

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΧΑΙΑ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΙΤΩΤΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (Α.Μ. 6390)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στην μελέτη ενός παθητικού κτιρίου, το οποίο ανήκει στην κατηγορία των βιοκλιματικών κτιρίων.

Στην αρχή μελετούνται οι διαθέσιμοι τρόποι κατασκευής και τα συστήματα παθητικών κτιρίων για κάθε στάδιο της κατασκευής. Στην συνέχεια έχουμε την παρουσίαση του ΡΗΡΡ (λογισμικό ανάλυσης παθητικού κτιρίου) και τέλος κάνουμε ανάλυση των αποτελεσμάτων μέσω του λογισμικού σύμφωνα με τα συστήματα που έχουμε διαλέξει.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Καλογήρου Ιωάννου, Επίκουρου Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υποστήριξή τους καθώς επίσης και τον κ. Δημόπουλο Δημήτριο, ιδιοκτήτη του εξεταζόμενου κτιρίου αλλά και της εταιρίας στην οποία εκπόνησα την πρακτική μου άσκηση.

ΤΣΙΤΩΤΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Σεπτέμβριος 2015

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
Τσιτώτας Γεώργιος

.....
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αφορά στη μελέτη ενός παθητικού κτιρίου (Passive house) που πρόκειται να κατασκευασθεί στον Αλισσό Ν. Αχαΐας. Το Παθητικό Κτίριο δίνει έμφαση στα ακόλουθα: άρτια θερμομονωμένο κέλυφος, εξάλειψη θερμογεφυρών, υψηλή αεροστεγανότητα κελύφους, χρήση παθητικών συστημάτων - βιοκλιματική σχεδίαση και τέλος μηχανικό σύστημα αερισμού με ανάκτηση θερμότητας. Ο σχεδιασμός με τήρηση των ανωτέρω απαιτήσεων διασφαλίζει άριστες συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με τις Γερμανικές προδιαγραφές ένα τέτοιο κτίριο θα πρέπει να έχει ετήσια κατανάλωση για θέρμανση που δεν ξεπερνά τις 15kWh/m² το χρόνο. Όλα τα παραπάνω επιτυγχάνονται με πρόσθετη επιβάρυνση σε σχέση με το αντίστοιχο συμβατικό κτίριο κατά 10%. Για την τελική έκδοση του πιστοποιητικού από το Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό PHPP.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε έντεκα κεφάλαια. Για να εισάγουμε το πρώτο κεφάλαιο στην εισαγωγή γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα για να καταλήξουμε στις σύγχρονες ανάγκες για βιοκλιματικά κτίρια παρουσιάζοντας το παθητικό σπίτι και περιγράφοντας περιληπτικά την κατάσταση στην Ελλάδα. Εν συνέχεια στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε στον προσανατολισμό. Ο προσανατολισμός είναι ιδιαίτερα σημαντικός σε ένα παθητικό σπίτι καθώς το γεωγραφικό πλάτος, η κλίση μίας επιφάνειας η εποχή και η ατμόσφαιρα επηρεάζει την ένταση και την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφερόμαστε στην σκίαση καθώς είναι ένα σημαντικό μέσο μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας καθώς ελέγχουν την είσοδο του ηλίου στο εσωτερικό, βελτιώνουν τον αερισμό του κτιρίου με αποτέλεσμα να είναι η θερμοκρασία καλύτερα ελεγχόμενη. Αναλύεται η σκίαση από σταθερά και κινητά σκίαστρα από γειτονικά κτίρια και από βλάστηση

Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο που αφορά τον φυσικό αερισμό - δροσισμό. Η εξασφάλιση του αερισμού του εσωτερικού είναι σημαντική όταν αυτός γίνεται με φυσικό τρόπο μεταφέροντας τις χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες στο εσωτερικό και διατηρώντας τις κατά τη διάρκεια της επόμενης μέρας. Για αυτό το λόγο γίνεται μνεία στους τρόπους φυσικού αερισμού.

Η φύτευση – βλάστηση στην οποία έχει αφιερωθεί το κεφάλαιο τέσσερα έχει ήδη αναφερθεί στην ενότητα της σκίασης αλλά σε αυτό το σημείο αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο η βλάστηση συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Στο κεφάλαιο πέντε μελετάται η θερμομόνωση και τα οφέλη της θερμικής προστασίας του κελύφους με σκοπό την μείωση των ανταλλαγών θερμότητας του περιβάλλοντος με το κτίριο.

Στο κεφάλαιο κουφώματα – υαλοπίνακες γίνεται αναλυτική παρουσίαση των ειδών κουφωμάτων παρουσιάζοντας τα πλεονεκτήματά τους και τα μειονεκτήματά τους.

Το έβδομο κεφάλαιο αφορά στα παθητικά ηλιακά συστήματα και παρουσιάζει τα τρία είδη που είναι διαθέσιμα στην εποχή μας καταδεικνύοντας πως αυτά εκμεταλλεύονται την ακτινοβολία του ηλίου για την θέρμανση ή την ψύξη χωρίς να χρησιμοποιείται μηχανική βοήθεια.

Το σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης είναι σημαντικό στο παθητικό σπίτι καθώς αυτό είναι απαραίτητα σε ένα κτίριο για διάφορες χρήσεις και η θέρμανση του συνεπάγεται μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Για αυτό το λόγο αναλύονται τα παθητικά συστήματα που καταφέρνουν την θέρμανση του νερού στο κεφάλαιο οχτώ.

Το ένατο κεφάλαιο ασχολείται με τα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας όπως αυτό της ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη αέρος – αέρος, της γεωθερμίας, των φωτοβολταϊκών συστημάτων και τις ανεμογεννήτριες

Το κεφάλαιο δέκα αφορά το ψυχρό δάπεδο καθώς ο εξωτερικός χώρος είναι σημαντικός ώστε αν μην επιβαρύνεται το κτίριο με επιπλέον θερμοκρασία στο εσωτερικό του κτιρίου.

Στο ενδέκατο κεφάλαιο παρουσιάζεται το εξεταζόμενο κτίριο. Γίνεται μία συνοπτική αναφορά στο λογισμικό που έχει χρησιμοποιηθεί με σκοπό την πιστοποίηση του εξεταζόμενου κτιρίου ως παθητικό. Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί το κτίριο αναλύονται στο επόμενο υποκεφάλαιο για να καταλήξουμε στο συμπέρασμα αν το εν λόγω κτίριο είναι παθητικό ή όχι.

Το βασικό συμπέρασμα της παρούσα Εργασίας έγκειται στο ότι με βάση τη μελέτη για την κατασκευή του παθητικού κτιρίου και εισάγοντας όλες τις παραμέτρους όπως το κλίμα της περιοχής, τα δομικά στοιχεία κτλ. θα χαρακτηριστεί το κτίριο ως Παθητικό. Η πρωτοτυπία της παρούσα εργασία εστιάζεται στα συστήματα που χρειάζεται ένα κτίριο για να χαρακτηριστεί παθητικό (αντλία θερμότητας εναλλάκτης αέρος κ.α.) και στο ότι ασχολήθηκε με ένα τομέα της κατασκευής που θα αποτελέσει το μέλλον των κτιρίων

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	III
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	V
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	VII
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	13
2 ΣΚΙΑΣΗ.....	14
2.1 ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΚΙΑΣΤΡΑ	15
2.2 ΚΙΝΗΤΑ ΣΚΙΑΣΤΡΑ.....	16
2.3 ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗ	17
2.4 ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ	18
3 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ – ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	18
4 ΦΥΤΕΥΣΗ – ΒΛΑΣΤΗΣΗ	21
4.1 ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ.....	21
4.2 ΑΕΡΙΣΜΟΣ	22
5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	23
6 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ – ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ.....	26
6.1 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ	26
6.2 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ PVC	28
6.3 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΞΥΛΙΝΑ	30
7 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	32
7.1 ΑΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ	33
7.2 ΈΜΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ.....	34
7.2.1 Τοίχοι.....	34
7.2.1.1 Τοίχος θερμικής αποθήκευσης.....	34
7.2.1.2 Τοίχος Trombe - Michel.....	35
7.2.1.3 Τοίχος νερού.....	36
7.2.1.4 Οροφή νερού.....	36
7.2.2 Ηλιακοί χώροι.....	37
7.2.2.1 Θερμοκήπιο.....	37
7.2.2.2 Ηλιακό αίθριο.....	39
7.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ	39
8 ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ.....	40
8.1 ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ	40
8.1.1 Επίπεδος συλλέκτης μαύρης βαφής	41
8.1.2 Επίπεδος επιλεκτικός συλλέκτης.....	41
8.1.3 Σωλήνες Κενού.....	42
8.1.4 Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα	42
8.2 ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	43
8.2.1 Ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοιχτού κυκλώματος.....	43

8.2.2	Ηλιακοί θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος.....	44
8.3	ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	45
9	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	46
9.1	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΑΕΡΟΣ – ΑΕΡΟΣ.....	46
9.1.1.1	Λειτουργίες ψύξης	47
9.1.1.2	Λειτουργία Θέρμανσης.....	48
9.1.1.3	Λειτουργία ελεύθερης ψύξης (free cooling)	48
9.2	ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	49
9.2.1	Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος	49
9.2.2	Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος.....	50
9.3	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	51
9.4	ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	53
10	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ – ΨΥΧΡΟ ΔΑΠΕΔΟ.....	54
11	ΤΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΚΤΙΡΙΟ	55
11.1	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ PHPP – PASSIVE HOUSE INSTITUT	55
11.2	ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ PHPP.....	57
11.2.1	Παράμετροι απαραίτητες για την πιστοποίηση ενός παθητικού κτιρίου	57
11.2.1.1	Verification - Επαλήθευση	57
11.2.1.2	Climate Data - Κλίμα	57
11.2.1.3	U-Values – Βαθμός Θερμοχωρητικότητας.....	57
11.2.1.4	Areas Determination – Προσδιορισμός Περιοχών	57
11.2.1.5	Passive House Components - Βάση δεδομένων συστατικών του κτιρίου.....	58
11.2.1.6	Windows - Παράθυρα	58
11.2.1.7	Shading - Σκίαση	58
11.2.1.8	Ventilation - Εξαερισμός.....	58
11.2.1.9	Heating - Θέρμανση.....	58
11.2.1.10	Heating Load - Φορτίο Θέρμανσης	59
11.2.1.11	Summer Ventilation - Καλοκαιρινός εξαερισμός.....	59
11.2.1.12	Summer - Καλοκαίρι.....	59
11.2.1.13	DHW + Distribution - Ζεστό Νερό Χρήσης και Διανομή	59
11.2.1.14	Electricity - Ηλεκτρισμός.....	60
11.2.1.15	Auxiliary Electricity - Επικουρική Ηλεκτρική Ενέργεια.....	60
11.2.1.16	PE Value – Πρωτογενής Ενέργεια	60
11.2.2	Προαιρετικοί παράμετροι για την πιστοποίηση ενός παθητικού κτιρίου.....	60
11.2.2.1	Overview - Επισκόπηση.....	60
11.2.2.2	Annual Heating - Ετήσια θέρμανση.....	60
11.2.2.3	Cooling Load - Φορτίο ψύξης.....	61
11.2.2.4	Solar DHW - Ηλιακά θερμικό σύστημα και ZNX.....	61
11.2.2.5	PV - Φωτοβολταϊκά	61
11.2.2.6	Use non-res - Μη οικιστική χρήση	61
11.2.2.7	Electricity non-res - Μη οικιστική ηλεκτρική ενέργεια.....	61
11.2.2.8	IHG - Εσωτερικά κέρδη θερμότητας	62
11.2.2.9	IHG non-res - Εσωτερικά κέρδη θερμότητας σε μη οικιστικά κτίρια	62
11.2.3	Παράμετροι που πρέπει να μελετηθούν εφόσον υπάρχουν τα αντίστοιχα συστήματα ή μπορούν να μετρηθούν.	62
11.2.3.1	Ground - Έδαφος	62
11.2.3.2	Additional Ventilation - Πρόσθετος εξαερισμός.....	62

11.2.3.3	Cooling - Ψύξη.....	62
11.2.3.4	Cooling Units - Μονάδες ψύξης	63
11.2.3.5	Compact - Συμπαγής μονάδα αντλίας θερμότητας.....	63
11.2.3.6	HP - Αντλία θερμότητας.....	63
11.2.3.7	HP Ground - Γεωθερμία.....	63
11.2.3.8	Boiler.....	63
11.2.3.9	District - Τηλεθέρμανση	64
	ΣΥΝΟΨΗ.....	65
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	77

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

U = Συντελεστής Θερμοχωρητικότητας

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΠΕ = Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΓΑΘ = Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας

ZNX = Ζεστό Νερό Χρήσης

Φ/Β = Φωτοβολταϊκά Συστήματα

EA = Exhaust Air (Εξερχόμενος αέρας)

MVHR = Mechanical Ventilation and Heat Recovery Systems (Μηχανικός Εναλλάκτης Αερισμού και Ανάκτησης Θερμότητας)

OA = Outdoor Air (Αέρας περιβάλλοντος)

RA = Return Air (Επιστρεφόμενος αέρας)

SA = Supply Air (Παραγόμενος αέρας)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σχηματισμός των πρώτων μόνιμων κατοικιών που έχει καταγραφεί στην ιστορία της ανθρωπότητας συνέβη κατά την Νεολιθική εποχή οπότε ξεκίνησαν και πρώτες κοινωνικές δομές. Η δημιουργία των πρώτων πόλεων έλαβε χώρα στην Μεσοποταμία. Τότε ο ίδιος ο τρόπος ζωής των ανθρώπων άρχισε να αλλάζει και κατ' επέκταση και οι ίδιες οι κατοικίες καθώς πλέον το σπίτι αντικατόπτριζε τον πολιτισμό της εποχής καθώς και την κοινωνική τάξη του ιδιοκτήτη. Τον 18ο αιώνα και με την βιομηχανική επανάσταση άρχισαν να χτίζονται οι πρώτες πολυκατοικίες για την στέγαση εργατών. Τον 20ο αιώνα λόγω την μεγάλης ανάγκης για στέγαση των πολιτών εξαιτίας της επέκτασης των μεγαλουπόλεων, ξεκίνησε η κατασκευή κτιρίων με την βοήθεια της τεχνολογίας και την παραγωγή νέων δομικών υλικών. Όπως είναι φυσικό τα περισσότερα κτίρια δεν ήταν κατασκευασμένα σε αρμονία με το περιβάλλον με αποτέλεσμα την υψηλή κατανάλωση ενέργειας.

Με την πάροδο των χρόνων και καθώς οι συνθήκες περιβάλλοντος μεταβάλλονταν ραγδαία και σε συνάρτηση με την απαίτηση για μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας οδηγηθήκαμε στην λύση της εξοικονόμησης ενέργειας. Η αρχή έγινε με την καλυτέρευση των δομικών υλικών συνεχίζοντας με ανεπτυγμένες τεχνολογικές τεχνικές για να καταλήξουμε στην εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Πιο συγκεκριμένα μέχρι το 1979 τα περισσότερα κτίρια στην Ελλάδα ήταν αμόνωτα καθώς δεν υπήρχε κάποιος κανονισμός θερμομόνωσης σε ισχύ. Η κατανάλωση των κτιρίων ξεπερνούσε τις 150 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο κατοικήσιμης επιφάνειας, δηλαδή σε ένα κτίριο κατοικήσιμης επιφάνειας 100m² η ενέργεια που θα καταναλωθεί ετησίως είναι 15000kWh. Από το 1990 και μετά αρχίζει η κατασκευή κτιρίων με θερμομόνωση καθώς αρχίζει να εφαρμόζεται ο 1ος κανονισμός Θερμομόνωσης, καθώς όμως η εφαρμογή του ήταν πλημμελής είχε ως αποτέλεσμα η κατανάλωση ενέργειας να φτάνει τις 80 με 100 kWh ανά m².

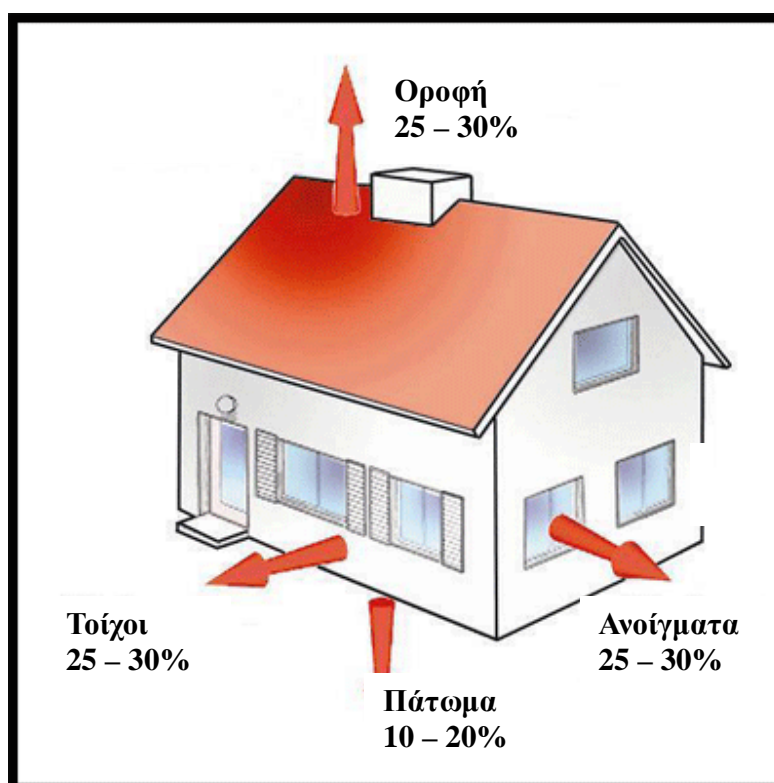
Μία σειρά από κοινοτικές οδηγίες το 2010 προσπάθησαν να αλλάξουν αυτή την κατάσταση καθώς υπαγόρευαν την δημιουργία κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης. Αυτό καθώς επίσης και η προσφορά προγραμμάτων χρηματοδοτούμενων από την Ευρωπαϊκή Ένωση οδήγησε στο ενδιαφέρον ιδιοκτητών να αποκτήσουν ή να τροποποιήσουν τα ήδη υπάρχοντα κτίρια σε κατασκευές που να ελαχιστοποιούν τις ανάγκες σε ενέργεια. Από τον Οκτώβρη του 2010 και με βάση τον νέο κανονισμό θερμομόνωσης του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (εφεξής ΚΕΝΑΚ), τα κτίρια πρέπει να έχουν από 50 μέχρι 80kWh κατανάλωση ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο.

Η νέα Ελληνική νομοθεσία συμβαδίζοντας με νέα ευρωπαϊκή οδηγία επιβάλλει να είναι ενεργειακά αυτόνομα όλα τα νέα κτίρια από το 2019 καθώς και τα υπάρχοντα δημόσια από το 2018, έχοντας ετήσια κατανάλωση 15kWh ανά m². Αυτός ο στόχος είναι εφικτός με την δημιουργία παθητικών κτιρίων. Ο όρος παθητικό κτίριο ανήκει σε δύο οραματιστές, τον Bo Andersen και τον Wolfgang Feist, τον οποίο εμπνεύστηκαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής τους εργασίας με τίτλο “ένα σπίτι χωρίς θέρμανση” το 1990. Σύμφωνα με τον Feist (Feist, 2015) το παθητικό σπίτι ορίζεται ως :

“ένα κτίριο στο οποίο η θερμική άνεση (ISO 7730) μπορεί να επιτευχθεί μόνο από την μετά-θέρμανση ή μετά - ψύξη της μάζας φρέσκου αέρα , η οποία είναι απαραίτητη για την επίτευξη επαρκών εσωτερικών συνθηκών ποιότητας του αέρα - χωρίς την ανάγκη για επιπλέον επανακυκλοφορία του αέρα.”

Το Παθητικό Κτίριο (Passiv Haus στα γερμανικά) είναι ένα πρότυπο κτιρίου, ένα υπολογιστικό μοντέλο που βασίζεται αποκλειστικά στις αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού, αρχών της φυσικής και την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου, το οποίο προσφέρει ταυτόχρονα υψηλή ενεργειακή απόδοση, άνεση, οικονομία και είναι φιλικό προς το περιβάλλον.

Σε μία συμβατική κατασκευή κτιρίου η χρήση λεβήτων, θερμαντικών σωμάτων, μονάδων air-condition είναι συνηθέστερη για την θέρμανση και ψύξη του. Δυστυχώς αυτές οι κατασκευές συμβατικών κτιρίων έχουν σαν αποτέλεσμα την μεγάλη κατανάλωση ενέργειας και τα υψηλά κόστη διαχείρισης. Το Παθητικό Κτίριο από την άλλη λειτουργεί σαν ένα θερμός, που διατηρεί παθητικά το περιεχόμενό του στη σωστή θερμοκρασία, χωρίς τη χρήση ενεργητικής ψύξης ή θέρμανσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση παθητικών τεχνολογιών, με υψηλά επίπεδα θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία, με πόρτες και παράθυρα υψηλών θερμομονωτικών προδιαγραφών, με την εξασφάλιση ενός αεροστεγούς εσωτερικού χρησιμοποιώντας παράλληλα τις Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας. Η λειτουργία του σε γενικές γραμμές στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας και τη μεγιστοποίηση των θερμικών κερδών μέσα από μία σειρά προϋποθέσεων που αναπτύσσουμε στα επόμενα κεφάλαια.



Εικόνα 1: Θερμικές απώλειες κτιρίου

1 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

Το γεωγραφικό πλάτος της θέσης μίας επιφάνειας, η κλίση της, η εποχή, και η καθαρότητα της ατμόσφαιρας επηρεάζει την ποσότητα αλλά και την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Επομένως όταν έχουμε να κάνουμε με την κατασκευή ενός παθητικού κτιρίου ο προσανατολισμός είναι το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό.

Η Ελλάδα έχει βόρειο γεωγραφικό πλάτος από 32° (νοτιότερο σημείο) μέχρι 41° (βορειότερο σημείο) και ανήκει στο βόρειο ημισφαίριο. Στο βόρειο ημισφαίριο, η φαινόμενη τροχιά του ήλιου στο στερέωμα, κλίνει πάντα προς το Νότο. Συνεπώς το χειμώνα ο ήλιος κινείται χαμηλά και οι ακτίνες του βρίσκονται στη νότια πλευρά του κτιρίου σχεδόν κάθετα με αποτέλεσμα να την θερμαίνουν και να διεισδύουν οι ακτίνες στο εσωτερικό του κτιρίου.

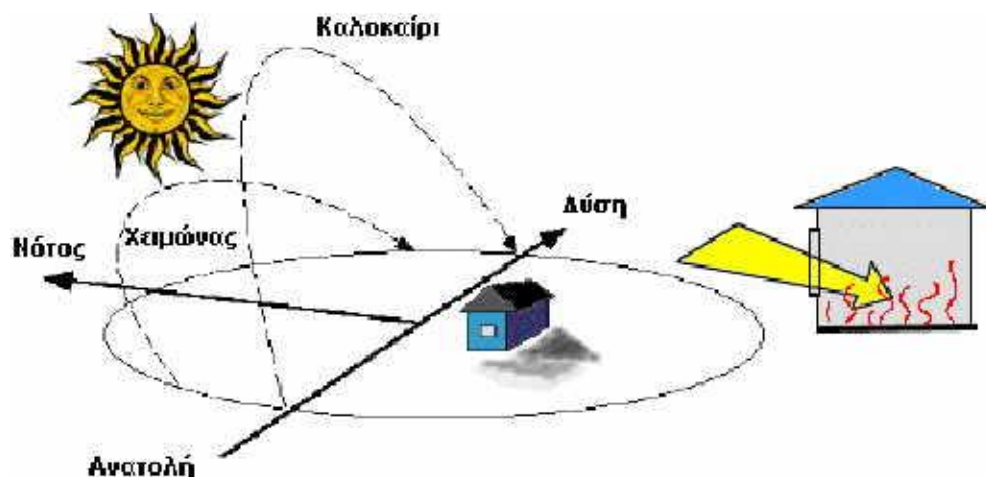
Το καλοκαίρι καθώς ο ήλιος κινείται ψηλά, το μεσημέρι οι ακτίνες του ήλιου είναι σχεδόν κατακόρυφες σε σχέση με την νότια πλευρά του κτιρίου. Επομένως αυτή είναι ενεργειακά η καλύτερη πλευρά για όλο το χρόνο, καθώς θερμαίνεται τους χειμερινούς μήνες και σκιάζεται τους καλοκαιρινούς.

Σε ότι αφορά την ανατολική και δυτική πλευρά του κτιρίου, η ακτινοβολία είναι η ίδια κάθε εποχή οπότε ο στόχος είναι να κατασκευαστούν πετάσματα τα οποία θα επιτρέπουν τον χειμώνα να εισέρχεται ο ήλιος αλλά να αποτρέπει κατά τους θερινούς μήνες.

Τέλος η βόρεια πλευρά δε δέχεται άμεσα τις ηλιακές ακτίνες είτε τον χειμώνα είτε το καλοκαίρι οπότε το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή πλευρά και το καλοκαίρι η πιο δροσερή.

Μια παράμετρος πολύ σημαντική για την κατασκευή του κτιρίου είναι επίσης και το σχήμα του. Σε ένα κλίμα σαν αυτό της Ελλάδας, το πλέον ενδεδειγμένο σχήμα είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής – δύσης γιατί η μεγαλύτερη επιφάνεια του είναι προς το νότο με αποτέλεσμα να συλλέγεται ηλιακή θερμότητα το χειμώνα. Η αναλογία του βάθους προς το πλάτος θα πρέπει να είναι $\approx 1/1,5$.

Από τα ανωτέρω καταλαβαίνουμε ότι αποφασιστικός παράγοντας για τον προσανατολισμό και τη θέση του κτιρίου είναι ο ήλιος (εικόνα 2). Εκτός αυτού όμως ένας άλλος κλιματικός παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τη θερμική λειτουργία του κτιρίου είναι ο κυρίαρχος άνεμος της περιοχής, ανάλογα την κάθε εποχή. Η κάθε πλευρά του κτιρίου επηρεάζεται από τον άνεμο διαφορετικά, ανάλογα με τη θέση της ως προς την κύρια κατεύθυνσή του. Η πίεση του ανέμου, στις προσήνεμες πλευρές του κτιρίου, είναι αυξημένη και ανάλογη της ταχύτητάς του. Η αύξηση της αιολικής πίεσης αυξάνει τη μετάδοση θερμότητας εξαιτίας της συναγωγής μεταξύ κελύφους και μάζας του αέρα και επιτρέπει τη διείσδυση του ανέμου στο κτίριο δια μέσου των αρμών του κελύφους. Τον παράγοντα άνεμο θα τον μελετήσουμε πιο διεξοδικά σε επόμενο κεφάλαιο.



Εικόνα 2: Προσανατολισμός κτιρίου

2 ΣΚΙΑΣΗ

Σημαντικό κομμάτι της κατασκευής του παθητικού κτιρίου είναι τα σκίαστρα τα οποία εξυπηρετούν αισθητικούς σκοπούς αλλά είναι και ένα σημαντικό μέσο μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας καθώς έχουν πολλαπλούς ρόλους:

- ελέγχουν την διείσδυση των ακτινών του ηλίου στο εσωτερικό του σπιτιού επειδή ρυθμίζουν το φως που μπαίνει στα επιθυμητά επίπεδα
- ο αερισμός στο εσωτερικό του σπιτιού βελτιώνεται σημαντικά
- ο έλεγχος της θερμοκρασίας είναι ευκολότερος οπότε η κατανάλωση ενέργειας από τα κλιματιστικά είναι μειωμένη
- οι συνθήκες σε κάθε χώρο είναι ομοιόμορφες και δημιουργείται ένα περιβάλλον υγιεινό και ευχάριστο με τρόπο απόλυτα οικολογικό.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων του σπιτιού θα πρέπει να εξασφαλίζει την ελάχιστη εισερχόμενη ακτινοβολία το καλοκαίρι, συνδυάζοντας όμως τη δυνατότητα φυσικού φωτισμού, αερισμού και θέας και φυσικά, να μην εμποδίζει τον απαραίτητο ηλιασμό κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επίσης πρέπει να ελέγχεται και ο ηλιασμός των ανοιγμάτων κατά τις ενδιάμεσες περιόδους (άνοιξη - φθινόπωρο).

Η βασικότερη μέθοδος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων είναι η παρεμπόδιση των

ηλιακών ακτινών να φθάνουν στα παράθυρα δηλαδή η σκίαση. Το ίδιο το σχήμα του κτιρίου (εσοχές, εξοχές, διατάξεις σε σχήμα Γ ή Π, διαμόρφωση εσωτερικών αυλών ή στοών κλπ.), αλλά και ειδικά διαμορφωμένες προεξοχές (όπως πρόβολοι στο νότο) μπορούν να αποτελέσουν σύστημα σκίασης του κτιρίου. Η σκίαση αποτελεί και μέσο ελέγχου του φυσικού φωτισμού και, ιδιαίτερα, της θάμβωσης, καθώς μειώνει την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους χώρους. Συνεπώς, κατά την επιλογή του κατάλληλου σκιάστρου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η θερμική, όσο και η οπτική του απόδοση όλο το χρόνο.

Τα σκιάστρα παίζουν σημαντικό ρόλο ειδικά κατά τους θερινούς μήνες και πρέπει να τοποθετούνται εξωτερικά στην πλευρά του κτιρίου όπου η θερμική επιβάρυνση είναι μεγαλύτερη λόγω της έκθεσης στις ηλιακές ακτίνες. Τα οριζόντια σκιάστρα πρέπει να τοποθετούνται στους νότιους, νοτιοανατολικούς και νοτιοδυτικούς προσανατολισμούς σε τέτοιο μέγεθος που να μην εμποδίζεται ο ήλιος κατά τους χειμερινούς μήνες, για παράδειγμα να έχουν βέλτιστο μήκος 0,8 – 1 μέτρο. Αντιθέτως στους δυτικούς και ανατολικούς προσανατολισμούς πρέπει να κατασκευάζονται κατακόρυφα σκιάστρα. Η σωστή ηλιοπροστασία είναι μια βασική προϋπόθεση για την αποδοτική εφαρμογή κάθε άλλης τεχνικής για το δροσισμό ενός κτιρίου είτε είναι φυσικός είτε είναι τεχνητός.

Όταν τα σκιάστρα τοποθετούνται στο εσωτερικό του σπιτιού τα οφέλη είναι επίσης πολλά καθώς σε ένα κλιματιζόμενο χώρο διασκορπίζεται η θερμότητα και ανακλούν την ηλιακή θερμότητα πίσω στον υαλοπίνακα μέρος της οποίας απορροφάται απ' αυτόν και αποδίδεται πάλι στο εσωτερικό.

Τα εξωτερικά σκιάστρα μπορούν να είναι από αλουμίνιο από ξύλο από χάλυβα ή από άλλα συνθετικά υλικά.

Δυο σημαντικά πλεονεκτήματα των σκιάστρων που δεν έχουν ενεργειακή ωφέλεια είναι ότι λειτουργούν ως προστασία κατά της ηχορύπανσης και αναβαθμίζουν σημαντικά την αισθητική των κτιρίων.

2.1 ΣΤΑΘΕΡΑ ΣΚΙΑΣΤΡΑ

Τα σταθερά σκιάστρα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα αλουμίνιο ή πλαστικό. Είναι μέρος του κτιρίου και ο προσανατολισμός είναι ο πλέον βασικός παράγοντας για την κατασκευή τους. Χωρίζονται σε οριζόντια και σε κατακόρυφα.

Τα οριζόντια συνιστώνται για νότιο προσανατολισμό ούτως ώστε το εσωτερικό του κτιρίου να προστατεύεται σε σχέση με την θέση του ηλίου όλο το χρόνο. Τα οριζόντια μπορεί να έχουν την μορφή περσίδων, προβόλων ή ανακλαστικών ραφιών. Ένας οριζόντιος πρόβολος σε ένα νότιο παράθυρο θα αφήνει τον χειμερινό ήλιο να περάσει στο εσωτερικό του κτιρίου αλλά το καλοκαίρι θα τον εμποδίζει. Το μέγεθος του θα πρέπει να ελέγχεται ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου όπου βρίσκεται το κτίριο.

Ένα σταθερό οριζόντιο σκίαστρο δεν θα εμποδίζει τις ηλιακές ακτίνες που έρχονται από χαμηλά από προσανατολισμούς δυτικούς και ανατολικούς ειδικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού για αυτό το λόγο τα κατάλληλα για αυτούς τους προσανατολισμούς είναι τα κατακόρυφα. Τα κατακόρυφα μπορούν να είναι κάθετα ή κεκλιμένα σε σχέση με το άνοιγμα.



Εικόνα 3: Σταθερό σκίαστρο στο San Jose City Hall

2.2 ΚΙΝΗΤΑ ΣΚΙΑΣΤΡΑ

Τα κινητά σκίαστρα έχουν ως βασικό πλεονέκτημα ότι μπορούν να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα. Ο αυτόματος χειρισμός τους μπορεί να ενταχθεί σε ένα σύστημα συνολικής ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου. Από ενεργειακής άποψης τα εξωτερικά σκίαστρα είναι πιο αποτελεσματικά σε ότι αφορά την ηλιακή ακτινοβολία. Τέτοια εξωτερικά κινητά σκίαστρα είναι οι τέντες, τα ρολά, τα παντζούρια κ.α. Η αποδοτικότητα τους εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής, την ηλικία και την φθορά τους από τις καιρικές συνθήκες. Τα εσωτερικά κινητά σκίαστρα από την άλλη είναι μια λύση πιο οικονομική. Σε αυτή την περίπτωση ανήκουν οι κουρτίνες τα εσωτερικά παντζούρια οι περσίδες τα στόρια κ.α.

Όταν κατασκευάζουμε ένα παθητικό κτίριο, η επιλογή των κινητών σκιάστρων εξαρτάται από τα οπτικά χαρακτηριστικά, το φυσικό φωτισμό, την θέα άλλα και τον αερισμό. Η τεχνική η πλέον ιδανική για τα μεσογειακά κλίματα είναι η κατασκευή των παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες που διασφαλίζουν την ελεγχόμενη είσοδο της ακτινοβολίας αλλά και την δυνατότητα να αερίζεται το εσωτερικό του κτιρίου, άλλα και κατά τους χειμερινούς μήνες εξασφαλίζουν νυχτερινή θερμική προστασία.

2.3 ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Το παθητικό κτίριο κατασκευάζεται σε αρμονία με το περιβάλλον οπότε η σκίαση από την βλάστηση είναι μια τεχνική ιδιαίτερα αποτελεσματική. Ειδικά σε ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς κατά τη διάρκεια, παραδείγματος χάριν, του χειμώνα, ένα φυλλοβόλο δέντρο που τα κλαδιά του έχουν ρίξει τα φύλλα επιτρέπει τις ακτίνες του ηλίου να περάσουν στο εσωτερικό ενώ το καλοκαίρι που η βλάστηση είναι πλούσια τις αποτρέπει. Για αυτό το λόγο η επιλογή των δένδρων πρέπει να είναι αρκετά προσεκτική. Προτιμώνται δένδρα με πυκνό φύλλωμα και λίγα κλαδιά για να υπάρχει η μέγιστη δυνατή σκίαση το καλοκαίρι. Άλλη αποτελεσματική μέθοδος σκίασης από βλάστηση είναι επίσης τα αειθαλή δένδρα αλλά και άλλα φυτά σε κατάλληλες θέσεις όπως σε πέργκολες μπαλκόνια.

Η βλάστηση έχει επίσης την ιδιότητα να παρέχει και δροσισμό από την εξάτμιση μέσω των φυλλωμάτων ή να κατευθύνει τους ανέμους προς το κτίριο για να βοηθάει στο φυσικό αερισμό του. Από την άλλη η σωστά μελετημένη βλάστηση μπορεί να εμποδίζει τους ανέμους προς το κτίριο για να βοηθάει στη θερμική προστασία του. Άλλωστε δημιουργείται με τη βλάστηση ένα ευνοϊκό μικροκλίμα που περιορίζει την επιβάρυνση του κτιρίου σε θέρμανση κατά τους θερινούς μήνες.

Ακόμα πιο αναλυτικά θα μελετήσουμε το θέμα της βλάστησης σε επόμενο κεφάλαιο αναλύοντας όλες τις παραμέτρους



Εικόνα 4: Κτίριο μέσα στο κήπο Βιοпарк στο Παρίσι

2.4 ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Αυτός ο τρόπος σκίασης είναι αποτελεσματικός σε κλίματα θερμά και ξηρά. Συνήθως συναντάται σαν τεχνική σε πόλεις που είναι πυκνοκατοικημένες με στενούς δρόμους οπότε και η σκίαση από γειτονικό κτίριο είναι εφικτή σε κάποιο ποσοστό. Είναι σαφές ότι η τροχιά του ηλίου, ο προσανατολισμός του σπιτιού η κλίση του εδάφους καθώς και η γεωγραφική θέση του κτιρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.

3 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ – ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Όπως ξέρουμε ο άνεμος είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην κατασκευή ενός παθητικού κτιρίου καθώς η κάθε πλευρά του κτιρίου επηρεάζεται με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με την θέση της ως προς την κύρια κατεύθυνση του ανέμου, ως προς την διεύθυνση του αλλά και την ένταση του.

Όταν υπάρχουν ψυχροί άνεμοι οι απώλειες θερμότητας είναι σημαντικές ενώ στην περίπτωση θερμών ανέμων έχουμε αύξηση των θερμικών φορτίων. Για αυτό το λόγο κατασκευαστικά θα πρέπει η πιο μικρή πλευρά του κτιρίου να είναι στραμμένη προς την κατεύθυνση του ανέμου. Στις υπήνεμες πλευρές του κτίσματος προκαλείται υποπίεση, ταυτόχρονα η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται με αποτέλεσμα να είναι λιγότερη η μετάδοση της θερμότητας. Σε αυτές τις πλευρές ο εσωτερικός αέρας μέσω των αρμών του κελύφους διαφεύγει στο εξωτερικό. Στην περίπτωση που η μεγαλύτερη πλευρά του κτιρίου είναι προς την κατεύθυνση του ανέμου συνίσταται η κατασκευή ανεμοφρακτών που να μειώνουν ή να εκτρέπουν τον άνεμο.

Κατασκευάζοντας ένα παθητικό κτίριο εκτός από τους ανέμους πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και τον αερισμό του εσωτερικού του. Η εξασφάλιση του δροσισμού των εσωτερικών χώρων μπορεί να γίνει με μηχανικό κλιματισμό αλλά αυτό έχει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Για να εξασφαλιστεί ο φυσικός δροσισμός ενός κτιρίου θα πρέπει να υπάρχουν οι εξής προϋποθέσεις:

- Το εσωτερικό του κτιρίου πρέπει να έχει επαρκή θερμική μάζα καθώς η διαδικασία του φυσικού δροσισμού στα κτίρια, στηρίζεται στην ψύξη των δομικών τους στοιχείων τη νύχτα και στην απορρόφηση, κατά τη διάρκεια της επόμενης ημέρας, της θερμότητας του εσωτερικού αέρα από τα ψυχρά δομικά στοιχεία.
- Πλήρης νυχτερινός αερισμός για την ψύξη της μάζας. Ο ημερήσιος αερισμός λειτουργεί επιβαρυντικά για τον εσωτερικό χώρο διότι οι θερινοί άνεμοι και αύρες είναι θερμότεροι από τα εσωτερικά δομικά στοιχεία που έχουν ψυχθεί στη διάρκεια της προηγούμενης νύχτας. Έτσι, αντί να ψύξουν το κτίριο το θερμαίνουν. Η αίσθηση δροσιάς, που πιθανό δημιουργούν προσωρινά οι θερινές αύρες στο ανθρώπινο σώμα, οφείλεται στο αίσθημα ψύξης στο δέρμα, εξαιτίας της εξάτμισης του ιδρώτα. Η

επιτακτική ανάγκη των ανθρώπων, να ανοίγουν την ημέρα συχνά τα εξωτερικά ανοίγματα, οφείλεται στο ότι τα κτίρια δεν ψύχονται τη νύχτα, καθώς και στην έντονη δυσφορία και το αίσθημα ασφυξίας που προκαλείται, επειδή το κέλυφος των κτιρίων δεν αναπνέει. Ο πλήρης δροσισμός ενός κτηρίου επιτυγχάνεται μόνο με συνδυασμό διαμπερούς, οριζόντιου και κατακόρυφου αερισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας.

- Χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Στο ελληνικό κλίμα οι νυχτερινές θερμοκρασίες είναι σημαντικά χαμηλότερες από τις ημερήσιες συνεπώς ο φυσικός δροσισμός είναι εφικτός.

Ο φυσικός δροσισμός επομένως μπορεί να επιτευχθεί με τη μεταφορά των χαμηλών νυχτερινών θερμοκρασιών του περιβάλλοντος στο εσωτερικό του κτιρίου και με τη διατήρησή τους κατά τη διάρκεια της επόμενης μέρας. Η δροσιά του νυχτερινού αέρα ψύχει τη θερμική μάζα των εσωτερικών χώρων. Τα ψυχρά εσωτερικά δομικά στοιχεία είναι αυτά, που μπορούν να διατηρήσουν χαμηλή την εσωτερική θερμοκρασία την επόμενη ημέρα. Στο ελληνικό κλίμα οι νυχτερινές θερμοκρασίες είναι σημαντικά χαμηλότερες από τις ημερήσιες. Υπάρχει μία ποικιλία μεθόδων για φυσικό αερισμό. Κάποιοι από τις πιο συνηθισμένες και απλές είναι οι εξής:

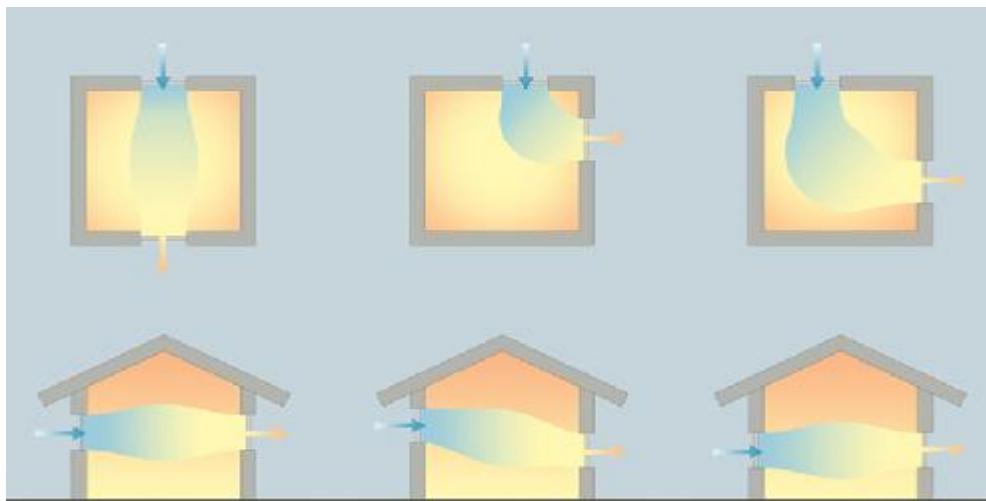
- Με ανοίγματα στο κέλυφος και με θυρίδες στο πάνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που να διευκολύνουν την κυκλοφορία του αέρα στους εσωτερικούς χώρους.
- Σε περιπτώσεις που ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι εφικτός, δύναται η κατασκευή νυχτερινού διαμπερούς αερισμού καθώς αυτός συνεισφέρει στην αποθήκευση δροσιάς ούτως ώστε η θερμική επιβάρυνση την επόμενη μέρα να είναι μειωμένη.
- Οι ανεμιστήρες οροφής είναι μια εξαιρετική λύση για φυσικό αερισμό με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μπορεί να γίνει χρήση της θερμικής μάζας για να μειώνονται οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- η μείωση των εσωτερικών κερδών από τη θερμότητα που παράγεται παραδείγματος χάριν από τις ηλεκτρικές συσκευές μπορεί να βελτιώσει τον φυσικό αερισμό.

Εκτός από αυτές τις διαδεδομένες μεθόδους υπάρχουν και άλλες πιο εξεζητημένες που έχουν όμως οφέλη ψύξης:

- το αεριζόμενο κέλυφος, ένα φυτεμένο δώμα, τα ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών καθώς και το φράγμα ακτινοβολίας προσφέρουν θερμική προστασία του περιβλήματος του κτιρίου.

- οι πύργοι αερισμού και οι ηλιακές καμινάδες ενισχύουν σημαντικά τον φυσικό αερισμό
- οι επιφάνειες νερού, ο πύργος δροσισμού, οι ψυκτικές μονάδες εξάτμισης ή και η βλάστηση (μέσω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών) προσφέρουν δροσισμό με την εξάτμιση του νερού
- ο δροσισμός με απόρριψη της θερμότητας από το κτίριο στη γη με αγωγή, (με υπεδάφιο σύστημα αγωγών και εναλλάκτες εδάφους-αέρα) μπορεί να βοηθήσει στον φυσικό αερισμό του κτιρίου

Για να είναι αποτελεσματικοί οι μέθοδοι που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι απαραίτητοι ορισμένοι υπολογισμοί στην κατασκευή του κτιρίου. Η εσωτερική δομή ενός κτιρίου επηρεάζει σημαντικά τον φυσικό αερισμό και την ψύξη του κτιρίου. Επομένως θα πρέπει να γίνει προκαταβολικά σωστός και αποτελεσματικός υπολογισμός της ποσότητας της θερμικής μάζας που επαρκεί για την ψύξη των χώρων, να γίνει σωστή κατανομή και διαστασιολόγηση των εξόδων και εισόδων του αέρα και να προσδιοριστεί η βέλτιστη σχέση του ύψους και της έκτασης των διαδρομών ροής του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτοί οι παράγοντες υπολογίζονται και διαφοροποιούνται σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του μικροκλίματος της κάθε περιοχής. Τέλος όλες αυτές οι κατασκευές και οι μέθοδοι δεν μπορούν να έχουν σωστό αποτέλεσμα παρά μόνο άμα ο χρήστης του κτιρίου γνωρίζει τη διαδικασία του φυσικού δροσισμού ούτως ώστε να ξέρει πότε και ποια ανοίγματα του κτιρίου πρέπει να είναι ανοιχτά και κλειστά σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή της ημέρας.



Εικόνα 5: Νυχτερινός διαμπερής οριζόντιος αερισμός

4 ΦΥΤΕΥΣΗ – ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Στο κεφάλαιο που αφορούσε την σκίαση (κεφ. 2.3) ήδη αναφέραμε ότι η φύτευση δένδρων και φυτών φυλλοβόλων (μουριές, συκιές ή κληματαριές) έχει σαν αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού να αποτρέπονται οι ακτίνες του ηλίου να έρχονται σε επαφή με το κτίριο με αποτέλεσμα να παραμένει δροσερό με φυσικό τρόπο και ταυτόχρονα το χειμώνα που τα φύλλα έχουν πέσει οι ακτίνες να εισέρχονται στο εσωτερικό του σπιτιού και να θερμαίνεται. Για αυτό το λόγο στο παθητικό σπίτι η βλάστηση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Ο προσεκτικός σχεδιασμός της βλάστησης είναι ουσιώδης καθώς θα πρέπει να επιλεγούν τα κατάλληλα είδη ώστε να προστατεύεται το κτίριο μακροχρόνια.

Πιο αναλυτικά στην νότια πλευρά του κτιρίου η κατασκευή υδάτινων επιφανειών όπως μικρές λίμνες και πισίνες προσφέρουν τον απαραίτητο εξατμιστικό δροσισμό. Στην βορινή πλευρά του κτιρίου προτείνεται η φύτευση αειθαλών δένδρων όπως λεμονιές και πορτοκαλιές για την παρεμπόδιση των ψυχρών βορινών ανέμων. Από τον δυτικό προσανατολισμό συνίσταται φύτευση μεγάλων φυλλοβόλων δένδρων όπως είναι ο πλάτανος για να μπορεί να προσφέρει δροσιά τα απογεύματα των καλοκαιρινών μηνών οπότε και ο ήλιος είναι ζεστός και σε χαμηλό επίπεδο. Η κατασκευή πέργκολας σε συνδυασμό με αναρριχητικά φυτά συνίσταται σε οριζόντια κλίση στη νότια πλευρά του κτιρίου και σε κατακόρυφη κλίση στην ανατολική και δυτική πλευρά.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της φύτευσης δένδρων είναι ότι η ατμόσφαιρα φιλτράρεται και τα δένδρα απορροφούν CO₂ και αφήνουν το οξυγόνο. Μια εναλλακτική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της βλάστησης είναι και η φύτευση δωματίων ή ταρατσών καθώς με αυτή τη τεχνική η εξοικονόμηση χρημάτων μπορεί να φτάσει μείωση κόστους ψύξης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού από 50% μέχρι και 90% ενώ δεν μπορεί να μην αναφερθεί ότι αυτή η τεχνική είναι φιλική προς το περιβάλλον.

4.1 ΗΧΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Η φύτευση δένδρων μπορεί να προσφέρει προστασία από τους ανέμους καθώς σταματά την ένταση των ανέμων και απορροφά τους θορύβους. Η ικανότητα των φυτών να ρυθμίζουν τον ήχο μέσω της απορρόφησης, της ανάκλασης και της διάχυσης καθορίζεται από την ένταση, τη συχνότητα και την κατεύθυνση του ήχου, όπως επίσης κι από τη θέση, το ύψος, το πλάτος και την πυκνότητα των φυτών.

Η βλάστηση αποκόπτει ευκολότερα ήχους υψηλής συχνότητας. Φυτικές μάζες με ποικιλία φυτικών ειδών είναι αποτελεσματικότερες ως στοιχεία ηχοπροστασίας, λόγω της

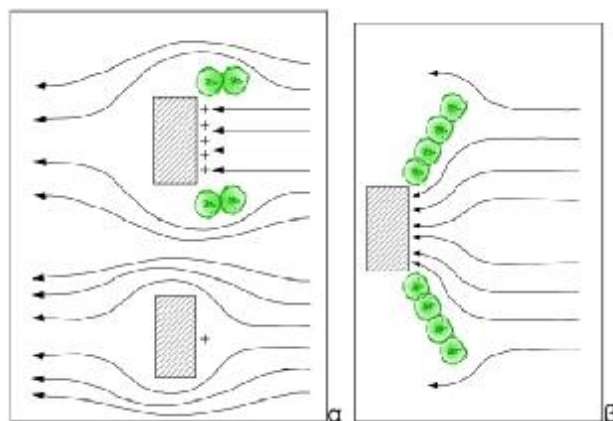
διαφορετικής ικανότητας των διαφόρων ειδών στη μείωση χαμηλών, μέσων και υψηλών συχνοτήτων. Γενικά ενδείκνυνται δέντρα που το φύλλωμά τους αρχίζει χαμηλά από τη βάση του κορμού και είναι σχετικά πυκνό.

Οι φράκτες πρέπει να έχουν πλάτος τουλάχιστον 7 μέτρα και αρκετό ύψος ώστε να περιορίζεται η διάδοση του ήχου πάνω από τις κορυφές τους. Πολλές φορές φυτικοί φράκτες, οι οποίοι δεν επιτρέπουν οπτική επαφή με την πηγή του θορύβου, ελαττώνουν ψυχολογικά τις επιπτώσεις του θορύβου, παρόλο που δε μειώνουν ουσιαστικά την ένταση του ήχου.

Εκτός από τα δέντρα και τους θάμνους, η παρουσία χλοοτάπητα μειώνει επίσης το θόρυβο, σε σύγκριση με τις επιστρωμένες με σκληρά οικοδομικά υλικά επιφάνειες.

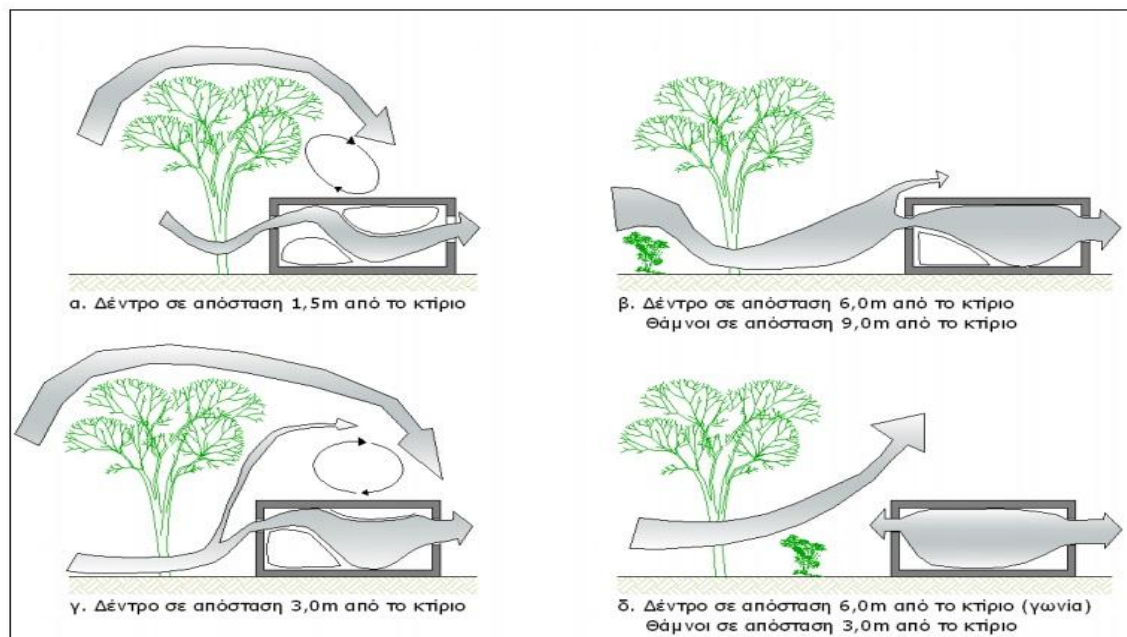
4.2 ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Τους καλοκαιρινούς μήνες κατά τη διάρκεια της ημέρας, οι δροσεροί άνεμοι που πνέουν είναι οι θαλάσσιες αύρες, τα μελτέμια, και η κατεύθυνση τους είναι συνήθως νοτιοανατολική ή βορινή ανάλογα από το ανάγλυφο του περιβάλλοντα χώρου. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, οι δροσεροί άνεμοι προέρχονται από την στεριά λόγω της ταχύτερης ψύξης του εδάφους. Πρέπει να γίνει προσεχτική μελέτη της διάταξης της βλάστησης στον εξωτερικό χώρο για να είναι εφικτή η διείσδυση των δροσερών ανέμων στο εσωτερικό του κτιρίου όπως φαίνεται στην εικόνα παρακάτω:



Εικόνα 6: Διάταξη βλάστησης

Η απόσταση της φύτευσης των δένδρων ή των θάμνων από το κτίριο πρέπει να είναι υπολογισμένη ώστε να διευκολύνει ή όχι την διέλευση του ανέμου στο εσωτερικό του κτιρίου.



Εικόνα 7 : Διοχέτευση ανέμων

Συνοπτικά τα οφέλη από την φύτευση βλάστηση συνοψίζονται στα εξής : δημιουργείται ένα μικροκλίμα κατά το οποίο μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα σε σύγκριση με τις ακάλυπτες επιφάνειες με δομικά υλικά, σκιάζεται και δροσίζεται το γύρω περιβάλλον, παρέχεται ανεμοπροστασία μετριάζοντας την ταχύτητα του ανέμου, μετριάζεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου λειτουργώντας σαν φίλτρο ρύπων. Παράλληλα, μειώνονται οι συγκεντρώσεις όζοντος στην ατμόσφαιρα, είτε άμεσα με την απορρόφηση του, είτε έμμεσα με τη μείωση των θερμοκρασιών αέρα, μειώνεται και φιλτράρεται ο αστικός θόρυβος, η σωστά υπολογισμένη διάταξη της βλάστησης μπορεί να επιτρέψει ή να αποτρέψει την είσοδο του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου και τέλος τα δέντρα και τα φυτά έχουν τη δυνατότητα να συγκρατούν το νερό της βροχής με αποτέλεσμα να μη διαβρώνεται το έδαφος σε περιπτώσεις σφοδρών βροχοπτώσεων.

5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Η θερμική συμπεριφορά ενός παθητικού κτιρίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από την θερμική προστασία του κελύφους. Για να μειωθούν οι ανταλλαγές θερμότητας ανάμεσα στο περιβάλλον και το κτίριο θα πρέπει να γίνει θερμομόνωση. Η θερμομόνωση αποτελείται από μία ευρεία γκάμα υλικών και συστημάτων και εξαρτάται και από το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του κτιρίου.

Σε γενικές γραμμές ο ρόλος των θερμομονωτικών υλικών είναι να εμποδίσουν την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το περιβάλλον (ακριβώς το αντίθετο ισχύει για το καλοκαίρι) καθώς περιέχουν ακίνητο αέρα είτε σε κλειστές κυψελίδες (πχ. Διογκωμένη πολυστερίνη) είτε σε ίνες (πχ. Υαλοβάμβακας). Συνεπώς η θερμική αντίσταση , δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα ενός δομικού στοιχείου εξαρτάται από την θερμική αγωγιμότητα του υλικού καθώς επίσης και από το πάχος του.

Ένα σωστά θερμομονωμένο κτίριο που ακολουθεί τους ισχύοντες κανονισμούς, μπορεί να καλύπτει τις ανάγκες του από ενεργειακής άποψης αλλά πρέπει να είναι προσεκτικά μελετημένη η μόνωση ώστε να γίνει όσο το δυνατόν λιγότερη χρήση θερμογεφυρών όπως είναι στοιχεία του κελύφους που είναι αμόνωτα ή με περιορισμένη μονωτική ικανότητα ώστε α μην υπάρχουν σημεία επιρρεπή σε συμπύκνωση υδρατμών. Τα θερμομονωτικά υλικά θα πρέπει να τοποθετούνται είτε ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες είτε εξωτερικά για να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα του κελύφους. Η θερμομόνωση του κτιρίου συνεισφέρει θετικά στη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ή τους χειμερινούς.

Ένα από τα συστήματα θερμομόνωσης είναι αυτό της εξωτερικής θερμοπρόσοψης. Κατασκευάζοντας αυτό το σύστημα εφαρμόζεται στην εξωτερική πλευρά ενός κτιρίου ένα θερμομονωτικό υλικό, συνήθως είναι διογκωμένη πολυστερίνη ή πετροβάμβακας με σκοπό να προσφέρει ισχυρή μηχανική αντοχή και στεγανοποίηση. Με αυτό το σύστημα μειώνονται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου από τους εξωτερικούς τοίχους και η εξοικονόμηση ενέργειας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες είναι μεγάλη. Το σύστημα της εξωτερικής θερμομόνωσης έχει πολλά πλεονεκτήματα που συνοψίζονται στα εξής:

- Η θερμομόνωση είναι ολοκληρωμένη και αποφεύγονται οι θερμογέφυρες στα δοκάρια τις κολώνες τα τοίχια κ.λπ.
- Οι επιφάνειες των τοίχων είναι απόλυτα προστατευμένες από την υγρασία καθώς δεν υπάρχουν οι συνθήκες υγρασίας υδρατμών στο εσωτερικό του τοίχου ή του κτιρίου.
- Η κατασκευή του εν λόγω συστήματος ελαχιστοποιεί την δημιουργία μπαζών καθώς χρησιμοποιούνται ειδικά πολυμερισμένα κονιάματα τα οποία τοποθετούνται σε μικρό πάχος.
- Το επιτρεπόμενο προς ανέγερση επιφάνειας εμβαδόν δεν μειώνεται καθώς η τοποθέτηση της θερμοπρόσοψης γίνεται εξωτερικά του και γίνεται πλήρης εκμετάλλευσή του.
- Η θερμοχωρητικότητα στις επιφάνειες των τοίχων είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα να συσσωρεύεται και να επανακτινοβολεί στο εσωτερικό του κτιρίου, εντείνοντας το φαινόμενο των θερμικών νησίδων στην πόλη.
- Η συγκεκριμένη κατασκευή είναι υψηλής ποιότητας επειδή η προστασία των γωνιών

γίνεται με ειδικά πρόσθετα τεμάχια όπως νεροσταλάκτες.

- Μειώνεται το κόστος συντήρησης του κτιρίου καθώς προστατεύονται τα στοιχεία του σκυροδέματος του κτιρίου από ρηγματώσεις. Πιο συγκεκριμένα το σύστημα αυτό έχει ένα κόστος περίπου 40 ευρώ ανά m² και μέσο χρόνο απόσβεσης από την εξοικονόμηση ενέργειας και μόνο, τα 4 - 6 έτη.
- Η εξωτερική θερμομόνωση φαίνεται να είναι η μόνη αξιόπιστη λύση θερμικής προστασίας μίας παλαιάς κατοικίας η οποία είτε δεν έχει θερμομόνωση στην τοιχοποιία είτε αυτή είναι ελλιπή.
- Τέλος αυξάνεται η αξία ενός κτιρίου εφαρμόζοντας αυτό το σύστημα καθώς έχει καλύτερη βαθμολόγηση το κτίριο στην ενεργειακή του ταυτότητα και αυξάνεται ο χρόνος ζωής του.

Τα κτίρια έχουν μεγάλο μερίδιο ευθύνης για τις κλιματικές αλλαγές. Η συμμετοχή τους στα αέρια του θερμοκηπίου αγγίζει το 50% της συνολικής έκκλησης τους από ανθρώπινες δραστηριότητες, ενώ για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών, καταναλώνεται το 35% περίπου της συνολικής ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο. Ένα κτίριο καταναλώνει ενέργεια για το φωτισμό ή μέσα από τις ηλεκτρικές συσκευές για την προετοιμασία των τροφών, το πλύσιμο των ρούχων, την υγιεινή του σώματος κλπ αλλά αυτή η χρήση δεν ξεπερνά το 20 με 30% της συνολικής κατανάλωσης. Το υπόλοιπο 70 με 80% χρησιμοποιείται για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Επομένως η εξοικονόμηση ενέργειας δεν είναι μόνο μία οικονομική επένδυση αλλά και μια προσπάθεια επιβίωσης.



Εικόνα 8: Εξωτερική θερμομόνωση

6 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ – ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Τα κουφώματα ενός κτιρίου είναι όλα τα στοιχεία εκείνα τα οποία χρησιμοποιούνται για να κλείσουν τα ανοίγματα των τοίχων του και αποτελούνται από τα πλαίσια και τα τζάμια. Τα εξωτερικά κουφώματα χωρίζονται σε παράθυρα, μπαλκονόπορτες και πόρτες εισόδου. Τα εξωτερικά κουφώματα επηρεάζουν την αισθητική και την ασφάλεια του κτιρίου ενώ εσωτερικά εξυπηρετούν τον φυσικό φωτισμό, την ηχομόνωση, τη προστασία από τον ήλιο και φυσικά τη θέα. Η μελέτη των εσωτερικών κουφωμάτων πρέπει να είναι προσεκτική καθώς ενώ θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα για να επιτυγχάνεται ο φυσικός φωτισμός του εσωτερικού οι μεγάλες διαστάσεις τους μπορεί να έχουν σαν αποτέλεσμα μεγάλες θερμικές απώλειες το χειμώνα και υπερβολικά ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι. Το μεγάλο πλάτος των ανοιγμάτων προσφέρει ομοιόμορφο φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το μεγάλο ύψος προσφέρει βαθύτερη διείσδυση στο χώρο αλλά υπάρχει ο κίνδυνος θάμβωσης. Για αποφυγή της θάμβωσης προτείνεται η τοποθέτηση των ανοιγμάτων σε γωνιακή θέση ενώ η τοποθέτηση στο μέσο ενός τοίχου προσφέρει καλύτερη κατανομή του φωτισμού στο εσωτερικό. Σύμφωνα με έρευνα η κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των κτιρίων αποτελεί το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα κουφώματα είναι μία σημαντική αιτία κατανάλωσης ενέργειας γι' αυτό και η σωστή επιλογή τους μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

Το συνολικό μέγεθος των ανοιγμάτων καθορίζεται από ένα δείκτη που ονομάζεται ποσοστό ανοιγμάτων (ΠΑ). Αυτός ο δείκτης ορίζεται ως ο λόγος της επιφάνειας των ανοιγμάτων προς τη συνολική εξωτερική επιφάνεια των τοίχων

Τα κουφώματα επιλέγονται ανάλογα με τα κλιματικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής (ψυχρό, μεικτό, θερμό κλίμα) για μέγιστη απόδοση. Σε θερμό κλίμα, οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες έχουν την ιδιότητα να αντανακλούν και να απομακρύνουν την ηλιακή ακτινοβολία περίπου στο 50%. Μπορεί να μειώσουν τον φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων σε πολύ μικρό βαθμό. Σε ψυχρό κλίμα, ανεξάρτητα από τον τύπο του υαλοπίνακα τα κουφώματα με μεταλλικό πλαίσιο έχουν μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση. Το μέταλλο μεταφέρει το κρύο στο εσωτερικό του κτιρίου. Τέλος σε μεικτό κλίμα, η χρήση διπλών τζαμιών είναι ιδανική για περιοχές με εύκρατο κλίμα. Τα αντίστοιχα κουφώματα κατασκευάζονται από αλουμίνιο, PVC ή ξύλο.

6.1 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Τα κουφώματα αλουμινίου είναι τα πλέον διαδεδομένα κουφώματα στη χώρα μας και έχουν αντικαταστήσει τα παλιά ξύλινα κουφώματα καθώς τα πλεονεκτήματά του είναι αρκετά και σημαντικά, όπως θα δούμε παρακάτω, ενώ σημαντικό ρόλο έχει παίξει και η διαθεσιμότητα αλουμινίου της χώρας μας.

Σε γενικές γραμμές τα κουφώματα αλουμινίου έχουν την προτίμηση των

κατασκευαστών λόγω της ασφάλειας και τη στιβαρότητάς τους καθώς επίσης προσφέρουν και μεγάλη ευελιξία σχεδιασμού στον μηχανικό ή τον αρχιτέκτονα. Από την άλλη όμως δεν πρέπει να ξεχνάμε πως το αλουμίνιο είναι καλός αγωγός της θερμότητας, και συνεπώς επηρεάζουν αρνητικά τις θερμομονωτικές ιδιότητες των κουφωμάτων αλουμινίου. Επίσης και η τιμή στα κουφώματα αλουμινίου χωρίς να θεωρείται ιδιαίτερα ακριβή, δεν μπορεί να συγκριθεί όπως θα δούμε παρακάτω (κεφ. 6.2) με τα οικονομικά κουφώματα PVC. Πιο αναλυτικά τα πλεονεκτήματα των κουφωμάτων αλουμινίου είναι τα εξής:

- Τα κουφώματα αλουμινίου προσφέρουν ασφάλεια και σιγουριά χάρη στο γεγονός ότι το αλουμίνιο από το οποίο αποτελούνται τα προφίλ είναι ένα υλικό με μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές, που ικανοποιεί τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές μηχανικών και αρχιτεκτόνων. Επιπλέον στους κανονισμούς πυραντοχής χαρακτηρίζεται ως άκαυστο υλικό οπότε δεν καίγεται και ακόμα και σε περίπτωση πυρκαγιάς του κτιρίου, τα πάνελ αλουμινίου δεν εκπέμπουν επικίνδυνα αέρια καύσης
- Το αλουμίνιο ως υλικό μπορεί να τρυπηθεί να συγκολληθεί είτε στο χώρο κατασκευής είτε σε αυτόν της παραγωγής οπότε προσφέρεται μεγάλη ευελιξία στον σχεδιασμό τους. Επίσης μπορούν να γίνουν και επιφανειακές επεξεργασίες ώστε να πραγματοποιηθούν ιδιαίτερες επιφανειακές επεξεργασίες όπως η ανοδίωση και η βαφή
- Τα κουφώματα αλουμινίου έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και στην ουσία δεν χρειάζονται συντήρηση καθώς δεν απορροφούν υγρασία, δεν διογκώνονται, δεν συρρικνώνονται, δεν ρηγματώνονται, δεν υφίστανται γήρανση και δεν απαιτείται προστασία από τις υπεριώδες ακτινοβολίες.
- Το αλουμίνιο είναι ένα υλικό ιδιαίτερα ελαφρύ καθώς η πυκνότητα του είναι 2,7 δηλαδή τρεις φορές μικρότερη από τον χάλυβα.
- Τα κουφώματα αλουμινίου έχουν θερμομονωτικές ιδιότητες όταν χρησιμοποιείται θερμοδιακοπή οπότε τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό ανάμεσα στο εσωτερικό και στο εξωτερικό προφίλ του αλουμινίου το πολυαμίδιο. Βέβαια η θερμοδιακοπή συνεπάγεται και αύξηση του κόστους.
- Τέλος το αλουμίνιο είναι υλικό οικολογικό καθώς μπορεί να ανακυκλωθεί χωρίς να χάσει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Στην εποχή μας το 40% του αλουμινίου που χρησιμοποιείται διεθνώς είναι προϊόν ανακύκλωσης.

Τα κουφώματα αλουμινίου έχουν και κάποια μειονεκτήματα όπως για παράδειγμα οι θερμομονωτικές τους ιδιότητες είναι χειρότερες από τα άλλα είδη κουφωμάτων όταν δεν χρησιμοποιείται θερμοδιακοπή. Επιπλέον τα κουφώματα αλουμινίου, κυρίως συγκριτικά με τα κουφώματα PVC (τα συνθετικά ή αλλιώς πλαστικά κουφώματα) κοστίζουν περισσότερο. Με

λιγότερα χρήματα μπορούμε να αγοράσουμε κουφώματα PVC με καλύτερες θερμομονωτικές ιδιότητες, κάτι απαραίτητο για παθητικό σπίτι.

Τα τελευταία χρόνια όμως έχουν αρχίσει να σημειώνουν αύξηση στη χρήση τους και τα κουφώματα PVC, τα οποία ιδιαίτερα στο εξωτερικό χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο, κυρίως λόγω τη χαμηλής τους τιμής.



Εικόνα 9: Κούφωμα αλουμινίου

6.2 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ PVC

Τα κουφώματα PVC (συνθετικό – πλαστικό), που είναι γνωστά και ως πλαστικά κουφώματα ή πιο σωστά συνθετικά κουφώματα, είναι τα κουφώματα που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στη χώρα μας, παρόλο που σίγουρα ακόμα πρωτοπόρα είναι τα κουφώματα αλουμινίου όπως είδαμε στο παραπάνω κεφάλαιο. Το PVC είναι μία εντελώς νέα σύνθεση η οποία έχει αντιγραφεί από την φύση και είναι εξελιγμένο από το απλό πλαστικό που παρασκευάζεται από το καουτσούκ. Πιο αναλυτικά τα κουφώματα PVC έχουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Το κόστος τους σε σχέση με την ποιότητα τους είναι πολύ χαμηλό καθώς δεν αποτελούν μια δεύτερη φθηνή λύση, αλλά μια οικονομική λύση με εξίσου καλή ποιότητα. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τις μέσες τιμές της αγοράς, το κόστος για τα κουφώματα PVC είναι φθηνότερο περίπου κατά 20% σε σχέση με τις υπόλοιπες επιλογές, δηλαδή τα κουφώματα αλουμινίου και τα ξύλινα κουφώματα.
- Έχουν μεγάλη θερμομονωτική ικανότητα καθώς το πλαστικό είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Η κατασκευή κουφωμάτων PVC δεν επιτρέπει μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του σπιτιού και αντίστροφα, κάτι που συνεπάγεται εξοικονόμηση ενέργειας.
- Επιπλέον της θερμομονωτικής ικανότητας, παρέχουν και ηχομόνωση καθώς το πλαστικό δεν επιτρέπει την μετάδοση ήχου. Σύμφωνα με μελέτες τα κουφώματα PVC μειώνουν την ένταση των εξωτερικών θορύβων κατά 70%.
- Η ασφάλεια, που είδαμε ότι είναι ένα ισχυρό πλεονέκτημα των κουφωμάτων αλουμινίου. είναι ένα χαρακτηριστικό για τα πιο σύγχρονα κουφώματα PVC παρότι παλαιότερα δεν ήταν το ίδιο ασφαλή με αυτά του αλουμινίου τα τελευταία χρόνια όμως στα περισσότερα κουφώματα PVC τοποθετείται ένα εσωτερικό προφίλ αλουμινίου, που προσδίδει μεγάλη ασφάλεια και σιγουριά.
- Η μικρή σκληρότητα του πλαστικού που έχει σαν αποτέλεσμα την εύκολη διαχείριση του έχει σαν πλεονέκτημα την ευκολία στην τοποθέτησή τους.
- Μα μεγάλη διαφορά των PVC σε σχέση με τα κουφώματα αλουμινίου είναι ότι έχουν στεγανότητα, υψηλή αντίσταση στη βροχή και στους δυνατούς ανέμους με αποτέλεσμα να μην ιδρώνουν εσωτερικά και να μην γίνεται συγκέντρωση υδρατμών.
- Είναι οικολογικό προϊόν καθώς μπορεί να ανακυκλωθεί έως επτά φορές και έχουν την ιδιότητα να σβήνουν μόνα τους σε περίπτωση πυρκαγιάς όταν δεν υπάρχει αναφλεκτική πηγή.
- Τέλος το κόστος συντήρησης τους είναι μηδαμινό. Δεν χρειάζονται βάψιμο, δεν σαπίζουν δεν στρεβλώνουν και δεν σκουριάζουν.

Εκτός από τα πλεονεκτήματα τα κουφώματα PVC έχουν και κάποια μειονεκτήματα όπως το κιτρίνισμα επειδή είναι ευάλωτα στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου και στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και αντιδρούν, κάτι που ενδέχεται μετά από χρόνια να οδηγήσει στην αλλοίωση του χρώματος. Αυτό γίνεται βέβαια στα παλιότερα κουφώματα PVC όπου η ποιότητα τους ήταν χαμηλότερη.



Εικόνα 10: Κούφωμα PVC

6.3 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΞΥΛΙΝΑ

Τα ξύλινα κουφώματα είναι ο παλαιότερος τύπος κουφώματος. Συνήθως αποτελούνται από τα επιμέρους συστατικά τους τζαμιλίκι, παντζούρι, κάσωμα. Μέχρι την σημερινή εποχή διασώζονται τέτοια κουφώματα από πολύ παλαιότερες εποχές. Τα σύγχρονα ξύλινα κουφώματα, έπειτα από πολλά χρόνια εξέλιξης, είναι σύγχρονων προδιαγραφών και τεχνολογίας. Βάφονται με υψηλής αντοχής υδροδιαλυτά οικολογικά βερνίκια εμποτισμού. Δεν χρειάζονται συντήρηση όπως τα παλιά (ξύσιμο και βάψιμο), η ξυλεία τους αποτελείται από τρεις "φέτες" ξύλου αντίθετα κολλημένες, ενώ οι "ταμπλάδες" τους πλέον κατασκευάζονται από ειδικό κόντρα πλακέ θαλάσσης υψηλής αντοχής. Τα ξύλα που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι δρυς, πεύκο και έλατα τα οποία έχουν υποστεί ξήρανση και απεντόμωση.

Τα πλεονεκτήματα των ξύλινων κουφωμάτων συνοψίζονται στα εξής:

- Η εξωτερική όψη του κτιρίου είναι καλύτερη αλλά και στο εσωτερικό δημιουργείται ένα κλίμα θαλπωρής, ζεστασιάς και ομορφιάς.

- Η θερμομονωτική ικανότητα του ξύλου είναι πολύ μεγάλη καθώς είναι και αυτό το υλικό κακός αγωγός της θερμότητας και μπορεί να έχει έως και 4000 φορές μεγαλύτερη θερμομονωτική ικανότητα από τον χάλυβα και 1800 από το αλουμίνιο.
- Επιπλέον της θερμομόνωσης προσφέρει και ηχομόνωση, με αποτέλεσμα οι εξωτερικοί ήχοι να ελαχιστοποιούνται και να υπάρχει ελάχιστη ηχορύπανση από το εξωτερικό περιβάλλον.
- Τέλος η αλλαγή του χρώματος είναι πολύ εύκολη και η αρχική επιλογή μπορεί να αλλάξει με κάποια άλλη απόχρωση με την βαφή του ξύλου.

Υπάρχουν όμως και τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Το κόστος των ξύλινων κουφωμάτων είναι αρκετά μεγάλο σε σχέση με τα κουφώματα αλουμινίου, αλλά ακόμα περισσότερο από τα πιο οικονομικά κουφώματα PVC.
- Είναι ένα υλικό ευάλωτο στους εξωτερικούς παράγοντες και τις κλιματολογικές συνθήκες ιδιαίτερα στην υγρασία αλλά και στην ηλιακή ακτινοβολία η οποία δημιουργεί ρηγματώσεις και στρεβλώσεις, ενώ κινδυνεύουν και από τα ξυλοφάγα έντομα. Βεβαίως τα σύγχρονα ξύλινα κουφώματα όπως ήδη αναφέραμε έχουν καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη αντοχή.
- Τέλος τα ξύλινα κουφώματα απαιτούν τακτική συντήρηση και περιοδικό έλεγχο.



Εικόνα 11: Ξύλινα κουφώματα

Οι πρότυπες μέθοδοι κατασκευής συχνά αφήνουν πηγές διαρροής αέρα, ή ακόμη χειρότερα, διαρροή νερού, η οποία επιταχύνει την επιδείνωση του κτιρίου. Για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα, πρέπει κατά την εφαρμογή των κουφωμάτων να χρησιμοποιήσουμε ειδικές ταινίες στεγανοποίησης που τοποθετούνται πάνω στο κούφωμα και στην τοιχοποιία, δημιουργώντας έτσι ένα αδιαπέραστο φράγμα αποτρέποντας οποιαδήποτε κίνηση του αέρα ή νερού. Για τα παθητικά κτίρια χρησιμοποιούνται ταινίες εσωτερικά και εξωτερικά οι οποίες παρέχουν μια μόνιμη σφράγιση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα μεγέθη και να βαφούν μαζί με το κτίριο, δεν περιέχουν συνήθως διαλύτες και παρέχουν υψηλή σφράγιση σε όλους τους τύπους των πλαισίου παραθύρου.



Εικόνα 12: Ταινία στεγανοποίησης μεταξύ κουφώματος και κτιρίου

7 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Παθητικά ηλιακά συστήματα είναι εκείνα που εκμεταλλεύονται την ακτινοβολία του ηλίου για την θέρμανση ή την ψύξη χωρίς να χρησιμοποιείται καμία μηχανική βοήθεια για την μεταφορά της θερμότητας μέσα στον χώρο. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλευόμενα τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτηρίου για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας αποδίδοντάς την αργότερα στο κτίριο. Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε καινούργια, όσο και σε ήδη υπάρχοντα κτίρια.

Υπάρχουν 3 είδη των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

- Άμεσου ηλιακού κέρδους
- Έμμεσου ηλιακού κέρδους
- Συστήματα απομονωμένου κέρδους

7.1 ΑΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους κατασκευάζονται πάντα σε συνδυασμό με ειδικές εσωτερικές επιφάνειες μεγάλης θερμοχωρητικότητας ώστε να αποθηκεύεται η ηλιακή ενέργεια με τη μορφή θερμότητας. Όλα τα ανοίγματα του κτηρίου συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία (άμεση και διάχυτη) που στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα και αποθηκεύεται ώστε να διανέμεται ως θερμική ενέργεια. Τέλος για το κατάλληλο αποτέλεσμα, σημαντικό ρόλο παίζει ο προσανατολισμός, η θέση των ανοιγμάτων και τέλος οι διαστάσεις των ανοιγμάτων.

Τα πλεονεκτήματα των παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους είναι τα εξής:

- Το κόστος είναι αρκετά χαμηλό καθώς αποτελούνται από γυαλί.
- Κατασκευάζονται εύκολα χωρίς να χρειάζεται κάποια ειδική τεχνολογία ενώ είναι το ίδιο εύκολη και η τοποθέτησή τους.
- Τέλος αισθητικά ομορφαίνουν ένα χώρο ενώ συγχρόνως επιτρέπουν την θέα προς τα έξω.
- Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα:
- Μπορεί να μπει εσωτερικά υπεριώδης ακτινοβολία που είναι επικίνδυνη για τον άνθρωπο.
- Όταν δεν υπάρχει αρκετή θερμική μάζα, τότε υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις στην θερμοκρασία εσωτερικά του κτιρίου.
- Λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων, υπάρχει πιθανότητα θάμβωσης, δηλαδή να έχουμε έλλειψη οπτικής άνεσης ή μείωση της ικανότητας να διακρίνονται οι λεπτομέρειες των αντικειμένων.

- Πολλές φορές τα μεγάλα ανοίγματα οδηγούν στην κατάργηση της ιδιωτικότητας με συνέπεια να ενοχλείται ο χρήστης του κτιρίου.

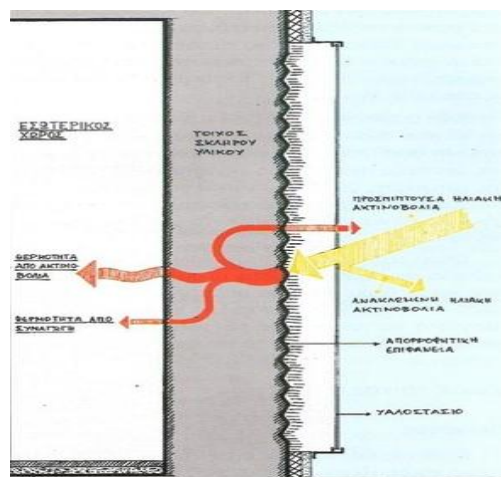
7.2 ΈΜΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Σε αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούμε έμμεσα την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση του εσωτερικού του κτιρίου. Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους χωρίζονται σε αυτά που χρησιμοποιούν Τοίχους και σε αυτά που χρησιμοποιούν Ηλιακούς Χώρους.

7.2.1 Τοίχοι

7.2.1.1 Τοίχος θερμικής αποθήκευσης

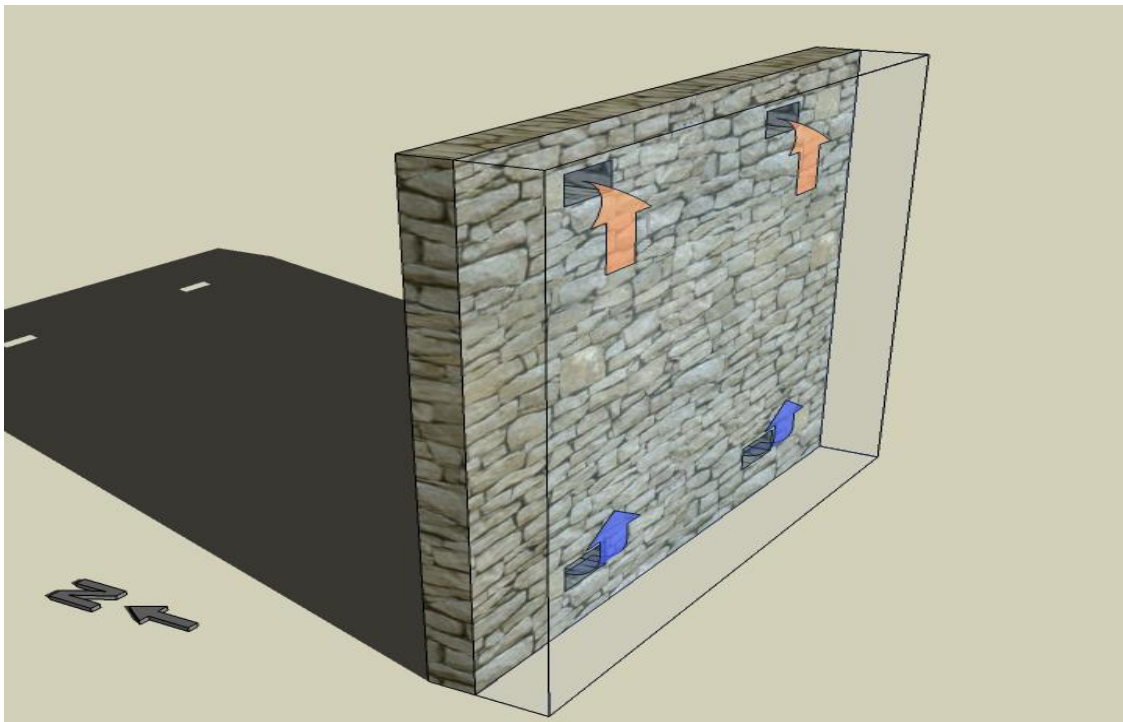
Είναι ένας συνδυασμός τοίχου με προσανατολισμό στο νότο και μιας εξωτερικής διάφανης επιφάνειας (συνήθως γυαλί) στη εξωτερική πλευρά του τοίχου σε απόσταση συνήθως 10cm. Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου πρέπει να είναι σκουρόχρωμη ώστε να μεγιστοποιεί την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο τοίχος κατασκευάζεται από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας όπως μάρμαρο ή νερό που λειτουργεί ως αποθήκη και διανομέας της θερμότητας, και διασφαλίζεται χρονική υστέρηση κάποιων ωρών ώστε η εσωτερική του επιφάνεια να έχει μέγιστη θερμοκρασία στην αρχή της νύχτας. Η θερμική ενέργεια αποθηκεύεται στον τοίχο καθώς η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο υαλοστάσιο και μετατρέπεται σε θερμότητα μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου. Ο υαλοπίνακας χρησιμοποιείται και ως μονωτικό υλικό ενώ η θερμική ενέργεια μεταδίδεται με αγωγιμότητα, με ακτινοβολία ή με μεταφορά στον χώρο.



Εικόνα 13: Τοίχος θερμικής αποθήκευσης

7.2.1.2 Τοίχος Trombe - Michel.

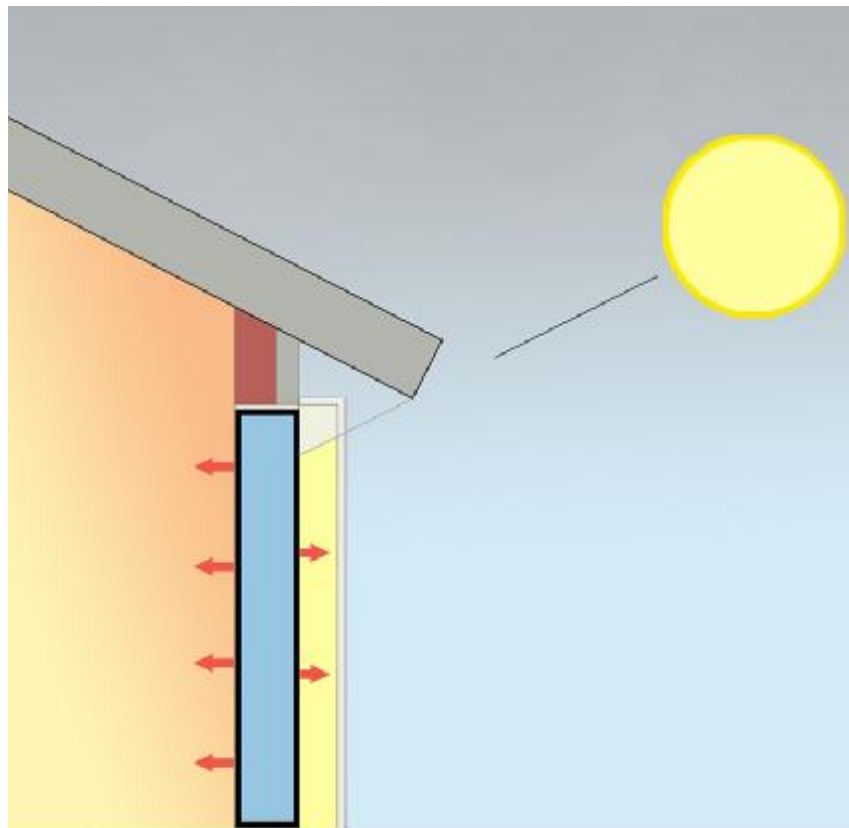
Ο τοίχος Trombe - Michel είναι μία παραλλαγή του τοίχου θερμικής αποθήκευσης με κάποιες διαφορές. Αποτελείται από σκυρόδεμα μεγάλου σχετικά πάχους 25 – 40cm ενώ το γυαλί βρίσκεται σε απόσταση περίπου 5cm. Άλλη μία σημαντική διαφορά είναι η κατασκευή θυρίδων στο πάνω και στο κάτω μέρος του τοίχου επιτρέποντας έτσι την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα που βρίσκεται μεταξύ του τοίχου και του τζαμιού και την εισχώρησή του στο εσωτερικό του κτιρίου. Το καλοκαίρι, η πάνω θυρίδα είναι συνεχώς κλειστή, ενώ μικρός φεγγίτης στο πάνω μέρος του τζαμιού εξασφαλίζει την απομάκρυνση του θερμού αέρα προς τα έξω. Το χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο θερμός αέρας του κενού χώρου ανεβαίνει πάνω με φυσική ροή και μπαίνει από την πάνω θυρίδα στον εσωτερικό χώρο και τον θερμαίνει, ενώ ο ψυχρότερος αέρας του εσωτερικού χώρου μπαίνει με φυσική ροή από την κάτω θυρίδα στο χώρο μεταξύ τοίχου και γυαλιού, γεμίζοντας το κενό που έχει αφήσει ο θερμός αέρας και θερμαίνεται, κάνοντας έτσι μία ανακύκλωση. Τη νύχτα όλες οι θυρίδες κλείνουν και η θέρμανση του εσωτερικού χώρου γίνεται από την αποθηκευμένη θερμότητα που ήταν εγκλωβισμένη και απελευθερώνει ο τοίχος. Τέλος ο τοίχος Trombe - Michel διαθέτει ένα εξωτερικό κινούμενο σκίαστρο, για να προστατεύει το χώρο από υπερθέρμανση το καλοκαίρι και μειώνει τις θερμικές απώλειες το χειμώνα.



Εικόνα 14: Τοίχος Trombe – Michel

7.2.1.3 Τοίχος νερού.

Η διάταξη αυτής της κατασκευής απαιτεί την συμπλήρωση με νερό αντί για αέρα μεταξύ του γυαλιού και του τοίχου. Η ιδιότητα που έχει το νερό είναι να έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από άλλα υλικά σε σχέση με τη μάζα και την επιφάνεια. Συνέπεια αυτού είναι το νερό να έχει μικρότερη επιφάνεια από το τοίχο Trombe - Michel. Η θερμοκρασία εσωτερικά και εξωτερικά είναι ίδια λόγω της ομοιομορφίας της θέρμανσης του νερού. Μειονέκτημα τους είναι ότι λόγω της ομοιομορφίας που αναφέρθηκε παραπάνω χρειάζεται καλή μόνωση εξωτερικά για να μην έχουμε ακτινοβολία θερμότητας από μέσα προς τα έξω το βράδυ.

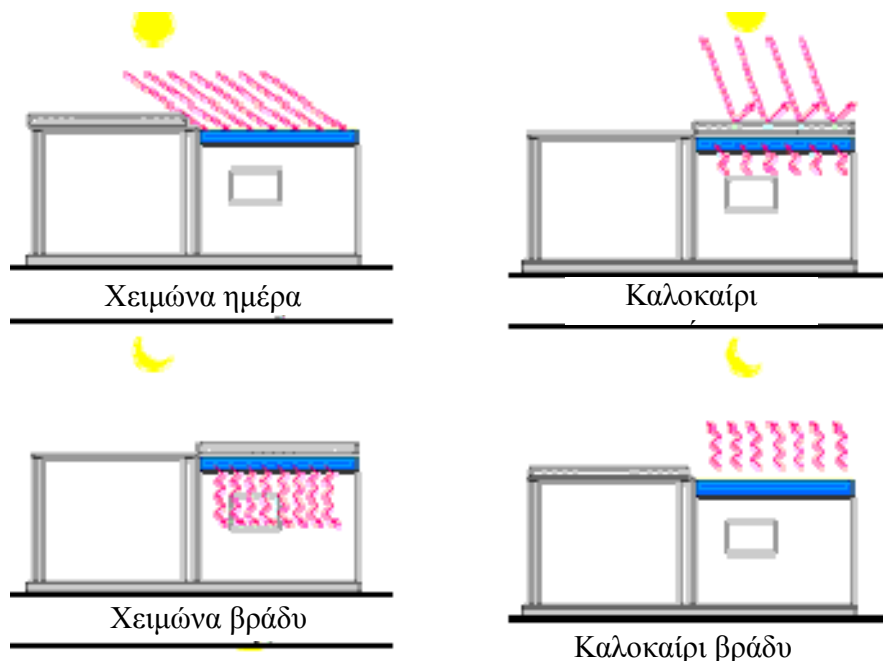


Εικόνα 15: Τοίχος νερού

7.2.1.4 Οροφή νερού

Η οροφή νερού περιλαμβάνει σάκους ή δοχεία σκουρόχρωμα για την αποφυγή της ακτινοβολίας τα οποία είναι γεμάτα με νερό. Είναι τοποθετημένα στην οροφή του κτιρίου και η λειτουργία τους βασίζεται στην ίδια αρχή με αυτή του τοίχου νερού. Η δεξαμενή νερού είναι

αβαθής, η οποία το καλοκαίρι όλη την μέρα σκιάζεται, ενώ το βράδυ ακτινοβολεί την θερμότητα στο περιβάλλον. Αντίστροφα αποτελέσματα έχουμε τον χειμώνα, όπου δεχόμαστε την ηλιακή ακτινοβολία την μέρα και το βράδυ την κλείνουμε για να την εγκλωβίσουμε. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται θέρμανση του κτιρίου το χειμώνα και ψύξη του το καλοκαίρι. Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από το κλίμα, καθώς σε θερμότερες περιοχές αποδίδει καλύτερα απ' ότι σε ένα ψυχρό που χρειάζεται επιπλέον συστήματα για να έχουμε τα ίδια αποτελέσματα.



Εικόνα 16: Οροφή νερού

7.2.2 Ηλιακοί χώροι

7.2.2.1 Θερμοκήπιο.

Το θερμοκήπιο συλλέγει την ακτινοβολία του ηλίου και την μεταφέρει σε μορφή θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου. Το υλικό κατασκευής είναι το γυαλί ενώ ενώνεται με το κτίριο μέσω ενός τοίχου μεγάλης θερμοχωρητικότητας, το οποίο έχει και κάποιες θυρίδες για την πρόσβαση σε αυτό. Η λειτουργία του είναι απλή: εγκλωβίζεται ένα κομμάτι της ακτινοβολίας και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας, με αποτέλεσμα, το χειμώνα, κατά την διάρκεια της ημέρας το θερμοκήπιο λειτουργεί ως επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να διέρχεται όλη η ηλιακή ακτινοβολία και να θερμαίνεται το κτίριο. Το καλοκαίρι, λόγω της μεγάλης ηλιακής ακτινοβολίας, χρησιμοποιούμε τον κατάλληλο σκιασμό εξωτερικά συνήθως

με κινητά σκίαστρα ή με φυλλοβόλο βλάστηση, ώστε να μην εμποδίζουν τον χειμώνα όπως ήδη αναφέραμε παραπάνω.

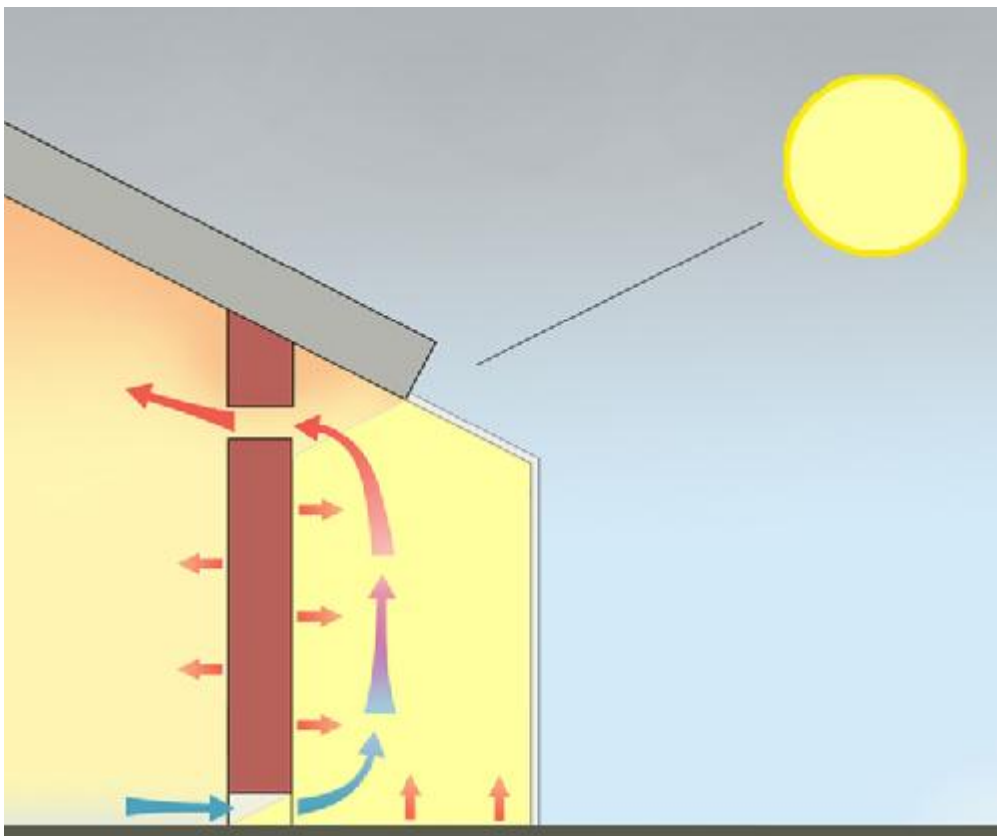
Για την μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος πρέπει να κατασκευαστεί στον νότο, ώστε να έχουμε περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, το σχήμα του να είναι επίμηκες στον άξονα ανατολή – δύση καθώς και το μέγεθος του σε σχέση με τον χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε.



Εικόνα 17: Θερμοκήπιο

7.2.2.2 Ηλιακό αίθριο.

Το ηλιακό αίθριο είναι ένα κομμάτι θερμοκηπίου που ενσωματώνεται με το κτίριο. Αποτελείται και αυτό από γυάλινη επαφή και είναι αυτόνομο από το υπόλοιπο κτίριο. Το σύστημα χρησιμοποιείται εκτός για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, ως σύστημα φυσικού φωτισμού και αερισμού του κτιρίου. Το καλοκαίρι χρειαζόμαστε το καλό αερισμό του αίθριου, γι' αυτό και περιέχει κάποιες θυρίδες – ανοίγματα για την ανακύκλωση του αέρα. Όπως και στα θερμοκήπια, πρέπει να προστατευτούν από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και ιδίως σε θερμά κλίματα. Ο καλύτερος προσανατολισμός είναι και πάλι προς τον νότο που έχουμε την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.

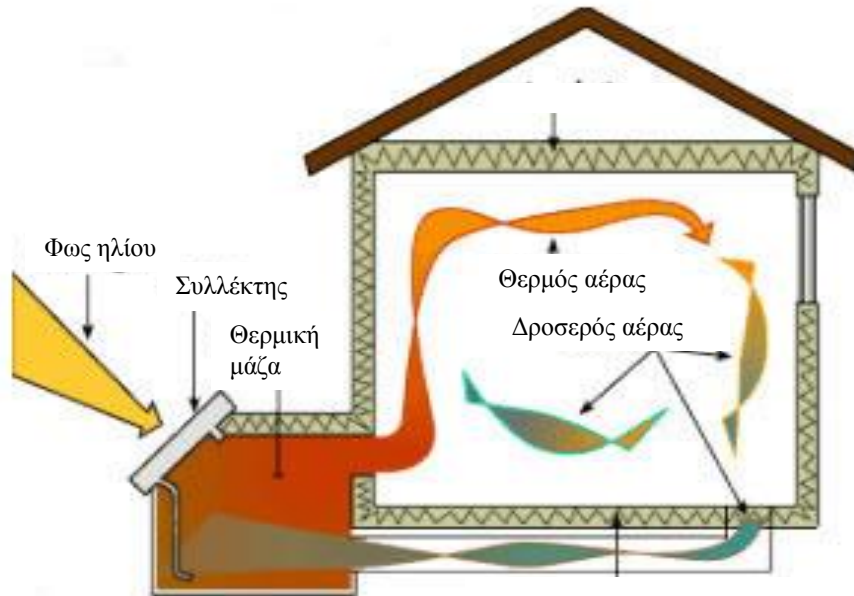


Εικόνα 18: Ηλιακό αίθριο

7.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Το σύστημα απομονωμένου κέρδους είναι ένα απομονωμένο σύστημα που μεταφέρει την θερμότητα μέσω μηχανικής υποβοήθησης, όπως ένας ανεμιστήρας. Η κατασκευή περιλαμβάνει ένα γυαλί να είναι απέναντι από μία μεταλλική επιφάνεια με μικρό διάκενο μεταξύ τους, εκτός του κτιρίου με γωνία 40° με 45° και καθώς το χτυπάει η ηλιακή ακτινοβολία, αυτή αποθηκεύεται και μεταφέρεται σαν θερμότητα ενώ μέσω ένα ανεμιστήρα διαχέεται αργότερα μέσα στο κτίριο. Τον χειμώνα η θερμότητα μεταφέρεται μέσα στο κτίριο μέσω του ανεμιστήρα, ενώ το καλοκαίρι αποβάλλεται από το κτίριο μέσω του ανεμιστήρα

προς τα έξω με συνέπεια τον δροσισμό του κτιρίου.



Εικόνα 19: Σύστημα απομονωμένου κέρδους

8 ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

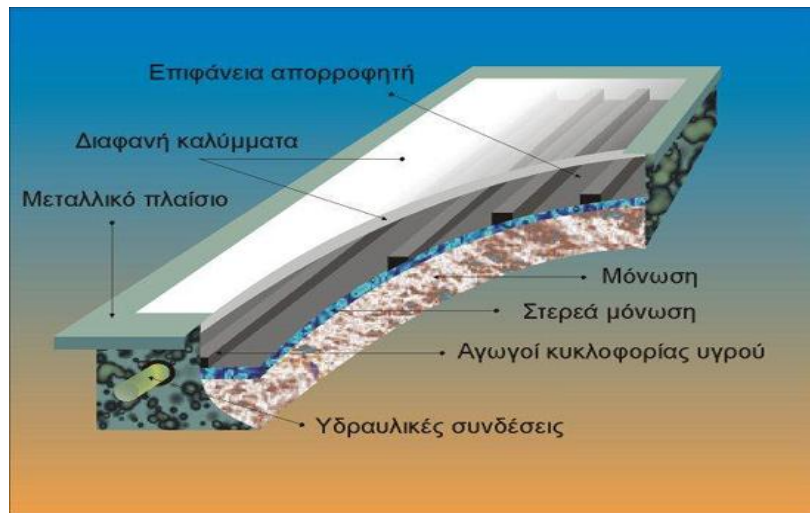
Το νερό είναι αναγκαίο για την ζωή μας. Το ζεστό νερό χρήσης (εφεξής Ζ.Ν.Χ.) είναι επίσης αναγκαίο στην καθημερινή μας ζωή. Το μπάνιο μας, το ντους μας, το πλύσιμο χεριών η ακόμα και το πλύσιμο των πιάτων απαιτεί την σωστή θερμοκρασία του νερού αναλόγως βέβαια με την χρήση. Για να το καταφέρουμε αυτό υπάρχουν τα κατάλληλα συστήματα που θερμαίνουν το νερό. Υπάρχουν 3 συστήματα ζεστού νερού χρήσης.

8.1 ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Ο ηλιακός συλλέκτης είναι το πρώτο σύστημα που θα αναλύσουμε. Συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε θερμική ενέργεια. Είναι πολύ διαδεδομένοι στο εξωτερικό και σιγά σιγά αρχίζουν να χρησιμοποιούνται και στην Ελλάδα. Αποτελούνται συνήθως από τα πάνελ η συλλέκτες, μια δεξαμενή αποθήκευσης του νερού και φυσικά έναν κυκλοφορητή ή αντλία για την μεταφορά το νερού. Αυτό το σύστημα χωρίζεται σε τέσσερις κατηγορίες.

8.1.1 Επίπεδος συλλέκτης μαύρης βαφής

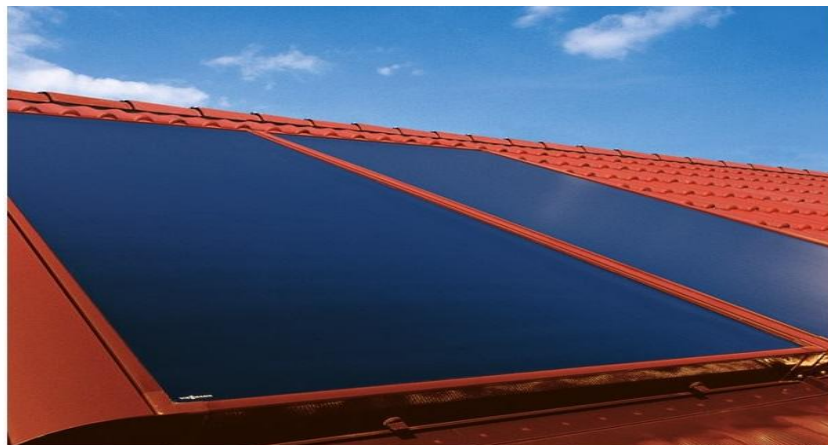
Είναι σχετικά μεσαίου κόστους και η θερμοκρασία λειτουργίας του κυμαίνεται από 150 μέχρι 2000 C°. Είναι βαμμένοι σε σκούρο χρώμα – μαύρο, ώστε να έχουμε καλό βαθμό συντελεστή διαπερατότητας και μεγάλη απορροφητικότητα με ελάχιστη ανάκλαση. Με λίγα λόγια απορροφάει πολύ ενέργεια χωρίς να την ανακλά. Η απόδοσή τους είναι περίπου 650 kWh/m²/έτος.



Εικόνα 20: Επίπεδος συλλέκτης μαύρης βαφής

8.1.2 Επίπεδος επιλεκτικός συλλέκτης

Είναι ένας προηγμένος επίπεδος συλλέκτης μαύρης βαφής που χρησιμοποιεί απορροφητή επιλεκτικής επιφάνειας όπως το γυαλί με καλύτερα αποτελέσματα (εικόνα 21). Η επιλεκτική βαφή προσφέρει πολύ υψηλό συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας (~95%) μειώνοντας αντίστοιχα την ανακλώμενη ενέργεια. Η απόδοσή τους είναι περίπου 700 kWh/m²/έτος.



Εικόνα 21: Επίπεδος επιλεκτικός συλλέκτης

8.1.3 Σωλήνες Κενού

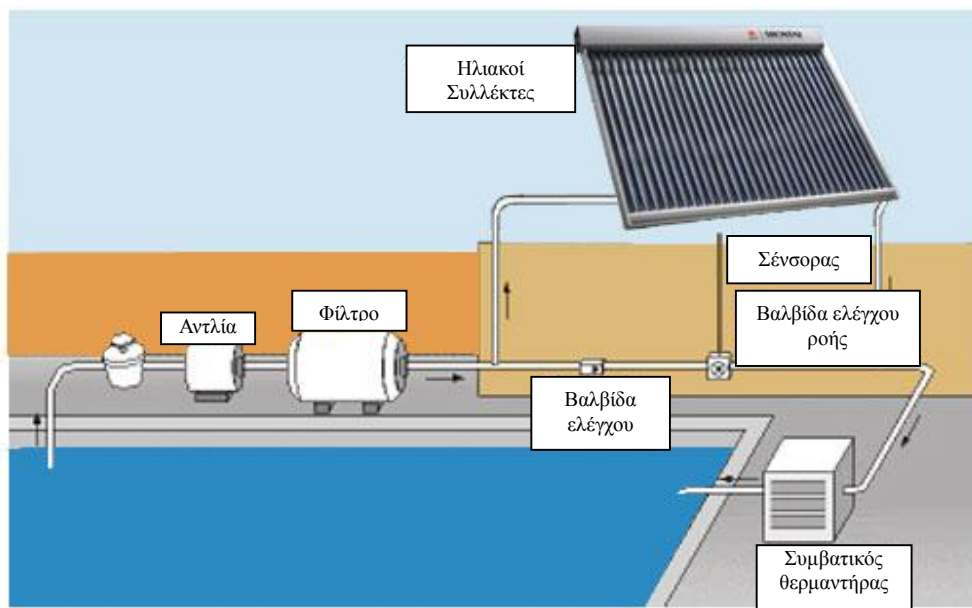
Οι σωλήνες κενού αποτελούνται από σειρές παράλληλων σωλήνων από γυαλί. Στο εσωτερικό κάθε γυάλινου τέτοιου σωλήνα υπάρχει επίπεδη συνήθως πλάκα αλουμινίου που συνδέεται με ένα χάλκινο σωλήνα. Η πλάκα αλουμινίου επικαλύπτεται με ένα επιλεκτικό υλικό. Μέσα στις σωληνώσεις κυκλοφορεί το νερό, ενώ μερικές φορές εξωτερικά βλέπουμε και κάτοπτρα για την μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Η χρήση του κενού εκμηδενίζει τις θερμικές απώλειες των συλλεκτών από αγωγή και μεταφορά και μας οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του νερού. Η απόδοσή τους είναι περίπου 850 kWh/m²/έτος.



Εικόνα 22: Σωλήνες Κενού

8.1.4 Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα

Οι ηλιακοί συλλέκτες χωρίς κάλυμμα χρησιμοποιούνται κυρίως για τη θέρμανση πισινών γιατί η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή. Η λειτουργία τους είναι πολύ απλή. Το νερό από την πισίνα μεταφέρεται στον συλλέκτη που συγχρόνως ζεσταίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και ξαναγυρνάει πίσω στην πισίνα με μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτή που είχε στην αρχή.



Εικόνα 23: Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα

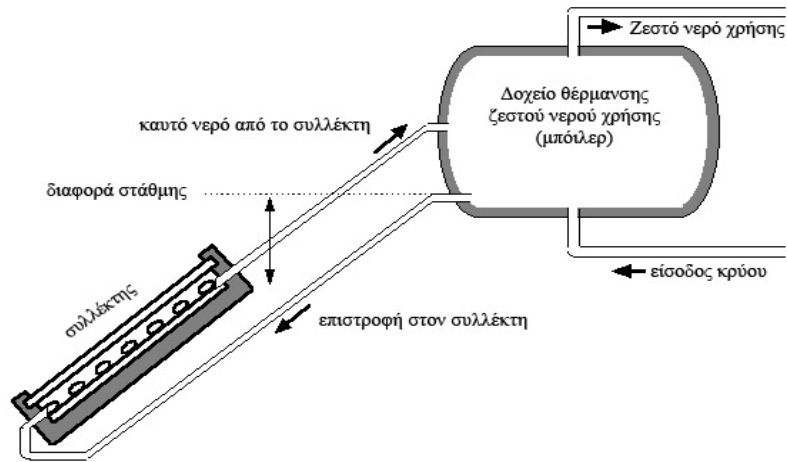
8.2 ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ

Ηλιακός θερμοσίφωνας ονομάζεται το ενεργητικό ηλιακό σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για να θερμάνει το νερό. Είναι πολύ διαδεδομένοι στην Ελλάδα και γενικά σε όλες τις χώρες της Μεσογείου, καθώς υπάρχει μεγάλη διάρκεια της ηλιοφάνειας. Αποτελούνται από 2 κυρίως μέρη, το πρώτο στο οποίο έχουμε την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και το δεύτερο στο οποίο γίνεται η αποθήκευση της. Ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου, χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

8.2.1 Ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοιχτού κυκλώματος

Σε αυτούς τους ηλιακούς θερμοσίφωνες το νερό χρήσης περνάει μέσα από το συλλέκτη, δεν μπορούμε να προσθέσουμε αντιψυκτικά για το κρύο – με συνέπεια να υπάρξει φόβος να σπάσουν οι σωληνώσεις τον χειμώνα και ίσως λόγω της περιεκτικότητας του νερού σε αλάτι, να βουλώνουν πιο σύντομα. Παρόλο αυτά έχουμε γρήγορη θέρμανση του νερού,

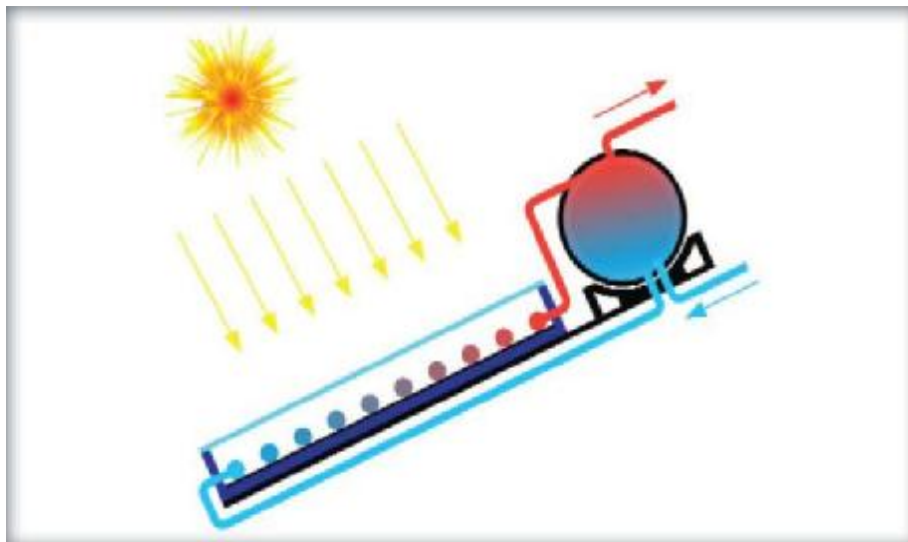
είναι πιο απλοί και πιο φθηνοί.



Εικόνα 24: Θερμοσίφονας ανοιχτού κυκλώματος

8.2.2 Ηλιακοί θερμοσίφονες κλειστού κυκλώματος

Εδώ το νερό σαν θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε διαφορετικό κύκλωμα απ' ότι το νερό που χρειαζόμαστε με συνέπεια να έχουμε έμμεση θέρμανση του νερού. Το νερό αργεί να ζεσταθεί σε σχέση με τους ηλιακούς ανοιχτού κυκλώματος, αλλά δεν παγώνουν και δεν βουλώνουν. Τέλος έχουνε μεγαλύτερη απόδοση και χρόνο ζωής.



Εικόνα 25: Θερμοσίφονας κλειστού κυκλώματος

Τέλος ανάλογα με την ενεργειακή εκμετάλλευση οι ηλιακοί θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος χωρίζονται σε διπλής ενέργειας, όπου ο θερμοσίφοντας εκμεταλλεύεται την ηλιακή ακτινοβολία ή το ρεύμα και σε τριπλής ενέργειας που εκτός από τον ήλιο και το ρεύμα μπορεί να εκμεταλλευτεί και το νερό του λέβητα της κεντρικής θέρμανσης.

8.3 ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα κεντρικά ηλιακά συστήματα, είναι μεγάλες μονάδες για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης προσφέροντας μεγάλη απόδοση και οικονομία για μεγάλο όγκο χρηστών. Εδώ έχουμε τους συλλέκτες της ηλιακής ακτινοβολίας, έναν ηλιακό σταθμό και ένα θερμοδοχείο τοποθετημένο στο λεβητοστάσιο του κτιρίου. Η αρχή λειτουργίας οφείλεται στην διαφορά θερμοκρασίας των συλλεκτών με το κάτω μέρος του μπόιλερ (γίνεται αντιληπτό μέσω αισθητήρων) και την μεταφορά της θερμικής ενέργειας προς αυτό. Ο ηλιακός σταθμός διαχειρίζεται το όλο σύστημα για να μην υπάρχουν ανωμαλίες. Έτσι έχουμε την μέγιστη εκμετάλλευση της ενέργειας που συλλέγουμε για το ζεστό νερό χρήσης.



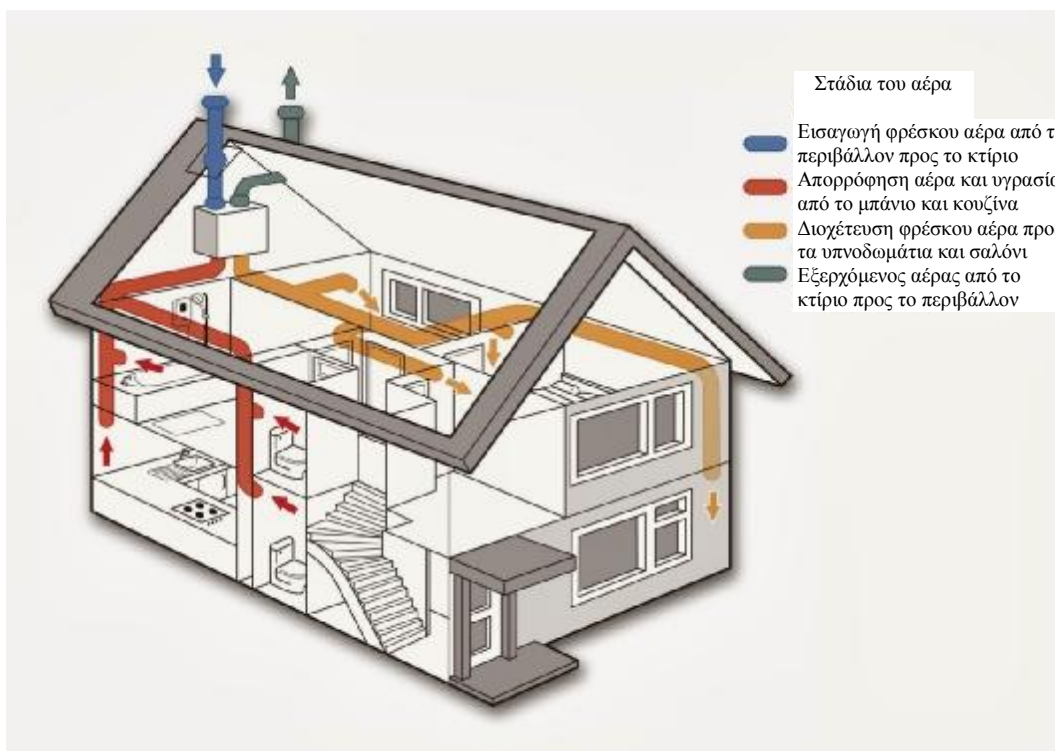
Εικόνα 26: Κεντρικό ηλιακό σύστημα

9 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

9.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΑΕΡΟΣ – ΑΕΡΟΣ

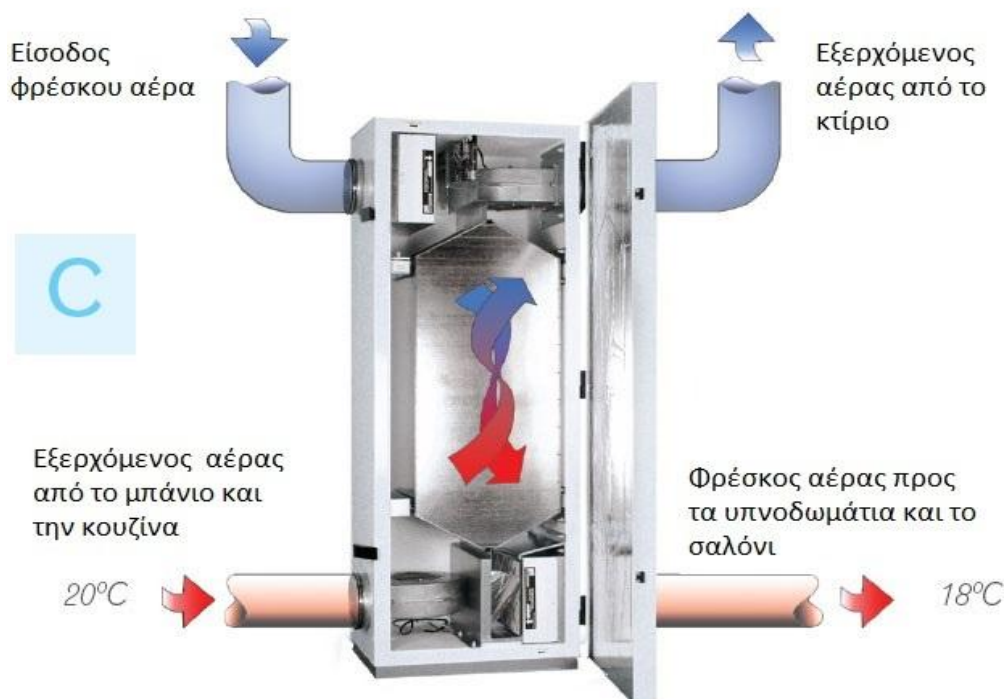
Για την κατασκευή ενός παθητικού κτηρίου απαιτείται ένα ολοκληρωμένο σύστημα εξαερισμού που θα διαχειρίζεται την σωστή ροή του αέρα στο χώρο του και θα εξασφαλίζει την ποιότητας του αέρα και των συνθηκών άνεσης (φρέσκος αέρας χωρίς υγρασία). Η σωστή μόνωση του κτιρίου απαιτεί και ένα ολοκληρωμένο σύστημα ανάκτησης θερμότητας η αλλιώς MVHR (Mechanical Ventilation and Heat Recovery Systems). Σκοπός του είναι να εισάγει εξωτερικό φρέσκο αέρα αφού πρώτα τον φιλτράρει και να το ρίχνει στους χώρους του κτιρίου - εκτός του χώρου του μπάνιου και της κουζίνας τα οποία τραβάνε τον αέρα - και τον εξάγει προς τον έξω περιβάλλοντα. Συγχρόνως αποβάλλει την υγρασία από το μπάνιο και την κουζίνα ανανεώνοντας τον αέρα. Η ανάκτηση του αέρα γίνεται με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας και μεταφέρει την θερμική ενέργεια μεταξύ δύο ρευστών μέσων διαφορετικής θερμότητας.

Πλεονεκτήματα είναι ο βαθμός απόδοσης που μπορεί να φτάσει έως και 94% καθώς και η χρήση του και σε πολύ μεγάλους χώρους. Τέλος γίνεται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας και είναι οικολογικός τρόπος θέρμανσης.



Εικόνα 27: Σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη αέρος – αέρος

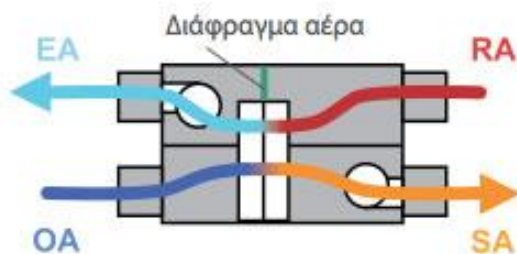
Εναλλάκτης συστήματος ανάκλισης θερμότητας



Εικόνα 28: Εναλλάκτης συστήματος ανάκλισης θερμότητας

9.1.1.1 Λειτουργία ψύξης

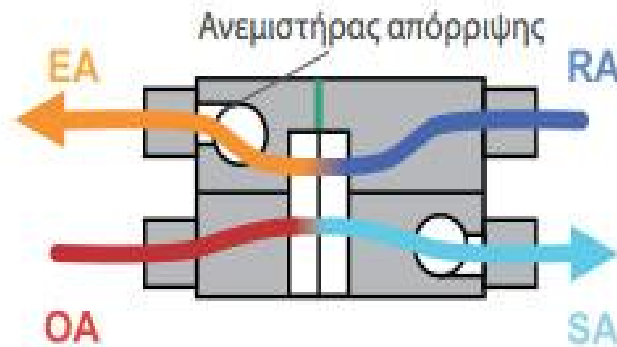
Ο εξωτερικός αέρας εισάγεται στον εναλλάκτη και αφού ψυχρανθεί διανέμεται στο κτίριο μέσω αεραγωγών. Συγχρόνως ο εσωτερικός αέρας εξαγεται αφού έχει ανακυκλωθεί.



Εικόνα 29 : Εναλλάκτης κατά την λειτουργία ψύξης

9.1.1.2 Λειτουργία Θέρμανσης

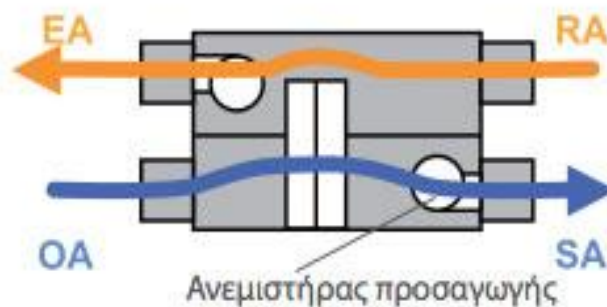
Ο εξωτερικός αέρας εισάγεται στον εναλλάκτη και αφού θερμανθεί διανέμεται στο κτίριο μέσω αεραγωγών. Συγχρόνως ο εσωτερικός αέρας εξάγεται αφού έχει γίνει ανακύκλωση.



Εικόνα 30: Εναλλάκτης κατά την λειτουργία θέρμανσης

9.1.1.3 Λειτουργία ελεύθερης ψύξης (free cooling)

Εδώ έχουμε την εισαγωγή του εξωτερικού αέρα ο οποίος, αφού περάσει από το φίλτρο του εναλλάκτη και χωρίς παραπάνω διεργασία, εισέρχεται αυτούσιος στους αεραγωγούς του συστήματος. Αυτή η λειτουργία, γίνεται τις καλοκαιρινές βραδιές όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την ημέρα. Έτσι πετυχαίνουμε την πτώση της θερμοκρασίας με φυσικό τρόπο και διατήρηση της μέχρι κάποιας ώρας κατά την διάρκεια της ημέρας.



Εικόνα 31: Εναλλάκτης κατά την λειτουργία ελεύθερης ψύξης

9.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Γεωθερμία σημαίνει θερμότητα από την γη, όπως φανερώνει και το όνομα. Το υπέδαφος σε βάθος από 2 έως 100 μέτρα περίπου, έχει μία σταθερή θερμοκρασία που για την Ελλάδα είναι από 14 έως 18 βαθμούς Κελσίου. Έτσι εκμεταλλευόμαστε αυτή την διαφορά μεταξύ της επιφάνειας και του υπεδάφους για την ψύξη ή θέρμανση του κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται με την χρήση μίας Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας (ΓΑΘ) και την κατάλληλη επιλογή σωληνώσεων τοποθετημένων στο υπέδαφος. Με λίγα λόγια έχουμε μία ενέργεια με την μορφή της θερμότητας που προέρχεται από το υπέδαφος.

Τα γεωθερμικά συστήματα διαχωρίζονται σε 2 κατηγορίες αναλόγως την πηγή νερού:

- Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος
- Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος.

9.2.1 Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος

Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος ονομάζονται αυτά τα οποία εκμεταλλευόμαστε το υπέδαφος σε κλειστό περιβάλλον για την ψύξη και θέρμανση. Εάν υπάρχει αρκετός χώρος για την ανάπτυξη των σωληνώσεων (γεωεναλλάκτης) κατασκευάζουμε οριζόντιο γεωθερμικό σύστημα. Σκάβουμε ένα λάκκο βάθους από 1 έως 2,5 μέτρα και τοποθετούμε το κύκλωμα των σωληνώσεων που περιέχουν νερό παράλληλα με το έδαφος (ενώνονται μεταξύ τους) σε μήκος έως 80 – 100 μέτρα, που καταλήγουν σε αντλία θερμότητας. Εκεί το καλοκαίρι εξέρχεται η θερμότητα μέσω του γεωεναλλάκτη και εισάγεται κρύο νερό που το ψύχει, ενώ το χειμώνα μέσω της αντλίας θερμότητας ζεσταίνει το χώρο. Το πλεονέκτημα σε αυτό το σύστημα είναι λίγο κόστος αλλά στον αντίποδα χρειάζεται πολύς χώρος και λόγω του μικρού βάθους εκσκαφής η θερμοκρασία του υπεδάφους δεν είναι τόσο σταθερή.

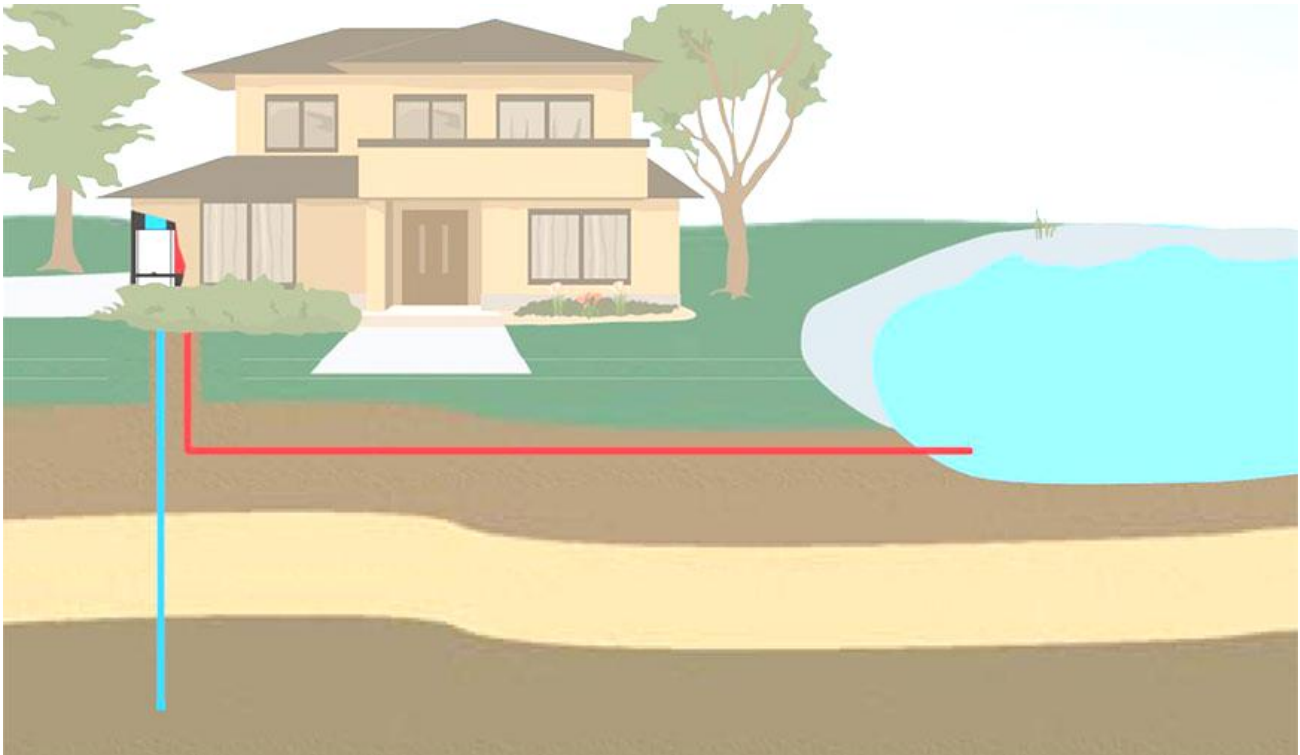
Σε περίπτωση που δεν έχουμε αρκετό χώρο, χρησιμοποιούμε το κάθετο σύστημα γεωθερμίας. Η αρχή λειτουργίας είναι ίδια με την οριζόντια διάταξη, με την διαφορά ότι εδώ κάνουμε γεώτρηση με τον γεωεναλλάκτη σε οριζόντια θέση. Πλεονέκτημα είναι ότι καταλαμβάνει μικρό χώρο και λόγω βάθους η θερμοκρασία είναι πιο σταθερή, ενώ μειονέκτημα είναι το αυξημένο κόστος.



Εικόνα 32: Γεωθερμικό σύστημα κλειστού κυκλώματος

9.2.2 Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος.

Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος ονομάζονται αυτά τα οποία εκμεταλλευόμαστε απευθείας το νερό από λίμνη, ποτάμι κ.τ.λ. Εδώ ένας εναλλάκτης νερού τοποθετείται μεταξύ της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας και του ανοικτού πλέον συστήματος στέλνοντας η απορροφώντας ενέργεια προς το κτίριο. Σε αυτό επίσης το σύστημα έχουμε σταθερή θερμοκρασία όλο το χρόνο ενώ έχει και σχετικά μικρό κόστος κατασκευής.



Εικόνα 33: Γεωθερμικό σύστημα ανοιχτού κυκλώματος

Με λίγα λόγια η Γεωθερμία αποτελεί μία πολύ καλή λύση ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας με σχετικά μικρό κόστος, που παρέχεται όλο τον χρόνο με μεγάλη απόδοση περίπου 80%, ανεξάρτητη από τις κλιματικές διακυμάνσεις και είναι φυσικά οικολογική.

9.3 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (εφεξής Φ/Β) έχουν γνωρίσει μεγάλη αποδοχή στην Ελλάδα στα πλαίσια της εφαρμογής προγραμμάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Ένα Φ/Β σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια. Αποτελείται από ένα ή περισσότερα πάνελ φωτοβολταϊκών στοιχείων (ή αλλιώς κυψελών) και από τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας στην επιθυμητή μορφή. Τα Φ/Β δημιουργούνται με δύο τύπους πυριτίου: το άμορφο και το κρυσταλλικό. Καθώς και οι δύο τύποι πυριτίου παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών είναι απαραίτητη πριν την επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας.

Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους

μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης όπως σε υπολογιστή τσέπης και σε δορυφόρους. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν οι αναστροφείς (inverters) που μετατρέπουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια πιο σύγχρονη εγκατάσταση όπως ένα κτίριο ή ένα θερμοκήπιο που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.

Η χρήση Φ/Β συστημάτων έχουν πολλά πλεονεκτήματα:

- είναι τεχνολογία αρμονική με το περιβάλλον καθώς δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας,
- η ηλιακή ενέργεια είναι μία ενεργειακή πηγή ανεξάντλητη πανταχού παρούσα και δωρεάν,
- με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής,
- η λειτουργία του συστήματος είναι εντελώς αθόρυβη,
- έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης,
- έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής καθώς οι κατασκευαστές εγγυώνται τα κρύσταλλα για 20 - 30 χρόνια λειτουργίας,
- υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις

αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών,

- μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι πχ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- διαθέτουν μεγάλη ευελιξία στις εφαρμογές τους εφόσον τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου.

Το βασικό τους μειονέκτημα είναι το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 2700 ευρώ ανά εγκατεστημένο kW ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5 - 6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

9.4 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

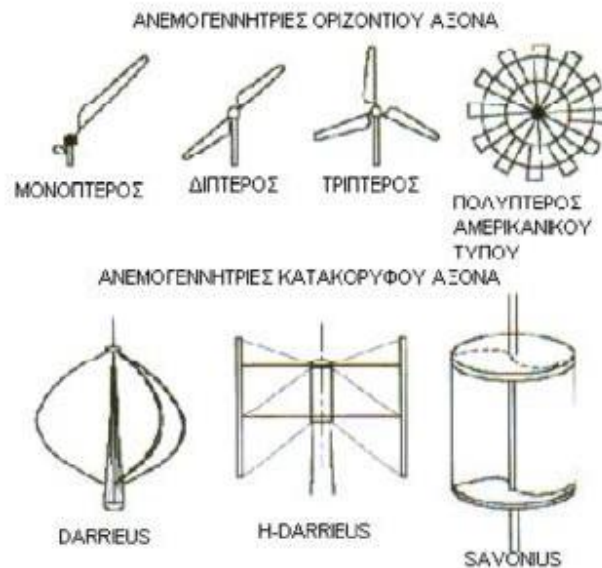
Ανεμογεννήτρια ονομάζουμε την μηχανή η οποία εκμεταλλεύεται τον αέρα – αιολική ενέργεια και την μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια - ρεύμα. Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε 2 κατηγορίες: Οριζόντιου άξονα δηλαδή όπως οι ανεμόμυλοι και οι Κάθετου άξονα όπως είναι το μοντέλο Darrieus.

Γενικά οι ανεμογεννήτριες αποτελούνται από 5 μέρη, το ρότορα, τη γεννήτρια, το σύστημα ελέγχου της ταχύτητας, το φρένο και τον πύργο. Σε κάποιες περιοχές της Ελλάδας, λόγω των ανέμων (νησιά) η χρήση των ανεμογεννητριών δίνουν μεγαλύτερη απόδοση απ'ότι η χρήση των φωτοβολταϊκών.

Τα μειονεκτήματα των ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα είναι οι αναταράξεις λόγω αέρα και ο θόρυβος που δημιουργούν κατά την λειτουργία τους.

Αντίστοιχα οι ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα χρειάζονται περισσότερο αέρα για την λειτουργία τους, ενώ η συντήρησή τους είναι πολύπλοκη και χρονοβόρα καθώς πρέπει να αποσυναρμολογηθεί ένα μεγάλο μέρος της. Και στις 2 περιπτώσεις το κόστος αγοράς είναι

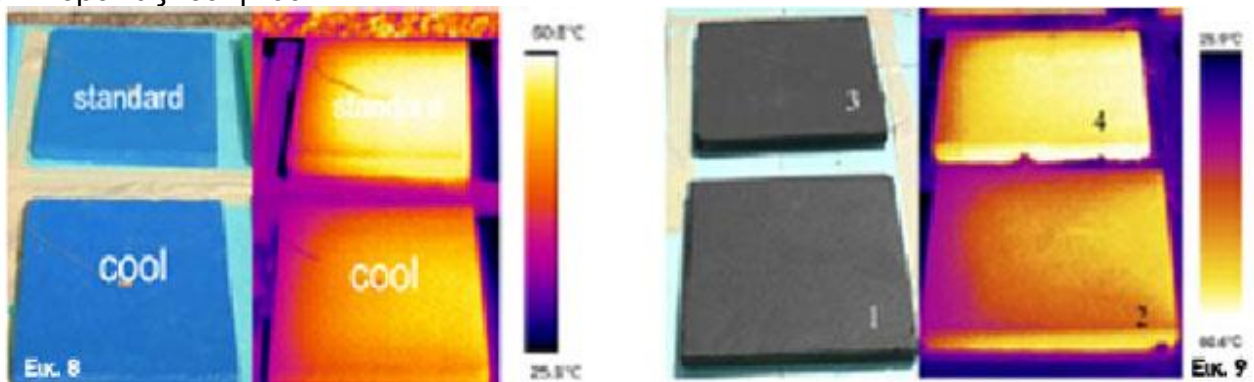
σχετικά μεγάλο και η απόσβεση απαιτεί περίπου 7 χρόνια.



Εικόνα 34: Είδη ανεμογεννητριών

10 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ – ΨΥΧΡΟ ΔΑΠΕΔΟ

Σε ένα παθητικό κτίριο ο εξωτερικός χώρος είναι εξίσου σημαντικό να δημιουργηθεί σωστά, ώστε να μην επιβαρύνει το κτίριο. Το ψυχρό δάπεδο χρησιμοποιεί ψυχρά υλικά που παρουσιάζουν υψηλές τιμές ανακλαστικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας και συγχρόνως μεγάλη ικανότητα εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας. Συνέπεια της μείωσης της επιφανειακής θερμοκρασίας είναι και η μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου και φυσικά η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των δομικών υλικών λόγω της ανάκλασης της ακτινοβολίας του ηλίου.



Εικόνα 35: Διαφορά κανονικού πλακιδίου με ένα ψυχρό υλικό

11 ΤΟ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΚΤΙΡΙΟ

Η παρούσα εργασία αφορά ένα τουριστικό κατάλυμα με την επωνυμία EnerVillas που αποτελείται από δυο ανεξάρτητες επιπλωμένες κατοικίες στον Πατραϊκό κόλπο 20 λεπτά από την Πάτρα και 25 λεπτά από την χρυσαφένια παραλία της Καλογριάς που περιβάλλεται από το δάσος της Στροφιλιάς, ένα εθνικό πάρκο 22.000 στρεμμάτων που προστατεύεται από τη Συνθήκη Ραμσάρ και το Δίκτυο Natura. Οι παροχές έχουν ξεπεράσει τα απλά ποιοτικά και ποσοτικά στάνταρ.

Αυτό που κάνει το συγκρότημα μοναδικό είναι ότι ανήκει στην κορυφαία κατηγορία Energy Plus. Πρακτικά σημαίνει ότι το κατάλυμα παράγει περισσότερη ενέργεια από όση καταναλώνει μέσα σε ένα περιβάλλον απόλυτης θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα.

Οι κατοικίες είναι πλήρως εργονομικές και έχουν σχεδιαστεί με το πρότυπο “Passive House”, όπου αποδεδειγμένα επιτυγχάνει εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι 90% σε σύγκριση με τις συμβατικές κατασκευές, ενώ παράλληλα το κόστος κατασκευής παραμένει προσιτό σε όλους.

Έως σήμερα, παγκοσμίως τα τουριστικά καταλύματα που είναι πιστοποιημένα με το “Passive House” πρότυπο είναι εφτά τα οποία αναρτώνται στην βάση του Passive House Institute (<http://www.passivhausprojekte.de/> στο μενού Building type - hotel/hostel/holiday dwelling και κλικάροντας στο Only Certified Passive House Buildings).

Στόχος του κατασκευαστή (Ανάπτυξη κατασκευαστική – Δημόπουλος Δημήτριος & Σία Ε.Ε.) είναι στις αρχές του 2016, όταν ολοκληρωθεί το έργο να είναι το πρώτο Energy Plus πιστοποιημένο Passive house τουριστικό κατάλυμα παγκοσμίως. Η πιστοποίηση αυτή πραγματοποιείται μέσω του γερμανικού ινστιτούτου Passiv Haus το οποίος μας παρέχει το λογισμικό PHPP, η ανάλυση του οποίου γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

11.1 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ PHPP – PASSIVE HOUSE INSTITUT

Το λογισμικό Passive House Planning Package (PHPP)¹ δημιουργήθηκε το 1998 και από τότε εξελίσσεται συνεχώς. Το πιο βασικό χαρακτηριστικό αυτού του εργαλείου είναι τα φύλλα υπολογισμού για το ισοζύγιο θέρμανσης χώρων (μέσω ετησίων και μηνιαίων μεθόδων), για τη διανομή και την παροχή θερμότητας καθώς επίσης και για την ηλεκτρική ενέργεια και για την ανάγκη πρωτογενούς ενέργειας. Σημαντικές ενότητες συμπλήρωναν

¹ Πρέπει να σημειωθεί ότι το συγκεκριμένο λογισμικό έχει αγοραστεί νομίμως από το τεχνικό γραφείο στο οποίο εκπονήθηκε η παρούσα εργασία και όποια χρήση του λογισμικού έγινε στην έδρα της εταιρίας η οποία έχει τα δικαιώματα χρήσης.

διαδοχικά την πρακτική του σχεδιασμού των έργων ενεργειακής απόδοσης σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβάνοντας τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών τιμών των παραθύρων, της σκίασης, του φορτίου θέρμανσης και της συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, της ψύξης και της απαίτησης αφύγρανσης, του εξαερισμού για τα μεγάλα αντικείμενα και για τα μη οικιστικά κτίρια, λαμβάνοντας υπόψη τις ΑΠΕ, καθώς και την πιστοποίηση EnerPHit (ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων). Το PHPP συνεχώς επικυρώνεται και επεκτείνεται, με βάση τις τιμές μέτρησης και τα νέα ευρήματα της έρευνας.

Στο πλαίσιο επιστημονικών ερευνών, τα μετρήσιμα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα των υπολογισμών. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, μια υψηλή συσχέτιση αποδείχθηκε μεταξύ της απαίτησης όπως είχε υπολογιστεί χρησιμοποιώντας το PHPP και την εξακριβωμένη κατανάλωση μέσω προγραμμάτων επιστημονικής παρακολούθησης. Με προσεκτικό σχεδιασμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, δεν θα υπάρχουν κενά στην απόδοση.

Το δοκιμασμένο λογισμικό PHPP παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα στη μελέτη των ακόλουθων περιπτώσεων:

- απαίτηση θέρμανσης ανά έτος [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] και μέγιστο φορτίο θέρμανσης [W/m^2]
- απαίτηση ψύξης ανά έτος [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$] και μέγιστο φορτίο ψύξης [W/m^2] (στην περίπτωση ενεργής ψύξης)
- καλοκαιρινή άνεση στην περίπτωση της παθητικής ψύξης : η συχνότητα της υπερθέρμανσης [%]
- απαίτηση για τις ΑΠΕ ετησίως και απαίτηση πρωτογενούς ενέργειας όλων των ενεργειακών υπηρεσιών σε ολόκληρο το κτίριο [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$]
- εκτίμηση των ετήσιων κερδών των ΑΠΕ [$\text{kWh}/\text{m}^2\text{ground a}$]

Το PHPP είναι ιδανικό εργαλείο για την μελέτη ενός παθητικού κτιρίου καθώς οι παράμετροι ελέγχου εξασφαλίζουν την κατασκευή του. Οι παράμετροι αυτοί χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Στις παραμέτρους που είναι απαραίτητες για την πιστοποίηση ενός παθητικού κτιρίου, σε αυτές που δεν είναι απαραίτητες και σε αυτές που πρέπει να υπολογιστούν εφόσον υπάρχουν τα αντίστοιχα συστήματα ή μπορούν να μετρηθούν. Στην εισαγωγή του προγράμματος (λογισμικό PHPP), έχουμε τις συνοπτικές οδηγίες χρήσεως και παρουσίαση των τριών ειδών παραμέτρων.

11.2 ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ RHPP

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε τα στοιχεία του κτιρίου όπως θα τα εισάγουμε στο λογισμικό RHPP για να δούμε αν πληροί τις προϋποθέσεις ώστε να χαρακτηριστεί παθητικό κτίριο.

11.2.1 Παράμετροι απαραίτητες για την πιστοποίηση ενός παθητικού κτιρίου

11.2.1.1 Verification - Επαλήθευση

Σε αυτή την παράμετρο αναφέρονται τα δεδομένα του κτιρίου, γίνεται η επιλογή της μεθόδου υπολογισμού καθώς και η περίληψη των αποτελεσμάτων που αφορούν τα ελάχιστα όρια.

11.2.1.2 Climate Data - Κλίμα

Στην παράμετρο 'κλίμα' προσθέτουμε τις συντεταγμένες της περιοχής που ενδιαφερόμαστε, ή κατευθείαν την πόλη και έχουμε αυτόματα την θερμοκρασία εδάφους, την ηλιακή ενέργεια καθώς και άλλες πληροφορίες που αφορούν το τοπικό κλίμα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει επιλεγθεί η περιοχή Αλισσός όπου βρίσκεται το κτίριο.

11.2.1.3 U-Values – Βαθμός Θερμοχωρητικότητας

Αφορά τον βαθμό θερμοχωρητικότητας (συντελεστής θερμότητας που μεταφέρεται) των δομικών στοιχείων του κτιρίου, όπως ο εξωτερικός τοίχος, η οροφή κ.α. Στο παρόν κτίριο λάβαμε υπόψη μας το εξωτερικό κέλυφος μαζί με το υπάρχον υπόγειο τοποθετώντας τις αντίστοιχες διαστάσεις.

11.2.1.4 Areas Determination – Προσδιορισμός Περιοχών

Σε αυτό το φύλλο εργασίας βάζουμε αναλυτικά τις επιφάνειες του κτιρίου (όψεις, δάπεδο, στέγη κ.τ.λ.) και υπολογίζεται το τελικό U για κάθε ένα από αυτά.

11.2.1.5 Passive House Components - Βάση δεδομένων συστατικών του κτιρίου

Σε αυτό το σημείο διαλέγουμε υλικά πιστοποιημένα μέσα από μια βιβλιοθήκη υλικών που μας δίνει την δυνατότητα να δούμε τις διαφορές μεταξύ τους. Η βάση δεδομένων αφορά τα δομικά υλικά, την υάλωση, τα κουφώματα, τον αερισμό κ.τ.λ. και μέσω αυτής διαλέγουμε το κάθε υλικό με κριτήριο την απόδοση του και το λιγότερο U π.χ. στα παράθυρα.

11.2.1.6 Windows - Παράθυρα

Σε αυτό το φύλλο εργασίας βάζουμε τις διαστάσεις των ανοιγμάτων (παράθυρα πόρτες). Για το εξεταζόμενο κτίριο ως δεδομένα σε αυτή την παράμετρο εισάγαμε τη σειρά κουφωμάτων όπως επιλέχθηκε από την παράμετρο Components.

11.2.1.7 Shading - Σκίαση

Σε αυτό το σημείο καταγράφονται οι συντελεστές σκίασης καθώς εισάγονται οι παράμετροι ανάλογα με τα είδος σκιάστρου (τέντες, απέναντι κτίρια, φύτευση κ.τ.λ.). Στη περίπτωση μας έχουν επιλεγθεί σταθερά σκίαστρα όπως πρόβολος δώματος σε κλίση κινητά σκίαστρα όπως τέντες σε μπαλκονόπορτες και φυσική σκίαση από δένδρα και φυτά. Επειδή δεν υπάρχουν γειτονικά κτίρια, δεν έχουμε κάποια ωφέλεια από αυτά όσον αφορά την σκίαση

11.2.1.8 Ventilation - Εξαερισμός

Μελετώνται σε αυτό το φύλλο εργασίας τα ποσοστά ροής αέρα, η αποδοτικότητα της διατήρησης σταθερής θερμοκρασίας ενώ σε αυτό το σημείο καταγράφονται και τα αποτελέσματα του τεστ πίεσης. Τέλος μπορούμε να επιλέξουμε το μηχανήμα που εξυπηρετεί τις ανάγκες μας. Εδώ παίζει ρόλο ο όγκος του κτιρίου, ο αριθμός των κατοίκων, ο αριθμός και το είδος των δωματίων καθώς και κάποιοι άλλοι παράγοντες. Ο όγκος της κατοικίας είναι 496m^3 , έχει πέντε κατοίκους, 1 κουζίνες, 1 μπάνια και 1 WC.

11.2.1.9 Heating - Θέρμανση

Σε αυτή την παράμετρο γίνεται ο υπολογισμός της απαίτησης θέρμανσης του χώρου μηνιαίως με την πιστοποίηση EN 13790. Τέλος κάνουμε ένα πρώτο έλεγχο να δούμε εάν

έχουμε την απαιτούμενη θέρμανση για να έχουμε την πιστοποίηση. Όπως και στην προηγούμενη ενότητα βάζουμε τον τύπο του κτιρίου – τουριστικό κατάλυμα- την επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία – 20°C – τον όγκο του κτιρίου – 496m³ - και βρίσκουμε την απαίτηση θέρμανσης του κτιρίου.

11.2.1.10 Heating Load - Φορτίο Θέρμανσης

Μέσω αυτού του φύλλου εργασίας υπολογίζουμε το ολικό φορτίο θερμότητας που προκύπτει από τη μεταφορά θερμότητας φορτίου συν το φορτίο της θερμότητας που μεταφέρεται μέσω αέρα.

11.2.1.11 Summer Ventilation - Καλοκαιρινός εξαερισμός

Γίνεται προσδιορισμός του θερινού εξαερισμού αλλά παράλληλα και του εξαερισμού σε περιπτώσεις ψύξης και γίνεται και εκτίμηση των ποσοστών ροής αέρα για τον φυσικό εξαερισμό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ώστε να αποφύγουμε υπερθέρμανση. Σε τέτοια περίπτωση χρησιμοποιούμε π.χ. ανεμιστήρα οροφής.

11.2.1.12 Summer - Καλοκαίρι

Αυτό το φύλλο εργασίας μας επιτρέπει να κάνουμε αξιολόγηση του θερινού κλίματος υπολογίζοντας την συχνότητα υπερθέρμανσης σαν μέτρο της θερινής άνεσης. Δεν επεμβαίνουμε σε αυτό το φύλλο εργασίας, καθώς οι τιμές εισάγονται από μόνες τους λόγω κλίματος.

11.2.1.13 DHW + Distribution - Ζεστό Νερό Χρήσης και Διανομή

Αυτή η παράμετρος μελετά τις απαιτήσεις για Ζ.Ν.Χ. σε όλο το κτίριο αναλόγως τις κλίκες και την μεταφορά του. Στη δική μας περίπτωση εισάγονται τα δεδομένα που ήδη αναφέρουμε δηλαδή τα τετραγωνικά ο αριθμός των κατοίκων ο τύπος του κτιρίου κτλ.

11.2.1.14 Electricity - Ηλεκτρισμός

Διαμέσω αυτού του φύλλου εργασίας βλέπουμε τις καταναλώσεις των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Τα καταλύματα διαθέτουν κουζίνα, ψυγείο, πλυντήριο κτλ. και αντίστοιχα βάζουμε τις καταναλώσεις της κάθε συσκευής.

11.2.1.15 Auxiliary Electricity - Επικουρική Ηλεκτρική Ενέργεια

Σε αυτό το φύλλο εργασίας γίνεται ο υπολογισμός του επικουρικού ρεύματος και της αντίστοιχης αρχικής απαίτησης ενέργειας.

11.2.1.16 PE Value – Πρωτογενής Ενέργεια

Σε αυτό το σημείο γίνεται επιλογή των συστημάτων που χρησιμοποιούμε και υπολογίζεται το διοξείδιο του άνθρακα CO₂.

11.2.2 Προαιρετικοί παράμετροι για την πιστοποίηση ενός παθητικού κτιρίου

Ανάλογα με την θέση της κάθε χώρας η σημασία των παραμέτρων αλλάζει για παράδειγμα στην Ελλάδα λόγω του κλίματος είναι σημαντικό να γίνει πρόβλεψη και μελέτη για την ψύξη στο κτίριο.

11.2.2.1 Overview - Επισκόπηση

Μέσω της επισκόπησης γίνεται σε βάθος περιγραφή του project, επισκόπηση όλων των αποτελεσμάτων και των εισηγμένων μεταβλητών. Σε αυτό το σημείο καταγράφονται οι συγκεκριμένες λεπτομέρειές του φακέλου του κτιρίου, των συστημάτων του κτιρίου καθώς επίσης και οι γενικές πληροφορίες ώστε να γίνει η πιστοποίηση σαν Παθητικό Κτίριο.

11.2.2.2 Annual Heating - Ετήσια θέρμανση

Εδώ έχουμε την ενέργεια που χρειαζόμαστε όλο τον χρόνο για την θέρμανση. Δεν

μπορούμε να επέμβουμε σε αυτό το φύλλο εργασίας καθώς βγαίνει αυτόματα σύμφωνα με τις προηγούμενες τιμές που είχαμε δώσει σε άλλα πεδία.

11.2.2.3 Cooling Load - Φορτίο ψύξης

Αυτή η παράμετρος μας δείχνει τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα που αφορά την ψύξη.

11.2.2.4 Solar DHW - Ηλιακά θερμικό σύστημα και ZNX

Αυτό το φύλλο εργασίας λειτουργεί επικουρικά με την παράμετρο “Διανομή θερμότητας και ZNX” καθώς υπολογίζει την συμβολή του ήλιου στο ZNX και στην διανομή θέρμανσης στο χώρο (π.χ. με ηλιακό θερμοσίφωνα).

11.2.2.5 PV - Φωτοβολταϊκά

Αυτή η επιλογή μας επιτρέπει να υπολογίσουμε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά συστήματα εάν φυσικά θα βάλουμε ή έχουμε ήδη.

11.2.2.6 Use non-res - Μη οικιστική χρήση

Σε αυτή την παράμετρο έχουμε διάφορους συντελεστές για μη κτίρια που προέχροντε για κατοικίες π.χ. γραφείο. Σε τέτοιες περιπτώσεις ο αερισμός αλλάζει και πρέπει να διαφοροποιηθεί σε σχέση με τα άλλα κτίρια.

11.2.2.7 Electricity non-res - Μη οικιστική ηλεκτρική ενέργεια

Μέσω αυτού του φύλλου εργασίας υπολογίζεται η απαίτηση ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό, τις ηλεκτρικές συσκευές και τις κουζίνες σε κτίρια που δεν είναι κατοικίες.

11.2.2.8 IHG - Εσωτερικά κέρδη θερμότητας

Αυτή η παράμετρος είναι ο υπολογισμός των εσωτερικών κερδών θερμότητας βασισμένων στα φύλλα εργασίας που αφορούν τα συστήματα θέρμανσης, η θερμότητα που αποδίδουμε σαν άνθρωποι κ.τ.λ.

11.2.2.9 IHG non-res - Εσωτερικά κέρδη θερμότητας σε μη οικιστικά κτίρια

Αυτή η παράμετρος είναι ο υπολογισμός των εσωτερικών κερδών θερμότητας βασισμένων στα φύλλα εργασίας που αφορούν τα συστήματα θέρμανσης, η θερμότητα που αποδίδουμε σαν άνθρωποι κτλ για μη κατοικίες.

11.2.3 Παράμετροι που πρέπει να μελετηθούν εφόσον υπάρχουν τα αντίστοιχα συστήματα ή μπορούν να μετρηθούν.

11.2.3.1 Ground - Έδαφος

Στη συγκεκριμένη παράμετρο μελετώνται όλα όσα έχουν σχέση με το έδαφος όπως οι απώλειες θερμότητας μέσω του εδάφους του θερινούς και του χειμερινούς μήνες, ιδίως εάν έχουμε υπόγειο οπου μετράμε τις απώλειες του.

11.2.3.2 Additional Ventilation - Πρόσθετος εξαερισμός

Σε αυτή την παράμετρο εισάγουμε επιπλέον στοιχεία για τον σχεδιασμό του συστήματος αερισμού. Μελετάμε τα κανάλια που χρειάζονται για την μεταφορά του αέρα.

11.2.3.3 Cooling - Ψύξη

Η παράμετρος Ψύξη είναι η μηνιαία μέθοδος υπολογισμού της απαίτησης ψύξης του κτιρίου.

11.2.3.4 Cooling Units - Μονάδες ψύξης

Αυτή η παράμετρος μας επιτρέπει να υπολογίσουμε εάν έχουμε ελλιπή ψύξη ενώ συγχρόνως μας επιτρέπει να προσθέσουμε άλλη μονάδα ψύξης για καλύτερα αποτελέσματα π.χ. κλιματιστικό.

11.2.3.5 Compact - Συμπαγής μονάδα αντλίας θερμότητας

Αυτό το φύλο εργασίας μας επιτρέπει να μελετήσουμε την αποδοτικότητα της συμπαγούς μονάδας αντλίας θερμότητας και να υπολογίσουμε την συνδυασμένη αποδοτικότητα παραγωγής θερμότητας για θέρμανση και για ZNX μόνο με τη βοήθεια μιας ηλεκτρικής συμπαγούς μονάδας αντλιών θερμότητας, που εξετάζει τους συγκεκριμένους όρους της μελέτης.

11.2.3.6 HP - Αντλία θερμότητας

Υπολογίζεται η αποδοτικότητα για μια ή δυο αντλίες θερμότητας που λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια λαμβάνοντας υπόψη τους συγκεκριμένους όρους της μελέτης

11.2.3.7 HP Ground - Γεωθερμία

Σε αυτό το φύλλο εργασίας υπολογίζεται η θερμότητα χρησιμοποιώντας την γεωθερμία ως πηγή ενέργειας.

11.2.3.8 Boiler

Σε αυτή την παράμετρο μπορούμε να υπολογίσουμε την αποδοτικότητα της παραγωγής θερμότητας με την χρήση μπόιλερ.

11.2.3.9 District - Τηλεθέρμανση

Με αυτό το φύλλο υπολογίζουμε την θερμότητα που προέρχεται από την ενέργεια εργοστασίων λιγνίτη κ.τ.λ.

ΣΥΝΟΨΗ

Σε αυτό το σημείο ενδεικτικά παρουσιάζουμε κάποια αποτελέσματα του λογισμικού εισάγοντας τα δεδομένα του εξεταζόμενου κτιρίου.

1) Επαλήθευση

Passive House verification			
Photo or Drawing			
Building:	energy plus		
Street:			
Postcode / City:			
Country:			
Building type:	hotel		
Climate:	Standort 1	Altitude of building site (in [m] above sea level):	-
Home owner / Client:			
Street:			
Postcode/City:			
Architecture:			
Street:			
Postcode / City:			
Mechanical system:			
Street:			
Postcode / City:			
Year of construction:	2015	Interior temperature winter:	20,0 °C
No. of dwelling units:	1	Interior temperature summer:	25,0 °C
No. of occupants:	5,0	Internal heat sources winter:	2,1 W/m²
Spec. capacity:	60 Wh/K per m² TFA	Ditto summer:	2,2 W/m²
		Enclosed volume V _e , m³:	550,0
		Mechanical cooling:	x
Specific building demands with reference to the treated floor area			
	Treated floor area	198,4 m²	
Space heating	Heating demand	9 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)
	Heating load	8 W/m²	10 W/m²
Space cooling	Overall specif. space cooling demand	3 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)
	Cooling load	7 W/m²	-
	Frequency of overheating (> 25 °C)	%	-
Primary energy	Heating, cooling, dehumidification, DHW, auxiliary electricity, lighting, electrical appliances	76 kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)
	DHW, space heating and auxiliary electricity	32 kWh/(m²a)	-
	Specific primary energy reduction through solar electricity	kWh/(m²a)	-
Airtightness	Pressurization test result n ₅₀	0,6 1/h	0,6 1/h
			* empty field: data missing; -: no requirement
Passive House?	yes		

Σε αυτή τη καρτέλα βλέπουμε τα χαρακτηριστικά το κτιρίου : έτος κατασκευής, όγκο, τετραγωνικά, το είδος του κτιρίου που είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς ένα σπίτι σε σχέση με ένα γραφείο ή ένα νοσοκομείο έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε εξαερισμό ή θέρμανση ή ψύξη. Επίσης βάζουμε τον αριθμό των κατοίκων, τις επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες για χειμώνα και καλοκαίρι και εφόσον έχουμε συμπληρώσει και τις επόμενες παραμέτρους του προγράμματος, χαρακτηρίζεται το κτίριο Παθητικό ή μη (κάτω δεξιά)

2) Κλίμα

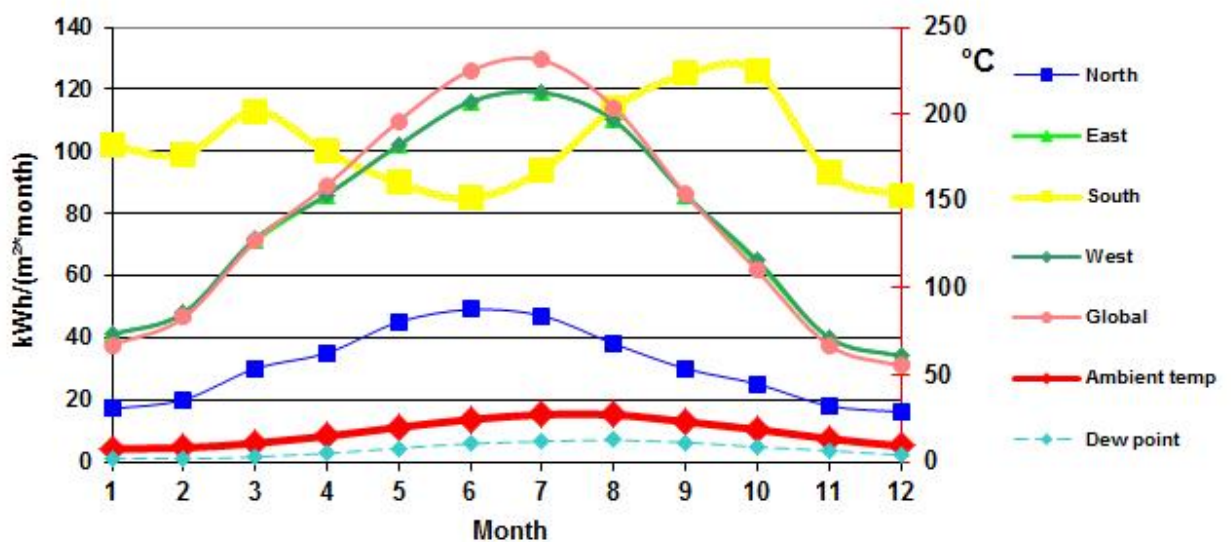
CLIMATE DATA

Building: energy plus			
Climate building: Standort 1		Transfer to annual method (Annual Heating)	
Monthly data: User data - Standort 1		Heating demand	126 kWh
Annual data		Heating load	36 kWh/m²
Use annual climate data set: no		North	78 kWh/(m²)
Results:		East	183 kWh/(m²)
Annual heating demand	81,9 kWh/(m²)	South	266 kWh/(m²)
Heating load	11,9 kWh/m²	West	160 kWh/(m²)
Primary energy	25,0 kWh/(m²)	Horizontal	311 kWh/(m²)

Month	1	2	3	4	5	6
Days	31	28	31	30	31	30
User data - Standort 1	Latitude:	50,0	Longitude °	21,6	Altitude m	341
Ambient temp	7,5	8,0	10,6	14,7	19,8	24,3
North	17	20	30	35	45	49
East	41	48	71	86	102	116
South	102	99	113	100	90	85
West	41	48	72	86	102	116
Global	67	83	127	159	196	225
Dew point	2,2	1,7	2,8	4,8	7,8	10,4
Sky temp	-5,4	-5,3	-3,5	-0,1	4,4	6,9
Ground temp	18,1	17,5	17,5	17,9	18,7	23,0
Comment:	Passipedia, satellite data					

7	8	9	10	11	12	Heating load		Cooling load	
31	31	30	31	30	31	Weather 1	Weather 2	Weather 1	Weather 2
Daily temperature swing Summer (K)			9,1	Radiation data, kWh/(m ² month)		Radiation, Wh/m ²		Radiation, Wh/m ²	
27,3	27,0	23,0	16,0	13,2	9,0	0,5	6,3	32,6	20,0
47	38	30	25	18	15	33	17	92	86
113	110	86	64	40	34	72	28	193	172
94	114	125	120	93	69	167	46	170	233
119	110	86	66	40	34	71	26	159	177
231	204	164	110	67	55	128	52	365	293
11,7	12,4	11,1	8,5	6,4	3,8			15,4	15,4
0,9	9,6	7,1	3,0	0,0	-2,9			12,4	10,4
23,8	24,4	24,4	24,0	19,9	18,9	17,5	17,5	24,4	24,4

Solar radiation + Ambient temperature



Σε αυτό το σημείο μελετάται το κλίμα στη συγκεκριμένη τοποθεσία στην οποία εκπονείται το έργο και γίνεται σύγκριση μετά την ηλιακή ακτινοβολία με την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Επίσης βλέπουμε στο διάγραμμα το σημείο δροσισμού (Dew Point) για κάθε μήνα του έτους. Όλα τα παραπάνω δεδομένα δίνονται από δορυφόρο μέσω της Passipedia.

3) Βαθμός Θερμοχωρητικότητας

Passive House planning: U - VALUES OF BUILDING ELEMENTS

Building: **energy plus** Wedge-shaped building assemblies (tapered insulation),
unventilated air layers and unheated attics

→ Auxiliary calculation to the right

Assembly no. **1** Building assembly description **columns concrete** Interior insulation?

Heat transfer resistance [m²K/W] Interior R_{si} **0,10**
exterior R_{se} **0,10**

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
1 interior plaster	0,870					10
2 concrete	2,100					300
3 eps	0,032					100
4 exterior plaster	0,870					10
5						
6						
7						
8						
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						47,0 cm

U-value supplement: W/(m²K) U-Value: **0,285** W/(m²K)

Assembly no. **2** Building assembly description **wall below ground** Interior insulation?

Heat transfer resistance [m²K/W] Interior R_{si} **0,10**
exterior R_{se} **0,10**

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
1 interior plaster	0,870					10
2 bricks	0,116					200
3 eps	0,032					200
4 exterior plaster	0,870					10
5						
6						
7						
8						
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						47,0 cm

U-value supplement: W/(m²K) U-Value: **0,116** W/(m²K)

Assembly no. **3** Building assembly description **beams concrete** Interior insulation?

Heat transfer resistance [m²K/W] Interior R_{si} **0,10**
exterior R_{se} **0,10**

Area section 1	λ [W/(mK)]	Area section 2 (optional)	λ [W/(mK)]	Area section 3 (optional)	λ [W/(mK)]	Thickness [mm]
1 interior plaster	0,870					10
2 concrete	2,100					200
3 eps	0,032					200
4 exterior plaster	0,870					10
5						
6						
7						
8						
Percentage of sec. 1		Percentage of sec. 2		Percentage of sec. 3		Total
100%						47,0 cm

U-value supplement: W/(m²K) U-Value: **0,152** W/(m²K)

Σε αυτά τα πεδία συμπληρώνουμε τα δομικά υλικά του κτιρίου (μπετό, σοβάς κ.α.) καθώς και το πάχος τους. Το πρόγραμμα λαμβάνοντας υπόψη τη θερμική αγωγιμότητα του κάθε υλικού υπολογίζει το βαθμό θερμοχωρητικότητας.

4) Αερισμός

STANDARD INPUT FOR BALANCED VENTILATION

Ventilation dimensioning for systems with one ventilation unit

Occupancy	m ² /P	40
Number of occupants	P	5,0
Supply air per person	m ³ /(P·h)	30
Supply air requirement	m ³ /h	150
Extract air rooms		
Quantity		
Extract air requirement per room	m ³ /h	
Total extract air requirement	m ³ /h	240

		Bathroom		
	Kitchen	Bathroom	(shower only)	WC
	2	2	1	1
	60	40	20	20
	240			

Design air flow rate (maximum) m³/h: 250

Average air change rate calculation

Type of operation	Daily operation duration (h/d)	Factors referenced to maximum	Air flow rate (m ³ /h)	Air change rate (1/h)
Maximum	12,0	1,00	250	0,50
Standard	12,0	0,77	192	0,39
Grundlüftung		0,54	135	0,27
Minimum		0,40	100	0,20
		Average value: 0,88	Average air flow rate (m ³ /h): 221	Average air change rate (1/h): 0,45

Selection of ventilation unit with heat recovery

Central Unit within the thermal envelope.
 Central Unit outside of the thermal envelope.

Ventilation unit selection: [Sortierung: WIE LISTE](#)
 0329v03 ComfoAir550, ComfoD550, WWR990

Heat recovery efficiency Unit	Specific power Input (W/m ³)	Application range (m ³ /h)	Frost required	Unit noise level (< 35dBA)
0,84	0,31	110 - 308	yes	no

[Go to ventilation units list](#)

Conductance value of exterior air duct Ψ	W/(mK)	0,420	See calculation below
Length of exterior air duct	m	1	See calculation below
Conductance value of exhaust air duct Ψ	W/(mK)	0,420	See calculation below
Length of exhaust air duct	m	1	See calculation below
Temperature of mechanical services room (Enter only if the central unit is outside of the thermal envelope.)	°C		

Room temperature (°C)	20
Avg ambient temp. heat. period (°C)	9,7
Avg ground temp (°C)	17,9

Effective heat recovery efficiency $\eta_{p,eff}$: **83,2%**

Energy recovery efficiency (humidity) $\eta_{p,eff}$: []

Effective heat recovery efficiency subsoil heat exchanger

SHX efficiency $\eta_{p,sub}$: 60%

Heat recovery efficiency SHX $\eta_{p,sub}$: 48%

Secondary calculation Ψ-value supply or ambient air duct

Nominal width:	200	mm
Insul. thickness:	50	mm
Reflective? Please mark with an 'x'!		
Yes		
<input checked="" type="checkbox"/> No		
Thermal conductivity:	0,032	W/(mK)
Nominal air flow rate	221	m ³ /h
Δs	10	K
Exterior duct diameter	0,200	m
Exterior diameter	0,300	m
α-Interior	9,09	W/(m ² K)
α-Surface	5,60	W/(m ² K)
Ψ-value	0,420	W/(mK)
Surface temperature difference	0,824	K

Secondary calculation Ψ-value extract or exhaust air duct

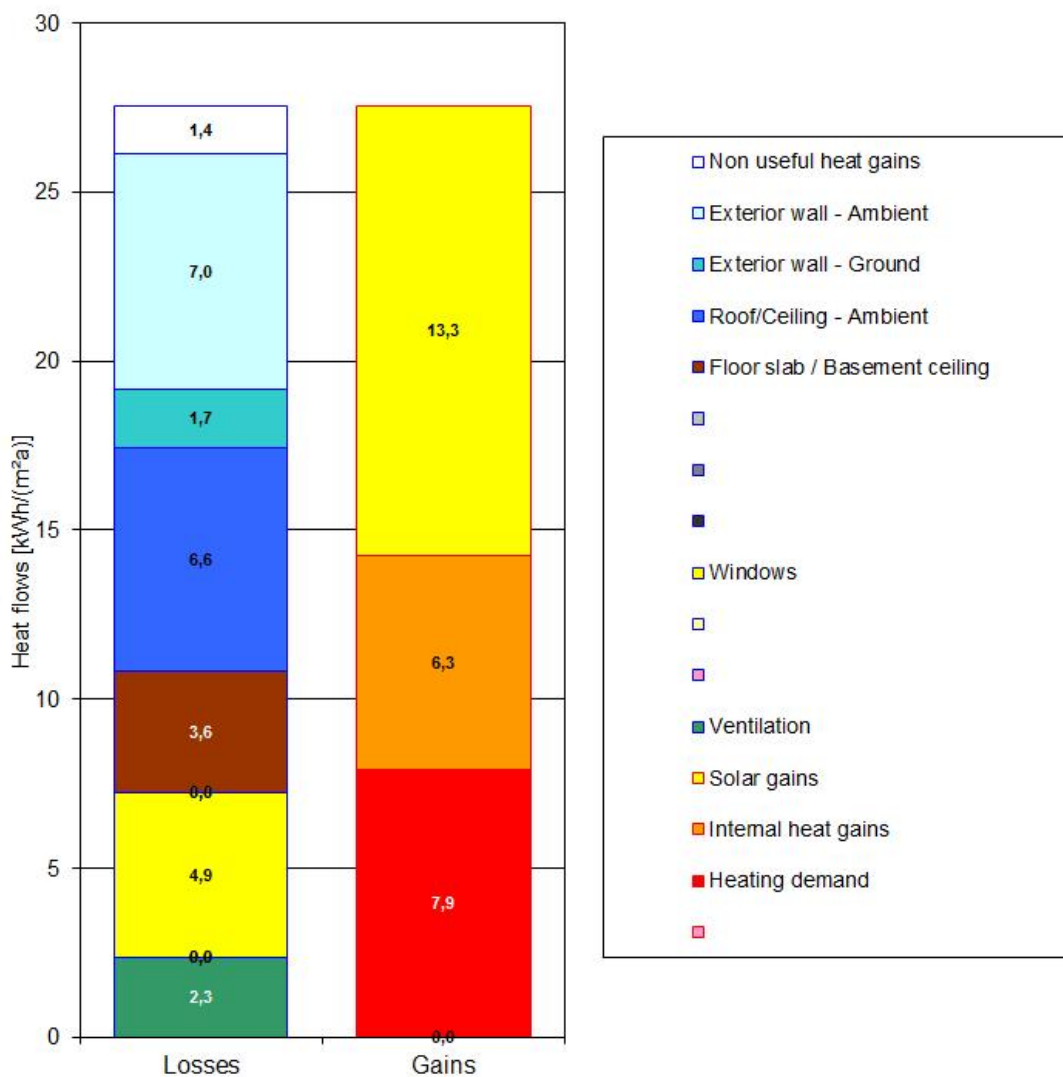
Nominal width:	200	mm
Insul. thickness:	50	mm
Reflective? Please mark with an 'x'!		
Yes		
<input checked="" type="checkbox"/> No		
Thermal conductivity:	0,032	W/(mK)
Nominal air flow rate	221	m ³ /h
Δs	10	K
Exterior duct diameter	0,200	m
Exterior diameter	0,300	m
α-Interior	9,09	W/(m ² K)
α-Surface	5,60	W/(m ² K)
Ψ-value	0,420	W/(mK)
Surface temperature difference	0,824	K

Παρατηρούμε ότι η επιλογή των μονάδων Comfoair550 και comfoD550 είναι κατάλληλη για το παρόν κτίριο, δηλαδή κατάλληλη για τον όγκο του και για τα άλλα χαρακτηριστικά του. Επισημαίνεται ότι η χρήση κουζίνας και μπάνιου παίζει πολύ μεγάλο ρόλο καθώς κατά τη χρήση ενός εναλλάκτη αέρος – αέρος το μηχάνημα απορροφά ένα μεγάλο όγκο αέρος από τα

εν λόγω δωμάτια σε σχέση με τα υπόλοιπα δωμάτια στα οποία ο αέρας προωθείται από τον φιλτραρισμένο αέρα του περιβάλλοντος.

5) Ετήσια Θέρμανση

Energy balance heating (annual method)



Στο παραπάνω διάγραμμα μετράται η ροή θερμότητας σε απώλειες (αριστερά) και σε κέρδη (δεξιά). Σε απώλειες περιλαμβάνονται ο εξωτερικός τοίχος τα παράθυρα και η οροφή κ.α. ενώ από την άλλη έχουμε τα ηλιακά κέρδη, την εσωτερική θερμότητα κ.α.

6) Ηλεκτρισμός

ELECTRICITY DEMAND															
Building: average office															
Households: 1 (1) Offices: 5 (0) Shops: 198 (1) Annual heating oil: 0 (0 kWh/year)															
Total location of EPC: 1 (1) kWh/m ² /yr Heating performance ratio (HPR): 0,03 Marginal performance ratio (heating): 0,04															
Total energy factors: Electricity: 2,0 kWh/m ² Natural gas: 1,1 kWh/m ² Energy carrier for space heating: 0,0 kWh/m ²															
Application	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC					
Application	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC	Use: 7-MC					
Clothes drying	1	1	1,10	1,00	60 kWh	0,0	-	95%	100%	358	0,00	0,03	0	0	980
Clothes washing	1	1	1,10	1,00	57 kWh	0,0	-	94%	100%	314	0,00	0,03	0	0	815
Clothes drying with condenser	1	1	3,50	0,88	57 kWh	0,0	-	0%	0%	0	0,00	0,03	0	0	0
Refrigerating	1	1	3,13	0,40	57 kWh	0,0	-	93%	100%	285	0,00	0,03	0,04	0	129
Freezing	1	1	0,78	1,00	365 kWh	1	-	28%	100%	285	0,00	0,03	0	0	740
Cooking with electric	1	1	0,88	1,00	365 kWh	1	-	28%	100%	321	0,00	0,03	0	0	836
Cooking with gas	1	1	0,25	1,00	500 kWh	0,0	-	60%	100%	0	0,00	0,03	0	0	0
Lighting	1	1	60	1,00	0,80 kWh/m ²	0,0	-	87%	100%	825	0,00	0,03	0	0	1625
Consumer electronics	1	1	80	1,00	0,55 kWh/m ²	0,0	-	20%	100%	870	0,00	0,03	0	0	2282
Small appliances etc.	1	1	50	1,00	1,00 kWh/m ²	0,0	-	20%	100%	220	0,00	0,03	0	0	572
Total elec. electricity										250					500
Other										816					2122
Other conditions	1	1								0					0
Total										4058 kWh			50		10580
Specific demand										20,5 kWh/m ²		0,0 kWh/m ²		0,3 kWh/m ²	53,8 kWh/m ²
Recommended maximum value										10					50

Στη παραπάνω καρτέλα εισάγουμε αναλυτικά την κάθε ηλεκτρική συσκευή που υπάρχει στο κτίριο και αυτόματα το πρόγραμμα βγάζει την ετήσια κατανάλωσή τους. συνέπεια αυτού είναι να έχουμε τη τελική κατανάλωση των παραπάνω συσκευών για να τις συγκρίνουμε με την συνιστώμενη μέγιστη τιμή.

7) Εσωτερικά κέρδη θερμότητας

Passive House planning: **INTERNAL HEAT GAINS**

Building: Energy Plus

Utilization pattern: Dwelling **2.10** W/m²

Type of valves used: Stacked **2.24** W/m² in summer

No data input necessary **0** W/m²

See utilization pattern schedule

Calculation Internal heat household Column 1	Persons living area				Heating demand		Heating period		Internal heat source Winter (W)	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Application	Existing (2), or number columns 1-2	With the thermal source (3)	No. persons per area	Utilization factor	Temperature	Useful energy (kWh)	Inc. or dec. in electricity balance?	Aux. eff. (%)	Heat de. in. (kWh/m ² ·day)	
Dishwashing	1	1	2,2 kWh/Use	1,00	65 (°F/19)	359	+	0,80	8,76	12
Clothes washing	1	1	2,1 kWh/Use	1,00	59 (°F/15)	314	+	0,80	8,78	11
Clothes drying with clothesline	1	1	3,8 kWh/Use	0,88	57 (°F/14)	0	+	1,00	0,76	0
Energy consumed by evaporation Kettle/boiling	1	1	0,0 kWh/Use	0,80	57 (°F/14)	535	+	1,00	0,76	-61
Freezing or combination	1	1	0,8 kWh/Use	1,00	265 (°F/80)	285	+	1,00	8,76	33
Cooking	1	1	0,9 kWh/Use	1,00	360 (°F/100)	321	+	1,00	8,78	37
Lighting	1	1	1,0 kWh/Use	1,00	365 (°F/100)	0	+	1,00	0,76	0
Consumer electronics	1	1	60,0 W	1,00	2,9 kWh/Use	873	+	1,00	0,76	99
Household appliances (Other)	1	1	90,0 W	1,00	0,25 kWh/Use	229	+	1,00	8,76	26
Auxiliary appliances (cf. Auxiliary electricity demand)	1	1	50,0 W	1,00	1,0 (°F/3)	250	+	1,00	8,78	29
Other applications (cf. Electricity demand)	1	1	0,0			0	+	11	8,76	0
Persons	5	1	80,0 W/P	1,00	8,76 kWh	3504	+	0,55	0,78	220
Cold water	5	1	-1,0 W/P	1,00	0,76 kWh	0	+			-6
DHW - circulation	0	0	0,0 W	1,00	8,76 kWh	0	+	1,00	8,78	0
DHW - individual pipes	1	1	28,0 W	1,00	8,76 kWh	245	+	1,00	0,76	28
DHW - storage	0	0	0,0 W	1,00	0,76 kWh	0	+	1,00	8,76	0
Evaporation	5	1	25,0 W/P	1,00	8,76 kWh	1095	+	1,00	0,78	-128
Total									W	313
Specific demand									W/m ²	1,58
Heat available from internal sources									kWh/(m ² a)	4,7

Παρατηρώντας παραπάνω βλέπουμε ότι έχουμε κέρδος από διάφορους παράγοντες μέσα στο σπίτι και μπορούμε να τους μετρήσουμε. Παραδείγματος χάρη το λογισμικό προσθέτοντας τον αριθμό των ατόμων που είναι μέσα στο σπίτι το πολλαπλασιάζει με ένα συντελεστή και μας δίνει την εσωτερική θερμότητα που προσθέτουν οι άνθρωποι το χειμώνα.

Ανακεφαλαιώνοντας, παρότι η μελέτη και η κατασκευή ενός παθητικού κτιρίου είναι ακόμα σε πρόωρο στάδιο στην Ελλάδα, το Energy Plus αποδεικνύει ότι με το σωστό σχεδιασμό και την αντίστοιχη επιλογή υλικών το έργο είναι εφικτό. Η Ελλάδα, λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας, πρέπει να εκμεταλλευτεί όσο περισσότερο μπορεί τη φυσική αυτή πηγή για να καλύψει τις ανάγκες της σε ενέργεια

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρεαδάκη Ελ., *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός*, εκδ. University Studio Press, Αθήνα, 2006
2. Ευθυμιόπουλος Ηλ., *Κτιριο και περιβαλλον*, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2005
3. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Η Ευρώπη σε εξέλιξη: Η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής- Η ΕΕ στην πρωτοπορία*, Υπηρεσία Επίσημων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Λουξεμβούργο, 2008
4. Καγκαράκης Κ., *Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία*, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1992.
5. Κωνσταντινίδου Χρ., *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Ενεργειακός Σχεδιασμός*, Εκδόσεις Τεχνική Εκδοτική, 2008.
6. Σταμάτης Δ. Περδίας, *Ηλιοθερμικές Εγκαταστάσεις*, Εκδόσεις Τεχνική Εκδοτική, 2009.
7. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, *Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*, Έκδοση ΔΠ11/(20701-1/2010), Αθήνα, 2011.
8. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, *Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων*, Α' έκδοση, Αθήνα, 2010.
9. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, *Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών*, Α' έκδοση, Αθήνα 2010.
10. Moskovitz J.T, *The Greenest Home: Superinsulated and Passive House Design* ed. Princeton Architectural Press, 2013
11. Gonzalo R., Rainer V., *Passive House Design*, ed. Detail Green Books, 2014

Ιστοσελίδες

(τελευταία επίσκεψη 13/09/2015)

ape1epalsyrou.weebly.com

el.wikipedia.org/wiki

gebs.gr

masmarbles.gr

passipedia.passiv.de

spirossoulis.com

www.abbatis.gr/

www.anadrasi.com

www.anelixi.org

www.cres.gr

www.digital-in.info

www.ecoarchitects.gr

www.eipak.org

www.enerplus.gr

www.panagoulis.com.gr

http://passiv.de/

www.rizakos.gr

www.tmltd.gr

www.triedrasi.gr

www.vossosbros.gr/

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

(τελευταία επίσκεψη 13/09/2015)

Εικόνα 1 : www.glassdesignandbuild.co.uk

Εικόνα 2 : www.crete-region.gr

Εικόνα 3 : <http://www.arup.com>

Εικόνα 4 : www.pariscotejardin.fr

Εικόνα 5 : <http://www.anelixi.org>

Εικόνα 6 : biokipos.blogspot.gr

Εικόνα 7 : Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Αθήνα 2011

Εικόνα 8 : <http://www.tsipouropoulos.gr>

Εικόνα 9 : www.zprime.gr

Εικόνα 10 : http://www.oknabi.si/en/images/post_image/BI_88plus.jpg

Εικόνα 11 : <http://www.xylourgeia.gr/images/products/1320758824-a-5.jpg>

Εικόνα 12 : www.Soudal.ro

Εικόνα 13 : <http://ape1epalsyrou.weebly.com/uploads/1/0/4/9/10497279/5225877.jpg?297>

Εικόνα 14 : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Trombe_Wall_flow.png

Εικόνα 15 : <http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/bioklimatikos-sxediasmos-ktirion/ilios-kai-thermansii/>

Εικόνα 16 : http://www.arch.mcgill.ca/prof/sijpkcs/arch304/winter2001/atruon1/passive_solar/roof_pond.jpg

Εικόνα 17 : <http://www.decosieco.ro/casa-eco/casa-din-cauciucuri>

Εικόνα 18 : <http://www.anelixi.org/oikologiki-arxitektoniki/bioklimatikos-sxediasmos-ktirion/ilios-kai-thermansii/>

Εικόνα 19 : <http://www.decosieco.ro/casa-eco/casa-din-cauciucuri>

Εικόνα 20 : http://www.ktizontastomellon.gr/bibliothiki/Thermika_hliaka/Technologies_syllekton.php

Εικόνα 21 : <http://www.multibeton.gr>

Εικόνα 22 : <http://www.adgreen.gr>

Εικόνα 23 : <http://www.techhazards.com/images/solar-panels-for-swimming-pools.jpg>

Εικόνα 24 : <http://www.monachos.gr>

Εικόνα 25 : <http://www.monachos.gr/forum/content.php/483-iliakoi-thermosifones>

Εικόνα 26 : <http://www.ntaoulas-energy.gr>

Εικόνα 27 : <https://sustainablebuildingdesign.files.wordpress.com/2014/05/d9fee-optimized-xpelairmvhrwithkeydiagram.jpg>

Εικόνα 28 : <http://www.building.co.uk/Journals/Graphic/f/h/r/graphic3.jpg>

Εικόνα 29 : <http://www.rodosair.gr/>

Εικόνα 30 : <http://www.rodosair.gr/>

Εικόνα 31 : <http://www.rodosair.gr/>

Εικόνα 32 : <http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php>

Εικόνα 33 : <http://www.tmltd.gr/geotherm/geotherm.htm>

Εικόνα 34 : <http://ape1epalsyrou.weebly.com>

Εικόνα 35 : <http://www.afoikritikaki.gr/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Θερμικές απώλειες κτιρίου.....	12
Εικόνα 2: Προσανατολισμός κτιρίου	14
Εικόνα 3: Σταθερό σκίαστρο στο San Jose City Hall	16
Εικόνα 4: Κτίριο μέσα στο κήπο Biopark στο Παρίσι.....	17
Εικόνα 5: Νυχτερινός διαμπερής οριζόντιος αερισμός.....	20
Εικόνα 6: Διάταξη βλάστησης	22
Εικόνα 7 : Διοχέτευση ανέμων.....	23
Εικόνα 8: Εξωτερική θερμομόνωση	25
Εικόνα 9: Κούφωμα αλουμινίου	28
Εικόνα 10: Κούφωμα PVC	30
Εικόνα 11: Ξύλινα κουφώματα	31
Εικόνα 12: Ταινία στεγανοποίησης μεταξύ κουφώματος και κτιρίου	32
Εικόνα 13: Τοίχος θερμικής αποθήκευσης.....	34
Εικόνα 14: Τοίχος Trombe – Michel	35
Εικόνα 15: Τοίχος νερού	36
Εικόνα 16: Οροφή νερού	37
Εικόνα 17: Θερμοκήπιο	38
Εικόνα 18: Ηλιακό αίθριο	39
Εικόνα 19: Σύστημα απομονωμένου κέρδους	40
Εικόνα 20: Επίπεδος συλλέκτης μαύρης βαφής	41
Εικόνα 21: Επίπεδος επιλεκτικός συλλέκτης.....	41
Εικόνα 22: Σωλήνες Κενού.....	42
Εικόνα 23: Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα	43
Εικόνα 24: Θερμοσίφωνα ανοιχτού κυκλώματος	44
Εικόνα 25: Θερμοσίφωνα κλειστού κυκλώματος	44
Εικόνα 26: Κεντρικό ηλιακό σύστημα	45
Εικόνα 27: Σύστημα ανάκτησης θερμότητας με εναλλάκτη αέρος – αέρος.....	46
Εικόνα 28: Εναλλάκτης συστήματος ανάκλησης θερμότητας.....	47
Εικόνα 29 : Εναλλάκτης κατά την λειτουργία ψύξης.....	47
Εικόνα 30: Εναλλάκτης κατά την λειτουργία θέρμανσης.....	48
Εικόνα 31: Εναλλάκτης κατά την λειτουργία ελεύθερης ψύξης.....	48
Εικόνα 32: Γεωθερμικό σύστημα κλειστού κυκλώματος	50
Εικόνα 33: Γεωθερμικό σύστημα ανοιχτού κυκλώματος	51
Εικόνα 34: Είδη ανεμογεννητριών.....	54
Εικόνα 35: Διαφορά κανονικού πλακιδίου με ένα ψυχρού υλικού	54