

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο



Τμήμα : Μηχανολόγων μηχανικών

Πτυχιακή εργασία

Τίτλος: Ενεργειακές παρεμβάσεις και χρήση ΑΠΕ σε παλιά κατοικία

Σπουδαστής : Ιωάννης Νικητάκης

Επίβλεψη : Δημήτριος Αλ. Κατσαπρακάκης



Ηράκλειο 2023

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας είναι να μειωθούν οι ενεργειακές απώλειες σε μια παλιά κατοικία. Αναφέρονται οι ενεργειακές προδιαγραφές που θα πρέπει να έχει μια κατοικία. Επίσης παρουσιάζονται συμβατικά συστήματα καθώς και οι εναλλακτικές λύσεις που υπάρχουν για την παραγωγή ενέργειας. Το τελευταίο μέρος είναι χωρισμένο σε δυο μέρη. Στο πρώτο μέρος υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες του κτηρίου και γίνεται μια μελέτη θερμομόνωσης. Το δεύτερο μέρος αφορά την παραγωγή ρεύματος για την κάλυψη των αναγκών της κατοικίας. Τέλος η εργασία περιλαμβάνει μια τεchnοοικονομική μελέτη και για τα δυο μέρη ώστε να βρούμε την περίοδο αποπληρωμής και να δούμε αν η εκάστοτε επένδυση είναι συμφέρουσα.

Λέξεις κλειδιά : Ενέργεια , προδιαγραφές κτηρίων, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Summary

The purpose of the work is to reduce energy losses in an old house. The energy specifications that a house should have are mentioned. Conventional systems are also presented, as well as the alternatives that exist for energy production. The last part is divided into two parts. In the first part, the thermal losses of the buildings are calculated and a thermal insulation study is made. The second part concerns the production of electricity to meet the needs of the house. Finally, the work includes a techno - economic Study for both parties in order to find the payback period and see if each investment is advantageous.

Keywords : Energy, building specifications, renewable energy

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή.....	5
1.1 Εισαγωγή στην ενέργεια	3
1.1.1 Ορισμός ενέργειας	3
1.1.2 Μετάδοση θερμότητας	4
1.2 Ενεργειακό ζήτημα.....	5
1.3 Διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών.....	5
1.4 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων στην Ελλάδα.....	6
1.4.1 Δαπάνη ενέργειας στα ελληνικά νοικοκυριά.....	6
1.5 Βασικά χαρακτηριστικά κτηρίου.....	8
1.6 Κέλυφος κτηρίου.....	8
1.6.1 Τοιχοποιία	9
1.6.2 Κουφώματα.....	9
1.6.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	9
1.7 Ενεργειακή απόδοση κτηρίου.....	10
1.8 Μονώσεις.....	11
1.8.1 Αιτίες Θερμικών απωλειών κτιρίου	12
1.8.2 Μόνωση δομικών στοιχείων.....	12
1.8.3 Κατάταξη μονωτικών υλικών	12
1.8.4 Κριτήρια επιλογής μονωτικών υλικών.....	13
1.8.5 Μονωτικά υλικά.....	13
1.9 Επιθυμητές συνθήκες χώρων.....	14
1.9.1 Πλεονεκτήματα μονώσεων.....	15
1.10 Θερμογέφυρες	16
2.1 Δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.....	18
2.2 Σύστημα κεντρικής θέρμανσης.....	18
2.2.1 Μέρη κεντρικού συστήματος θέρμανσης.....	19
2.2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης.....	24
2.3 Φυσικοί πόροι.....	25
2.4 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	25
2.5 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	26
2.5.1 Πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα.....	26

2.6 Ηλιακή ενέργεια	28
2.6.1 Χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	30
2.6.2 Ηλιακός θερμοσίφωνας	31
2.7 Αιολική ενέργεια	33
2.7.1 Προϋποθέσεις για την σωστή εγκατάσταση αιολικού συστήματος μικρής ισχύος ..	34
2.7.2 Χρήση μικρών ανεμογεννητριών	35
2.8 Γεωθερμική ενέργεια	36
2.8.1 Αβαθής γεωθερμία.....	36
2.8.2 Μέρη συστήματος αβαθούς γεωθερμίας.....	36
2.8.3 Συστήματα αβαθούς γεωθερμίας.....	37
2.8.4 Περιγραφή ψυκτικού κύκλου γεωθερμικής αντλίας	38
2.9 Βιομάζα.....	39
2.9.1 Στερεά καύσιμα	39
2.9.2 Καύση στερεών καυσίμων	39
3.1 Παρουσίαση κατοικίας.....	42
3.2 Θερμικές απώλειες.....	42
3.4 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας	46
3.4.1 Βασικές σχέσεις.....	46
3.4.2 Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής	47
3.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών	49
3.6 Θερμικές απώλειες πριν τις παρεμβάσεις.....	50
3.7 Θερμικά και ψυκτικά φορτία μετά τις παρεμβάσεις.....	56
3.7.1 Ψυκτικά φόρτια.....	57
3.7.2 Θερμικές απώλειες μετά τις παρεμβάσεις	70
3.7.3 Κάλυψη θερμικών φορτίων	75
3.7.4 Παρεμβάσεις που έγιναν για την εξοικονόμηση ενέργειας θερμικής ενέργειας	76
3.8 Μεθοδολογία υπολογισμού για την απαιτούμενη ενέργεια που απαιτείται	76
3.8.1 Υπολογισμοί δαπάνης ενέργειας	77
3.9 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά	79
3.10 Βέλτιστη γωνία κλίσης.....	80
3.11 Ζήτηση ενέργειας κατοικίας.....	82
3.12 Βαθμός απόδοσης ΦΒ.....	82
3.13 Επιλογή αντιστροφέα.....	87
3.14 Οικονομικά	90

Εισαγωγή

Η ενέργεια αποτελεί ένα πολύτιμο αγαθό για τον άνθρωπο. Του είναι απαραίτητη έτσι ώστε να έχει καλές συνθήκες διαβίωσης. Καθημερινά χρησιμοποιούμε την ενέργεια είτε σπίτι μας, είτε για τις μεταφορές μας, είτε στην βιομηχανία. Σήμερα η παραγωγή ενέργειας στην πλειοψηφία της παράγεται από μηχανές που κάνουν χρήση ορυκτών καυσίμων.

Η χρήση όμως των ορυκτών καυσίμων οδήγησε στην κλιματική αλλαγή. Με τον όρο αυτό εννοούμε την μεταβολή του παγκόσμιου κλίματος και στις μεταβολές των μετεωρολογικών συνθηκών. Η καύση ορυκτών καυσίμων αποβάλλει διάφορα αέρια (αέρια θερμοκηπίου). Η ατμόσφαιρα συγκρατεί ορισμένα αέρια, τα οποία παγιδεύονται στην ατμόσφαιρα και εμποδίζουν την διάχυση θερμότητας στο διάστημα. Αυτό συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του.

Σε παγκόσμιο επίπεδο υπάρχει συνειδητοποίηση για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον πλανήτη. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό απαιτείται καλύτερη διαχείριση της ενέργειας. Θα πρέπει να γίνεται υιοθέτηση νέων τεχνολογιών καύσης, αλλά ακόμη πιο σημαντικό η σταδιακή εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας αποτελούν ακόμα μικρό ποσοστό συνεισφοράς στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας.

Κεφάλαιο 1

Δομικά στοιχεία κτηρίου- κανονισμοί

Περίληψη κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρεται η έννοια της ενέργειας, αλλά και την σημασία που θα μας απασχολήσει σε αυτήν την εργασία. Παρουσιάζονται στατιστικά στοιχεία σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά των κατοικιών στην Ελλάδα. Συγκεκριμένα θα ασχοληθούμε με το κέλυφος ενός κτηρίου, καθώς και στα αντίστοιχα δομικά στοιχεία που αποτελείται. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στις αντίστοιχες προδιαγραφές που πρέπει να διαθέτει ένα κτήριο. Αναλύονται τα ασθενέστερα σημεία που υπάρχουν στο κέλυφος. Τέλος αναφέρονται οι παρεμβάσεις που μπορεί να γίνουν στο κέλυφος, ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια.

1.1 Εισαγωγή στην ενέργεια

1.1.1 Ορισμός ενέργειας

Το έργο σαν φυσικό μέγεθος ορίζεται σαν την ποσότητα της ενέργειας που καταναλώνεται από ένα σώμα. Ενέργεια είναι η ικανότητα που έχει ένα σώμα να παράξει έργο. Μια σημαντική ιδιότητα που έχει η ενέργεια είναι ότι μπορεί να μετατρέπεται πολύ εύκολα από μια μορφή σε μια άλλη. Υπάρχουν πολλές μορφές ενέργειας όπως :

- **Μηχανική ενέργεια** : ορίζεται το άθροισμα της δυναμικής και κινητικής ενέργειας ενός σώματος.
- **Θερμική ενέργεια** : κινητική ενέργεια των μορίων ενός σώματος, λόγω των συνεχών τυχαίων κινήσεων. Η κίνηση αυτή υπάρχει λόγω διαφοράς θερμοκρασίας.
- **Χημική ενέργεια** : οφείλεται στην ενέργεια που σχηματίζουν τα μόρια ορισμένων χημικών ενώσεων.
- **Ηλεκτρική ενέργεια** : είναι η ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, που αναφέρεται στην κίνηση των ηλεκτρονίων λόγω διαφοράς δυναμικού.

Η μονάδα μέτρησης της ενέργειας είναι το Joule αλλά στην καθημερινότητα μας χρησιμοποιούμε την Wh (βατώρα), η πολλαπλάσια της. Η μια Wh ισοδυναμεί με 3600 Joule. Παρακάτω ακολουθούν τα πιο συνηθέστερα πολλαπλάσια που χρησιμοποιούμε για την μέτρηση της ενέργειας.

Πολλαπλάσιο	Ισοδυναμία σε Wh (Βατώρες)
Mega	10^6
kilo	10^3

Άλλες μονάδες ενέργειας

Μονάδα ενέργειας	Ισοδυναμία σε Joule
cal	4,184
Kwh	$3600 \cdot 10^3$
Btu	1054

1.1.2 Μετάδοση θερμότητας

Σαν μετάδοση θερμότητας ορίζουμε την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σύστημα σε ένα άλλο λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ροή θερμότητας. Υπάρχουν τρεις τρόποι μετάδοσης θερμότητας :

1. Μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα

Είναι η μεταφορά θερμότητας μέσω των μορίων ενός σώματος σε ένα άλλο σώμα. Τα μόρια που έχουν την περισσότερη ενέργεια μεταφέρονται σε μόρια με λιγότερη ενέργεια. Τα μόρια που είναι σε υψηλές θερμοκρασίες παρουσιάζουν μεγάλη κινητική ενέργεια και την μεταδίδουν σε σώματα με χαμηλότερες θερμοκρασίες.

$$q = -\lambda * A \frac{dT}{dx}$$

2. Μετάδοση θερμότητας με μεταφορά

Η θερμότητα από μια επιφάνεια στερεού μεταδίδει θερμότητα σε ένα υγρό ή αέριο σώμα. Η μετάδοση θερμότητας με μεταφορά προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ρευστού σώματος.

$$q = h * \Delta\theta$$

όπου

h : συντελεστής μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή σε $\frac{W}{m^2 K}$

3. Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία

Είναι η μετάδοση θερμότητας μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Η μεταφορά της από ένα σημείο σε ένα άλλο δεν απαιτεί κάποιο μέσο. Η μεταφορά της ενέργειας από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα αυξάνει την εσωτερική ενέργεια ενός σώματος και έτσι το σώμα θερμαίνεται.

$$q = \epsilon * \sigma * T^4$$

όπου

ϵ : συντελεστής εκπομπής από 0 έως 1 με 1 να αντιστοιχεί σε μέλαν σώμα

σ : σταθερά Stefan- Boltzmann $5,67 * 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$

T: θερμοκρασία σε Kelvin

1.2 Ενεργειακό ζήτημα

Μετά την έναρξη της βιομηχανικής περιόδου, παρατηρήθηκαν αυξημένες ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις αερίων θερμοκηπίου, λόγω της αυξημένης καύσης του άνθρακα. Αυτό είχε σαν επίπτωση την αλλαγή του κλίματος (αύξηση θερμοκρασίας κλπ). Τα τελευταία χρόνια γίνονται εύκολα αντιληπτές οι επιβαρυντικές επιπτώσεις του ανθρώπου στο οικοσύστημα. Αυτό τον οδήγησε στην αναζήτηση αλλά και στην προώθηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Οι παράγοντες που οδήγησαν στην αυξημένη ζήτηση της ενέργειας είναι κυρίως :

1. Αύξηση του πληθυσμού

Η αύξηση του πληθυσμού σημαίνει μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Πλέον η ενέργεια είναι πολύ εύκολο να χρησιμοποιηθεί από το μεγαλύτερο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού. Βέβαια η ζήτηση της ενέργειας δεν είναι παντού το ίδιο. Δηλαδή είναι διαφορετική σε αναπτυσσόμενες χώρες και διαφορετική σε ποιο υποβαθμισμένες.

2. Ανάπτυξη επιχειρήσεων και βιομηχανίας

Με την ανάπτυξη των επιχειρήσεων και βιομηχανιών τείνει να αυξηθεί και η κατανάλωση ενέργειας. Με αυτήν την ανάπτυξη τείνουν να παράγονται πάρα πολλά προϊόντα και έτσι αυξάνεται η κατανάλωση ενέργειας. Αυτό βέβαια δεν είναι απαραίτητα αρνητικό καθώς πολλά από αυτά έχουν διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την ζωή μας.

3. Μη ορθολογική χρήση ενέργειας

Στην καθημερινότητα μας σπαταλάμε πολλές φορές άσκοπα ενέργεια. Αυτό οφείλεται κυρίως στην άγνοια περί οικονομίας της ενέργειας. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να είμαστε ποιο προσεκτικοί όταν κάνουμε χρήση κάποιας συσκευής, η οποία καταναλώνει ενέργεια. Ένα καλό μέτρο είναι να γίνεται αντικατάσταση παλαιών συσκευών με καινούργιες καλύτερης ενεργειακής κλάσης.

1.3 Διεθνείς προσπάθειες για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών

Το 1992 στο Ρίο πραγματοποιήθηκε η πρώτη διάσκεψη για το κλίμα. Το θέμα που συζητήθηκε ήταν οι περιβαλλοντικές και κλιματολογικές αλλαγές. Εκεί προσδιορίστηκε το πραγματικό πρόβλημα, καθώς τονίστηκαν κάποιες άμεσες ενέργειες που χρειαζόταν να γίνουν. Τον Δεκέμβριο του 1997 υπογράφηκε η πρώτη συμφωνία στο Κιότο της Ιαπωνίας (πρωτόκολλο του Κιότο). Την συμφωνία αυτή την υπέγραψαν 171 χώρες. Η συμφωνία τέθηκε σε ισχύ στις 16 Φεβρουαρίου, άλλα χωρίς να βρίσκει όλα τα κράτη πρόθυμα να ανταποκριθούν πλήρως στις δεσμεύσεις που επιβάλλει. Οι δεσμεύσεις που είχαν επιβληθεί ήταν η μείωση των αερίων κατά

5,2% σε σχέση με αυτές του 1990. Τον Δεκέμβριο του 2012 στο Κατάρ αποφασίστηκε να μεταφερθεί η συμφωνία του πρωτοκόλλου του Κιότο για το 2020.

Ευρωπαϊκή ένωση

Η ευρωπαϊκή ένωση είναι πρωτοπόρος στις βιώσιμες μειώσεις των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Έτσι έχει αποφασίσει να θέσει σε εφαρμογή ένα σύνολο από προτάσεις (πράσινη συμφωνία) για τα κράτη μέλη. Το 2008 είχε θέσει στόχο να μειώσει κατά 20% τους ρύπους σε σχέση με το 1990. Στους Μελλοντικούς στόχους της ευρωπαϊκής ένωσης είναι να μειωθούν οι ρύποι τουλάχιστον 55% έως το 2030, ενώ φιλοδοξεί να είναι κλιματικά ουδέτερη έως το 2050.

1.4 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων στην Ελλάδα

Η οικοδομική δραστηριότητα υπήρξε τις προηγούμενες δεκαετίες ένας σημαντικός κλάδος της οικονομίας. Γύρω από την κατασκευή κτηρίων απασχολούνταν χιλιάδες κόσμος σε διάφορες ειδικότητες. Συγκεκριμένα ένα μεγάλο μέρος της κατασκευής κατοικιών είναι χτισμένο μεταξύ 1971 με 1980 το οποίο ανέρχεται σε ποσοστό 43,7 %.

Στο διάστημα αυτό δεν υπήρχε σε ισχύ κάποιος κανονισμός, σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων. Το 1979 τέθηκε σε ισχύ ο κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων, όπου καθόριζε τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια για την θερμοπερατότητα των διάφορων δομικών στοιχείων. Η εφαρμογή του όμως δεν προέβλεπε κάποιες μεταβατικές διατάξεις για τα υπάρχοντα κτήρια και δεν εφαρμόστηκε επαρκώς στην πράξη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να υπάρχουν κάποια κτήρια τα οποία μπορεί να μην διαθέτουν μόνωση, είτε να μην είναι σωστά θερμομονωμένα, είτε να έχουν παλιές ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις.

1.4.1 Δαπάνη ενέργειας στα ελληνικά νοικοκυριά

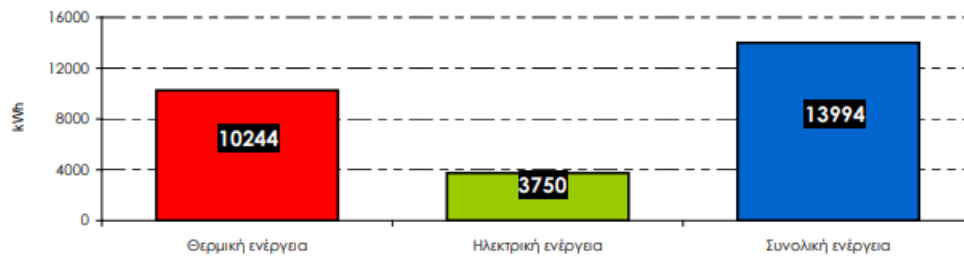
Η ενέργεια είναι απαραίτητη για τις ανάγκες μας για θέρμανση και ηλεκτρισμό. Χρησιμοποιούμε την ενέργεια για φωτισμό, στις οικιακές συσκευές, στις ηλεκτρονικές συσκευές κτλ.

Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί χωρίς να μειώσουμε τα επίπεδα διαβίωσης. Το μεγαλύτερο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζεται στα κτήρια κατοικιών, όπου θα μπορούσαν να εφαρμοστούν από τους ιδιοκτήτες χωρίς ιδιαίτερες δαπάνες, όπως η συστηματική συντήρηση και ο έλεγχος των Η/Μ εγκαταστάσεων.

Σύμφωνα με την έρευνα της Ελληνικής στατιστικής αρχής (ΕΛΣΤΑΤ) που διενεργήθηκε κατά το χρονικό διάστημα 2011-2012 συλλέχτηκαν πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας σε νοικοκυριά. Η έρευνα αυτή περιείχε πληροφορίες για όλες τις χρήσεις που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας. Στο

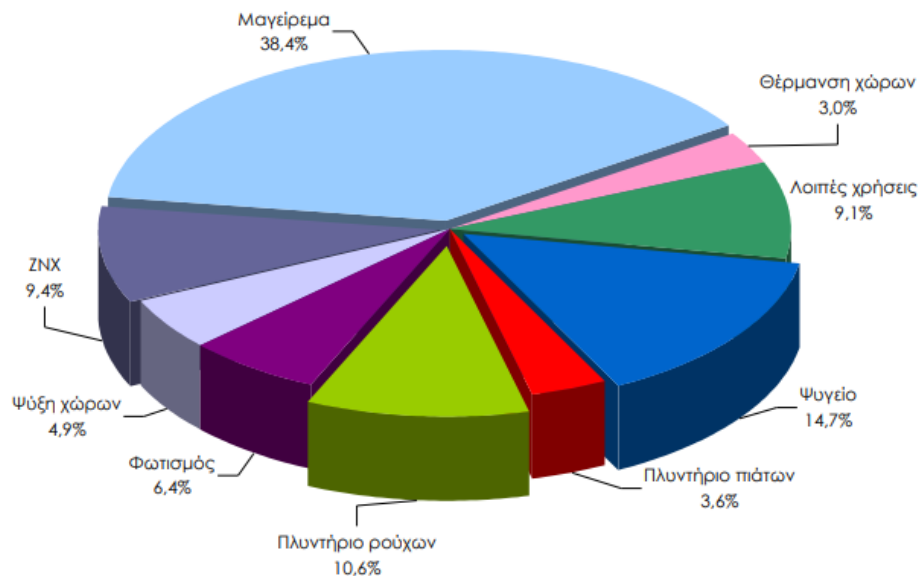
(διάγραμμα 1) παρουσιάζεται η μέση ετήσια ενέργεια που καταναλώνεται σε ένα νοικοκυριό, είναι χωρισμένη σε θερμική και ηλεκτρική. Η κατανάλωση θερμικής ενέργειας εξαρτάται από την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτήριο. Και από τα δομικά στοιχεία του.

Διάγραμμα 1



Στην συνέχεια (διάγραμμα 2) παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση. Η κατανάλωση αυτή εξαρτάται από τρεις παράγοντες. Ο πρώτος είναι ο αριθμός των χρηστών ενός σπιτιού. Ο δεύτερος ο χρόνος παραμονής τους στον χώρο. Ενώ ο τρίτος οι συνήθειες τους.

Διάγραμμα 2



1.5 Βασικά χαρακτηριστικά κτηρίου

Κτήριο ονομάζουμε κάθε μόνιμο και ανεξάρτητο κτίσμα το οποίο έχει εξωτερικούς τοίχους, στέγη και περισσότερα από ένα δωμάτια. Τα κτήρια ανάλογα την χρήση κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται κατάταξη των κτηρίων.

Κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων
Κατοικίες	Μονοκατοικίες, πολυκατοικίες
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχεία, ξενώνας κλπ
Εκπαίδευσης	Σχολεία, φροντιστήρια, αίθουσες διδασκαλίας κλπ
Συνάθροισης κοινού	Χώροι συνεδρίων, συναυλιών, δικαστηρίων, εστίασης, γυμναστηρίων αίθουσα πολλαπλών χρήσεων κλπ
Υγείας και πρόνοιας	Νοσοκομεία, κλινικές κλπ
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακές
Εμπορείου	Καταστήματα, εμπορικά κέντρα, φαρμακεία, κουρεία κλπ
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη

Σε περίπτωση ενιαίας χρήσης κτηρίου επιλέγεται μια από τις χρήσεις κτηρίων του παραπάνω πίνακα. Όταν γίνεται μεικτή χρήση του κτηρίου με διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας, η κατάταξη του κτηρίου γίνεται ξεχωριστά για κάθε χρήση των επιμέρους τμημάτων του κτηρίου. Αν μια συγκεκριμένη χρήση κτηρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις παραπάνω κατηγορίες, τότε κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία.

1.6 Κέλυφος κτηρίου

Κέλυφος κτηρίου ονομάζουμε το σύνολο των επιφανειών των δομικών στοιχείων που διαχωρίζουν το εσωτερικό περιβάλλον από το εξωτερικό. Το εσωτερικό περιβάλλον είναι αυτό που δημιουργείται για την φιλοξενία ανθρώπων. Σκοπός του είναι η δημιουργία ενός ευχάριστου και άνετου περιβάλλοντος για τους χρηστές όλες τις εποχές του χρόνου. Για να δημιουργηθούν αυτές οι συνθήκες στο εσωτερικό περιβάλλον ενός κτηρίου, θα πρέπει τα δομικά στοιχεία να είναι κατασκευασμένα να πληρούν κάποιες προδιαγραφές που θα αναλυθούν στην συνέχεια.

1.6.1 Τοιχοποιία

Λέγονται τα πλήρη, η κατακόρυφα στοιχεία της οικοδομής. Στην πλειοψηφία οι τοιχοποιίες είναι κατασκευασμένες από οπτοπλινθοδομές (τούβλα). Όταν τελειώσει και στεγνώσει καλά η τοιχοδομή, καλύπτεται με επίχρισμα από ασβεστοκονίαμα. Με το επίχρισμα γίνονται επίπεδες και αποκτούν καλή εμφάνιση οι επιφάνειες των τοιχοδομών. Εκτός από αυτά όμως το επίχρισμα όπως αναφέρθηκε, προστατεύει τους τοίχους και ιδιαίτερα την εξωτερική τους επιφάνεια, από τις επιζήμιες επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

Από άποψη πάχους και κατασκευής διακρίνονται τα παρακάτω είδη οπτοπλινθοδομής :

1. **Δρομική** : ονομάζεται η τοιχοδομή πάχους ίσου με το πλάτος μιας πλίνθου, κανονικού τύπου. Αυτή χρησιμοποιείται στις εσωτερικές διαχωριστικές τοιχοδομές πάχους 10 cm.
2. **Μπατική**: ονομάζεται η τοιχοδομή πάχους 20 cm δηλαδή ίσο με το μήκος μιας πλίνθου κανονικού τύπου.
3. **Υπερμπατική** : ονομάζεται η τοιχοδομή πάχους ίση με το ενάμισι μιας πλίνθου κανονικού τύπου (δηλαδή πάχους 32 cm)
4. **Οπτοπλινθοδομή με διάκενα** : ονομάζεται η τοιχοδομή πάχους 0,2 m στην οποία οι πλίνθοι κτίζονται έτσι , ώστε να μένουν διάκενα για καλύτερη ηχητική, θερμική και εναντίον την υγρασίας μόνωση.

1.6.2 Κουφώματα

Τα κουφώματα είναι συμπληρωματικές κατασκευές των ανοιγμάτων των τοίχων. Εξασφαλίζουν και ρυθμίζουν την επικοινωνία μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος, η μεταξύ των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου. Μέσω των κουφωμάτων επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός, ο αερισμός και το άφθονο ηλιακό φως και εξασφαλίζεται η εμποδίζεται η οπτική, ακουστική και λειτουργική επικοινωνία τω χώρων. Από τα ανοίγματα διαφεύγει σημαντικό ποσό θερμότητας. Γι αυτό θα πρέπει να τοποθετούνται κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία όσον αφορά τα κουφώματα.

1.6.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι δομικά στοιχεία του κτηρίου, όπου συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας. Η συλλογή αυτή βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα παθητικά και ηλιακά συστήματα είναι μέρος του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός πρόκειται για ένα κλάδο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού που αποσκοπεί στην εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, έτσι ώστε να πετύχει κυρίως δροσισμό και θέρμανση.

Άμεσου κέρδους

Η ηλιακή ενέργεια εισέρχεται στον χώρο μέσω των παραθύρων και εγκλωβίζεται μέσα στον χώρο. Το βασικότερο παθητικό σύστημα είναι το σύστημα άμεσου κέρδους, όπου αξιοποιεί τα παράθυρα κατάλληλου προσανατολισμού κυρίως νότιου, με δυνατότητα απόκλισης 30° ανατολικά ή δυτικά.

Εμμέσου κέρδους

Ο μαζικός τοίχος (Mass wall). Είναι ένας συμπαγής μαζικός τοίχος που μπορεί να είναι κατασκευασμένος από σκυρόδεμα, τούβλα ή πέτρες με νότιο προσανατολισμό. Η επιφάνεια του είναι συνήθως σκουρόχρωμη για να έχει μεγάλο συντελεστή απορρόφησης. Εξωτερικά οι τοίχοι είναι καλυμμένοι με διαφανές υλικό για να μειώνονται οι απώλειες.

Μια άλλη περίπτωση είναι ο τοίχος Trombe. Είναι ίδιος με τον μαζικό τοίχο. Η διαφορά τους είναι ότι τα ανοίγματα είναι τοποθετημένα στο επάνω και κάτω μέρος του τοίχου. Ένα μέρος της θερμότητας απάγεται μέσω του τοίχου με αγωγή ενώ κατά τη διάρκεια μιας ηλιόλουστης μέρας ο αέρας θερμαίνεται μέσω της γυάλινης επιφάνειας.

Υβριδικά συστήματα παθητικών συστημάτων

Μια άλλη κατηγορία παθητικών συστημάτων είναι τα ηλιακά υβριδικά συστήματα. Αυτά τα συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια, αλλά παρεμβάλουν με μηχανικό τρόπο συστήματα με απλή κατασκευή, που δεν δαπανούν πολύ ενέργεια. Το σύστημα αυτό μπορεί να είναι η προσθήκη ενός ανεμιστήρα για να υποβοηθήσει να μεταφερθεί η θερμότητα στους πίσω χώρους του κτηρίου. Μια άλλη είναι η προσθήκη ενός θερμοστάτη έτσι ώστε να ελέγχει την θερμότητα που αποδίδεται.

1.7 Ενεργειακή απόδοση κτηρίου

Ένα κτήριο με καλή ενεργειακή συμπεριφορά προϋποθέτει την σωστή αρχιτεκτονική και Η/Μ μελέτη, επίβλεψη και κατασκευή. Αυτό επιτυγχάνεται από ειδικευμένους μηχανικούς και τεχνίτες που αξιολογούν τις εναλλακτικές τεχνολογίες και προϊόντα. Η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου καθορίζεται από κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο. Γι αυτόν τον λόγο έχει δημιουργηθεί ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ). Ο κανονισμός αυτός είναι σε ισχύ από το 2010.

Στον Κ.Εν.Α.Κ αναφέρονται με ακρίβεια οι απαιτούμενες μελέτες καθώς και οι κατάλληλες μέθοδοι και εργαλεία υπολογισμού και προβλέπει τις διαδικασίες ελέγχου από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Ακόμα μέσω του ΚΕΝΑΚ καθορίζονται οι ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις και γίνεται κατάταξη του κτηρίου σε κατηγορία ενεργειακής απόδοσης. Στα υφιστάμενα κτήρια απαιτείται η συστηματική συντήρηση και αναβάθμιση των κτηριακών στοιχείων και εγκαταστάσεων.

Ενεργειακή κλάση κτηρίου

Για να μπορούμε να κατατάξουμε ένα κτήριο σε μια ενεργειακή κλάση, θα πρέπει να το συγκρίνουμε με ένα κτήριο αναφοράς. Είναι κτήριο που έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά (θέση, προσανατολισμό, χρήση) με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς καθορίζει τις ελάχιστες ενεργειακές προδιαγραφές. Αυτές οι προδιαγραφές αφορούν τα εξωτερικά δομικά στοιχεία, θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κ.α.

Η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου εκφράζεται με αριθμητικούς δείκτες. Η κατάταξη ενός κτηρίου προκύπτει από την μόνωση του κτηρίου, τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά, την επίδραση που έχουν αλλά κτίρια που είναι δίπλα και την έκθεση στον ήλιο καθώς και αν το κτήριο παράγει ενέργεια.

Τα κτήρια κατατάσσονται σε κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης. Αυτό επιτυγχάνεται βάση της τελικής ανοιγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτηρίου.

Ο δείκτης RR είναι ίσος με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33RR$	$T \leq 0,33$
A	$0,33RR < EP \leq 0,50RR$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50RR < EP \leq 0,75 RR$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75RR < EP \leq 1.00RR$	$0,75 < T \leq 1.00$
Γ	$1.0RR < EP \leq 1,41RR$	$1.00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41RR < EP \leq 1,82RR$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82RR < EP \leq 2,27RR$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27RR < EP \leq 2,73RR$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73RR < EP$	$2,73 < T$

1.8 Μονώσεις

Με τον όρο μόνωση εννοεί κανείς κάθε μέθοδο κατασκευής που με την χρησιμοποίηση κατάλληλων υλικών, δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την παρεμπόδιση της υγρασίας, της θερμότητας και του ήχου.

Οι τοιχοδομές, οι θεμελιώσεις και τα δώματα που χρησιμεύουν σαν πλάκες για επικάλυψη κτηρίων είναι δυνατό να μονωθούν για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών, με ειδικές κατασκευές που ονομάζονται μονώσεις. Η θερμότητα σε κτηριακές εγκαταστάσεις ρέει με φυσικό τρόπο από ένα θερμό χώρο σε ένα ψυχρότερο. Η αντιμετώπιση αυτή γίνεται με μονωτικά υλικά.

1.8.1 Αιτίες Θερμικών απωλειών κτιρίου

Θερμικές απώλειες είναι το ποσό της θερμότητας που πρέπει να προστεθεί σε έναν χώρο για τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας. Οι κυριότεροι παράγοντες που εξαρτώνται οι θερμικές απώλειες ενός κτηρίου είναι οι εξής :

- Προσανατολισμός και θέση κτηρίου. Όταν ένα κτίριο είναι εκτεθειμένο σε ανέμους έχει περισσότερες θερμικές απώλειες.
- Το μέγεθος των εξωτερικών επιφανειών που είναι εκτεθειμένες στο περιβάλλον.
- Το μέγεθος και ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων. Το πλήθος και η κατασκευή των εξωτερικών ανοιγμάτων επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την ροή θερμότητας και την ροή αέρα.

1.8.2 Μόνωση δομικών στοιχείων

Όταν αναφερόμαστε σε μονώσεις κτηρίων ακούμε πολλές φορές τους όρους θερμομόνωση και θερμοπρόσοψη. Ο όρος θερμομόνωση σημαίνει οποιαδήποτε μέτρο λαμβάνεται για την μείωση της μεταφοράς θερμότητας. Συνήθως το πρώτο πράγμα που μονώνεται σε ένα κτήριο είναι η ταράτσα. Η ταράτσα αποτελεί ένα από τα πιο ευάλωτα σημεία ενός κτηρίου. Το άλλο μέτρο που εφαρμόζεται στην συνέχεια είναι η θερμοπρόσοψη. Χωρίζεται σε εσωτερική και εξωτερική θερμοπρόσοψη. Τις περισσότερες φορές η θερμοπρόσοψη τοποθετείται εξωτερικά για να μην μειώσουμε το εμβαδόν των εσωτερικών χώρων. Θερμοπρόσοψη είναι η μόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων με θερμομονωτικές πλάκες.

1.8.3 Κατάταξη μονωτικών υλικών

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε κάθε μόνωση ονομάζονται μονωτικά και κατατάσσονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Οι κατηγορίες που κατατάσσονται οι μονώσεις είναι.

1. Θερμομονωτικά

Θερμομονωτικά υλικά θεωρούνται τα υλικά που εγκλωβίζουν αέρα στην μάζα τους. Τα υλικά αυτά εξασφαλίζουν καλή θερμική αγωγιμότητα. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται θερμομονωτικές πλάκες (διογκωμένη πολυστερίνη κλπ).

2. Στεγανωτικά

Η υγρασία επιδρά δυσμενώς σε όλα τα θερμομονωτικά υλικά. Οι πρώτες ενδείξεις υγρασίας εμφανίζονται στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων. Τα υλικά που προστατεύουν τα δομικά υλικά από την στεγάνωση λέγονται στεγανωτικά. Στην κατηγορία αυτή συναντάμε τσιμεντοειδή υλικά, ασφατικές μεμβράνες, στεγανωτικές μεμβράνες.

3. Ηχομονωτικά

Τα περισσότερα θερμομονωτικά είναι και ηχομονωτικά και έτσι έχουμε μείωση του θορύβου. Τα ηχομονωτικά υλικά βελτιώνουν την ηχομόνωση των κατοικημένων χώρων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται η μετάδοση του ήχου που, προκαλείται σε υπαίθριο χώρο προς το εσωτερικό των στεγασμένων χώρων και αντίστροφα.

1.8.4 Κριτήρια επιλογής μονωτικών υλικών

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ

Ένας σημαντικός παράγοντας που συνοδεύει τα μονωτικά υλικά είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Ο συντελεστής αυτός αποτελεί το μεγαλύτερο κριτήριο για την επιλογή μιας μόνωσης. Ο Όρος αυτός εκφράζει την ποσότητα θερμότητας που διέρχεται από ένα υλικό σε μορφή κύβου με πλευρά 1m όταν η διαφορά θερμοκρασίας στις δυο επιφάνειες είναι 1 K. Η μονάδα μέτρησης του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας είναι το W/mK.

Άλλα κριτήρια αποτελούν

Τρόπος εφαρμογής : υπάρχουν πολλά προϊόντα μόνωσης στο εμπόριο. Ο μηχανικός θα πρέπει να αξιολογήσει ανάλογα τις ανάγκες του κτηρίου την κατάλληλη μόνωση. Δηλαδή αν θα επιλέξει προκατασκευασμένα προϊόντα, η κατασκευή επιτόπου.

Μηχανικές ιδιότητες: εκφράζουν την συμπεριφορά ενός μονωτικού υλικού όταν δέχεται φορτίο (πχ αντοχή, κάμψη, θλίψη). Όταν η τάση του φορτίου είναι πέρα της ελαστικής παραμόρφωσης έχει σαν αποτέλεσμα την μετακίνηση μορίων με αποτέλεσμα την μόνιμη παραμόρφωση του.

Χημική συμπεριφορά : είναι η συμπεριφορά του μονωτικού οι οποίες έχουν επίδραση στη δομή του μονωτικού. υγρασία. Οι κυριότεροι παράγοντες είναι η υγρασία, βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια κτλ.

1.8.5 Μονωτικά υλικά

Σε κτηριακές εγκαταστάσεις εννοούμε κυρίως την θερμομόνωση τμημάτων του κτηρίου με σκοπό την μείωση των ενεργειακών απωλειών. Για τον σκοπό αυτό

υπάρχουν διαθέσιμα μονωτικά υλικά τα οποία είναι φτιαγμένα από διάφορα υλικά όπως :

1. Εξηλλαγμένη πολυστερίνη

Είναι ένα ελαφρύ θερμομονωτικό υλικό που παράγεται με τη μέθοδο της εξέλασης. Έχει μονωτικές ιδιότητες λόγω παγίδευσης αερίου σε κλειστές κυψελίδες.

2. Διογκωμένη πολυστερίνη

Η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) είναι ένα ελαφρύ θερμομονωτικό υλικό. Η υφή του είναι δύσκαμπτη και αποτελείται από κόκκους πολυστερίνης. Η χρήση της είναι όπου απαιτούνται υψηλές αντοχές και κάλυψη μεγάλων επιφανειών.

3. Αφρός πολυουρεθάνης

Είναι ένα χημικό προϊόν με ένωση ισοκυανικού και πολυόλης. Χρησιμοποιείται όπου απαιτείται θερμομόνωση, υγραμόνωση και ηχομόνωση. Εφαρμόζεται σε δώματα κυρίως με ψεκασμό. Ο αφρός πολυουρεθάνης είναι ιδανικός για παλιά κτήρια καθώς δεν προσθέτει πολύ βάρος στον φέροντα οργανισμό.

4. Πετροβάμβακας

Είναι ινώδες μονωτικό υλικό. Αποτελείται από ίνες οξειδίου πυριτίου- αλουμινίου. Ο πετροβάμβακας έχει καλές θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες καθώς παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες.

1.9 Επιθυμητές συνθήκες χώρων

Ο όρος θερμική άνεση εκφράζει την κατάσταση την οποία ένα άτομο αισθάνεται άνετα σε έναν χώρο. Δηλαδή δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος. Η θερμική άνεση αποτελεί βασική προϋπόθεση για την υγιεινή διαβίωση ενός ατόμου σε έναν χώρο. Μετά από έρευνα που έχει γίνει σε ανθρώπους έχουν προσδιοριστεί οι συνθήκες στις οποίες ένας άνθρωπος νιώθει άνετα σε ένα περιβάλλον.

Οι βασικές συνθήκες που επηρεάζουν την θερμική άνεση είναι :

1. Η θερμοκρασία εσωτερικού χώρου

Η σωστή θερμοκρασία εξασφαλίζει άνετο περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο ενός κτηρίου. Η θερμοκρασία αυτή μετρείται με ένα απλό θερμόμετρο ξηρού βολβού. Η θερμοκρασία αυτή είναι συνήθως 20°C. Η τιμή αυτή εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Οι βασικότερες είναι η δραστηριότητα των χρηστών, η ηλικία, ο ρουχισμός, το φύλο κτλ.

2. Η σχετική υγρασία του αέρα

Στον ατμοσφαιρικό αέρα υπάρχουν υδρατμοί . Οι υδρατμοί αυτοί ονομάζονται υγρασία και διακρίνεται σε απόλυτη και σχετική. Η σχετική υγρασία εκφράζει τον λόγο της μάζας των υδρατμών που περιέχει ο αέρας προς την μάζα που μπορεί να δεχτεί μέχρι να φτάσει στο σημείο κορεσμού. Η σχετική υγρασία εκφράζεται σε % ποσοστό. Για να νιώσει άνετα ο οργανισμός θα πρέπει η σχετική υγρασία να είναι περίπου 45-55% .

3. Ο αερισμός και η κίνηση του αέρα

Μια ακόμα σημαντική παράμετρος για την θερμική άνεση είναι η παροχή φρέσκου αέρα. Η παροχή νωπού αέρα είναι μια παράμετρος που καθορίζεται από τον αριθμό των χρηστών ενός χώρου. Η ανανέωση του αέρα εξασφαλίζει συνθήκες υγιεινής στον εσωτερικό χώρο ενός κτηρίου. Ανανεώνοντας το οξυγόνο σε έναν χώρο, αραιώνονται οι οσμές το και το διοξείδιο του άνθρακα που παράγονται από τον άνθρωπο.

1.9.1 Πλεονεκτήματα μονώσεων

Μονώνοντας τα δομικά στοιχεία του κτηρίου εξασφαλίζουμε :

1. Θερμική άνεση

Επιτυγχάνονται οι επιθυμητές συνθήκες χώρων. Έτσι οι χρήστες έχουν καλύτερες συνθήκες διαβίωσης.

2. Λιγότερες ενεργειακές δαπάνες

Περιορίζουν το ποσοστό θερμικών απωλειών, ελαχιστοποιώντας τον χρόνο που χρειάζεται για να ψηχθεί η να θερμανθεί ένας χώρος. Μονώνοντας έναν χώρο περιορίζουμε στο ελάχιστο δυνατό, την κατανάλωση ενέργειας (στερεά καύσιμα, υγρά καύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια κτλ) που χρειάζονται για θέρμανση, η κλιματισμό.

3. Προστασία του περιβάλλοντος

Ικανοποιούν την απαίτηση για καλύτερη προστασία του περιβάλλοντος με την μείωση της κατανάλωσης καυσίμων, που χρειάζονται για τη θέρμανση των στεγασμένων χώρων. Έτσι έχουμε λιγότερες εκπομπές αερίων στο περιβάλλον λόγω λιγότερης δαπάνης ενέργειας

4. Προστασία δομικών στοιχείων

Προστατεύουν τις δομικές κατασκευές από θερμικές επιδράσεις και παρεμποδίζουν την υγρασία στην επιφάνεια, η στο εσωτερικό των δομικών στοιχείων. Με την μόνωση τα δομικά στοιχεία στεγανοποιούνται και έτσι

παρεμποδίζεται η εισροή υγρασίας, που προκαλεί σχηματισμό επιφανειακής συμπύκνωσης υδρατμών στις παρειές και την οροφή της δομικής κατασκευής. Έτσι επιτυγχάνεται προστασία των δομικών υλικών από επιδράσεις που προκαλούν ρωγμές σε τοιχοδομές και οροφές.

1.10 Θερμογέφυρες

Κατά την εφαρμογή μιας μόνωσης υπάρχουν κάποια σημεία τα οποία παρουσιάζουν μειωμένη θερμική αντίσταση σε σχέση με το υπόλοιπο κέλυφος του κτηρίου. Είναι δηλαδή κάποια ασθενή σημεία που ενεργούν επιβαρυντικά στη θερμική προστασία. Αυτά τα ασθενή σημεία οφείλονται σε ασυνέχεια της θερμομόνωσης, σε διαφορετικό μήκος του δομικού στοιχείου, η σε αλλαγή γεωμετρίας της διατομής. Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε γραμμικές και σημειακές. Η επίδραση από τις σημειακές θερμογέφυρες είναι πρακτικά αμελητέες για αυτό εξαιρούνται από τους υπολογισμούς.

Τώρα στις γραμμικές έχουμε τις :

Γεωμετρικές θερμογέφυρες : βρίσκονται σε σημεία όπου η γεωμετρία των δομικών στοιχείων αλλάζει. Για παράδειγμα στη θέση κάθετης τομής δυο εξωτερικών δομικών στοιχείων.

Κατασκευαστικές θερμογέφυρες : βρίσκονται σε σημεία όπου υπάρχει ασυνέχεια μονωτικού υλικού. Για παράδειγμα στο σημείο όπου ενώνεται μια δοκός με την τοιχοποιία. Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες διακρίνονται :

Κατακόρυφες: είναι στην συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων.

Οριζόντιες : βρίσκονται στην συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων.

Κουφωμάτων : βρίσκονται στη θέση συναρμογή των κουφωμάτων με τα δομικά στοιχεία.

Κεφάλαιο 2

Παράγωγή ενέργειας οικιακού τομέα

Περίληψη κεφαλαίου

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στις τεχνολογίες που μπορούμε να αξιοποιήσουμε για την παράγωγή ενέργειας σε κατοικίες. Γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση των τεχνολογιών αυτών τόσο των συμβατικών όσο και των εναλλακτικών. Τα συστήματα αυτά μπορεί να είναι είτε για την παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, θέρμανσης. Κυρίως επικεντρώνεται σε ήπιες τεχνολογίες, οι οποίες δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον και που σκοπό έχουν να αντικαταστήσουν τις συμβατικές.

2.1 Δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας

Οι πηγές που αξιοποιεί ο άνθρωπος σήμερα είναι χωρισμένες σε δυο κατηγορίες. Στις πηγές που διακρίνονται σε υπάρχοντα αποθέματα στον φλοιό της γης και στις πηγές που προέρχονται από φυσικές διεργασίες. Η ενέργεια που φτάνει στους καταναλωτές, προέρχεται από ένα δίκτυο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτρικές συσκευές. Η προέλευση αυτής της ενέργειας παράγεται είτε σε θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, είτε από διάφορες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εκεί γίνεται μετατροπή της αρχικής πηγής ενέργειας σε τελική ηλεκτρική ενέργεια.

Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής στους καταναλωτές γίνεται μέσω ενός δικτύου μεταφοράς. Το δίκτυο μεταφοράς μεταφέρει την ηλεκτρική ισχύ από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς μεταφοράς. Οι γραμμές δεν μπορούν να τροφοδοτήσουν άμεσα τους καταναλωτές που χρησιμοποιούν χαμηλή τάση, αλλά φτάνουν σε ορισμένα σημεία τους υποσταθμούς μεταφοράς, όπου γίνεται ο υποβιβασμός της υψηλής τάσης σε μεσαία τάση, η χαμηλή τάση.

2.2 Σύστημα κεντρικής θέρμανσης

Κεντρική θέρμανση είναι η παράγωγή θερμότητας για να επιτευχθεί η θέρμανση των χώρων, η για να παραχθεί ζεστό νερό χρήσης. Αυτό γίνεται μέσω ενός κεντρικού συστήματος εγκατεστημένο σε ένα κτήριο για τον σκοπό αυτό. Για να θερμανθεί ένας χώρος είναι απαραίτητη η μετατροπή ενεργείας που διατίθεται από άλλη μορφή σε θερμότητα. Οι πιο διαδεδομένες μορφές είναι η χημική ενέργεια των καύσιμων (στερεών, υγρών, η αέριων) και η ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή γίνεται με την βοήθεια συσκευών η διατάξεων όπως λέβητες, θερμάστρες, τζάκια, ηλεκτρικοί θερμοσυσσωρευτές κλπ.

Το κεντρικό αυτό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων. Η ενέργεια που παράγεται μεταφέρεται στους διάφορους χώρους μέσω ενός θερμαντικού μέσου (νερό, ατμός, αέρας) ενώ η διανομή επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων, η αεραγωγών, η ακόμα και συνδυασμός και των δυο.

Ένα κτήριο που διαθέτει σύστημα κεντρικής θέρμανσης πρέπει να διαθέτει έναν χώρο λεβητοστασίου. Ο χώρος αυτός βρίσκεται στο υπόγειο ενός κτηρίου, με την θέση να προσδιορίζεται σε σχέση με την καπνοδόχο. Εκεί τοποθετούνται οι κατάλληλες διατάξεις που αποτελείται ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης. Οι διαστάσεις ενός λεβητοστασίου προσδιορίζονται με βάση τις διαστάσεις του λέβητα και ποιο συγκεκριμένα θα πρέπει να υπάρχει αρκετός χώρος περιμετρικά του λέβητα έτσι ώστε να γίνεται εύκολη η τοποθέτηση και η συντήρηση του.

2.2.1 Μέρη κεντρικού συστήματος θέρμανσης

1. Μονάδα παραγωγής θέρμανσης

Λέβητας

Πρόκειται για κλειστή μεταλλική συσκευή κατασκευασμένη από χυτοσίδηρο ή χάλυβα. Είναι ο χώρος ο οποίος γίνεται η καύση του καυσίμου, η οποία παράγει την θερμότητα που μεταφέρεται στο θερμαντικό μέσο (νερό, αέριο, ατμός).



Χαρακτηριστικό στοιχείο του λέβητα είναι η ονομαστική ισχύ, η οποία είναι η θερμική ισχύς σε Kw (ή Kcal/h) το οποίο δουλεύοντας με συγκεκριμένο καύσιμο και με τον βαθμό απόδοσης που ορίζει ο κατασκευαστής. Ένας ικανοποιητικός λέβητας λειτουργεί με βαθμό απόδοσης πάνω από 90%. Ανάλογα το είδος του καυσίμου (στερεό, υγρό, αέριο) επιλέγουμε και τον αντίστοιχο λέβητα. Ο λέβητας αποτελείται από :

- Την εστία καύσης
- Τον υδροθάλαμο
- Τον αεριαυλό και καπνοθάλαμο

Επάνω στον λέβητα είναι προσαρμοσμένος ο καυστήρας. Είναι μια συσκευή η οποία κάνει ανάμιξη του καυσίμου υλικού με τον αέρα, η οποία είναι απαραίτητη για την καύση.



Οι τρεις κατηγορίες των καυστήρων κατατάσσονται με βάση το καύσιμο το οποίο χρησιμοποιούν, και τον διασκορπισμό του καυσίμου και την ανάμιξη με τον αέρα καύσης. Επομένως οι καυστήρες κατατάσσονται σε :

- Καυστήρες εξάτμισης
- Καυστήρες διασκορπισμού
- Καυστήρες περιστροφής

Καύση ονομάζεται κάθε χημική αντίδραση, που συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας και κάποιες φορές και φως και έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση φλόγας. Η καύση οποιουδήποτε καυσίμου έχει σαν αποτέλεσμα την απελευθέρωση κάποιων αέριων. Η χημικές αυτές ουσίες μπορεί να είναι διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μεθάνιο (CH_4), οξείδιο του αζώτου (N_2O).

Ένα σημαντικό μέγεθος των καυσίμων είναι η θερμογόνος δύναμη η θερμοαντική ικανότητα. Η θερμοαντική ικανότητα χωρίζεται σε ανώτερη και κατώτερη. Η ανώτερη θερμογόνος δύναμη είναι το ποσό της θερμότητας από την τέλεια καύση ενός χιλιόγραμμου καυσίμου. Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη είναι η αφαίρεση της απαραίτητης θερμότητας που χρειάζεται να αφαιρεθεί από την ανώτερη, για να εξατμιστεί η υγρασία από το καύσιμο. Στην πράξη χρησιμοποιούμε την κατώτερη θερμογόνος δύναμη για τους υπολογισμούς.

Αντλία θερμότητας

Αντλία θερμότητας είναι ηλεκτρική συσκευή που μεταφέρει θερμότητα από έναν χώρο προς το περιβάλλον η αντίστροφα. Η λειτουργία τους γίνεται με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν όλα τα ψυκτικά μηχανήματα και βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο. Η αντλίες θερμότητας διακρίνονται σε :

- Αντλίες θερμότητας αέρος- αέρος
- Αντλίες θερμότητας αέρος- νερού
- Αντλίες θερμότητας νερού- νερού
- Γεωθερμική Αντλία θερμότητας αέρος- αέρος

2. Κυκλοφορητές

Σε ένα δίκτυο κεντρικής θέρμανσης, η κυκλοφορία του νερού μπορεί να γίνεται με φυσικό τρόπο. Στις παλιές εγκαταστάσεις η κυκλοφορία γινόταν με φυσικό τρόπο λόγω διαφοράς θερμοκρασίας . Όταν όμως η κυκλοφορία του νερού χρειάζεται βοήθεια, τότε χρησιμοποιούμε τους κυκλοφορητές. Ο ρόλος τους σε μια εγκατάσταση είναι η μεταφορά του νερού από τον λέβητα στα θερμαντικά σώματα αλλά και αντίστροφα.

Πρόκειται για αντλία φυγοκεντρικού τύπου και για την λειτουργία απαιτείται ηλεκτρικό ρεύμα. Ο ρόλος του κυκλοφορητή είναι να προσδίδει στο νερό ενέργεια δημιουργώντας διαφορά πίεσης (από την πλευρά αναρρόφησης, κατάθλιψης). Με τον τρόπο αυτό πετυχαίνουμε την αναγκαία παροχή του ζεστού νερού.

3. Δεξαμενή καυσίμων

Η δεξαμενή αποθήκευσης πρόκειται για μεταλλική, η πλαστική και αποτελεί βασικό στοιχείο της εγκατάστασης αφού εκεί αποθηκεύεται το καύσιμο. Η διάκριση γίνεται ανάλογα το καύσιμο, δηλαδή υπάρχουν δεξαμενές υγρών και δεξαμενές αερίων καυσίμων.

4. Διατάξεις ασφαλείας

Σε ένα δίκτυο κεντρικής θέρμανσης, θα πρέπει να διασφαλίζεται η ασφάλεια, καθώς και η σωστή λειτουργία. Για τον λόγο αυτό υπάρχουν και οι αντίστοιχες διατάξεις ασφαλείας.

Δοχείο διαστολής

Σε παλιότερες εγκαταστάσεις γινόταν χρήση ανοικτού δοχείου διαστολής. Συνήθως είναι τοποθετημένα στην ταράτσα ενός κτηρίου. Είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο ύδρευσης. Όταν υπάρχει υπερθέρμανση του νερού, αυτό αποβάλλεται από έναν

ανοικτό σωλήνα ασφαλείας, αποφεύγοντας τις υπερπιέσεις. Όταν απαιτείται η αναπλήρωση νερού αυτό γίνεται μέσω του σωλήνα πλήρωσης.

Σε πιο καινούργιες διατάξεις γίνεται χρήση κλειστού δοχείου διαστολής. Πρόκειται για κλειστά μεταλλικά δοχεία που τοποθετούνται εντός του λεβητοστασίου. Τα δοχεία αυτά είναι διαιρεμένα σε δυο όγκους, όπου τους χωρίζει μια ελαστική μεμβράνη. Ο ένας όγκος είναι κλειστός και περιέχει αέρα και ο άλλος είναι ανοικτός που γεμίζει νερό. Λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας στο νερό υπάρχει αύξηση του όγκου. Αυτό αποτελεί κίνδυνο για την εγκατάσταση του δικτύου. Τα δοχεία αντισταθμίζουν τις διακυμάνσεις του όγκου που προκύπτουν από την αύξηση της θερμοκρασίας. Στις εγκαταστάσεις με κλειστό δοχείο διαστολής θα πρέπει να υπάρχουν και οι παρακάτω διατάξεις ασφαλείας.

Αυτόματος διακόπτης πλήρωσης

Σκοπός του είναι η παροχή νερού στην εγκατάσταση, με την προϋπόθεση ότι θα προσαρμόζει την πίεση της παροχής στο δίκτυο (μέγιστη 0,5 Bar). Στον αυτόματο πλήρωσης υπάρχει μια μεμβράνη που είναι σε άμεση επαφή με το νερό και πιέζεται από ένα ελατήριο. Η πίεση που ασκεί το νερό εξισορροπείται μέσω της αντίστασης του ελατηρίου. Στην περίπτωση που η πίεση ελαττώνεται η δύναμη του ελατηρίου υπερσχύει και έτσι ανοίγει το κλείστρο και κυκλοφορεί το νερό.

Ο κορμός του είναι κατασκευασμένος από ορείχαλκο. Στο κάτω μέρος υπάρχει ο διακόπτης αποκοπής της ροής, ενώ στο άνω η βίδα που ρυθμίζει την πίεση. Ο αυτόματος πλήρωσης επιπλέον διαθέτει και μανόμετρο (με ενδείξεις πίεσης). Είναι τοποθετημένος ανάμεσα στο δοχείο και στο δίκτυο ύδρευσης.

Βαλβίδα ασφαλείας

Αποτελεί σημαντικό στοιχείο στην συσκευή πλήρωσης. Σε εγκαταστάσεις με κλειστό δοχείο διαστολής υπάρχει ο κίνδυνος να ανέβει η πίεση πάνω από τα επιτρεπτά όρια. Όταν η πίεση του δικτύου ξεπερνά την ονομαστική πίεση της βαλβίδας, τότε ανοίγει αυτόματα και επιτρέπεται η εξαγωγή νερού από την εγκατάσταση, ώστε να πέσει η πίεση στα επιτρεπτά όρια. Η τοποθέτηση της είναι πάνω στον σωλήνα προσαγωγής.

5. Σωληνώσεις

Μεταφέρουν το νερό από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα και αντίστροφα. Υπάρχουν τρία είδη σωληνώσεων χαλκοσωλήνες, χαλυβδοσωλήνες, πλαστικοί σωλήνες. Οι πιο διαδεδομένες σωληνώσεις είναι οι χαλκοσωλήνες, λόγω της ευκαμψίας που έχουν διευκολύνοντας τις εργασίες σε ένα δίκτυο. Από την άλλη οι πλαστικοί σωλήνες έχουν ξεκινήσει να χρησιμοποιούνται περισσότερο. Έχουν χαμηλό κόστος, μεγάλη ευκαμψία και λειτουργούν αθόρυβα. Συνήθως

χρησιμοποιούνται σε ενδοδαπέδια συστήματα. Οι χαλυβδοσωλήνες έχουν σταματήσει να χρησιμοποιούνται. Κάθε σωλήνας συνοδεύεται από διάφορες προδιαγραφές και χαρακτηριστικά, τα κυριότερα είναι το ονομαστικό πάχος και η ονομαστική διάμετρο.

6. Σύστημα μετάδοσης θέρμανσης στους χώρους

Τα θερμαντικά σώματα

Μεταφέρουν την θερμότητα του ρευστού στον χώρο. Συνήθως είναι κατασκευασμένα από χάλυβα ή αλουμίνιο. Διαθέτουν ειδικούς διακόπτες για να γίνεται απομόνωση αποφεύγοντας την άσκοπη κατανάλωση ενέργειας, σε χώρους τους οποίους δεν χρησιμοποιούνται. Επίσης διαθέτουν βαλβίδες εξαερισμού για την εξαέρωση σε περίπτωση συσσώρευσης αέρα, που δεν επιτρέπει την ομαλή κυκλοφορία του ρευστού στο εσωτερικό τους.

Σε έναν χώρο μπορεί να τοποθετηθούν περισσότερα από ένα θερμαντικά σώματα. Ο αριθμός των σωμάτων που θα τοποθετηθούν σε έναν χώρο καθώς και η θέση τους καθορίζεται από τον μελετητή ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε χώρου. Το ρευστό που έχει επικρατήσει να κυκλοφορεί στις κεντρικές θερμάνσεις είναι το νερό. Η θερμοκρασία που κυκλοφορεί το νερό είναι υψηλής θερμοκρασίας (γύρω στους 70 με 90 °C).



Τα είδη των θερμαντικών σωμάτων που συναντά κανείς στο εμπόριο είναι :

- Τα σώματα AKAN ή κλασικά
- Σώματα πάνελ
- Σώματα αλουμινίου
- Σώματα Runtal
- Κονβεκτορες
- Fan convectors
- Fan coils
- Σώματα λουτρού

Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης

Είναι σύστημα σωληνώσεων που τοποθετείται κάτω από το πάτωμα και μέσα από αυτό περνά ζεστό νερό. Το ενδοδαπέδιο σύστημα θερμαίνει τον χώρο ομοιόμορφα χωρίς να δημιουργεί ρεύματα αέρα. Ένα πλεονέκτημα που έχει το συγκεκριμένο σύστημα είναι ότι μπορεί μέσω αντλίας θερμότητας να χρησιμοποιηθεί και για ψύξη τους καλοκαιρινούς μήνες.



2.2.2 Εξοικονόμηση ενέργειας σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης

Για να είναι επιτυχημένη μια εγκατάσταση θα πρέπει να θερμαίνει σωστά και όσο πρέπει έναν χώρο. Προκειμένου να γίνει σωστά, στην μελέτη θα πρέπει να περιλαμβάνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τα μεγέθη του εξοπλισμού και υπολογισμός των θερμικών απαιτήσεων. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να υπολογιστεί είναι η ισχύς του λέβητα.

Για να εξοικονομηθεί ενέργεια πρέπει να γίνει σωστή διαστασιολόγηση και η σωστή επιλογή γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια.

- Η διαστασιολόγηση του κεντρικό συστήματος θέρμανσης πρέπει να γίνεται μετά από μελέτη μηχανολόγου μηχανικού. Θα πρέπει να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες του κτηρίου. Έτσι αποφεύγουμε την υπερδιαστασιολόγηση αποφεύγοντας την άσκοπη σπάταλη καυσίμου.
- Αποφυγή μεγάλου λέβητα, ο οποίος όταν δεν λειτουργεί σε πλήρη ισχύ έχει χαμηλή απόδοση. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει στη εγκατάσταση να υπάρχουν δυο, η περισσότεροι λέβητες.
- Αποφυγή λέβητα χωρίς μόνωση λόγω απωλειών. Ένας μη μονωμένος λέβητας έχει πάνω του 5% απώλειες, σε αντίθεση με έναν μονωμένο του οποίου οι απώλειες είναι κάτω του 1%.
- Μόνωση σωληνώσεων είτε που περνούν από μη θερμαινόμενους χώρους, είτε είναι εξωτερικά του κτηρίου.

2.3 Φυσικοί πόροι

Είναι εύκολα προσβάσιμα και διαθέσιμα φυσικά αγαθά, τα οποία ο άνθρωπος έχει την ικανότητα να χρησιμοποιήσει για την κάλυψη των αναγκών του. Οι φυσικοί πόροι είναι τα αγαθά που παίρνουμε από την φύση και είναι απαραίτητα για την επιβίωση μας. Στην παρούσα ενότητα θα ασχοληθούμε συγκεκριμένα με τις ενεργειακές πηγές (πηγές ενέργειας). Πηγή ενέργειας είναι κάθε φυσικός πόρος που μας δίνει ενέργεια. Οι πηγές αυτές χωρίζονται σε δυο κατηγορίες σε μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

2.4 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Αποτελεί μια μεγάλη πηγή αποθηκευμένης ενέργειας είναι η ομάδα καυσίμων, γνωστών ως υδρογονάνθρακες. Τα καύσιμα αποθέματα υδρογονανθράκων αντιπροσωπεύουν τα απομεινάρια φυτών και ζώων, τα οποία έζησαν εδώ και πολλά χρόνια. Αποτελούνται κυρίως από άτομα υδρογόνου και άνθρακα. Λόγω των διαφορετικών συνθηκών πίεσης, θερμοκρασίας και χρόνου που εμπλέκονται στον φυσικό τους σχηματισμό, οι υδρογονάνθρακες υπάρχουν σε διάφορες μορφές.

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι πηγές που δεν ανανεώνονται η ανανεώνονται σχετικά αργά και η δημιουργία τους χρειάστηκε να περάσουν πολλά χρόνια. Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι ορυκτοί φορείς ενέργειας η αλλιώς υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο).

Τα ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις κατοικίες είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Η χρήση τους είναι για την θέρμανση των εσωτερικών χώρων. Η καύση γίνεται σε καυστήρες που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης.

Καυστήρας υγρών καυσίμων

Το πετρέλαιο αντλείται από το υπέδαφος από τις πετρελαιοπηγές και μεταφέρεται στα διυλιστήρια. Εκεί αποσπάζεται στα διάφορα χημικά συστατικά του. Προϊόντα του πετρελαίου είναι η βενζίνη, το πετρέλαιο κίνησης και το πετρέλαιο θέρμανσης που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις θέρμανσης.

Ο καυστήρας υγρών καυσίμων προσάγει, διασκορπίζει, αναμιγνύει και καίει το μίγμα μέσα στον φλογοθάλαμο.

Καυστήρες αέριων καυσίμων

Το φυσικό αέριο μεταφέρεται επίσης από το υπέδαφος στα διυλιστήρια. Εκεί υποβάλλεται σε κατάλληλες διεργασίες όπως διαχωρισμός από το μεθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και διάφορες άλλες χημικές ουσίες. Στην συνέχεια θα προστεθεί στο αέριο οσμή, έτσι ώστε να είναι αντιληπτό από του καταναλωτές σε

περίπτωση κάποιας διαρροής. Η μεταφορά του αερίου γίνεται απευθείας μέσω αγωγών στους καταναλωτές για θέρμανση.

Οι καυστήρες αέριων καυσίμων πρέπει σε σχέση με τους καυστήρες πετρελαίου, να διαθέτουν πρόσθετα στοιχεία ασφαλείας και ρύθμισης. Τα στοιχεία αυτά είναι χειροκίνητα όργανα για την διακοπή παροχής, ασφαλιστικές διατάξεις κλπ. Ακόμα πρέπει να φέρουν ενδείξεις για το κατάλληλο καύσιμο αέριο και την πίεση λειτουργίας.

Λέβητες συμπύκνωσης

Οι κοινοί λέβητες δεν μπορούν να επιτύχουν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και ρύπων που ορίζονται στην ευρωπαϊκή οδηγία. Ένας κοινός λέβητας λειτουργεί με την μέγιστη απόδοση όταν η θερμοκρασία καυσαερίων είναι μεταξύ 180°C και 200°C. Στις θερμοκρασίες αυτές στα καυσαέρια υπάρχουν μεγάλες απώλειες. Ο λέβητας συμπύκνωσης εκμεταλλεύεται την θερμότητα των καυσαερίων μεταφέροντας την στο νερό που κυκλοφορεί στο δίκτυο θέρμανσης μέσω ενός εναλλάκτη. Η τοποθέτηση του εναλλάκτη είναι στην έξοδο του λέβητα. Οι λέβητες αυτοί είναι κατασκευασμένοι να αντέχουν στην διάβρωση που προκύπτει από τα συμπυκνώματα.

2.5 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι φυσικές εργασίες που δεν είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον. Οι κυριότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι :

- Ο ήλιος
- Ο άνεμος
- Η γεωθερμία
- Η κυκλοφορία του νερού
- Η βιομάζα
- Η ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκών και θαλάσσιων ρευμάτων

2.5.1 Πλεονεκτήματα- μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

1. Είναι πρακτικά ανεξάντλητες

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας υπάρχουν στην φύση σε αφθονία. Σε αντίθεση με τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν εξαντλούνται. Γι αυτό τον λόγο αποτελούν λύση στο πρόβλημα εξάντλησης των ορυκτών καυσίμων.

2. Δεν ρυπαίνουν

Η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον. Πρόκειται για μορφές που δεν απελευθερώνουν αέρια του θερμοκηπίου και έτσι είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

3. Απλός εξοπλισμός

Χρησιμοποιούμε την ροή ενέργειας που υπάρχει στην φύση. Αυτό δεν απαιτεί κάποια ενεργειακή παρέμβαση (άντληση, εξόρυξη, κτλ). Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή όσο και στην συντήρηση και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Επίσης το λειτουργικό κόστος είναι αρκετά χαμηλό.

4. Επιδοτούνται

Η ευρωπαϊκή ένωση βάλει στόχο να απαλλαγεί πρώτη από τα ορυκτά καύσιμα. Έτσι βάζει συνεχώς στόχους για την απεξάρτηση από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Γι αυτόν τον λόγο προκειμένου να προωθηθεί η χρήση ΑΠΕ χρηματοδοτούνται συνεχώς μέσω προγραμμάτων.

Μειονεκτήματα

Μικρό συντελεστή απόδοσης

Λόγω του μικρού συντελεστή απόδοσης απαιτείται μεγάλη επιφάνεια εγκατάστασης. Η παραγωγή ενέργειας των ΑΠΕ εξαρτώνται από την εποχή και το κλίμα που θα εγκατασταθούν.

2.6 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι η ενέργεια που μεταδίδεται από τον ήλιο προς την γη. Η μετάδοση της καταφθάνει στην γη υπό την μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η ακτινοβολία αυτή μεταφέρεται σε μορφή κυμάτων. Η ηλιακή ενέργεια με τρόπο άμεσο ή έμμεσο δημιουργήσε όλα τα άλλα τα ενεργειακά αποθέματα. Η αξιοποίηση της γίνεται μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Φωτοβολταϊκό στοιχείο

Είναι ένα σύστημα με δυο υλικά σε επαφή που όταν φωτίζεται εμφανίζει στα άκρα του συνεχή ηλεκτρική τάση. Βασίζονται στη δημιουργία δυο ημιαγωγών στρωμάτων σε επαφή. Συνήθως τα δυο στρώματα αποτελούνται από το ίδιο υλικό, το ένα στρώμα είναι ημιαγωγός τύπου n και το άλλο τύπου p. Η επαφή των ημιαγωγών p-n ίδιου κυρίως υλικού μεταβαίνουν με διάχυση ηλεκτρόνια από τον ημιαγωγό n στον ημιαγωγό p.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από :

1. Φωτοβολταϊκός συλλέκτης πυριτίου πλαίσιο

Η ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από δίσκους πυριτίου, κατάλληλα επεξεργασμένους, οι οποίοι βρίσκονται σφραγισμένοι ερμητικά σε πλαστική υλη για προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Η μπροστινή όψη του πλαισίου προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί. Τα εσωτερικά στοιχεία του πλαισίου είναι συνδεδεμένα σε σειρά, η παράλληλα ανάλογα με το αποτέλεσμα που θέλουμε να έχουμε (επιθυμητή τάση, ένταση). Μια τέτοια κατασκευή χρειάζεται σχεδόν μηδενική συντήρηση και έχει διάρκεια ζωής που φτάνει τα τριάντα χρόνια.



Το πυρίτιο αποτελεί το πιο διαδεδομένο τύπο ημιαγωγού στοιχείου και η χρήση του έχει επικρατήσει σχεδόν στο σύνολο των ηλεκτρονικών και φωτοβολταϊκών εφαρμογών. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια διακρίνονται σε :

Άμορφα : είναι κατασκευασμένα από καθαρό πυρίτιο χωρίς κρυσταλλική δομή, όπου τα άτομα είναι τυχαία τοποθετημένα. Έχουν μικρό συντελεστή απόδοσης (περίπου 10%).

Μονοκρυσταλλικά : αποτελούνται από μικρούς κόκκους στη σύσταση τους. Το μέγεθος των κρυστάλλων εξαρτάται από τον τρόπο ψύξης του πυριτίου. Έχουν σχετικά μεγάλο πάχος κρυστάλλου (περίπου 300μm) και έχουν σκούρο μπλε χρώμα. Ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 15 έως 17%.

Πολυκρυσταλλικά : είναι φτιαγμένα από πυρίτιο. Υπάρχουν πολλοί κρύσταλλοι σε κάθε κελί και έτσι δεν υπάρχει πολύ ελευθερία στα ηλεκτρόνια να κινούνται. Έτσι τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια έχουν μικρότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 12%) από τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια. Το κόστος παραγωγής είναι χαμηλότερο, σε σχέση με το μονοκρυσταλλικό και έχουν συνήθως γαλάζιο χρώμα.

2. Μετατροπείς (inverter)

Είναι ηλεκτρονική διάταξη που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά, σε εναλλασσόμενο ρεύμα όπως αυτό που χρησιμοποιούμε από το δίκτυο. Η διάταξη αυτή περιλαμβάνει transistors (ηλεκτρονικούς διακόπτες) για ρύθμιση των χρόνων ανοίγματος κλεισίματος, παράγοντας ηλεκτρικό σήμα πλησιάζοντας την ημιτονική μορφή. Σε περίπτωση όπου η εγκατάσταση είναι συνδεδεμένη με το δίκτυο υπάρχουν προβλήματα και θα πρέπει να συνδεθούν κάποιες ηλεκτρονικές διατάξεις (φίλτρα). Οι μετατροπείς κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη καλύπτοντας όλων των ειδών των εφαρμογών. Οι δυο βασικές κατηγορίες Inverter που υπάρχουν είναι αυτές του καθαρού ημιτόνου και τροποποιημένου ημιτόνου.

3. Βάσεις στήριξης

Είναι βάσεις που στηρίζουν τα φωτοβολταϊκά. Οι βάσεις στήριξης συνήθως είναι κατασκευασμένοι από αλουμίνιο, η με συνδυασμό υλικών. Η βάση μπορεί να είναι σταθερή, είτε με δυνατότητα κλίσης. Όταν επιλέγουμε βάση με αυξομείωση κλίσης, έχουμε τη δυνατότητα να περιστρέψουμε τον συλλέκτη με κλίση από 25° μέχρι 75°. Οι βάσεις με τους ΦΒ συλλέκτες μπορούν να τοποθετηθούν είτε στην ταράτσα ενός κτηρίου, είτε στο έδαφος. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι τοποθέτησης των ΦΒ πλαισίων σε μια βάση, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο ευκολία κατά την εγκατάσταση.

4. Συσσωρευτές (μπαταρίες)

Δεν είναι απαραίτητη η χρήση συσσωρευτών σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα καθώς η εγκατάσταση μπορεί να είναι συνδεδεμένη με το δίκτυο. Οι συσσωρευτές αποθηκεύουν ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να χρησιμοποιηθεί τις νυχτερινές ώρες, η τις ημέρες που έχει συννεφιά. Η τοποθέτηση τους γίνεται μέσα σε εσωτερικό χώρο, ο οποίος θα πρέπει να αερίζεται επαρκώς. Ο πιο συνηθισμένος τύπος συσσωρευτών σε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση είναι οι συσσωρευτές μολύβδου. Ο λόγος που χρησιμοποιείται αυτός ο τύπος συσσωρευτών είναι ότι έχει πολλά πλεονεκτήματα και μικρό κόστος αγοράς.

Οι συσσωρευτές συνοδεύονται από τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά :

Ονομαστική τάση : Ένα στοιχείο μολύβδου ενός συσσωρευτή είναι συνήθως περίπου 2,25 V. Τα στοιχεία αυτά ανάλογα τον τρόπο σύνδεσης τους και τα στοιχεία που περιέχουν μας δημιουργούν συσσωρευτές των 12 και 24 Volt.

Τάση εκφόρτισης : Είναι η μικρότερη τιμή που μπορεί να υπάρξει στους ακροδέκτες του συσσωρευτή χωρίς να υπάρχει κίνδυνος καταστροφής.

Χωρητικότητα : είναι η αποθηκευμένη ενέργεια στον συσσωρευτή. Η μονάδα που μετράμε την χωρητικότητα είναι Ah (αμπερώρια).

Χρόνος ζωής : εκφράζεται σε κύκλους λειτουργίας. Γενικά οι συσσωρευτές δεν θα πρέπει να εκφορτίζονται με υψηλή τάση, ούτε όμως να εκφορτίζονται κάτω από το όριο που έχει δώσει ο κατασκευαστής.

Για την προστασία των συσσωρευτών υπάρχουν ειδικές διατάξεις που ελέγχουν την φόρτιση των συσσωρευτών. Οι διατάξεις αυτές ονομάζονται ελεγκτές- ρύθμισης – φόρτισης- εκφόρτωσης. Οι ελεγκτές παρέχουν πλήρη έλεγχο του κύκλου φόρτισης και τροφοδοσίας σύμφωνα με τα κριτήρια που έχει ορίσει ο χρήστης. Η διάταξη αυτή μπορεί να είναι είτε ξεχωριστή μονάδα είτε να βρίσκεται ενσωματωμένη στον μετατροπέα και να αποτελεί μια ολοκληρωμένη ηλεκτρονική μονάδα.

2.6.1 Χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων

1. Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα

Μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό εξοχικών κατοικιών. Με σωστό υπολογισμό μπορεί να καλύψει ακόμα και μόνιμες κατοικίες, για απεξάρτηση από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Κατά τη διάρκεια της μέρας, μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη ΦΒ συστοιχία, μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είτε χρησιμοποιείται για την απευθείας τροφοδοσία των ηλεκτρικών συσκευών (άμεση χρήση) , είτε αποθηκεύεται σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές προκειμένου να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια της νύκτας, η των περιόδων συννεφιάς (έμμεση χρήση).

2. Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα

Ο ιδιοκτήτης του συστήματος που είναι αυτοπαραγωγός, μπορεί, εφόσον το επιθυμεί, να καταναλώνει όση ηλεκτρική ενέργεια χρειάζεται και να πουλάει την υπόλοιπη έναντι προσυμφωνημένης τιμής στο βασικό δίκτυο (πχ τις ηλιόλουστες μέρες ή όταν απουσιάζει). Επίσης έχει την δυνατότητα, όταν δεν παράγει ηλεκτρική ενέργεια, να καλύπτει τις ανάγκες του από το βασικό δίκτυο, με χρέωση σε αυτόν από την εταιρεία που εκμεταλλεύεται το βασικό δίκτυο (όταν έχει συννεφιά, ή κατά τη διάρκεια της νύχτας).

2.6.2 Ηλιακός θερμοσίφωνας

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα. Αποτελεί έναν εύκολο και οικονομικό τρόπο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Χρησιμοποιείται σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια. Ο θερμοσίφωνας αποτελείται από τον ηλιακό συλλέκτη, το θερμοδοχείο (μπόιλερ) και την βάση που τοποθετείται.



Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του συλλέκτη μετατρέπεται σε θερμότητα, η οποία αποδίδεται στο θερμοπαραγωγό ρευστό που κυκλοφορεί στο συλλέκτη. Οι συλλέκτες διακρίνονται σε δυο τύπους :

- Τύπος θερμού αέρα
- Τύπος νερού (με ή χωρίς αντιψυκτικό αποτρέποντας το νερό να παγώσει)

Για τους τυπικούς ηλιακούς συλλέκτες παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η δεξαμενή είναι τοποθετημένη στο πάνω μέρος του συλλέκτη, ώστε η κυκλοφορία του νερού να γίνεται με φυσικό τρόπο. Για την προστασία του δοχείου από την διάβρωση είναι τοποθετημένη στο εσωτερικό του μια ράβδος μαγνησίου .

Για τις μέρες που δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια στο εσωτερικό είναι τοποθετημένη και μια ηλεκτρική αντίσταση για την κάλυψη του επιπλέον φορτίου

θέρμανσης νερού, όταν ο θερμοσίφωνας δεν αποδίδει ικανοποιητικά (σύστημα διπλής ενέργειας).

Ένας άλλος τρόπος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης είναι τα συστήματα τριπλής ενεργείας. Είναι ένα σύστημα που αξιοποιεί 3 τρόπους για να θερμάνει το νερό. Αυτοί είναι οι ηλιακοί συλλέκτες, ο λέβητας και μια ηλεκτρική αντίσταση. Το δοχείο διαστολής είναι συνδεδεμένο με έναν κυκλοφορητή για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών και έναν άλλο για το κεντρικό σύστημα ενέργειας. Η σύνδεση αυτή περιλαμβάνει τους απαιτούμενους αυτοματισμούς (πχ διαφορικός θερμοστάτης, αισθητήρια ελέγχου).

Boiler λεβητοστασίου

Τοποθετείται στο λεβητοστάσιο και αξιοποιεί μέρος της θερμότητας που παράγεται από τον λέβητα για παραγωγή ζεστού νερού. Αποτελεί δηλαδή έναν εναλλάκτη θερμότητας. Το θερμαινόμενο νερό του λέβητα θερμαίνει το νερό του δικτύου. Επειδή όμως η λειτουργία του λέβητα είναι μόνο τους χειμερινούς μήνες, απαιτείται και η ύπαρξη δεύτερης πηγής θερμότητας όπως ηλεκτρικές αντιστάσεις και ηλιακούς συλλέκτες.



2.7 Αιολική ενέργεια

Είναι η οριζόντια κίνηση του αέρα και προκαλείται από την διαφορά θερμοκρασίας, που υπό κάποιες προϋποθέσεις δημιουργεί διαφορές βαρομετρικής πίεσης μεταξύ παρακείμενων τόπων. Όταν μια μάζα αέρα θερμανθεί γίνεται πιο αραιή και πιο ελαφριά, από τις άλλες μάζες που βρίσκονται γύρω της και τείνει να ανέβει ψηλότερα από εκείνα (ανοδική κίνηση). Επομένως άλλες πιο ψυχρές μάζες θα κινηθούν παίρνοντας την θέση της. Δηλαδή όταν μια μάζα αέρα ψύχεται γίνεται πιο πυκνή και πιο βαριά και τείνει να κατέβει (καθοδική κίνηση).

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται μέσω ειδικών μηχανών που λέγονται ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Υπάρχουν δυο κατηγορίες ανεμογεννητριών με βάση τη θέση του άξονα περιστροφής.

- Κατακόρυφου άξονα
- Οριζόντιου άξονα

Τα πιο διαδεδομένα συστήματα είναι αυτά στα οποία ο άξονας περιστρέφεται οριζόντια.



Μέρη ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα

- Δρομέας

Είναι η κατασκευή που μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε κινητική ενέργεια του άξονα. Συνήθως αποτελείται από δυο η τρία πτερύγια από πολυεστέρα που προσδένονται πάνω στην πλήμνη. Οι ανεμογεννήτριες τριών πτερύγιων κατασκευάζονται για ρότορες μικρών διαστάσεων και εκμεταλλεύονται ασθενές αιολικό δυναμικό.

- Σύστημα μετάδοσης κίνησης

Αποτελείται από ένα κιβώτιο ταχυτήτων. Το κιβώτιο ταχυτήτων προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας.

- Ηλεκτρική γεννήτρια

Μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Αποτελείται από 2 έως 10 ζεύγη πόλων. Σε ποσοστό περίπου 90 % οι γεννήτριες που τοποθετούνται σε ανεμογεννήτριες είναι ασύγχρονες. Η σύνδεση του κιβωτίου ταχυτήτων και γεννήτριας γίνεται μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου.

- Σύστημα πέδησης ή φρένο δρομέα

Είναι ανάμεσα στον κύριο άξονα. Η λειτουργία του είναι ίδια με αυτή ενός συνηθισμένου δισκόφρενο.

- Σύστημα προσανεμισμού

Είναι στην κορυφή του πύργου στήριξης. Ο ρόλος του είναι να έχει μόνιμα παράλληλα τον άξονα περιστροφής του δρομέα με την διεύθυνση του ανέμου.

- Ηλεκτρικός ηλεκτρονικός πίνακας

Είναι τοποθετημένος στη βάση του πύργου. Περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες ηλεκτρικές, ηλεκτρονικές διατάξεις ώστε να παρακολουθεί και να συντονίζει με ασφάλεια τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας.

- Βάση στήριξης

Αποτελείται από ένα χαλύβδινο σωλήνα. Στηρίζει όλη την διάταξη της ανεμογεννήτριας. Οι διαστάσεις καθορίζονται μετά από μελέτη μηχανικού.

Ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος

Οι ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος κατασκευάζονται για ισχύ 100 W μέχρι 30 KW. Είναι τρίπτερες και έχουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης ασθενούς αιολικού δυναμικού (χαμηλής ταχύτητας ανέμου). Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, το μήκος των πτερυγίων και το είδος της ανεμογεννήτριας.

2.7.1 Προϋποθέσεις για την σωστή εγκατάσταση αιολικού συστήματος μικρής ισχύος

- Να εκτιμηθούν σωστά τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής που θα γίνει η εγκατάσταση.
- Με βάση τα κλιματολογικά δεδομένα να γίνει σωστή επιλογή του τύπου και του μεγέθους της ανεμογεννήτριας.

- Να γίνει σωστή επιλογή της θέσης τοποθέτησης της Α/Γ , με βάση τη μορφολογία του εδάφους και της γύρω περιοχής.
- Ο σωστός υπολογισμός του πύργου (πυλώνα) εγκατάστασης της Α/Γ. Ο υπολογισμός θα πρέπει να γίνεται με βάση τα ακραία στατιστικά και κοποτικά φόρτια. Οι χαλύβδινοι πυλώνες να μελετηθούν και να κατασκευαστούν σύμφωνα με τα αναγνωρισμένα διεθνή πρότυπα.
- Ο σωστός υπολογισμός της θεμελίωσης του πύργου (πυλώνα) της εγκατάστασης.
- Να υπάρχει αξιόπιστο σύστημα ελέγχου και ασφάλειας της λειτουργίας της Α/Γ. Το σύστημα αυτό θα πρέπει να καθορίζει με ακρίβεια τις συνθήκες, κάτω από τις οποίες θα μπορεί να λειτουργεί, η να τίθεται εκτός λειτουργίας με ασφάλεια με Α/Γ.

Εκτίμηση αιολικού δυναμικού

Η σωστή εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας είναι το σημαντικότερο κριτήριο για τον εντοπισμό της θέσης της εγκατάστασης. Τα κριτήρια για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε μια περιοχή είναι :

- Διεύθυνση ανέμου
- Ταχύτητα ανέμου
- Ανατάραξη του ανέμου στην περιοχή
- Στροβιλισμό
- Μεταβολή με το ύψος της ταχύτητας του αέρα

2.7.2 Χρήση μικρών ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος χρησιμοποιούνται σε αυτόνομα, η υβριδικά συστήματα για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Έχουν τη δυνατότητα σύνδεσης στο κεντρικό δίκτυο διανομής, για τη διοχέτευση της ηλεκτρικής ενέργειας που πλεονάζει. Έχουν γίνει αποδεκτές από το κοινωνικό σύνολο, τοποθετούνται σε αγροικίες (σε κήπους, η σε οροφές κατοικιών) , ακόμη κα σε οικιστικές ζώνες, παρέχοντας πράσινη ενέργεια.

Υβριδικά συστήματα με ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος

Το σύστημα αυτό συνδυάζει δυο τουλάχιστον πηγες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα αυτόνομο υβριδικό σύστημα είναι ιδανικό για περιοχές χωρίς πρόσβαση στο βασικό δίκτυο. Για εγκαταστάσεις που βρίσκονται πολύ μακριά από το δίκτυο διανομής, έχουμε συνδυασμό ανεμογεννήτριας , Φ/Β συλλεκτών και ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Σε περίπτωση που είμαστε μακριά από το δίκτυο, το σύστημα πρέπει να περιλαμβάνει και συσσωρευτές αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, για αδιάλειπτη λειτουργία των εγκαταστάσεων που τροφοδοτεί.

2.8 Γεωθερμική ενέργεια

Είναι η εκμετάλλευση της θερμικής ενέργειας της γης και αφορά την ενέργεια των θέρμων νερών, η ατμών που αναβλύζουν μέσα από ηφαιστειακές διόδους, η ρήγματα του υπεδάφους. Η γεωθερμία αποτελεί απεριόριστη πηγή ενέργειας. Με κόστος λειτουργίας χαμηλότερο σε σχέση με άλλα συστήματα.

Όσο προχωράμε προς την επιφάνεια της γης παρατηρούμε αύξηση της θερμοκρασίας. Ο ρυθμός αύξησης της θερμοκρασίας με την αύξηση του βάθους ονομάζεται γεωθερμική βαθμίδα. Η μέση τιμή της γεωθερμικής βαθμίδας είναι 3,3°C ανά 100m. Τα γεωθερμικά συστήματα κατατάσσονται σε χαμηλής, μέσης και υψηλής ενθαλπίας. Ενώ ανάλογα με το βάθος τοποθέτησης του γεωεναλλάκτη σε βάθος γεωθερμία (>400m) και αβαθής γεωθερμία(<400m).

2.8.1 Αβαθής γεωθερμία

Το έδαφος που περικλείει ένα κτήριο έχει αποθηκευμένο ένα μεγάλο απόθεμα θερμικής ενέργειας χαμηλής θερμοκρασίας, που επαναφορτίζεται από τον ήλιο, η τις γειτονικές εδαφικές επιφάνειες. Η αβαθής γεωθερμία βασίζεται στο γεγονός ότι η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή(<25 °C). Μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων τοποθετημένους στο έδαφος εκμεταλλευόμαστε την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας.

2.8.2 Μέρη συστήματος αβαθούς γεωθερμίας

1. Γεωθερμικός εναλλάκτης

Είναι ένα δίκτυο σωληνώσεων που τοποθετείται μέσα στο έδαφος. Η τοποθέτηση αυτή μπορεί να είναι σε οριζόντια διάταξη είτε σε κατακόρυφη διάταξη. Η επιλογή εξαρτάται από την ηλιοφάνεια του τόπου και την έκταση της γης που υπάρχει διαθέσιμη. Μέσα σε αυτούς τους πλήρως στεγανοποιημένους σωλήνες που είναι θαμμένοι κάτω από την γη, κυκλοφορεί υπό πίεση νερό ή νερό και αντιψυκτικό διάλυμα, με την βοήθεια μιας φυγοκεντρικής αντλίας χαμηλής ισχύος. Δια μέσου αυτών των σωληνών και κατά τους χειμερινούς μήνες (θέση θέρμανσης), μεταφέρεται η θερμότητα του εδάφους, προς τον θερμαινόμενο χώρο, ενώ κατά τους θερινούς μήνες απορρίπτεται θερμότητα από το ρευστό που κυκλοφορεί προς το έδαφος. Το ρευστό που κυκλοφορεί μέσα σε αυτούς τους πλαστικούς σωλήνες εναλλάσσει ενέργεια με ένα ψυκτικό μέσο. Η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ αντιψυκτικού και ψυκτικού μέσου γίνεται μέσα στον ανάλογο εναλλάκτη θερμότητας είναι ένα εναλλάκτης θερμότητας δυο ομόκεντρων σωληνών, όπου ο ένας περιέχεται εντός του άλλου.

2. Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Η εκμετάλλευση της αβαθούς γεωθερμίας γίνεται με τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Τα συστήματα αυτά μπορούν να συνδεθούν με το υπέδαφος μέσω του εναλλάκτη και να αποδώσουν 3-5 φορές περισσότερη θερμική-ψυκτική ενέργεια σε σχέση με την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν.

Η πηγή θερμότητας των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας μπορεί να είναι είτε επιφανειακά ύδατα (λίμνες, ποτάμια) είτε ο υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας, η ρευστό που κυκλοφορεί εντός γεωεναλλακτών σε κλειστό κύκλωμα. Η σύνδεση των αντλιών θερμότητας ανάλογα με το βάθος της γεώτρησης και τον τύπο του συστήματος, μπορεί να γίνει με διαφόρους τρόπους.



2.8.3 Συστήματα αβαθούς γεωθερμίας

Στα συστήματα της αβαθούς γεωθερμίας που εφαρμόζονται σε κατοικίες διακρίνονται σε συστήματα ανοικτού τύπου και τα συστήματα κλειστού τύπου. Η χρήση τους έχουν να κάνουν κυρίως με την ψύξη-θέρμανση εσωτερικών χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

1. Συστήματα ανοικτού τύπου

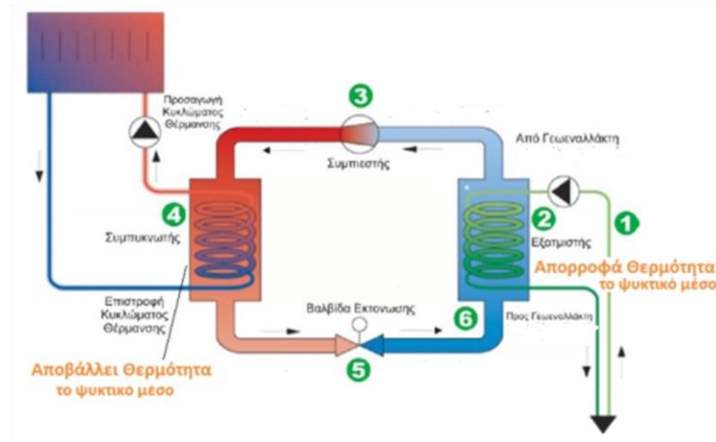
Τα συστήματα ανοικτού κύκλου, χρησιμοποιούν νερό από την γη. Συνήθως αυτό το νερό προέρχεται από μια πηγή, μια λίμνη, ένα ποτάμι. Για να λειτουργήσει σωστά ένα σύστημα ανοικτού κύκλου, χρειάζεται μεγάλες ποσότητες καθαρού νερού. Η εκμετάλλευση του γίνεται μέσω δυο γεωτρήσεων. Η μια αντλεί νερό ενώ η άλλη επιστρέφει το νερό πίσω. Το νερό αυτό όταν χρησιμοποιηθεί επιστρέφεται πίσω στη γη. Στην συνέχεια αυτό το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε χρήση. Τα συστήματα αντλιών θερμότητας ανοικτού κύκλου μεταφέρουν την θερμότητα από μια πηγή νερού προς τον αέρα που κυκλοφορεί για τον κλιματισμό ενός χώρου, και αντίστροφα. Κατά τη διάρκεια της θέρμανσης, η θερμότητα μεταφέρεται από την πηγή του νερού προς τον κλιματιζόμενο χώρο, ενώ κατά την

διάρκεια της ψύξης, η θερμότητα αφαιρείται από τον κλιματιζόμενο χώρο και απορρίπτεται στο νερό.

2. Συστήματα κλειστού τύπου

Τα συστήματα κλειστού κύκλου ξαναχρησιμοποιούν το ίδιο ρευστό μεταφοράς της θερμότητας, το οποίο κυκλοφορεί μέσα σε υπόγειους πλαστικούς σωλήνες, οι οποίοι περνάνε κάτω από το έδαφος, η μέσα από μια πηγή, η λίμνη νερού. Τα συστήματα κλειστού κύκλου χρησιμοποιούνται όπου απαγορεύεται για περιβαλλοντικούς λόγους η χρησιμοποίηση συστημάτων ανοικτού κύκλου, η όπου δεν υπάρχει αρκετό νερό για την στήριξη ενός συστήματος ανοικτού κύκλου.

2.8.4 Περιγραφή ψυκτικού κύκλου γεωθερμικής αντλίας



Σημείο 1 : Μέσα στον βρόχο του γεωναλλάκτη το ψυκτικό ρευστό απορροφά την θερμότητα του εδάφους η του υδάτινου πόρου.

Σημείο 2 : Το ψυκτικό ρευστό έρχεται σε επαφή με άλλο κλειστό κύκλωμα μέσα στον εξατμιστή. Εκεί το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται σε αέρια μορφή, χαμηλής θερμοκρασίας.

Σημείο 3 : Με υψηλή πίεση συμπιέζεται το ψυκτικό μέσο μέσα στον συμπυκνωτή αυξάνοντας την πίεση και θερμοκρασία. Η θερμότητα μεταφέρεται στο κύκλωμα διανομής του θερμαινόμενου χώρου έτσι ώστε να θερμανθεί ο χώρος.

Σημείο 4 : Το ψυκτικό μέσο επανέρχεται σε υγρή μορφή και ξαναχρησιμοποιείται επαναλαμβάνοντας τον ψυκτικό κύκλο.

2.9 Βιομάζα

Η βιομάζα είναι η ποιο παλιά μορφή ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο. Ο όρος βιομάζα περιλαμβάνει κάθε προϊόν φυτικής και ζωικής προέλευσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, όπως τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα. Σε περίπτωση που η βιομάζα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας μιλάμε για στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα.

Η βιομάζα θεωρείται ουδέτερη ως προς το Co₂ που προκαλείται κατά την καύση. Ο όρος αυτός σημαίνει ότι έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα κατά την καύση, διότι δεσμεύεται από τα φυτά για την παραγωγή βιομάζας και έτσι δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

2.9.1 Στερεά καύσιμα

Στον οικιακό τομέα χρησιμοποιούμε την βιομάζα σε στερεή μορφή κυρίως για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Η στερεή βιομάζα χρησιμοποιείται σε δυο μορφές:

1. Ακατέργαστη μορφή

Καυσόξυλα : οποιαδήποτε μορφή ξυλείας η οποία δεν έχει υποστεί καμία επεξεργασία. Τα καυσόξυλα μπορεί να είναι είτε ξερά , είτε να περιέχουν υγρασία. Η ύπαρξη της υγρασίας προκαλεί ατελής καύση.

2. Επεξεργασμένη μορφή

Πυρηνόξυλα : ιξώδες υπόλειμμα που προκύπτει απομακρύνοντας την υγρασία και του εναπομείναντος ελαίου από την ημιστερεή πάστα που παρέμεινε από την παραγωγή ελαιολάδου.

Συσώματα βιομάζας (pellets) : τυποποιημένο συμπιεσμένο προϊόν κυλινδρικής διατομής που παρασκευάζεται από υπολείμματα ξύλου δασικής η αγροτικής βιομάζας η πριονίδια που προέρχονται από βιοτεχνίες ξύλου.

Θρύμματα ξύλου : μικρά τεμάχια ξύλου μήκους 5-50 mm

2.9.2 Καύση στερεών καυσίμων

Η καύση των στερεών καυσίμων για την παραγωγή θέρμανσης, η ζεστού νερού χρήσης πραγματοποιείται με τα παρακάτω συστήματα :

1. Ενεργειακά τζάκια

Είναι τζάκια κλειστού τύπου με υψηλή απόδοση καύσης. Λόγω του ότι η καύση γίνεται σε κλειστή εστία και υπάρχει ελεγχόμενη καύση έχουμε υψηλότερες θερμοκρασίες. Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουμε βαθμούς απόδοσης από 60 έως και 80% . Τα ενεργειακά τζάκια μεταδίδουν την θερμότητα με διάφορους τρόπους

στο χώρο. Μπορούν να μεταδώσουν την θερμότητα με φυσική κυκλοφορία ή με μηχανικά ελεγχόμενη κυκλοφορία στον χώρο. Από την άλλη μπορούν να συνδεθούν με τα θερμαντικά σώματα και να κατανέμουν την θερμότητα σε όλο το σπίτι.



2. Λέβητες στερεών καύσιμων

Είναι κατασκευασμένοι συνήθως από χάλυβα. Διαθέτουν φυσητήρα, όπου ελέγχεται από ηλεκτρονικό πίνακα έτσι ώστε να εξασφαλίζει ομαλή καύση. Ο λέβητας διαθέτει θύρα η οποία ανοίγει προκειμένου να τοποθετηθεί η καύσιμη υλη. Στο εσωτερικό του λέβητα υπάρχουν σχάρες φτιαγμένες από χυτοσίδηρο με διάκενα έτσι ώστε να περνά αέρας και να πραγματοποιείται η καύση. Οι λέβητες στερεών καύσιμων είναι κατασκευασμένοι να δουλεύουν με ορισμένους τύπους καύσιμου.



Κεφάλαιο 3

Μελέτη

Περίληψη κεφαλαίου

Εδώ αναφέρονται οι προτάσεις που γίνονται σε μια μέση κατοικία έτσι ώστε να είναι φιλικότερη προς το περιβάλλον. Γίνονται διάφοροι υπολογισμοί έτσι ώστε να δικαιολογηθούν οι επιλογές που γίνονται. Τέλος περιλαμβάνεται μια τεχνοοικονομική μελέτη έτσι ώστε να είναι η μελέτη ολοκληρωμένη και να θεωρούνται συμφέρουσες οι επιλογές.

3.1 Παρουσίαση κατοικίας

Κατοικία 65 m² 1^{ου} ορόφου είναι κτισμένη το 1973 και βρίσκεται στο Ρέθυμνο σε υψόμετρο 330 m θέλει να ανακαινιστεί ενεργειακά. Η τοιχοποιία είναι με μονή οπτοπλινθοδομή με επίχρισμα και από τις 2 πλευρές. Η οροφή είναι μονωμένη και υπάρχει ηλιακός θερμοσίφωνας 150 lt για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Οι υαλοπίνακες είναι μονοί με μεταλλικό πλαίσιο. Την θέρμανση αναλαμβάνει ένας καυστήρας πετρελαίου με βαθμό απόδοσης 92 %. Σκοπός είναι η εν λόγω κατοικία να ανακαινιστεί ενεργειακά έτσι ώστε να είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.

Μέρος 1^ο

3.2 Θερμικές απώλειες

Η Ελλάδα είναι χωρισμένη σε 4 κλιματικές ζώνες ξεκινώντας από τις θερμότερες προς τις ψυχρότερες περιοχές.

Κλιματική ζώνη	Νομοί
A	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου , Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας και Ιθάκης, Κύθηρα και νησιά Σαρωνικού(Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
B	Αττικής εκτός (Κυθήρων και νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
Γ	Αρκαδίας(ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σερρών, (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Σε περίπτωση που βρισκόμαστε σε περιοχή με υψόμετρο πάνω των 500m πηγαίνουμε στην επομένη κλιματική ζώνη.

Παρακάτω περιγράφεται η μεθοδολογία υπολογισμού θερμικών απωλειών.

Μεθοδολογία υπολογισμού θερμικών απωλειών

Για τον υπολογισμό θερμικών απωλειών $Q_{ολ}$ χωρίζουμε τις απώλειες σε θερμικές απώλειες, που οφείλονται στη ροή θερμότητας μέσα από στερεά τοιχώματα Q_s και σε είσοδο Q_a νωπού αέρα.

$$Q_{ολ} = Q_s + Q_a \text{ (Watt)}$$

Απώλειες από στερεά τοιχώματα Q_s

Μέσα από στερεά τοιχώματα η ροή υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση που εκφράζει την θερμική διαπερατότητα του.

$$Q_s = U \cdot A \cdot \Delta t \text{ (Watt)}$$

U: Συντελεστής θερμοπερατότητας ($W/m^2 K$)

A: Εμβαδόν επιφάνειας (m^2)

Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (K)

Απώλειες από είσοδο νωπού αέρα Q_a

Είναι το δεύτερο μέρος των απωλειών. Οι απώλειες αυτές οφείλονται στην είσοδο νωπού αέρα είτε από χαραμάδες των ανοιγμάτων, είτε από το άνοιγμα παράθυρου, είτε από το άνοιγμα κάποιας πόρτας.

$$Q_a = (\alpha \cdot l_{εξ}) \cdot R \cdot H \cdot Z \cdot \Delta T \text{ (Watt)}$$

Όπου

α : Συντελεστής διείσδυσης αέρα

$l_{εξ}$: Περίμετρος ανοίγματος (m)

R : Συντελεστής διεισδυτικότητας

H : Συντελεστής προσβολής ανέμου

Z : Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων με κανονική τιμή $Z=1$. Όταν έχουμε στον χώρο γωνιακά παράθυρα $Z=1,2$

Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (εσωτερικού εξωτερικού χώρου) (K)

Συντελεστής διείσδυσης αέρα α

Υλικό	Είδος ανοίγματος	α
Άνοιγμα ξύλινο η πλαστικό	Απλό	3,0
	Διπλό	2,0
Άνοιγμα μεταλλικό	Απλό	1,5
	Διπλό	1,2
Εσωτερική πόρτα	Στεγανή	1,5
	Μη στεγανή	4,0

Συντελεστής διεισδυτικότητας R

Υλικό	Εσωτερικές πόρτες	Fa/fn	R
Ξύλο η πλαστικό	Μη στεγανές	< 3,0	0,9
	Στεγανές	< 1,5	0,9
Μέταλλο	Μη στεγανές	< 6,0	0,9
	Στεγανές	< 2,5	0,9
Ξύλο η πλαστικό	Μη στεγανές	Από 3 έως 9	0,7
	Στεγανές	Από 1,5 έως 3	0,7
Μέταλλο	Μη στεγανές	Από 6 έως 20	0,7
	Στεγανές	Από 2,5 έως 6	0,7

Συντελεστής προσβολής ανέμου H

Τοποθεσία	Θέση	Συνεχόμενα κτήρια	Μεμονωμένο κτήριο
Συνήθης περιοχή από πλευράς ισχύος πνοής ανέμων	Προστατευμένη	0,24	0,34
	Εκτεθειμένη	0,41	0,58
	Ασυνήθιστα εκτεθειμένη	0,60	0,84
Περιοχή με ισχυρούς ανέμους	Προστατευμένη	0,41	0,58
	Εκτεθειμένη	0,60	0,84
	Ασυνήθιστα εκτεθειμένη	0,82	1,14
	Εξαιρετικά εκτεθειμένη	1,04	1,45

Στάδια ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας

Για να ελεγχτεί ένα κτήριο ως προς την θερμομονωτική επάρκεια το πρώτο βήμα είναι να υπολογιστούν ανταλλαγές θερμότητας του κτηρίου προς το περιβάλλον. Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών, αδιαφανών στοιχείων. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με βάση τον συντελεστή θερμοπερατότητας σε δυο στάδια.

- Έλεγχος συντελεστή θερμοπερατότητας U δομικών στοιχείων

Στο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επιμέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου δεν θα πρέπει να ξεπερνά τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού (U_{max})

$U_{ex} < U_{max}$

Μέγιστα επιτρεπόμενα όρια για την α κλιματική ζώνη με βάση τον ΚΕΝΑΚ

Πίνακας 3.4α ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστο επιτρεπόμενο όριο W/m^2K
Οροφή	U_{op}	0.5
Εξωτερικοί τοίχοι	$U_{τοιχ}$	0.6
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	$U_{δαπ}$	1.2
Ανοίγματα	$U_{αν}$	3.2

$U_{ex} < U_{max}$

- Έλεγχος μέγιστης τιμής μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m .

Αποτελεί το δεύτερο μέρος ελέγχου. Για να ικανοποιείται ο κανονισμός θα πρέπει η τιμή U_m να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου μέσου συντελεστή $U_{m,max}$, που λαμβάνεται βάση του λόγου A/V . Ο λόγος αυτός υπολογίζεται αν λάβουμε υπόψη όλες τις εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτηρίου, είτε έρχονται σε επαφή με έδαφος, η σε χώρο με μικρότερη θερμοκρασία.

ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017 πίνακας 3.3β

Λόγος A/V (m^{-1})	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{m,max}$			
	A ζώνη	B ζώνη	Γ ζώνη	Δ ζώνη
$\leq 0,2$	1,25	1,13	1,04	0,95
0,3	1,17	1,05	0,96	0,88

0,4	1,10	0,99	0,91	0,83
0,5	1,04	0,93	0,86	0,78
0,6	0,98	0,89	0,81	0,73
0,7	0,92	0,83	0,76	0,68
0,8	0,86	0,77	0,71	0,63
0,9	0,80	0,73	0,65	0,59
≥1	0,77	0,69	0,62	0,55

Συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμού

Λόγω της διαφορετικής επίδρασης των επιμέρους συνθηκών στα τοιχώματα έχουμε προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού.

Προσανατολισμός	Προσαύξηση (%)
B, BA, ΒΔ	+5
Δ, Α	0
N, NA, ΝΔ	-5

Συντελεστής προσαύξησης λόγω διακοπόμενης λειτουργίας ZD

Οφείλεται στο γεγονός ότι η εγκατάσταση δεν λειτουργεί συνεχώς. Έτσι για να καλυφτεί η διαφορά είναι αναγκαίο να υπάρχει αυξημένο κατά ένα ποσοστό προσαύξηση.

Λειτουργία ανά 24ωρο	Τιμές D			
	0,1-0,3	0,3-0,7	0,7-1,5	>1,5
1 (Συνεχής λειτουργία)	7	7	7	7
2 (12-16 ώρες)	20	15	15	15
3 (8-12 ώρες)	30	25	20	15

$$D = \frac{Q_0}{F \cdot (t_i - t_o)}$$

Όπου Q₀ : Οι απώλειες χώρου χωρίς προσαυξήσεις

F: Εμβαδόν των επιφανειών χώρων ασχέτως αν είναι τοίχοι δάπεδα ανοίγματα η οροφές.

3.4 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας

3.4.1 Βασικές σχέσεις

Στους υπολογισμούς μας θεωρούμε την ροή θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου ως μονοδιάστατο μέγεθος και με διεύθυνση κάθετη ως προς το δομικό

στοιχείο. Η αντίσταση που θα προβάλλει μια ομοιογενής στρώση υπολογίζεται από τον τύπο.

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

Σε ένα σύνολο θερμικών αντιστάσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου που αποτελείται από ομοιογενής στρώσεις υλικών, υπολογίζεται η αντίσταση θερμοδιαφυγής R_{λ} που προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης.

$$R_{\lambda} = \sum_{j=1}^n d_i / \lambda_i$$

3.4.2 Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου η στρώσεων δίνεται από τον τύπο

$$U = \frac{1}{R_i + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_a} \text{ (W/m}^2 \text{ K)}$$

Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών επιφανειών

Στην περίπτωση κτιρίων που η οικοδομική άδεια εκδόθηκε πριν από την ημερομηνία έκδοσης του ΚΕΝΑΚ και ο υαλοπίνακας δεν συνοδεύεται από αντίστοιχα πιστοποιητικά, η δεν αναγράφονται θερμοφυσικές ιδιότητες μπορούμε να πάρουμε τις παρακάτω τιμές από τους πίνακες της ΤΟΤΕΕ.

Τύπος υαλοπίνακα

Πίνακας 3.8β ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017

Τύπος υαλοπίνακα	$U_g \text{ (W/(m}^2 \text{ * K))}$
Μονός υαλοπίνακας	5,7
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,3
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,8
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6 mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon=0$)	2,6
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12 mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon=0$)	1,8
Υαλότουβλα	3,5

Τύπος πλαισίου

Πίνακας 3.9 ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017

Τύπος πλαισίου	Uf (W / (m ² * K))
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,5
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,8
Συνθετικό πλαίσιο	2,8
Ξύλινο πλαίσιο	2,2

$$U_w = \frac{A_f * U_f + A_g * U_g + I_g * \Psi_g}{A_w}$$

Όπου

U_w : συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος (W/m²* K)

U_f: συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος (W/m² *K)

A_f: η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος (m²)

A_g : η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος (m²)

A_w : το εμβαδόν της επιφάνειας του κουφώματος (m²)

I_g: το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα (m)

Ψ_g: Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (W/m*K)

Σημείωση στην περίπτωση αυτήν το **Ψ_g=0**. Από την οδηγία του KENAK οι περιπτώσεις που τα κουφώματα έχουν μονό υαλοπίνακα το ψ_g=0. Επίσης όταν το κούφωμα είναι με διπλό υαλοπίνακα χωρίς διακοπή το ψ_g είναι πολύ μικρό και γι αυτό αγνοείται. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις το ψ_g λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα 3.10 ΤΟΤΕΕ.

3.10 ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα υαλοπινάκων Ψ _g (W/mK)	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11

Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

Λοιπά στοιχεία μελέτης

Εκτός από τον υπολογισμό των θερμικών φορτίων μια ενεργειακή μελέτη κτηρίου θα πρέπει να συνοδεύεται και από τον υπολογισμό των παρακάτω στοιχείων.

Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία

$$g_w = g_{gl}(1 - F_f)$$

Όπου

F_f : Ποσοστό του πλαισίου στο κούφωμα (A_f/A_w).

g_{gl} : Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα

3.17 ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017

Τύπος υαλοπίνακα	g	g_{gl}
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68
Γαλότουβλα	0,30	0,27

3.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

Παρακάτω ακολουθούν οι πίνακες όπου περιέχουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία και υπολογισμούς που χρειάζονται. Υπολογίζονται οι απώλειες μαζί με τις προσαυξήσεις σε (Watt). Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για κάθε χώρο ξεχωριστά. Αυτοί οι πίνακες έχουν συμπληρωθεί με βάση τις τιμές που έχουν υπολογιστεί για να πληρούν τον κανονισμό του ΚΕΝΑΚ.

Υπολογισμός εξωτερικής θερμοκρασίας

Από πίνακα έχουμε υψόμετρο σταθμού στο Ρέθυμνο 16m και εξωτερική θερμοκρασία +3°C

Η εξωτερική θερμοκρασία υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο.

$$T_{\text{εξ}} = T_{\text{οταθμού}} - \frac{\text{Υψομετρο σπιτιου} - \text{υψομετρο σταθμου}}{100m} * 0,7^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_{\text{εξ}} = 0,8^{\circ}\text{C}$$

3.6 Θερμικές απώλειες πριν τις παρεμβάσεις

Συντελεστής U εξωτερικής τοιχοποιίας πριν την μόνωση

Εξωτερικός τοίχος με σοβά και στις 2 πλευρές

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Πάχος στρώσεων d (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/m k)	Θερμική αντίσταση d/λ (m ² *K/W)
1	Επίχρισμα	1800	0.02	0.87	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή	1500	0.09	0.51	0.17
3	επίχρισμα	1800	0.02	0.87	0.023
					R_λ=0.22

Δομικό στοιχείο	Εσωτερικός συντελεστής αντίστασης Ri (m ² *K/W)	Εξωτερικός συντελεστής αντίστασης Ra (m ² *K/W)	Roλ (m ² *K)/W	Υτοιχ (W/m ² K)
Εσωτερικοί τοίχοι, παράθυρα προς εξωτερικό αέρα	0.13	0.04	0,39	2,56

Άνοιγμα	Διάσταση ανοίγματος (m)	Διάσταση υαλοπίνακα (m)	Aw (m ²)	Ag (m ²)	Af=Aw-Ag (m ²)	Uw (W/m ² k)
A1	1,2x1,2	1x1	1,44	1	0,44	6,09
A2	2x1	1,77x0,77	2	1,36	0,64	6,11
A3	1x0,8	0,7x0,72	0,96	0,5	0,46	6,32
A4	0,5x0,65	0,6x0,46	0,3	0,27	0,03	5,83

Άνοιγμα	Ποσοστό πλαισίου Ff (%)	g	ggl	gw Κουφώματος
A1	30,55	0,85	0,765	0,53
A2	32	0,85	0,765	0,52
A3	47,91	0,85	0,765	0,39
A4	10	0,85	0,765	0,68

3.7 Θερμικά και ψυκτικά φορτία μετά τις παρεμβάσεις

Μόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ (kg/m ³)	Πάχος στρώσεων d (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/m*K)	Θερμική αντίσταση d/ λ (m ² *K/W)
1	Επίχρισμα	1800	0.02	0.87	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή	1500	0.09	0.51	0.17
3	επίχρισμα	1800	0.02	0.87	0.023
4	Εξηλασμένη πολυστερίνη		0,03	0,031	1,29
5	Επίχρισμα		0,02	0,87	0,023
				R_λ	1,21

α/α	Δομικό στοιχείο	Εσωτερικός συντελεστής αντίστασης Ri (m ² *K/W)	Εξωτερικός συντελεστής αντίστασης Ra (m ² *K/W)	R _{ολ} m ² *K/W	Υτοιχ W/ m ² K
1	Εσωτερικοί τοίχοι, παράθυρα προς εξωτερικό αέρα	0.13	0.04	1,69	0,59

Τα κουφώματα θα αντικατασταθούν με καινούργια με διπλό υαλοπίνακα τα όποια θα έχουν Uf=2,8 και Ug=3,3

Άνοιγμα	Διάσταση ανοίγματος (m)	Διάσταση υαλοπίνακα (m)	Αριθμός φυλων	A _w (m ²)	A _g (m ²)	A _f =A _w -A _g (m ²)	U _w (W/m ² k)
A1	1,2x1,2	0,4x0,8	2	1,44	0,64	0,8	3,02
A2	2x1	0,2x0,6	1	2	0,12	1,88	2,83
A3	1x0,8	0,3x0,6	2	0,8	0,36	0,44	3,02
A4	0,5x0,65	0,3x0,40	1	0,3	0,12	0,16	3,14

Άνοιγμα	Ποσοστό πλαισίου Ff= (A _f /A _w) (%)	g	ggl	G _w Κουφώματος
A1	55,55	0,67	0,603	0,268
A2	94	0,67	0,603	0,036
A3	62,5	0,67	0,603	0,22
A4	57,14	0,67	0,603	0,25

3.7.1 Ψυκτικά φόρτια

Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων θα γίνει με την μέθοδο CLTD/CLF της ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers).

Εξωτερικά φόρτια

Είναι η θερμότητα που προέρχεται από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου (τοιχοι, κουφώματα).

Αθροίζω την θερμότητα Εξωτερικά φόρτια (τοίχοι ,δάπεδα οροφές ,κουφώματα κτλ) και αποτελείται από το ηλιακό φορτίο και το φορτίο αγωγιμότητας.

Εσωτερικά φόρτια

Είναι το ψυκτικό φορτίο που παράγεται εσωτερικά (μέσα στον χώρο)

Η προέλευση αυτών των φορτίων προέρχεται από :

- Από τα άτομα
- Το φωτισμό
- Τις ηλεκτρικές συσκευές

Στην συνέχεια ακολουθούν οι απαραίτητοι υπολογισμοί που απαιτούνται για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων.

Υπολογισμός θερμοκρασιών απαιτούμενων θερμοκρασιών

ΤΟΤΠΕΕ 20701-3-2010 Πινάκας 3.1 μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ωρου Ρέθυμνο

Μήνας	Θερμοκρασία °C	Μήνας	Θερμοκρασία °C
Ιανουάριος	12,8	Ιούλιος	26,9
Φεβρουάριος	12,9	Αύγουστος	26,8
Μάρτιος	14,2	Σεπτέμβριος	24,2
Απρίλιος	17,1	Οκτώβριος	20,6
Μάιος	20,7	Νοέμβριος	17,3
Ιούνιος	24,9	Δεκέμβριος	14,5
Μέση ετήσια θερμοκρασία $t_{min}=232,9/12= 19,4$ °C			

ΤΟΤΤΕΕ 20701-3-2010 Πινάκας 3.3 μέση μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία Ρέθυμνο

Μήνας	Θερμοκρασία °C	Μήνας	Θερμοκρασία °C
Ιανουάριος	15,5	Ιούλιος	29,9
Φεβρουάριος	15,7	Αύγουστος	29,8
Μάρτιος	17,2	Σεπτέμβριος	27,5
Απρίλιος	20,4	Οκτώβριος	24
Μάιος	24,2	Νοέμβριος	20,4
Ιούνιος	28,2	Δεκέμβριος	17,2
Μέση ετήσια μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος $t_{max}= 270/12=22,5$ °C			

Επομένως η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας t_{dr} του αέρα θα είναι $(22,5-19,4)*2 \Rightarrow t_{dr}= 6,2$ °C

Η μέση θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα υπολογίζεται από την σχέση

$$t_m = (t_{max} + t_{min}) / 2$$

$$t_m = (22,5 + 19,4) / 2 =$$

$$t_m = 20,95$$
 °C

Εξωτερικές οροφές (αισθητό φορτίο)

$$Q_s = U_{or} * A_{or} * CLTD_{cor}$$

Όπου

U_{or} : συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής ($U_{or}=0,5$ W/m².K)

A_{or} : συνολικό εμβαδόν οροφής ($A=65$ m²)

Όπου ο $CLTD_{cor}$ για μη πρότυπες συνθήκες υπολογίζεται από τη σχέση

$$CLTD_{corr} = [(CLTD + LM) * K + (25,5 - t_i) + (t_m - 29,4)] * f$$

Όπου

$CLTD$: Η μέγιστη τιμή του πίνακα που διαλέξαμε (από παρακάτω πίνακα)

Πίνακας τιμών του συντελεστή ψυκτικού φορτίου $CLTD$ για διαφορετικούς τύπους **οροφής χωρίς ψευδοροφή ανά 24ωρο** (πηγή ASHRAE)

Από τους 13 τύπους οροφής επιλέγουμε οροφή δώματος βατή $U=0,6$ W/m².K

Ηλιακός χρόνος												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Τιμή CLTD	19	17	16	14	12	11	9	8	7	8	8	10
Ηλιακός χρόνος												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Τιμή CLTD	12	15	18	20	22	24	25	26	25	24	22	21

LM: διόρθωση του γεωγραφικού πλάτους και του μήνα, για το συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος που βρίσκεται το κτήριο και για τον συγκεκριμένο μήνα στον οποίο γίνεται ο υπολογισμός.

Πίνακας διορθωτικού συντελεστή LM, για διαφορετική θέση και χρονική στιγμή υπολογισμού σε σχέση με τα πρότυπες συνθήκες σχεδιασμού (πηγή ASHRAE)

Γ.Π	Μήνας	Οριζόντιο
32°	Δεκέμβριος	-9,4
	Ιανουάριος / Νοέμβριος	6,7
	Φεβρουάριος / Οκτώβριος	-5,6
	Μάρτιος / Σεπτέμβριος	-2,8
	Απρίλιος / Αύγουστος	-0,6
	Μάιος / Ιούλιος	0,6
	Ιούνιος	1,1

K: συντελεστής που έχει σχέση με το χρώμα της οροφής. K=1 όταν έχουμε οροφές σκούρου χρώματος η οροφές που βρίσκονται σε βιομηχανικές περιοχές

Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου $t_i=24^{\circ}\text{C}$,

Μέση θερμοκρασία εξωτερικού αέρα $t_m=20,95^{\circ}\text{C}$

f: συντελεστής που εξαρτάται αν υπάρχει ροή αέρα από την οροφή (αεραγωγοί, ανεμιστήρες κλπ) στην περίπτωση μας δεν υπάρχει ροή έτσι ο συντελεστής $f=1$.

Πίνακας υπολογισμού ψυκτικού φορτίου οροφής

Μήνας	Μεγίστη τιμή CLTD (K)	Διορθωτικός συντελεστής LM	CLTD _{cor}	Q _{s,οροφής} (W)
Ιανουάριος	26	6,7	9,65	313,62
Φεβρουάριος	26	-5,6	13,45	437,12
Μάρτιος	26	-2,8	16,25	528,12
Απρίλιος	26	-0,6	18,45	599,62
Μάιος	26	0,6	19,65	638,62
Ιούνιος	26	1,1	20,15	654,87
Ιούλιος	26	0,6	19,65	638,62
Αύγουστος	26	-0,6	18,45	599,62
Σεπτέμβριος	26	-2,8	16,25	528,12
Οκτώβριος	26	-5,6	13,45	437,12
Νοέμβριος	26	6,7	25,75	836,87
Δεκέμβριος	26	-9,4	9,65	313,62

Εξωτερική τοιχοποιία

$$\dot{Q}_{s,τοιχ} = U_{τοιχ} \cdot A_{τοιχ} \cdot CLTD_{cor} \text{ (Watt)}$$

U_{τοιχ}: συντελεστής θερμοπερατότητας τοιχοποιίας (U= 0,59 W/m².K)

A_{τοιχ}: συνολικό εμβαδόν τοιχοποιίας (βόρειος προσανατολισμός A_{βορ}=20,8m², ανατολικός προσανατολισμός A_{αν}=20,7 m², δυτικός προσανατολισμός A_{δυτ}=19,96m², νότιος προσανατολισμός A_{νοτ}=27,3 m²)

Όπου

$$CLTD_{cor} = [(CLTD + LM) \cdot K + (25,5 - t_i) + (t_m - 29,4)] \cdot f$$

Όπου

CLTD: Η μέγιστη τιμή εμφανίζεται ανάλογα την κατηγορία και τον προσανατολισμό της κάθε τοιχοποιίας

Πίνακας για την τιμή της CLTD για συγκεκριμένο τύπο τοιχοποιίας (κατηγορία F) συγκεκριμένη ώρα και συγκεκριμένο προσανατολισμό (για βόρειο CLTD=13K, για ανατολικό CLTD=25K, για νότιο CLTD=22K, για δυτικό CLTD=33K (πηγή ASHRAE)

Προσαν.	Ηλιακός χρόνος											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B	4	3	3	2	1	1	1	2	3	4	5	6
A	6	4	3	2	1	1	3	9	16	21	24	25
N	6	4	3	2	2	1	1	1	2	4	7	11
Δ	9	7	6	4	3	2	2	2	2	3	4	6
Προσαν.	Ηλιακός χρόνος											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
B	8	9	11	12	12	13	13	13	11	9	7	6
A	24	22	20	19	18	17	15	13	12	9	8	7
N	15	19	21	22	21	19	17	14	12	10	8	7
Δ	8	11	16	22	27	32	33	30	24	19	15	12

LM: Διόρθωση γεωγραφικού πλάτους και του μήνα, για το συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος που βρίσκεται το κτήριο

Πίνακας τιμές διορθωτικού συντελεστή LM, για γεωγραφικό πλάτος 32° (πηγή ASHRAE)

Γ.Π	Μήνας	B	A/Δ	N
32°	Δεκέμβριος	-2.8	-4,4	6,7
	Ιανουάριος / Νοέμβριος	-2.8	-4,4	5
	Φεβρουάριος / Οκτώβριος	-2.2	-2,2	6,1
	Μάρτιος/ Σεπτέμβριος	-1.7	-1,1	3,9
	Απρίλιος/ Αύγουστος	-1.1	0	0,6
	Μάιος /Ιούλιος	0,6	0	-1,7
	Ιούνιος	0,6	0	-2,2

K: Ο συντελεστής που έχει σχέση με το χρώμα του τοίχου K=0,63 για ανοιχτόχρωμους τοίχους.)

Πίνακας υπολογισμού ψυκτικού φορτίου τοιχοποιίας

Μήνας	QS,τοιχ Βόρειο (W)	QS,τοιχ Ανατολικό (W)	QS,τοιχ Δυτικό (W)	QS,τοιχ Νότιο (W)
Ιανουάριος	-6,43	73,61	130,34	162,03
Φεβρουάριος	-1,79	90,54	146,66	173,19
Μάρτιος	2,07	99,01	154,82	150,87
Απρίλιος	6,71	107,47	162,98	117,38
Μάιος	19,85	107,47	162,98	94,04
Ιούνιος	19,85	107,47	162,98	88,97
Ιούλιος	19,85	107,47	162,98	94,04
Αύγουστος	6,71	107,47	162,98	117,38
Σεπτέμβριος	2,07	99,01	154,82	150,87
Οκτώβριος	-1,79	90,54	146,66	173,19
Νοέμβριος	-6,43	73,61	130,34	162,03
Δεκέμβριος	-6,43	73,61	130,34	179,28

Υαλοπίνακες (τζάμια, μπαλκονόπορτες)

Το ψυκτικό φορτίο ενός χώρου διαμέσου των εξωτερικών ανοιγμάτων (παράθυρο η μπαλκονόπορτα) χωρίζεται σε δυο κατηγορίες, το ψυκτικό φορτίο από αγωγιμότητα (αισθητό φορτίο) και το ψυκτικό φορτίο από μεταφερόμενη η αναρροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία διαμέσου του υαλοπίνακα (αισθητό φορτίο)

Ψυκτικό φορτίο από αγωγιμότητα

$$\dot{Q}_{\text{σανοιγ,αγωγ}} = U_{\text{ανοιγ}} \cdot A_{\text{ανοιγ}} \cdot CLTD_{\text{cor}} \text{ (Watt)}$$

U_{ανοιγ}: συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος (U= 3,2 W/m².K)

A_{ανοιγ}: συνολικό εμβαδόν ανοίγματος (βόρειος προσανατολισμός A=0,8m², ανατολικός προσανατολισμός A_{αν}=4,88 m², δυτικός προσανατολισμός A=3,18m²)

Διορθωμένη τιμή CLTD

$$CLTD_{\text{cor}} = (CLTD) + (25,5 - t_i) + (t_m - 29,4)$$

Όπου

CLTD: από πίνακα (τιμές της CLTD για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου (θερμικά κέρδη) από αγωγιμότητα επιλέγουμε για την ώρα που παρουσιάζεται η μέγιστη τιμή της CLTD (15-16 με CLTD=8K).

Πίνακα τιμών του CLTD για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου (θερμικά κέρδη) από αγωγιμότητα διαμέσου των υαλοπινάκων (πηγή ASHRAE).

Ηλιακός χρόνος	Τιμές CLTD	Ηλιακός χρόνος	Τιμές CLTD
1	1	13	7
2	0	14	7
3	-1	15	8
4	-1	16	8
5	-1	17	7
6	-1	18	7
7	-1	19	6
8	0	20	4
9	1	21	3
10	2	22	2
11	4	23	2
12	5	24	1

Σημείωση: οι τιμές CLTD του παραπάνω πίνακα που πήραμε για να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο από αγωγή, είναι ανεξάρτητες από τον προσανατολισμό του ανοίγματος. Αυτό οφείλετε στο ότι δεν συνυπολογίζεται το ψυκτικό φορτίο λόγω ηλιακής ακτινοβολίας.

Πίνακας υπολογισμού ψυκτικού φορτίου από αγωγιμότητα μέσω των υαλοπινάκων

Μήνας	QSανοιγ,αγωγ Βόρειο (W)	QSανοιγ,αγωγ Ανατολικό (W)	QSανοιγ,αγωγ Δυτικό (W)
Ιανουάριος	2,68	16,39	10,68
Φεβρουάριος	2,68	16,39	10,68
Μάρτιος	2,68	16,39	10,68
Απρίλιος	2,68	16,39	10,68
Μάιος	2,68	16,39	10,68
Ιούνιος	2,68	16,39	10,68
Ιούλιος	2,68	16,39	10,68
Αύγουστος	2,68	16,39	10,68
Σεπτέμβριος	2,68	16,39	10,68
Οκτώβριος	2,68	16,39	10,68
Νοέμβριος	2,68	16,39	10,68
Δεκέμβριος	2,68	16,39	10,68

Ψυκτικό φορτίο από ηλιακή ακτινοβολία (αισθητό φορτίο)

$$\dot{Q}_{s, \text{ανοιγ}, \eta\lambda, \text{ακτ}} = A_{\text{ανοιγ}} \cdot SC \cdot SHGF \cdot CLF$$

Όπου

SC: αδιάστατος συντελεστής σκίασης του εξωτερικού ανοίγματος που εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το είδος της εσωτερικής σκίασης

Από τον πίνακα παρακάτω πίνακα επιλέγουμε το συντελεστή σκίασης SC ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα. Για το συγκεκριμένο υαλοπίνακα που επιλέξαμε να αντικαταστήσουμε μετά τις παρεμβάσεις θα έχουμε $SC=0,88$

Περιγραφή υαλοπίνακα	Αριθμός υαλοπινάκων	Πάχος υαλοπίνακα	Συντελεστής SC
Διαφανής	2	2,4-4,8	0,88

SHGF: είναι το μέγιστο θερμικό κέρδος σε W/m^2 με την τιμή του να επιλέγεται από σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος του κτηρίου, το μήνα υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου και τον προσανατολισμό του εξωτερικού ανοίγματος.

Πινάκας μέγιστου συντελεστές ηλιακών κερδών SHFG για μη σκιασμένους υαλοπίνακες σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη (W/m^2) (πηγή ASHRAE)

Γ.Π	Μήνας	B	A/Δ	N
32°	Ιανουάριος	76	552	776
	Φεβρουάριος	85	647	697
	Μάρτιος	101	716	555
	Απρίλιος	114	716	363
	Μάιος	120	694	233
	Ιούνιος	139	675	189
	Ιούλιος	126	678	227
	Αύγουστος	117	691	350
	Σεπτέμβριος	104	678	539
	Οκτώβριος	88	615	678
	Νοέμβριος	76	546	767
	Δεκέμβριος	69	511	795

CLF: είναι ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου του υαλοπίνακα που μετατρέπει το

Πίνακας για συντελεστή ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες χωρίς εσωτερική σκίαση (τμήμα για βόρειο προσανατολισμό)

Προσαν.	Ηλιακός χρόνος											
Βόρειος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ελαφρύς	0,17	0,14	0,11	0,09	0,08	0,33	0,42	0,48	0,56	0,63	0,71	0,76
Μέσος	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14	0,34	0,41	0,46	0,53	0,59	0,65	0,70
Βαρύς	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,38	0,45	0,49	0,55	0,60	0,65	0,69
Προσαν	Ηλιακός χρόνος											
Βόρειος	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ελαφρύς	0,80	0,82	0,82	0,79	0,75	0,84	0,61	0,48	0,38	0,31	0,25	0,20
Μέσος	0,73	0,75	0,76	0,74	0,75	0,79	0,61	0,50	0,42	0,36	0,31	0,37
Βαρύς	0,72	0,72	0,72	0,70	0,70	0,75	0,57	0,46	0,39	0,34	0,31	0,28

Πίνακας συντελεστή ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες χωρίς εσωτερική σκίαση τμήμα για ανατολικό προσανατολισμό(Πηγή ASHRAE)

Προσαν	Ηλιακός χρόνος											
Ανατολ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ελαφρύς	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
		3	3	2	2	9	7	1	7	7	0	2
Μέσος	0,07	0,06	0,06	0,05	0,05	0,18	0,33	0,44	0,50	0,51	0,46	0,39
Βαρύς	0,09	0,09	0,08	0,08	0,07	0,02	0,34	0,45	0,49	0,49	0,43	0,36
Προσαν	Ηλιακός χρόνος											
Ανατολ.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ελαφρύς	0,37	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
		2	9	5	2	9	5	2	0	8	6	5
Μέσος	0,35	0,31	0,29	0,26	0,23	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,8
Βαρύς	0,32	0,29	0,26	0,24	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10

Πίνακας συντελεστή ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες χωρίς εσωτερική σκίαση τμήμα για νότιο προσανατολισμό (Πηγή ASHRAE)

Προσαν	Ηλιακός χρόνος											
Νότιος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ελαφρύς	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,09	0,14	0,22	0,34	0,48	0,59
Μέσος	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,08	0,11	0,14	0,21	0,31	0,42	0,52
Βαρύς	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,11	0,14	0,17	0,24	0,33	0,43	0,51
Προσαν	Ηλιακός χρόνος											
Νότιος	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ελαφρύς	0,65	0,65	0,59	0,50	0,43	0,36	0,28	0,22	0,18	0,15	0,12	0,10
Μέσος	0,57	0,58	0,53	0,47	0,41	0,36	0,29	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14
Βαρύς	0,56	0,55	0,50	0,43	0,37	0,32	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15

Πίνακας συντελεστή ψυκτικών φορτίων CLF για επιφάνειες χωρίς εσωτερική σκίαση τμήμα για δυτικό προσανατολισμό (Πηγή ASHRAE)

Προσαν	Ηλιακός χρόνος											
Δυτικός	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ελαφρύς	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12	0,14
Μέσος	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
Βαρύς	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16
Προσαν	Ηλιακός χρόνος											
Δυτικός	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Ελαφρύς	0,20	0,32	0,45	0,57	0,64	0,61	0,44	0,34	0,27	0,22	0,18	0,14
Μέσος	0,19	0,29	0,40	0,50	0,56	0,55	0,41	0,33	0,27	0,23	0,20	0,17
Βαρύς	0,21	0,30	0,40	0,49	0,54	0,52	0,38	0,30	0,24	0,21	0,18	0,16

Ο μέγιστος συντελεστής στις 15 η 16 (ηλιακή ώρα) (βόρειο CLF=0,76, ανατολικό CLF=0,29, δυτικό CLF= 0,53)

Πίνακας υπολογισμού Ψυκτικού φορτίου από ηλιακή ακτινοβολία

Μήνας	QΣανοιγ,ηλ,ακτ Βόρειο (W)	QΣανοιγ,ηλ,ακτ Ανατολικό (W)	QΣανοιγ,ηλ,ακτ Δυτικό (W)
Ιανουάριος	36,43	687,44	818,69
Φεβρουάριος	43,29	805,75	959,59
Μάρτιος	50,16	891,68	1061,93
Απρίλιος	58,08	891,68	1061,93
Μάιος	63,36	864,29	1029,30
Ιούνιος	78,14	840,62	1001,12
Ιούλιος	64,94	844,36	1005,57
Αύγουστος	60,19	860,55	1024,85
Σεπτέμβριος	51,74	844,36	1005,57
Οκτώβριος	44,88	765,90	912,13
Νοέμβριος	36,43	679,97	809,80
Δεκέμβριος	33,26	686,20	817,21

Ολικό ψυκτικό φορτίο διαμέσου του υαλοπίνακα

Το ολικό φορτίο διαμέσου του υαλοπίνακα προκύπτει από το άθροισμα του ψυκτικού φορτίου από αγωγιμότητα και του ψυκτικού φορτίου από μεταφερόμενη η απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία. Επομένως έχουμε

$$\dot{Q}_{s,ανοιγ} = \dot{Q}_{s,ανοιγ,αγωγ} + \dot{Q}_{s,ανοιγ,ηλ,ακτ}$$

Μήνας	QS,ανοιγ Βόρειο (W)	QS,ανοιγ Ανατολικό (W)	QS,ανοιγ Δυτικό (W)
Ιανουάριος	39,12	703,84	829,38
Φεβρουάριος	45,98	822,15	970,28
Μάρτιος	52,84	908,08	1072,62
Απρίλιος	60,76	908,08	1072,62
Μάιος	66,04	880,68	1039,99
Ιούνιος	80,83	857,02	1011,81
Ιούλιος	67,63	860,76	1016,26
Αύγουστος	62,88	876,95	1035,54
Σεπτέμβριος	54,43	860,76	1016,26
Οκτώβριος	47,56	782,30	922,82
Νοέμβριος	39,12	696,37	820,48
Δεκέμβριος	35,95	702,59	827,90

Ψυκτικά φορτία από εσωτερικά θερμικά κέρδη

Φορτία που οφείλονται στον εσωτερικό φωτισμό

$$\dot{Q}_{s,φωτ} = INPUT * CLF = P_{φωτ} * C_u * C_s * CLF$$

Όπου

$P_{φωτ}$: συνολική ισχύ των φωτιστικών $P_{φωτ} = 6,4 * 65 \Rightarrow P_{φωτ} = 332,8 \text{ (W)}$

C_u : Ο συντελεστής χρήσης είναι ίσος με την μονάδα

C_s : Ο ειδικός συντελεστής 0,8

CLF: Ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου (ο συντελεστής αυτός προκύπτει από πίνακες για την ώρα που είναι σε λειτουργία οι περισσότερες συσκευές).

Φορτία που οφείλονται στους ανθρώπους

Στον χώρο της κατοικίας βρίσκονται (2 άτομα). Τα θερμικά κέρδη των ανθρώπων από πίνακες τις ASHRAE για άτομα καθιστά και σε ελαφριά εργασία προκύπτουν 69 W/άτομο (αισθητό φορτίο), 51 W/άτομο (λανθάνον φορτίο) για θερμοκρασία

σχεδιασμού 24,5°C. Ο χρόνος παραμονής των ατόμων στο χώρο είναι 15 ώρες.
CLF=0,58

Στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο από ανθρώπους

$$\dot{Q}_{s,ανθρ}=NP*SensHG*CLF$$

$$\dot{Q}_{s,ανθρ}=2*69*0,58=80,04 \text{ W}$$

Λανθάνον φορτίο από ανθρώπους

$$\dot{Q}_{s,ανθρ}= NP*LatHD$$

$$\dot{Q}_{s,ανθρ}=2*51=102 \text{ W}$$

Φορτία από εσωτερικές συσκευές

α/α	Ηλεκτρική συσκευή	Συντελεστής αισθητού φορτίου	Αισθητό φορτίο (W)	Λανθάνον φορτίο (W)	QS (αισθητό) (W)	QL λανθάνον (W)
1	Ψυγείο	0,98	200	0	196	0
2	Καταψύκτης	0,98	200	0	196	0
3	Ηλ. κουζίνα	0,3	1350	0	405	0
4	Τηλεόραση	0,98	150	0	196	0
5	Υπολογιστής	0,94	300	0	141	0
6	Πλυντήριο ρούχων	0,07	3200	500	224	500

Ολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο χώρο από συσκευές 1358 W

Ολικό λανθάνον ψυκτικό φορτίο χώρο από συσκευές 500W

Ολικό ψυκτικό αισθητό φορτίο χώρου (συσκευές, άνθρωποι, φωτισμός) 2063,37W

Ολικό λανθάνον ψυκτικό φορτίο χώρου (συσκευές, άνθρωποι) 775 W

Ψυκτικό φορτίο λόγω ανανέωσης αέρα στο χώρο

Εμβαδόν χώρου $A= 65 \text{ m}^2$, ύψος χώρου $h=3\text{m}$

Όγκος κτηρίου $V=195\text{m}^3$

Απαιτούμενη παροχή αέρα για μια ανανέωση την ώρα $V_0=195*1=195\text{m}^3/h=>$

$V_0=0,054 \text{ m}^3/s$

Εξωτερική θερμοκρασία $t_o=35\text{ }^\circ\text{C}$ και σχετική υγρασία $\phi_o=40\%$. Η εσωτερική θερμοκρασία (θερμοκρασία κλιματιζόμενου χώρου) θα είναι $t_i=24\text{ }^\circ\text{C}$ και η σχετική υγρασία $\phi_i=50\%$. Η ειδική θερμότητα του ξηρού αέρα είναι $c_{pda}=1,005\text{ KJ/kg}^\circ\text{C}$ η $c_{pu}=1005\text{ J/kg}^\circ\text{C}$, η ενθαλπια εξάτμισης του νερού σε θερμοκρασία $0\text{ }^\circ\text{C}$ είναι $h_{fg}=2501,6\text{ KJ/kg}$, πυκνότητα αέρα $\rho =1204\text{ Kg/m}^3$.

Η ενθαλπία του αέρα h_o σε συνθήκες περιβάλλοντος θα είναι

$$h_o = [(c_{pda} * t_o) + w_o * (c_{pu} * t_o + h_{fg})]$$

$$h_o = 71,874\text{ KJ}$$

Η ενθαλπία του αέρα στις συνθήκες του εσωτερικού (κλιματιζόμενου χώρου) θα είναι

$$h_i = [(c_{pda} * t_i) + w_o * (c_{pu} * t_i + h_{fg})]$$

$$h_i = 49,55\text{ KJ}$$

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο του νωπού (φρέσκου) αέρα θα είναι

$$\dot{Q}_{T,αερ} = \left[\rho * \frac{V_o}{3600} * (h_o - h_i) \right]$$

$$\dot{Q}_{T,αερ} = 1455\text{ W}$$

Το αισθητό φορτίο λόγω αερισμού (απαιτούμενη ενέργεια για την ψύξη του αέρα) θα είναι

$$\dot{Q}_{s,αερ} = \left[\rho * \frac{V_o}{3600} \right] * (c_{pda} + w_1 * c_{pu}) * (t_o - t_i)$$

$$\dot{Q}_{s,αερ} = 734\text{ W}$$

Το λανθάνον ψυκτικό φορτίο (απαιτούμενη ενέργεια για την αφύγρανση του αέρα) θα είναι

$$\dot{Q}_{L,αερ} = V_o * \rho * (w_o - w_i) * h_{fg}$$

$$\dot{Q}_{L,αερ} = 703\text{ W}$$

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο του νωπού φρέσκου αέρα θα είναι

$$\dot{Q}_{T,αερα} = \dot{Q}_{s,αερ} + \dot{Q}_{L,αερ}$$

$$\dot{Q}_{T,αερα} = 1437\text{ W}$$

3.7.2 Θερμικές απώλειες μετά τις παρεμβάσεις

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ (ενός) ΧΩΡΟΥ - ΚΤΗΡΙΟΥ																		
Υπολογισμός Θερμικών πωλειών												Όροφος			Φύλλο / Χώρος			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1ος			Κουζίνα			
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ						ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ						
Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Μήκος	Πλάτος ή Ύψος	Επιφάνεια	Αριθμός ομοίων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική Επιφάνεια (A)	Εσωτερική Θερμοκρασία	Εξωτερική Θερμοκρασία	Διαφορά Θερμοκρασίας (Δt)	Συντελεστής θερμοπερατότητας (U)	Θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας (χωρίς προσαυξήσεις) $Q_0=A \cdot U \cdot \Delta t$	Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού (Z _H)	Προσαυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας (Z ₀)	Προσαυξήσεις λόγω ύψους (Z ₁)	Σύνολο προσαυξήσεων (1+Z ₁ +Z ₀ +Z ₂)	Σύνολο θερμικών απωλειών Αγωγιμότητας χώρου Q _T	
		[m]	[m]	[m ²]		[m ²]	[m ²]	[°C]	[°C]	[°C]	[W/m ² K]	[W]	%	%	%			
Τέξ	A	4,5	3	13,5		3,44	10,1	20	0,8	19,2	0,59	113,96	-----	---	---	---	-----	
Θ	A	2	1	2			2	20	0,8	19,2	2,83	108,67	-----	---	---	---	-----	
Παρ	A	1,2	1,2	1,44			1,44	20	0,8	19,2	3,02	83,497	-----	---	---	---	-----	
Τέξ	B	4	3	12		0,8	11,2	20	0,8	19,2	0,59	126,87	-----	---	---	---	-----	
Παρ	B	1	0,8	0,8			0,8	20	0,8	19,2	3,02	46,387	-----	---	---	---	-----	
Δ		4,5	4	18			18	20	10	10	1,2	216	-----	---	---	---	-----	
Ο		4,5	4	18			18	20	0,8	19,2	0,5	172,8	-----	---	---	---	-----	
													-----	---	---	---	-----	
													-----	---	---	---	-----	
													-----	---	---	---	-----	
													-----	---	---	---	-----	
Σύνολον Απωλειών Αγωγιμότητας (χωρίς και με) προσαυξήσεις												868,19	5	20		1,25	1085	
Απώλειες αερισμού χαραμάδων $Q_L = \alpha \cdot (\Sigma) \cdot R \cdot H \cdot Z_e \cdot \Delta t$																		308
Συνολικές απώλειες χώρου (λόγω Αγωγιμότητας και Αερισμού χαραμάδων ($Q = Q_T + Q_L$))																		1393
Συντελεστής διαπερατότητας (ή διείσδυσης αέρα) λόγω ανοιγμάτων (χαραμάδων)																	a=	1,2
Συνολικό μήκος (άθροισμα περιμέτρων) των ανοιγμάτων του χώρου																	Σ=	14
Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός) Χώρου																	R=	0,7
Συντελεστής προβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός) Κτηρίου																	H=	1,1
Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων																	Zε=	1
Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος																	Δt=	19

3.7.3 Κάλυψη θερμικών φορτίων

Το ολικό θερμικό φορτίο από τον παραπάνω πίνακα μετά τις επεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου είναι $Q_{ολ}=4,249$ KW. Ο λέβητας πετρελαίου θα γίνει αντικατάσταση με μια μονοφασική αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών αέρα- νερού. Γι αυτό επιλέγεται αντλία θερμότητας ισχύος 11KW (είναι η ελάχιστη ισχύς αυτών των αντλιών τέτοιου τύπου). Οι λόγοι που επιλέγεται η αντλία αυτού του τύπου για την εγκατάσταση είναι ότι αφενός για να συνδεθούν με τα θερμαντικά σώματα που ήδη υπάρχουν. Ο άλλος λόγος είναι το γεγονός ότι το κτήριο της μελέτης είναι σε ορεινή περιοχή και σε εκτεθειμένη θέση δεν είναι τόσο αναγκαίο η κάλυψη των ψυκτικών φορτίων.

Αντλίες θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών

Ο συγκεκριμένος τύπος αναπτύχθηκε για αυτόν τον λόγο και είναι ιδανικός για την συγκεκριμένη κατηγορία κτηρίων, δηλαδή παλιές κατοικίες που ανακαινίζονται και θέλουν να αντικαταστήσουν τον παλιό λέβητα. Η συγκεκριμένη αντλία μπορεί να στείλει νερό στα θερμαντικά σώματα σε θερμοκρασίες έως 80°C. Ο τρόπος που επιτυγχάνονται αυτές οι θερμοκρασίες είναι μέσω δυο ψυκτικών κύκλων. Ο ένας κύκλος είναι μεταξύ της εξωτερικής μονάδας και της εσωτερικής, όπου κυκλοφορεί ψυκτικό υγρό R-410 και ο άλλος κύκλος είναι αυτός που παραλαμβάνει το φορτίο με ψυκτικό υγρό R-134a ώστε να ανεβάσει την θερμοκρασία του νερού στη μέγιστη δυνατή θερμοκρασία. Παρακάτω φαίνονται τα τυπικά στοιχεία της αντλίας θερμότητας που πάρθηκαν από το φυλλάδιο του κατασκευαστή.

Στοιχεία απόδοσης		
Θερμική απόδοση (KW)		11,03 (1), 11 (2) 11,20 (3)
Απορροφούμενη ισχύς (KW)		3,47 (1) , 4,20 (2) 2,67 (3)
Θέρμανση χώρου Μέσο κλίμα προσαγωγή νερού 55°C	SCOP	2,96
	Εποχιακός βαθμός απόδοσης (%)	115
	Ενεργειακή κλάση	A+

Οι παραπάνω μετρήσεις πάρθηκαν με τις παρακάτω συνθήκες

α/α	Ew (°C)	Lw(°C)	Dt (°C)	Συνθήκες περιβάλλοντος	
				DB (°C)	WB (°C)
(1)	55	65	10	7	6
(2)	70	80	10	7	6
(3)	30	35	5	7	6

3.7.4 Παρεμβάσεις που έγιναν για την εξοικονόμηση ενέργειας θερμικής ενέργειας

Μόνωση τοιχοποιίας από την εξωτερική πλευρά με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 3cm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,031 \text{ W/mK}$.

Αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων αλουμινίου με μόνο υαλοπίνακα με καινούργια κουφώματα αλουμινίου με διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα 6mm.

Αντικατάσταση του παλιού λέβητα πετρελαίου με αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών αέρα-νερού ισχύος 11Kw.

3.8 Μεθοδολογία υπολογισμού για την απαιτούμενη ενέργεια που απαιτείται

Υπολογισμός του μέσου συντελεστή U_m θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου.

Προκύπτει όταν συνυπολογίσουμε τους συντελεστές όλων των επιμέρους δομικών στοιχείων κατά την ποσοστιαία αναλογία των ανάλογων εμβαδών

$$U_m = \frac{\sum A_i \cdot U_i}{A_i}$$

Την παραπάνω σχέση την εκτελούμε και με τους συντελεστές θερμοπερατότητας πριν και μετά τις παρεμβάσεις γιατί θα μας χρειαστεί για να εκτιμήσουμε την εξοικονόμηση ενέργειας που θα πετύχουμε.

Βαθμοήμερες θέρμανσης

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ενέργειας για την ετήσια κάλυψη, θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος των βαθμοημερών θέρμανσης. Η μέθοδος αυτή είναι η πιο απλή και σύντομη μέθοδος υπολογισμού των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης.

$$DD = \sum (N_{mo} * (T_{αν} - T_{\alpha}))$$

Όπου

N_{mo} : αριθμός ημερών κάθε μήνα

$T_{αν}$: θερμοκρασία αναφοράς

T_{α} : μηνιαία θερμοκρασία αναφοράς

Βαθμοήμερες θέρμανσης στο Ρέθυμνο DD για θερμοκρασία αναφοράς 18°C

Πίνακας 3.7 σελ 31 ΤΟΤΕΕ-20701-3-2010

Μήνας	Βαθμοήμερες (Kdays)	Μήνας	Βαθμοήμερες (kdays)
Ιανουάριος	161	Ιούλιος	-
Φεβρουάριος	143	Αύγουστος	-
Μάρτιος	118	Σεπτέμβρης	-
Απρίλιος	27	Οκτώβριος	-
Μάιος	-	Νοέμβριος	72
Ιούνιος	-	Δεκέμβριος	167
Σύνολο 688 K days			

Κάλυψη θερμικών φορτίων από λέβητα

Η ενέργεια που απαιτείται να παράξει μια θερμική μηχανή προκειμένου να θερμάνει έναν χώρο (E προδιδόμενη), είναι πολύ μεγαλύτερη από την ωφέλιμη που υπολογίσαμε. Η ενέργεια αυτή υπολογίζεται αν γνωρίζουμε τον βαθμό απόδοσης και από την παρακάτω σχέση.

$$\eta_{\lambda} = \frac{E_{\omega\phi\acute{\epsilon}\lambda\iota\mu\eta}}{E_{\pi\rho\omicron\sigma\phi\epsilon\rho\acute{o}\mu\epsilon\nu\eta}} = \frac{E_{\omega\phi\acute{\epsilon}\lambda\iota\mu\eta}}{H_u * m_k}$$

Όπου

H_u: θερμογόνο δύναμη καυσίμου (πετρέλαιο H_u=10)

m_k: μάζα καυσίμου

3.8.1 Υπολογισμοί δαπάνης ενέργειας

Πριν τις παρεμβάσεις

Ενέργεια που δαπανάται από απώλειες λόγω αγωγιμότητας (ετησίως)

$$E_{\alpha\gamma\omega\gamma,\pi\rho\iota\nu} = U_{m,\pi\rho\iota\nu} * A * DDh * 24 / 1000 \Rightarrow E_{\pi\rho\iota\nu} = 3,5 * 169,68 * 688 * 24 / 1000 \Rightarrow$$

$$E_{\alpha\gamma\omega\gamma,\pi\rho\iota\nu} = 9521,08 \text{ Kwh}$$

Ενέργεια που χάνεται λόγω αερισμού πριν

$$E_{\alpha\epsilon\rho,\pi\rho\iota\nu} = \frac{Q_{\alpha\epsilon\rho,\pi\rho\iota\nu} * DDh * 24}{\Delta\theta} = \frac{0,819 * 688 * 24}{19,2}$$

$$E_{\alpha\epsilon\rho,\pi\rho\iota\nu} = 704,34 \text{ Kwh}$$

Υπολογισμός ολικής ενέργειας πριν τις παρεμβάσεις

Εολικο,πριν =9521,08Kwh+704,34Kwh=> Εολ,πριν=10225,42 Kwh

Υπολογισμός προδιδόμενης ενέργειας

$$\eta\lambda = \frac{E\omega\phi}{E\pi\rho\sigma\delta} \Rightarrow E\pi\rho\sigma = \frac{E\omega\phi}{\eta\lambda} = \frac{10225,7}{0,92}$$

Επροσδ=11114,58 Kwh(θερμική ενέργεια)

$$\text{όπου το } E\pi\rho\sigma\delta = m\kappa * H_u \Rightarrow m\kappa = \frac{E\pi\rho\sigma\delta}{H_u}$$

$$\text{όπου για μάζα καυσίμου } m\kappa = \frac{11114,58}{10,02}$$

mκ=1111,45 lt

Μετά τις παρεμβάσεις

Ενέργεια που δαπανάται από απώλειες λόγω αγωγιμότητας (ετησίως)

$$E \text{ μετά} = U_{m,\text{μετα}} * A * DDh * 24 / 1000 \Rightarrow E\pi\rho\lambda = 0,73 * 169,68 * 688 * 24 \Rightarrow E\pi\rho\lambda = 1985,82 Kwh$$

Ενέργεια που χάνεται λόγω αερισμού μετά

$$E_{\text{αερ,μετα}} = \frac{Q_{\text{αερ,πριν}} * DDh * 24}{\Delta\theta} = \frac{0,669 * 688 * 24}{19,2}$$

Eαερ,μετα =575,34Kwh

Υπολογισμός ολικής ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις

Εολικο μετα =1985,82Kwh+575,34Kwh=> Εολ=2561,16 Kwh

Υπολογισμός προδιδόμενης ενέργειας

$$E\pi\rho\sigma = \frac{E\omega\phi}{\text{cop,αντλ}} = \frac{2533,58}{2,96} \Rightarrow$$

Επροσδ=865 Kwh (ηλεκτρική ενέργεια)

Μέρος 2°

3.9 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκά

Για τους υπολογισμούς των φωτοβολταϊκών προϋπόθεση είναι η κατανόηση κάποιων βασικών στοιχείων αστρονομίας.

Η γη πραγματοποιεί μια περιφορά γύρω από τον ήλιο σε διάστημα ενός έτους. Το επίπεδο της τροχιάς της γης τέμνει την ουράνια σφαίρα κατά μέγιστο κύκλο που ονομάζεται ελλειπτική. Κατά την διάρκεια του έτους η απόσταση μεταξύ γης και ήλιου μεταβάλλεται. Την 21 Δεκεμβρίου έχουμε το χειμερινό ηλιοστάσιο όπου η απόσταση της γης από τον ήλιο είναι (147.100.000 Km) ενώ 21 Ιουνίου η απόσταση μεγιστοποιείται κατά (152.100.000 Km).

Κάποια βασικά μεγέθη είναι

- **Η γωνία δ**

Είναι η γωνία που σχηματίζει ο άξονας περιστροφής της γης με το ελλειπτικό επίπεδο της τροχιάς της.

Η τιμή αυτή κυμαίνεται από $-23^{\circ}. 27'$ έως $23^{\circ}. 27'$ και είναι διαφορετική για κάθε μέρα.

$$\delta = 23,45^{\circ} \cdot \eta\mu \left(360^{\circ} \cdot \frac{284+n}{365} \right)$$

όπου n ο χαρακτηριστικός αριθμός της συγκεκριμένης ημέρας. Αργότερα στους υπολογισμούς για την εύρεση του δ θα χρησιμοποιούμε τον αύξοντα αριθμό που αντιστοιχεί στην 15^η ημέρα του κάθε μήνα.

- **Γεωγραφικό πλάτος(φ)**

Είναι η απόσταση σε μοίρες ενός τόπου από τον ισημερινό της γης. Η γωνία αυτή για την θέση του βόριου πόλου είναι από 0 μέχρι 90, ενώ για την θέση του νότιου πόλου είναι 0 μέχρι -90 .

- **Γεωγραφικό πλάτος (λ)**

Η απόσταση ενός τόπου σε μοίρες από τον μεσημβρινό Greenwich.

Ηλιακή σταθερά

Η ηλιακή σταθερά είναι η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που δέχεται επιφάνεια ενός τετραγωνικού μέτρου, κάθετα στις ακτίνες του ήλιου σε χρόνο 1 δευτερόλεπτο έξω από τα όρια της ατμόσφαιρας. Η ηλιακή αυτή σταθερά έχει μέση ένταση $1,373 \text{ Kw/m}^2$. Όταν όμως εισέρχεται στην ατμόσφαιρα συνεχώς μειώνεται λόγω απορρόφησης.

Σε μια επιφάνεια πάνω στη γη αυτή δέχεται την ολική ηλιακή ακτινοβολία. Η ολική ακτινοβολία αποτελείται από την άμεση, διάχυτη και ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία. Όταν κάνουμε υπολογισμούς στα φωτοβολταϊκά παίρνουμε την ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο από δεδομένα που έχουν καταγραφεί από μετεωρολογικούς σταθμούς. Κάνοντας χρήση ανοιγμένων συντελεστών υπολογίζουμε την ολική ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο με κλίση.

Η τιμή της ηλιακής ενέργειας που δέχεται ένα οριζόντιο πλαίσιο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ο προσανατολισμός του συλλέκτη παίζει σημαντικό ρόλο σε ότι αφορά την συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας. Η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών γίνεται με προσανατολισμό τον νότο και με κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Η ηλιακή ακτινοβολία δίνεται από πίνακες ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

3.10 Βέλτιστη γωνία κλίσης

Ένας φωτοβολταϊκός συλλέκτης θα δεχθεί την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία όταν είναι τοποθετημένος με μεγάλη κλίση την χειμερινή περίοδο, ενώ την θερινή περίοδο με μικρή κλίση σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Όταν οι συλλέκτες είναι τοποθετημένοι σε σταθερή βάση τους τοποθετούμε με συγκεκριμένη γωνία κλίσης. Σαν βέλτιστη ετήσια κλίση συλλέκτη είναι η κλίση αυτή που θα μας δώσει την μεγαλύτερη παράγωγη ενέργειας. Η βέλτιστη ετήσια γωνία κλίσης ενός ηλιακού συστήματος, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, την περίοδο ηλιοφάνειας, τη μορφολογία της περιοχής και τα φυσικά εμπόδια.

Τυπολόγιο για τον υπολογισμό της ενέργειας που δέχεται ένα πλαίσιο με κλίση

Αν συμβολίσουμε με

H_{MB} : άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο οριζόντιο πλαίσιο την διάρκεια του μήνα.

H_{MBK} : άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο πλαίσιο με κλίση κατά τη διάρκεια του μήνα

H_{MN} : διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο οριζόντιο πλαίσιο κατά τη διάρκεια του μήνα.

H_{MNK} : διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο πλαίσιο με κλίση κατά τη διάρκεια του μήνα.

H_m : ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο οριζόντιο πλαίσιο κατά την διάρκεια του μήνα.

H_{mk} : ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο πλαίσιο με κλίση κατά τη διάρκεια του μήνα.

H_{μακ} : ανακλώμενη ακτινοβολία που προσπίπτει στο πλαίσιο με κλίση κατά τη διάρκεια του μήνα.

ρ: συντελεστής ανάκλασης όπου ανάλογα το είδος της επιφάνειας περνούμε την τιμή από παρακάτω πίνακα.

Επιφάνεια	Συντελεστής ανάκλασης (ρ)
Καθαρό(φρέσκο) χιόνι	0,80 – 0,95
Βρώμικο (παλιό) χιόνι	0,40 – 0,70
Πάγος	0,20 – 0,40
Ήρεμη θάλασσα	0,03 – 0,30
Άμμος	0,20 – 0,45
Γρασίδι	0,15 – 0,25
Δάσος	0,15 – 0,20
Τσιμέντο	0,10 – 0,35
Άσφαλτος	0,05 – 0,20

Σημείωση : για κανονικό έδαφος παίρνουμε την τιμή ρ=20

Η μηνιαία ολική ακτινοβολία που δέχεται ένα πλαίσιο με νότιο προσανατολισμό μπορεί να γίνει με τις παρακάτω σχέσεις.

ν : χαρακτηριστικός αριθμός της 15^{ης} ημέρας του μήνα

φ : γεωγραφικό πλάτος του σημείου στο οποίο βρίσκεται το πλαίσιο η συλλέκτης

δ : γωνία απόκλισης τη χαρακτηριστική ημέρα (ν)

ωδ : ωριαία γωνία δύσης για το οριζόντιο επίπεδο

$$\delta = 23,45 * \eta\mu \left(360 * \frac{284 + \nu}{365} \right)$$

$$\omega\delta = \tau\omicron\varsigma\upsilon\nu (-\epsilon\phi\phi * \epsilon\phi\delta)$$

$$H_{om} = \frac{M * 24 * I_o}{\pi} * \left(1 + 0,0333\sigma\nu\nu * \frac{360 * V}{365} * (\eta\mu\phi * \eta\mu\delta * \frac{\pi * \omega\delta}{180} + \sigma\nu\nu\phi * \sigma\nu\nu\delta * \eta\mu\delta) \right)$$

$$K = \frac{HM}{HOM}$$

$$\frac{HMN}{HM} = 1,446 - 2,95K + 1,727K^2$$

$$RB = \frac{\text{συν}(\varphi - \beta) * \text{συν}\delta * \eta \mu \omega' \delta + \left(\frac{\pi}{180}\right) * \omega' \delta * \eta \mu(\varphi - \beta) * \eta \mu \delta}{\text{συν}\varphi * \text{συν}\delta * \eta \mu \omega \delta + \left(\frac{\pi}{180}\right) * \omega \delta * \eta \mu \varphi * \eta \mu \delta}$$

$$RM = \frac{HMK}{HM} = \left(1 - \frac{HMN}{HM}\right) * RB + \frac{HMN}{HM} * \left(\frac{1 + \text{συν}\beta}{2}\right) + \rho \left(\frac{1 - \text{συν}\beta}{2}\right)$$

$$HMK = RM * HM$$

3.11 Ζήτηση ενέργειας κατοικίας

Για την κάλυψη της ηλεκτρικής ενέργειας θα τοποθετηθούν στην οροφή φωτοβολταϊκά πλαίσια καθώς και η κατοικία θα παραμείνει συνδεδεμένη στο δίκτυο. Η ενέργεια που απαιτείται να καλυφτεί μέσω των φωτοβολταϊκών είναι οι βασικές καθημερινές ανάγκες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

α/α	Ηλεκτρική συσκευή	Ισχύς (W)	Χρόνος του μήνα σε ώρες (h)	Μηνιαία κατανάλωση Ενέργειας (Wh)
1	Ψυγείο	100	480	48000
2	Καταψύκτης	100	480	48000
3	Φωτισμός	100	120	12000
4	Ηλ. κουζίνα	1500	60	90000
5	Τηλεόραση	100	90	9000
6	Υπολογιστής	100	60	6000
	Σύνολο	2000	Σύνολο	213000

Με βάση τα παραπάνω η απαιτούμενη ενέργεια ανά μήνα είναι 213 Kwh. Άρα το σύστημα θα πρέπει να παράγει τουλάχιστον 2556 Kwh ετησίως.

3.12 Βαθμός απόδοσης ΦΒ

Ο βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι το γινόμενο των επιμέρους διατάξεων.

Συνήθως αυτές είναι οι :

- Μετατροπείς
- Συσσωρευτές
- Διατάξεις παρακολούθησης και ελέγχων
- Εγκαταστάσεων

Εξαρτάται επίσης και από το υλικό κατασκευής, την περίοδο του έτους (θερινή, χειμερινή), καθώς και από την ρύπανση των συλλεκτών. Οι παρακάτω πίνακες έχουν τους ενδεικτικούς βαθμούς απόδοσης των επιμέρους τμημάτων της Φ/Β εγκατάστασης.

Πίνακας 1

Συντελεστής περιβάλλοντος σθ

Καλοκαιρινοί μήνες σθ	0,8
Χειμερινοί μήνες σθ	0,9
Μέση ετήσια τιμή σθ	0,85

Πίνακας 2

Συντελεστής ρύπανσης σρ

Μικρή έως καθόλου ρύπανση σρ	1
Μέτρια ρύπανση σρ	0,9
Υψηλή ρύπανση σρ	0,8

Πίνακας 3

Βαθμός απόδοσης ΦΒ συλλέκτη ηπλ

Άμορφο ηπλ	0,07
Πολυκρυσταλλικό ηπλ	0,14
Μονοκρυσταλλικό ηπλ	0,17

Πίνακας 4

Βαθμός απόδοσης μετατροπέων	0,9
Βαθμός απόδοσης συσσωρευτών	0,85
Βαθμός απόδοσης διατάξεων παρακολούθησης και ελέγχου	0,98
Βαθμός απόδοσης εγκαταστάσεων και ελέγχων ηδ	0,8

Για την εγκατάσταση μας θα έχουμε.

Βαθμός απόδοσης πολυκρυσταλλικού συλλέκτη πυριτίου $\eta_{\text{πλ}}=0,14$

Βαθμός απόδοσης και εγκαταστάσεων $\eta_{\delta}=0,80$

Μέτρια ρύπανση $\sigma_{\rho}=0,9$

$\eta_{\sigma}=\eta_{\text{πλ}}*\sigma_{\rho}*\sigma_{\theta}=0,11$

$\eta_{\text{ολ}}=\eta_{\sigma}*\eta_{\delta}$

Χειμερινή περίοδος $\eta_{\text{ολ}}= 0,097$

Καλοκαιρινή περίοδος $\eta_{\text{ολ}}= 0,080$

Ανοιξιάτικη περίοδος $\eta_{\text{ολ}}=0,085$

Πινάκας ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο στην επιφάνεια της γης για Γ.Π

35.22' Γ.Μ 24.29

Μήνας	H (Kwh/m ²)	Μήνας	H (Kwh/m ²)
Ιανουάριος	65	Ιούλιος	211
Φεβρουάριος	82	Αύγουστος	192
Μάρτιος	121	Σεπτέμβριος	153
Απρίλιος	163	Οκτώβριος	112
Μάιος	192	Νοέμβριος	69
Ιούνιος	211	Δεκέμβριος	55

Για γεωγραφικό πλάτος 35 η βέλτιστη ετήσια κλίση των φωτοβολταϊκών λαμβάνετε 25°.

Μήνας	Μηνιαία ολική ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο H _μ (Kwh/m ²)	Μέσος μηνιαίος δείκτης διόρθωσης για κλίση 25° R _μ	Μηνιαία ολική ακτινοβολία στο κεκλιμένο επίπεδο H _{μκ 25°} (Kwh/m ²)
Ιανουάριος	65	1,35	87,75

Φεβρουάριος	82	1,25	102,50
Μάρτιος	121	1,14	137,94
Απρίλιος	163	1,03	167,90
Μάιος	192	0,95	182,40
Ιούνιος	211	0,91	192,01
Ιούλιος	211	0,93	196,23
Αύγουστος	192	0,99	190
Σεπτέμβριος	153	1,11	169,83
Οκτώβριος	112	1,24	138,88
Νοέμβριος	69	1,32	91,08
Δεκέμβριος	55	1,34	73,70

Συνδεσμολογία φωτοβολταϊκών πλαισίων- αντιστροφή

Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά δοκιμάζονται σε συνθήκες STC (Standard Test Conditions) και από τα τεχνικά φυλλάδια έχουμε πάρα πολλά δεδομένα με κυριότερα τα παρακάτω.

- **V_{max}** : μέγιστη τάση κυκλώματος.
- **P_{max}**: μέγιστη δυνατή ισχύ εξόδου. Η ισχύ αυτή επιτυγχάνεται σε ιδανικές συνθήκες.
- **V_{oc}**: τάση ανοικτού κυκλώματος (Open circuit). Η τάση αυτή είναι η τάση που θα δείξει το βολτόμετρο αν δεν υπάρχει φορτίο στο πάνελ.
- **I_{sc}** : ρεύμα βραχυκυκλώματος. Το ρεύμα αυτό προκύπτει να βραχυκυκλώσουμε τα καλώδια στο συν και πλην. Η τιμή αυτή είναι σημαντική γιατί είναι το μεγαλύτερο ρεύμα που μπορούμε να έχουμε.
- **Διαστάσεις** : συνήθως σε mm

Μετατροπείας

Τεχνικά χαρακτηριστικά εισόδου

- Από αυτή την πλευρά συνδέονται φωτοβολταϊκά πλαίσια εγκατάστασης, όπου με τις κατάλληλες ηλεκτρονικές διατάξεις επεξεργάζονται το ρεύμα και την τάση ώστε να έχουμε απορρόφηση της μέγιστης ισχύος.
- **Τάση MPP** : είναι τα όρια (ανώτερο και κατώτερο) όπου ο μετατροπείας αναζητεί το σημείο MPP
- **Μέγιστο φωτοβολταϊκό ρεύμα** : είναι το μέγιστο ρεύμα, που δέχεται ο inverter από τα φωτοβολταϊκά στην είσοδο του.

- **Ελάχιστη ισχύς εισόδου** : είναι η ελάχιστη ισχύς που απαιτείται για την λειτουργία του μετατροπέα. Ένας παράγοντας είναι η ελάχιστη ένταση και τάση που καταναλώνεται κατά τη λειτουργία του.

Τεχνικά χαρακτηριστικά εξόδου μετατροπέα :

- Η πλευρά αυτή συνδέεται με το δίκτυο διανομής. Στην πλευρά αυτή ο μετατροπέας στέλνει AC τάση και ρεύμα.
- **Ονομαστική AC τάση** : η τιμή αυτή είναι η τάση που δίνει την ονομαστική ισχύ στην έξοδο του μετατροπέα.
- **Ονομαστική AC ένταση** : είναι η ένταση ρεύματος εξόδου λειτουργώντας με τις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (τάση, ισχύ)
- **Ονομαστική συχνότητα** : ο αντιστροφέας θα πρέπει να προσαρμόζει την συχνότητα με αυτή του δικτύου. Στην Ελλάδα η τιμή αυτή είναι $50 \text{ Hz} \pm 4,5 \text{ Hz}$
- **Ονομαστική ισχύς** : αποτελεί το ποιο χαρακτηριστικό μέγεθος. Είναι η ισχύ που μπορεί ο μετατροπέας να στέλνει στο δίκτυο. Πρακτικά ο μετατροπέας μπορεί για ορισμένο χρονικό διάστημα να τροφοδοτήσει με ισχύ μεγαλύτερη από την ονομαστική (μεγίστη ισχύ).

Τρόποι σύνδεσης Φ/Β

Η συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών πλαισίων εξαρτάται ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουμε. Η σύνδεση αυτή μπορεί να είναι σε σειρά, παράλληλα ή μεικτά). Η σύνδεση σε σειρά δυο ή περισσότερων πλαισίων (n πλαισίων) αυξάνει την τάση ανοικτού κυκλώματος αλλά κρατάει σταθερό το ρεύμα ($V_{toc} = n \cdot V_{oc}$) και ($I_{tsc} = I_{sc}$). Όταν συνδέουμε σε σειρά πολλά πλαίσια έχουμε φωτοβολταϊκό panel (σύνθετο).

Σε παράλληλη σύνδεση ισχύει το αντίθετο. Δηλαδή η τάση ανοικτού κυκλώματος αυξάνει την ένταση στους τελικούς ακροδέκτες ενώ η τάση του συστήματος είναι η ίδια με αυτή του ενός πλαισίου. ($I_{tsc} = n \cdot I_{sc}$) και ($V_{toc} = V_{oc}$). Στην περίπτωση αυτή η σύνδεση ονομάζεται φωτοβολταϊκή συστοιχία (array).

Συνεργασία φβ- αντιστροφή

Έχοντας επιλέξει τα κατάλληλα πλαίσια και αντιστροφέα σημαντικό θα είναι να μην υπερβαίνουν κάποια όρια τα οποία έχουν θέση οι κατασκευαστές. Ένας αντιστροφέας συνοδεύεται από διάφορα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια (τάσης ρεύματος, ισχύς) τα οποία προστατεύουν από την καταστροφή του. Να σημειωθεί ότι οι τιμές που δίνει ο κατασκευαστής έχουν γίνει στις πρότυπες συνθήκες STC. Τα αντίστοιχα μεγέθη ακολουθούν στην συνέχεια.

Χαρακτηριστικά Φ/Β συλλέκτη

Επιλέγεται το φωτοβολταϊκό πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου με τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

Ονομαστική ισχύ	280 W
Βαθμός απόδοσης	17 %
Ρεύμα MPPT	8,84 A
Τάση MPPT	31,67 V
Ρεύμα βραχυκύκλωσης	9,41
Τάση ανοικτού κυκλώματος	38,97
Θερμοκρασιακός συντελεστής	-0,4 %/°C
Διαστάσεις	1670mm x 1000mm x 32mm

Αριθμός πλαισίων N

N=12 πλαίσια

άρα $A_{ολ}=20,04 \text{ m}^2$

Επομένως η παραγόμενη ενέργεια θα υπολογιστεί $E_p = A_{ολ} \cdot \eta_{μκ} \cdot \rho_{ολ}$

Παραγωγή ενέργειας

α/α	Μήνας	Μηνιαία Ολική ηλιακή ακτινοβολία με κλίση 25° Ημκ (Kwh/m ²)	Βαθμός απόδοσης Φ/Σ	Μηνιαία παραγωγή ενέργειας E_p (kwh)
1	Ιανουάριος	87,75	0,097	171
2	Φεβρουάριος	102,50	0,097	200
3	Μάρτιος	137,94	0,085	235
4	Απρίλιος	167,9	0,085	287
5	Μάιος	182,40	0,08	294
6	Ιούνιος	192,10	0,08	310
7	Ιούλιος	196,23	0,08	315
8	Αύγουστος	190	0,08	307
9	Σεπτέμβριος	169,83	0,085	290
10	Οκτώβριος	138,88	0,085	237
11	Νοέμβριος	91,08	0,097	178
12	Δεκέμβριος	73,70	0,097	143
Συνολική παραγόμενη ενέργεια ετησίως 2966 Kwh				

3.13 Επιλογή αντιστροφέα

Έχοντας επιλέξει τα Φ/Β πλαίσια μπορούμε να υπολογίσουμε την εγκατεστημένη ισχύ μπορούμε να επιλέξουμε τον αντιστροφέα. Εγκατεστημένη ισχύς

$$P=12\Phi/B* 280 W= 3360W \Rightarrow P=3,3KW$$

Άρα θα επιλέξουμε αντιστροφέα 3,3 KW

Για την επιλογή του αντιστροφέα δεν αρκεί μόνο η ισχύς εισόδου αλλά με βάση τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων και την συνδεσμολογία θα πρέπει να κάνουμε τους απαραίτητους ελέγχους για τα μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα – τάσεις που δίνει ο κατασκευαστής.

Επιλέγεται οη grid μονοφασικός αντιστροφέας όπου είναι κατάλληλος για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συνδεδεμένες με το δίκτυο. Παρακάτω ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.

Είσοδος DC

Ονοματική ισχύ DC εισόδου 3500 Wp

Μέγιστη ισχύ εισόδου για MPPT 2000 Wp

Μέγιστη τάση εισόδου 600 V

Ονομαστική τάση λειτουργίας 360 V

Ελάχιστη τάση εισόδου 90 V

Τάση εκκίνησης 200 V προσαρμοσμένη από 120 έως 350 V

Εύρος τάσεων για παράλληλη διαμόρφωση των MPPT εισόδων 170 έως 530 V

Αριθμός MPPT εισόδων 2

Μέγιστο ρεύμα εισόδου συνολικά 10/20

Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης για κάθε MPPT είσοδο 12,5 A

Έξοδος AC

Μέγιστη φαινόμενη ισχύ 3300 VA

Μέγιστη ενεργό ισχύ 3300 W

Τάση 230 V

Εύρος τάσης λειτουργίας 180- 264 V

Συχνότητα 50 HZ

Μέγιστο ρεύμα 14,5 A

Βαθμός απόδοσης 97 %

Τα φωτοβολταϊκά θα συνδεθούν σε σειρά και θα μοιραστούν 6 στην μια είσοδο και 6 στην άλλη.

Άρα

Είσοδο 1: τάση 233 volt και ρεύμα 9,81 A

Είσοδο 2 : τάση 233 volt και ρεύμα 9,81 A

Καλωδίωση

Θα υπολογιστεί η απαιτούμενη καλωδίωση ώστε οι απώλειες να μην ξεπερνούν το 2 με 3 %.

Ο υπολογισμός της κατάλληλης διατομής καλωδίων προκύπτει από την σχέση

$$\frac{R}{l} = \frac{\Delta V}{V\pi} * \frac{V\pi}{I_{m, stc}} * \frac{1}{2 * L}$$

Όπου

Vπ : Πηγή ονομαστικής τάσης (V).

$$V\pi = V_{stc} * \eta_{πλαίσια} \quad (233 \text{ V})$$

$\Delta v/V\pi$ (2-3 %)

$I_{m, stc}$: Τυπικό ρεύμα συστοιχίας (9,81 A).

L : Μήκος αγωγού ($40 * 10^{-3} \text{ Km}$)

R/l : Αντίσταση του υλικού του αγωγού των καλωδίων (Ω/Km).

Με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα του αγγλοσαξονικού συστήματος AWG βρίσκεται η διατομή καλωδίου σε (mm^2).

Τυποποιημένοι αγωγοί στο CU στο AWG	Τυποποιημένες διατομές στο μετρικό σύστημα (mm^2)	R/l μέγιστη τιμή(καλώδια εμπορίου (Ω / Km))
20	0,5	36,7
18	0,75	24,8
17	1	18,2
16	1,5	12,2
14	2,5	7,56
12	4	4,7
10	6	3,11
8	10	1,84
6	16	1,16
4	25	0,734

2	35	0,529
1	50	0,391

Η κάθε γραμμή με βάση τον παραπάνω πίνακα θα είναι θα είναι με καλώδια τυποποιημένης διατομής 2,5 mm².

3.14 Οικονομικά

Σε μια επένδυση το τελευταίο μέρος είναι η αξιολόγηση της. Αυτό περιλαμβάνει μια τεχνοοικονομική μελέτη ώστε να βρεθεί αν είναι συμφέρουσα. Εδώ θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο καθαρής παρούσας αξίας. Παρακάτω ακολουθούν κάποιοι δείκτες που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση.

ΑΚΕ

Αρχικό κόστος επένδυσης : είναι η δαπάνη που καταβάλει ο επενδυτής, κατά τον χρόνο που πραγματοποιείται η επένδυση.

ΕΟΟ

Ετήσιο οικονομικό όφελος είναι το υπολογιζόμενο οικονομικό όφελος , ανά έτος, λόγω της μείωσης της ενεργειακής δαπάνης, που θα προκύψει μετά την ολοκλήρωση της επένδυσης.

$$ΕΟΟ = ΕΕΔ_{\text{πριν}} - ΕΕΔ_{\text{μετα}}$$

i

ετήσιος πληθωρισμός i

$$r = \frac{1+d}{1+i} - 1$$

ΚΠΑ

Καθαρή παρούσα αξία είναι η αναγωγή στον παρόντα χρόνο όλων των μελλοντικών εσόδων και εξόδων δηλαδή των χρηματοροών για N έτη.

$$ΚΠΑ = -ΑΚΕ + \frac{(1+r)^N - 1}{r(1+r)^N} * ΕΟΟ$$

Θέρμανση

Είδος	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Σύνολο (€)
Μόνωση	90	17	1530
Κουφώματα	7	400	2800
Αντλία θερμότητας	1	6400	6400
Εγκατάσταση		50	50
		Συνολικό κόστος	10430

Έστω πετρέλαιο θέρμανσης 1,4 €/lt

Κόστος πετρελαίου θέρμανσης

Έστω πετρέλαιο θέρμανσης 1,4 €/lt

$$1111,45 \text{lt} * 1,4 \text{€/lt} = 1556,03 \text{€}$$

Ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η αντλία θερμότητας για την κάλυψη φορτίου μετά τις παρεμβάσεις θα κάψει

$$865 \text{ Kwh} * 0,20 \text{€/Kwh} = 173 \text{ €}$$

Επιτόκιο d 9%

Πληθωρισμός i 4,2%

$$ΕΟΟ = 1556 - 173 = 1383 \text{€}$$

$$ΑΚΕ = 10430 \text{ €}$$

$$r = \frac{d-i}{1+i} = \frac{0,09-0,042}{1+0,042} = 0,046$$

$$ΚΠΑ = -ΑΚΕ + \frac{(1+r)^N - 1}{r(1+r)^N} * ΕΟΟ$$

Ν έτη	ΚΠΑ
1	-9106
2	-7841
3	-6632
4	-5476
5	-4371
6	-3314
7	-2304
8	-1338
9	-415
10	467

Στην συνέχεια επαναλαμβάνουμε τα βήματα που ακλουθήσαμε στο πρώτο μέρος για την περίοδο αποπληρωμής.

Φωτοβολταϊκά

Υποσύστημα	Ποσότητα	Τιμή μονάδας	Σύνολο
Φωτοβολταϊκά 280 Wp	12	155	1860
Inverter 3kw	1	990	990
Εγκατάσταση		500	500
		Συνολικό κόστος	3350

Έστω τιμή Kwh= 0,20€/Kwh

ΕΟΟ = 2966 Kwh*0,20 €/Kwh=593,2 €

ΑΚΕ=3350 €

$$r = \frac{d-i}{1+i} = \frac{0,09-0,042}{1+0,042} = 0,046$$

$$ΚΠΑ = -ΑΚΕ + \frac{(1+r)^N - 1}{r(1+r)^N} * ΕΟΟ$$

Ν έτη	ΚΠΑ
1	-2734
2	-2144
3	-1580
4	-1042
5	-527
6	-35
7	435

Συμπέρασμα

Η ενεργειακή αναβάθμιση της κατοικίας δεν έχει μόνο περιβαλλοντικό όφελος. Με ένα μικρό κόστος μπορούμε να αλλάξουμε ριζικά την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου και πολύ σύντομα να έχουμε πάρει τα χρήματα μας πίσω μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνεται.

Βιβλιογραφία

- [1] Γεώργιος Χαρ. Στεργιάδης (2017) Οικοδομική δομικά υλικά εκδόσεις Τζιόλα
- [2] Walter Blasi (2007) Ενεργειακή προστασία κτηρίων εκδόσεις Ίων.
- [3] Γεώργιος Α. Κοσίρης (2007) Θερμική άνεση εκδόσεις Ίων.
- [4] Ευστάθιος Αθ. Ζωγόπουλος, Νικόλαος Χρ. Φέτσης, Παναγιώτης Ματ. Ευαγγελίου (2007) Μελέτες συστημάτων κεντρικής θέρμανσης εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- [5] Ευστάθιος Αθ. Ζωγόπουλος, Νικόλαος Χρ. Φέτσης, Δημήτριος Δημ. Ταζόγλου (2008) Εγκαταστάσεις θέρμανσης εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- [6] Γ Παπαϊωάννου, Η. Herr, Μ. Harterich (2008) Ήπιες μορφές ενέργειας εκδόσεις Ίων.
- [7] Η. Herr, Μ. Harterich, Η. Frey, Steinmuller, Π. Φαντάκης (2013) Καυστήρες και λέβητες αερίων, υγρών και στερεών καυσίμων εκδόσεις Ίων.
- [8] Βασίλειος Δ. Μπιτζιώνης (2021) Θέρμανση ψύξη κλιματισμός εκδόσεις Τζιόλα.
- [9] Ι.Ε Φραγκιαδάκης (2009) Φωτοβολταϊκά συστήματα εκδόσεις Ζήτη.
- [10] Βασίλειος Δ. Μπιτζιώνης Δημήτριος Β. Μπιτζιώνης (2021) Εναλλακτικές μορφές ενέργειας εκδόσεις Τζιόλα.
- [11] D. Yogi Goswami (2021) Ηλιακή ενέργεια για μηχανικούς εκδόσεις Τζιόλα.
- [12] Αγγελική Α. Λεμονίδου (2019) Ενεργειακές πρώτες ύλες εκδόσεις Τζιόλα.
- [13] Υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας : <https://ypen.gov.gr/>
- [14] https://climate-pact.europa.eu/about/climate-change_el
- [15] Ελληνική στατιστική υπηρεσία (2013) <<Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά νοικοκυριά 2011-2012>> : <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SFA40/->
- [16] Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας 20701-1/2017 << Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού απόδοσης. >>
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak
- [17] Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας 20701-2/2017 << Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και Έλενος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.>>

[18] Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας 20701-3/2010 << Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.>>

[19] Δημήτριος Αλ. Κατσαπρακάκης – Μύρων Μονιάκης. (2015) Θέρμανση- Ψύξη – Κλιματισμός Αποθετήριο Κάλλιπος .

<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/6167>

[20] Δημήτριος Αλ. Κατσαπρακάκης.(2015) Σύνθεση ενεργειακών συστημάτων Αποθετήριο Κάλλιπος . <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/3553>

[21] Σύνδεσμος εταιριών φωτοβολταϊκών φωτοβολταϊκά ένας πρακτικός τεχνικός οδηγός.

[22]<http://www.agroenergy.gr/categories/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1>