |
| Σχήμα 3.2: ποσοστιαία % κατηγοριών κτηρίων στην Ελλάδα [21]..... | 22 |
| Πίνακας 3.3: Ποσοστιαία κατανομή (%) των κατοικιών κατά περίοδο κατασκευής [1]..... | 23 |
| Σχήμα 3.3: ποσοστό μείωσης εκπομπών αέριων ρύπων..... | 25 |
| Πίνακας 3.4:Ποσοστιαία κατανομή (%) των κατοικιών κατά περίοδο κατασκευής [21]..... | 26 |
| Σχήμα 3.4: ποσοστό Α.Π.Ε. ανά τομέα κτηρίων[21]..... | 26 |
| Πίνακας 5.1: Γενικά στοιχεία κτιρίου..... | 54 |
| Πίνακας 5.2: Πάχος δομικών υλικών..... | 55 |
| Πίνακας 5.3 : Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Δομικών υλικών..... | 56 |
| Πίνακας 5.4 : Υπολογισμοί εμβαδών κουφωμάτων (αδιαφανή δομικά στοιχεία)..... | 57 |
| Πίνακας 5.5: Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κουφωμάτων..... | 59 |
| Πίνακας 5.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα θέρμανσης..... | 60 |
| Πίνακας 5.7:: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα ψύξης..... | 61 |
| Πίνακας 5.8 : Κατανομή τύπων λαμπτήρων στο χώρο του εξεταζόμενου κτιρίου..... | 62 |
| Πίνακας 5.9: Τεχνικά χαρακτηριστικά λαμπτήρων..... | 62 |
| Πίνακας 5.10: Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος Z.N.X..... | 63 |
| Πίνακας 6.1 : Συντελεστές θερμικής μετάβασης Δομικό στοιχείων..... | 66 |
| Πίνακας 6.2: Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου..... | 67 |
| Πίνακας 6.3: Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου..... | 68 |
| Πίνακας 6.4 : Εμβαδών και μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανα όψη..... | 71 |
| Πίνακας 6.5: Συντελεστής σκίασης ορίζοντα για δομικά στοιχεία (κέλυφος τοιχοποιία) βόρειας όψης κτιρίου..... | 72 |
| Πίνακας 6.6: Συντελεστής σκίασης από προβόλους για την ανατολική όψη του κτιρίου..... | 74 |
| Πίνακας 6.7: Συντελεστής σκίασης απο προβόλους για την δυτική όψη του κτιρίου..... | 74 |
| Πίνακας 6.8:Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές για την ανατολική όψη του κτιρίου..... | 77 |
| Πίνακας 6.9:Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές για την δυτική όψη του κτιρίου..... | 77 |
| Πίνακας 6.10: Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές για την βόρεια όψη του κτιρίου..... | 77 |
| Πίνακας 6.11: Δεδομένα συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων..... | 78 |
| Πίνακας 6.12: Συγκεντρωτικά δεδομένα για τα ανοίγματα του εξεταζόμενου κτιρίου..... | 80 |
| Πίνακας 6.13: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα θέρμανσης..... | 82 |
| Πίνακας 6.14: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα ψύξης..... | 83 |
| πίνακας 6.15: Δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των τερματικών μονάδων του συστήματος θέρμανσης- ψύξης..... | 84 |
| Πίνακας 6.16: Χαρακτηριστικά παροχής νωπού αέρα στο εξεταζόμενο κτίριο..... | 85 |
| Πίνακας 6.17: Δεδομένα συστήματος παραγωγής Z.N.X..... | 86 |
| Πίνακας 7.1: Στοιχεία αρχικοποίησης κτηρίου..... | 91 |
| Πίνακας 7.2: Δεδομένα θερμικής ζώνης ένα ισογείου ορόφου..... | 92 |
| Πίνακας 7.3: Δεδομένα θερμικής ζώνης δυο πρώτου ορόφου..... | 92 |
| Πίνακας 7.4 : Εμβαδών και μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανα όψη..... | 93 |
| Πίνακας 7.5: Συγκεντρωτικά δεδομένα για τα ανοίγματα του εξεταζόμενου κτιρίου..... | 95 |

| | |
|--|-----|
| Πίνακας 7.6: Συγκεντρωτικά δεδομένα για Επιφάνειες και Όγκοι..... | 95 |
| Πίνακας 7.7: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης..... | 97 |
| Πίνακας 7.8: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα ψύξης..... | 97 |
| Πίνακας 7.9: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα Z.N.X..... | 97 |
| Πίνακας 7.10: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα φωτισμού..... | 98 |
| Πίνακας 7.11: Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυσης..... | 102 |
| Πίνακας 7.12: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμομόνωσης..... | 104 |
| Πίνακας 7.13: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμικής συμπεριφοράς αδιαφανών στοιχείων του εξεταζόμενου κτηρίου..... | 104 |
| Πίνακας 7.14: Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυσης κατά την εκτέλεση των επεμβάσεων του πρώτου σεναρίου..... | 105 |
| Πίνακας 8.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β συστήματος..... | 120 |
| Πίνακας 9.1 : Κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστήματος..... | 139 |
| Πίνακας 9.2 : κόστους εγκατάστασης εξωτερικής θερμομόνωσης κελύφους κτηρίου (ισόγειο πρώτος)..... | 140 |
| Πίνακας 9.3 : Κόστος εγκατάστασης ηλιοθερμικού συστήματος Z.N.X | 140 |
| Πίνακας 9.4 : Κόστος εγκατάστασης συστήματος ηλεκτροκίνησης..... | 141 |
| Πίνακας 9.5 : Γενικός πίνακας υπολογισμού κόστους υλοποίησης έργου..... | 142 |
| Πίνακας 9.6: Ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου..... | 145 |
| Πίνακας 9.7: Ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου..... | 147 |

Πίνακες Φωτογραφιών

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 4.1: Βάση εισαγωγής δεδομένων του προγράμματος TEE-KENAK για τα διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του κελύφους του κτηρίου[22]..... | 42 |
| Εικόνα 4.2: Βάση εισαγωγής δεδομένων του προγράμματος TEE-KENAK για σύστημα θέρμανσης του κτηρίου[22]..... | 42 |
| Εικόνα 4.3: Βάση εισαγωγής δεδομένων του προγράμματος TEE-KENAK για σύστημα Z.N.X του κτηρίου[22]..... | 43 |
| Εικόνα 4.4: φόρμα αποτελεσμάτων του προγράμματος TEE-KENAK [22]..... | 45 |
| Εικόνα 4.5: φόρμα αποτελεσμάτων του προγράμματος TEE-KENAK [22]..... | 45 |
| Εικόνα 5.1: Φωτογραφίες εξωτερικού χώρου ανατολικής δυτικής και βόρειας όψης ξενοδοχειακής μονάδας . | 49 |
| Εικόνα 5.2: Τοπογραφικό οικοπέδου εξεταζόμενου κτιρίου | 49 |
| Εικόνα 5.3: κάτοψη υπογείου εξεταζόμενου κτιρίου..... | 50 |
| Εικόνα 5.4: Κάτοψη ισογείου εξεταζόμενου κτιρίου..... | 50 |
| Εικόνα 5.5: Κάτοψη πρώτου ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου..... | 51 |
| Εικόνα 5.6: κάτοψη οροφής εξεταζόμενου κτιρίου..... | 51 |
| Εικόνα 5.7: Σχέδιο τομών και κάτοψη οροφής εξεταζόμενου κτιρίου..... | 52 |
| Εικόνα 5.8: Σχέδιο ανατολικής όψης εξεταζόμενου κτιρίου..... | 52 |
| Εικόνα 5.9: σχέδιο Όψης Νότιας εξεταζόμενου κτιρίου..... | 53 |
| Εικόνα 5.10: σχέδιο Όψης δυτικής εξεταζόμενου κτιρίου..... | 53 |
| Εικόνα 5.11: σχέδιο βόρειας Όψης εξεταζόμενου κτιρίου..... | 54 |
| Εικόνα 5.12: Τομές δομικών αδιαφανών δομικών υλικών..... | 55 |
| Εικόνα 5.13: Αδιαφανή δομικά στοιχεία κελύφους κτιρίου προς εξέταση..... | 57 |
| Εικόνα 5.14: Κλιματιστικά 12000 btu . | 60 |
| Εικόνα 5.15: Κλιματιστικό 18000 btu, 9000 btu | 60 |
| Εικόνα 5.16: Τύποι λαμπτήρων α ,β, γ, δ αντίστοιχα . | 63 |
| Εικόνα 5.17: θερμοσίφωνα εξεταζόμενου κτηρίου..... | 64 |
| Εικόνα 6.1: Σχέδιο για τον υπολογισμό της γωνίας α του συντελεστή σκίασης από ορίζοντα Floor..... | 71 |
| Εικόνα 6.2 : Τομή δομικών στοιχείων μπαλκονόπορτας, τοιχοποιίας ανατολικής όψης πρώτου ορόφου..... | 72 |
| Εικόνα 6.3: Τομή δομικών στοιχείων μπαλκονόπορτας, τοιχοποιίας ανατολικής όψης ισογείου διαμερίσματος 1, 2..... | 73 |
| Εικόνα 6.4 : Τομή δομικών στοιχείων πόρτας εισόδου, τοιχοποιίας δυτικής όψης ισογείου διαμερίσματος 1, 2..... | 73 |
| Εικόνα 6.5: Κάτοψη ισογείου και πρώτου ορόφου ξενοδοχειακής μονάδας..... | 74 |
| Εικόνα 6.6 : Τομή δομικών στοιχείων μπαλκονόπορτας, τοιχοποιίας παραθύρων ανατολικής όψης πρώτου ορόφου και ισογείου..... | 75 |
| Εικόνα 6.7 : Τομή δομικών στοιχείων ανατολικής, βόρειας, δυτικής όψης πρώτου ορόφου και ισογείου..... | 75 |
| Εικόνα 6.8: Κάτοψη υπογείου ξενοδοχειακής μονάδας..... | 75 |
| Εικόνα 7.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοσίφωνα..... | 101 |
| Εικόνα 7.2 : Πολυστρωματικός σωλήνας Φ16..... | 101 |
| Εικόνα 7.3 : θερμομόνωσης από πετροβάμβακα..... | 102 |
| Εικόνα 8.1 : Ηλεκτρικό όχημα..... | 107 |
| Εικόνα 8.2 : Ρυθμιστής φόρτισης..... | 109 |
| Εικόνα 8.3 : Δεδομένα για το Φ/Β σύστημα που εισάγουμε στο PVGIS..... | 114 |
| Εικόνα 8.4 : Αποτελέσματα για το Φ/Β σύστημα που εξήγαγε από το PVGIS..... | 114 |
| Εικόνα 8.5 : Τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β πάνελ[13]..... | 122 |
| Εικόνα 8.6 : Βάση Φ/β πάνελ..... | 123 |
| Εικόνα 8.7 : Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρικού μετατροπέα..... | 124 |
| Εικόνα 8.8 : Ηλεκτρικός μετατροπέας..... | 124 |
| Εικόνα 8.9 : Καλώδια συνδέσεων και διακλαδώσεων dc δικτύου[16]..... | 125 |

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 8.10: Καλώδιο ac σύνδεσης μετατροπέα πίνακα ηλεκτρολογικού και δικτύου, κουτιά διακλάδωσης, σωληνώσεις, ηλεκτρολογικός πίνακας[17]. | 126 |
| Εικόνα 8.11: Διακόπτης διπολικός ABB για συνεχές ρεύμα. | 127 |
| Εικόνα 8.12: Αντιπερτασικό [17] της ABB. | 127 |
| Εικόνα 8.13: Μικροαυτόματες ασφάλειες ABB. | 128 |
| Εικόνα 8.14 : Διακόπτης ac ABB 3P. | 128 |
| Εικόνα 8.15 : Μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας ac της ABB 3P. | 129 |
| Εικόνα 8.16 : Επιτηρητής τάσης μαζί με ρελέ ισχύος. | 129 |
| Εικόνα 8.17 : Αντιπερτασικό ABB. | 130 |
| Εικόνα 8.18: Διακόπτης διαφυγής έντασης ABB. | 130 |
| Εικόνα 8.19: Μικροαυτόματος 50A ABB. | 131 |
| Εικόνα 8.20: Διακόπτης ράγας 63A ABB. | 132 |
| Εικόνα 8.21: Μέρη γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας, ταινία γείωσης, ακίδα , καθοδικός αγωγός, σύνδεσμοι, βάση στήριξης. | 132 |
| Εικόνα 8.22: Σχέδια Φ/Β συστήματος και πινάκων dc, ac. | 132 |
| Εικόνα 8.23: Σχέδια Φ/Β συστήματος πρώτου υποσυστήμα με τρεις συστοιχίες. | 133 |
| Εικόνα 8.24: Σχέδια Φ/Β συστήματος δεύτερου υποσυστήμα με τρεις συστοιχίες. | 134 |
| Εικόνα 8.25: Σχέδια Φ/Β inverter πρώτου και δεύτερου υποσυστήματος. | 134 |
| Εικόνα 8.26: Σχέδια Φ/Β inverter πρώτου και δεύτερου υποσυστήματος. | 135 |
| Εικόνα 8.27: Σχέδιο οριοθέτησης αποστάσεων μεταξύ δυο συστοιχιών Φ/Β. | 136 |
| Εικόνα 8.28: Απεικόνιση Φ/Β συστοιχιών απόστασης σε μέτρα και διαμέτρους όπου πρέπει να αποψιλωθούν όλα τα δέντρα για λόγους σκίασης. | 137 |
| Εικόνα 8.29: Απεικόνιση Φ/Β συστοιχιών πάνω στο χώρο του οικοπέδου. | 137 |

1.Εισαγωγή

Τα πρώτα κεφάλαια της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας ασχολούνται με την ενεργειακή ανάλυση του κτηρίου που εξετάζουμε έτσι ώστε να εντοπιστούν οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας και στην συνέχεια να μπορέσουμε να εφαρμόσουμε τις σωστές επεμβάσεις για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και μετατροπή του κτηρίου σε μηδενικού ή ελάχιστου ενεργειακού αποτυπώματος.

Τα βήματα που γίνονται για να έχουμε τα απαραίτητα στοιχεία για την δημιουργία μιας σωστής έκθεσης ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι πρώτα απ' όλα η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων (τοπογραφικά σχέδια , προσόψεις , κατόψεις , τομές κτηρίου, τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος ψύξης- θέρμανσης, τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος φωτισμού, τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος Ζ.Ν.Χ. , τεχνικά χαρακτηριστικά λοιπών συσκευών, λογαριασμοί ρεύματος). Για να μπορέσουμε να επαληθεύσουμε την ορθότητα των παραπάνω στοιχείων θα πρέπει να επισκεφτούμε τον χώρο και να μιλήσουμε με όλα τα αρμόδια άτομα: ιδιοκτήτες υπαλλήλους και τεχνικό προσωπικό, όπως και έγινε στην προκειμένη περίπτωση. Στην συνέχεια, έχοντας συλλέξει όσο περισσότερες πληροφορίες γίνεται θα ακολουθήσει η επεξεργασία των δεδομένων, ώστε να μπορέσουμε να υλοποιήσουμε την ενεργειακή ανάλυση σύμφωνα με την μεθοδολογία του κανονισμού ΚΕΝΑΚ, δηλαδή να γίνουν όλοι οι υπολογισμοί που είναι απαραίτητοι σαν προεργασία για να έχουμε ταχτοποιημένα όλα τα δεδομένα που χρειάζεται το λογισμικό ΚΕΝΑΚ-ΤΕΕ.

Τέλος, έχοντας πάρει τα αποτελέσματα από το πρόγραμμα του ΚΕΝΑΚ-ΤΕΕ , μπορούμε από την επεξεργασία τους να βγάλουμε συμπεράσματα για τις επεμβάσεις που θα γίνουν στο εξεταζόμενο κτήριο για την βελτίωση της ενεργειακής του αποδοτικότητας.

Τα Γενικά χαρακτηριστικά ξενοδοχειακής μονάδας .

Το κτήριο το οποίο εξετάζουμε βρίσκεται στην περιοχή Κόρθι του δήμου Άνδρου σε οικοπέδο επί της επαρχιακής οδού χώρας- Κορθίου, έχει οικοδομική άδεια 4-6-1998 ενώ η κατασκευή του ολοκληρώθηκε το 2002 με κάποιες τροποποιήσεις που έγιναν στο χώρο του υπογείου. Ο προσανατολισμός του κτηρίου είναι νοτιοδυτικός και οι τέσσερις πλευρές του κτηρίου είναι ελεύθερες, στην βόρεια πλευρά του κτηρίου εντός του οικοπέδου και σε απόσταση 31 μέτρων βρίσκεται ένα κτήριο (κατοικία) η οποία έχει ύψος 8,5 μέτρων ενώ στις υπόλοιπες πλευρές δεν έχει κάποιο εμπόδιο. Όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα το κτήριο έχει χρήση **ξενοδοχειακής μονάδας** η οποία έχει χαρακτήρα ετήσιας λειτουργίας, **στην κατηγορία των πολυτελών ξενοδοχείων** και αποτελείται από **τρεις ορόφους** (ισόγειο, πρώτος όροφος, υπόγειο) οι οποίοι είναι ίδιοι και διαθέτουν από δύο διαμερίσματα και το υπόγειο. Το υπόγειο στα αρχιτεκτονικά σχέδια φαίνεται σαν βοηθητικός χώρος αποθήκη και λεβητοστάσιο, έπειτα

από την αυτοψία που έγινε αποδείχτηκε ότι έχουν γίνει τροποποιήσεις. Στην συνέχεια, ακολουθεί ο **πίνακας 1.1** [7] με όλα τα απαραίτητα γενικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου που συλλέχθηκαν.

| Χρήση κτηρίου: ξενοδοχειακή μονάδα ετήσιας λειτουργίας, κατηγορίας πολυτελούς ξενοδοχείο. | | | |
|--|--------------------------|---|---|
| Ιστορικό κατασκευής: | Πηγή πληροφόρησης | Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας | Έτος / χρονική περίοδος ολοκλήρωσης κατασκευής |
| Αρχική κατασκευή | Πολιτικός μηχανικός | 4-6-1998 | 1999-2002 |
| Κλιματικά δεδομένα | | Κλιματική ζώνη:Α Υψόμετρο... 30 m. | |

Πίνακας 1.1: Γενικά στοιχεία κτιρίου.

Τέλος, με βάση τα δεδομένα που αντλούμε από τους παρακάτω πίνακες αλλά και την οδηγία **T.O.T.E.E. 20701-1** [4] μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τον τρόπο λειτουργίας του εξεταζόμενου κτηρίου. Δηλαδή μπορούμε να έχουμε τις πληροφορίες που αφορούν τις ώρες και τους μήνες λειτουργίας του κτηρίου, τις κλιματολογικές συνθήκες, την θερμοκρασία του νερού του δικτύου ύδρευσης της κλιματικής ζώνης που ανήκει καθώς και άλλες πληροφορίες που φαίνονται στον παρακάτω **πίνακα 1.2**.

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Βασικές κατηγορίες κτιρίων | Προσωρινής διαμονής |
| Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών | Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας |
| Ώρες λειτουργίας | 24 |
| Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα | 7 |
| Περίοδος λειτουργίας σε μήνες | 12 (Ιαν.-Δεκ.) |
| Περίοδος θέρμανσης | 15/10-30/4 |
| Περίοδος ψύξης | 15/5 -15/9 |

| | |
|--|-------|
| Θερμοκρασία [οC] Χειμερινή περίοδος | 20 |
| Θερμοκρασία [οC] Θερινή περίοδος | 26 |
| Σχετική υγρασία [%] Χειμερινή περίοδος | 35 |
| Σχετική υγρασία [%] Θερινή | 45 |
| Νωπός αέρας [m ³ /h/m ²] | 3,00 |
| Στάθμη φωτισμού εσωτερικών χώρων [lx] | 300 |
| Ισχύς για κτήριο αναφοράς εσωτερικών χώρων [W/m ²] | 9,6 |
| Στάθμη φωτισμού εξωτερικών χώρων [lx] | 100 |
| Ισχύς για κτήριο αναφοράς εξωτερικών χώρων [W/m ²] | 3,2 |
| Ετήσια κατανάλωση Z.N.X. ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος] | 21,23 |
| Μέση ετήσια επιθυμητή θερμοκρασία Z.N.X [οC] | 45 |
| Μέση ετήσια θερμοκρασία δικτύου ύδρευσης [οC] | 19,33 |
| Θερμική ισχύς ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας [W/m ²] | 11 |
| Μέσος συντελεστής παρουσία | 0,58 |
| Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²] | 1,5 |

| | |
|-------------------------------|------|
| Μέσος συντελεστής λειτουργίας | 0,58 |
|-------------------------------|------|

Πίνακας 1.2: συνθήκες λειτουργίας εξεταζόμενου κτιρίου.

Η Μέση ετήσια θερμοκρασία δικτύου ύδρευσης [οC] προκύπτει από τα δεδομένα του πίνακα Πίνακας 2.6. του άρθρου 3.5 της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε [4] για κτήριο που βρίσκεται στην κλιματική ζώνη Α αθροίζοντας τις θερμοκρασίες για κάθε μήνα και στην συνέχεια διαιρώντας το άθροισμα δια τον αριθμό των μηνών βγάζοντας με αυτόν τον τρόπο το μέσο όρο.

2. Σκοπός Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

Ο σκοπός της διπλωματικής μεταπτυχιακής εργασίας είναι μέσω της εφαρμογής των διαθέσιμων μεθόδων και μέσων που έχουμε στην διάθεση μας να φέρουμε εις πέρας την ενεργειακή ανάλυση του εξεταζόμενου κτηρίου που στην προκειμένη περίπτωση είναι μια ξενοδοχειακή μονάδα, με απώτερο σκοπό τον εντοπισμό και την μείωση των απωλειών ενέργειας. Με τον εντοπισμό των απωλειών θα μπορούμε να εφαρμόσουμε πιο στοχευμένα σενάρια για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, ώστε το κτήριο να είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον, να μειωθεί η εξάρτηση του από την κατανάλωση εξωτερικών πηγών ενέργειας (ορυκτά καύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια) και τελικά να επιφέρει οικονομικά οφέλη προς τον ιδιοκτήτη του μέσω της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας. Επίσης, μέσω της εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος και του ρυθμιστή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων θα μπορέσει το κτήριο να μετατραπεί σε κτήριο μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος κάνοντας το ενεργειακά αυτόνομο, αυξάνοντας τα οικονομικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά οφέλη προς τους χρήστες της ξενοδοχειακής μονάδας.

3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει η βιβλιογραφική ανασκόπηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας η οποία ασχολείται με μια έρευνα η οποία έγινε σχετικά για την κατάσταση η οποία βρίσκεται ο κτηριακός τομέας το ποσοστό ενέργειας που καταναλώνει αυτός, καθώς και το μίγμα καυσίμου της ενέργεια που καταναλώνει ένα σύστημα ενέργειας όπως είναι το κτήριο. Επίσης γίνεται μια σύντομη αναφορά για τα πρώτα βήματα που έγιναν διεθνώς και από πλευράς Ε.Ε. προς τον τομέα της ενεργειακής βελτιστοποίηση, καθώς και την νομοθεσία η οποία ισχύει για τα κτήρια σχεδόν μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος. Ο λόγος αυτής της μικρής έρευνας είναι για να κατανοήσουμε την επιτακτική ανάγκη και την σημαντικότητα της εφαρμογής της ενεργειακής ανάλυσης σε ένα κτήριο όπως συνέβη στην συγκεκριμένη εργασία.

3.1 Ανασκόπηση Ενεργειακής Κατάστασης Στον Κτηριακό Τομέα.

Ο κτηριακός τομέας είναι ένας από τους πιο μεγάλους καταναλωτές ενέργειας μιας και περιλαμβάνει πληθώρα δραστηριοτήτων όπως κατοικίες, βιομηχανίες, επιχειρήσεις . Μέσα σε ένα κτήριο έχουμε μεγάλες ανάγκες σε ενέργεια λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας διαφόρων μορφών όπως ηλεκτρική, θερμική και κινητική , τις οποίες τις προσλαμβάνει είτε από δίκτυα (π.χ. ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου) , είτε τις παράγει εντός του κτιρίου καταναλώνοντας ορυκτά καύσιμα (π.χ. καύση πετρελαίου για την θέρμανση του κτιρίου).

Έτσι, ένα κτήριο θεωρείται ένα σύστημα ενέργειας που εισάγει ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών του και λόγω αυτών των δραστηριοτήτων όπως και κατά την παραγωγή μεταφοράς και κατανάλωσης ενέργειας είναι λογικό να προκύπτουν απώλειες , οι οποίες πρέπει να μειωθούν . Οι απώλειες αυτές εξαρτώνται από την ενεργειακή αποδοτικότητα στο κέλυφος του κτηρίου αλλά και τον βαθμό απόδοσης των συσκευών , ο αριθμός των οποίων είναι μεγάλος σε ένα σύγχρονο κτήριο.

Στην Ελλαδική κατάσταση από στοιχεία [2] της Ε.Λ.Σ.Α.Τ. τα κτήρια ευθύνονται για το 40% της κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα , όπως αυτό φάνηκε κατά την έρευνα που έγινε την περίοδο 1990 -2012. Τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζονται στα παρακάτω γραφήματα.



Σχήμα 3.1: ποσοστιαία % κατανάλωση ενέργειας [3],[1] στην Ελλάδα στον κτηριακό τομέα .

Από την ίδια έρευνα που έγινε από την Ελληνική στατιστική αρχή για την περίοδο 1990 - 2012, το μίγμα καυσίμου που καταναλώνουν τα κτήρια σαν σύστημα ενέργειας αποτελείται κυρίως από ορυκτά καύσιμα και πρωτίστως από πετρέλαιο που χρησιμοποιείται στους καυστήρες - λέβητες θέρμανσης για την θέρμανση των κτιρίων. Η αμέσως επόμενη πηγή ενέργειας είναι η ηλεκτρική που χρησιμοποιείται κυρίως για τον φωτισμό , την κίνηση, την ψύξη, Ζ.Ν.Χ, ηλεκτρικές συσκευές, αλλά και την θέρμανση σαν εναλλακτική μέθοδο. Στην συνέχεια, ακολουθούν οι πίνακες που απεικονίζουν το μείγμα καυσίμου όπως και τους τομείς στους οποίους διοχετεύεται η ενέργεια που καταναλώνει ένα κτήριο.

| Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τύπο χρησιμοποιημένου καυσίμου | |
|---|-------|
| Πετρέλαιο Θέρμανσης | 44,1 |
| Φυσικό αέριο | 5,4 |
| Τηλεθέρμανση | 0,5 |
| Καυσόξυλα | 17,4 |
| Ηλεκτρισμός | 26,8 |
| Θερμική Ενέργεια (από Θερμικά Ηλιακά Συστήματα) | 2,9 |
| Λοιπές μορφές ενέργειας | 2,9 |
| Σύνολο | 100,0 |

Πίνακας 3.1: Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τύπο χρησιμοποιημένου καυσίμου[1]

| Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τελική χρήση. | |
|--|----|
| Θέρμανση χώρων | 53 |
| Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX) | 19 |
| Ψύξη Χώρων | 6 |
| Φωτισμός | 13 |
| Συσκευές (ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές) | 28 |

Πίνακας 3.2: Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά τελική χρήση [2].

Σύμφωνα με την ίδια έρευνα η οποία εξέτασε την χρονολογία κατασκευής των κτηρίων στην Ελλάδα και τα κατέταξε σε κατηγορίες ανάλογα με τον κανονισμό θερμομόνωσης παρατηρούμε ότι : στην Ελλάδα ο πληθυσμός των κτηρίων είναι περίπου 4,1 εκατομμύρια τα από τα οποία 79% είναι κατοικίες, το 6,7% ανήκουν στον τριτογενή τομέα και το 14% ανήκει σε άλλες κατηγορίες (βιομηχανία, αγρωτικός τομέας).



Σχήμα 3.2: ποσοστιαία % κατηγοριών κτηρίων στην Ελλάδα [21].

Από αυτά τα κτήρια το [1] 59,2% των κτηρίων δεν έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με κάποιον κανονισμό θερμομόνωσης, και ως εκ τούτου, συμπεραίνουμε ότι τα αντίστοιχα κτήρια δεν διαθέτουν θερμομόνωση ή ότι αυτή που διαθέτουν είναι ανεπαρκής, αφήνοντας τα έτσι, εκτεθειμένα στις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, επιβαρύνοντας με αυτόν τον τρόπο ενεργειακά τα κτήρια μιας και το κέλυφος τους και επιτρέποντας συνάμα την ανταλλαγή θερμότητας του εσωτερικού του κτηρίου με το περιβάλλον. Το παραπάνω συμπέρασμα επιβεβαιώνεται από τα στατιστικά στοιχεία των θερμομονώσεων που διαθέτουν τα κτήρια στην Ελλάδα [1], όπου το 52,2% των κτηρίων δεν διαθέτει θερμομόνωση, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό 47,8% που διαθέτει θερμομόνωση, το 31,1% είναι εγκατεστημένη στο εξωτερικό μέρος του κτιρίου και το 16,7% είναι τοποθετημένη μέσα στο κέλυφος του κτηρίου.

| Ποσοστιαία κατανομή (%) των κατοικιών κατά περίοδο κατασκευής | |
|---|------|
| Πριν 1946 | 5,3 |
| 1946-1960 | 10,6 |
| 1961-1980 | 43,7 |
| 1981-2011 | 40,3 |
| Μετά 2011 | 0,1 |

Πίνακας 3.3: Ποσοστιαία κατανομή (%) των κατοικιών κατά περίοδο κατασκευής [1].

Από έρευνα που έγινε για χάρη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε) το 2018 παρατηρήθηκε ότι [2] το 35% των κτηρίων στην Ε.Ε έχουν ηλικία μεγαλύτερη των 50 ετών ενώ το 75% των κτηρίων είναι ενεργειακά μη αποδοτικά.

Τέλος, από τις παραπάνω πληροφορίες βγαίνει το συμπέρασμα ότι ο τομέας των κτηριακών υποδομών είναι ένα κομμάτι το οποίο αξίζει να μελετηθεί ενεργειακά λόγω των υψηλών καταναλώσεων που έχει, καθώς και το μεγάλο ποσοστό βελτιώσεων που μπορούν να γίνουν μειώνοντας την άσκοπη κατανάλωση ενέργειας που προέρχεται από την μείωση των απωλειών. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω των επεμβάσεων που προτείνονται έπειτα από τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την ενεργειακή ανάλυση είναι ο κύριος λόγος της εκπόνησης των μελετών ενεργειακής αποδοτικότητας κτηρίων, έχοντας σαν αποτέλεσμα τόσο την μείωση του κόστους λειτουργίας όσο και την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των κτηρίων, καθώς δίνει σημαντική ανάσα στο ενεργειακό πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε και θα αντιμετωπίζουμε σε μεγάλο βαθμό τα επόμενα χρόνια λόγω της εξάντλησης των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων.

3.2 Ανασκόπηση Νομοθεσίας

Σε αυτήν την ενότητα θα γίνει αναφορά στην νομοθεσία που διέπει την προστασία του περιβάλλοντος και γενικότερα την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του πεδίου όπως αυτό μελετάται σε αυτήν την εργασία.

Πρωτόκολλο του Κιότο

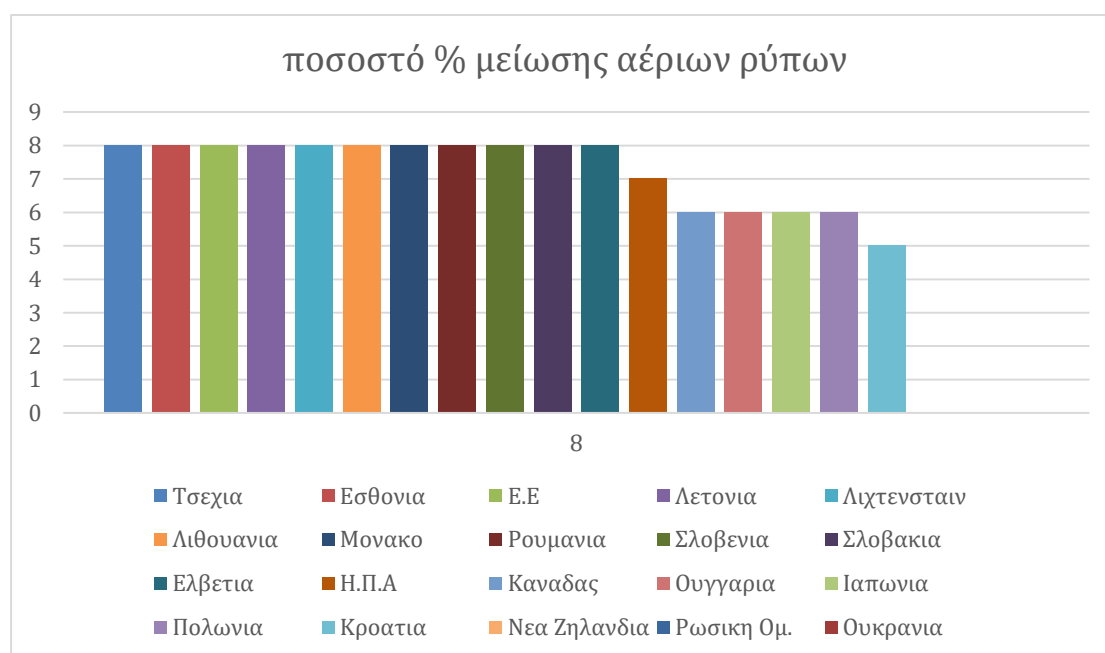
Το πρωτόκολλο του Κιότο είναι ένα σύμφωνο το οποίο συντάχθηκε στις 11 Δεκεμβρίου 1997 στο Κιότο στην Ιαπωνία και αφορά την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής λόγω των μεγάλων εκπομπών αέριων ρύπων εξαιτίας της αλόγιστης ανθρώπινης δραστηριότητας. Στην ουσία περιλαμβάνει έναν οδηγό στον οποίο έχουν συμφωνήσει όλα τα κράτη τα οποία έχουν υπογράψει το σχετικό σύμφωνο για την μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων μέσω της μείωσης της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων (συμβατική μέθοδος παραγωγής ενέργειας) για να αντιμετωπιστεί με αυτόν τον τρόπο η αυξανόμενη κλιματική αλλαγή αλλά και να ενθαρρυνθεί η πράσινη κυκλική οικονομία, δίνοντας ανάσα ανάπτυξης στην παγκόσμια οικονομία. Οι μηχανισμοί εφαρμογής για την διευκόλυνση της εφαρμογής του πρωτοκόλλου του Κιότο είναι τρεις (3) και είναι οι εξής :

- Η εμπορία δικαιωμάτων εκπομπών αέριων ρύπων,
- Η κοινή εφαρμογή
- Ο μηχανισμό καθαρής ανάπτυξης.

Ο πρώτος μηχανισμός αφορά ένα χρηματιστήριο από το οποίο το κάθε κράτος θα μπορεί να αγοράσει το δικαίωμα να εκπέμπει ένα ορισμένο ποσό αέριων ρύπων ανά έτος. Στόχους αυτού του μηχανισμού είναι το κάθε συμβαλλόμενο κράτος να πληρώνει το ανάλογο οικονομικό αντίτιμο έτσι ώστε οικονομικά να το συμφέρει να μειώσει την παραγωγή ενέργειας από συμβατικές μεθόδους και να γίνει ανταγωνιστικότερη η πράσινη ενέργεια. Ο δεύτερος μηχανισμός αφορά κοινές εφαρμογές και νομοθεσίες που έχουν θεσπίσει και συνεχώς θεσπίζουν τα συμβαλλόμενα κράτη για την μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων και την ανάπτυξη της πράσινης οικονομίας. Ο τελευταίος μηχανισμός αφορά ενέργειες οικονομικής ενίσχυσης για την ανάπτυξη της πράσινης ενέργειας και οικονομίας.

Τα σημαντικότερα άρθρα του συμφώνου του Κιότο είναι τα δύο πρώτα (A,B,). Το πρώτο αναλύει ποια αέρια προκαλούν τις κλιματικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και ποιες πηγές ευθύνονται για την παραγωγή τους. Το δεύτερο άρθρο αφορά στόχους οι οποίοι έχουν θεσπιστεί για την μείωση των αέριων ρύπων μεταξύ των κρατών τα οποία έχουν υπογράψει το παραπάνω σύμφωνο. Για παράδειγμα η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει συμφωνήσει στην μείωση κατά 8% των εκπομπών αέριων ρύπων που παρήγαγε το 1990 έως την χρονική περίοδο 2008-2012.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υποστηρίζοντας το σύμφωνο του Κιότο έχει θεσπίσει ευρωπαϊκές οδηγίες οι οποίες έχουν σαν στόχο την μείωση της εκπομπής αέριων ρύπων οι οποίες καταγράφονται ως : 2003/87/ΕΚ και 2004/101/ΕΚ. Η πρώτη οδηγία θεωρείται περίοδος προσαρμογής όπου τα κράτη θα προσαρμοστούν στα νέα κλιματολογικά δεδομένα μείωσης των εκπομπών αέριων ρύπων και είναι η χρονική περίοδος τριετίας 2005-2007, ενώ οι επόμενη περίοδος ταυτίζεται με τις πενταετείς περιόδους που προβλέπονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο (2008-2012, 2013-2017, κ.ο.κ.). Τα κράτη μέλη οφείλουν μέσα στα παραπάνω χρονοδιαγράμματα να εκπονήσουν εθνικά σχέδια για την μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων διαφορετικά θα εφαρμοστούν οικονομικά μέτρα για την μείωση αυτών. Τέλος, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει μεθοδολογίες και κατηγορίες ανθρωπίνων δικαιωμάτων δραστηριοτήτων τα οποία υπολογίζουμε με τις παραγόμενες εκπομπές αέριων ρύπων καθώς και στόχους αλλά και μέτρα για την μείωση τους (πχ ο κτηριακός τομέας (τριτογενής, τα ξενοδοχεία). Στην συνέχεια, ακολουθεί το σχήμα 3.2 το οποίο μας δείχνει τα κράτη καθώς και το ποσοστό % της μείωσης εκπομπών αέριων ρύπων που έχουν λάβει σαν υποχρέωση να μειώσουν, βάση του συμφώνου του Κιότο.



Σχήμα 3.3: ποσοστό μείωσης εκπομπών αέριων ρύπων.

Νομοθεσία για τα κτήρια μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος

Το σύμφωνο του Κιότο ήταν η πρώτη παγκόσμια αλλά και Ευρωπαϊκή κίνηση συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από ορυκτά καύσιμα έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια ανθρώπινη δραστηριότητα πιο φιλική προς το

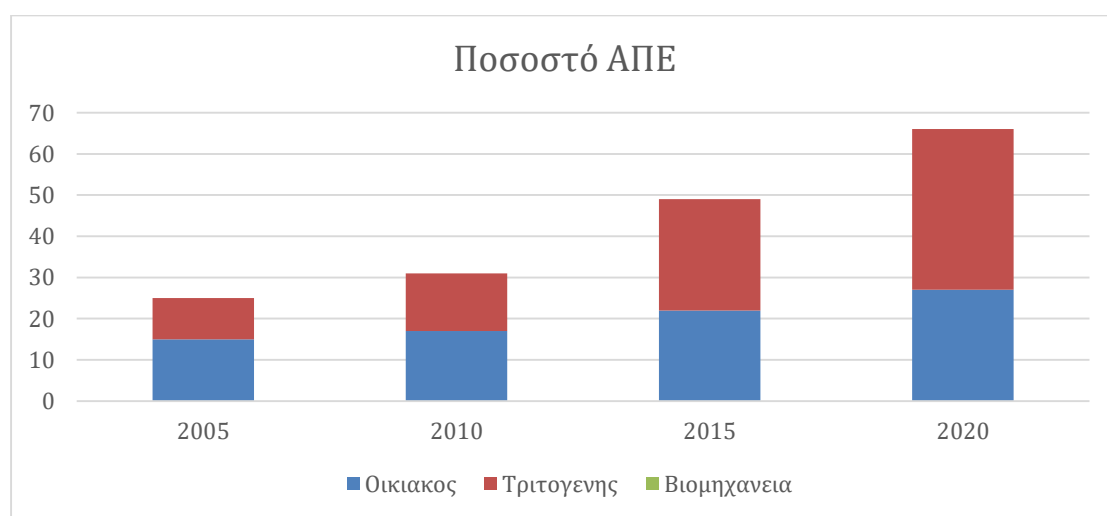
περιβάλλον, πιο αποδοτική ενεργειακά, και πιο οικονομικά αποδοτική μιας και δεν καταναλώνουμε μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Σε αυτήν την ενότητα θα αναλύσουμε τους στόχους και την νομοθεσία που έχει θεσπίσει η χώρα μας για την επίτευξη των παραπάνω.

Για να θεωρηθεί ένα κτήριο μηδενικού ή σχεδόν μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος σύμφωνα με την νομοθεσία θα πρέπει πρακτικά να καταναλώνει μικρές ποσότητες ενέργειας, άρα θα πρέπει τόσο το κέλυφος του κτηρίου όσο και ο εξοπλισμός του να είναι ιδιαίτερα ενεργειακά αποδοτικός, ενώ το ποσοστό ενέργειας το οποίο καταναλώνει θα πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες μορφές ενέργειας Α.Π.Ε. Στόχος της Ελλάδος για τον κτηριακό τομέα είναι κατά την χρονική περίοδο 2021-2030 [21] το 32% της κατανάλωσης ενέργειας να προέρχεται από Α.Π.Ε, επίσης το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να φτάνει το 33%. Στην συνέχεια ακολουθεί πίνακας ο οποίος δείχνει τους στόχους και τους τομείς εφαρμογής αυτών κατά την χρονική περίοδο 2021-2030 για την μείωση των ενεργειακών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

| Έτος | Αέριοι ρύποι | Α.Π.Ε | Ενεργειακή απόδοση | Διασύνδεση δικτύων |
|------|--------------|-------|--------------------|--------------------|
| 2020 | -20% | +20% | +20% | +10% |
| 2030 | -40% | +27% | +30% | +15% |

Πίνακας 3.4: Ποσοστιαία κατανομή (%) των κατοικιών κατά περίοδο κατασκευής [21].

Από την ίδια έρευνα που έγινε στον Ελλαδικό χώρο κατά την περίοδο 2005 με 2020 αντλούμε ότι ανά κτηριακό τομέα το ποσοστό κάλυψης των αναγκών μας από Α.Π.Ε. Στην συνέχεια, δίνεται σχήμα με την αύξηση του ποσοστού κάλυψης των ενεργειακών αναγκών των κτηρίων ανά κατηγορία.



Σχήμα 3.4: ποσοστό Α.Π.Ε. ανά τομέα κτηρίων[21].

Οι νομοθεσίες οι οποίες ισχύουν αυτήν την στιγμή για τα κτήρια μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος είναι δύο:

- **N. 4122/2013**
- **N. 4342/2015**

Ο Νόμος Ν. 4122/2013 και συγκεκριμένα το άρθρο 2 παράγραφος 5 [21] αναφέρει ότι ένα κτήριο για να θεωρηθεί μηδενικού η ελάχιστου ενεργειακού αποτυπώματος θα πρέπει να καταναλώνει μικρές ποσότητες ενέργειας, άρα το σύστημα σαν κτήριο θα πρέπει να αποτελείται από το κέλυφος και τον εγκατεστημένο εξοπλισμό του από υλικά και εξαρτήματα με μεγάλη ενεργειακή απόδοση. Επίσης, στην ίδια παράγραφο αναφέρεται ότι η μικρή αυτή ποσότητα ενέργειας η οποία χρειάζεται το κτήριο θα πρέπει να την προσλαμβάνει κατά ένα σημαντικό ποσοστό από Α.Π.Ε. οι οποίες θα πρέπει να είναι εγκατεστημένες στον ίδιο ή σε κοντινό χώρο. Για να εντάξουμε ένα κτήριο στην κατηγορία σχεδόν μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος θα πρέπει ο δείκτης ενεργειακής κατάταξης να είναι Α για νέα κτήρια ή Β+ για ήδη υπάρχον κτήρια, το αποτέλεσμα αυτής της κατάταξης προέρχεται από τον υπολογισμό της πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας σύμφωνα με της TOTEE- KENAK. Τέλος στο άρθρο 9 παράγραφος 1 της ίδιας νομοθεσίας αναφέρει ότι όλα τα κτήρια τα οποία οικοδομούνται από 1/1/2021 θα πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος, επίσης είναι αξιοσημείωτο ότι για τα Δημόσια κτήρια η σχετική νομοθεσία ισχύει από 1/1/2019.

Επόμενος Νομός για τα κτήρια σχεδόν μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος είναι ο Νόμος με αριθμό **N. 4342/2015** [21] ο οποίος αναφέρει ότι κάθε χρόνο θα πρέπει να αναβαθμίζεται το 3% της συνολικής επιφάνειας των κτηρίων του δημοσίου με επιφάνεια άνω των 250 Τ.Μ.

Τέλος βάση της υπάρχουσας νομοθεσίας υπάρχουν δράσεις νομοθετικού περιεχομένου για την υλοποίηση της εφαρμογής δημιουργίας κτηρίων σχεδόν μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος οι οποίες είναι[21]:

- Υποχρεωτική κάλυψη αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης (ZNX).
- Αύξηση συντελεστή δόμησης για κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- Συμψηφισμός δαπανών για την ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων.
- Ενεργειακός Υπεύθυνος στα κτήρια του δημοσίου.
- Αύξηση συντελεστών απόσβεσης για παρεμβάσεις εξοικονόμησης.
- Υποχρέωση ενεργειακής διαχείρισης δημοσίων κτηρίων από φορείς του δημοσίου.
- Χρηματοδοτικά προγράμματα Πρόγραμμα ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίων.

4. Θερμοφυσικά Χαρακτηριστικά Κτηρίων

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνει η ανάλυση των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών του κτηρίου, δηλαδή θα γίνει η μαθηματική ανάλυση, οι μαθηματικοί τύποι και η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών του κελύφους του κτηρίου. Πιο αναλυτικά θα παρουσιαστούν οι υπολογιστικοί τύποι για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας των στοιχείων που αποτελούν το κέλυφος του κτηρίου, ο συντελεστής σκίασης ο οποίος μας αποδίδει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια του κελύφους και τέλος ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους ο οποίος μας δείχνει την ηλιακή ενέργεια η οποία επηρεάζει εν' τέλη την θερμική συμπεριφορά του κτηρίου. Για τον υπολογισμό των παραπάνω θα γίνουν τα εξής:

- Ανάλυση μεθοδολογίας υπολογισμού U μέσου για αδιαφανή στοιχεία κελύφους κτηρίου.
- Ανάλυση μεθοδολογίας υπολογισμού U μέσου για διαφανή στοιχεία κελύφους κτηρίου.
- Ανάλυση μεθοδολογίας υπολογισμού U μέσου για δομικά στοιχεία του κελύφους κτηρίου ανά όψη.
- Ανάλυση μεθοδολογίας υπολογισμού συντελεστή σκίασης.
- Ανάλυση μεθοδολογίας υπολογισμού ηλιακού θερμικού κέρδους

Στην συνέχεια ακολουθούν η ανάλυση της μεθοδολογίας όλων των παραπάνω παραμέτρων.

4.1 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού U μέσου για Αδιαφανή Στοιχεία Κελύφους Κτηρίου.

Το κέλυφος του κτηρίου επιβαρύνει το θερμικό φορτίο αφού ανάλογα με την ποιότητα του, επιτρέπει ή όχι την μετάδοση θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον τον χειμώνα επιβαρύνοντας έτσι το σύστημα θέρμανσης και αναγκάζοντας με αυτόν τον τρόπο, τον μελετητή του να προβεί σε υπερδιαστασιολόγηση και να καταναλώσει περισσότερη ενέργεια και χρήματα. Αντίστοιχα, το καλοκαίρι επιτρέπει την ζέστη από το εξωτερικό χώρο να εισέλθει εντός του κτηρίου επιβαρύνοντας το σύστημα ψύξης αυτήν την φορά. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι θα πρέπει κατά την κατασκευή ή την ανακατασκευή ενός οπουδήποτε κτηρίου να προσέχει ο αρμόδιος μηχανικός την ποιότητα του κελύφους του κτηρίου η οποία εξαρτάται από τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται. Για να

μην έχουμε άσκοπη κατανάλωση ενέργειας, θα πρέπει κατά την ενεργειακή ανάλυση να μελετήσουμε την θερμική συμπεριφορά του κάθε δομικού υλικού ξεχωριστά, δηλαδή την θερμοπερατότητα [4]. Η θερμοπερατότητα δηλώνει την κατανάλωση ενέργειας σε watt, δηλαδή τι πρέπει να γίνει, έτσι ώστε να αυξήσουμε την θερμοκρασία ενός τετραγωνικού μέτρου υλικού κατά ένα βαθμού Κέβιν δηλαδή την θερμική ενέργεια που επιτρέπει το υλικό να περάσει. Στην συνέχεια, θα πρέπει να καταλήξουμε στον [4] μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας όλων των δομικών υλικών του κτηρίου.

Για τον υπολογισμό της θερμικής διαπερατότητας U-values των δομικών στοιχείων του κελύφους του ξενοδοχείου ακολουθούνται από τις οδηγίες του [4] **TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition** και [5] **TOTEE_20701-2_2017_TEE_1st_Edition** τα εξής βήματα :

- Πρώτα θα πρέπει να δούμε την θερμική επάρκεια του κάθε δομικού στοιχείου ξεχωριστά μέσω του τύπου που ακολουθεί και αφορά την θερμική αντίσταση R του κάθε υλικού σε ομοιογενές στρώσεις υλικών. Γνωρίζοντας το λόγο λ (τεχνικό χαρακτηριστικό κάθε υλικού) της κάθε στρώσης που αποτελεί μια επιφάνεια και δίνεται από πίνακα της TOTTE [5] και γνωρίζοντας το d πάχος της στρώσης μπορούμε να υπολογίσουμε την θερμική αντίσταση του κάθε υλικού που απαρτίζει ένα δομικό στοιχείο [5]:

$$R = \frac{d}{\lambda} \left(\frac{m^2 k}{w} \right) \quad (4-1)$$

$R \left[\frac{m^2 k}{w} \right]$ η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,

d [m] το πάχος της στρώσης,

$\lambda \left[\frac{m k}{w} \right]$ ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης.

- Στην συνέχεια θα πρέπει να υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας ανά κατηγορία επιφανείας, δηλαδή να υπολογίσουμε το σύνθετο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ανά επιφάνεια για παράδειγμα μιας τοιχοποιίας η οποία αποτελείται από την εξωτερική στρώση αέρα, το ασβεστοκονίαμα, την θερμομόνωση, τους οπτόπλινθους, ασβεστοκονίαμα και την εσωτερική στρώση αέρα. Όπως υπολογίσαμε και προηγούμενος στην σχέση (4-1) έτσι και σε αυτό το σημείο γνωρίζοντας το πάχος της κάθε στρώσης υλικού και την θερμική αντίσταση που υπολογίσαμε στην σχέση (4-1) του κάθε υλικού μπορούμε να υπολογίσουμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ανά επιφάνεια όπως φαίνεται και στους παρακάτω μαθηματικούς τύπους[5]:

$$U = \frac{1}{R_{o\lambda}} \quad \left(\frac{w}{m^2 k}\right) \quad (4-5)$$

$$R_{o\lambda} = \frac{R_{o\lambda,max} + R_{o\lambda,min}}{2} \quad \left(\frac{m^2 k}{w}\right) \quad (4-2)$$

$$R_{o\lambda,min} = R_i + R_1 + \dots + \frac{1}{\frac{f_a}{R_{k,a}} + \frac{f_b}{R_{k,b}}} + \dots + R_n + R_a \quad \left(\frac{m^2 k}{w}\right) \quad (4-3)$$

όπου $R_{o\lambda,min}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ Το κατώτατο όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,

n [-] Το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

$R_1 \dots R_n$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση από την πρώτη έως την τελευταία στρώση του δομικού στοιχείου.

$R_{k,a}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση της στρώσης k στην θέση ύπαρξης του υλικού a

f_a [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a

$R_{k,a}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση της στρώσης k στην θέση ύπαρξης του υλικού a

f_b [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b

$R_{k,b}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση της στρώσης k στην θέση ύπαρξης του υλικού b

R_i $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

R_a $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον,

$$R_{o\lambda,max} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_i + R_1 + \dots + R_{k,a} + R_n + R_a} + \frac{f_b}{R_i + R_1 + \dots + R_{k,b} + R_n + R_a}} \quad \left(\frac{m^2 k}{w}\right) \quad (4-4)$$

όπου $R_{o\lambda,max}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ Το άνω όριο της θερμικής αντίστασης του δομικού στοιχείου,

n [-] Το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

$R_1 \dots R_n$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση από την πρώτη έως την τελευταία στρώση του δομικού στοιχείου.

$R_{k,a}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση της στρώσης k στην θέση ύπαρξης του υλικού a

f_a [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό a

$R_{k,a}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση της στρώσης k στην θέση ύπαρξης του υλικού a

f_b [-] το ποσοστό της στρώσης k που καταλαμβάνεται από το υλικό b

$R_{k,b}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ η θερμική αντίσταση της στρώσης k στην θέση ύπαρξης του υλικού b

$R_i = \left(\frac{m^2 \cdot k}{w}\right)$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
 $R_a = \left(\frac{m^2 \cdot k}{w}\right)$ η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον,

Ο παραπάνω τύπος της θερμοπερατότητας δίνεται από την οδηγία [5] **TOTEE_20701-2_2017_TEE_1st_Edition κεφαλαίο 2.1 σελίδα 15** . Λόγω του ότι δεν έχουμε στην διάθεση μας την μελέτη θερμομόνωσης για να πάρουμε τις τιμές των σύνθετων υλικών από εκεί , παίρνουμε τις έτοιμες τιμές που έχει η πρώτη οδηγία . Έτσι, μέσω του παραπάνω τύπου μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε στοιχείο (τοιχοποιία , λιθοδομή κλπ.) αφού πρώτα βρούμε τον **Συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας για κάθε υλικό από τον πίνακα 1** [5] **TOTEE_20701-2_2017_TEE_1st_Edition σελίδα 59** , καθώς και το πάχος της κάθε **στρώσης υλικού d σε m** από τα σχέδια που συλλέξαμε. Με την βοήθεια του **πίνακα 2β της ίδιας οδηγίας σελίδα 62** [5] μπορούμε να βρούμε R_i , R_a . Το R_δ για 6mm διάκενο μεταξύ τούβλου μόνωσης είναι 0.11. και μας δίνεται από τον πίνακα 3^α στην σελ 63 [5] . **TOTEE_20701-2_2017_TEE_1st_Edition** καθώς και στην περίπτωση της στέγης με τα κεραμίδια το R_u είναι 0,06 και δίνεται από την ίδια οδηγία **πίνακα 4 σελ 64** . Στην συνέχεια αντικαθιστούμε τα δεδομένα στους τύπους της RoL_{max} και RoL_{min} για να υπολογίσουμε τον συνολικό συντελεστή θερμικής μετάβασης.

4.2 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού U μέσου για Διαφανή Στοιχεία Κελύφους Κτηρίου.

Σε αυτό το σημείο θα γίνει η ανασκόπηση της μεθοδολογίας για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των διαφανών στοιχείων στο κέλυφος του κτηρίου, τα διαφανή μέρη του κτιρίου θεωρούνται όλα τα ανοίγματα δηλαδή πόρτες, παράθυρα, μπαλκονόπορτες. Με την βοήθεια της οδηγίας [4] **TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition** θα γίνει ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων του ξενοδοχείου και για την ακρίβεια θα γίνει μέσω του τύπου που αφορά τα ανοίγματα που διαθέτουν μονά κούφωμα **σελ 70 κεφάλαιο 4.2.3** :

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + L_g \times \Psi_g}{A_w} \quad \left(\frac{w}{m^2 k} \right) \quad (4-6)$$

- όπου U_w $\left(\frac{w}{m^2 k} \right)$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
 U_f $\left(\frac{w}{m^2 k} \right)$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος,
 U_g $\left(\frac{w}{m^2 k} \right)$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλών φύλλων),
 A_f (m^2) η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος,
 A_g (m^2) η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 L_g (m) το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα) επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 Ψ_g $\left(\frac{w}{m k} \right)$ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 A_w (m^2) το εμβαδό επιφανείας του κουφώματος

Στην περίπτωση που το άνοιγμα διαθέτει προστατευτικό φύλλο (παντζούρια) θα πρέπει να υπολογιστεί ο συντελεστής R_{gb} $[W/(m^2 \cdot K)]^{-1}$ η θερμική αντίσταση που προσφέρει η χρήση του εξωτερικού προστατευτικού φύλλου. Τιμές δίνονται στον πίνακα 3.12 σελ 75 της σχετικής οδηγίας . Οι τιμές της θερμικής αντίστασης του παντζουριού καθώς και του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος αντικαθίστανται στον παρακάτω τύπο :

$$U_{w,rb} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + R_{rb}} \quad \left(\frac{m^2 k}{w} \right) \quad (4-7)$$

όπου $U_{w,rb}$ $(\frac{w}{m^2 k})$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με τα εξωτερικά προστατευτικά φύλλα σε κλειστή θέση,

U_w $(\frac{w}{m^2 k})$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος

R_{rb} $(\frac{m^2 k}{w})$ Η θερμική αντίστασης που προφέρει η χρήση του εξωτερικού προστατευτικού φύλλου,

Τέλος, λόγω ότι τα παντζούρια χρησιμοποιούνται μόνο την νύχτα θα πρέπει να μπει ο συντελεστής χρήσης και να υπολογιστεί ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με προστατευτικό φύλλο.

$$U_{w,\delta\iota\omicron\rho\theta} = U_w (1 - f_{rb}) + U_{w,rb} f_{rb} (\frac{m^2 k}{w}) \quad (4-8)$$

όπου $U_{w,\delta\iota\omicron\rho\theta}$ $(\frac{w}{m^2 k})$ ο διορθωμένος συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με χρήση ρολού/ εξωφύλλου,

$U_{w,rb}$ $(\frac{w}{m^2 k})$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με τα εξωτερικά. προστατευτικά φύλλα σε κλειστή θέση,

U_w $(\frac{w}{m^2 k})$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,

f_{rb} [-] ο συντελεστής χρήσης του ρολού/ εξωφύλλου τον οποίο των λαμβάνουμε ίσο με 0,5.

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας, θα πρέπει να υπολογιστεί : το εμβαδόν του υαλοπίνακα του ανοίγματος A_g , το εμβαδόν πλαισίου του ανοίγματος A_f , το μήκος της θερμογέφυρας που δημιουργείται μεταξύ του πλαισίου και του υαλοπίνακα, το συνολικό εμβαδόν του ανοίγματος, καθώς και του εξωφύλλου (παντζούρι). Παρακάτω, ακολουθούν εικόνες με τα ανοίγματα (αδιαφανή στοιχεία κελύφους) καθώς και ο πίνακας που αναφέρεται στα αποτελέσματα των παραπάνω εμβαδών και στα μήκη που χρειαζόμαστε για τον υπολογισμό της θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων. Τέλος από τους πίνακες 3.8 , 3.9 ,3.10 και 3.12 της οδηγίας[4] **TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition** αντλούμε τις τιμές U_f , U_g , Ψ_g και R_{rb} αντίστοιχα.

4.3 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού Υμέσου για Δομικά Στοιχεία Του Κελύφους Κτηρίου Ανα Όψη.

Αφού έχουμε υπολογίσει τους συντελεστές θερμοπερατότητας διάφανων και αδιαφανών δομικών στοιχείων θα προχωρήσουμε στην ανασκόπηση της μεθοδολογίας του υπολογισμού ανά όψη, έτσι ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου. Αναλυτικότερα, αφού υπολογίσαμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας ανά δομικό στοιχείο θα βρούμε το εμβαδόν του κάθε δομικού στοιχείου ανά όψη και ως εκ τούτου θα βρούμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ανά όψη μέσω του παρακάτω τύπου TOTEE_20701-2_2017_TEE_1st_Edition κεφάλαιο 2.1.8 σελίδα 26.

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n U_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \left(\frac{W}{m^2 K} \right) \quad (4-9)$$

όπου U $\left(\frac{W}{m^2 K} \right)$ ο ενιαίος συντελεστής θερμοπερατότητας του σύνθετου δομικού στοιχείου,

n $[-]$ το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου,

U_i $\left(\frac{W}{m^2 K} \right)$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας της κάθε επι μέρους διαφορετικής διατομής του σύνθετου δομικού στοιχείου,

A_i $[m^2]$ η επιφάνεια που καταλαμβάνει η κάθε επι μέρους διαφορετική διατομή στην συνολική επιφάνεια του σύνθετου δομικού στοιχείου.

Έχοντας υπολογίσει τους συντελεστές θερμοπερατότητας τόσο για διαφανή όσο και για τα αδιαφανή στοιχεία, ακολουθεί η αποσαφήνιση μερικών εννοιών, που επηρεάζουν εξίσου σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου. Η πρώτη έννοια είναι η **θερμική αντίσταση αέρα** που βρίσκεται στο διάκενο του τοίχου και **συμβολίζεται με το γράμμα ε**. Πρακτικά είναι το κενό αέρα που βρίσκεται μεταξύ δύο υλικών της τοιχοποιίας ή σε ένα άνοιγμα (μεταξύ δύο στρώσεων τούβλων) και βασική προϋπόθεση είναι ο αέρας αυτός να μην έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό περιβάλλον. Στην περίπτωση του κτηρίου που εξετάζουμε η θερμική αντίσταση του διακένου αέρα να είναι $\epsilon = 0,80$ από πίνακα 3^α TOTEE_20701 - 2_2017_TEE_1st_Edition παράρτημα σελίδα 63, διότι το κέλυφος του κτιρίου δεν διαθέτει καμία ανακλαστική επιφάνεια σε καμία πλευρά του διακένου όποτε η οριζόντια και η κατακόρυφη ροή της θερμικής ενέργειας μέσα από τα δομικά στοιχεία παίρνουν μεγάλη τιμή.

Συνεχίζοντας, η δεύτερη έννοια που πρέπει να ορίσουμε για τα δομικά στοιχεία του κελύφους είναι η γωνία γ που θεωρείται γωνία αζιμούθιου επιφάνειας. Πιο συγκεκριμένα, είναι μια γωνία που δείχνει το αζιμούθιο ανάλογα με τον προσανατολισμό του κτηρίου, από την οδηγία TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition κεφάλαιο 4. 1. 2 σελίδα 52 και πίνακα 3. 2 μας δίνονται οι τιμές για τον βόρειο προσανατολισμό το δομικό στοιχείο είναι στις 0 μοίρες. Αντίστοιχα, για τον ανατολικό προσανατολισμό έχουμε 90 μοίρες, για τον νότιο προσανατολισμό 180 μοίρες και για τον δυτικό 270 μοίρες.

Η τρίτη έννοια είναι η γωνία β που παίρνουμε τις τιμές για την κλίση των δομικών στοιχείων. Πιο αναλυτικά, τα δομικά στοιχεία που είναι στο ίδιο επίπεδο με το έδαφος (πλάκα πατώματος) παίρνουν τιμές 180 μοίρες, τα δομικά στοιχεία που είναι παράλληλα με το έδαφος (στέγη) παίρνουν τιμή 0 μοίρες και τα οριζόντια δομικά στοιχεία (ανοίγματα, τοιχοποιία) παίρνουν τιμή 90 μοίρες.

Η τελευταία έννοια που θα αναλύσουμε σε αυτό το κεφάλαιο είναι ο συντελεστής απορροφητικότητας ηλιακής ακτινοβολίας α των επιφανειών των δομικών στοιχείων. Ειδικότερα, είναι ο συντελεστής που μας δείχνει πόση ακτινοβολία απορροφά μια επιφάνεια ενός δομικού στοιχείου ανάλογα με το χρώμα της και την υφή της. Ως εκ τούτου, υπάρχει και ο συντελεστής ανάκλασης, δηλαδή το ποσό της ακτινοβολίας που αντανακλά η επιφάνεια προς το περιβάλλον. Το άθροισμα των δυο μας κάνουν την μονάδα. Ο συντελεστής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ σημαντικός, γιατί μπορεί να μας προσδιορίσει τα ηλιακά κέρδη, δηλαδή την θερμική ενέργεια που μπορεί να απορροφήσει ένα δομικό στοιχείο και στην συνέχεια να το αποδώσει στο περιβάλλον του βοηθώντας την θέρμανση ή επιβαρύνοντας αντίστοιχα τον κλιματισμό. Από TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition κεφάλαιο 4. 2. 5 σελίδα 82 και πίνακα 3. 15 παίρνουμε τις τιμές $\alpha = 0, 40$ για κατακόρυφα δομικά στοιχεία και $\alpha = 0, 60$ για επικλινείς στέγες.

4.4 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού Συντελεστή Σκίασης.

Άλλη μια μεθοδολογία που θα αναλύσουμε είναι η μέθοδος του υπολογισμού του συντελεστή σκίασης, ο συγκεκριμένος συντελεστής είναι ένας συντελεστής ο οποίος μας δείχνει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που ένα δομικό στοιχείο του κτηρίου που μελετάμε απορρίπτει. Οι τιμές που παίρνει ο συντελεστής σκίασης είναι από 0 έως 1, με 0 να σημαίνει ότι το δομικό στοιχείο δεν σκιάζεται και 1 να σημαίνει ότι το δομικό στοιχείο του κτηρίου που μελετάμε σκιάζεται πλήρως. Για ένα δομικό στοιχείο έχουμε δύο συντελεστές σκίασης έναν για την θέρμανση και ένα για την ψύξη. Η ύπαρξη δύο συντελεστών οφείλεται στο γεγονός ότι

ένα δομικό στοιχείο σκιάζεται διαφορετικά τους καλοκαιρινούς μήνες και διαφορετικά τους χειμερινούς λόγω της τροχιάς του ηλίου. Επίσης, ένα δομικό στοιχείο μπορεί να σκιάζεται είτε από κάποιο εμπόδιο που βρίσκεται στον ορίζοντα του (δέντρα, λόφοι, παράπλευρα κτίρια), είτε μπορεί να σκιάζεται από οριζόντια εμπόδια (προεξοχές) του ίδιου του κτηρίου, ή μπορεί να σκιάζεται από πλευρικά εμπόδια (τοιχούς) του ίδιου του κτηρίου. Έτσι για τις παραπάνω περιπτώσεις έχουμε τους εξής συντελεστές σκίασης:

- **Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor}** για περίοδο ψύξης και θέρμανσης.
- **Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}** για περίοδο ψύξης και θέρμανσης.
- **Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}** για περίοδο ψύξης και θέρμανσης.

Ο συντελεστής σκίασης είναι πολύ σημαντικός μιας και η μείωση ή η αύξηση του ποσοστού ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια ενός κτηρίου εξαιτίας της ύπαρξης ή όχι σκιάς μπορεί να αυξήσει την θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου του κτηρίου που μελετάμε. Άρα η ύπαρξη σκίασης ή όχι μπορεί να επηρεάσει την θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου ενός κτηρίου μειώνοντας έτσι τις ανάγκες για θέρμανση το χειμώνα ή αυξάνοντας τα ψυκτικές ανάγκες το καλοκαίρι. Όποτε για τους παραπάνω λόγους, θα πρέπει να υπολογιστούν οι συντελεστές σκίασης καθώς επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης.

Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} .

Όπως αναφέραμε και παραπάνω ο Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} είναι ο συντελεστής σκίασης που δημιουργείται από την σκιά που προκαλείται από εμπόδια που βρίσκονται στον ορίζοντα δηλαδή από εμπόδια που βρίσκονται γύρω από το κτήριο και το σκιάζουν. Για τον υπολογισμό του συγκεκριμένου συντελεστή θα πρέπει να βρούμε την γωνία α που σχηματίζεται από την ευθεία που ενώνει το πιο ψηλό σημείο του εμποδίου με το μέσο ύψος του δομικού στοιχείου που μελετάμε. Στην συνέχεια έχοντας υπολογίσει την γωνία α του κάθε δομικού στοιχείου που σκιάζεται από εμπόδια που βρίσκονται στον ορίζοντα μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή που αντιστοιχεί στον Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα για την ψύξη και την θέρμανση και οι τιμές αυτές μας δίνονται από τον πίνακα 3. 19 της TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition κεφάλαιο 4. 3. 2 σελίδα 86 και πίνακα 3. 19.

Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov} .

Όπως αναφέραμε και παραπάνω Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov} είναι ο συντελεστής σκίασης που δημιουργείται από την σκιά που προκαλείται από οριζόντια εμπόδια

του ίδιου του εξεταζόμενου κτιρίου δηλαδή από οριζόντιες προεξοχές (π. χ προεξοχή μπαλκονιού πάνω ορόφου) που βρίσκονται από το ίδιο το εξεταζόμενο κτίριο και σκιάζουν τα κάθετα δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου. Για τον υπολογισμό του συγκεκριμένου συντελεστή θα πρέπει να βρούμε την γωνιά β που σχηματίζεται από την ευθεία που ενώνει το άκρο του οριζοντίου εμποδίου με το μέσο ύψος του δομικού στοιχείου που μελετάμε. Στην συνέχεια, έχοντας υπολογίσει την γωνιά β του κάθε δομικού στοιχείου που σκιάζεται από οριζόντια εμπόδια που βρίσκονται στο ίδιο κτήριο μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή που αντιστοιχεί στον Συντελεστή σκίασης από προβόλους F_{ov} για την ψύξη και την θέρμανση οι τιμές αυτές μας δίνονται από τον πίνακα 3. 20 της TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition κεφάλαιο 4. 3. 3 σελίδα 89 και πίνακα 3. 20. Στην συνέχεια, ακολουθούν σχέδια του κτηρίου που μελετάμε και υπολογίζουμε την γωνιά β του Συντελεστή σκίασης από προβόλους F_{ov} .

Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

Όπως αναφέραμε και παραπάνω ο Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} είναι ο συντελεστής σκίασης που δημιουργείται από την σκιά που προκαλείται από πλευρικά εμπόδια του ίδιου του εξεταζόμενου κτηρίου. Για τον υπολογισμό του συγκεκριμένου συντελεστή θα πρέπει να βρούμε την γωνιά γ που σχηματίζεται από την ευθεία που ενώνει το άνω άκρο του μήκους του εμποδίου με το μέσο ύψος του δομικού στοιχείου που μελετάμε. Στην συνέχεια, έχοντας υπολογίσει την γωνιά γ του κάθε δομικού στοιχείου που σκιάζεται από εμπόδια που δημιουργούνται από πλευρικές προεξοχές του ίδιου του κτηρίου μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή που αντιστοιχεί στον συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} για την ψύξη και την θέρμανση οι τιμές αυτές μας δίνονται από τον πίνακα 3. 21 της TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition κεφάλαιο 4. 3. 3 σελίδα 93 και πίνακα 3. 21α, β. Στην συνέχεια, ακολουθούν σχέδια του κτηρίου που μελετάμε και υπολογίζουμε την γωνιά γ για τον συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} .

4.5 Ανασκόπηση Μεθοδολογίας Υπολογισμού Ηλιακού Θερμικού Κέρδους.

Στην τελευταία ενότητα της ανασκόπηση μεθοδολογίας θα αναλύσουμε την έννοια του συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους g_w . Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους, μας δείχνει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που διέρχεται μέσα από τον υαλοπίνακα και διοχετεύεται στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου αποδίδοντας σε αυτόν επιπλέον θερμότητα. Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο πλαίσιο του υαλοπίνακα θερμαίνοντας το είναι πολύ μικρό και έτσι αγνοούμε το ποσοστό θερμότητας που εκλύεται στον εσωτερικό

χώρο το κούφωμα. Ο υπολογισμός του ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται μέσα στον εσωτερικό χώρο υπολογίζεται μέσω του παρακάτω τύπου TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st_Edition κεφάλαιο 4. 2. 7 σελίδα 83:

$$g_w = g_{gl} (1 - F_f) = 0.9 \times g \times (1 - F_f) \quad (4-10)$$

όπου F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,

g_{gl} ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα,

g ο συντελεστής ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους για κάθε υαλοπίνακα μας δίνεται από τον πίνακα 3. 17, ενώ το ποσοστό πλαισίου μας δίνεται από τον πίνακα 3. 18 της ίδιας ενότητας.

4.6 Ανασκόπηση Μεθόδου Εκτέλεσης Της Ενεργειακής Ανάλυσης Στην Ξενοδοχειακή Μονάδα.

Σε αυτό το κεφάλαιο συνεχίζοντας την ανασκόπηση της μεθοδολογίας εκτέλεσης της ενεργειακής ανάλυσης θα αναφέρουμε την μέθοδο με την οποία θα εκτελέσουμε τα βήματα έτσι ώστε να υλοποιηθεί η ενεργειακή ανάλυση. Μετά την ανασκόπηση του υπολογισμού του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας στην συνέχεια θα δούμε τον τρόπο υπολογισμού της κατανάλωσης ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου με την βοήθεια του KENAK της TOTTE. Μετέπειτα θα εξετάσουμε την μεθοδολογία υπολογισμού της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω των σεναρίων, δηλαδή τους τομείς του κτηρίου που μπορούν να γίνουν οι επεμβάσεις ώστε να επιτύχουμε μείωση ενέργειας έτσι ώστε να μετατραπεί σε κτήριο σχεδόν μηδενικού αποτυπώματος. Τέλος θα γίνει η ανασκόπηση την μεθόδου υπολογισμού της παραγόμενης ενέργειας μέσω του σεναρίου του Φ/Β πάρκου και του υπολογισμού ρύθμιση φόρτισης έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη ενέργεια για το κτήριο μηδενικού αποτυπώματος. Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση των παραπάνω μεθοδολογιών.

4.7 Ανασκόπηση Μεθόδου Υπολογισμού Κατανάλωσης Ενέργειας Στο Εξεταζόμενο Κτήριο.

Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας θα είναι μέσω του προγράμματος KENAK και της τεχνικής οδηγίας της TOTTE KENAK. Εξετάζοντας το κτήριο που θέλουμε να εκτελέσουμε την ενεργειακή ανάλυση (την ξενοδοχειακή μονάδα) αρχικά θα παραθέσουμε όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένος σε αυτήν καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου. Στην συνέχεια θα γίνουν όλοι οι υπολογισμοί των τεχνικών χαρακτηριστικών τόσο στα ηλεκτρομηχανολογικά όσο και στα δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου. Μετά θα εισάγουμε τα δεδομένα και θα σχεδιαστεί το κτήριο στο πρόγραμμα της TOTTE το οποίο θα δημιουργήσουμε ένα πανομοιότυπο κτήριο με αυτό που εξετάζουμε ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και δομικά στοιχεία τα οποία θα είναι ενεργειακά αποδοτικά. Στην συνέχεια υπολογίζοντας τις καταναλώσει του εξεταζόμενου κτηρίου θα τις συγκρίνει με αυτές του κτηρίου αναφοράς και θα δούμε αρχικά την κατανάλωση ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου αλλά και την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου συγκρίνοντας το με το κτήριο αναφοράς. Όλη παραπάνω διαδικασία αποτελεί το βασικό σενάριο την ενεργειακής ανάλυσης που θα εξάγει με την βοήθεια του προγράμματος

υπολογισμού τα ουσιαστικά συμπεράσματα δηλαδή την κατανάλωση ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου.

4.8 Ανασκόπηση Μεθόδου Υπολογισμού Σεναρίων **Ενεργειακών Επεμβάσεων.**

Έχοντας υπολογίσει την κατανάλωση ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου και κατατάσσοντας το σε ενεργειακή κατηγορία θα αναλύσουμε στην συνέχεια την μεθοδολογία έτσι ώστε να μετατραπεί η ξενοδοχειακή μονάδα που εξετάζουμε σε κτήριο σχεδόν μηδενικού αποτυπώματος. Μέσο της ανάλυσης των αποτελεσμάτων της ενεργειακής ανάλυσης που έγιναν στο βασικό σενάριο θα εντοπιστούν οι κατηγορίες στις οποίες παρουσιάζονται οι μεγαλύτερες καταναλώσεις αλλά και η μεγαλύτερες απώλειες έτσι ώστε να αξίζει ενεργειακά αλλά και από οικονομικής απόψεως να γίνουν οι λεγόμενες παρεμβάσεις έτσι ώστε να πετύχουμε τον βασικό στόχο της ενεργειακής ανάλυσης, δηλαδή την μετατροπή του κτηρίου το οποίο θα απαιτεί μικρά ποσά ενέργειας. Οι κατηγορίες που μπορούμε να επέμβουμε σε ένα κτήριο και θα εξεταστούν σε αυτήν την εργασία είναι οι εξής:

- **Παρεμβάσεις αναβάθμισης αδιαφανών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου**
- **Παρεμβάσεις αναβάθμισης διαφανών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου.**
- Παρεμβάσεις αναβάθμισης συστήματος ψύξης- θέρμανσης-εξαερισμού.
- Παρεμβάσεις αναβάθμισης συστήματος φωτισμού του κτηρίου.
- Παρεμβάσεις αναβάθμισης **συστήματος Ζ.Ν.Χ.**
- Παρεμβάσεις αναβάθμισης συστήματος αυτοματισμού.

Τέλος έχοντας όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά από τα δομικά στοιχεία και τα ηλεκτρομηχανολογικά μηχανήματα και εξαρτήματα τα οποία θα εγκατασταθούν στην ξενοδοχειακή μονάδα έτσι ώστε να πετύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας μπορούμε με την βοήθεια του προγράμματος KENAK να υπολογίσουμε την εξοικονόμηση ενέργειας. Έχοντας τα αποτελέσματα μπορούμε να συμπεράνουμε αν το κτήριο κατατάσσεται σε κατηγορία σχεδόν μηδενικού αποτυπώματος.

Επιπρόσθετα έχοντας πετύχει την μετατροπή του κτηρίου σε κτήριο μικρής κατανάλωσης θα γίνουν οι υπολογισμοί για να εξασφαλίσουμε ότι η ενέργεια που απαιτείται για να καλύψει το κτήριο τις ανάγκες του θα τις καλύπτει από Α.Π.Ε. σε όλο τον κύκλο της λειτουργίας της επιχείρησης. Ο υπολογισμός θα γίνει με την βοήθεια των δεδομένων του Φ/Β πάρκου το οποίο θα εγκατασταθεί στο οικόπεδο του κτηρίου και θα εξασφαλίζει την ηλεκτρική ενέργεια του

Ξενοδοχείου. Επίσης θα εξεταστεί ενεργειακά και τα πλεονεκτήματα της εγκατάστασης ενός ρυθμιστή φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος για της ανάγκες μετακίνησης της επιχείρησης.

4.9 Πρόγραμμα Ενεργειακής Ανάλυσης.

Σε αυτό το σημείο της εργασίας θα πρέπει να αναφέρουμε κάποιες πληροφορίες σε σχέση με το πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιούμε για την εξαγωγή αποτελεσμάτων της ενεργειακής ανάλυσης. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την υλοποίηση της ενεργειακής ανάλυσης, χάρη το οποίο μπορούμε να του εισάγουμε όλα τα δεδομένα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτηρίου και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και στην συνέχεια μέσω των παραμέτρων των οποίων έχει το πρόγραμμα αποθηκευμένες μπορεί να υπολογίσει τις καταναλώσεις του κτηρίου αλλά και την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.

Το πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιούμε για την ενεργειακή ανάλυση είναι το πρόγραμμα TEE- KENAK, το οποίο αποτελείται από ένα περιβάλλον στο οποίο μπορούμε να εισάγουμε τα δεδομένα τα οποία προκύπτουν από τον υπολογισμό και την έρευνα των τεχνικών χαρακτηριστικών του κτηρίου το οποίο θέλουμε να μελετήσουμε (Ξενοδοχειακή Μονάδα). Επίσης μέσω του προγράμματος για μεγαλύτερη ευκολία υπάρχει η δυνατότητα της σχεδίασης του κτηρίου για να ενταχθούν με μεγαλύτερη ακρίβεια με γρήγορο τρόπο τα δεδομένα του κελύφους του κτηρίου (μήκος, πλάτος, ύψος, εμβαδόν κ.λπ.). Τα δεδομένα τα οποία εισάγουμε στο πρόγραμμα ενεργειακής ανάλυσης είναι οι εξής :

- **Δεδομένα για τα αδιαφανή στοιχεία του κελύφους του κτηρίου**
- **Δεδομένα για τα διαφανή στοιχεία του κελύφους του κτηρίου.**
- Δεδομένα για τα συστήματα ψύξης- θέρμανσης-εξαερισμού.
- Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού του κτηρίου.
- Δεδομένα για το **σύστημα Z.N.X.**
- Δεδομένα για το σύστημα αυτοματισμού.

Αδιαφανείς Επιφάνειες ?

| # | ΘΖ | Περιγραφή | Τύπος | Περιγραφή | Επαφή | Προσαν. γ | Κλίση β |
|---|----|-----------|--------|---------------------------------------|-------|-----------|---------|
| 1 | 1 | 1 | Τοίχος | Με ανεπαρκή θερ νωτική προστασία μ... | Αέρας | 270° | 90° |
| 2 | 1 | 1 | Τοίχος | Με ανεπαρκή θερ νωτική προστασία μ... | Αέρας | 270° | 90° |
| 3 | 1 | 1 | Τοίχος | Με ανεπαρκή θερ νωτική προστασία μ... | Αέρας | 0° | 90° |
| 4 | 1 | 1 | Τοίχος | Με ανεπαρκή θερ νωτική προστασία μ... | Αέρας | 270° | 90° |
| 5 | 1 | 1 | Τοίχος | Με ανεπαρκή θερ νωτική προστασία μ... | Αέρας | 0° | 90° |

| α | ε | Ε συν | Υσταθ | Εμπ. Οριζ. ? | Πρόβολοι ? | Τέντες ? | Πλ.Εμπ. ? |
|-----|-----|-------|-------|--------------|------------|--------------------------|--------------------------|
| 0.4 | 0.8 | 5.15 | 1.09 | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0.4 | 0.8 | 3.62 | 1.10 | | 55° | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0.4 | 0.8 | 1.50 | 1.08 | 11° | 56° | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0.4 | 0.8 | 8.31 | 1.08 | | 53° | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 0.4 | 0.8 | 7.35 | 1.08 | 11° | 69° | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Εικόνα 4.1: Βάση εισαγωγής δεδομένων του προγράμματος TEE-KENAK για τα διαφανή και αδιαφανή στοιχεία του κελύφους του κτηρίου[22].

Θέρμανση
Ψύξη
ZNX
Ηλιακός συλλέκτης
Φωτισμός
Μηχανικός Αερισμός

Καθαρισμός
Θεωρητικό Σύστημα
?

Παραγωγή

| A/A | Τύπος | Πηγή ενέργειας | Ισχύς (KW) | B.Απ. |
|-----|-----------------------|----------------|------------|-------|
| 1 | Τοπική αερόψυκτη Α.Θ. | Ηλεκτρισμός | 5.20 | 1.000 |
| 2 | Τοπική αερόψυκτη Α.Θ. | Ηλεκτρισμός | 6.40 | 1.000 |

Δίκτυο Διανομής

| A/A | Τύπος | Ισχύς (KW) | Χώρος διέλευσης |
|-----|------------------------------|------------|-----------------------------|
| 1 | Δίκτυο διανομής θερμού μέσου | 11.60 | Πάνω από 20% σε εξωτερικούς |
| 2 | Αεραγωγοί | 0.00 | Επιλογή |

Τερματικές Μονάδες

| A/A | Τύπος | B.Απ. |
|-----|--|-------|
| 1 | Τοπικές αντλίες θερμότητας (η_εμ = 0.93) | 0.930 |

Βοηθητικές Μονάδες

| A/A | Τύπος | Αριθμός | Ισχύς (KW) |
|-----|-------|---------|------------|
| | | | |

Αερισμός
Υγρανση
Σ.Η.Θ.
Φωτοβολταικά
Ζώνη 1

| | SCOP | B. κάλυψης | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------------|--------------------------|-------------------------------------|---|---|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3.72 | 0.40 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 0 | 0.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4.26 | 0.60 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | 0 | 0 | 0 | 0.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | B.Απ. | Μόνωση |
|--|-------|--------------------------|
| | 0.935 | - |
| | 0.000 | <input type="checkbox"/> |

Έλεγχοι ορθότητας

- Το άθροισμα μηνιαίου βαθμού κάλυψης πρέπει να είναι 1, παραγωγή θέρμανσης στη Θ.Ζ. 1 μήνες: 1, 2, 3, 11, 12
- Σύστημα παραγωγής ZNX στη Θ.Ζ. 1, γραμμή: 2, βρέθηκαν μηδενικά ποσοστά χρήσης σε όλους τους μήνες
- Το άθροισμα μηνιαίου βαθμού κάλυψης πρέπει να είναι 1, παραγωγή θέρμανσης στη Θ.Ζ. 2 μήνες: 1, 2, 3, 11, 12
- Το άθροισμα μηνιαίου βαθμού κάλυψης πρέπει να είναι 1, παραγωγή ZNX στη Θ.Ζ. 2 μήνες: 1, 2, 3, 11, 12

Εικόνα 4.2: Βάση εισαγωγής δεδομένων του προγράμματος TEE-KENAK για σύστημα θέρμανσης του κτηρίου[22].

Θέρμανση Ψύξη **ZNX** Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός Μηχανικός Αερί

Καθαρισμός Θεωρητικό Σύστημα **Θερμοσίφωνα/Boiler** ?

Παραγωγή

| A/A | Τύπος | Πηγή ενέργειας | Ισχύς (KW) | Β.Απ. |
|-----|--------------------------------|----------------|------------|-------|
| 1 | Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας | Ηλεκτρισμός | 4.00 | 1.000 |
| 2 | Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας | Ηλεκτρισμός | 4.00 | 1.000 |

Δίκτυο Διανομής

| A/A | Τύπος | Ανακυκλοφορία | Χώρος διέλευσης |
|-----|-------|--------------------------|----------------------------------|
| 1 | | <input type="checkbox"/> | Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτ |

Σύστημα Αποθήκευσης

| A/A | Τύπος | Β.Απ. |
|-----|-------|-------|
| 1 | | 0.980 |

Βοηθητικές Μονάδες

| A/A | Τύπος | Αριθμός | Ισχύς (KW) |
|-----|-------|---------|------------|
| 1 | | 1 | 0.009 |

Φωτισμός Ύγρανση Σ.Η.Θ. Φωτοβολταϊκά **Ζώνη 1**

| Β. κάλυψης | Ιαν | Φεβ | Μαρ | Απρ | Μαι | Ιουν | Ιουλ | Αυγ | Σεπ | Οκτ | Νοε | Δεκ |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1.00 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Β.Απ. |
|-------|
| 1.000 |

Έλεγχοι ορθότητας

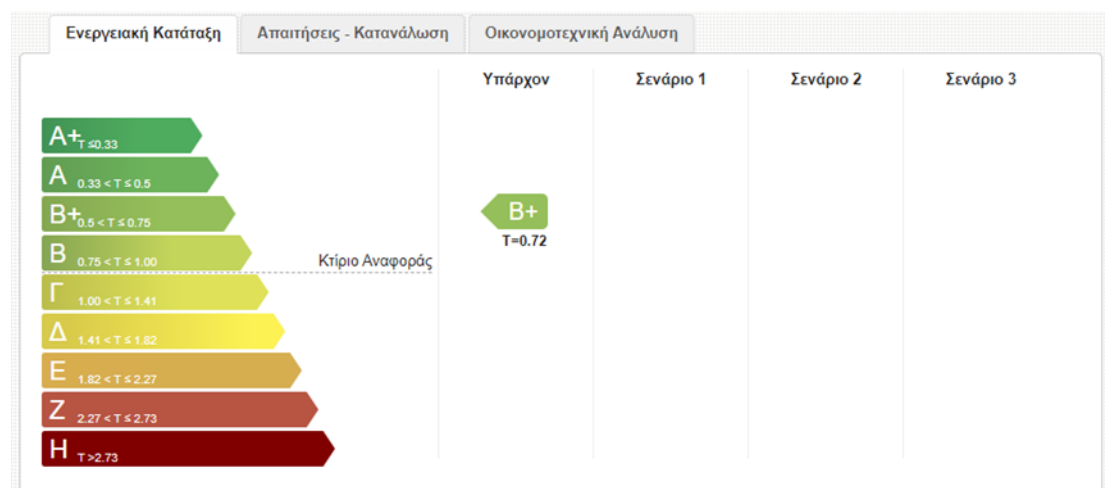
- Το άθροισμα μηνιαίου βαθμού κάλυψης πρέπει να είναι 1, παραγωγή θέρμανσης στη Θ.Ζ. 1 μήνες: 1, 2, 3, 11, 12
- Σύστημα παραγωγής ZNX στη Θ.Ζ. 1, γραμμή: 2: βρέθηκαν μηδενικά ποσοστά χρήσης σε όλους τους μήνες
- Το άθροισμα μηνιαίου βαθμού κάλυψης πρέπει να είναι 1, παραγωγή θέρμανσης στη Θ.Ζ. 2 μήνες: 1, 2, 3, 11, 12
- Το άθροισμα μηνιαίου βαθμού κάλυψης πρέπει να είναι 1, παραγωγή ZNX στη Θ.Ζ. 2 μήνες: 1, 2, 3, 11, 12

Εικόνα 4.3: Βάση εισαγωγής δεδομένων του προγράμματος TEE-KENAK για σύστημα Z.N.X του κτηρίου[22].

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα θα εκτελέσει τους απαραίτητους υπολογισμούς αντλώντας πληροφορίες από την βάση των δεδομένων που έχει αποθηκευμένη στο πρόγραμμα, έτσι ώστε να έχουμε την εξαγωγή των αποτελεσμάτων των καταναλώσεων. Η βάση δεδομένων του προγράμματος στηρίζεται στις τεχνικές οδηγίες της ΤΕΕ (ΤΟΟΤΕ) – ΚΕΝΑΚ οι οποίες είναι οι εξής:

- ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010
Η οποία αφορά δεδομένα και προδιαγραφές των παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και το ενεργειακό πιστοποιητικό των κτηρίων.
- ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010
Η οποία αφορά δεδομένα για τις Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.
- ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010
Η οποία αφορά δεδομένα για τα Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.
- ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010
Η οποία αφορά δεδομένα με Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού.
- ΤΟΤΕΕ 20701-5/2010
Η οποία αφορά δεδομένα Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια.

Τέλος μετά από τον υπολογισμό των δεδομένων το πρόγραμμα του ΤΕΕ- ΚΕΝΑΚ θα εκδώσει σε μια φόρμα αποτελεσμάτων τα δεδομένα που έχουν να κάνουν με τις καταναλώσεις ενέργειας συνολική, ανά κατηγορία και ανά κατανάλωση πρωτογεννούν ενέργειας. Επίσης το πρόγραμμα συγκρίνοντας το εξεταζόμενο κτήριο με το κτήριο αναφοράς θα μπορέσει να βγάλει συμπέρασμα για την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.



Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση (kWh/m²).

| Τελική χρήση | Κτίριο αναφοράς (R _R) | Υπάρχον κτίριο (EP) | Σενάριο 1 | Σενάριο 2 | Σενάριο 3 |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Θέρμανση | 3.7 | 8.8 | | | |
| Ψύξη | 96.1 | 134.3 | | | |
| ZNX | 30.1 | 57.2 | | | |
| Φωτισμός | 177.4 | 22.2 | | | |
| Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ | 0.0 | 0.0 | | | |
| Σύνολο (kWh/m ²) | 307.3 | 222.5 | | | |
| Κατάταξη | - | B+ | | | |
| T=EP/R _R | | 0.72 | | | |

Εικόνα 4.4: φόρμα αποτελεσμάτων του προγράμματος TEE-KENAK [22].

| Ενεργειακή Κατάταξη | | Απαιτήσεις - Κατανάλωση | | Οικονομοτεχνική Ανάλυση | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------|------|-------------------------|-----|-----|----------------|------|------|-----|-----|------|------|--------|
| | | Κτίριο αναφοράς | | | | | Υπάρχον κτίριο | | | | | | | |
| Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²) | | Ιαν | Φεβ | Μαρ | Απρ | Μάι | Ιουν | Ιουλ | Αυγ | Σεπ | Οκτ | Νοε | Δεκ | Ετήσιο |
| Θέρμανση | | 40.0 | 34.7 | 28.8 | 4.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.5 | 33.4 | 154.9 |
| Ψύξη | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.1 | 18.2 | 29.6 | 27.7 | 5.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 84.6 |
| Υγρανση | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| ZNX | | 2.3 | 2.1 | 2.2 | 2.0 | 1.8 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.4 | 1.7 | 1.9 | 2.2 | 21.7 |

| Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²) | | Ιαν | Φεβ | Μαρ | Απρ | Μάι | Ιουν | Ιουλ | Αυγ | Σεπ | Οκτ | Νοε | Δεκ | Ετήσιο |
|---|--|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|--------|
| Θέρμανση | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Ψύξη | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 9.9 | 15.6 | 14.7 | 3.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 46.3 |
| ZNX | | 1.3 | 1.1 | 1.2 | 2.5 | 2.3 | 1.9 | 1.7 | 1.7 | 1.8 | 2.1 | 1.0 | 1.2 | 19.7 |
| Ηλιακή ενέργεια για ZNX | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Φωτισμός | | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 7.7 |
| Ενέργεια από Φ/Β - ΣΗΘ | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Σύνολο | | 1.9 | 1.7 | 1.9 | 5.4 | 5.2 | 12.4 | 18.0 | 17.0 | 6.1 | 3.5 | 1.6 | 1.8 | 76.7 |

| Πηγή ενέργειας | Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²) | Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²) |
|---------------------|---|---|
| Ηλεκτρισμός | 76.7 | 75.9 |
| Πετρέλαιο | 0.0 | 0.0 |
| Φυσικό αέριο | 0.0 | 0.0 |
| Άλλα ορυκτά καύσιμα | 0.0 | 0.0 |
| Ηλιακή | 0.0 | 0.0 |
| Βιομάζα | 0.0 | 0.0 |
| Γεωθερμία | 0.0 | 0.0 |
| Άλλη ΑΠΕ | 0.0 | 0.0 |
| Σύνολο | 76.7 | 75.8 |

Εικόνα 4.5: φόρμα αποτελεσμάτων του προγράμματος TEE-KENAK [22]

Επιπρόσθετα, μετά την έκδοση των αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου θα ενταθούν τα σενάρια ενεργειακής βελτιστοποίησης του εξεταζόμενου κτηρίου, με στόχο να εκδοθούν μέσω του λογισμικού τα νέα ενεργειακά αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα των σεναρίων που θα εκδοθούν θα έχουν σαν αποτέλεσμα να έχουμε μια εικόνα για το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας που θα επιτύχουμε μέσω της εγκατάστασης μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας στο κτήριο που εξετάζουμε.

5. Τεχνικά Χαρακτηριστικά Της Ξενοδοχειακής Μονάδας.

Έχοντας αναφέρει την ενεργειακή κατάσταση των κτηρίων με στατιστικά στοιχεία, την νομοθεσία περί κτηρίων μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος καθώς και την μεθοδολογία που θα ακολουθήσουμε για την πραγματοποίηση της ενεργειακής ανάλυσης στην ξενοδοχειακή μονάδα που μελετάμε με στόχο την μετατροπή της σε κτήριο ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης, μπορούμε να προχωρήσουμε στην υλοποίηση της. Το πρώτο βήμα για την υλοποίηση της ενεργειακής ανάλυσης είναι να καταγράψουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου που μελετάμε, δηλαδή να αναφέρουμε όλους τους ελέγχους που εκτελέσαμε για να συλλέξουμε τα δεδομένα που χρζίζομαστε για να πραγματοποιήσουμε τους υπολογισμούς των τεχνικών χαρακτηριστικών που χρζίζομαστε για να έχουμε τελικά τα στοιχεία του κτηρίου που χρζίζομαστε για να εισάγουμε στο λογισμικό. Στην συνέχεια της εργασίας θα γίνει η συλλογή όλων των διαθέσιμων μελετών όπως αυτές δόθηκαν από τον υπεύθυνο του ξενοδοχείου, έτσι ώστε να αντλήσουμε όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου (ανοίγματα , τοιχοποιία) καθώς και για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του. Μέσω αυτών των δεδομένων θα μπορέσουμε να έχουμε μια πρώτη εικόνα για την ενεργειακή κατάσταση του ξενοδοχείου και να χρησιμοποιήσουμε τα συγκεκριμένα δεδομένα ως παραμέτρους για τους υπολογισμούς όπου απαιτούνται, για έχουμε το αποτέλεσμα της τιμής της κατανάλωσης ενέργειας που καταναλώνει το κτήριο αλλά και τους τομείς δραστηριοτήτων του κτηρίου που καταναλώνεται.

Ιδιαίτερος σημαντικό στην διαδικασία μελέτης του κτηρίου που αναλύεται αποτελεί η επαλήθευση των στοιχείων που παίρνουμε από τα αρχιτεκτονικά σχέδια και της ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες ως αποτέλεσμα του επιτόπιου ελέγχου . Ο επιτόπιος έλεγχος είναι σημαντικό να υφίσταται διότι μόνο με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να επαληθεύσουμε την εγκυρότητα των δεδομένων . Η σημασία του παραπάνω αποδεικνύεται καθώς, είναι σύνηθες φαινόμενο, τα κτίρια να είναι ιδιαίτερα παλιά και λόγω αυτής της παλαιότητας τα δεδομένα που λαμβάνονται από τις μελέτες να είναι ξεπερασμένα λόγω αλλαγής των προτύπων ή λόγω τροποποιήσεων στο κτίριο οι οποίες δεν έχουν συμπεριληφθεί στις τότε μελέτες . Οι μέθοδοι που εφαρμόζονται στην αυτοψία είναι ο οπτικός έλεγχος και μέτρηση του εξοπλισμού του κτιρίου που εκτελείται η ενεργειακή ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα, ο οπτικός έλεγχος είναι ο έλεγχος της κατάσταση που βρίσκεται το κτίριο (κατάσταση τοιχοποιίας , ανοιγμάτων κτιρίου, κατάσταση θερμομόνωσης) καθώς και ο εξοπλισμός (ανάγνωση χαρακτηριστικών μεγεθών του εξοπλισμού από τα ταμπελάκια ή το manual και η

λειτουργικότητα του π.Χ. αν τα φίλτρα του εξαερισμού είναι σε καλή κατάσταση). Οι μετρήσεις που λαμβάνουμε από τις εγκαταστάσεις του κτιρίου μπορούν να αφορούν το κέλυφος δηλαδή για παράδειγμα την μέτρηση διαστάσεων κτιρίου ακόμα και την δειγματοληψία από την τοιχοποιία , έτσι ώστε να εξακριβωθούν τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων που την αποτελούν . Επιπροσθέτως, μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις του εγκατεστημένου εξοπλισμού όπως, η μέτρηση των καυσαερίων από τον καυστήρα του συστήματος θέρμανσης για να διαπιστώσει τον βαθμό απόδοσης του συστήματος παραγωγής ή με την χρήση μετρητή ισχύος τις ηλεκτρικές καταναλώσεις του κτιριακού εξοπλισμού .

Οι μελέτες όπου είναι θεμιτό να έχει στην διάθεση μας αφορά τις κατόψεις του κτιρίου από το αρχιτεκτονικό σχέδιο καθώς και την ηλεκτρολογική μελέτη (Υ.Δ.Ε ηλεκτρολόγου) για τα φύλλα συντήρησης, το σύστημα ψύξης- θέρμανσης , τα ανυψωτικά μηχανήματα καθώς και ενεργειακές μελέτες. Στο συγκεκριμένο κτίριο (ξενοδοχείο) οι μελέτες που δόθηκαν αφορούν την κάτοψη του χώρου (αρχιτεκτονικό σχέδιο) καθώς και τις προσόψεις και τους τομείς οι οποίοι κατά τον οπτικό έλεγχο όπου έγινε, επαληθεύτηκαν . Επίσης τα ταμπελάκια , τα οποία εντοπίστηκαν πάνω στον Η/Μ του εξεταζόμενου κτιρίου όχι μόνο έδιναν σημαντικές πληροφορίες αλλά και βοήθησαν την μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής ανάλυσης. Τέλος, η έλλειψη των φύλλων συντήρησης και η απουσία ενεργειακής επιθεώρησης δυσκολεύει τον υπολογισμό με ασφαλή συμπεράσματα της απόδοσης του Η/Μ του ξενοδοχείου.

Στην συνέχεια ακολουθούν τα δεδομένα που λήφθηκαν από τον ιδιοκτήτη της επιχείρησης :

- A) Κάτοψη ,προσόψεις , τομές , τοπογραφικά σχέδια από πολιτικό μηχανικό
- B) Πίνακες από Η/Μ εξοπλισμό συστήματος ψύξης θέρμανσης air condition
- Γ) Πίνακες από Η/Μ εξοπλισμό συστήματος φωτισμού
- Δ) Πίνακες από ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό συστήματος Ζ.Ν.Χ.

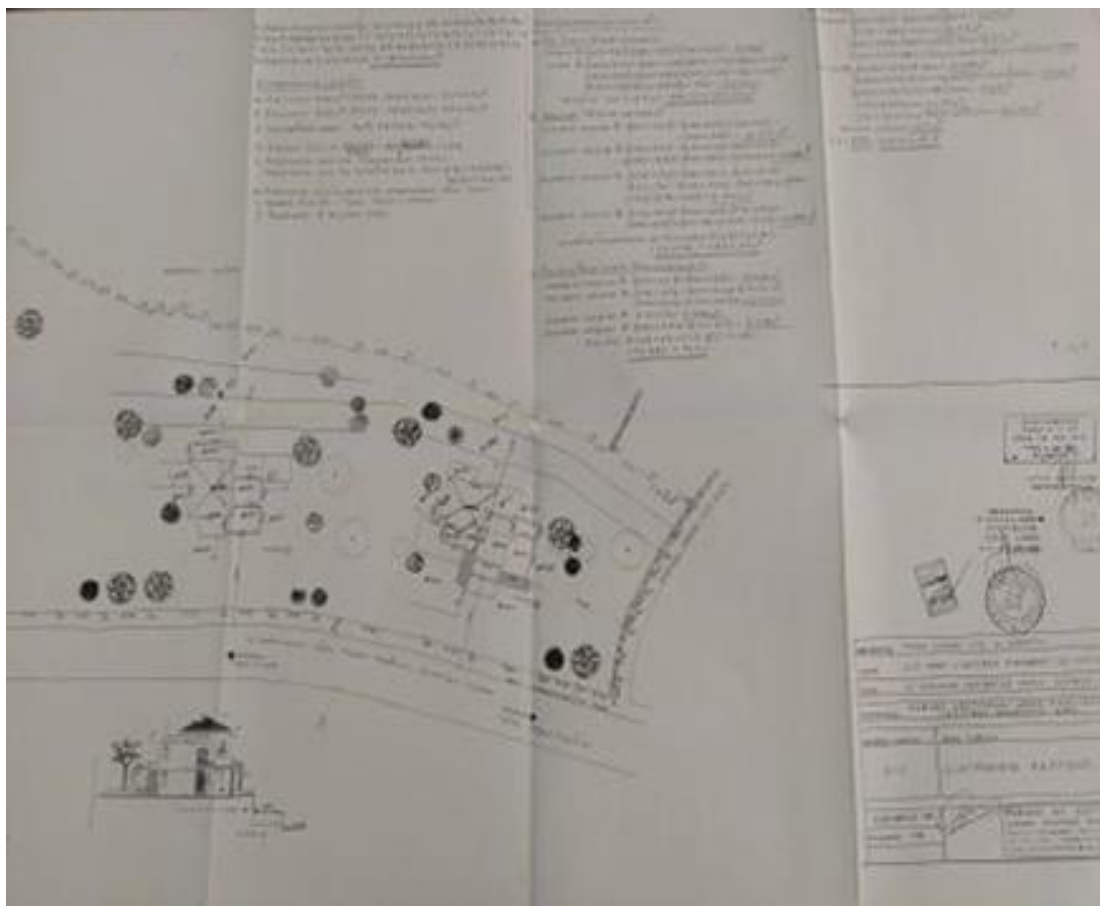
5.1 Γεωμετρία της κτηριακής εγκατάστασης.

Για να έχουμε μια συνολική εικόνα του κτιρίου που γίνεται η ενεργειακή ανάλυση κατά την επίσκεψη που έγινε στον χώρο του ξενοδοχείου έγινε η επικοινωνία με το προσωπικό και τους τεχνικούς του κτιρίου και τραβήχτηκαν οι παρακάτω φωτογραφίες από το εξωτερικό και εσωτερικό χώρο.

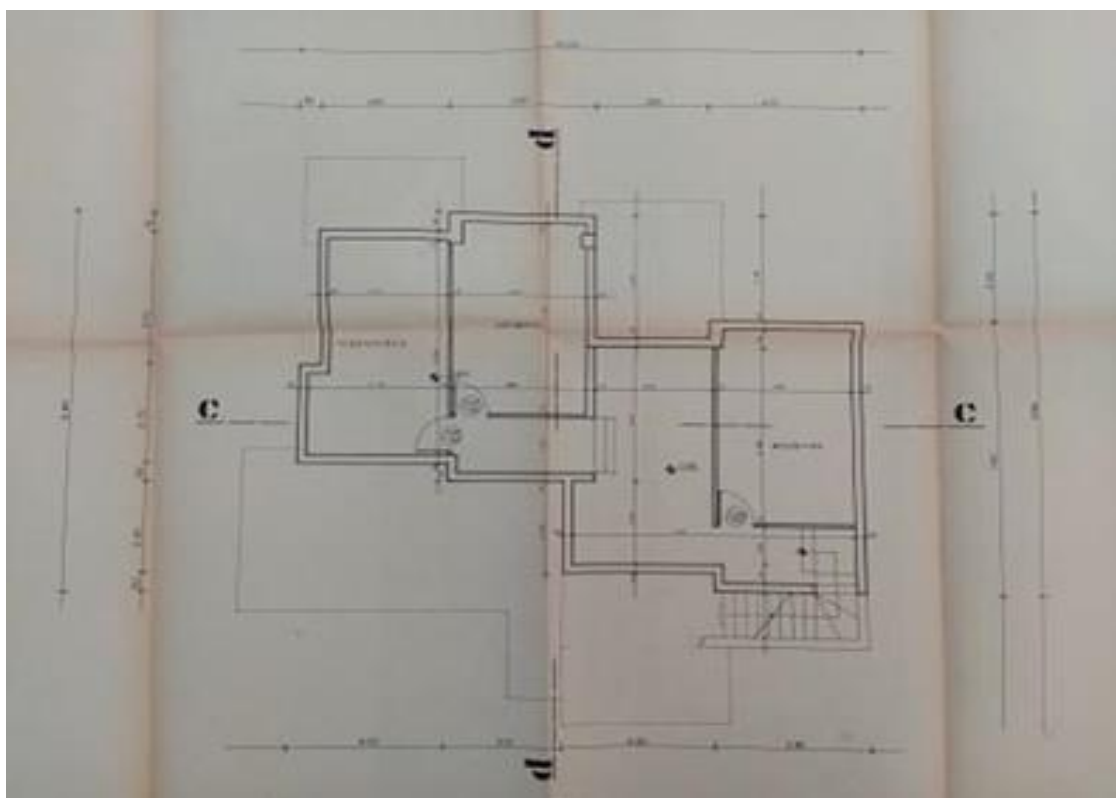


Εικόνα 5.1: Φωτογραφίες εξωτερικού χώρου ανατολικής δυτικής και βόρειας όψης ξενοδοχειακής μονάδας .

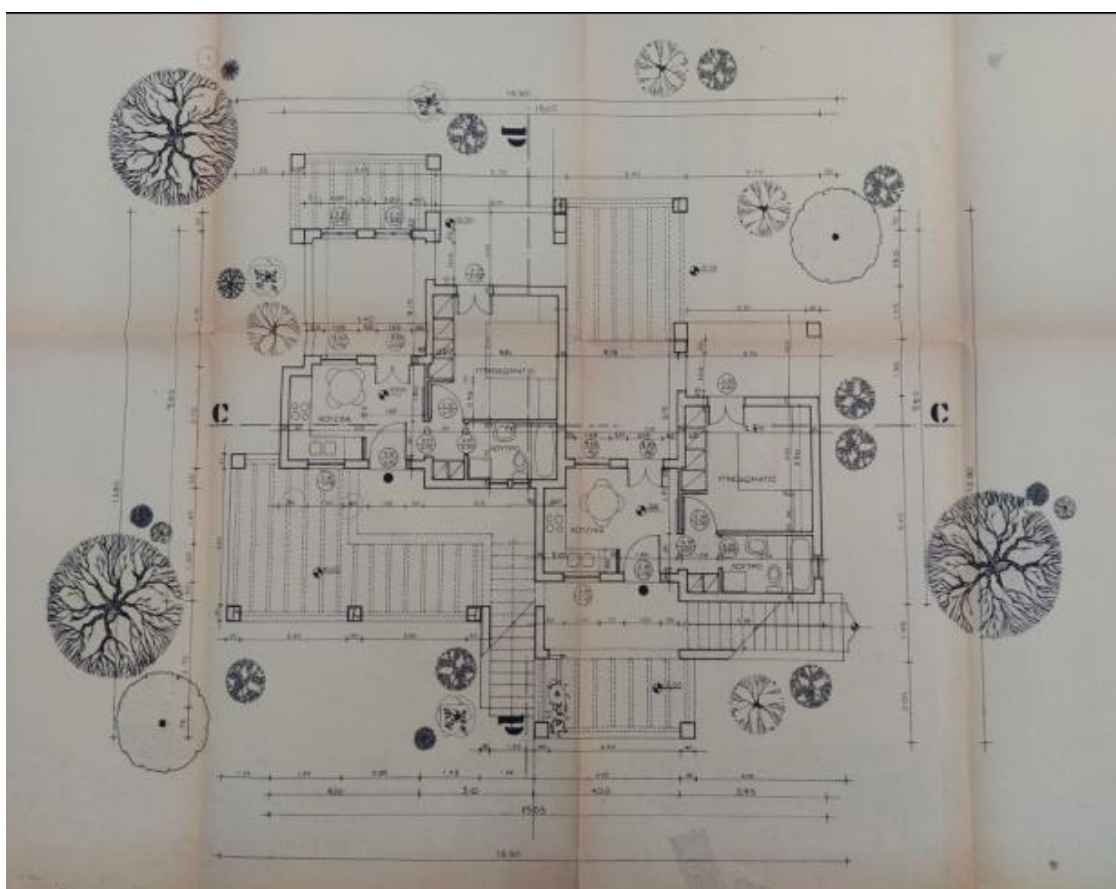
Προχωρώντας, ο ιδιοκτήτης μας παρέδωσε τα τοπογραφικά και αρχιτεκτονικά σχέδια και έγινε ο σχετικός επιτόπιος έλεγχος για να έχουμε επαρκή στοιχεία για το κέλυφος του κτιρίου καθώς και για την θέση όπου βρίσκεται ο Η/Μ εξοπλισμός μέσα στο κτίριο . Οι εικόνες που ακολουθούν, δείχνουν τα σχέδια που προσκομίστηκαν. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι στο παράρτημα βρίσκονται για χάρη ευκολίας τα σχέδια για περαιτέρω μελέτη.



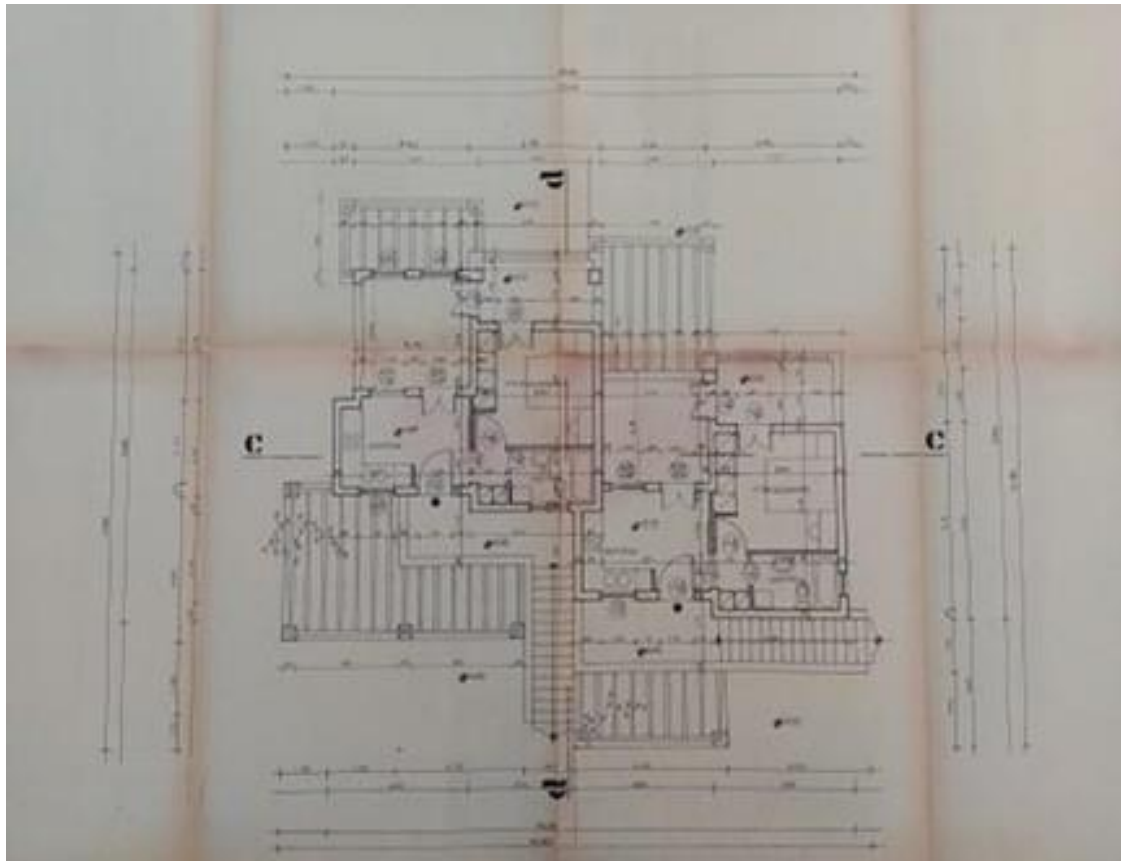
Εικόνα 5.2 : Τοπογραφικό οικοπέδου εξεταζόμενου κτιρίου.



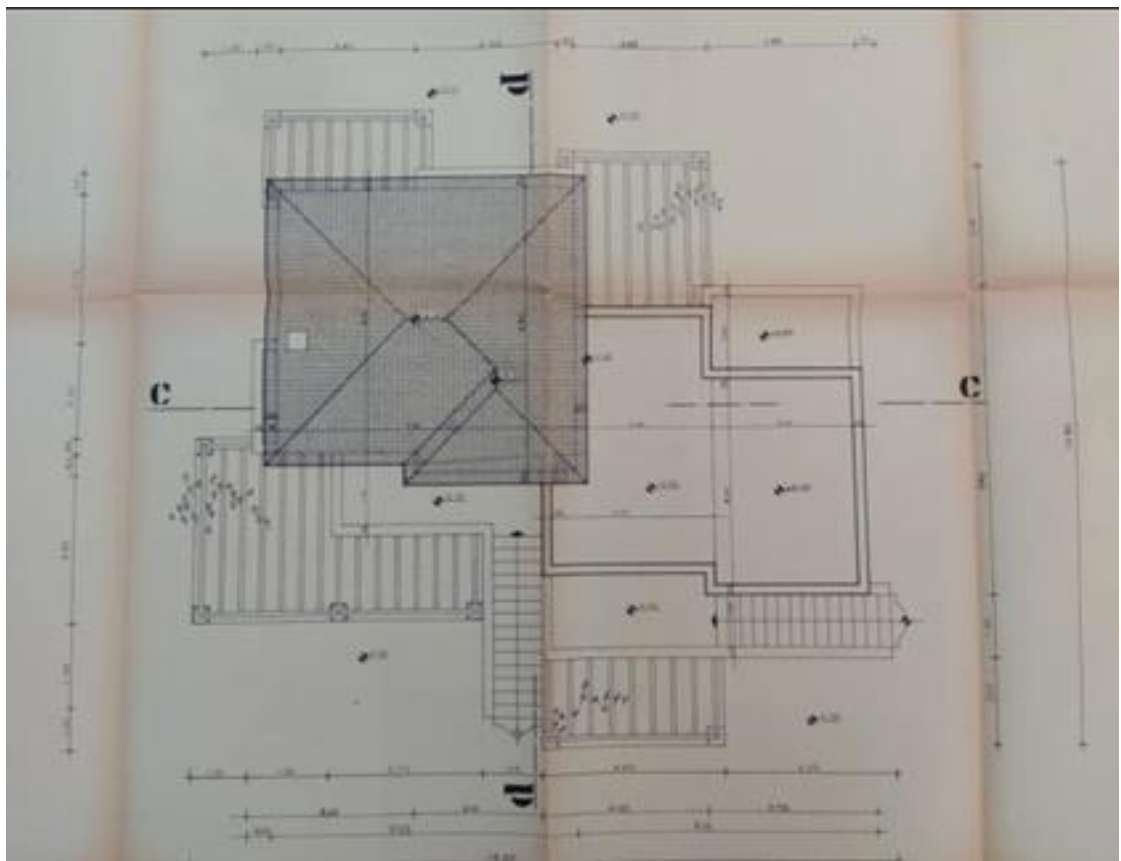
Εικόνα 5.3: κάτοψη υπογείου εξεταζόμενου κτιρίου.



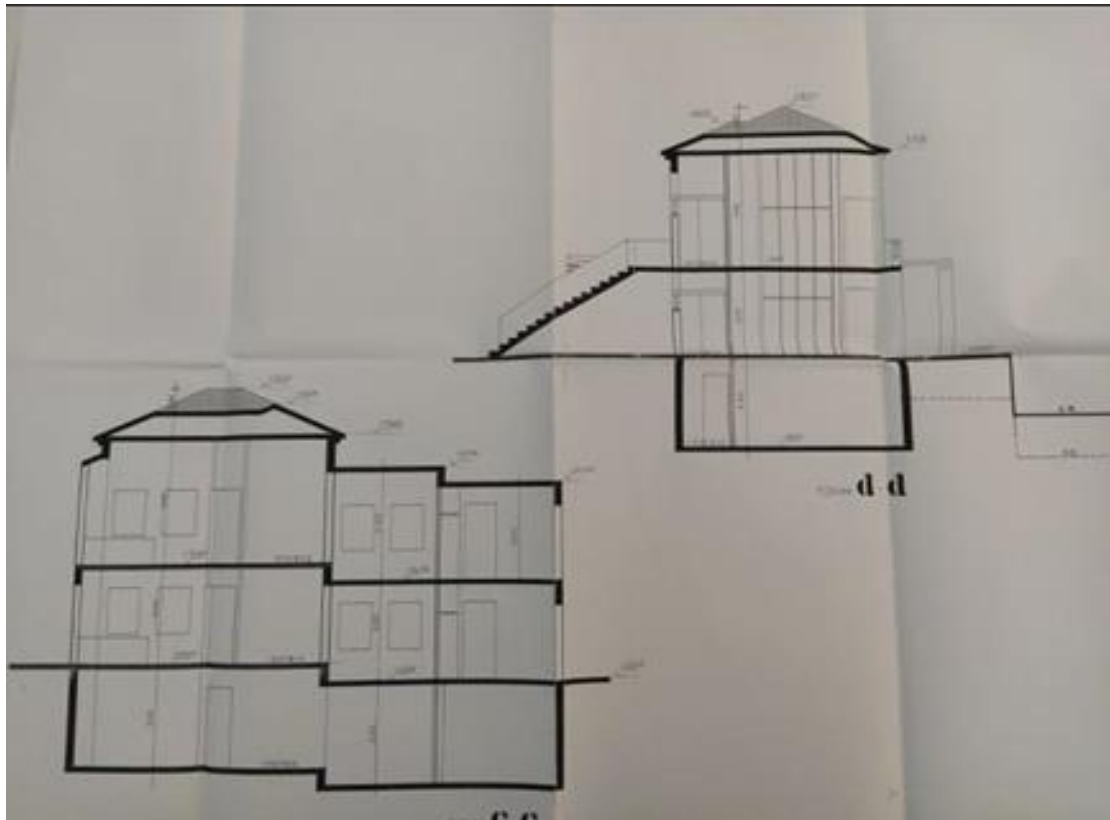
Εικόνα 5.4: Κάτοψη ισογείου ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου.



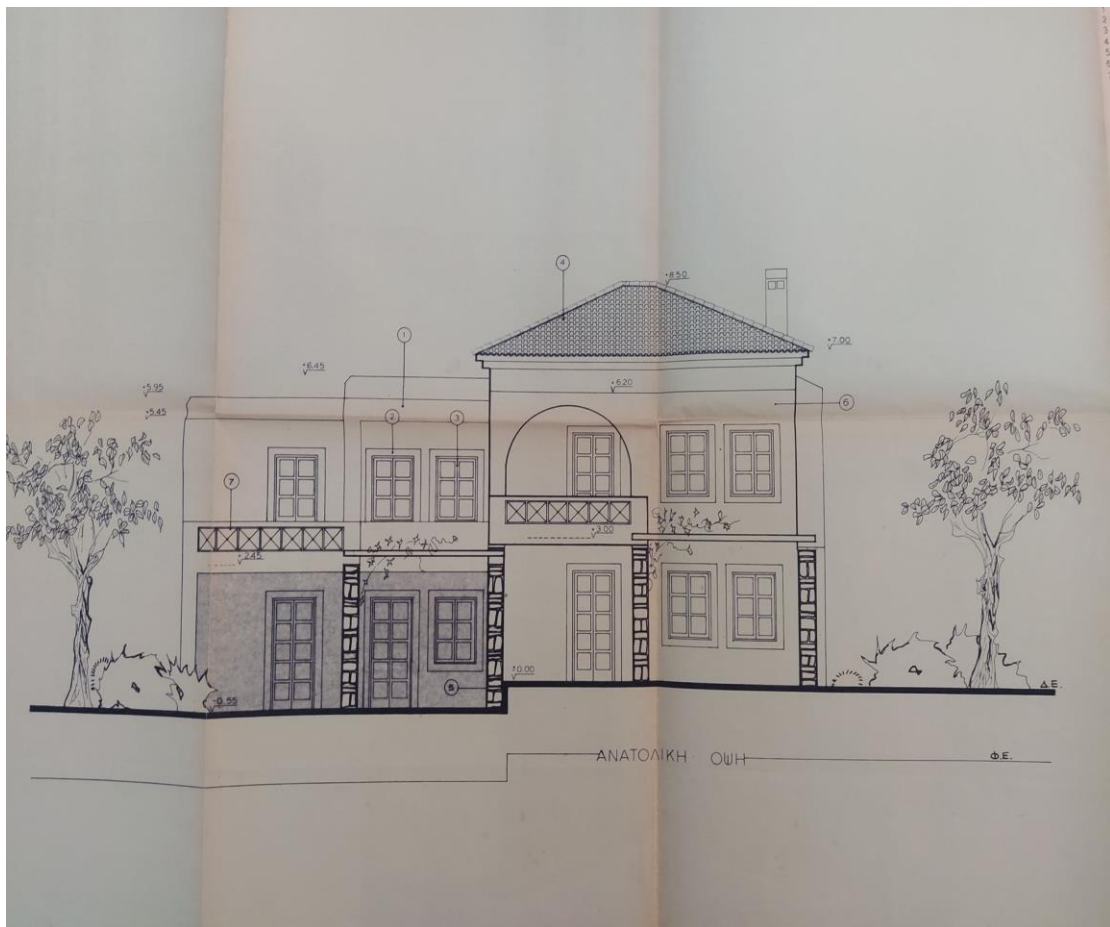
Εικόνα 5.5: Κάτοψη πρώτου ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου.



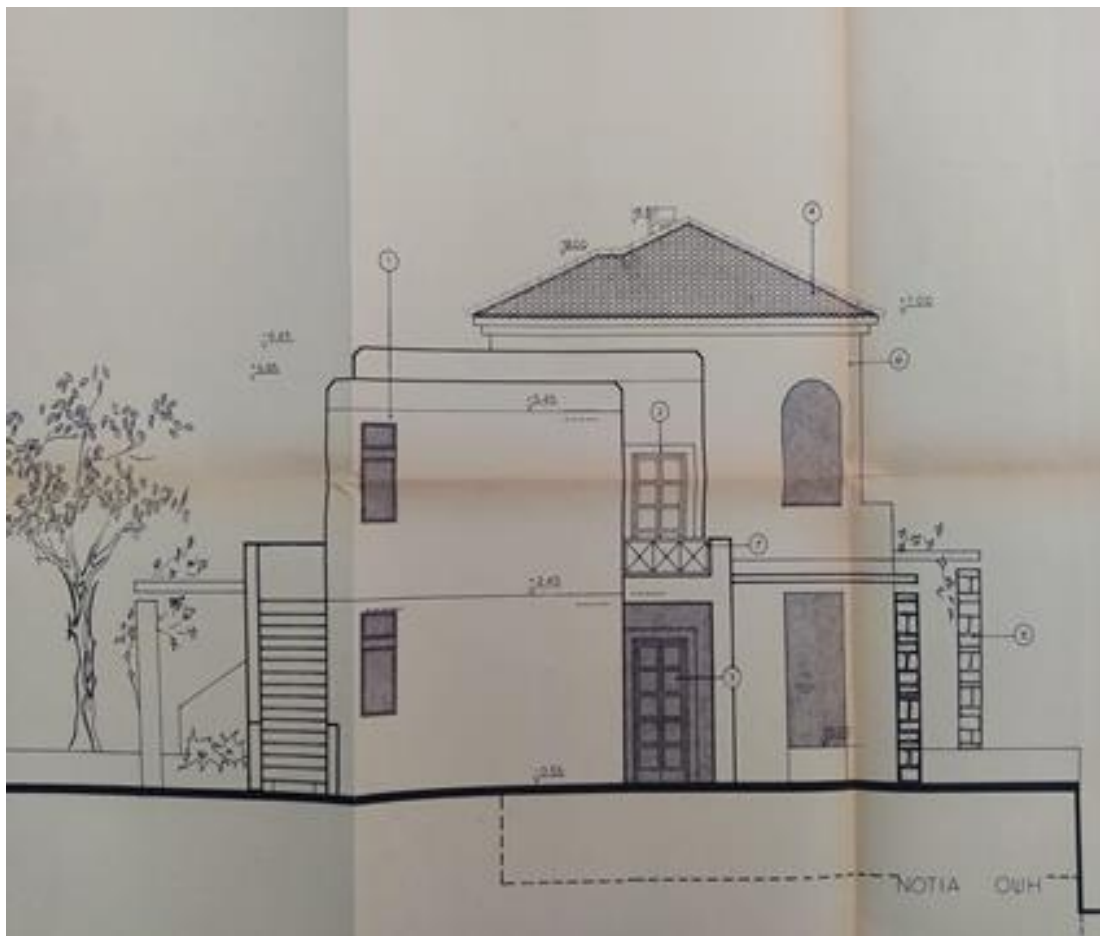
Εικόνα 5.6: κάτοψη οροφής εξεταζόμενου κτιρίου.



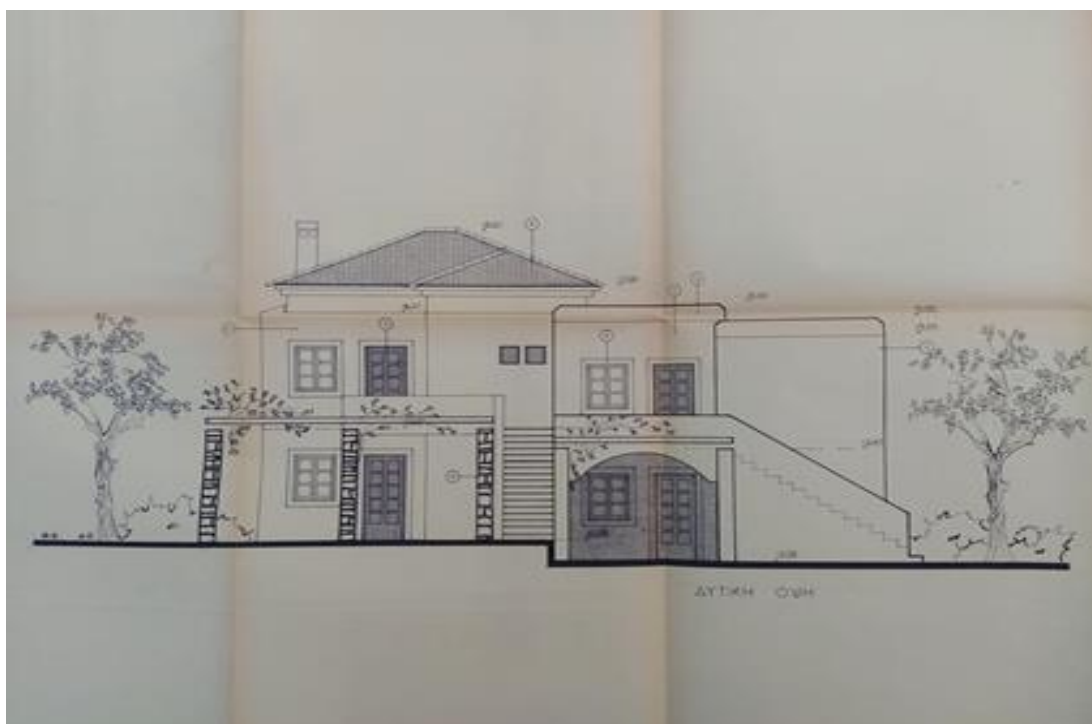
Εικόνα 5.7: Σχέδιο τομών εξεταζόμενου κτιρίου.



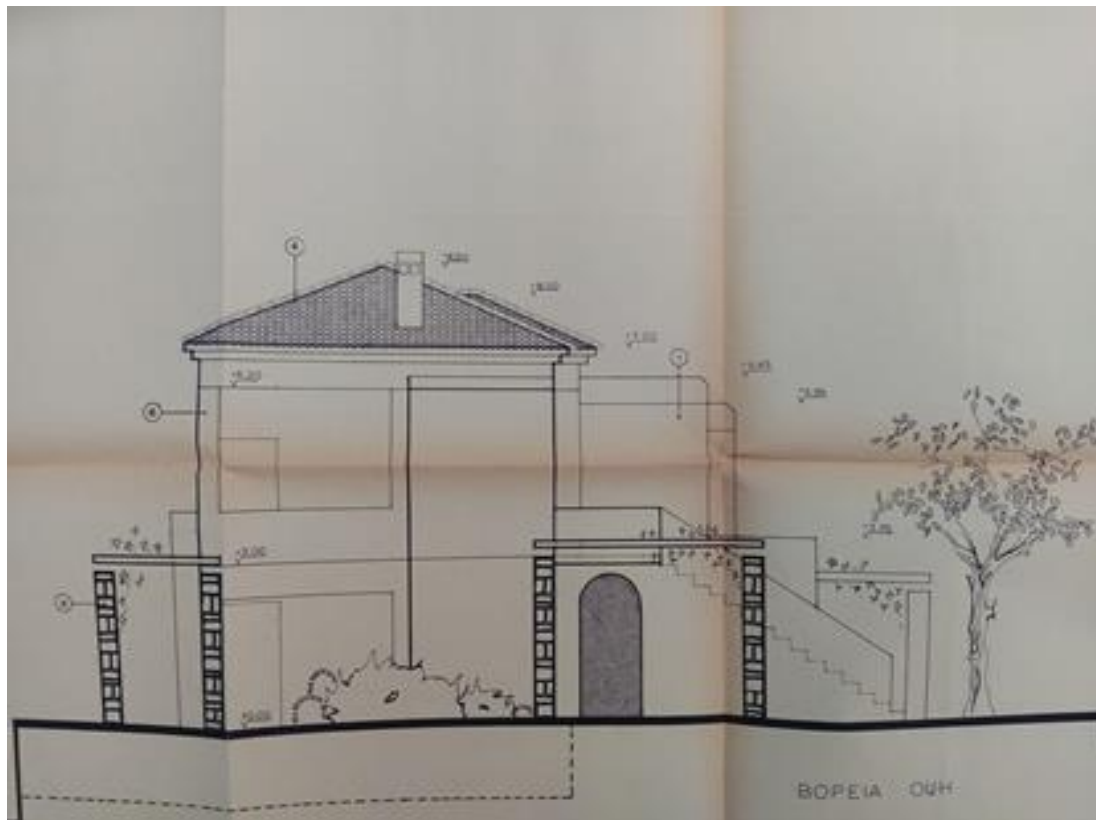
Εικόνα 5.8: Σχέδιο ανατολικής όψης εξεταζόμενου κτιρίου.



Εικόνα 5.9: σχέδιο Όψης Νότιας εξεταζόμενου κτιρίου.



Εικόνα 5.10: σχέδιο Όψης δυτικής εξεταζόμενου κτιρίου.



Εικόνα 5.11: σχέδιο βόρειας Όψης εξεταζόμενου κτιρίου.

Μελετώντας έτσι τα σχέδια , δημιουργείται ο πίνακας 5.1 [8] , όπου παρουσιάζει βασικά στοιχεία διαστάσεων του ξενοδοχείου και των επιφανειών του.

| Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτιρίου | |
|---|--|
| Συνολική επιφάνεια (m^2) : 292,42 | |
| Ωφέλιμη επιφάνεια (m^2) : 187,62 | |
| Ψυχόμενη επιφάνεια (m^2) : 187,62 | |
| Αριθμός ορόφων: 1 | |
| Συνολικός όγκος (m^3) : 1168,2 | |
| Ωφέλιμος όγκος (m^3) : 853,8 | |
| Ψυχόμενος όγκος (m^3) : 853,8 | |

| | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Ύψος τυπικού ορόφου (m) : 4,48 | Ύψος ισογείου (m): 3 |
| Έκθεση κτιρίου: | Εκτεθειμένο |
| Αριθμός θερμικών ζωνών: 1 | |
| Ζώνες τεχνητού φωτισμού: 2 | |
| Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 1 | |
| Αριθμός ηλιακών χώρων: 0 | |

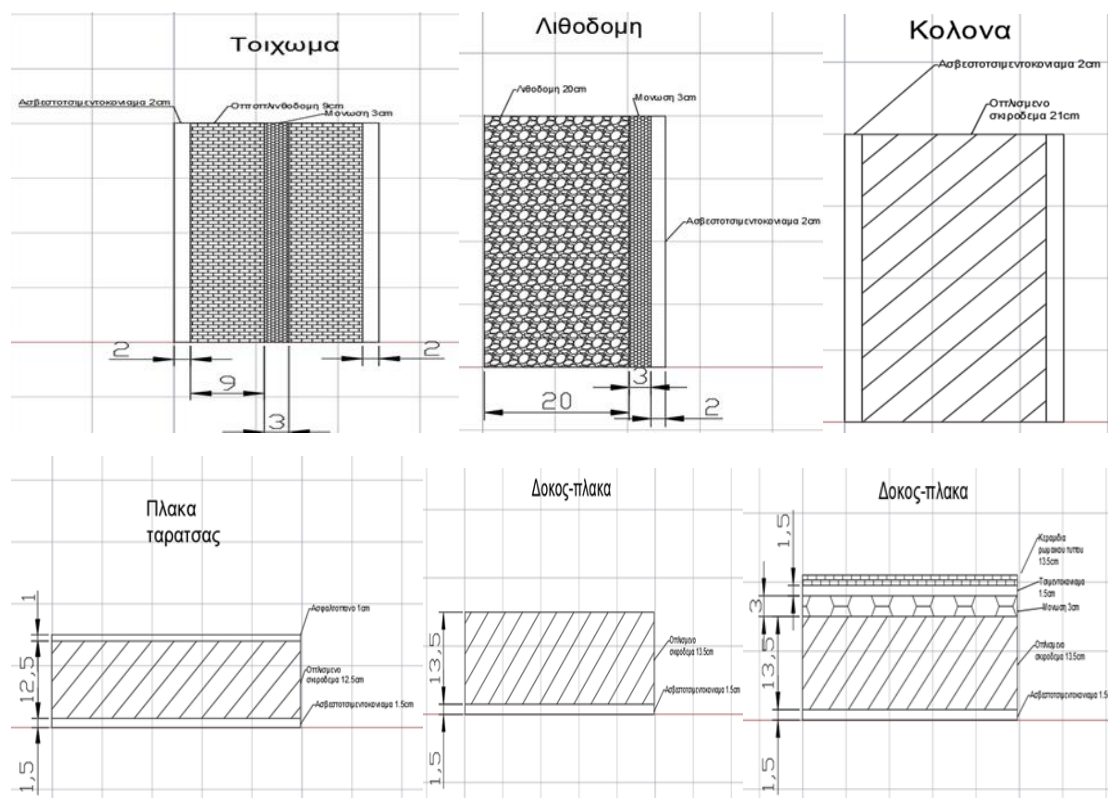
Πίνακας 5.1: Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία κτιρίου.

5.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Αδιαφανών Στοιχείων Του Κελύφους Του Κτηρίου.

Στην συνέχεια έχοντας τα δεδομένα που απαιτούνται για το μήκος πλάτος ύψος των στοιχείων που απαρτίζουν το κέλυφος του κτηρίου βιάση των παραπάνω σχεδίων ακολουθεί ένας συνοπτικός πίνακα ο οποίος αναγράφει το πάχος των στρώσεων των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους του εξεταζόμενου κτηρίου, τα οποία προκύπτουν από τις πληροφορίες του δόθηκαν από τον πολιτικό μηχανικό και απεικονίζονται στις παρακάτω τομές.

| Δομικά υλικά | Πάχος στρώσης δομικού υλικού σε m |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Λιθοδομή | 0,2 ή 0,4 |
| Ασβεστοκονίαμα | 0,02 |
| Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα | 0,015 ή 0,01 |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 0,21ή 0,135 ή 0,125 |
| Οπτόπλινθοι | 0,09 |
| Κεραμίδια ρωμαϊκού τύπου | 0,015 |
| Μόνωση | 0,03 |

Πίνακας 5.2: Πάχος δομικών υλικών.



Εικόνα 5.12: Τομές δομικών αδιαφανών δομικών υλικών.

Τέλος έχοντας αναφέρει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών στοιχείων του κτηρίου για τον υπολογισμό των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών του, δηλαδή τον συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε στοιχείου που απαρτίζει μια τοιχοποιία, μια σκεπή κ.λπ. θα πρέπει να γιομίζουμε την θερμική αντίσταση του υλικού π.Χ. οπτόπλινθου. Στην συνέχεια ακολουθεί συνοπτικός πίνακας με όλα τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους βάση της τεχνικής οδηγίας **TOTEE_20701-2_2017_TEE_1st_Edition**.

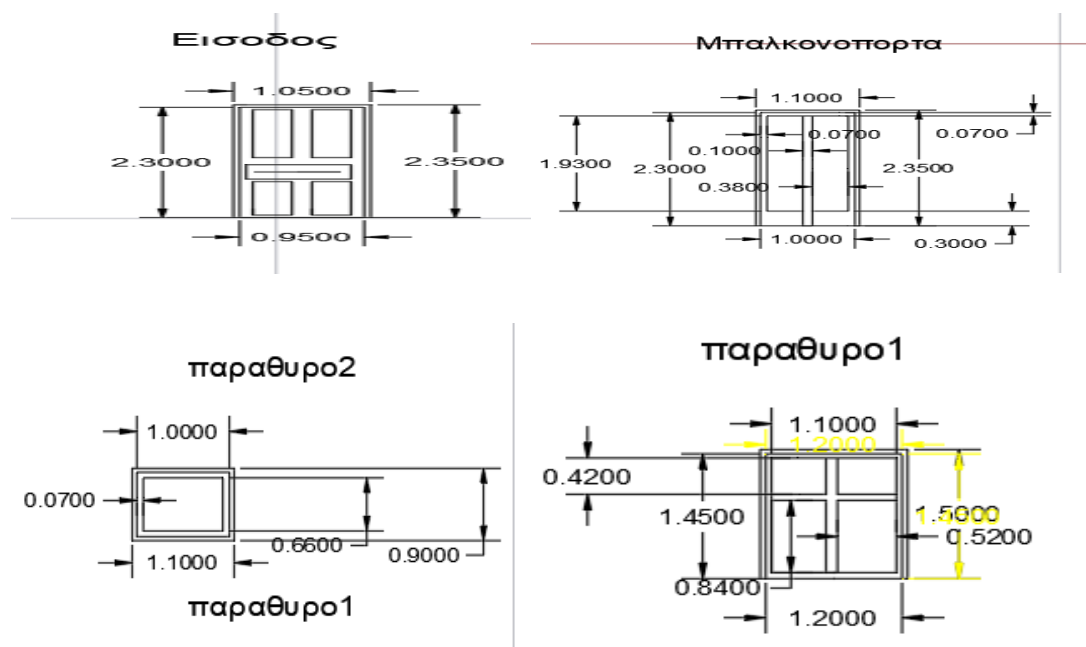
| Δομικά υλικά | Πυκνότητα ρ kg/m ³ | Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές Σχεδιασμού λ W/(m·K) | Ειδική θερμοχωρητικότητα c_p J/(kg·K) |
|--------------------------|------------------------------------|--|---|
| Λιθοδομή | 2000-2800 | 2,2 | 1000 |
| Ασβεστοκονίαμα | 1800 | 0,870 | 1000 |
| Ασβεστοτσιμεντο κονίαμα | 1800 | 0,870 | 1000 |
| Οπλισμένο σκυρόδεμα | 2400 | 2,5 | 1000 |
| Οπτόπλινθοι | 1200 | 0,490 | 1000 |
| Κεραμίδια ρωμαϊκού τύπου | - | 0,40 | - |
| Μόνωση | 13 | 0,033 | 840 |

Πίνακας 5.3 : Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Δομικών υλικών.

Ο παραπάνω πίνακας δείχνει τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που σε συνδυασμό με το πάχος d της στρώσης του κάθε υλικού μας καθιστά ικανούς να υπολογίσουμε την τιμή της θερμικής αντίστασης R και θερμοπερατότητας ανά αδιαφανές υλικό. Από τα σχέδια που μας παραδόθηκαν και παραθέσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο έχουμε την εικόνα για το πάχος d της στρώσης του κάθε υλικού για το κέλυφος του εξεταζόμενου κτιρίου.

5.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Διαφανών Στοιχείων Του Κελύφους Του Κτηρίου.

Μετάπειτα για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας, θα πρέπει να υπολογιστεί το εμβαδόν του υαλοπίνακα του ανοίγματος A_g , το εμβαδόν πλαισίου του ανοίγματος A_f , το μήκος της θερμογέφυρας που δημιουργείται μεταξύ του πλαισίου και του υαλοπίνακα, το συνολικό εμβαδόν του ανοίγματος, καθώς και του εξωφύλλου (παντζούρι). Παρακάτω, ακολουθούν εικόνες με τα ανοίγματα (αδιαφανή στοιχεία κελύφους) καθώς και ο πίνακας που αναφέρεται στα αποτελέσματα των παραπάνω εμβαδών και στα μήκη που χρειαζόμαστε για τον υπολογισμό της θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων.



Εικόνα 5.13: Αδιαφανή δομικά στοιχεία κελύφους κτιρίου προς εξέταση.

| Τύπος Ανοίγματος | Εμβαδόν σε m^2 Υαλοπίνακα A_g | Εμβαδόν σε m^2 Πλαισίου A_f | Μήκος σε m Θερμογέφυρας L_g | Συνολικό σε m^2 Εμβαδόν A_w |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Είσοδος | 0 | 2,3 | 0 | 2,3 |
| Μπαλκονόπορτα | 1,64 | 0,66 | 10,16 | 2,3 |
| Παράθυρο 1 | 1,13 | 0,41 | 7,74 | 1,54 |
| Παράθυρο 2 | 0,57 | 0,23 | 3,04 | 0,8 |

Πίνακας 5.4 : Υπολογισμοί εμβαδών κουφωμάτων (αδιαφανή δομικά στοιχεία).

Από τους πίνακες 3.8 , 3.9 ,3.10 και 3.12 της οδηγίας[4] **TOTEE_20701-1_2017_TEE_1st Edition** αντλούμε τις τιμές U_f , U_g , Ψ_g και R_{rb} αντίστοιχα. Παρακάτω , ακολουθεί ο πίνακας με τις σχετικές πληροφορίες που χρειαζόμαστε για τους υπολογισμούς της θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων.

| ΤΥΠΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ | U_g $(\frac{w}{m^2 k})$ | U_f $(\frac{w}{m^2 k})$ | Ψ_g $(\frac{w}{m k})$ | $r_{rb,rrb}$ | Ψ_{rb} |
|---------------------------|--|--|--|--|-------------|
| Πόρτα εισόδου | Χωρίς υαλοπίνακα 0 | Ξύλινο πλαίσιο 2,20 | Ξύλινο πλαίσιο Χωρίς επίστρωσ η χαμηλής εκπομπής 0,06 | Ξύλινα, Αεροστεγα νότητα εξώφυλλο Χαμηλή 0,12 | 0.5 |
| Μπαλκονόπορ τα | Μονός υαλοπίνακας 5,70 | Ξύλινο πλαίσιο 2,20 | Ξύλινο πλαίσιο Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής 0,06 | Ξύλινα, Αεροστεγα νότητα εξώφυλλο Χαμηλή 0,12 | 0.5 |
| Παράθυρο 1 | Μονός υαλοπίνακας 5,70 | Ξύλινο πλαίσιο 2,20 | Ξύλινο πλαίσιο Χωρίς επίστρωσ η χαμηλής εκπομπής 0,06 | Ξύλινα Αεροστεγα νότητα εξώφυλλο Χαμηλή 0,12 | 0.5 |
| Παράθυρο 2 | Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6mm 3,30 | Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm 3,50 | Μεταλλικ ό πλαίσιο με θερμοδιακ οπή Χωρίς επίστρωσ 0,08 | Αλουμινίου , Αεροστεγα νότητα εξώφυλλο Χαμηλή 0,09 | 0.5 |

Πίνακας 5.5: Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων κουφωμάτων .

5.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Ψύξης-Θέρμανσης.

Το σύστημα κλιματισμού είναι υπεύθυνο για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και για την κάλυψη των αναγκών του εξεταζόμενου κτιρίου σε ψύξη την θερινή περίοδο και σε θέρμανση κατά την χειμερινή . Στο σύστημα κλιματισμού επίσης εντοπίζονται οι μεγαλύτερες ανάγκες σε κατανάλωση ενέργειας και ως εκ τούτου αποτελούν μαζί με τον φωτισμό τις δυο μεγαλύτερες καταναλώσεις ενέργειας , οι οποίες θα απασχολήσουν σημαντικά την ενεργειακή ανάλυση. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να υπογραμμιστεί ότι κατά τον επιτόπιο έλεγχο καταφέραμε να καταγράψουμε σημαντικά δεδομένα μιας και υπήρχαν ταμπελάκια και manual πάνω στις κλιματιστικές μονάδες

Το ξενοδοχείο το οποίο εξετάζουμε και στο οποίο έγινε ο επιτόπιος έλεγχος του συστήματος ψύξης - θέρμανσης παρατηρήσαμε ότι διαθέτει σύστημα air condition . Πιο συγκεκριμένα , οι ανάγκες του κτιρίου σε ψύξη και θέρμανση καλύπτονται από 1 κλιματιστικό των 18000 btu , το οποίο βρίσκεται στο σαλόνι στο διαμέρισμα με την σοφίτα στον πρώτο όροφο , 3 κλιματιστικά των 12000 btu τα οποία βρίσκονται σε κάθε καθιστικό στα σαλόνια των διαμερισμάτων του ισόγειου , 1 του δεύτερου διαμερίσματος στον πρώτο όροφο και 4 κλιματιστικά των 9000btu τα οποία βρίσκονται 1 σε κάθε κρεβατοκάμαρα των διαμερισμάτων. Το σύστημα ψύξης - θέρμανσης δεν διαθέτει δίκτυο μεταφοράς θερμού ή ψυχρού αέρα μιας και οι κλιματιστικές μονάδες είναι τοπικού χαρακτήρα. Είναι αξιοπρόσεκτο ότι , σε κτίριο του τριτογενούς τομέα θα έπρεπε να υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού που στην προκειμένη περίπτωση δεν έχει προβλεφθεί.

Στην συνέχεια ακολουθεί φωτογραφικό υλικό και πίνακες με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των air condition τα οποία βρέθηκαν από τα manual του κατασκευαστή.



Εικόνα 5.14: Κλιματιστικά 12000 btu .



Εικόνα 5.15: Κλιματιστικό 18000 btu,9000 btu.

| Τύπος split | Ηλεκτρικ ή ισχύς | Θερμικ ή ισχύς | Εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOPEΣ | Μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOP | Τεμάχια | Ποσοστό κάλυψης θερμινό μενου χώρου |
|-------------|---------------------|-------------------|---|--|---------|---|
| 18000btu | 1.05KW | 4.2KW | 4 | 3.72 | 1 | 0,2 |
| 12000btu | 0.75 KW | 3.20KW | - | 4.26 | 3 | 0,4 |
| 9000btu | 0.65 KW | 2.6 KW | 4 | 3.72 | 4 | 0,4 |
| σύνολο | 5,9 | 24,2 | - | - | 8 | 1 |

Πίνακας 5.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα θέρμανσης.

| Τύπος split | Ηλεκτρική ισχύς | ψυκτική ισχύς | Εποχιακός βαθμός απόδοσης SEERES | Μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης SEER | Τεμάχια | Ποσοστό κάλυψης θερμαινόμενου χώρου |
|-------------|-----------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 18000btu | 1,23KW | 5.2KW | 7 | 4.2 | 1 | 0,2 |
| 12000btu | 0.64KW | 2.5KW | - | 3.91 | 3 | 0,4 |
| 9000btu | 0.68KW | 2.5KW | 6.1 | 3.66 | 4 | 0,4 |
| σύνολο | 5,87 | 22,7 | - | - | 8 | 1 |

Πίνακας 5.7:: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα ψύξης.

5.5 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Φωτισμού Του Κτηρίου.

Σε αυτό το κομμάτι του οπτικού ελέγχου που έγινε στο πλαίσιο της ενεργειακής ανάλυσης μελετάμε το σύστημα φωτισμού το οποίο έχει σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου του τριτογενή τομέα και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. θα πρέπει να μελετηθεί για να έχουμε πλήρη εικόνα. Για να έχουμε επαρκή στοιχεία των τεχνικών χαρακτηριστικών των λαμπτήρων και των φωτιστικών σωμάτων που λειτουργούν στην ξενοδοχειακή μονάδα, κατασκευάσαμε έναν πίνακα που αναγράφει τον αριθμό των λαμπτήρων αλλά και τα χαρακτηριστικά τους . Στην συνέχεια ακολουθεί φωτογραφικό υλικό και ο σχετικός πίνακας. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθούμε στο γεγονός ότι ο χειρισμός των φωτιστικών σωμάτων γίνεται χειροκίνητα από τοπικούς διακόπτες και έτσι κάθε διακόπτης είναι υπεύθυνος για ένα φωτιστικό σώμα η μια μικρή ομάδα φωτιστικών σωμάτων.

| Είδος χώρου | Αριθμός Δωματίων κτιρίου | Φωτιστικό σώμα αριθμός λαμπτήρων ανά φωτιστικό | Τύπος λαμπτήρα |
|---------------------|--------------------------|--|------------------|
| Θερμαινόμενος χώρος | Υπνοδωμάτια 5 | Φωτιστικά 1x1 | Τύπος λαμπτήρα γ |
| Θερμαινόμενος χώρος | Κουζίνα 4 | Φωτιστικά 1x1 | Τύπος λαμπτήρα γ |

| | | | |
|------------------------|--------------|---|--------------------------------------|
| Θερμαινόμενος χώρος | Καθιστικό 4 | Φωτιστικά 1x4 πολύφωτο | Τύπος λαμπτήρα α |
| Θερμαινόμενος χώρος | Διάδρομος 4 | Φωτιστικά 1x1 | Τύπος λαμπτήρα α |
| Θερμαινόμενος χώρος | Λουτρό 4 | Φωτιστικά 1x2 απλικά | Τύπος λαμπτήρα β |
| Μη Θερμαινόμενος χώρος | Είσοδος 4 | Φωτιστικά 1x1 απλικά Φωτιστικά 2x1 χελώνες | Τύπος λαμπτήρα γ Τύπος λαμπτήρα γ |
| Μη Θερμαινόμενος χώρος | Μπαλκόνι 4 | Φωτιστικά 2x1 απλικά | Τύπος λαμπτήρα γ |
| Μη Θερμαινόμενος χώρος | Αποθήκες 2 | Φωτιστικά 1x1 | Τύπος λαμπτήρα γ |
| Μη Θερμαινόμενος χώρος | Λεβητοστάσιο | Φωτιστικά 2x1 | Τύπος λαμπτήρα γ |
| Μη Θερμαινόμενος χώρος | Διάδρομος | Φωτιστικά 3x1 Φωτιστικά 2x1 χελώνες | Τύπος λαμπτήρα γ Τύπος λαμπτήρα γ |
| Μη Θερμαινόμενος χώρος | Ταμπέλα | Φωτιστικά 2x1 | Τύπος λαμπτήρα δ |

Πίνακας 5.8 : Κατανομή τύπων λαμπτήρων στο χώρο του εξεταζόμενου κτιρίου.

| Τύπος λαμπτήρα | Ισχύς εισόδου watt | Ισχύς εξόδου lm | Ποσοστό κάλυψης θερμαινόμενου χώρου % |
|------------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Τύπος λαμπτήρα α | 6 | 500 | 61,27 |
| Τύπος λαμπτήρα β | 12 | 1055 | 10,18 |
| Τύπος λαμπτήρα γ | 20 | 1800 | 28,55 |

| Τύπος λαμπτήρα | Ισχύς εισόδου watt | Ισχύς εξόδου lm | Ποσοστό κάλυψης μη θερμαινόμενου χώρου % |
|------------------|--------------------|-----------------|--|
| Τύπος λαμπτήρα α | 6 | 500 | - |
| Τύπος λαμπτήρα β | 12 | 1055 | - |
| Τύπος λαμπτήρα γ | 20 | 1800 | 100 |

Πίνακας 5.9: Τεχνικά χαρακτηριστικά λαμπτήρων .



Εικόνα 5.16: Τύποι λαμπτήρων α ,β, γ, αντίστοιχα .

5.6 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Z.N.X.

Άλλο ένα σημαντικό φορτίο το οποίο θα πρέπει να συμπεριληφθεί στην ενεργειακή ανάλυση, είναι ο έλεγχος των χαρακτηριστικών του συστήματος ζεστού νερού χρήσης ή Z.N.X και ιδιαίτερα στον τριτογενή τομέα στον οποίο παρατηρούνται σημαντικές ανάγκες σε ζεστό νερό. Το αναφερόμενο κτίριο διαθέτει ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες του μοντέλου : Θερμοσίφωνα 80lt 4kW σε κάθε διαμέρισμα , τοποθετημένους κάθετα στον χώρο του διαδρόμου έτσι ώστε να μην υπάρχουν σημαντικές θερμικές απώλειες από τα τοιχώματα του boiler του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα, αφού βρίσκονται σε εσωτερικό χώρο . Παράλληλα , το δίκτυο μεταφοράς βρίσκεται επίσης στο εσωτερικό του κτιρίου εντοιχισμένο και καθώς το μήκος του δεν είναι αξιόλογο , δεν παρατηρούνται σημαντικές απώλειες ενέργειας ούτε σε αυτό το σημείο και έτσι δεν κρίνεται αναγκαία η μόνωση των σωληνώσεων . Παρακάτω ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος.

| Τεχνικά χαρακτηριστικά | Τιμές |
|---|--------------------|
| Χωρητικότητα (lt) | 80 |
| Ηλεκτρική ισχύς (W) | 3700 |
| Τάση λειτουργίας (v) | 230 |
| Μέγιστη πίεση λειτουργίας (bar) | 10 |
| Θερμοστάτης (C) | 30- 80 |
| βάρος άδειο (Kg) | 26 |
| Βαθμός προστασίας | IP23 |
| Ενδεικτικός χρόνος θέρμανσης (ΔT 45 C) | 1 ώρα και 13 λεπτά |

Πίνακας 5.10: Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος Z.N.X .



Εικόνα 5.17: Θερμοσίφωνα εξεταζόμενου κτηρίου.

6. Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε όλους του υπολογισμού βάση των μαθηματικών τύπων που αναλύσαμε στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας και βάση των δεδομένων που έχουμε στα χέρια μας να υπολογίσουμε όλες τις παραμέτρους που χρζίζομαστε για να εισάγουμε στο λογισμικό υπολογισμού της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτηρίου για τις ανάγκες της ενεργειακής ανάλυσης. Στις επόμενες ενότητες ακολουθούν όλοι οι υπολογισμοί οι οποίοι αφορούν το κέλυφος του κτηρίου, τα ηλεκτρομηχανολογικά μέρη του κτηρίου καθώς και τα σενάρια εμβάσεων τόσο για την μετατροπή του κτηρίου σε κτήριο μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος.

6.1 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Κέλυφος Του Κτηρίου (Αδιαφανή).

Το πρώτο βήμα για την επίτευξη μιας σωστής ενεργειακής ανάλυσης είναι η μελέτη του κελύφους του κτιρίου για να εντοπίσουμε την θερμότητα που ανταλλάσσει με το περιβάλλον, βρίσκοντας το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{\text{μέσο}}$ του κελύφους. Άρα θα μπορέσουμε να εντοπιστεί και η ενέργεια που χάνεται από το σύστημα ψύξης θέρμανσης μέσω της θερμότητας που ανταλλάσσει το κτήριο με το περιβάλλον του όπως είδαμε και στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας. Για τον πιο εύκολο υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε υλικού του κελύφους του κτηρίου θα πρέπει να χωρίσουμε τους υπολογισμούς σε δύο κατηγορίες : τα διαφανή και τα αδιαφανή στοιχεία του κελύφους . Πιο αναλυτικά , θα πρέπει να χωριστούν στα διαφανή, που αφορούν τα μέρη του κελύφους όπως είναι τα ανοίγματα (πόρτες , παράθυρα, μπαλκονόπορτες) και τα αδιαφανή που αφορούν την τοιχοποιία (λιθοδομή , ασβεστοκονιάματα , οπλισμένο σκυρόδεμα, μόνωση , κ.λπ.). Σιφόνια με την μεθοδολογία πρώτα θα υπολογιστεί η **θερμική αντίσταση R** του κάθε στρώσης ενός στοιχείου, αντλώντας στοιχεία από τον **Πίνακα 5.3** για τον Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας βάση Τιμών Σχεδιασμού λ $W/(m \cdot K)$, του **πίνακα 5.2** για το πάχος της κάθε στρώσης υλικού και από την **σχέση 1** υπολογίζουμε το **R**.

$$R = \frac{d}{\lambda} \left(\frac{m^2 K}{W} \right) \quad (4-1)$$

Στην συνέχεια γνωρίζοντας την **θερμική αντίσταση R** της κάθε στρώσης και βάση της **σχέσης 3** και **4** μπορούμε να υπολογίσουμε το **R_{ολ}** του **δομικού στοιχείου** (τοιχοποιία) αντλώντας δεδομένα από τον **Πίνακα 6.1**.

$$R_{ολ, min} = R_i + R_1 + \dots + \frac{1}{\frac{f_a}{R_{k,a}} + \frac{f_b}{R_{k,b}}} + \dots + R_n + R_a \quad \left(\frac{m^2 K}{W} \right) \quad (4-3)$$

$$R_{ολ,max} = \frac{1}{\frac{f_a}{R_i+R1+..+R_{k,a}+R_n+R\alpha} + \frac{f_b}{R_i+R1+..+R_{k,b}+R_n+R\alpha}} \left(\frac{m^2 k}{w}\right) \quad (4-4)$$

$$R_{ολ} = \frac{R_{ολ,max} + R_{ολ,min}}{2} \left(\frac{m^2 k}{w}\right) \quad (4-2)$$

| Δομικό στοιχείο | Συντελεστές θερμικής μετάβασης | |
|---|---|--|
| | R_i $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ | R_α $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ |
| Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα) | 0,13 | 0,04 |
| Τοίχος σε επαφή με έδαφος | 0,13 | 0,00 |
| Στέγη, δάμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας) | 0,10 | 0,04 |
| Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας) | 0,1 | 0,1 |
| Δάπεδο πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας) | 0,17 | 0,17 |
| Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος | 0,17 | 0,00 |

Πίνακας 6.1 : Συντελεστές θερμικής μετάβασης Δομικό στοιχείων

Τέλος έχοντας τις τιμές του $R_{ολ}$ και με την βοήθεια της σχέσης 5 μπορούμε να υπολογίσουμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ενός αδιαφανούς στοιχείου του κελύφους U. Στην συνέχεια ακολουθεί ο συγκεντρωτικός πίνακας 6.2 ο οποίος μας δείχνει όλα τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών.

$$U = \frac{1}{R_{ολ}} \left(\frac{w}{m^2 k}\right) \quad (4-5)$$

| Αδιαφανείς δομικά στοιχεία κτιρίου | Συντελεστές θερμοπερατότητας U $\left(\frac{w}{m^2 k}\right)$ | $R_{ολ,max}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ | $R_{ολ,min}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ | $R_{ολ}$ $\left(\frac{m^2 k}{w}\right)$ |
|---|--|--|--|--|
| Τοιχοποιία οπτόπλινθοι η οποία βρίσκεται στο έδαφος | 0,66 | 1,29 | 1,74 | 1,52 |
| Τοιχοποιία οπτόπλινθοι σε επαφή με εξω. Περιβάλλον | 0,59 | 1,60 | 1,78 | 1,69 |
| Τοιχοποιία λιθοδομή η οποία βρίσκεται στο έδαφος | 0,77 | 1,27 | 1,34 | 1,31 |

| | | | | |
|---|------|-------|-------|-------|
| Τοιχοποιία λιθοδομή σε επαφή με εξω. Περιβάλλον | 0,74 | 1,31 | 1,385 | 1,35 |
| Κολώνα η οποία βρίσκεται στο έδαφος | 3,37 | 0,26 | 0,344 | 0,297 |
| Κολώνα σε επαφή με εξω. Περιβάλλον | 2,92 | 0,30 | 0,374 | 0,342 |
| Πλάκα με κεραμίδια | 0,85 | 1,15 | 1,19 | 1,17 |
| Πλάκα σε επαφή με εξω. Περιβάλλον | 4,13 | 0,22 | 0,264 | 0,242 |
| Δάπεδο το οποίο βρίσκεται στο έδαφος | 3,64 | 0,25 | 0,3 | 0,275 |
| Δάπεδο το οποίο βρίσκεται σε επαφή με μη θερμ. Χώρο | 2,23 | 0,423 | 0,473 | 0,448 |

Πίνακας 6.2: Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου.

6.2 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Κελύφους Του Κτηρίου (Διαφανή Στοιχεία).

Σε αυτό το σημείο θα γίνει ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των διαφανών στοιχείων στο κελύφος του κτιρίου, τα διαφανή μέρη του κτιρίου θεωρούνται όλα τα ανοίγματα δηλαδή πόρτες, παράθυρα, μπαλκονόπορτες. Στην ξενοδοχειακή μονάδα που γίνεται η επιθεώρηση έχουμε τέσσερις τύπους ανοιγμάτων. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη κατηγορία είναι οι πόρτες εισόδου στα διαμερίσματα και τον μη θερμαινόμενο χώρο, οι οποίες είναι στη δυτική όψη του κτιρίου και αποτελούνται από ξύλινη επιφάνεια χωρίς κάποιο υαλοπίνακα. Η δεύτερη κατηγορία είναι οι μπαλκονόπορτες, οι οποίες βρίσκονται στην ανατολική όψη του κτιρίου και αποτελούνται από ξύλινο πλαίσιο με μονό υαλοπίνακα ενώ εξωτερικά διαθέτουν προστατευτικά φύλλα (παντζούρια) τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως τις νυχτερινές ώρες έχοντας χαμηλή αεροστεγανότητα λόγω των οπών που διαθέτουν. Η επόμενη κατηγορία είναι τα παράθυρα 1 τα οποία συναντώνται τόσο στην δυτική όσο και στην ανατολική όψη του κτιρίου, τα οποία έχουν ξύλινο πλαίσιο με μονό υαλοπίνακα και παντζούρια. Τέλος, τα παράθυρα 2 είναι η τελευταία κατηγορία ανοιγμάτων, τα οποία είναι στα μπάνια του ξενοδοχείου και τα συναντάμε στην δυτική και νότια όψη του κτιρίου, αυτά αποτελούνται από πλαίσιο αλουμινίου με διπλό υαλοπίνακα με θερμοδιακοπή. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας για τα διαφανοί μέρη του κτηρίου του κελύφους γίνεται σύμφωνα με την μεθοδολογία με την βοήθεια των μαθηματικών **σχέσεων 6** αντικαθιστώντας τα γεωμετρικά στοιχεία που λαμβάνουμε από Πίνακας 5.4 και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων από **Πίνακας 5.5**.

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + L_g \times \Psi_g}{A_w} \quad \left(\frac{w}{m^2 k} \right) \quad (4-6)$$

Επίσης λόγω της υπαρχής των παντζουριών με την βοήθεια των σχέσεων 7, 8 μπορούμε να υπολογίσουμε τον διορθωμένο συντελεστή θερμοπερατότητας όπου υπάρχουν παντζούρια.

$$U_{w,rb} = \frac{1}{\frac{1}{U_w} + R_{rb}} \quad \left(\frac{m^2 k}{w} \right) \quad (4-7)$$

$$U_{w,διορθ.} = U_w (1 - f_{rb}) + U_{w,rb} f_{rb} \left(\frac{m^2 k}{w} \right) \quad (4-8)$$

Έχοντας όλα τα δεδομένα (εμβαδόν , θερμοπερατότητα) μπορούμε να υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων .Στην συνέχεια, ακολουθεί ο πίνακας με τους σχετικούς υπολογισμούς.

| Τύπος ανοίγματος | Ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος U_w | Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με τα εξωτερικά φύλλα σε κλειστή θέση $U_{w,rb}$ |
|------------------|---|--|
| Είσοδος | $((0 + 2.3 \times 2.2 + 0) / 2.3 = 2.2$ | ίδιο (δεν διαθέτει εξωτερικό φύλλο) |
| Μπαλκονόπορτα | $((0.66 \times 2.2) + (1.64 \times 5.70) + (10.16 \times 0.06) / (2.2 + 1.64) = 2.97$ | $1 / ((1 / 2,97) + 0,12) = 2,19$ |
| Παράθυρο 1 | $((0.41 \times 2.2) + (1.64 \times 5.7) + (7.74 \times 0.06) / (0.41+1.64) = 5.23$ | $1 / ((1 / 5,23) + 0,12) = 4,22$ |
| Παράθυρο 2 | $((0,23 \times 3,5) + (0,57 \times 3,3) + (3,04 \times 0,08) / (0,23+0,57) = 3,66$ | ίδιο (δεν διαθέτει εξωτερικό φύλλο) |

Πίνακας 6.3: Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου.

6.3 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Κελύφους Του Κτηρίου ανα όψη.

Αφού έχουμε υπολογίσει τους συντελεστές θερμοπερατότητας διάφανων και αδιαφανών δομικών στοιχείων θα προχωρήσουμε στους υπολογισμούς ανά όψη, έτσι ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου. Αναλυτικότερα, αφού υπολογίσαμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας ανά δομικό στοιχείο, τα αποτελέσματα των οποίων βρίσκονται στους πίνακες 6.2 και 6.3 στις παραπάνω ενότητες, θα βρούμε το εμβαδόν του κάθε δομικού στοιχείου ανά όψη και ως εκ τούτου θα βρούμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας ανά όψη μέσω του παρακάτω μαθηματικής σχέσης:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n U_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \left(\frac{W}{m^2 K} \right) \quad (4-9)$$

Στην συνέχεια ακολουθούμε δυο παραδείγματα υπολογισμών του συντελεστή θερμοπερατότητας ανα όψη.

Πρώτος όροφος βόρεια όψη:

$$A \text{ ανοιγμάτων} = 0 \text{ m}^2$$

$$U \text{ ανοιγμάτων} = 0 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

$$A \text{ τοιχοποιία οπτόπλινθοι σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 19,5 \text{ m}^2$$

$$U \text{ τοιχοποιία οπτόπλινθοι σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 0,59 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

$$A \text{ κολώνα σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 1,812 \text{ m}^2$$

$$U \text{ κολώνα σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 2,92 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

$$A \text{ τοιχοποιία λιθοδομή σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 1,45 \text{ m}^2$$

$$U \text{ τοιχοποιία λιθοδομή σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 0,74 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

$$A \text{ Σύνολο} = 22,762 \text{ m}^2$$

$$U \text{ μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας} = 0,79 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

Πρώτος όροφος νότια όψη:

$$A \text{ ανοιγμάτων παράθυρο 2} = 0,57 \text{ m}^2$$

$$U \text{ ανοιγμάτων παράθυρο 2} = 3,55 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

$$A \text{ τοιχοποιία οπτόπλινθοι σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 17,76 \text{ m}^2$$

$$U \text{ τοιχοποιία οπτόπλινθοι σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 0,59 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

$$A \text{ κολώνα σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 1,81 \text{ m}^2$$

$$U \text{ κολώνα σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον} = 2,92 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

A τοιχοποιία λιθοδομή σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον= 0 m^2

U τοιχοποιία λιθοδομή σε επαφή με εξωτ. περιβάλλον= $0,74 \left(\frac{\text{w}}{\text{m}^2 \text{ k}}\right)$

A Σύνολο= $20,14 \text{ m}^2$

U Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας = $0,8875 \left(\frac{\text{w}}{\text{m}^2 \text{ k}}\right)$

Τέλος, κλείνοντας αυτή την ενότητα έχοντας αναλύσει στο κομμάτι της μεθοδολογίας των τρόπο υπολογισμού της θερμικής αντίστασης του μη αεριζόμενου αέρα ε, της γωνία αζιμούθιου επιφάνειας γ, της γωνίας β προσανατολισμό των δομικών στοιχείων και την απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας α των επιφανειών των δομικών στοιχείων μπορούμε να συμπληρώσουμε τον παρακάτω πίνακα ο οποίος αναφέρονται στα συγκεντρωτικά αποτελέσματα που υπολογίστηκαν σε αυτήν την ενότητα και αφορούν τα δομικά στοιχεία του κελύφους.

| Χώρος | Όροφος | Όψη | A m^2 | U Μέσο $\left(\frac{\text{w}}{\text{m}^2 \text{ k}}\right)$ | ε | γ | β | α |
|---------------|------------------|-----------------|-----------------|--|------|-----|----|-----|
| θερμαινόμενος | 1 | Νότια | 20,14 | 0,8875 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 34,202 | 1,361 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 54,87 | 1,1425 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 22,762 | 0,79 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| | | Κεκλιμένη οροφή | 92,04 | 2,49 | 0,8 | 0 | 0 | 0,6 |
| | ΙΣΟΓΕΙΟ | Νότια | 20,14 | 0,8875 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 34,202 | 1,361 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 54,87 | 1,1425 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 22,762 | 0,79 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| | Μη θερμαινόμενος | ΥΠΟΓΕΙΟ | Πλάκας ισογείου | 92,04 | 4,46 | 0,8 | 0 | 180 |
| Νότια | | | 22,79 | 0,491 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |

| | | | | | | | | |
|--|--|----------------|-------|------|-----|-----|-----|-----|
| | | Ανατολική | 54,45 | 0,40 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 56,3 | 0,52 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 21,00 | 0,45 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| | | Πλάκα υπογείου | 104,8 | 2,82 | 0,8 | 0 | 180 | 0,4 |

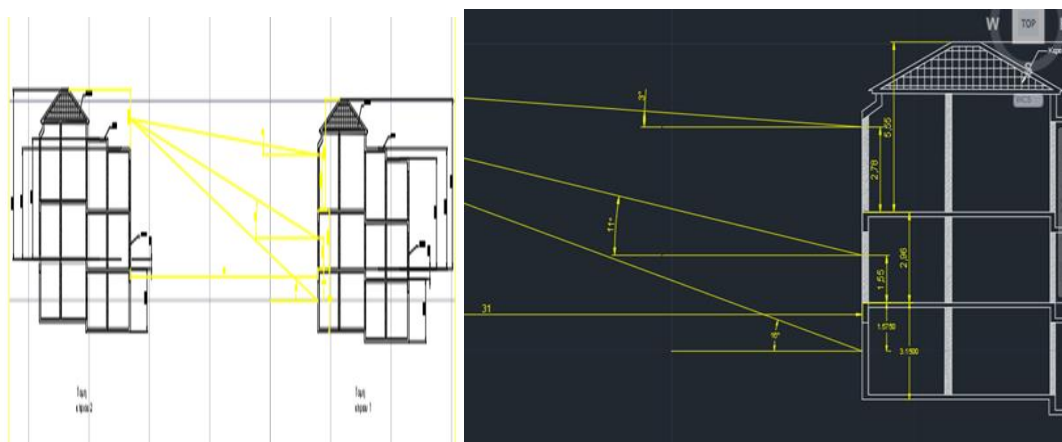
Πίνακας 6.4 : Εμβαδών και μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανα όψη.

Άλλο ένα σημαντικό στοιχείο για τον υπολογισμό της ενεργειακής συμπεριφοράς της ξενοδοχειακής μονάδας είναι ο υπολογισμός του συντελεστή σκίασης ο οποίος υποδηλώνει όπως είδαμε και στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας το χρονικό διάστημα που ένα δομικό στοιχείο σκιάζεται. Οι κατηγορίες σκιάσεων είναι τρεις (3) όπως ψένονται στην συνέχεια έτσι για τις παραπάνω περιπτώσεις έχουμε τους εξής συντελεστές σκίασης:

- Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} για περίοδο ψύξης και θέρμανσης.
- Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov} για περίοδο ψύξης και θέρμανσης.
- Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} για περίοδο ψύξης και θέρμανσης.

Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} .

Ο συντελεστής σκίασης ορίζοντα έχει να κάνει με την σκίαση των δομικών στοιχείων στην βόρεια όψη του κτιρίου όπου σχηματίζεται από την σκιά που δημιουργεί ένα κτίριο 31 μετρά μακριά από το ξενοδοχείο και ύψους 8,51 μετρά όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα. Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας αποτελεσμάτων για τους συντελεστές.



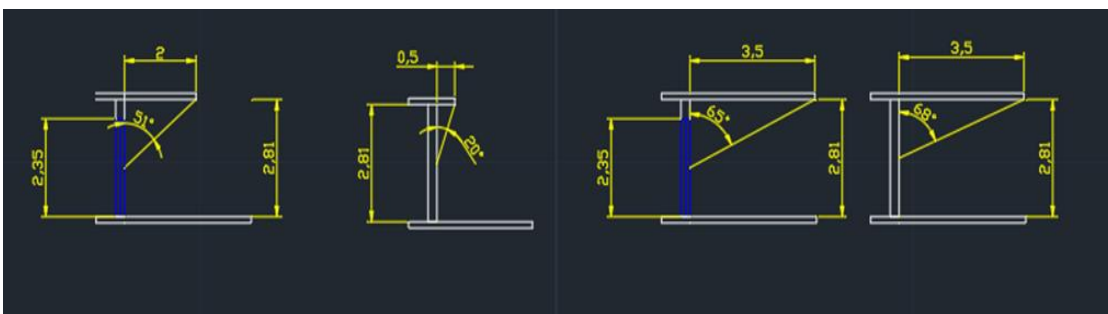
Εικόνα 6.1 : Σχέδιο για τον υπολογισμό της γωνίας α του συντελεστή σκίασης από ορίζοντα F_{hor} .

| Όροφος | Γωνία α | F_{hor} θέρμανση | F_{hor} ψύξη |
|---------|---------|--------------------|----------------|
| Υπόγειο | 16 | 1 | 0,8925 |
| Ισόγειο | 11 | 1 | 0,915 |
| Πρώτος | 3 | 1 | 0,976 |

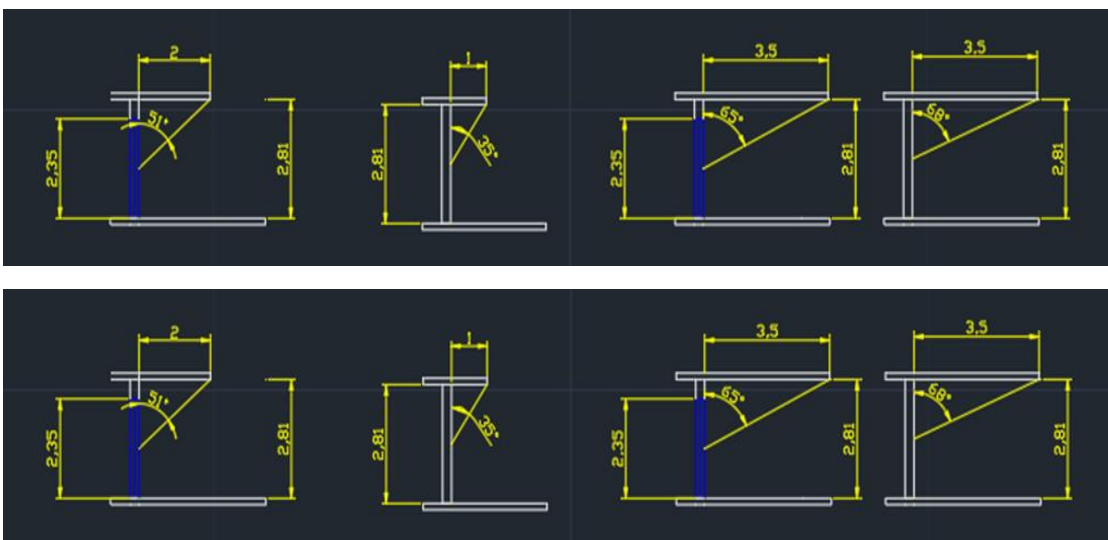
Πίνακας 6.5: Συντελεστής σκίασης ορίζοντα για δομικά στοιχεία (κέλυφος τοιχοποιία) βόρειας όψης κτιρίου.

Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov} .

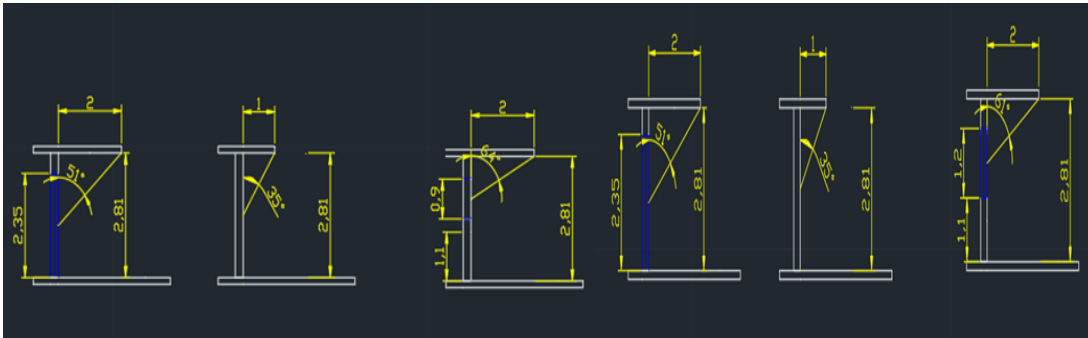
Όπως αναφέραμε και στην μεθοδολογία Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov} είναι ο συντελεστής σκίασης που δημιουργείται από την σκιά που προκαλείται από οριζόντια εμπόδια του ίδιου του εξεταζόμενου κτιρίου δηλαδή από οριζόντιες προεξοχές (π. χ προεξοχή μπαλκονιού πάνω ορόφου) που βρίσκονται από το ίδιο το εξεταζόμενο κτίριο και σκιάζουν τα κάθετα δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτιρίου. Βάση των παρακάτω σχημάτων αλλά και από τους πίνακες της TOTTE που αναφέρθηκαν στην μεθοδολογία υπολογίζουμε μεσώ την γωνίας β τον **Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}** το αποτέλεσμα τα του οποίο φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.



Εικόνα 6.2 : Τομή δομικών στοιχείων μπαλκονόπορτας, τοιχοποιίας ανατολικής όψης πρώτου ορόφου.



Εικόνα 6.3: Τομή δομικών στοιχείων μπαλκονόπορτας, τοιχοποιίας ανατολικής όψης ισογείου διαμερίσματος 1, 2.



Εικόνα 6.4 : Τομή δομικών στοιχείων πόρτας εισόδου, τοιχοποιίας δυτικής όψης ισογείου διαμερίσματος 1, 2.

Καθώς η κάμαρα του πρώτου ορόφου στο διαμέρισμα 4 καταλαμβάνει το 25% της επιφάνειας της νοτιάς όψης του ορόφου γίνεται αντιληπτό ότι το μέσο ύψος του προβόλου στην αντίστοιχη τοιχοποιία είναι 2 μέτρα* 0, 25 άρα 0, 5 μετρά. Το ίδιο ισχύει και στους προβόλους της ανατολικής και δυτικής όψης του ισογείου για τις αντίστοιχες τοιχοποιίες μόνο που σε αυτήν την περίπτωση είναι 05* 2 μετρά άρα 1 μέτρο μήκος προβόλου. Στην συνέχεια ακολουθούν οι πίνακες για κάθε προσανατολισμό με τις τιμές του Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov} .

| Όροφος | γωνία β | F_{ov} Θέρμανση | F_{ov} Ψύξη | Όροφος | γωνία β | $F_{ov} \cdot$ Θέρμανση | $F_{ov} \cdot$ Ψύξη |
|--------------------------|---------|-------------------|---------------|--------------------------|---------|-------------------------|---------------------|
| Πρώτος μπαλκονό πορτα 1 | 51 | 0,656 | 0,575 | ισόγειο μπαλκονό πορτα 2 | 65 | 0,50 | 0,43 |
| Πρώτος τοιχοποιία 1 | 20 | 0,88 | 0,85 | ισόγειο τοιχοποιία 2 | 68 | 0,466 | 0,4 |
| Πρώτος μπαλκονό πορτα 2 | 65 | 0,5 | 0,43 | ισόγειο μπαλκονό πορτα 3 | 51 | 0,656 | 0,575 |
| Πρώτος τοιχοποιία 2 | 68 | 0,466 | 0,4 | ισόγειο τοιχοποιία 3 | 35 | 0,78 | 0,72 |
| Ισόγειο μπαλκονό πορτα 1 | 51 | 0,656 | 0,575 | ισόγειο μπαλκονό πορτα 4 | 65 | 0,50 | 0,43 |

| | | | | | | | |
|----------------------|----|------|------|----------------------|----|-------|-----|
| Ισόγειο τοιχοποιία 1 | 35 | 0,78 | 0,72 | ισόγειο τοιχοποιία 4 | 68 | 0,466 | 0,4 |
|----------------------|----|------|------|----------------------|----|-------|-----|

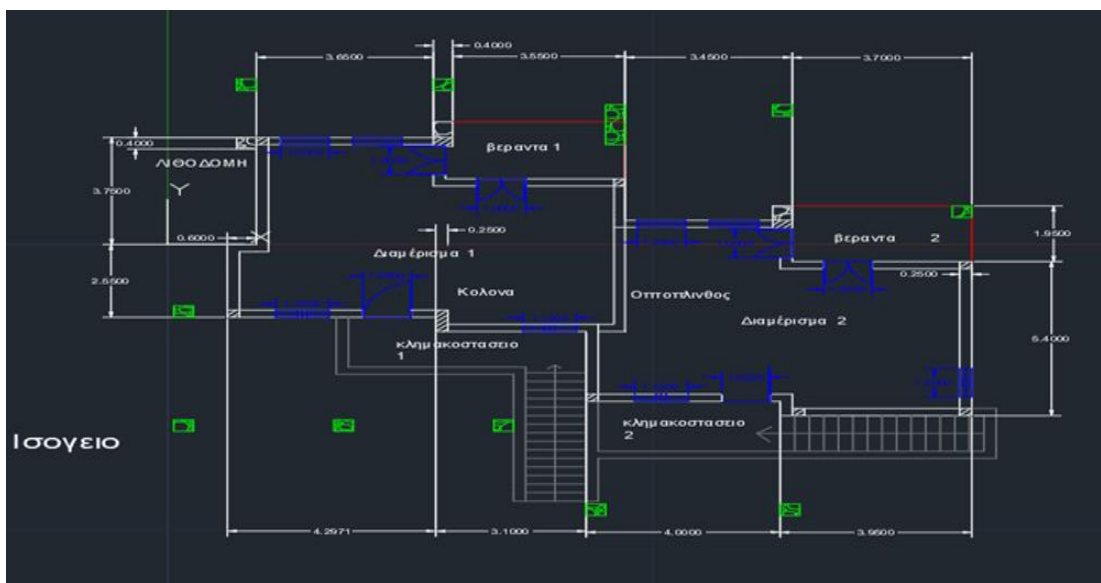
Πίνακας 6.6: Συντελεστής σκίασης από προβόλους για την ανατολική όψη του κτιρίου.

| Όροφος | γωνία β | F_{ov} .θέρμανση | F_{ov} .ψύξη |
|-------------------------|---------|--------------------|----------------|
| Ισόγειο πόρτα εισόδου 1 | 51 | 0,656 | 0,575 |
| Ισόγειο τοιχοποιία 1 | 35 | 0,78 | 0,72 |
| Ισόγειο παράθυρο 2 | 64 | 0,514 | 0,44 |
| Ισόγειο πόρτα εισόδου 2 | 51 | 0,656 | 0,575 |
| Ισόγειο τοιχοποιία 2 | 35 | 0,78 | 0,72 |
| Ισόγειο παράθυρο 1 | 61 | 0,56 | 0,476 |

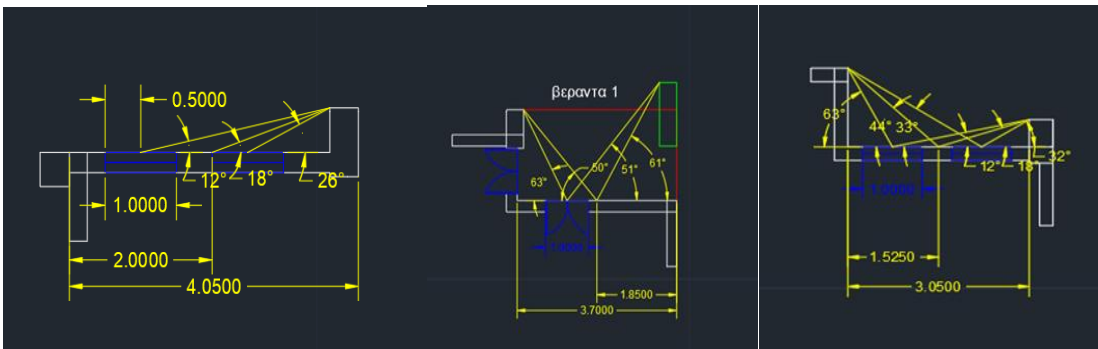
Πίνακας 6.7: Συντελεστής σκίασης από προβόλους για την δυτική όψη του κτιρίου.

Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

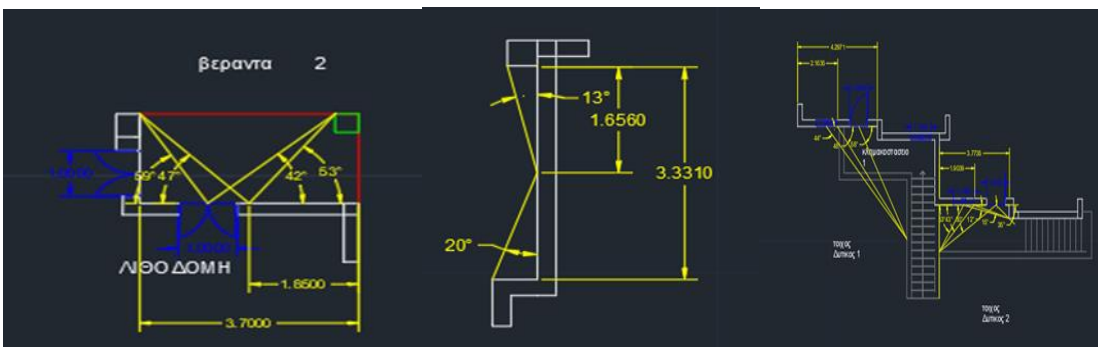
Όπως αναφέραμε και στην μεθοδολογία ο Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} είναι ο συντελεστής σκίασης που δημιουργείται από την σκιά που προκαλείται από πλευρικά εμπόδια του ίδιου του εξεταζόμενου κτιρίου. Βάση των σχημάτων προκύπτει η γωνία γ αλλά και από τους πίνακες της TOTTE προκύπτουν τα αποτελέσματα του Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin} .



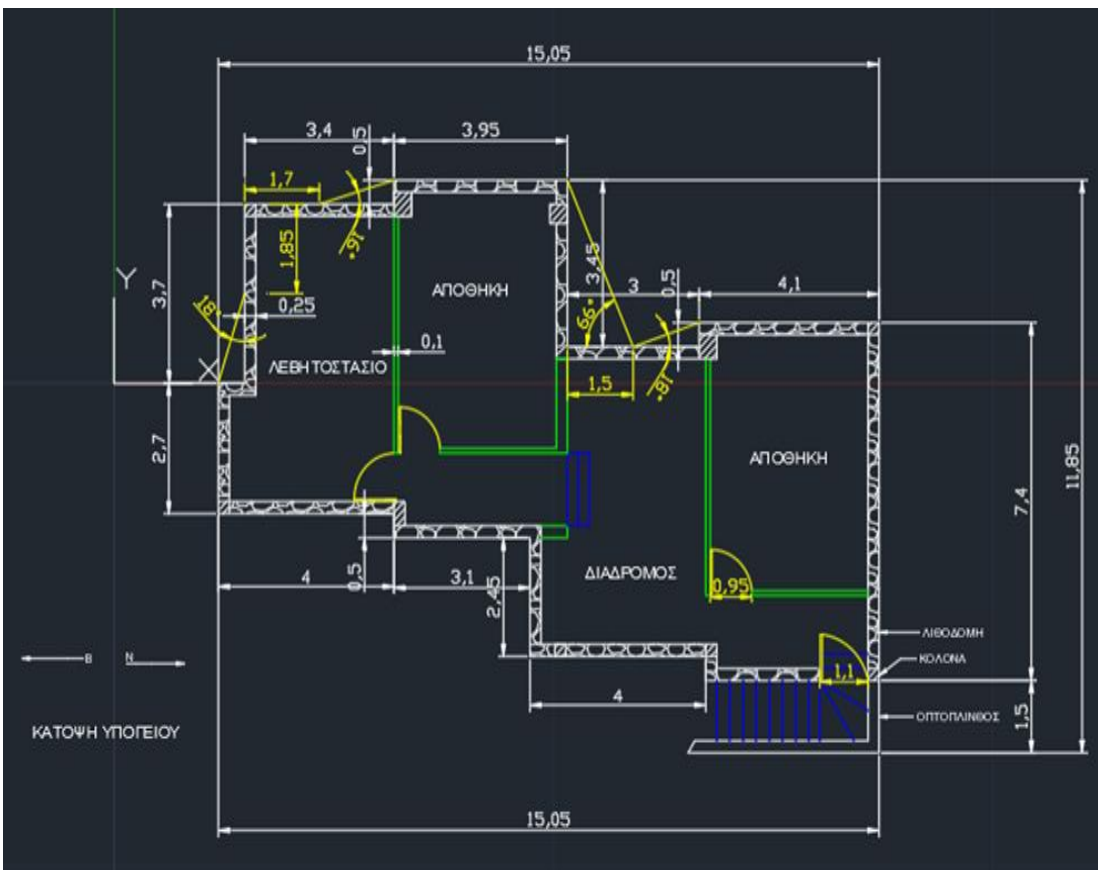
Εικόνα 6.5: Κάτοψη ισόγειου και πρώτου ορόφου ξενοδοχειακής μονάδας.



Εικόνα 6.6 : Τομή δομικών στοιχείων μαλκονόπορτας, τοιχοποιίας παραθύρων ανατολικής όψης πρώτου ορόφου και ισογείου.



Εικόνα 6.7 : Τομή δομικών στοιχείων ανατολικής, βόρειας, δυτικής όψης πρώτου ορόφου και ισογείου.



Εικόνα 6.8: Κάτοψη υπογείου ξενοδοχειακής μονάδας.

| Όροφος | γωνία Υ | F_{fin} θέρμανση | F_{fin} ψύξη | Όροφος | γωνία Υ | F_{fin} θέρμανση | F_{fin} ψύξη |
|--------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| Πρώτος τοιχοποιία 1 | 18 δεξιά | 1 | 0,992 | Ισόγειο τοιχοποιία 1 | 18 δεξιά | 1 | 0,992 |
| Πρώτος παράθυρο 1,1 | 12 δεξιά | 1 | 0,998 | Ισόγειο παράθυρο 1,1 | 12 δεξιά | 1 | 0,998 |
| Πρώτος παράθυρο 1,2 | 26 δεξιά | 1 | 0,99 | Ισόγειο παράθυρο 1,2 | 26 δεξιά | 1 | 0,99 |
| Πρώτος τοιχοποιία 2 | 50 αρι 61 δεξ | 0,75 | 0,891 | Ισόγειο τοιχοποιία 2 | 50 αρι 61 δεξ | 0,75 | 0,891 |
| Πρώτος μπαλκονόπορτα 2,1 | 63 αρι 51 δεξ | 0,669 | 0,873 | Ισόγειο μπαλκονόπορτα 2,1 | 63 αρι 51 δεξ | 0,669 | 0,873 |
| Πρώτος τοιχοποιία 3 | 44 αρι 18 δεξ | 0,78 | 0,935 | Ισόγειο τοιχοποιία 3 | 44 αρι 18 δεξ | 0,78 | 0,935 |
| Πρώτος παράθυρο 3,1 | 44 αρι 18 δεξ | 0,669 | 0,899 | Ισόγειο παράθυρο 3,1 | 44 αρι 18 δεξ | 0,669 | 0,899 |
| Πρώτος παράθυρο 3,2 | 33 αρι 32 δεξ | 0,842 | 0,946 | Ισόγειο παράθυρο 3,2 | 33 αρι 32 δεξ | 0,842 | 0,946 |
| Πρώτος τοιχοποιία 4 | 47 αρι 53 δεξ | 0,765 | 0,905 | Ισόγειο τοιχοποιία 4 | 47 αρι 53 δεξ | 0,765 | 0,905 |
| Πρώτος μπαλκονόπορτα 4,1 | 59 αρι 42 δεξ | 0,696 | 0,892 | Ισόγειο μπαλκονόπορτα 4,1 | 59 αρι 42 δεξ | 0,696 | 0,892 |
| Υπόγειο τοιχοποιία 1 | 16 δεξ | 1 | 0,994 | Υπόγειο τοιχοποιία 3 | 30 αρι | 0,86 | 0,96 |
| Υπόγειο τοιχοποιία 2 | 66 αρι 18 δεξ | 0,648 | 0,883 | | | | |

Πίνακας 6.8: Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές για την ανατολική όψη του κτηρίου.

| Όροφος | γωνία γ | F_{fin} θέρμανση | F_{fin} ψύξη | Όροφος | γωνία γ | F_{fin} θέρμανση | F_{fin} ψύξη |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| Πρώτος τοιχοποιία 1 | 48 δεξιά | 0,76 | 0,934 | Ισόγειο τοιχοποιία 1 | 48 δεξιά | 0,76 | 0,934 |
| Πρώτος παράθυρο 1,1 | 44 δεξιά | 0,78 | 0,942 | Ισόγειο παράθυρο 1,1 | 44 δεξιά | 0,78 | 0,942 |
| Πρώτος παράθυρο 1,2 | 73 δεξ | 0,62 | 0,88 | Ισόγειο παράθυρο 1,2 | 73 δεξ | 0,62 | 0,88 |
| Πρώτος πόρτα 1,1 | 58 δεξιά | 0,702 | 0,914 | Ισόγειο πόρτα 1,1 | 58 δεξιά | 0,702 | 0,914 |
| Πρώτος τοιχοποιία 2 | 43 αρι 15 δεξ | 0,925 | 0,962 | Ισόγειο τοιχοποιία 2 | 43 αρι 15 δεξ | 0,925 | 0,962 |
| Πρώτος παράθυρο 2,1 | 53 αρι 12 δεξ | 0,732 | 0,894 | Ισόγειο παράθυρο 2,1 | 53 αρι 12 δεξ | 0,732 | 0,894 |
| Πρώτος πόρτα 2,1 | 30 αρι 35 δεξ | 0,83 | 0,945 | Ισόγειο πόρτα 2,1 | 30 αρι 35 δεξ | 0,83 | 0,945 |

Πίνακας 6.9: Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές για την δυτική όψη του κτηρίου.

| Όροφος | γωνία γ | F_{fin} θέρμανση | F_{fin} ψύξη | Όροφος | γωνία γ | F_{fin} θέρμανση | F_{fin} ψύξη |
|----------------------|----------------|-----------------------|-------------------|----------------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| Πρώτος τοιχοποιία 1 | 20 αρι 13 δεξ | 1 | 0,92 | Ισόγειο τοιχοποιία 1 | 20 αρι 13 δεξ | 1 | 0,92 |
| Υπόγειο τοιχοποιία 1 | 18 αρι | 1 | 0,954 | | | | |

Πίνακας 6.10 Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές για την βόρεια όψη του κτηρίου.

Υπολογισμός συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων.

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g , μας δείχνει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που διέρχεται μέσα από τον υαλοπίνακα και διοχετεύεται στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου αποδίδοντας σε αυτόν επιπλέον θερμότητα. Βάση της μεθοδολογίας έχοντας την **σχέση 10** και λαμβάνοντας πληροφορίες από τους πίνακες της ΤΟΤΤΕ μπορούμε να υπολογίσουμε τον συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

$$g_w = g_{gl} (1 - F_f) = 0.9 \times g \times (1 - F_f) \quad (4-10)$$

| Τύπος ανοίγματος | g_{gl} συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπίνακα | F_f ποσοστό πλαισίου | g_w συντελεστής ηλιακού κέρδους |
|------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| Πόρτα εισόδου | 0 | 1 για ποσοστό πλαισίου 100% | 0 |
| Μπαλκονόπορτα | 0,77 | 0,54 για ποσοστό πλαισίου 30% | 0,54 |
| Παράθυρο 1 | 0,77 | 0,54 για ποσοστό πλαισίου 30% | 0,54 |
| Παράθυρο 2 | 0,68 | 0,54 για ποσοστό πλαισίου 30% | 0,48 |

Πίνακας 6.11: Δεδομένα συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων.

Παρακάτω, ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με τα δεδομένα των διάφανων δομικών στοιχείων.

| Όροφος | Άνοιγμα | Τύπος | γ | A | U | g_w | F_{ov} θερμ ανση | F_{ov} ψύξη | F_{ftn} θερμ ανση | F_{ftn} ψύξη |
|--------|------------------|---------------|----------|------|------|-------|--------------------|---------------|---------------------|----------------|
| 1 | Παράθυρο A1 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,998 |
| 1 | Παράθυρο A2 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,99 |
| 1 | μπαλκονόπορτα A3 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,656 | 0,575 | 0 | 0 |
| 1 | μπαλκονόπορτα A4 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,5 | 0,43 | 0,669 | 0,873 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|------------------|---------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | παράθυρο A5 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,669 | 0,899 |
| 1 | παράθυρο A6 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,842 | 0,946 |
| 1 | μπαλκονόπορτα A7 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | μπαλκονόπορτα A8 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0 | 0 | 0,696 | 0,892 |
| 1 | Παράθυρο 1 | Παράθυρο 2 | 180 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | Παράθυρο Δ1 | Παράθυρο 1 | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,78 | 0,942 |
| 1 | Πόρτα εισόδου Δ2 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0 | 0 | 0,702 | 0,914 |
| 1 | Παράθυρο Δ3 | Παράθυρο 2 | 270 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0 | 0 | 0,62 | 0,88 |
| 1 | Παράθυρο Δ4 | Παράθυρο 1 | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,732 | 0,894 |
| 1 | Πόρτα εισόδου Δ5 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0 | 0 | 0,83 | 0,945 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A1 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,998 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A2 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,99 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A3 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,656 | 0,575 | 0 | 0 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A4 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,50 | 0,43 | 0,669 | 0,873 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A5 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,669 | 0,899 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A6 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,842 | 0,946 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A7 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,656 | 0,575 | 0 | 0 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A8 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,50 | 0,43 | 0,696 | 0,892 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|------------------|------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Ισόγειο | Παράθυρο N1 | Παράθυρο 2 | 180 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ισόγειο | Παράθυρο Δ1 | Παράθυρο 1 | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,78 | 0,942 |
| Ισόγειο | Πόρτα εισόδου Δ2 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0,656 | 0,575 | 0,702 | 0,914 |
| Ισόγειο | Παράθυρο Δ3 | Παράθυρο 2 | 270 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0,56 | 0,476 | 0,62 | 0,88 |
| Ισόγειο | Παράθυρο Δ4 | Παράθυρο 1 | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0,514 | 0,44 | 0,732 | 0,894 |
| Ισόγειο | Πόρτα εισόδου Δ5 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0,656 | 0,575 | 0,83 | 0,945 |
| Ισόγειο | Πόρτα εισόδου Δ1 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Πίνακας 6.12: Συγκεντρωτικά δεδομένα για τα ανοίγματα του εξεταζόμενου κτιρίου.

Έχοντας όλα τα δεδομένα που χρειαζόμαστε για το κέλυφος του κτιρίου στην συνέχεια μπορούμε να προχωρήσουμε στους υπολογισμούς για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις της ξενοδοχειακής μονάδας. Έτσι μέσω αυτής της μεθοδολογίας μπορούμε να υπολογίσουμε τις απαραίτητες παραμέτρους που χρειάζεται το πρόγραμμα της TOTEE για να έχουμε ασφαλή αποτελέσματα για τις καταναλώσεις του κτιρίου που εξετάζουμε (εδώ: Ξενοδοχειακή μονάδα). Στο επόμενο κεφάλαιο, θα γίνουν όλοι οι υπολογισμοί για τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου κτιρίου.

6.4 Εφαρμογή Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού Του Κτιρίου.

Έχοντας υπολογίσει όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτιρίου προχωράμε στο δεύτερο βήμα της ενεργειακής ανάλυσης το οποίο είναι ο υπολογισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών του Η/Μ εξοπλισμού της ξενοδοχειακής μονάδας ο οποίος είναι:

- **Σύστημα θέρμανσης.**
- **Σύστημα ψύξης.**
- **Σύστημα παροχής νωπού αέρα.**
- **Σύστημα παροχή ζεστού νερού χρήσης ZNX.**
- **Σύστημα φωτισμού.**
- **Σύστημα αυτοματισμών.**

Σύστημα θέρμανσης-ψύξης.

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο η ξενοδοχειακή μονάδα που εξετάζουμε διαθέτει **Σύστημα κλιματισμού**. Το συγκεκριμένο σύστημα είναι υπεύθυνο για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και για την κάλυψη των αναγκών του εξεταζόμενου κτιρίου σε ψύξη κατά την θερινή περίοδο και σε θέρμανση κατά την χειμερινή άρα λειτουργεί καθ' όλη την διάρκεια του έτους βάση της λειτουργίας του ξενοδοχείου. Συνύφανα από την μεθοδολογία και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κλιματιστικών είναι σύμφωνα με τους πίνακες 5.6 για την θέρμανση και 5.7 κατά την ψύξη.

Οι μονάδες παραγωγής θέρμανσης είναι αντλίες θερμότητας τοπικού χαρακτήρα με ψυκτικό μέσο τον αέρα γνώστες ως κλιματιστικές μονάδες (air-condition split). Για να υπολογίσουμε την ενεργειακή απόδοση των κλιματιστικών μονάδων θα πρέπει να ξέρουμε τον μέσο εποχικό βαθμό απόδοσης SCOP μια και οι συγκεκριμένες κλιματιστικές μονάδες είναι εναρμονισμένες με τα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και οικολογικού σχεδιασμού και διαθέτουν τις κατάλληλες σημάνσεις. Ο εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOP μας δίνεται από τον παρακάτω τύπο TOTEE[4]:

$$SCOP = 0.93 \times SCOPEΣ$$

όπου SCOPEΣ είναι ο εποχιακός βαθμός απόδοσης στο μέσο κλίμα τον οποίο τον λαμβάνουμε από τα πινακία των κλιματιστικών μονάδων των 18000btu, 9000btu. Ενώ στα κλιματιστικά των 12000 btu τον εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOP μας δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$SCOP = P_{out} / P_{in}$$

Στην συνέχεια ακολουθούν πίνακες με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των air condition τα οποία χρειαζόμαστε για να υπολογίσουμε την ενεργειακή συμπεριφορά του συστήματος θέρμανσης

| Τύπος split | Ηλεκτρική ισχύς | Θερμική ισχύς | Εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOPEΣ | Μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOP | Τεμάχια | Ποσοστό κάλυψης θερμαινόμενου χώρου |
|-------------|-----------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 18000btu | 1.05KW | 4.2KW | 4 | 3.72 | 1 | 0.2 |

| | | | | | | |
|----------|---------|---------|---|------|---|-----|
| 12000btu | 0.75 KW | 3.20KW | - | 4.26 | 3 | 0.4 |
| 9000btu | 0.65 KW | 2.6 KW | 4 | 3.72 | 4 | 0.4 |
| σύνολο | 5.9 KW | 24.2 KW | - | - | 8 | 1 |

Πίνακας 6.13: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα θέρμανσης.

Οι μονάδες παραγωγής για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών του εξεταζόμενου κτιρίου είναι αντλίες θερμότητας τοπικού χαρακτήρα με ψυκτικό μέσο τον αέρα γνώστες ως κλιματιστικές μονάδες (air-condition split). Για να υπολογίσουμε την ενεργειακή απόδοση των κλιματιστικών μονάδων θα πρέπει να ξέρουμε τον μέσο εποχικό βαθμό απόδοσης SEER μιας και οι συγκεκριμένες κλιματιστικές μονάδες είναι εναρμονισμένες με τα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και οικολογικού σχεδιασμού και διαθέτουν τις κατάλληλες σημάνσεις. Ο εποχιακός βαθμός απόδοσης SEER μας δίνεται από τον παρακάτω τύπο TOTEE[4]:

$$SEER = 0.60 \times SEERES$$

όπου SEERES είναι ο εποχιακός βαθμός απόδοσης στο μέσο κλίμα τον οποίο τον λαμβάνουμε από τα πινακάκια των κλιματιστικών μονάδων των 18000btu, 9000btu. Ενώ στα κλιματιστικά των 12000btu τον εποχιακό βαθμό απόδοσης SCOP μας δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$SEER = P_{out} / P_{in}$$

Στην συνέχεια ακολουθούν πίνακες με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των air condition τα οποία χρειαζόμαστε για να υπολογίσουμε την ενεργειακή συμπεριφορά του συστήματος θέρμανσης.

| Τύπος split | Ηλεκτρική ισχύς | ψυκτική ισχύς | Εποχιακός βαθμός απόδοσης SEERES | Μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης SEER | Τεμάγια | Ποσοστό κάλυψης θερμαινόμενου χώρου |
|-------------|-----------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 18000btu | 1.23KW | 5.2KW | 7 | 4.2 | 1 | 0.2 |
| 12000btu | 0.64KW | 2.5KW | - | 3.91 | 3 | 0.4 |
| 9000btu | 0.68KW | 2.5KW | 6.1 | 3.66 | 4 | 0.4 |
| σύνολο | 5.87 KW | 22.7 KW | - | - | 8 | 1 |

Πίνακας 6.14:: Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδων παραγωγής στο σύστημα ψύξης.

Στο εξεταζόμενο κτίριο λόγω της ύπαρξης τοπικών αντλιών θερμότητας, οι κλιματιστικές μονάδες **δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής** ούτε στο σύστημα θέρμανσης ούτε στο σύστημα ψύξης άρα δεν έχουμε και απώλειες λόγω του δικτύου διανομής TOTEE[4]

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κλιματιστικών μονάδων θα πρέπει να υπολογίσουμε τον **βαθμό απόδοσης των τερματικών μονάδων** $N_{em,t}$ (εσωτερικές μονάδες) τόσο για την θέρμανση όσο και για την ψύξη. Ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων για τις κλιματιστικές μονάδες κατά την θέρμανση δίνεται από τον τύπο TOTEE[4]:

$$N_{em,t} = \frac{n_{em}}{F_{rad} \times F_{im} \times F_{hydr}}$$

Η απόδοση των τερματικών μονάδων A/C που συμβολίζεται με n_{em} είναι ίσος 0,93 βάση της τεχνικής οδηγίας TOTEE. Ενώ οι παράγοντες που επηρεάζουν τον βαθμό απόδοσης είναι, ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας f_{rad} ο οποίος ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας, ενώ στην περίπτωση που εξετάζουμε είναι μονάδα συμφωνά με τον πίνακα 4. 12 της TOTEE. Άλλος παράγοντας είναι f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτιρίου, στην περίπτωση των κλιματιστικών μονάδων λόγω ότι παρουσιάζουν διακοπτόμενη λειτουργία από τον πίνακα 4. 12 η τιμή f_{im} είναι 0,97. Τελευταίος παράγοντας που επηρεάζει τον βαθμό απόδοσης των τερματικών μονάδων στις κλιματιστικές μονάδες είναι f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων, στην περίπτωση των κλιματιστικών μονάδων έχουμε υδραυλική εξισορρόπηση όποτε βάση του πίνακα 4. 12 έχουμε την τιμή 1.

Ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων των κλιματιστικών μονάδων για την περίπτωση της ψύξης δίνεται από την TOTEE, ενώ ο n_{em} είναι 0,93, f_{im} είναι 0,97, και f_{hydr} είναι 1 βάση του πίνακα 4. 14. Άρα ο τύπος του βαθμού απόδοσης των τερματικών μονάδων διαμορφώνεται ως εξής:

$$N_{em,t} = \frac{n_{em}}{F_{em} \times F_{hydr}}$$

Στην συνέχεια ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας με όλα τα δεδομένα των τερματικών μονάδων.

| Περίοδος | $N_{em,t}$ | n_{em} | F_{rad} | F_{im} | F_{hydr} |
|----------|------------|----------|-----------|----------|------------|
| Θέρμανση | 0,959 | 0,93 | 1 | 0,97 | 1 |
| Ψύξη | 0,959 | 0,93 | - | 0,97 | 1 |

πίνακας 6.15: Δεδομένα για τα χαρακτηριστικά των τερματικών μονάδων του συστήματος θέρμανσης- ψύξης.

Τα βοηθητικά μηχανήματα στο σύστημα ψύξης θέρμανσης για την περίπτωση των τοπιών αντλιών θερμότητας δεν υφίστανται άρα στην περίπτωση που εξετάζουμε δεν υπολογίζουμε τις ώρες η την εγκατεστημένη ισχύς του και την θεωρούμε μηδέν.

Σύστημα παροχής νωπού αέρα.

Σε αυτήν την ενότητα θα γίνει η ανάλυση στο σύστημα εξαερισμού ή παροχής νωπού αέρα. Η παροχή νωπού αέρα χαίρει άκρας σημασίας καθώς εξασφαλίζει την σωστή ποιότητα υγιεινής στο χώρο. Παράλληλα βέβαια, φαίνεται να επιβαρύνει σημαντικά την κατανάλωση των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης μιας και λόγω της λειτουργίας τους, αποβάλλουν αέρα ο οποίος έχει επεξεργαστεί (ζεσταθεί ή ψυχρανθεί) από το αντίστοιχο σύστημα θέρμανσης και ψύξης και εισάγει νωπό αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον. Έτσι ο αέρας φτάνει να είναι σε διαφορετική θερμοκρασία από την επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία. Ως απόρροια των παραπάνω δημιουργείται η ανάγκη να μελετηθεί ενεργειακά το σύστημα εξαερισμού το οποίο είναι υποχρεωτικό σε ένα κτίριο του τριτογενούς τομέα όπως η ξενοδοχειακή μονάδα που μελετάμε.

Η ποσότητα του νωπού αέρα που πρέπει να εισέρχεται σε ένα εσωτερικό χώρο εξαρτάται από τα τετραγωνικά του χώρου, από τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται μέσα στον εσωτερικό χώρο, αλλά και από την δραστηριότητα του. Είναι άξιο αναφοράς ότι τα επιτρεπτά όρια της ποιότητας νωπού αέρα καθορίζονται από την ΤΟΤΕΕ. Ο νωπός αέρας εισέρχεται μέσα στον εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου με δυο τρόπους: με φυσικό τρόπο (καμινάδες, χαραμάδες κουφωμάτων) όπου ονομάζεται αερισμός κελύφους, και με μηχανικό τρόπο εξαναγκασμένα (σύστημα εξαερισμού). Το σύστημα εξαερισμού είναι υποχρεωτικό σε κτίρια του τριτογενή τομέα σε μερικές περιπτώσεις, συνήθως σε συστήματα κεντρικών κλιματιστικών μονάδων οι οποίες είναι υπεύθυνες και για τον εξαερισμό του χώρου διαθέτουν σύστημα ύγρανσης το οποίο είναι υπεύθυνο για την ρύθμιση της υγρασίας στο χώρο. Στην περίπτωση που μελετάμε στην ενεργειακή επιθεώρηση λόγω ότι δεν διαθέτει σύστημα εξαερισμού και ύγρανσης λαμβάνουμε υπόψη τον υπολογισμό του μηχανικού αερισμού μόνο στο κτίριο αναφοράς.

Φυσικός Αερισμός

Ο φυσικός αερισμός που προέρχεται από τα ανοίγματα και τις χαραμάδες που βρίσκονται στο κέλυφος του κτιρίου χωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες. Η πρώτη υποκατηγορία αφορά τις χαραμάδες στους αρμούς στην τοιχοποιία του κελύφους και θεωρείται αμελητέα. Η δεύτερη κατηγορία αφορά τον αερισμό που προέρχεται από τις καμινάδες οι οποίες στην περίπτωση μας δεν υπάρχουν, και τις χαραμάδες των κουφωμάτων. Στην ενεργειακή ανάλυση της συγκεκριμένης ξενοδοχειακής μονάδας θα μελετηθεί μόνο η παροχή νωπού αέρα που προέρχεται από τα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα) και θα συγκριθεί με τα επιτρεπτά όρια που καθορίζει ο ΚΕΝΑΚ. Στην συνέχεια ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας με τα δεδομένα που αφορούν τις ποσότητες νωπού αέρα που εισάγουν τα ανοίγματα στον εσωτερικό χώρο. Τα δεδομένα αυτά λαμβάνονται από τον πίνακα Π3.

24 της TOTEE_20701-1[4]. Ενώ οι τιμές με τις απαιτήσεις σε νωπό αέρα που χρειάζεται ο χώρος που εξετάζουμε, δίνεται από τον πίνακα Π 2. 3 της TOTEE_20701-1 [4]

| Είδος ανοίγματος | Χώρος | Αριθμός ανοιγμάτων | Ποσότητα νωπού αέρα $m^3 / h/m^2$ | Εμβαδόν ανοίγματος m^2 | Σύνολο νωπού αέρα m^2 / h |
|-----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Πόρτα εισόδου | θερμαινόμενος | 4 | 11,8 | 2,3 | 108,56 |
| Μπαλκονόπορτα | θερμαινόμενος | 8 | 11,8 | 2,3 | 217,12 |
| Παράθυρο 1 | θερμαινόμενος | 12 | 15,1 | 1,54 | 279 |
| Παράθυρο 2 | θερμαινόμενος | 4 | 12,5 | 0,8 | 40 |
| Γεν. σύνολο | - | 29 | 1827 | 270,86 | 644,68 |
| Πόρτα εισόδου | μη θερμαινόμενος | 1 | 1 | 2,3 | 2,3 |
| Απαιτήσεις θερμαινόμενου χώρου | - | - | 3 | 187,62 | 562,86 |
| Απαιτήσεις μη θερμαινόμενου χώρου | - | - | - | 104,8 | 272,48 |

Πίνακας 6.16: Χαρακτηριστικά παροχής νωπού αέρα στο εξεταζόμενο κτήριο.

Σύστημα παραγωγής Z.N.X

Άλλο ένα σημαντικό σύστημα στο τομέα των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων σε ένα κτήριο είναι το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης ή Z. X. N. Σε ένα κτήριο του τριτογενή τομέα όπως είναι ένα ξενοδοχείο έχει μεγάλες καταναλώσεις ζεστού νερού οι οποίες είναι $21, 23m^3 / \text{υπνοδωμάτιο} / \text{έτος}$ βάση του πίνακα Π 2. 5 της TOTEE_20701-1[4]. Άρα για τα 5 υπνοδωμάτια που διαθέτει το ξενοδοχείο **η ετήσια κατανάλωση είναι $106, 15 m^3$.**

Η παράγωγή του ζεστού νερού στην περίπτωση του εξεταζόμενου κτηρίου πραγματοποιείται από τοπικούς ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες οριζοντίου τύπου ηλεκτρικής ισχύος 4KW βάση των τεχνικών χαρακτηριστικών του. Ο βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής στην περίπτωση των ηλεκτρικών θερμοσιφώνων είναι 100% σύμφωνα με την TOTEE_20701-1[4]. Η χωρητικότητα του δοχείου αποθήκευσης Vstore είναι 80lt και οι πλευρικές απώλειες για εσωτερική εγκατάσταση είναι 2% σύμφωνα με την TOTTE.

Το δίκτυο μεταφοράς του ζεστού νερού έχει απώλειες οι οποίες εξαρτώνται από το μήκος του και την ύπαρξη ή μη μόνωσης επίσης παίζει μεγάλο ρόλο το δίκτυο να βρίσκεται εκτεθειμένο σε εξωτερικό χώρο ή να περνάει

μέσα από τους χώρους του κτιρίου. Στην περίπτωση που μελετάμε το δίκτυο είναι τοπικό κάτω από 6 m και βρίσκεται στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου όποτε οι απώλειες ενέργειας είναι αμελητέες. Συμπεραίνοντας έτσι ότι ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής είναι 100% βάση της TOTTE. Τέλος, δεν παρατηρείται σύστημα ανακυκλοφορίας ή τερματικές μονάδες και βοηθητικά μηχανήματα. Στην συνέχεια ακολουθούν οι υπολογισμοί για τα κομμάτια του συστήματος παραγωγής Z. N. X που αναλύσαμε παραπάνω.

| Τύπος μονάδας παραγωγής Z.N.X | Τεμάχια | Ηλεκτρική Ισχύς | B.A M. Παραγωγής | Vstore | Πλευρικές απώλειες δοχείου | Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής |
|-------------------------------|---------|-----------------|------------------|--------|----------------------------|----------------------------------|
| Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας | 4 | 4KW | 100% | 80lt | 2% | 100% |

Πίνακας 6.17: Δεδομένα συστήματος παραγωγής Z.N.X.

Σύστημα φωτισμού

Λόγω της κατηγορίας που κατατάσσεται το κτήριο το οποίο εξετάζουμε στον τριτογενή τομέα θα πρέπει να γίνει μια έρευνα στην κατανάλωση ενέργειας που αφορά το σύστημα φωτισμού. Όταν εξετάζουμε το σύστημα φωτισμού από πλευράς ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει να δούμε δυο τομείς. Ο πρώτος τομέας είναι η μελέτη του τεχνητού φωτισμού, δηλαδή η ενεργειακή απόδοση των φωτιστικών σωμάτων και οι μέθοδοι με τους οποίους τους ελέγχουμε (αυτοματισμοί). Δεύτερος τομέας είναι η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού μέσα στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου (θερμαινόμενος, μη θερμαινόμενος χώρος). Ο φυσικός φωτισμός λειτουργεί συνεργατικά με τον τεχνητό φωτισμό μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο τις απαραίτητες στάθμες φωτισμού με την βοήθεια των αυτοματισμών. Άρα θα πρέπει να γίνει μια καταγραφή των αυτοματισμών που χρησιμοποιούνται στο κτίριο που εξετάζουμε έτσι ώστε να εξετάσουμε το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν στον τεχνητό φωτισμό, αλλά και την επίδραση του φυσικού φωτισμού στην εξοικονόμηση ενέργειας. Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση των τριών παραμέτρων του συστήματος φωτισμού που αναφέραμε παραπάνω.

Τεχνητός φωτισμός

Για την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανα ζώνη (θερμενόμενους, μη θερμενόμενους χώρους) καθώς και την φωτιστική ισχύς των λαμπτήρων του συστήματος φωτισμού. Στην συνέχεια και βάση του πίνακα 5.8 ο οποίος αναφέρει το πλήθος των λαμπτήρων ανα κατηγορία καθώς και τον πίνακα 5.9 με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων της πτυχιακής εργασίας μπορούμε να αντλήσουμε όλες τις πληροφορίες για τα των φωτιστικών σωμάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο που μελετάμε. Έχοντας όλα τα δεδομένα μπορούμε να

υπολογίσουμε την εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ που αφορά τον φωτισμό αλλά και την φωτιστική ισχύ. Πιο κάτω ακολουθούν οι υπολογισμοί.

Υποδομάτια x φωτιστικά σώματα x λαμπτήρες ανα φωτ. σώμα x ηλεκτρική ισχύς =>

$$5 \times 1 \times 1 \times \text{λάμπα τύπου } \gamma \Rightarrow 5 \times 20 \text{ Watt} = 100 \text{ Watt}$$

Υποδομάτια x φωτιστικά σώματα x λαμπτήρες ανα φωτ. σώμα x φωτιστική ισχύς=>

$$5 \times 1 \times 1 \times \text{λάμπα τύπου } \gamma \Rightarrow 5 \times 1800 \text{ lm} = 9000 \text{ lm}$$

Κουζίνα x φωτιστικά σώματα x λαμπτήρες ανα φωτ. σώμα x ηλεκτρική ισχύς =>

$$4 \times 1 \times 1 \times \text{λάμπα τύπου } \gamma \Rightarrow 4 \times 20 \text{ Watt} = 80 \text{ Watt}$$

Υποδομάτια x φωτιστικά σώματα x λαμπτήρες ανα φωτ. σώμα x φωτιστική ισχύς=>

$$4 \times 1 \times 1 \times \text{λάμπα τύπου } \gamma \Rightarrow 4 \times 1800 \text{ lm} = 7200 \text{ lm}$$

Το σύνολο της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος φωτισμού είναι 296 Watt ενώ της φωτιστικής ισχύος 34640 lm.

Ο μη θερμαινόμενος χώρος αποτελείται από δύο αποθήκες που έχουν από ένα φωτιστικό και από ένα λαμπτήρα, ένα λεβητοστάσιο με δυο φωτιστικά με ένα λαμπτήρα, και ένα διάδρομο με τρία φωτιστικά με ένα λαμπτήρα. Άρα ο μη θερμαινόμενος χώρος X φωτιστικά σώματα X λαμπτήρες ανα φωτ. σώμα X φωτιστική ισχύς => 1 X 7 X 1 X λάμπα τύπου $\gamma \Rightarrow 7 \times 20 \text{ Watt} = \mathbf{140 \text{ Watt}}$

μη θερμαινόμενος χώρος X φωτιστικά σώματα X λαμπτήρες ανα φωτ. σώμα X φωτιστική ισχύς => 1 X 7 X 1 X λάμπα τύπου $\gamma \Rightarrow 7 \times 1800 \text{ lm} = \mathbf{12600 \text{ lm}}$

Τέλος για να έχουμε μια ολοκληρωμένη εικόνα για το σύστημα τεχνητού φωτισμού θα πρέπει να γίνει αναφορά στο σύστημα αυτοματισμού. Οι αυτοματισμοί είναι σημαντικοί γιατί με τον έλεγχο που προσφέρουν στα φορτία μπορούν να συντελέσουν στην σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενεργείας. Επίσης, με την χρήση αισθητήρων και αυτοματισμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο φυσικός φωτισμός μειώνοντας ακόμα περισσότερο την κατανάλωση ενεργείας. Η μελέτη των αυτοματισμών γίνεται με την χρήση τριών μειωτικών συντελεστών την κατανάλωσης ενέργειας οι οποίοι είναι οι εξής:

Συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού FD

Από τον πίνακα Π 5. 3 της TOTEΕ_20701-1 [4], ο συντελεστής μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό (συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού) είναι **1**. Άρα δεν έχουμε κάποια μείωση στην κατανάλωση ενέργειας λόγω της χρήσης φυσικού φωτισμού και η αιτία είναι η έλλειψη αυτοματισμών αισθητήρες φωτεινότητας χώρου. Ο αυτοματισμός αυτός ελέγχει τον τεχνητό φωτισμό απενεργοποιώντας τον ή μειώνοντας την χρήση του ανάλογα με την ύπαρξη φυσικού φωτισμού.

Συντελεστής επίδρασης χρηστών FO

Από τον πίνακα Π 5. 4 της TOTEE_20701-1[4], ο συντελεστής μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό (συντελεστής επίδρασης χρηστών) είναι 1. Ο λόγος οπου ο συντελεστής δεν μας προσφέρει κάποια μείωση της κατανάλωσης στον τεχνητό φωτισμό είναι γιατί δεν έχουμε αισθητήρες κίνησης. Οι αισθητήρες κίνησης όταν αντιληφθούν την ύπαρξη ατόμων ενεργοποιούν το φωτισμό και όταν δεν υπάρχουν χρήστες στον χώρο τον απενεργοποιούν.

Σύστημα αυτοματισμού.

Σε αυτήν την ενότητα θα γίνει ανάλυση στους αυτοματισμούς που παρατηρήθηκαν στην ξενοδοχειακή μονάδα που μελετάμε στους τομείς των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, εξαερισμού, Ζ. Ν. Χ. Οι αυτοματισμοί όπως προαναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο παίζουν σημαντικό ρόλο μιας και μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας στα συστήματα τα οποία ελέγχουν. Στην συνέχεια, θα γίνει η ανάλυση των αυτοματισμών στα συστήματα των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του ξενοδοχείου, όπως κάναμε και με τον φωτισμό.

Το σύστημα ψύξης και θέρμανσης είναι κοινό όπως είδαμε και στην αντίστοιχη ενότητα. Το συγκεκριμένο σύστημα διαθέτει θερμοστάτες, ενσωματωμένους χρονοδιακόπτες στις τοπικές αντλίες θερμότητας (air-condition) που σύμφωνα με τον πίνακα Π 5.5 της TOTEE_20701-1[4], ανήκει στην **κατηγορία Δ**. Στην κατηγορία Β ανήκουν οι ανεξάρτητοι αυτοματισμοί ελέγχου της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων (ύπαρξη θερμοστάτη ανα λειτουργικό χώρο). Βάση της τεχνολογίας inverter οι αυτοματισμοί μπορούν να ρυθμίσουν την παράγωγή ψύξης και θέρμανσης αντίστοιχα τόσο στην παράγωγή (αντλία θερμότητας) όσο και στις τερματικές μονάδες (ανεμιστήρας). Επομένως και σε αυτήν την περίπτωση ανήκουν στην κατηγορία Β. Επιπλέον, στην κατηγορία Δ ανήκουν αυτοματισμοί θερμοκρασίας προσαγωγής του δικτύου διανομής με διόρθωση βάσης ζήτησης όπως διάταξη θερμοκρασιακής αντιστάθμισης μονάδων παραγωγής θέρμανσης ψύξης με μεταβλητή θερμοκρασία παροχής μέσου προς δίκτυο διανομής ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασίας. Ενώ την ίδια στιγμή στην κατηγορία Β ανήκει και η αυτόματη υδραυλική προσαγωγή κυκλοφορητών.

Σύστημα εξαερισμού- ύγρανσης όπως είδαμε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο ψύξης θέρμανσης δεν διαθέτει κάποιο σύστημα η ξενοδοχειακή μονάδα που μελετάμε, άρα δεν υπάρχουν και αυτοματισμοί για αυτές τις μονάδες.

Το σύστημα Ζ. Ν. Χ δεν διαθέτει κάποιο δίκτυο διανομής ή τερματικές μονάδες. Ο αυτοματισμός που παρατηρήθηκε είναι τοπικοί θερμοστάτες θερμοκρασίας νερού στις παραγωγικές μονάδες, άρα όπως και στην κατηγορία της ψύξης- θέρμανσης ανήκουν στην ίδια **κατηγορία Δ**.

Έχοντας βρει την κατηγορία που ανήκουν τα συστήματα του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του ξενοδοχείου μπορούμε πλέον να υπολογίσουμε τους μειωτικούς συντελεστές βάση του πίνακα Π 5. 6 και Π 5. 7 της TOTEE_20701-1[4]. Για τις μονάδες παραγωγής θέρμανσης ο μειωτικός συντελεστής ενεργείας είναι f_{bac} , h είναι 0, 85 για τις μονάδες παραγωγής ψύξης f_{bac} , c 0, 71 και για τα βοηθητικά συστήματα f_{bac} , e είναι 0, 89.

7. Αποτελέσματα Ενεργειακής Ανάλυσης.

7.1 Αποτελέσματα Ενεργειακής Ανάλυσης Στο Υπάρχον Κτήριο (σενάριο βάσης).

Το τελευταίο βήμα της ενεργειακής ανάλυσης είναι ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης και που ανήκει ενεργειακά το κτίριο το οποίο μελετάμε. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με την βοήθεια λογισμικού, και πιο συγκεκριμένα με το πρόγραμμα ενεργειακής επιθεώρησης T.E.E KENAK όπως αναφέραμε εκτενώς στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας. Στο λογισμικό αυτό εισάγουμε όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτιρίου καθώς και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που εντοπίσαμε και αναλύσαμε παραπάνω. Στην συνέχεια το πρόγραμμα αναλαμβάνει να υπολογίσει την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Το πρόγραμμα υπολογίζει την κλάση δημιουργώντας ένα κτίριο αναφοράς με τα ίδια χαρακτηριστικά (μήκος και πλάτος) με αυτού που εξετάζουμε με την διαφορά ότι τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς παίρνουν τιμές σύμφωνα με τα επιτρεπτά όρια. Έπειτα, το πρόγραμμα συγκρίνει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου με αυτά του κτιρίου αναφοράς και βγάζει τα αποτελέσματα. Παρακάτω ακολουθούν πίνακες από τα δεδομένα που εισάγαμε στο πρόγραμμα.

Αρχικά ξεκινάμε με κάποια γενικά δεδομένα που αφορούν στοιχεία ιδιοκτησία και τα στοιχεία αρχικοποίησης του ξενοδοχείου που μελετάμε όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

| Στοιχεία αρχικοποίησης κτηρίου | |
|--|--|
| Κλιματολογικά δεδομένα | Ζώνη Α –Σύρος Κυκλάδων κάτω από 500m |
| Κατηγορία (τύπος) Κτηρίου | Παλαιό κτήριο |
| Τύπος Αδιαφανών | Με ανεπαρκή θερμοπροστασία και προσάυξηση 20% για τις θεμογέφυρες |
| Τύπος Διαφανών | Ανοιγόμενα με ξύλινο πλαίσιο και μονό υαλοπίνακα |
| Συντελεστής απορροφητικότητας (α) | 0,4 |
| Συντελεστής εκπομπής (ϵ) | 0,8 |
| Συνθήκες άνεσης | Συνθήκες θερμικής άνεσης, Συνθήκες ακουστικής άνεσης, Συνθήκες οπτικής άνεσης, Ποιότητα εσωτερικού αέρα |
| Πηγές δεδομένων | Αρχιτεκτονικά σχέδια, Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων, Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη / Διαχειριστή |

Πίνακας 7.1: Στοιχεία αρχικοποίησης κτηρίου.

Στην συνέχεια ακολουθεί πίνακας με πληροφορίες για τις θερμικές ζώνες που θα χωριστεί το κτήριο πολύ μελετάμε οι οποίες είναι δυο (2).

| Δεδομένα θερμικής ζώνης ένα ισογείου ορόφου. | |
|--|---|
| Χρήση | Προσωρινής διαμονής, ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας lux |
| Αριθμός Κλινών | 2 |
| Επιφάνεια Θ.Ζ | 93,81 m ² |
| Μέση κατανάλωση ZNX | 73,00 m ³ /έτος, χωρίς Διατάξεις αυτ. ελέγχου |
| Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα | 280 |
| κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών Θέρμανση Ψύξη | Στην θέρμανση Δ, Στην ψύξη Δ |
| Αρ. καμινάδων | 0 |
| Αρ. θυρίδων εξαερισμού | 0 |
| Αρ. ανεμιστήρων οροφής | 0 |
| Αρ. εξώθυρων | 2 |
| Μεικτό ύψος ορόφου (m) | 3 |
| Καθαρό ύψος (m) | 2,80 |
| Άνω στάθμη διαφανών (m) | 2,35 |
| Εσοχή διαφανών (m) | 0,1 |
| ποσοστό φέροντος ορ/μού κτιρίου (%) | 18 |
| Ύψος κτιρίου πάνω από την οροφή (m) | 5,51 |
| Δάπεδα | Επιφάνεια: 93,81 m ² , επαφή με μη θερμενόμενους χώρο: b=0,5 U= 4,46 (W/ m ² x K) |
| Οροφές | |

Πίνακας 7.2: Δεδομένα θερμικής ζώνης ένα ισογείου ορόφου.

| Δεδομένα θερμικής ζώνης δυο πρώτου ορόφου. | |
|---|--|
| Χρήση | Προσωρινής διαμονής, ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας κατηγορίας lux |
| Αριθμός Κλινών | 3 |
| Επιφάνεια Θ.Ζ ($\frac{j}{Kx m^2}$) | 93,81 m ² |

| | |
|--|--|
| Μέση κατανάλωση ΖΝΧ | 97,33 m^3 /έτος, χωρίς Διατάξεις αυτ. ελέγχου |
| Ανηγγμένη θερμοχωρητικότητα | 280 |
| κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών Θέρμανση Ψύξη | Στην θέρμανση Δ, Στην ψύξη Δ |
| Αρ. καμινάδων | 0 |
| Αρ. θυρίδων εξαερισμού | 0 |
| Αρ. ανεμιστήρων οροφής | 0 |
| Αρ. εξώθυρων | 3 |
| Μεικτό ύψος ορόφου (m) | 5,51 |
| Καθαρό ύψος (m) | 5,31 |
| Άνω στάθμη διαφανών (m) | 2,35 |
| Εσοχή διαφανών (m) | 0,1 |
| ποσοστό φέροντος ορ/μού κτιρίου (%) | 18 |
| Ύψος κτιρίου πάνω από την οροφή (m) | 0 |
| Δάπεδα | |
| Οροφές | Επιφάνεια: $93,81m^2$, επαφή με αέρα: $U=2.49(W/m^2 \times K)$ $K \varepsilon=0.8 \gamma=0 \beta=0 \alpha=0.6$ σκίαση χειμώνα=0 σκίαση καλοκαίρι =0 |

Πίνακας 7.3: Δεδομένα θερμικής ζώνης δυο πρώτου ορόφου.

Στην συνέχεια αφού έχουμε σχεδιάσει τη κάτοψη των θερμικών ζωνών ακολουθούν τα δομικά στοιχεία του κελύφους του κτιρίου και πιο συγκεκριμένα τα αδιαφανή στοιχεία αντλώντας δεδομένα από τους πίνακα 6.4 της εργασίας σελίδα 64.

| Χώρος | Όροφος | Όψη | A m^2 | U Μέσο ($W/m^2 \times K$) | ε | γ | β | α |
|---------------|--------|-----------------|---------|-----------------------------|---------------|----------|---------|----------|
| θερμαινόμενος | 1 | Νότια | 20,14 | 0,8875 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 34,202 | 1,361 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 54,87 | 1,1425 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 22,762 | 0,79 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| | | Κεκλιμένη οροφή | 92,04 | 2,49 | 0,8 | 0 | 0 | 0,6 |

| | | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------------------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|
| | ΙΣΟΓΕΙΟ | Νότια | 20,14 | 0,8875 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 34,202 | 1,361 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 54,87 | 1,1425 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 22,762 | 0,79 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| Μη θερμαινόμενος | ΥΠΟΓΕΙΟ | Πλάκας ισογείου | 92,04 | 4,46 | 0,8 | 0 | 180 | 0,4 |
| | | Νότια | 22,79 | 0,491 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 54,45 | 0,40 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 56,3 | 0,52 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 21,00 | 0,45 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| | | Πλάκα υπογείου | 104,8 | 2,82 | 0,8 | 0 | 180 | 0,4 |

Πίνακας 7.4 : Εμβαδών και μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ανα όψη.

Εν συνεχεία, εισάγουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά για τα αδιαφανή στοιχεία αντλώντας στοιχεία από τον πίνακα σελίδα 71 της εργασίας.

| Όρο φος | Άνοιγμα | Τύπος | γ | A | U | g_w | F_{ov} θέρμ ανση | F_{ov} ψύξη | F_{fin} θέρμ ανση | F_{fin} ψύξη |
|------------|----------------------|-------------------|----------|------|------|-------|--------------------------|------------------|---------------------------|-------------------|
| 1 | Παράθυρο A1 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,998 |
| 1 | Παράθυρο A2 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,99 |
| 1 | μπαλκονόπ ορτα A3 | Μπαλκον όπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,656 | 0,575 | 0 | 0 |
| 1 | μπαλκονόπ ορτα A4 | Μπαλκον όπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,5 | 0,43 | 0,669 | 0,873 |
| 1 | παράθυρο A5 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,669 | 0,899 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|------------------|---------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | παράθυρο A6 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,842 | 0,946 |
| 1 | μπαλκονόπορτα A7 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | μπαλκονόπορτα A8 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0 | 0 | 0,696 | 0,892 |
| 1 | Παράθυρο 1 | Παράθυρο 2 | 180 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | Παράθυρο Δ1 | Παράθυρο 1 | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,78 | 0,942 |
| 1 | Πόρτα εισόδου Δ2 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0 | 0 | 0,702 | 0,914 |
| 1 | Παράθυρο Δ3 | Παράθυρο 2 | 270 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0 | 0 | 0,62 | 0,88 |
| 1 | Παράθυρο Δ4 | Παράθυρο 1 | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,732 | 0,894 |
| 1 | Πόρτα εισόδου Δ5 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0 | 0 | 0,83 | 0,945 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A1 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,998 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A2 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 1 | 0,99 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A3 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,656 | 0,575 | 0 | 0 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A4 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,50 | 0,43 | 0,669 | 0,873 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A5 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,669 | 0,899 |
| Ισόγειο | Παράθυρο A6 | Παράθυρο 1 | 90 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,842 | 0,946 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A7 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,656 | 0,575 | 0 | 0 |
| Ισόγειο | Μπαλκονόπορτα A8 | Μπαλκονόπορτα | 90 | 2,3 | 2,49 | 0,54 | 0,50 | 0,43 | 0,696 | 0,892 |
| Ισόγειο | Παράθυρο N1 | Παράθυρο 2 | 180 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ισόγειο | Παράθυρο | Παράθυρο | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0 | 0 | 0,78 | 0,942 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|------------------|------------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| ιο | Δ1 | 1 | | | | | | | | |
| Ισόγειο | Πόρτα εισόδου Δ2 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0,656 | 0,575 | 0,702 | 0,914 |
| Ισόγειο | Παράθυρο Δ3 | Παράθυρο 2 | 270 | 0,8 | 3,66 | 0,48 | 0,56 | 0,476 | 0,62 | 0,88 |
| Ισόγειο | Παράθυρο Δ4 | Παράθυρο 1 | 270 | 1,54 | 4,22 | 0,54 | 0,514 | 0,44 | 0,732 | 0,894 |
| Ισόγειο | Πόρτα εισόδου Δ5 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 0,656 | 0,575 | 0,83 | 0,945 |
| Ισόγειο | Πόρτα εισόδου Δ1 | Πόρτα | 270 | 2,3 | 2,20 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Πίνακας 7.5: Συγκεντρωτικά δεδομένα για τα ανοίγματα του εξεταζόμενου κτιρίου.

| Επιφάνειες και Όγκοι | | | |
|-----------------------------|---------|------------|-------------|
| | Σύνολο | Ωφέλιμη/ος | Ψυχόμενη/ος |
| Επιφάνεια (m ²) | 292.42 | 292.42 | 187.62 |
| Όγκος (m ³) | 1112.72 | 1112.72 | 798.32 |

Πίνακας 7.6: Συγκεντρωτικά δεδομένα για Επιφάνειες και Όγκοι.

Έπειτα, εισάγουμε τα δεδομένα για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που αφορούν το σύστημα θέρμανσης τα δεδομένα του οπαιού αντλούνται από τον Πίνακας 6.13 σελ72 της εργασίας.

| Τύπος split | Ηλεκτρικ ή ισχύς | Θερμικ ή ισχύς | Εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOPEΣ | Μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης SCOP | Τεμάχια | Ποσοστό κάλυψης θερμινό μενου χώρου |
|-------------|------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 18000btu | 1.05KW | 4.2KW | 4 | 3.72 | 1 | 0.2 |
| 12000btu | 0.75 KW | 3.20KW | - | 4.26 | 3 | 0.4 |

| | | | | | | |
|--|---------|---------|------------------------|------|---|-----|
| 9000btu | 0.65 KW | 2.6 KW | 4 | 3.72 | 4 | 0.4 |
| σύνολο | 5.9 KW | 24.2 KW | - | - | 8 | 1 |
| Δίκτυο Διανομής | | | | | | |
| Δικτιού διανομής θερμού άμεσου κάτω από 20% σε εξωτερικό χώρο μικρού μήκους αμελητέο | | | Αεραγωγοί δεν διαθέτει | | | |
| Τερματικές Μονάδες | | | | | | |
| Τοπικές αντλίες θερμότητας | | | 0.93 | | | |

Πίνακας 7.6: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης.

Ακολουθεί, εισάγουμε τα δεδομένα για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που αφορούν το σύστημα την ψύξη τα δεδομένα του οπαιού αντλούνται από τον Πίνακας 6.14 σελ73 της εργασίας.

| Τύπος split | Ηλεκτρική ισχύς | ψυκτική ισχύς | Εποχιακός βαθμός απόδοσης SEERES | Μέσος εποχιακός βαθμός απόδοσης SEER | Τεμάχια | Ποσοστό κάλυψης θερμαινόμενου χώρου |
|--|-----------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 18000btu | 1.23KW | 5.2KW | 7 | 4.2 | 1 | 0.2 |
| 12000btu | 0.64KW | 2.5KW | - | 3.91 | 3 | 0.4 |
| 9000btu | 0.68KW | 2.5KW | 6.1 | 3.66 | 4 | 0.4 |
| σύνολο | 5.87 KW | 22.7 KW | - | - | 8 | 1 |
| Δίκτυο Διανομής | | | | | | |
| Δικτιού διανομής θερμού άμεσου κάτω από 20% σε εξωτερικό χώρο μικρού μήκους αμελητέο | | | Αεραγωγοί δεν διαθέτει | | | |
| Τερματικές Μονάδες | | | | | | |

| | |
|----------------------------|------|
| Τοπικές αντλίες θερμότητας | 0.93 |
|----------------------------|------|

Πίνακας 7.7: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα ψύξης.

Τέλος, εισάγουμε τα δεδομένα για τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που αφορούν το σύστημα το σύστημα Z.N.X και φωτισμού τα δεδομένα του οποίου αντλούνται από τους Πίνακας 6.17 σελ77 της εργασίας.

| Τύπος μονάδας παραγωγής Z.N.X | Τεμάχια | Ηλεκτρικ ή Ισχύς | Β.Α Μ. παραγωγής | Ποσοστό κάλυψης | Πλευρικές απώλειες δοχείου | Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής |
|-------------------------------|---------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|
| Ηλεκτρικός θερμοσίφω νας | 4 | 4KW | 100% | 1 | 2% | 100% |

Πίνακας 7.8: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα Z.N.X.

| Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα φωτισμού. | |
|--|------------------------|
| εγκατεστημένη ισχύς (kW): | 0.148 |
| εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες φφ (kW): | 0 |
| εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): | 0 |
| εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες φ.φ. και παρουσίας (kW): | 0 |
| Ζώνες τεχνητού φωτισμού | 500(LX) 300(LX) |
| Στάθμη φωτισμού (lx) Ποσοστό (%) (0-100 | 0,4 0,6 |
| Περιοχή Φυσικού Φωτισμού (Φ.Φ.) (%) | 0 |
| Αυτοματισμοί Ελέγχου Φ.Φ | Χειροκίνητος |
| Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: | Χειροκίνητος διακόπτης |
| Σύστημα απομακρινής θερμότητας | Όχι |
| Φωτισμός ασφαλείας | Ναι |
| Σύστημα εφεδρείας | Όχι |

Πίνακας 7.9: Συγκεντρωτικά δεδομένα για το σύστημα φωτισμού.

Επιπρόσθετα πριν προορίσουμε στους πίνακες αποτελεσμάτων του λογισμικού που χρησιμοποιήσαμε για την ενεργειακή ανάλυση θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το σύστημα εξαερισμού, ύγρανσης, ηλιακών συλλεκτών, φωτοβολταϊκών και ΣΗΘ δεν αναφέρονται διότι

δεν είναι εγκατεστημένα στο κτήριο της ξενοδοχειακής μονάδας που μελετάμε. Στην συνέχεια ακολουθεί πίνακας με τα αποτελέσματα του λογισμικού προγράμματος TOTEE-KENAK

| Αποτελέσματα ενεργειακής ανάλυσης από το λογισμικό KENAK για το υπάρχον κτήριο | | |
|---|-----------------|----------------|
| | Κτήριο αναφοράς | Υπάρχον κτήριο |
| Θέρμανση (kWh/m ² / έτος) | 3.7 | 8.8 |
| Ψύξη (kWh/m ² / έτος) | 96.1 | 134.3 |
| Z.N.X (kWh/m ² / έτος) | 30.1 | 79.8 |
| Φωτισμό (kWh/m ² / έτος) | 177.4 | 22.2 |
| Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ (kWh/m ² / έτος) | 0 | 0 |
| Σύνολο (kWh/m²/ έτος) | 307.3 | 245.1 |
| T=EP/Rr | 0.80 | |
| Ενεργειακή τάξη | B | |

Πίνακας 7.10: Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυσης.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου της ξενοδοχειακής μονάδας είναι 244,8 **kWh/m²/ έτος** και η ενεργειακή τάξη που ανήκει το κτήριο είναι η B τάξη. Από την κατανάλωση ενέργειας συμπεραίνουμε ότι το κτήριο έχει μικρές καταναλώσεις ενέργειας και αυτό οφείλεται τόσο στην μόνωση του κτιρίου που εξετάζουμε όσο και στην θερμοπερατότητα που παρουσιάζουν οι λίθινες τοιχοποιίες που συναντάμε στο υπόγειο του κυρίως κτιρίου. Άλλος ένας λόγος που συντελεί στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι ο προσανατολισμός του κτιρίου που εξετάζουμε και οι σκιάσεις που δημιουργούνται. Καθοριστικό παράγοντα αποτελούν οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες οι οποίες είναι AA+ ενεργειακής κλάσης αλλά και ο φωτισμός, οι οποίοι είναι χαμηλής κατανάλωσης ,βοηθώντας και αυτοί με τη σειρά τους ενεργητικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Στο επόμενο μέρος της πτυχιακής εργασίας θα δούμε σενάρια που επιτρέπουν την μετατροπή του κτιρίου σε κατηγορία +B και πιο συγκεκριμένα σε κτήριο ελάχιστου ενεργειακού αποτυπώματος. Για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα θα πρέπει να αντικατασταθούν οι τοπικές ηλεκτρικές μονάδες παραγωγής Z.N.X με ηλιακούς θερμοσίφωνες καθώς και να εγκαταστήσουμε εξωτερικά στόματα θερμομόνωσης για να βελτιώσουμε περισσότερο τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτηρίου. Οι παραπάνω επεμβάσεις θα είναι το πρώτο σενάριο ενεργειακής βελτιστοποίησης της ξενοδοχειακής μονάδας. Το δεύτερο σενάριο της μετατροπής του εξεταζόμενου κτηρίου σε κτήριο ελάχιστου ενεργειακού

αποτυπώματος θα είναι η εγκατάσταση ένα φωτοβολταϊκό σύστημα και να εκμεταλλευτούμε τα πλεονεκτήματα του προγράμματος net-metering. Τέλος, για να μετατραπεί η επιχείρηση σε όλο τον κύκλο εργασιών της σε μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος θα πρέπει να αντικαταστήσουμε το όχημα μεταφορών της, από πετρελαιοκίνητο σε ηλεκτροκίνητο και να εγκαταστήσουμε ένα σταθμό ηλεκτρικής φόρτισης. Ακολούθως, θα γίνει μια οικονομική ανάλυση για να εξάγουμε τα συμπεράσματα για την υλοποίηση όλου του εγχειρήματος.

7.2 Ανάλυση Σεναρίων Ενεργειακής Βελτιστοποίησης Στο Εξεταζόμενο Κτήριο

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναλύσουμε όλα τα σενάρια έτσι ώστε να μετατραπεί η ξενοδοχειακή μονάδα που εξετάζουμε σε κτίριο ελάχιστου ενεργειακού αποτυπώματος. Πιο αναλυτικά έχοντας εξάγει τα συμπεράσματα από την ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε παραπάνω παρατηρούμε από τα αποτελέσματα ότι η μονή πηγή ενέργειας που εισάγεται στο ενεργειακό σύστημα (ξενοδοχείο) είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τα αποτελέσματα είναι **245.1 kWh / έτος / m²** Για την μετατροπή του κτιρίου σε κτίριο ελάχιστου ενεργειακού αποτυπώματος πρώτα θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορεί να παράγει την ενέργεια την οποία χρειάζεται. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εγκατασταθεί ένα φωτοβολταϊκό (Φ/Β) το οποίο θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια και θα την διοχετεύει στο δίκτυο μέσω του προγράμματος net-metering. Στην συνέχεια θα πρέπει να μειώσουμε τις καταναλώσεις ενέργειας έτσι ώστε να μην επιβαρύνεται σημαντικά το φωτοβολταϊκό σύστημα. Μια καλή λύση είναι να μειωθεί η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργεια που απαιτείται για την θέρμανση του Ζ. Ν. Χ με την εγκατάσταση ηλιακών θερμοσίφωνων. Επιπλέον θα πρέπει να εξετάσουμε την εγκατάσταση θερμομόνωσης για την βελτιώσω των θερμικών χαρακτηριστικών του κελύφους του κτηρίου. Τέλος, θα γίνει ανάλυση της εγκατάστασης ενός ρυθμιστή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Στα επόμενα κεφάλαια θα γίνει η διεξοδική ανάλυση των παραπάνω μετατροπών που θα εγκατασταθούν στο κτίριο (ξενοδοχειακή μονάδα).

7.2.1 Σενάριο πρώτο Ενεργειακής Βελτιστοποίησης Στο Εξεταζόμενο Κτήριο

Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλιοθερμικού συστήματος Z.N.X.

Όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη ενότητα στην ξενοδοχειακή μονάδα που εξετάζουμε θα τοποθετηθούν τέσσερις ηλιακοί θερμοσίφωνες τύπου [18] INOX 125L. Ο συγκεκριμένος τύπος ηλιοθερμικού συστήματος επιλέχθηκε διότι τα ανοξείδωτα θερμοδοχεία υπερτερούν των άλλων καθώς έχουν πολύ υψηλή ανθεκτικότητα στη διάβρωση, εξαιρετική αντοχή τόσο στις χαμηλές όσο και στις υψηλές θερμοκρασίες και σημαντικά μικρότερο βάρος από τα εμαγιέ θερμοδοχεία. Ο συγκεκριμένος τύπος ηλιακού θερμοσίφωνα έχει χωρητικότητα 125 λίτρων στο θερμοδοχείο του. Ενώ είναι διπλής ενεργείας: ηλιακής και ηλεκτρικής, η τοποθέτηση του μπορεί να γίνει με κανονική βάση όπως στην περίπτωση μας ή με χαμηλή βάση ή κεραμοσκεπής καθώς και σε τύπους για λειτουργία με την κεντρική θέρμανση (τριπλής ενέργειας). Στην συνέχεια ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά για τα βασικά μέρη του θερμοσίφωνα.

Δοχείο Αποθήκευσης Ζεστού νερού

1. Δεξαμενή αποθήκευσης νερού κατασκευασμένη από ανοξείδωτο χάλυβα - INOX 316L.
2. Μόνωση θερμοδοχείου (πολυουρεθάνη 70mm, 35-40 Kg/m³).
3. Εξωτερικό κάλυμμα από ανοξείδωτο χάλυβα 304BA.
4. Σερπαντίνα από ανοξείδωτο χάλυβα 316L για συμπληρωματική πηγή ενέργειας (π.χ. λέβητας κεντρικής θέρμανσης) (μόνο για μπόιλερ τριπλής ενέργειας - 3E).

Συλλέκτης

1. Πλαίσιο και πλάτη συλλέκτη από ανοδιωμένο αλουμίνιο
2. Συλλεκτική επιφάνεια με μπλε επιλεκτική επίστρωση από φύλλα επιλεκτικού αλουμινίου πάχους 0,5mm, συγκολλημένα με τεχνολογία laser.
3. Υδροσκελετός εξ ολοκλήρου από χαλκό
4. Μόνωση υαλοβάμβακα στην πλάτη πάχους 50mm και πετροβάμβακα πλευρικά πάχους 20mm.
5. Συντελεστής απορρόφησης $\alpha \geq 0,95 \pm 0,02$
6. Συντελεστής εκπομπής επιλεκτικής επιφάνειας $\epsilon \leq 0,05 \pm 0,02$

Βάση

Σιδηρογωνία γαλβανισμένη εν θερμώ

| Δεξαμενή Αποθήκευσης Ζεστού Νερού | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Χωρητικότητα (lt) | 116,5 |
| Διάμετρος (cm) | 52 |
| Μήκος (cm) | 111 |
| Βάρος κενό (kg) | 39,2 |
| Ανοδική προστασία Μαγνήσιο | Φ22x300mm |
| Συμπληρωματική θέρμανση | Ηλεκτρική Αντίσταση 3.5 kW |
| Μόνωση | Πολυουρεθάνη 70mm-40kg/m ³ |
| Συνιστώμενη Πίεση λειτουργίας | 5 atm |
| Ονομαστική πίεση | 10 atm |

| Συλλέκτης | |
|-------------------------------------|------------------------|
| Τύπος συλλέκτη | Επίπεδος |
| Αριθμός συλλεκτών / Διαστάσεις (cm) | 1 / 100x150 |
| Συγκόλληση | Laser |
| Αριθμός σωλήνων | 9 |
| Μόνωση πλάτης | Υαλοβάμβακας 50mm |
| Μόνωση πλευρική | Πετροβάμβακας 20mm |
| Στεγανοποιητικό | Κόλλα σιλικόνης / EPDM |
| Βάρος χωρίς υγρό | 24 |
| Πίεση λειτουργίας | 1,5 bar |
| Πίεση δοκιμής | 15 bar |
| Πλαίσιο στήριξης | Χάλυβας γαλβανιζέ |
| Βάρος συστήματος άδειο (kg) | 94 |
| Διαστάσεις συστήματος (ΥxΠxΒ) | 170x107x170 |



Εικόνα 7.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμοσίφωνα.

Το δίκτυο διανομής ζεστού νερού χρήσης είναι σε μεγάλο μέρος του σε εξωτερικό χώρο οπότε θα πρέπει να τοποθετηθεί μεγάλης διατομής μόνωση. Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να τοποθετηθεί πολυστρωματικός σωλήνας διατομής Φ16 μήκους 50m.



Εικόνα 7.2 : Πολυστρωματικός σωλήνας Φ16.

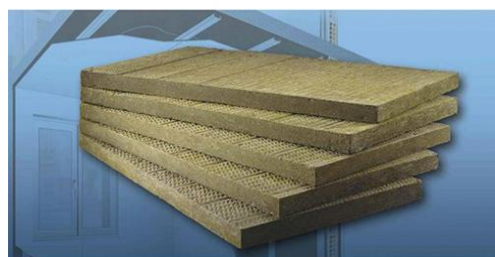
Από την εγκατάσταση των ηλιακών θερμοσιφώνων μπορούμε να εξοικονομήσουμε από τον τομέα της παραγωγής Ζ.Ν.Χ σε μια ετήσια βάση 40% της αρχικής ενέργειας άρα η κατανάλωση ενέργειας από 79,8 Kwh/m²/ έτος να έχουμε 47,88 Kwh/m²/ έτος βάση της ανάλυσης των σεναρίων του λογισμικού προγράμματος TOTEE-KENAK.

Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμομόνωσης τοιχοποιίας του κελύφους του εξεταζόμενου κτηρίου.

Το επόμενο σκέλος του σεναρίου ενεργειακής βελτίωσης είναι η προμήθεια και τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου έτσι ώστε να βελτιωθεί ακόμα περισσότερο η θερμοφυσική συμπεριφορά του με στόχο τον περιορισμό της ανταλλαγής θερμότητας του κτηρίου με το εξωτερικό περιβάλλον με αποτέλεσμα την μείωση της επιβάρυνσης των συστημάτων ψύξης θέρμανσης. Η θερμομόνωση που θα εγκατασταθεί θα τοποθετηθεί στην τοιχοποιία και τις κολόνες του κτηρίου στα οποία βάση της ενεργειακής ανάλυσης εντοπίσαμε ότι έχουν την μεγαλύτερη ανταλλαγή θερμότητας. Το υλικό της θερμομόνωσης που επιλέγουμε είναι πλάκες πετροβάμβακα διατομής D=7cm με εγκατάσταση 275 m² πάλκων με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά.

| Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμομόνωσης | |
|--|-------------------|
| Τύπος υλικού | πετροβάμβακα |
| Διαστάσεις | 1.20m x 0.80m |
| ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης | 0.036 (W/m x K) |
| Διατομή | 7 cm |

Πίνακας 7.11: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμομόνωσης.



Εικόνα 7.3 : θερμομόνωσης από πετροβάμβακα.

Αντικαθιστώντας τα νέα δεδομένα στους μαθηματικούς τύπους που εισάγαμε στα προηγούμενα κεφάλαια έχουμε μεταβολή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας στον πρώτο όροφο και το ισόγειο που παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές ανταλλαγής θερμότητας. Ο λόγος που δεν τοποθετούμε θερμομόνωση στην τοιχοποιία του

κελύφους του υπογείου είναι ότι εκτός ότι είναι μη θερμενόμενος χώρος δεν παρουσιάζει μεγάλες ανταλλαγές θερμότητας και δεν θέλουμε να επηρεάσουμε την καλαισθησία του κτηρίου (λιθοδομή) λόγω ότι η θερμομόνωση θα εγκατασταθεί εξωτερικά

$$R = \frac{d}{\lambda} \left(\frac{m^2 k}{w} \right) \quad (4-1)$$

$$U = \frac{1}{R_{ολ}} \left(\frac{w}{m^2 k} \right) \quad (4-5)$$

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n U_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \left(\frac{w}{m^2 k} \right) \quad (4-9)$$

Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας με τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των νεών τιμών θερμοπερατότητας.

| Χώρος | Όροφος | Όψη | Α m ² | U Μέσο | | ε | γ | β | α |
|---------------|---------|-----------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----|-----|----|-----|
| | | | | ($\frac{w}{m^2 k}$) | ($\frac{w}{m^2 k}$) | | | | |
| | | | | Παλαιό | | Νέο | | | |
| θερμαινόμενος | 1 | Νότια | 20,14 | 0,887 5 | 0,74 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 34,202 | 1,361 | 0,93 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 54,87 | 1,142 5 | 0,79 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 22,762 | 0,79 | 0,72 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| | | Κεκλιμένη οροφή | 92,04 | 2,49 | 2,20 | 0,8 | 0 | 0 | 0,6 |
| | ΙΣΟΓΕΙΟ | Νότια | 20,14 | 0,887 5 | 0,74 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 34,202 | 1,361 | 0,93 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 54,87 | 1,142 5 | 0,79 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 22,762 | 0,79 | 0,72 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|
| Μη θερμαινόμενος | ΥΠΟΓΕΙΟ | Πλάκας ισογείου | 92,04 | 4,46 | 4,46 | 0,8 | 0 | 180 | 0,4 |
| | | Νότια | 22,79 | 0,491 | 0,491 | 0,8 | 180 | 90 | 0,4 |
| | | Ανατολική | 54,45 | 0,40 | 0,40 | 0,8 | 90 | 90 | 0,4 |
| | | Δυτική | 56,3 | 0,52 | 0,52 | 0,8 | 270 | 90 | 0,4 |
| | | Βόρεια | 21,00 | 0,45 | 0,45 | 0,8 | 0 | 90 | 0,4 |
| | | Πλάκα υπογείου | 104,8 | 2,82 | 2,82 | 0,8 | 0 | 180 | 0,4 |

Πίνακας 7.12: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμικής συμπεριφοράς αδιαφανών στοιχείων του εξεταζόμενου κτηρίου..

Εισάγοντας τα νέα δεδομένα του πίνακα 7.12 ο οποίος αφορά τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών στοιχείων του εξεταζόμενου κτηρίου, καθώς και τα νέα δεδομένα από την εξοικονόμηση ενέργειας που εισάγουν η εγκατάσταση των θερμοσιφώνων προκύπτει ο νέος πίνακας αποτελεσμάτων. Ο νέος πίνακας αποτελεσμάτων που ακολουθεί αφορά τα αποτελέσματα της ενεργειακής συμπεριφορά του εξεταζόμενου κτηρίου μετά την εγκατάσταση των επεμβάσεων του πρώτου σεναρίου που είδαμε κατά την εκτέλεση της ενεργειακής ανάλυσης.

| Αποτελέσματα ενεργειακής ανάλυσης από το λογισμικό KENAK για το υπάρχον κτήριο κατά την εκτέλεση των επεμβάσεων του πρώτου σεναρίου. | | | |
|---|-----------------|---------------------|-------------------------|
| | Κτήριο αναφοράς | Υπάρχον κτήριο πριν | Μετά απο τις επεμβάσεις |
| Θέρμανση (kWh/m ² / έτος) | 3,7 | 8.8 | 6,2 |
| Ψύξη (kWh /m ² / έτος) | 96,1 | 134.3 | 133,8 |
| Z.N.X (kWh /m ² / έτος) | 30,1 | 79.8 | 57,2 |
| Φωτισμό (kWh /m ² / έτος) | 177,4 | 22.2 | 22,2 |
| Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ (kWh/m ² / έτος) | 0 | 0 | 0 |
| Σύνολο (kWh /m²/ έτος) | 307,3 | 245.1 | 219,4 |
| T=EP/Rr | - | 0.80 | 0,71 |
| Ενεργειακή τάξη | - | B | B+ |

Πίνακας 7.13: Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυσης κατά την εκτέλεση των επεμβάσεων του πρώτου σεναρίου.

Βάση του παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε ότι ο αρχικός στόχος της ενεργειακής ανάλυσης δηλαδή της μετατροπής του κτηρίου σε κτήριο ελάχιστου ενεργειακού αποτυπώματος επιτεύχθηκε με την εφαρμογή του πρώτου σεναρίου. Με την εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων αλλά και θερμομόνωσης καταφέραμε να μειώσουμε την κατανάλωση ενέργειας άρα την άνοδο της ενεργειακής κατηγορίας του κτηρίου από B σε B+ άρα σύμφωνα με τις τιμές κατανάλωσης την μετατροπής του κτηρίου σε κτήριο ελάχιστης κατανάλωσης. Για να ολοκληρωθεί η μετατροπή του κτηρίου θα πρέπει το κτήριο να εξασφαλίσει την ενεργειακή του αυτονομία στην συνέχεια ακολουθεί το σενάριο B το οποίο με την εγκατάσταση ενός ρυθμιστή φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων και την εγκατάσταση ενός Φ/Β συστήματος θα μετατρέψει το κτήριο σε ένα αυτόνομο σύστημα ελάχιστης κατανάλωσης σε όλους του κύκλους λειτουργίας του.

8. Ανάλυση σεναρίων για την μετατροπή σε κτήριο μηδενικών εκπομπών.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε την ξενοδοχειακή μονάδα όχι μόνο από πλευράς κτιρίου αλλά σε όλο το σύνολο της παραγωγικής της διαδικασίας και στην συνέχεια θα την μετατρέψουμε σε επιχείρηση μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος. Η επίτευξη αυτού του στόχου θα έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του κόστους λειτουργίας της αλλά και μείωση των εκπομπών ρύπων, προστατεύοντας παράλληλα το περιβάλλον. Η προστασία του περιβάλλοντος δημιουργεί ένα brand name μιας πράσινης επιχείρησης αυξάνοντας τα κέρδη της και την δημοτικότητα της.

Ο τρόπος για την μετατροπή της επιχείρησης σε μηδενικού αποτυπώματος επιτεύχθηκε πρώτα μετατρέποντας το κτίριο σε μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος εγκαθιστώντας ένα φ/β σύστημα και ένα ηλιοθερμικό σύστημα, καθώς και την θωράκιση του κελύφους του κτηρίου, έτσι ώστε και να παράξει το κτίριο την ενέργεια που χρειάζεται αλλά και να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας.

Το δεύτερο βήμα είναι η επιχείρηση να μετατραπεί σε μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος σε όλο τον κύκλο της λειτουργίας της, χρησιμοποιώντας ηλεκτρικό οχήματα και ρυθμιστή φόρτισης αυτού. Έτσι με τον τρόπο αυτό θα μπορεί μέσω του φ/β συστήματος να καλύψει τις ανάγκες της. Στην συνέχεια θα γίνει η ανάλυση του ηλεκτρικού οχήματος καθώς και του ρυθμιστή φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος που θα εγκατασταθεί στο χορό του ξενοδοχείου.

8.1 Επιλογή ηλεκτρικού οχήματος.

Το ηλεκτρικό όχημα το οποίο θα επιλεγεί είναι [19] ένα όχημα μικρού αμαξώματος το οποίο συνδυάζει τα τεχνικά χαρακτηριστικά και την εμβέλεια την οποία χρειαζόμαστε με μια οικονομική συνάμα τιμή. Τα χαρακτηριστικά του ως το πρώτο όχημα παραγωγής είναι:

Διαστάσεις

Η έκδοσή που παράγεται από τον κατασκευτή είναι τετραθέσιο αστικό αυτοκίνητο. Οι διαστάσεις του είναι μήκους μόλις 3. 597 m και πλάτος 1. 645 m, προσφέρει επίσης ευρύχωρο εσωτερικό για τέσσερις επιβάτες και χωρητικότητα αποθήκευσης στα 250 L και μπορεί να προστεθεί επιπλέον αποθηκευτικός χώρος στα 923 lt αναδιπλώνονται τα πίσω καθίσματα.

Ηλεκτροκίνηση

Η κίνηση του οχήματος γίνεται μέσω ενός ηλεκτροκινητήρα 61 kW, αυτό σημαίνει ότι το όχημα τροφοδοτείται μόνο από μπαταρία, και χωρίς να δημιουργεί εκπομπές.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κινητήρα είναι ένας ηλεκτροκινητήρας με ισχύ εξόδου 61 kW (83 PS), η μέγιστη ροπή του κινητήρα είναι 210 Nm, η οποία είναι σχετικά υψηλή λόγω του ηλεκτροκινητήρα και διατίθεται αμέσως, όπως είναι τυπικό για τους ηλεκτροκινητήρες. Η μεγάλη ροπή δίνει την δυνατότητα στο όχημα να επιταχύνει από 0 έως 100 km / h σε 12, 5 δευτερόλεπτα. Η τελική του ταχύτητα είναι 130 km / h.

Αυτονομία

Η μπαταρία ιόντων λιθίου των 60 Ah μπορεί να αποθηκεύσει 36, 8 kWh επιτρέπει εμβέλεια έως και 265 km στον κύκλο WLTPH. Οι μπαταρίες βρίσκονται στο δάπεδο του οχήματος ενσωματωμένες στο σασί του, ενώ οι διαστάσεις τους είναι 1, 1x1, 7 m και έχει ύψος μόλις 0, 3 m, αποτελείται από συνολικά 168 μπαταρίες συνδεδεμένες σε συστοιχίες. Η φόρτιση των μπαταριών μπορεί να γίνει μέσω φορτιστών ή χρησιμοποιώντας ένα ταχυφορτιστή (σταθμό φόρτισης) τοίχου AC 7, 2 kW, η μπαταρία φορτίζεται στο 80% σε 4 ώρες 8 λεπτά ή 12 ώρες 37 λεπτά χρησιμοποιώντας μια ενισχυμένη πρίζα που μπορούμε να βρούμε σε οποιαδήποτε εγκατάσταση των 2, 3 kW.



Εικόνα 8.1 : Ηλεκτρικό όχημα.

Η κατανάλωση - κόστος

Η κατανάλωση του οχήματος συμφωνά με την αυτονομία των 265 km και για περίπου 80 Km ημερησίων διαδρόμων χρειάζεται φόρτιση κάθε 3, 31 ημέρες άρα περίπου 9 φορτίσεις τον μήνα και 109 τον χρόνο. Σε κάθε φόρτιση καταναλώνει 36, 8 kWh, άρα η ετήσια κατανάλωση είναι 4000,9 Kwh, η κατανάλωση αυτή μπορεί να καλυφθεί από το φ/β σύστημα. Το κόστος για την απόκτηση του οχήματος ανέρχεται **στα 22. 300 ευρώ.**

8.2 Επιλογή ρυθμιστή φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος.

Σύμφωνα με το ηλεκτρικό όχημα που επιλέξαμε στην προηγούμενη ενότητα θα πρέπει να υπολογίσουμε τον κατάλληλο ταχυφορτιστή έτσι ώστε να μπορούμε σε ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα να φορτίσουμε το ηλεκτρικό όχημα. Ο φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος που θα επιλέξουμε είναι τύπου [20] Σταθμός Φόρτισης EV Επίτοιχος 3 φάσεων 7/22kW καλωδίου RFID. Ο σταθμός φόρτισης που επιλέξαμε έχει την δυνατότητα εισαγωγής και σε μονοφασικό αλλά και σε τριφασικό δίκτυο, είναι κατάλληλος και για εσωτερικό αλλά και εξωτερικό χώρο, ενώ την ίδια στιγμή έχει την ικανότητα να συνδεθεί μέσω μεγάλης γκάμας βυσμάτων σε μεγάλο αριθμό τύπων ηλεκτρικών οχημάτων συμπεριλαμβανόμενου και του συγκεκριμένου τύπου που επιλέξαμε για τις ανάγκες της επιχείρησης. Ο σταθμός ταχυφόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων EVlink είναι ιδιαίτερα εύρηστος στον καθημερινό χρήστη, ενώ είναι αξιοσημείωτο ότι πρόκειται για έναν ιδιαίτερα ανθεκτικό σταθμό στις εξωτερικές συνθήκες. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των ταχυφορτιστών του συγκεκριμένου είδους είναι η ευφυΐα τους και η δυνατότητα σύνδεσης τους σε έξυπνα δίκτυα (BMS) . Ο χρήστης λοιπόν, μπορεί να τα συνδέσει μέσω ενσύρματης ή ασύρματης σύνδεσης σε συστήματα διαχείρισης κτιρίου και να έχει την εικόνα και τον έλεγχο του ρυθμιστή φόρτισης σε πραγματικό χρόνο, εκτέλεση απομακρυσμένης συντήρησης. Ο ταχυφόρτισης EVLink Smart Wallbox προσφέρει δυνατότητες μέτρησης ενέργειας ενώ επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της ταυτότητας του χρήστη ο οποίος συνδέεται στο φορτιστή καθώς και η δυνατότητα να ελεγχθεί η ποσότητα της καταβαλλόμενης ενεργείας και η χρήση αυτής. Μέσω της παραπάνω λειτουργίας έχουμε την δυνατότητα να κοστολογείται ο εκάστοτε καταναλωτής και να πληρώνει στην επιχείρηση το αντίτιμο της φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων , προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο στην επιχείρηση επιπλέον έσοδα.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φορτιστή ηλεκτρικού οχήματος είναι τα παρακάτω [20]:

- Δίκτυο τροφοδοσίας 220-240V μονοφασικό, 50 / 60Hz για μέγιστη ισχύ φόρτισης 7, 4 kW ή 380-415V τριφασικό - 50-60Hz για μέγιστη ισχύ φόρτισης 22 kW.
- Ικανότητα μεταβολής του επιπέδου φόρτισης με εύρος σε μονοφασικό δίκτυο ισχύς έως 7, 4 kW ρεύματος φόρτισης από 8 A ή τριφασική δίκτυο ως 22 kW έως 32 A.
- Σύνδεση με πρίζα EV: T2 ρευματοδότης (πρίζα) ή συνδεδεμένο καλώδιο με βύσμα T1 ή T2 με μήκος καλωδίου: 4, 5μ.
- Κλειδαριά ή αναγνώστης καρτών RFID.

- Ικανότητα Σύνδεση με Cloud για αποθήκευση δεδομένων μέσω GPRS μόντεμ με Ενσύρματο Ethernet ή ασύρματο δίκτυο Wi-Fi.
- Θερμοκρασία λειτουργίας: -30 ° C έως + 50 ° C έως 80 ° C.
- Βαθμός προστασίας εισόδου: IP55 ή IP54 για σταθμό φόρτισης με πρίζα τύπου E.

Παροχές

- Δωρεάν πρόσβαση σε κλείδωμα της παροχής φόρτισης ή έλεγχος ταυτότητας χρήστη για να δίνει ελεγχόμενη η ελεύθερη πρόσβαση μέσω καρτών.
- Διαχείριση στοιχείων χρέωσης των χρηστών μέσω της κατανάλωσης ενέργειας
- Ενσωματωμένα καταγραφικά και σύνδεση του φορτιστή σε δίκτυο έτσι ώστε να υπάρχουν διαθέσιμα αρχείων καταγραφής καταναλώσεων σε πραγματικό χρόνο.
- Κωδικός QR για είσοδο στις ρυθμίσεις του φορτιστή για εύκολη πρόσβαση του διαχειριστή.



Εικόνα 8.2 : Ρυθμιστής φόρτισης.

Κόστος προμήθειας του φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων είναι 2180 ευρώ

Η ηλεκτρολογική σύνδεση του φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων θα γίνει μέσω μιας τριφασικής παροχής Νο1 με διατομή παροχής 5x6mm, γενική ασφάλεια 3x35A στον μετρητή. Θα εγκατασταθεί ηλεκτρολογικός πίνακας με IP65 κατάλληλος για εξωτερικούς χώρους όπου θα είναι εξοπλισμένος με ασφάλεια στον πίνακα 32A αυτόματη γενικό διακόπτη 3x40A και διακόπτη διαφυγής έντασης 3x40A.

8.3 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.

Στο τελευταίο κεφάλαιο τις ενεργειακής ανάλυσης θα εξετάσουμε το δεύτερο σενάριο έτσι ώστε να μετατραπεί η ξενοδοχειακή μονάδα σε κτίριο μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος. Πιο αναλυτικά έχοντας εξάγει τα συμπεράσματα από την ενεργειακή ανάλυση που πραγματοποιήθηκε παραπάνω παρατηρούμε από τα αποτελέσματα ότι η μονή πηγή ενέργειας που εισάγεται στο ενεργειακό σύστημα (ξενοδοχείο) είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τα αποτελέσματα είναι $219,4\text{kWh} / \text{έτος} / \text{m}^2$. Για την μετατροπή του κτιρίου σε κτίριο μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος πρώτα θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορεί να παράγει την ενέργεια την οποία χρειάζεται. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εγκατασταθεί ένα φωτοβολταϊκό (Φ/Β) το οποίο θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια και θα την διοχετεύει στο δίκτυο μέσω του προγράμματος net-metering. Στα επόμενα κεφάλαια θα γίνει η διεξοδική ανάλυση των παραπάνω μετατροπών που θα εγκατασταθούν στο κτίριο (ξενοδοχειακή μονάδα).

8.3.1 Πρόγραμμα virtual net-metering

Με το όρο virtual net-metering εννοούμε τον εικονικό ενεργειακό συμφητισμό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από μια μονάδα παραγωγής και εισέρχεται στο Δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας με την απορροφούμενη ενέργεια από μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις κατανάλωσης του αυτοπαραγωγού, χωρίς ωστόσο να είναι υποχρεωτικό η μονάδα παραγωγής και οι καταναλώσεις να βρίσκονται στον ίδιο χώρο με την εγκατάσταση κατανάλωσης και να συνδέονται ηλεκτρικά με αυτή (σύνδεση στο δίκτυο μέσω της αυτής παροχής), όπως συμβαίνει στον κλασικό ενεργειακό συμφητισμό. Το πλεονέκτημα του προγράμματος net metering είναι ότι δεν χρειάζεται το εξεταζόμενο κτίριο να διακοπεί από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και να γίνει αυτόνομο με την εγκατάσταση συστοιχιών συσσωρευτών. Η σύνδεση είναι πολύ πιο απλή και πιο οικονομική, μιας και η μονάδα παραγωγής (Φ/Β, μικρή ανεμογεννήτρια, βιομάζα, μικρό υδροηλεκτρικό, ΣΗΘΥΑ, συνδυασμός Hybrid) όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι Φ/Β συνδέεται απευθείας στον μετατροπέα (inverter) και αυτός στην συνέχεια στον μετρητή καταγραφής της εισερχόμενης ενέργειας στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Πλεονεκτήματα προγράμματος virtual net-metering:

- Μικρότερο κόστος εγκατάστασης, διότι δεν χρειάζεται να εγκαταστήσουμε μεγαλύτερο αριθμό πάνελ για να καλύψουμε έτσι τα χρονικά διαστήματα αιχμής αφού υπάρχει το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας να καλύπτει τις ανάγκες των φορτίων.
- Μικρότερο κόστος εγκατάστασης για να έχουμε αυτόνομο σύστημα διότι έχουμε το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας άρα δεν χρειαζόμαστε συστοιχίες από μπαταρίες.
- Ως εκ τούτου προκύπτει και μικρότερο κόστος συντήρησης και χρήσης λόγω της έλλειψης μπαταριών που έχουν μεγάλο κόστος εγκατάστασης, συντήρησης και μετά από 10 έτη πρέπει να αντικατασταθούν.
- Απλούστερη εγκατάσταση.
- Μικρότερος χρόνος απόσβεσης του κεφαλαίου που επενδύθηκε.
- Μεγαλύτερο οικονομικό όφελος διότι το κόστος πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας μόλις ξεπερνά τα 0, 0456 ευρώ ενώ το κόστος αγοράς χωρίς το κόστος μεταφοράς διανομής και λοιπούς φόρους είναι 0, 11 του ευρώ. Επομένως, μέσω του συμψηφισμού είναι σαν να πουλάμε με 0, 11 του ευρώ την παραγόμενη Kwh.

Στο πρόγραμμα net metering δικαίωμα ένταξης έχουν όσοι ανήκουν στην κατηγορία δημοσίου ή ιδιωτικού τομέα που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλους δημοσίου ενδιαφέροντος σκοπούς καθώς και οι εγγεγραμμένοι στο Μητρώο Αγροτών πολίτες, οι οποίοι είτε είναι οι ιδιοκτήτες του χώρου στον οποίο εγκαθίσταται ο σταθμός παραγωγής είτε έχουν τη νόμιμη χρήση αυτού (π. χ μέσω μίσθωσης, δωρεάν παραχώρησης κλπ.).

Το όριο της εγκατεστημένης ισχύς του προγράμματος net-metering για τον νησιωτικό χώρο της Άνδρου μιας και ανήκει στο διασυνδεδεμένο δίκτυο είναι μέχρι 20 kW ή μέχρι 50% του αθροίσματος της συμφωνημένης ισχύος του συνόλου των προς συμψηφισμό καταναλώσεων (σε kVA), εφόσον το τελευταίο μέγεθος υπερβαίνει τα 20 kW [10] και έτσι δεν μπορεί να υπερβαίνει η εγκατεστημένη ισχύς της Φ/Β μονάδας παραγωγής το όριο του 1 MW, ανεξάρτητα από τη σύνθεσή του. Ειδικά στο κορεσμένο δίκτυο της Εύβοιας (περιοχή νοτίως του Αλιβερίου συμπεριλαμβανομένων των νησιών: Άνδρος και Τήνος), ισχύουν τα παραπάνω όρια, μέχρι εξαντλήσεως των συνολικών περιθωρίων ισχύος 10 MW που δόθηκαν.

Το Συμβόλαιο του προγράμματος net metering που υπογράφεται μεταξύ του παρόχου και του αυτοπαραγωγού έχει διάρκεια 25 ετών [10], με αρχή την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του σταθμού παραγωγής. Σε περίπτωση που ο παράγωγος αλλάξει πάροχο της εγκατάστασης παραγωγής και όλων των εγκαταστάσεων κατανάλωσης, μετά την έναρξη του συμβολαίου παραγωγής, το συμβόλαιο λήγει και συνάπτεται νέο συμβόλαιο μεταξύ του αυτοπαραγωγού και του νέου παρόχου για τα έτη που απομένουν μέχρι την ολοκλήρωση της αρχικής εικοσιπενταετίας.

Το κόστος σύνδεσης για το πρόγραμμα virtual net metering για την περίπτωση νέας παροχής η οποία χρειάζεται νέο μετρητή ενεργείας είναι 390 ευρώ [10] συν το κόστος σύνδεσης το οποίο είναι μηδενικό καθώς περνάει έξω από το οικόπεδο στύλο του ΔΕΔΔΗΕ. Στην περίπτωση δημιουργίας νέας παροχής για την σύνδεση του παράγωγου με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του προγράμματος virtual net metering γίνεται η διαδικασία για τη σύνδεση νέου ανεξάρτητου παραγωγού, η οποία εξαρτάται από το επίπεδο τάσης που είναι τριφασικό στην Χ. Τ. Ο μετρητής της νέας παροχής τοποθετείται από τον ΔΕΔΔΗΕ. Οι μετρητές και οι παροχές της κατανάλωσης ενεργείας παραμένουν ίδιες και η σύνδεση τους με τον μετρητή παραγωγής είναι καθαρά λογιστική.

Η ενεργοποίηση του προγράμματος γίνεται όταν ο παράγωγος καταθέσει την σχετική βεβαίωση ετοιμότητας που δηλώνει ότι ο σταθμός είναι έτοιμος για χρήση και ο ΔΕΔΔΗΕ από την πλευρά του έχει βεβαιώσει ότι έχει ολοκληρώσει τις εργασίες σύνδεσης.

Η τιμολόγηση γίνεται σε κάθε τετράμηνο κάθε εκκαθαριστικό λογαριασμό όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση έχει προηγηθεί καταμέτρηση των μετρητών. Όταν το ισοζύγιο ενέργειας είναι θετικό ο καταναλωτής πληρώνει την διαφορά από την αφαιρούμενη παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, ενώ όταν το ισοζύγιο είναι αρνητικό η διαφορά πιστώνεται στον επόμενο λογαριασμό. Στην επόμενη ενότητα θα γίνει η μελέτη της Φ/Β μονάδας παραγωγής.

8.3.2 Μελέτη Φ/Β μονάδας.

Σε αυτήν την ενότητα θα εκτελέσουμε τα βήματα της μελέτης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος το οποίο θα το συνδέσουμε όπως προαναφέρθηκε σε πρόγραμμα virtual net-metering, παρακάτω ακολουθούν αναλυτικά τα βήματα της μελέτης.

Το πρώτο βήμα που πρέπει να κάνουμε είναι να βρούμε την εγκατεστημένη ισχύ που θα έχει το Φ/Β σύστημα. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε εντοπίζοντας την ισχύ που χρειάζεται σε ετήσια βάση το κτίριο που μελετάμε, έτσι με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσουμε να βρούμε την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγει το σύστημα σε ετήσια βάση για να καλύψει τις ανάγκες του κτιρίου. Όπως είδαμε από την ενεργειακή ανάλυση το κτίριο χρειάζεται 219,4 kWh / έτος / m^2 το κτίριο είναι $187,62m^2$, άρα η απαιτούμενη ενέργεια είναι 41163,83 kWh / έτος / m^2 , επιπλέον το σύστημα χρειάζεται άλλες 4000,9kWh/ έτος για τις ανάγκες του ηλεκτρικού οχήματος. Άρα και η ενέργεια που θα παράγει το φωτοβολταϊκό την οποία θα την συμβολίζουμε με το $E_{m\sigma}$ [11] ισούται με 45164,73 kWh.

$E_{m\sigma} = 219,4 \text{ kWh /έτος} / m^2 \times 187,62m^2 = 41163,83 \text{ kWh /έτος} + 4000,9 \text{ kWh} = 45164,73 \text{ kWh}$

Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα χωριστεί σε δυο υποσυστήματα τα οποία το καθένα θα έχουν τον δικό τους inverter και συστοιχίες Φ/Β, με παραγωγική ικανότητα $E_{m\Sigma} = 21741,21$ kWh /έτος. Στην συνέχεια ακολουθούν οι υπολογισμοί για κάθε υποσύστημα.

Προχωρώντας στο δεύτερο βήμα, θα πρέπει να βρούμε τον αριθμό των απαιτούμενων φωτοβολταϊκών πάνελ ο οποίο μας δίνεται από το παρακάτω τύπο [11]:

$$N = E_{m\Sigma} / (E_{HA} \times S_{\Pi} \times \eta_{\Pi} \times \sigma_{\alpha} \times \sigma_{\kappa} \times \sigma_{\mu}) \quad (8-1)$$

οπου N : είναι ο αριθμός των Φ/Β πάνελ .

$E_{m\Sigma}$: είναι η ετήσια απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται να παράγει το Φ/Β συστημα.

E_{HA} : είναι η ετήσια ενέργεια προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας βάση PVGIS.

S_{Π} : είναι η επιφάνεια πλαισίου σε m^2 .

η_{Π} : είναι ο βαθμός απόδοσης του Φ/Β πλαισίου.

σ_{α} : είναι ο συντελεστής ανομοιογένειας ($\sigma_{\alpha}=0,98$) [11].

σ_{κ} : είναι ο συντελεστής καλωδίων ($\sigma_{\kappa}=0,98$) [11].

σ_{μ} : είναι ο συντελεστής απωλειών μεταφοράς ενέργειας ($\sigma_{\mu}= 0,98$) [11].

Η ετήσια ενέργεια προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας βάση PVGIS EHA = 1952, 24 kWh / έτος / m^2 , καθώς και η βέλτιστη γωνιά $\beta = 35$ μοίρες, δίνονται με γνώμονα την τοποθέτηση του φωτοβολταϊκού πάνελ και παρέχονται από το ΚΕΝΤΡΟ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΕΕ PVGIS. Στην συνέχεια ακολουθούν τα αποτελέσματα , βάση της τοποθεσίας που θα εγκατασταθούν από τη σελίδα του PVGIS.

Σύστημα γεωγραφικών πληροφοριών

re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP

Ανακίνηση νομικού περιεχομένου | Cookies | Επικοινωνία | Αγγλικά (en)

Ευρωπαϊκή Επιτροπή

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Ευρωπαϊκή Επιτροπή > EU Science Hub > PVGIS > Διαδραστικά εργαλεία

Σπίτι Εργαλεία Λήψεις Τεκμηρίωση Επικοινωνήστε μαζί μας

Μέσα θύνη

Κόχυλος

Σταυρός

Παλαϊόκαστρο

Ρογό

Επισκοπεϊό

Θρμος Κορβίου

Χώνες

Αγία Μαρίνα

Χωριό

μεγάλο

1000 μ

Διεύθυνση Π.χ. Τσπρα, Ιταλία Πηγα Lat / Lon : Π.χ. 45 Π.χ. 8.6 Πηγα

Δρομέας: 37.765, 24.958
 Επιλεγμένο 37.771, 24.945
 Υψόμετρο 41 (m)

Χρησιμοποιήστε σκίες εδάφους:
 Υπολογισμένος ορίζοντας
 Μεταφόρτωση αρχείου ορίζοντα

Επιλογή αρχείου Δεν επιλέχθηκε κανένα αρχείο

ΕΥΝΑΔΕΣΗ

TRACKING PV

ΕΚΤΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

ΜΗΝΙΑΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΘΡΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΤΜΥ

Βάση δεδομένων ηλιακής ακτινοβολίας * PVGIS-SARAH

Τεχνολογία PV * Κρυσταλλικό πυριτίο

Εγκατεστημένη μέγιστη φωτοβολταϊκή ισχύς [kWp] *

Απώλεια συστήματος [%] *

Διορθώθηκαν οι επιλογές τοποθέτησης

Θέση στήριξης * Ελεύθερος

Κλίση [°] * 35 Βελτιστοποίηση κλίσης

Αζιμούθιο [°] *

Φ / Β τιμή ηλεκτρικής ενέργειας

Κόστος φωτοβολταϊκών συστημάτων (το νόμισμά σας)

Τόκο [% / έτος]

Διάρκεια ζωής [έτη]

Οπτικοποιήστε τα αποτελ

csv Τζόνσον

Εικόνα 8.3 : Δεδομένα για το Φ/Β σύστημα που εισάγουμε στο PVGIS.



Εικόνα 8.4 : Αποτελέσματα για το Φ/Β σύστημα που εξήγαγε από το PVGIS.

Το εμβαδόν του φωτοβολταϊκού πάνελ είναι [11] $S_{\Pi} = 1,665 \text{m} \times 0,992 \text{m} = 1,652 \text{m}^2$ βάση των διαστάσεων του, και όπως αυτές δίνονται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού πάνελ που θα δούμε αναλυτικότερα στην συνέχεια.

Ο βαθμός απόδοσης του Φ/Β πλαισίου η_{Π} επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως από την γήρανση του φωτοβολταϊκού, τις απώλειες διόδου και την ρύπανση της επιφάνειας του Φ/Β πάνελ. Παρακάτω ακολουθεί ο υπολογισμός του πραγματικού βαθμού απόδοσης του φωτοβολταϊκού [11].

$$\eta_{\Pi} = n_{stc} \times \sigma_{\gamma} \times \sigma_{\theta} \times \sigma_{\rho} \times \sigma_{\delta} \quad (8-2)$$

όπου η_{Π} : ο πραγματικός βαθμός απόδοσης του Φ/Β πάνελ.

n_{stc} : ο βαθμός απόδοσης του Φ/Β πάνελ από τον κατασκευαστή βάση εργαστηριακών (ιδανικών) συνθηκών [13] ($n_{stc} = 19,37\%$).

σ_{γ} : συντελεστής γήρανσης οπότε για κάθε έτος λειτουργίας μειώνεται κατά 1% άρα για το πρώτο έτος λειτουργίας ξεκινάμε με $\sigma_{\gamma} = 0,99$ [11].

σ_{ρ} : συντελεστής ρύπανσης [11] ($\sigma_{\rho} = 0,90$) για ελαφρώς σκονισμένα πάνελ τα οποία καθορίζονται δύο φορές τον χρόνο.

σ_{θ} : συντελεστής θερμοκρασίας ο οποίος δίνεται από το παρακάτω τύπο [11]

$\sigma_{\theta} = 1 - (ta + 30) \cdot 25 \times 0,004 = 1 - (19,4 + 30) \cdot 25 \times 0,004 = 0,9024$, οπότε $ta = 19,4$ μέση μηνιαία θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου και δίνετε βάση του pvgis [12].

σ_{δ} : συντελεστής απωλειών διόδου ($\sigma_{\delta} = 0,99$) [11].

από σχέση (2) έχουμε $\eta_{\Pi} = n_{stc} \times \sigma_{\gamma} \times \sigma_{\theta} \times \sigma_{\rho} \times \sigma_{\delta} \Rightarrow 19,37 \times 0,99 \times 0,90 \times 0,9024 \times 0,99 = 15,42\%$ ο πραγματικός βαθμός απόδοσης του Φ/Β πάνελ και όχι 19,37%.

από την σχέση (1) έχουμε $N = E_{m\Sigma} / (E_{HA} \times S_{\Pi} \times \eta_{\Pi} \times \sigma_{\alpha} \times \sigma_{\kappa} \times \sigma_{\mu})$
 $\Rightarrow (21171,21 \text{kWh} / \text{έτος}) / ((1952,24 \text{kWh} / \text{έτος} / \text{m}^2) \times (1,652 \text{m}^2) \times (0,1524) \times 0,98 \times 0,98 \times 0,98) = N = 45,77$ ή 46 φωτοβολταϊκά πάνελ για κάθε υποσύστημα ή συνολικά 92 πάνελ για όλο το Φ/Β σύστημα.

Η εγκατεστημένη ισχύς του Φ/Β συστήματος είναι $P_{\text{εγκ}} = N \times P_{\Pi} = 46 \times 320 \text{Wp} = 14,72 \text{kWp}$ για κάθε υποσύστημα ή 29,44kWp συνολικά για όλο το Φ/Β σύστημα.

Το τρίτο βήμα είναι ο καθορισμός του τρόπου σύνδεσης των Φ/Β πάνελ δηλαδή ποσά θα συνδεθούν σε σειρά, σχηματίζοντας με αυτόν τον τρόπο μια συστοιχία και ποσά θα συνδεθούν παράλληλα. Αυτό λύνεται αφού πρώτα ορίσουμε την τάση λειτουργίας της συστοιχίας οπότε για Φ/Β σύστημα με εγκατεστημένη ισχύς $P_{\text{εγκ}} > 10 \text{kWp}$ είναι μεταξύ 400-700 Vdc [11] στην

προκειμένη περίπτωση ορίζουμε τα $V_{m\sigma} = 500 \text{ Vdc}$. Στην συνέχεια, για να βρούμε τον αριθμό των Φ/Β πάνελ που θα συνδεθούν σε σειρά θα υπολογίσουμε με βάση τον τύπο [11], όπου $V_{m\sigma}$ είναι η τάση λειτουργίας συστοιχίας και $V_{m\pi}$ είναι η τάση λειτουργίας του Φ/Β πάνελ.

$$N_{\sigma} = V_{m\sigma} / V_{m\pi} = 500 \text{ Vdc} / 33.4 \text{ Vdc} = 14.97 \text{ ή } 15$$

Έχοντας υπολογίσει ποσά Φ/Β πάνελ θα συνδεθούν σε σειρά είναι εύκολο να υπολογίσουμε τον αριθμό των παράλληλων συστοιχιών για να ορίσουμε το Φ/Β σύστημα. Αυτό μας δίνεται από τον παρακάτω μαθηματικό τύπο, όπου N_{π} είναι ο αριθμός των παράλληλων συστοιχιών και $N_{\text{συν}}$ είναι ο συνολικός αριθμός των Φ/Β πάνελ που υπολογίσαμε παραπάνω.

$N_{\pi} = N_{\text{συν}} / N_{\sigma} = 46 / 15 = 3,06$ ή 3 παράλληλες συστοιχίες για κάθε υποσύστημα ή 6 συνολικά για όλο το Φ/Β σύστημα.

Το τέταρτο βήμα είναι ο υπολογισμός των τεχνικών χαρακτηριστικών του κάθε μετατροπέα (pn inverter). Ο μετατροπέας ηλεκτρικής ενέργειας από ac σε dc μορφή θα πρέπει να έχει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

Σαν τάση εισόδου λειτουργίας [11] $V_{in} = N_{\sigma} \times V_{m\pi} = 15 \times 33.4 \text{ vdc} = 501 \text{ Vdc}$.

Μεγίστη εισόδου $V_{in,max} = N_{\sigma} \times V_{oc\pi} \times K = 15 \times 41.1 \text{ Vdc} \times 1.15 = 708.98 \text{ Vdc}$. όπου K συντελεστής προσαύξησης στη περίπτωση που το Φ/Β σύστημα είναι κάτω από 800m [11] το $K=1,15$ και $V_{oc\pi}$ μέγιστη τάση εξόδου Φ/Β πάνελ ανοιχτοκύκλωσης.

Ελάχιστη τάση εισόδου λειτουργίας στον μετατροπέα $V_{in,min} = N_{\sigma} \times V_{m\pi,min} = 15 \times 31.4 = 471 \text{ Vdc}$.

Σαν ρεύμα εισόδου $I_{in} = N_{\pi} \times I_{m\pi} = 3 \times 9.57 \text{ A} = 28,71 \text{ A}$

Ελάχιστο ρεύμα εισόδου $I_{in,min} = N_{\pi} \times I_{m\pi,min} = 3 \times 7.62 \text{ A} = 22.86 \text{ A}$

Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης του Φ/Β πάνελ εισόδου $I_{in,max} = N_{\pi} \times I_{m\pi,max} = 3 \times 9.86 \text{ A} = 29.58 \text{ A}$.

Επομένως, το εύρος της τάσης λειτουργίας του κάθε μετατροπέα θα πρέπει να είναι 471 - 501 Vdc, ενώ η μέγιστη τάση που μπορεί να ανεχτεί ο μετατροπέας θα πρέπει να είναι 708,98 Vdc. Παράλληλα, το εύρος του ρεύματος εισόδου λειτουργίας είναι από 22,86A - 28,71A και το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να αντέξει ο μετατροπέας είναι 29,58A.

Η τάση εξόδου του κάθε μετατροπέα λόγω του ότι το Φ/Β σύστημα θα συνδεθεί στο δίκτυο χαμηλής τάσης τριφασικού δικτύου το οποίο έχει τάση 400/230 Vac έχει την ίδια τάση.

Η ισχύς εξόδου του μετατροπέα θα πρέπει να είναι μεταξύ 14,72 kW και 11,32kW. Αυτές οι τιμές προκύπτουν, η μέγιστη τιμή από την εγκατεστημένη ισχύ των Φ/Β πάνελ και η ελάχιστη

από τον τύπο $P_{inv} = P_{p\Sigma} / 1.30 = 14,72\text{Kw} / 1.30 = 11.32\text{Kw}$. όπου $P_{p\Sigma}$ είναι η ισχύς του Φ/Β συστήματος (εγκατεστημένη ισχύς).

Το ρεύμα εξόδου του μετατροπέα είναι $S = 3 V_{\Pi} \times I_{\Pi} = 14,72\text{Kw} = 3 \times 400, I_{\Pi} = 21,24\text{A}$.

Το μέγιστο ρεύμα εξόδου βάσει τεχνικών χαρακτηριστικών μετατροπέα είναι 29A.

Ο μετατροπέας θα πρέπει να εγκατασταθεί στην έξοδο του και στην είσοδο του με έναν επιτηρητή τάσης ο οποίος θα επιβλέπει την τάση εξόδου και εισόδου αντίστοιχα, έτσι ώστε να αποσυνδέει το Φ/Β σύστημα σε περίπτωση σφάλματος από την πλευρά του δικτύου όσο και από την πλευρά του Φ/Β συστήματος, για την αποφυγή της τροφοδοσίας των σφαλμάτων με ρεύμα και ως εκ τούτου την αποτροπή διαρροής μεγάλων ρευμάτων από το σύστημα μας. Επιπλέον, ο μετατροπέας θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με mppt tracking για την ρύθμιση της τάση εξόδου, έτσι ώστε να κρατάει σταθερή την τάση εξόδου ασχέτως με τα επίπεδα στην τάση τροφοδοσίας. Τέλος ο μετατροπέας θα πρέπει να είναι τριφασικός.

Το πέμπτο βήμα της μελέτης Φ/Β είναι ο υπολογισμός των ελάχιστων αποστάσεων μεταξύ των σειρών των Φ/Β πάνελ. Αυτό επιτυγχάνεται υπολογίζοντας πρώτα την ελεύθερη απόσταση μεταξύ δύο σειρών μέσω του παρακάτω τύπου [11].

$$U = \gamma \times \eta\mu\beta - \delta = 1,665\text{m} \times \eta\mu 35 - \delta = 0,8325 = 0,955$$

οπού U η ελεύθερη απόσταση μεταξύ δύο σειρών, γ είναι το ύψος του πάνελ όπου για το συγκεκριμένο πάνελ είναι 1,665m, δ η υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο σειρών όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι μηδέν 0, β η γωνιά κλίσης του Φ/Β πάνελ ως προς το έδαφος το οποίο δίνεται από το pvgis.

Ακολούθως, θα πρέπει να υπολογίσουμε τον λόγο α/U με την βοήθεια του σχήματος 59 στην σελίδα 101 του βιβλίου φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις Σ. Δ. ΠΕΡΔΙΟΣ για γεωγραφικό πλάτος 37,72 μοίρες. Σε αυτήν την περίπτωση ο λόγος α/u είναι 2,5, άρα από τον τύπο [11]

$$\alpha = u \times 2.5 = 0.955 \times 2.5 = 2.38 \text{ m.}$$

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο σειρών δίνεται από τον μαθηματικό τύπο:

$$E = \alpha + \gamma \times \sigma\eta\nu\beta = 2,38\text{m} + 1,665\text{m} \times \sigma\eta\nu 35 = 3,32 \text{ m}$$

Το έκτο βήμα της μελέτης είναι ο υπολογισμός του εμβαδού, δηλαδή της έκτασης που θα καταλάβει το Φ/Β σύστημα πάνω στην οριζόντια επιφάνεια του οικοπέδου. Αυτός ο υπολογισμός γίνεται [11].

$$S_{\varepsilon} = S_0 \times (E / (\gamma \times \text{συν}\beta)) = \quad (8-3)$$

όπου S_{ε} η έκταση της οριζόντιας επιφάνειας του Φ/Β συστήματος.

Το S_0 είναι το εμβαδόν οριζόντιας προβολής όλων των Φ/Β πάνελ συνολικά μαζί.

Το ύψος του Φ/Β πάνελ συμβολίζεται με το σύμβολο γ και παίρνει την τιμή βάση των χαρακτηριστικών του πάνελ που επιλέξαμε (1, 665m ύψος x 0, 992m πλάτος)

Το καθαρό εμβαδόν όλων των πάνελ χωρίς τις αποστάσεις του είναι $S_{\Pi} = 1. 652m$

Η γωνιά β είναι η γωνία που σχηματίζει το πάνελ με το έδαφος και πέρνει 35 μοίρες βάση pvngis .

$$\text{άρα υπολογίζεται ως εξής } S_0 = S_{\Pi} \times N \times \text{συν}\beta = 1, 652m \times 46 \times \text{συν}35 = 62, 25m^2 \quad (8-4)$$

από τις σχέσεις (8-3) και (8-4) έχουμε $S_{\varepsilon} = S_0 \times (E / (\gamma \times \text{συν}\beta)) = 62. 25m \times (3. 32 / (1. 652 \times \text{συν}35)) = 125, 72 m^2$ για κάθε υποσύστημα ή $251,44 m^2$ συνολικά για όλο το Φ/Β σύστημα.

Το τελευταίο βήμα της μελέτης Φ/Β είναι ο υπολογισμός των διατομών των καλωδίων. Ο υπολογισμός θα γίνει για τρεις ομάδες καλωδίων. Αρχικά, τα καλώδια που ενώνουν τα Φ/Β πάνελ τα οποία είναι συνδεδεμένα σε σειρά. Έπειτα, είναι τα καλώδια που ενώνουν τις διάφορες σειρές και τέλος την διατομή του παροχικού καλωδίου.

Ο υπολογισμός της διατομής των καλωδίων των Φ/Β πάνελ που είναι συνδεδεμένα σε σειρά σχηματίζοντας μια συστοιχία ή κλάδο δίνεται από τον παρακάτω μαθηματικό τύπο [11].

$$S = (2 \times \rho \times L \times I_{\text{m}\Pi}) / ((\Delta V / V) \times V_{\text{m}\Pi}) = (2 \times 0. 017 \times 2 \times 9. 571A) / (0. 01 \times 33. 4V) = 1. 95mm^2 \text{ ή } 4mm^2 \text{ η διατομή καλωδίου.}$$

οπού S : η διατομή του καλωδίου σε mm.

ρ : η ειδική αντίσταση ηλεκτρικού οπού για τον χάλκινου αγωγού είναι $0, 017 \Omega \times mm^2 / m$

L : το μήκος του ηλεκτρικού αγωγού σύνδεσης οπού για την περίπτωση είναι σε σειρά σύνδεσης αγωγών 2m, τα παράλληλης σύνδεσης 30m, τέλος το παροχικό καλώδιο έχει μήκος 25m.

$I_{\text{m}\Pi}$: το μέγιστο ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό του πλαισίου 9, 571A.

$\Delta V / V$: η μέγιστη επιτρεπτή πτώση τάσης οπότε στην περίπτωση μας είναι 1% ή 0,01.

$V_{m\pi}$: η μέγιστη επιτρεπτή τάση πλαισίου 33,4V.

Ο υπολογισμός της διατομής των αγωγών που συνδέουν τις Φ/Β συστοιχίες δίνεται από τον ίδιο μαθηματικό τύπο [11].

$$S = (2 \times \rho \times L \times I_{m\sigma}) / ((\Delta V / V) \times V_{m\sigma}) = 2 \times 0.017 \times 30 \times 28,71A / (0.01 \times 33.4V) = 5,85mm^2 \text{ ή } 6mm^2 \text{ η διατομή καλωδίου.}$$

Τέλος ο υπολογισμός της διατομής του παροχικού καλωδίου που συνδέει τον μετατροπέα (inverter) με το δίκτυο χαμηλής τάσης του διαχειριστή ΔΕΔΔΗΕ είναι

$$S = (L \times P_{\rho\sigma}) / ((\Delta V / V) \times K \times V_{\pi}^2) = (8-5)$$

Όπου L: το μήκος του ηλεκτρικού αγωγού σύνδεση

$P_{\rho\sigma}$: η ισχύς αιχμής του Φ/Β συστήματος η οποία είναι $14,72 \text{ Kw} \times 2 = 29.44 \text{ Kw}$

K: αγωγιμότητα ηλεκτρικού αγωγού στη θερμοκρασία λειτουργίας όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι $k = 56 \times (1 - 0,004 \times (\theta - 20 \text{ c})) = 6(1 - 0,004 \times (20 - 20 \text{ c})) = 56$ για θερμοκρασία λειτουργίας $\theta = 40 - 60 \text{ c} = 20 \text{ c}$.

V_{π} : ολική τάση λειτουργίας μετατροπέα και δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.

$\Delta V / V$: ο λόγος της επιτρεπτής πτώσης τάσης στους αγωγούς για το τριφασικό ρεύμα είναι 0,02.

Άρα η διατομή του παροχικού καλωδίου από τους μετατροπείς μέχρι τον πίνακα χαμηλής θα

$$\text{είναι } (8-5) = \frac{25m \times 29.44}{0.02 \times 56 \times 400V^2} = 2.05 mm^2 \text{ ή } 5 \times 2.5 mm^2 \text{ G.}$$

Τέλος σύμφωνα με στοιχεία του ΔΕΔΔΗΕ για τριφασική παροχή N3 δηλαδή τα 35KVA από τον πίνακα χαμηλής μέχρι τον μετρητή η διατομή του καλωδίου θα είναι $5 \times 16 mm^2 \text{ G}$. Στην συνέχεια ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας με όλα τα χαρακτηριστικά του Φ/Β συστήματος.

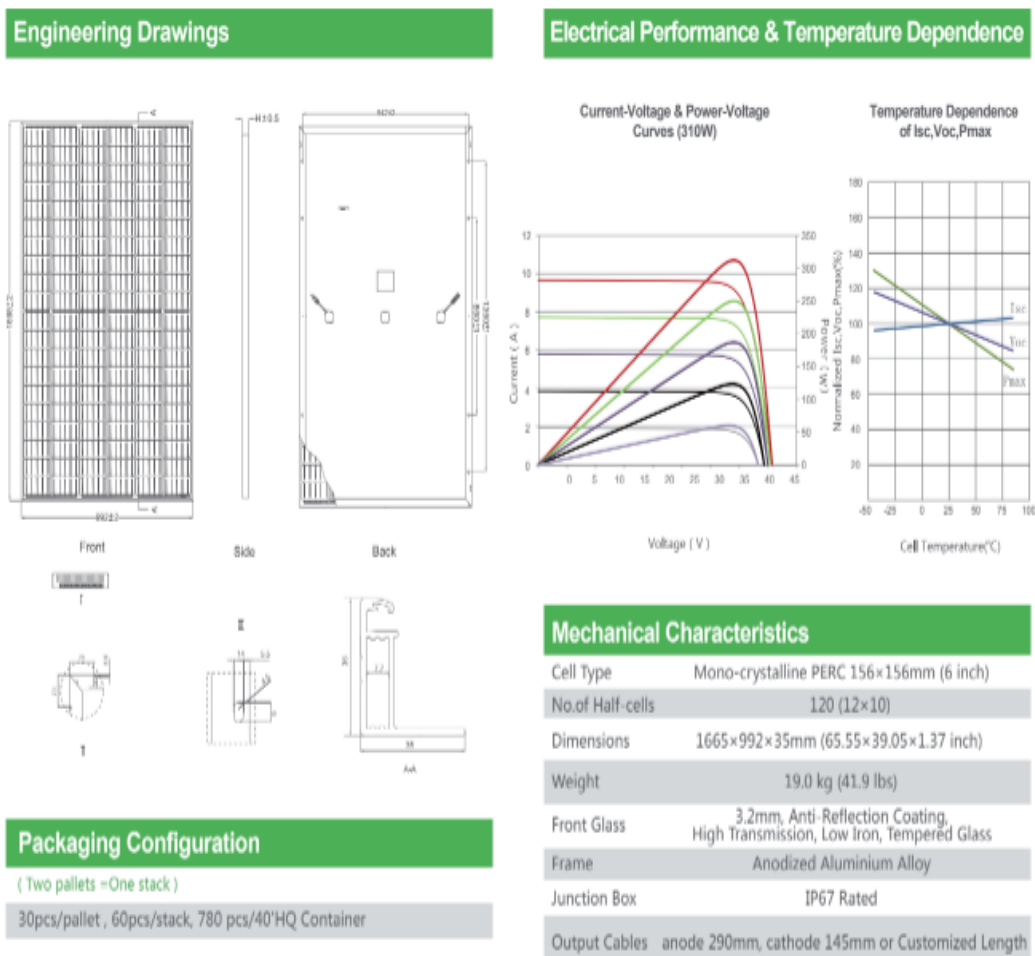
| Τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β συστήματος. | | |
|---|--------------------|--|
| | Ανα υποσύστημα | Σύνολο |
| Ονομαστική ισχύς Φ/Β πάνελ. | 320 Wp | |
| Τάση εξόδου λειτουργίας Φ/Β πάνελ. | 33,4 Vdc | |
| Ρεύμα εξόδου λειτουργίας Φ/Β πάνελ. | 9,57 Adc | |
| Βαθμός απόδοσης Φ/Β πάνελ nstc. | 19,37 % | |
| Αριθμός Φ/Β πάνελ. | 46 Τεμ | 92 Τεμ |
| Εγκατεστημένη ισχύς | 14,72 kWp | 29,44 kWp |
| Αριθμός παράλληλων συστοιχιών. | 3 | 6 |
| Αριθμός Φ/Β πάνελ ανα συστοιχία. | 15 | |
| Ρεύμα εισόδου λειτουργίας μετατροπέα. | 28,71 Adc | |
| Ελάχιστο Ρεύμα εισόδου μετατροπέα. | 22,86 Adc | |
| Μέγιστο Ρεύμα εισόδου μετατροπέα (Βραχυκύκλωσης). | 29,58 Adc | |
| Τάση εισόδου λειτουργίας μετατροπέα. | 501 Vdc | |
| Ελάχιστο Ρεύμα εισόδου μετατροπέα. | 471 Vdc | |
| Μέγιστο Ρεύμα εισόδου μετατροπέα (Βραχυκύκλωσης). | 708,98 Vdc | |
| Ισχύς μετατροπέα | 11,32 kW- 14,72 Kw | 22,64 kW-29,44 kW |
| Τάση εξόδου μετατροπέα | 400/230 Vac | 400/230 Vac |
| Ρεύμα εξόδου μετατροπέα | 21,24 Aac | 42.48 Aac |
| Ισχύς συστήματος | 14,72 kW | 29,44 kW |
| Παραγόμενη ισχύς συστήματος / έτος | 21.741,21 kWh | 43.482,42 kWh x 1,10 = 47.830,66 kWh |

Πίνακας 8.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β συστήματος.

8.3.3 Κατασκευαστικά στοιχεία του Φ/Β

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει η διαστασιολόγηση του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του φωτοβολταϊκού συστήματος σύμφωνα με τα μεγέθη που υπολογίσαμε στην προηγούμενη ενότητα.

Πρώτα θα ξεκινήσουμε με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πάνελ που θα εγκαταστήσουμε. Πιο συγκεκριμένα, για να επιτευχθεί το αποτέλεσμα που επιθυμούμε θα πρέπει να εγκατασταθούν Φ/Β πάνελ μονοκρυσταλικού τύπου half cell ισχύος 300-320 watt με μεγάλο βαθμό απόδοσης, ο οποίος κυμαίνεται μεταξύ 18, 16% - 19, 37% και ο αριθμός των οποίων είναι 92. Τα Φ/Β πάνελ όπως προαναφέρθηκε θα συνδεθούν σε ομάδες όπου σε κάθε ομάδα θα είναι τοποθετημένα 15 πάνελ σε σειρά. Οι ομάδες των Φ/Β πάνελ θα είναι έξι όπου θα χωριστούν σε δυο υποσυστήματα παράλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους και σε κάθε υποσύστημα θα υπάρχουν τρεις ομάδες Φ/Β πάνελ όπου θα συνδεθούν παράλληλα στον κάθε μετατροπέα (inverter).



SPECIFICATIONS

| Module Type | JKM300M-60H | | JKM305M-60H | | JKM310M-60H | | JKM315M-60H | | JKM320M-60H | |
|---|-------------|-------|-------------|-------|----------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
| Maximum Power (Pmax) | 300Wp | 225Wp | 305Wp | 228Wp | 310Wp | 232Wp | 315Wp | 236Wp | 320Wp | 240Wp |
| Maximum Power Voltage (Vmp) | 32.6V | 30.6V | 32.8V | 30.8V | 33.0V | 31.0V | 33.2V | 31.2V | 33.4V | 31.4V |
| Maximum Power Current (Imp) | 9.17A | 7.33A | 9.27A | 7.38A | 9.38A | 7.47A | 9.47A | 7.56A | 9.57A | 7.62A |
| Open-circuit Voltage (Voc) | 40.3V | 37.0V | 40.5V | 37.2V | 40.7V | 37.4V | 40.9V | 37.6V | 41.1V | 37.8V |
| Short-circuit Current (Isc) | 9.46A | 7.69A | 9.56A | 7.77A | 9.66A | 7.85A | 9.76A | 7.93A | 9.86A | 8.01A |
| Module Efficiency STC (%) | 18.16% | | 18.47% | | 18.77% | | 19.07% | | 19.37% | |
| Operating Temperature(°C) | | | | | -40°C~+85°C | | | | | |
| Maximum system voltage | | | | | 1000V DC (IEC) | | | | | |
| Maximum series fuse rating | | | | | 20A | | | | | |
| Power tolerance | | | | | 0~+3% | | | | | |
| Temperature coefficients of Pmax | | | | | -0.37%/°C | | | | | |
| Temperature coefficients of Voc | | | | | -0.29%/°C | | | | | |
| Temperature coefficients of Isc | | | | | 0.048%/°C | | | | | |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | | | | | 45±2°C | | | | | |

STC:  Irradiance 1000W/m²  Cell Temperature 25°C  AM=1.5

NOCT:  Irradiance 800W/m²  Ambient Temperature 20°C  AM=1.5  Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

Εικόνα 8.5 : Τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β πάνελ[13].

Μετάπειτα, θα πρέπει να επιλέξουμε τον τρόπο στήριξης των Φ/Β πάνελ τα οποία θα τοποθετηθούν σε μια διπάσσαλη βάση φωτοβολταϊκών τύπου HELIONST θα χρησιμοποιήσουμε την θεμελίωση με πασσαλόμπτυξη για την στήριξη τους η οποία είναι σχεδιασμένη λαμβάνοντας υπόψη κατά την εκπόνηση της μελέτης της, στοιχεία για τον άνεμο, το φορτίο χιονιού και την σεισμικότητα της περιοχής εγκατάστασης. Τα παραπάνω δεδομένα είναι εναρμονισμένα σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3 [15] και στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό καθώς είναι κατάλληλες για όλες τις συνθήκες που επικρατούν στις περιοχές της Ελλάδας. Η βάση θα επιτρέψει να είναι το πάνελ υπό κλίση 35 μηρών όπως υπολογίσαμε πιο πάνω συμφωνά με την βέλτιστη γωνία κλίσης του Φ/Β πάνελ με το έδαφος. Όπως είδαμε και στην προηγούμενη περίπτωση θα έχουμε έξι (6) συστοιχίες όπου σε τέσσερεις θα έχουμε 15 Φ/Β πάνελ και σε δυο 16. Σε κάθε βάση θα τοποθετήσουμε μια συστοιχία (15 ή 16 πάνελ σε σειρά) όπου σε κάθε βάση μπορούν να τοποθετηθούν μια σειράς Φ/Β πάνελ, και έτσι οι διαστάσεις της βάσης θα είναι:

Το μήκος της (15τεμ x 0,992m) + (8 κενά x 0,024m) = 15.072m ή 15m

Το πλάτος της 1τεμ x 1.665m + 0.024m = 1.689m ή 1.665 m

Το ύψος της θα είναι 0,5 m από το έδαφος για την αποφυγή σκιάσεων και δυσλειτουργικών από τα χόρτα που θα φυτρώσουν στο έδαφος.

Παράλληλα, η βάση έχει το πλεονέκτημα ότι μπορούμε χειροκίνητα να μεταβάλλουμε την κλίση των Φ/Β πάνελ κατά 15 μοίρες, μειώνοντας έτσι την κλίση γωνίας από τις 35 στις 20. Με αυτόν τον τρόπο μεταβαλλόντας τους καλοκαιρινούς μήνες την βέλτιστη γωνία κλίσης από τις 35 στις 20 μοίρες μπορούμε να αυξήσουμε κατά 5% την παραγωγική ικανότητα του συστήματος λόγω της αύξησης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Άρα κάθε 6 μήνες Οκτώβριο και Απρίλιο μαζί με τον καθαρισμό των κατόπτρων των Φ/Β πάνελ θα πρέπει να μεταβάλουν στις 35 και 20 μοίρες αντίστοιχα την γωνία κλίσης των Φ/Β πάνελ.

Άλλη μια μέθοδος για την ενεργειακή βελτιστοποίηση του Φ/Β συστήματος είναι η ομαδοποίηση των Φ/Β πάνελ για να τα τοποθετηθούν ανάλογα με την παραγωγική τους ικανότητα, σε ομάδες δηλαδή των 300Wr 310Wr 320Wr, έτσι ώστε να έχουμε την βέλτιστη παραγωγική ικανότητα.

Με την μέθοδο του διαχωρισμού των φ/β πάνελ σε ομάδες ανάλογα με την παραγωγική τους ικανότητα και την μεταβολή της βέλτιστης γωνίας κατά -20 μοίρες τους καλοκαιρινούς μήνες μπορούμε να αυξήσουμε την παραγωγική ικανότητα του φ/β συστήματος κατά 10%, άρα η παραγωγική ικανότητα αυξάνετε από 43.482,42 Kwh σε **47.830,66 Kwh** δηλαδή να έχουμε αύξηση κατά 4.348,24 kwh / έτος.



Εικόνα 8.6 : Βάση Φ/β πάνελ.

Παρακάτω θα γίνει η ανάλυση των δυο (2) τριφασικών ηλεκτρικών μετατροπέων (inverter) ο οποίος είναι τύπου Sunny Tripower 15000TL με μέγιστη ισχύς στα 15, 33 KWp μέγιστη τάση λειτουργίας εισόδου 1000V και τάση λειτουργίας εξόδου 400 / 230V. Στην συνέχεια ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού μετατροπέα [14].

| Technical Data | Sunny Tripower 15000TL |
|---|--|
| Input (DC) | |
| Max. DC power (at $\cos \varphi = 1$) / DC rated power | 15330 W / 15330 W |
| Max. input voltage | 1000 V |
| MPP voltage range / rated input voltage | 240 V to 800 V / 600 V |
| Min. input voltage / start input voltage | 150 V / 188 V |
| Max. input current input A / input B | 33 A / 33 A |
| Number of independent MPP inputs / strings per MPP input | 2 / A:3; B:3 |
| Output (AC) | |
| Rated power (at 230 V, 50 Hz) | 15000 W |
| Max. AC apparent power | 15000 VA |
| AC nominal voltage | 3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V |
| AC voltage range | 180 V to 280 V |
| AC grid frequency / range | 50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 65 Hz |
| Rated power frequency / rated grid voltage | 50 Hz / 230 V |
| Max. output current / Rated output current | 29 A / 21.7 A |
| Power factor at rated power / Adjustable displacement power factor | 1 / 0 overexcited to 0 underexcited |
| THD | ≤ 3% |
| Feed-in phases / connection phases | 3 / 3 |
| Efficiency | |
| Max. efficiency / European Efficiency | 98.4% / 98.0% |
| Protective devices | |
| DC-side disconnection device | ● |
| Ground fault monitoring / grid monitoring | ● / ● |
| DC surge arrester (Type II) can be integrated | ○ |
| DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated | ● / ● / - |
| All-pole sensitive residual-current monitoring unit | ● |
| Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (according to IEC 62109-1) | I / AC: III; DC: II |
| General data | |
| Dimensions (W / H / D) | 661 / 682 / 264 mm (26.0 / 26.9 / 10.4 inch) |
| Weight | 61 kg (134.48 lb) |
| Operating temperature range | -25 °C to +60 °C (-13 °F to +140 °F) |
| Noise emission (typical) | 51 dB(A) |
| Self-consumption (at night) | 1 W |
| Topology / cooling concept | Transformeless / Opticool |
| Degree of protection (as per IEC 60529) | IP65 |
| Climatic category (according to IEC 60721-3-4) | 4K4H |
| Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing) | 100% |
| Features / function / Accessories | |
| DC connection / AC connection | SUNCLIX / spring-cage terminal |
| Display | ○ |
| Interface: RS485, Speedwire/Webconnect | ○ / ● |
| Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus | ● / ● |
| Multifunction relay / Power Control Module | ○ / ○ |
| OptiTrack Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7 | ● / ● / ● |
| Off-Grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible | ● / ● |
| Guarantee: 5 / 10 / 15 / 20 years | ● / ○ / ○ / ○ |
| Planned certificates and permits | ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438:2013*, G59/3, IEC 60068-2-4, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, NBR 16149, NEN EN 50438, NIS 9972-1, PFC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°72/2013, SA4777, TOR D4, TR 3.2.2, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-ARN 4105, VFR 2014 |
| * Does not apply to all national appendices of EN 50438 | |
| Type designation | STP 15000TL-30 |

Εικόνα 8.7 : Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρικού μετατροπέα.

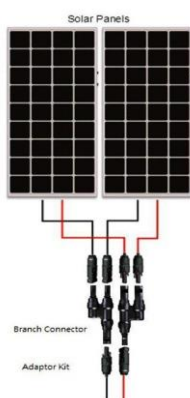


Εικόνα 8.8 : Ηλεκτρικός μετατροπέας.

Επόμενο μέρος της εγκατάστασης είναι οι καλωδιώσεις, οι οποίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τα καλώδια από την πλευρά των Φ/Β συστοιχιών μέχρι των μετατροπέα τα οποία

είναι καλώδια DC, και την κατηγορία AC καλωδίων που συνδέουν τον μετατροπέα με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την πρώτη κατηγορία χρησιμοποιούμε δυο τύπους καλωδίων, τη σύνδεση κάθε Φ/Β πάνελ με το επόμενο (σειράς φωτοβολταϊκών στοιχείων) και την σύνδεση των στοιχείων με τον αντιστροφέα, σε αυτές τις περιπτώσεις θα χρησιμοποιηθεί καλώδιο τύπου DC Solar διατομής 4, 6 mm² τύπου αγωγών 1 x 4, 6 mm² αντίστοιχα. Πρόκειται για εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα από ελαστικό πλαστικό ρνε υψηλής αντοχής. Τα καλώδια ακολουθούν τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ και HD. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι κατάλληλα για χρήση σε ξηρούς, υγρούς ή βρεγμένους χώρους σε εξωτερικό χώρο. Τα καλώδια έχουν ιδιαίτερη αντοχή σε ακραίες θερμοκρασίας με εύρος θερμοκρασίας από -40oC ως 120oC. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση λειτουργίας 2 KV DC. Επίσης είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία (UV protection).



Εικόνα 8.9 : Καλώδια συνδέσεων και διακλαδώσεων dc δικτύου[16].

Οι αγωγοί θα είναι συνδεδεμένοι συμφωνά με τον χρωματικό κώδικα δηλαδή κόκκινο (RED) για τον θετικό πόλο και μαύρο (BLACK) για τον αρνητικό. Η στήριξη των καλωδίων θα γίνει με δεματικά από πλαστικό υλικό για την αποφυγή επαγωγικών ρευμάτων. Επιπλέον, η σύνδεση καλωδίου Φ/Β πάνελ και η διακλάδωση των αγωγών θα γίνει με ειδικά ακροφύσια τύπο MC-T4. Στην βάση κάθε Φ/Β συστοιχίας θα μπει ένας πίνακας ο οποίος θα έχει όλα τα ασφαλειοδιακόπτες ράγας.

Η επόμενη κατηγορία καλωδίων είναι για το ac δίκτυο που συνδέει τον ηλεκτρικό μετατροπέα με τον ηλεκτρολογικό πίνακα και στην συνέχεια με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Για το αναφερόμενο δίκτυο, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου J1VV-U5 x 2.5 mm² διατομής 2.5, mm² διατηρώντας σε κάθε περίπτωση τις απώλειες από την μεταφορά της ενέργειας χαμηλότερα από το 2% της μεταφερόμενης ισχύος. Τα καλώδια του συγκεκριμένου τύπου είναι ανθεκτικά σε όλες τις καιρικές συνθήκες και μπορούν να αντέξουν μεγάλες μηχανικές καταπονήσεις, καθιστώντας έτσι κατάλληλα για

εξωτερικούς χώρους. Η τάση λειτουργίας είναι 1000/577 V, ενώ μπορούν να λειτουργήσουν σε θερμοκρασίες από -30oC έως +60°C.



Εικόνα 8.10 : Καλώδιο ac σύνδεσης μετατροπέα πίνακα ηλεκτρολογικού και δικτύου, κουτιά διακλάδωσης, σωληνώσεις, ηλεκτρολογικός πίνακας[17].

Όλες οι συνδέσεις, διακλαδώσεις θα γίνουν με κουτιά διακλάδωσης εξωτερικού χώρου IP66 κλάσης μόνωσης 2 με θερμοκρασία λειτουργίας από -25 έως +60 c και τάση μόνωσης 1500Vdc. Επίσης, η προστασία των γραμμών θα γίνει με σωληνώσεις βαρέως τύπου κατάλληλες για εξωτερικούς χώρους, μεγάλης θερμικής και κρουστικής αντοχής.

σε απόσταση 8m από τις μεσαίες συστοιχίες του κάθε υποσυστήματος θα γίνει μια κατασκευή (αποθηκευτικός χώρος) στην οποία θα τοποθετηθεί όλος ο ηλεκτρολογικός εξοπλισμός οι ηλεκτρολογικοί πίνακες (ac) στους οποίους θα μουν όλα τα ασφαλοδιακοπτικά μέσα και μετρητικές διατάξεις, μετρητής παρόχου, ηλεκτρικός μετατροπέας. Οι ηλεκτρολογικοί πίνακες είναι κατάλληλοι για εξωτερικό χώρο IP66, μεγάλης μηχανικής, θερμικής αντοχής από -25-125 C και αντοχή έως 750 C λόγω της διπλής μόνωσης, τάση μόνωσης έως 1500Vdc κατάλληλοι για περιβάλλον με ακραίες θερμοκρασίες

Τα ασφαλοδιακοπτικά μέσα ράγας, τα οποία θα τοποθετηθούν στους δύο πίνακες dc, ac είναι διακόπτες, ασφάλειες, επιτηρητές τάσης, αντιυπερτασικά, διακόπτες διαφυγής έντασης (Δ. Δ. Ε).

Ξεκινώντας για τους πίνακες DC ρεύματος κατά την είσοδο των αγωγών από την συστοιχία στον πίνακα τοποθετούμε έναν διπολικό διακόπτη τύπου S800PV-M της ABB με μέγιστο ρεύμα $I_{cw} = 1.5\text{kA}$ και μέγιστη τάση $V = 1200\text{V dc}$ για ρεύμα λειτουργίας $I = 32\text{A}$. Στην συνέχεια ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά συμφωνά με την ABB [17].

Διπολικό ραγοδιακόπτες φορτίου, 1.000 VDC

| | | |
|-----|---|---------------|
| 32 | 3 | S802PV-M32-H |
| 63 | 3 | S802PV-M63-H |
| 100 | 3 | S802PV-M100-H |

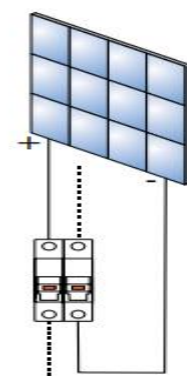


Εικόνα 8.11 : Διακόπτης διπολικός για συνεχές ρεύμα.

Στην συνέχεια για την προστασία της εγκατάστασης από κρουστικές υπερτάσεις (π.Χ. κεραυνούς) θα τοποθετηθούν σε κάθε γραμμή ένα αντιυπερτασικό . Το αντιυπερτασικό είναι τύπου [17] Απαγωγοί υπερτάσεων DC τύπου OVR PV με μέγιστο ρεύμα $I_{max} = 40\text{kA}$, $U_p = 3,8\text{ kV}$ κατάλληλο για την προστασία φ/β συστοιχιών και διαθέτουν αποσπώμενα φυσίγγια και ένδειξη κατάστασης της λειτουργίας τους και Κυλινδρικά φυσίγγια E 9F PV.



OVR PV



E 92/32 PVs



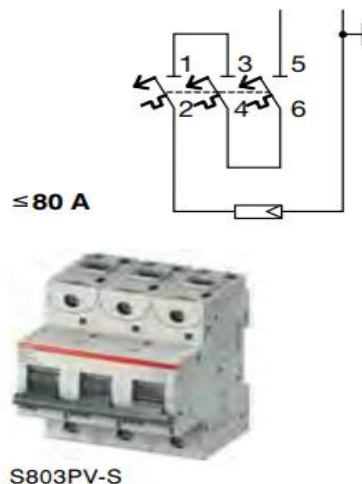
E 9F PV

Εικόνα 8.12 : Αντιυπερτασικό [17].

Για την προστασία της γραμμής από υπερφορτώσεις και βραχυκυκλώματα θα τοποθετηθούν σε κάθε γραμμή μικροαυτόματοι 10A, ενώ πριν την είσοδο στον ηλεκτρικό μετατροπέα θα τοποθετηθεί μια γενική ασφάλεια τύπου μικροαυτοματου 32A. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των

μικροαυτομάτων είναι [17] της σειράς τριπολικό μικροαυτόματοι S803PV-S, με μέγιστη τάση $V = 1.200 \text{ VDC}$, για γειωμένο δίκτυο και μέγιστο ρεύμα $I = 5 \text{ kA}$, κατάλληλοι για την προστασία των στοιχειοσειρών σε γειωμένο δίκτυο. Στην συνέχεια ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

| Όνομαστική ένταση | Αντοχή σε βραχ/μα | Στοιχεία για παραγγελία | |
|-------------------|-------------------|-------------------------|---------|
| | | Τύπος | Κωδικός |
| A | kA | | |
| 10 | 5 | S803PV-S 10 | 44601 |
| 16 | 5 | S803PV-S 16 | 44602 |
| 20 | 5 | S803PV-S 20 | 44603 |
| 25 | 5 | S803PV-S 25 | 44604 |
| 32 | 5 | S803PV-S 32 | 44605 |



Εικόνα 8.13 : Μικροαυτόματες ασφάλειες.

Τα ασφαλοδιακοπτικά μέσα προστασίας και μέτρησης από τον μετατροπέα προς το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας έχουν να κάνουν με τα εξής εξαρτήματα.

Κατά την είσοδο των αγωγών από τον μετατροπέα στον πίνακα τοποθετούμε έναν τριπολικό διακόπτη για κάθε υποσύστημα με μέγιστη τάση $V = 400 \text{ V ac}$ για ρεύμα λειτουργίας $I = 40 \text{ A}$. Στην



Εικόνα 8.14 : Διακόπτης ac 3P.

Στην συνέχεια θα συνδεθούν οι δυο inverter σε ένα κοινό ζυγό παράλληλα με σκοπό την σύνδεση τους στο ηλεκτρικό δίκτυο. Μετά τον ζυγό, θα τοποθετηθεί ένας μετρητής ο οποίος θα μετράει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, έτσι ώστε ο παράγωγος να έχει δική του εικόνα για την παραγωγική διαδικασία του φ/β συστήματος πέραν από την μετρητική διάταξη του παρόχου.

Οι συμπαγείς σε διαστάσεις μετρητές μετρούν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει ένα Φ/Β

σύστημα. Ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας θα τοποθετηθεί ένας τριφασικός στην κατανάλωση στον γενικό πίνακα του ξενοδοχείου και ένας στον πίνακα του φ/β για να μετράει την παράγωγη. Είναι τριφασικοί μετρητές [17] οι οποίοι έχουν την ικανότητα να ενσωματωθούν σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα συλλογής δεδομένων, μέσω κατάλληλων σειριακών θυρών επικοινωνίας (serial communication adapters). Οι μετρητές ενέργειας έχουν εγκριθεί σύμφωνα με την οδηγία οργάνων μέτρησης (MID) και την ευρωπαϊκή οδηγία 2004/22/EC.



Μετρητές ενέργειας

Εικόνα 8.15 : Μετρητές ηλεκτρικής

ενέργειας ac 3P.

Μετάπειτα, πριν την γενική ασφάλεια ac θα τοποθετηθεί ένας επιτηρητής τάσης, έτσι ώστε να απομονώσουν την γραμμή σε περίπτωση έλλειψης τάσης ή σφάλματος. Τα συγκεκριμένα εξαρτήματα είναι τύπου [17] CM-MPS. 21s που αποτελεί ένα πολυλειτουργικό τριφασικό επιτηρητή, κατάλληλο για εγκαταστάσεις Φ/Β συστημάτων. Χρησιμοποιείται για την ασφαλή σύνδεση του συστήματος στο δίκτυο χαμηλής τάσης. Επίσης, διαθέτει ενδείξεις (LEDs) Ενεργοποίησης και χρονοκαθυστέρησης (KITPINO) και Σφάλματος (2 ΚΟΚΚΙΝΑ) καθώς και δύο επαφές CO για εντολές αυτοματισμού. Οι βοηθητικές επαφές θα δίνουν εντολή σε ένα τριφασικό ρελέ φορτίου με ονομαστική τάση λειτουργίας 400V και ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας 63A.



Εικόνα 8.16 : Επιτηρητής τάσης μαζί με ρελέ ισχύος.

Το επόμενο εξάρτημα στον ηλεκτρολογικό πίνακα του ac είναι ένα αντιπερτασικό [17] και είναι ένας τριφασικός 3P+N τύπου Απαγωγέας υπέρτασης T1-T2 3N 12.5-275s P QS. με ονομαστική τάση 400/230V μέγιστο ρεύμα λειτουργίας τα 80kA κατάλληλος για μέθοδο γείωσης TT και TN-S και διαθέτει φυσίγγια και λυχνία σφάλματος.



Εικόνα 8.17 : Αντιπερτασικό.

Ακόμη ένα εξάρτημα είναι ο διακόπτης διαφυγής έντασης ο οποίος προστατεύει την εγκατάσταση από διαρροές ρεύματος. Εάν ο αντιστροφέας του Φ/Β συστήματος δεν διαθέτει πιστοποιητικό μέτρησης για την μη έγχυση στο δίκτυο συνεχούς ρεύματος όπως στην περίπτωση που μελετάμε, στην έξοδό του χρησιμοποιούμε ρελέ διαρροής τύπου B. Ο διακόπτης διαρροής έντασης είναι τύπου B F200PV τετραπολικό 4P με ονομαστική τάση 400Vac, ονομαστικό ρεύμα $I=63A$ και ρεύμα διαρροής $I_n=30mA$.



F202PV B-25/0.03

Εικόνα 8.18: Διακόπτης διαφυγής έντασης.

Η γενική ασφάλεια στον πίνακα ac είναι για την προστασία όλης της εγκατάστασης από υπερφορτώσεις ή βραχυκυκλώματα. Στην προκειμένη περίπτωση, θα τοποθετήσουμε έναν τετραπολικό μικρό αυτόματο τον 50A, με ονομαστική τάση 400Vac, και μέγιστο ρεύμα $I=6kA$, 4P τετραπολικός.

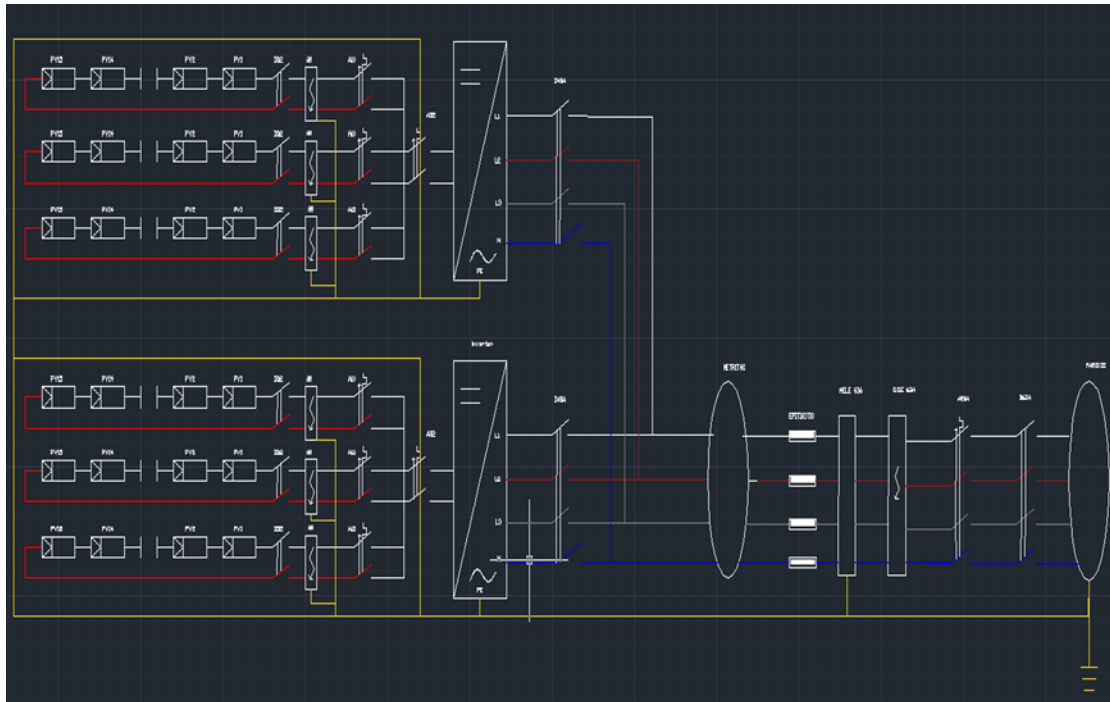


Εικόνα 8.19: Μικροαυτόματος 50Α.

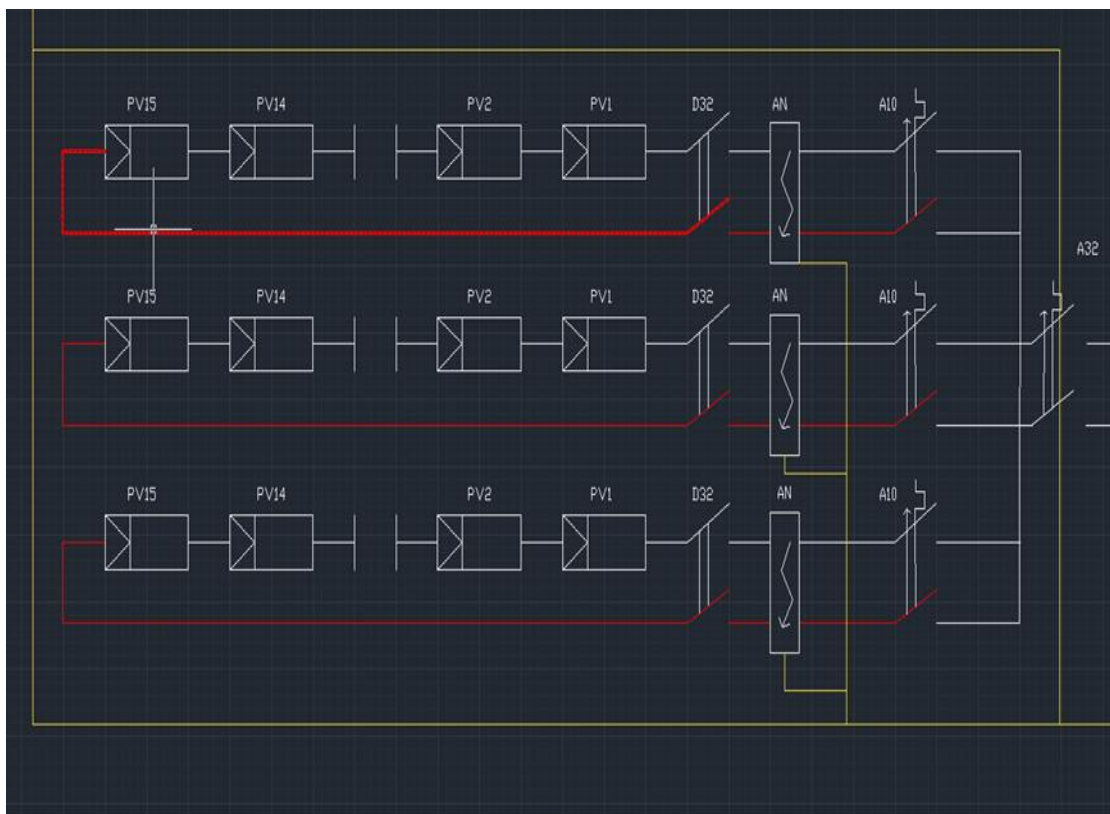
Το τελευταίο εξάρτημα αφορά τον διακόπτη που απομονώνει την εγκατάσταση από το δίκτυο ο οποίος είναι ABB διακόπτης ράγας 4P τετραπολικος με ρεύμα λειτουργίας $I=63A$, και τάση λειτουργίας $V=400V$.



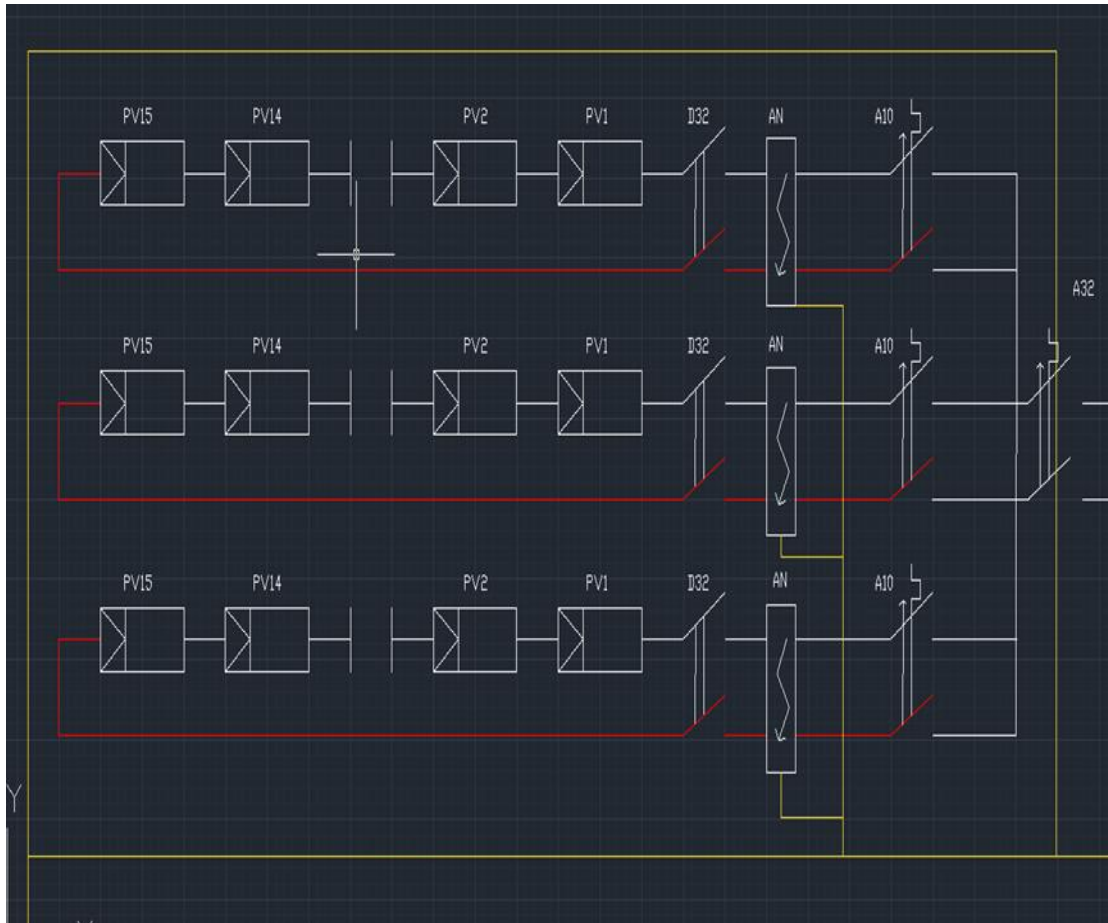
Εικόνα 8.20: Διακόπτης ράγας 63Α.



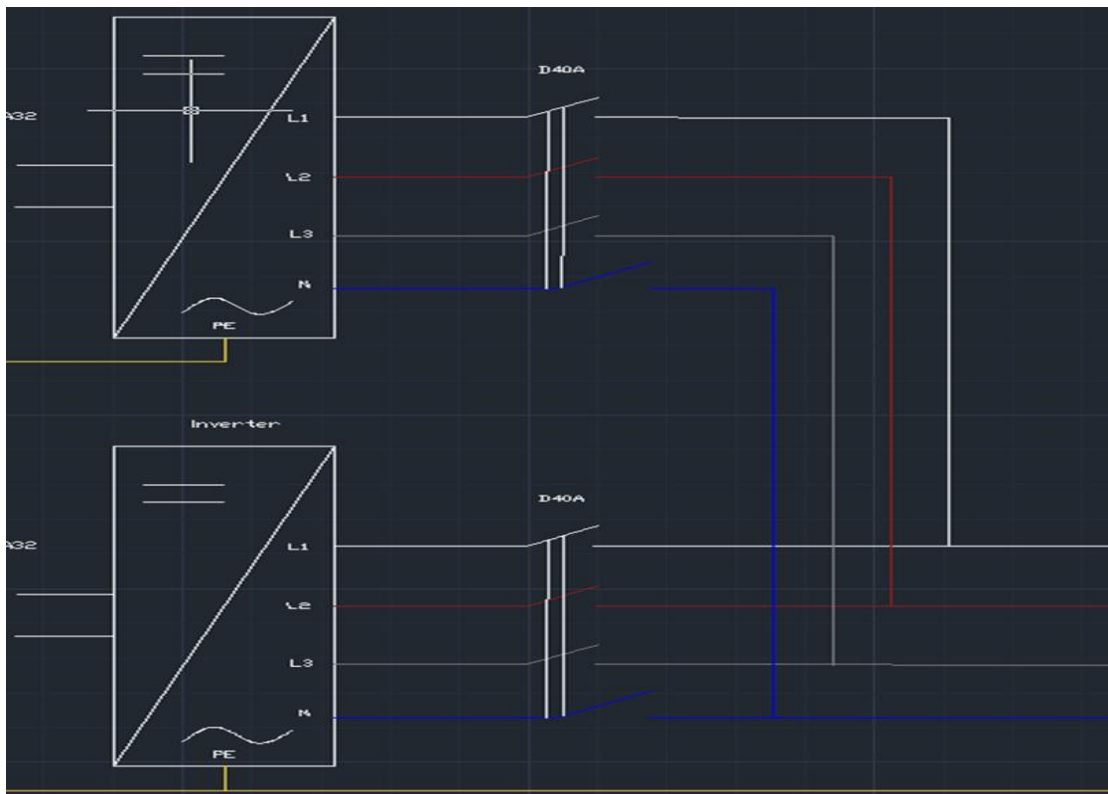
Εικόνα 8.22: Σχέδια Φ/Β συστήματος και πινάκων dc,ac.



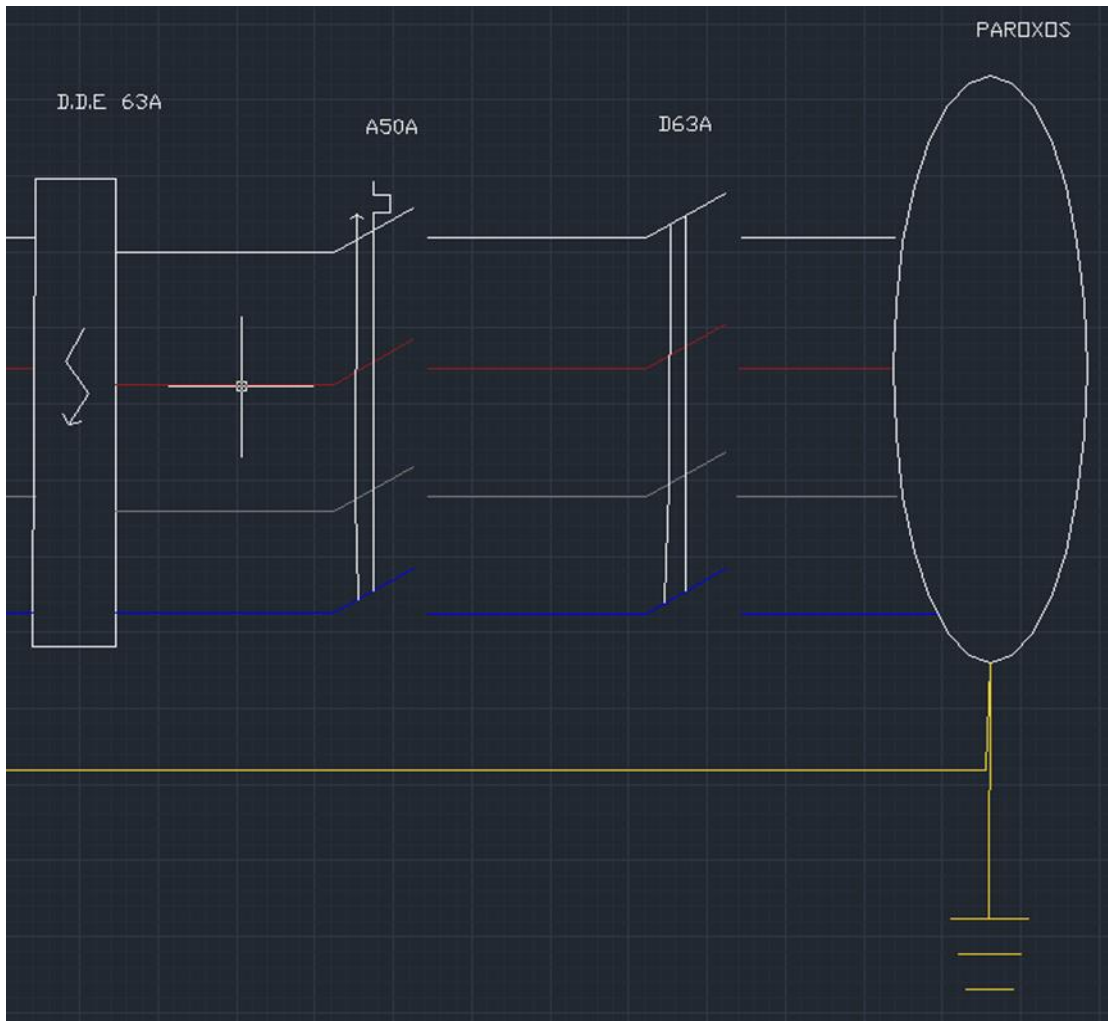
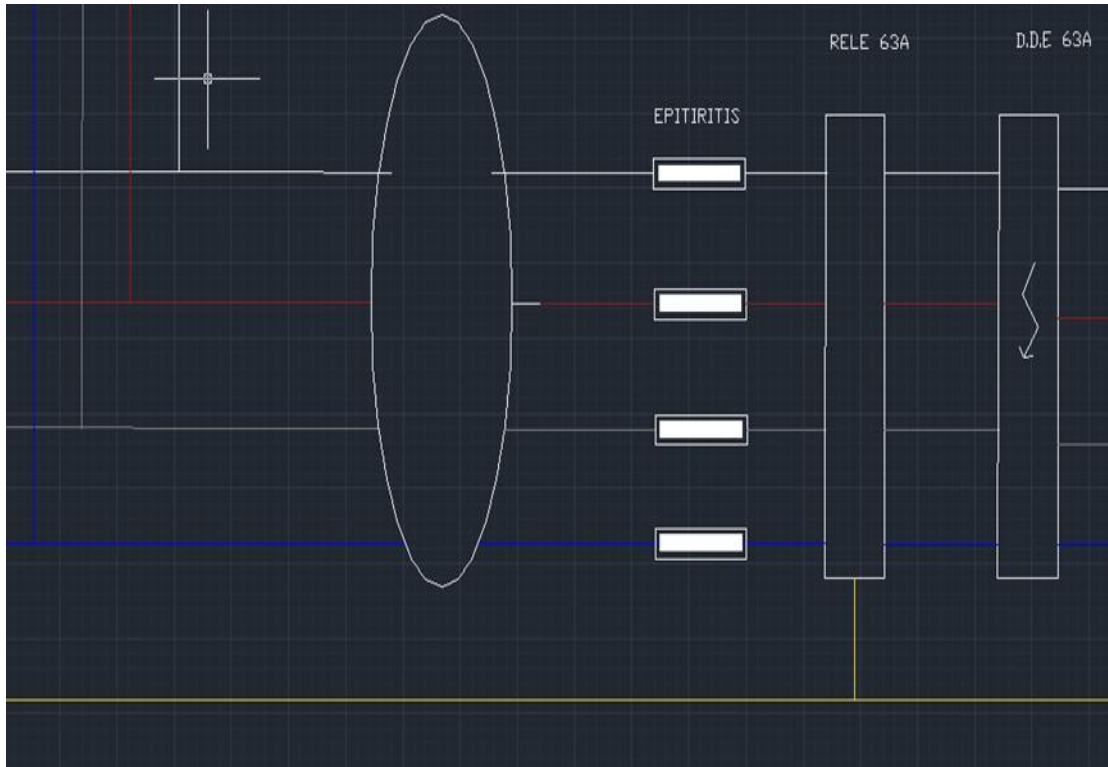
Εικόνα 8.23: Σχέδια Φ/Β συστήματος πρώτο υποσύστημα με τρεις συστοιχίες.



Εικόνα 8.24: Σχέδια Φ/Β συστήματος δεύτερου υποσύστημα με τρεις συστοιχίες.



Εικόνα 8.25: Σχέδια Φ/Β inverter πρώτου και δεύτερου υποσυστήματος.



Εικόνα 8.26: Σχέδια Φ/Β inverter πρώτου και δεύτερου υποσυστήματος.

8.3.4 Οριοθέτηση του Φ/Β συστήματος.

Μετά την διαστασιολόγηση του εξοπλισμού για να ολοκληρώσουμε το κεφάλαιο προβαίνουμε στην οριοθέτηση του Φ/Β συστήματος. Για να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα θα πρέπει να εγκαταστήσουμε τα Φ/Β πάνελ με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μην σκιάζονται μεταξύ τους αλλά ούτε από αλλά εξωτερικά εμπόδια (κτίσματα, δεντρά, προεξοχές του εδάφους: λόφοι βουνά). Όπως είδαμε και σε προηγούμενη ενότητα στο σημείο που θα εγκαταστήσουμε το Φ/Β σύστημα δεν υπάρχουν κλίσεις του εδάφους και το μοναδικό εμπόδιο είναι μία αποθήκη με ύψος 3 m. στα δυτικά του οικοπέδου που θα τοποθετηθεί, καθώς και δύο κτίρια ύψους 8, 5m τα οποία είναι σε απόσταση 70m και 101m αντίστοιχα. Ακολουθώντας την μέθοδο του απλού κανόνα για το διπλάσιο ύψος μπορούμε να υπολογίσουμε τις σκιάσεις οι οποίες μειώνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και κατ' επέκταση μειώνουν την απόδοση του Φ/Β συστήματος. Εφαρμόζοντας τον σχετικό κανόνα ότι ένα εμπόδιο μπορεί να σκάσει το Φ/Β σε απόσταση 2, 5 φορές το ύψος του 8, 5m παρατηρούμε ότι τα κτίρια που βρίσκονται στο νότιο τμήμα του οικοπέδου μπορούν να σκάσουν το Φ/Β σε απόσταση 22m, άρα λόγω της απόστασης του 70 και 101m δεν μπορούν να επηρεάσουν το Φ/Β. Το δεύτερο κτίσμα (αποθήκη) το οποίο έχει ύψος 3m μπορεί να σκάσει το Φ/Β σε απόσταση 7, 5m. Συμφωνά με τις διαστάσεις που υπολογίσαμε παραπάνω για τις συστοιχίες των Φ/Β θα πρέπει με το μέσο ύψος τον δέντρο 2, 5m να αποψιλωθούν όλα τα δεντρά σε απόσταση 7m από τα Φ/Β.

Τέλος όπως υπολογίσαμε και στην μελέτη του φ/β οι συστοιχίες θα έχουν απόσταση μεταξύ τους 3, 32m, ενώ οι διαστάσεις τους είναι:

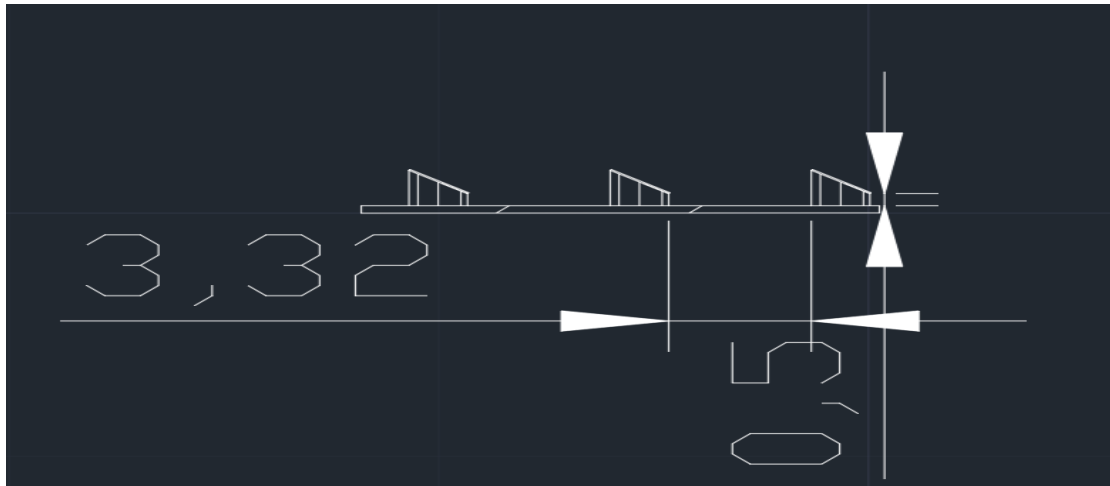
Το μήκος της $(15\text{τεμ} \times 0,992\text{m}) + (8 \text{ κενά} \times 0,024\text{m}) = 15.072\text{m}$ ή 15m

Το πλάτος της $1\text{τεμ} \times 1.665\text{m} + 0.024\text{m} = 1.689\text{m}$ ή 1.689 m

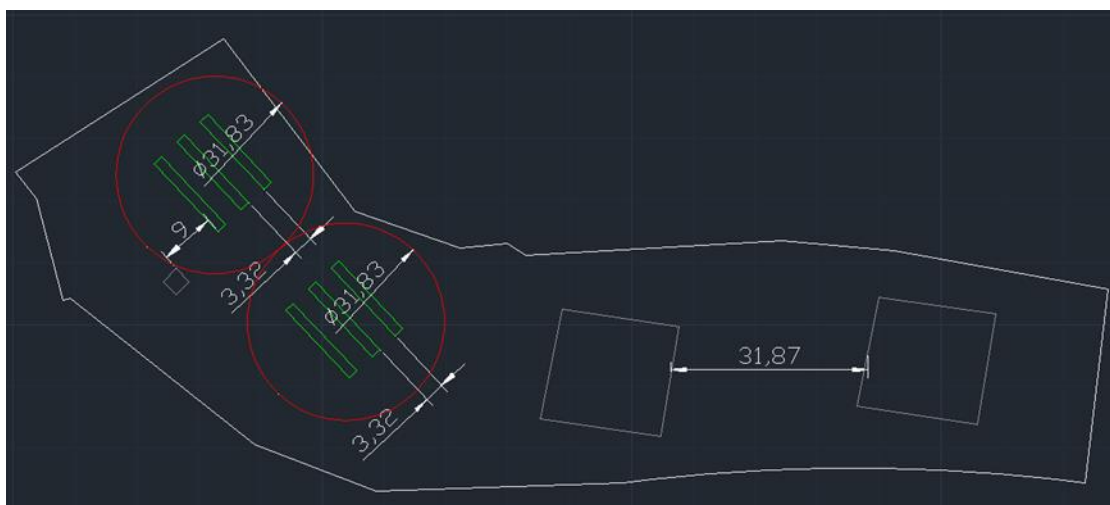
Το ύψος της θα είναι 0,5 m από το έδαφος για την αποφυγή σκιάσεων και δυσλειτουργιών από τα χόρτα που ενδεχομένως θα φυτρώσουν στο έδαφος.

Ακολουθούν τα σχετικά σχέδια που αποτυπώνουν την οριοθέτηση του Φ/Β συστήματος.

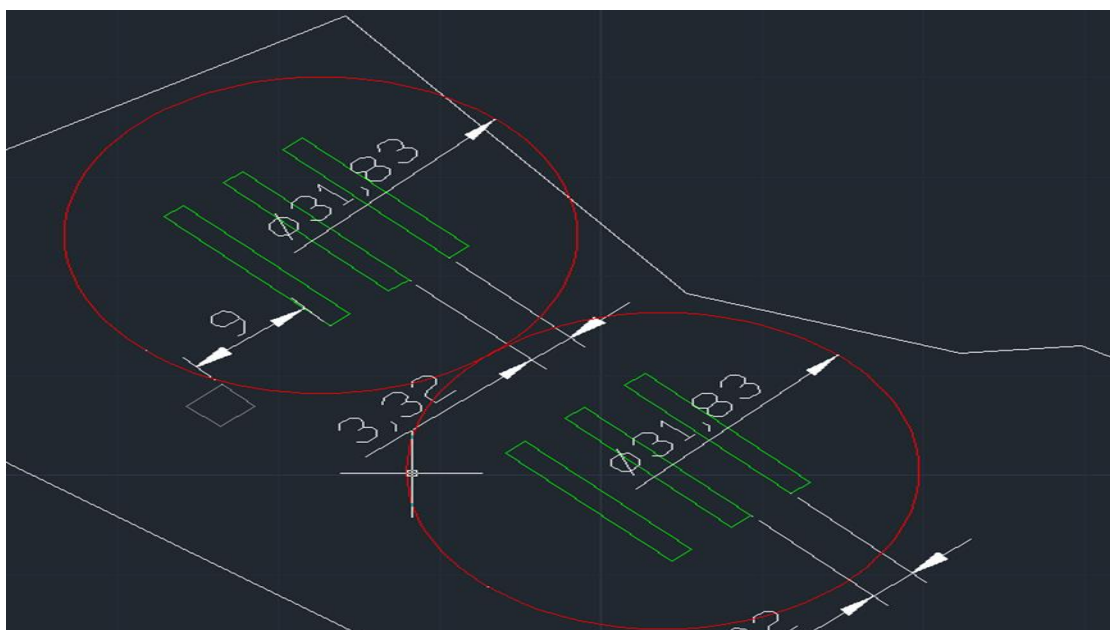




Εικόνα 8.27: Σχέδιο οριοθέτησης αποστάσεων μεταξύ δυο συστοιχιών Φ/Β.



Εικόνα 8.28: Απεικόνιση Φ/Β συστοιχιών απόστασης σε μέτρα και διαμέτρους όπου πρέπει να αποψιλωθούν όλα τα δέντρα για λόγους σκίασης.



Εικόνα 8.29: Απεικόνιση Φ/Β συστοιχιών πάνω στο χώρο του οικοπέδου.

9. Οικονομική αξιολόγηση έργου.

Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας θα γίνει η οικονομοτεχνική ανάλυση του έργου, για την ξενοδοχειακή μονάδα που μελετάμε, θα εξεταστεί αν οι μεταβολές που επιλέχθηκαν εκτός από ενεργειακά συμφέροντες είναι και οικονομικά βιώσιμες. Για την οικονομική αξιολόγηση του έργου, αρχικά θα πρέπει να υπολογίσουμε το κόστος της εγκατάστασης των τριών μετατροπών, δηλαδή της εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος, της εγκατάστασης του ηλιοθερμικού συστήματος και της θερμομόνωσης, καθώς και της εγκατάστασης του φορτιστή ηλεκτρικών οχημάτων. Αφού έχουμε υπολογίσει το αρχικό κόστος φ/β συστήματος (επένδυσης)[11] ΑΚ. μπορούμε να συντάξουμε ένα επενδυτικό σχέδιο, έτσι ώστε να έχουμε μια πρώτη εικόνα για την πορεία της επένδυσης στην 25ετη ζωή που θα λειτουργούν τα Φ/Β πριν χρειαστεί να αντικατασταθούν λόγω φθοράς. Τέλος, θα υπολογίσουμε κάποιους οικονομικούς δείκτες οι οποίοι θα μας δείχνουν τον χρόνο απόσβεσης του έργου καθώς και την καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης. Στην συνέχεια του κεφαλαίου θα γίνει η ανάλυση των παραπάνω οικονομικών όρων.

9.1 Υπολογισμός αρχικού κόστους της επένδυσης.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω σε αυτήν την ενότητα θα γίνει ο υπολογισμός του κόστους εγκατάστασης των τριών επεμβάσεων που θα γίνουν στην ξενοδοχειακή μονάδα έτσι ώστε να μετατραπεί σε επιχείρηση μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος, δηλαδή θα υπολογίσουμε το αρχικό οικονομικό κεφάλαιο που θα χρειαστεί η επιχείρηση για να μετατραπεί σε μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος. Στην συνέχεια, ακολουθεί ένας συγκεντρωτικός πίνακας ανά επέμβαση για τα υλικά που χρειάστηκαν, το κόστος εργασίας, καθώς και το κόστος εκπόνησης την μελέτης, έτσι ώστε να έχουμε μια πλήρη εικόνα για το αρχικό κεφάλαιο που θα πρέπει να διαθέσει η επιχείρηση.

| κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστήματος | | |
|--|-----------------|------------------------|
| Τύπος Εξαρτήματος | Τεμάχια ή μέτρα | Κόστος |
| Φ/Β πάνελ τύπου eagle HC 60M. | 92 τμχ | 92 x 51.52= 4.739,84 € |
| Ηλεκτρικός μετατροπέας sma sunny tripower 15000 TL-30. | 2 τεμ | 2 x 2579 = 5.158,00 € |

| | | |
|--|----------------|---|
| Βάση Φ/Β συστοιχίας τύπου HELIONST μεταβλητής κλίσης . | 6 τεμ | 6 x 676= 4.056,00 € |
| DC καλωδίωση Solar διατομής 4 mm ² τύπου αγωγών 1 x 4mm ² με τους αντίστοιχους συνδέσμους. | 2 x 184m | 368m x 2.50= 920,00 € |
| DC καλωδίωση Solar διατομής 6mm ² τύπου αγωγών 1x6mm ² με τους αντίστοιχους συνδέσμους. | 2 x 60m | 120 x 4.48= 537,60 € |
| Καλώδιο ac τύπου J1VV-U5 x 2. 5mm ² διατομής 2. 5mm ² . | 30m | 30m x 1.70= 51,00 € |
| Σωληνώσεις κουτιά διακλάδωσης βαρέως τύπου. | 518m 14 κουτιά | 871,52€ |
| Πίνακες ηλεκτρολογικού εξωτερικού Για εξωτερικό χώρο ip 65 τριών θέσεων και δύο θέσεων. | 3 τμχ | 50+(2 x 38,86)= 127,72 € |
| Ραγοδιακοπτικό υλικό κατάλληλο για Φ/Β συστήματα. | - | 2.072,50 € |
| Γείωση περιμετρική και πλέγμα | 58m | 122,00 € |
| Σύνολο | - | 18.656,18 μετά 15% έκπτωση = 15.857,75 € |
| Κόστος εργασίας | - | 2.500,00 € |

Πίνακας 9.1 : Κόστος εγκατάστασης Φ/Β συστήματος.

| κόστους εγκατάστασης εξωτερικής θερμομόνωσης κελύφους κτηρίου (ισόγειο πρώτος) | | |
|--|--|--------------------------------------|
| Τύπος Εξαρτήματος | Τεμάχια η μέτρα | Κόστος |
| Πλάκες πετροβάμβακα διατάσεων 1200 x 600 x 70 mm | 49 m x 3 m = 148.5 m ² x 2 = 297 m ² | 297 m ² x 2.85 = 846.45 € |

| | | |
|--|---|------------------|
| Οικοδομικά υλικά για την τοποθέτηση της θερμομόνωσης | - | 1.000,00 € |
| Σύνολο | - | 1.846,45€ |
| Κόστος εργασίας | - | 700,00 € |

Πίνακας 9.2 : κόστους εγκατάστασης εξωτερικής θερμομόνωσης κελύφους κτηρίου (ισόγειο πρώτος).

| κόστους εγκατάστασης ηλιοθερμικού συστήματος Z.N.X | | |
|--|-----------------|---|
| Τύπος Εξαρτήματος | Τεμάχια η μέτρα | Κόστος |
| Ηλιακός θερμοσίφωνας ΜΑΛΤΕΖΟΣ INOX 125L με βάση στήριξης | 4 τεμ | 4 x 595= 2.380,00 € |
| Σωλήνας Φ16 πολυστρωματικός | 50 m | 50m x 1.15= 57.50 € |
| Σύνολο | - | 2.437,50 μετά έκπτωσης 10% =2.193,75 € |
| Κόστος εργασίας | - | 400,00 € |

Πίνακας 9.3 : Κόστος εγκατάστασης ηλιοθερμικού συστήματος Z.N.X .

| Συγκεντρωτικός πίνακας 3 κόστους εγκατάστασης συστήματος ηλεκτροκίνησης | | |
|--|-----------------|------------|
| Τύπος Εξαρτήματος | Τεμάχια η μέτρα | Κόστος |
| Ταχυφορτιστής ηλεκτρικών οχημάτων EV Επίτοιχος 3 φάσεων 7/22kW της schneider- electric | 1 τεμ | 2.180,00 € |
| Ηλεκτρολογική σύνδεση σταθμού φόρτισης. | - | 200,00 € |

| | | |
|------------------------|---|---|
| Σύνολο | - | 2.380,00ευρω μετά 10% έκπτωση = 2.142,00 € |
| Κόστος εργασίας | - | 250 € |

Πίνακας 9.4 : Κόστος εγκατάστασης συστήματος ηλεκτροκίνησης.

| κόστους μετατροπής σε κτίριο μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος. | | |
|---|---------------------------------------|------------------|
| Κόστος υλικών ηλιοθερμικού συστήματος | 2.193,75 € | A σενάριο |
| Κόστος εργασίας ηλιοθερμικού συστήματος | 400,00 € | A σενάριο |
| Κόστους υλικών εξωτερικής θερμομόνωσης | 1.846,45 € | A σενάριο |
| Κόστος εργασίας εξωτερικής θερμομόνωσης | 700,00 € | A σενάριο |
| Κόστος εργασίας Φ/Β συστήματος | 15.857,75 € | B σενάριο |
| Κόστος υλικών Φ/Β συστήματος | 2.500,00€ | B σενάριο |
| Κόστος υλικών συστήματος ηλεκτροκίνησης | 2.142,00€ | B σενάριο |
| Κόστος εργασίας συστήματος ηλεκτροκίνησης | 250,00 € | B σενάριο |
| Σύνολο υλικών | 22.039,95€€ | |
| Σύνολο εργασίας | 3850,00 x 1,24 ΦΠΑ =4.774,00 € | |
| Έξοδα εργολάβου | 3.200,00 € | |

| | | |
|---------------|------------|--|
| Γενικό Σύνολο | 30.013,95€ | |
|---------------|------------|--|

Πίνακας 9.5 : Γενικός πίνακας υπολογισμού κόστους υλοποίησης έργου.

9.2. Σύνταξη επενδυτικού σχεδίου.

Για την σύνταξη ενός επενδυτικού σχεδίου που αφορά την μετατροπή μιας ξενοδοχειακής μονάδας σε κτίριο μηδενικού αποτυπώματος θα πρέπει να έχουμε μια εικόνα για τα παρακάτω δεδομένα [11]:

- ❖ **Οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης $n=25$ έτη.**
- ❖ **Εγκατεστημένη ισχύς του Φ/Β συστήματος**, δηλαδή η παραγωγική ικανότητα του Φ/Β που τροφοδοτεί όλη την εγκατάσταση **$P_{p\Sigma} = 29,44\text{kWp}$.**
- ❖ **Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια**, δηλαδή η παραγόμενη ενέργεια του Φ/Β συστήματος σε ένα έτος που είναι **$E_{m\Sigma} = 43.482,4 \text{ kWh}$** όμως λόγω της βελτίωσης της ομαδοποίησης των Φ/Β πάνελ και την βέλτιστης γωνίας κλίσης έχουμε αύξηση 10 % **$E_{m\Sigma} = 47.830.66 \text{ kWh}$** . Για τα πρώτα 10 χρόνια λόγω της αύξησης της παραγωγικής ικανότητας 10% του Φ/Β θα υπερκαλύπτεται η ανάγκες του Φ/Β μετά τον δέκατο χρόνο λόγω της μείωσης κατά 1% / έτος της παραγωγικής ικανότητας του Φ/Β συστήματος θα έχουμε μια μείωση 14 % στα υπόλοιπα 14 χρόνια λειτουργίας του ή οποία θα έχει αντίκτυπο στα έσοδα μειώνοντας τα.
- ❖ **Ετήσια έσοδα είναι $EE\Sigma = (EE\Sigma_H + EE\Sigma_K)$** , δηλαδή ετήσια έσοδα που προκύπτουν από την παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το Φ/Β σύστημα $EE\Sigma_H$ και τα έσοδα από την μη κατανάλωση καυσίμου λόγω της ηλεκτροκίνησης $EE\Sigma_K$ Τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας $C_{\Pi} = (0.12269 \times 1,24) + 7,2 = 0,1521 / \text{Kwh} + 7,2$ ευρώ, ενώ Τιμή αγοράς βενζίνης $G_{\Pi} = 1,63$ ευρώ \ L και το ποσοστό αύξησης του κόστους καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε έτος είναι $E_c = 2\%$ για κάθε έτος.
- ❖ για το πρώτο έτος $EE\Sigma_H = E_{E\Sigma H} \times C_{\Pi} = 41.163,83\text{kWh} \times 0,1521 + 7,2 = 6.268,21$ ευρώ
- ❖ $EE\Sigma_K = E_{E\Sigma K} \times G_{\Pi} = 489.6 \times 1,63 = 798,05$ ευρώ
- ❖ άρα για το πρώτο έτος **$EE\Sigma = 7.066,26$ ευρώ** με μια αύξηση $E_c = 2\%$ για κάθε έτος.
- ❖ **Κόστος συντήρησης και λειτουργίας ΚΣΛ των συστημάτων που εγκαταστάθηκαν** είναι 0,015 της αρχικής επένδυση ΑΚ και για τον μηδενικό χρόνο κατασκευής είναι

μηδέν, ενώ για τον πρώτο χρόνο $K\Sigma\Lambda = 0, 015 \times AK = 450.21$ ευρώ με μια αύξηση $E_k=1\%$ για κάθε έτος.

- ❖ **Το κόστος ασφάλισης** KA είναι μηδενικό καθ' όλη την διάρκεια της επένδυσης λόγω του μεγέθους της επένδυσης είναι μικρό το μέγεθος και δεν διατρέχει κάποιο κίνδυνο καταστροφής της.
- ❖ **Τα ετήσια** έξοδα της εν λόγω επένδυσης $EE\Xi$ είναι το άθροισμα του κόστους συντήρησης και λειτουργίας $K\Sigma\Lambda$ καθώς και της ασφάλισης του έργου KA όπου τον μηδενικό χρόνο είναι μηδέν. Άρα για τα υπόλοιπα έτη είναι $EE\Xi_v = K\Sigma\Lambda_v + KA_v$
- ❖ **Το μικτό κέρδος** MK είναι η διάφορα μεταξύ εσόδων $EE\Sigma_v$ και έξοδο $EE\Xi_v$ ανά έτος, όπου για το μηδενικό έτος είναι μηδέν λόγω ότι δεν έχουμε ούτε κέδροι ούτε έσοδα, για τα υπόλοιπα έτη $MK_v = EE\Sigma_v - EE\Xi_v$.
- ❖ **Η απόσβεση** υποδηλώνει την σταδιακή μείωση της αξίας της εγκατάστασης λόγω φθορών και τεχνολογικής απαξίωσης και είναι ίση με $\Sigma\Lambda\Pi = AK - E$ και για 15 χρόνια που θέλουμε να κάνουμε απόσβεση $\Sigma\Lambda\Pi / 15 = 2.000,95$ ευρώ.
- ❖ Στην περίπτωση που μελετάμε θεωρούμε ότι το 50% της αρχικής επένδυσης καλύπτεται από τραπεζικό δάνειο οπότε η επιχείρηση είναι μηδενική χωρίς να έχουμε κάποια κρατική επιχορήγηση. Άρα λόγω του ότι το αρχικό κεφάλαιο είναι $AK = 30.013,95$ ευρώ τότε το Κεφάλαιο ίδιας συμμετοχής είναι $\Sigma = 15.006,98$ ευρώ, το Κεφάλαιο επιχορήγησης είναι $E = 0$ ευρώ και το Κεφάλαιο δανείου είναι $\Delta = 15.006,98$ ευρώ με επιτόκιο $r = 5,58\%$, $\delta = 10$ έτη. TKX είναι το τοκοχρεολύσιο ή πιο γνωστό ως η ετήσια δόση του δανείου, T ο τόκος και το χρεολύσιο ή αλλιώς το αρχικό κεφάλαιο X . Ο υπολογισμός του $TKX = \frac{\Delta \times r \times (1+r)^\delta}{(1+r)^\delta - 1} = 2.000,43$ ευρώ. Ο τόκος $T_1 = \Delta \times r$ και το χρεολύσιο $X_1 = TKX - T_1$ ενώ για τα υπόλοιπα έτη μετατρέπονται οι τύποι σε $X_v = X_1 \times (1+r)^{v-1}$ και $T_v = TKX - X_v$.
- ❖ **Ο φόρος εισοδήματος** Φ_n είναι ο φόρος που θα κληθεί να πληρώσει ο χρήστης στην περίπτωση που υπάρχει κάποιο οικονομικό κέρδος όμως σε αυτήν την περίπτωση δεν πουλάμε την ηλεκτρική ενέργεια αλλά συμψηφίζεται.

- ❖ Η ετήσια χρηματοροή EX είναι το άθροισμα της ποσότητας των χρημάτων που εισέρχονται ή εξέρχονται από την επιχείρηση για την εν λόγω επένδυση κάθε έτους, όπου για το έτος υλοποίησης του έργου $EX_0 = -IΣ$.
- ❖ Ο συντελεστής προεξόφλησης $ΣΠ$ εκφράζει τη σταδιακή μείωση της αξίας του χρήματος και εξαρτάται από τα επιτόκια και τον πληθωρισμό, υπολογίζεται από τον τύπο $ΣΠ_v = 1 / (1 + r)^v$.
- ❖ Η προεξοφλημένη χρηματοροή PX_v προκύπτει από τον συντελεστή προεξόφλησης $ΣΠ_v$ και την ετήσια χρηματοροή EX_v και υπολογίζεται ως εξής $PX_v = ΣΠ_v \times EX_v$.
- ❖ Η στάθμη κεφαλαίου $ΣΚ$ μας δείχνει σε ποιο έτος θα γίνει η αποπληρωμή του αρχικού κεφαλαίου και πιο συγκεκριμένα του ίδιου κεφαλαίου που θα χρησιμοποιηθεί όπου το χρονικό σημείο της αποπληρωμής ονομάζεται **έντοκη περίοδος αποπληρωμής ΕΠΑ** και υπολογίζετε $ΣΚ_0 = PX_0 = -IΣ$ για τα υπόλοιπα έτη $ΣΚ_v = ΣΚ_{v-1} + PX_v$.

Παρακάτω, ακολουθεί ο αναλυτικός πίνακας με την ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου.

| Ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|
| ΕΤΟΣ ΕΠΕΝ ΔΥΣΗ Σ v (-) | ΠΑΡΑΓΟ ΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙ Α ΚWh | ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ ΕΕΣ | ΚΟΣΤΟ Σ ΣΥΝΤΗ ΡΗΣΗΣ/ ΛΕΙΤΟ ΥΡΓΙΑΣ ΚΣΛ | ΚΟΣΤΟ Σ ΑΣΦΑΛ ΙΣΗΣ ΚΑ | ΕΤΗΣΙ Α ΕΞΟΔ Α ΕΕΞ | ΜΙΚΤΟ ΚΕΡΔΟ Σ ΜΚ | ΑΠΟΣΒΕΣΕ ΙΣ ΣΑΠ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 47.830,66 | 7.066,26 | 450,21 | 0 | = ΚΣΛ | 6.616,05 | 1200,56 |
| 2 | 47.352,35 | 7.207,59 | 454,71 | 0 | = ΚΣΛ | 6.752,88 | 1200,56 |
| 3 | 46.878,83 | 7.351,74 | 459,25 | 0 | = ΚΣΛ | 6.892,49 | 1200,56 |
| 4 | 46.410,05 | 7.498,77 | 463,85 | 0 | = ΚΣΛ | 7.034,92 | 1200,56 |

| | | | | | | | |
|----|-----------|----------|--------|---|-------|----------|---------|
| 5 | 45.945,94 | 7.648,75 | 468,49 | 0 | = ΚΣΛ | 7.180,26 | 1200,56 |
| 6 | 45.486,50 | 7.801,72 | 473,17 | 0 | = ΚΣΛ | 7.328,55 | 1200,56 |
| 7 | 45.031,64 | 7.957,76 | 477,90 | 0 | = ΚΣΛ | 7.479,86 | 1200,56 |
| 8 | 44.581,33 | 8.127,88 | 482,69 | 0 | = ΚΣΛ | 7.645,19 | 1200,56 |
| 9 | 44.135,52 | 8.216,31 | 487,51 | 0 | = ΚΣΛ | 7.728,80 | 1200,56 |
| 10 | 43.694,17 | 8.301,78 | 492,38 | 0 | = ΚΣΛ | 7.809,40 | 1200,56 |
| 11 | 43.257,22 | 8.396,02 | 497,31 | 0 | = ΚΣΛ | 7.898,71 | 1200,56 |
| 12 | 42.824,66 | 8.440,18 | 502,29 | 0 | = ΚΣΛ | 7.937,89 | 1200,56 |
| 13 | 42.396,42 | 8.538,94 | 507,31 | 0 | = ΚΣΛ | 8.031,63 | 1200,56 |
| 14 | 41.972,46 | 8.649,80 | 512,38 | 0 | = ΚΣΛ | 8.137,43 | 1200,56 |
| 15 | 41.552,74 | 8.716,80 | 517,50 | 0 | = ΚΣΛ | 8.199,30 | 1200,56 |
| 16 | 41.137,22 | 8.782,53 | 522,68 | 0 | = ΚΣΛ | 8.259,85 | 1200,56 |
| 17 | 40.725,85 | 8.846,97 | 527,90 | 0 | = ΚΣΛ | 8.319,07 | 1200,56 |
| 18 | 40.318,60 | 8.910,16 | 533,19 | 0 | = ΚΣΛ | 8.376,97 | 1200,56 |
| 19 | 39.915,42 | 8.972,10 | 538,52 | 0 | = ΚΣΛ | 8.433,58 | 1200,56 |
| 20 | 39.516,27 | 8.993,33 | 543,90 | 0 | = ΚΣΛ | 8.449,43 | 1200,56 |
| 21 | 39.121,11 | 9.092,45 | 549,34 | 0 | = ΚΣΛ | 8.543,11 | 1200,56 |
| 22 | 38.729,90 | 9.189,64 | 554,83 | 0 | = ΚΣΛ | 8.634,81 | 1200,56 |
| 23 | 38.342,61 | 9.284,99 | 560,38 | 0 | = ΚΣΛ | 8.724,61 | 1200,56 |
| 24 | 37.959,19 | 9.378,52 | 565,98 | 0 | = ΚΣΛ | 8.812,54 | 1200,56 |
| 25 | 37.579,60 | 9.474,25 | 571,64 | 0 | = ΚΣΛ | 8.902,61 | 1200,56 |

Πίνακας 9.6: Ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου.

| Ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|----------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| ΕΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥ ΣΗΣ v (-) | ΧΡΕΟΛΥΣΙΟ X | ΤΟΚΟΣ T | ΕΤΗΣΙΑ ΧΡΗΜΑΤΟΡΟ Ή ΕΧ | ΣΥΝΤΕΛ. ΠΡΟΕΞΟΦΛ ΗΣΗΣ ΣΠ | ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΜΕΝ Η ΧΡΗΜΑΤΟΡΨΗ ΠΧ | ΣΤΑΘΜΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ ΣΚ |
| 0 | 0 | 0 | -30.013,96 | 1 | -30.013,96 | -15.006,98 |
| 1 | 1.163,04 | 837,39 | 4.615,62 | 0,947 | 4.370,99 | -10.635,99 |
| 2 | 1.227,94 | 772,49 | 4.752,45 | 0,897 | 4.262,95 | -6.373,04 |
| 3 | 1.296,46 | 703,97 | 4.892,06 | 0,85 | 4.158,25 | -2.214,79 |
| 4 | 1.368,80 | 631,63 | 5.034,49 | 0,805 | 4.052,76 | 1.837,97 |
| 5 | 1.445,18 | 555,25 | 5.179,83 | 0,762 | 3.947,03 | 5.785,00 |
| 6 | 1.525,81 | 474,61 | 5.328,12 | 0,722 | 3.846,90 | 9.631,90 |
| 7 | 1.610,96 | 389,47 | 5.479,43 | 0,684 | 3.747,93 | 13.379,83 |
| 8 | 1.700,85 | 299,58 | 5.644,76 | 0,65 | 3.669,09 | 17.048,92 |
| 9 | 1.795,76 | 204,67 | 5.728,37 | 0,613 | 3.511,49 | 20.560,41 |
| 10 | 1.895,96 | 104,47 | 5.808,97 | 0,581 | 3.375,01 | 23.935,42 |
| 11 | 15.006,98 | 4.973,44 | 7.898,71 | 0,55 | 4.344,29 | 28.279,71 |
| 12 | - | - | 7.937,89 | 0,52 | 4.127,70 | 32.407,41 |
| 13 | - | - | 8.031,63 | 0,49 | 3.935,50 | 36.342,91 |
| 14 | - | - | 8.137,43 | 0,4675 | 3.824,59 | 40.167,50 |
| 15 | - | - | 8.199,30 | 0,443 | 3.632,29 | 43.799,79 |
| 16 | - | - | 8.259,85 | 0,419 | 3.460,88 | 47.260,67 |
| 17 | - | - | 8.319,07 | 0,3973 | 3.305,17 | 50.565,84 |
| 18 | - | - | 8.376,97 | 0,376 | 3.149,74 | 53.715,58 |

| | | | | | | |
|-----|---|---|----------|--------|-----------|--|
| 19 | - | - | 8.433,58 | 0,356 | 3.002,35 | 56.717,93 |
| 20 | - | - | 8.449,43 | 0,338 | 2.855,91 | 59.573,84 |
| 21 | - | - | 8.543,11 | 0,319 | 2.725,25 | 62.299,09 |
| 22 | - | - | 8.634,81 | 0,30 | 2.590,44 | 64.889,53 |
| 23 | - | - | 8.724,61 | 0,2868 | 2.502,22 | 67.391,75 |
| 24 | - | - | 8.812,54 | 0,272 | 2.397,01 | 69.788,76 |
| 25 | - | - | 8.902,61 | 0,2573 | 2.290,64 | 72.079,40 |
| ΚΠΑ | | | | | 87.086,38 | ΕΝΤΟΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ Σ ΑΠΟΠΛΗ ΡΟΜΗΣ ΕΠΑ=4 |

Πίνακας 9.7: Ανάλυση του επενδυτικού σχεδίου.

10. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα των πρώτων κεφαλαίων της ενεργειακής ανάλυσης συμπεραίνουμε ότι η ενεργειακή τάξη που ανήκει το κτίριο της ξενοδοχειακής μονάδας η οποία βρίσκεται στην Α κλιματική ζώνη σε υψόμετρο κάτω από 500 μετρα είναι η Β Ενεργειακή τάξη με κατανάλωση ενέργειας 219,4 kWh/ m²/ έτος. Από την ενεργειακή τάξη συμπεραίνουμε ότι το κτίριο έχει μικρές καταναλώσεις ενέργειας οι οποίες είναι της τάξεως των 45.164,66 kWh / έτος και αυτό οφείλεται τόσο στην μόνωση του κτιρίου που εξετάζουμε όσο και στην θερμοπερατότητα που παρουσιάζουν οι λίθινες τοιχοποιίες που συναντάμε στο υπόγειο του κυρίως κτιρίου. Άλλος ένας λόγος που συντελεί στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας είναι ο προσανατολισμός του κτιρίου που εξετάζουμε και οι σκιάσεις που δημιουργούνται. Καθοριστικό παράγοντα αποτελούν οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες αλλά και ο φωτισμός, οι οποίοι είναι χαμηλής κατανάλωσης, βοηθώντας και αυτοί με τη σειρά τους ενεργητικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Με τις παρεμβάσεις που θα γίνουν στο κτίριο, και πιο συγκεκριμένα με την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος θα καταφέρουμε να καλύψουμε τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Με την βελτιστοποίηση της κλίσης της γωνίας ορίζοντα και την τοποθέτηση των Φ/Β πάνελ σε ομάδες ανάλογα την παραγωγική ικανότητα μπορούμε να αυξήσουμε κατά 10% την παραγωγική ικανότητα του Φ/Β συστήματος (από 43.482,42 kWh x 1,10 = σε **47.830,66 kWh**). Μετά από 7 χρόνια λόγω φθοράς του Φ/Β συστήματος και συγκεκριμένα τον 7 (έβδομο) χρόνο η παραγωγή του Φ/Β θα είναι ίση με τις ανάγκες του κτιρίου και από τον 8 (χρόνο) χρόνο θα αρχίζει να μην καλύπτει τις ανάγκες του έχοντας σαν αποτέλεσμα στο τέλος της ζωής του , το Φ/Β σύστημα να παράγει 7.585,13 kWh λιγότερες από τις ανάγκες του κτιρίου κάνοντας το ελάχιστου ενεργειακού αποτυπώματος από μηδενικού που ήταν.

Με την εγκατάσταση ενός ηλιοθερμικού συστήματος το οποίο θα καλύπτει τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ. θα μπορέσουμε να εξοικονομήσουμε πάνω από 4.240,21 kWh ετησίως, έτσι ώστε να μην επιβαρύνεται το Φ/Β σύστημα. Επίσης , όπως στην αλλαγή της βέλτιστης γωνίας κλίσης ως προς τον ορίζοντα που υλοποιήθηκε στο Φ/Β θα μπορέσει το ηλιοθερμικό σύστημα να γίνει πιο αποδοτικό του καλοκαιρινούς μήνες.

Με την εγκατάσταση ενός συστήματος φόρτισης ηλεκτρικού οχήματος και την αγορά ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος μετατρέπεται η επιχείρηση σε μηδενικού αποτυπώματος μιας και δεν εκπέμπει σε κανένα στάδιο της λειτουργίας της ρύπους. Παράλληλως, καλύπτει τις ενεργειακές τις ανάγκες απο το Φ/Β 4.000,9 kWh που χρειάζεται για να καλύψει την ετήσια φόρτιση του οχήματος τις καλύπτει απο το Φ/Β και πιο συγκεκριμένα από το πλεόνασμα των 4.240,21 kWh που εξοικονομούνται από το Ζ.Ν.Χ.

Τέλος, το κόστος για τις παραπάνω παρεμβάσεις ανέρχεται στα **30.013,98 €** όπου το 50% προέρχεται από ίδια τα κεφάλαια της επιχείρησης και το υπόλοιπο ποσό από δάνειο με τόκο 5,58 % 10 έτους διάρκειας άρα το ύψος της επένδυσης με τους τόκους ανέρχεται 34.987,40 (4.973,44 € **οι τόκοι**). Στο σενάριο αυτό, έχει υπολογιστεί τόσο ο πληθωρισμός με την αύξηση των τιμών ηλεκτρικού ρεύματος και το κόστος λειτουργίας συντήρησης όσο και η μείωση της παραγωγικής ικανότητας του Φ/Β. Επίσης, δεν έχουν συμπεριληφθεί τα κόστη ασφάλισης και η φορολογία διότι η επιχείρηση βρίσκεται σε πρόγραμμα ενεργειακής εξοικονόμησης οπότε δεν πουλάει την ενέργεια που παράγει αλλά συμψηφίζεται με την παραγωγή της. Συμπερασματικά, διαπιστώνουμε ότι η επιχείρηση θα μπορέσει μετά από 10 χρόνια να αποπληρώσει το δάνειο από τα κέρδη που θα έχει από την εξοικονόμηση ενέργειας και θα μπορέσει να εξοικονομήσει 148.111,68 € με απόσβεση στα 6,94 χρόνια. Επιπροσθέτως, εξαιτίας τού πληθωρισμού και των τοκοχρεολυσίων, δηλαδή λόγω της μείωσης της αξίας του χρήματος, η καθαρή παρούσα αξία των χρημάτων που θα κερδίσει η επιχείρηση ανέρχεται στα **ΚΠΑ = 87.086,38** ευρώ με έντοκη περίοδο αποπληρωμής τα **ΕΠΑ=4** χρόνια, άρα θεωρείται από υπολογιστικής άποψης συμφέρουσα λύση. Παρόλο αυτά, επειδή έχει μεγάλο χρόνο απόσβεσης θα πρέπει το εν λόγω έργο να εισέλθει σε ένα πρόγραμμα επιχορήγησης, όπως για παράδειγμα ένα πρόγραμμα " Εξοικονομώ" το οποίο θα προσφέρει 60% του αρχικού κεφαλαίου σαν κρατική επιχορήγηση και το υπόλοιπο με τα ίδια κεφάλαια, έτσι ώστε να μην χρειαστεί ο ιδιοκτήτης να δανειστεί, αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο, κατά πολύ την απόδοση του έργου.

11. Παράρτημα

Σημειώνεται ότι η παρούσα μελέτη αφορά στην αρχιτεκτονική μελέτη και στην προεπιλογή των υλικών και των χρωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του κτιρίου.

Οι μετρήσεις των χώρων και των υλικών που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη είναι προεπιλεγμένες και ενδέχεται να διαφέρουν από τις πραγματικές μετρήσεις που θα γίνουν κατά την κατασκευή του κτιρίου.

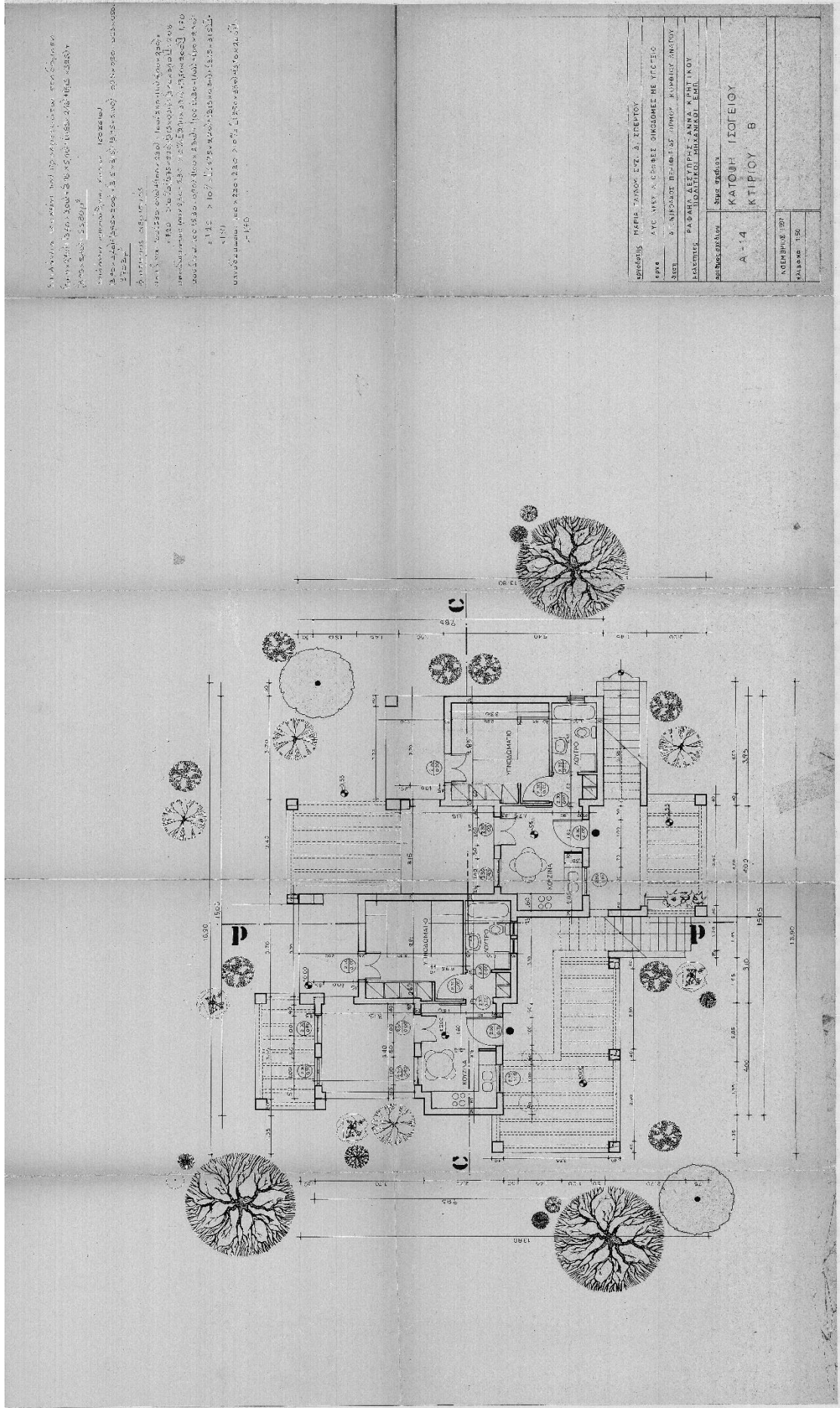
Οι μετρήσεις των χώρων και των υλικών που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη είναι προεπιλεγμένες και ενδέχεται να διαφέρουν από τις πραγματικές μετρήσεις που θα γίνουν κατά την κατασκευή του κτιρίου.

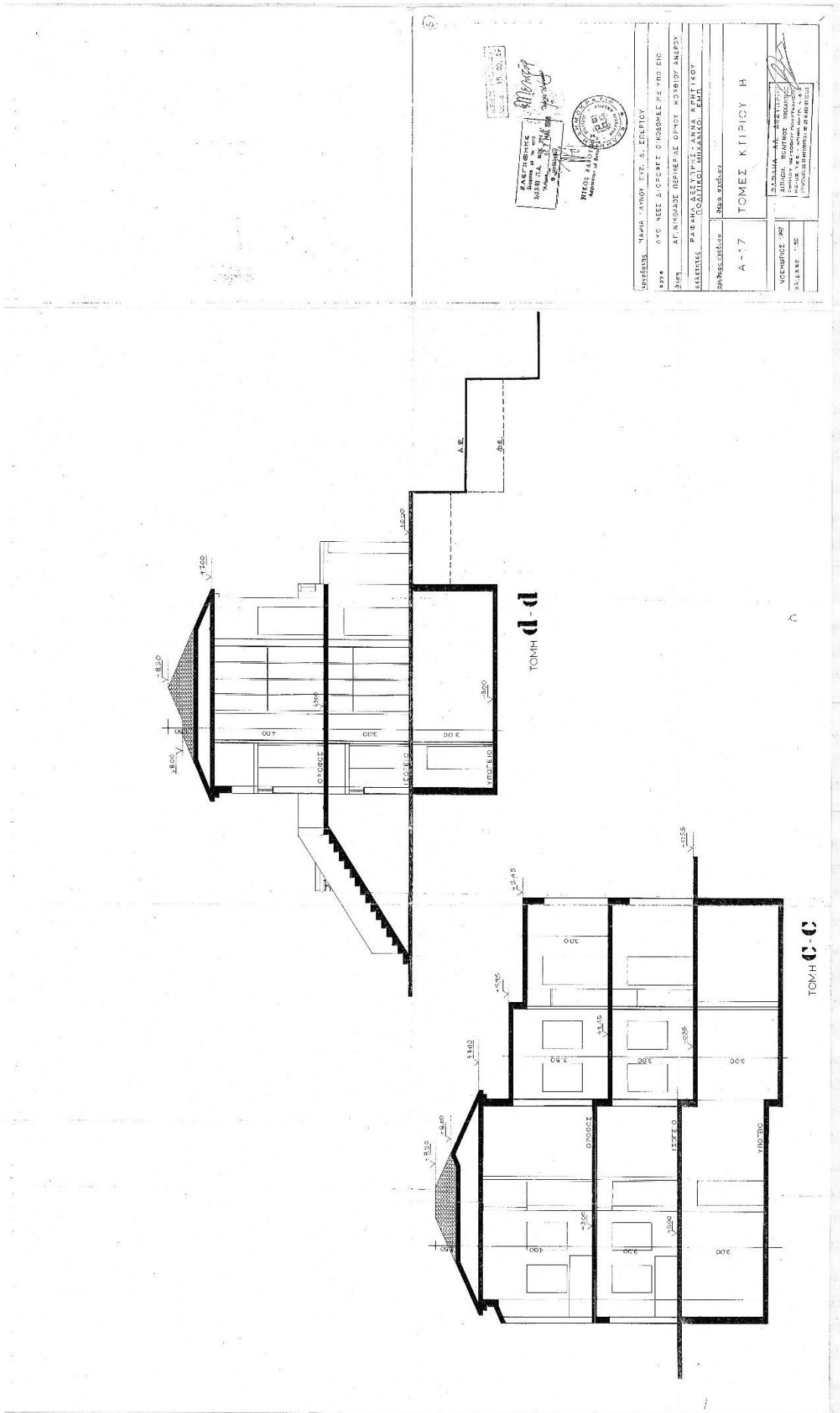
Οι μετρήσεις των χώρων και των υλικών που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη είναι προεπιλεγμένες και ενδέχεται να διαφέρουν από τις πραγματικές μετρήσεις που θα γίνουν κατά την κατασκευή του κτιρίου.

Οι μετρήσεις των χώρων και των υλικών που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη είναι προεπιλεγμένες και ενδέχεται να διαφέρουν από τις πραγματικές μετρήσεις που θα γίνουν κατά την κατασκευή του κτιρίου.

Οι μετρήσεις των χώρων και των υλικών που αναφέρονται στην παρούσα μελέτη είναι προεπιλεγμένες και ενδέχεται να διαφέρουν από τις πραγματικές μετρήσεις που θα γίνουν κατά την κατασκευή του κτιρίου.

| | |
|---------------|---|
| ΜΗΧΑΝΙΚΗ | ΜΕΡΙΑ ΤΑΜΟΥ ΕΣ. Δ. ΣΠΕΡΤΟΥ |
| ΕΡΓΟ | ΑΥΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
| ΔΕΛΤΑ | 95 ΜΕΤΡΩΝ ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΥ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΠΕΡΤΟΥ |
| ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ |
| ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ | ΚΑΤΟΙΚΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ |
| | Α-14 ΚΤΙΡΙΟΥ Β |
| ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | 1997 |
| ΚΑΛΩΣΗ | 1150 |





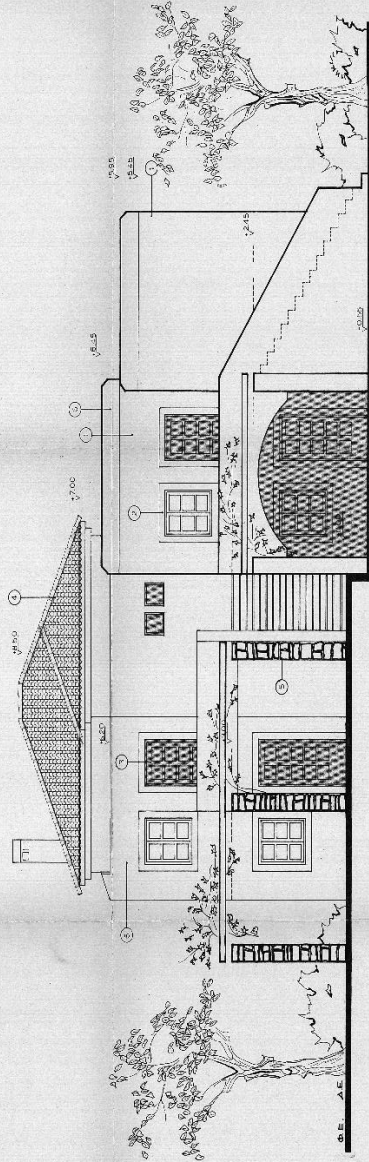
| | |
|---------------|---|
| ΕΠΙΘΕΣΗ | ΜΕΡΗ ΧΥΜΟΥ ΣΥΓ. Δ. ΕΠΙΤΡΟΧ |
| ΕΡΧΑ | ΑΥΤ. ΝΕΕΣ Δ. ΟΡΘΩΣ Δ. ΚΑΘΟΛΗΣ ΠΕ. Π.Ι. Δ.Ι.Κ. |
| ΣΥΝΤ. | ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΕΡΙΣΣΕΑΣ ΟΥΝΟΥ ΚΑΘΗΓ. ΑΝΩΤΑΤ. |
| ΣΕΚΙΤΗΣ | ΠΑΡ. Π. Δ. Ε. Π. Α. ΑΝΝΑ ΚΡΗΤΙΚΟΥ |
| ΣΦΡΑΓΙΣΤΗΡΙΟΝ | ΝΕΕΣ ΑΝΩΤΑΤ. |
| | ΤΟΜΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Β |
| | A-17 |
| ΜΟΝΗΜΕΝΟΣ | 197 |
| ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΟ | 135 |

ΣΑΡΑΦΗΝΙΚΗΣ
ΜΕΡΗΣ ΠΑ. 488/7
Ν. 220/80
ΕΠΙΤΡΟΧΗ

ΝΙΚΟΣ ΑΛΛΟΥΡΗΣ
Architect of Buildings

10. 02. 21

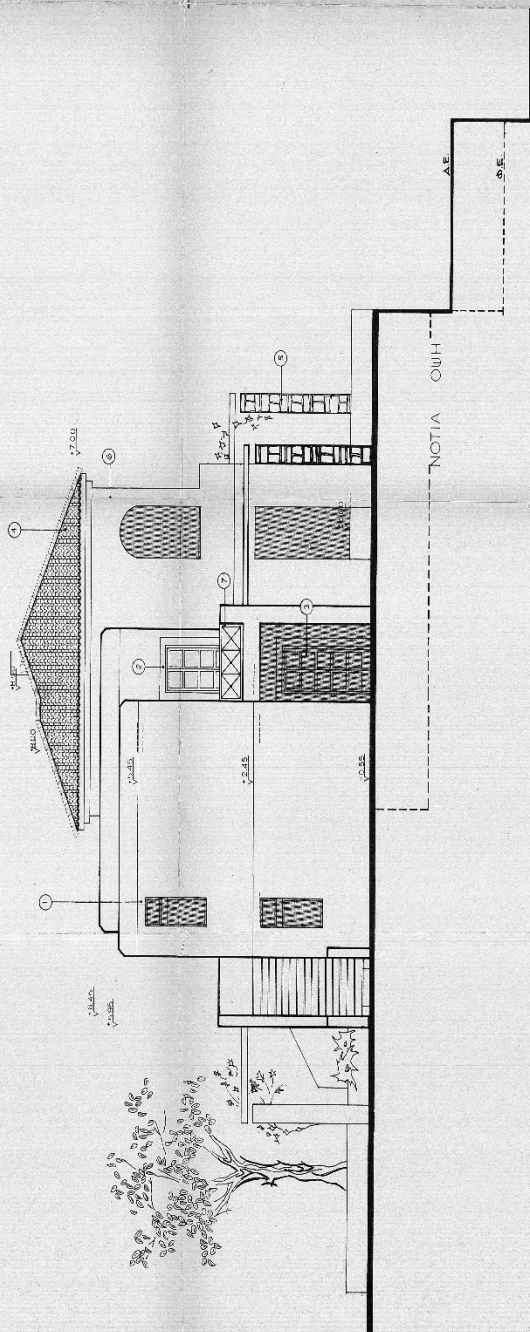
- ΥΛΙΚΑ
- 1 ΠΑΡΚΑ
 - 2 ΠΑΡΚΑ
 - 3 ΠΑΡΚΑ
 - 4 ΠΑΡΚΑ
 - 5 ΠΑΡΚΑ
 - 6 ΠΑΡΚΑ



ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

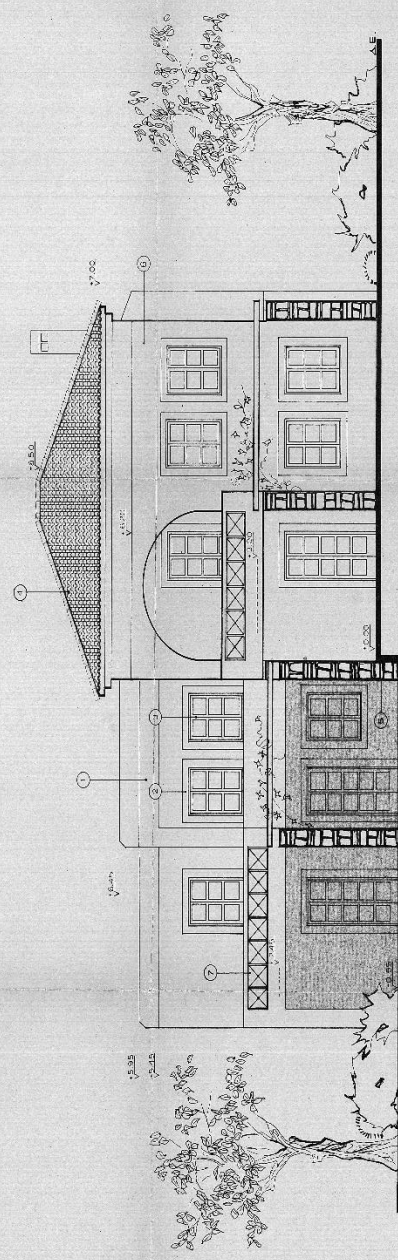
| | |
|----------------|---|
| ΕΠΙΣΤΑΣΗ | ΜΑΡΙΑ ΓΑΛΟΥ & Γ. Δ. ΣΠΕΡΤΟΥ |
| ΕΡΓΟ | ΔΥΟ ΝΕΕΣ ΔΙΟΙΚΗΤΕΣ ΟΙΚΟΜΗΤΕΣ ΜΕ ΥΠΟΤΕΙΟ |
| ΣΕΠ | ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΣ ΣΕΡΦΟΥ - ΚΟΡΨΙΟΥ ΔΑΞΩΔΥ |
| ΠΛΑΤΕΙΣ | ΡΑΦΑΗΛ ΑΞΥΡΗΣ, ΑΝΝΑ ΚΡΗΤΙΚΟΥ ΠΟΛΙΤΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΕΜΡ |
| ΜΕΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ | ΣΕΡΦΟΥ |
| A-18 | ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ Β |
| ΛΟΓΟΤΥΠΟΣ 1997 | |
| ΚΑΛΩΣ ΚΑ. 1/90 | |

ΥΑΙΚΑ
 ΔΕΛΦΙΝ
 ΚΑΡΟΛΙΝΑ
 ΚΑΡΟΛΙΝΑ
 ΑΝΔΡΙΑΝΗ
 ΑΝΔΡΙΑΝΗ
 ΑΝΔΡΙΑΝΗ
 ΑΝΔΡΙΑΝΗ
 ΑΝΔΡΙΑΝΗ



| | |
|-----------------|---|
| ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑ | ΜΑΡΙΑ ΓΑΛΟΥ, ΣΥΖ. Δ. ΣΠΕΡΤΟΥ |
| ΕΡΓΟ | ΛΥΟ ΝΕΕΣ Δ. ΟΡΟΦΕΣ ΟΙΚΟΔΟΜΕΙ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ |
| ΣΤΟΙΧ | ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΕΡΙΒΟΛΙΑΣ ΘΗΡΟΥ ΚΟΡΦΙΟΥ ΑΝΔΡΟΥ |
| ΔΕΚΤΗΡΙΕΣ | ΡΑΦΑΗΛ ΜΑΡΤΙΝΙΔΗΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΔΙΟΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟ Γ.Ε.Μ.Π. |
| ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ | ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ |
| A-19 | NOTIA ΟΥΗ |
| | ΚΤΙΡΙΟΥ Β |
| ΝΟΤΗΜΕΡΙΟΣ 1997 | |
| ΜΑ.Ι.Κ.Κ. 1.50 | |

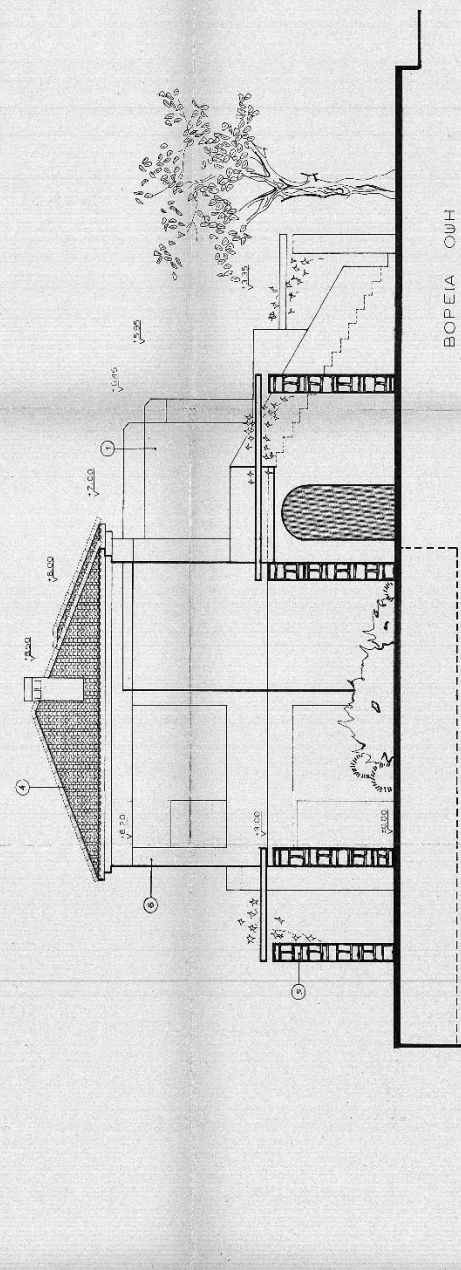
- ΥΛΙΚΑ
- 1 ΕΡΩΣΕ
 - 2 ΠΑΡΤΙΣ
 - 3 ΠΑΡΤΙΣ
 - 4 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 5 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ
 - 6 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 7 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 8 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 9 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 10 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 11 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 12 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 13 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 14 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 15 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 16 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 17 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 18 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 19 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 20 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 21 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 22 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 23 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 24 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 25 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 26 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 27 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 28 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 29 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 30 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 31 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 32 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 33 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 34 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 35 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 36 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 37 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 38 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 39 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 40 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 41 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 42 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 43 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 44 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 45 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 46 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 47 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 48 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 49 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 50 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 51 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 52 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 53 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 54 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 55 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 56 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 57 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 58 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 59 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 60 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 61 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 62 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 63 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 64 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 65 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 66 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 67 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 68 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 69 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 70 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 71 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 72 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 73 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 74 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 75 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 76 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 77 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 78 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 79 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 80 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 81 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 82 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 83 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 84 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 85 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 86 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 87 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 88 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 89 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 90 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 91 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 92 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 93 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 94 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 95 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 96 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 97 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 98 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 99 ΚΕΡΑΜΙΔΑ
 - 100 ΚΕΡΑΜΙΔΑ



ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

| | |
|----------------|--|
| ΕΠΙΘΕΤΟΣ | ΜΑΡΙΑ ΓΑΛΟΥ ΣΥΖ. Δ. ΣΠΕΡΤΟΥ |
| ΕΠΩΝΥΜΟ | ΔΙΟ ΝΕΕΥ Α. ΣΦΟΒΕΣ ΟΙΚΟΔΟΜΕΣ ΜΕ ΥΠΟΓΕ. Ο |
| ΣΤΑΘ. | Α.Γ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΕΤΡΕΒΕΣ ΣΠΗΟΥ ΚΟΡΘΟΥ Β. ΠΕΡΟΥ |
| ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ | ΡΑΦΑΗΛ ΔΕΣΠΕΡΗΣ - ΑΝΝΑ ΚΡΗΤΙΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ Ε.Μ.Π. |
| ΚΕΝΤΡΟ ΟΙΚΟΔΟΥ | ΣΗΡΕ ΟΙΚΟΔΟΥ |
| | ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ |
| | Α - 21 |
| | Κ ΤΙΤΙΟΥ Β |
| | ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1997 |
| | ΚΑΛΥΚΟΣ 1:50 |

- ΥΛΙΚΑ
- 1 ΞΥΛΟΣ ΣΚΑΛΙΣΜΑ
 - 2 ΠΑΡΚΗ ΤΕΡΕΝΤΙΟΝΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΤΑ
 - 3 ΣΠΑΤΙΔΙΑ ΚΟΡΥΜΒΟΥ ΤΥΠΟΥ
 - 4 ΚΑΛΥΜΝΗ ΤΥΠΟΥ ΑΕΙΟΣ
 - 5 ΣΚΑΛΙΣΜΑ
 - 6 ΣΚΑΛΙΣΜΑ



| | |
|-----------------|---|
| Σχεδιαστής | ΚΑΡΩΣ ΤΣΑΝΟΥ ΣΥΖ. Ω. ΣΠΕΡΤΟΥ |
| Έργο | ΔΥΟ ΝΕΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΟΙΚΟΔΟΜΩΝ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΑ |
| Σύνοψη | Δ/Γ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΕΡ ΠΕΡ ΝΕ ΣΥΜΟΥ ΚΟΤΣΙΔΟΥ ΑΝΤΙΟΥ |
| Πελατρίες | ΡΑΦΑΗΛ ΔΕΣΥΠΡΗΣ + ΑΝΝΑ ΚΡΗΤΙΚΟΥ ΠΟΛΙΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΕΜΠ |
| Αριθμός σελίδου | Σημ. σελίδου |
| Α - 20 | ΒΟΡΕΙΑ ΟΥΗ |
| | Κ ΤΙ Ρ Ι Ο Υ Β |
| ΝΟΜΒΡΙΟΣ 1997 | |
| ΚΑΛΥΜΝΗ 1:50 | |

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια /2012, 2012, Ε.Σ.Τ.Α.Τ.
- [2] Σημειώσεις μαθήματος κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια, Π.Μ.Σ ενεργειακή βελτιστοποίηση συστημάτων ενέργειας , 2019 ,Αντώνιος Μορώνης .
- [3] Σημειώσεις μαθήματος κατανάλωση ενέργειας στην βιομηχανία ,Π.Μ.Σ ενεργειακή βελτιστοποίηση συστημάτων ενέργειας ,2019, Κωνσταντίνων Ψωμόπουλος .
- [4] Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2017, 2017 , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος.
- [5] Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-2/2017, 2017 , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος.
- [6] Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-3/2017, 2017 , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος.
- [7] Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-4/2017, 2017 , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος.
- [8] Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-5/2017, 2017 , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος.
- [9] Σεμινάριο εκπαίδευσης ενεργειακών επιθεωρητών , παράδειγμα εφαρμογής λογισμικού ΤΕΕ-KENAK , 2012 , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδος.
- [10] Ισότοπος ΔΕΔΔΗΕ <https://www.deddie.gr/> .
- [11] Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις Γ έκδοση, Σταμάτη Δ. Περγίος.
- [12] Κέντρο Επιστημών της Ε.Ε., PVGIS.
- [13] Ισότοπος <http://www.jinkosolar.com/> τεχνικά χαρακτηριστικά Φ/Β πάνελ Eagle HC 60M 300-320 Watt
- [14] Manual τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρικού μετατροπέα της SMA SUNNY TRIPOWER 8.0 / 10.0 with SMA SMART CONNECTE.
- [15] Manual της HELIONST με τεχνικά χαρακτηριστικά βάσης.

- [16] Ισότοπος της <https://www.google.gr/>.
- [17] Manual της ABB με υλικά φωτοβολταϊκά συστήματα.
- [18] Manual της MAALTEZO με τεχνικά χαρακτηριστικά για ηλιακούς θερμοσίφωνες.
- [19] Πληροφορίες ηλεκτρικού οχήματος Skoda, <https://koilakos.gr/>. με τεχνικά χαρακτηριστικά για ηλεκτρικά οχήματα
- [20] Manual της schneider electric από τα καταστήματα καυκάς για ηλεκτρικούς φορτιστές για ηλεκτρικά οχήματα <https://www.kafkas.gr/>.
- [21] Στατιστικά στοιχεία και νομοθετικό πλαίσιο για τα κτήρια μηδενικού ενεργειακού αποτυπώματος, υπουργείο περιβάλλοντος, <https://ypen.gov.gr/>.