

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
(ΠΡΩΗΝ ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΙΝΩΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΕΡΚΥΡΑ



ΣΤΡΑΤΟΠΟΥΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ

ΤΖΩΡΤΖΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΒΓΕΝΟΠΟΥΛΟΥ ΕΙΡΗΝΗ,
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΠΑΤΡΑ, 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα κτίρια αποτελούν το μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας στην Ευρώπη, με ποσοστό περίπου 40% επί της συνολικής καταναλώμενης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης γίνεται προσπάθεια για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της ενέργειας που καταναλώνει ένα κτίριο, μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των ενεργειακών τεχνολογιών. Στην Ελλάδα εκτιμάται ότι είναι τεχνικά δυνατή η μείωση της καταναλώμενης ενέργειας στα κτίρια σε ποσοστό 30% επί της παρούσας κατανάλωσης.

Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην ενεργειακή απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των "παθητικών" τεχνολογιών που εφαρμόζονται στα κτίρια, παρέχοντας σαφείς οδηγίες για την ορθή εφαρμογή τους.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι μια νέα έννοια στα δεδομένα των σύγχρονων κατασκευών στην Ελλάδα, αλλά στο μέλλον πρέπει, και θα είναι, βασικό μέλημα για κάθε ανέγερση κτιρίου. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι αποτέλεσμα της ανάγκης για κατασκευή σύγχρονων κτιρίων με βιοκλιματικά κριτήρια χωρίς περαιτέρω αύξηση του κόστους. Έχει ως βασικό του προσανατολισμό την εξοικονόμηση ενέργειας και φυσικών πόρων για κάθε οικοδόμημα, μέσω στρατηγικών φυσικού δροσισμού, αερισμού, ενισχυμένης θερμομόνωσης, ηλιοπροστασίας και εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός επομένως έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης ενέργειας, μειώνοντας το κόστος χρήσης και την εξασφάλιση ενός υγιούς και άνετου περιβάλλοντος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας είναι η κατανόηση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και η εφαρμογή των αρχών αυτών σε μελέτη περίπτωσης υπάρχοντος κτιριακού συγκροτήματος στην Κέρκυρα.

Η πτυχιακή εργασία δομείται ως ακολούθως :

- Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας αναφέρονται βασικά ιστορικά στοιχεία για τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται εκτενώς και αναλύονται όλες οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού που εφαρμόζονται στην κατασκευή κτιρίων.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η σύγκριση μεταξύ του βιοκλιματικού και του συμβατικού σχεδιασμού και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, σε μια συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης στην Κέρκυρα.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται ο τυπικός υπολογισμός του ενεργειακού ισοζυγίου ενός κτιρίου, με βάση συγκεκριμένες εξισώσεις.
- Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προγράμματος (RETScreen) που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης των κατοικιών στην Κέρκυρα.
- Στο έβδομο κεφάλαιο η εργασία ολοκληρώνεται με την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την εποπτεύουσα καθηγήτρια κυρία Ειρήνη Βγενοπούλου, Καθηγήτρια ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε και τη συνεργασία που ανέπτυξε μαζί μας. Ευχαριστούμε επίσης, τον καθηγητή κύριο Σπύρο Μαρτίνη, για τον χρόνο που διέθεσε για την αξιολόγηση των αρχιτεκτονικών σχεδίων της εργασίας. Ακόμα ευχαριστούμε τον καθηγητή κύριο Ανδρέα Μπαϊλό και την συνεργάτιδα του κυρία Τζένη Παναγοπούλου για την διδασκαλία του προγράμματος RETScreen και τη βοήθεια που μας παρείχε για την κατανόηση και την εφαρμογή του στην εργασία μας. Τέλος, οφείλουμε ευχαριστίες στους Θανάση Καμαριώτη, Ελένη Κανακάκη, Ιωάννα Παπαδογιάννη (Ομάδα 1) για την παροχή όλων των απαραίτητων για την μελέτη περιπτώσής μας, σχεδίων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	I
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	II
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	III
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	VII
1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	1
2. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	2
2.1. Περιβαλλοντικές παράμετροι	3
2.1.1. Το κλίμα του τόπου	3
2.1.2. Το φυσικό περιβάλλον	4
2.2. Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού	4
2.3. Διάρθρωση των εσωτερικών χώρων.....	4
2.4. Προστασία από ψυχρούς ανέμους	5
2.5. Θερμική μάζα – θερμοχωρητικότητα	6
2.6. Το κτίριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης	6
2.6.1. Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων	6
2.6.2. Επάρκεια θερμικής μάζας	6
2.6.3. Θερμομόνωση	6
2.6.4. Φυσικός αερισμός.....	7
2.7. Βασικές αρχές λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων.....	7
2.7.1. Υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας.....	8
2.7.2. Υλικά αποθήκευσης της θερμότητας	9
2.8. Κατηγορίες παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης.....	9
2.8.1. Σύστημα άμεσου κέρδους.....	10
2.8.2. Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας ή ηλιακός τοίχος.....	13
2.8.3. Ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο	15
2.8.4. Θερμοσιφωνικό πάνελ ή αεροσυλλέκτης.....	17
2.8.5. Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση	18
2.9. Επιλογή παθητικού συστήματος θέρμανσης.....	18
2.10. Φυσικός δροσισμός.....	19

2.10.1.	Τεχνικές φυσικού δροσισμού	19
2.11.	Φύτευση Δωμάτων - Μικροκλίμα.....	24
2.11.1.	Φύτευση δωμάτων.....	24
2.11.2.	Μικροκλίμα – Περιβάλλον χώρος.....	27
2.12.	Φωτοβολταϊκά πάνελ.....	32
2.12.1.	Διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια για τα φωτοβολταϊκά πάνελ.....	33
2.12.2.	Ηλιοφάνεια στην Ελλάδα.....	33
2.13.	Φυσικός φωτισμός.....	33
2.13.1.	Στρατηγικές σχεδιασμού.....	34
2.13.2.	Προσανατολισμός.....	35
2.13.3.	Το σχήμα του κτιρίου.....	35
2.13.4.	Διάταξη εσωτερικού χώρου και επιλογή υλικών.....	36
2.13.5.	Πλευρικά ανοίγματα.....	36
2.14.	Αντλία θερμότητας.....	38
2.14.1.	Αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας.....	38
2.14.2.	Είδη αντλιών θερμότητας.....	39
2.14.3.	Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας.....	41
2.14.4.	Εφαρμογές της Αντλίας Θερμότητας.....	42
2.14.5.	Εγκατάσταση της Αντλίας Θερμότητας.....	42
2.14.6.	Πλεονεκτήματα Αντλίας Θερμότητας.....	43
2.14.7.	Αντλίες θερμότητας για οικιακή χρήση.....	43
3.	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ vs ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	44
4.	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΚΕΡΚΥΡΑ.....	47
4.1.	Μεθοδολογικό πλαίσιο προσέγγισης.....	47
4.2.	Μέτρα βιοκλιματικής ανάπλασης.....	53
4.2.1.	Εξωτερική θερμομόνωση των κτιρίων.....	53
4.2.2.	Χρώματα και υφή εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών.....	54
4.2.2.1.	Εξωτερικές επιφάνειες.....	54
4.2.2.2.	Εσωτερικές επιφάνειες.....	54
4.2.3.	Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου.....	54
4.2.4.	Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων.....	55
4.2.5.	Αντλίες θερμότητας.....	57

4.2.6.	Φωτοβολταϊκά πάνελ.....	57
4.2.7.	Φυτεμένο δώμα	58
5.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ	61
5.1.	Ενεργειακή κατανάλωση/ ενεργειακή ζήτηση.....	61
5.2.	Ενεργειακός δείκτης κατανάλωσης/ ζήτησης.....	62
5.3.	Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση/ ψύξη συνεχούς λειτουργίας.....	62
5.4.	Ολικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος	63
5.5.	Μεταφορά θερμότητας από μετάδοση.....	63
5.6.	Ολικός συντελεστής θερμικών απωλειών από το κέλυφος	63
5.7.	Ολικά θερμικά κέρδη	63
5.8.	Έκφραση θερμικών κερδών	63
5.9.	Έκφραση ηλιακών κερδών	63
5.10.	Μέσος όρος έντασης ηλιακών κερδών από το δομικό στοιχείο $\Phi_{sol,k}$	64
5.11.	Ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια διαφανούς στοιχείου	64
5.12.	Συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία (g-value).....	64
5.13.	Ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια αδιαφανούς στοιχείου	64
5.14.	Συντελεστής σκίασης ($F_{sh,sol,k}$).....	64
5.15.	Υπολογισμός της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση ($Q_{H,nd,annual}$) και ψύξη ($Q_{C,nd,annual}$)	65
5.16.	Υπολογισμός της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση ($Q_{H,cons,annual}$)	65
5.17.	Υπολογισμός της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης για ψύξη ($Q_{C,cons,annual}$)	65
5.18.	Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων	65
5.19.	Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων	65
5.20.	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη	66
5.21.	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.....	66
6.	ΤΡΟΠΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RETScreen	67
7.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΝΕΛ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RETScreen.....	71
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	79
	ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	80
	ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	83

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85
ΣΧΕΔΙΑ	87
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Α	88
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Β	96
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Γ	104
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ	113

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα παραδοσιακά (συμβατικά) κτίρια υπολογίζεται ότι καταναλώνουν το 40% της ενέργειας που παράγεται από ορυκτά καύσιμα σε ΕΕ και ΗΠΑ, ενώ συμβάλλουν σημαντικά και στην παραγωγή αερίων του θερμοκηπίου. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί εργαλείο μείωσης των εκπομπών CO₂ και της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Προς το παρόν, τα βιοκλιματικά κτίρια δεν είναι πολύ διαδεδομένα ακόμα και στις ανεπτυγμένες χώρες, όμως αποκτούν συνεχώς περισσότερη σημασία και αναγνώριση.

Τα τελευταία χρόνια δίνεται όλο και μεγαλύτερη έμφαση στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Στην κατεύθυνση αυτή αναπτύσσεται με συστηματικό τρόπο η έννοια των βιοκλιματικών κτιρίων.

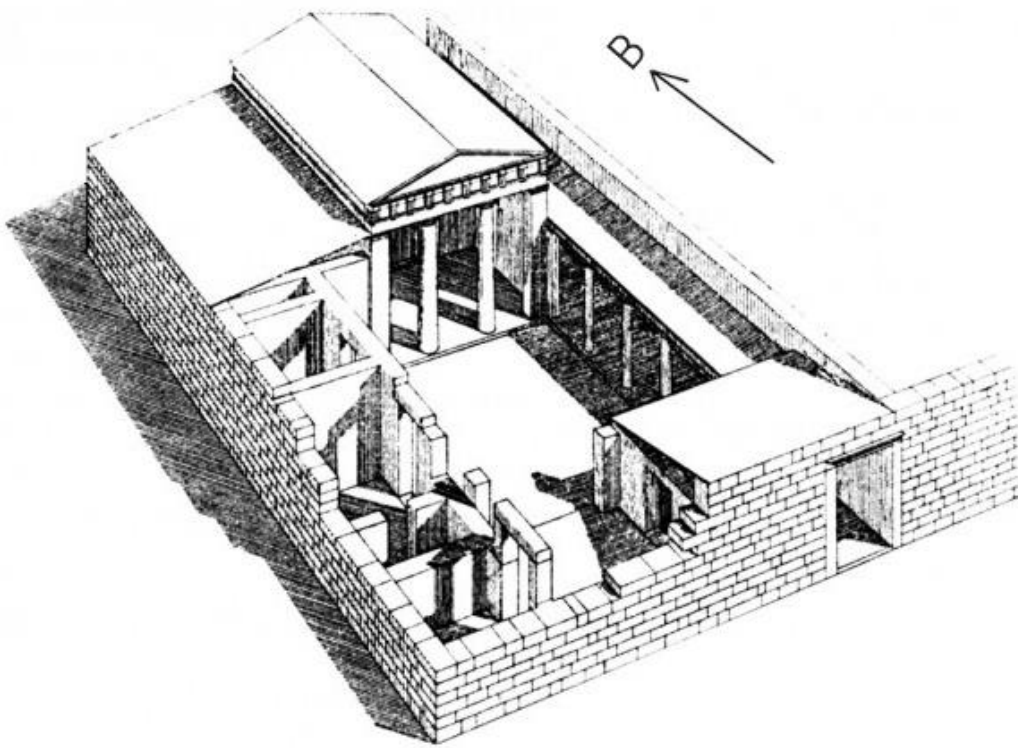
Στην σύγχρονη δόμηση το κόστος και η ποσότητα επικράτησαν έναντι της αξίας και της ποιότητας. Ειδικά πριν την εποχή της έλλειψης των φυσικών πόρων και της ανησυχίας για το περιβάλλον, παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού όπως, ο προσανατολισμός και ο ηλιασμός του κτιρίου, η μορφολογία του εδάφους, το κλίμα της ευρύτερης περιοχής, και οι σχέσεις δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος, παραμερίστηκαν και συχνά εξαιρέθηκαν. Οι αμφισβητούμενες πρακτικές δόμησης και η ελλιπής εφαρμογή της νομοθεσίας οδήγησαν στην απουσία ουσιαστικών κατευθύνσεων για καλύτερη ποιότητα ζωής και ορθολογική χρήση της ενέργειας. Ωστόσο, η ολοένα και μεγαλύτερη ανησυχία για το περιβάλλον και η αποδοχή της ανάγκης για οικονομικότερη διαβίωση επανέφεραν τις αρχαίες πρακτικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Για το σκοπό αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση θεσμοθέτησε την οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και η Ελλάδα προσφάτως συνέταξε τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελεί μια από τις στρατηγικές που οδηγούν στην επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, συμβάλλοντας στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.), στην ορθολογική χρήση της ενέργειας και των υλικών.

Κατά συνέπεια, μπορεί να εκπληρώσει τους στόχους που τίθενται από την αντίστοιχη κοινοτική οδηγία, καθώς και από την εθνική νομοθεσία. Επομένως, τα οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων είναι ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική - οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση καυσίμων και κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης - ψύξης -αερισμού – φωτισμού), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου) και κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής).

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, έχουν τις ρίζες τους στην αρχαιότητα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Ηλιακό Σπίτι του Σωκράτη (480 π.Χ.), το οποίο εξασφάλιζε μια αρμονική σχέση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος. Οι σχεδιαστές είχαν εκμεταλλευτεί την κατεύθυνση και την ένταση του άνεμου, δημιουργώντας στενές οδούς οι οποίες λειτουργούσαν ως δίοδοι για τον άνεμο, επιταχύνοντας τον και δημιουργώντας ένα είδος φυσικού κλιματισμού. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αναπτύχθηκε περαιτέρω μετά το 1980 και αποτέλεσε μία νέα τάση του αστικού σχεδιασμού που στόχο είχε την εναρμόνιση του με το τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον.



Εικόνα 1. Το ηλιακό σπίτι του Σωκράτη

2. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αναπτύχθηκε την δεκαετία του '80 ως νέα τάση του αστικού σχεδιασμού. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός – αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη τη γη – θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει. Παρόλα αυτά, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη αποτελεί πλέον βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Κι αυτό, λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και τα πολλαπλά οφέλη που την συνεπάγονται (ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά).

Τα συγκριτικά πλεονεκτήματα του ευνοϊκού κλίματος και των φυσικών, ανανεώσιμων πόρων που διαθέτει η Ελλάδα μπορούν να αξιοποιηθούν, προκειμένου να αναβαθμιστεί η ενεργειακή πολιτική της χώρας στον κτιριακό τομέα. Οι πόλεις και τα κτίρια πρέπει να καταστούν βιώσιμα ως προς την ενεργειακή τους συμπεριφορά, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όχι μόνον για την εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και για τον περιορισμό της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, συνεπώς για λόγους υγιεινής διαβίωσης των κατοίκων. Συνεπώς, η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων εξυπηρετεί τέσσερις (4) βασικούς στόχους:

α. Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της υποκατάστασής τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), άρα την εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας.

β. Την εξοικονόμηση χρήματος. Η χρησιμοποίηση της αδάπανης ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτιρίων ή/και των δροσερών ανέμων για τον δροσισμό τους αποτελούν οικονομική πρόκληση, μια και η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι της τάξης του 50%, ενδεχομένως και μεγαλύτερη.

γ. Την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω του περιορισμού της χρήσης συμβατικών καυσίμων και ηλεκτρισμού και συνεπώς τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

δ. Τη βελτίωση του έσω-κλίματος των κτιρίων, με τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης – θερμικής και οπτικής, ποιότητας αέρα και τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών κατοικησιμότητας.

Ουσιαστικά, η βιοκλιματική αντίληψη διατυπώνει μια εμπλουτισμένη άποψη για τον σχεδιασμό του δομημένου χώρου, η οποία εμπεριέχει την περιβαλλοντική διάσταση και την αντίστοιχη ευαισθησία. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική φιλική προς το περιβάλλον και τους ανθρώπους, για μια εναλλακτική θεώρηση της δόμησης του χώρου αναπόφευκτης δραστηριότητας του ανθρώπου η οποία οφείλει να επιφέρει τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο φυσικό χώρο, με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

2.1. Περιβαλλοντικές παράμετροι

Οι παράμετροι του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

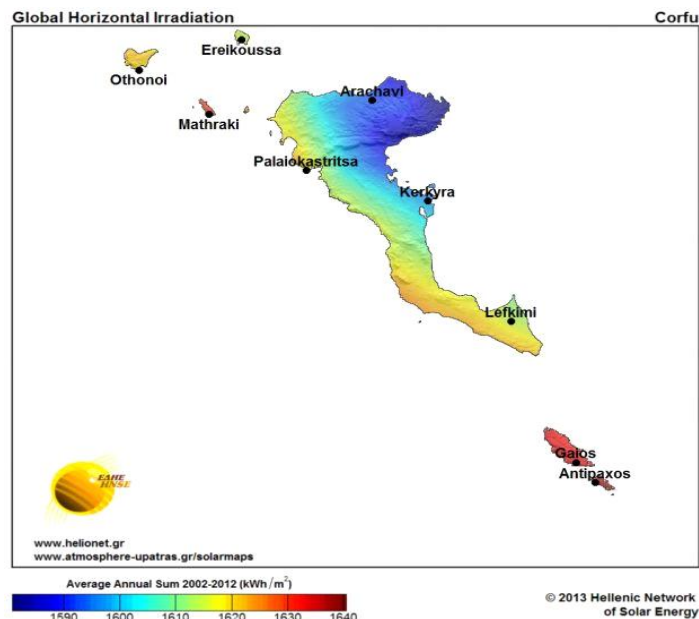
2.1.1. Το κλίμα του τόπου

Το σύνολο των μετεωρολογικών δεδομένων συνθέτει το κλίμα κάθε τόπου ή περιοχής. Τα στοιχεία του κλίματος επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο κτίριο και το εξωτερικό περιβάλλον, συνεπώς καθορίζουν την αίσθηση της άνεσης – ευεξίας στους ανθρώπους. Επίσης καθορίζουν την ποσότητα και ποιότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτός και κατά συνέπεια την αίσθηση οπτικής άνεσης.

Οι βασικές παράμετροι του κλίματος, οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, είναι:

- Η θερμοκρασία του αέρα (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι,
- Η ηλιακή ακτινοβολία, ηλιοφάνεια και ένταση σε μηνιαία βάση,
- Οι άνεμοι –χειμερινοί, ψυχροί θερινοί, δροσεροί– κατεύθυνση και ένταση,
- Η σχετική υγρασία (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα και καλοκαίρι.

Στην Εικόνα 2 φαίνεται η ολική ηλιακή ενέργεια για την Κέρκυρα, που είναι και η περιοχή όπου πρόκειται να γίνει η μελέτη περίπτωσης.



Εικόνα 2. Κλιματικός χάρτης Κέρκυρας, ολική ηλιακή ενέργεια

2.1.2. Το φυσικό περιβάλλον

Πρόκειται για το ανάγλυφο του εδάφους, τη βλάστηση, το τοπίο - θέα, τη γειτνίαση με νερό :

- Το ανάγλυφο του εδάφους, επίπεδο ή κεκλιμένο, επηρεάζει την τοποθέτηση του κτιρίου, αλλά και τη μορφολογία του, σε επίπεδη διάταξη ή κλιμακωτή προσαρμοσμένη στο έδαφος.
- Ο προσδιορισμός των προσήλιων και υπήνεμων περιοχών, σε σχέση με τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους καθορίζει την ένταξη του κτιρίου στο οικόπεδο.
- Το τοπίο βλάστηση χαμηλή ή δέντρα καθορίζει τις επιλογές για τη χωροθέτηση του κτιρίου αποφυγή της σκίασης το χειμώνα, εξαρτώμενης από το ύψος των γύρω στοιχείων - κτιρίων, ανάγλυφου και δέντρων φυλλοβόλα ή αιθαλή, ενώ αντίστροφα το καλοκαίρι επιδιώκεται η σκίασή του από τα δέντρα και τα γύρω στοιχεία, εφόσον είναι εφικτή.
- Η θέα εφόσον υπάρχει είναι καθοριστικός παράγοντας ως προς την τοποθέτηση του κτιρίου και των ανοιγμάτων στο κέλυφός του, καθώς και ως προς τη διάταξη των εσωτερικών χώρων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η θέα βρίσκεται στη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, προβλέποντας μεγάλα ανοίγματα στο κτίριο προς το Βορρά, παρά το γεγονός ότι ίσως αυξάνονται οι θερμικές απώλειες του κελύφους.
- Η γειτνίαση με νερό - θάλασσα, ποτάμι, λίμνη- αποτελεί στοιχείο βοηθητικό για τη δημιουργία άνετου μικροκλίματος το καλοκαίρι στο άμεσο περιβάλλον του κτιρίου, αρκεί να διασφαλίζεται η προστασία του από την υγρασία, κυρίως το χειμώνα.

2.2. Μέγεθος ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού

Οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων ενός κτιρίου αποτελούν τον οικονομικότερο, αποδοτικότερο και απλούστερο ηλιακό συλλέκτη το χειμώνα, αρκεί να έχουν προσανατολισμό νότιο ή $\pm 30^\circ$ ανατολικά ή δυτικά του νότου.

Προτείνονται μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων προς το νότιο προσανατολισμό, μέτριου μεγέθους στην ανατολική και δυτική όψη και μικρότερα ανοίγματα στο βορρά. Τα τελευταία, παρά το προτεινόμενο μικρό μέγεθός τους, πρέπει οπωσδήποτε να προβλέπονται στο σχεδιασμό των κτιρίων, διότι πέραν της διασφάλισης φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους, παρέχουν τη δυνατότητα διαμπερούς αερισμού το καλοκαίρι, συνεπώς και φυσικού δροσισμού του κτιρίου.

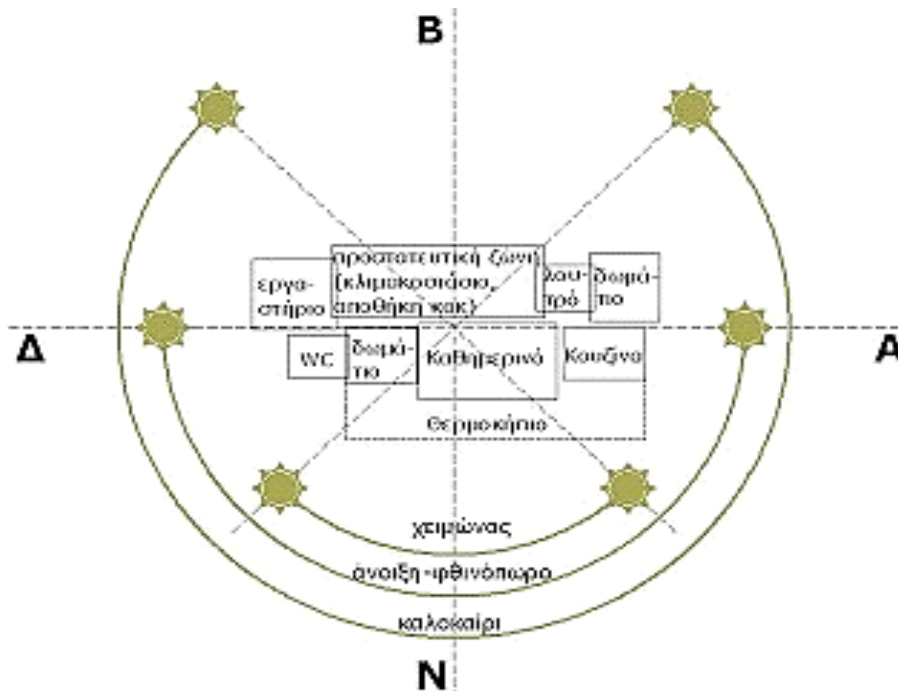
2.3. Διάρθρωση των εσωτερικών χώρων

Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων παραμένει ένα κρίσιμο ζήτημα, εξαρτώμενος από τη χρήση ενός χώρου και τις ανάγκες των ενοίκων. Η βορεινή πλευρά του κτιρίου το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή, η λιγότερη φωτεινή και δεν δέχεται καθόλου ήλιο. Για τους λόγους αυτούς, στην πλευρά αυτή τοποθετούνται οι χώροι των οποίων η χρήση είναι ολιγόωρη, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς ανέμους και ως χώροι ανάσχεσης των θερμικών απωλειών των κύριων χώρων ζωής.

Στη νότια πλευρά τοποθετούνται οι χώροι κύριας και πολύωρης χρήσης, έτσι ώστε να απολαμβάνουν τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο το χειμώνα, να είναι πιο ευχάριστοι και πιο φωτεινοί, ενώ παράλληλα παρέχουν τη δυνατότητα ένταξης παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Σε κτίρια άλλης χρήσης, όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, γραφεία κ.λπ. επιδιώκεται, κατά τον σχεδιασμό, οι χώροι πολύωρης - κύριας χρήσης να τοποθετούνται προς το νότο ή ανατολή, υπό την προϋπόθεση ότι λαμβάνεται μέριμνα για το σκιασμό τους το καλοκαίρι, ενδεχομένως και το χειμώνα, προς αποφυγή της θάμβωσης που προκαλείται στους χρήστες από το έντονο φως του ήλιου.

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται μια πρότυπη εσωτερική διάταξη των χώρων μιας κατοικίας.

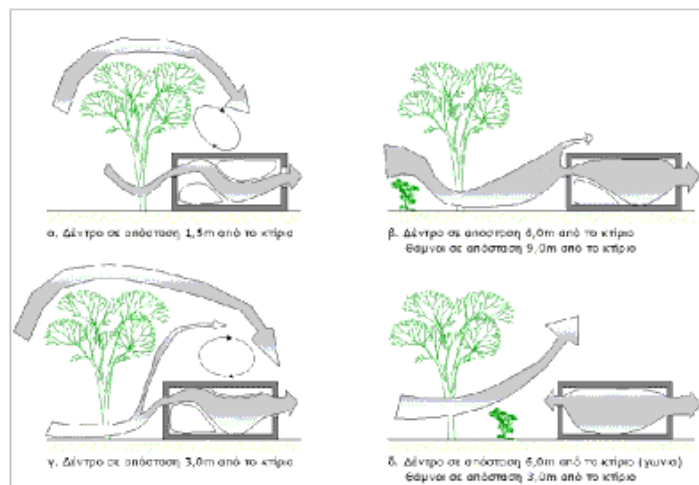


Εικόνα 3. Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας

2.4. Προστασία από ψυχρούς ανέμους

Η προστασία του κτιρίου από τους ψυχρούς, χειμερινούς ανέμους επιτυγχάνεται με κατάλληλους χειρισμούς στο άμεσο εξωτερικό περιβάλλον του. Έτσι, απαιτείται η φύτευση αιθαλών δέντρων ή χαμηλής βλάστησης ή ανεμοφράκτη για την εκτροπή των ανέμων.

Στην Εικόνα 4 φαίνεται η κίνηση του αέρα με την ύπαρξη αιθαλών δέντρων.



Εικόνα 4. Κίνηση του αέρα με φύτευση αιθαλών δέντρων

2.5. Θερμική μάζα – θερμοχωρητικότητα

Ο πιο αποτελεσματικός «αποθηκευτής» της ηλιακής θερμότητας είναι το ίδιο το κτίριο και συγκεκριμένα τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές. Τα βαριά υλικά όπως σκυρόδεμα, πέτρα, τούβλα, άργιλος έχουν μεγάλη πυκνότητα και ειδική θερμοχωρητικότητα, άρα έχουν και ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας. Η απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται άμεσα από το δάπεδο και τους παρακείμενους τοίχους και έμμεσα από την οροφή με την κίνηση του θερμού αέρα προς τα πάνω (όντας ελαφρύτερος).

Όσο περισσότερη μάζα διαθέτει το κτίριο στο εσωτερικό του, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας αποθηκεύει, διατηρώντας τη θερμοκρασία του χώρου σταθερή, σε επίπεδα θερμικής άνεσης για πολλές ώρες, περιορίζοντας έτσι τη λειτουργία της βοηθητικής θέρμανσης το χειμώνα και της ψύξης το καλοκαίρι. Επισημαίνεται ότι οι συνήθεις κατασκευές με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες από τούβλα παρέχουν την αναγκαία θερμική μάζα και την αντίστοιχη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση των ηλιακών απολαβών, υπό την προϋπόθεση ότι η θερμομόνωση βρίσκεται στην εξωτερική παρειά των φερόντων στοιχείων. Οι τοίχοι πλήρωσης από διπλή οπτοπλινθοδομή με θερμομόνωση στον πυρήνα εξασφαλίζουν επίσης επαρκή θερμική μάζα, υπό τον όρο ότι η εσωτερική παρειά της οπτοπλινθοδομής έχει πάχος 9cm.

2.6. Το κτίριο ως αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης

2.6.1. Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων

Για την προστασία του κτιρίου από τον ήλιο απαιτείται η τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης, σε κατάλληλες θέσεις, στην περίπτωση χαμηλής δόμησης ή μεμονωμένων κτιρίων. Για το σκιασμό των ανοιγμάτων, απαιτείται η τοποθέτηση σκιάστρων ή προεξοχών του ίδιου του κτιρίου, των οποίων η γεωμετρία και η θέση τους εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους. Συγκεκριμένα :

- για το νότιο προσανατολισμό τα πιο κατάλληλα συστήματα σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά. Το βάθος της προεξοχής καθορίζεται από το ύψος του ανοίγματος και το ύψος του ήλιου, δηλαδή από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου,
- για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό κατάλληλα είναι τα κατακόρυφα συστήματα σκίασης, κάθετα στην όψη του κτιρίου ή υπό κλίση,
- για νοτιανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό, τα συστήματα σκίασης πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων.

2.6.2. Επάρκεια θερμικής μάζας

Τα υλικά της κατασκευής του κτιρίου, εφόσον είναι βαριά, συνιστούν την αναγκαία θερμική μάζα για την παραλαβή της αυξημένης θερμότητας το καλοκαίρι. Τα κτίρια που ανήκουν σε πιο θερμές κλιματικές ζώνες έχουν ανάγκη μεγαλύτερης θερμικής μάζας, προκειμένου να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και να περιορίζεται η χρήση κλιματισμού.

2.6.3. Θερμομόνωση

Η θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου είναι αναγκαία, γιατί μειώνει το ψυκτικό του φορτίο. Η επιλογή της κατάλληλης εξωτερικής θερμομόνωσης σε ένα κτίριο γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την υπάρχουσα θερμομονωτική του επάρκεια (για παλαιό κτήριο) ή την ενεργειακή μελέτη (νέο κτήριο) σε συνδυασμό με την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτίριο, τη χρήση του και τα δομικά στοιχεία που αποτελείται. Επιλέγεται το κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης. Τα κυριότερα θερμομονωτικά υλικά είναι η διογκωμένη πολυστερίνη, η διογκωμένη πολυστερίνη εμπλουτισμένη με γραφίτη, η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) και ο πετροβάμβακας. Η επιλογή του θερμομονωτικού υλικού και του πάχους αυτού είναι συνδυασμός πολλών παραγόντων και στηρίζεται στις απαιτήσεις της

ενεργειακής μελέτης του κτιρίου. Η θερμομονωτική στρώση πρέπει απαραίτητα να προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες με κατάλληλα επιχρίσματα για συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης.

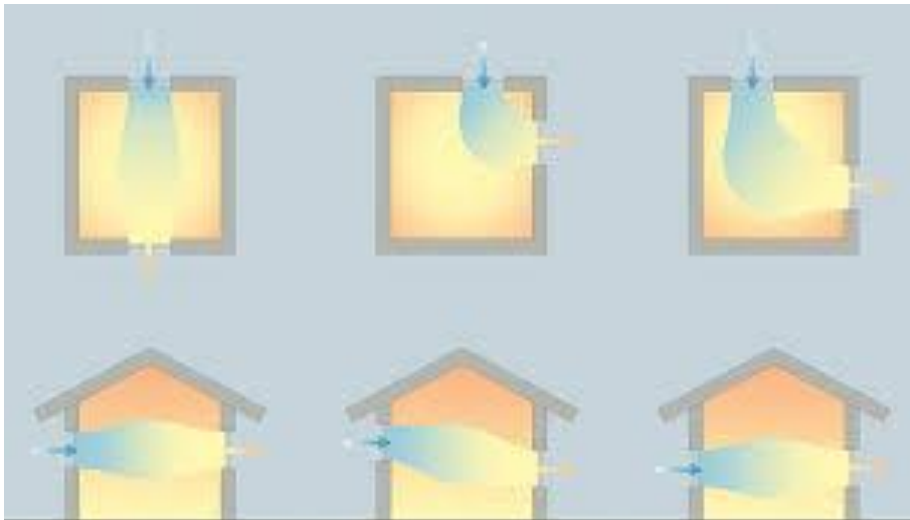
Τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης είναι η κόλλα πρόσφυσης του θερμομονωτικού υλικού, το θερμομονωτικό υλικό και οι στρώσεις επιχρίσματος που προστατεύουν την εξωτερική θερμομόνωση.

2.6.4. Φυσικός αερισμός

Η κίνηση του δροσερού αέρα μέσα στο κτίριο απομακρύνει την πλεονάζουσα θερμότητα προς το ύπαιθρο. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες του φυσικού αερισμού είναι:

- η διεύθυνση και η ένταση των δροσερών ανέμων στην περιοχή κατά τη θερινή περίοδο,
- η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων του κτιρίου,
- η χρήση του κτιρίου.

Στην Εικόνα 5 απεικονίζεται σχηματικά ο φυσικός αερισμός στα ανοίγματα ενός κτιρίου.



Εικόνα 5. Φυσικός αερισμός

2.7. Βασικές αρχές λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων

Η εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων προϋποθέτει ένα κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, που ήδη αναπτύχθηκαν. Η λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων βασίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη μετατροπή της σε θερμότητα, στη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση της θερμότητας και στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής για τη μεταφορά της θερμότητας από το χώρο της συλλογής στην αποθήκη θερμότητας ή και στο χώρο που θα θερμανθεί. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας που διέρχεται από τον υαλοπίνακα σε θερμική ακτινοβολία και στη δέσμευσή της ως θερμότητα στον εσωτερικό χώρο.

Με την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας (άμεσης και διάχυτης) επάνω στον υαλοπίνακα λαμβάνουν χώρα τρεις διαφορετικοί μηχανισμοί μετάδοσής της.

Έτσι:

- ένα ποσοστό ανακλάται προς το εξωτερικό περιβάλλον,
- ένα ποσοστό, που είναι το τμήμα που αντιστοιχεί στο ορατό τμήμα του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας -φωτεινή ακτινοβολία- διαπερνά τον υαλοπίνακα και
- ένα ποσοστό της ακτινοβολίας απορροφάται από τον υαλοπίνακα, από το οποίο ένα μέρος επανακτινοβολείται προς το εξωτερικό περιβάλλον, ένα μέρος προς τον εσωτερικό χώρο και ένα μέρος μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία.

Το ορατό τμήμα του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, που ανάλογα με τη διαπερατότητα του υαλοπίνακα, διέρχεται στον εσωτερικό χώρο είναι μικρού μήκους κύματος. Η ακτινοβολία προσπίπτει στα δομικά στοιχεία και τα αντικείμενα που βρίσκονται στον εσωτερικό χώρο και αλλάζοντας μήκος κύματος, μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία (ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος). Ο υαλοπίνακας και τα διαφανή εν γένει υλικά είναι αδιαπέραστα στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα. Με αυτό τον τρόπο η προερχόμενη θερμότητα, δεν μπορεί να διαπεράσει ως θερμική ακτινοβολία τον υαλοπίνακα, εγκλωβίζεται στον εσωτερικό χώρο, απορροφάται από τα δομικά στοιχεία ή από ειδικά διαμορφωμένη «αποθήκη θερμότητας» και πλέον μεταδίδεται στο χώρο με αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου.

2.7.1. Υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας

Τα υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας είναι διαφανή υλικά (διαπερατά από την ηλιακή ακτινοβολία). Τα κριτήρια για την επιλογή των διαφανών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα παθητικό σύστημα είναι :

- οι θερμοφυσικές ιδιότητες (διαπερατότητα, απορροφητικότητα και ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, θερμοπερατότητα),
- η αισθητική , που είναι καθοριστικός παράγοντας για τη διαμόρφωση των όψεων του κτιρίου και η οποία συνδέεται και με τις θερμοφυσικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού, (π.χ. συντελεστής ηλιακής ανακλαστικότητας, απορροφητικότητας),
- η αντοχή, που πρέπει να είναι ικανή να παραλαμβάνει τις μηχανικές καταπονήσεις από θερμοκρασιακές μεταβολές και ανεμοπιέσεις,
- το βάρος που μπορεί να φέρει το στοιχείο στο οποίο εφαρμόζεται το διαφανές υλικό,
- το κόστος αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης, που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο για να μην επιβαρύνεται η κατασκευή.

Τα συνηθέστερα διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται σε κτιριακές κατασκευές είναι :

- οι υαλοπίνακες οι οποίοι είναι άκαμπτοι, εμφανίζουν αντοχή στις καιρικές μεταβολές, στο φως και στις χημικές αντιδράσεις. Μειονέκτημα είναι το βάρος και η μικρή αντοχή τους σε μηχανική κρούση, εκτός εάν έχουν υποστεί ανάλογη επεξεργασία. Το κοινό γυαλί έχει διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία από 0,78 - 0,91, ανάλογα με την ποιότητα και το πάχος του. Εάν χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί υαλοπίνακες, μειώνεται η διαπερατότητα του συστήματος, αλλά βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Ανακλαστικοί και απορροφητικοί υαλοπίνακες με υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας αντίστοιχα, πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση στα παθητικά ηλιακά συστήματα, γιατί μειώνουν το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο χώρο. Αντίθετα, ενδείκνυνται υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμφιμότητας, κατάλληλα τοποθετημένοι, οι οποίοι περιορίζουν τη διαφυγή της θερμικής ενέργειας με ακτινοβολία προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και ειδικότερα τις θερμικές και ψυκτικές απαιτήσεις του κάθε κτιρίου, καθώς και από τις απαιτήσεις του κτιρίου σε φυσικό φως,

- τα σκληρά πλαστικά, τα οποία ανήκουν στα θερμοπλαστικά πολυμερή. Ανάλογα με την επεξεργασία και τη χημική σύσταση διακρίνονται σε ακρυλικά, σε πολυεστερικά, σε πολυκαρβονικά και σε προϊόντα πολυαιθυλενίου. Εμφανίζουν μεγάλη αντοχή σε μηχανική κρούση και έχουν μικρότερο βάρος από το κοινό γυαλί. Μειονέκτημά τους είναι ότι έχουν, συγκριτικά με το κοινό γυαλί, μικρότερο συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους και μικρότερη αντίσταση στη φωτιά,
- η διαφανής θερμομόνωση. Πρόκειται για ένα ημιδιαφανές θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής, κυρίως πολυκαρβονικής προέλευσης. Λόγω της δομής του επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία και το φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό του χώρου, παράλληλα όμως μειώνει τις θερμικές απώλειες.

2.7.2. Υλικά αποθήκευσης της θερμότητας

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας είναι υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Συνήθως είναι οικοδομικά υλικά του φέροντα οργανισμού και του κελύφους γενικότερα ή των εσωτερικών διαχωριστικών τοιχοποιιών, καθώς και υλικά επενδύσεων τοιχοποιιών και δαπέδων. Τα πιο ικανά υλικά που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση της θερμότητας στα ηλιακά παθητικά συστήματα είναι :

- το σκυρόδεμα, πλεονέκτημα του οποίου είναι ότι είναι συγχρόνως υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και στοιχείο του φέροντα οργανισμού,
- η πέτρα, οι ωμόπλινθοι, οι οπτόπλινθοι (συμπαγείς και διάτρητοι) και τα κεραμικά πλακίδια, τα οποία είναι υλικά που χρησιμοποιούνται κυρίως για την αποθήκευση της θερμότητας. Είναι υλικά φερόντων δομικών στοιχείων ή στοιχείων πληρώσεως ή υλικά επενδύσεως τοίχων και δαπέδων.

Σημειώνεται ότι τα θερμομονωτικά υλικά διαθέτουν ελάχιστη θερμοχωρητικότητα και η τοποθέτησή τους στην εσωτερική παρειά των δομικών στοιχείων σχεδόν μηδενίζει τη συνεισφορά της θερμικής μάζας του δομικού στοιχείου. Για αυτό, η εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης στα κτίρια που αξιοποιούν παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να γίνεται με περίσκεψη και στην περίπτωση που πραγματοποιείται να μην αφορά το σύνολο του κελύφους που περικλείει τον θερμαινόμενο χώρο, εκτός αν διατίθεται για την αποθήκευση της θερμότητας συγκεντρωμένη θερμική μάζα στον κατοικήσιμο χώρο, π.χ. ένας εσωτερικός τοίχος ή δάπεδο μεγάλου πάχους από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα.

Επισημαίνεται επίσης, ότι σε κτίρια με εξωτερική τοιχοποιία από εμφανή λιθοδομή, η οποία χαρακτηρίζεται από μεγάλη θερμοχωρητικότητα, η θερμομόνωση, για αισθητικούς λόγους τοποθετείται εσωτερικά, ακυρώνοντας τη θερμοχωρητικότητα του υλικού. Στην περίπτωση αυτή πρέπει είτε να προστίθενται στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας στο εσωτερικό του κτιρίου (εσωτερικές τοιχοποιίες, δάπεδα κοκ με υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας), είτε η λιθοδομή να μετατραπεί σε τοιχοποιία με πυρήνα. Το υλικό της εσωτερικής τοιχοποιίας πρέπει να έχει επίσης ικανή θερμοχωρητικότητα (π.χ. οπτόπλινθοι), ενώ στο διάκενο τοποθετείται η θερμομόνωση.

2.8. Κατηγορίες παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30° προς την ανατολή ή τη δύση και ο χειμερινός ηλιασμός τους να είναι ανεμπόδιστος από πλευρικά εμπόδια και σταθερά εξωτερικά σκίαστρα. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε συστήματα άμεσου ή έμμεσου ηλιακού κέρδους.

Τα συνηθέστερα παθητικά συστήματα είναι:

- σύστημα άμεσου κέρδους – νότιο υαλοστάσιο,
- τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας ή ηλιακός τοίχος,
- θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος,
- θερμοσιφωνικό πάνελ ή αεροσυλλέκτης,
- τοιχοποιία με διαφανή μόνωση.

2.8.1. Σύστημα άμεσου κέρδους

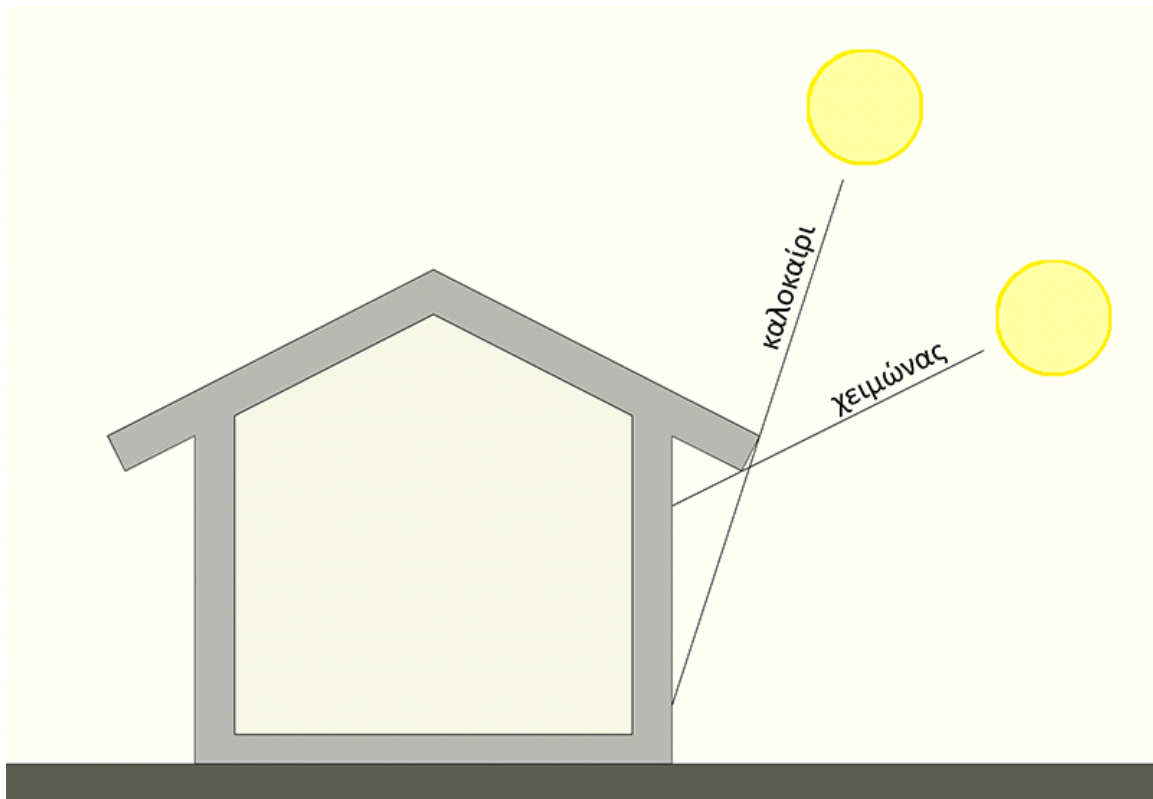
Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι η δέσμευσή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή το κτίριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας.

Όλα τα ανοίγματα του κτιρίου συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία (άμεση και διάχυτη) που στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στα δομικά στοιχεία του χώρου, ιδιαίτερα σε εκείνα που δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία. Η θερμότητα που αποθηκεύεται, αποδίδεται με χρονική υστέρηση, αναλόγως των χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων, καθ' όλη τη διάρκεια του 24ωρου. Είναι σημαντικό, ιδιαίτερα τα δομικά υλικά στο εσωτερικό του κτιρίου που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία, να έχουν ικανή απορροφητικότητα και θερμική μάζα, ώστε αφενός να μεγιστοποιείται η απολαβή των ηλιακών κερδών, αφετέρου να αποθηκεύεται η θερμότητα. Έτσι ομαλοποιούνται οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον εσωτερικό χώρο -καθώς η θερμότητα από τα αυξημένα ηλιακά κέρδη που έχει αποθηκευτεί απελευθερώνεται σταδιακά στο εσωτερικό του κτιρίου- αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά τις περιόδους με μεγάλη ηλιοφάνεια και η θερμότητα αποδίδεται στο χώρο όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία (απογευματινές και νυχτερινές ώρες).

Στη θερινή περίοδο, με το άνοιγμα των παραθύρων το βράδυ και τη δημιουργία νυχτερινού αερισμού, πραγματοποιείται η θερμική αποφόρτιση των δομικών στοιχείων, ώστε αυτά να είναι διαθέσιμα την επόμενη μέρα για νέα αποθήκευση της πλεονάζουσας θερμότητας. Η διαφορά ενός κτιρίου σχεδιασμένου να θερμαίνεται με το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους» από ένα κτίριο με συμβατικό σχεδιασμό, εντοπίζεται στη θερμική απόδοση των ανοιγμάτων του και στα δομικά στοιχεία που είναι κατασκευασμένα από υλικά με ικανή θερμοχωρητικότητα. Ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τον σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου, τον προσανατολισμό, το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων, τις θερμοφυσικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού καθώς και τη θέση, το μέγεθος και το υλικό της θερμικής αποθήκης, η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση μπορεί να κυμαίνεται από 30% έως και 100%. Γενικά, όσο μεγαλύτερα είναι τα ανοίγματα στο νότιο προσανατολισμό και ικανοποιητική σε μέγεθος η επιφάνεια αποθήκευσης, τόσο μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση.

Δεν θα πρέπει να παραβλέπεται ότι τα μεγάλα ανοίγματα προκαλούν κίνδυνο θάμβωσης και μείωση της ιδιωτικότητας. Η ορθολογική χωροθέτηση, προστασία των ανοιγμάτων και συγχρόνως η αύξηση της λαμπρότητας των περιβαλλόντων επιφανειών του φωτιζόμενου χώρου, απομακρύνει τον κίνδυνο της θάμβωσης και της οπτικής όχλησης.

Στην Εικόνα 6 φαίνεται η αρχή λειτουργίας του ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους.



Εικόνα 6. Αρχή λειτουργίας παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους

2.8.1.1. Κριτήρια σχεδιασμού για το άνοιγμα

Τα κριτήρια σχεδιασμού για το άνοιγμα στο σύστημα του άμεσου κέρδους αφορούν:

- στην περίοδο ηλιασμού του ανοίγματος : η ηλιακή ακτινοβολία πρέπει να εισέρχεται στο κτίριο το χειμώνα και να αποτρέπεται το καλοκαίρι. Ο προσανατολισμός και η κατάλληλη ηλιοπροστασία συμβάλλουν σε αυτό. Η νότια πρόσοψη ή με απόκλιση 30ο ανατολικά ή δυτικά από το Νότο δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους, με τον πιο ευνοϊκό τρόπο (τη μέγιστη μέση τιμή στη χειμερινή περίοδο και την ελάχιστη μέση τιμή στη θερινή). Επίσης δέχεται τη μεγαλύτερη διάρκεια ηλιασμού στη χειμερινή περίοδο. Μονώροφα κτίρια με μικρό βάθος, τοποθετημένα με την κύρια όψη τους στο Νότο, ή πολυώροφα κτίρια με νότια πρόσοψη ή κλιμακωτές διατάξεις κτιρίων, για να εκμεταλλεύονται το νότιο προσανατολισμό, είναι αρχιτεκτονικές συνθέσεις που ευνοούν την εφαρμογή του συστήματος άμεσου κέρδους. Επίσης, το άνοιγμα πρέπει να τοποθετείται σε τέτοια θέση στην όψη του κτιρίου ώστε να δέχεται ηλιακή ακτινοβολία για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διάρκεια. Παράθυρα οροφής, πριονωτές στέγες, φεγγίτες κλπ. εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία και συμβάλλουν στη διανομή της ακόμη και σε χώρους με δυσμενή προσανατολισμό (π.χ. βορινό).

Τα ανοίγματα που είναι προσανατολισμένα στο Νότο (ή $\pm 30^\circ$) δέχονται περίπου το 90% της ημερήσιας ακτινοβολίας, αλλά απαιτούν ηλιοπροστασία για την αποφυγή της υπερθέρμανσης τη θερινή περίοδο. Ανοίγματα σε ανατολικό, δυτικό προσανατολισμό συνεισφέρουν επίσης, στη θέρμανση του χώρου, αλλά σε μικρότερο βαθμό. Και σ' αυτούς τους προσανατολισμούς απαιτείται ηλιοπροστασία για τον έλεγχο των θερμικών κερδών τη θερινή περίοδο. Με τη χρήση εξωτερικών ανακλαστήρων (υλικά με υψηλό συντελεστή

ανακλαστικότητα) η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο άνοιγμα μπορεί να αυξηθεί έως και 40%. Ανακλαστικές επιφάνειες ή επιστρώσεις μπορεί επίσης να τοποθετηθούν στο εσωτερικό του κτιρίου για να κατευθύνουν την ηλιακή ακτινοβολία στις θέσεις όπου υπάρχει θερμική μάζα. Σε σχέση με την κλίση, το κατακόρυφο νότιο υαλοστάσιο είναι προτιμότερο από το κεκλιμένο, γιατί το καλοκαίρι σκιάζεται ευκολότερα, ενώ το χειμώνα δέχεται εξίσου με το κεκλιμένο σημαντική ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας. Γενικά η κατανομή των ανοιγμάτων επιλέγεται έτσι ώστε να διανέμεται η θερμότητα σε όλο τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Επίσης τα ανοίγματα διατάσσονται με τέτοιο τρόπο στην όψη ώστε η θερμική μάζα για την αποθήκευση να δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία. Δεν θα πρέπει να παραβλέπεται και η συμβολή του ανοίγματος στην ποσότητα και ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού. Τα ανοίγματα που είναι προσανατολισμένα στο Νότο (ή $\pm 30^\circ$) δέχονται περίπου το 90% της ημερήσιας ακτινοβολίας, αλλά απαιτούν ηλιοπροστασία για την αποφυγή της υπερθέρμανσης τη θερινή περίοδο. Ανοίγματα σε ανατολικό, δυτικό προσανατολισμό συνεισφέρουν επίσης, αλλά σε μικρότερο βαθμό, στη θέρμανση του χώρου. Και σ' αυτούς τους προσανατολισμούς απαιτείται ηλιοπροστασία για τον έλεγχο των θερμικών κερδών τη θερινή περίοδο. Με τη χρήση εξωτερικών ανακλαστήρων (υλικά με υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας, η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο άνοιγμα μπορεί να αυξηθεί έως και 40%. Ανακλαστικές επιφάνειες ή επιστρώσεις μπορεί επίσης να τοποθετηθούν στο εσωτερικό του κτιρίου για να κατευθύνουν την ηλιακή ακτινοβολία στις θέσεις όπου υπάρχει θερμική μάζα. Σε σχέση με την κλίση, το κατακόρυφο νότιο υαλοστάσιο είναι προτιμότερο από το κεκλιμένο, γιατί το καλοκαίρι σκιάζεται ευκολότερα, ενώ το χειμώνα δέχεται εξίσου με το κεκλιμένο σημαντική ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας. Γενικά η κατανομή των ανοιγμάτων επιλέγεται έτσι ώστε να διανέμεται η θερμότητα σε όλο τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου. Επίσης τα ανοίγματα διατάσσονται με τέτοιο τρόπο στην όψη ώστε η θερμική μάζα για την αποθήκευση να δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία. Δεν θα πρέπει να παραβλέπεται και η συμβολή του ανοίγματος στην ποσότητα και ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού.

- στην ηλιοπροστασία : η ηλιοπροστασία είναι απαραίτητη, επειδή το μεγάλο μέγεθος των ανοιγμάτων για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να έχει ως συνέπεια την υπερθέρμανση του χώρου, ακόμη και κατά την περίοδο θέρμανσης. Ο κατάλληλος συνδυασμός και η διαστασιολόγηση εξωτερικών ηλιοπροστατευτικών διατάξεων μπορεί να διασφαλίσει αποτελεσματικό ηλιακό έλεγχο και μείωση των ψυκτικών φορτίων τη θερινή περίοδο.
- στην επιλογή του υαλοστασίου : πλαίσιο με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας (θερμομονωμένο πλαίσιο, μεταλλικό πλαίσιο με θερμική διακοπή, ξύλινο πλαίσιο κοκ), διπλός υαλοπίνακας ή ειδικοί θερμομονωτικοί υαλοπίνακες και αεροστεγανότητα του κουφώματος συμβάλλουν σε θετικό θερμικό ισοζύγιο, με το θερμικό όφελος από την ηλιακή ακτινοβολία να υπερκαλύπτει τις θερμικές απώλειες από το άνοιγμα. Για την αύξηση της απόδοσης του συστήματος το χειμώνα εφαρμόζεται στα ανοίγματα νυχτερινή κινητή θερμομόνωση, που περιορίζει τις θερμικές απώλειες το βράδυ. Ενδείκνυνται ειδικά θερμομονωμένα φύλλα ασφαλείας και θερμομονωτικά πετάσματα. Ακόμη και η χρήση συμβατικών ρολών μειώνει τις θερμικές απώλειες από το άνοιγμα περίπου κατά 30%, και τα βενετικά στόρια και οι κουρτίνες κατά 5%. Όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα τόσο πιο επιτακτική είναι η εφαρμογή νυχτερινής μόνωσης. Στην αντίθετη περίπτωση, το άνοιγμα μπορεί να αποδώσει αρνητικά στο σύνολο του 24ωρου, καθώς επιτρέπει, λόγω μεγέθους, αυξημένες θερμικές απώλειες τη νύχτα. Η χρησιμοποίηση συστημάτων αυτόματου ελέγχου βελτιώνει τη λειτουργία της κινητής μόνωσης των ανοιγμάτων, ιδιαίτερα σε κτήρια του τριτογενούς τομέα.

- στην απαίτηση για φυσικό φωτισμό του κτιρίου : με σύγχρονη αποφυγή θάμβωσης, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου. Η χωροθέτηση και διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων σε σχέση με το βάθος του φωτιζόμενου χώρου, η προστασία των ανοιγμάτων και η λαμπρότητα των περιβαλλουσών επιφανειών του φωτιζόμενου χώρου πρέπει να συνυπολογίζονται. Επίσης για την επιλογή του υαλοπίνακα, εκτός από το συντελεστή θερμοπερατότητας θα πρέπει να παίρνεται υπόψη διαπερατότητά του στη φωτεινή ακτινοβολία και να συνεκτιμώνται το επίπεδο του φυσικού φωτισμού που παρέχεται και οι συνθήκες οπτικής άνεσης.

2.8.2. Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος μάζας ή ηλιακός τοίχος

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι η συνδυασμένη κατασκευή τοίχου και υαλοπίνακα (ή άλλου διαφανούς στοιχείου με υψηλό συντελεστή διαπερατότητας της ηλιακής ακτινοβολίας), η οποία αποτελεί τμήμα του κτιριακού περιβλήματος.

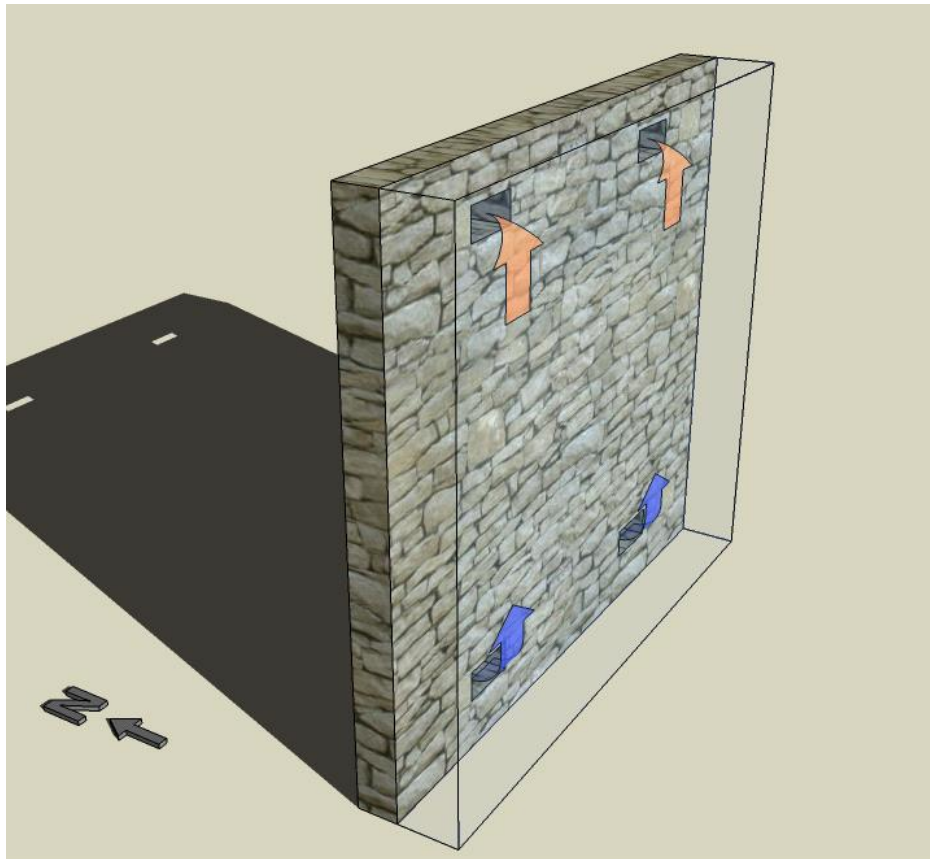
Η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από το διαφανές στοιχείο μετατρέπεται σε θερμότητα στο χώρο μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου και αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στον τοίχο. Από εκεί μεταδίδεται με αγωγιμότητα, με ακτινοβολία ή και με μεταφορά, ανάλογα με την κατασκευή του συστήματος, στο χώρο. Ταυτόχρονα το διαφανές υλικό και, σε ορισμένες περιπτώσεις επιπρόσθετα και το ακίνητο στρώμα αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου λειτουργεί ως μονωτικό στρώμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών από το θερμό τοίχο προς το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον. Όσο μεγαλύτερη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία εμφανίζει η εξωτερική παρειά του τοίχου (βαφή με σκούρο χρώμα και αδρή επιφάνεια) τόσο αυξάνεται η απόδοση του συστήματος. Σε τοίχο με σκουρόχρωμη επιφάνεια αναπτύσσεται επιφανειακή θερμοκρασία μέχρι και 65 °C.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης διακρίνονται σε :

- τοίχους που είναι κατασκευασμένοι από υλικά τοιχοποιίας, δηλαδή χυτό σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθους, οπτόπλινθους (πλήρεις ή με οπές), πέτρα και ωμοπλίνθους και
- τοίχους που αποτελούνται από δοχεία μεταλλικά, πλαστικά ή από μπετόν και περιέχουν νερό.
- Για την καλή λειτουργία του τοίχου, το βάθος του θερμαινόμενου χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4,5 με 6 μέτρα, που είναι η μέγιστη απόσταση για να είναι αποτελεσματική η θέρμανση του χώρου με την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον θερμό τοίχο.

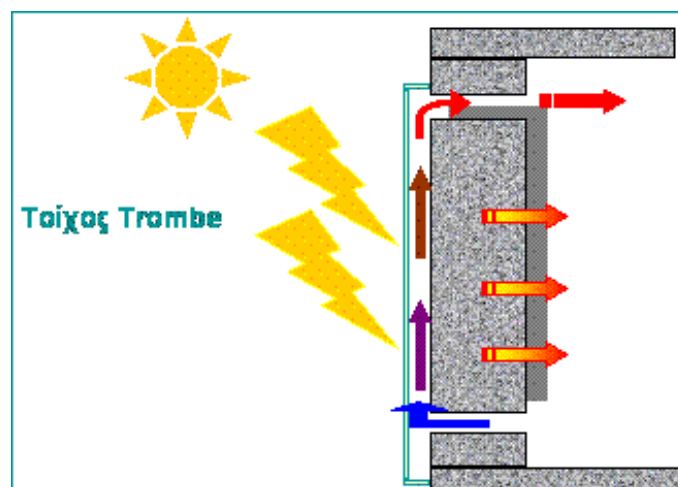
Μια παραλλαγή του συστήματος είναι ο τοίχος Trombe-Michelle. Είναι ένας τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά τοιχοποιίας, με θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του συμπαγούς τμήματος, οπότε η μετάδοση της θερμότητας προς την πλευρά του εσωτερικού χώρου γίνεται εκτός από την αγωγιμότητα και με φυσικό θερμοσιφωνισμό. Ο αέρας, που βρίσκεται μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου, θερμαίνεται καθώς εφάπτεται στο θερμό τοίχο κι από τις θυρίδες που βρίσκονται στο επάνω μέρος του τοίχου εισέρχεται στον κατοικήσιμο χώρο, ενώ συγχρόνως εισέρχεται από την κάτω θυρίδα στο διάκενο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου, ο οποίος και θερμαίνεται. Με αυτόν τον τρόπο αποδίδεται πρόσθετη θερμότητα στο χώρο στις περιόδους της ηλιοφάνειας και η θέρμανση του χώρου αρχίζει αμέσως με τη θέρμανση του τοίχου και συνεχίζεται έως 2 με 3 ώρες μετά το σκιασμό του. Κατά τις νυχτερινές ώρες της χειμερινής περιόδου οι θυρίδες πρέπει να κλείνουν (αρκεί μόνον το κλείσιμο των επάνω θυρίδων), ώστε να μην προκαλείται αντίστροφη κυκλοφορία του αέρα. Οι θυρίδες μπορεί να κλείνουν χειροκίνητα ή με αυτοματισμό, με χρονομετρητή ή με θερμική ή οπτική διέγερση (όταν μειωθεί η εξωτερική θερμοκρασία ή το επίπεδο φωτισμού). Οι θυρίδες τοποθετούνται κατά μήκος όλου του τοίχου και όσο το δυνατόν πιο κοντά στην οροφή και στο δάπεδο. Η απόσταση μεταξύ των επάνω και κάτω θυρίδων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 2 m και η συνολική επιφάνεια των θυρίδων να μην υπολείπεται του 2% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

Στην Εικόνα 7 αναπαριστάται ο τοίχος Trombe-Michelle.



Εικόνα 7. Τοίχος Trombe – Michelle

Στην Εικόνα 8 αποτυπώνεται η λειτουργία του τοίχου Trombe-Michelle.



Εικόνα 8. Λειτουργία τοίχου Trombe - Michelle

Το πάχος του τοίχου, ιδίως αυτού που λειτουργεί χωρίς θυρίδες, είναι καθοριστικό. Το βέλτιστο πάχος ενός τοίχου με υλικά τοιχοποιίας αυξάνεται καθώς αυξάνεται και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των υλικών. Η χρησιμοποίηση των θυρίδων γίνεται απαραίτητη όσο αυξάνει το πάχος του τοίχου, γιατί τότε η κυκλοφορία του θερμού αέρα παίζει μεγαλύτερο ρόλο στη γρήγορη θέρμανση του εσωτερικού χώρου, παρά η μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα από την εξωτερική στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου. Το πάχος του τοίχου επηρεάζει και τη διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα στο θερμαινόμενο χώρο. Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του τοίχου τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική υστέρηση στη μετάδοση της θερμότητας και μικρότερες οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας της εσωτερικής παρειάς του τοίχου και κατά συνέπεια και του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Σε σχέση με τις θερμικές απώλειες που εμφανίζονται, η χρησιμοποίηση διπλού υαλοπίνακα κρίνεται ικανοποιητική. Η νυχτερινή κινητή μόνωση είναι απαραίτητη στις ψυχρότερες περιοχές. Επίσης για να βελτιωθεί η απόδοση του συστήματος, ο τοίχος πρέπει να μονωθεί από όλα τα δομικά στοιχεία με τα οποία εφάπτεται, για να περιοριστούν οι θερμογέφυρες.

Για το καλοκαίρι, θα πρέπει να προβλεφθεί ηλιοπροστασία και άνοιγμα τμημάτων του υαλοστασίου (φεγγίτες ή θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του υαλοστασίου) για να επιτρέπεται η διαφυγή του θερμού αέρα, που υπάρχει στο χώρο μεταξύ υαλοστασίου και τοίχου προς το εξωτερικό περιβάλλον και να εξασφαλίζεται αποφόρτιση της θερμότητας και δροσισμός του τοίχου. Όταν πρόκειται για τοίχο Trombe, πέραν της εξωτερικής σκίασης, πρέπει να κλείνουν οι εσωτερικές θυρίδες προς το χώρο, ώστε να μη λειτουργεί το σύστημα και μεταφέρει θερμό αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Στον τοίχο Trombe υπάρχει επίσης η δυνατότητα, με την ύπαρξη αντιδιαμετρικών ανοιγμάτων στο χώρο, σε συνδυασμό με τις θυρίδες του τοίχου και ανοιγμάτων (φεγγιτών) στα υαλοστάσια να δημιουργείται διαμπερής αερισμός που θα συμβάλει στο δροσισμό του χώρου. Συγκεκριμένα, μπορεί να ανοίγει ένας φεγγίτης στο επάνω μέρος του υαλοστασίου και σε συνδυασμό με άνοιγμα της βόρειας όψης του κτιρίου, διατηρώντας κλειστή την επάνω θυρίδα αερισμού του τοίχου και ανοιχτή την κάτω, να δημιουργείται κίνηση αέρα στο χώρο (με το φαινόμενο της καμινάδας). Ο δροσισμός του χώρου επιτυγχάνεται με το δροσερό αέρα που μπαίνει από το βορινό άνοιγμα και την κίνηση του αέρα στο χώρο. Σε κάθε περίπτωση, για τον καθαρισμό του συστήματος θα πρέπει να προβλέπεται κινητό υαλοστάσιο ή υαλοστάσιο που μπορεί εύκολα να αποσυναρμολογηθεί, ιδιαίτερα στην περίπτωση του τοίχου με θυρίδες.

2.8.3. Ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο

Ο ηλιακός χώρος ή θερμοκήπιο είναι ο συνδυασμός παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους και τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Το κτίριο, δηλαδή, αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες : τον ηλιακό χώρο που προσαρτάται στο κτήριο, όπου γίνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, και τον έμμεσα θερμαινόμενο από τον ηλιακό χώρο, κύριο κατοικήσιμο χώρο. Οι δύο ζώνες χωρίζονται μεταξύ τους με συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα (με ή χωρίς θερμομόνωση) και με ή χωρίς υαλοστάσια. Αντί για υαλοστάσια ο ενδιάμεσος τοίχος μπορεί να διαθέτει θυρίδες για τη μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στον κύριο χώρο.

Ανάλογα με την αρχιτεκτονική λύση, ο ηλιακός χώρος συνδέεται με έναν κοινό τοίχο με το κτίριο ή ενσωματώνεται σε αυτό και συνδέεται με το κτήριο με περισσότερους κοινούς τοίχους, συμπαγείς ή με συνδυασμό τοιχοποιίας και υαλοστασίου.

Ευνόητο είναι ότι οι γυάλινες όψεις του θερμοκηπίου πρέπει να έχουν τον κατάλληλο προσανατολισμό για τη μεγιστοποίηση της συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιστέγαση του ηλιακού χώρου μπορεί να είναι συμπαγής ή διαφανής. Επίσης, το θερμοκήπιο μπορεί να ενσωματωθεί στο κτήριο, ώστε να έχει τρεις κοινούς τοίχους και έναν υάλινο τοίχο προς το Νότο. Θερμοκήπια θεωρούνται και τα αίθρια στον πυρήνα των κτιρίων, σκεπασμένα με γυάλινη επιστέγαση, που είναι ανεξάρτητοι μη θερμαινόμενοι χώροι.

Ο ηλιακός χώρος συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην εξασφάλιση συνθηκών άνεσης, βοηθά στην ανάπτυξη των φυτών, διευκολύνει την παραγωγή αγροτικών προϊόντων για οικιακή χρήση και προσφέρει χρηστικό χώρο στους ενοίκους. Για να χαρακτηριστεί ένας χώρος ως θερμοκήπιο, πρέπει να μην είναι θερμαινόμενος, να προσαρτάται στο κτίριο και να διαθέτει μεγάλα υαλοστάσια με ευνοϊκό προσανατολισμό (προς το Νότο, με απόκλιση έως $\pm 30^\circ$), διανεμημένα στις εξωτερικές του επιφάνειες για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία και λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «άμεσου κέρδους». Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον πίσω συμπαγή τοίχο του θερμοκηπίου ή/και το δάπεδο, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στο κτήριο. Από αυτή την άποψη, το προσαρτημένο θερμοκήπιο είναι ένα εκτεταμένο σύστημα τοίχου θερμικής αποθήκευσης, με τη μόνη διαφορά ότι το υαλοστάσιο είναι τοποθετημένο σε αρκετή απόσταση από τον τοίχο, ώστε να δημιουργείται κατοικήσιμος χώρος για την ημέρα ή ένας χώρος όπου καλλιεργούνται φυτά.

Το θερμοκήπιο χαρακτηρίζεται από έντονη θερμική διαστρωμάτωση, με τις πιο θερμές μάζες του αέρα να ανυψώνονται προς την ανώτατη στάθμη του. Έτσι, τοποθέτηση θυρίδων στα υψηλότερα σημεία του στοιχείου που συνδέει το θερμοκήπιο με το κτήριο είναι ικανές να προσάγουν θερμό αέρα στους θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου.

Το θερμοκήπιο-ηλιακός χώρος, επίσης, λειτουργεί ως φράγμα θερμικών απωλειών του κτηρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον. Σχεδόν όλες τις ώρες της ημέρας ο ηλιακός χώρος έχει υψηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος κι έτσι συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών από το κτίριο. Σε ψυχρά όμως κλίματα, κατά τις νυχτερινές ώρες, μπορεί να συμβάλλει σε αύξηση θερμικών απωλειών, όταν ο ενδιάμεσος τοίχος δεν είναι επαρκώς μονωμένος. Σε ημέρες χωρίς ηλιοφάνεια, η εσωτερική θερμοκρασία σ' ένα θερμοκήπιο με διπλό υαλοστάσιο φθάνει τουλάχιστον στους 10°C όταν η εξωτερική είναι 0°C .

Η θερμική συνεισφορά του ηλιακού χώρου εξαρτάται από το γεωμετρικό σχήμα και τον τρόπο σύνδεσής του με το κτήριο. Η απόδοσή του είναι συγκρίσιμη και πολλές φορές καλύτερη από την απόδοση ενός τοίχου θερμικής αποθήκευσης, που έχει την ίδια επιφάνεια υαλοστασίου. Οι επί πλέον θερμικές απώλειες μέσω της οροφής και των τοίχων που περιβάλλουν έναν ηλιακό χώρο αντισταθμίζονται από το γεγονός ότι το υαλοστάσιο έχει τη βέλτιστη κλίση. Υπολογίζεται ότι κατά τους χειμερινούς μήνες 10% έως 30% από την θερμότητα που προέρχεται από τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας από έναν ηλιακό χώρο μεταφέρεται στους παρακείμενους χώρους του κτηρίου.

Υπάρχουν πέντε βασικές μέθοδοι μεταφοράς θερμότητας από τον ηλιακό χώρο στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου:

- Με απευθείας είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτηρίου (στην περίπτωση που υπάρχουν διαφανή στοιχεία στον ενδιάμεσο τοίχο).
- Με μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στο χώρο με θερμοσιφωνισμό (στην περίπτωση που υπάρχουν ανοίγματα ή θυρίδες στον ενδιάμεσο τοίχο) ή με βεβιασμένη μεταφορά (θυρίδες ενισχυμένες με ανεμιστήρες).
- Με αγωγιμότητα μέσω των διαχωριστικών τοίχων θερμοκηπίου-κτηρίου (σε αυτή την περίπτωση ο ενδιάμεσος τοίχος δε διαθέτει θερμομόνωση κατά τη διάρκεια της ημέρας).
- Με τη χρήση απλών μηχανικών μέσων (π.χ. ανεμιστήρας) και αποθήκευση της θερμότητας στον εσωτερικό χώρο απ' όπου και μεταδίδεται με ακτινοβολία ή μεταφορά. Σ' αυτή την περίπτωση, η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί και σε χώρους που δεν δέχονται απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία.
- Με συνδυασμό των ανωτέρω. Ανάλογα με τη θερμική σύνδεση και τον επιθυμητό τρόπο μεταφοράς, αποθήκευσης και διανομής της θερμότητας, ο διαχωριστικός τοίχος και το διαχωριστικό υαλοστάσιο μεταξύ θερμοκηπίου και κατοικήσιμου χώρου, θερμομονώνεται ή

όχι και εφαρμόζεται νυχτερινή μόνωση (η οποία εφαρμόζεται και τη θερινή περίοδο).

Για την αποδοτική λειτουργία του θερμοκηπίου, ανεξάρτητα από τον τρόπο θερμικής του σύνδεσης με το κτίριο, πρέπει να αποφεύγεται η υπερθέρμανση, η οποία εύκολα μπορεί να προκύψει ακόμη και το χειμώνα, λόγω της μεγάλης επιφάνειας των υαλοστασίων. Για την αποφυγή της υπερθέρμανσης απαιτείται ηλιοπροστασία το καλοκαίρι και συνιστάται να προβλέπονται αποσπώμενες γυάλινες επιφάνειες.

2.8.4. Θερμοσιφωνικό πάνελ ή αεροσυλλέκτης

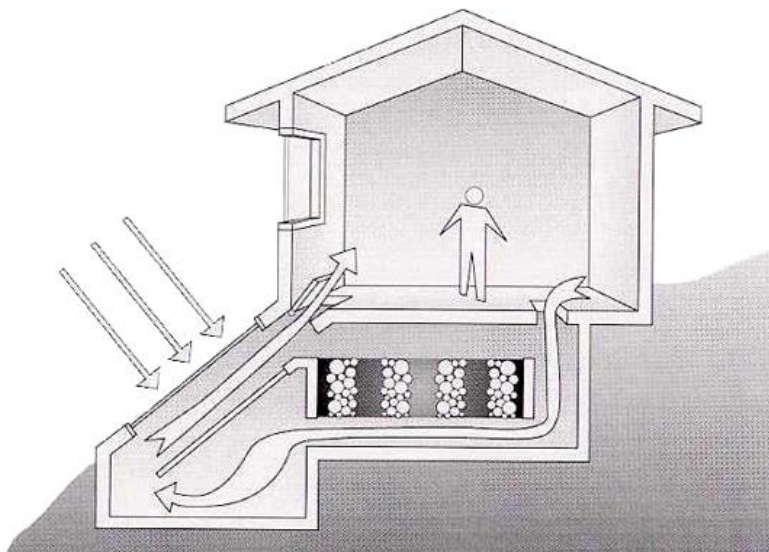
Το θερμοσιφωνικό πάνελ είναι συλλέκτης της ηλιακής ακτινοβολίας, ο οποίος δεν διαθέτει θερμική μάζα και είναι προσαρτημένος στο κτιριακό κέλυφος ή τοποθετείται ανεξάρτητα από αυτό. Επειδή απομονώνεται θερμικά από το κτίριο, ανήκει στην κατηγορία των παθητικών ηλιακών συστημάτων του «απομονωμένου κέρδους».

Η θερμότητα που συλλέγεται από αυτό αποθηκεύεται είτε στα δομικά στοιχεία του κτιρίου είτε σε υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας. Έχει νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30° από το νότο και κλίση είτε κατακόρυφη, είτε υπό γωνία, με βέλτιστη κλίση τις 30 - 40° για τον ελλαδικό χώρο. Χαρακτηριστικό είναι ότι επειδή απομονώνεται εύκολα από το κτίριο δεν απαιτούνται στοιχεία ηλιοπροστασίας και επίσης μπορεί να αξιοποιηθεί η βέλτιστη κλίση για τη χειμερινή δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς επιπτώσεις υπερθέρμανσης. Αποτελείται από υαλοπίνακα, τοποθετημένο σε μικρή απόσταση (2 – 5 cm) μπροστά από μεταλλική επιφάνεια, σκούρου χρώματος (μαύρου) και το όλο σύστημα θερμομονώνεται. Συνδέεται με το κτίριο με θυρίδες εισροής και εκροής του αέρα του εσωτερικού χώρου προς και από το πάνελ. Οι θυρίδες αυτές τοποθετούνται καθ' όλο το πλάτος του πάνελ, με διάμετρο 20-30cm. Ο χώρος θερμαίνεται μέσω του φαινομένου του θερμοσιφωνισμού. Ο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου εισέρχεται στο κατώτερο μέρος του θερμοσιφωνικού πάνελ από την κατώτατη θυρίδα του όπου θερμαίνεται, ανέρχεται ως ελαφρότερος και εξέρχεται στον εσωτερικό χώρο από την ανώτατη θυρίδα του. Η απόδοση του θερμοσιφωνικού πάνελ αυξάνεται με τη χρήση διπλών υαλοπινάκων στο συλλέκτη, σε σχέση με απλούς υαλοπίνακες, ιδιαίτερα για τα πιο ψυχρά κλίματα. Το βέλτιστο μήκος του συλλέκτη έχει εκτιμηθεί στα 3m. Το θερμοσιφωνικό πάνελ ενδείκνυται για χώρους που χρειάζονται άμεση απόδοση θερμότητας από τα ηλιακά κέρδη, όπως χώρους γραφείων, σχολικές αίθουσες κ.ο.κ.

Το πλεονέκτημά του, σε σχέση με το άμεσο κέρδος που, επίσης, αποδίδει άμεσα θερμότητα στο χώρο, είναι ότι αποφεύγεται η θάμβωση από μεγάλους υαλοπίνακες, η υπερθέρμανση τη θερινή περίοδο, καθώς κι οι αυξημένες απώλειες θερμότητας τη νύχτα.

Εκτός αυτού, τη θερινή περίοδο, μπορεί να αποκόπτεται θερμικώς από το κτίριο (κλείσιμο των θυρίδων, σκίαση του πάνελ, άνοιγμα του υαλοπίνακα στο ανώτατο και κατώτερο μέρος του), αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση του χώρου. Το κλείσιμο των θυρίδων είναι επίσης πολύ σημαντικό τη νυχτερινή περίοδο, προς αποφυγή θερμικών απωλειών. Κάτι τέτοιο καθιστά την εφαρμογή συστήματος αυτοματισμών σχεδόν επιτακτική, προς αποφυγή δυσλειτουργίας του συστήματος από αμέλεια των χρηστών. Σε περίπτωση που τοποθετείται κεκλιμένα, το θερμοσιφωνικό πάνελ έχει καλύτερη απόδοση αλλά χρειάζεται περισσότερο ελεύθερο χώρο. Προσαρτημένο κατακόρυφα στον τοίχο μπορεί να εναρμονισθεί αισθητικά με το κτίριο πιο εύκολα.

Στην Εικόνα 9 παρουσιάζεται μία τομή του θερμοσιφωνικού πάνελ εκτός του κτιριακού περιβλήματος.



Εικόνα 9. Θερμοσιφωνικό πάνελ εκτός του κτιριακού περιβλήματος

2.8.5. Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση

Πρόκειται για τοίχο νότιου προσανατολισμού με απόκλιση έως 30°, με υλικό μεγάλης θερμοχωρητικότητας (συνήθως τούβλο), εξωτερικά του οποίου τοποθετείται διαφανής μόνωση χωρίς επίχρισμα. Η εξωτερική παρειά του τοίχου βάφεται με σκούρο χρώμα. Ουσιαστικά πρόκειται για τοίχο μάζας, ο οποίος όμως θερμομονώνεται. Με αυτό τον τρόπο, μειώνεται μεν ο συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών του διαφανούς θερμομονωτικού υλικού (μικρότερος σε σχέση με εκείνον του καθαρού γυαλιού), αλλά καθώς ο τοίχος είναι πλέον θερμομονωμένος, αυξάνουν τα καθαρά κέρδη, σε σχέση με τον τοίχο μάζας.

Λόγω της δομής της, επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να διαπεράσει τη μάζα της, παράλληλα όμως μειώνει τις θερμικές απώλειες. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται ηλιακά κέρδη, μικρότερα σε σχέση με τα ηλιακά κέρδη καθαρού τζαμιού, με πολύ μικρότερες όμως θερμικές απώλειες. Έχει μεγάλη απόδοση, ιδιαίτερα κατά τους ψυχρότερους μήνες και δεν απαιτεί αυτοματισμούς ή τη συμμετοχή του χρήστη για την ορθή θερμική λειτουργία του συστήματος. Τη θερινή περίοδο πρέπει οπωσδήποτε να σκιάζεται εξωτερικά είτε με προεξοχές είτε με κατακόρυφα εξωτερικά σκίαστρα, προκειμένου να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου. Ως προς τη χειμερινή του λειτουργία, δε χρειάζεται νυχτερινή θερμική προστασία.

Η ενέργεια που αποδίδεται από το αδιαφανές στοιχείο με διαφανή μόνωση στο εσωτερικό του κτιρίου εξαρτάται από τα εξής:

- τον προσανατολισμό και τη σκίαση του τοίχου από τον περιβάλλοντα χώρο, τις προεξοχές του κτιρίου ή/και τα εξωτερικά σκίαστρα,
- το διαφανές υλικό και τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά του (συντελεστής θερμικής διαπερατότητας, συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών),
- το εμβαδόν της συλλεκτικής επιφάνειας του τοίχου, την απορροφητικότητα και την θερμοπερατότητα της.

2.9. Επιλογή παθητικού συστήματος θέρμανσης

Η επιλογή του παθητικού ηλιακού συστήματος εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τη λειτουργικότητα του κτιρίου και τα αναμενόμενα ενεργειακά αποτελέσματα, όπως αυτά προκύπτουν από τους σχετικούς υπολογισμούς, σε συνδυασμό με το κόστος και την

απόσβεση της επί πλέον δαπάνης. Συνήθης πρακτική είναι να συνυπάρχει το σύστημα του άμεσου κέρδους, το οποίο είναι απαραίτητο και για το φυσικό φωτισμό του χώρου, μαζί με κάποιο από τα άλλα παθητικά συστήματα.

2.10. Φυσικός δροσισμός

Η στρατηγική του φυσικού δροσισμού αποσκοπεί στην αποτροπή της υπερθέρμανσης του κτιρίου. Πρώτο βήμα για την επίτευξή αυτού είναι η προστασία του κτιρίου, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, από την πρόσπτωση της έντονης ηλιακής ακτινοβολίας. Το επόμενο βήμα είναι η απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός επιχειρεί με τεχνικές και νέες τεχνολογίες να αποκαταστήσει το φυσικό δροσισμό των κτιρίων, για τους εξής κυρίως λόγους:

- για μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ή τουλάχιστον τη σταθεροποίησή της σε περιόδους αιχμής -καύσωνα,
- για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα,
- για περιορισμό των εκπομπών χλωροφθορανθράκων από τη διαρκώς αυξανόμενη τάση χρήσης κλιματιστικών,
- για τη διασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης μέσα στα κτίρια.

2.10.1. Τεχνικές φυσικού δροσισμού

Οι τεχνικές και σχεδιαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτιρίου, οι οποίες συμβάλλουν στον φυσικό του δροσισμό, είναι οι ακόλουθες :

- η ηλιοπροστασία του κτιρίου από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και κυρίως η σκίαση των ανοιγμάτων του, έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου,
- το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών,
- η επάρκεια θερμικής μάζας του κτιρίου, η οποία περιορίζει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα,
- η θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου, η οποία μειώνει το ψυκτικό του φορτίο,
- ο φυσικός αερισμός του εσωτερικού χώρου του κτιρίου, είτε με φυσικό, είτε με εξαναγκασμένο-μηχανικό τρόπο για την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμότητας στα δομικά του στοιχεία,
- η νυχτερινή ακτινοβολία της θερμότητας προς τον ουρανό,
- η διαμόρφωση του μικροκλίματος, δηλαδή η βελτίωση των συνθηκών του άμεσου εξωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου, με τη χρήση βλάστησης, υδάτινων επιφανειών και κατάλληλων υλικών επίστρωσης δαπέδων (ψυχρών υλικών, υδατοδιαπερατών υλικών κλπ.).

2.10.1.1. Ηλιοπροστασία

Το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές και η ηλιακή ακτινοβολία έντονη, με αποτέλεσμα το κτίριο να απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα όταν είναι εκτεθειμένο στον ήλιο, με άμεσες επιπτώσεις στο εσωτερικό του (κίνδυνος υπερθέρμανσης). Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, ο σκιασμός του κτιρίου, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, είναι αναγκαίος για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, ενώ για τους μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες. Κατά συνέπεια, τα συστήματα σκίασης πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι, χωρίς όμως να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό του κτιρίου το χειμώνα ή να περιορίζουν τον φυσικό του φωτισμό.

2.10.1.1.1. Σκίασμός κτιρίου και ανοιγμάτων

Ο σκίασμός ολόκληρου του κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί –υπό την προϋπόθεση ότι πρόκειται για χαμηλό κτίριο- με την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης σε θέσεις κατάλληλες, έτσι ώστε να διακόπτεται ο ηλιασμός τους καλοκαιρινούς μήνες. Παράλληλα η βλάστηση, απορροφώντας θερμότητα, μειώνει την εξωτερική θερμοκρασία.

Η σκίαση των ανοιγμάτων επιβάλλεται να είναι στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου, προκειμένου να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του χώρου. Η προστασία με σκίαστρα στο εσωτερικό των υαλοστασίων (π.χ. κουρτίνες, περσίδες) ή ανάμεσα στους υαλοπίνακες (π.χ. περσίδες) προσφέρει μεν μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, δεν απαλλάσσει όμως το χώρο από την υπερθέρμανση.

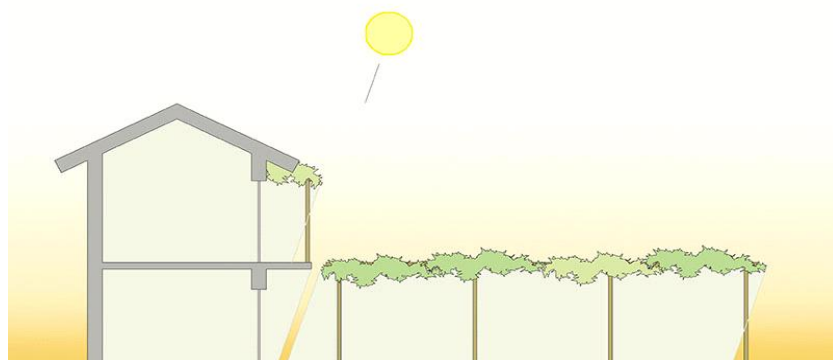
Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης, σε μορφή, μέγεθος και θέση, είναι συνάρτηση του προσανατολισμού της όψης.

Στην Εικόνα 10 φαίνεται η σκίαση ενός κτιρίου με φυτά.



Εικόνα 10. Σκίαση κτιρίου με φυτά

Στην Εικόνα 11 φαίνεται ο σκίασμός του νοτίου εδάφους με τη χρήση πέργκολας.



Εικόνα 11. Σκίασμός νοτίου εδάφους με πέργκολα

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων είναι:

- ο προσανατολισμός της όψης,
- η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος),
- η μορφή των ανοιγμάτων - ανοίγματα συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους,
- η αισθητική του κτιρίου,
- η οικονομία, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας του κτιρίου.

Σε σχέση με τον προσανατολισμό, από μελέτες έχει προκύψει ότι:

- για το νότιο προσανατολισμό, τα πιο κατάλληλα στοιχεία σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά, λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος της προεξοχής –προβόλου ή περσίδων- από το κτίριο, έτσι ώστε το μεν καλοκαίρι να διασφαλίζεται πλήρης σκίασμός των ανοιγμάτων, ενώ το χειμώνα, αντίστροφα, να επιτρέπεται η διείσδυση του ήλιου μέσα στο χώρο.
- για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες, κάθετες στην όψη ή υπό κλίση, είναι πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα.
- για προσανατολισμό νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό, τα ηλιοπροστατευτικά στοιχεία, για να είναι αποτελεσματικά, πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων, υπό μορφή εσχάρας. Η διάταξη αυτή των περσίδων καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου, για τους μήνες του καλοκαιριού.

Η ηλιοπροστασία με εσωτερικά σκίαστρα ή περσίδες, τοποθετημένες ανάμεσα στους υαλοπίνακες, δεν ενδείκνυται γιατί δεν απαλλάσσει τον εσωτερικό χώρο από τον κίνδυνο υπερθέρμανσης, παρόλο που μειώνει τη θάμβωση από το έντονο ηλιακό φως.

Επίσης, πρέπει να αποφεύγεται ο εγκλωβισμός του θερμού αέρα κάτω από τα σκίαστρα, όπως συμβαίνει σε συμπαγείς προεξοχές, προβόλους, μαρκίζες κ.λπ., γιατί η συσσωρευμένη πρόσθετη θερμότητα επηρεάζει το εσωτερικό του κτιρίου. Κατασκευές που επιτρέπουν την ανεμπόδιστη απομάκρυνση του θερμού αέρα από το κτίριο είναι τα διάτρητα σκίαστρα – μεταλλικά, ξύλινα ή και συμπαγή με κενό/σχισμή ανάμεσα στο κτίριο και στον πρόβολο-, τα οποία δεν εγκλωβίζουν τον θερμό αέρα. Επίσης και το υλικό κατασκευής του ηλιοπροστατευτικού συστήματος επηρεάζει την απόδοσή του. Σκίαστρα κατασκευασμένα με υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, όπως το σκυρόδεμα, αποθηκεύουν θερμότητα την οποία ακτινοβολούν και ενώ εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στο χώρο, δεν αποτρέπουν την υπερθέρμανση του κτιρίου.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης -μορφής και αποδοτικότητας- εξαρτάται άμεσα και από τη χρήση του κτιρίου και από τις ώρες λειτουργίας του. Η ηλιοπροστασία μιας κατοικίας καλύπτεται πλήρως με μια τέντα, ενώ για ένα κτίριο γραφείων ή μια βιβλιοθήκη το είδος του σκιάστρου οφείλει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των μόνιμων, σταθερών θέσεων εργασίας.

Αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ηλιοπροστασίας, συμπεραίνεται ότι τα σταθερά προστεγάσματα ή σκίαστρα, ανεξάρτητα από προσανατολισμό, παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την απόδοσή τους, γιατί η πλήρης σκίαση των ανοιγμάτων το μήνα Αύγουστο, που είναι απολύτως επιθυμητή, διακόπτει τον ηλιασμό του χώρου και το μήνα Απρίλιο, λόγω της ίδιας φαινόμενης τροχιάς του ήλιου. Συνεπώς η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία παρουσιάζει πλεονεκτήματα, γιατί μπορεί να ρυθμίζεται ανάλογα με τις εποχές και τις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου.

Η επιλογή του συστήματος ηλιοπροστασίας καθορίζεται και από κριτήρια αισθητικά. Το "παιχνίδι" με το φως και η σχέση του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου, η διαφάνεια του

κελύφους αποτελούν ζητήματα συνθετικής οργάνωσης. Η διαφοροποιούμενη μορφή της ηλιοπροστασίας, συναρτήσεως του προσανατολισμού της όψης, προσφέρει δυνατότητες σχεδιαστικών χειρισμών και μπορεί να αποτελέσει βασικό στοιχείο σύνθεσης και αισθητικής των όψεων του κτιρίου.

Τέλος, ως προς το οικονομικό σκέλος, παρά το γεγονός ότι η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία είναι πιο ακριβή σε σχέση με τη σταθερή ή τα εσωτερικά σκίαστρα, όμως είναι πιο αποδοτική, άρα και πιο οικονομική στη λειτουργία της, γιατί απαλλάσσει τα κτίρια από την υπερβολική ζέση του καλοκαιριού και συνεπώς από τη συνεχή χρήση του κλιματισμού.

2.10.1.2. Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών

Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους του κτιρίου καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάτε, καθώς και την ποσότητα της θερμότητας που αποβάλλεται το βράδυ προς την ατμόσφαιρα, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου και κατ' επέκταση τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Για παράδειγμα, ένα δώμα βαμμένο με σκούρο χρώμα μπορεί να παρουσιάζει επιφανειακή θερμοκρασία αυξημένη κατά 32°C, σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Αντίθετα, η επιφανειακή θερμοκρασία ενός δώματος βαμμένου με ασβέστη, μόλις ξεπερνά τον 1°C σε σχέση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Επισημαίνεται ότι οι επιφάνειες του κελύφους, οι προσανατολισμένες προς την δύση, καθώς και οι οριζόντιες –τα δώματα– υποφέρουν ιδιαίτερα από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Συνεπώς συνιστάται η βαφή τους με ανοιχτά χρώματα. Ειδικά για τα δώματα αποτελεσματική είναι η επικάλυψή τους με ανακλαστική επιφάνεια, όπως για παράδειγμα η επίστρωση με φύλλο αλουμινίου, ψυχρά χρώματα ή γενικότερα με ψυχρά υλικά, καθώς και με φυτά. Επίσης, η υφή των εξωτερικών επιφανειών –αδρή ή λεία– επηρεάζει την ανακλαστική τους ικανότητα και κατά συνέπεια την απορρόφηση ή μη της θερμότητας.

2.10.1.3. Επάρκεια θερμικής μάζας

Μια σημαντική παράμετρος για τη βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου το καλοκαίρι, είναι η διασφάλιση επαρκούς θερμικής μάζας στα δομικά του στοιχεία –τοίχους, δάπεδα, οροφές, στα οποία αποθηκεύεται η περίσσεια θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα να διατηρείται η θερμοκρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο σε ανεκτά επίπεδα (άνεσης). Τη νύχτα η αποθηκευμένη θερμότητα διοχετεύεται προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω αερισμού ή/και εκπομπής θερμότητας.

2.10.1.4. Θερμομόνωση

Το καλοκαίρι, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τις εσωτερικές, δημιουργείται ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο. Η εφαρμογή θερμομόνωσης στο κέλυφος περιορίζει τη διείσδυση θερμότητας και αποτρέπει, ως ένα βαθμό, την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.

Για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, η θερμομόνωση πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κτιρίου, η οποία λειτουργεί εξίσου ικανοποιητικά και το χειμώνα. Έτσι επιτυγχάνεται διπλή προστασία του κελύφους, αλλά και προστασία από φθορές και βλάβες της κατασκευής από τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες.

Επισημαίνεται ότι η εξωτερική θερμομόνωση πρέπει να μην είναι εκτεθειμένη άμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον, γιατί υφίσταται φθορές, κυρίως από την υπεριώδη ακτινοβολία. Συνεπώς η θερμομονωτική στρώση πρέπει να επικαλύπτεται είτε με επίχρισμα είτε με άλλο προστατευτικό υλικό.

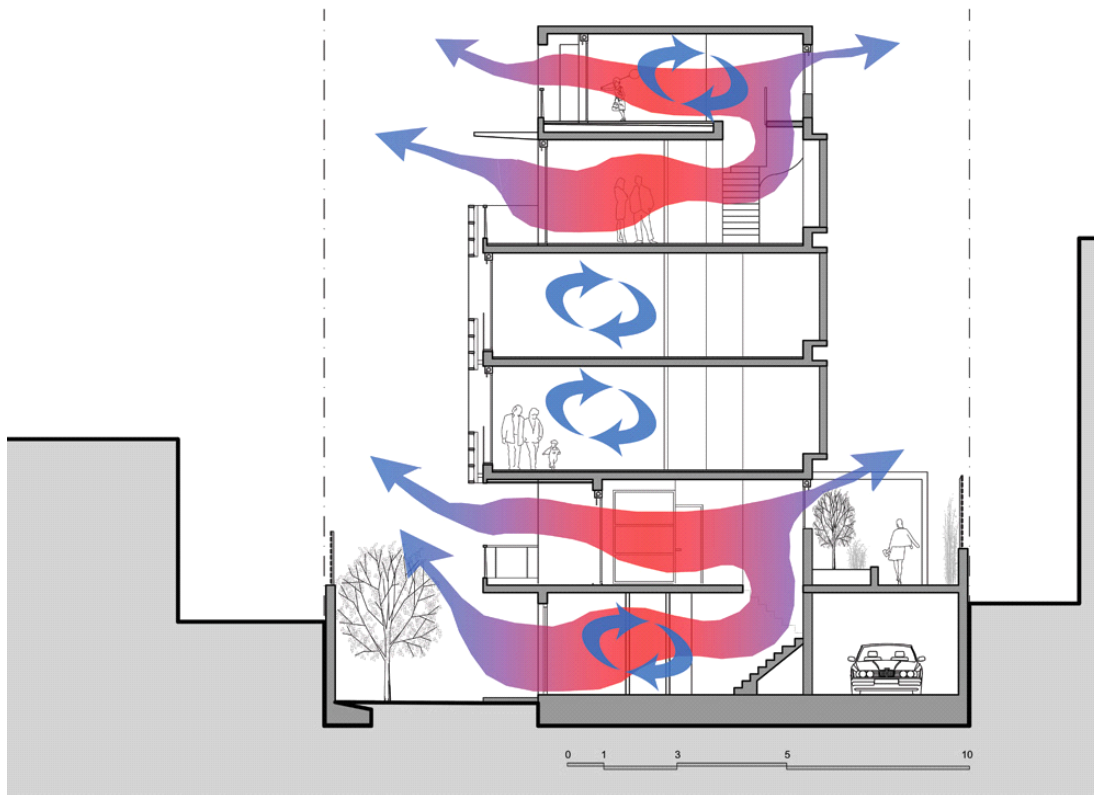
2.10.1.5. Φυσικός Αερισμός

Ο φυσικός αερισμός των εσωτερικών χώρων έχει άμεση επίδραση στην υγεία των ενοίκων, στη θερμική άνεση και στην αίσθηση ευεξίας. Διευκολύνει την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον και παράλληλα συμβάλλει στη φυσική ψύξη των δομικών στοιχείων της κατασκευής.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού στο εσωτερικό των κτιρίων είναι:

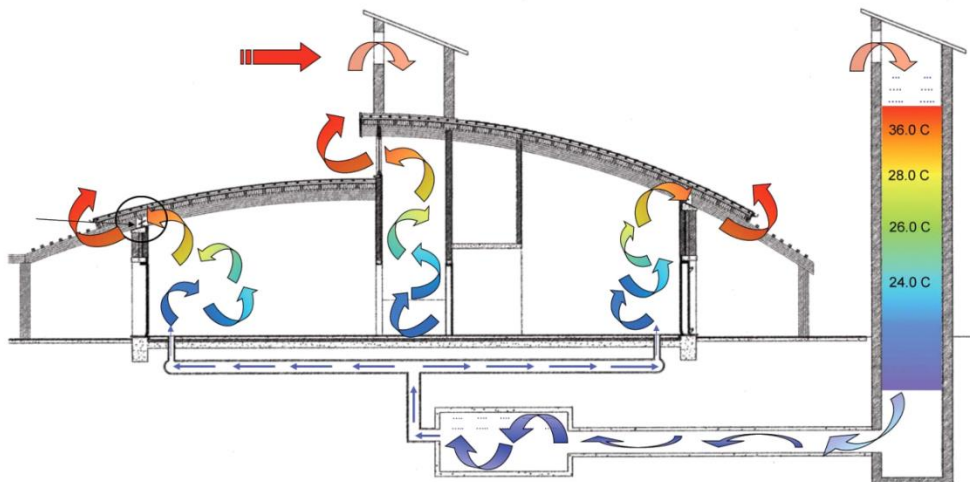
- η κατεύθυνση των δροσερών ανέμων στην περιοχή,
- οι κατασκευαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτιρίου,
- η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων.

Στην Εικόνα 12 φαίνεται ο φυσικός αερισμός ενός πολυώροφου κτιρίου.



Εικόνα 12. Φυσικός αερισμός κτιρίου

Στην Εικόνα 13 φαίνεται η αρχή λειτουργίας του φυσικού αερισμού.



Εικόνα 13. Αρχή λειτουργίας φυσικού αερισμού

2.10.1.6. Νυχτερινή ακτινοβολία

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων ακτινοβολούν θερμότητα προς τον ουρανό, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας το καλοκαίρι. Όσο πιο καθαρός είναι ο ουρανός τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας.

Οι επιφάνειες των κτιρίων που ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας είναι τα δώματα των κτιρίων. Όμως, πρέπει να επισημανθεί ότι η εξωτερική θερμομόνωση επιβραδύνει κατά πολύ την εκτόνωση της θερμότητας από τα δώματα των κτιρίων, ενώ είναι απαραίτητη για την προστασία τους από τις θερμικές απώλειες τον χειμώνα.

Για τους λόγους αυτούς μπορεί να εφαρμοστούν ειδικά συστήματα – κατασκευές επάνω στα δώματα των κτιρίων. Τα συνηθέστερα είναι οι μεταλλικοί ακτινοβολητές.

2.11. Φύτευση Δωμάτων - Μικροκλίμα

Η περισσότερο επιβαρυσμένη περιοχή του κτιρίου είναι η επικάλυψή του, το δώμα, γιατί σε όλη τη διάρκεια της ημέρας, πέραν των υψηλών θερμοκρασιών, δέχεται την έντονη ακτινοβολία του ήλιου.

2.11.1. Φύτευση δωμάτων

Οι πράσινες στέγες συμβάλλουν αποτελεσματικά στη βελτίωση του μικροκλίματος, γιατί απορροφούν μεγάλη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα στο άμεσο περιβάλλον, παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τη σκόνη.

Η εφαρμογή τους σε κλίμακα γειτονιάς έχει πολλαπλά ευεργετικά αποτελέσματα, όπως περιορισμό του Φαινομένου της Θερμικής Νησίδας στο κέντρο της πόλης (μείωση των επιφανειακών θερμοκρασιών και της θερμοκρασίας αέρα) και σημαντική μείωση της παραγόμενης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα το οποίο και απορροφούν. Για το ελλαδικό κλίμα, η θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να είναι κατά 17 °C χαμηλότερη τον Ιούλιο (μέσος όρος), σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα συμβατικό δώμα από τσιμεντένιες πλάκες.

Ως προς την ενεργειακή επίδραση των φυτεμένων-πράσινων στεγών στο ίδιο το κτίριο παρατηρούνται τα εξής :

- η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου με φυτεμένη στέγη μπορεί το καλοκαίρι να είναι από 3 έως και 10 °C χαμηλότερη. Εξυπακούεται ότι αυτή η μείωση της θερμοκρασίας παρατηρείται στους τελευταίους ορόφους- κάτω από το δώμα- όταν πρόκειται για πολυώροφα κτίρια,
- το χειμώνα μεταφέρεται λιγότερη θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο προς τα έξω,
- το δώμα που βρίσκεται κάτω από την «πράσινη» επιφάνεια προστατεύεται καλύτερα από τις καιρικές συνθήκες και τη διακύμανση των θερμοκρασιών χειμώνα και καλοκαίρι, γεγονός που συντείνει στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του.

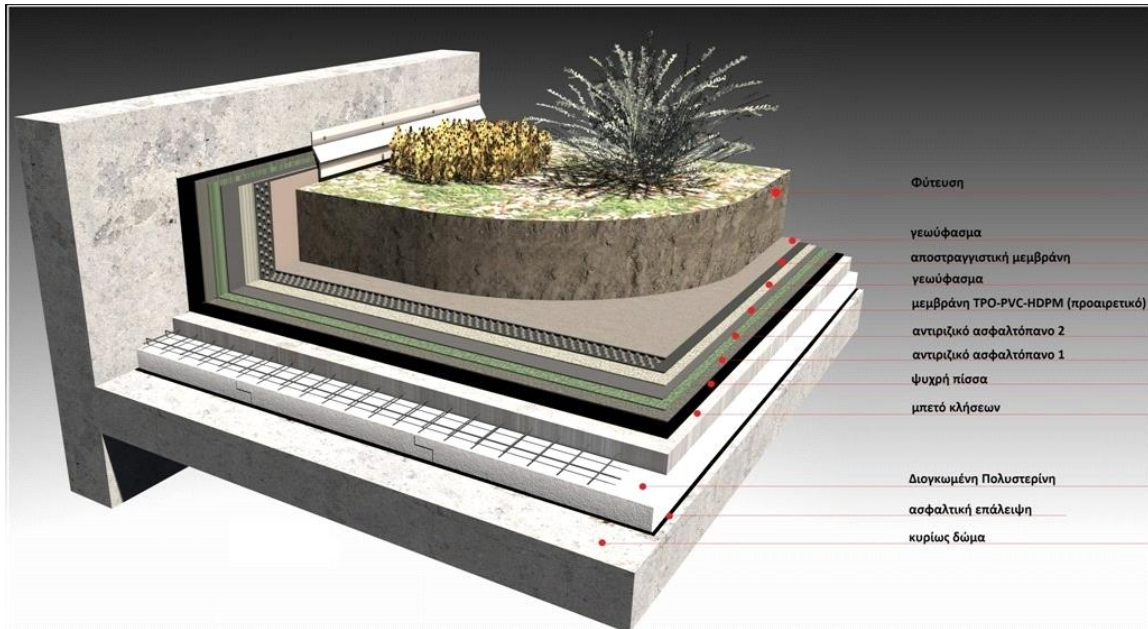
Επιπρόσθετα, τα φυτεμένα δώματα προσφέρουν σημαντική προστασία από θορύβους και συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση του βρόχινου νερού.

Ως προς την κατασκευή των φυτεμένων δωματίων απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην διάστρωση των αναγκαίων διαδοχικών στρώσεων.

Συγκεκριμένα:

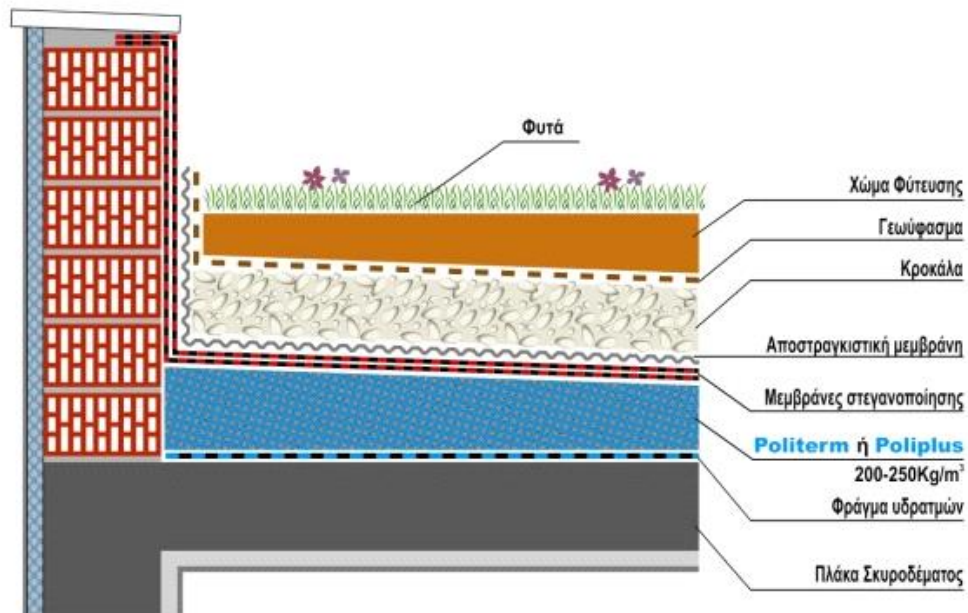
- επάνω από την θερμομόνωση στρώνεται ειδική μεμβράνη για επιπλέον προστασία από το νερό και την υγρασία,
- επάνω από την μεμβράνη, απλώνεται ένα δίχτυ για την προστασία του ριζικού πλέγματος των φυτών, αλλά και για να εμποδίζονται οι ρίζες να διεισδύσουν στην θερμομόνωση και να την καταστρέψουν,
- στη συνέχεια, επάνω από ένα υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και θρεπτικών συστατικών, τοποθετείται ένα σύστημα από μικρές συνδεδεμένες μεταξύ τους πλαστικές θήκες, για να συγκρατείται το νερό της βροχής ή το νερό άρδευσης τους θερινούς μήνες,
- επάνω από αυτές τις κυψέλες στρώνεται ένα διηθητικό φύλλο (γεωύφασμα) που αφήνει μεν το νερό να περνάει, αλλά όχι το χώμα και άλλα ανεπιθύμητα σωματίδια,
- ως τελική στρώση τοποθετείται ειδικό εδαφικό υλικό, αρκετά ελαφρύ, πορώδες και πλούσιο σε συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Όλα αυτά δημιουργούν ένα στρώμα πάχους από 10 έως 20 cm. Τέλος γίνεται η επιλογή των φυτών.

Στην Εικόνα 14 απεικονίζεται μια τομή ενός φυτεμένου δώματος με ασφαλτόπανο.



Εικόνα 14. Φυτεμένο δώμα με ασφαλτόπανο

Στην Εικόνα 15 απεικονίζεται μια τομή ενός φυτεμένου δώματος με θερμοϋγρομόνωση.



Εικόνα 15. Φυτεμένο δώμα - Θερμοϋγρομόνωση

2.11.2. Μικροκλίμα – Περιβάλλον χώρος

Η χρήση των κατάλληλων υλικών, ιδιαίτερα των ψυχρών υλικών και η χρήση της βλάστησης - δέντρων, θάμνων, φυτών– στη διαμόρφωση των υπαίθριων χώρων καθώς και στις επιφάνειες των κτιρίων (δώματα και εξωτερικές τοιχοποιίες) συμβάλλει αφενός στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης του άμεσου περιβάλλοντος και αφετέρου στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος, που συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων.

Η συμβολή αυτή εξειδικεύεται στα εξής:

- στην προστασία των κτιρίων από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα και κατά συνέπεια στον περιορισμό των απωλειών θερμότητας,
- στον απρόσκοπτο ηλιασμό του υπαίθριου χώρου και των κτιρίων το χειμώνα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση,
- στη μείωση της θερμοκρασίας του υπαίθριου χώρου το καλοκαίρι, και κατ' επέκταση στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για το δροσισμό των κτιρίων,
- στο σκίασμό των κτιρίων το καλοκαίρι.

2.11.2.1. Φύτευση

Ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία είναι οι δύο σημαντικότεροι φυσικοί παράγοντες, η δράση των οποίων αντιμετωπίζεται με τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, τα φυτά και τον αστικό εξοπλισμό. Η κατάλληλη γεωμετρική τοποθέτηση της βλάστησης και των δομικών στοιχείων στους ανοιχτούς χώρους δημιουργεί συνθήκες σκίασης τη θερινή περίοδο και ηλιασμού τη χειμερινή περίοδο, με παράλληλη διοχέτευση ή χειραγώγηση των ανέμων. Ειδικότερα, ο σχεδιασμός της φύτευσης με δέντρα ή θάμνους ή χαμηλή βλάστηση στους υπαίθριους χώρους λειτουργεί αποτελεσματικά σε σχέση με τα κτίρια στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- ως ανεμοφράκτης για το χειμώνα, προστατεύοντας τα κτίρια,
- ως στοιχείο ελέγχου της ανεμορροής, κατευθύνοντας το δροσερό άνεμο το καλοκαίρι,
- ως στοιχείο σκίασμού από την ηλιακή ακτινοβολία των ανοιχτών χώρων και των κτιρίων,
- ως πηγή δροσισμού το καλοκαίρι, παρέχοντας δροσιά μέσω της εξατμισοδιαπνοής,
- ως ρυθμιστής της θερμικής άνεσης, με τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας,
- ως φίλτρο του φυσικού φωτός όλο το χρόνο,
- ως φίλτρο της σκόνης και των μικροσωματιδίων.

Ακόμα:

- προστατεύει από τη διάβρωση,
- μειώνει το θόρυβο από τον περιβάλλοντα χώρο,
- βελτιώνει την ποιότητα του αέρα και μειώνει τη μόλυνση της ατμόσφαιρας,
- μειώνει την οπτική όχληση και δημιουργεί ιδιωτικότητα.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην επιλογή της κατάλληλης φύτευσης. Δηλαδή για την προστασία των υπαίθριων χώρων και των κτιρίων από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα επιλέγονται δέντρα ή φυτά αειθαλή. Αντίθετα, για τη διευκόλυνση του ηλιασμού των υπαίθριων χώρων το χειμώνα επιλέγονται δέντρα και φυτά φυλλοβόλα.

Το είδος του φυτού (θάμνοι, δένδρα, αναρριχόμενα, κλπ.), το μέγεθος και το σχήμα του φυτού, όταν αυτό είναι πλήρως αναπτυγμένο, η αναλογία μεταξύ κορμού και κόμης, η πυκνότητα του φυλλώματος, η ταχύτητα της ανάπτυξης, η δυνατότητα διατήρησης ή όχι του φυλλώματος όλες τις εποχές (αειθαλή, φυλλοβόλα), ο χρόνος έναρξης ανάπτυξης του φυλλώματος, είναι μερικοί από τους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε σχέση και με τον κύριο σκοπό της

φύτευσης, για την επιλογή των πλέον κατάλληλων φυτικών ειδών. Η ποιότητα του εδάφους και οι ιδιαίτερες απαιτήσεις για την ανάπτυξη και διατήρηση της φύτευσης (ανάγκες σε νερό, ευκολία συντήρησης κοκ) πρέπει επίσης να αξιολογούνται. Βέβαια, τα τοπικά φυτικά είδη που ευδοκιμούν στην περιοχή θα πρέπει να είναι η βάση για την οποιαδήποτε επιλογή.

2.11.2.2. Έλεγχος της ανεμορροής

Ο σχεδιασμός για τον έλεγχο του ανέμου σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι πολύπλοκος, εφόσον εφαρμόζονται διαφορετικές στρατηγικές για τη χειραγώγηση των ψυχρών ανέμων ή για τη διευκόλυνση της θερινής αύρας.

Η κατάλληλη διάταξη της βλάστησης:

- τροποποιεί την πορεία του ανέμου,
- αλλάζει τη ροή του ανέμου,
- ρυθμίζει την ταχύτητα και την ένταση του ανέμου.

Τα φυτά συνεισφέρουν στη μείωση των θερμικών απωλειών των κτιρίων, γιατί μπορούν να εκτρέψουν τον ψυχρό άνεμο ή να μειώσουν την ταχύτητά του. Συνήθως, οι θερμικές απώλειες αερισμού που προκαλούνται από τη διαφυγή από τους αρμούς είναι υπεύθυνες για το 1/3 των συνολικών θερμικών απωλειών των κτιρίων. Σε ημέρες με έντονο άνεμο και για κτίρια που βρίσκονται στην ύπαιθρο, οι απώλειες αερισμού μπορεί να φτάσουν και το 50% των συνολικών θερμικών απωλειών.

Επίσης, ο ρόλος των φυτών στη μείωση της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι είναι σημαντικός. Βοηθούν στην αλλαγή της κατεύθυνσης του ανέμου και πολλές φορές στην αύξηση της ταχύτητάς του, συμβάλλοντας στο φυσικό δροσισμό και στη θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου.

Συνεπώς είναι απαραίτητη η γνώση της κατεύθυνσης και της έντασης των τοπικών ανέμων στη διάρκεια του έτους. Αυτές οι λύσεις δεν επηρεάζουν τον ηλιασμό της νότιας όψης το χειμώνα. Δέντρα με υψηλό κορμό και κόμη που προτείνονται για το σκιασμό της νότιας όψης, τα οποία δεν εμποδίζουν αντίστοιχα τον καλοκαιρινό αερισμό.

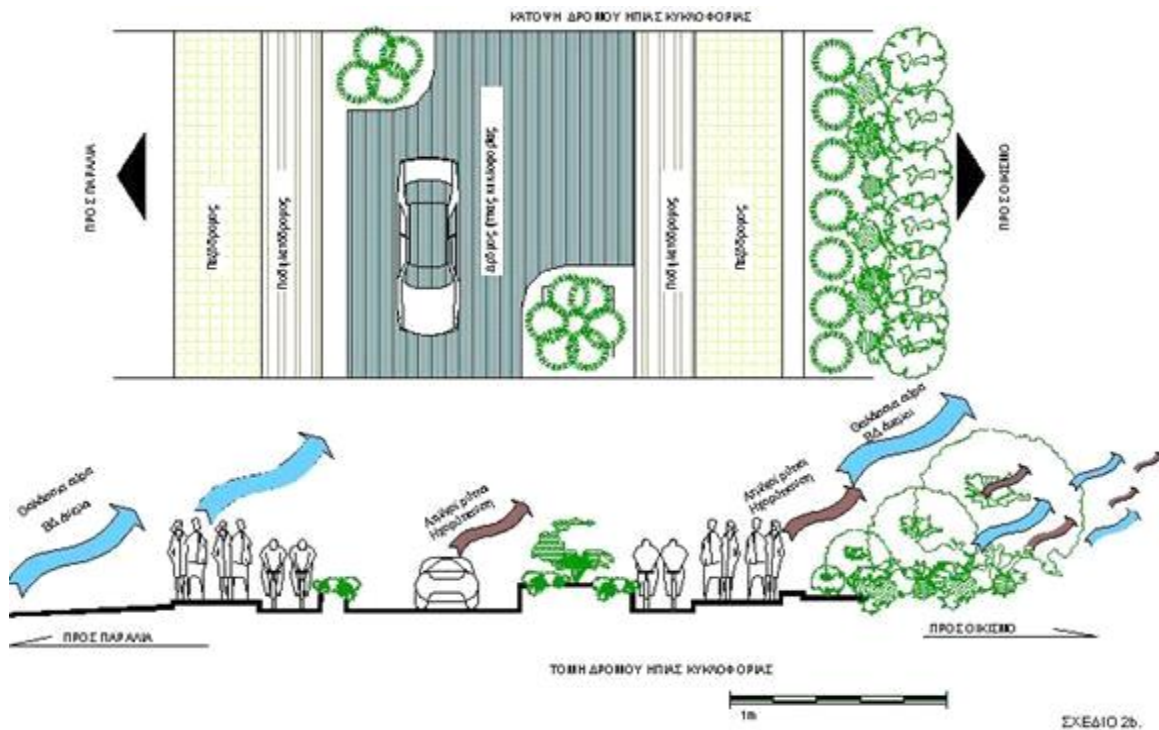
Η αποτελεσματικότητα της φύτευσης εξαρτάται από το σχήμα, την πυκνότητα, τη δομή, το ύψος και άλλα χαρακτηριστικά των φυτών, καθώς και από την απόσταση της φύτευσης από το κτίριο ή από τον προς χρήση υπαίθριο χώρο. Επίσης ο συνδυασμός φυτών ή φυτών και σταθερών στοιχείων διαμόρφωσης των υπαίθριων χώρων επηρεάζει τη μορφή της ανεμορροής. Ένας εμπειρικός κανόνας αναφέρει ότι «τα δέντρα πρέπει να φυτεύονται σε απόσταση από τα κτίρια ίση με το ύψος τους».

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα ερευνών:

- η πυκνή βλάστηση, όταν βρίσκεται κοντά στο κτίριο, είναι αποτελεσματική για τη δημιουργία ανεμοφράκτη σε μικρά οικόπεδα, ενώ η ενδιάμεση πυκνότητας φύτευση ενδείκνυται για μεγαλύτερες αποστάσεις από το κτίριο, όσο 4 φορές το ύψος της φύτευσης, ή και μεγαλύτερη,
- οι θάμνοι εμποδίζουν τον αέρα κοντά στο έδαφος, ενώ μεμονωμένα δέντρα με ψηλή κόμη βελτιώνουν τον αερισμό κοντά στο έδαφος, κάτω από το φύλλωμα οι φράκτες από πυκνά δέντρα ανακόπτουν τον άνεμο και μειώνουν την ταχύτητα,
- όσο υψηλότερη είναι η συστάδα της βλάστησης, τόσο μεγαλύτερη υπήνεμη περιοχή δημιουργείται. Επίσης μια συστάδα δένδρων με κεκλιμένη κόμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη συστάδα δένδρων με επίπεδη κόμη,
- μια επιμήκης δασική συστάδα δένδρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή, ενώ μια μικρή συστάδα δένδρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή,
- για τη βέλτιστη δημιουργία υπήνεμης περιοχής θα πρέπει το μήκος του ανεμοφράκτη να

- είναι τουλάχιστον 10 φορές το ύψος του,
- η πυκνότητα της φύτευσης προσδιορίζει το μέγεθος της υπήνεμης περιοχής και τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου,
 - μια ανομοιογενής συστάδα δέντρων (αποτελούμενη από διάφορα είδη) είναι πλέον αποτελεσματική για τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου, από μια ομοιόμορφη συστάδα δέντρων,
 - οι συμπαγείς φράκτες προκαλούν στροβιλισμούς, ενώ οι διάτρητοι αυξάνουν τη ζώνη ηρεμίας. Οι πορώδεις φράκτες (δέντρα και θάμνοι) δημιουργούν μια ευρύτερη ζώνη ηρεμίας και περιορίζουν τους στροβιλισμούς στο ελάχιστο, επειδή επιτρέπουν τη διέλευση ενός μέρους του αέρα,
 - οι φράκτες με ξυλώδεις θάμνους λειτουργούν με διπλό τρόπο. Ο αέρας που περνά πάνω από το φύλλωμα επιταχύνεται, ενώ η ποσότητα του αέρα που περνά μέσα από το φύλλωμα, φιλτράρεται και επιβραδύνεται. Στο επίπεδο του κορμού, ο αέρας απλώς διαπερνά το φράκτη της φύτευσης. Την ίδια συμπεριφορά με τους ξυλώδεις θάμνους εμφανίζουν και τα δέντρα, μόνον που το ύψος τους διαφέρει. Η χαμηλή φύτευση εμφανίζει τη μικρότερη αντίσταση στον άνεμο και συμβάλλει στον καλό αερισμό,
 - οι καλύτεροι ανεμοφράκτες από την άποψη του περιορισμού της ταχύτητας του ανέμου είναι στοιχεία των οποίων το πορώδες τμήμα κυμαίνεται από 25 -60%.

Στην Εικόνα 16 παρουσιάζεται η χωροθέτηση των λειτουργιών στον αστικό ιστό, ανάλογα με την διεύθυνση του ανέμου.



Εικόνα 16. Χωροθέτηση λειτουργιών στον αστικό ιστό, ανάλογα με την κύρια διεύθυνση ανέμου

2.11.2.3. Προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία

Ο σκιασμός τόσο του υπαίθριου χώρου όσο και των κτιρίων με τη φύτευση είναι πολύ αποτελεσματικός. Ακόμη και δέντρα χωρίς φύλλωμα, εμποδίζουν κατά 40-80% τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιλογή της φύτευσης, με υψηλό ή χαμηλό πράσινο, καθορίζεται από την επιθυμητή ηλιοπροστασία των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων.

Το είδος του φυτού, και ιδιαίτερα το σχήμα της κόμης (π.χ. στρογγυλό, πυραμιδοειδές κοκ) ρυθμίζουν το ποσοστό του σκιασμού. Όταν επιζητείται ηλιασμός το χειμώνα και σκιασμός το καλοκαίρι, τα φυλλοβόλα φυτά είναι τα πλέον κατάλληλα. Για παράδειγμα, ένα μεγάλο φυλλοβόλο δέντρο που σκιάζει το νότιο τοίχο τη θερινή περίοδο συνεισφέρει στο δροσισμό του κτιρίου το καλοκαίρι, χωρίς να επηρεάζει σημαντικά τον ηλιασμό του το χειμώνα.

Επίσης τα ψηλά δέντρα με ψηλή πυκνή κόμη (αιθαλή ή φυλλοβόλα), φυτεμένα κοντά στη νότια όψη προστατεύουν το κτίριο από το θερινό ήλιο, ενώ δεν εμποδίζουν το χαμηλό χειμερινό ήλιο. Συγχρόνως δεν εμποδίζουν τον καλοκαιρινό αερισμό. Αν τα δέντρα είναι χαμηλά (με κώμη στο ύψος των νότιων ανοιγμάτων) θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι φυλλοβόλα.

Στην ανατολική και δυτική όψη προτείνονται φυλλοβόλα ή αιθαλή δέντρα μικρού ύψους και μικρής πυκνότητας, φυτεμένα κοντά στο κτίριο. Φιλτράρουν τον ήλιο το χειμώνα και συγχρόνως προσφέρουν ολοκληρωμένη ηλιοπροστασία το καλοκαίρι.

Επίσης η απόσταση της φύτευσης από το κτίριο είναι καθοριστικής σημασίας. Για τη βέλτιστη τοποθέτηση των δέντρων πρέπει να προηγείται μελέτη ηλιασμού-σκιασμού. Ο σκιασμός των συμπαγών τμημάτων του κελύφους των κτιρίων επιτυγχάνεται επίσης με την εφαρμογή φυτεμένων δωματίων και τη χρησιμοποίηση αναρριχώμενων φυτών ή με υδροπονικούς φυτεμένους τοίχους (κατακόρυφοι κήποι). Επιπλέον, οριζόντιες προεξοχές για τη σκίαση νοτίων ανοιγμάτων μπορεί να καλυφθούν με φυτά, αποτρέποντας έτσι την αποθήκευση θερμότητας στα δομικά υλικά της προεξοχής.

2.11.2.4. Οπτική άνεση

Δευτερογενής ρόλος της φύτευσης, αλλά εξίσου σημαντικός, είναι η συμβολή της στον έλεγχο της αντανάκλασης της φωτεινής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο έδαφος καθώς και σε κατακόρυφες επιφάνειες. Η ηλιακή ακτινοβολία διαχέεται και μειώνεται σε ένταση, ενώ η θάμβωση από την οπτική επαφή με τον έντονα φωτεινό ουράνιο θόλο ελαττώνεται με τη χρήση δέντρων.

Ο έλεγχος της φωτεινής ακτινοβολίας από τα φυτά που βρίσκονται κοντά στα κτίρια ή στον περιβάλλοντα χώρο ή διαμορφώνουν ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, επιτρέπει στο μελετητή να αυξήσει το μέγεθος των ανοιγμάτων των κτιρίων, χωρίς να προκαλούνται προβλήματα στην οπτική άνεση.

2.11.2.5. Ηχοπροστασία

Η ικανότητα των φυτών να ρυθμίζουν τον ήχο (με απορρόφηση, ανάκλαση και διάχυση) 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.

2.11.2.6. Υλικά επίστρωσης υπαίθριων χώρων

Το είδος των υλικών επίστρωσης των επιφανειών του υπαίθριου χώρου επηρεάζει καθοριστικά τόσο το θερμικό όσο και το οπτικό περιβάλλον. Υλικά με ανοιχτά χρώματα ή/και ανακλαστικές επιφάνειες αποτρέπουν την υπερθέρμανση τη θερινή περίοδο, αλλά παράλληλα μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση και ανάκλαση της θερμότητας προς τους χρήστες του χώρου και τις επιφάνειες των γύρω κτιρίων. Αντιθέτως, υλικά με σκουρόχρωμες επιφάνειες υπερθερμαίνονται, όταν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία.

Η επικάλυψη των επιφανειών του υπαίθριου χώρου με βλάστηση παρεμποδίζει τις ανακλάσεις, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στο δροσισμό του αέρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής του φυλλώματος.

Όταν η επιφάνεια που καλύπτεται με πράσινο είναι σημαντικού μεγέθους, τότε παρατηρούνται διαφορές της θερμοκρασίας του αέρα, έως και 8°C ανάμεσα σε φυτεμένες περιοχές και περιοχές με συμπαγή δομικά υλικά. Επιφάνειες νερού, όπως λεπτά στρώματα τρεχούμενου νερού, καταρράκτες, λίμνες ή σιντριβάνια, συνεισφέρουν επίσης στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και κατά συνέπεια στο δροσισμό του χώρου.

Επίσης, αντί για επίστρωση με ενιαίες επιφάνειες, καλό είναι να προτιμώνται πλάκες που επιτρέπουν τη διείσδυση του νερού και την ανάπτυξη βλάστησης στους αρμούς ή τουλάχιστον να χρησιμοποιείται υδατοπερατή στρώση αδρανών. Είναι πολύ θετικό, τόσο από θερμικής πλευράς, όσο κι από πλευράς εμπλουτισμού του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και παράλληλης αποφόρτισης του δικτύου ομβρίων.

Η χρήση συμπυκνωμένου χώματος, είτε στη φυσική του κατάσταση, είτε με σταθεροποιητές αδρανών (κατά προτίμηση φυσικής προέλευσης) ή κεραμικών δαπέδων τύπου «κουρασάνι», εκτός από αυξημένη ανακλαστικότητα σε σχέση με τις ασφαλικές επικαλύψεις έχουν επίσης και αυξημένη υδατοπερατότητα, μειώνοντας την αστική θερμοκρασία όπου εφαρμόζονται (πεζόδρομοι, ποδηλατοδρόμοι, αθλητικές εγκαταστάσεις, κηπευτικές επιφάνειες κοκ).

Σε μονοπάτια, θέσεις στάθμευσης του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.) καλό είναι να τοποθετούνται διάτρητα υλικά (διάτρητες τσιμεντόπλακες, κυβόλιθοι με οπές κλπ.). Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης της τοπικής χαμηλής χλωρίδας στο χώμα μεταξύ των οπών καθώς και η απορρόφηση του νερού.

2.11.2.7. Ψυχρά υλικά

Η χρήση ψυχρών υλικών στον περιβάλλοντα χώρο και στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων είναι επίσης πολύ σημαντική για τη μείωση των αυξημένων θερμοκρασιών που παρατηρούνται στο δομημένο περιβάλλον.

Με τον όρο «ψυχρά υλικά» νοούνται υλικά που δεν απορροφούν μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας και δεν αποθηκεύουν στη μάζα τους μεγάλα ποσά θερμότητας.

Πρόκειται, δηλαδή, για υλικά με υψηλό συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας (εκπέμπουν με ταχύ ρυθμό τα ποσά της θερμότητας που έχουν απορροφήσει), χωρίς να χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, οπότε και δεν προκαλούν έντονα προβλήματα θάμβωσης. Αναλόγως με το πού τοποθετείται το ψυχρό υλικό, έχουν θεσπισθεί όρια ως προς την ανακλαστικότητα και το συντελεστή εκπομπής του.

Τα ψυχρά υλικά εφαρμόζονται είτε σε επιφάνειες κτιρίων είτε στις υπόλοιπες επιφάνειες του δομημένου περιβάλλοντος. Λόγω του γεγονότος ότι αποθηκεύουν μικρά ποσά θερμότητας, με την εφαρμογή τους εξασφαλίζονται χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες στο δομημένο χώρο, σε σχέση με άλλα υλικά επίστρωσης. Οι επιφανειακές θερμοκρασίες των ψυχρών υλικών συνήθως δεν ξεπερνούν τους 50°C, ενώ για συνήθη δομικά υλικά οι επιφανειακές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. επίστρωση δωματίων με μαύρου χρώματος στεγανοποιητικά φύλλα) να φτάσουν και τους 90°C.

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα ψυχρά επιφανειακά υλικά είναι το γεγονός ότι με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η ανακλαστικότητά τους (γήρανση του υλικού, επικάλυψη σκόνης κ.ο.κ.). Αναλόγως με τη φύση του υλικού, τη χρήση και τη συντήρησή του, η μείωση αυτή μπορεί να κυμαίνεται από 0% έως και 30%.

Σε κάθε περίπτωση εφαρμογής ψυχρών υλικών τόσο σε κατακόρυφες όσο και σε οριζόντιες επιφάνειες πρέπει να δίνεται προσοχή στην οπτική και θερμική όχληση που μπορεί να προκαλέσουν στα γύρω κτίρια και τον περιβάλλοντα χώρο τους. Συνδυασμός ψυχρών υλικών με κατάλληλους όγκους φύτευσης για σκίαση και εξατμισοδιαπνοή λειτουργούν πολύ θετικά στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος τη θερινή περίοδο.

2.12. Φωτοβολταϊκά πάνελ

Τα φωτοβολταϊκά αποτελούνται από ένα πλαίσιο (πάνελ) μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (κυψέλες). Το χαρακτηριστικό των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι ότι μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρικό ρεύμα. Από την πίσω πλευρά του φωτοβολταϊκού πάνελ εξέρχονται δύο καλώδια (θετικό + και αρνητικό -) από όπου παίρνουμε το ηλεκτρικό ρεύμα.

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν μόνο ένα ποσοστό της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Το πόσο μεγάλο είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από τον τύπο των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά στοιχεία έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση, για παράδειγμα τα συνηθισμένα μονοκρυσταλλικά πάνελ μετατρέπουν έως και το 15%-17% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση, για παράδειγμα τα συνηθισμένα πολυκρυσταλλικά πάνελ μετατρέπουν το 14%-16% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό, είναι όμως φθηνότερα από τα μονοκρυσταλλικά.

Υπάρχουν επίσης και τα φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου που αποτελούνται από μια ενιαία επιφάνεια κι όχι από διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία, όπως τα προηγούμενα. Αυτά έχουν χαμηλότερη απόδοση (10%-15%) αλλά είναι τα οικονομικότερα. Προκειμένου να παράξουν την ίδια ισχύ με τα μονοκρυσταλλικά ή τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά χρειάζονται αρκετά μεγαλύτερη επιφάνεια.

Στην Εικόνα 17 φαίνεται ένα φωτοβολταϊκό πάνελ.



Εικόνα 17. Φωτοβολταϊκό πάνελ

2.12.1. Διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια για τα φωτοβολταϊκά πάνελ

Ο ήλιος παρέχει πάνω από 1.000 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο. Έτσι, ένα φωτοβολταϊκό με διαστάσεις 1 m πλάτος και ένα 1 m ύψος (δηλαδή εμβαδού 1 m²) θα παράγει περίπου 160 Watt την ώρα αν αποτελείται από μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία, περίπου 140 Watt την ώρα αν αποτελείται από πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία και περίπου 80 Watt την ώρα αν είναι άμορφου πυριτίου.

2.12.2. Ηλιοφάνεια στην Ελλάδα

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ονομαστικής ισχύος 1 KWp (για παράδειγμα 10 φωτοβολταϊκά πάνελ των 100Wp έκαστο) αποδίδει στην Ελλάδα από περίπου 1.150 KWh (βόρεια Ελλάδα) έως 1.450 KWh (νότια Ελλάδα) το έτος. Στην Αττική, τις Κυκλάδες και τα Δωδεκάνησα κυμαίνεται γύρω στις 1.300-1350 KWh. Ο υπολογισμός της μέσης ημερήσιας παραγωγής ενός φωτοβολταϊκού πάνελ, γίνεται πολλαπλασιάζοντας την ονομαστική ισχύ του πάνελ με 5.

Έτσι, ένα φωτοβολταϊκό πάνελ ονομαστικής ισχύος 100Wp, κατ' εκτίμηση παράγει ημερησίως 500Wh (0,5 KWh) κατά μέσο όρο. Είναι προφανές ότι το καλοκαίρι η μέση παραγωγή θα είναι μεγαλύτερη από τη μέση παραγωγή το χειμώνα (τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο είναι σχεδόν διπλάσια σε σχέση με τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο).

2.13. Φυσικός φωτισμός

Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου δεν μπορεί να επιτευχθεί χωρίς την παράλληλη μελέτη του φωτισμού του.

Η αξιοποίηση του διαθέσιμου φυσικού φωτός επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου άμεσα και έμμεσα :

- Άμεσα, όταν το φυσικό φως αντικαθιστά τον τεχνητό φωτισμό, μειώνοντας τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας
- Έμμεσα, όταν με την αύξηση του μεγέθους των ανοιγμάτων αυξάνεται και η θερμική ροή από και προς το κτίριο (μεγαλύτερες θερμικές απώλειες το χειμώνα και περισσότερα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι).

Τα κριτήρια για το σχεδιασμό του φυσικού φωτισμού πρέπει να ανταποκρίνονται τόσο σε ποσοτικές όσο και σε ποιοτικές απαιτήσεις. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός καθορίζει την ποσότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο κτίριο και την κατανομή του. Η απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού εξαρτάται από τη λειτουργία του χώρου και τις συγκεκριμένες εργασίες που πραγματοποιούνται μέσα σε αυτόν.

Πέραν της απαιτούμενης ποσότητας, πρέπει να εξασφαλίζεται επίσης κατάλληλη κατανομή του φωτισμού στο χώρο, ούτως ώστε να αποφεύγεται η θάμβωση. Θάμβωση είναι η αίσθηση που προκαλείται όταν η λαμπρότητα στο οπτικό πεδίο είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη λαμπρότητα στην οποία είναι προσαρμοσμένα τα μάτια και προκαλεί ενόχληση, δυσφορία ή μείωση της απόδοσης ή και της ορατότητας. Θάμβωση μπορεί να προκύψει από την άμεση θέαση του ήλιου ή τμήματος του ουρανού μεγάλης φωτεινότητας, δια μέσου των ανοιγμάτων ή από την πρόσπτωση άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο εργασίας.

Επομένως, ένα σωστά σχεδιασμένο σύστημα φυσικού φωτισμού :

- παρέχει στο κτίριο την αναγκαία ποσότητα φωτισμού για την εκτέλεση των συγκεκριμένων εργασιών,
- συνεισφέρει στη σωστή κατανομή του φωτισμού στο χώρο ώστε να δημιουργούνται συνθήκες οπτικής άνεσης,
- συμβάλλει στην θέρμανση των χώρων με την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και συγχρόνως αποτρέπει την υπερθέρμανσή τους .

2.13.1. Στρατηγικές σχεδιασμού

Για να υλοποιηθεί ο στόχος του φυσικού φωτισμού, δηλαδή η παροχή ικανοποιητικής ποσότητας και ποιότητας και η ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός στο κτίριο, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες και στρατηγικές σχεδιασμού :

- οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής (νέφωση του ουρανού, φωτεινότητα) και το γεωγραφικό πλάτος (γωνία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας),
- οι ανάγκες φωτισμού του χώρου, αναλόγως με τη λειτουργία του,
- τα εξωτερικά εμπόδια,
- το σχήμα του κτιρίου (βαθύ - ρηχό),
- ο προσανατολισμός, η γεωμετρία του κτηρίου και η οργάνωση των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν,
- η θέση και οι οπτικές ιδιότητες των επιφανειών του εσωτερικού χώρου που ανακλούν το φως,
- η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου,
- ο προσανατολισμός, η θέση, το σχήμα και το μέγεθος των ανοιγμάτων και των εν γένει διαφανών στοιχείων,
- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των μόνιμων ή κινητών στοιχείων που εφαρμόζονται στα ανοίγματα και εν γένει όλων των διατάξεων που ρυθμίζουν την είσοδο και την κατανομή του φωτός,
- οι οπτικές ιδιότητες και τα θερμικά χαρακτηριστικά των υαλοστασίων και των διαφανών εν γένει στοιχείων.

Από αυτούς τους παράγοντες, ο προσανατολισμός και το σχήμα του κτιρίου, η οργάνωση των χώρων, η γεωμετρία των εξωτερικών εμποδίων και οι ιδιότητες των εσωτερικών και εξωτερικών

επιφανειών, σε σχέση με την ανακλαστικότητα τους, αφορούν κρίσιμες αποφάσεις για τον ικανοποιητικό φυσικό φωτισμό του κτιρίου, οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται στο αρχικό στάδιο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού (προμελέτη).

Στην επόμενη φάση της σχεδιαστικής διαδικασίας γίνεται η επιλογή των διαφανών στοιχείων, βασικών ρυθμιστών του εισερχόμενου φυσικού φωτός, ως προς τον προσανατολισμό, τη θέση, το μέγεθος, το πλήθος, τις γεωμετρικές αναλογίες. Η επιλογή των ανοιγμάτων καθορίζεται από το μέγεθος και τη λειτουργία του κτιρίου καθώς και από την εξωτερική του εμφάνιση. Η τελική απόφαση, όσον αφορά το φυσικό φωτισμό, εστιάζεται στην επιλογή των υαλοπινάκων και των πρόσθετων ηλιοπροστατευτικών ή φωτοενισχυτικών στοιχείων των ανοιγμάτων.

Στη συνέχεια αναφέρονται τα κρίσιμα στάδια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, όσον αφορά :

- στις αρχικές αποφάσεις σχεδιασμού : προσανατολισμός, σχήμα κτιρίου, διαμόρφωση εσωτερικών χώρων, διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου
- στο σχεδιασμό των ανοιγμάτων : πλευρικά ανοίγματα, ανοίγματα οροφής και διαφανείς τοίχοι και οροφές
- στην επιλογή των υαλοπινάκων και των διαφανών εν γένει υλικών, σε συνδυασμό με τα συστήματα ελέγχου της ακτινοβολίας.

2.13.2. Προσανατολισμός

- Ο νότιος προσανατολισμός είναι αρκετά καλός ως προς τη διαθέσιμη ποσότητα φυσικού φωτός, ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο. Η νότια όψη των κτιρίων δέχεται την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία σε μεγαλύτερο ποσοστό, με σταθερότερο ρυθμό και με καλύτερη κατανομή τόσο στις εποχές του έτους, όσο και στη διάρκεια της ημέρας. Τη θερινή περίοδο όμως, λόγω της υψηλής λαμπρότητας που παρατηρείται στις Μεσογειακές χώρες και τη συνεχή μεταβολή της στάθμης του φωτισμού, εάν δε συνδυαστεί με κατάλληλη σκίαση, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ανισοκατανομής και θάμβωσης.
- Ο δεύτερος καλύτερος προσανατολισμός, σε σχέση με το φυσικό φωτισμό του χώρου, είναι ο βορινός, εξαιτίας της σταθερότητας του φωτός στη διάρκεια της ημέρας, και του μειωμένου κινδύνου για θάμβωση. Αν και η ποσότητα του φωτισμού μπορεί να είναι χαμηλή κατά τη χειμερινή περίοδο, η ποιότητα είναι σταθερή, επειδή δεν υπάρχει πρόσπτωση άμεσης ακτινοβολίας. Επίσης το βορινό φως εμφανίζει την καλύτερη κατανομή του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο σταθερός ομοιόμορφος διάχυτος φωτισμός, καθιστά το βορινό προσανατολισμό τον πλέον κατάλληλο για ορισμένες χρήσεις, όπως βιβλιοθήκες, χώρους εργασίας, κλπ. Ειδικότερα, προτιμάται για τους εκθεσιακούς χώρους και τα μουσεία επειδή δεν υπάρχει κίνδυνος καταστροφής των εκθεμάτων από την υπεριώδη ακτινοβολία.
- Οι χειρότεροι προσανατολισμοί, σε σχέση με το φυσικό φως, είναι ο ανατολικός και ο δυτικός, γιατί δέχονται ανομοιογενή κατανομή της ακτινοβολίας (μειωμένη ακτινοβολία τη μισή μέρα), τόσο ημερήσια όσο και διεποχιακή (μεγαλύτερη ποσότητα το καλοκαίρι και μικρότερη το χειμώνα). Το σημαντικότερο όμως πρόβλημα είναι ότι η χαμηλή θέση του ήλιου στον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό δημιουργεί έντονα προβλήματα θάμβωσης.

2.13.3. Το σχήμα του κτιρίου

Το σχήμα του κτιρίου καθορίζει την ποσότητα των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό σε σχέση με το φωτιζόμενο χώρο (τμήμα του δαπέδου που μπορεί να φωτιστεί με φυσικό φως). Η ποσότητα του φυσικού φωτός μέσα σ' ένα χώρο μειώνεται συναρτήσει της απόστασης από το άνοιγμα. Περιμετρική ζώνη πλάτους περίπου 5m, είναι αυτή που μπορεί να φωτιστεί πλήρως από τα πλευρικά ανοίγματα. Μια δεύτερη, προς το εσωτερικό του κτιρίου, περιμετρική ζώνη φωτίζεται μερικώς με φυσικό φως.

Η αναλογία πλήρως φωτισμένης / μερικώς φωτισμένης / σκοτεινής περιοχής σε ένα κτίριο εξαρτάται από τις διαστάσεις του. Στα μεγάλα κτίρια διαμορφώνεται μεγαλύτερη σκοτεινή περιοχή στο εσωτερικό, όταν η περιβάλλουσα επιφάνεια είναι μικρή σε σχέση με το σχήμα της κάτοψης.

Γενικά, ανάλογα με το σχήμα του κτιρίου, δίνεται παράδειγμα σύγκρισης πλήρως φωτισμένης, μερικώς φωτισμένης, σκοτεινής περιοχής, χωρίς να σημαίνει ότι τα ποσοστά αυτά είναι απόλυτα.

- Σε κτίριο με τετράγωνη κάτοψη το 16% της κάτοψης δε δέχεται καθόλου φυσικό φωτισμό. Ένα ποσοστό 51% φωτίζεται πλήρως και το υπόλοιπο 33% μερικώς.
- Σε κτίριο με ορθογώνια κάτοψη δεν δημιουργούνται «σκοτεινοί χώροι». Η περιοχή που φωτίζεται πλήρως ανέρχεται σε ποσοστό 59% και η φωτιζόμενη μερικώς σε ποσοστό 41%.
- Σε κτίριο με τετράγωνη κάτοψη και κεντρικό αίθριο, όλοι οι χώροι φωτίζονται πλήρως με φυσικό φως.

2.13.4. Διάταξη εσωτερικού χώρου και επιλογή υλικών

Τα εσωτερικά συμπαγή διαχωριστικά στοιχεία εμποδίζουν τη φωτεινή ακτινοβολία να φτάσει στο βάθος του χώρου, ενώ οι «ανοικτοί» σε κάτοψη χώροι επιτρέπουν στο φως να διεισδύσει στα πίσω τμήματα του κτιρίου. Γενικά είναι αποδεκτό ότι, για ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός το βάθος του χώρου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 6 - 7m.

Τέτοιες αποφάσεις είναι καθοριστικής σημασίας, τόσο για την αρχιτεκτονική σύνθεση και τη λειτουργία του κτιρίου, όσο και για τη δυνατότητά του να εξοικονομεί ενέργεια, μέσω της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτός. Η κατανομή του φυσικού φωτισμού επηρεάζεται επίσης από την ανακλαστικότητα των υλικών του φωτιζόμενου χώρου, και για αυτό εάν είναι επιθυμητή η διείσδυση του φωτός σε μεγαλύτερο βάθος όπως στην περίπτωση χώρων μεγάλου βάθους, η οροφή πρέπει να έχει υψηλό συντελεστή ανάκλασης (ανοιχτό χρώμα). Η ανακλαστικότητα των υπολοίπων επιφανειών του χώρου εξαρτάται από τις γεωμετρικές αναλογίες του. Γενικά, οι ανοιχτόχρωμες εσωτερικές τοιχοποιίες δημιουργούν την «αίσθηση» φωτεινού περιβάλλοντος, αυξάνοντας σε κάποιο βαθμό τα επίπεδα φωτισμού στο χώρο.

2.13.5. Πλευρικά ανοίγματα

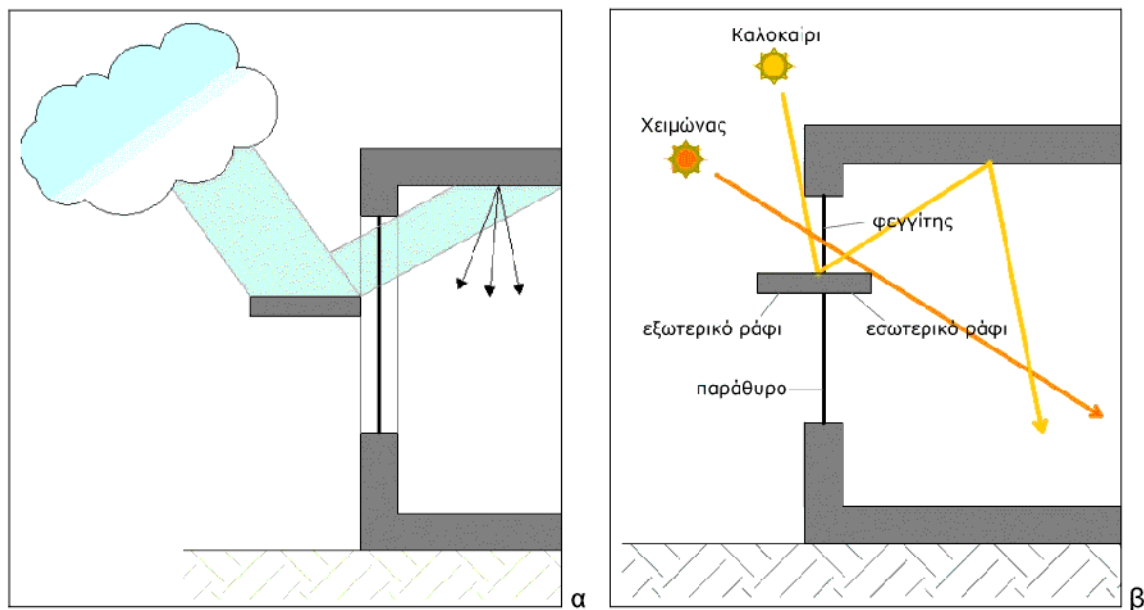
Τα ανοίγματα πρέπει να κατανέμονται σωστά στην όψη και να έχουν το κατάλληλο μέγεθος και σχήμα. Οι σχεδιαστικές πρακτικές που αφορούν στην επιλογή των πλευρικών ανοιγμάτων συνοψίζονται στα ακόλουθα :

- Το μέγεθος του ανοίγματος σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος του φωτιζόμενου χώρου. Ένας εμπειρικός κανόνας καθορίζει ότι ποσοστό ανοίγματος ίσο με το 20% της επιφάνειας του φωτιζόμενου χώρου παρέχει ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός και συγχρόνως αποφεύγονται οι υπερβολικές θερμικές απώλειες το χειμώνα, η υπερθέρμανση το καλοκαίρι και μειώνεται ο κίνδυνος θάμβωσης. Η αύξηση του μεγέθους των ανοιγμάτων πέραν αυτού του ορίου επιφέρει μικρή αύξηση του φυσικού φωτισμού, ενώ προκαλεί δυσανάλογα μεγάλη αύξηση του θερμικού και ψυκτικού φορτίου του χώρου.
- Σε γενικές γραμμές η επιφάνεια του ανοίγματος είναι ανάλογη με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στο χώρο και αύξηση του μεγέθους του ανοίγματος κατά 10% συμβάλλει στην αύξηση του μέσου συντελεστή φυσικού φωτός κατά περίπου 1%.
- Η θέση του ανοίγματος στον τοίχο. Όσο πιο ψηλά είναι τοποθετημένο ένα άνοιγμα, τόσο πιο βαθιά φτάνει το φυσικό φως στο χώρο. Με την τοποθέτηση των ανοιγμάτων ψηλά, σε συνδυασμό με την αύξηση της ανακλαστικότητας του πίσω τοίχου του φωτιζόμενου χώρου, επέρχεται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού σε όλο το βάθος. Εάν το βάθος του χώρου ξεπερνά κατά 2,5 φορές το ύψος του ανοίγματος μέχρι το ανώφλι, τότε ο φωτισμός στο πίσω

μέρος του χώρου δεν είναι ικανοποιητικός, τόσο ως προς την ποσότητα, όσο και ως προς την ποιότητα.

- Το σχήμα του ανοίγματος επηρεάζει την κατανομή του φωτός στο χώρο. Με ανοίγματα μεγάλου πλάτους (αναλογίες πλάτους προς ύψος περίπου 2:1), ο φωτισμός του χώρου διαμορφώνεται σε ζώνες διαφορετικής έντασης, παράλληλες προς τον τοίχο που φέρει το άνοιγμα. Η ένταση του φωτισμού παραμένει σχεδόν σταθερή όλη την ημέρα και εμφανίζεται μικρός κίνδυνος θάμβωσης. Με κατακόρυφα ανοίγματα (αναλογίες πλάτους προς ύψος περίπου 1:2), ο φωτισμός διανέμεται σε μια ζώνη κάθετη προς τον τοίχο του ανοίγματος, με αποτέλεσμα τη διαφορετική ένταση του φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας. Αυτός ο τύπος του ανοίγματος προσφέρει καλύτερο φωτισμό σε περιοχές απομακρυσμένες από το άνοιγμα, αλλά προκαλεί και μεγαλύτερη θάμβωση.
- Πολλά μικρότερα ανοίγματα αντί για ένα άνοιγμα μεγάλου μεγέθους συμβάλλουν σε καλύτερη κατανομή του φυσικού φωτός στο χώρο. Εάν ο χώρος έχει μεγάλο βάθος, δεν επαρκεί ο μονόπλευρος φωτισμός. Απαιτείται συμπληρωματικός φωτισμός από πλευρικά παράθυρα, φεγγίτες και ανοίγματα στην οροφή. Με τα διαμπερή ανοίγματα επιτυγχάνεται καλύτερη κατανομή του φωτός και μειώνεται η θάμβωση. Ιδιαίτερα όταν τα ανοίγματα τοποθετούνται σε παρακείμενους τοίχους μειώνεται σημαντικά ο κίνδυνος θάμβωσης, επειδή εξομαλύνεται η διαφορά λαμπρότητας μεταξύ των τοίχων και του ανοίγματος.
- Τοποθέτηση των ανοιγμάτων κοντά στους εσωτερικούς τοίχους. Με τη βοήθεια των διαδοχικών ανακλάσεων της φωτεινής ακτινοβολίας όλοι, οι τοίχοι φωτίζονται κι έτσι μειώνεται η διαφορά λαμπρότητας των επιφανειών και ο κίνδυνος θάμβωσης.
- Διαμόρφωση των παραστάδων ή του ανωφλίου ή και της ποδιάς των παραθύρων με κλίση ή με στρογγυλεμένες γωνίες, για να διευκολυνθεί η μετάβαση από τη φωτεινή περιοχή του παραθύρου στη μη φωτιζόμενη ζώνη της τοιχοποιίας, έτσι ώστε να αποφευχθεί η θάμβωση και να βελτιωθεί η οπτική άνεση.

Στην Εικόνα 18 απεικονίζεται η λειτουργία των ανακλαστικών ραφιών.



Εικόνα 18. Ανακλαστικά ραφιά: α) εξωτερικά, β) εκατέρωθεν του ανοίγματος

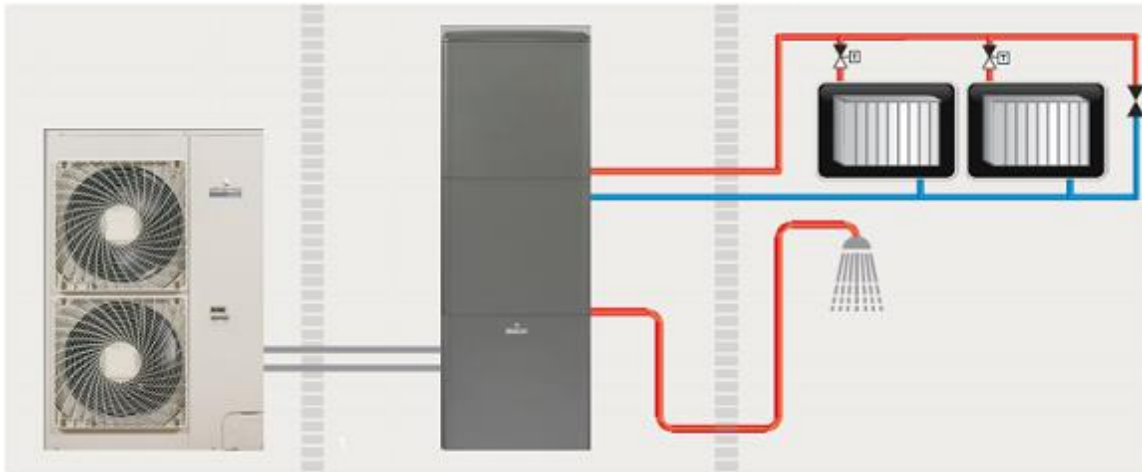
2.14. Αντλία θερμότητας

Αντλία θερμότητας είναι η μηχανολογική διάταξη που επιτρέπει τη μεταφορά ενέργειας από έναν χώρο χαμηλής θερμοκρασίας, σε έναν χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας.

Ήδη από τον ορισμό, γίνεται φανερό ότι οι αντλίες θερμότητας σχεδιάζονται για να μεταφέρουν θερμότητα (θερμική ενέργεια) με φορά αντίθετη από αυτήν της φυσικής ροής. Για την μεταφορά αυτή, απαιτείται κατανάλωση ενέργειας.

Όπως ακριβώς στην υδραυλική, το νερό πηγαίνει μόνο του (ρέει) από το ψηλό σημείο στο χαμηλό (λόγω βαρύτητας) και χρειαζόμαστε μια αντλία νερού για να μεταφέρουμε το νερό αντίθετα από την φυσική του ροή (να το ανεβάσουμε ψηλότερα), έτσι και η θερμική ενέργεια "ρέει" από μόνη της από το σώμα υψηλής θερμοκρασίας (ζεστό) στο σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας (κρύο) και χρειάζεται μια "αντλία θερμότητας" για να αντιστραφεί η κίνηση της ενέργειας και να την μεταφερθεί από την χαμηλή θερμοκρασία (κρύο) στην υψηλή (ζεστό).

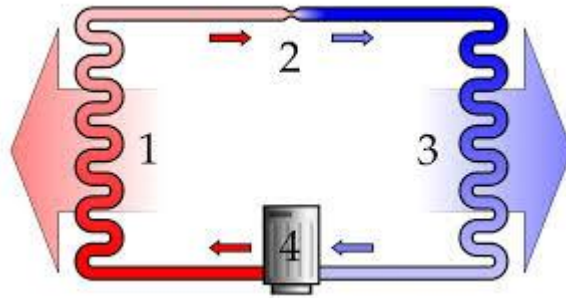
Στην Εικόνα 19 φαίνεται το ολοκληρωμένο σύστημα λειτουργίας μιας αντλίας θερμότητας.



Εικόνα 19. Αντλία θερμότητας

2.14.1. Αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν όλα τα ψυκτικά μηχανήματα και η λειτουργία τους βασίζεται στις ίδιες αρχές λειτουργίας που εφαρμόζονται στα ψυγεία, καταψύκτες, κλιματιστικά μηχανήματα κ.λ.π. Η λειτουργία τους βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο (Εικόνα 20), που είναι ένας αένας κύκλος εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού (εργαζόμενο μέσο) σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:



Εικόνα 20. Ψυκτικός κύκλος

Το ρευστό (ψυκτικό μέσο) που ρέει μέσα στις σωλήνες, στη θέση 1, είναι υγρό σε μεγάλη πίεση και θερμοκρασία, μετά το συμπιεστή. Στη θέση 1, αποβάλλεται η θερμότητα που απέδωσε κατά την συμπίεση ο συμπιεστής (θέση 4). Στη συνέχεια, το ψυκτικό μέσο εκτονώνεται (μειώνεται η πίεση του) στην εκτονωτική βαλβίδα (2), και εξατμίζεται (λόγω της πτώσης της πίεσης) στον εξατμιστή στη θέση 3, όπου ψύχεται και προσλαμβάνει θερμότητα. Στη συνέχεια το κρύο ψυκτικό μέσο, σε αέρια ακόμη μορφή, συμπιέζεται στον συμπιεστή (θέση 4), υγροποιείται, θερμαίνεται, αποβάλλει θερμότητα και ούτω κάθε εξής.

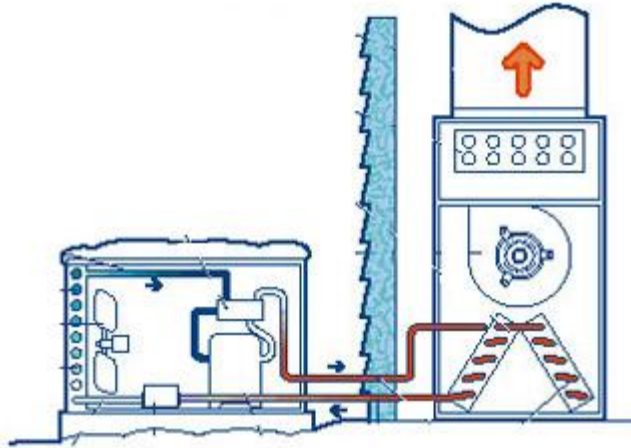
Το σημαντικό είναι ότι σε κάθε κύκλο, αποβάλλεται θερμότητα (ενέργεια) στη θέση 1 και προσλαμβάνεται (ενέργεια) στη θέση 3, άρα εφόσον ο κύκλος είναι διαρκής, υπάρχει μια διαρκής μεταφορά θερμότητας από τη θέση 3 στη θέση 1 και συνεπώς με τον ψυκτικό κύκλο μπορεί να μεταφερθεί θερμότητα (ενέργεια) μεταξύ δυο σημείων. Η λειτουργία αυτή (η μεταφορά θερμότητας από ένα σημείο σε ένα άλλο) είναι που έδωσε το όνομα "αντλίες θερμότητας" στις συσκευές που λειτουργούν με βάση τον ψυκτικό κύκλο.

2.14.2. Είδη αντλιών θερμότητας

Ανάλογα με το ρευστό στο οποίο αποβάλλει (ή από το οποίο προσλαμβάνει) την ενέργεια η αντλία στις θέσεις (1) και (3) του ψυκτικού κύκλου, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

- Αντλίες θερμότητας αέρος / αέρος : Είναι αντλίες που διαθέτουν και στη θέση 1 και στη θέση 3 εναλλάκτη θερμότητας αέρα / ψυκτικού. Είναι τα γνωστά κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου. Ειδικά στον διαιρούμενο τύπο το ένα στοιχείο (εναλλάκτης στη θέση 3) βρίσκεται μέσα στο σπίτι και προσλαμβάνει ενέργεια (αφαιρεί θερμότητα / ψύχει τον χώρο) , και το άλλο σημείο (1) είναι επίσης εναλλάκτης ψυκτικού μέσου / αέρα και αποβάλλει θερμότητα έξω από το σπίτι.

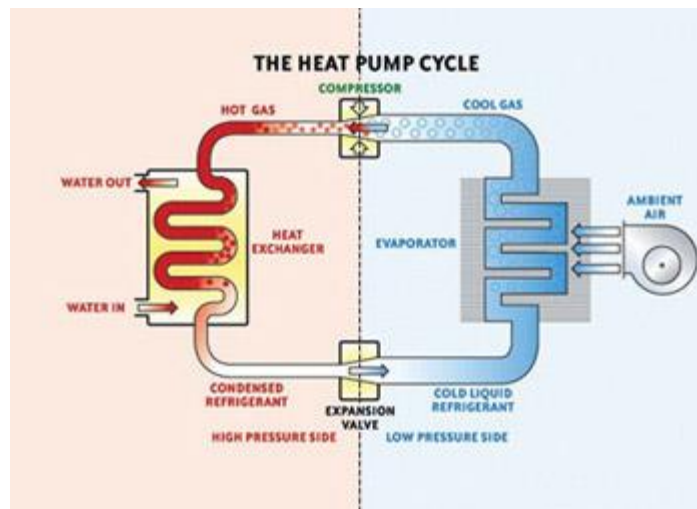
Στην Εικόνα 21 απεικονίζεται η λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας αέρος / αέρος.



Εικόνα 21. Αντλία θερμότητας αέρος / αέρος

- Αντλίες θερμότητας αέρος / νερού: Οι αντλίες αυτές στην μια πλευρά (θέση 3) αντί για στοιχείο έχουν εναλλάκτη ψυκτικού μέσου / νερού και αφαιρούν θερμότητα (ψύχουν νερό) αντί για αέρα. Με τις αντλίες αυτές δηλαδή, αντλείται θερμότητα (και άρα να ψύχουμε νερό) και αποβάλλεται στο περιβάλλον (όπως γίνεται και στα κλιματιστικά μηχανήματα της προηγούμενης κατηγορίας).

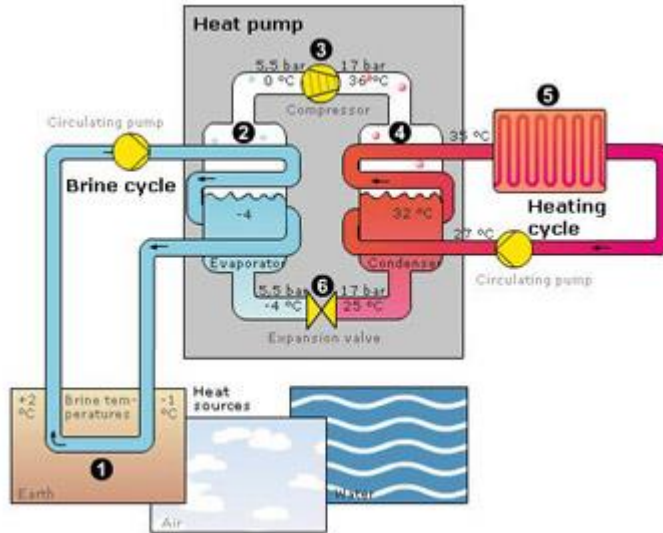
Στην Εικόνα 22 απεικονίζεται η λειτουργία μιας αντλίας θερμότητας αέρος / νερού.



Εικόνα 22. Αντλία θερμότητας αέρος / νερού

- Αντλίες θερμότητας νερού / νερού : Στις αντλίες αυτές και οι δύο εναλλάκτες είναι εναλλάκτες νερού, και το ψυκτικό μέσο μεταφέρει θερμότητα από τη μια μάζα νερού στην άλλη. Τέτοιες αντλίες, είναι οι υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας με πύργο ψύξης και οι αντλίες νερού / νερού που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με γεωεναλλάκτη (γεωθερμικές).

Στην Εικόνα 23 απεικονίζεται ένα σύστημα αντλιών θερμότητας νερού / νερού.



Εικόνα 23. Αντλίες θερμότητας νερού / νερού

Ανάλογα με τη θέση των διαφόρων στοιχείων τους, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε:

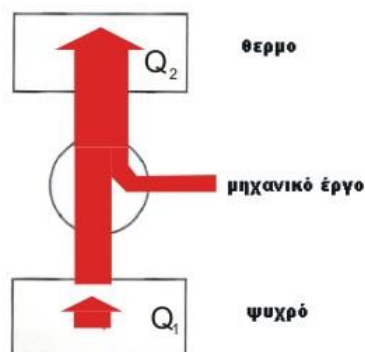
- Ενιαίες ή αυτόνομες όπου όλοι οι μηχανισμοί βρίσκονται σε κοινό κέλυφος,
- Διαιρούμενες ή διμερούς τύπου. Ο ατμοποιητής (ή ο συμπυκνωτής) είναι ανεξάρτητος του υπολοίπου συστήματος.

Ανάλογα με το είδος της κινητήριας μηχανής, οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται σε :

- Αντλίες με ηλεκτροκίνητους συμπιεστές,
- Αντλίες με συμπιεστές κινούμενους από μηχανές εσωτερικής καύσης (πετρέλαιο, ατμός, αέριο κλπ),
- Αντλίες με συμπιεστές απορρόφησης και προσρόφησης (θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας).

2.14.3. Βαθμός απόδοσης αντλιών θερμότητας

Η ροή ενέργειας σε μια αντλία θερμότητας που λειτουργεί σε κατάσταση θέρμανσης, έχει όπως στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 24):



Εικόνα 24. Ροή ενέργειας σε μια αντλία θερμότητας

Η αντλία αντλεί από το ψυχρό περιβάλλον μια ποσότητα θερμότητας (ενέργειας) Q_1 , προσθέτει μηχανικό έργο (W) στο συμπιεστή, και αποδίδει ποσό ενέργειας Q_2 στο θερμό χώρο.

Όταν η αντλία λειτουργεί σε κατάσταση θέρμανσης, το "θερμό" είναι ο χώρος, το "ψυχρό" το περιβάλλον, και το ζητούμενο είναι το Q_2 , ενώ όταν αυτή λειτουργεί σε κατάσταση ψύξης, το "ψυχρό" είναι ο χώρος, το "θερμό" είναι το περιβάλλον και το ζητούμενο είναι το Q_1 .

Ο ενεργειακός ισολογισμός στο σχήμα, απαιτεί : $Q_2 = Q_1 + W$.

2.14.3.1. Βαθμός απόδοσης σε λειτουργία θέρμανσης

Ο λόγος της μεταφερόμενης θερμότητας προς το καταναλισκόμενο έργο (Q_2 / W σε θέρμανση), ονομάζεται ειδικός βαθμός απόδοσης της αντλίας.

2.14.3.2. Βαθμός απόδοσης σε λειτουργία ψύξης

Ο λόγος της μεταφερόμενης θερμότητας προς το καταναλισκόμενο έργο (Q_1 / W σε ψύξη), ονομάζεται βαθμός ενεργειακής απόδοσης της αντλίας.

Τόσο ο ειδικός βαθμός απόδοσης όσο και ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης εξαρτώνται από :

- τη θερμοκρασία της "πηγής" (T_{Q1}),
- τη θερμοκρασία του "αποδέκτη" (T_{Q2}),
- τα μηχανικά χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας,
- τις ιδιότητες του εργαζόμενου μέσου.

και μεταβάλλονται διαρκώς, αφού τόσο η θερμοκρασία του ψυχρού (περιβάλλοντος στη θέρμανση - χώρου στην ψύξη) όσο και η θερμοκρασία θερμού (χώρου στη θέρμανση - περιβάλλοντος στην ψύξη) δεν είναι σταθερές, αλλά διαρκώς μεταβάλλονται.

2.14.4. Εφαρμογές της Αντλίας Θερμότητας

Οι Αντλίες Θερμότητας που παράγουν ζεστό ή κρύο νερό μπορούν να συνδυασθούν με τα παρακάτω συστήματα θέρμανσης ή ψύξης / δροσισμού:

- Ενδοδαπέδιο σύστημα: το σύστημα αυτό λειτουργεί με θερμοκρασίες νερού της τάξης των 35 – 45 °C για τη θέρμανση και 15 – 20 °C για το δροσισμό,
- Fan coils: η εγκατάσταση των fan coils απαιτεί θερμοκρασίες νερού της τάξης των 45-50 °C για τη θέρμανση και 7-10 °C για τη ψύξη,
- Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες: οι απαιτήσεις είναι ανάλογες των εγκαταστάσεων με fan coils,
- Θερμαντικά σώματα: οι αντλίες θερμότητας μπορούν να συνεργασθούν για τη θέρμανση χώρων και με θερμαντικά σώματα (είτε κοινά είτε χαμηλών θερμοκρασιών), λαμβάνοντας υπόψη στη μελέτη θέρμανσης τις αποδόσεις των σωμάτων στις χαμηλότερες θερμοκρασίες του νερού.

2.14.5. Εγκατάσταση της Αντλίας Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας είναι πολύ ευέλικτα μηχανήματα όσον αφορά την εγκατάσταση. Η τοποθέτηση τους συνήθως είναι απλή, χωρίς ιδιαίτερα χρονοβόρες και επίπονες για το κτίριο εργασίες. Ενσωματώνουν όλα τα εξαρτήματα και τις διατάξεις που απαιτούνται για την λειτουργία τους σε ένα ολοκληρωμένο μηχάνημα που μοιάζει με μία εξωτερική μονάδα ενός κλιματιστικού. Αυτό το χαρακτηριστικό δίνει την δυνατότητα ελεύθερης τοποθέτησης σε οποιοδήποτε σημείο εξωτερικά του κτιρίου αλλά και εσωτερικά αυτού με την κατάλληλη επιλογή μηχανήματος. Γενικά η αντλία θερμότητας μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε κτίριο και να λειτουργήσει ως ένα νέο σύστημα εξ αρχής ή να αντικαταστήσει το υπάρχον σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού με τις κατάλληλες μετατροπές.

2.14.6. Πλεονεκτήματα Αντλίας Θερμότητας

- Εξοικονόμηση ενέργειας,
- Προστασία περιβάλλοντος,
- Εύκολη εγκατάσταση,
- Χαμηλό κόστος συντήρησης,
- Ασφάλεια / Αξιοπιστία / Ποιότητα,
- Ευελιξία διασύνδεσης με υπάρχουσες εγκαταστάσεις,
- Δυνατότητα συνεργασίας με άλλες σχετικές εφαρμογές,
- Σύντομη απόσβεση της επένδυσης.

2.14.7. Αντλίες θερμότητας για οικιακή χρήση

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας inverter επέτρεψε την κατασκευή αντλιών θερμότητας υψηλής απόδοσης και μικρού μεγέθους σε λογικό κόστος παραγωγής. Η συνεχιζόμενη αύξηση της τιμής των καυσίμων που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά για τη θέρμανση κατοικιών (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κλπ.) σε συνδυασμό με το διαρκώς μειούμενο κόστος κτήσης των αντλιών θερμότητας, καθιστά τις "οικιακές" αντλίες θερμότητας πλέον μια συμφέρουσα επιλογή για τη θέρμανση της σύγχρονης κατοικίας οικιακές αντλίες θερμότητας ξεκινούν από μεγέθη κοντά στα 6kW, φτάνουν μέχρι και τα 20kW, και μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης για εφαρμογές σε μικρά διαμερίσματα, μονοκατοικίες και μικρές οικοδομές.

Στην Εικόνα 25 φαίνεται μια αντλία θερμότητας για οικιακή χρήση.



Εικόνα 25. Αντλία θερμότητας για οικιακή χρήση

3. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ vs ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ως βιοκλιματικός ορίζεται ο σχεδιασμός εσωτερικών και εξωτερικών χώρων με βάση την καλύτερη απόδοσή τους σε σχέση με το μικρόκλιμα της περιοχής. Δηλαδή, προκειμένου να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες θερμότητας και δροσισμού με απόλυτα φυσικό τρόπο. Για παράδειγμα, η βόρεια τοιχοποιία της κατοικίας έχει μεγαλύτερο πάχος, καθώς οι δυνατοί άνεμοι τη χτυπούν από αυτή τη διεύθυνση, ενώ η νότια πλευρά είναι πιο ζεστή, καθώς δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία όλη την ημέρα.

Στην Ελλάδα χάρη στην υψηλή ηλιοφάνεια και τις καλές κλιματολογικές συνθήκες, μια βιοκλιματική κατοικία μπορεί να έχει εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 30% συγκριτικά με μια συμβατική και 80% συγκριτικά με ένα παλιό κτίριο. Τα ποσοστά αυτά περιλαμβάνουν το ετήσιο ενεργειακό κόστος και τις μειωμένες δαπάνες για ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, ενώ δεν πρέπει να παραβλέπεται και το περιβαλλοντικό όφελος.

Αναλυτικότερα, υπάρχουν 5 βασικές αρχές που υποστηρίζουν τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική :

- **Αερισμός :** Συνδέεται με τη θέρμανση και τον κλιματισμό των χώρων, γι' αυτό ένα σωστό σύστημα εισάγει φρέσκο αέρα και απομακρύνει τους ρύπους και την υγρασία με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας. Ο σχεδιασμός έχει πρωταγωνιστικό ρόλο, καθώς τα σωστά σχεδιασμένα ανοίγματα επιτυγχάνουν την ανανέωση του αέρα.
- **Φωτισμός :** Με την καλύτερη αξιοποίηση του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο εσωτερικό εξοικονομείται ηλεκτρική ενέργεια και επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα διαβίωσης μέσα στο σπίτι. Η ποσότητα και η διάδοση του φωτός μέσα στον χώρο εξαρτάται από τα ανοίγματα, τα υλικά τα οποία έχουν οι επιφάνειες μέσα στο χώρο καθώς και το σχήμα του χώρου.
- **Μόνωση :** Το κόστος ενός βιοκλιματικού κτιρίου είναι μεγαλύτερο από αυτό του συμβατικού, αλλά μακροχρόνια τα οφέλη είναι πολλαπλάσια. Η επιλογή των υλικών αποσκοπεί στη δέσμευση της θερμότητας και στη μείωση των θερμικών απωλειών και επιτυγχάνεται με τοίχους μάζας και τοίχους θερμικής αποθήκευσης.
- **Σκίαση :** Ο έλεγχος της σκίασης προσφέρει σημαντικά οφέλη στη θέρμανση και στην ψύξη του κτιρίου. Ο προσανατολισμός και τα ανοίγματα είναι τα δύο βασικά στοιχεία, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη για να αποδίδουν σωστά οι επιλογές σας. Κινητά ή σταθερά σκίαστρα λειτουργούν συνδυαστικά με την εξωτερική βλάστηση προστατεύουν το κέλυφος του κτιρίου από τις καιρικές συνθήκες, ελέγχουν το φως και βοηθούν τον αέρα να κυκλοφορεί καλύτερα.
- **Φύτευση :** Η πράσινη ταράτσα προσφέρει προστασία από τη θερμότητα το καλοκαίρι, ενώ λειτουργεί ως μέσο θερμικής μόνωσης το χειμώνα. Επίσης, επηρεάζει θετικά το μικρόκλιμα ιδιαίτερα σε περιοχές με ατμοσφαιρική ρύπανση.
- **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας :** Στο βιοκλιματικό σχεδιασμό χρησιμοποιούνται κυρίως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με τη μορφή της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας, της γεωθερμίας και της βιομάζας. Μπορούν να παρέχουν στο κτίριο ηλεκτρισμό, ζεστό νερό χρήσης και θέρμανση/ψύξη, ενώ έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις και είναι ιδιαίτερα αποδοτικά για τα ελληνικά κτίρια.

Παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα είναι μια χώρα ιδιαίτερα ευνοημένη σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (κυρίως ηλιακή ενέργεια, αιολική ενέργεια, γεωθερμία και βιομάζα), δεν υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές ώστε να αξιοποιηθούν, κάτι που θα οδηγούσε σε αύξηση της συμμετοχής τους στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας σε μεγαλύτερο ποσοστό, με όλα τα θετικά αποτελέσματα που αυτό συνεπάγεται, περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Τα κύρια πλεονεκτήματα εισαγωγής Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) στο ενεργειακό μοντέλο μιας χώρας είναι τα εξής :

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του τοπικού πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Είναι εγγύριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής αυτάρκειας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε τοπικό, περιφερειακό και εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διάσπαρτες και βοηθούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, παρέχοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό επίπεδο, μειώνοντας έτσι τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας
- Δημιουργούν θέσεις εργασίας κατά τη κατασκευή και λειτουργία μονάδων ηλεκτροπαραγωγής με Α.Π.Ε..

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας παρουσιάζουν όμως και κάποια μειονεκτήματα.

Τα μειονεκτήματα των Α.Π.Ε είναι :

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης. Γι' αυτό το λόγο, μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές.
- Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.
- Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω απ' το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ένα κτίριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ αρχής ή τροποποιημένο, ονομάζεται "βιοκλιματικό κτίριο" και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Προϋπόθεση για την εφαρμογή σ' ένα κτίριο παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι η θερμομόνωσή του, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες

(χρήση κατάλληλων υλικών και διπλών τζαμιών, στεγανοποίηση, κ.ά.).

Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου", ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτιρίου, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων κατά τη θερινή περίοδο ακτινών του ήλιου στο κτίριο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκίαστρων (πρόβολοι, τέντες, περσίδες, κληματαριές κ.ά.) που τοποθετούνται κατάλληλα, καθώς και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων.

Με δεδομένο ότι ο κτιριακός τομέας καταναλώνει περισσότερο από 40% της παραγόμενης ενέργειας στην Ευρώπη, η εξοικονόμηση ενέργειας καθίσταται αυτόματα από τους πλέον δυναμικούς τομείς, αφού με τις τεχνικές που εφαρμόζονται για την υλοποίησή της μπορεί να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου έως και 25%. Το γεγονός αυτό άλλωστε επιβεβαιώνεται από την Κοινοτική Οδηγία 2002/91/EK για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων, η οποία έχει τεθεί σε εφαρμογή στην Ευρώπη από τις 4/1/06. Η χώρα μας, όπως και άλλες ευρωπαϊκές χώρες προσπαθεί να δημιουργήσει τους μηχανισμούς εφαρμογής αυτής της οδηγίας και να εναρμονίσει το ισχύον θεσμικό πλαίσιο με το περιεχόμενό της.

4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΚΕΡΚΥΡΑ

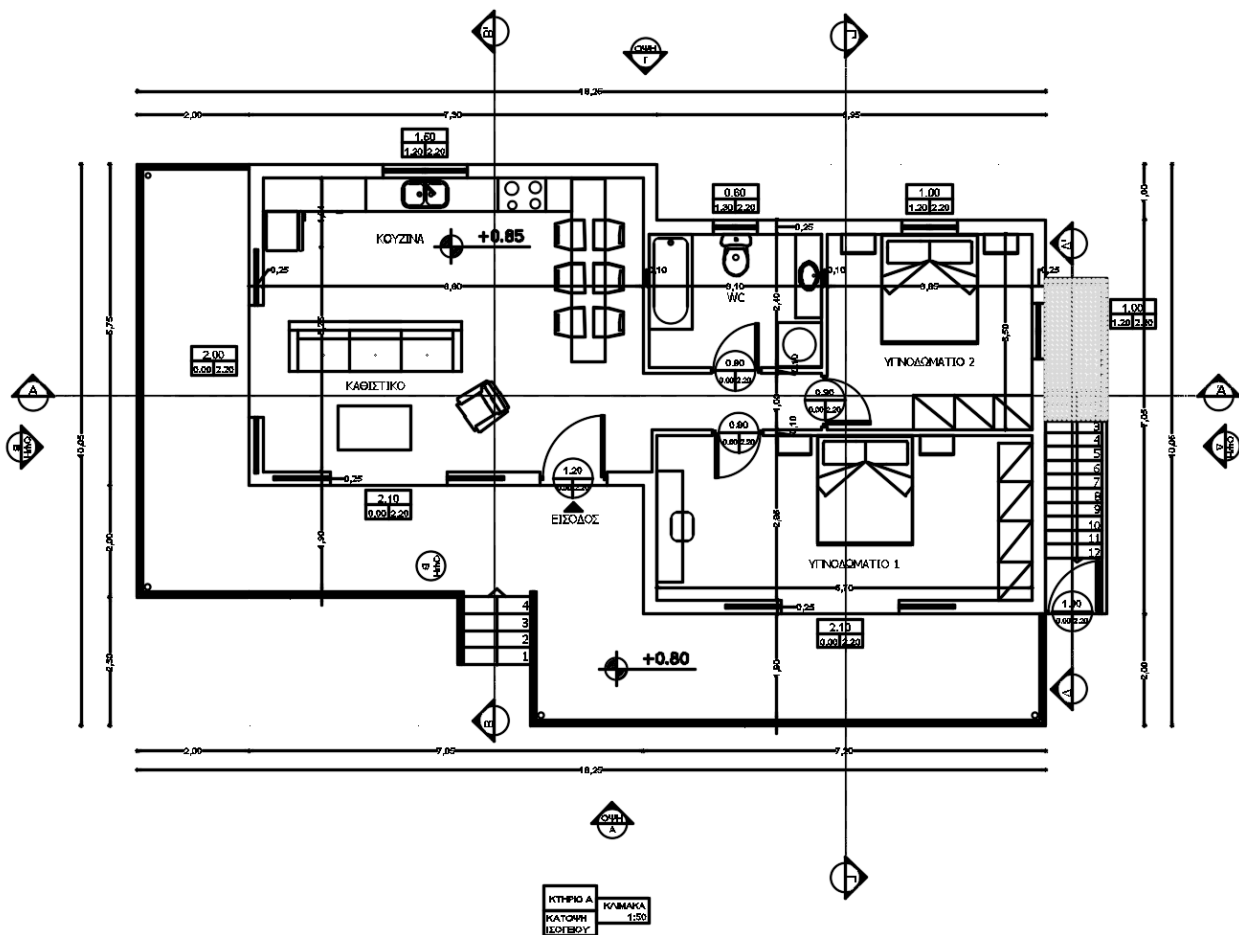
4.1. Μεθοδολογικό πλαίσιο προσέγγισης

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση των δυνατοτήτων εφαρμογής των αρχών και συστημάτων του βιοκλιματικού σχεδιασμού για την ανάπτυξη συμπλέγματος κατοικιών στην Κέρκυρα, στη θέση Άγιος Γόρδιος. Για το σκοπό αυτό επιλέγεται ως περιοχή μελέτης μια έκταση 47.148,83 τετραγωνικών μέτρων.

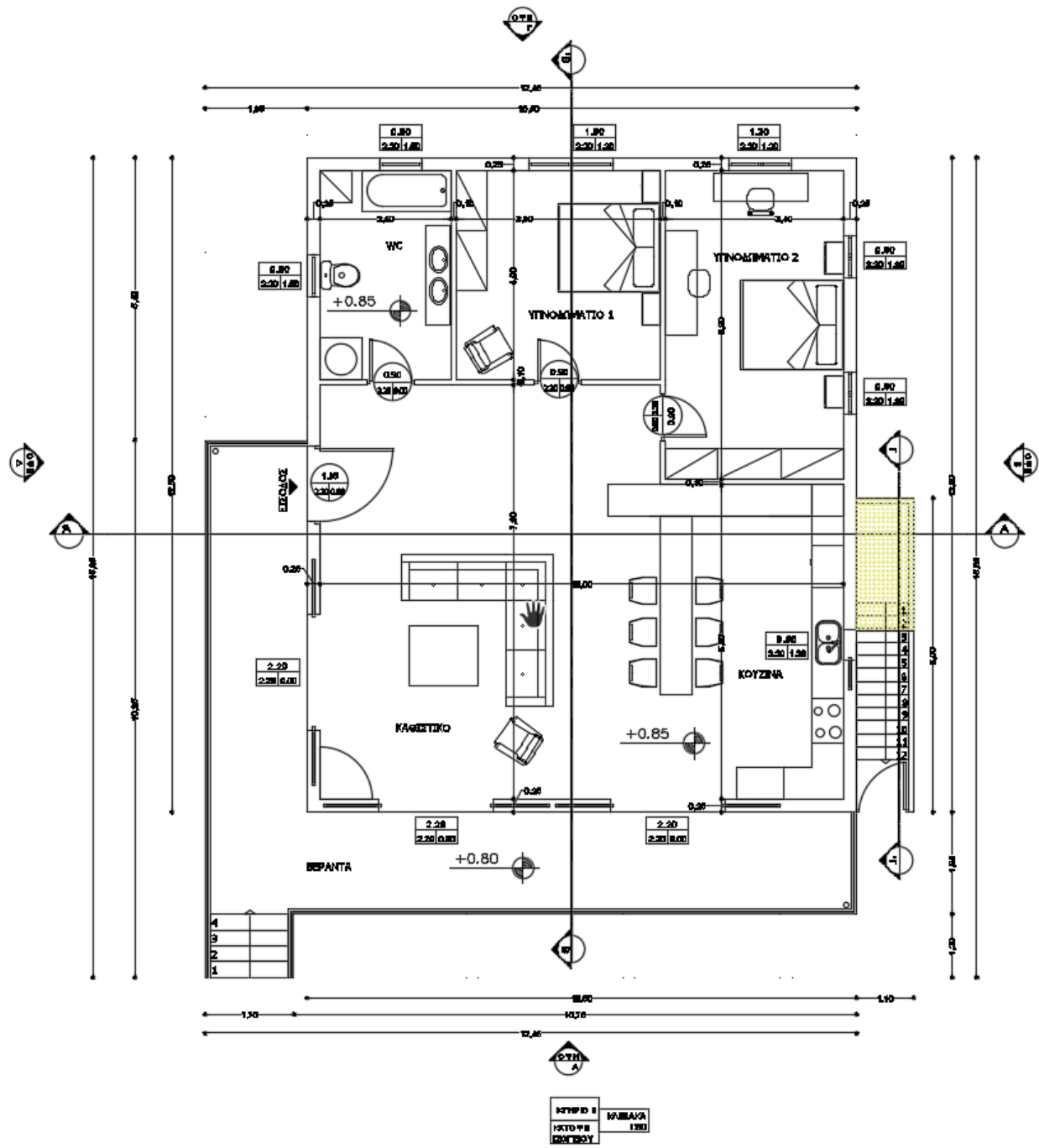
Έτσι, προκειμένου να διερευνηθεί η δυνατότητα και η χρησιμότητα της εφαρμογής των παραπάνω αρχών βιοκλιματικού σχεδιασμού σε υπάρχοντα κτίρια, χρησιμοποιήθηκαν τα σχέδια και όλα τα απαραίτητα για την εφαρμογή δεδομένα όπως αυτά προέκυψαν από την ομάδα 1 και αφορούν 64 συνολικά κατοικίες στην Κέρκυρα, 5 εκ των οποίων είναι σχεδιασμένες σύμφωνα με την κάτοψη 1, 11 σύμφωνα με την κάτοψη 2 και 12 σύμφωνα με την κάτοψη 3 και 4.

Επειδή δεν τηρούνται οι προδιαγραφές φυσικού φωτισμού και αερισμού, από τις οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητήριου (Τ.Ε.Ε) έγιναν επεμβάσεις στα ανοίγματα των κατόψεων 3 και 4.

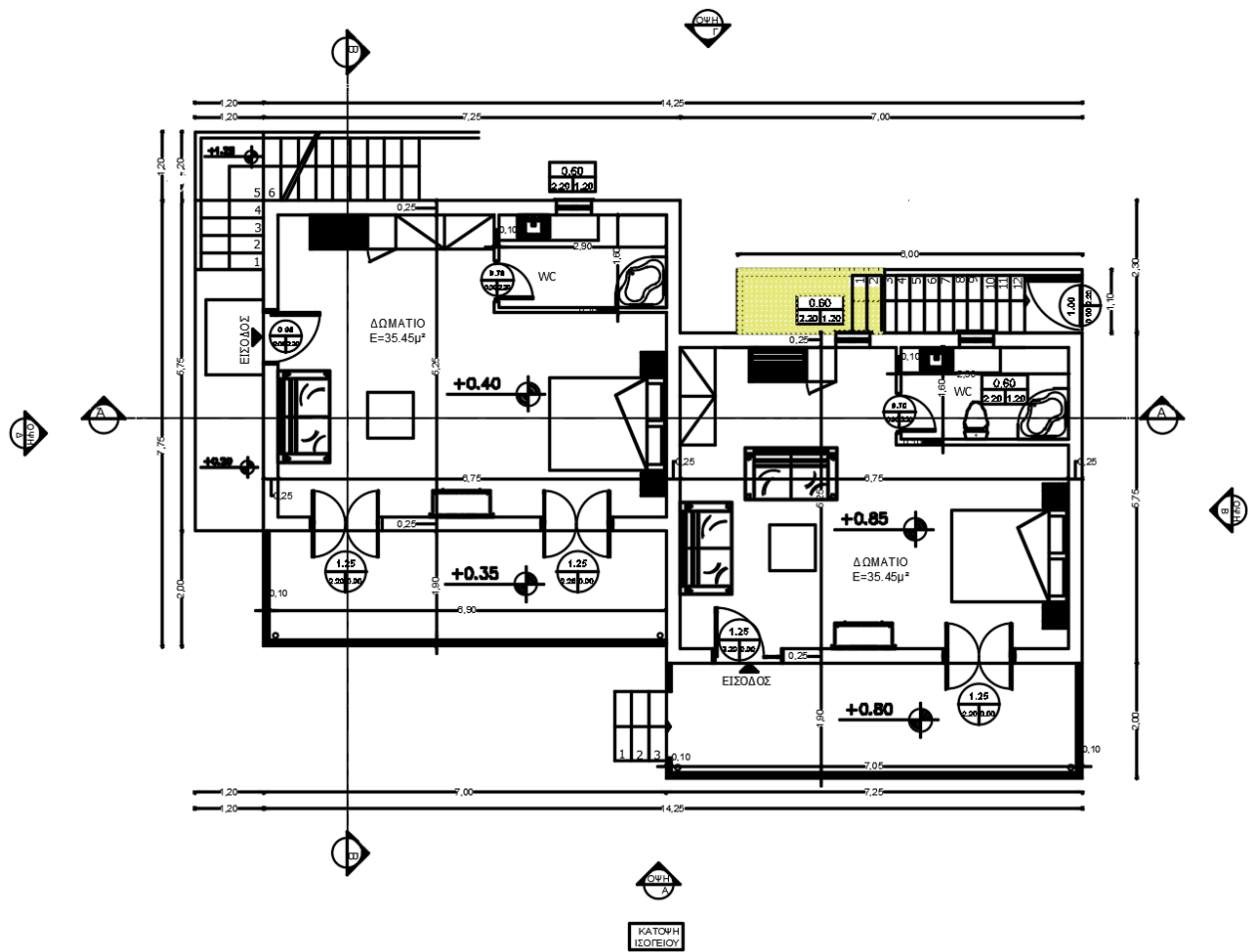
Στις Εικόνες 26,27,28,29 φαίνονται οι κατόψεις των κατοικιών.



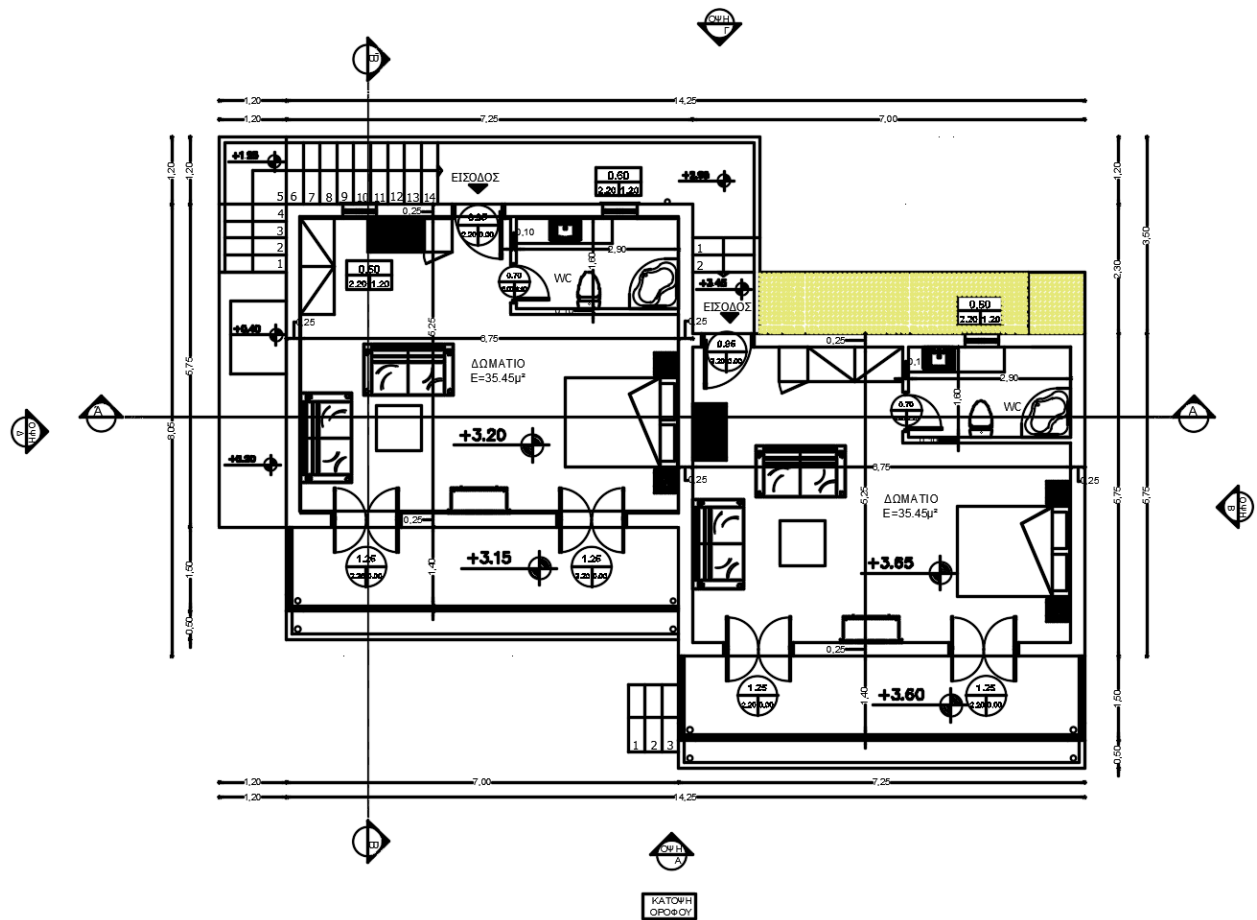
Εικόνα 26. Κάτοψη 1



Εικόνα 27. Κάτοψη 2

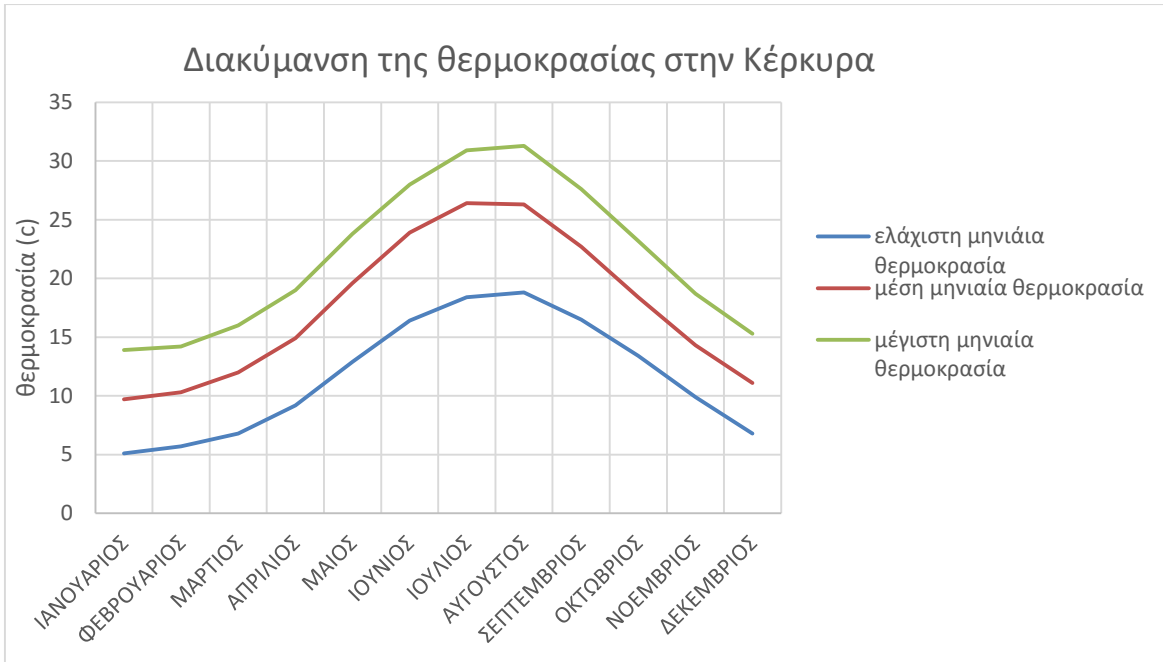


Εικόνα 28. Κάτοψη Ισογείου Κατοικίας 3

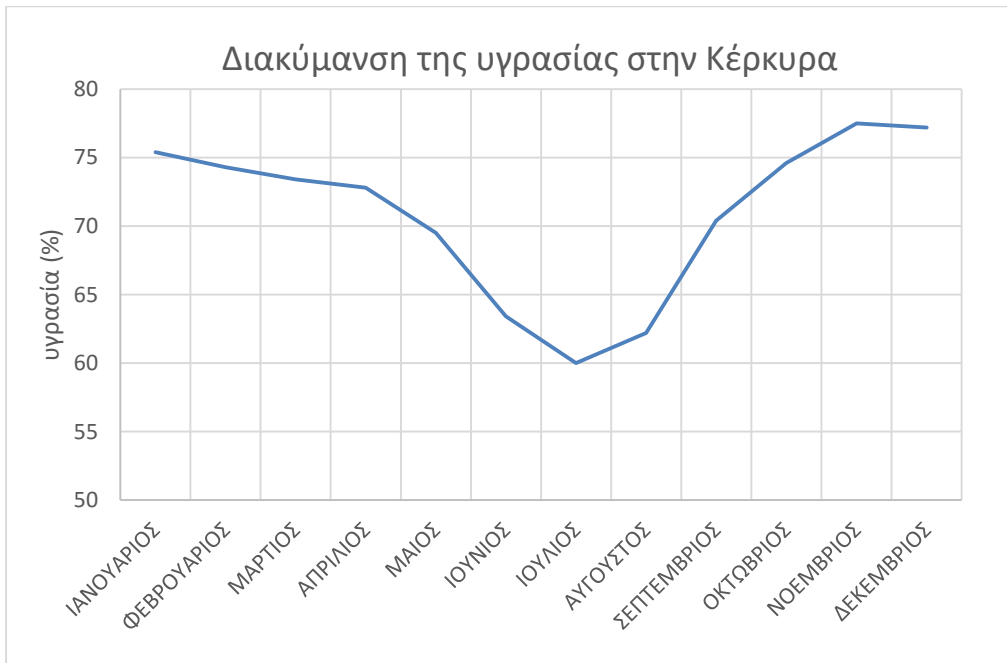


Εικόνα 29. Κάτοψη Ορόφου Κατοικίας 3

Προκειμένου να διατυπωθούν οι προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης των κατοικιών, αρχικά, παρουσιάζονται οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής μελέτης (Κέρκυρας) και εκτιμάται η απόδοση των βιοκλιματικών συστημάτων.



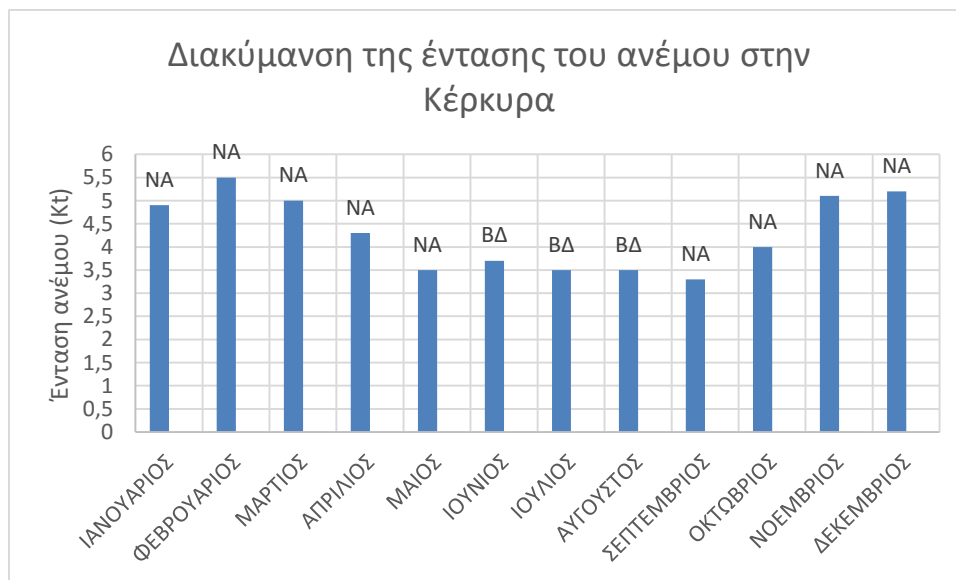
Διάγραμμα 1: Διακύμανση της θερμοκρασίας στην Κέρκυρα.



Διάγραμμα 2: Διακύμανση της υγρασίας στην Κέρκυρα.



Διάγραμμα 3: Διακύμανση της βροχόπτωσης στην Κέρκυρα.



Διάγραμμα 4: Διακύμανση της έντασης του ανέμου στην Κέρκυρα.

4.2. Μέτρα βιοκλιματικής ανάπλασης

Δεδομένου ότι η πρόταση αφορά υφιστάμενα κτίρια και ήδη διαμορφωμένο- καλυμμένο χώρο, τα μέτρα που προτείνονται αφορούν αφενός το κέλυφος των κτιρίων και αφετέρου τους ακάλυπτους χώρους.

Οι επεμβάσεις που έχουν γίνει στα σχέδια που έγιναν από την ομάδα της πρώτης φάσης είναι:

- εξωτερική θερμομόνωση των κτιρίων,
- χρώματα και υφή των εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών,
- διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου,
- ηλιοπροστασία ανοιγμάτων,
- αντλία θερμότητας,
- φωτοβολταϊκά πάνελ,
- φυτεμένα δώματα.

Κάθε μία από τις επεμβάσεις που έγιναν περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω.

4.2.1. Εξωτερική θερμομόνωση των κτιρίων

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, η θερμομόνωση πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κτιρίου, η οποία λειτουργεί εξίσου ικανοποιητικά και το χειμώνα. Έτσι επιτυγχάνεται διπλή προστασία του κελύφους, αλλά και προστασία από φθορές και βλάβες της κατασκευής από τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες.

Τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξωτερική θερμομόνωση του κτιρίου στην μελέτη περίπτωσης είναι τα εξής :

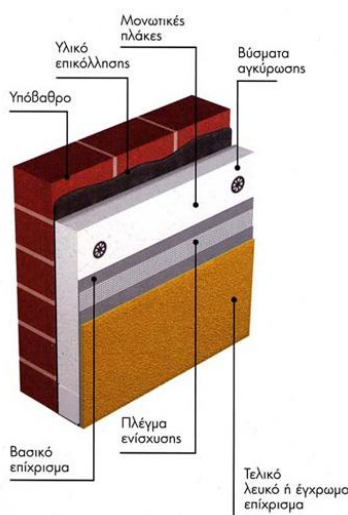
- Κόλλα : Χρησιμοποιείται για να τοποθετηθεί πάνω της η θερμομονωτική πλάκα,
- Θερμομονωτική πλάκα : Η τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών εξωτερικά των όψεων του κτιρίου αποτελεί έναν σύγχρονο τρόπο θερμομόνωσης και λειτουργεί σαν θερμική ασπίδα στις όψεις των κτιρίων. Η εξωτερική θερμομόνωση τοίχων επιτυγχάνει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας και μειώνει πολύ τα έξοδα για θέρμανση τον χειμώνα και για ψύξη το καλοκαίρι. Η αποτελεσματικότητα της θερμομόνωσης φαίνεται στην εξοικονόμηση που προσφέρει η οποία μπορεί να αγγίξει μέχρι και 50%.
- Βύσματα στερέωσης θερμομονωτικών πλακών : Τα βύσματα τοποθετούνται με το άνοιγμα αντίστοιχης διαμέτρου τρύπας και χτύπημα του βύσματος με σφυρί ώστε το κεφάλι του βύσματος να «χωνευτεί» λίγα χιλιοστά μέσα από την επιφάνεια της θερμομονωτικής πλάκας. Το μήκος του βύσματος είναι ανάλογο του πάχους του θερμομονωτικού υλικού.
- Βασικό επίχρισμα : εφαρμόζεται πάνω από εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους για την προστασία και τον καλλωπισμό τους.
- Υαλόπλεγμα οπλισμού : είναι πολύ σημαντικό γιατί «οπλίζει» το σύστημα συγκρατώντας τις τάσεις αποκόλλησης των θερμομονωτικών πλακών που δημιουργούνται από τις συστολοδιαστολές και προσφέρει στο σύστημα την απαραίτητη σκληρότητα για αντοχή στην κρούση.
- Αστάρι (Σιλοξανικό αστάρι) : είναι σχετικά καινούριο αστάρι, έχει την ικανότητα να διεισδύει σε βάθος στην τοιχοποιία και να την μονώνει. Παράλληλα είναι υδρατμοπερατό, δηλαδή, αφήνει την εγκλωβισμένη υγρασία να βγει έξω από την τοιχοποιία.
- Τελικό επίχρισμα : εφαρμόζεται πάνω από εσωτερικούς και εξωτερικούς τοίχους για την προστασία και τον καλλωπισμό τους.

Επιλέχθηκε η χρήση αυτού του είδους εξωτερικής θερμομόνωσης διότι :

- Καλύπτει πάνω από το 83-90% των εφαρμογών παγκοσμίως,

- Εφαρμόζεται και συνιστάται από όλες τις μεγάλες εταιρείες συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης,
- Προστατεύει το κτίριο και ειδικότερα τα δομικά του στοιχεία από τα θερμικά σοκ που δημιουργούν οι έντονες θερμοκρασιακές μεταβολές του περιβάλλοντος και συνεπώς αυξάνει το όριο ζωής του φέροντος οργανισμού του κτιρίου,
- Με βάση τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή (Κέρκυρα) αποτελεί την καταλληλότερη μέθοδο.

Στην Εικόνα 30 φαίνεται μια τυπική διατομή της εξωτερικής θερμομόνωσης που επιλέχθηκε



Εικόνα 30. Τυπική διατομή της εξωτερικής θερμομόνωσης που επιλέχθηκε

4.2.2. Χρώματα και υφή εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών

4.2.2.1. Εξωτερικές επιφάνειες

Η επιλογή των χρωμάτων των εξωτερικών επιφανειών είναι σκούρα, για να επιτευχθεί η επιθυμητή ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάτε, καθώς και η ποσότητα της θερμότητας που αποβάλλεται το βράδυ προς την ατμόσφαιρα. Η υφή των επιφανειών επιλέχθηκε να είναι λεία έτσι ώστε να υπάρχει ισορροπημένη απορρόφηση της θερμότητας.

4.2.2.2. Εσωτερικές επιφάνειες

Για τις εσωτερικές επιφάνειες επιλέχθηκαν ανοιχτά χρώματα, για την αντανάκλαση των ηλιακών ακτινοβολιών πίσω στο περιβάλλον και την αποφυγή της υπερθέρμανσης του κτιρίου.

4.2.3. Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου

Ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία είναι οι δύο σημαντικότεροι φυσικοί παράγοντες που αντιμετωπίζονται με τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, τα φυτά και τον αστικό εξοπλισμό. Ειδικότερα, ο σχεδιασμός της φύτευσης με δέντρα ή θάμνους ή χαμηλή βλάστηση στους υπαίθριους χώρους λειτουργεί αποτελεσματικά σε σχέση με τα κτίρια στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- ως ανεμοφράκτης για το χειμώνα,
- ως πηγή δροσισμού το καλοκαίρι,
- ως στοιχείο σκιασμού από την ηλιακή ακτινοβολία των ανοικτών χώρων και των κτιρίων.

Με βάση τους παράγοντες, που αναφέρθηκαν παραπάνω, η φύτευση που επιλέχθηκε είναι φυλλοβόλα και αειθαλή δέντρα.

Η επιλογή φυλλοβόλων δέντρων μας δίνει την δυνατότητα να έχουμε σκίαση το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα, με την πτώση του φυλλώματος, επιτρέπεται η διείσδυση του χειμερινού ήλιου και η θέρμανση των εσωτερικών χώρων.

Επίσης τα αειθαλή δέντρα είναι μια καλή επιλογή, όταν χρειαζόμαστε συνεχείς σκιάσεις σε όψη του κτιρίου ή προστασία από τον άνεμο. Έτσι, σύμφωνα με τις διαφορετικές ημερήσιες και εποχιακές πορείες του ήλιου, η βέλτιστη τοποθέτηση των φυλλοβόλων δέντρων με πλατιά κόμη είναι νότια και δυτικά δίνοντας έτσι την καλύτερη σκίαση σε παράθυρα και οροφή το καλοκαίρι και ηλιασμό το χειμώνα.

Επιπλέον ο φωτισμός εξασφαλίζεται με την χρήση επιδαπέδιων φωτιστικών σωμάτων. Η παροχή ενέργειας σε αυτά θα γίνεται με την χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ που θα τοποθετηθούν πάνω σε αυτά.



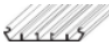




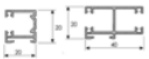


4.2.4. Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Έχουμε επιλέξει να τοποθετηθούν εξωτερικές περσίδες στο βόρειο, ανατολικό, δυτικό και νότιο τμήμα του κτιρίου. Οι περσίδες θα είναι οριζόντιες, παράλληλες στην όψη του κτιρίου. Έτσι το καλοκαίρι εξασφαλίζουμε τον πλήρη σκιασμό των ανοιγμάτων, ενώ το χειμώνα επιτρέπεται η διείσδυση του ήλιου στο χώρο.

Η διαφοροποιούμενη μορφή της ηλιοπροστασίας, συναρτήσεως του προσανατολισμού της όψης, προσφέρει δυνατότητες σχεδιαστικών χειρισμών και μπορεί να αποτελέσει βασικό στοιχείο σύνθεσης και αισθητικής των όψεων του κτιρίου.

Οι περσίδες που έχουν επιλεγεί για τα κτίρια είναι ηλεκτρικές, λειτουργούν με μηχανισμό, δηλαδή ανοίγουν και κλείνουν με διακόπτη που βρίσκεται εντός των κτιρίων.

Στην Εικόνα 31 γίνεται η περιγραφή των εξαρτημάτων που χρησιμοποιήθηκαν στις περσίδες.

Περιγραφή εξαρτημάτων		
Ανωκάσι		Μεταλλικό γαλβανιζέ ανωκάσι συστήματος 58x56mm.
Φύλλο		Προφίλ φύλλου αλουμινίου τύπου Z από ειδικό κράμα πάχους 0,45mm.
Κατωκάσι		Κατωκάσι αλουμινίου συστήματος (προφίλ διέλευσης).
Τάπα		Μεταλλικό ηλαινό καπάκι κατωκασίου.
Ιμάντας - κορδόνια		Σκαθιέρα σύνδεσης φύλλων με θηλιές και ιμάντα ανύψωσης
Μοτέρ		Μοτέρ κίνησης 220V.
Μανιβέλα		Σύστημα χειροκίνησης με μανιβέλα.
Οδηγοί		Μονός ή διπλός οδηγός κίνησης φύλλων τετράγωνης διατομής.
Οδηγοί		Μονός ή διπλός οδηγός κίνησης φύλλων στρογγυλής διατομής.
Στηρίγματα		Μεταλλικά γαλβανιζέ στηρίγματα συστήματος.

Εικόνα 31. Περιγραφή εξαρτημάτων

Στην Εικόνα 32 φαίνεται η άποψη ενός κτιρίου με εξωτερικές περσίδες σκίασης.



Εικόνα 32. Άποψη κτιρίου με εξωτερικές περσίδες σκίασης

4.2.5. Αντλίες θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας σχεδιάζονται για να μεταφέρουν θερμότητα (θερμική ενέργεια) με φορά αντίθετη από αυτήν της φυσικής ροής. Ο λόγος που επιλέχθηκαν οι αντλίες θερμότητας είναι γιατί μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των κατοικιών για θέρμανση – ψύξη και για ζεστό νερό χρήσης. Παράλληλα με τον συνδυασμό των ηλιακών συλλεκτών που έχουν τοποθετηθεί σε ορισμένες από τις κατοικίες, αποτελούν μια ολοκληρωμένη λύση.

Επιλέχθηκε αντλία θερμότητας θέρμανσης – ψύξης με fan coil. Ένα σύστημα με εξαναγκασμένη ανακυκλοφορία αέρα, φροντίζει για τον κλιματισμό του κτιρίου. Το σύστημα διανομής του ενεργειακού φορτίου με Fan Coil αποτελεί τον πληρέστερο τρόπο για την ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Σε αυτήν την περίπτωση τοποθετούνται fan coils δαπέδου, τα οποία είναι εμφανή τύπου. Σε ένα κεντρικό σύστημα με fan coils, παρέχεται η δυνατότητα αυτονομίας ανά κλιματιζόμενο χώρο. Για κάθε μονάδα κυκλοφορίας αέρα ελέγχεται η ταχύτητα προσαγωγής του αέρα, η On/Off λειτουργία και η θερμοκρασία του εκάστοτε χώρου. Η αντλία θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον κλιματισμό του χώρου, παρουσιάζει μεγάλο συντελεστή απόδοσης, που ειδικά όταν δεν λειτουργεί σε πλήρες φορτίο είναι εφάμιλλος της γεωθερμίας και φυσικά από ένα συστήματα κλασικής θέρμανσης με σώματα καλοριφέρ. Όταν η ψύξη του χώρου είναι πρωταρχικός στόχος, τότε η εγκατάσταση των fan coils είναι αναπόφευκτη. Τέλος, το σύστημα χρησιμοποιεί αποκλειστικά θερμοδυναμική ενέργεια για να επιτύχει την επιθυμητή θερμοκρασία νερού χωρίς την χρήση ηλεκτρικής αντίστασης.

Στην περίπτωση που αναλύεται, έχουν τοποθετηθεί fan coil στους κύριους χώρους των κατοικιών, καλοριφέρ τύπου κρεμάστρα στους βοηθητικούς χώρους (λουτρό) και στο υπόγειο κάθε κατοικίας η αντλία θερμότητας και το boiler για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

4.2.6. Φωτοβολταϊκά πάνελ

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν μόνο ένα ποσοστό της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Το πόσο μεγάλο είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από τον τύπο των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Στις κατοικίες τύπου 2 έχουμε επιλέξει την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ με αποτέλεσμα να τις καθιστά εν μέρη ηλεκτρικά αυτόνομες. Ο προσανατολισμός των πάνελ έχει γίνει κατά τέτοιον τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, με την κατάλληλη κλίση των φωτοβολταϊκών πάνελ και τον κατάλληλο προσανατολισμό. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ έχουν μεγαλύτερη απόδοση στον αληθινό χρόνο, δηλαδή στις δώδεκα η ώρα το μεσημέρι όταν ο ήλιος έχει διεύθυνση νότια. Το φαινόμενο ονομάζεται ηλιακό μεσημέρι.

Ένας καθοριστικός παράγοντας είναι η γωνία του αζιμούθιου δηλαδή η οριζόντια συντεταγμένη καθώς αποτελείται από μια γωνία του τριγώνου θέσεως. Πιο συγκεκριμένα η γωνία του αζιμούθιου πρέπει να είναι μηδέν μοίρες.

Με βάση τις οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητήριου (Τ.Ε.Ε) και τον νόμο του υπουργείου Περιβάλλοντος, Ν.3734/2009 η κλίση των φωτοβολταϊκών πάνελ στην Ελλάδα πρέπει να είναι 30°.

Ο καταλληλότερος τύπος είναι τα μονοκρυσταλλικά πάνελ. Ο λόγος που επιλέχθηκαν είναι τα πιο αποδοτικά σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τύπους (πολυκρυσταλλικά / πολύ-Si, CIGS) πάνελ και αφετέρου διανέμουν την ενέργεια ομοιόμορφα στο δίκτυο.

Στην Εικόνα 33 φαίνεται ένα εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό σύστημα.



Εικόνα 33. Εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό σύστημα σε φυτεμένο δώμα

4.2.7. Φυτεμένο δώμα

Κατά τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση μιας πράσινης στέγης είναι σημαντικό να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον όσο τον δυνατό πλησιέστερο στο φυσικό . Η αντιστάθμιση της απώλειας φυσικού εδάφους είναι ο κύριος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη.

Σε ορισμένες κατοικίες τοποθετήσαμε πράσινη στέγη αντί για φωτοβολταϊκά πάνελ. Ο λόγος τοποθέτησης πράσινης στέγης είναι ότι συμβάλλουν αποτελεσματικά στη βελτίωση του μικροκλίματος, γιατί απορροφούν μεγάλη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα στο άμεσο περιβάλλον, παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τη σκόνη.

Κρίθηκε απαραίτητο πριν την φύτευση να τοποθετηθούν κάποιες στρώσεις μόνωσης και για αυτό το λόγο πάνω από την φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος τοποθετήθηκαν με σειρά :

- φράγμα υδρατμών
- θερμομονωτική στρώση
- ελαφρόδεμα
- στεγανοποιητική στρώση
- μεμβράνη προστασίας από την διείσδυση των ριζών
- αποστραγγιστική/ αποθηκευτική στρώση
- διαχωριστικό φίλτρο συγκράτησης χώματος
- στρώση χώματος φύτευσης
- φύτευση

Η φύτευση που επιλέχτηκε είναι πολυετή φυτά (αρωματικά) και παχύφυτα επειδή το εδαφικό μας υπόστρωμα είναι 15 cm.

Στην Εικόνα 34 φαίνονται δύο είδη παχύφυτων.



Εικόνα 34. Παχύφυτα (κάκτος, αγαύη)

Στην Εικόνα 35 φαίνονται δύο είδη αρωματικών φυτών.



Εικόνα 35. Αρωματικά (λεβάντα, θυμάρι)

Τα πλεονεκτήματα αυτών των φυτών είναι ότι δεν χρειάζονται συντήρηση, μπορούν και συγκρατούν το νερό, δεν χρειάζονται κλάδεμα και έχουν και χαμηλό ύψος. Η άρδευση τους το χειμώνα είναι τέσσερις μέρες το μήνα σε αντίθεση με το καλοκαίρι που είναι μία φορά στις τρεις μέρες. Τέλος η συντήρηση τους γίνεται δύο με τρεις φορές το χρόνο.

5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ

Ως ενεργειακό ισοζύγιο νοούνται οι θερμικές ισορροπίες στο κτίριο από τις οποίες προκύπτει η θερμική ψυκτική ζήτηση του κτιρίου.

Εξαρτώνται από:

- Τη μεταφορά θερμότητας από μετάδοση κτιρίου
- Τα ηλιακά και εσωτερικά κέρδη του κτιρίου
- Τη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου
- Τις εξωκλιματικές συνθήκες του κτιρίου
- Τη χρήση του

5.1. Ενεργειακή κατανάλωση/ ενεργειακή ζήτηση

Ως ενεργειακή ζήτηση ή απαιτήσεις νοείται η ανάγκη σε θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου μόνο, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το μηχανικό μέσο που την παράγει ή την διανέμει. Ενεργειακή κατανάλωση νοείται η κατανάλωση της ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου λαμβάνοντας υπ' όψη την απόδοση του συστήματος παραγωγής και διανομής της θέρμανσης ή της ψύξης.

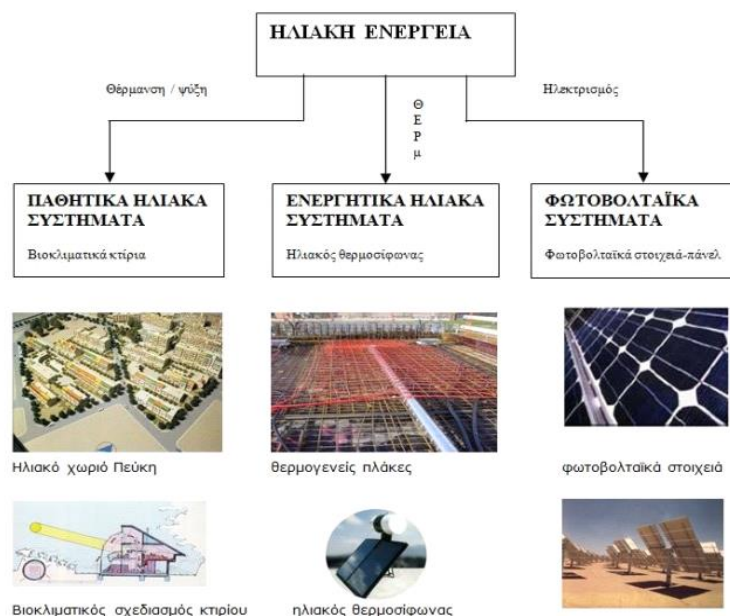
Ενεργειακή ζήτηση $EZ = f$ (χαρακτηριστικών κτιριακού κελύφους και μόνο)

Ενεργειακή κατανάλωση $EK = EZ / \text{συντελεστή απόδοσης θερμαντικού/ψυκτικού σώματος}$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Αν η απόδοση του θερμαντικού συστήματος (λέβητα, σωλήνες διανομής, θερμαντικά σώματα) είναι 0.80 και η απόδοση του κλιματισμού είναι 2.50 η συνολική ενεργειακή κατανάλωση (EK) είναι:

$$EK_{\text{συνολική}} = (EZ_{\text{θέρμανσης}} / 0.80) + (EZ_{\text{ψύξης}} / 2.50)$$

Στην Εικόνα 36 απεικονίζεται η κατανομή της ηλιακής ενέργειας.



Εικόνα 36. Κατανομή της ηλιακής ενέργειας

Στην **πραγματικότητα** η πρωτογενής ενέργεια μετατρέπεται σε διαθέσιμη ενέργεια, η οποία καταναλώνεται για να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις. Στους **υπολογισμούς** όμως, πρώτα υπολογίζουμε την ενεργειακή ζήτηση (ανάλογα με το κέλυφος), από εκεί την κατανάλωση ενέργειας (ανάλογα με την απόδοση των Η/Μ συστημάτων) και από εκεί την πρωτογενή ενέργεια (ανάλογα με την μορφή ενέργειας).

5.2. Ενεργειακός δείκτης κατανάλωσης/ ζήτησης

Ενεργειακή ζήτηση ανά τ.μ. κλιματιζόμενης ζώνης (θερμαινόμενης και ψυχόμενης):_η ενέργεια που ζητώ από το κλιματιστικό ή το θερμαντικό σώμα για να ψύξω/ θερμάνω το χώρο μου, ανοιγμένη στην κλιματιζόμενη επιφάνεια του χώρου.

Ενεργειακή κατανάλωση ανά τ.μ. κλιματιζόμενης ζώνης (θερμαινόμενης ή ψυχόμενης): ενέργεια που καταναλώνεται για την παραγωγή της απαιτούμενης θέρμανσης/ ψύξης, ανοιγόμενη στην κλιματιζόμενη επιφάνεια του χώρου.

Συνήθως και οι δύο ενεργειακοί δείκτες αναφέρονται στο έτος.

Έκφραση ενεργειακής ζήτησης κατά EN13790

- Μηνιαία ή εποχιακή ημι-στατική μέθοδος
- Απλοποιημένη ωριαία δυναμική μέθοδος

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, τόσο για την μελέτη, όσο και για την ενεργειακή επιθεώρηση χρησιμοποιείται η ημι-στατική μέθοδος με μηνιαίο βήμα.

Ενεργειακή ζήτηση = μεταφερόμενη θερμική ενέργεια - $f_{(C_m)}$ * θερμικά κέρδη

μεταφερόμενη θερμική ενέργεια: ανταλλαγή θερμότητας

C_m : επιρροή θερμοχωρητικότητας

θερμικά κέρδη: εσωτερικά και ηλιακά κέρδη

5.3. Υπολογισμός ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση/ ψύξη συνεχούς λειτουργίας

Για κάθε μήνα:

$$\underline{Q_{H,nd} = Q_{H,nt} - N_{H,gn} * Q_{H,gn}}$$

- **$Q_{H,nt}$:** ολική μεταφερόμενη θερμική ενέργεια, περίοδος θέρμανσης
- **$N_{H,gn}$:** ολικά θερμικά κέρδη, περίοδος θέρμανσης
- **$Q_{H,gn}$:** αδιάστατος παράγοντας χρήσης κερδών για θέρμανση

$$\underline{Q_{c,nd} = Q_{c,gn} + n_{c,ls} * Q_{c,ht}}$$

- **$Q_{c,gn}$:** ολική μεταφερόμενη ενέργεια, περίοδος ψύξης
- **$Q_{c,ht}$:** ολικά θερμικά κέρδη, περίοδος ψύξης
- **$N_{c,ls}$:** αδιάστατος παράγοντας χρήσης απωλειών για ψύξη

5.4. Ολικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

- Q_{tr} : ολική μεταφορά θερμότητας από μετάδοση για μήνες με θέρμανση
- Q_{ve} : ολική μεταφορά θερμότητας από αερισμό για μήνες με θέρμανση

5.5. Μεταφορά θερμότητας από μετάδοση

$$Q_{tr} = H_{tr} (\theta_{int,set} - \theta_e) t$$

- H_{tr} : ολικός συντελεστής θερμικών απωλειών από μετάδοση από το κέλυφος
- $\theta_{int,set}$: θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση
- θ_e : θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος
- t : διάρκεια βήματος υπολογισμού

5.6. Ολικός συντελεστής θερμικών απωλειών από το κέλυφος

$$H_{tr} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

- H_D : συντελεστής μεταφοράς προς το εξωτερικό περιβάλλον για περίοδο θέρμανσης
- H_g : συντελεστής μεταφοράς προς το έδαφος για περίοδο θέρμανσης
- H_U : συντελεστής μεταφοράς προς μη θερμαινόμενους χώρους για περίοδο θέρμανσης
- H_A : συντελεστής μεταφοράς προς διπλανά κτίρια για περίοδο θέρμανσης

5.7. Ολικά θερμικά κέρδη

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$

- Q_{int} : (εσωτερικά κέρδη), θερμικά κέρδη από τους ανθρώπους, το φωτισμό, τις ηλεκτρικές συσκευές στο εσωτερικό του κτιρίου. Εξαιρούνται οι συσκευές παραγωγής θέρμανσης.
- Q_{sol} : (ηλιακά κέρδη), θερμικά κέρδη από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από τα αδιαφανή ή τα διαφανή στοιχεία του κελύφους.

5.8. Έκφραση θερμικών κερδών

$$Q_{int} = (\sum \Phi_{H,int,k}) * t + [\sum (1-b_{tr,l}) * \Phi_{int,u,l}] * t$$

- $\sum \Phi_{H,int,k}$: σύνολο των μέσων όρων της ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας
- $\sum (1-b_{tr,l}) * \Phi_{int,u,l}$: σύνολο των μέσων όρων της ροής θερμότητας στο συγκεκριμένο χρόνο από την εσωτερική πηγή θερμότητας l στο διπλανό ΜΘΧ, επί το συντελεστή μείωσης $b_{tr,j}$, για το διπλανό.
- t : διάρκεια βήματος υπολογισμού

5.9. Έκφραση ηλιακών κερδών

$$Q_{sol} = (\sum \Phi_{sol,k}) * t + [\sum (1-b_{tr,l}) * \Phi_{sol,u,l}] * t$$

- $\Phi_{sol,k}$: μέσος όρος έντασης ηλιακών κερδών από το δομικό στοιχείο k
- $\Phi_{sol,u,l}$: μέσος όρος έντασης ηλιακών κερδών από το διπλανό ΜΘΧ
- $b_{tr,l}$: συντελεστής μείωσης για το διπλανό ΜΘΧ
- t : διάρκεια βήματος υπολογισμού

5.10. Μέσος όρος έντασης ηλιακών κερδών από το δομικό στοιχείο $\Phi_{sol,k}$

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} * A_{sol,k} * I_{sol,k} - F_{r,k} * \Phi_{r,k}$$

- $F_{sh,ob,k}$: συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης από εξωτερικά εμπόδια από την ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια της επιφάνειας k
- $A_{sol,k}$: ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια της επιφάνειας k , την περοδο θέρμανσης, με συγκεκριμένο προσανατολισμό και γωνία κλίσης, στη συγκεκριμένη ζώνη ή χώρο
- $I_{sol,k}$: η μέση ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στο βήμα υπολογισμού, ανά τ.μ της συλλεκτικής επιφάνειας k, με συγκεκριμένο προσανατολισμό και γωνία κλίσης
- $\Phi_{r,k}$: ροή θερμότητας λόγω θερμικής ακτινοβολίας στον ουρανό από το στοιχείο k
- $F_{r,k}$: συντελεστής θέασης μεταξύ του στοιχείου του κτιρίου και του ουρανού, ο τύπος είναι:
- $F_{r,k} = 1$ για μη σκιαζόμενη οριζόντια οροφή
- $F_{r,k} = 0,5$ για μη σκιαζόμενο κατακόρυφο τοίχο

5.11. Ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια διαφανούς στοιχείου

$$A_{sol,k} = F_{sh,gl} * g_{gl} * (1 - F_F) * A_{w,p}$$

- $F_{sh,gl}$: συντελεστής σκίασης για κινητά σκίαστρα (=1)
- g_{gl} : συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών του διάφανου μέρους του στοιχείου
- $A_{w,p}$: ολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας την περίοδο θέρμανσης
- F_F : ο λόγος της επιφάνειας του πλαισίου προς τη συνολική επιφάνεια του ανοίγματος

5.12. Συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία (g-value)

g_{gl} , διαπερατότητα : συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα

Ποσοτικοποιεί το ποσοστό της θερμικής ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά τον υαλοπίνακα, προς τη θερμική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην εξωτερική επιφάνεια του υαλοπίνακα.

5.13. Ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια αδιαφανούς στοιχείου

$$A_{sol,k} = a_{s,c} * R_{se} * U_c * A_c$$

- $a_{s,c}$: απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία του αδιαφανούς στοιχείου
- R_{se} : εξωτερική επιφανειακή αντίσταση του στοιχείου
- U_c : ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του αδιαφανούς στοιχείου
- A_c : εμβαδόν επιφάνειας αδιαφανούς στοιχείου

5.14. Συντελεστής σκίασης ($F_{sh,sol,k}$)

$$F_{sh,ob,k} = F_{hor} * F_{ov} * F_{fin}$$

Τρεις βασικοί συντελεστές σκίασης:

- Από τον περιβάλλοντα χώρο (F_{hor})
- Από το πλευρικό εμπόδιο/σκίαστρο (F_{fin})
- Από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο (τέντα, περσίδες) (F_{ov})

Σε περίπτωση που δεν σκιάζεται το στοιχείο οι συντελεστές σκίασης ισούται με την μονάδα, ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν.

5.15. Υπολογισμός της ετήσιας ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση ($Q_{H,nd,annual}$) και ψύξη ($Q_{C,nd,annual}$)

$$Q_{H,nd,annual} = \sum Q_{H,nd}$$

Η διαίρεση της ετήσιας ζήτησης ενέργειας με το εμβαδόν της θερμαινόμενης ζώνης δίνει τον δείκτη ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση ανά τ.μ επιφάνειας δαπέδου.

$$Q_{C,nd,annual} = \sum Q_{C,nd}$$

Η διαίρεση της ετήσιας ζήτησης ενέργειας με το εμβαδόν της κλιματιζόμενης ζώνης δίνει τον δείκτη ενεργειακής ζήτησης για ψύξη ανά τ.μ επιφάνειας δαπέδου.

5.16. Υπολογισμός της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση ($Q_{H,cons,annual}$)

$$Q_{H,cons,annual} = Q_{H,nd,annual} / \eta_{H,s}$$

➤ $\eta_{H,s}$: η συνολική απόδοση του συστήματος θέρμανσης .

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας, προκύπτει με διαίρεση της ($Q_{H,cons,annual}$) με το εμβαδόν της θερμαινόμενης ζώνης, προκειμένου να προκύψει ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση ανά τ.μ επιφάνειας δαπέδου.

5.17. Υπολογισμός της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης για ψύξη ($Q_{C,cons,annual}$)

$$Q_{C,cons,annual} = Q_{C,nd,annual} / \eta_{C,s}$$

Όπου $\eta_{C,s}$ η συνολική απόδοση του συστήματος ψύξης.

Την ετήσια αυτή κατανάλωση ενέργειας, τη διαιρούμε με το εμβαδόν της κλιματιζόμενης ζώνης, προκειμένου να προκύψει ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης για ψύξη ανά τ.μ επιφάνειας.

5.18. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

$$U = 1 / (R_{si} + \sum d_i / \lambda_i + R_a + R_{se})$$

- R_{si} : εσωτερική επιφανειακή αντίσταση(ανάμεσα στο εσωτερικό περιβάλλον και στην εσωτερική επιφάνεια του στοιχείου)
- R_{se} : εξωτερική επιφανειακή αντίσταση (ανάμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον και στην εξωτερική επιφάνεια του στοιχείου)
- R_a : θερμική αντίσταση στρώματος αέρα (αν υπάρχει) που βρίσκεται εγκλωβισμένος στο στοιχείο
- d_i : πάχος δομικού υλικού
- λ_i :θερμική αγωγιμότητα υλικού
- $R_a = \sum d_i / \lambda_i$: αντίσταση θερμοδιαφυγής

5.19. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου U, πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, U_{max} . Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου.

- με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,
- με αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο (ενδεχομένως και των υλικών άλλων στρώσεων) που θα έχει χαμηλότερη τιμή συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας.

Ωστε τελικά να προκύψει: $U_{δομικού\ στοιχείου} < U_{max}$.

5.20. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμαινόμενη στέγη

$$U_{RU} = 1/R_1 + \sum di/\lambda_i + R_{\delta} + R_u + R_{\alpha}$$

- R_u : αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης.

5.21. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

Η μεταφορά θερμότητας ενός δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος εξαρτάται από :

- τη θερμική αγωγιμότητα του εδάφους
- το πάχος του στρώματος εδάφους που διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα,
- τη γεωμετρία του κτιρίου
- την ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου

Γίνεται απλοποιημένη παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας, γίνεται χρήση ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας U .

6. ΤΡΟΠΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RETScreen

Στον πίνακα 1 που ακολουθεί, απαριθμούνται οι ηλεκτρικές συσκευές που θα τοποθετηθούν σε κάθε μία κατοικία και παρουσιάζεται η μέση κατανάλωση ενέργειας αυτών καθώς και η κατανάλωση ανάλογα με την ημερήσια λειτουργία τους.

Αναλυτικά, οι ηλεκτρικές συσκευές με την υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας είναι το πλυντήριο ρούχων, το πλυντήριο πιάτων, και η ηλεκτρική σκούπα. Οι ηλεκτρικές συσκευές με την μέση κατανάλωση ενέργειας είναι η καφετιέρα, ο στεγνωτήρας μαλλιών, ο φορητός υπολογιστής και η τηλεόραση νέου τύπου 40". Τέλος, οι ηλεκτρικές συσκευές με την χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας είναι ο λαμπτήρας εξοικονόμησης ενέργειας, το ψυγείο και το router.

- Ελάχιστη θερμοκρασία τον χειμώνα για την Κέρκυρα = 5,5°C
- Ελάχιστη θερμοκρασία το καλοκαίρι για την Κέρκυρα = 16°C

Πίνακας 1: Πίνακας ηλεκτρικών συσκευών και η κατανάλωση τους.

<u>ΠΙΝΑΚΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΥΩΝ ΚΑΙ Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥΣ</u>			
<u>ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ</u>	<u>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</u>	<u>ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ/</u>	<u>KW*hours</u>
	<u>KW</u>	<u>ΗΜΕΡΑ</u>	
Καφετιέρα	0,8	0,25	0,2
Στεγνωτήρας μαλλιών	0,6	0,17	0,1
Ψυγείο	0,04	24	0,96
Φορητός Υπολογιστής	0,1	3	0,3
Router (συσκευή γρήγορου ίντερνετ)	0,015	24	0,36
Λαμπτήρας εξοικονόμησης ενέργειας	0,02	6	0,12
Πλυντήριο ρούχων	2,2	2	4,4
Πλυντήριο πιάτων	2	2	4
Ηλεκτρική σκούπα	1,5	1	1,5
Τηλεόραση νέου τύπου 40"	0,14	5	0,7
ΣΥΝΟΛΟ	7,41	67,42	12,64

Στον παρακάτω πίνακα αναλύεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας, της οροφής, της τοιχοποιίας, του δαπέδου και των ανοιγμάτων, που παραμένει ίδιος και για τους τρεις τύπους κατοικιών.

Πίνακας 2: Συντελεστής θερμοπερατότητας.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ Α / Β / Γ			
<u>ΟΡΟΦΗ</u>			
<u>ΥΛΙΚΑ</u>	d(m)	λ	R=d/λ (m²k/W)
Στρώση χώματος	0,15	2	0,075
Διαχωριστικό φίλτρο συγκράτησης χώματος (ασφαλτόπανο)	0,02	0,23	0,086
Αποστραγγιστική στρώση (πολυαιθυλένιο)	0,1	0,5	0,2
Μεμβράνη προστασίας από διείσδυση ριζών (πολυουρεθανική μεμβράνη)	0,02	0,25	0,08
Στεγανοποιητική στρώση (στεγανωτικό κονίαμα)	0,02	1,4	0,014
Ελαφρόδεμα κλίσεων με λεπτή στρώση τσιμεντοκονίας	0,1	1,4	0,071
Θερμομονωτική στρώση (ασφαλτική μεμβράνη)	0,05	0,19	0,063
Φράγμα υδρατμών	0,02	0,16	0,125
Πλάκα σκυροδέματος	0,15	2,5	0,06
Οροφокονίαμα	0,02	0,87	0,022
ΣΥΝΟΛΟ			0,99
<i>Ανήκουμε στην ζώνη Β (Κέρκυρα)</i>			
$U_{\text{εξεταζόμενο}} = 1/R_i + R + R_a = 1/0,10 + 0,99 + 0,04 = 1/1,13 = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$			
R _i : αντίσταση θερμικής μεταβολής στο εσωτερικό, για οροφή = 0,10 m ² K/W			
R _a : αντίσταση θερμικής μεταβολής στο εξωτερικό, για οροφή= 0,04 m ² K/W			
<u>ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ</u>			
<u>ΥΛΙΚΑ</u>	d(m)	λ	R=d/λ (m²k/W)
Επίχρισμα	0,02	0,75	0,026
Αστάρι	-	-	-
Επίχρισμα	0,02	0,75	0,026
Υαλόπλεγμα οπλισμού	-	-	-
Βίσμα θερμομονωτικών πλακών	-	-	-
Επίχρισμα	0,02	0,75	0,026
Θερμομονωτική πλάκα	0,1	0,31	3,22
Κόλλα	-	-	-
Οπτόπλινθοι	0,25	0,4	0,625
Επίχρισμα	0,02	0,75	0,026
ΣΥΝΟΛΟ			3,949
<i>Ανήκουμε στην ζώνη Β (Κέρκυρα)</i>			
$U_{\text{εξεταζόμενο}} = 1/R_i + R + R_a = 1/0,13 + 3,949 + 0,04 = 1/4,119 = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$			
R _i : αντίσταση θερμικής μεταβολής στο εσωτερικό, για τοιχοποιία = 0,13 m ² K/W			
R _a : αντίσταση θερμικής μεταβολής στο εξωτερικό, για τοιχοποιία= 0,04 m ² K/W			

ΔΑΠΕΔΟ

$U_{\text{εξεταζόμενο, δαπέδου}} = 0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$

Το $U_{\text{εξεταζόμενο}}$ είναι 0,58 διότι το δάπεδο ακουμπάει σε μη θερμαινόμενο χώρο.

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

$U_{\text{εξεταζόμενο, ανοιγμάτων}} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

Το $U_{\text{εξεταζόμενο}}$ είναι 0,13 διότι είναι ίσο με το R_i λόγο ότι έχουμε ενεργειακό διάκενο

Στην τρίτη κατοικία λόγο ότι υπάρχει δεύτερος όροφος προστίθεται ένας ακόμα συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου.

Πίνακας 3: Συντελεστής θερμοπερατότητας.

<u>ΟΡΟΦΟΥ</u>			
<u>ΥΛΙΚΑ</u>	d(m)	λ	$R=d/\lambda$ ($\text{m}^2\text{k/W}$)
Ασβεστοκονίαμα	0,01	0,87	0,011
Φελιζόλ	0,05	0,05	1
Πλάκα σκυροδέματος	0,15	2,5	0,06
Αφρομπετό	0,04	0,25	0,16
Κεραμικό πλακάκι	0,015	1,05	0,014
ΣΥΝΟΛΟ			1,245
<i>Ανήκουμε στην ζώνη Β (Κέρκυρα)</i>			
$U_{\text{εξεταζόμενο}} = 1/R_i + R + R_a = 1/0,13 + 1,245 + 0,04 = 1/1,415 = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$			
R_i : αντίσταση θερμικής μεταβολής στο εσωτερικό, για τοιχοποιία = $0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$			
R_a : αντίσταση θερμικής μεταβολής στο εξωτερικό, για τοιχοποιία = $0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$			

Στον παρακάτω πίνακα υπολογίζεται το εμβαδόν των επιφανειών της κατοικίας 2.

Πίνακας 4: Υπολογισμός εμβαδού επιφάνειας.

<u>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ Β</u>	
<u>Εμβαδόν επιφάνειας Α</u>	
Εμβαδόν επιφάνειας Α	$= 10,83 \cdot 3 = 32,49$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 1	$= 0,80 \cdot 0,70 = 0,56$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 2	$= 1,60 \cdot 1 = 1,60$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 3	$= 1,20 \cdot 1 = 1,20$ τ.μ.
<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	$= 0,56 + 1,60 + 1,20 = 3,36$ τ.μ.
ΣΕμβαδόν επιφάνειας Α	$= 32,49 - 3,36 = 29,13$ τ.μ.
<u>Εμβαδόν επιφάνειας Β</u>	
Εμβαδόν επιφάνειας Β	$= 12,83 \cdot 3 = 38,49$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 1	$= 0,80 \cdot 1 = 0,80$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 2	$= 0,80 \cdot 1 = 0,80$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 3	$= 0,60 \cdot 1 = 0,60$ τ.μ.
<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	$= 0,80 + 0,80 + 0,60 = 2,20$ τ.μ.
ΣΕμβαδόν επιφάνειας Β	$= 38,49 - 2,20 = 36,29$ τ.μ.
<u>Εμβαδόν επιφάνειας Γ</u>	
Εμβαδόν επιφάνειας Γ	$= 10,83 \cdot 3 = 32,49$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 1	$= 2,20 \cdot 2,20 = 4,40$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 2	$= 2,20 \cdot 2,20 = 4,40$ τ.μ.
<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	$= 4,40 + 4,40 = 8,80$ τ.μ.
ΣΕμβαδόν επιφάνειας Γ	$= 32,49 - 8,80 = 23,69$ τ.μ.
<u>Εμβαδόν επιφάνειας Δ</u>	
Εμβαδόν επιφάνειας Δ	$= 12,83 \cdot 3 = 38,49$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 1	$= 2,20 \cdot 2,20 = 4,40$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 2	$= 1,45 \cdot 2,20 = 3,19$ τ.μ.
Εμβαδόν ανοίγματος 3	$= 0,80 \cdot 0,70 = 0,56$ τ.μ.
<u>ΣΥΝΟΛΟ</u>	$= 4,40 + 3,19 + 0,56 = 8,15$ τ.μ.
ΣΕμβαδόν επιφάνειας Δ	$= 38,49 - 8,15 = 30,34$ τ.μ.

7.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΝΕΛ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RETScreen

Το RETScreen είναι ένα βασισμένο στο Excel εργαλείο λογισμικού ανάλυσης έργων καθαρής ενέργειας που βοηθά στη λήψη αποφάσεων που προσδιορίζουν στην τεχνική και οικονομική βιωσιμότητα δυνητικών έργων ανανεώσιμης ενέργειας, ενεργειακής απόδοσης και συμπαραγωγής (συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας & ηλεκτρικής ενέργειας). Συμβατικά ενεργειακά έργα μπορούν επίσης να μοντελοποιούνται και να συγκρίνονται με καθαρότερες εναλλακτικές λύσεις. Οι χρήστες διεξάγουν μια ανάλυση πέντε βημάτων, που περιλαμβάνει ενεργειακή ανάλυση, ανάλυση κόστους, ανάλυση εκπομπών, οικονομική ανάλυση και ανάλυση ευαισθησίας/επικινδυνότητας. Η εφαρμογή του προγράμματος φαίνεται αναλυτικά παρακάτω για κάθε μια κατοικία ξεχωριστά.

Η κατοικία Β διαθέτει συνδυασμό φωτοβολταϊκών πάνελ και αντλία θερμότητας. Συνεπάγεται ότι στη πρώτη καρτέλα του προγράμματος ο τύπος έργου της θα είναι συμπαραγωγή ψύξης, θερμότητας και ηλεκτρισμού. Η επιλογή τύπου δικτύου είναι το κεντρικό διότι έχουμε συγκρότημα κατοικιών. Η θερμογόνος ικανότητα αναφοράς είναι η ανώτερη διότι θέλουμε την πλήρη εκμετάλλευση της ενέργειας των πάνελ.

Επιλέγοντας στην θέση κλιματολογικών δεδομένων την Κέρκυρα, εμφανίζεται ο πίνακας με την θερμοκρασία αέρα, την σχετική υγρασία, την ημερίσια ηλιακή ακτινοβολία, την ατμοσφαιρική πίεση, την ταχύτητα ανέμου, την θερμοκρασία εδάφους, τον βαθμό/ημέρες θέρμανσης και ψύξης.

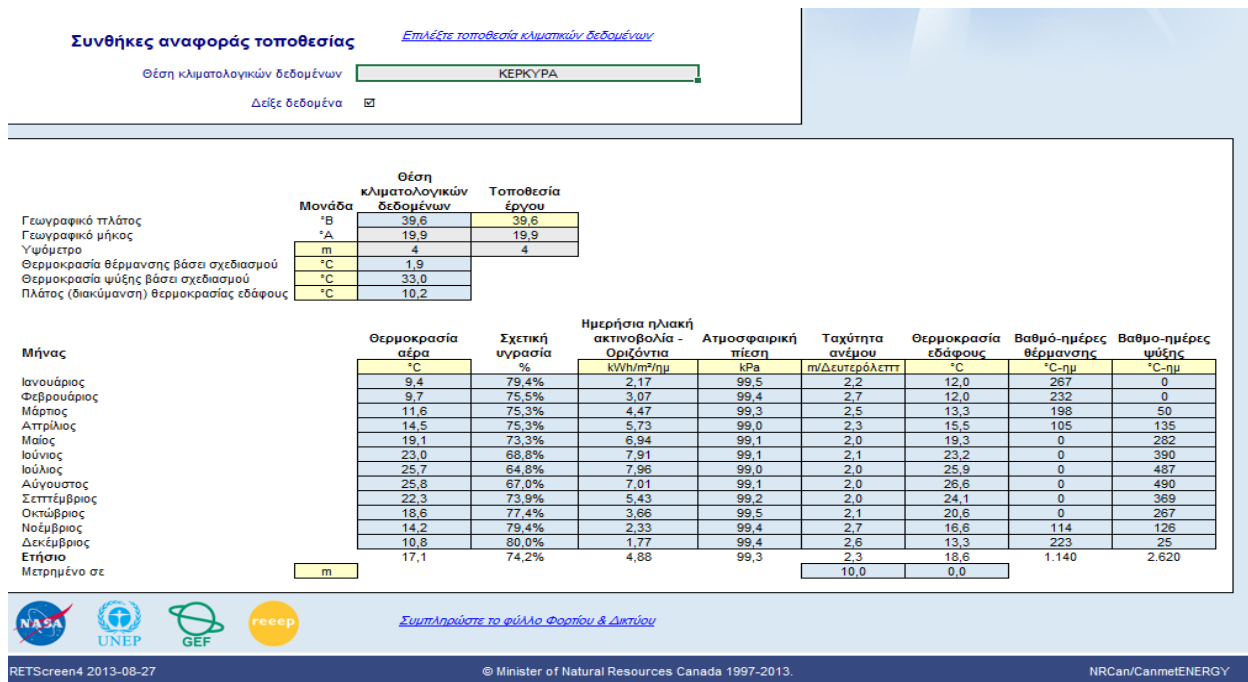
Στις Εικόνες 37,38,39,40,41 φαίνεται η εφαρμογή του προγράμματος στην κατοικία Β.

The screenshot displays the RETScreen International software interface. At the top, there are logos for Natural Resources Canada and the Canadian flag. The main header reads "RETScreen® International" with the website "www.retscreen.net". Below this, the text "Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας" is visible. The interface is divided into two main sections: "Πληροφορία έργου" (Project Information) and "Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας" (Reference Conditions). The "Πληροφορία έργου" section includes fields for project name, location, developer, project type, network type, analysis method, reference capacity, language, manual, unit, and units. The "Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας" section includes a field for climate data location and a checkbox for "Δείξε δεδομένα". The background of the interface features a large image of a wind turbine.

Πληροφορία έργου	Δείτε βάση δεδομένων έργου
Όνομασία έργου	ΕΛΕΤΗ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ 3
Τοποθεσία έργου	ΚΕΡΚΥΡΑ
Συντάχθηκε για	ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
Συντάχθηκε από	ΕΙΡΗΝΗ ΣΤΡΑΤΟΠΟΥΛΟΥ - ΔΗΜΗΤΡΗ ΤΖΟΡΤΖΗ
Τύπος έργου	Συμπαραγωγή ψύξης, θερμότητας & ηλεκτρισμού
Τύπος δικτύου	Κεντρικό δίκτυο
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 1
Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς	Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΔΘΙ)
Δείξε ρυθμίσεις	<input checked="" type="checkbox"/>
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - Anglais
Νόμισμα	Σύμβολο Ευρώ
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας	Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων
Θέση κλιματολογικών δεδομένων	ΚΕΡΚΥΡΑ
Δείξε δεδομένα	<input type="checkbox"/>

Εικόνα 37.Εισαγωγή RETScreen συμπαραγωγής ψύξης,θερμότητας και ηλεκτρισμού



Εικόνα 38. Κλιματολογικά δεδομένα

Η επόμενη καρτέλα (φορτίο και δίκτυο) αναφέρεται στον υπολογισμό του έργου παραγωγής θερμότητας και ψύξης. Όσον αφορά το έργο παραγωγής θερμότητας, το σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης αναφέρεται σε πολλαπλά κτίρια. Η θερμαινόμενη επιφάνεια στην κατοικία B, που μελετάμε, είναι 120 τ.μ. και στο σύνολο τους είναι έντεκα. Ο τύπος καυσίμου για τις κατοικίες μας είναι η ηλεκτρική ενέργεια λόγω της αντλίας θερμότητας και η εποχιακή απόδοση τους είναι 50%. Ένας άνθρωπος καταναλώνει γύρω στα 50 λίτρα νερό την ημέρα, από την στιγμή που η κατοικία μας απευθύνεται γύρω στα 4 μέλη η κατανάλωση είναι 200 λίτρα νερού την ημέρα. Ο υπολογισμός του φορτίου θέρμανσης των κατοικιών B έγινε με τον εξής τρόπο :

$$3 \cdot 120 = 360, \text{ (3 : σταθερός συντελεστής)}$$

$$360 \cdot 180 = 64800 \text{ kcal , (180 : σταθερός συντελεστής για καινούργιες κατοικίες)}$$

$$64800 / 3,12 = 18991,7937 \text{ kcal} = 22000 \text{ Watt} = 22 \text{ KW} = 183.33 \text{ W/m}^2 \text{ , (3.12 : σταθερός συντελεστής)}$$

Η συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης όπως προέκυψε από τα παραπάνω είναι 22 KW.

Σχεδιασμός Φορτίου και Δικτύου RETScreen - Έργο συμπαραγωγής ψύξης, θερμότητας & ηλεκτρισμού

Έργο παραγωγής θερμότητας	Μονάδα		Συγκροτήματα κτιρίων	
Σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης	Πολλαπλά κτίρια - θέρμανση χώρων		1	2
Δείτε την τεχνική σημείωση για το σχεδιασμό του δικτύου θέρμανσης				
Θερμαινόμενη επιφάνεια δαπέδου ανά κτιριακό συγκρότημα	m ²	120	120	
Αριθμός κτιρίων στο κτιριακό συγκρότημα	κτίριο	11	11	
Τύπος Καυσίμου			Ηλεκτρική ενέργεια	
Εμπορική απόδοση	%	-	50%	
Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης				
Φορτίο θέρμανσης για συγκροτήματα κτιρίων	W/m ²	-	183,3	
Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	%	50%		
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	MWh	56	56	
Συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	22	22	
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		-	MWh	
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια		-	113	
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		-	€/kWh	
Τιμή Καυσίμου		-	0,100	
Κόστος καυσίμου	€	11.289	€	11.289
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης				
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	60%	60%	
Καθαρή αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	9	9	
Καθαρή ζήτηση θέρμανσης	MWh	23	23	

Εικόνα 39. Έργο παραγωγής θερμότητας κατοικίας Β

Για το έργο ψύξης εργαζόμαστε κατά τον ίδιο τρόπο, με το έργο παραγωγής θερμότητας με την μόνη διαφορά ότι η ψύξη αναξέρητου καιρού ανέρχεται στο 30%. Επομένως προκύπτει ότι η συνολική ζήτηση ψύξης είναι 88 MWh.

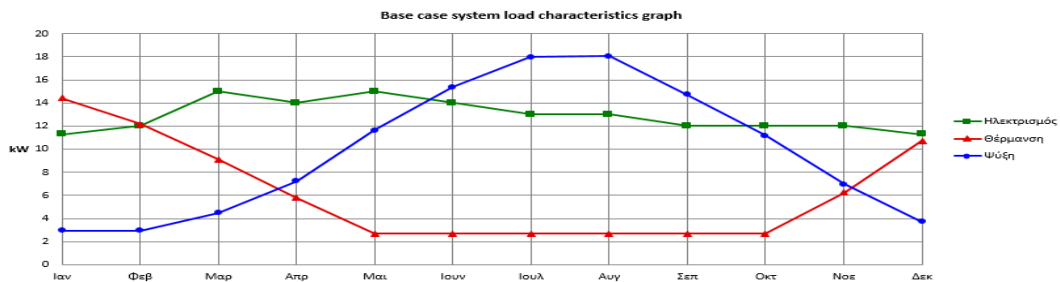
Εργο ψύξης		Μονάδα	
Σύστημα ψύξης βασικής περίπτωσης		Πολλαπλά κτίρια - ψύξη χώρων	
Δείτε την τεχνική σημείωση για το σχεδιασμό του δικτύου ψύξης			
		Συγκροτήματα κτιρίων	
		1	2
Ψυχόμενη επιφάνεια διαπέδου ανά συγκρότημα κτιρίων	m ²	120	
Αριθμός κτιρίων στο κτιριακό συγκρότημα	κτίριο	11	
		120	
		11	
		Ηλεκτρική ενέργεια	
		0,50	
Τύπος Καυσίμου			
Συντελεστής επίδοσης - εποχιακός	-		
Υπολογισμός φορτίου ψύξης			
Φορτίο ψύξης για συγκρότημα κτιρίου	W/m ²	-	183,3
Ψύξη ανεξάρτητη καιρού	%	30%	
Συνολική ζήτηση ψύξης	MWh	88	88
Συνολικό φορτίο αιχμής ψύξης	kW	22	22
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα	-	-	MWh
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	-	-	175
Τιμή Καυσίμου - μονάδα	-	-	€/kWh
Τιμή Καυσίμου	-	-	0,100
Κόστος καυσίμου	€	17.527	€ 17.527
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης			
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	25,0%	25%
Καθαρή αιχμή φορτίου ψύξης	kW	16	16
Καθαρή ζήτηση ψύξης	MWh	66	66

Εικόνα 40. Έργο ψύξης κατοικίας Β

Για το έργο ηλεκτροπαραγωγής (φωτοβολταϊκά πάνελ) αντλήσαμε πληροφορίες από τον Πίνακα 1, όπου προκύπτει το μικτό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού και το διάγραμμα με βάση τα χαρακτηριστικά που φέρει το φορτίο του συστήματος.

Χαρακτηριστικά φορτίου βασικής περίπτωσης

Μήνας	Τιμή ελέγχου	Μικτό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού kW	Καθαρό μέσο φορτίο ηλεκτρισμού kW	Μέσο φορτίο ψύξης kW	Μέσο φορτίο θέρμανσης kW
Ιανουάριος	11	11	0	3	14
Φεβρουάριος	12	12	0	3	12
Μάρτιος	15	15	0	4	9
Απρίλιος	14	14	0	7	6
Μαΐος	15	15	0	12	3
Ιούνιος	14	14	0	15	3
Ιούλιος	13	13	0	18	3
Αύγουστος	13	13	0	18	3
Σεπτέμβριος	12	12	0	15	3
Οκτώβριος	12	12	0	11	3
Νοέμβριος	12	12	0	7	6
Δεκέμβριος	11	11	0	4	11
Αιχμή φορτίου ηλεκτρισμού του συστήματος προς τον μέγιστο μηνιαίο μέσο όρο		15	0		
Αιχμή φορτίου - ετήσιο				22	22
Ζήτηση ηλεκτρισμού	MWh	113	-10		
Τιμή Ηλεκτρισμού - βασική περίπτωση	€/kWh		0,000		
Συνολικό κόστος ηλεκτρισμού	€		-		



Εικόνα 41. Χαρακτηριστικά φορτίου βασικής περίπτωσης

Ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία για τις κατοικίες τύπου Α και Γ με την διαφορά ότι διαθέτουν μόνο αντλία θερμότητας. Με βάση τα τετραγωνικά τους και τον αριθμό των κατοικιών κάθε τύπου προκύπτουν τα ακόλουθα αποτελέσματα.

Στις Εικόνες 42,43,44 φαίνεται η εφαρμογή του προγράμματος στην κατοικία Α.

The screenshot shows the RETScreen International software interface. The header includes the Canadian flag, 'Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada', and the 'Canada' logo. The main title is 'RETScreen® International' with the website 'www.retscreen.net'. Below this is the Greek text 'Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας'. The main content area is divided into two sections: 'Πληροφορία έργου' (Project Information) and 'Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας' (Reference Conditions). The 'Πληροφορία έργου' section includes fields for project name, location, type of work, analysis type, and reference conditions. The 'Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας' section includes a field for the location name. The footer contains logos for NASA, UNEP, GEF, and reeep, along with the text 'Συμπληρώστε το φύλλο Εντοπισμού Μοντέλου' and 'RETScreen4 2013-08-27 © Minister of Natural Resources Canada 1997-2013. NRCan/CanmetENERGY'.

Πληροφορία έργου		Δείτε βάση δεδομένων έργου
Όνομασία έργου	Ελέτη Συνκροτήματος Θερμικών Βιοκλιματικών Κατοικιών ΚΕΡΚΥΡΑ	
Τοποθεσία έργου		
Συντάχθηκε για	ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας	
Συντάχθηκε από	Ειρήνη Στρατοπούλου-Τζωρτζής Δημήτρης	
Τύπος έργου	Συμπεραγωγή θερμότητας & ψύξης	
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 1	
Θερμάνονος ικανότητα αναφοράς	Ανώτερη Θερμάνονος Ικανότητα (ΔΘΙ)	
Δείτε ρυθμίσεις	<input checked="" type="checkbox"/>	
Γλώσσα	Greek - Ελληνικά	
Εγχειρίδιο Χρήστη	English - Anglais	
Νόμισμα	Σύμβολο Ευρώ	
Μονάδες	Μονάδες μετρικού συστήματος	

Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας		Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων
Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Kerkira	
Δείτε δεδομένα	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 42. Εισαγωγή RETScreen συμπεραγωγής θερμότητας και ψύξης

Στην ακόλουθη καρτέλα (φορτίο και δίκτυο) με βάση τα τετραγωνικά της κατοικίας Α προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα :

$$3 \cdot 90 = 270, \text{ (3 : σταθερός συντελεστής)}$$

$$270 \cdot 180 = 48600 \text{ kcal}, \text{ (180 : σταθερός συντελεστής για καινούργιες κατοικίες)}$$

$$48600 / 3,12 = 15576,9231 \text{ kcal} = 16000 \text{ Watt} = 16 \text{ KW}, \text{ (3,12 : σταθερός συντελεστής)}$$

Η συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης όπως προέκυψε από τα παραπάνω είναι 16 KW.

Σχεδιασμός Φορτίου και Δικτύου RETScreen - Έργο συμπαραγωγής θερμότητας & ψύξης

Έργο παραγωγής θερμότητας	Μονάδα			
Σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης	Πολλαπλά κτίρια - θέρμανση χώρων		Συγκροτήματα κτιρίων	
<i>Δείτε την τεχνική σημείωση για το σχεδιασμό του δικτύου θέρμανσης</i>			1	2
Θερμανόμενη επιφάνεια δαπέδου ανά κτιριακό συγκρότημα	m ²	90	90	
Αριθμός κτιρίων στο κτιριακό συγκρότημα	κτίριο	5	5	
Τύπος Καυσίμου			Ηλεκτρική	
Εποχιακή απόδοση	%	-	ενέργεια	
Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης			50%	
Φορτίο θέρμανσης για συγκροτήματα κτιρίων	W/m ²	-	183,3	
Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	%	50%		
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	MWh	42	42	
Συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	16	16	
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		-	MWh	
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια		-	85	
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		-	€/kWh	
Τιμή Καυσίμου		-	0,100	
Κόστος καυσίμου	€	8.467	€	8.467
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης				
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	60%	60%	
Καθαρή αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	7	7	
Καθαρή ζήτηση θέρμανσης	MWh	17	17	

Εικόνα 43. Έργο παραγωγής θερμότητας κατοικίας A

Για το έργο ψύξης εργαζόμαστε με τον ίδιο τρόπο, με το έργο παραγωγής θερμότητας με την μόνη διαφορά ότι η ψύξη αναξέρητου καιρού ανέρχεται στο 30%. Επομένως προκύπτει ότι η συνολική ζήτηση ψύξης είναι 66 MWh.

Έργο ψύξης	Μονάδα			
Σύστημα ψύξης βασικής περίπτωσης	Πολλαπλά κτίρια - ψύξη χώρων		Συγκροτήματα κτιρίων	
Δείτε την τεχνική σημείωση για το σχεδιασμό του δικτύου ψύξης			1	2
Ψυχόμενη επιφάνεια δαπέδου ανά συγκρότημα κτιρίων	m ²	90	90	
Αριθμός κτιρίων στο κτιριακό συγκρότημα	κτίριο	5	5	
Τύπος Καυσίμου			Ηλεκτρική ενέργεια	
Συντελεστής επίδοσης - εποχιακός		-	0,50	
Υπολογισμός φορτίου ψύξης				
Φορτίο ψύξης για συγκρότημα κτιρίου	W/m ²	-	183,3	
Ψύξη ανεξάρτητη καιρού	%	30%		
Συνολική ζήτηση ψύξης	MWh	66	66	
Συνολικό φορτίο αιχμής ψύξης	kW	16	16	
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		-	MWh	
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια		-	131	
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		-	€/kWh	
Τιμή Καυσίμου		-	0,100	
Κόστος καυσίμου	€	13.145	€	13.145
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης				
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	25,0%	25%	
Καθαρή αιχμή φορτίου ψύξης	kW	12	12	
Καθαρή ζήτηση ψύξης	MWh	49	49	

Εικόνα 44. Έργο ψύξης κατοικίας Α

Με βάση τα τετραγωνικά της κατοικίας Γ προκύπτουν αντίστοιχα τα εξής αποτελέσματα :

$3 \cdot 35 = 105$, (3 : σταθερός συντελεστής)

$105 \cdot 180 = 18900$ kcal , (180 : σταθερός συντελεστής για καινούργιες κατοικίες)

$18900 / 3,12 = 6057,6923$ kcal = 6000 Watt = 6 KW , (3.12 : σταθερός συντελεστής)

Η συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης όπως προέκυψε από τα παραπάνω είναι 6 KW.

Στις Εικόνες 45,46 φαίνεται η εφαρμογή του προγράμματος στην κατοικία Γ.

Σχεδιασμός Φορτίου και Δικτύου RETScreen - Έργο συμπαραγωγής θερμότητας & ψύξης

Έργο παραγωγής θερμότητας		Μονάδα		Συγκροτήματα κτιρίων	
Σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης		Πολλαπλά κτίρια - θέρμανση χώρων			
Δείτε την τεχνική σημείωση για το σχεδιασμό του δικτύου θέρμανσης					
Θερμανόμενη επιφάνεια δαπέδου ανά κτιριακό συγκρότημα	m ²	35		1	2
Αριθμός κτιρίων στο κτιριακό συγκρότημα	κτίριο	48			
Τύπος Καυσίμου				Ηλεκτρική ενέργεια	
Εποχιακή απόδοση	%	-		50%	
Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης					
Φορτίο θέρμανσης για συγκροτήματα κτιρίων	W/m ²	-		183,3	
Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	%	50%			
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	MWh	16		16	
Συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	6		6	
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		-		MWh	
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια		-		33	
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		-		€/kWh	
Τιμή Καυσίμου		-		0,100	
Κόστος καυσίμου	€	3.293		€	3.293
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης					
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	60%		60%	
Καθαρή αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	3		3	
Καθαρή ζήτηση θέρμανσης	MWh	7		7	

Εικόνα 45. Έργο παραγωγής θερμότητας κατοικίας Γ

Για το έργο ψύξης εργαζόμαστε με τον ίδιο τρόπο, με το έργο παραγωγής θερμότητας με την μόνη διαφορά ότι η ψύξη αναξέρτητου καιρού ανέρχεται στο 30%. Επομένως προκύπτει ότι η συνολική ζήτηση ψύξης είναι 26 MWh.

Έργο ψύξης		Μονάδα		Συγκροτήματα κτιρίων	
Σύστημα ψύξης βασικής περίπτωσης		Πολλαπλά κτίρια - ψύξη χώρων			
Δείτε την τεχνική σημείωση για το σχεδιασμό του δικτύου ψύξης					
Ψυχόμενη επιφάνεια δαπέδου ανά συγκρότημα κτιρίων	m ²	35		1	2
Αριθμός κτιρίων στο κτιριακό συγκρότημα	κτίριο	48			
Τύπος Καυσίμου				Ηλεκτρική ενέργεια	
Συντελεστής επίδοσης - εποχιακός		-		0,50	
Υπολογισμός φορτίου ψύξης					
Φορτίο ψύξης για συγκρότημα κτιρίου	W/m ²	-		183,3	
Ψύξη ανεξάρτητη καιρού	%	30%			
Συνολική ζήτηση ψύξης	MWh	26		26	
Συνολικό φορτίο αιχμής ψύξης	kW	6		6	
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		-		MWh	
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια		-		51	
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		-		€/kWh	
Τιμή Καυσίμου		-		0,100	
Κόστος καυσίμου	€	5.112		€	5.112
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης					
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	25,0%		25%	
Καθαρή αιχμή φορτίου ψύξης	kW	5		5	
Καθαρή ζήτηση ψύξης	MWh	19		19	

Εικόνα 46. Έργο ψύξης κατοικίας Γ

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας ήταν η εύρεση και η ανάλυση κατάλληλων μεθόδων βιοκλιματικού σχεδιασμού, τηρώντας τις προδιαγραφές – κανονισμούς του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.). Εν συνεχεία μελετήθηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του συμβατικού τρόπου κατασκευής κατοικιών και συγκρήθηκαν με αυτά του βιοκλιματικού τρόπου σχεδιασμού. Συγκρίνοντας τον βιοκλιματικό τρόπο δόμησης με αυτόν του συμβατικού, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι μία συμβατική κατοικία μπορεί να είναι πιο οικονομική από μία βιοκλιματική αλλά δεν επιτυγχάνεται απόσβεση χρημάτων. Επιπλέον, μία κατοικία που είναι σχεδιασμένη βιοκλιματικά, είναι οικολογική και φιλική προς το περιβάλλον διότι για την παραγωγή την απαραίτητης ενέργειας χρήσης, χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά πάνελ, αντλίες θερμότητας, ενδοδαπέδια θέρμανση, φυτεμένο δώμα).

Μας ζητήθηκε, η ενεργειακή – βιοκλιματική επέμβαση σε υπάρχουσες κατοικίες στον Άγιο Γόρδιο Κέρκυρας. Κρίναμε απαραίτητο να επέμβουμε στην εξωτερική θερμομόνωση των κατοικιών, στην μόνωση του δώματος ώστε να επιτευχθεί η φύτευση του με τα κατάλληλα είδη φυτών (παχύφυτα, αρωματικά) και στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ και αντλιών θερμότητας. Ο λόγος της τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πάνελ σε ορισμένες κατοικίες ήταν να γίνουν όσο το δυνατόν πιο ενεργειακά αυτόνομες. Όλες οι κατοικίες, φέρουν αντλία θερμότητας αέρα – νερού, ώστε να εξασφαλισθεί η πλήρης θέρμανση και ψύξη των χώρων χωρίς την κατανάλωση καυσίμου που θα ήταν επιβλαβές για το περιβάλλον.

Για όλες τις κατοικίες χρησιμοποιήθηκε το Καναδέζικο πρόγραμμα RETScreen. Εφαρμόζοντας το σε κάθε μια κατοικία ξεχωριστά, τοποθετώντας του τα κατάλληλα νούμερα και τα τετραγωνικά των κατοικιών, μας απέδωσε το είδος και τις διαστάσεις των φωτοβολταϊκών πάνελ, το έργο παραγωγής θερμότητας και ψύξης των αντλιών θερμότητας.

Τα συμπεράσματα από αυτή την διεργασία ήταν πολλαπλά. Αρχικά τα φωτοβολταϊκά πάνελ σε συνδιασμό με τις αντλίες θερμότητας, κάνουν την κατοικία ενεργειακά αυτόνομη. Ακόμη εξασφαλίζουν την μισθική εκπομπή ρύπων στο περιβάλλον και τέλος, κάνουν απόσβεση χρημάτων παρά το ακριβό κόστος παραγωγής τους.

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Το ηλιακό σπίτι του Σωκράτη	1
Εικόνα 2. Κλιματικός χάρτης Κέρκυρας, ολική ηλιακή ενέργεια	3
Εικόνα 3. Εσωτερική διάταξη χώρων κατοικίας	5
Εικόνα 4. Κίνηση του αέρα με φύτευση αειθαλών δέντρων	5
Εικόνα 5. Φυσικός αερισμός	7
Εικόνα 6. Αρχή λειτουργίας παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους	11
Εικόνα 7. Τοίχος Trombe – Michelle.....	14
Εικόνα 8. Λειτουργία τοίχου Trombe - Michelle	14
Εικόνα 9. Θερμοσιφωνικό πάνελ εκτός του κτιριακού περιβλήματος.....	18
Εικόνα 10. Σκίαση κτιρίου με φυτά.....	20
Εικόνα 11. Σκιασμός νοτίου εδάφους με πέργκολα	20
Εικόνα 12. Φυσικός αερισμός κτιρίου	23
Εικόνα 13. Αρχή λειτουργίας φυσικού αερισμού.....	24
Εικόνα 14. Φυτεμένο δώμα με ασφαλτόπανο	26
Εικόνα 15. Φυτεμένο δώμα - Θερμοϋγρομόνωση.....	26
Εικόνα 16. Χωροθέτηση λειτουργιών στον αστικό ιστό, ανάλογα με την κύρια διεύθυνση ανέμου	29
Εικόνα 17. Φωτοβολταϊκό πάνελ.....	33
Εικόνα 18. Ανακλαστικά ράφια: α) εξωτερικά, β) εκατέρωθεν του ανοίγματος	37
Εικόνα 19. Αντλία θερμότητας	38
Εικόνα 20. Ψυκτικός κύκλος.....	39
Εικόνα 21. Αντλία θερμότητας αέρος / αέρος.....	40
Εικόνα 22. Αντλία θερμότητας αέρος / νερού.....	40
Εικόνα 23. Αντλίες θερμότητας νερού / νερού	41
Εικόνα 24. Ροή ενέργειας σε μια αντλία θερμότητας.....	41
Εικόνα 25. Αντλία θερμότητας για οικιακή χρήση.....	43
Εικόνα 26. Κάτοψη 1	47
Εικόνα 27. Κάτοψη 2.....	48
Εικόνα 28. Κάτοψη Ισογείου Κατοικίας 3	49
Εικόνα 29. Κάτοψη Ορόφου Κατοικίας 3	50
Εικόνα 30. Τυπική διατομή της εξωτερικής θερμομόνωσης που επιλέχθηκε.....	54
Εικόνα 31. Περιγραφή εξαρτημάτων.....	56
Εικόνα 32. Άποψη κτιρίου με εξωτερικές περσίδες σκίασης.....	56
Εικόνα 33. Εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό σύστημα σε φυτεμένο δώμα.....	58
Εικόνα 34. Παχύφυτα (κάκτος, αγαύη)	59
Εικόνα 35. Αρωματικά (λεβάντα, θυμάρι).....	59
Εικόνα 36. Κατανομή της ηλιακής ενέργειας	61
Εικόνα 37. Εισαγωγή RETScreen συμπαραγωγής ψύξης, θερμότητας και ηλεκτρισμού	71
Εικόνα 38. Κλιματολογικά δεδομένα.....	72

Εικόνα 39. Έργο παραγωγής θερμότητας κατοικίας Β	73
Εικόνα 40. Έργο ψύξης κατοικίας Β	74
Εικόνα 41. Χαρακτηριστικά φορτίου βασικής περίπτωσης	74
Εικόνα 42. Εισαγωγή RETScreen συμπεραγωγής θερμότητας και ψύξης	75
Εικόνα 43. Έργο παραγωγής θερμότητας κατοικίας Α	76
Εικόνα 44. Έργο ψύξης κατοικίας Α	77
Εικόνα 45. Έργο παραγωγής θερμότητας κατοικίας Γ	78
Εικόνα 46. Έργο ψύξης κατοικίας Γ	78
Εικόνα 47. Τοπογραφικό διάγραμμα	87
Εικόνα 48. Κάτοψη υπογείου	88
Εικόνα 49. Κάτοψη ισογείου	89
Εικόνα 50. Κάτοψη δώματος	90
Εικόνα 51. Όψη Α	91
Εικόνα 52. Όψη Β	91
Εικόνα 53. Όψη Γ	92
Εικόνα 54. Όψη Δ	92
Εικόνα 55. Τομή Α-Α'	93
Εικόνα 56. Τομή Β-Β'	94
Εικόνα 57. Τομή Γ-Γ'	95
Εικόνα 58. Κάτοψη υπογείου	96
Εικόνα 59. Κάτοψη ισογείου	97
Εικόνα 60. Κάτοψη δώματος	98
Εικόνα 61. Όψη Α	99
Εικόνα 62. Όψη Β	99
Εικόνα 63. Όψη Γ	100
Εικόνα 64. Όψη Δ	100
Εικόνα 65. Τομή Α-Α'	101
Εικόνα 66. Τομή Β-Β'	102
Εικόνα 67. Τομή Γ-Γ'	103
Εικόνα 68. Κάτοψη δώματος	104
Εικόνα 69. Κάτοψη ισογείου	105
Εικόνα 70. Κάτοψη ορόφου	106
Εικόνα 71. Κάτοψη δώματος	107
Εικόνα 72. Όψη Α	108
Εικόνα 73. Όψη Β	108
Εικόνα 74. Όψη Γ	109
Εικόνα 75. Όψη Δ	110
Εικόνα 76. Τομή Α-Α'	111
Εικόνα 77. Τομή Β-Β'	112
Εικόνα 78. Λεπτομέρια Πάνελ	113
Εικόνα 79. Λεπτομέρια τοιχοποιίας	114
Εικόνα 80. Λεπτομεριά μόνωσησ φυτεμένου δώματος	114

Εικόνα 81. Κάτοψη φυτεμένου δώματος..... 115

ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Διακύμανση της θερμοκρασίας στην Κέρκυρα.....	51
Διάγραμμα 2: Διακύμανση της υγρασίας στην Κέρκυρα.	51
Διάγραμμα 3: Διακύμανση της βροχόπτωσης στην Κέρκυρα.....	52
Διάγραμμα 4: Διακύμανση της έντασης του ανέμου στην Κέρκυρα.....	52

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Πίνακας ηλεκτρικών συσκευών και η κατανάλωση τους.....	67
Πίνακας 2: Συντελεστής θερμοπερατότητας.....	68
Πίνακας 3: Συντελεστής θερμοπερατότητας.....	69
Πίνακας 4: Υπολογισμός εμβαδού επιφάνειας.	70

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πηγές διαδικτύου:

Aluminco Aluminium Building Systems, <http://www.aluminco.com> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

B2Green Θέρμανση, <http://www.b2green.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Coolweb.gr, <http://coolweb.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Econews.gr, <http://www.econews.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Ασημακόπουλος ABEE Σύγχρονα Συστήματα Σκίασης, <http://www.assimakoroulos.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Εκπαιδευτικές Κοινότητες και Ιστολόγια, <http://blogs.sch.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας Πανεπιστημίου Πατρών, <http://www.atmosphere-upatras.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Ζαφειράκης Ιωάννης και Συνεργάτες, <http://www.gzafeirakis.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, <http://www.cres.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Σπύρος Σούλης The Home Issue, <http://spirossoulis.com> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας Τμήμα Ηπείρου, <http://www.teeepirus.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, <http://portal.tee.gr> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού της Κυπριακής Δημοκρατίας, <http://www.mcit.gov.cy> , (πρόσβαση 10 Απριλίου 2016)

Ελληνόγλωσση:

Κακαβάς Π., Λέμης Π., Τεχνολογία Δομικών Υλικών , εκδόσεις Ζήτη 2008

Αραβαντινός Α., Πολεοδομικός Σχεδιασμός, εκδόσεις Συμμετρία 2007

Γκρός Γ., Οπλισμένο Σκυρόδεμα και Ελληνικός Κανονισμός, εκδόσεις Συμμετρία 2004

Τσούλης Δ., Εισαγωγή στην τοπογραφία, εκδόσεις Ζήτη 2005

Τσίπηρας Κ., Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων, εκδόσεις Π-SYSTEMS 2000

Φραγκιαδάκης Ι., Φωτοβολταϊκά Συστήματα, εκδόσεις Ζήτη 2009

Σελλούντος Β., Θέρμανση – Κλιματισμός, εκδόσεις Σέλκα – 4M 2002

Ξενόγλωσση:

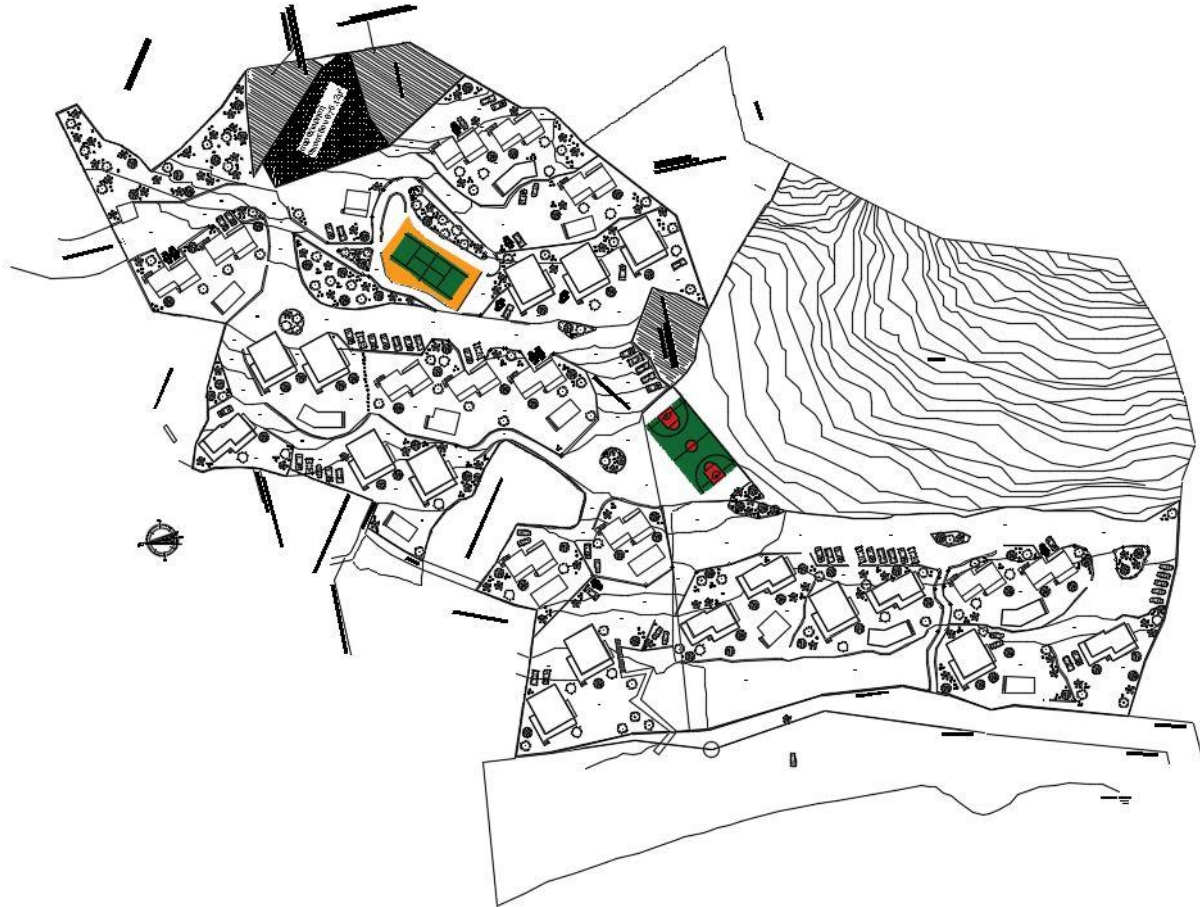
Bachmann H., Αντισεισμική Προστασία κατασκευών, εκδόσεις Γκιούρδας 2000

Johnson C., Πρακτικές Εφαρμογές Αντλιών Θερμότητας, εκδόσεις Ίων 2000

Neufert E., Οικοδομική και αρχιτεκτονική σύνθεση, εκδόσεις Γκιούρδας 2003

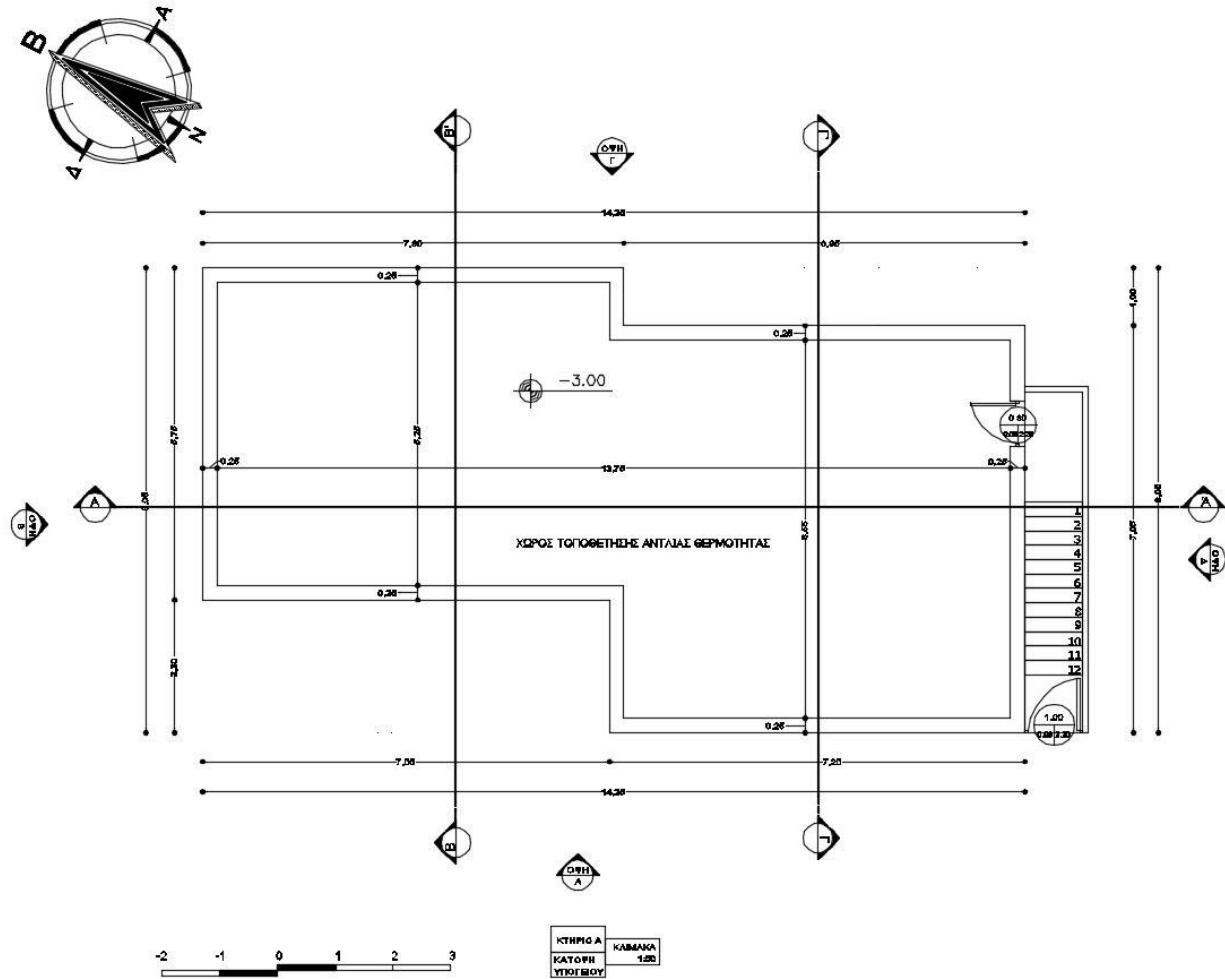
Schmitt H., Heene A., Κτιριακές Κατασκευές, εκδόσεις Γκιούρδας 1994

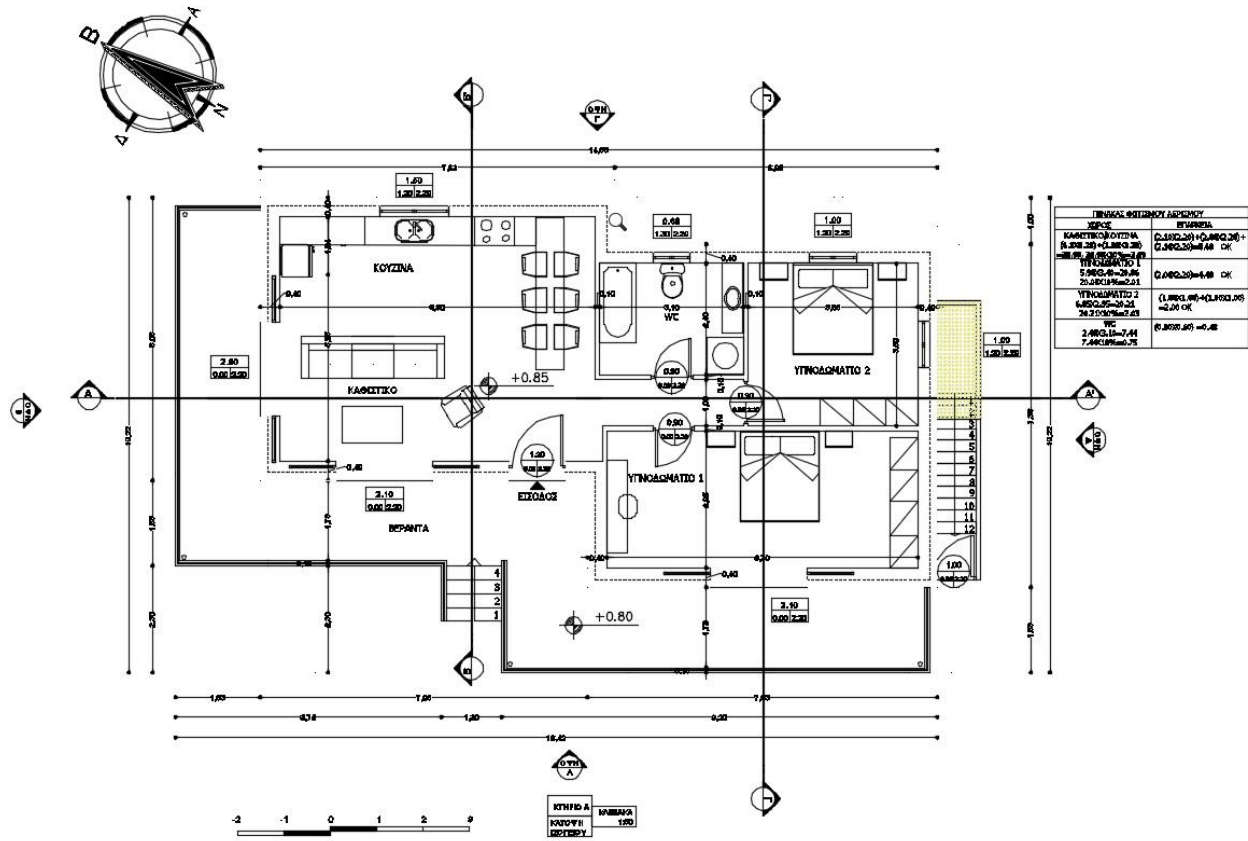
ΣΧΕΔΙΑ



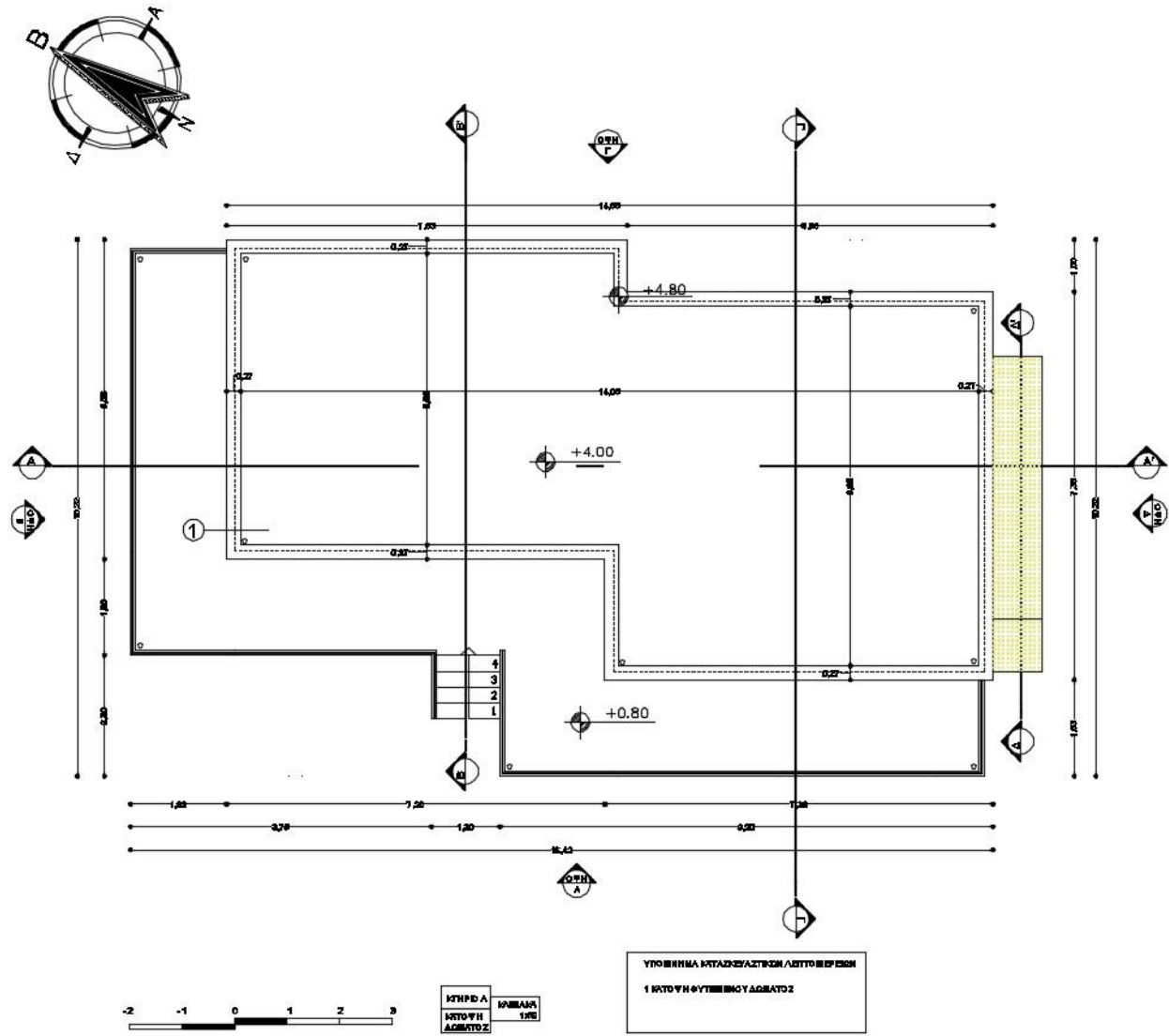
Εικόνα 47.Τοπογραφικό διάγραμμα

ΚΑΤΟΙΚΙΑ Α

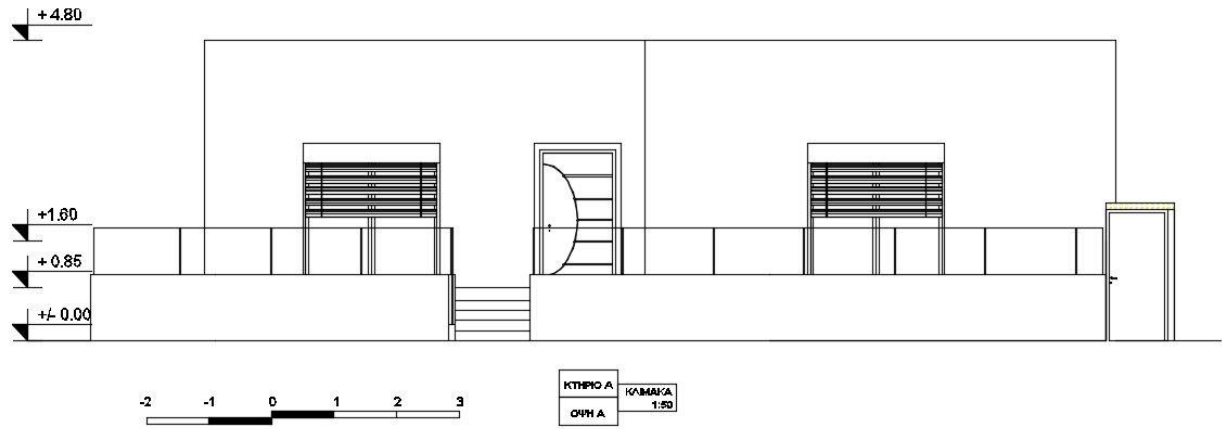




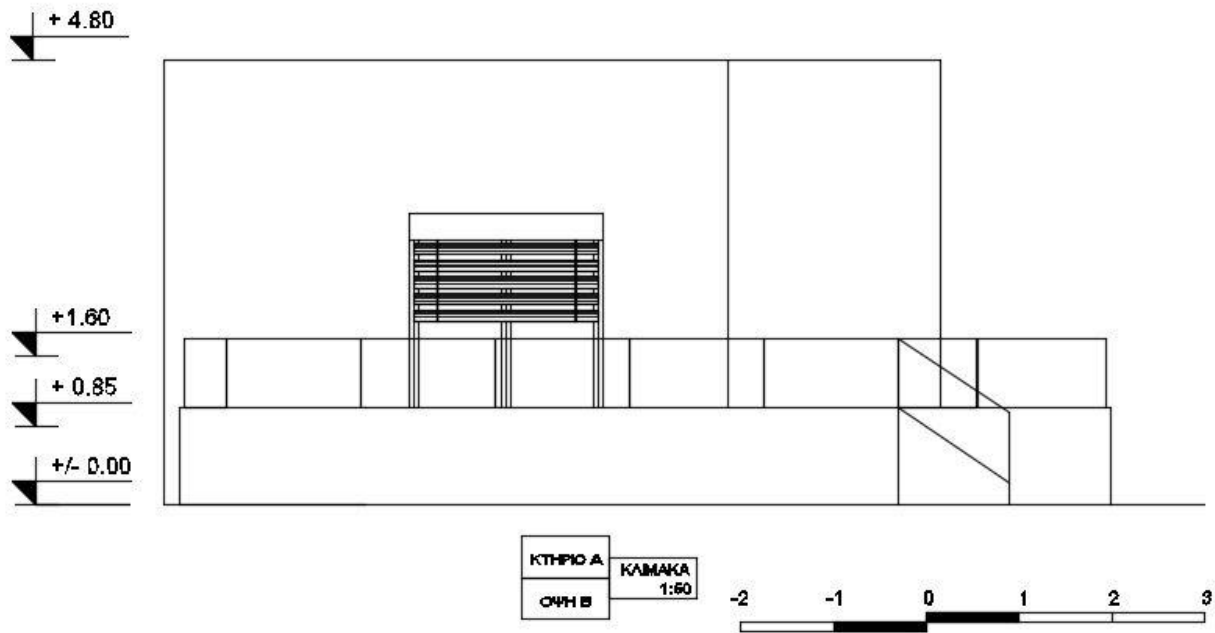
Εικόνα 49. Κάτοψη ισογείου



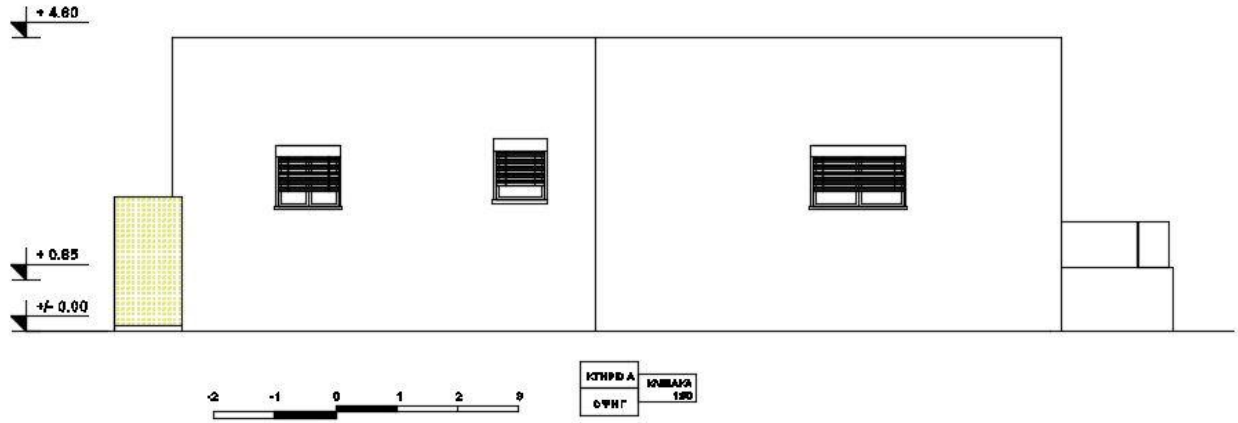
Εικόνα 50.Κάτοψη δώματος



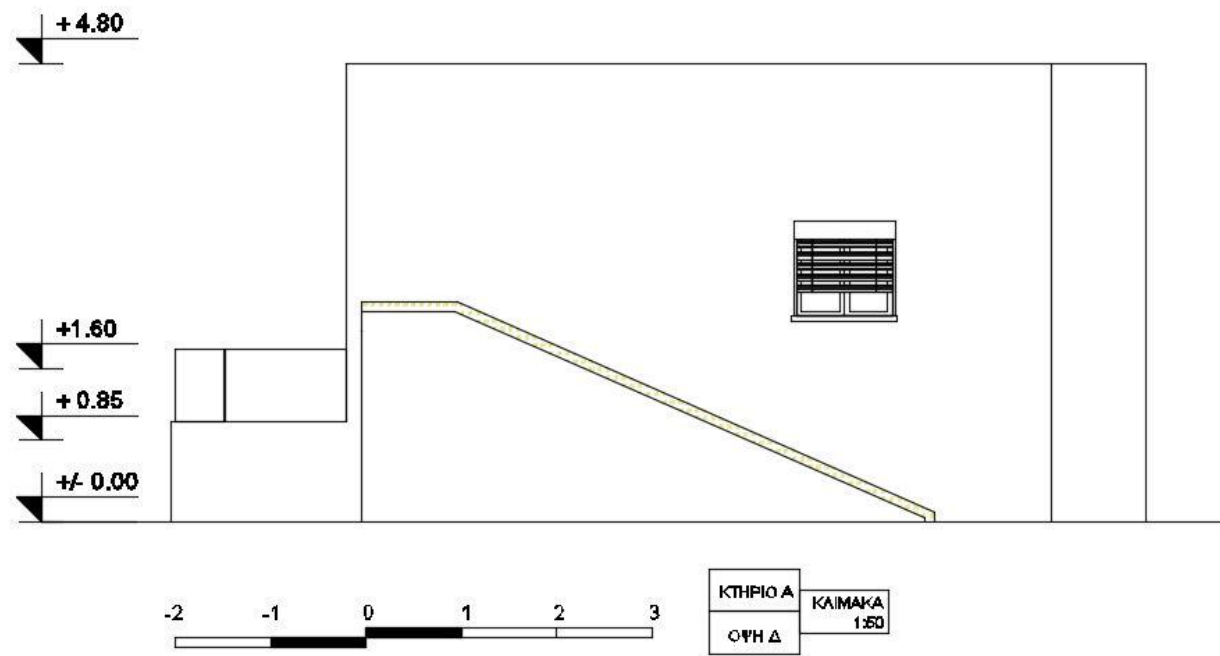
Εικόνα 51. Όψη Α



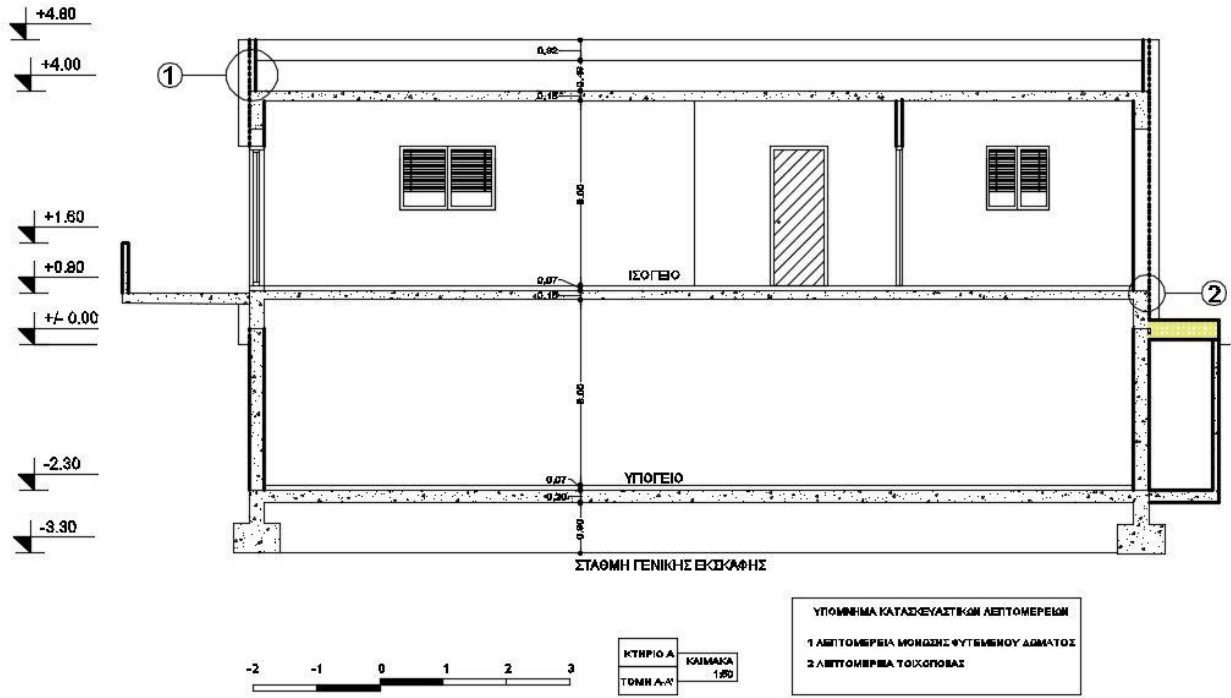
Εικόνα 52. Όψη Β



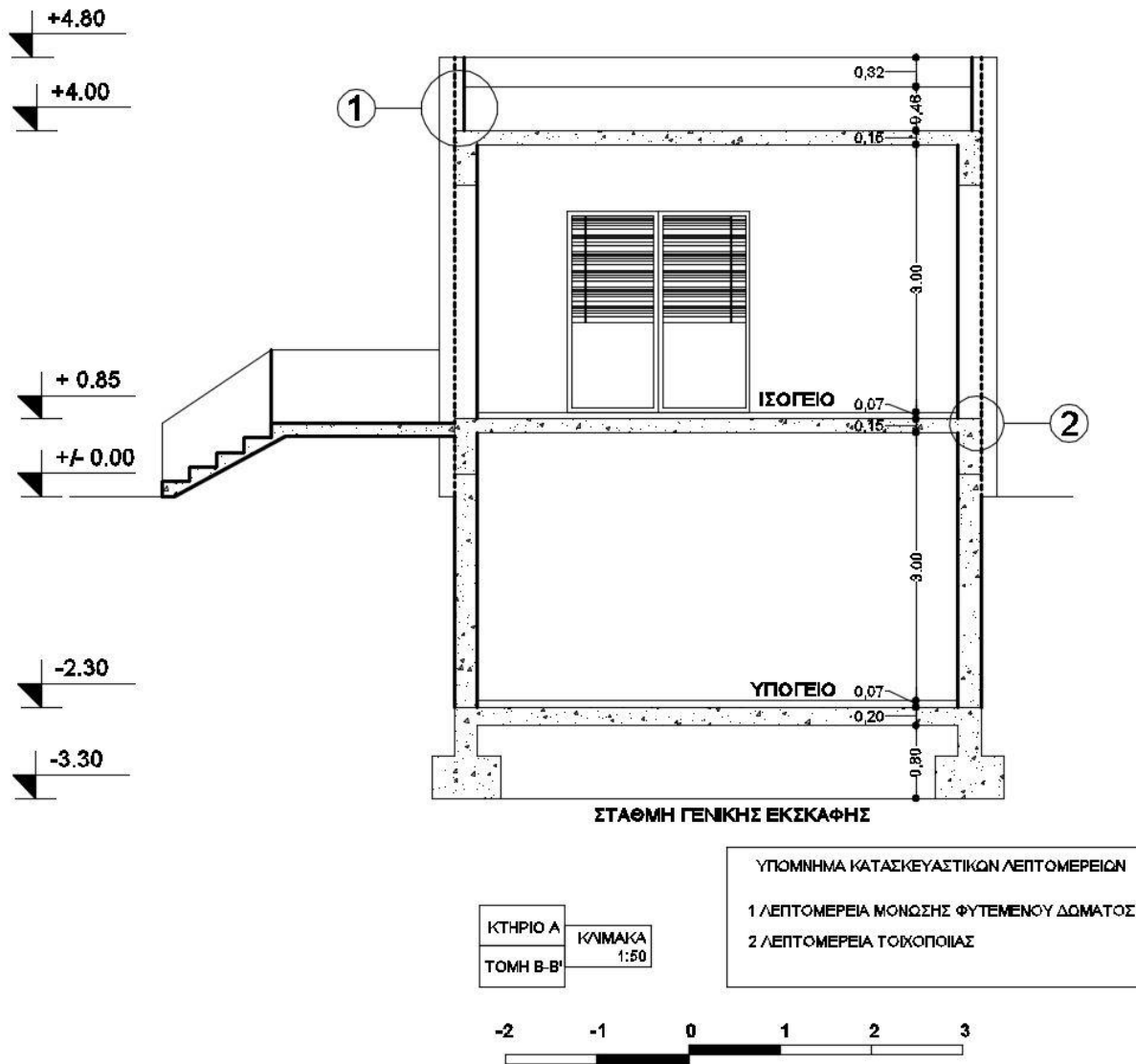
Εικόνα 53. Όψη Γ



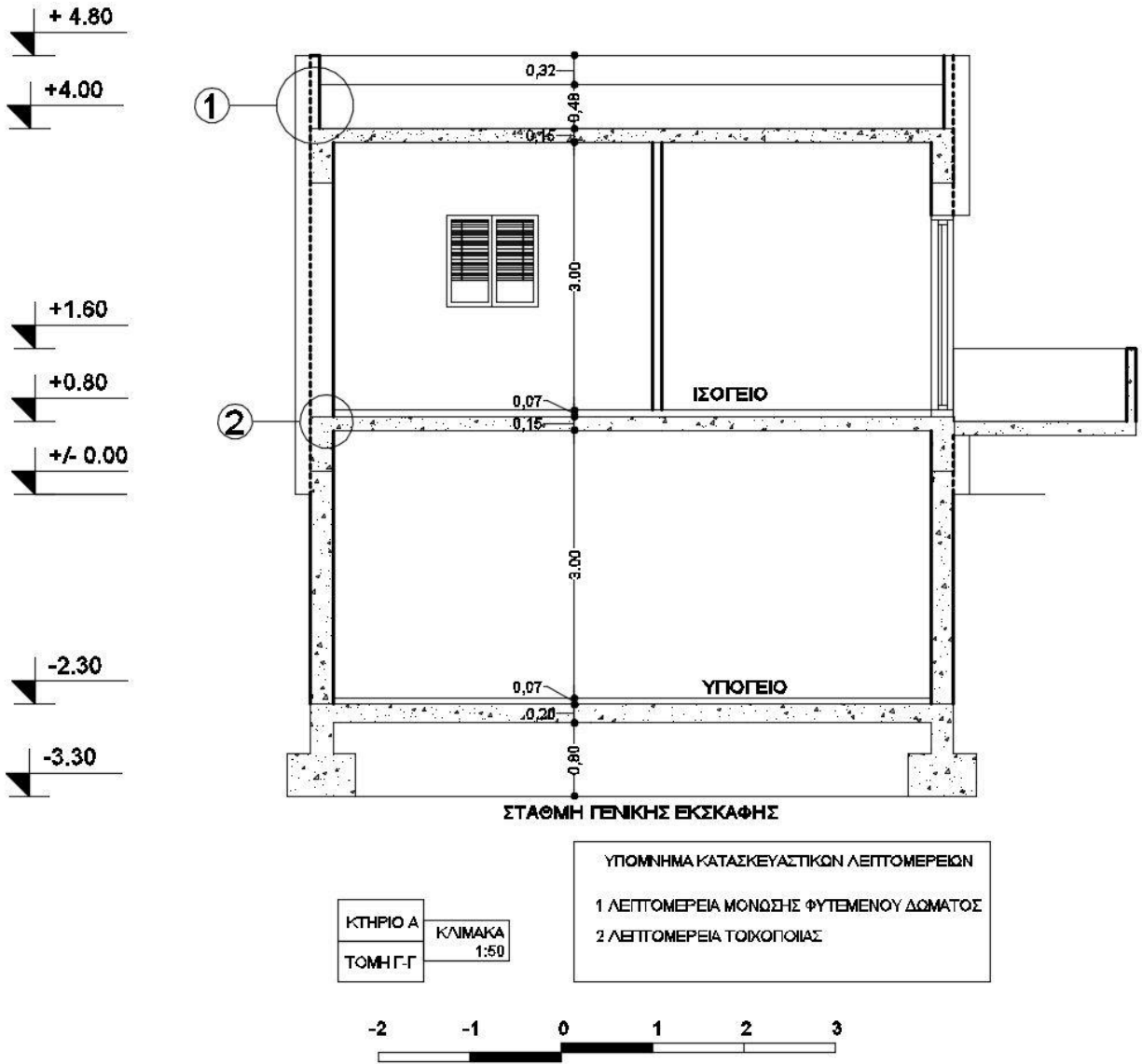
Εικόνα 54. Όψη Δ



Εικόνα 55.Τομή Α-Α'

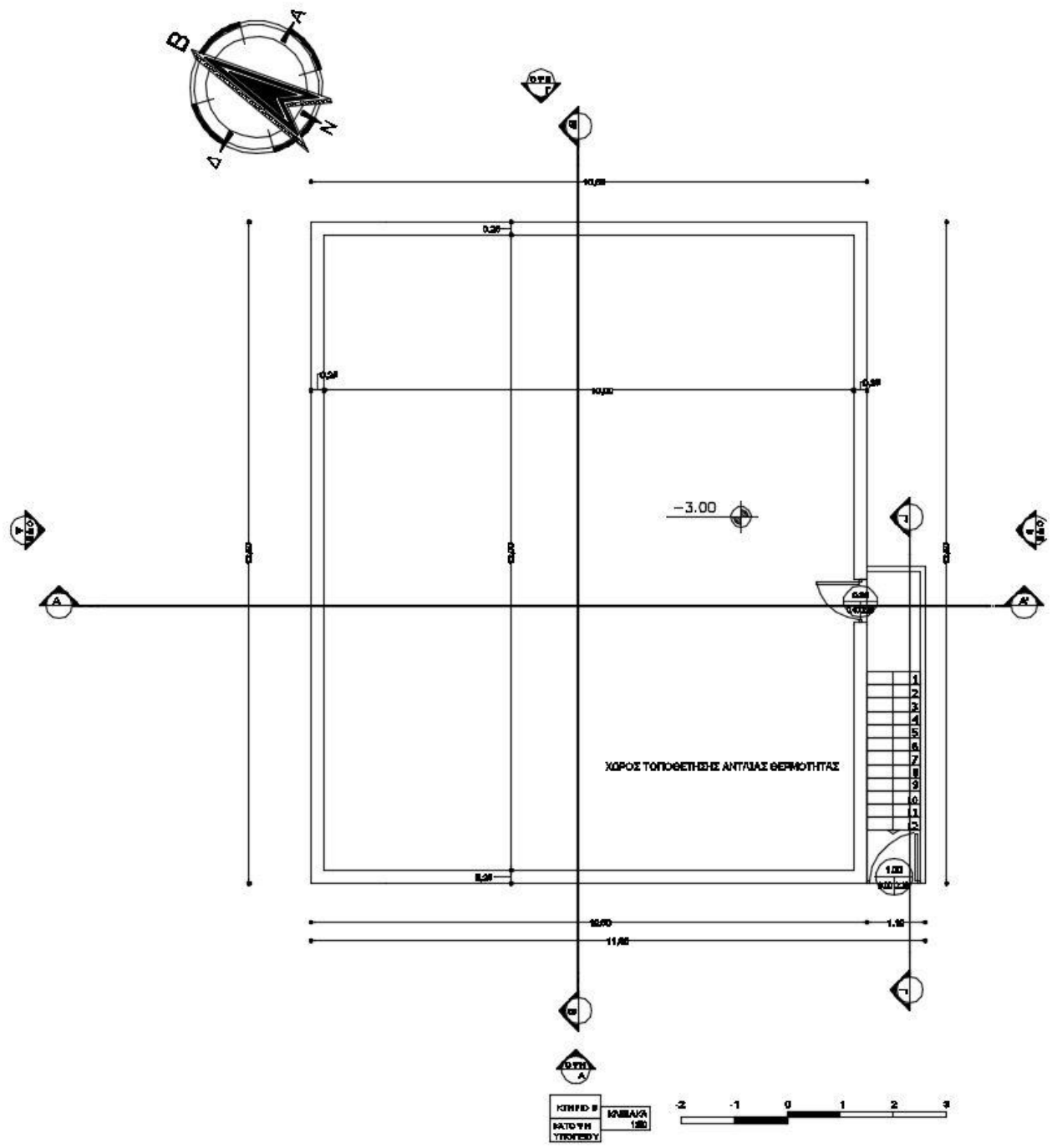


Εικόνα 56. Τομή Β-Β'

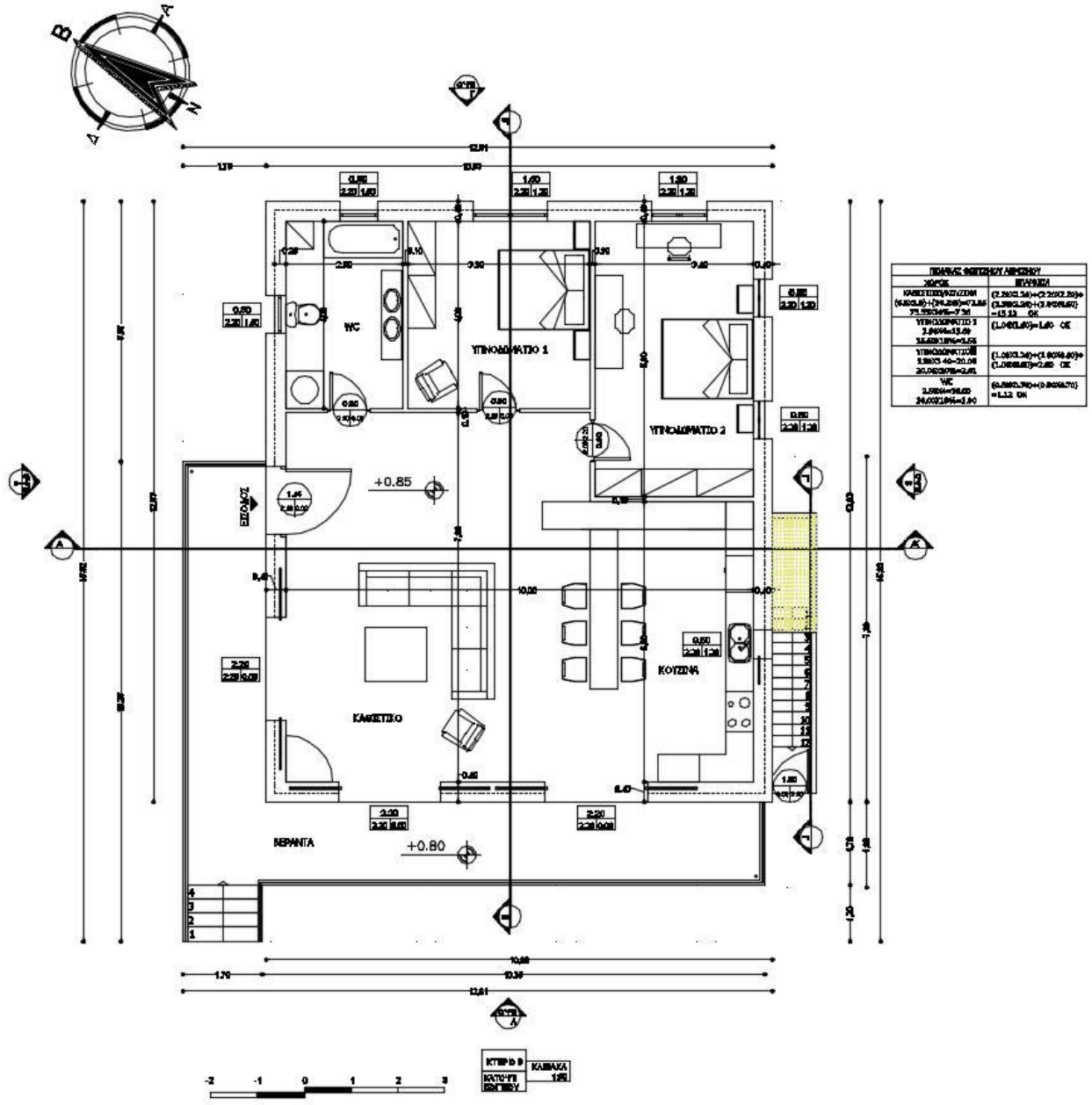


Εικόνα 57. Τομή Γ-Γ'

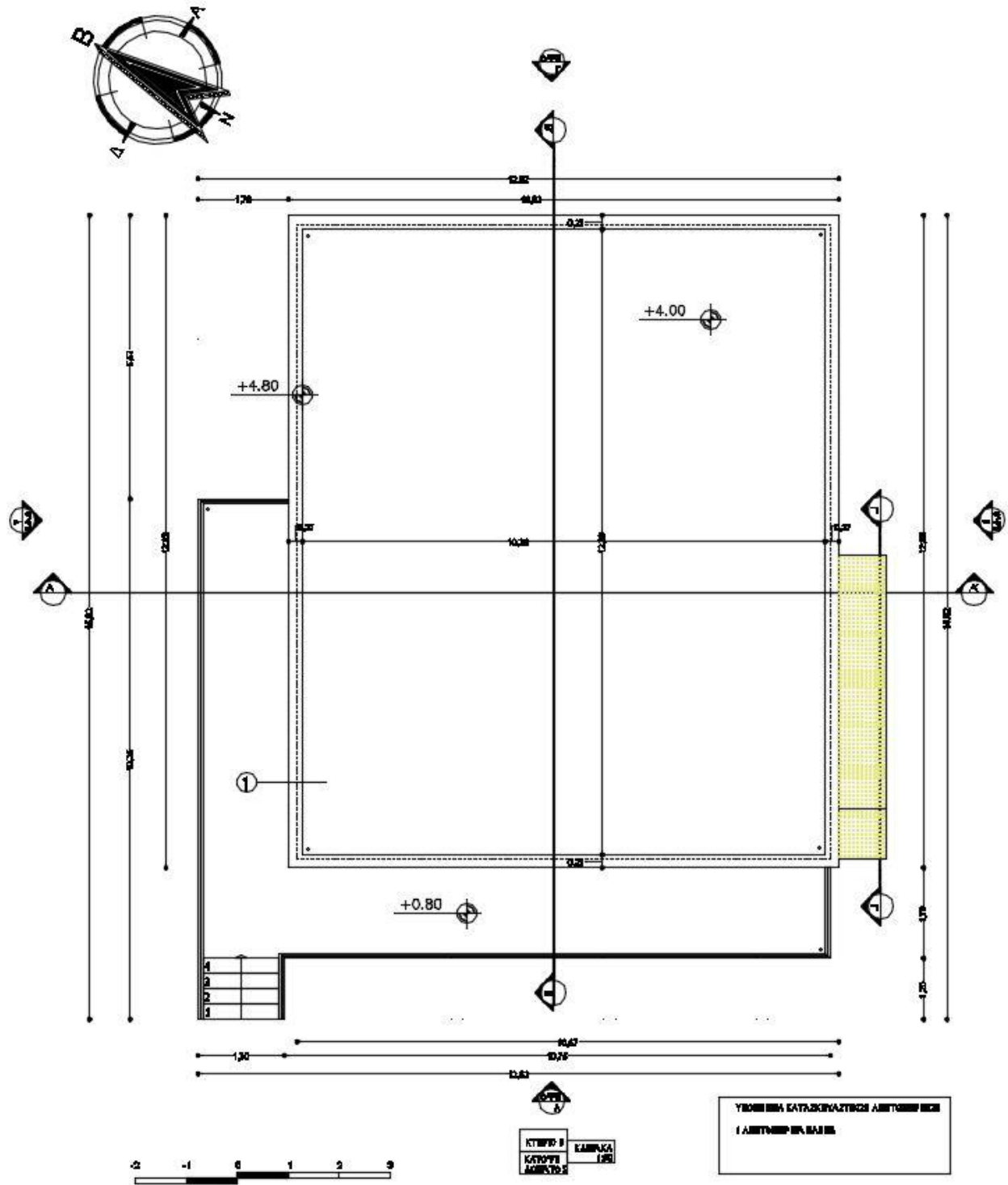
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Β



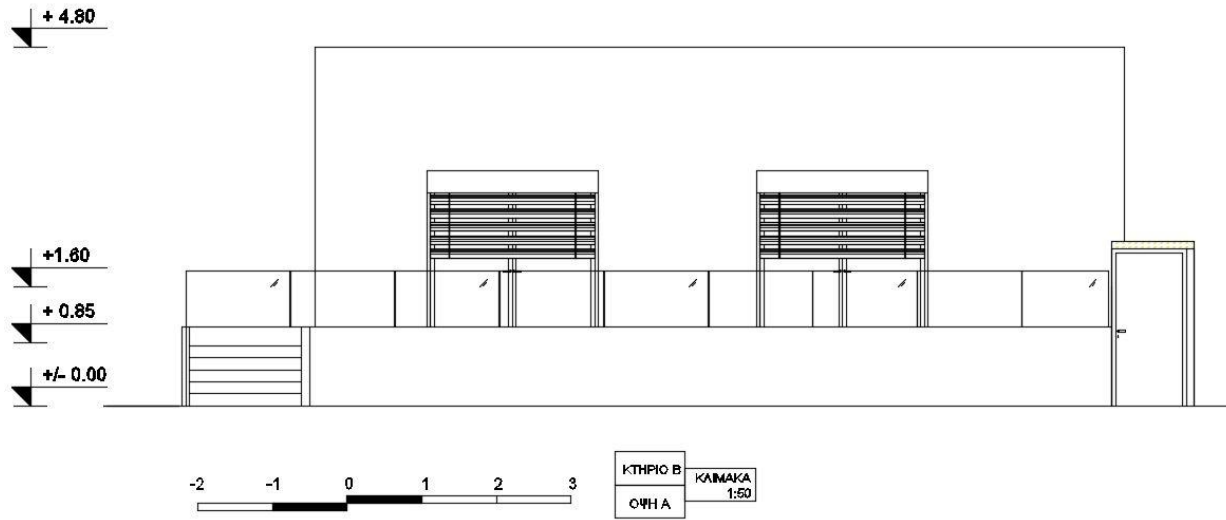
Εικόνα 58. Κάτοψη υπογείου



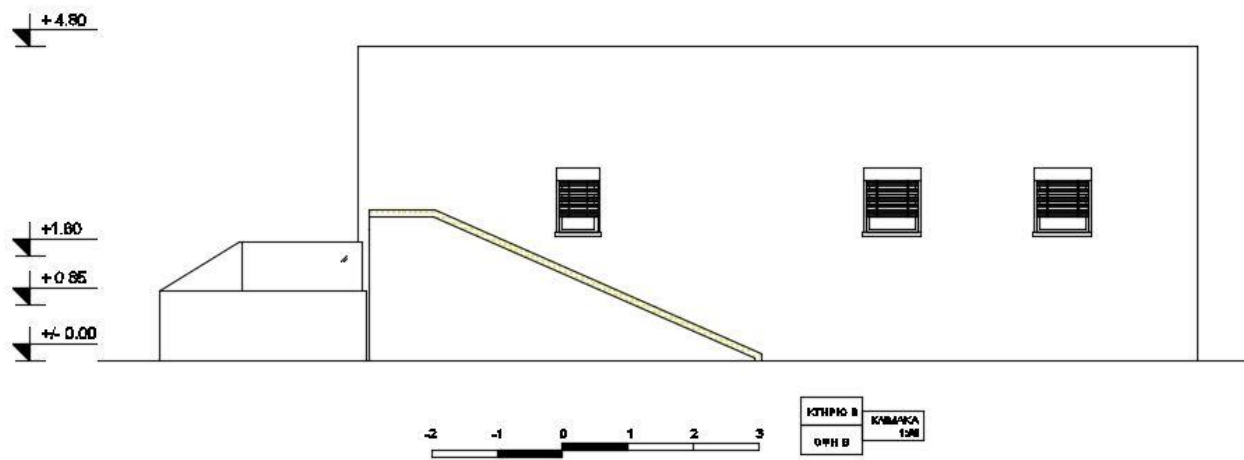
Εικόνα 59. Κάτοψη ισογείου



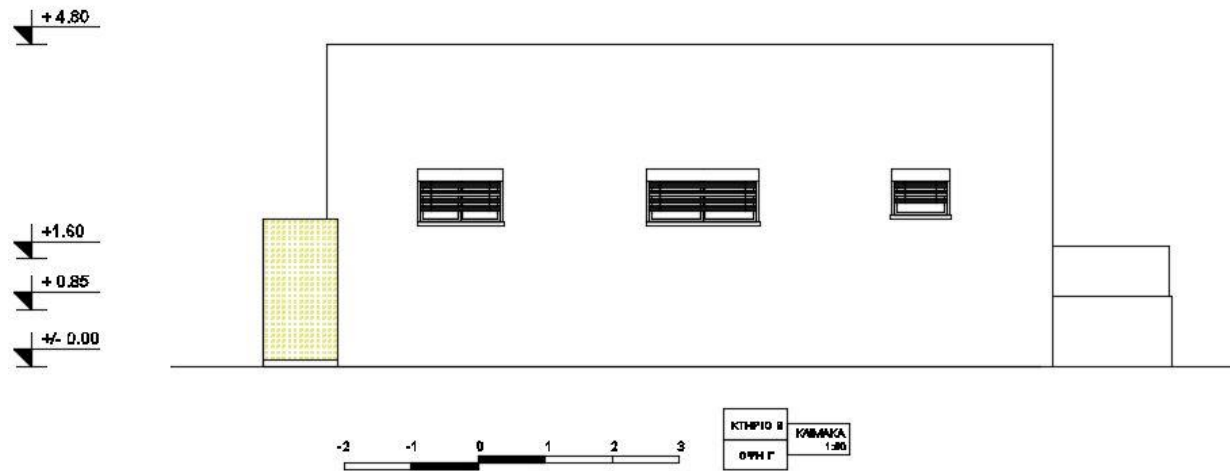
Εικόνα 60. Κάτοψη δώματος



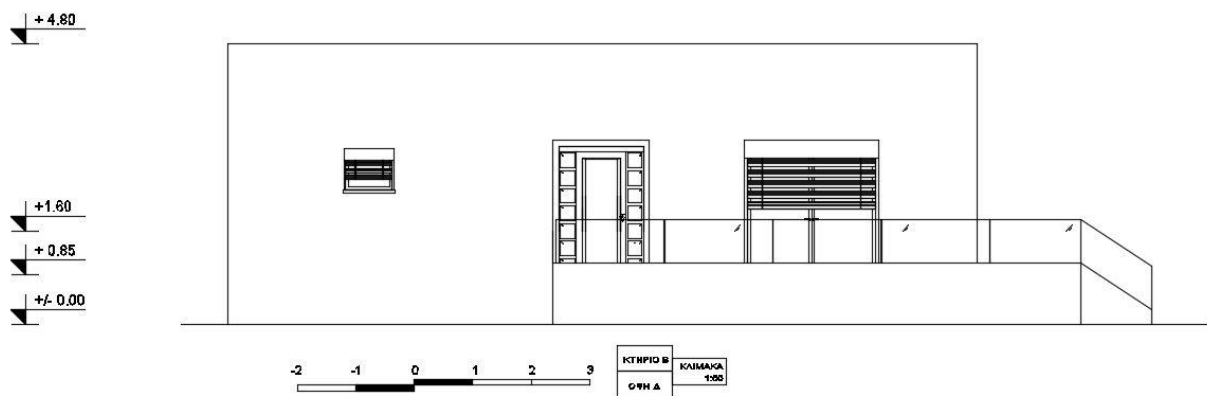
Εικόνα 61. Όψη Α



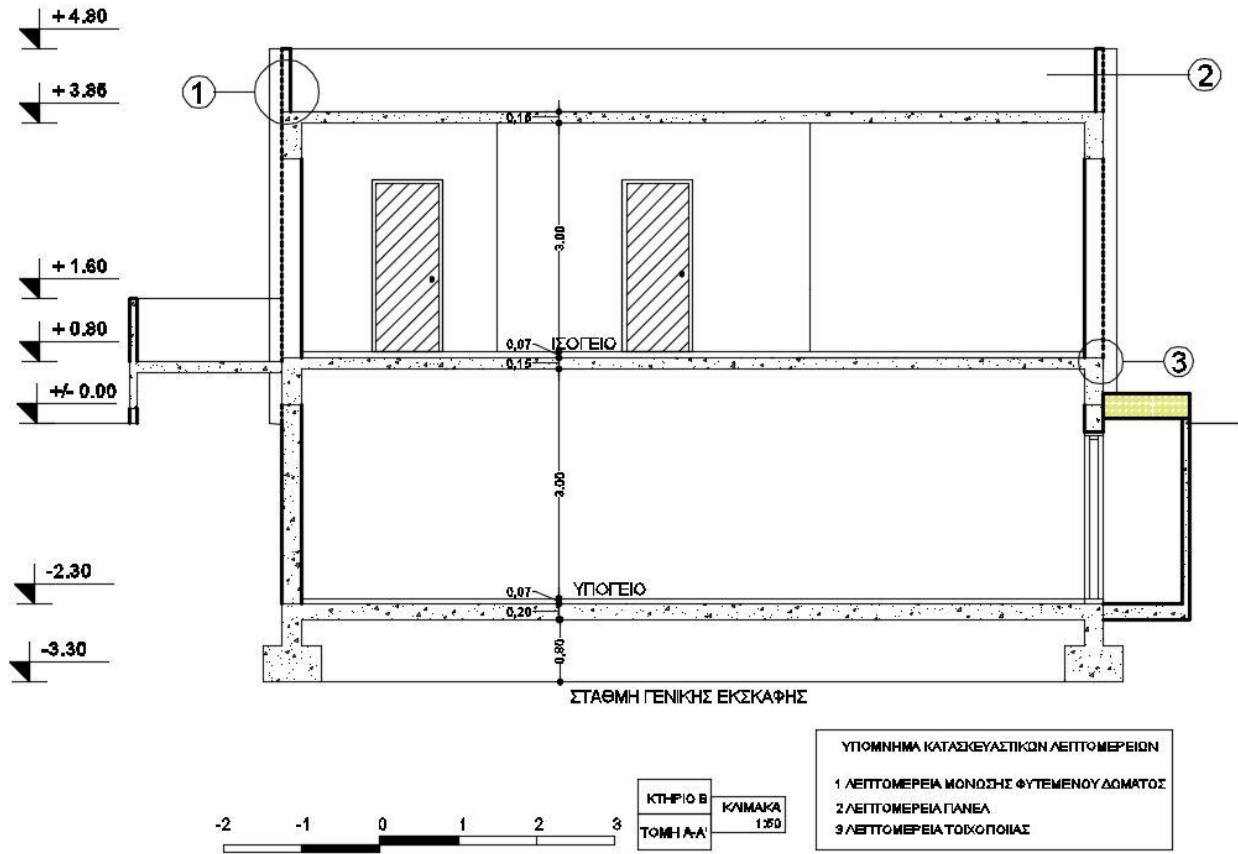
Εικόνα 62. Όψη Β



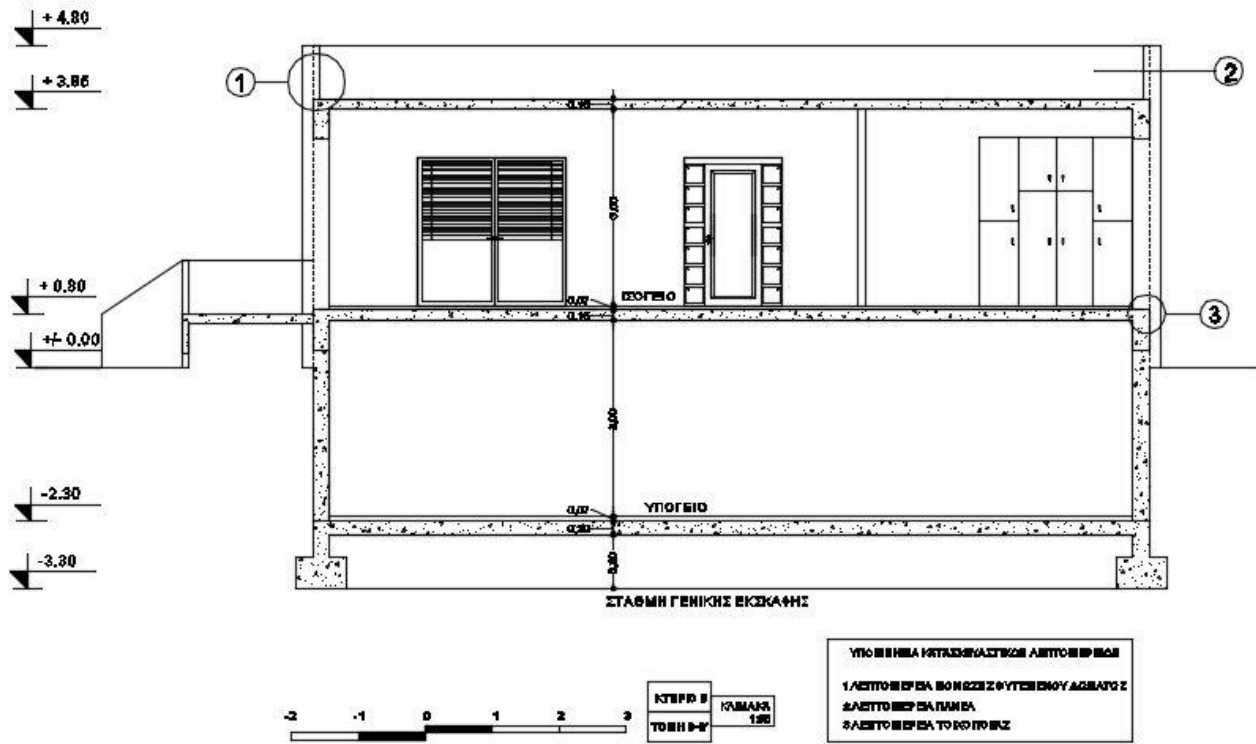
Εικόνα 63. Όψη Γ



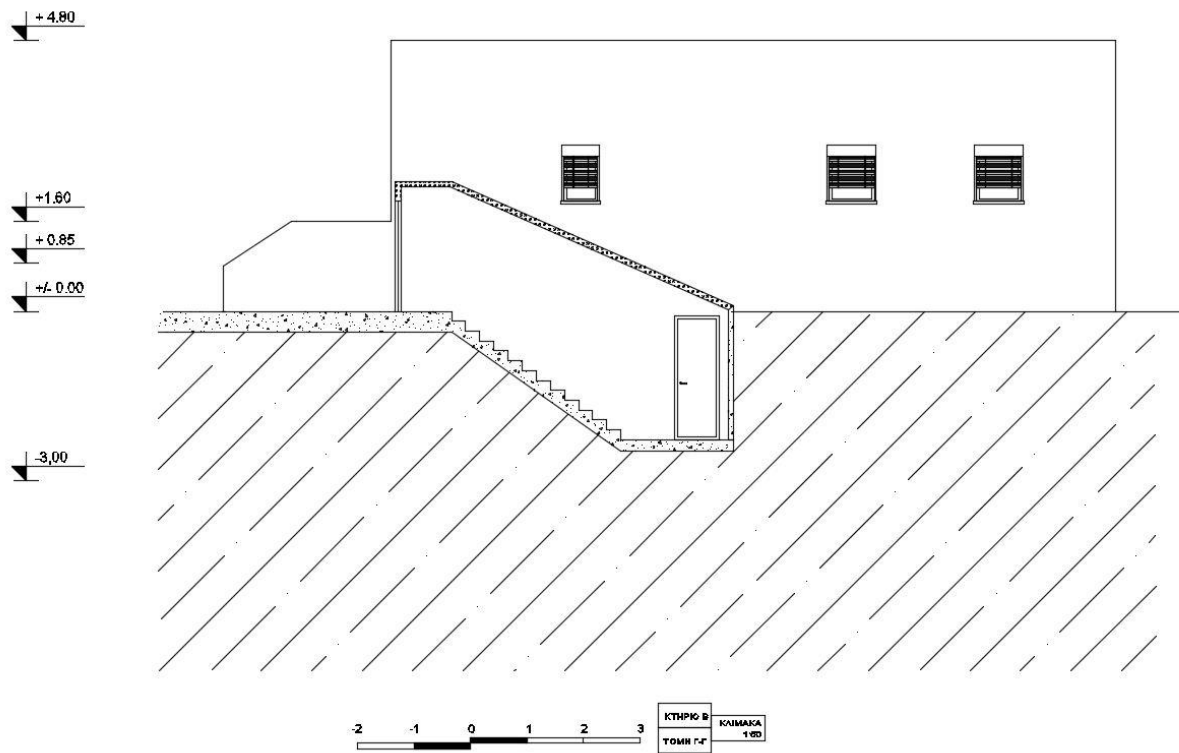
Εικόνα 64. Όψη Δ



Εικόνα 65. Τομή Α-Α'

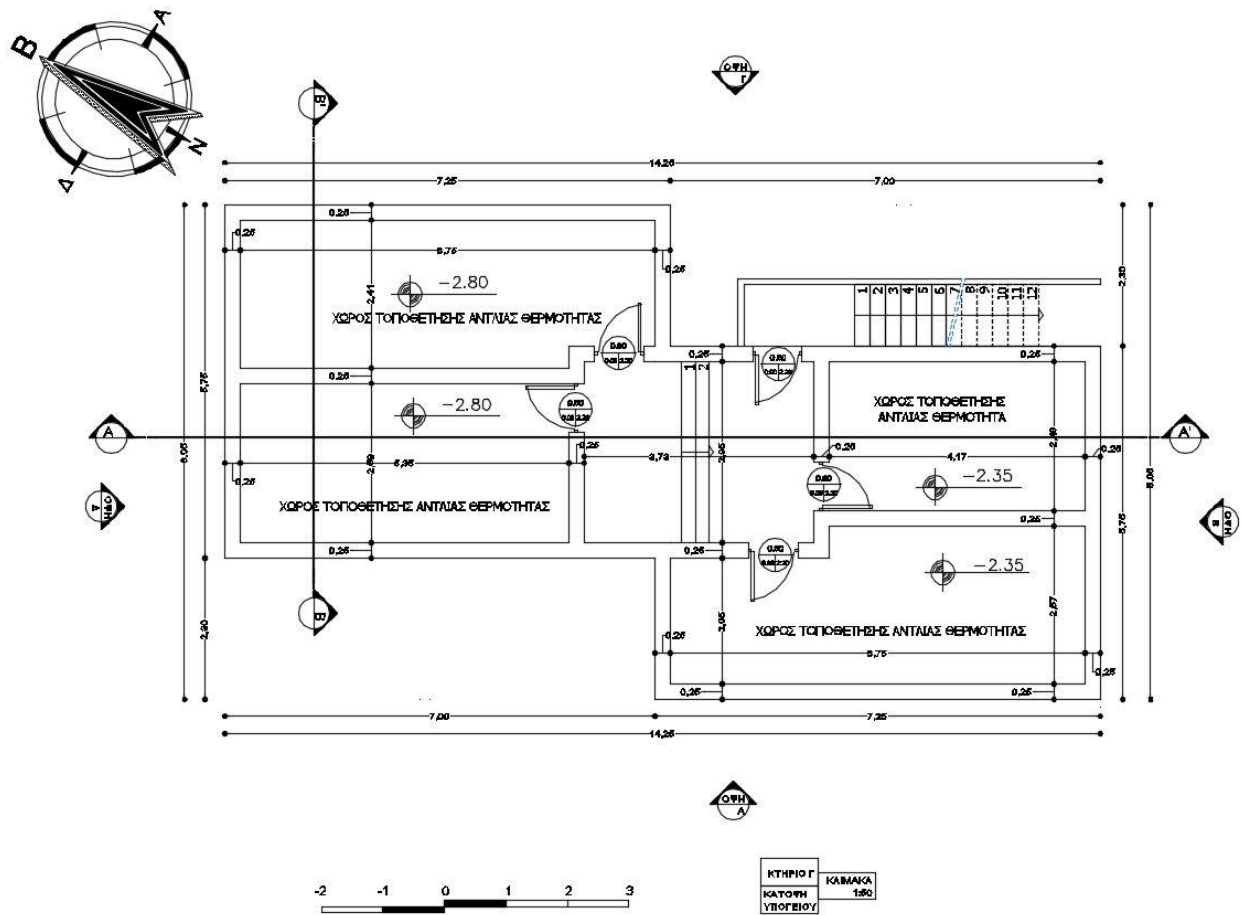


Εικόνα 66. Τομή Β-Β'

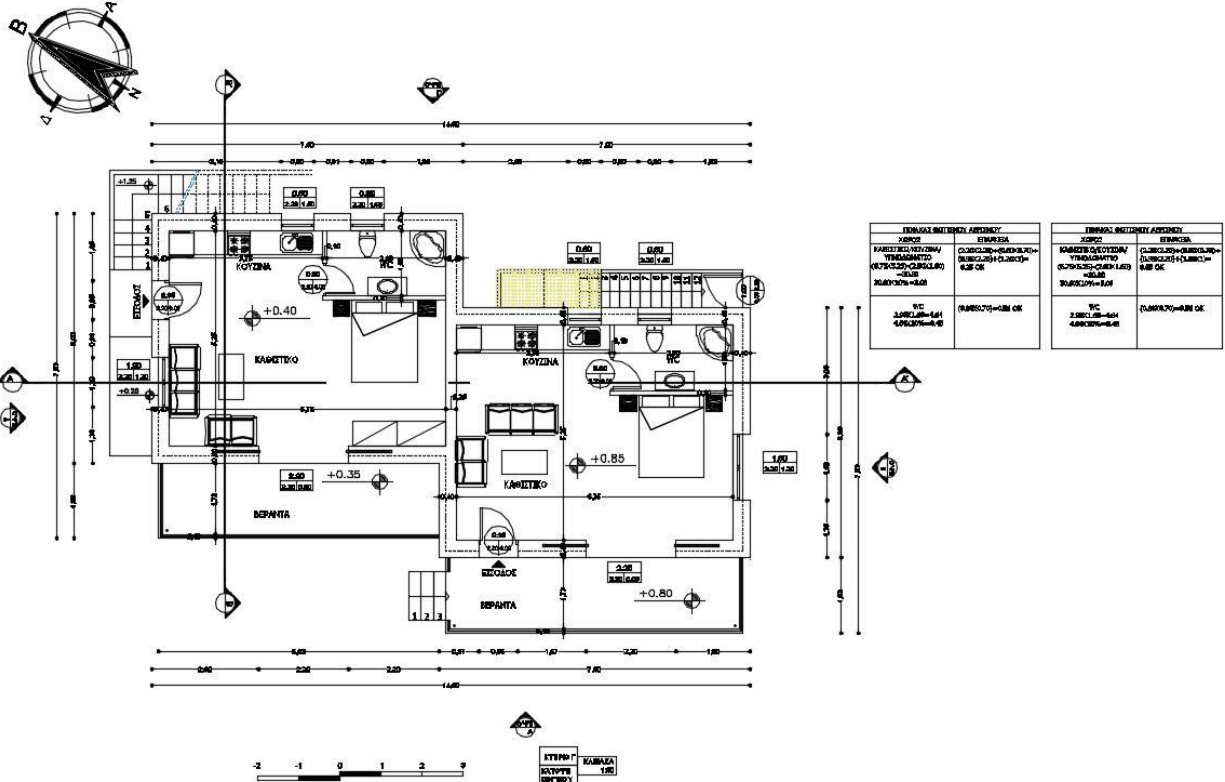


Εικόνα 67. Τομή Γ-Γ'

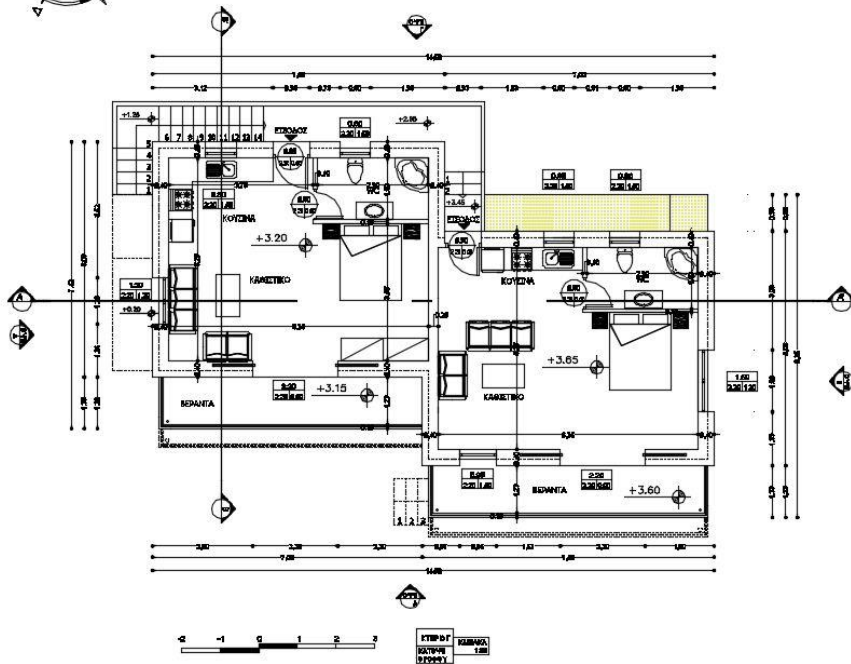
ΚΑΤΟΙΚΙΑ Γ



Εικόνα 68.Κάτοψη δώματος

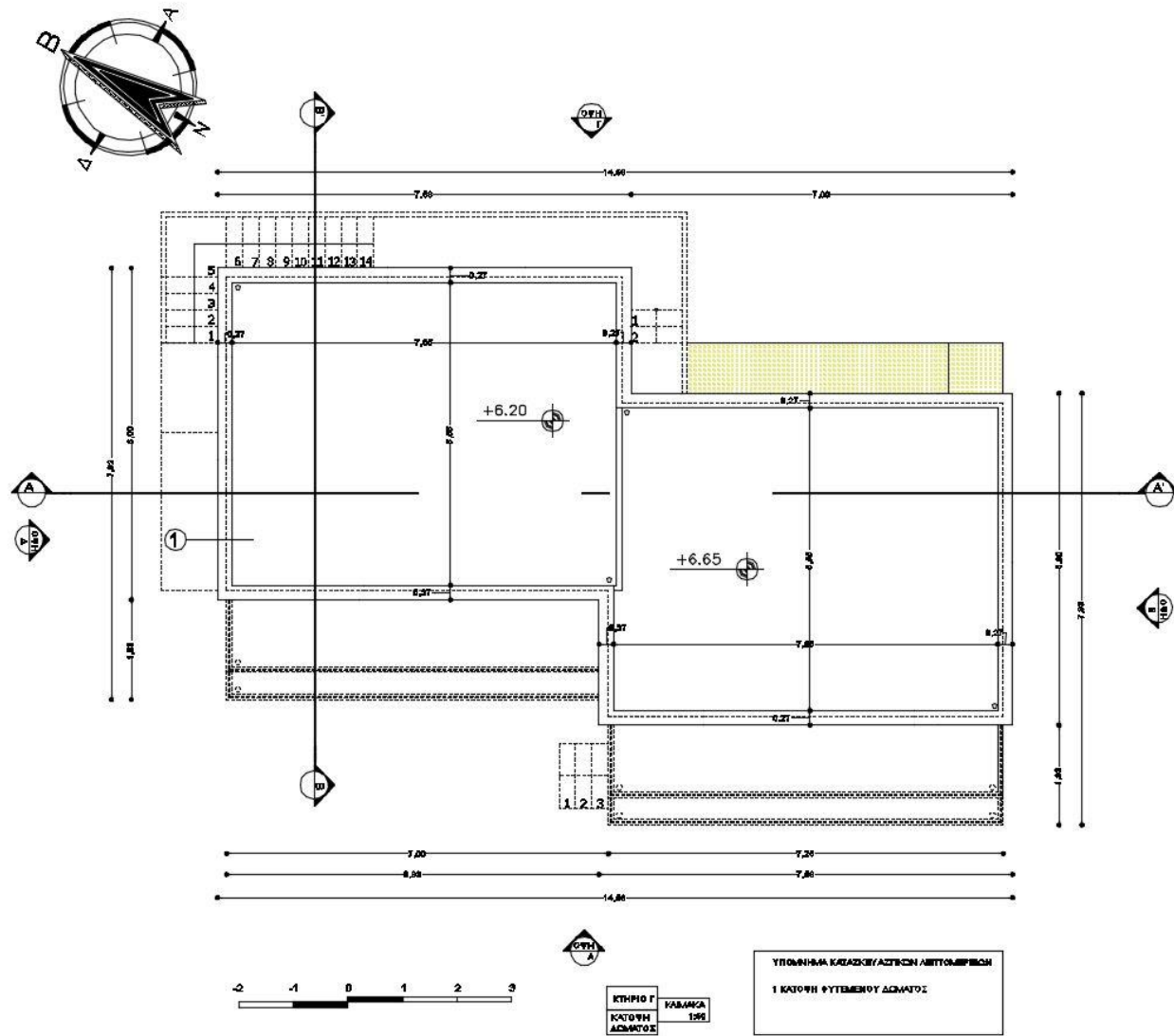


Εικόνα 69. Κάτοψη ισογείου



ΠΡΩΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΩΦΛΟΙΟΥ		ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟΥ	
ΣΥΝΕΤΕΛΕΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ	ΣΥΝΕΤΕΛΕΣ	ΕΠΙΠΕΔΟ
ΚΑΤΩΦΛΟΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΩΦΛΟΙΟΥ)	+0.00	ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟΥ)	+3.20
ΚΑΤΩΦΛΟΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΩΦΛΟΙΟΥ)	+0.00	ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟΥ)	+3.20
ΚΑΤΩΦΛΟΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΩΦΛΟΙΟΥ)	+0.00	ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟΥ)	+3.20
ΚΑΤΩΦΛΟΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΩΦΛΟΙΟΥ)	+0.00	ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟΥ)	+3.20
ΚΑΤΩΦΛΟΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΩΦΛΟΙΟΥ)	+0.00	ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟΥ)	+3.20
ΚΑΤΩΦΛΟΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΚΑΤΩΦΛΟΙΟΥ)	+0.00	ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟ (ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΣΟΚΩΤΙΔΙΟΥ)	+3.20

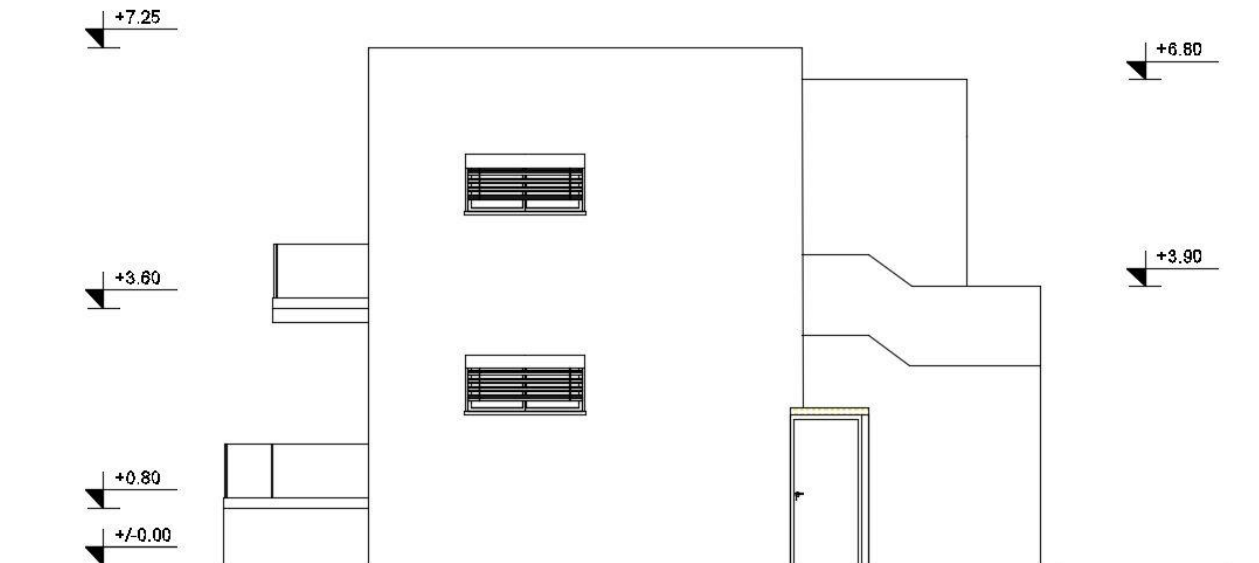
Εικόνα 70. Κάτοψη ορόφου



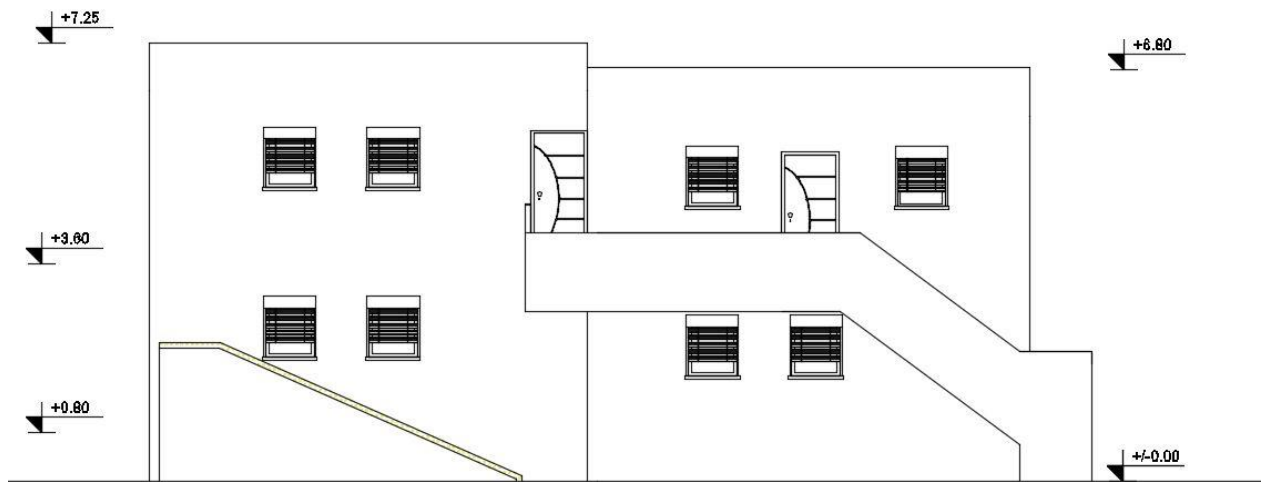
Εικόνα 71. Κάτοψη δώματος



Εικόνα 72. Όψη Α



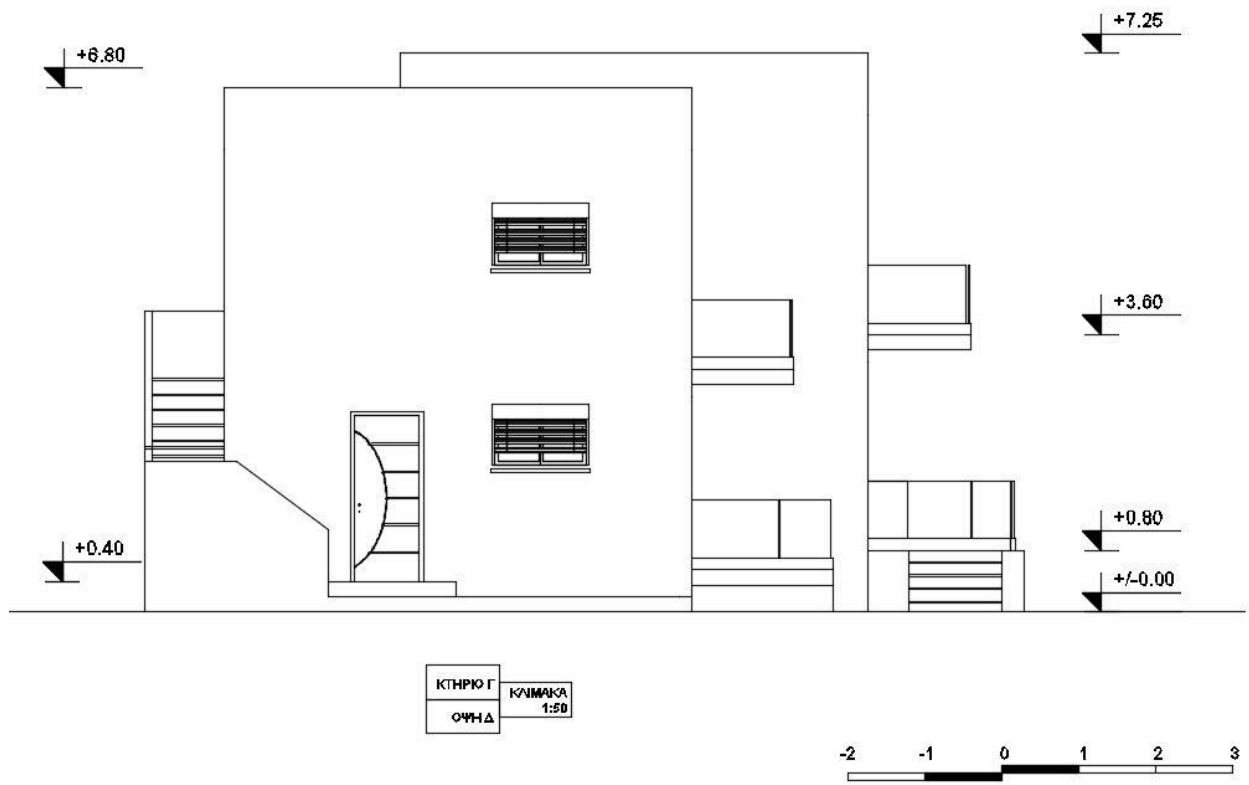
Εικόνα 73. Όψη Β



ΚΤΗΡΙΟ Γ	ΚΑΙΜΑΚΑ
ΟΡΗ Γ	1/20



Εικόνα 74. Όψη Γ



Εικόνα 75. Ώψη Δ



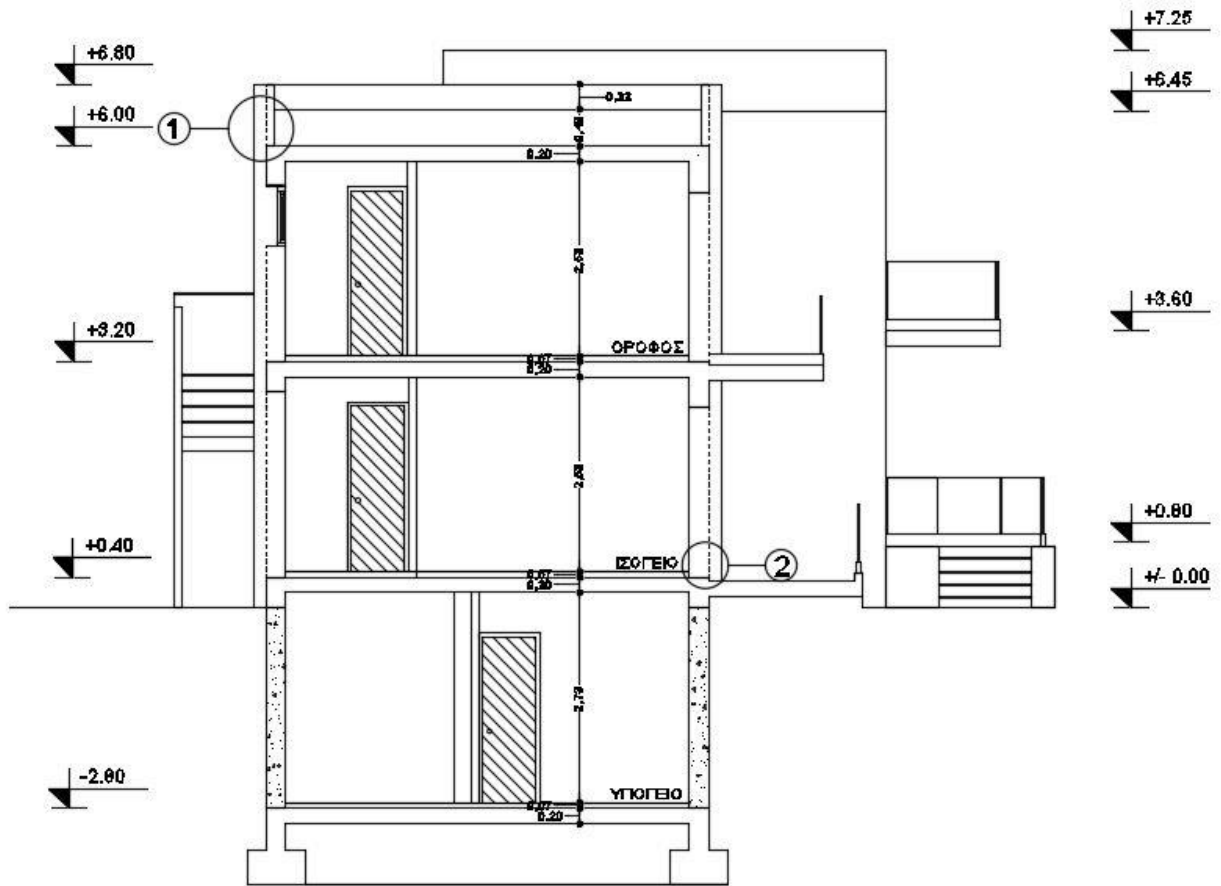
ΣΤΑΘΜΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΚΣΚΑΦΗΣ

ΚΤΗΡΙΟ Γ
ΚΑΜΑΚΑ
ΤΟΜΗ Α-Α'

ΥΠΟΒΗΘΙΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΑΣΤΡΩΝ ΑΕΡΙΟΜΕΡΕΩΝ
1 ΑΕΡΙΟΜΕΡΕΙΑ ΜΟΝΩΣΗΣ ΦΥΤΩΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ
2 ΑΕΡΙΟΜΕΡΕΙΑ ΤΟΙΧΟΠΟΛΙΑΣ



Εικόνα 76. Τομή Α-Α'



ΣΤΑΘΜΗ ΓΕΝΙΚΗΣ ΕΞΚΑΦΗΣ

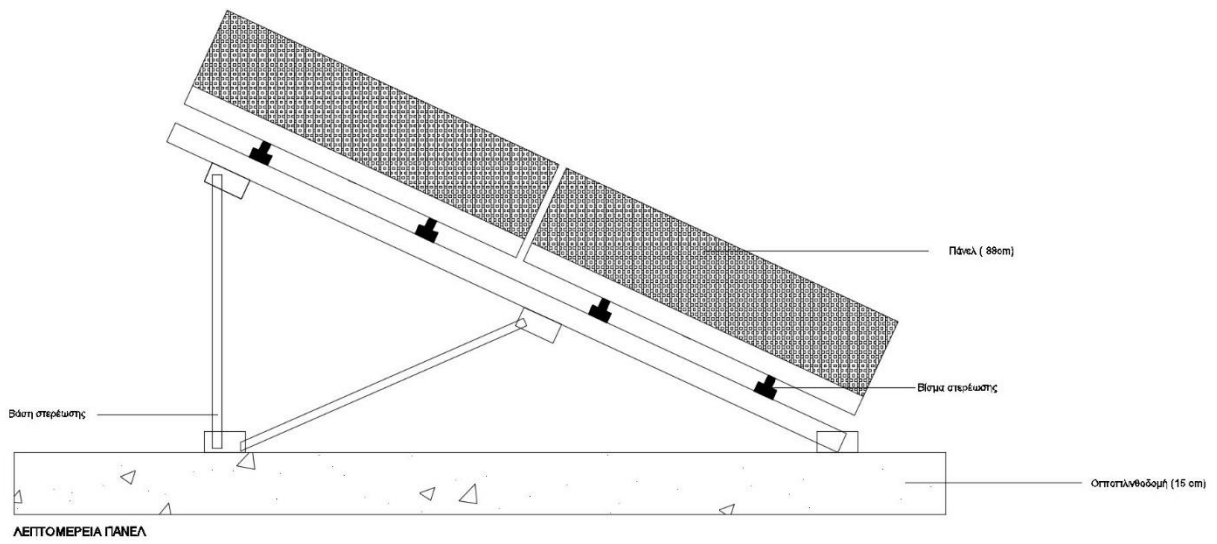
ΚΥΡΙΟ Β
 ΤΟΜΗ Β-Β'
 ΚΑΜΑΚΑ
 1:50

ΥΠΟΜΗΜΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΛΕΠΤΟΜΕΡΩΝ
 1 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΜΟΝΩΣΗΣ 4 ΥΓΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ
 2 ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

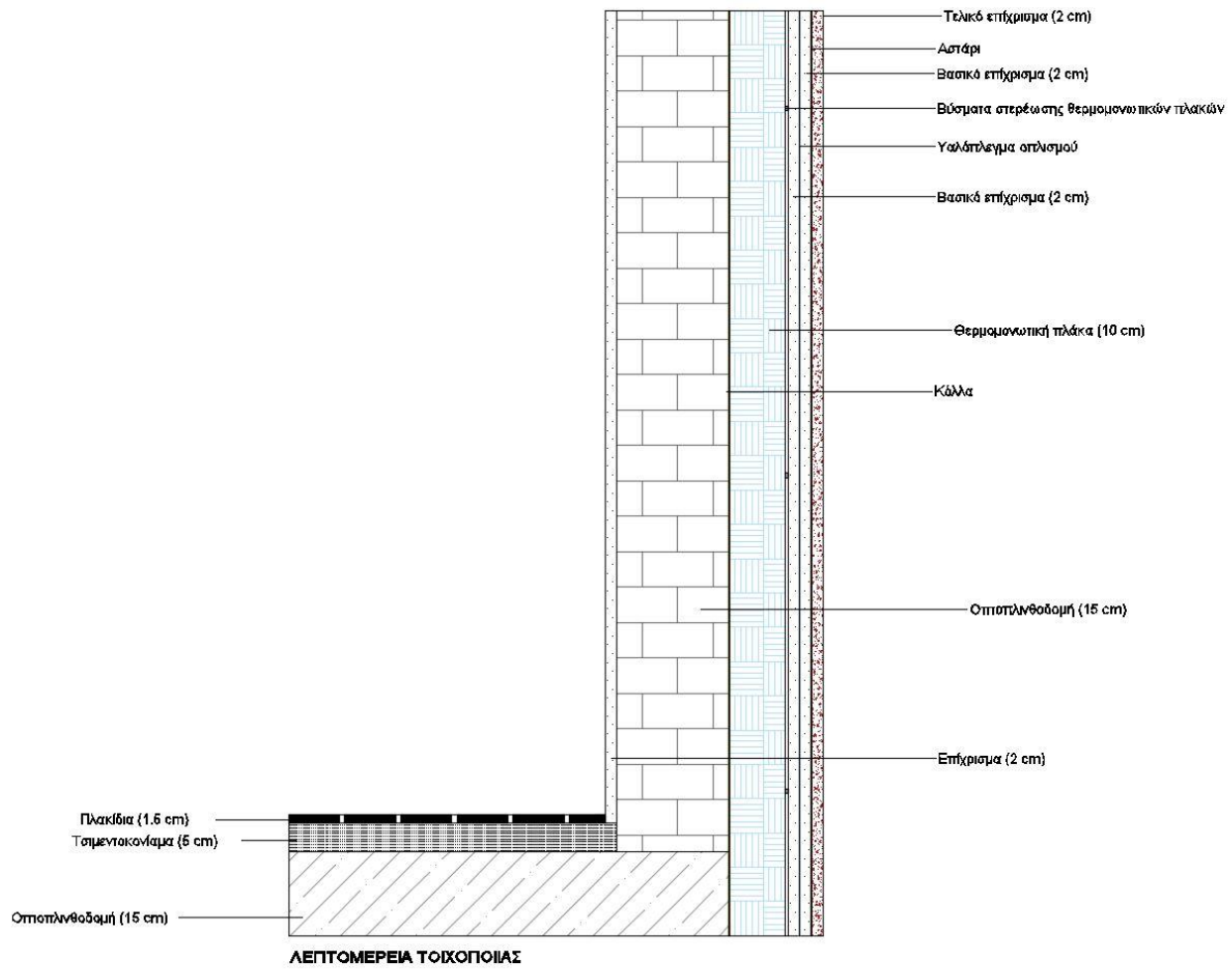


Εικόνα 77. Τομή Β-Β'

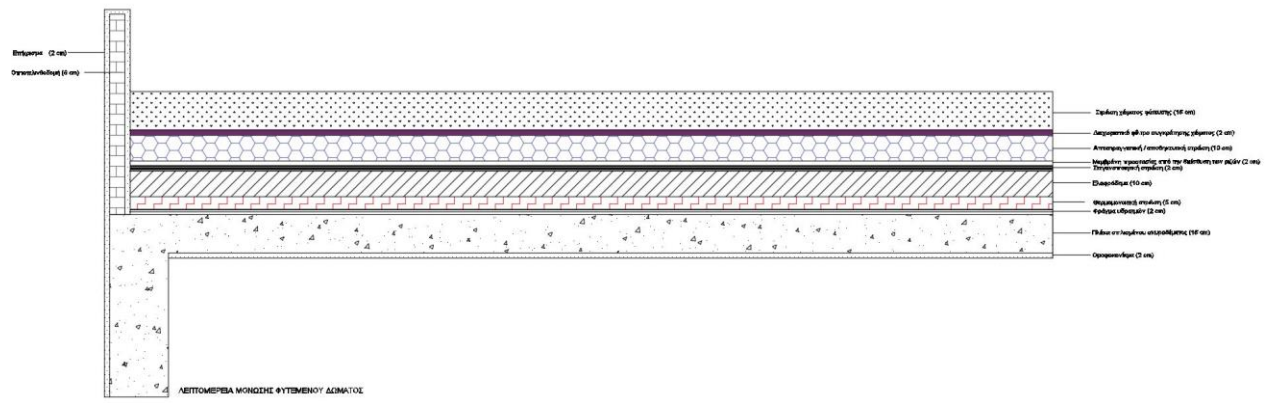
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ



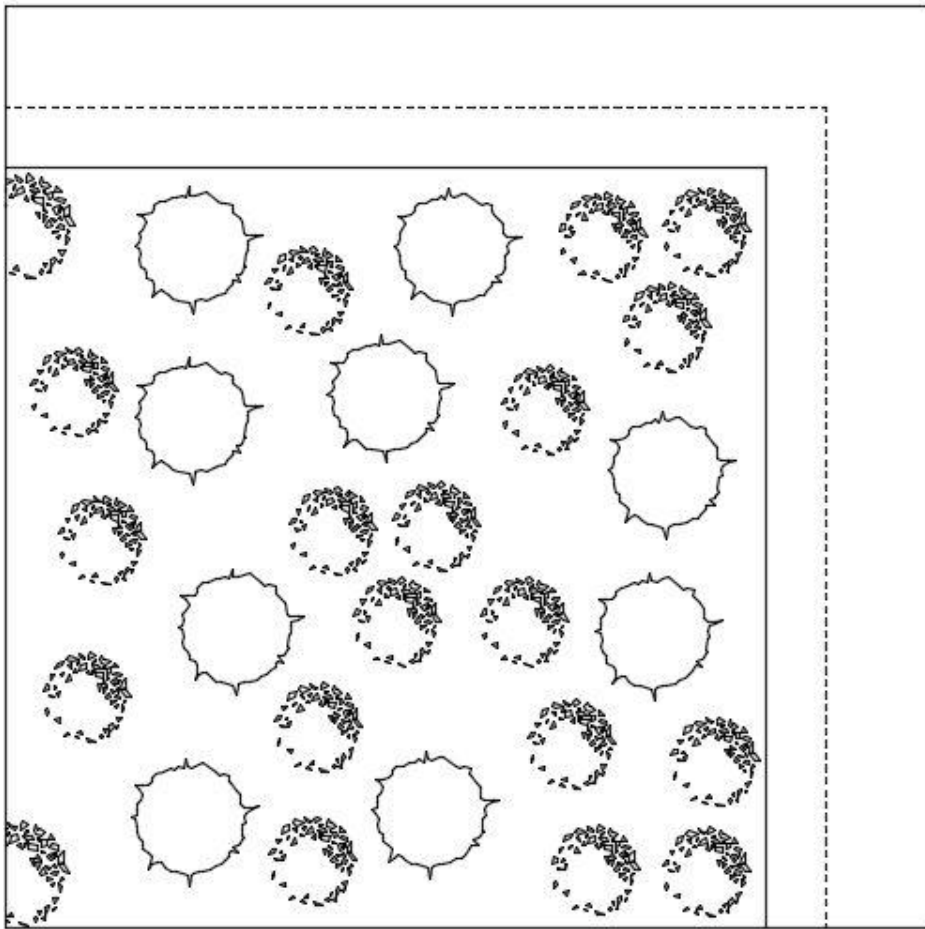
Εικόνα 78. Λεπτομέρεια Πάνελ



Εικόνα 79. Λεπτομέρεια τοιχοποιίας



Εικόνα 80. Λεπτομέρεια μόνωση φυτεμένου δώματος



ΚΑΤΩΦΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

Εικόνα 81. Κάτοψη φυτεμένου δώματος