



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ με θέμα:

Καταγραφή, παρακολούθηση, θερμικής συμπεριφοράς κτηρίου.

Σπουδαστής: Καρέλης Ελευθέριος Α.Μ 3994

Επιβλέπων καθηγητής: Κτενιαδάκης Μιχαήλ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2014

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

**Θέλω να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου
για την πολύτιμη βοήθεια του καθηγητή μου,
κύριου Κτενιαδάκη Μιχαήλ.**

1.Εισαγωγή

Στην παρακάτω εργασία μελετάται, και σχολιάζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, βασικά στοιχεία του οποίου είναι τα ηλιακά παθητικά συστήματα, συμβάλλει στον περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και στην ανάδειξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακής, αιολικής, κ. α). Στοχεύει, δηλαδή, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προσαρμογή των κτηρίων ανάλογα με το περιβάλλον τους.

Αντικείμενο της συγκεκριμένης μελέτης είναι ένα πραγματικό κτήριο το οποίο κατασκευάστηκε ύστερα από μηχανολογική μελέτη στα πλαίσια του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Πραγματοποιείται υπολογισμός των ηλιακών κερδών (έμμεσα - άμεσα) σύμφωνα με τους εκάστοτε κανονισμούς συμμόρφωσης (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε), και στη συνέχεια υπολογίζονται οι ενεργειακές απώλειες, του χώρου και του έμμεσου ηλιακού παθητικού συστήματος και προκύπτει το ενεργειακό ισοζύγιο.

Στόχος της συγκεκριμένης μελέτης είναι να ορίσουμε (μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού) το κτήριο ως ενεργειακά αυτόνομο στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό.

Abstract

The following work is a study of bioclimatic design.

Bioclimatic design whose main elements passive solar systems, helps to reduce consumption of conventional fuels and the emergence of renewable energy such as solar and wind energy. Bioclimatic design is aimed at saving energy and adaptation of buildings depending on their environment. The objective of bioclimatic design is the definition of the building as energy autonomy to the extent defined by the following study.

This is a study of an actual building which was constructed by engineering design in the context of bioclimatic design subsequently the direct and indirect solar gains are being calculated according to national standards.

Is then calculated the energy loss from the interior of the building and from the indirect passive solar system (greenhouse), resulting energy balance.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες

1. Εισαγωγή.

2. Ηλιακή ενέργεια.

2.1 Η ηλιακή ενέργεια.

3. Κλίμα και βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

3.1 Ιδεολογία και στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

4. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

4.1.1 Θερμοκήπιο, ένα ηλιακό παθητικό σύστημα.

4.1.2 Το θερμοκήπιο το καλοκαίρι.

4.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του θερμοκηπίου.

5. Το κτήριο ως αποθήκη θερμότητας.

5.1 Χωροθέτηση, σχήμα και προσανατολισμός του κτηρίου.

6. Βαθμομέρες θέρμανσης.

7. Κατασκευαστικά στοιχεία κτηρίου.

7.1 Εξωτερικοί τοίχοι.

7.2 Υπολογισμός εμβαδών εξ. τοιχοποιίας.

8. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K ή U -Value.

8.1 Εξωτερικοί τοίχοι.

8.2 Δάπεδο.

8.3 Οροφή

8.3.1 Επιφάνεια οροφής.

8.4 Ανοίγματα

9. Επιφάνεια θερμοκηπίου.

10. Ενεργειακές απώλειες – Ενεργειακά κέρδη

10.1 Απώλειες λόγω αερισμού.

10.2 Κέρδη από θερμοκήπιο.

10.3 Υπολογισμός άμεσων ηλιακών κερδών.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑ.

Βιβλιογραφία.

2. Ηλιακή ενέργεια

Πλέον στις μέρες μας έχουν υιοθετηθεί τρόποι εκμετάλλευσης νέων πηγών ενέργειας, σε τομείς, όπως ο βιομηχανικός, ο κατασκευαστικός, ο ενεργειακός αλλά ως επί το πλείστον στον κτηριακό-οικιακό τομέα. Οι νέες πηγές ενέργειας ή ήπιες μορφές ενέργειας, πριν την ενεργειακή κρίση του 1973, δεν ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένες και η εκμετάλλευσή τους ήταν περιστασιακή. Ο λόγος για τον οποίο συνέβαινε αυτό, ήταν ότι υπήρχαν διαθέσιμες στον κόσμο φθηνές πηγές ενέργειας, όπως το κάρβουνο, το φυσικό αέριο και κυρίως το πετρέλαιο. Η αλματώδης όμως αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω των αέριων ρύπων (από την εξόρυξη άνθρακος και πετρελαίου μέχρι την τελική επεξεργασία χρησιμοποίησής τους), έχει ως φυσικό επακόλουθο την υπερθέρμανση του πλανήτη, την αλλοίωση της σύστασης της ατμόσφαιρας και την εξάντληση των φυσικών πόρων όπου σε συνδυασμό με την ενεργειακή κρίση όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, συνέβαλλαν στην αύξηση ενδιαφέροντος για τις νέες πηγές ενέργειας. Σε αυτές τις νέες πηγές ενέργειας ανήκει και η ηλιακή ενέργεια.

2.1 Η ηλιακή ενέργεια

Αναμφισβήτητα το μεγαλύτερο ενεργειακό εργοστάσιο είναι ο ήλιος. Αυτός ο γιγάντιος ατομικός αντιδραστήρας μετατρέπει τη μάζα σε ενέργεια. Κάθε δευτερόλεπτο 657 εκατομμύρια τόνοι υδρογόνου, μεταβάλλονται σε 653 εκατομμύρια τόνους αερίου ηλίου. Τα τέσσερα εκατομμύρια τόνοι που υπολείπονται, διαχέονται στο διάστημα ως ενέργεια, ενώ η γη δέχεται μόνο το 1/2.000.000.000 της ενέργειας αυτής, που είναι όμως αρκετή για να λιώσει, σε ένα χρόνο, ένα στρώμα πάγου ύψους 37 μέτρων, σε ολόκληρη την επιφάνεια της γης.

Η ηλιακή ενέργεια ανήκει στις ήπιες μορφές ενέργειας. Τα βασικά της πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

- Η ποσότητα της είναι πρακτικά απεριόριστη.
- Το λειτουργικό κόστος από την εκμετάλλευση και τη χρήση της είναι ασήμαντο.

- Η οποιαδήποτε εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, δεν δημιουργεί προβλήματα ρυπάνσεως του περιβάλλοντος.

Υπάρχουν όμως μέχρι σήμερα τουλάχιστον δύο βασικά μειονεκτήματα τα οποία είναι:

- Η συγκέντρωση μεγάλων ποσοτήτων ηλιακής ενέργειας, απαιτεί μεγάλες επιφάνειες γης, γεγονός εξαιρετικά δαπανηρό.
- Η ηλιακή ενέργεια δεν είναι παντού και πάντοτε διαθέσιμη.

Ωστόσο πρέπει να αναφέρουμε ότι τα τελευταία χρόνια ερευνητές και επιστήμονες στον τομέα της ενέργειας ασχολούνται εντατικά με το θέμα του <<κόστους- συλλογής>> με σκοπό την εξεύρεση λύσεων, οι οποίες θα καταστήσουν την ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο, όσο το δυνατόν πιο προσιτή και συμφέρουσα.

Η ηλιακή ενέργεια στις μέρες μας έχει ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών παρόλο που τα περιθώρια ανάπτυξης και εφαρμογής της είναι τεράστια. Κάποιες από τις εφαρμογές της σήμερα είναι οι:

- Θέρμανση χώρων.
- Θέρμανση νερού χρήσης.
- Ψύξη χώρων.
- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για διάφορες χρήσεις.
- Βιολογικός καθαρισμός λυμάτων.
- Αφαλάτωση νερού.
- Ξήρανση γεωργικών προϊόντων-θερμοκήπια.
- Ηλιακές λίμνες.

3.Κλίμα και βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Είναι γνωστό ότι η χώρα μας λόγω της γεωγραφικής της θέσης και των κλιματικών της συνθηκών έχει σημαντική ηλιοφάνεια κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Επομένως η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι ένας στόχος εξαιρετικά εφικτός. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική λοιπόν, η οποία είναι ένα σύστημα τριών παραγόντων (αρχιτεκτονική- κλίμα- περιβάλλον), έρχεται να εκμεταλλευτεί στο έπακρον τα καιρικά φαινόμενα (ήλιος-άνεμος) έτσι ώστε η κατοικία να λειτουργήσει (κατά το δυνατόν) ως ενεργειακά αυτόνομη.

3.1 Ιδεολογία και στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός που έχει ως βασικά στοιχεία τα ηλιακά παθητικά συστήματα, συμβάλλει στον περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και στην ανάδειξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακής, αιολικής, κ. α.). Στοχεύει, δηλαδή, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προσαρμογή των κτηρίων ανάλογα με το περιβάλλον τους.

Έτσι λοιπόν καταλήγουμε στις βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού οι οποίες είναι:

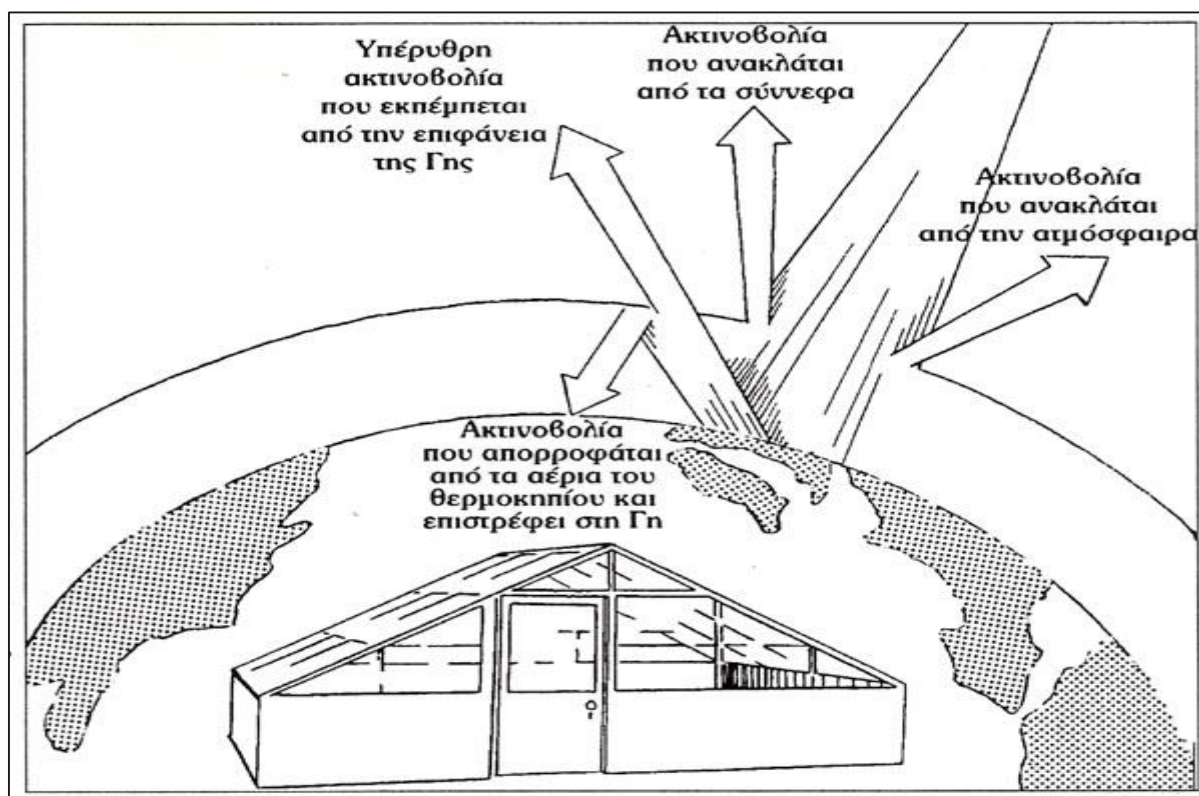
- Εξασφάλιση ηλιασμού και μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, με σκοπό την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων.
- Εξασφάλιση ήλιο-προστασίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες προκειμένου να επιτυγχάνεται μείωση των θερμικών κερδών και άρα μείωση της ανάγκης για ψυκτικό φορτίο.
- Αξιοποίηση του ήλιου για φυσικό φωτισμό.
- Εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων για φυσικό αερισμό και δροσισμό.

4.Το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το 1824 ο Γάλλος μαθηματικός, αστρολόγος και φυσικός Ζοζέφ Φουριέ, ανακαλύπτει πρώτος, ότι η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συμβάλλει στην θέρμανσή του ,ενώ διευρύνονται συστηματικά οι μελέτες από τον Σουηδό φυσικό και χημικό Σβάντε Αρρένιους το 1896.

Ως φαινόμενο του θερμοκηπίου χαρακτηρίζεται το φαινόμενο θέρμανσης το οποίο παρατηρείται στα θερμοκήπια(εξ ου και η ονομασία).Κατά το φαινόμενο αυτό η εκπεμπόμενη ηλιακή ακτινοβολία, προσπίπτει στη γη-ατμόσφαιρα, ένα μέρος της ανακλάται στο διάστημα, ένα άλλο μέρος απορροφάται εν μέρει από ένα κατασκευασμένο γυάλινο θόλο (θερμοκήπιο) όπου και τελικά παγιδεύεται. Η παγιδευμένη αυτή ενέργεια μετατρέπεται τελικά σε θερμότητα, κάτι το οποίο συνεπάγεται αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου. Το ίδιο ακριβώς φαινόμενο συμβαίνει και στον πλανήτη μας.

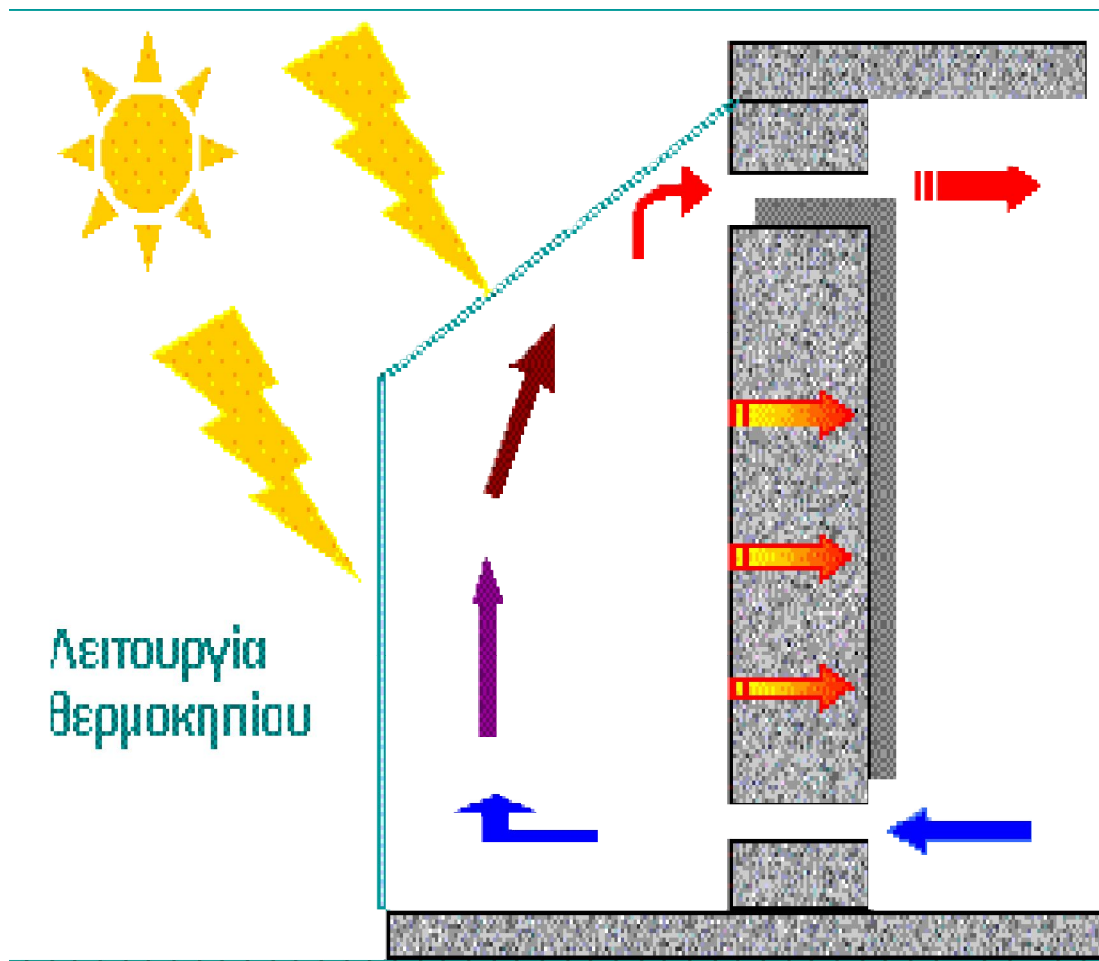
Παρακάτω βλέπουμε το μηχανισμό λειτουργίας του θερμοκηπίου σε ένα κτήριο.



Εικόνα 4.α

4.1 Θερμοκήπιο, ένα ηλιακό παθητικό σύστημα.

Εξ' ορισμού ηλιακό παθητικό σύστημα, καλείται εκείνο το οποίο δεν απαιτεί την ύπαρξη οποιουδήποτε μηχανικού μέσου για τη συλλογή, την αποθήκευση και την διανομή της ηλιακής ενέργειας στους προς θέρμανση χώρους. Στα παθητικά συστήματα, ως συλλέκτης και «δεξαμενή» αποθήκευσης, χρησιμοποιείται το ίδιο το κτήριο, ολόκληρο ή διάφορα τμήματά του. Αποδοτικότερα είναι τα παθητικά συστήματα σε μικρά κτήρια, για το λόγο ότι δεν υπάρχουν μεγάλες αποστάσεις μεταφοράς ηλιακής ενέργειας από τα σημεία συλλογής.



Εικόνα 4.1α

Το θερμοκήπιο, ως ηλιακό παθητικό σύστημα κατατάσσεται στη κατηγορία των έμμεσων παθητικών συστημάτων.

Πρόκειται για κλειστό χώρο που προσαρτάται ή ενσωματώνεται σε νότια τμήματα του κτηρίου και περιβάλλεται από υαλοστάσια. Είναι ο συνδυασμός ενός

παθητικού συστήματος άμεσου ηλιακού κέρδους, με τοίχο θερμικής αποθήκευσης, ο οποίος θα αναλάβει έμμεσα τη μεταφορά της θερμότητας στον εσωτερικό χώρο της κατοικίας. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας από τον ηλιακό χώρο προς το εσωτερικό του κτηρίου επιτυγχάνεται μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων του διαχωριστικού δομικού στοιχείου. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Όταν οι ακτίνες του ήλιου πέσουν στο υαλοστάσιο, μεγάλο μέρος από την ορατή και μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία μεταδίδεται στο εσωτερικό, παγιδεύεται και κατόπιν απορροφάται από τα διαφανή ή στερεά στοιχεία του χώρου (δάπεδο, τοίχοι, έπιπλα) τα οποία θερμαίνονται, και επανεκπέμπεται ως ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος από την οποία ένα μέρος της απορροφάται από το υαλοστάσιο (που είναι αδιαφανές στα μεγάλα μήκη κύματος) και ανακλάται συνεχώς (παγιδευμένη ενέργεια) ενώ ένα άλλο μέρος της διαφεύγει προς το διάστημα. Με τον τρόπο αυτόν η συνεχώς ανακλώμενη ακτινοβολία ή παγιδευμένη ενέργεια, προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας (μέχρι κάποιου σημείου ισορροπίας) στο εσωτερικό, δημιουργώντας έτσι το φαινόμενο που χαρακτηρίζεται ως φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ως αποτέλεσμα, τον χειμώνα κατά την διάρκεια της ημέρας με ηλιοφάνεια, το θερμοκήπιο λειτουργεί ως επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να διέρχεται συνολικά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ μειώνει τις απώλειες (ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος), που απορροφώνται από τις επιφάνειες (θερμικές μάζες) του θερμοκηπίου.

4.1.1 Το θερμοκήπιο τη νύχτα.

Όσον αφορά στις νυχτερινές ώρες, το σύστημα αυτό αποβάλλει μέσω ακτινοβολίας, όση θερμότητα συνέλεξε την ημέρα, με αποτέλεσμα το θερμικό ισοζύγιο (θερμικό κέρδος μείον θερμικές απώλειες) να είναι αρνητικό. Για τη μείωση των θερμικών απωλειών, συνιστάται η νυχτερινή προστασία του υαλοστασίου με θερμομονωτικά εσωτερικά πετάσματα, εκτός αν το τμήμα του κτηριακού κελύφους, με το οποίο ο ηλιακός χώρος βρίσκεται σε επαφή, είναι θερμομονωμένο. Επίσης, σε περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά την χειμερινή περίοδο, προτείνεται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων στον ηλιακό χώρο, καθώς και θερμομόνωση του κοινού τμήματος της τοιχοποιίας.

4.1.2 Το θερμοκήπιο το καλοκαίρι.

Το καλοκαίρι, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται σκιασμός της γυάλινης επιφάνειας του θερμοκηπίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με χρήση εξωτερικών κινητών σκίαστρων ή με φυλλοβόλο βλάστηση κατάλληλα τοποθετημένη ή ακόμη και με απομάκρυνση των τζαμιών για τα πιο θερμά κλίματα.

4.1.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του θερμοκηπίου.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση προσαρτημένου στο κτήριο θερμοκηπίου είναι: α) ο προσανατολισμός του (αποδοτικότερη λύση είναι η ενσωμάτωση του στη νότια πλευρά του κτηρίου, σε σχήμα επίμηκες, κατά τον άξονα ανατολή-δύση), β) το μέγεθος (εξαρτάται από το μέγεθος του κτηρίου και τις ανάγκες σε θέρμανση), γ) η κλίση του υαλοστασίου (για την εύκρατη ζώνη συνίσταται κλίση 30°-65° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, ενώ σε βορειότερα κλίματα ενδείκνυται κλίση 30°-40°), δ) τα υλικά κατασκευής (συνιστάται να είναι διαφανή), και ε) η σύνδεση με τα στοιχεία θερμικής αποθήκευσης του κτηρίου.

5. Το κτήριο ως αποθήκη θερμότητας.

Οι γυάλινες επιφάνειες δεν αποτελούν μόνο πηγές θερμικών απωλειών, αλλά και πηγές θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία, αρκεί να έχουν τον κατάλληλο προσανατολισμό.

Το θερμοκήπιο με διπλά υαλοστάσια, είναι αποδοτικότερο από άποψη θερμικών κερδών αν αναρτηθεί στη νότια πλευρά του κτηρίου με ανοχή $\pm 30^\circ$ ανατολικότερα ή δυτικότερα.

Η «αποθήκη» θερμότητας στη περίπτωση ενός ηλιακού παθητικού συστήματος είναι το ίδιο το κτήριο. Αυτό συνεπάγεται ότι το κτήριο από κατασκευαστική άποψη, θα πρέπει να είναι διαμορφωμένο κατάλληλα ούτως ώστε να απορροφά στο μέγιστο την ηλιακή ακτινοβολία, να την αποθηκεύει και να την προσδίδει στο χώρο με τη μορφή θερμότητας, με χρονοκαθυστέρηση. Αυτή η χρονοκαθυστέρηση η οποία είναι ένας από τους παράγοντες τους οποίους θέλουμε να εξασφαλίσουμε, επιτυγχάνεται από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου. Ως γνωστό όλα τα δομικά υλικά απορροφούν ποσά θερμότητας, τα οποία βέβαια εξαρτώνται από τη πυκνότητα (ρ) των υλικών και της θερμοχωρητικότητάς τους. Για παράδειγμα τα υλικά με μεγαλύτερη πυκνότητα και κατά συνέπεια μάζα, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα θερμικής αποθήκευσης.

5.1 Χωροθέτηση, σχήμα και προσανατολισμός του κτηρίου.

Το κτήριο με το οποίο θα ασχοληθούμε στην εν λόγω εργασία βρίσκεται στην περιοχή του Α.Τ.Ε.Ι Ηρακλείου (Εσταυρωμένος), σε υψόμετρο περίπου 83 μέτρων από το επίπεδο της θάλασσας και καλύπτει εμβαδό 42 m². Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής είναι περίπου στις 35,3° και την χειμερινή περίοδο επικρατούν κυρίως βορειοδυτικοί άνεμοι.

Το κτήριο έχει μελετηθεί, σχεδιασθεί και κατασκευαστεί για να τηρεί τις προϋποθέσεις του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτηρίων.

6. Βαθμοημέρες θέρμανσης.

Μέθοδος βαθμοημερών.

Η μέθοδος βαθμοημερών (Degree-day) είναι μια προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού της καταναλισκόμενης θερμικής ενέργειας, και εφαρμόζεται για μόνιμες συνθήκες στο εσωτερικό μικρών κτηρίων. Η διαδικασία υπολογισμού είναι βασισμένη στην εξής παραδοχή: Τα ποσά της ηλιακής και της εσωτερικά του κτηρίου παραγόμενης ενέργειας, δρουν αντισταθμιστικά ως προς τις απώλειες θέρμανσης όταν η μέση εσωτερική θερμοκρασία είναι 18,3°C.

Οι βαθμοημέρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το χαρακτηρισμό της δριμύτητας του κλίματος καθώς και στην εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων ενός κτηρίου όπου και αν είναι η τοποθεσία του. Ο υπολογισμός των βαθμοημερών θέρμανσης γίνεται με θερμοκρασία βάσης 18,3°C (περίπου ίση με 65°F).

Ο υπολογισμός των βαθμοημερών θέρμανσης θα γίνει με τη χρήση διαφορετικών εξισώσεων ανάλογα με τις σχέσεις που συνδέουν τη θερμοκρασία βάσης T_b : 18,3°C, με τη μέση ημερήσια T_{mean} , την ελάχιστη T_{min} , και τη μέγιστη θερμοκρασία T_{max} της κάθε ημέρας.

Στη πρώτη περίπτωση ισχύει ότι: Αν $T_b > T_{max}$ τότε: **HDD = $T_b - T_{mean}$**
όπου $T_{mean} = (T_{max} + T_{min})/2$

Στη δεύτερη περίπτωση ισχύουν τα εξής: Αν $T_b < T_{max}$ τότε:

α) Αν $T_{mean} < T_b$ τότε: **HDD = $(T_b - T_{min})/2 - (T_{max} - T_b)/4$**

β) Αν $T_{mean} > T_b$ τότε: **HDD = $(T_b - T_{min})/2$**

γ) Αν $T_{mean} = T_b$ τότε: **HDD = 0**

Οι τιμές των θερμοκρασιών (μέγιστη - ελάχιστη) των ημερών κατά τους μήνες Ιανουάριος, Φεβρουάριος, Μάρτιος, Απρίλιος, Νοέμβριος και Δεκέμβριος, έχουν προκύψει από μετρήσεις των κλιματικών στοιχείων (εξωτερικό περιβάλλον) της συγκεκριμένης περιοχής, αφού είχε εγκατασταθεί στο εν λόγω κτήριο ένα σύστημα συλλογής μετεωρολογικών δεδομένων (μετεωρολογικά όργανα, θερμόμετρα, πυρανόμετρα, βαρόμετρα, υγρόμετρα κ.λ.π).

Καταγράφοντας στη συνέχεια τα απαιτούμενα κλιματικά δεδομένα έγινε ο υπολογισμός των βαθμοημερών για τους εκάστοτε μήνες.

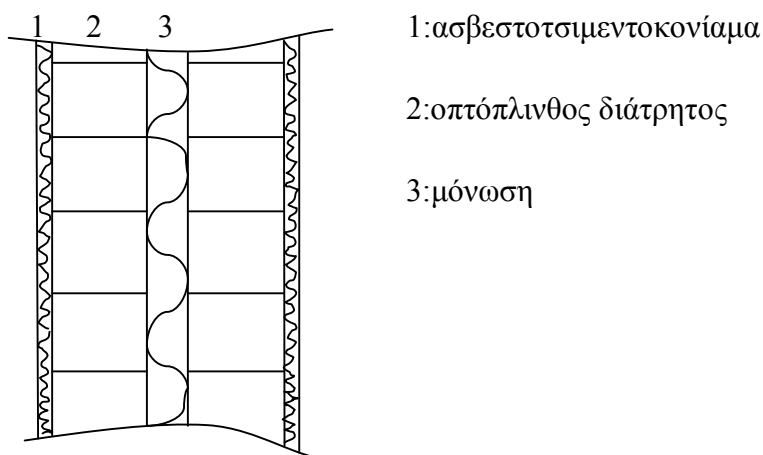
Βλ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

7.1 Εξωτερικοί τοίχοι.

Στο εν λόγω κτήριο οι εξωτερικοί τοίχοι έχουν πάχος 32 εκατοστά. Είναι κατασκευασμένοι από δύο σειρές οπτόπλινθων διάτρητων πάχους 12 εκατοστών έκαστος. Μεταξύ τους υπάρχει διάκενο στο οποίο έχει τοποθετηθεί μόνωση από αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 5 εκατοστών, τέλος εσωτερικά και εξωτερικά του τοίχου υπάρχει ασβεστοτσιμεντοκονίαμα πάχους 2 εκατοστών.

Πιο κάτω φαίνεται σε τομή η εν λόγω τοιχοποιία. Σχ. 7.1



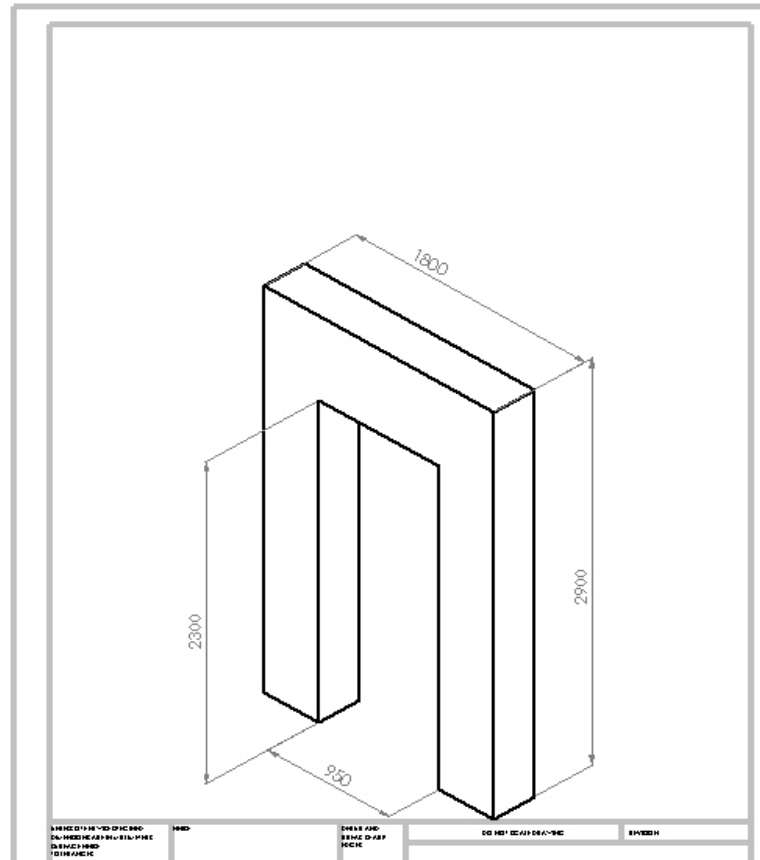
7.2 Υπολογισμός εμβαδών εξωτερικής τοιχοποιίας.

Για τον υπολογισμό, λαμβάνονται οι «μέσες» διαστάσεις των τοίχων (άξονα με άξονα) για να προσεγγισθούν με καλύτερη ακρίβεια και οι απώλειες και τα κέρδη των επιφανειών.

1. Βόρειος τοίχος.

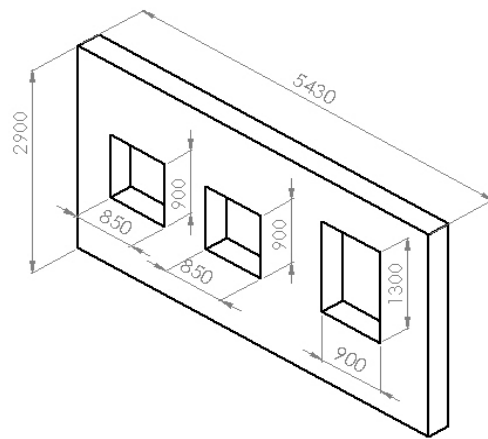
Η καθαρή επιφάνεια τοιχοποιίας είναι η εξής:

$$2,9 \times 1,8 - 2,3 \times 0,95 = 3,035 \text{ m}^2$$



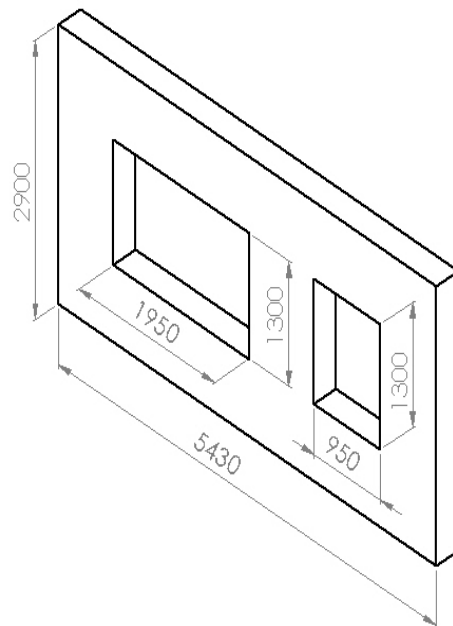
2. Βορειοανατολικός τοίχος

Καθαρή επιφάνεια τοιχοποιίας $5,43 \times 2,9 - 0,9 \times 0,85 - 0,9 \times 0,85 - 1,3 \times 0,9 = 13,047 \text{ m}^2$



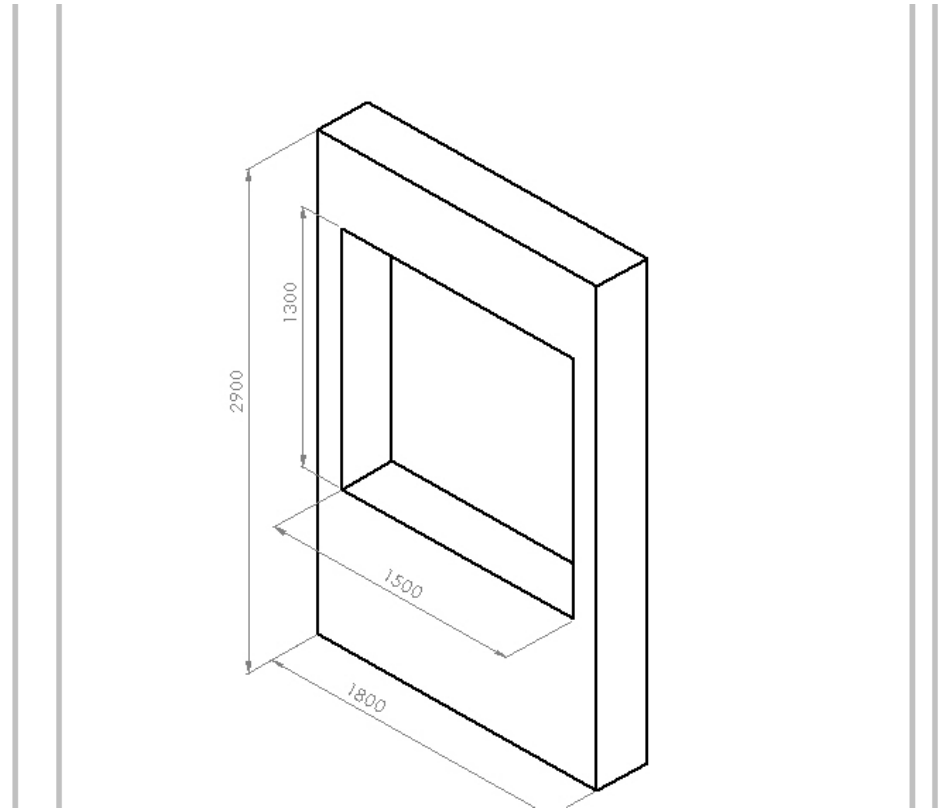
3. Νότιοανατολικός τοίχος.

Καθαρή επιφάνεια τοιχοποιίας: $5,43 \times 2,9 - 1,3 \times 1,95 - 1,3 \times 0,95 = 11,98 \text{ m}^2$



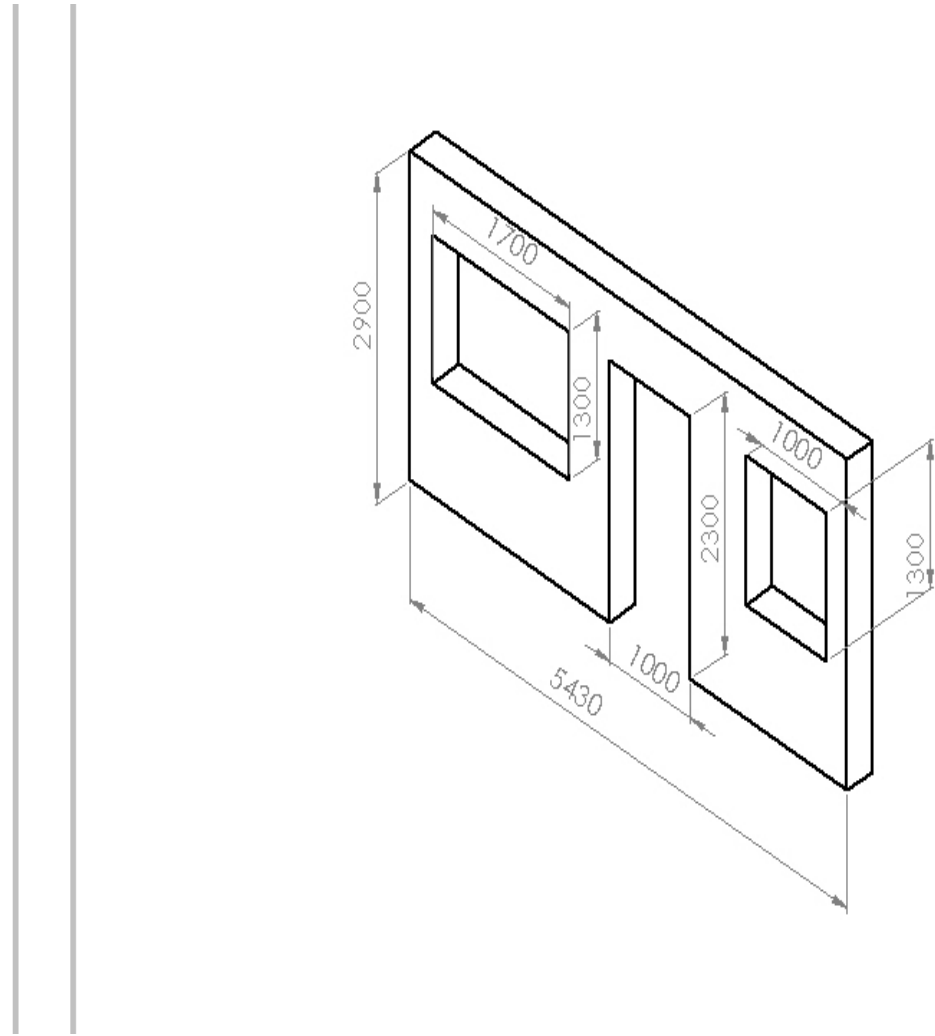
4. Νότιος τοίχος.

Τοιχοποιία: $2,9 \times 1,8 - 1,3 \times 1,5 = 3,27 \text{ m}^2$



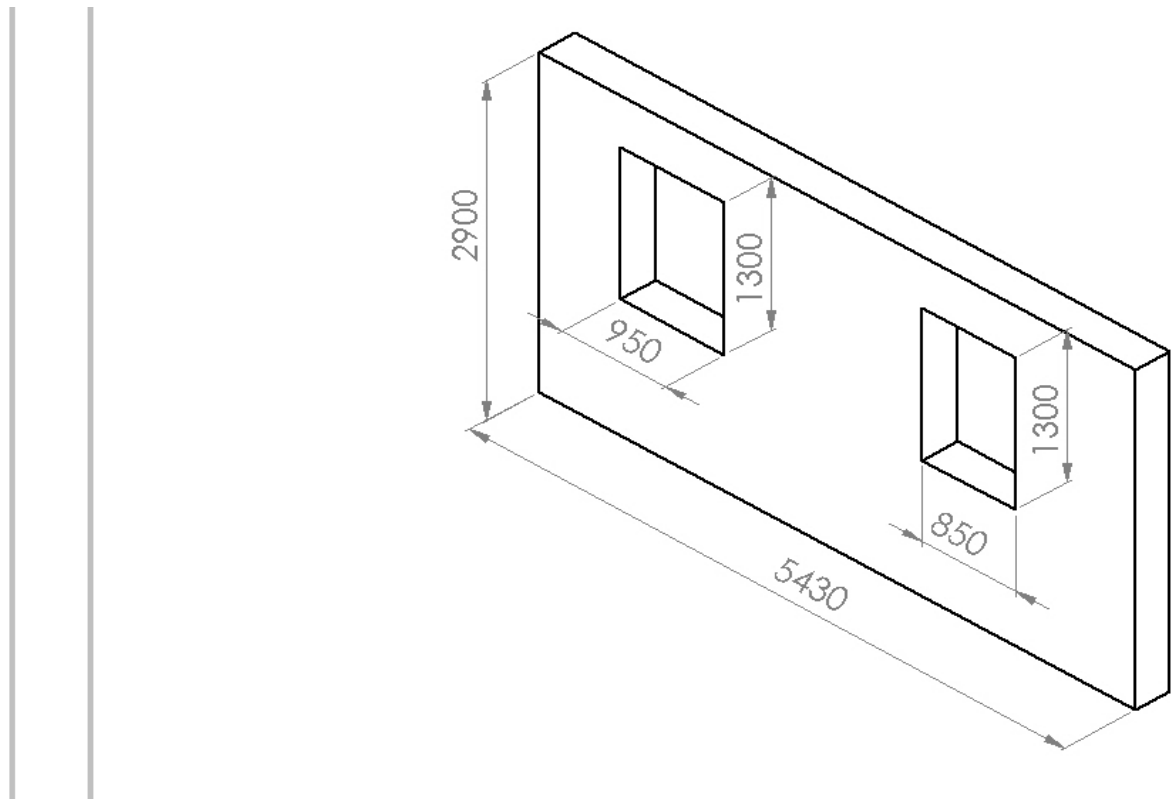
5. Νοτιοδυτικός τοίχος.

Καθαρή επιφάνεια τοιχοποιίας: $5,43 \times 2,9 - 1,3 \times 1,7 - 2,3 - 1,3 = 9,94 \text{ m}^2$



6. Βορειοδυτικός τοίχος

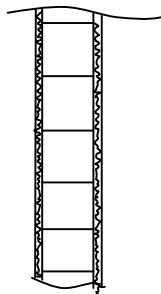
Επιφάνεια τοιχοποιίας: $5,43 \times 2,9 - 1,3 \times 0,95 - 1,3 \times 0,85 = 13,41 \text{ m}^2$



7.3 Εσωτερικοί τοίχοι.

Όσον αφορά στους εσωτερικούς τοίχους πάχους 12 εκατοστών είναι κατασκευασμένοι από μια σειρά οπτόπλινθων διάτρητων πάχους 10 εκατοστών, ενώ εκατέρωθεν του υπάρχει ασβεστοσιμεντοκονίαμα πάχους 2 εκατοστών.

Σχ 7.2



8. Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K, ή U-Value.

8.1 Εξωτερικοί τοίχοι

Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) καλείται η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου, που περνά μέσα από 1m^2 στοιχείου κατασκευής με πάχος D (m) όταν η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειών αυτών είναι 1 K. Οι μονάδες στο S.I είναι και όπως προκύπτει και από τον ορισμό ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$).

Για τον υπολογισμό του προαναφερθέντος συντελεστή είναι απαραίτητη η χρήση των ακόλουθων όρων. α) συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των υλικών του τειχώματος (λ), β) αντίσταση θερμοδιαφυγής του τειχώματος ($1/\Lambda$), γ) συντελεστής θερμικής μετάβασης (α), και δ) αντίσταση θερμικής μετάβασης ($1/\alpha$).

Οι τιμές των (λ) των διαφόρων υλικών λαμβάνονται από πίνακα του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010

Στρώση	Πάχος (d) (cm)	λ (W/mK)
Μόνωση	5	0,034
Οπτόπλινθος διάτρητος	12	0,58
Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	2	0.87

Αντίσταση θερμοδιαφυγής των στρώσεων.

$$\begin{aligned}1/\Lambda &= \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 + \delta_5/\lambda_5 = \\ &= 0,02/0,87 + 0,12/0,58 + 0,05/0,034 + 0,12/0,58 + 0,02/0,87 = \\ &\Rightarrow 1/\Lambda = 1,93 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}\end{aligned}$$

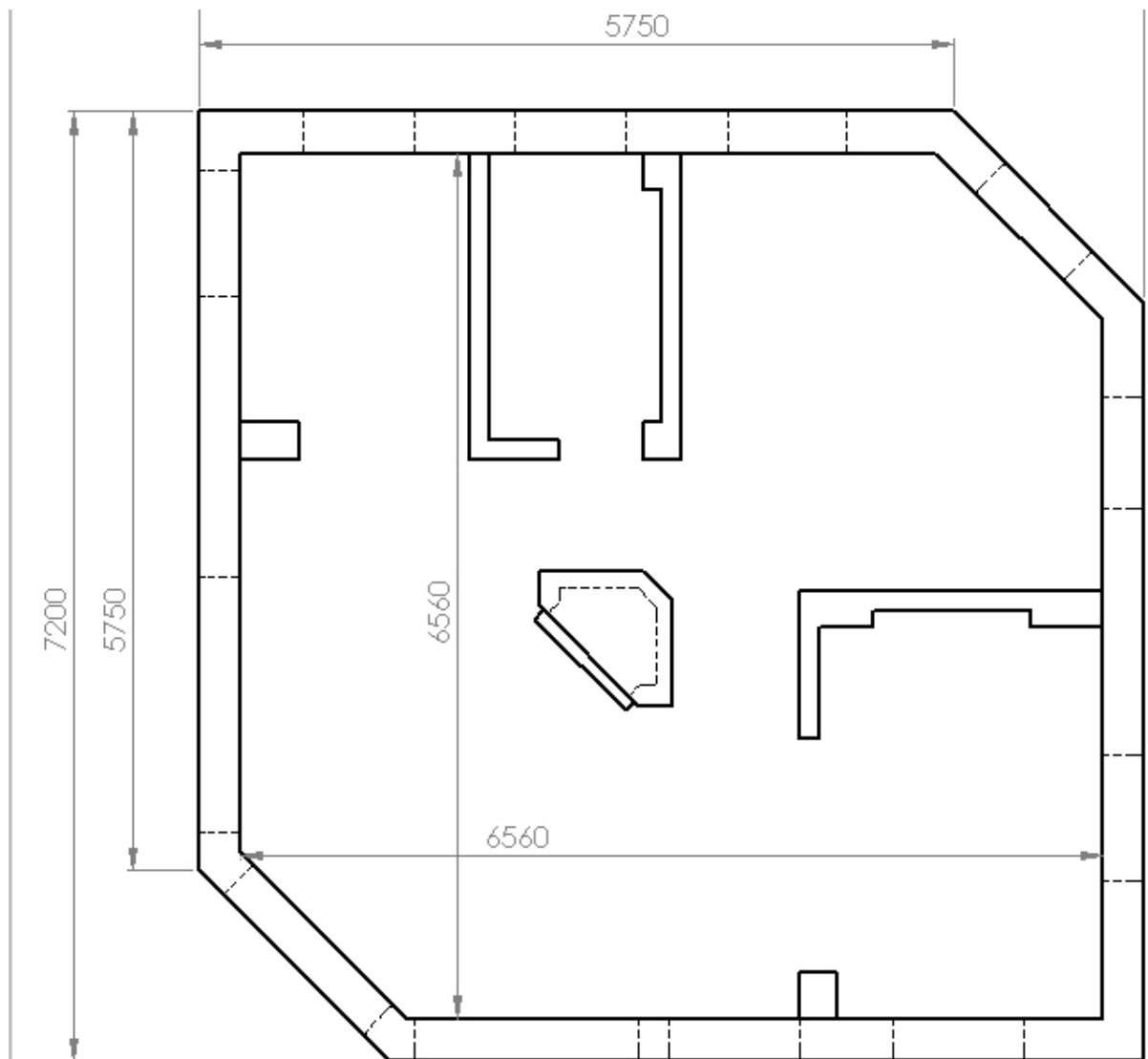
Από πίνακα λαμβάνουμε τις τιμές για τους συντελεστές της αντίστασης θερμικής μετάβασης και είναι ίσοι με:

$$1/\alpha_i=0.13 \text{ m}^2\text{K/W} \quad \& \quad 1/\alpha_a=0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Συνεπώς το $1/K$ θα είναι ίσο με: $1/K=1/\alpha_i+1/\Lambda+1/\alpha_a$ οπότε θα έχουμε

$$1/K=0.13 \text{ m}^2\text{K/W} + 1.93 \text{ m}^2\text{K/W} + 0.04 \text{ m}^2\text{K/W} = 2.1 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Επομένως: $K_{εξ.τ} = 0,476 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Ο συντελεστής θερμοπερατότητας βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια τα οποία ορίζονται από τεχνική οδηγία η οποία λαμβάνει υπόψη τη κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει το κτίριο.)

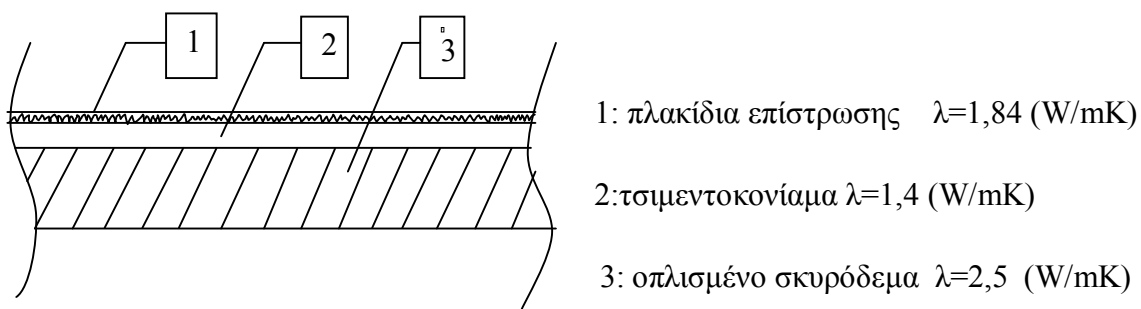


ΚΑΤΟΨΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

8.2 (U-Value ή K) Δάπεδο.

Το δάπεδο του κτηρίου είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 15 cm, ακολουθεί στρώση από τσιμεντοκονία πάχους 8cm και τέλος πλακάκι το οποίο έχει πάχος 6mm.

Στο σχήμα φαίνεται άποψη της τομής του δαπέδου. Σχ.7.3



Λαμβάνοντας υπ' όψη τα παραπάνω υπολογίζεται η αντίσταση θερμοδιαφυγής των στρώσεων του δαπέδου.

$$1/\Lambda = \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 = 0,006/1,84 + 0,08/1,4 + 0,15/2,5 \Rightarrow$$

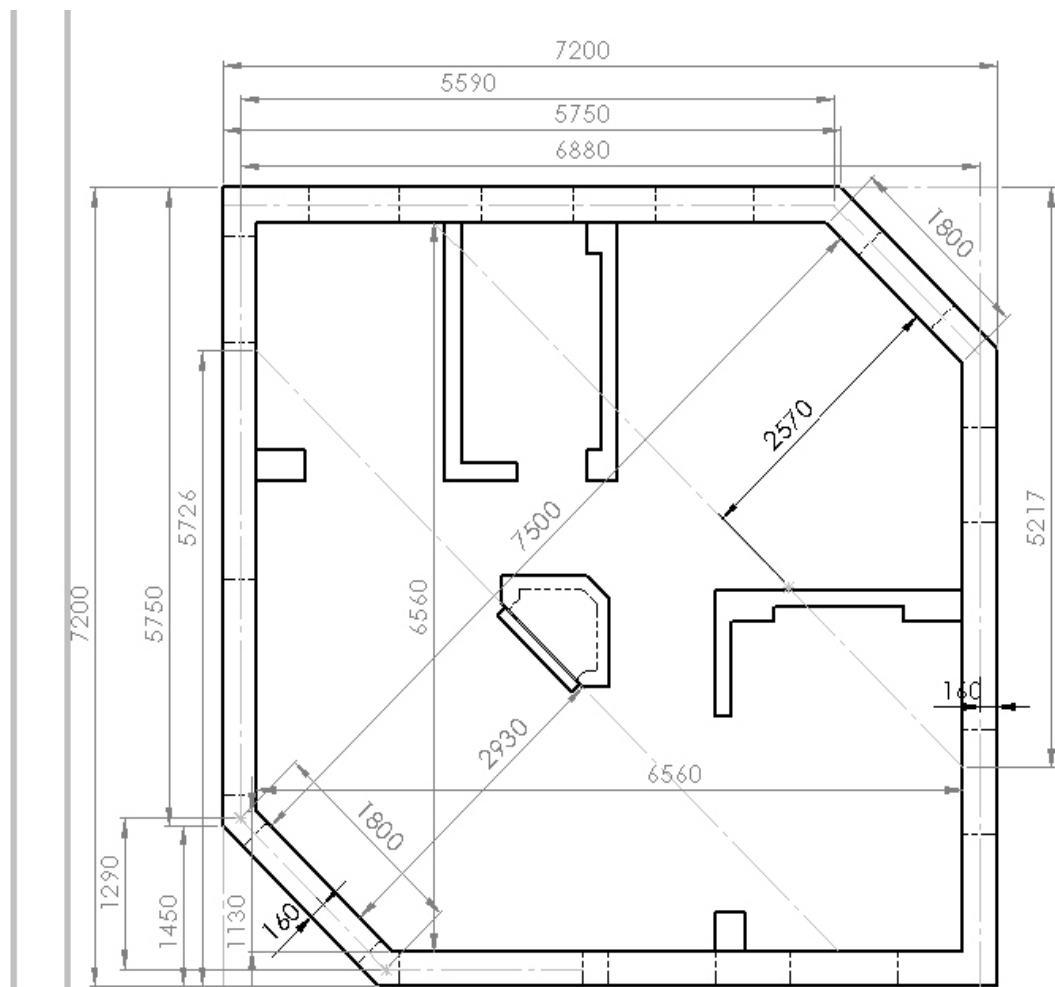
$$\Rightarrow 1/\Lambda = 0,12 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Από πίνακα λαμβάνουμε τις τιμές για τους συντελεστές της αντίστασης θερμικής μετάβασης και είναι ίσοι με: $1/\alpha_i = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ & $1/\alpha_a = 0,0 \text{ m}^2\text{K/W}$

Οπότε η αντίσταση θερμοπερατότητας $1/K$ θα είναι: $1/K = 1/\alpha_i + 1/\Lambda \Rightarrow$

$$\Rightarrow 1/K = 0,17 + 0,12 = 0,29 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Συνεπώς $K_{\delta\alpha\pi} = 3,44 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ το οποίο ορίζεται από τεχνική οδηγία και βάσει της κλιματικής ζώνης της περιοχής.



Από τη παραπάνω κάτοψη προκύπτει ο υπολογισμός του δαπέδου.

Οπότε έχουμε: $E=6,88 \times 6,88=47,33 \text{ m}^2$ και αφαιρώντας 2 φορές το εμβαδό του τριγώνου που βρίσκεται εκατέρωθεν του άξονα ΑΝΑΤΟΛΗΣ-ΔΥΣΗΣ θα πάρουμε:

$$E= 47,33-(2 \times 0,91) = 45,51 \text{ m}^2$$

όπου 0,91 είναι: το εμβαδό του τριγώνου $E= (1,35 \times 1,35) / 2 = 0,91 \text{ m}^2$

Όσον αφορά στις απώλειες θερμότητας από το έδαφος θα πρέπει να ορίσουμε μια μέση μηνιαία ($\Delta\theta$) διότι στη περίπτωση αυτή δεν λαμβάνονται υπόψη οι βαθμοημέρες θέρμανσης.

Συνεπώς το ($\Delta\theta$) θα ισούται με τη διαφορά μιας θερμοκρασίας βάσης (η οποία έχει επιλεγθεί από τεχνική οδηγία) και της εκάστοτε μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας εδάφους. $\Delta\theta = T_b - T_m \Rightarrow \Delta\theta = (18,3 - \text{θερμ.εδαφ})$

Παρατηρήσεις.*

Η μέση ετήσια θερμοκρασία επιφανείας εδάφους T_m , δίνεται από μετεωρολογικά δεδομένα. Επειδή επί του παρόντος δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για τον Ελληνικό χώρο, η T_m μπορεί να ληφθεί κατά προσέγγιση ίση με τη μέση ετήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος στη συγκεκριμένη περιοχή. (πίνακας 3.1 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 β έκδοση)

Επομένως από πίνακες λαμβάνονται οι παρακάτω θερμοκρασίες. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010)

Μήνας	Μέση μηνιαία θερμ.περιβάλλοντος 24ωρου	Μέση μέγιστη μηνιαία θερμ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	12,1	15,2
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	12,2	15,5
ΜΑΡΤΙΟΣ	13,5	16,8
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	16,5	20,1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	16,7	20,1
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	13,7	17

*Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 (β έκδοση)

Ακολουθώντας τα όσα αναφέρονται στις πιο πάνω παραγράφους λαμβάνουμε τα εξής:

Μέση μηνιαία διαφορά θερμοκρασίας εδάφους

ΙΑΝ.	$\Delta\theta = (18,3-6,2) = 12,1^{\circ}\text{C}$
ΦΕΒ.	$\Delta\theta = (18,3-6,6) = 11,7^{\circ}\text{C}$
ΜΑΡΤ.	$\Delta\theta = (18,3-6,6) = 11,7^{\circ}\text{C}$
ΑΠΡΙΛ.	$\Delta\theta = (18,3-7,2) = 11,1^{\circ}\text{C}$
ΝΟΕΜ.	$\Delta\theta = (18,3-6,8) = 11,5^{\circ}\text{C}$
ΔΕΚ.	$\Delta\theta = (18,3-6,6) = 11,7^{\circ}\text{C}$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

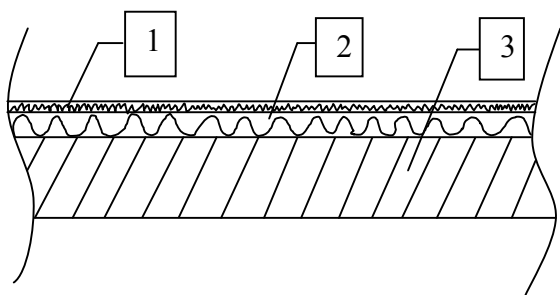
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ: $15,2-12,1=3,1 \times 2= 6,2^{\circ}\text{C}$

8.3 (U-Value ή K) Οροφή

Η κατασκευή του κτηρίου και γενικότερα η γεωμετρική μορφή του υπόκειται στα πλαίσια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Σε αυτό εδώ το σημείο λοιπόν θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η οροφή του εν λόγω κτηρίου αποτελείται από δύο μέρη.

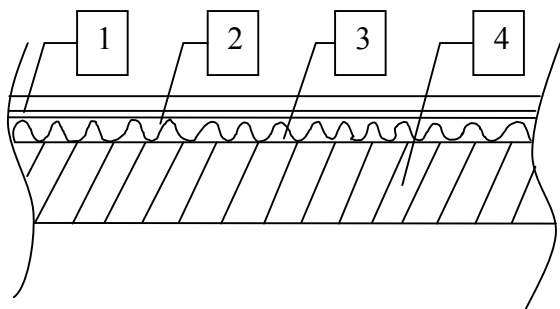
Το μεν πρώτο είναι οριζόντιο και παράλληλο ως προς το έδαφος ενώ το δεύτερο είναι κεκλιμένο. Όσον αφορά στις στρώσεις της οροφής αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα, μονωτικό υλικό και τσιμεντοκονίαμα για το πρώτο μέρος, και για το δεύτερο, οπλισμένο σκυρόδεμα, μονωτικό υλικό, ασφαλτόπανο, και κεραμίδια.

Σχ.7.4



- 1: τσιμεντοκονίαμα $\lambda=1,4$ (W/mK)
- 2: μονωτικό υλικό $\lambda=0,034$ (W/mK)
- 3: οπλισμένο σκυρόδεμα $\lambda=2,5$ (W/mK)

Σχ.7.5



- 1: κεραμίδι $\lambda=0,4$ (W/mK)
- 2: ασφαλτόπανο $\lambda=0,23$ (W/mK)
- 3: μονωτικό υλικό $\lambda=0,034$ (W/mK)
- 4: οπλισμένο σκυρόδεμα $\lambda= 2,5$ (W/mK)

Επομένως σε αυτό το σημείο θα χρειαστεί να υπολογίσουμε δύο διαφορετικούς συντελεστές θερμοπερατότητας οι οποίοι αφορούν στις εν λόγω οροφές.

Οροφή 1

A/A	ΣΤΡΩΣΕΙΣ	λ (W/mK)	δ (m)
1	Τσιμεντοκονίαμα	1,4	0,03
2	Μονωτικό υλικό	0,034	0,065
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2,5	0,15

Βάσει των παραπάνω η αντίσταση θερμοδιαφυγής των στρώσεων $1/\Lambda$ διαμορφώνεται ως εξής:

$$1/\Lambda = \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 = 0,03/1,4 + 0,065/0,034 + 0,15/2,5 = 1,99 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Από πίνακα λαμβάνουμε τις τιμές για τους συντελεστές της αντίστασης θερμικής μετάβασης και είναι ίσοι με: $1/\alpha_i = 0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$ & $1/\alpha_a = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$

Οπότε η αντίσταση θερμοπερατότητας $1/K$ θα είναι: $1/K = 1/\alpha_i + 1/\Lambda + 1/\alpha_a \Rightarrow$

$$\Rightarrow 1/K = 0,1 + 1,99 + 0,04 = 2,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Συνεπώς $K_{\text{οροφ}} = 0,47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ και είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια τα οποία ορίζονται από τον ΚΕΝΑΚ για τη κλιματική ζώνη Α, για εξωτερική επίπεδη ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Οροφή 2

A/A	Στοιχείο	λ (W/mK°)	δ (m)
1	Κεραμίδι	0,4	0,015
2	Ασφαλτόπανο	0,23	0,004
3	Μονωτικό υλικό	0,034	0,065
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2,5	0,15

Συνεχίζοντας έχουμε:

$$1/\Lambda = \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \delta_3/\lambda_3 + \delta_4/\lambda_4 = 0,015/0,4 + 0,004/0,23 + 0,065/0,034 + 0,15/2,5 = 2,027 \text{ m}^2\text{K/W}$$

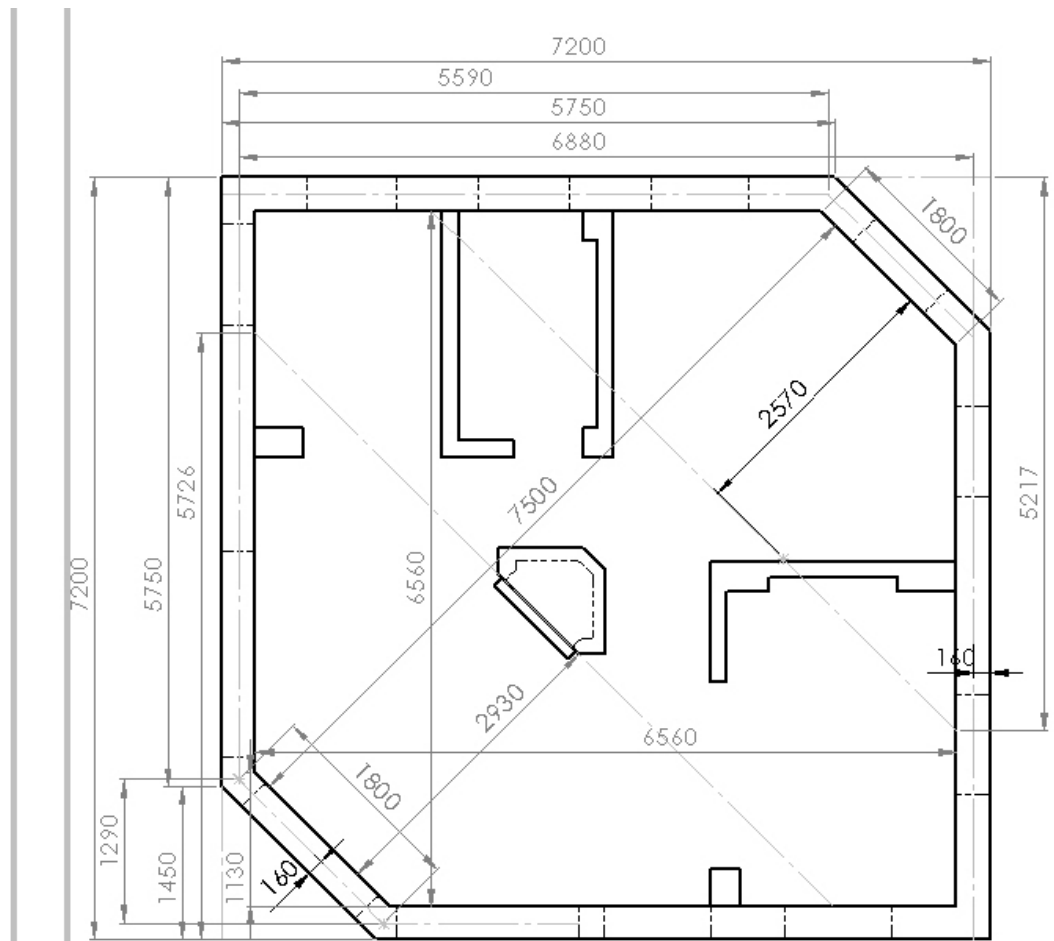
Οπότε η αντίσταση θερμοπερατότητας $1/K$ θα είναι: $1/K=1/\alpha_i+1/\Lambda+1/\alpha_a \Rightarrow$
 $\Rightarrow 1/K=0,1+2,02+0,04= 2,167 \text{ m}^2\text{K/W}$

Συνεπώς $K_{\text{οροφ}}=0,46 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ και είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια τα οποία ορίζονται από τον ΚΕΝΑΚ για τη κλιματική ζώνη Α, για εξωτερική επίπεδη ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

8.3.1 Επιφάνεια οροφής.

Το εμβαδό της επιφάνειας της οροφής προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη της διαστάσεις της κάτοψης και της διαγωνίου τομής του κτηρίου.

Πιο συγκεκριμένα το μήκος της διαγωνίου τομής έχει υπολογιστεί και είναι ίσο με $L=7,82 \text{ m}$. Από αυτό το μήκος θα αφαιρέσουμε $L=2\text{m}$ (είναι το θερμοκήπιο στο χώρο) τα οποία είναι το άθροισμα των $1,3\text{m}$ και $0,7\text{m}$. (όπου $L=0,7$ είναι το μήκος του τζακιού) στη διαγώνιο πάντα τομή.



Επομένως από τη παραπάνω κάτοψη προκύπτει:

Εμβαδό επιφανείας οροφής 1.

$$E=5,566 \times 5,566 / 2 = 15,49 \text{ m}^2$$

$$E=1,29 \times 1,29 / 2 = 0,832 \text{ m}^2$$

Συνεπώς εμβαδό επιφανείας οροφής 1 είναι: $E_1 = 15,49 - 0,832 = 14,66 \text{ m}^2$

Εμβαδό επιφανείας οροφής 2.

$$E=5,057 \times 5,057 / 2 = 12,79 \text{ m}^2$$

$$E=1,29 \times 1,29 / 2 = 0,832 \text{ m}^2$$

Και ακολούθως εμβαδό επιφανείας οροφής 2 είναι: $E_2 = 12,79 - 0,832 = 11,96 \text{ m}^2$

και συνεχίζοντας αθροίζουμε τα δύο εμβαδά οπότε η επιφάνεια οροφής διαμορφώνεται: $E_1 + E_2 = 14,66 + 11,96 = 26,62 \text{ m}^2$

8.4 (U-Value ή K) Ανοίγματα.

Όσον αφορά στη κατασκευή των ανοιγμάτων έχουν χρησιμοποιηθεί κουφώματα αλουμινίου (θύρες, παράθυρα) με διπλά υαλοστάσια με διάκενο αέρα 16mm. Το κτήριο έχει συνολικά δώδεκα ανοίγματα εκ των οποίων τα δέκα είναι παράθυρα ενώ τα άλλα δύο είναι θύρες.

Καθορισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων.

Βάσει της παραδοχής ότι τα ανοίγματα είναι υπό κανονική έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία λάβαμε από τη «νέα μέθοδο 5000» (η οποία βασίζεται σε ευρωπαϊκό εγχειρίδιο) τη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας και είναι ίσος με 3,6 (W/m²K).

(μέση τιμή του 3,49 και 3,72 του παλιού κανονισμού θερμομόνωσης κτηρίων - πίνακας 7)

Άρα: $K_a=3,6$ (W/m²K).

Επιφάνειες ανοιγμάτων.

Παράθυρα

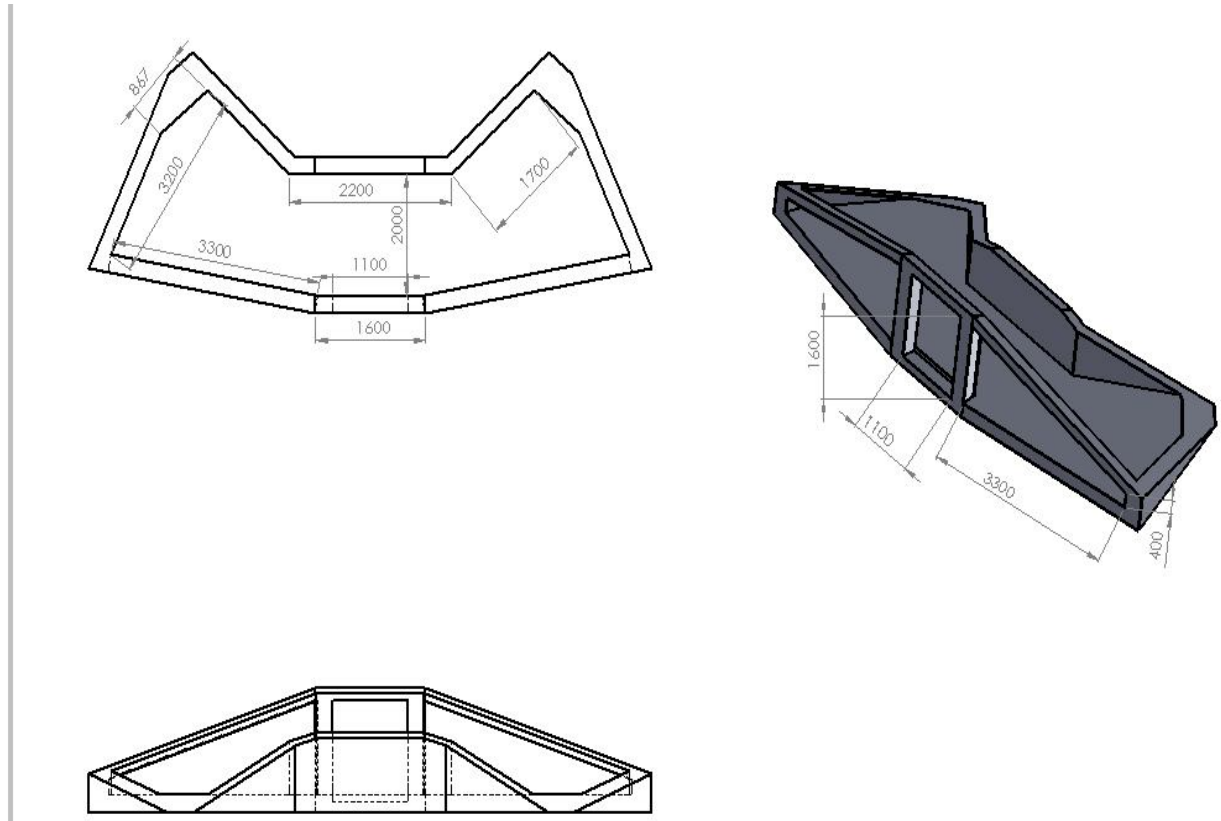
1. $1,3 \times 1,7 = 2,21 \text{ m}^2$
2. $1,3 \times 1,5 = 1,95 \text{ m}^2$
3. $1,3 \times 1,95 = 2,54 \text{ m}^2$
4. $1,3 \times 0,95 = 1,24 \text{ m}^2$
5. $0,9 \times 0,85 = 0,77 \text{ m}^2$
6. $0,9 \times 0,85 = 0,77 \text{ m}^2$
7. $1,3 \times 0,9 = 1,17 \text{ m}^2$
8. $1,3 \times 0,85 = 1,11 \text{ m}^2$
9. $1,3 \times 0,95 = 1,24 \text{ m}^2$
10. $1,3 \times 1 = 1,3 \text{ m}^2$

Πόρτες

1. $2,3 \times 1 = 2,3 \text{ m}^2$
2. $2,3 \times 0,95 = 2,19 \text{ m}^2$

Συνολική επιφάνεια ανοιγμάτων (πόρτες και παράθυρα) $18,79 \text{ m}^2$

9. Επιφάνεια θερμοκηπίου.



Για τον υπολογισμό του εμβαδού επιφανείας του θερμοκηπίου κρίνεται απαραίτητο να γίνει διαχωρισμός (για την απλούστευση της επιφάνειας) σε έξι επί μέρους εμβαδά τα οποία αθροίζοντας τα θα δώσουν το τελικό εμβαδό του θερμοκηπίου.

$$\text{Εμβαδό τραπέζιου 1: } E_1 = [(3.3+1.942) \times 1.466] / 2 = 3,84 \text{ m}^2$$

$$\text{Εμβαδό τριγώνου 2: } E_2 = (1.7 \times 0.867) / 2 = 0,74 \text{ m}^2$$

$$\text{Εμβαδό τραπέζιου 3: } E_3 = [(2.2+1.6) \times 2] / 2 = 3,8 \text{ m}^2$$

Συνεχίζοντας, και για το λόγο ότι η παραπάνω κάτοψη είναι συμμετρική τα τρία παραπάνω εμβαδά θα τα διπλασιάσουμε ούτως ώστε να προκύψει το τελικό εμβαδό του θερμοκηπίου. Έτσι θα πάρουμε τη ποσότητα:

$$E_{\text{ΘΕΡΜ.}} = (E_1 + E_2 + E_3) \times 2 = (3,84 + 0,74 + 3,8) \times 2 = 16,8 \text{ m}^2$$

10. Ενεργειακές απώλειες – Ενεργειακά κέρδη.

10.1 Απώλειες λόγω αερισμού.

Οι απώλειες θερμότητας από αερισμό είναι εκείνες που σχετίζονται με τη συνεχή αντικατάσταση του θερμού (ακίνητου) αέρα με νωπό εξωτερικό αέρα.

Η αντικατάσταση αυτή γίνεται ως επί το πλείστον από τα διάφορα ανοίγματα του κτηρίου(παράθυρα, θύρες).

Για την εκτίμηση των παραπάνω απωλειών πρέπει πρώτα να γίνει υπολογισμός του όγκου του αέρα που εισέρχεται στο χώρο που θερμαίνεται. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται σε (m^3/h) και συμβολίζεται με q_t .

Είναι: $q_t = a \times l \times R \times H$ όπου: a συντελεστής διείσδυσης αέρα σε (m^3/hm)

l περίμετρος ανοίγματος (m)

R συντελεστής διεισδυτικότητας ανοίγματος

H συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης

Εν συνεχεία το γινόμενο της παραπάνω ποσότητας και ενός συντελεστή θα μας δώσουν τις απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού.

Επομένως: **θερμικές απώλειες από αερισμό = $0,34 \times q_t$ (W/K)**

Όσον αφορά στους συντελεστές που έχουν προαναφερθεί παραπάνω επιλέχθηκαν με τρόπο τέτοιο ο οποίος να ικανοποιεί τις συνθήκες εκείνες που επικρατούν στην εν λόγω περίπτωση.

Πιο συγκεκριμένα ο συντελεστής διείσδυσης αέρα (a) επιλέχθηκε 1,2 διότι έχουμε ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.

Για τον συντελεστή διεισδυτικότητας ανοίγματος (R) ο οποίος αφορά στο λόγο επιφάνειας εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα δώσαμε τη τιμή 0,9 και τέλος ο συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης παίρνει δύο τιμές ανάλογα με τη περίπτωση.

1,1 για προστατευμένη εξωτερική επιφάνεια (μεμονωμένο κτήριο)

1,87 για εκτεθειμένη εξωτερική επιφάνεια (μεμονωμένο κτήριο)

Ακολουθούν έντυπα υπολογισμού των ενεργειακών απωλειών του κτηρίου.

10.2 Ηλιακή ενέργεια που εισέρχεται στον ηλιακό χώρο.

(κέρδη από θερμοκήπιο)

Ηλιακός χώρος ή προσαρτημένος ηλιακός χώρος ονομάζεται ουσιαστικά ο ηλιακός συλλέκτης που αυξάνει τον ωφέλιμο χώρο του κτηρίου. Ονομάζεται επίσης προσαρτημένο θερμοκήπιο ή solarium. Με τον όρο προσαρτημένο υπονοείται ότι ένας χώρος έχει κοινό τοίχο με την υπόλοιπη κατοικία.

Τα ηλιακά κέρδη επηρεάζονται από τους ηλιακούς χώρους και συγκεκριμένα από τον προσανατολισμό τους, από το μέγεθος του χώρου, την επιφάνεια των υαλοστασίων καθώς επίσης και από την κλίση τους.

Για τον υπολογισμό χρησιμοποιείται η «NEA ΜΕΘΟΔΟΣ 5000»

Σε κάθε περίπτωση η ηλιακή ενέργεια (E_s) που εισέρχεται στον ηλιακό χώρο είναι:

$E_s = E \times S_f \times A \times m$ όπου E = η ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται σε (KWh/m² ημέρα) σχετικά με τον προσανατολισμό, τη κλίση, και την υφή του τζαμιού.

S_f = ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας τζαμιού για να ληφθούν υπόψη η σκίαση και τα οπτικά εμπόδια. (λόγω νότιου προσανατολισμού μηδενίζεται)

A = το συνολικό εμβαδόν των επιφανειών από τζάμι του ηλιακού χώρου (m²).

m = ο λόγος του τζαμιού προς τη συνολική επιφάνεια του υαλοστασίου για να ληφθούν υπόψη τα πλαίσια και ο σκελετός. (μια τυπική τιμή είναι $m=0,85$).

Σημείωση: το καθαρό εμβαδό επιφάνειας του τζαμιού του θερμοκηπίου προκύπτει από την επιφάνεια των ανοιγμάτων μείον την επιφάνεια του σκελετού των παραθύρων (κούφωμα). Πιο συγκεκριμένα (σχέδιο) έχουμε: $3,3-0,68= 2,62 \text{ m}^2$ (το οποίο είναι δύο φορές λόγω συμμετρίας) άρα είναι $5,24 \text{ m}^2$ και το κεντρικό άνοιγμα το οποίο είναι $1,76-0,6=1,16 \text{ m}^2$. Συνολικά δηλαδή το καθαρό εμβαδό επιφάνειας του τζαμιού θα είναι $2,62 \times 2 + 1,16 = 6,4 \text{ m}^2$

ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝ ΕΝΤΥΠΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ηλιακή ακτινοβολία.

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω σε μία οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια έχει δύο συνιστώσες: την άμεση και την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ'ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόσταση, το ηλιακό ύψος, το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, την κλίση της επιφάνειας στην οποία προσπίπτει καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος, το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και είδος των νεφών καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Γενικά ισχύει ότι: **Ολική ακτινοβολία= Άμεση + Διάχυτη**

Παρακάτω φαίνονται τα ποσά* (σε kWh/m² mo) της ολικής και της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο και κεκλιμένο επίπεδο, για το Ηράκλειο.

ΜΗΝΑΣ	Ολική		Διάχυτη	Άμεση
	Οριζόντιο επίπεδο	κλίση 90°		
ΙΑΝ	65,6	89 (N)	27,6	38
ΦΕΒ	81,6	84	34,4	47,2
ΜΑΡΤ	125	96	52,6	72,4
ΑΠΡΙΛ	166,5	91	66,8	99,7
ΝΟΕ	78,6	106	29,4	49,2
ΔΕΚ	61,2	93	24,8	36,4

Πίνακας 7.

*τα ποσά τα οποία αναγράφονται στους παραπάνω πίνακες είναι βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010.

Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του πίνακα (7) και τη παραπάνω σχέση που αφορά στην ηλιακή ενέργεια (E_s) που εισέρχεται στον ηλιακό χώρο καταλήγουμε στους παρακάτω υπολογισμούς, για τα ανοίγματα (ΝΟΤΙΑ) του θερμοκηπίου.

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ

$$E_s = E \times S_f \times A \times m = 89 \times 6,4 \times 0,85 = 484,2 \text{ KWh/month}$$

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ

$$E_s = E \times S_f \times A \times m = 84 \times 6,4 \times 0,85 = 457 \text{ KWh/month}$$

ΜΑΡΤΙΟΣ

$$E_s = E \times S_f \times A \times m = 96 \times 6,4 \times 0,85 = 522,2 \text{ KWh/month}$$

ΑΠΡΙΛΙΟΣ

$$E_s = E \times S_f \times A \times m = 91 \times 6,4 \times 0,85 = 495,04 \text{ KWh/month}$$

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ

$$E_s = E \times S_f \times A \times m = 106 \times 6,4 \times 0,85 = 577 \text{ KWh/month}$$

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

$$E_s = E \times S_f \times A \times m = 93 \times 6,4 \times 0,85 = 506 \text{ KWh/month}$$

10.3 Υπολογισμός άμεσων ηλιακών κερδών κτηρίου.

Τα άμεσα ηλιακά κέρδη θα τα υπολογίσουμε βάσει της παρακάτω σχέσης την οποία λάβαμε από τη «NEA ΜΕΘΟΔΟ 5000».

Πιο συγκεκριμένα είναι: $\Phi_{dg}=E \times A \times m \times C_c \times S_f \times C_f$ για κάθε παράθυρο.

Όπου:

E = ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται ανά m^2 επιφάνειας τζαμιού ανά μήνα.

A = επιφάνεια παραθύρων m^2

m = δρώσα επιφάνεια του παραθύρου (μια τυπική τιμή του m κυμαίνεται στο 0,7)

C_c = παράγοντας μετάδοσης για καθαρές κουρτίνες.(Αν δεν υπάρχουν κουρτίνες τότε, $C_c=1$, ενώ με κουρτίνες μια τυπική τιμή είναι $C_c=0,93$).

S_f = ποσοστό σκίασης

C_f = κλάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει και φτάνει στο δάπεδο.

(σελ. 295 νέα μέθοδος 5000 σχήμα 7)

Ακολουθούν οι υπολογισμοί των ηλιακών κερδών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Το ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτήρια.

(από το πρωτότυπο αγγλικό κείμενο με τίτλο: ENERGY IN ARCHITECTURE-The European passive solar handbook.)

Οδηγός θερμομόνωσης κτηρίων.

Παπασωτηρίου Α. ,1985

Βιοκλιματική αρχιτεκτονική - Παθητικά ηλιακά συστήματα

Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ε.

Θεσσαλονίκη, Ελλάδα 1985

Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κτηρίων

Κώστα Στεφ. Τσίπηρα

Μεταφορά θερμότητας –θεωρία και προβλήματα στη μεταφορά θερμότητας

Pitts, Donald R.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Περιοχή: Εσταυρωμένος –Α.Τ.Ε.Ι , Ηρακλείου Κρήτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΠΙΝΑΚΕΣ, ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ κ.λ.π