

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΕ
ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΟΙΚΙΣΜΟ ΤΗΣ ΗΠΕΙΡΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**ΚΟΥΒΕΛΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ
ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ-ΑΓΛΑΪΑ**

Επιβλέπων: Τζουβαδάκης Ιωάννης, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Μενέλαο Ξενάκη, καθώς και τους αρχιτέκτονες Αντώνιο Σακελλαρίου και Ειρήνη Χριστοφάκη για την πολύτιμη βοήθειά τους.

ΣΥΝΟΨΗ

Η αλματώδης ανάπτυξη του κτηριακού τομέα τον προηγούμενο αιώνα οδήγησε στην αντίστοιχη αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, με αποτέλεσμα τη δημιουργία και όξυνση προβλημάτων σε περιβαλλοντικό και ενεργειακό επίπεδο. Έτσι, στις μέρες μας, είναι αδήριτη ανάγκη η εφαρμογή εναλλακτικών προτάσεων και λύσεων κατά το σχεδιασμό, που συμβάλλουν θετικά στο ενεργειακό ισοζύγιο, με οδηγό την αειφόρο ανάπτυξη.

Στα πλαίσια λοιπόν του αειφορικού σχεδιασμού, δημιουργήθηκε η παρούσα διπλωματική εργασία, με αντικείμενο το βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κέντρου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην ορεινή Ήπειρο. Παράλληλα, λαμβάνοντας υπόψη το φυσικό περιβάλλον της τοποθεσίας και τους διαθέσιμους πόρους του, συμπεριλήφθησαν κατά το δυνατόν, υλικά επιτόπια με χαμηλό ενεργειακό αποτύπωμα. Στην πρότυπη αυτή κατασκευή εφαρμόστηκαν διάφορα σενάρια παρεμβάσεως στο κέλυφός της μέσω του λογισμικού Ecotect Analysis, αποσκοπώντας στην εύρεση της βέλτιστης λύσης όσον αφορά την ενεργειακή της κατανάλωση. Τέλος, προτάθηκαν λύσεις για την αυτονομία της σε θέρμανση και ψύξη, με τη χρήση συστημάτων και τεχνικών που εκμεταλλεύονται τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το βασικότερο συμπέρασμα που προκύπτει από την ενεργειακή αυτή θεώρηση είναι ότι στον ελλαδικό χώρο, ακόμη και στις πιο ψυχρές περιοχές του, αρκούν απλές μέθοδοι και τεχνικές κατά το σχεδιασμό ενός κτηρίου για τη βέλτιστη ενεργειακή του απόδοση και με ελάχιστο κόστος. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν, ότι στο εύκρατο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί εφαρμόσιμη και επιτακτική λύση για τη διασφάλιση συνθηκών άνεσης και κατ' επέκταση, ποιότητας ζωής του χρήστη.

ABSTRACT

The rapid growth of the building sector in the last century has led to a corresponding increase in energy consumption, thus creating and exacerbating environmental problems and energy level. So, nowadays, it is a dire necessity for alternative proposals and solutions in designing, which contribute positively in energy balance, guided by sustainable development.

So, in the context of sustainable design, it is being created this thesis concerning the bioclimatic design of an environmental education center in the mountains of Epirus. At the same time, taking into account the natural environment of the site and its available resources, there are included materials with low ground footprint as far as possible. In this standard construction there are implemented various intervention scenarios to its shell via software Ecotect Analysis, aiming at finding the optimal solution in terms of energy consumption. Finally, there are being proposed solutions for autonomy in heating and cooling, using systems and techniques that exploit renewable energy sources.

The main conclusion from this energy approach is that when designing a building in Greece, even in its colder areas, simple methods and techniques, with minimal costs are sufficient for optimal energy efficiency. We realize then that in the temperate Mediterranean climate of Greece, bioclimatic design is a viable and compelling solution to ensure comfort conditions and thereby, the quality of life of the user.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ενεργειακό πρόβλημα είναι ένα από τα πλέον μείζονα θέματα που καλείται να αντιμετωπίσει η διεθνής κοινότητα. Η διαρκώς αυξανόμενη ανθρωπογενής δραστηριότητα, η αλλαγή στις παραγωγικές διαδικασίες και τους στόχους της οικονομικής ανάπτυξης σε συνδυασμό με τη μεγέθυνση της αστικοποίησης, επέφεραν αύξηση των απαιτήσεων για ενέργεια και φυσικούς πόρους και κατ' επέκταση, αύξηση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων και των εκπομπών αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Μέσω αυτής της σταδιακής, αλλά με ραγδαίους ρυθμούς, υποβάθμισης, προκαλούνται έντονες αλυσιδωτές αντιδράσεις που τα αποτελέσματά τους πολλαπλασιάζονται και η επίδραση τους επεκτείνεται σε κάθε υγιές τμήμα του πλανήτη που έχει μέχρι τώρα διασωθεί.

Στο επίπεδο του κτηριακού τομέα, παρατηρείται αντίστοιχα τις τελευταίες δεκαετίες υψηλή συμμετοχή του στην κατανάλωση ενέργειας και στην έκλυση ρύπων. Συγκεκριμένα, τα κτήρια ευθύνονται για το 40% περίπου της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας και για άνω του 40% των συνολικών εκπομπών CO₂, επιβαρύνοντας το περιβάλλον και εντείνοντας το πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών. Καθώς οι επιπτώσεις από τον κατασκευαστικό κλάδο εμφανίζονται ολοένα και εντονότερα, λόγω της αυξημένης οικοδομικής δραστηριότητας, οι έννοιες της αειφορίας και του οικολογικού σχεδιασμού εισέβαλαν επιτακτικά για να δημιουργήσουν ένα πιο υγιές μοντέλο κατασκευών και να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Κάθε κτήριο σε όλα τα στάδια της ζωής του - από την κατασκευή, τη χρήση, τη συντήρηση, την ανακαίνιση έως την κατεδάφιση του - έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα ζωής και την υγεία, τόσο αυτών που κατοικούν όσο και των περιοίκων. Ο σχεδιασμός του επηρεάζει το ενεργειακό ισοζύγιο και την ποιότητα του εσωτερικού χώρου μέσω των ανταλλαγών με το εξωτερικό περιβάλλον. Η ενεργειακή συμπεριφορά συνεπώς του κτηρίου δεν θα πρέπει να αποσυνδέεται από τα προβλήματα περιβάλλοντος, αλλά να μελετάται ως μια ενιαία ενότητα με το συγκεκριμένο εξωτερικό μικροκλίμα στο χώρο του, καθώς και το διαμορφούμενο εσώκλιμα του.

Με την έννοια του επείγοντος της οικολογικής κρίσης, αναζητήθηκε λοιπόν μια αρχιτεκτονική που θα σέβεται το περιβάλλον, θα αντιλαμβάνεται το πεπερασμένο των φυσικών πόρων, θα παρέχει ενεργειακές λύσεις και θα συμβάλλει στη διασφάλιση μιας καλής ποιότητας διαβίωσης. Έτσι, αναπτύχθηκε η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, η οποία ωστόσο δε συνιστά καινοτομία της εποχής μας, αλλά στηρίζεται σε αρχές και πρακτικές της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής. Συμπερασματικά, ο ενεργειακός σχεδιασμός κτηρίων και οικιστικών συνόλων αποτελεί αναγκαιότητα στην προβληματική των ενεργοβόρων κατασκευών, καθώς προάγει ουσιαστικά σχεδιαστικές λύσεις που αξιοποιούν τις περιβαλλοντικές παραμέτρους και δημιουργεί κτήρια, απόλυτα ενταγμένα στο φυσικό τους περίγυρο, με συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης χωρίς ιδιαίτερες μηχανικές παρεμβάσεις.

Σε αυτό, λοιπόν, το γενικότερο πλαίσιο της αειφορικής διαχείρισης του δομημένου χώρου κινήθηκε και η παρούσα διπλωματική εργασία, η οποία πραγματεύεται το σχεδιασμό και την ενεργειακή μελέτη ενός κέντρου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην ορεινή Ήπειρο. Το κέντρο αυτό φιλοδοξεί, μέσω της οργάνωσης και υλοποίησης προγραμμάτων και σεμιναρίων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, να προάγει θέματα που αφορούν το περιβάλλον και την ορθολογική διαχείριση του.

Παράλληλα παρέχεται η δυνατότητα φιλοξενίας στους επισκέπτες, αφού το περιβαλλοντικό κέντρο έχει τη δυναμική ενός μικρού ξενώνα. Η αρχιτεκτονική του σύνθεση πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τις ισχύουσες διατάξεις και προδιαγραφές.

Δεδομένου ότι ο ευρύτερος ξενοδοχειακός τομέας στην Ελλάδα ευθύνεται για το 10% [108] περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, κρίθηκε αναγκαία η ενεργειακή μελέτη του κέντρου στα πλαίσια δημιουργίας κτηρίων και δη ξενοδοχείων με τις μικρότερες δυνατές ενεργειακές καταναλώσεις. Συγκεκριμένα, ο σχεδιασμός του κινήθηκε προς την κατεύθυνση αξιοποίησης των κλιματικών συνθηκών της περιοχής δόμησης και της χρήσης οικολογικών και όπου ήταν δυνατόν επιτόπιων δομικών υλικών, με το χαμηλότερο περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Στη συνέχεια, μέσω του λογισμικού Ecotect Analysis 2010, δημιουργήθηκε ένα τρισδιάστατο μοντέλο του υπό μελέτη κέντρου και μελετήθηκε η ενεργειακή του συμπεριφορά στην αρχική του μορφή. Κατόπιν, ελέγχθηκε η ενσωμάτωση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η πραγματοποίηση διαφόρων παρεμβάσεων στο κελυφός του, ανάλογα με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της κατασκευής και τις δυνατότητες που παρείχε το εν λόγω πρόγραμμα.

Έτσι, εξετάστηκαν διάφορα σενάρια που αφορούσαν τη θερμομόνωση, την επιλογή ή μη υαλοστασίων και υαλοπινάκων στις κατάλληλες θέσεις, το διαμερή αερισμό και δη νυχτερινό δροσισμό, τη χρήση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων (στέγαστρα) και τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου. Για κάθε ένα από αυτά, τόσο από τη μεμονωμένη όσο και από τη συνδυαστική τους δράση, υπολογίστηκαν τα ενεργειακά οφέλη και οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου για θέρμανση και ψύξη, σε ετήσια βάση και επιλέχθηκε η βέλτιστη ενεργειακά λύση. Τέλος, προτάθηκαν τρόποι κάλυψης των πρόσθετων ενεργειακών απαιτήσεων του με εναλλακτικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης, ώστε να επιτευχθεί η ενεργειακή αυτονομία του κέντρου, ανεξαρτημένη από τα ενεργοβόρα συμβατικά συστήματα. Αντίστοιχα, πραγματοποιήθηκε και ανάλυση φυσικού φωτισμού για την εξασφάλιση της οπτικής άνεσης, την αποφυγή της θάμβωσης και την ελαχιστοποίηση της χρήσης τεχνητού φωτός.

Το συμπέρασμα που προέκυψε από τη παρούσα ενεργειακή θεώρηση, είναι ότι η ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου που μελετήθηκε, βελτιώθηκε σημαντικά από τη χρήση απλών και ουσιαστικών παθητικών συστημάτων βιοκλιματικού σχεδιασμού. Είναι προφανές, λοιπόν, πως η δημιουργία μιας αυτορρυθμιζόμενης σύγχρονης κατασκευής, με τις λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δεν απαιτεί κατ' ανάγκη τη χρήση πολύπλοκων και οικονομικά ασύμφορων τεχνολογικών συστημάτων, αλλά προϋποθέτει τη συνειδητή και υπεύθυνη αντιμετώπιση του όλου ζητήματος τόσο από τους μηχανικούς όσο και τους χρήστες.

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Α.Π.Ε.	: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Γ.Ο.Κ.	: Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός
Ε.Ε.	: Ευρωπαϊκή Ένωση
Ε.Κ.	: Εφαρμογή Κανονισμού
Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.	: Ειδική Υπηρεσία Επιθεώρησης Ενέργειας
Ε.Μ.Π.	: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Η.Π.Α.	: Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
Κ.Α.Π.Ε.	: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας
Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.	: Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας
Κ.Εν.Α.Κ.	: Κανονισμός Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτηρίων
Ο.Η.Ε.	: Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
Π.Ε.Ε.Κ.Π.Ε.	: Πανελλήνια Ένωση Εκπαιδευτικών για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	: Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας
ΦΕΚ	: Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως
Φ/Β	: Φωτοβολταϊκά Συστήματα
CFC	: ChloroFluoroCarbon
COP	: Coefficient of Performance
COP17	: The 17th Conference of the Parties
DNA	: DeoxyriboNucleic Acid
GCM	: General Circulation Models
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration
UV-A	: Ultraviolet A
W.C.E.D.	: World Commission on Environment and Development
Low-E	: Low Emission
U-Value	: Ultimate Value
κ.ά.	: και άλλα
κλπ.	: και λοιπά
κ.ο.κ.	: και ούτω καθεξής
παρ.	: παράγραφος
π.δ.	: προεδρικό διάταγμα
π.χ.	: παραδείγματος χάριν
π.Χ.	: προ Χριστού

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	17
1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ.....	21
1.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	21
1.2. Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....	21
1.3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ.....	23
1.3.1. Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου.....	23
1.3.2. Η Όξινη Βροχή.....	25
1.3.3. Η Τρύπα του Όζοντος.....	25
1.3.4. Οι Θερμικές Νησίδες.....	26
1.4. ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ.....	27
1.5. Η ΚΡΑΤΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	29
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	31
2.1. ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	31
2.2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ).....	32
2.2.1. Εισαγωγή.....	32
2.2.2. Μορφές και εφαρμογές με χρήση των ΑΠΕ.....	32
2.2.2.1. Ηλιακή Ενέργεια.....	32
2.2.2.2. Αιολική Ενέργεια.....	34
2.2.2.3. Γεωθερμική ενέργεια.....	35
2.2.2.4. Βιομάζα.....	37
3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ.....	39
3.1. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	39
3.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	40
3.3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	40
3.3.1. Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής δόμησης	41
3.3.1.1. Θερμοκρασία του Αέρα.....	41
3.3.1.2. Ηλιακή Γεωμετρία.....	42
3.3.1.3. Ηλιακή ακτινοβολία.....	44
3.3.1.4. Άνεμος.....	45
3.3.1.5. Υγρασία.....	46
3.3.2. Το Φυσικό Περιβάλλον της περιοχής δόμησης.....	46
3.3.3.1. Ο ρόλος των φυτών και των δένδρων στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική.....	47
4. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	51
4.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	51
4.2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ – ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ.....	51
4.3. ΜΟΡΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	53

4.4. ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ- ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ.....	55
4.5. ΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ.....	56
4.5.1. Γενικά.....	56
4.5.2. Το Κτήριο ως Ηλιακός Συλλέκτης.....	57
4.5.3. Το Κτήριο ως Θερμική Αποθήκη.....	58
4.5.3.1. Θερμικές ιδιότητες υλικών οικοδομικού κελύφους.....	58
4.5.4. Το Κτήριο ως Φράγμα Θερμικών απωλειών.....	60
4.5.4.1. Προστασία του κτηρίου από τους ψυχρούς ανέμους.....	60
4.5.4.2. Θερμομόνωση κελύφους.....	62
4.5.4.3. Θερμομονωτικά οικολογικά υλικά.....	68
4.6. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	72
4.6.1. Γενικά.....	72
4.6.2. Ηλιοπροστασία Κτηρίου.....	72
4.6.2.1. Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων.....	72
4.6.2.2. Χρήση κατάλληλων υλικών.....	75
4.6.3. Φυσικός Αερισμός Κτηρίου.....	76
4.6.3.1. Γενικά.....	76
4.6.3.2. Η κίνηση του αέρα ως προς το κτήριο.....	77
4.6.3.3. Η κίνηση του φυσικού αέρα εντός του κτηρίου.....	77
4.6.3.4. Διαμπερής αερισμός.....	78
4.7. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	80
4.7.1. Γενικά.....	80
4.7.2. Βασικές έννοιες – Οπτική Άνεση.....	81
4.7.3. Φυσικό Φως και Σχεδιασμός	83
4.7.3.1. Ο προσανατολισμός του κτηρίου.....	83
4.7.3.2. Το σχήμα του κτηρίου.....	84
4.7.3.3. Διαμόρφωση εσωτερικού χώρου και επιλογή υλικών.....	84
4.7.3.4. Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου.....	85
4.7.4. Συστήματα φυσικού φωτισμού.....	86
4.7.5. Τεχνικές βελτίωσης φυσικού φωτισμού.....	90
5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ.....	95
5.1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	95
5.1.1. Βασικές αρχές λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων.....	95
5.1.2. Υλικά παθητικών ηλιακών συστημάτων.....	96
5.1.2.1. Υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας.....	96
5.1.2.2. Υλικά αποθήκευσης της θερμότητας.....	96
5.1.3. Κατηγορίες παθητικών ηλιακών συστημάτων.....	97
5.1.3.1. Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.....	98
5.1.3.2. Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.....	99
5.1.4. Συμπεράσματα.....	105
5.2. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ.....	106
5.2.1. Συστήματα Φυσικού Αερισμού.....	106

5.2.2. Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού.....	108
5.3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ.....	110
5.3.1. Σόμπες Pellet.....	110
5.3.2. Ενεργειακές Εστίες.....	111
5.3.3. Γεωθερμική Αντλία.....	112
6. Η ΑΔΕΙΦΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	113
6.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	113
6.2. Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ.....	113
6.3. Η ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΣΤΑ ΑΘΑΜΑΝΙΚΑ ΟΡΗ...	116
7. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΞΕΝΩΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ.....	119
7.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	119
7.2. ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	120
7.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	120
7.3.1. Ανάλυση Μετεωρολογικών Δεδομένων.....	120
7.3.2. Ηλιασμός οικοπέδου.....	121
7.3.3. Μικροκλίμα.....	121
7.4. ΚΤΗΡΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	122
7.4.1. Χωροθέτηση Κτηρίου στο Οικόπεδο – Προσανατολισμός.....	122
7.4.2. Μορφή Κτηρίου.....	122
7.4.3. Λειτουργία Κτηρίου.....	122
7.4.4. Διάταξη Εσωτερικών χώρων – Διαμόρφωση Θερμικών Ζωνών.....	122
7.4.5. Κτηριακό Κέλυφος.....	123
7.4.5.1. Πρωταρχικός Στόχος.....	123
7.4.5.2. Τελική Απόφαση.....	123
7.5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ ECOTECT ANALYSIS.....	124
7.5.1. Γενικά.....	124
7.5.2. Κλιματική Ανάλυση – Weather Analysis.....	124
7.5.2.1. Ηλιακή θέση-Solar position.....	125
7.5.2.2. Ψυχρομετρία – psychrometry.....	125
7.5.2.3. Ανάλυση ανέμου-wind analysis.....	125
7.5.2.4. Βέλτιστος προσανατολισμός.....	126
7.5.3. Εισαγωγή των προτεινόμενων Δομικών Υλικών στο Ecotect.....	126
7.5.4. Θερμική Ανάλυση.....	129
7.5.4.1. Παραδοχές - Δεδομένα Υπολογισμών.....	129
7.5.4.2. Σενάρια Παρεμβάσεων και Ενεργειακή Απόδοση του Κτηρίου.....	130
7.5.5. Μελέτη Σκιασμού.....	136
7.5.5.1. Θεωρητική Προσέγγιση μέσω Ηλιακού Διαγράμματος.....	136
7.5.5.2. Αναλυτική Εφαρμογή μέσω του Solar Tool.....	137
7.5.5.3. Σκιασμός Κτηρίου μέσω του Sketch Up.....	139
7.5.6. Μελέτη Φυσικού Φωτισμού.....	140

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ.....	145
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	146
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	148
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	149
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	151
ΠΗΓΕΣ.....	154
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	157
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 : ΗΛΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ.....	159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 : ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – WEATHER ANALYSIS.....	165
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 : ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	179
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 : ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ- ΣΕΝΑΡΙΟ 6.....	195
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5 : ΣΚΙΑΣΜΟΣ.....	215
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6 : ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΞΕΝΩΝΑ ΣΤΟ SKETCH UP.....	219
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7 : ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΤΟΥ ΞΕΝΩΝΑ.....	223

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας κατασκευής ενεργειακά αυτόνομων κτηρίων, με τις χαμηλότερες δυνατές ενεργειακές καταναλώσεις και το μικρότερο δυνατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα, μέσω των αρχών και συστημάτων της βιοκλιματικής δόμησης. Προς επίτευξη του σκοπού αυτού, σχεδιάστηκε και μελετήθηκε ενεργειακά ένα κέντρο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην ορεινή Ήπειρο, αξιοποιώντας στο μέτρο του εφικτού, τις κλιματικές παραμέτρους της περιοχής και τα φυσικά διαθέσιμα.

Στόχος των μελετητών ήταν να καταδειχθεί πως ο ορθολογικός ενεργειακός σχεδιασμός ενός κτηρίου από τα πρώιμα στάδια της μελέτης του, λαμβάνοντας υπόψη και αξιοποιώντας μια σειρά από παραμέτρους όπως τους τοπικούς κλιματικούς παράγοντες, τον προσανατολισμό, τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των χώρων και των ανοιγμάτων, τη σωστή θερμομόνωση του κτηριακού κελύφους, την ενσωμάτωση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τον οικολογικό τρόπο δόμησης, μπορεί να οδηγήσει στην εξασφάλιση της άνεσης στο εσωτερικό του, με παράλληλη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο.

Για τη διερεύνηση και επίτευξη των ανωτέρω στόχων διεξήχθη αρχικά βιβλιογραφική έρευνα, όπου μέσω της μελέτης πανεπιστημιακών συγγραμμάτων και σημειώσεων, επιστημονικών βιβλίων, της σχετικής νομοθεσίας, δημοσιεύσεων σε διεθνή περιοδικά και του διαδικτύου, κατέστη δυνατή η επιμέρους ανάλυση του προβλήματος, η μελέτη των επιμέρους συνιστωσών του και τελικά η σύνθεση ενός βιοκλιματικού μοντέλου κατασκευής του κέντρου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Στη συνέχεια, μέσω του λογισμικού της Autodesk, Ecotect Analysis 2010, πραγματοποιήθηκε η ενεργειακή μελέτη του κτηρίου και η σύγκριση, μέσω της θερμικής του ανάλυσης, των διαφόρων βιοκλιματικών παρεμβάσεων και μέτρων που εξετάστηκαν, στα πλαίσια εύρεσης της βέλτιστης ενεργειακά λύσης. Για τη μελέτη του φυσικού φωτισμού, προς επίτευξη της επαρκούς οπτικής άνεσης και της ελάχιστης δυνατής χρήσης τεχνητού φωτός, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Radiance. Τέλος, κατά το στάδιο σχεδιασμού του περιβαλλοντικού κέντρου χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα της Autodesk, Autocad, ενώ για την τρισδιάστατη προσομοίωση του χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα της Google, Sketch Up.

Η εργασία διαρθρώνεται σε επτά κεφάλαια και ένα παράρτημα. Τα έξι πρώτα κεφάλαια αποτελούν την παρουσίαση του θεωρητικού υποβάθρου όλων των εννοιών και των στοιχείων που αφορούν στο βιοκλιματικό σχεδιασμό, έπειτα από τη βιβλιογραφική έρευνα που πραγματοποιήθηκε, έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητή η θεωρητική προσομοίωση που ακολουθεί στο έβδομο κεφάλαιο.

Συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών, ως απόρροια της ανθρωπογενούς δραστηριότητας και της αυξημένης ενεργειακής κατανάλωσης στη σύγχρονη κοινωνία, καθώς και οι επιπτώσεις που επιφέρουν και τα μέτρα που λαμβάνονται σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, καθιστώντας σημαίνουσα την εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τις εφαρμογές τους και τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση τους στον οικιστικό τομέα. Στο τρίτο, γίνεται εισαγωγή στην έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και αναφέρονται οι βασικές του αρχές και οι περιβαλλοντικές παράμετροι που τον επηρεάζουν.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύονται οι επιμέρους συνιστώσες του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Παρουσιάζονται λεπτομερώς οι απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται και οι τεχνικές που εφαρμόζονται, ώστε να αξιοποιηθούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τα φυσικά χαρακτηριστικά και η μορφή του κτηρίου προκειμένου να επιτευχθεί ελαχιστοποίηση της ενεργειακής του κατανάλωσης. Γίνεται, λοιπόν, αναφορά στο ρόλο που καλείται να επιτελέσει το κτηριακό κέλυφος, στη θερμική του προστασία μέσω της κατάλληλης θερμομόνωσης και στους τρόπους με τους οποίους εξασφαλίζεται ο επαρκής αερισμός, φωτισμός, και δροσισμός του κτηρίου. Στο πέμπτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού που ενσωματώνονται στο κτηριακό κέλυφος, αποτελώντας δομικά του στοιχεία και εξασφαλίζουν, χωρίς μηχανικά συστήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας, τη φυσική θέρμανση και δροσισμό των κατασκευών. Στη συνέχεια του κεφαλαίου γίνεται αναφορά σε εναλλακτικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης που λειτουργούν συμπληρωματικά στην κάλυψη των πρόσθετων ενεργειακών αναγκών ενός κτηρίου, αποφεύγοντας έτσι τη χρήση ρυπογόνων και ενεργοβόρων συμβατικών συστημάτων. Στο έκτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η παραδοσιακή αρχιτεκτονική και η σχέση της με την έννοια της αειφορίας, καθώς και ο ρόλος της στα σύγχρονα ενεργειακά προβλήματα του δομημένου χώρου και γενικότερα στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

Τέλος στο έβδομο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η προσομοίωση των όσων αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια. Η προσομοίωση αυτή έγινε υπό ορισμένες συνθήκες και παραδοχές με το υπολογιστικό εργαλείο Ecotect Analysis 2010, όπως προαναφέρθηκε. Αρχικά εισήχθησαν τα δεδομένα ενός αρχικού σεναρίου και στη συνέχεια εξετάστηκαν διάφορα σενάρια παρεμβάσεων και τεχνικών στο κτήριο. Για κάθε ένα από αυτά, μεμονωμένα αλλά και συνδυαστικά, πραγματοποιήθηκαν θερμικές αναλύσεις για τη δυσμενέστερη περίπτωση μηχανικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, και υπολογίστηκαν οι ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις, ώστε να βρεθεί το βέλτιστο ενεργειακά συμφέρον σενάριο. Για το βέλτιστο σενάριο πραγματοποιήθηκε και ανάλυση φυσικού φωτισμού, ώστε να ελεγχθεί η παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φυσικού φωτός και η συνεπαγόμενη εξασφάλιση της οπτικής άνεσης.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι πρωταρχική μας επιδίωξη αποτελούσε μια κατασκευή από φέρουσα λιθοδομή, με οριζόντια διαζώματα, εναρμονισμένη με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική του οικισμού. Σύμφωνα με την ογκοπλασία της κατασκευής, για τη στατικότητα του φορέα, θα ήταν μικτή, περιλαμβάνοντας έναν όγκο με οπλισμένο σκυρόδεμα και επιμέρους όγκους από φέρουσα τοιχοποιία που θα ενώνονταν με τον προηγούμενο με συνδετικό αρμό πληρωμένο με μονωτικό υλικό. Οι προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. ωστόσο, για κατασκευές από λιθοδομή είναι απαγορευτικές, αφού σύμφωνα με το συντελεστή θερμοπερατότητας που προκύπτει από υπολογισμούς, είναι ενεργειακά μη αποδεκτές. Εμμένοντας όμως, στην αρχική μας επιλογή, έγινε εκτενής έρευνα για την εφαρμογή συμπληρωματικών μέτρων, όπως χρήση συνδετικών κονιαμάτων με αυξημένες θερμομονωτικές ιδιότητες, αφού στη φέρουσα λιθοδομή δεν εφαρμόζεται μόνωση στον πυρήνα της, ενώ εσωτερικά ακυρώνει την υψηλή θερμοχωρητικότητα της πέτρας. Το αποτέλεσμα που προέκυψε ήταν επίσης απαγορευτικό και απογοητευτικό ταυτόχρονα σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., ώστε να καταφύγουμε υποχρεωτικά σε μια συμβατική κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα «οικολογικό» κατά το δυνατόν.

Τέλος, στο παράρτημα της διπλωματικής εργασίας, περιλαμβάνονται περαιτέρω διαγράμματα για το σενάριο που επιλέχθηκε ως βέλτιστη λύση που καταδεικνύουν ολοκληρωμένα την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου, καθώς και η τρισδιάστατη απεικόνιση και τα αρχιτεκτονικά σχέδια - κατόψεις, πλάγιες όψεις, τομές - του υπό μελέτη κέντρου.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ίδια η ετυμολογία της λέξης αρχιτεκτονική: αρχή και τέχνη-τεκτονική, προϋποθέτει τη βαθιά γνώση και εφαρμογή όλων των παραμέτρων που αφορούν στη δόμηση. Τούτο ήταν γνωστό από αρχαιοτάτων χρόνων, καθιστώντας τους αρχιτέκτονες της εποχής όχι μόνο απλούς κατασκευαστές αλλά ταυτόχρονα αστρονόμους, μετεωρολόγους, γεωμέτρους, θεραπευτές ακόμη και ιερείς. Ήταν δηλαδή ολιστικοί μηχανικοί εξασφαλίζοντας και επιτυγχάνοντας μέσω της κατασκευής, άρρηκτα συνδεδεμένης με το φυσικό περιβάλλον το τρίπτυχο: σωματική, πνευματική και ψυχική ευεξία του ανθρώπου.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική δεν αποτελεί νεωτεριστική πρακτική αφού η ενεργειακή απόδοση ήταν ανέκαθεν ζήτημα αιχμής, με πιο χαρακτηριστική ίσως αναφορά εκείνη του ηλιακού σπιτιού του Σωκράτη. Ο Σωκράτης το 470 π.Χ. με τις οδηγίες του για το ιδανικό ηλιακό σπίτι, που αναφέρονται στα απομνημονεύματα του Ξενοφώντα, αλλά και ο Ιπποκράτης με το έργο του «Περί αέρων, υδάτων και τόπων», έβαλαν τις βάσεις της σύγχρονης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Κύριος στόχος τους ήταν να εξασφαλίζουν τα κτήρια αρμονική σχέση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος.

Στην αρχαία ελληνική κατοικία χρησιμοποιούνταν υλικά που βρίσκονταν σε αφθονία στη φύση, όπως πέτρα, μάρμαρο, ξύλο, πηλός και άχυρο. Τα θεμέλια και οι βάσεις των τοίχων ήταν κατασκευασμένα από πέτρα, όπου πάνω τοποθετούνταν πλίνθοι με ξηροδεσιές για να υψωθούν οι τοίχοι. Στις στέγες τοποθετούνταν κεραμίδια, αν και πολλές φορές αναφέρεται η ύπαρξη δώματος. Το σχέδιο που δίνουν αρχαίοι συγγραφείς για τα σπίτια της εποχής καταγράφει μια στενόμακρη είσοδο που οδηγεί σε μια τετράπλευρη αυλή, όπου στο κέντρο της βρισκόταν ένα πηγάδι. Στην αυλή υπήρχε και ένας βωμός, όπου πραγματοποιούνταν όλες οι θρησκευτικές τελετές.

Ο βόρειος τοίχος είχε μεγαλύτερο πάχος και τα ελάχιστα δυνατά ανοίγματα. Η είσοδος συνήθως βρισκόταν στην ανατολική και σπανιότερα στην νότια πλευρά. Στην βόρεια πλευρά του σπιτιού συνήθως φυτεύονταν αειθαλή δέντρα, όπως ελιές, ώστε να εμποδίζουν τους χειμερινούς ψυχρούς βόρειους ανέμους. Στην νότια πλευρά συνήθως υπήρχαν φυλλοβόλα δένδρα, ώστε να εισέρχεται ανεμπόδιστη η ηλιακή ακτινοβολία κατά τη χειμερινή περίοδο και να εξασφαλίζεται ο απαραίτητος σκιασμός κατά τη θερινή.

Ωστόσο οι αρχαίοι Έλληνες δεν περιορίστηκαν μόνο στη χρήση δένδρων για κλιματισμό αλλά χρησιμοποιούσαν πάνω από τα νότια ανοίγματα μία προέκταση της σκεπής, προσεκτικά διαστασιολογημένη, ίδιας ουσιαστικά λειτουργίας με τα σημερινά μας στέγαστρα. Μία άλλη εναλλακτική κίνησή τους ήταν η χρήση κληματαριάς συγκεκριμένου ύψους και πλάτους, κάτι αντίστοιχο με την πέργκολα.

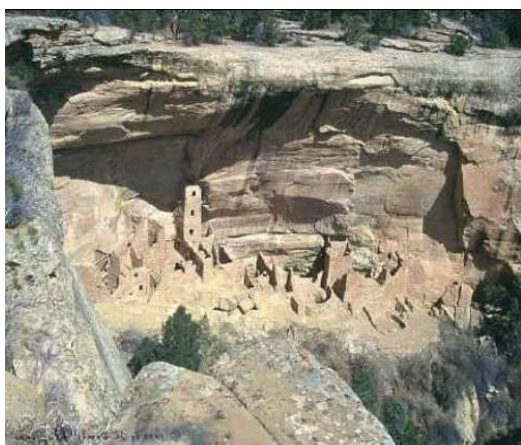
Ως προς τον τύπο της αρχαίας κατοικίας, ανεξάρτητα από τις διαφορές που σημειώνονταν από τόπο σε τόπο, τα αρχαία ελληνικά σπίτια είχαν μεταξύ τους ορισμένα βασικά κοινά χαρακτηριστικά. Σχετικές πηγές πληροφοριών για μας σήμερα αποτελούν οι συνοικίες της Δήλου, της Πριήνης, της Ολύνθου, αλλά και της Πέλλας που έχουν έρθει στο φως, των οποίων οι οικίες καλύπτουν μία μεγάλη χρονικά περίοδο, έχοντας ως βασικό δομικό τους στοιχείο τη χαρακτηριστική εσωτερική αυλή, το αίθριο, τον ανοικτό δηλαδή εσωτερικό πυρήνα, που λειτουργούσε ως βασική πηγή αερισμού και φωτισμού της οικίας.

Από το αίθριο ξεκινούσαν και σ' αυτό ανοίγονταν κάποια από τα δωμάτια των κατοίκων, καθώς και τα δωμάτια των επισκεπτών. Η παρουσία δευτέρου ορόφου στις οικίες της κλασικής εποχής μαρτυρείται από τα κείμενα και τα αρχαιολογικά λείψανα. Στην Όλυνθο δεν είναι βέβαιο εάν ο δεύτερος όροφος κάλυπτε μία ή περισσότερες πτέρυγες της οικίας, ενώ στη Δήλο κάλυπτε συνήθως όλες τις πτέρυγες. Η δίοδος προς τον επάνω όροφο γινόταν μέσω της αυλής, με αστέγαστες ξύλινες ή και με εσωτερικές προστατευόμενες σκάλες.

Όσον αφορά στον προσανατολισμό της κατοικίας ήταν με πρόσωπο προς το νότο, μία πρακτική που περιγράφεται από τον Ξενοφώντα και τον Αριστοτέλη, γεγονός που έδινε τη δυνατότητα στην αυλή, τα βόρεια δωμάτια και τον επάνω όροφο να εκμεταλλεύονται το μέγιστο του φυσικού φωτός το χειμώνα και να αποφεύγουν την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι που ο ήλιος βρίσκεται ψηλότερα.

Η Όλυνθος της Χαλκιδικής θεωρείται το τελειότερο ηλιακό άστυ, καθώς αποτελεί βιοκλιματικό μοντέλο αρχιτεκτονικής και πολεοδομίας. Εμφανίζει οδικούς άξονες με προσανατολισμό βορρά-νότο, ανατολή-δύση, που δημιουργούν ορθογωνικά οικοπέδα-νησίδες, με την κάθε νησίδα να χωρίζεται σε δύο σειρές κατοικιών. Οι κατοικίες εμφανίζουν μια βόρεια προστατευμένη ζώνη καθημερινών δωματίων, μια μεσαία ζώνη διαδρόμου-στοάς και μια νότια αυλή. Οι εγκάρσιοι τοίχοι βρίσκονται στην ίδια περασιά, για να ενώνονται οι κατοικίες σε συστοιχία και να επιτυγχάνεται καλύτερη στατικότητα.

Σε κάθε κατοικία οι τοίχοι της βόρειας, νότιας και ανατολικής πλευράς αναπτύσσονται σε όλη τους την έκταση ευθύγραμμα, ενώ η δυτική παρουσιάζει μια προεξοχή ενός μέτρου περίπου στο νοτιοδυτικό της τμήμα. Πέτρα, ηλιόψητοι πλίνθοι και επίχρισμα χρησιμοποιήθηκαν ως δομικά υλικά, μαζί με ξύλινα δοκάρια για τη στέγη και το καλύτερο στερέωμα των πλίνθινων τοίχων. Τα δάπεδα είχαν πήλινη επίστρωση ή μωσαϊκή διακόσμηση και για την κάλυψη της στέγης χρησιμοποιήθηκαν τα δύο γνωστά είδη κεραμιδιών στην αρχαιότητα, οι στρωτήρες και οι καλυπτήρες. [6,22]



Εικ.0.1. Ηλιακό άστυ στην Όλυνθο Χαλκιδικής [9]



Εικ.0.2. Ισομετρικά σπίτια στην Όλυνθο [151]

Παρατηρούμε λοιπόν, πως σε μια τέτοια εποχή όπου τα μέσα και η τεχνολογία ήταν αρκετά περιορισμένα, οι άνθρωποι γνώριζαν τον τρόπο να κατασκευάσουν το λεγόμενο οικολογικό-ηλιακό σπίτι, εκμεταλλευόμενοι τις δυνατότητες του χώρου και του κλίματος. Οι γνώσεις αυτές μεταλαμπαδεύτηκαν στους αιώνες και εντυπώθηκαν στις μεταγενέστερες κατασκευές.

Μελετώντας την ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, διαπιστώνουμε ότι τα ελληνικά σπίτια εκμεταλλεύονταν τη μεγάλη θερμική μάζα (από ψημένη λάσπη ή πέτρα) των δομικών υλικών για την καλύτερη δυνατή προστασία από τις απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές, πολύ συχνές στα μεσογειακά κλίματα. Εξαιρετικές ήταν επίσης και οι τεχνικές θερμομόνωσης της οροφής με τα επάλληλα στρώματα από καλάμια, φύκια, χαλίκια και συμπιεσμένο χώμα. Τα κτήρια αυτά μπορούν να χαρακτηριστούν ως κτήρια χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο κατά τη φάση κατασκευής τους, όσο και κατά τη φάση λειτουργίας τους, σεβόμενα κατ'αυτόν τον τρόπο τόσο τη φύση όσο και το χρήστη.

Η δόμηση τους έχει γίνει με απλές τεχνικές και με τη χρήση φυσικών, μη τοξικών υλικών, για την κατασκευή και ενσωμάτωση των οποίων δεν έχει γίνει υπερεκμετάλλευση των φυσικών αποθεμάτων, καθώς επιλέχθηκαν κατά κανόνα επιτόπια υλικά, χωρίς επεξεργασία. Τα υλικά αυτά είναι φυτικής ή ζωικής προέλευσης ή υλικά εδάφους και υπεδάφους που υπήρχαν εν αφθονία στη φύση, π.χ. άχυρο, ξύλο, καλάμι, φυσικές ρητίνες, τρίχες ζώων, χώμα, πηλός, πέτρα, μάρμαρο κ.α. ή υλικά παραγόμενα με απλούς φυσικούς τρόπους, π.χ. ωμόπλινθος, που για την παραγωγή τους έχουν χρησιμοποιηθεί οι δωρεάν παρεχόμενες από τη φύση ενέργειες.

Από την έρευνα των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά τη δόμηση των ιστορικών κτηρίων, διαπιστώνεται ότι οι φυσικοί πόροι από τους οποίους προέρχονται είναι ανανεώσιμοι, τα δε υλικά ανακυκλώσιμα ή βιοαποικοδομήσιμα, ενώ εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων, δεν είναι τοξικά. Η άργιλος, κύριο συστατικό των εύφορων εδαφών είναι ένα από τα αρχαιότερα δομικά υλικά. Το έτερο, ευρέως χρησιμοποιούμενο υλικό στα ιστορικά κτήρια, ο ασβέστης, αποτελεί επίσης, άριστο δομικό υλικό που «αναπνέει», επιτρέποντας έτσι, μια σταθερή ανταλλαγή αέρα μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος. Το χώμα, άφθονο στη φύση, έχει ευρεία εφαρμογή στην οικοδομή, κυρίως στα κονιάματα, στα δάπεδα, καθώς και στα δώματα ως μονωτικό υλικό και υλικό πλήρωσης.

Όσον αφορά στο φυσικό δροσισμό των κτηρίων αυτών, εξασφαλίζεται με τη χρήση πλήθους συστημάτων και τεχνικών, χωρίς την κατανάλωση ενέργειας. Αίθρια, κήποι, δασάκια που καθαρίζουν την ατμόσφαιρα, πίδακες, καλαμωτές, μακρόστενα μικρά παράθυρα με ανοιγόμενους φεγγίτες, ανοίγματα στην οροφή, διαμπερότητα ανοιγμάτων και μεγαλύτερα ύψη ορόφων είναι κάποιες από τις τεχνικές που συντελούν στη λειτουργία των κτηρίων ως μεμβράνες εσωκλιματικής ρύθμισης.

Συμπερασματικά, τα ιστορικά κτήρια από την αρχαία έως και τη νεότερη Ελλάδα θα μπορούσαν να αποτελέσουν οδηγό στον τομέα της αειφόρου ανάπτυξης, αρκεί να μελετηθούν προσεκτικά και να ερμηνευθούν ορθά ο τρόπος δόμησης, οι τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν. Ένα έργο, οφείλει να παράγεται με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, σεβόμενο το περιβάλλον, φυσικό και ανθρωπογενές, κανείς εξάλλου, δε δικαιούται να καταναλώνει ό,τι δεν μπορεί να αναπαραγάγει. [55,138]

Εν κατακλείδι, οι *modi operandi* (τεχνοτροπίες) που δημιουργήθηκαν και αναπτύχθηκαν στην αρχιτεκτονική δεν αντέγραψαν απλώς τη φύση, αλλά γεννήθηκαν στην ψυχή μερικών πεφωτισμένων ανθρώπων που δημιούργησαν «κελύφη» για την κάλυψη βασικών αναγκών επιβίωσης του *homo sapiens*. Το κέλυφος της κατοικίας μας άλλωστε δεν είναι τίποτα άλλο παρά ο καθρέφτης και η προέκταση της ύπαρξής μας.

1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η κλιματική αλλαγή και η καταστροφή του περιβάλλοντος θεωρούνται από τα σημαντικότερα προβλήματα του σύγχρονου πολιτισμού σε παγκόσμιο επίπεδο. Το κλίμα στον πλανήτη μας δεν υπήρξε ποτέ σταθερό, ωστόσο, όπως έχει αποδειχτεί πρόσφατα, υπάρχουν διαφοροποιήσεις πέραν του φυσιολογικού τις τελευταίες δεκαετίες λόγω ανθρώπινων, βιομηχανικών και γεωργικών δραστηριοτήτων και επεμβάσεων. Το μοντέλο ανάπτυξης που προωθείται στις σύγχρονες κοινωνίες, βασίζεται στην υπερκατανάλωση αγαθών και αλόγιστη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, θεωρώντας πως το περιβάλλον αποτελεί πηγή βραχυπρόθεσμου πλούτου σε ιδιωτικό όφελος, αδιαφορώντας για τη μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη συνέπεια της καταστροφής του. Ωστόσο, η ανάπτυξη και η πρόοδος είναι συμβατές μόνο όταν διασφαλίζονται και ανανεώνονται τα φυσικά θεμέλια της ζωής, όταν το παρόν δεν υποθηκεύει το μέλλον.

Οι ακραίες καιρικές συνθήκες που αντιμετωπίζει συχνότερα και εντονότερα ο πλανήτης, όπως παρατεταμένες ξηρασίες, κύματα καύσωνα, μεταβολή βροχοπτώσεων, τυφώνες καθιστούν αδιαμφισβήτητο γεγονός ότι οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών έχουν ήδη αρχίσει να πλήττουν περιοχές της γης, ενώ εάν δεν ληφθούν άμεσα αποτελεσματικά μέτρα θα τεθεί σε κίνδυνο η ευημερία του ανθρώπου και πολλά είδη της πανίδας και της χλωρίδας θα απειληθούν με εξαφάνιση.

1.2. Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στη γη κατά $0,8^{\circ}\text{C}$ σε σύγκριση με την προβιομηχανική εποχή (NOAA, 2005), απόρροια της μη φυσικής λειτουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αιτίες για την καταστροφική μεταβολή του κλίματος. Η συγκέντρωση αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, το 80% των οποίων αποτελεί το CO_2 , είναι σήμερα υψηλότερη απ' ό,τι τα τελευταία 650.000 χρόνια. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) έχει επίσημα ανακοινώσει ότι υπάρχουν πλέον επαρκή στοιχεία που δείχνουν ότι η παρατηρούμενη θέρμανση του πλανήτη τα τελευταία 50 χρόνια οφείλεται σε διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η καύση ορυκτών καυσίμων, γαιανθράκων, πετρελαίου και αερίου για παραγωγή ενέργειας, καθώς και η αποψίλωση των δασών και διάφορες γεωργικές πρακτικές έχουν οδηγήσει στην έκλυση τεράστιων ποσοτήτων CO_2 στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη αύξηση της συγκέντρωσής του και κατ' επέκταση, την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Πολλές και διαφορετικές έρευνες (IPCC 2007, Grassl et al. 2003, Hare 2003), έχουν καταστήσει σαφές ότι για να αποφύγουμε τις επικίνδυνες επιπτώσεις στο περιβάλλον, στον άνθρωπο και την παγκόσμια οικονομία, πρέπει να υιοθετηθεί διεθνώς ένας κοινός στόχος. Η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας δεν θα πρέπει να ξεπεράσει τους 2°C συγκρινόμενη με τα προβιομηχανικά επίπεδα. Αυτό είναι λοιπόν, το κρίσιμο σημείο που δεν θα πρέπει να ξεπεραστεί, προκειμένου να αποφευχθούν οι χειρότερες συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. [98,100,154]

Η συγκράτηση της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας κάτω από τους 2⁰C σχετίζεται με το επίπεδο των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Όσο αυξάνεται το επίπεδο των συγκεντρώσεων αυτών των αερίων, αυξάνεται και ο κίνδυνος υπέρβασης του ορίου των 2⁰C. Για το λόγο αυτό, οι συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα θα πρέπει να σταθεροποιηθούν. Τον στόχο αυτόν τον έχει υιοθετήσει και η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) στα επίσημα έγγραφα της.

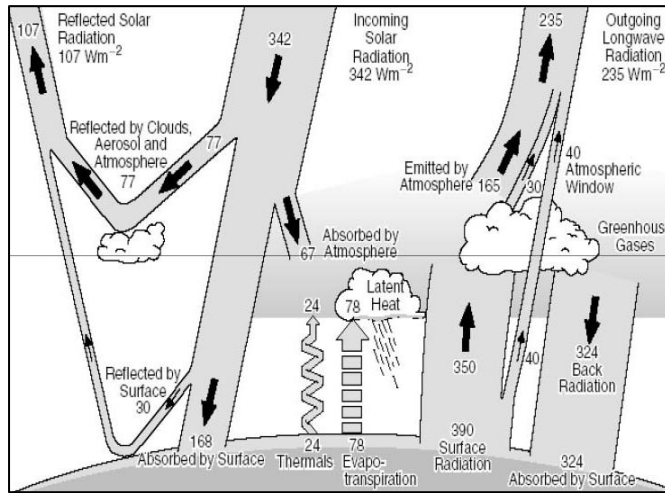
Οι επιπτώσεις από την αύξηση της θερμοκρασίας πέραν των 2⁰C που πρόκειται να παρουσιασθούν στο εγγύς μέλλον, θα πρέπει να μας προβληματίσουν και να μας οδηγήσουν σε μια αλλαγή στάσης, τόσο σε προσωπικό επίπεδο όσο και σε όλους τους τομείς της κοινωνίας και της οικονομίας. Ενδεικτικά, αναφέρονται παρακάτω ορισμένες από αυτές:

- Περίπου 90 έως 200 εκατομμύρια άνθρωποι αναμένεται να κινδυνεύσουν από ελονοσία και από άλλες ασθένειες που σχετίζονται με το νερό ενώ ο υποσιτισμός αναμένεται να αποτελέσει κύρια αιτία θανάτου για τα φτωχά στρώματα του πληθυσμού.
- Μέρη όπως η Υποσαχάρια Αφρική και η νότια Ασία θα βρεθούν αντιμέτωπες με το φάσμα του λιμού λόγω της μείωσης της αγροτικής παραγωγής.
- Περίπου 662 εκατομμύρια έως 3 δισεκατομμύρια άνθρωποι υπολογίζεται ότι θα κινδυνεύσουν από την έλλειψη νερού, ενώ η μείωση της υγρασίας του εδάφους θα καταλήξει σε εντατικοποίηση της εκμετάλλευσης της γης και μειωμένη απόδοση.
- Αναθεωρημένες εκτιμήσεις αναφέρουν πως το λιώσιμο των πάγων αναμένεται μέχρι το 2030, ίσως και νωρίτερα. Συγκεκριμένα υπολογίζεται ότι πάνω από το 25% του αρκτικού πάγου θα μειωθεί με συνεχή υποχώρηση του θαλάσσιου πάγου. Στην περίπτωση του γροιλανδικού πάγου, η εξαφάνιση του είναι βέβαιη με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5⁰C.
- Τα θαλάσσια, τα παράκτια και τα δασικά οικοσυστήματα αναμένεται να υποστούν μεγάλες ζημιές. Γίνεται λόγος για εξαφάνιση του 25% των ειδών της χλωρίδας και της πανίδας, σημαντική καταστροφή και αποσύνθεση στα αρκτικά οικοσυστήματα με εξαφάνιση μεγάλου ποσοστού της τούνδρας, ενώ υπολογίζεται πως το 43% των παγκόσμιων δασικών συστημάτων κινδυνεύουν να μετατραπούν σε μη δασικά.
- Περίπου 25 έως 50 εκατομμύρια άνθρωποι αναμένεται να κινδυνεύσουν από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και από πλημμύρες στις ακτές, ενώ η αύξηση στη συχνότητα και στην ένταση ακραίων καιρικών φαινομένων θα οδηγήσουν σε αυξημένη οικονομική ζημιά και πιθανή μείωση ευκαιριών ανάπτυξης.

Ωστόσο, για να αντιμετωπιστεί η πρόκληση της επιταγής των 2⁰C, το διεθνές ενεργειακό σύστημα πρέπει να αλλάξει ριζικά. Διαθέτουμε την τεχνολογία για να βελτιώσουμε σημαντικά το επίπεδο ζωής στις κοινωνίες μας, να παράγουμε ενέργεια με μηδενικές ή ελάχιστες εκπομπές CO₂ και να καινοτομήσουμε στον επιχειρηματικό τομέα. Σε αυτό το μακροπρόθεσμο εγχείρημα, η πολιτική εξουσία κάθε χώρας πρέπει να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες που θα εξασφαλίσουν τη μετάβαση σε μια οικονομία χαμηλών εκπομπών και στη μέγιστη δυνατή ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων που μπορεί να έχει αυτή η ενεργειακή αλλαγή σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. [35,98,100,115,116]

1.3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1.3.1. Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου



Εικ.1.3.1. Φυσική διαδικασία του φαινομένου του θερμοκηπίου [92]

Σε αυτήν οφείλεται η ύπαρξη ζωής στον πλανήτη μας, αφού διατηρεί σταθερή τη μέση θερμοκρασία του στους 15⁰C περίπου. Χωρίς αυτή, ο μέσος όρος θερμοκρασίας του πλανήτη μας θα ήταν περίπου -20⁰C. Εν ολίγοις, η γη περιβάλλεται από ένα λεπτό στρώμα αόρατων αερίων σε σταθερή αναλογία που λειτουργούν ακριβώς όπως ένα θερμοκήπιο, συγκρατώντας την εκλυόμενη από τον ήλιο θερμότητα εντός της, μην επιτρέποντας να διαφύγει στο διάστημα.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια λέγοντας φαινόμενο θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από ανθρωπογενείς δραστηριότητες που όχι μόνο εκπέμπουν υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά βλάπτουν και την ικανότητα της γης να απορροφά το CO₂ και να το ενσωματώνει στους φυσικούς κύκλους ροής ενέργειας και ύλης, με την καταστροφή των δασών και του φυτοπλαγκτού των ωκεανών. Ο πίνακας που παρατίθεται παρουσιάζει τις συγκεντρώσεις των αερίων που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κύρια προέλευση τους.

Αέρια θερμοκηπίου	Συγκέντρωση το 1750	Συγκέντρωση σήμερα	Ποσοστό μεταβολής	Προέλευση
Διοξείδιο άνθρακα	280 ppm	360 ppm	29 %	Καύση ορυκτών καυσίμων
Μεθάνιο	0.70 ppm	1.70 ppm	143 %	Φυσικό αέριο
Οξείδιο του αζώτου	280 ppb	310 ppb	11 %	Καύση ορυκτών καυσίμων
Χλωροφθοράνθρακες	0	900 ppt	-	Ψυκτικά μηχανήματα

Εικ.1.3.2. Συγκέντρωση αερίων που μετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και προέλευσή τους [116]



Εικ.1.3.3. Η άνοδος της θερμοκρασίας από 1880-2000
(Πηγή: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών)

Πολύπλοκα μαθηματικά μοντέλα, γνωστά ως GCM (General Circulation Models), τα οποία επεξεργάζονται όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για να προβλεφθούν οι μελλοντικές κλιματικές αλλαγές, δείχνουν ότι η μέση θερμοκρασία της γης θα αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου $0,3^{\circ}\text{C}$ ανά δεκαετία για τα επόμενα 100 χρόνια. Αν συμβεί όμως μια τέτοια αύξηση, που φαινομενικά είναι μικρή, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές κλιματικές αλλαγές με απρόβλεπτες συνέπειες. Σύμφωνα με τις προβλέψεις των μοντέλων μέχρι το τέλος του αιώνα η θερμοκρασία θα ανυψωθεί μέχρι $5,8^{\circ}\text{C}$.

Οι επιπτώσεις του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι δύσκολο να προεκτιμηθούν, εξαιτίας του γεγονότος ότι η άνοδος της θερμοκρασίας συνδέεται με παράγοντες των οποίων ο ρόλος δεν είναι πλήρως γνωστός. Οι σημαντικότερες συνέπειες είναι:

- **Κλιματικές αλλαγές:** Μετακίνηση των ζωνών βροχοπτώσεως, από τον ισημερινό προς το βορρά και ερημοποίηση του κάτω τμήματος της εύκρατης ζώνης. Τούτο σημαίνει ότι θα πραγματοποιηθούν αλλαγές στους διάφορους τύπους βλάστησης τόσο στις γεωργικές όσο και στις δασικές εκτάσεις.
- **Άνοδος της στάθμης των θαλασσών:** Οι λόγοι που οδηγούν στο φαινόμενο αυτό είναι η διαστολή των υδάτων που επιφέρει η αύξηση της θερμοκρασίας και η τήξη των πάγων. Μία άνοδος της στάθμης κατά 50 έως 150 εκατοστά θα έχει δυσμενείς συνέπειες, καθώς θα πλημμυρίσουν πολλές περιοχές ίσαλες στο επίπεδο της θάλασσας.
- **Μείωση των υδάτινων πόρων:** Αρνητικές συνέπειες θα δημιουργηθούν από τη μεταβολή του ρυθμού του υδρολογικού κύκλου, ενώ παράλληλα οι ανάγκες άρδευσης και ύδρευσης θα είναι μεγαλύτερες.
- **Συμβολή στην εμφάνιση του φαινομένου Ελ Νίνιο:** Το φαινόμενο Ελ Νίνιο, δηλαδή η περιοδική αύξηση της θερμοκρασίας των επιφανειακών υδάτων στον κεντρικό και ανατολικό Ειρηνικό ωκεανό, συσχετίζεται από πολλούς επιστήμονες με την αύξηση της θερμοκρασίας. Επιπτώσεις του φαινομένου είναι ασυνήθιστοι άνεμοι, πλημμύρες, ξηρασίες, ενώ αναφέρεται ότι επηρεάζει και τις καιρικές συνθήκες της Μεσογείου, και συγκεκριμένα συνδέεται με τις χαμηλές βροχοπτώσεις στην περιοχή.
- **Άμεση επίδραση της θερμοκρασίας:** Η θερμοκρασία κατά τη θερινή περίοδο σε πολλές περιοχές του πλανήτη, θα φτάσει σε επίπεδα μη ανεκτά για τους ανθρώπους και τους άλλους ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς. Εντονότερο θα είναι το πρόβλημα στις πόλεις, όπου η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από τον περιβάλλοντα χώρο κατά $0,5 - 3^{\circ}\text{C}$ λόγω της έλλειψης βλάστησης και της μεγαλύτερης απορρόφησης ακτινοβολίας των δομικών υλικών.

Δεδομένου όλων των παραπάνω, κρίνεται αδήριτη ανάγκη η λήψη κατάλληλων και αποδοτικών μέτρων για τη μείωση των εκπομπών «των αερίων του θερμοκηπίου» σε παγκόσμια κλίμακα. [38,135,140]

1.3.2. Η Όξινη Βροχή

Τα στερεά (κάρβουνο, λιγνίτης), καθώς και τα υγρά καύσιμα (πετρέλαιο, βενζίνη) περιέχουν θείο (S) που φθάνει σε ορισμένες περιπτώσεις και το 10%. Η καύση των προαναφερθέντων καυσίμων υλών παράγει διοξείδιο του θείου (SO₂) που στη συνέχεια οξειδώνεται στην ατμόσφαιρα και μετατρέπεται τελικά σε θειικό οξύ (H₂SO₄). Τα κατακρημνίσματα που μεταφέρουν το οξύ αυτό είναι όξινα, η καλούμενη όξινη βροχή, καταστροφική για το υδάτινο και χερσαίο περιβάλλον και διαβρωτική για τον κτηριακό τομέα.

Σύμφωνα με το Σουηδό χημικό Svante Oden, αν η παραγωγή SO₂, το οποίο αποτελεί κυκλοφοριακό ρύπο, αφεθεί ανεξέλεγκτη, η όξινη απόθεση θα μετατρέψει πολύ σύντομα τη γη πάνω από τον 45^ο παράλληλο σε μια χημική έρημο. [135]

1.3.3. Η Τρύπα του Όζοντος

Το όζον - από την αρχαία ελληνική λέξη όζειν = μυρωδιά - είναι ένα αέριο το οποίο εμφανίζεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα της Γης και του οποίου το μόριο αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου (O₃). Είναι αέριο ασταθές, ισχυρά οξειδωτικό και τοξικό, με χαρακτηριστική οσμή και κυανό χρώμα.

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση όζοντος (περίπου το 90%) εμφανίζεται στη στρατόσφαιρα, σε ένα «στρώμα» το οποίο ξεκινά από τα 10 με 17 περίπου χιλιόμετρα πάνω από την επιφάνεια της Γης και φτάνει έως και τα 50 χιλιόμετρα. Σχηματίζεται δε, με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει στη γη από τον ήλιο. Ένα μικρότερο ποσοστό παράγεται σε χαμηλότερα στρώματα με την επίδραση ηλεκτρικών εκκενώσεων στο οξυγόνο της ατμόσφαιρας και τελικά ανεβαίνει και προστίθεται στο υπερκείμενο στρώμα.

Το στρώμα του όζοντος μεταβάλλεται από περιοχή σε περιοχή και ανάλογα με τις εποχές, ενώ επηρεάζει και επηρεάζεται από το κλίμα, καθώς ο μηχανισμός σχηματισμού του εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την υγρασία, τους ανέμους και την περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε άλλες χημικές ενώσεις. Το όζον της στρατόσφαιρας αποτελεί τη μοναδική ασπίδα του πλανήτη μας, καθώς απορροφάει τις υπεριώδεις ηλιακές ακτινοβολίες που αποτελούν το 10% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στη γη και είναι ιδιαίτερα επιζήμια για όλους τους έμβιους οργανισμούς. Χωρίζεται σε τρία είδη, τη UV-A, τη UV-B και τη UV-C. Η τελευταία είναι αυτή που απορροφάται από το όζον στη στρατόσφαιρα, καθιστώντας την ως την πιο επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία, καθώς:

Αποτελεί τη βασικότερη αιτία για το μελάνωμα, μια μορφή θανατηφόρου καρκίνου του δέρματος. Αποτελεί αιτία του καταρράκτη, καθώς είναι αρκετά ισχυρή ώστε να περάσει μέσα από τον αμφιβληστροειδή του ματιού. Τελευταία, και ενδεχομένως η κυριότερη επίδρασή της στους ζωντανούς οργανισμούς είναι η μετάλλαξη του DNA τους. Μάλιστα, είναι τόσο ισχυρή που οι επιστήμονες τη χρησιμοποιούν σε εργαστήρια και υπό κατάλληλες συνθήκες για να επιτύχουν μεταλλάξεις γονιδίων.

Το 1985, ο Βρετανός επιστήμονας Joe Farman ανακάλυψε μια σημαντική μείωση του στρώματος του όζοντος πάνω από την περιοχή της Ανταρκτικής (στην περιοχή πάνω από το Νότιο Πόλο), φαινόμενο που χαρακτηρίστηκε ως «τρύπα του όζοντος,» η οποία από τότε παρακολουθείται άγρυπνα, γιατί η παρουσία της αποτελεί θανάσιμο κίνδυνο για τον κόσμο μας.

Μετά από λίγα χρόνια, άρχισε να παρατηρείται και μια ανάλογης έκτασης μείωση του στρώματος του όζοντος και πάνω από το Βόρειο Πόλο, με μια τάση επέκτασης και προς την Ευρώπη και την Αμερική. Το φαινόμενο, σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες, διογκώνεται συνεχώς. Μια τέτοια μείωση του στρώματος του όζοντος προκαλείται εφόσον η καταστροφή του υπερβαίνει την παραγωγή του. Τα αίτια, πέρα από φυσικά όπως η έκλυση αερίων από ηφαιστειακή δραστηριότητα, οφείλουν να αναζητηθούν στην ανθρώπινη δραστηριότητα. Από αυτή προκύπτει η εκπομπή χλωροφθορανθράκων (CFC), συνθετικών ουσιών ιδιαίτερα καταστροφικές για το όζον. Χρησιμοποιούνται σε ψυκτικά μηχανήματα, κλιματιστικά, αφρώδη υλικά, βιομηχανικούς διαλύτες κ.α. Ενδεικτικά, 1 μόριο χλωρίου που εμπεριέχουν, καταστρέφει μέχρι και 100.000 μόρια όζοντος πριν την αδρανοποίησή του. Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει το βαθμό μείωσης του στρατοσφαιρικού όζοντος είναι η ατμοσφαιρική θερμοκρασία επίσης.

Υπολογίζεται ότι η εξάντληση του στρώματος του όζοντος, με τα σημερινά δεδομένα, μπορεί σύντομα να φτάσει στα 20%. Με βάση αυτή την τιμή, υπολογίζεται ότι, σε παγκόσμια κλίμακα, θα προκαλούνται από αυτή μόνο την αιτία περίπου 600.000 επιπρόσθετες περιπτώσεις καρκίνου του δέρματος και περίπου 3.000.000 επιπρόσθετες περιπτώσεις καταρράκτη στα μάτια.

Η αυξημένη ένταση των υπεριωδών ακτίνων επιδρά δυσμενώς και στο ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου και των ζώων, με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη αύξηση των λοιμώξεων γενικά, αλλά και των διαφόρων νεοπλασματικών νόσων. Επηρεάζει, επίσης, δυσμενέστατα το πλαγκτόν όλων των θαλασσών και των ωκεανών της Γης, με συνέπεια τη μείωση του αρχικού, και πρωταρχικής σημασίας, κρίκου της αλυσίδας της διατροφής, με απροσδιόριστες, αλλά πάντως τρομακτικές επιπτώσεις στο ζωικό θαλάσσιο πλούτο. Αλλά και οι επιπτώσεις στη στεριά είναι ζοφερές για την αγροτική παραγωγή γιατί, με τους μετριότερους υπολογισμούς, είναι δυνατό στο άμεσο μέλλον να περιοριστεί σημαντικά.

Αντιλαμβανόμαστε, λοιπόν, ότι η ανθρώπινη παρέμβαση συντέλεσε και συντελεί δραματικά στην ανασύσταση της ατμόσφαιρας. Μέσα σε μόλις 30 χρόνια «κατόρθωσε» να καταστρέψει ο άνθρωπος τόσο όζον όσο κατόρθωσε να παράγει η φύση σε 2 δισεκατομμύρια χρόνια ! [135]

1.3.4. Οι Θερμικές Νησίδες

Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας έχει ξεκινήσει να απασχολεί την επιστημονική κοινότητα από τα μέσα του περασμένου αιώνα, ενώ στην Ελλάδα έτυχε ιδιαίτερης προσοχής τα τελευταία 20 χρόνια, λόγω της αυξημένης οικοδομικής δραστηριότητας στα μεγάλα αστικά κέντρα και της ανέγερσης μη φιλικών προς το περιβάλλον κτηρίων.

Συνίσταται στην αύξηση της θερμοκρασίας από 1-10 °C του αέρα στο εσωτερικό των πόλεων, σε σχέση με τα προάστια της, κατά τη διάρκεια μιας ζεστής θερινής περιόδου, που οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος που προκαλεί η αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στις αστικές επιφάνειες, όπως είναι τα κτήρια και οι δρόμοι στη διάρκεια της ημέρας. Στη διαμόρφωση της θερμικής νησίδας συμβάλλουν τα σκούρα και θερμά υλικά αστικών επιφανειών που έχουν χαμηλή αντανακλαστικότητα (χαμηλό albedo), όπως το σκυρόδεμα, η άσφαλτος κ.α. που παρακρατούν τη θερμότητα την ημέρα και την αποδίδουν τη νύχτα, εμποδίζοντας τη φυσική ψύχρανση της ατμόσφαιρας. Συντελούν επίσης πρόσθετες ανθρωπογενείς πηγές ενέργειας, που προέρχονται από τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τον κλιματισμό των κτηρίων, καθώς και το ύψος και η διάταξη των κτηρίων, γύρω από στενούς δρόμους, που εμποδίζουν τη διαφυγή της ηλιακής ενέργειας και την κυκλοφορία του αέρα.

Ένα κορυφαίο πρόβλημα που είναι χαρακτηριστικό των Ελληνικών πόλεων, είναι η απουσία πρασίνου στους δημόσιους χώρους, που μειώνει σημαντικά τη θερμοκρασία του αέρα τη νύχτα, μέσω της διαδικασίας της διαπνοής. Τα φυτά απορροφούν την ημέρα μεγάλο μέρος της ηλιακής ενέργειας και αντλούν νερό από τη γη, το οποίο αποδίδουν τη νύχτα από τα φύλλα στην ατμόσφαιρα ως υγρασία, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στη μείωση της έντασης της θερμικής νησίδας μειώνοντας την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που αποθηκεύουν και, ψυχραίνοντας την ατμόσφαιρα τη νύχτα με την υγρασία που αποδίδουν της τάξεως των 1-5 °C.

Οι επιπτώσεις της θερμικής νησίδας επικεντρώνονται κυρίως στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των πόλεων και στις επιδράσεις πάνω στην υγεία τους. Είναι γνωστή η συνέργεια των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι πάνω στη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα ηλικιωμένων κυρίως ατόμων. Έτσι με την αύξηση της θερμοκρασίας την ημέρα και τη διατήρησή της τη νύχτα, η θερμική νησίδα γίνεται πρόσθετος παράγοντας επικινδυνότητας. Παράλληλα η εντατική χρήση κλιματιστικών, πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, και πέρα από τη σπατάλη ενέργειας που προκαλεί, συμβάλλει και στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Κρίνουμε, λοιπόν, ότι πρέπει να οργανωθεί συστηματικά η πληροφόρηση των πολιτικών μηχανικών, αρχιτεκτόνων και γενικά των κατασκευαστών, καθώς και των πολιτών και των δήμων, σχετικά με την ανάγκη φυτεύσεων και την ανάγκη χρησιμοποίησης ψυχρών υλικών στα κτήρια και τους δρόμους. [38,84]

1.4. ΤΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Δεδομένου όλων των παραπάνω, διεθνείς προσπάθειες καταβάλλονται για την καταπολέμηση των κλιματικών αλλαγών, με την Ευρωπαϊκή Ένωση να πρωτοστατεί. Οι προσπάθειες αυτές πραγματοποιούνται υπό την προστασία της σύμβασης «Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές», που υπογράφηκε στη διάσκεψη του Ρίο ντε Τζανέιρο το 1992 και του Πρωτοκόλλου του Κιότο του 1997, που θέτει στόχους για τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυγμένες χώρες. Επιπλέον η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει λάβει επιπρόσθετα μέτρα για να βοηθήσει τις χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να τηρήσουν τους στόχους του Κιότο. Οι κυβερνήσεις θέτουν όρια στις εκπομπές αερίων, στη βιομηχανία και την παραγωγή ενέργειας. Άλλα μέτρα που έχουν ληφθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και ηλεκτρικές συσκευές κτηρίων και μεμονωμένων σπιτιών.

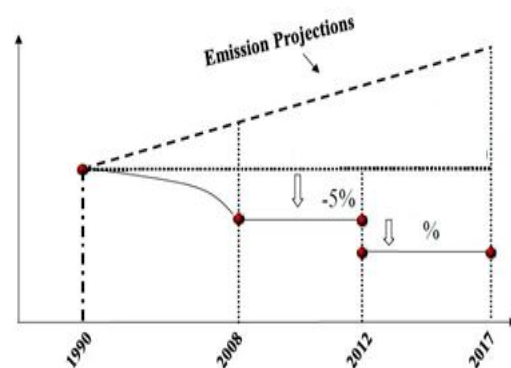
Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι μια διεθνής συμφωνία που υπογράφηκε το 1997 και ορίζει νομικά δεσμευτικές οριακές τιμές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τις βιομηχανικές χώρες. Επίσης, καθιερώνει καινοτόμους μηχανισμούς υλοποίησης με βάση τη λειτουργία των δυνάμεων της αγοράς - οι γνωστοί ευέλικτοι μηχανισμοί του Πρωτοκόλλου του Κιότο - οι οποίοι αποσκοπούν στη διατήρηση, σε χαμηλά επίπεδα, του κόστους περιορισμού των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του πρωτοκόλλου, οι βιομηχανικές χώρες είναι υποχρεωμένες να μειώσουν τις δικές τους εκπομπές έξι αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, υπερφθοράνθρακες και εξαφθοριούχο θείο) κατά περίπου 5% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 κατά τη διάρκεια της πρώτης «περιόδου δέσμευσης», η οποία καλύπτει τα έτη 2008 έως 2012.

Τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι, επίσης, υποχρεωμένα να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 8% στο ίδιο διάστημα. Η πενταετής περίοδος δέσμευσης επιλέχθηκε αντί μιας μονοετούς περιόδου, ώστε να εξομαλυνθούν οι ενδεχόμενες ετήσιες διακυμάνσεις των εκπομπών που οφείλονται σε ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως είναι ο καιρός. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες δεν καθορίστηκαν στόχοι περιορισμού των εκπομπών.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο τέθηκε σε ισχύ το Φεβρουάριο του 2005. Στις αρχές του 2009, 183 κράτη και η Ευρωπαϊκή Ένωση είχαν επικυρώσει το πρωτόκολλο. Αυτό σημαίνει ότι 37 ανεπτυγμένες χώρες και η Ε.Ε των 15 (τα 15 κράτη μέλη όταν υπογράφηκε το πρωτόκολλο) έχουν δεσμευθεί να επιτύχουν τους στόχους του Κιότο. Οι ΗΠΑ αν και αρχικά υπέγραψαν τη συνθήκη, εντούτοις δεν έχουν επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο. [38,100,154]

Η πολιτική της ευρωπαϊκής ένωσης για το περιβάλλον και την ενέργεια συνοψίζεται με τη φράση «Στόχοι 20-20-20 για το 2020». Οι αριθμοί αυτοί αντιστοιχούν στα παρακάτω:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τουλάχιστον κατά 20%, σε σχέση με τις εκπομπές του 1990, μέχρι το 2020. Το ποσοστό αυτό μπορεί να ανέλθει στο 30% εάν υιοθετήσουν τα μέτρα αυτά χώρες μη κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Αύξηση του ποσοστού χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (αιολική, ηλιακή, βιομάζας κ.λπ.) στο 20% της ολικής παραγωγής ενέργειας. Το ανάλογο ποσοστό σήμερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι 8,5%, δηλαδή είναι υπερδιπλάσιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης μέσω του περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20%, σε σχέση με τα επίπεδα που προβλέπονται για το 2020.



Εικ.1.4.1 Πρωτόκολλο του Κιότο-Νομική δέσμευση των ανεπτυγμένων χωρών (Πηγή: Ι.Ψαρράς)

Η τελευταία διάσκεψη του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή (COP17) πραγματοποιήθηκε το Δεκέμβριο του 2011, στο Ντέρμπαν της νοτίου Αφρικής. Με τη συμφωνία αυτή, επεκτείνονται ως το 2017 τα μέτρα για την προστασία του πλανήτη από τις κλιματικές αλλαγές που καταγράφει το Πρωτόκολλο του Κιότο, του οποίου η ισχύς εκπνέει το τέλος του 2012. Εκπρόσωποι από περίπου 190 χώρες και την Ευρωπαϊκή Ένωση, αποφάσισαν τη δρομολόγηση της μείωσης των εκπομπών των αερίων για την επίτευξη του στόχου των 2⁰C με σκοπό να υπάρξει συνολική συμφωνία το 2015 και να τεθεί σε ισχύ το 2020, αφού προηγουμένως καταγραφεί και η ακριβής νομική φύση της συμφωνίας.

Επιπροσθέτως, συμφωνήθηκαν οι λεπτομέρειες δημιουργίας ενός πράσινου ταμείου αρωγής προς τις αναπτυσσόμενες χώρες, ώστε να προσαρμοστούν στις κλιματικές αλλαγές χωρίς ωστόσο να διευκρινιστεί το ζήτημα της χρηματοδότησης. Επόμενη διάσκεψη έχει οριστεί για την περίοδο, 26 Νοεμβρίου – 7 Δεκεμβρίου 2012, στο Κατάρ, όπου θα οριστούν τα ανώτατα επιτρεπτά όρια εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2050. [100,116,154]

Συμπερασματικά, η κλιματική αλλαγή αποτελεί τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική κρίση στην ιστορία της ανθρωπότητας. Είναι επιταγή πλέον των καιρών μας, στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης - «ανάπτυξης που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να διακυβεύει την ικανότητα των επόμενων γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες» (W.C.E.D.,1987) - η βιοκλιματική προσέγγιση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, στην κατασκευή και χρήση των υλικών σε όλη τη διαδικασία οικοδόμησης, στην αειφορική χρήση των κτηρίων σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, στην αντιμετώπιση του δομημένου περιβάλλοντος ως δυναμικού ενεργειακού συστήματος. [22]

1.5. Η ΚΡΑΤΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Οι επιπτώσεις των κλιματικών αλλαγών αποτελούν αδιαμφισβήτητο γεγονός και για τη χώρα μας. Παγκόσμια κλιματικά μοντέλα εκτιμούν ότι η Ελλάδα θα παρουσιάσει αύξηση θερμοκρασίας από 3,1⁰C - 5,1⁰C με μέση τιμή 4,3⁰C έως το 2100, ενώ ήδη η μέση μέγιστη θερμοκρασία της Αθήνας το καλοκαίρι έχει αυξηθεί κατά 1,9⁰C. Επιπλέον, προβλέπεται πως η στάθμη της θάλασσας θα ανέβει κατά 50 εκατοστά έως το 2100, δημιουργώντας σημαντικότερα προβλήματα στις παραθαλάσσιες περιοχές και τα οικοσυστήματα. Η Θεσσαλονίκη μάλιστα θεωρείται μια από τις πιο ευάλωτες περιοχές της Μεσογείου. Η Ελλάδα αναμένεται να υφίσταται συχνότερα κύματα καύσωνα και ξηρασίας, περισσότερες πυρκαγιές, προβλήματα επάρκειας πόσιμου νερού και ζημιές στις γεωργικές δραστηριότητες. [116]

Η χώρα μας ωστόσο, είναι μια από τις πλουσιότερες χώρες της Ε.Ε σε βιοποικιλότητα, διαθέτοντας έτσι ένα σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα για ανάπτυξη: το φυσικό της περιβάλλον. Για την προστασία της μοναδικής αυτής κληρονομιάς η Ελλάδα δεσμεύεται από την εθνική νομοθεσία, αλλά και από διεθνείς συμβάσεις, κοινοτικές οδηγίες και κανονισμούς. Εντούτοις, για τη διατήρηση του φυσικού πλούτου δεν αρκούν μονάχα οι νομοθετικές ρυθμίσεις. Απαιτείται η ύπαρξη ικανού μηχανισμού ελέγχων των σοβαρών παραβάσεων της περιβαλλοντικής νομοθεσίας.

Η Ελλάδα δεσμεύτηκε από το Πρωτόκολλο του Κιότο να περιορίσει την αύξηση των εκλυόμενων ρύπων του θερμοκηπίου στο 25% μέχρι το 2012, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Το 2005 οι εγχώριες εκπομπές CO₂ ήταν αυξημένες κατά 25,4% σε σχέση με το έτος αναφοράς και αναμενόταν το ποσοστό αυτό να φτάσει το 35,8% το 2010, υπερβαίνοντας κατά πολύ τα όρια που είχε θέσει το Πρωτόκολλο του Κιότο. Ωστόσο, το 2010 οι εκπομπές CO₂ στην Ελλάδα, σημείωσαν μείωση της τάξης του 6,7% σε σχέση με το 2009. [100]

Συγκεκριμένα, το 2010 ήταν η τρίτη συνεχόμενη χρονιά μείωσης των εκπομπών από το 2007 που είχαν φτάσει τη μέγιστη τιμή τους. Αναμένεται ότι και το 2011 αλλά και το 2012, αν και δεν υπάρχουν ακόμη επίσημα στοιχεία, θα συνεχιστεί η καθοδική πορεία εξαιτίας της μεγάλης πτώσης της οικονομικής δραστηριότητας. Αν και είναι απογοητευτικό το γεγονός πως η παραπάνω μείωση δεν οφείλεται σε κάποια ουσιαστική αναδόμηση του παραγωγικού και καταναλωτικού μοντέλου αλλά στη δυσχερή οικονομική και κοινωνική κατάσταση της χώρας μας, εντούτοις ίσως κατορθώσει τελικά η Ελλάδα να ανταποκριθεί στις δεσμεύσεις της απέναντι στο Πρωτόκολλο του Κιότο. [100]

Ο κτηριακός τομέας στην Ευρώπη είναι ο μεγαλύτερος χρήστης ενέργειας και η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς ευθύνεται για το 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και το 40% των συνολικών εκπομπών CO₂. [98] Για το λόγο αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε μια σειρά από μέτρα ώστε να εξασφαλίσει στους κατοίκους της την παροχή των πιο ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων, την κατασκευή κτηρίων με χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, καθώς και την εγκατάσταση των πιο ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων.

Στα πλαίσια της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με αυτή την Κοινοτική Οδηγία, ήταν η έκδοση του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτηρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτηρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.) στον οποίο, μεταξύ άλλων, θα καθορίζονταν οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), ο οποίος τελικά εγκρίθηκε στις 9 Απριλίου 2010, αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία) αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτηριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες. [70]

Επιπλέον, σύμφωνα με το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτηρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010) προβλέφθηκε η δημιουργία σώματος Ενεργειακών Επιθεωρητών που διενεργεί έκτοτε ενεργειακές επιθεωρήσεις, ενώ με το Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική – οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ)» (ΦΕΚ 132/Α/2010) θεσπίστηκε διαδικασία ελέγχου και επιβολής κυρώσεων.

Στην Ελλάδα, όπου ο κτηριακός τομέας καταναλώνει το 1/3 περίπου της παραγόμενης ενέργειας [154] και το κτηριακό απόθεμα είναι από τα πιο ενεργειακά σπάταλα στην Ευρώπη, υπάρχουν περαιτέρω περιθώρια εξοικονόμησης στη θέρμανση, στον κλιματισμό και στο φωτισμό και με τις ρυθμίσεις αυτές επιδιώκεται η ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων και η αξιοποίηση του τεράστιου δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας στη χώρα μας. Ο στόχος εξάλλου, όπως άλλωστε εκφράζεται από τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (Οδηγία 2010/31/ΕΕ), είναι όλα τα νέα κτήρια έως το 2020 να αποτελούν κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. [154]

Παρά τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, δυστυχώς η χώρα μας κατέχει την τέταρτη θέση, ως προς τις 48 υποθέσεις παραβίασης της Κοινοτικής περιβαλλοντικής νομοθεσίας, και με σωρεία καταδικαστικών αποφάσεων να έχουν ήδη εκδοθεί εναντίον μας, κρίνεται επιτακτική ανάγκη να ληφθούν σύντομα αποφάσεις για τα μείζονα περιβαλλοντικά προβλήματα που την ταλανίζουν. Η εκάστοτε πολιτική ηγεσία λόγω «αστάθμητων παραγόντων» κωλυσιεργεί, αντί να εφαρμόζει τα ήδη θεσπισθέντα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος. Θέματα όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η ηχορύπανση, η προστασία του φυσικού μας πλούτου, τα προγράμματα ανακύκλωσης, οι υδάτινοι πόροι, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά και η ενεργειακή ταυτότητα των κτηρίων, είναι μερικά από τα σημαντικότερα θέματα που χρήζουν άμεσης και αποδοτικής λύσης. Οι κατευθύνσεις έχουν ήδη δοθεί, η επιταγή είναι να υλοποιηθούν. [65,69,113,115]

2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

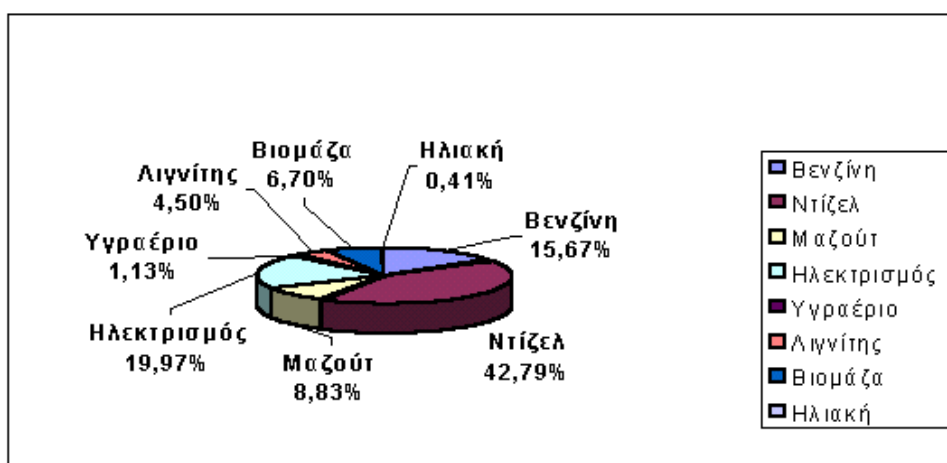
2.1. ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων (κατοικιών και γραφείων), τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Με την πρόοδο της οικονομίας και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, η ενεργειακή ζήτηση αυξάνεται ολοένα. Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιείται προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Αποκαλούνται έτσι, γιατί ενώ η διαδικασία σχηματισμού τους διαρκεί εκατομμύρια χρόνια, δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν, σε εύλογο για τον άνθρωπο χρονικό διάστημα, την αποθηκευμένη τους ενέργεια.

Οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν:

- Τα στερεά καύσιμα των γαιανθράκων, όπως λιγνίτη, ανθρακίτη, τύρφη, κ.ά.
- Τα υγρά καύσιμα που παίρνουμε με κατεργασία, όπως μαζούτ, πετρέλαιο, βενζίνη, κηροζίνη.
- Τα αέρια καύσιμα όπως το φυσικό αέριο, υγραέριο.
- Την πυρηνική ενέργεια που παίρνουμε από τη σχάση ραδιενεργών υλικών, ουρανίου και πλουτωνίου.

Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που αργά η γρήγορα θα εξαντληθούν. Έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.1.1, οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμμετέχουν στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών κατά 93%, ενώ οι ανανεώσιμες πηγές καλύπτουν μόνο το 7%, με βασικότερη τη βιομάζα. [61]



Εικ.2.1.1. Συμμετοχή ενεργειακών πηγών στην τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα
(Πηγή: Δ.Πεκόπουλος)

2.2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

2.2.1. Εισαγωγή

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον και είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1973 και παγιώθηκε την επόμενη δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς η αξιοποίησή τους δεν το επιβαρύνει, αφού δεν συνοδεύεται από παραγωγή ρύπων ή αερίων που ενισχύουν τον κίνδυνο για κλιματικές αλλαγές.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών και έχουν αρχίσει, ευτυχώς, να εφαρμόζονται.

2.2.2. Μορφές και εφαρμογές με χρήση των ΑΠΕ

2.2.2.1. Ηλιακή Ενέργεια :

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του για τη συλλογή, χρήση και διανομή της. Τέτοιες τεχνολογίες είναι:

Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα:

Είναι όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες.



Εικ.2.2.1. Εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών [89]

Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία. Υπάρχουν ήδη μερικές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων στη χώρα μας και αναμένεται να έχουν ταχεία ανάπτυξη.

Μια άλλη εφαρμογή που έχει αρχίσει να εξαπλώνεται είναι ο συνδυασμός παραγωγής ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Η χρήση των συστημάτων αυτών στις ελληνικές κλιματικές συνθήκες για τη θέρμανση χώρων, θεωρείται τεχνικά αλλά και οικονομικά αποδοτική, αν συνδυαστεί με την κατάλληλη μελέτη-κατασκευή του κτηρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών) και τη συνεργασία του χρήστη. Μπορεί να εξοικονομήσει συμβατική ενέργεια σε νέα ή παλιά κτήρια, στα οποία έχουν ληφθεί όλα τα εφικτά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών και τη μεγιστοποίηση της οικονομικότητας της εγκατάστασης. Είναι πάντως, πολύ σημαντικός ο σωστός σχεδιασμός του ηλιακού συστήματος και η προσεκτική εξέταση της οικονομικότητας της εγκατάστασης για την αποφυγή λανθασμένων επιλογών και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης.

Φωτοβολταϊκά Συστήματα (Φ/Β) :

Η λειτουργία τους βασίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, την άμεση δηλαδή, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας. Τούτο επιτυγχάνεται με τη χρήση ημιαγωγικών υλικών τα οποία έχουν την ιδιότητα να απορροφούν φωτόνια απελευθερώνοντας ηλεκτρόνια (φωτοηλεκτρικό φαινόμενο). Η ροή των ελευθέρων αυτών ηλεκτρονίων συνεπάγεται τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος.



Εικ.2.2.2. Τυπική διάταξη
Φωτοβολταϊκού πάνελου [71]

Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. Για αυτόνομα συστήματα υπάρχει επίσης το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας σε μπαταρίες.

Μία τυπική Φ/Β συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ποσοστό 14% περίπου της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων, που τα διαφοροποιούν από τις άλλες μορφές ΑΠΕ είναι:

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.

- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτήρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).
- Είναι βαθμωτά συστήματα, μπορούν δηλαδή, να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση Φ/Β σε κτήρια είναι:

- Συγχρονισμός ψυκτικών φορτίων κτηρίων κατά τη θερινή περίοδο με τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ από τα Φ/Β.
- Αποφυγή χρήσης γης για την εγκατάσταση.
- Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και επιτόπου κατανάλωση της παραγόμενης ενέργειας.

Επίσης, οι Φ/Β συστοιχίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία των κτηρίων, εφόσον γίνει σωστός σχεδιασμός. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η οικονομική απόδοση του συστήματος, λόγω αποφυγής κόστους συμβατικών οικοδομικών υλικών.

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα:

Είναι δομικά στοιχεία του κτηρίου που αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Χρησιμοποιούνται επίσης, για την παροχή φυσικού φωτισμού. Αναλύονται εκτενώς στο πέμπτο κεφάλαιο. [89]

2.2.2.2. Αιολική Ενέργεια :

Είναι η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια και σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι άνεμοι, δηλαδή οι μεγάλες μάζες αέρα που μετακινούνται με ταχύτητα από μία περιοχή σε κάποια άλλη, οφείλονται στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από την ηλιακή ακτινοβολία. Η κινητική ενέργεια των ανέμων είναι τόση που, με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, θα μπορούσε να καλύψει πάνω από δύο φορές τις ανάγκες της ανθρωπότητας σε ηλεκτρική ενέργεια.



Εικ.2.2.3. Τυπική μορφή αιολικού πάρκου [89]

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας χάνεται στα βάθη της ιστορίας. Ο εγκλωβισμός, κατά τον Όμηρο, των ανέμων στον ασκό του Αιόλου δείχνει ακριβώς την ανάγκη των ανθρώπων να διαθέτουν τους ανέμους στον τόπο και χρόνο που οι ίδιοι θα ήθελαν. Για πολλές εκατοντάδες χρόνια η κίνηση των πλοίων στηριζόταν στη δύναμη του ανέμου, ενώ η χρήση του ανεμόμυλου ως κινητήριας μηχανής εγκαταλείπεται μόλις στα μέσα του προηγούμενου αιώνα. Είναι η εποχή που εξαπλώνονται ραγδαία τα συμβατικά καύσιμα και ο ηλεκτρισμός, ο οποίος φτάνει ως τα πιο απομακρυσμένα σημεία. Η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 70, φέρνει ξανά στο προσκήνιο και την αιολική ενέργεια. Στο διάστημα μέχρι σήμερα, σημειώνεται μια αλματώδης ανάπτυξη και γίνεται συνείδηση πλέον ότι ο άνεμος αποτελεί μια καθαρή ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν κυρίως μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια και ονομάζονται ανεμογεννήτριες.

Η σημαντικότερη οικονομικά εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η σύνδεσή τους στο ηλεκτρικό δίκτυο μιας χώρας. Στην περίπτωση αυτή, ένα αιολικό πάρκο, δηλαδή μία συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μία περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό σύστημα. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές που δεν ηλεκτροδοτούνται, μηχανικής ενέργειας για χρήση σε αντλιοστάσια, καθώς και θερμότητας. Όμως, η ισχύς που παράγεται σε εφαρμογές αυτού του είδους είναι περιορισμένη, το ίδιο και η οικονομική τους σημασία. [89,96]

2.2.2.3. Γεωθερμική ενέργεια :

Είναι η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα.

Όπως προκύπτει από τα ηφαίστεια, τις θερμές πηγές και από μετρήσεις σε γεωτρήσεις, το εσωτερικό της γης βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία, η οποία υπερβαίνει τους 5000 °C στον πυρήνα. Η θερμότητα αυτή που περιέχεται στο εσωτερικό της γης αποτελεί τη γεωθερμική ενέργεια και είναι τόσο μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας για τα ανθρώπινα μέτρα.



Εικ.2.2.4. Γεωθερμικό πεδίο [84]

Όσο προχωράμε βαθύτερα από την επιφάνεια της γης προς τον πυρήνα, παρατηρούμε αύξηση της θερμοκρασίας με το βάθος η οποία ονομάζεται γεωθερμική βαθμίδα. Κοντά στην επιφάνεια της γης η γεωθερμική βαθμίδα έχει μέση τιμή περίπου 30°C / km.

Σε μερικές περιοχές, είτε λόγω ηφαιστειότητας σε πρόσφατη γεωλογική περίοδο, είτε λόγω ανόδου ζεστού νερού από μεγάλα βάθη μέσω ρηγμάτων, η γεωθερμική βαθμίδα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη μέση γήινη, με αποτέλεσμα σε μικρό σχετικά βάθος να απαντώνται υδροφόροι ορίζοντες που περιέχουν νερό ή ατμό υψηλής θερμοκρασίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται γεωθερμικά πεδία και εκεί η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας είναι εξαιρετικά συμφέρουσα.

Τέτοιες περιοχές στη χώρα μας είναι τα ηφαιστειακά νησιά του Αιγαίου (π.χ. Μήλος, Νίσυρος, Σαντορίνη, Λέσβος, Σαμοθράκη, κ.ά.), πολλές περιοχές στη Μακεδονία και τη Θράκη (Νιγρίτα, Σιδηρόκαστρο, Νέο Εράσμιο, Νέα Κεσσάνη, Τυχερό Έβρου κ.ά.), καθώς και σε περιοχές που γειτνιάζουν με μια από τις 56 θερμές πηγές που υπάρχουν στη χώρα μας.

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν:

- ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90^{\circ}\text{C}$),
- θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για $\theta > 60^{\circ}\text{C}$, με αερόθερμα για $\theta > 40^{\circ}\text{C}$, με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25^{\circ}\text{C}$),
- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60^{\circ}\text{C}$, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30^{\circ}\text{C}$)
- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ($\theta > 25^{\circ}\text{C}$), ή και για αντιπαγετική προστασία
- ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15^{\circ}\text{C}$) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
- βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ($\theta > 60^{\circ}\text{C}$), ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ.
- θερμά λουτρά για $\theta = 25-40^{\circ}\text{C}$

Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμότητας πετρωμάτων μικρού βάθους, καθώς και υπόγειων ή και επιφανειακών υδάτων χαμηλής θερμοκρασίας για θέρμανση και κλιματισμό. Η τεχνολογία αυτή περιλαμβάνει σωλήνα μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου τοποθετημένης εντός του εδάφους, είτε εντός γεωτρήσεων και η οποία αποτελεί τον υπόγειο εναλλάκτη θερμότητας, σε συνδυασμό με υδρόψυκτη αντλία θερμότητας η οποία παρέχει θέρμανση ή ψύξη στο κτήριο. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν το 1/4 του ηλεκτρικού ρεύματος από μια ηλεκτρική αντίσταση και το 1/2 από ένα κλιματιστικό. Εάν υπολογιστεί το κόστος ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του συστήματος, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας στοιχίζουν λιγότερο από ένα σύστημα που καταναλώνει πετρέλαιο ή φυσικό αέριο.

Μελλοντικά, η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας θα γίνεται από θερμά ξηρά πετρώματα, τα οποία βρίσκονται παντού σε βάθη από 3-5 km, μέσω τεχνητής κυκλοφορίας νερού θερμοκρασίας έως 150°C . [89,96]

2.2.2.4. Βιομάζα :

Με τον όρο βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας.

Το καύσιμο βιομάζας είναι γνωστό στην Ελλάδα κι ως pellet. Τα pellets είναι μια μορφή βιοκαυσίμων που αποτελούνται από συσσωματώματα βιομάζας ξυλώδους μορφής, με ευρεία διαδεδομένη χρήση και πλήθος εφαρμογών. Για την παραγωγή τους ως πρώτη ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα υπολείμματα επεξεργασίας του ξύλου, τα δασικά, αλλά και γεωργικά υπολείμματα τα οποία αποξυλώνονται. Τα συσσωματώματα είναι τυποποιημένο κυλινδρικό βιολογικό καύσιμο με προδιαγραφές ποιότητας, για την παρασκευή του οποίου δεν χρησιμοποιούνται κόλλες ή χημικά πρόσθετα - μόνο υψηλή πίεση και ατμός, γεγονός που τα καθιστά απόλυτα φιλικά προς το περιβάλλον. Όσον αφορά τα πλεονεκτήματά τους είναι:



Εικ.2.2.5. Τυπική μορφή βιομάζας (pellet) [99]

- Πρακτικά: μεταφέρονται συσκευασμένα και μπορεί να χρησιμοποιηθούν με αυτόματο δοσομετρητή για τροφοδοσία της φωτιάς
- Τυποποιημένα: έχουν αναπτυχθεί τεχνικές προδιαγραφές για τη μέγιστη απόδοσή τους (πυκνότητα > 650kg/m³, υγρασία < 10%, τέφρα 1% μέγιστη) και μπορούν να αποθηκευτούν οπουδήποτε χωρίς να αλλοιώνονται, δεδομένου ότι προστατεύονται από τη συσκευασία τους.
- Αποδοτικά: λόγω της σταθερής πυκνότητας, χαμηλής υγρασίας, χαμηλό κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης (υπολογίζεται ότι ένα κιλό ισοδυναμεί με 5kWh).
- Οικολογικά: για τη δημιουργία τους δεν απαιτείται να κοπούν δέντρα γιατί παράγονται από απορριφθείσα ή ανακυκλώσιμη ξυλεία και η τέλεια καύση τους (ελάχιστο ποσοστό υγρασίας και απουσία χημικών) εκμηδενίζει την ποσότητα της παραχθείσας τέφρας. Επίσης, η καύση τους είναι καθαρή, μην εκλύοντας επικίνδυνα αέρια λόγω της απουσίας χημικών κατά τη διαδικασία παραγωγής και βοηθά ουσιαστικά στη μείωση των δασικών υπολειμμάτων από την παραγωγή ξυλείας και από τη βιομηχανία επίπλων.
- Οικονομικά: είναι φτηνότερα από το πετρέλαιο και την ηλεκτρική ενέργεια και παρουσιάζουν μια σταθερότερη πορεία μεταβολής τιμών. Βάση ερευνών που έχουν γίνει διεθνώς, 2 κιλά pellets ισοδυναμούν περίπου με 1 λίτρο πετρελαίου. Η θέρμανση, λοιπόν με στερεό καύσιμο παρέχει μείωση του κόστους θέρμανσης περίπου κατά 40 - 50% σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης.

Οι κύριες εφαρμογές με καύσιμο τη βιομάζα είναι: α) Θέρμανση θερμοκηπίων, β) Θέρμανση κτηρίων σε ατομικούς ή κεντρικούς λέβητες, γ) Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες, δ) Τηλεθέρμανση και ε) Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). [89,99]

Τέλος, άλλες μορφές ΑΠΕ είναι η υδροηλεκτρική ενέργεια, η κυματική (λαμβάνεται ως ηλεκτρική μέσω της εκμετάλλευσης των κυμάτων) και η παλιρροϊκή (λαμβάνεται ως ηλεκτρική μέσω της εκμετάλλευσης των παλιρροιών). Στη χώρα μας εφαρμόζεται ευρέως η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας με εγκαταστάσεις υδροηλεκτρικών έργων που αξιοποιούν την ενέργεια του νερού για την παραγωγή μηχανικού έργου, αλλά κυρίως πλέον για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Το υδρογόνο επίσης που αποτελεί το 90% του σύμπαντος θα αποτελέσει ένα νέο καύσιμο που θα χρησιμοποιούμε στο μέλλον. [89]

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, τα πλεονεκτήματα από τη χρήση ΑΠΕ είναι ποικίλα και εμφανή:

- Συμβολή στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς, μη ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους.
- Συμβολή στην άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς συνεισφέρουν στον περιορισμό της εκπομπής των 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) στην ατμόσφαιρα.
- Συνεισφορά στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, εξαιτίας της γεωγραφικής τους διασποράς, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο και τη συνεπακόλουθη ανακούφιση των συστημάτων υποδομής και τον περιορισμό των απωλειών από τη μεταφορά ενέργειας.
- Δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, με διαφορετικές λύσεις για διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες (για παράδειγμα χρήση ηλιακής ενέργειας για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, χρήση αιολικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή κ.ά.).
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Συνεισφορά στην αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών με τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την προσέλκυση ανάλογων επενδύσεων (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας). [135]

Στον αιώνα που διανύουμε οι συμβατικές πηγές ενέργειας τείνουν να εξαντληθούν. Είναι λοιπόν επιτακτική η ανάγκη ορθολογικής χρήσης της ενέργειας μέσω των ανανεώσιμων πηγών της. Η χώρα μας, άλλωστε, διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο γεωγραφικά, όσο και γεωλογικά, σχετικά με την εκμετάλλευσή τους. Στα πλαίσια αυτής της συνειδητοποίησης έχει αρχίσει, ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα, να εφαρμόζεται ο ενεργειακός-βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτηρίων που εξετάζεται και στην παρούσα εργασία.

3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

3.1. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ

Ο όρος βιοκλιματικός σχεδιασμός αναφέρεται στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτηρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα, προσαρμοσμένων στις ειδικές και κλιματολογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η εξασφάλιση κατάλληλων εσωκλιματικών συνθηκών, αξιοποιώντας τις θετικές παραμέτρους του κλίματος, ώστε να επιτευχθούν οι βέλτιστες συνθήκες άνεσης εντός του κτηρίου αλλά και του αστικού περιβάλλοντος, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Η επιδιωκόμενη άνεση αφορά στη θέρμανση, το δροσισμό, τον επαρκή αερισμό, το σκιασμό, τον κατάλληλο φωτισμό, καθώς και τη ρύθμιση της υγρασίας στο εσωτερικό του κτηρίου.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στις αρχές της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής προσαρμοσμένες στις σύγχρονες απαιτήσεις. Συνδυάζοντας τόσο τις γνώσεις του παρελθόντος, όσο και τις σύγχρονες τεχνολογίες, τα νέα υλικά και τα μηχανικά συστήματα, δημιουργεί το σύγχρονο βιοκλιματικό κτήριο. Κατ' επέκταση, ένα κτήριο πρέπει να σχεδιάζεται βάσει αρχών και προδιαγραφών, ώστε αφενός να εξοικονομεί ενέργεια για τη θέρμανση και την ψύξη του (μείωση θερμικού και ψυκτικού φορτίου) και αφετέρου να εκμεταλλεύεται τις ήπιες μορφές ενέργειας, για την κάλυψη του θερμικού και ψυκτικού του φορτίου, με σύγχρονο στόχο να επιτυγχάνεται και η μικρότερη δυνατή επιβάρυνση του περιβάλλοντος.



Εικ.3.1.1. Παραδείγματα βιοκλιματικών κατοικιών [68,85]

Τα οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι πολλαπλά και συνοψίζονται παρακάτω:

- Ενεργειακά: εξοικονόμηση ενέργειας και χαμηλότερη κατανάλωση μέσω της βελτιωμένης ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου.
- Οικονομικά: μείωση καυσίμων και κόστους εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού και φωτισμού.
- Περιβαλλοντικά: μείωση ρύπων και περιορισμός του φαινομένου του θερμοκηπίου.
- Κοινωνικά: βελτίωση της ποιότητας της ζωής. [3,94]

3.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Η βιοκλιματική λογική, μέσα από τη διαδικασία του σχεδιασμού του δομημένου χώρου, στοχεύει άμεσα στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προσαρμογή των κτηρίων στο περιβάλλον τους. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ο περιορισμός της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και η αποφυγή χρήσης κλιματιστικών για την ψύξη του κτηρίου, είναι μερικές από τις πρακτικές που ακολουθούνται, συμβάλλοντας έτσι στην απορρύπανση της ατμόσφαιρας και στη συνεπαγόμενη ισορροπία των οικοσυστημάτων του πλανήτη.

Οι βασικές αρχές που πρέπει να εφαρμόζονται στο σχεδιασμό για την επίτευξη των παραπάνω στόχων συνοψίζονται στις παρακάτω:

- Θερμική προστασία των κτηρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση αποδοτικών τεχνικών που αφορούν στο εξωτερικό τους κέλυφος, με έμφαση στην κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωσή τους αλλά και των ανοιγμάτων τους.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτηρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό ολόκληρο το έτος. Τούτο επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των χώρων και των ανοιγμάτων, τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες, καθώς και με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων.
- Εξασφάλιση προστασίας των κτηρίων από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους θερινούς μήνες, κυρίως μέσω της σκίασης των ανοιγμάτων αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που συσσωρεύεται μέσα στα κτήρια κατά τους θερινούς μήνες προς το εξωτερικό περιβάλλον, με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός και δη ο νυχτερινός δροσισμός.
- Εξασφάλιση ανεμοπροστασίας κατά τη χειμερινή περίοδο, ώστε να περιορίζεται η διείσδυση του αέρα αλλά και να μειώνονται οι θερμικές απώλειες των κτηρίων.
- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτηρίων, ώστε να εξασφαλίζεται η επάρκεια και η ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής που εντάσσονται τα κτήρια μέσω κατάλληλων τεχνικών, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. [38,89]

3.3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΙΣΤΩΣΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η βιοκλιματική προσέγγιση στο σχεδιασμό βασίζεται στη βαθιά κατανόηση των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντος της εκάστοτε προς μελέτη περιοχή δόμησης. Από τις παραμέτρους του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων διακρίνονται:

- Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής δόμησης.
- Το φυσικό περιβάλλον της περιοχής δόμησης, δηλαδή το ανάγλυφο του εδάφους, η βλάστηση, το τοπίο-θέα, η γειτνίαση με υδάτινους όγκους.

3.3.1. Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής δόμησης

Οι κλιματικές συνθήκες μιας περιοχής που πρόκειται να ανεγερθεί ένα κτήριο είναι η πρώτη βιοκλιματική παράμετρος που πρέπει να μελετηθεί. Το κλίμα ενός τόπου μπορεί να περιγραφεί σε τρία διαφορετικά επίπεδα, πηγαίνοντας από το γενικό προς το ειδικό, από τη μεγαλύτερη κλίμακα στη μικρότερη: το μακροκλίμα, το μεσοκλίμα και το μικροκλίμα.

Το μακροκλίμα αφορά τη γενικευμένη κλιματική εικόνα μιας ευρύτερης περιοχής που εκφράζεται μέσα από χάρτες και κλιματικές ζώνες. Ορίζεται από κλιματικά δεδομένα, όπως είναι η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, η ηλιοφάνεια, ο άνεμος, η υγρασία, τα νέφη και οι βροχοπτώσεις. Το μεσοκλίμα μιας περιοχής είναι ο μετασχηματισμός του μακροκλίματος, λόγω τοπικών ιδιαιτεροτήτων, όπως είναι το ανάγλυφο του εδάφους, η ύπαρξη μεγάλων επιφανειών νερού και η βλάστηση. Διάφοροι τύποι μεσοκλίματος είναι οι παραλιακές και οι ορεινές περιοχές, η επίπεδη ανοιχτή ύπαιθρος, τα δάση, οι κοιλάδες και οι πόλεις. Τέλος, η διαφοροποίηση του μακροκλίματος και του μεσοκλίματος που οφείλεται κυρίως σε ανθρώπινες παρεμβάσεις, αποτελεί το μικροκλίμα μιας περιοχής.

Το μεσοκλίμα και το μικροκλίμα αποτελούν αντικείμενο έρευνας για το μελετητή, και το μεσοκλίμα πρέπει να αποτελεί τη κλιματική βάση της αρχιτεκτονικής λύσης, το δε μικροκλίμα επηρεάζεται και τροποποιείται από αυτήν.

Τα στοιχεία του κλίματος επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο κτήριο και το εξωτερικό περιβάλλον, συνεπώς καθορίζουν την αίσθηση της θερμικής άνεσης στους χρήστες. Επίσης καθορίζουν την ποσότητα και ποιότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτός και κατά συνέπεια την αίσθηση οπτικής άνεσης. Στη φάση της βιο-αρχιτεκτονικής σύλληψης, στη φάση δηλαδή των αρχικών επιλογών, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στις κλιματικές συνθήκες, έτσι ώστε να αξιοποιηθούν οι θετικές παράμετροι – ήλιος το χειμώνα, δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι – με παράλληλη αποφυγή των ψυχρών ανέμων και της υγρασίας.

Οι βασικές παράμετροι του κλίματος οι οποίες κρίνονται απαραίτητες για το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων, 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.
- [31,37]

3.3.1.1. Θερμοκρασία του Αέρα

Η θερμοκρασία του αέρα σε μια τοποθεσία επηρεάζεται από την ταχύτητα του ανέμου. Για μικρές ταχύτητες ανέμου, τοπικοί παράγοντες όπως η θέρμανση του εδάφους από την ηλιοφάνεια και η νυχτερινή ψύξη από ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, που εξέρχεται από τη γη, ασκούν μεγάλη επιρροή στη θερμοκρασία του αέρα κοντά στο έδαφος. Αντίθετα, για μεγάλες ταχύτητες ανέμου οι τοπικοί αυτοί παράγοντες επηρεάζουν σε πολύ μικρότερο βαθμό τη θερμοκρασία του αέρα.

Επίσης, η τυπική μέση θερμοκρασία της εισερχόμενης αέρας μάζας εξαρτάται από τον τόπο προέλευσής της. Έτσι, ο αέρας από πολικές περιοχές είναι συνήθως ψυχρός και ξηρός, από τον Ατλαντικό είναι συνήθως υγρός και θερμός το χειμώνα αλλά υγρός και ψυχρός το καλοκαίρι και τέλος από την ανατολή είναι ψυχρός και ξηρός το χειμώνα και σχετικά θερμός το καλοκαίρι.

Επιπλέον, η γεωμορφολογία ενός τόπου, η βλάστηση, το είδος της επιφάνειας του εδάφους του και η γειτνίαση ή μη με το υδάτινο στοιχείο αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τη θερμοκρασία του αέρα. Ωστόσο, η θερμική επίδραση του εδάφους στον αέρα είναι η παράμετρος που καθορίζει τις θερμοκρασίες του στις διάφορες στάθμες των κτηρίων. Συγκεκριμένα, πολύ κοντά στο έδαφος η θερμοκρασία του αέρα πλησιάζει τη θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους. Η επίδραση μειώνεται με την απόσταση από την επιφάνεια. Έτσι, σε ορισμένες περιπτώσεις η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα στην κορυφή ενός κτηρίου μπορεί να διαφέρει σημαντικά από τη θερμοκρασία που επικρατεί στο ισόγειο. Τη νύχτα λόγω της εκπομπής ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος από τη γη στον ουρανό, ενδέχεται η θερμοκρασία της επιφάνειας του εδάφους να πέσει αρκετά χαμηλά και σε ορισμένες περιπτώσεις να φτάσει ακόμα και κάτω από το σημείο δρόσου με αποτέλεσμα αν επικρατεί ψύχος να δημιουργηθεί παγετός. Το φαινόμενο αυτό ενισχύεται με την επικράτηση ανέμου χαμηλών ταχυτήτων.

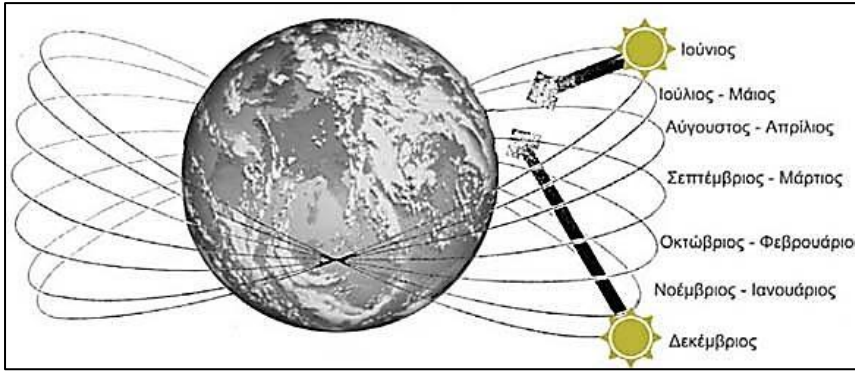
Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα είναι, αστρονομικοί, δηλαδή, το μεσημβρινό ύψος του ηλίου και η διάρκεια της ημέρας. Στην Ελλάδα, η μέση ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζει απλή κύμανση, με ελάχιστη τιμή, συνήθως, τον Ιανουάριο ή το Φεβρουάριο και τη μέγιστη τιμή τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο. Επίσης, πέραν της μέσης θερμοκρασίας, έχει μεγάλη σημασία και η γνώση των απόλυτων μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών, τόσο από κλιματική άποψη όσο και από άποψη πρακτικής εφαρμογής. Οι απόλυτες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες προκύπτουν έπειτα από μια σειρά μακράς χρονικής περιόδου κλιματικών παρατηρήσεων, δεδομένου ότι η θερμοκρασία παρουσιάζει πάντοτε διακυμάνσεις μέσα στο έτος, κατά τις οποίες φτάνει σε απόλυτα μέγιστες ή απόλυτα ελάχιστες τιμές. [38]

3.3.1.2. Ηλιακή Γεωμετρία

Η ηλιακή γεωμετρία αναφέρεται στη μελέτη της θέσης του ήλιου σε σχέση με δεδομένο σημείο κατά ορισμένο χρονικό διάστημα. Η μακρόχρονη παρουσία της στην ιστορία της Αρχιτεκτονικής, από την αρχαιότητα έως σήμερα, έγκειται στο γεγονός ότι σχετίζεται με ποικίλα θέματα όπως:

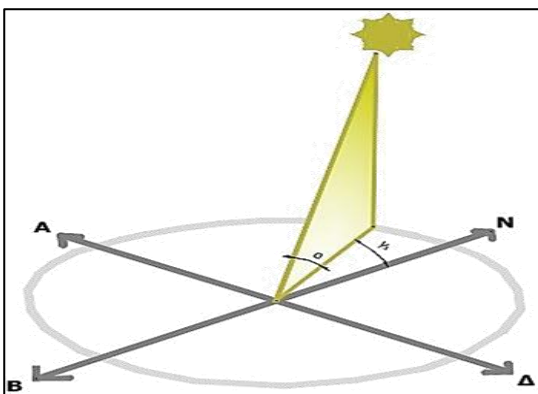
- την ερμηνεία των κλιματικών συνθηκών.
- τον προσδιορισμό της ηλιακής διαθεσιμότητας.
- τον υπολογισμό της ηλιακής πρόσπτωσης.
- το σχεδιασμό ηλιοπροστασίας.

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο ηλιασμός ενός κτηρίου ή ενός οικοπέδου, υιοθετείται η παραδοχή των φαινομένων τροχιών του ήλιου, δηλαδή θεωρείται ότι η γη παραμένει σταθερή, ενώ ο ήλιος κινείται. Αυτή η παραδοχή διευκολύνει στη γεωμετρική απεικόνιση των φαινομένων τροχιών του ήλιου, οι οποίες ακολουθούν μια μεγάλη συνεχή σπείρα. Οι φαινόμενες τροχιές του ήλιου ταυτίζονται ανά δύο μήνες, εκτός του Δεκεμβρίου και του Ιουνίου. Συγκεκριμένα, ο μήνας Δεκέμβριος έχει τη χαμηλότερη τροχιά ενώ ο Ιούνιος την υψηλότερη.



Εικ.3.3.1. Σχηματική αναπαράσταση φαινόμενων τροχιών του ήλιου [45]

Για να συσχετιστούν οι φαινόμενες τροχιές του ήλιου με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κτηρίων, κατά το σχεδιασμό τους, πρέπει να είναι γνωστή η θέση του ήλιου στον ουρανό και στον οριζοντα αντίστοιχα.



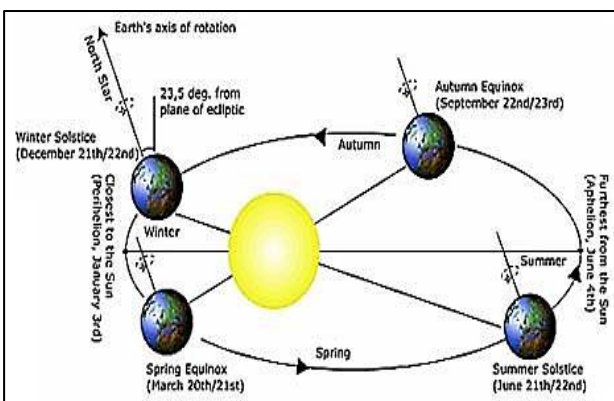
Εικ.3.3.2. Γωνία ύψους και αζιμουθίου του ήλιου[45]

Η φαινόμενη θέση του ήλιου σε δεδομένη χρονική στιγμή περιγράφεται με ένα ζεύγος γωνιακών μεταβλητών, το ηλιακό υψόμετρο (solar altitude) και το ηλιακό αζιμούθιο (solar azimuth).

Το ηλιακό ύψος (α) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της κατεύθυνσης του ήλιου και του οριζοντίου επιπέδου. Τα σημεία του οριζοντα έχουν υψόμετρο 0^0 , ενώ το υψόμετρο του ζενίθ, του σημείου δηλαδή του ουρανού που συναντά την κατακόρυφο ενός τόπου, είναι 90^0 .

Το αζιμούθιο (γ_s) είναι η γωνία που σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, μεταξύ της προβολής της κατεύθυνσης του ήλιου και του τοπικού μεσημβρινού βορρά-νότου. Για νότιο προσανατολισμό το αζιμούθιο είναι μηδενικό, για γωνίες δυτικά από το νότο παίρνει θετικές τιμές (μετά το μεσημέρι), ενώ για γωνίες ανατολικά από το νότο παίρνει αρνητικές τιμές (πριν το μεσημέρι).

Καθώς η φαινόμενη διαδρομή του ήλιου πάνω από τον οριζοντα αλλάζει από μέρα σε μέρα, η διεύθυνση των ηλιακών ακτινών ως προς δεδομένο σημείο είναι διαφορετική για κάθε μέρα και ώρα του έτους.



Εικ.3.3.3. Ηλιοστάσια και Ισημερίες

(Πηγή: Danish Meteorological Institute 2006)

Συγκεκριμένα, στο βόρειο ημισφαίριο όπου ανήκει η Ελλάδα, κατά την 21^η Ιουνίου γίνεται η μεγαλύτερη φαινόμενη διαδρομή του ήλιου, οπότε έχουμε και την μεγαλύτερη μέρα του έτους (θερινό ηλιοστάσιο), ενώ αντίθετα κατά την 21^η Δεκεμβρίου γίνεται η μικρότερη διαδρομή, οπότε έχουμε τη μέρα με τη μικρότερη διάρκεια (χειμερινό ηλιοστάσιο). Κατά την εαρινή και φθινοπωρινή ισημερία, 21^η Μαρτίου και 23^η Σεπτεμβρίου αντίστοιχα, η διαδρομή ξεκινά ακριβώς από την ανατολή και καταλήγει στη δύση, η μέρα δηλαδή και η νύχτα έχουν ίση διάρκεια.

Κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτηρίου χρησιμοποιούνται οι ηλιακοί χάρτες, βοηθητικά δηλαδή ηλιακά διαγράμματα, που απεικονίζουν τις φαινόμενες τροχιές του ήλιου για κάθε γεωγραφικό πλάτος. Οι πληροφορίες που μας παρέχουν είναι ιδιαίτερες χρήσιμες διότι προσδιορίζεται η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας και έτσι αποφασίζεται το σύστημα σκίασης που θα επιλεγεί για τις όψεις ενός κτηρίου.

Οι παραλλαγές απεικόνισης του ουράνιου θόλου διακρίνονται σε δύο τύπους, ανάλογα με την επιφάνεια και τη μέθοδο προβολής:

- Η προβολή του θόλου στο επίπεδο του ορίζοντα δίνει πολικά διαγράμματα κυκλικής μορφής, που απαρτίζονται από πλέγμα ομοκέντρων και ακτινωτών αξόνων, για κατακόρυφες και οριζόντιες γωνίες αντίστοιχα.
- Η προβολή του θόλου σε κατακόρυφη κυλινδρική επιφάνεια που περιβάλλει τον ορίζοντα δίνει ένα καρτεσιανό τύπο διαγραμμάτων, με πλέγμα οριζοντίων και κατακόρυφων αξόνων.

3.3.1.3. Ηλιακή Ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία εκπέμπεται από την επιφάνεια του ήλιου και περιλαμβάνει όλα τα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, από τη μεγάλου μήκους θερμική ακτινοβολία, μέχρι την πολύ μικρού μήκους υπεριώδη ακτινοβολία. Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω σε μια οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια, έχει τρεις συνιστώσες που θα πρέπει να συνυπολογιστούν στον αστικό σχεδιασμό: την άμεση, τη διάχυτη και την ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία.

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους, χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση ήλιου-γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από το ηλιακό ύψος (α), το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Η ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία είναι η ακτινοβολία που ανακλάται από τη γήινη επιφάνεια και εξαρτάται από την τοπογραφία και από τις ανακλαστικές ιδιότητες του περιβάλλοντος, δηλαδή από το συντελεστή ανάκλασης της επιφάνειας, γνωστό ως λευκαύγεια ή albedo. Συγκεκριμένα, όταν η λευκαύγεια είναι 1.0 όλη η ακτινοβολία ανακλάται και δεν υπάρχει καθόλου απορρόφηση, ενώ όταν η λευκαύγεια είναι 0.0 δεν ανακλάται καθόλου ακτινοβολία και όλη η ποσότητα απορροφάται. Επιπλέον, οι κατακόρυφες επιφάνειες δέχονται το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της ακτινοβολίας, ενώ οι κεκλιμένες λιγότερο και οι οριζόντιες καθόλου.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης. Επίσης, η ένταση της αυξάνεται όσο πιο κάθετα προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια.

Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m^2) στη διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Παρουσιάζει τη μέγιστη ένταση της κατά τη διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Τέλος, η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω της θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).

Οι επιφάνειες ανάλογα με το είδος τους, οριζόντιες, κατακόρυφες και κεκλιμένες, καθώς και με τον προσανατολισμό τους δέχονται διαφορετικά ποσά ακτινοβολίας ημερησίως. Ωστόσο, μέγιστες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας προκύπτουν σε νότιο προσανατολισμό και σε κεκλιμένο επίπεδο, πληροφορία που αξιοποιείται για τη σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών. [30,145]

3.3.1.4. Άνεμος

Άνεμος είναι η οριζόντια μετακίνηση των αέριων μαζών από κάποιο σημείο της ατμόσφαιρας σε κάποιο άλλο και είναι αποτέλεσμα της ανισότητας των ατμοσφαιρικών πιέσεων που επικρατούν στις διάφορες περιοχές κάποια χρονικά διαστήματα. Βασικό αίτιο της ανισότητας αυτής είναι η άνιση θερμοκρασία που υπάρχει μεταξύ των περιοχών αυτών.

Οι περιοχές στον Ισημερινό, λόγω της καθετότητας των ηλιακών ακτινών και του σφαιρικού σχήματος της γης, θερμαίνονται περισσότερο από εκείνες των πόλων. Ο αέρας στις περιοχές αυτές, όταν θερμαίνεται γίνεται περισσότερο αραιός, δηλαδή ελαφρύτερος, κι έτσι αρχίζει να ανεβαίνει στην ανώτερη ατμόσφαιρα μέχρι το σημείο, που η θερμοκρασία του θα εξισωθεί με αυτή του περιβάλλοντος χώρου. Η αύξηση του όγκου των αέριων μαζών στις συγκεκριμένες περιοχές της ατμόσφαιρας τις αναγκάζει σε οριζόντια κίνηση προς τους πόλους της γης, όπου αρχίζουν να δημιουργούνται περιοχές με υψηλές βαρομετρικές πιέσεις. Κατά συνέπεια, έχουμε κίνηση αέριων μαζών από τις υψηλές προς τις χαμηλές βαρομετρικές πιέσεις, δηλαδή από την περιοχή των πόλων προς τον Ισημερινό. Η διεργασία αυτή της κίνησης αερίων μαζών από τον Ισημερινό προς τους πόλους στην ανώτερη ατμόσφαιρα και από τους πόλους προς τον Ισημερινό στην κατώτερη ατμόσφαιρα, είναι η απλή μορφή της γενικής κυκλοφορίας των αέριων μαζών στην ατμόσφαιρα της γης.

Τα προσδιοριστικά στοιχεία του ανέμου είναι η διεύθυνση και η ένταση. Ως διεύθυνση του ανέμου ορίζεται το σημείο του ορίζοντα από όπου πνέει ο άνεμος. Η ένταση του εκφράζεται είτε με την πίεση που ασκεί στην επιφάνεια των διαφόρων σωμάτων είτε με την ταχύτητα με την οποία κινείται η αέρια μάζα. Στο επίπεδο του εδάφους ο άνεμος έχει μικρή ένταση, δηλαδή ταχύτητα, ενώ σε μεγαλύτερο ύψος η ταχύτητα του αυξάνεται.

Η τοπογραφική διαμόρφωση μιας περιοχής δύναται να τροποποιήσει τη διεύθυνση του ανέμου και δη να προστατεύσει ή να εκθέσει μια τοποθεσία σε ισχυρούς ανέμους. Η πίεση που ασκεί ο άνεμος στην επιφάνεια ενός κτηρίου εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων όπως: την ταχύτητα και τη διεύθυνση του, τη γεωμετρία του κτηρίου καθώς και την ύπαρξη φυσικών ή τεχνητών εμποδίων. Στις πόλεις, για παράδειγμα, τα κτήρια λειτουργούν ως εμπόδια στη ροή του ανέμου και σε ένα βαθμό ως ανεμοπροστασία για τους εξωτερικούς χώρους με αποτέλεσμα οι ταχύτητες των αέριων μαζών να είναι μικρότερες σε σχέση με την ανοιχτή ύπαιθρο όπου η δόμηση δεν είναι πυκνή.

Συμπερασματικά, ο άνεμος αποτελεί βασική συνιστώσα, που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτηρίου, καθώς μπορεί να τροποποιήσει την ανταλλαγή θερμότητας στο κέλυφος του κτηρίου, να προκαλέσει διείσδυση αέρα στο κτήριο και κατ' επέκταση να επηρεάσει τη θερμική άνεση. Επιπλέον, κατά το σχεδιασμό των ανοιγμάτων στις όψεις, ο άνεμος θα πρέπει να εξετάζεται επισταμένως, ώστε να εξασφαλίζεται ο φυσικός αερισμός και δροσισμός στους εσωτερικούς χώρους ενός κτηρίου και παράλληλα αν οι συνθήκες το απαιτούν, να παρέχεται προστασία στο κτήριο από ισχυρά ανεμολογικά φαινόμενα. [38,111]

3.3.1.5. Υγρασία

Σχετική υγρασία είναι η μάζα των υδρατμών που περιέχει ένας ορισμένος όγκος αέρα προς τη μάζα των υδρατμών που απαιτείται για να κορεστεί ο ίδιος ο αέριος όγκος στην ίδια θερμοκρασία. Η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς καθορίζει τη σχετική υγρασία. Η μεγαλύτερη της τιμή παρατηρείται τις πρωινές ώρες, γύρω στις 6 π.μ., ενώ η μικρότερη παρατηρείται το μεσημέρι, γύρω στις 3 μ.μ. Η διακύμανση της σχετικής υγρασίας είναι αντίστροφη σε σχέση με τη διακύμανση της θερμοκρασίας. Όταν, δηλαδή, σημειώνεται η μεγαλύτερη θερμοκρασία παρατηρείται η ελάχιστη υγρασία και αντιστοίχως για την ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται η μέγιστη υγρασία.

Για τον καθορισμό του κλίματος μιας περιοχής, χρησιμοποιείται η μέση σχετική υγρασία ως χαρακτηριστικό δεδομένο ενός τόπου. Στον ελλαδικό χώρο παρατηρούνται μέσες τιμές σχετικής υγρασίας ανάμεσα σε 35-80%. Κύριος ρυθμιστής της υγρασίας είναι το ανάγλυφο του εδάφους, η παρουσία υδάτινων μαζών και πηγών, καθώς και η υγρότητα ή η ξηρότητα των επικρατούντων ανέμων. Η σχετική υγρασία ενός τόπου αποτελεί βασικό κλιματικό στοιχείο διότι συσχετίζεται με την υγιεινή αξία του κλίματος αλλά και με τη θερμική άνεση. Συνήθως, επίπεδα υγρασίας κάτω του 30% και άνω του 70% προκαλούν έλλειψη θερμικής άνεσης. [30,38]

3.3.2. ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ

Το φυσικό περιβάλλον της εκάστοτε περιοχής δόμησης αποτελεί έναν ακόμη βασικό παράγοντα που θα πρέπει ο μελετητής κατά τον ενεργειακό σχεδιασμό, να εξετάσει, να αξιοποιήσει και πολλές φορές να τροποποιήσει προς επίτευξη της βέλτιστης αρχιτεκτονικής λύσης. Οι παράμετροι του περιβάλλοντος που θα πρέπει να μελετηθούν μεμονωμένα αλλά και συνδυαστικά, καθώς επηρεάζουν τις αρχικές αποφάσεις στο σχεδιασμό ενός κτηρίου, συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Το ανάγλυφο του εδάφους, επίπεδο ή με κλίση, επηρεάζει την τοποθέτηση του κτηρίου, 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 κτηρίου στο οικόπεδο.
- Το τοπίο, με τη μορφή της χαμηλής βλάστησης ή των δένδρων, καθορίζει τις επιλογές για τη χωροθέτηση του κτηρίου. Οι αποφάσεις λαμβάνονται με κριτήρια, την αποφυγή της σκίασης τη χειμερινή περίοδο, εξαρτώμενης από το ύψος των γύρω στοιχείων - κτηρίων, του ανάγλυφου και των δένδρων - φυλλοβόλα ή αειθαλή, καθώς και την επιδίωξη σκιασμού κατά τη θερινή περίοδο, από τα δένδρα και τα γύρω στοιχεία, εφόσον είναι εφικτός.

- Η θέα, εφόσον υπάρχει, είναι καθοριστικός παράγων ως προς την τοποθέτηση του κτηρίου και των ανοιγμάτων στο κελύφος του, καθώς και ως προς τη διάταξη των εσωτερικών χώρων. Στην περίπτωση που η θέα βρίσκεται στη βορεινή πλευρά του οικοπέδου, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, προβλέποντας μεγάλα ανοίγματα στο κτήριο προς το βορρά, παρά το γεγονός ότι πιθανόν να αυξάνονται οι θερμικές απώλειες του κελύφους. Για την αντιμετώπιση της συνεπαγόμενης αυτής αύξησης των θερμικών απωλειών, πρέπει να αναζητούνται εναλλακτικά μέσα εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αύξηση γυάλινης επιφάνειας με όψη προς το νότο, χρήση τριπλών υαλοπινάκων στα ανοίγματα της βορεινής πλευράς και καλή στεγάνωση των αρμών τους.
- Η γειτνίαση με το υδάτινο στοιχείο - θάλασσα, ποτάμι, λίμνη - λειτουργεί βοηθητικά για τη δημιουργία άνετου μικροκλίματος τους θερινούς μήνες στο άμεσο περιβάλλον του κτηρίου, αρκεί να διασφαλίζεται η προστασία του από την υγρασία, κυρίως κατά τη χειμερινή περίοδο. [31]

3.3.3.1. Ο ρόλος των φυτών και των δένδρων στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Η βλάστηση επηρεάζει τα επίπεδα θερμοκρασίας, τα ρεύματα του αέρα, τις βροχοπτώσεις και το επίπεδο υγρασίας, το σύνολο δηλαδή των κλιματικών συντελεστών. Συμβάλλει, κατ' επέκταση, στη δημιουργία και τη σταθεροποίηση του μικροκλίματος ενός τόπου ενώ ταυτόχρονα, λειτουργεί μονωτικά στην εξωτερική επιφάνεια της γης και των κτηρίων και ως προς την υπερθέρμανση και ως προς το ψύχος. Αποτελεί, λοιπόν, σημαντική συνεισφορά στην υπόθεση εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα φυτά και τα δένδρα ελέγχουν τη θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, προσφέρουν ηλιοπροστασία τους θερινούς μήνες, ανεμοπροστασία τους χειμερινούς, απορροφούν ήχους και θορύβους βοηθώντας στην επίτευξη ακουστικής άνεσης, εμποδίζουν τη διάβρωση των εδαφών που προκαλείται από τις βροχοπτώσεις και τέλος, μειώνουν τους επικίνδυνους εσωτερικούς και εξωτερικούς ρύπους των κτηρίων. Ο κύριος μηχανισμός της συνεισφοράς τους είναι η εξατμισοδιαπνοή, η απώλεια νερού προς το περιβάλλον υπό τη μορφή υδρατμών. Η λανθάνουσα θερμότητα της εξατμισοδιαπνοής είναι πολύ μεγάλη και αντλείται από τον ατμοσφαιρικό αέρα μειώνοντας έτσι τη θερμοκρασία, σε τοπικό επίπεδο. Για παράδειγμα, ένα δέντρο μεσαίου μεγέθους, στη διάρκεια μιας θερινής μέρας, επιτυγχάνει φυσικό δροσισμό που ισοδυναμεί με τη λειτουργία πέντε μικρών κλιματιστικών συσκευών, ενώ μια μικρή συστοιχία δέντρων δύναται να μειώσει τη σκόνη και τα αιωρούμενα σωματίδια μέχρι και 7.000 σωματίδια ανά λίτρο αέρα, και το θόρυβο έως και κατά 50%.

Οι επιμέρους τρόποι με τους οποίους τα φυτά μπορούν να συνεισφέρουν στο βιοκλιματικό σχεδιασμό παρουσιάζονται παρακάτω:

- Αξιοποιείται το ανάγλυφο του εδάφους ή η βλάστηση για ανεμοπροστασία του κτηρίου κατά τους χειμερινούς μήνες. Η προστατευόμενη από τους ανέμους επιφάνεια εξαρτάται από το ύψος της ανεμοπροστασίας. Το μέγιστο μήκος ανεμοπροστασίας εξασφαλίζεται όταν το μήκος του ανεμοφράκτη είναι τουλάχιστον ίσο με το ενδεκαπλάσιο του ύψους του. Τέλος, η διαπερατότητα ή πυκνότητα του ανεμοφράκτη επηρεάζει το μήκος του κατάντη προστατευόμενου τμήματος. Έτσι, οι πυκνοί ανεμοφράκτες με υψηλή βλάστηση μπορούν να μειώσουν την ταχύτητα του

ανέμου σε μεγάλο βαθμό, αλλά προσωρινά, δηλαδή, σε μικρή απόσταση ακριβώς πίσω από τον ανεμοφράκτη, καθώς ο άνεμος γρήγορα ανακτά την αρχική του ταχύτητα. Σε ψυχρά κλίματα, ενδείκνυται η φύτευση αιθαλών δένδρων στο βόρειο προσανατολισμό του κτηρίου για την εκτροπή των ψυχρών ανέμων.

- Αξιοποιείται το ανάγλυφο του εδάφους ή η βλάστηση για προστασία κατά τους θερινούς μήνες. Επιδιώκεται ο επαρκής αερισμός και η επαρκή ηλιοπροστασία του κτηρίου. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να γίνει προσεκτικός υπολογισμός της απόστασης που πρέπει να υπάρχει μεταξύ δένδρου και κτηρίου, ώστε να εξασφαλίζονται οι παραπάνω στόχοι. Η επαρκής σκίαση αλλά και η εκτροπή των θερμών ρευμάτων αέρα, επιτυγχάνεται με τη φύτευση φυλλοβόλων δένδρων στη δυτική και ανατολική όψη του κτηρίου, αλλά και με την κατασκευή πέργκολας. Η ιδιότητα των φυλλοβόλων δένδρων να χάνουν το φύλλωμα τους κατά τους χειμερινούς μήνες, τα καθιστά ιδανική επιλογή, αφού εξασφαλίζεται ο επαρκής ηλιασμός του κτηρίου για την εν λόγω περίοδο.
- Χρησιμοποιείται βλάστηση για προστασία της στέγης και της τοιχοποιίας από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη θερινή περίοδο. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί με τη μεμονωμένη ή και πολλές φορές συνδυαστική δράση των παρακάτω τεχνικών: την τοποθέτηση βλάστησης σε πέργκολα στο δώμα ή σε πέργκολα προσκείμενη σε μία από τις πλευρές του κτηρίου, με τη χρήση της βλάστησης κατά τέτοιο τρόπο που να δημιουργεί ένα κλειστό προστατευμένο χώρο που βρίσκεται σε άμεση επαφή με το κτήριο, ή να έρχεται σε επαφή με τη στέγαση του και το φυτεμένο δώμα, την τοποθέτηση του πρασίνου κατά τέτοιο τρόπο που να έρχεται σε επαφή με το κτηριακό κέλυφος σε κατακόρυφο τοίχο αλλά και με την κατασκευή πετασμάτων πρασίνου σε κοντινή απόσταση με το κτήριο.
- Κατασκευάζεται φυτεμένο δώμα όταν πληρούνται οι απαιτούμενες προϋποθέσεις. Για τη δημιουργία του, απαιτείται έλεγχος για να διαπιστωθεί εάν η φέρουσα ικανότητα του κτηρίου και η κατασκευαστική επικάλυψη του δώματος, δύνανται να δεχτούν τα πρόσθετα φορτία του κήπου. Στη συνέχεια, πρέπει να γίνει διαχωρισμός μεταξύ της κατασκευαστικής επικάλυψης του δώματος και της κατασκευής του κήπου, έτσι ώστε να αποφεύγονται χημικές και μηχανικές επιδράσεις της επικάλυψης του, καθώς επίσης και διείδυση των ριζών σ' αυτήν. Τέλος, απαιτείται η πρόβλεψη για άρδευση κι απορροή του πλεονάζοντος νερού. Κάθε φυτεμένο δώμα πρέπει να έχει απαραίτητα τις ακόλουθες κατασκευαστικές στρώσεις, καθεμία από τις οποίες επιτελούν ένα συγκεκριμένο σκοπό: στρώση αποστράγγισης, στρώση φύτευσης και διαχωριστικό φύλλο μεταξύ στρώσεων φύτευσης και αποστράγγισης. Μέσω της τεχνικής του φυτεμένου δώματος παρέχεται πλήρης σκίασμός της επιφάνειάς του, εξασφαλίζοντας μειωμένη θερμοκρατική επιβάρυνση του κτηρίου, ενώ με τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής προσφέρονται ψυκτικά φορτία που παρέχουν αντίστοιχα δροσισμό.
- Χρησιμοποιούνται φυτά για τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Τα φυτά, σύμφωνα με τους μελετητές, έχουν την ιδιότητα να απορροφούν τους εκπεμπόμενους ρύπους που υπάρχουν στο εσωτερικό των κτηρίων, καθαρίζοντας έτσι την ατμόσφαιρα από τα επικίνδυνα αέρια. Συγκεκριμένα σημαντικοί τοξικοί ρύποι όπως, το βενζόλιο και η φορμαλδεΐδη, μπορούν να αντιμετωπιστούν σε μεγάλο βαθμό με τη χρήση των φυτών. Επίσης, μπορούν να συμβάλλουν και στις αρνητικές επιδράσεις που έχουν σε ένα χώρο οι συσκευές εκπομπής ακτινοβολίας χαμηλού επιπέδου.

- Χρησιμοποιείται βλάστηση για την ηχοπροστασία του κτηρίου. Η ικανότητα των φυτών να ρυθμίζουν τον ήχο (με απορρόφηση, ανάκλαση και διάχυση) καθορίζεται από την ένταση, τη συχνότητα και την κατεύθυνση του ήχου, καθώς 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 δένδρα που το φύλλωμά τους αρχίζει χαμηλά από τη βάση του κορμού και είναι σχετικά πυκνό, ενώ οι φράκτες πρέπει να έχουν πλάτος τουλάχιστον 7 μέτρα και αρκετό ύψος, ώστε να περιορίζεται η διάδοση του ήχου πάνω από τις κορυφές τους. Επιπλέον, η παρουσία χλοοτάπητα μειώνει επίσης το θόρυβο, σε σύγκριση με τις επιστρωμένες με σκληρά οικοδομικά υλικά επιφάνειες. [10,31,38]



Εικ.3.3.4. Φυτεμένος τοίχος από τον Patrick Blanc, τον “εφευρέτη” του πράσινου “ζωντανού” τοίχου [75]



Εικ.3.3.5. Φυτεμένη στέγη [78]

4. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

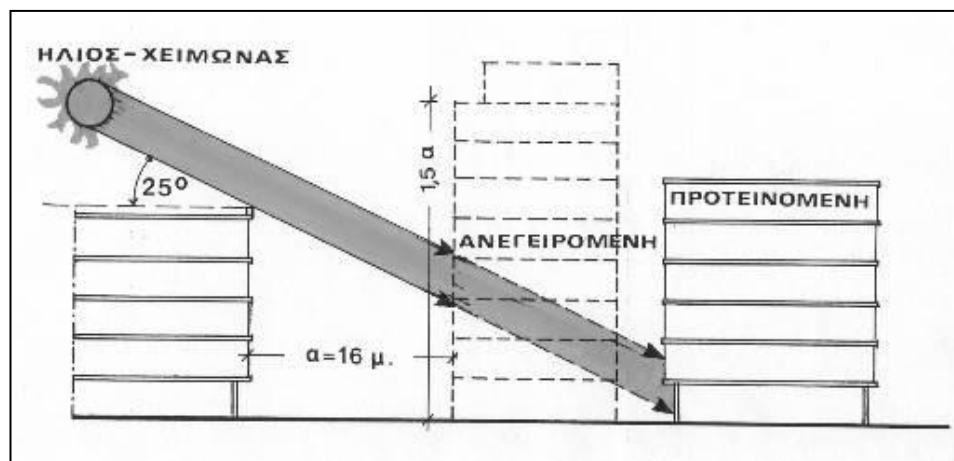
4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο ενεργειακός σχεδιασμός επιδιώκει την προσαρμογή του κτηρίου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον και την αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων που προκύπτουν μέσα από αυτή, ελαχιστοποιώντας κατ' αυτόν τον τρόπο, τις ενεργειακές του καταναλώσεις. Αντιμετωπίζει δηλαδή, το κτήριο ως μια δυναμική μάζα αποθήκευσης και συσσώρευσης τόσο θερμότητας όσο και ψύξης, ανάλογα με τις ανάγκες της εκάστοτε περιόδου.

Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ο μελετητής μηχανικός λαμβάνει υπόψη τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής με ιδιαίτερη έμφαση στην ηλιακή γεωμετρία, τη θερμοκρασία, τους επικρατούντες ανέμους και την υγρασία. Αρχική του λοιπόν, προτεραιότητα είναι η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο, ο προσανατολισμός του και η μορφή του. Έπειτα, λαμβάνονται αποφάσεις όσον αφορά την διάταξη των εσωτερικών χώρων και την κατασκευή του κελύφους συμπεριλαμβανομένων των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων. Τέλος, εφαρμόζει συστήματα δροσισμού-σκιασμού και αποφασίζει ανάλογα με τις καταναλώσεις που θα προκύψουν, τη χρήση ή μη παθητικών ηλιακών συστημάτων.

4.2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

Η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας. Για την ακριβή του θέση χρησιμοποιούνται ηλιακοί χάρτες οι οποίοι απεικονίζουν την ημερήσια τροχιά του ηλίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και παρέχουν έτσι, πληροφορίες για τη διάρκεια του ηλιασμού και την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Βάσει αυτών καθορίζεται και η ελάχιστη απόσταση από γειτονικά εμπόδια, όπως όμορα προϋπάρχοντα κτήρια, φυσικά εμπόδια (βουνά, δένδρα) ή ενδεχόμενη κλίση του εδάφους που αποτελούν αιτίες ανεπιθύμητου σκιασμού. Υφίσταται ένας εμπειρικός κανόνας ο οποίος καθορίζει ότι για νότιο προσανατολισμό, η απόσταση ανάμεσα στο χωροθετούμενο κτήριο και το υφιστάμενο εμπόδιο πρέπει να ισούται με $1,5 \times$ το ύψος του εμποδίου. [31]



Εικ.4.2.1. Χωροθέτηση του κτηρίου βάσει όμορου υφιστάμενου εμποδίου [2]

Ο προσανατολισμός του κτηρίου πρέπει να διασφαλίζει τον πλήρη ηλιασμό του τη χειμερινή περίοδο και τον επαρκή σκιασμό του τη θερινή. Συγκεκριμένα για την εύκρατη ζώνη (γεωγραφικό πλάτος περίπου 40⁰) ισχύει για κάθε προσανατολισμό:

- Ο νότιος δέχεται τη μέγιστη μέση ποσότητα ακτινοβολίας-θερμότητας, κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους με τον πιο ευνοϊκό τρόπο. Το χειμώνα, η κίνηση του ήλιου σε χαμηλότερη τροχιά έχει σαν αποτέλεσμα καθετότερη πρόσπτωση της ακτινοβολίας και επομένως μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Αντίθετα το καλοκαίρι, δέχεται το ελάχιστο σε θερμότητα, παρά τη μεγάλη διάρκεια του ηλιασμού του.
- Ο ανατολικός και ο δυτικός δέχονται το μέγιστο του ηλιασμού από το Μάη μέχρι τον Ιούλιο και αντίθετα μικρό ποσό θερμότητας το χειμώνα.
- Ο βορινός δέχεται ακτινοβολία μόνο το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το βράδυ.

Έχει αποδειχθεί ότι για το νότιο προσανατολισμό η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με το δυτικό και τον ανατολικό κατά τη θερινή περίοδο και μειώνεται σχεδόν κατά το ήμισυ κατά τη χειμερινή. Συμπερασματικά, ο νότιος προσανατολισμός είναι ο ιδεώδης, με αποκλίσεις έως $\pm 30^0$ ανατολικά ή δυτικά ως προς αυτόν. Σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, ο νότιος προσανατολισμός επιφέρει ακόμα μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος το χειμώνα, ενώ ο ανατολικός και ο δυτικός είναι ιδιαίτερα επιβαρυνμένοι, αφού δέχονται 2-3 φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.

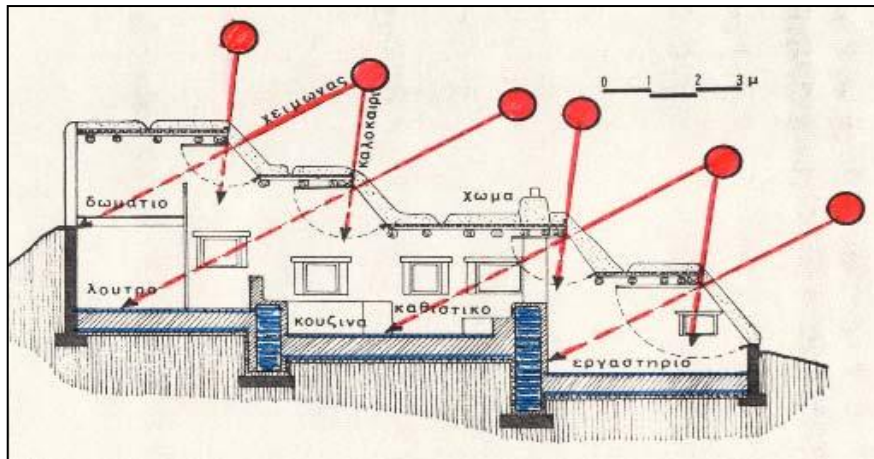
Στην πράξη, δυστυχώς, ο νότιος προσανατολισμός στις πυκνοδομημένες περιοχές παραμένει ιδεατός. Τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι η χάραξη των μεγάλων οδών κυκλοφορίας κατά τον άξονα ανατολής-δύσης ή βορρά-νότου προδιαγράφει τον κύριο προσανατολισμό των όψεων, περιορίζοντας το νότιο, στην καλύτερη των περιπτώσεων, στο 25% [42] των κτηρίων. Στις περιπτώσεις λοιπόν, που δε διασφαλίζεται ο νότιος προσανατολισμός με τις αποκλίσεις του, προτείνονται:

- Η χωροθέτηση του κτηρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να αυξηθεί η απόσταση από τα απέναντι κτήρια και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν ο σκιασμός του που καταργεί τα πιθανά ηλιακά οφέλη.
- Η αποφυγή των δυτικών ή ανατολικών κτηρίων στις δύο απέναντι πλευρές του δρόμου, με το σχηματισμό σκακιάρας και την τοποθέτησή τους προς το νότο.
- Η στροφή του άξονα του κτηρίου προς το νότο ή μόνο της κύριας όψης του ή μόνο των ανοιγμάτων του. [42]

Ένας εξίσου σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη χωροθέτηση της κατασκευής είναι το φυσικό τοπίο-θέα. Στην περίπτωση που ο προσανατολισμός της θέας δε συμβαδίζει με τον ηλιακό, τότε είναι δυνατόν και ίσως η καλύτερη δυνατή επιλογή, να μην υπακούει ο σχεδιασμός στις απαιτήσεις της ηλιακής γεωμετρίας ή άλλων κλιματικών παραμέτρων. Έτσι, το φυσικό τοπίο μπορεί να επιβάλλει τη τοποθέτησή της σε βορινό ή και με αποκλίσεις αυτού προσανατολισμό. Στην περίπτωση αυτή αναζητούνται εναλλακτικές λύσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας που αφορούν στο κέλυφος, π.χ. αύξηση της θερμομόνωσης, εφαρμογή τριπλών υαλοπινάκων, κ.ά. [1,3,9,19]

4.3. ΜΟΡΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Η μορφή του κτηρίου παίζει καθοριστικό ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά, αφού μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο, προδιαγράφει την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Για το εύκρατο κλίμα της Ελλάδας, το καταλληλότερο σχήμα είναι το επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης, γιατί μεγιστοποιεί τη νότια επιφάνειά του για τη συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Η αναλογία βάρους προς πλάτος της κάτοψης πρέπει να είναι $\approx 2/3$. [31] Βεβαίως, όταν το οικόπεδο είναι επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, τότε επιλέγονται λύσεις με όγκους σπαστούς ή κλιμακωτή οργάνωση του κτηρίου, έτσι ώστε οι πίσω χώροι να δέχονται ήλιο το χειμώνα.



Εικ.4.3.1. Κτήριο επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, σε κλιμακωτή διάταξη [2]

Γενικά, σύμφωνα με εμπειρικό κανόνα, για να διασφαλιστεί ο ηλιασμός του εσωτερικού χώρου από τα ανοίγματα της νότιας όψης, θα πρέπει το βάθος του κτηρίου να μην είναι μεγαλύτερο από 2,5 φορές το ύψος του ανοίγματος με αφετηρία το δάπεδο. [19]

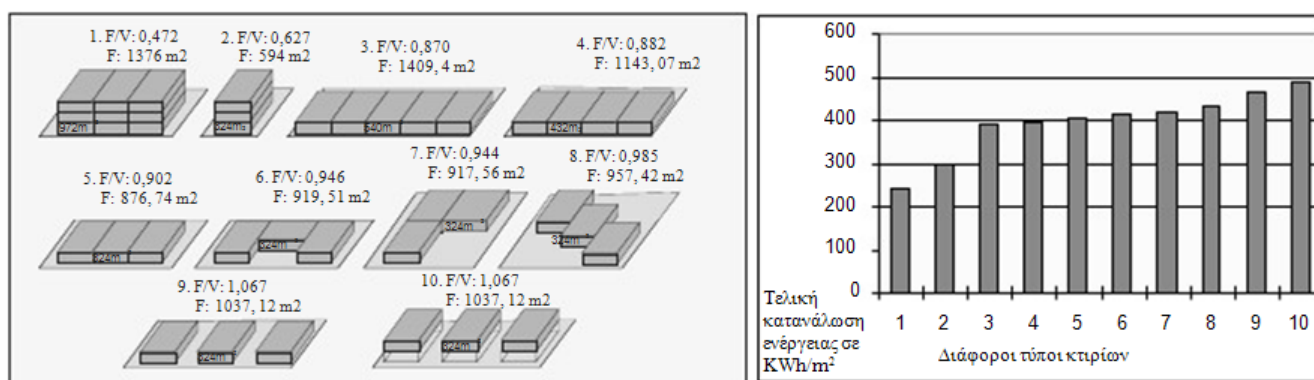
Στη φάση αυτή λαμβάνεται η απόφαση για τη δημιουργία ανοικτής ή κλειστή μορφής (επιθετικής ή αμυντικής), με την έννοια του ανοικτού με μεγάλα ανοίγματα ή αντίστοιχα κλειστού με μικρά ανοίγματα. Εδώ συνυπολογίζονται και άλλες παράμετροι, όπως ο προσανατολισμός των όψεων, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η χρήση του κτηρίου, η θέα από το φυσικό τοπίο, καθώς και το κόστος, η όχληση, η ασφάλεια, κ.ά.

Συγκεκριμένα, η ανοικτή μορφή πρέπει να επιλέγεται μόνο στις περιπτώσεις όπου εξασφαλίζεται ο νότιος προσανατολισμός (με αποκλίσεις $\pm 30^\circ$) και επιπλέον δεν παρουσιάζεται σκιασμός των όψεων από παρακείμενα κτήρια ή εμπόδια. Έτσι, αυξάνεται το όφελος από τη θερμική ηλιακή ενέργεια μέσω των ανοιγμάτων (άμεσο ηλιακό κέρδος) ή και μέσω εφαρμογής παθητικών ηλιακών συστημάτων. Η κλειστή μορφή θα πρέπει να επιλέγεται σε οποιοδήποτε άλλο προσανατολισμό με ορθή ηλιοπροστασία και αυξημένη μόνωση των δομικών στοιχείων για περιστολή των θερμικών απωλειών. [1,19,42]

Μια άλλη βασική παράμετρος που επηρεάζει το ποσοστό έκθεσης των εξωτερικών στοιχείων κτηρίου ή συγκροτήματος κτηρίων είναι η σύνθεση των όγκων τους. Γενικά, ο μελετητής μπορεί να προτείνει μία σωρεία εναλλακτικών λύσεων όσον αφορά ένα δεδομένο όγκο κτηρίου και την επιφάνεια σε κάτοψη. Ενεργειακά, όμως, κάθε συνθετική λύση παρουσιάζει και διαφορετική θερμική συμπεριφορά, αφού διαφοροποιούνται οι εξωτερικές επιφάνειες με σταθερή επιφάνεια σε κάτοψη και θερμαινόμενο όγκο. Συγκεκριμένα:

- πολλοί και σύνθετοι όγκοι και προεξέχουσες πτέρυγες αυξάνουν το εμβαδόν των εξωτερικών επιφανειών και ενδεχομένως, τον ανεπιθύμητο σκιασμό
- μείωση του ύψους των τοίχων συνεπάγεται, πέρα από τη μείωση του προς θέρμανση όγκου, μείωση της εξωτερικής επιφάνειας και κατ' επέκταση, περιορισμό των θερμικών απωλειών
- πολυώροφα κτήρια έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά από μονώροφα ή κτήρια εν σειρά.

Οφείλει λοιπόν, ο σχεδιαστής να αναζητήσει τον πιο χαμηλό συντελεστή F/V (επιφάνεια / όγκο). [38,39]. Εξάγεται έτσι το συμπέρασμα ότι κατά τον ενεργειακό σχεδιασμό, ζητούμενο είναι η μορφή ενός συμπαγούς κτηρίου.



Εικ.4.3.2. Σύνθεση διαμερισμάτων των 108 m² σε 10 διατάξεις και αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας των 10 τύπων [42]

Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι το κλίμα ενός τόπου παίζει καθοριστικό ρόλο στην επιλογή του βέλτιστου σχήματος. Για ένα συγκεκριμένο όγκο, το συμπαγές σχήμα, όπως πρωτοειπώθηκε, εμφανίζει τις μικρότερες θερμικές απώλειες το χειμώνα. Το κτήριο όμως, τετράγωνης κάτοψης δεν είναι η καλύτερη λύση για όλες τις περιοχές: για τα ψυχρά κλίματα βέλτιστη λύση αποτελούν τα κτήρια κυβικής μορφής, ενώ για τα εύκρατα κλίματα, τα επιμηκυμένα κατά τον άξονα ανατολή-δύση, με μεγαλύτερη ελευθερία για την εκλογή της μορφής. [3]

Οι σύγχρονες αρχιτεκτονικές τάσεις ωστόσο, αναδεικνύουν τη δημιουργία πολλαπλών και ποικίλων όγκων, συνθέσεις συνυφασμένες με την καλαισθησία της μεταμοντέρνας αυτής περιόδου. Η μορφή του κτηρίου δηλαδή, έγκειται τόσο σε ενεργειακές και τοπογραφικές παραμέτρους, όσο και σε καθαρά αρχιτεκτονικές επιλογές. Στα πλαίσια αυτά, αποτυπώνεται στη μορφή του κτηρίου της παρούσας διπλωματικής, συνδυασμός της σύγχρονης και της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής που ανταποκρίνεται στις ενεργειακές επιταγές του.

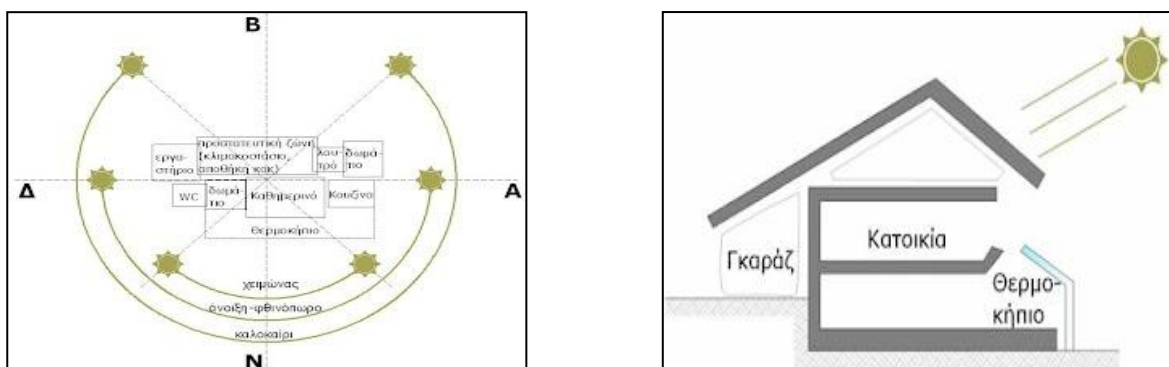
4.4. ΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΕ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ - ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Ο χωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνίσταται στην ύπαρξη διαφοράς θερμοκρασίας και στην ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των διάφορων χώρων του. Ο τρόπος δε, με τον οποίο εναλλάσσεται η θερμότητα στους χώρους αυτούς εξαρτάται από παράγοντες, όπως η οριζόντια και κατακόρυφη διάταξή τους, η ύπαρξη διαχωριστικών μεταξύ τους, το μέγεθος της διαφοράς θερμοκρασίας τους, καθώς και από το αν οι πόρτες τους παραμένουν ανοιχτές ή κλειστές.

Όπως προαναφέρθηκε, η βόρεια πλευρά ενός κτηρίου είναι η πιο σκοτεινή και η λιγότερο ευνοϊκή από πλευράς ηλιασμού. Η ανατολική και η δυτική δέχονται ίσα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας που είναι μεγαλύτερα το καλοκαίρι και μικρότερα το χειμώνα, με την τελευταία όμως, να είναι πιο επιβαρυνμένη, αφού τις απογευματινές ώρες στην ήδη υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος προστίθεται και η ηλιακή θερμότητα. Η νότια πλευρά δέχεται το χειμώνα τη μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας και κατ' επέκταση, φωτισμού και τη λιγότερη το καλοκαίρι. Καλύτερη δυνατή επιλογή επομένως, αποτελεί η διεύθετη των χώρων κατά τον άξονα ανατολή-δύση και με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται ανεμπόδιστα η κίνηση του αέρα εντός τους (φυσικός δροσισμός), μειώνοντας τις ανάγκες για ψυκτικά φορτία τους θερινούς μήνες.

Συγκεκριμένα, κατά το σχεδιασμό της κάτοψης, οι εσωτερικοί χώροι πρέπει να οργανωθούν και να ομαδοποιηθούν έτσι, ώστε αυτοί με μεγάλο χρόνο χρήσης και υψηλές επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες (καθιστικό, τραπεζαρία, γραφείο) να χωροθετηθούν στη νότια πλευρά του κτηρίου. Αντίθετα, οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης που απαιτούν συγκριτικά χαμηλότερες θερμοκρασίες (W.C., υπνοδωμάτια), πρέπει να χωροθετούνται σε ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι βοηθητικοί χώροι εάν υπάρχουν στη μελέτη (κλιμακοστάσια, αποθήκες, γκαράζ), πρέπει να προβλεφθούν στη βορινή πλευρά, ώστε να λειτουργούν ως ζώνη θερμικής ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται στην πραγματικότητα οι θερμικές απώλειες από τους βασικούς κύριους χώρους.

Όσον αφορά τα θερμοκήπια πρέπει να διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα μη θερμαινόμενα δωμάτια μέσω καλά μονωμένων τοίχων και το κατά πόσο είναι κατοικήσιμοι ή μη χώροι, εξαρτάται από τη χωροθέτησή τους και την αλληλεπίδρασή τους με τους γειτνιάζοντες χώρους. Ως γνωστόν, η θερμοκρασία του θερμοκηπίου επωφελείται από την αυξημένη επαφή με τους θερμαινόμενους χώρους. Άρα όταν προβλέπεται θερμοκήπιο, το κτήριο σχεδιάζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να το περιβάλλει, αφού ο βαθμός επικοινωνίας του θερμοκηπίου με το κυρίως κτήριο καθορίζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου ως συλλέκτη θερμότητας. [1,2,19,42]



Εικ.4.4.1. Εσωτερική διάταξη χώρων: Διαγραμματική Κάτοψη – Τομή [2]

Σε αυτό το σημείο δε θα έπρεπε να παραληφθεί η εξέχουσα σημασία της θέας όταν υφίσταται φυσικό τοπίο. Στην περίπτωση αυτή, καλείται ο μελετητής να συνδυάσει τη χρηστικότητα των χώρων με το εν λόγω τοπίο και να εφαρμόσει τεχνικές (π.χ. παθητικά ηλιακά συστήματα) που αφορούν στην αύξηση θερμικών κερδών, ισοσταθμίζοντας έτσι, τις θερμικές απώλειες που προέκυψαν από το συγκεκριμένο σχεδιασμό. Έτσι, αν για παράδειγμα η θέα βρίσκεται στη βορινή πλευρά του κτηρίου δύναται να διατάξει τουλάχιστον έναν χώρο μεγάλης χρηστικότητας, π.χ. καθιστικό κατά τον άξονα βορράς-νότος και να τοποθετήσει υαλοστάσιο ή θερμοκήπιο στη νότια πλευρά του. Μία τέτοια εφαρμογή έγινε και στην παρούσα εργασία.

4.5. ΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

4.5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το κτηριακό κέλυφος, με τα διαφανή και αδιαφανή δομικά στοιχεία που το συνθέτουν, οριοθετεί το εσωτερικό περιβάλλον ενός κτηρίου και το διαχωρίζει από το εξωτερικό, φυσικό περιβάλλον. Το κέλυφος, ως το περίβλημα ενός κτηρίου, δέχεται την επίδραση πλήθους εξωτερικών παραγόντων (θερμοκρασίας, υγρασίας, ηλιακής ακτινοβολίας, ανέμων, θορύβων κτλ.) και σκοπός του είναι να διασφαλίσει επαρκή προστασία έναντι αυτών, παίζοντας ένα ρυθμιστικό ρόλο στη διαμόρφωση του εσωκλίματος. Το εσωκλίμα του κτηρίου, αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες που καθορίζουν το αίσθημα άνεσης ή δυσφορίας στα άτομα που διαμένουν ή εργάζονται σε αυτό και αντίστοιχα η εξασφάλιση του αισθήματος της άνεσης αποτελεί την προϋπόθεση για τη διαμόρφωση συνθηκών ευχάριστης και υγιεινής διαβίωσης και αποδοτικής εργασίας.

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων εξαρτάται σημαντικά από την απόδοση του κτηριακού κελύφους, καθώς είναι εκείνο που καθορίζει τα θερμικά και ψυκτικά φορτία, τον εισερχόμενο φωτισμό και αερισμό. Δεδομένου ότι, μέσω του κελύφους πραγματοποιείται ροή θερμότητας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα, το κέλυφος καλείται να εκπληρώνει επιλεκτικά τρεις ρόλους:

- να λειτουργεί ως «επιλεκτικός ηλιακός συλλέκτης», δηλαδή να συνεισφέρει στη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν αυτή είναι διαθέσιμη και απαραίτητη κατά τους χειμερινούς μήνες, αλλά ταυτόχρονα να εμποδίζει τη διέλευση της κατά τους θερινούς προς αποφυγήν της υπερθέρμανσης
- να λειτουργεί ως «θερμική αποθήκη», ώστε η συλλεχθείσα θερμότητα να αποθηκευτεί για να αποδεσμευτεί και να αποδοθεί στους κατοικήσιμους χώρους όταν είναι χρήσιμη (για παράδειγμα, τις βραδινές ώρες ή σε περιόδους με συννεφιά)
- να λειτουργεί ως «φράγμα θερμικών απωλειών», ώστε η θερμότητα που δεσμεύτηκε από την ηλιακή ακτινοβολία να μη διαφύγει στο εξωτερικό περιβάλλον.

Συμπερασματικά, η σωστή επιλογή των δομικών στοιχείων του κελύφους, καθώς και η επαρκής θερμομόνωση του ίδιου και των επιμέρους στοιχείων του, μπορούν να εξασφαλίσουν ευνοϊκές συνθήκες διαβίωσης, το ίδιο άνετες με τις πολυδάπανες κλιματιστικές εγκαταστάσεις και παράλληλα να οδηγήσουν και σε σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. [31,88]

4.5.2. ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΩΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Η λειτουργία του κτηρίου ως ηλιακού συλλέκτη βασίζεται στις γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων με νότιο προσανατολισμό και αποκλίσεις έως $\pm 30^{\circ}$ ανατολικά ή δυτικά ως προς αυτόν, σε συνδυασμό, βέβαια, με την κατάλληλη θερμική μάζα. Ο νότιος προσανατολισμός των ανοιγμάτων κρίνεται ο καταλληλότερος διότι:

- Επιτυγχάνει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση του κτηρίου.
- Εξασφαλίζει μεγάλα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και μικρά το καλοκαίρι.
- Παρουσιάζει μικρότερο κίνδυνο υπερθέρμανσης το καλοκαίρι σε σχέση με τον ανατολικό και το δυτικό.
- Η ηλιοπροστασία γίνεται εύκολα με τη χρήση απλών οριζόντιων σκιάστρων.

Συγκεκριμένα, προτείνεται η τοποθέτηση μεγάλων ανοιγμάτων στη νότια όψη και μεσαίου μεγέθους στην ανατολική και δυτική για την αποφυγή υπερθερμάνσεων κατά τη θερινή περίοδο. Τέλος, στη βορινή όψη συνιστάται η ελαχιστοποίησή τους, εκτός εάν υπάρχει θέα, για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών. Στην τελευταία περίπτωση, οι διαστάσεις των ανοιγμάτων πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των χώρων τόσο σε διαμπερή αερισμό και κατ' επέκταση στο φυσικό δροσισμό του κτηρίου, όσο και σε φυσικό φωτισμό. Σημειώνεται ότι ιδιαίτερα τα βορινά ανοίγματα συμβάλλουν ουσιαστικά στην ποιότητα φωτισμού των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως και όχι άμεσο. Έτσι, η υπερδιαστασιολόγησή τους προτείνεται σε κτήρια που χρησιμοποιούνται κυρίως την θερινή περίοδο (ξενοδοχεία, παραθεριστικές κατοικίες).

Όσον αφορά τους υαλοπίνακες προτείνεται σε κάθε περίπτωση να είναι διπλοί, θερμομονωτικοί, με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας 'U-value' ή ακόμη καλύτερα οι ειδικοί υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής Low-E (Low Emission). Βασικό κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου ποιοτικά ανοίγματος, αποτελεί εκτός από το συντελεστή θερμοπερατότητας και ο συντελεστής μετάδοσης της θερμικής ηλιακής ενέργειας g.

Συγκεκριμένα, σε νότιο προσανατολισμό όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας U και όσο πιο μεγάλος ο συντελεστής διείσδυσης της συνολικής θερμικής ενέργειας g, τόσο πιο αποτελεσματικό αποδεικνύεται το άνοιγμα. Σε ανατολικά και δυτικά ανοίγματα θα ενδιέφερε φυσικά μικρή τιμή του συντελεστή U, αλλά και του g. Είναι προφανές ότι άστοχη επιλογή της ποιότητας των υαλοπινάκων σε σχέση με τον προσανατολισμό και τις απαιτήσεις των χώρων, ενδέχεται να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα π.χ. παρεμπόδιση της εισόδου ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους τη χειμερινή περίοδο, αύξηση θερμικών απωλειών, μείωση φυσικού φωτισμού και οπτικής άνεσης. [42]

Γενικά, η μείωση των απωλειών από τα ανοίγματα, επιτυγχάνεται με τη μείωση της επιφάνειάς τους ή τη βελτίωση της προστασίας τους στις προσήνεμες πλευρές, καθώς και στις πλευρές που είναι παράλληλες με την πνοή των ανέμων. Η βελτίωση της προστασίας επιτυγχάνεται με την προσθήκη τρίτου υαλοπίνακα ή και ενισχυμένων παραθυρόφυλλων, με ιδιαίτερη φροντίδα για την πλήρη απόφραξη των αρμών των κουφωμάτων. [1,43]

4.5.3. ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΩΣ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ

Κυριότερη παράμετρος για τη λειτουργία του κτηρίου ως αποθήκη θερμότητας αποτελεί η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας που προέρχεται από τη δεσμευμένη ηλιακή ενέργεια. Κατά τη λειτουργία του ως ηλιακού συλλέκτη, το κτήριο πρέπει να εξασφαλίσει ότι θα συγκρατήσει την ενέργεια της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, θα την αποθηκεύσει, με απώτερο σκοπό να την επαναποδώσει κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Η επιδιωκόμενη αποθήκευση, επιτυγχάνεται μέσω των συμπαγών δομικών στοιχείων του κελύφους, δηλαδή μέσω των τοίχων, των δαπέδων και των οροφών. Η ηλιακή ακτινοβολία αφού εισέλθει στο κτήριο (με άμεσο -ανοίγματα- ή έμμεσο τρόπο) μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια η οποία θερμαίνει τα δομικά υλικά του. Τα δομικά υλικά έχουν την ιδιότητα να απορροφούν και να αποθηκεύουν θερμότητα καθώς θερμαίνονται. Η διαδικασία επαναπόδοσης της θερμικής ενέργεια σε μεταγενέστερο χρόνο, πραγματοποιείται χάρη στη βοήθεια του αέρα, ο οποίος θερμαίνεται γρηγορότερα, μεταφέροντας έτσι με την κίνησή του τη θερμότητα από τα δομικά υλικά στον εσωτερικό χώρο.

4.5.3.1. Θερμικές ιδιότητες υλικών οικοδομικού κελύφους

Η διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας προκαλεί ροή θερμότητας διαμέσου των τοίχων και των οροφών. Η ροή αυτή θερμότητας έχει κατεύθυνση από το περιβάλλον προς το κτήριο κατά τη διάρκεια της ημέρας, και από το κτήριο προς το περιβάλλον στη διάρκεια της νύχτας. Ο επαναλαμβανόμενος αυτός κύκλος αποθήκευσης και επαναπόδοσης θερμότητας, με διαφορετική όμως ένταση στη διάρκεια των εποχών του έτους, χαρακτηρίζεται ως περιοδική ροή θερμότητας και είναι αποτέλεσμα των φυσικών φαινομένων της αγωγής, συναγωγής ή θερμικής μετάβασης και ακτινοβολίας.

Σύμφωνα με τη θεωρία της μετάδοσης θερμότητας, η θερμότητα ρέει από το ένα σημείο στο άλλο, όταν υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των δύο σημείων, και με κατεύθυνση πάντα από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σημείο, μέχρι να επιτευχθεί ισορροπία. Συνέπεια της μετακίνησης αυτής, είναι οι απώλειες θερμότητας από ένα θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον το χειμώνα, καθώς και η εισροή πλεονάζουσας θερμότητας από το περιβάλλον στο εσωτερικό του κτηρίου το καλοκαίρι.

Εκτός από τον προσανατολισμό και τη χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από φάτα, συσκευές και ανθρώπους, σημαντικό ρόλο στη θερμική συμπεριφορά του κτηρίου διαδραματίζει η επιλογή των υλικών του κτηριακού κελύφους.

Ο βαθμός ροής θερμότητας διαμέσου του κελύφους εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από το σύνολο των κατασκευαστικών μέτρων που λαμβάνονται και κυρίως από τα υλικά που το συνθέτουν και συγκεκριμένα από τα φυσικά χαρακτηριστικά τους, όπως το πάχος τους, και από τις θερμικές τους ιδιότητες. Οι χαρακτηριστικές θερμικές ιδιότητες των υλικών είναι οι ακόλουθες:

- Θερμοχωρητικότητα c , ονομάζεται η ικανότητα ενός υλικού να αποθηκεύει ποσότητα θερμότητας κατά τη διάρκεια της θέρμανσης του. Ειδική θερμοχωρητικότητα c , είναι η ποσότητα ενέργειας

που απαιτείται για να υψωθεί η θερμοκρασία 1 kg του υλικού κατά 1°C. Μετριέται σε kcal/kg °C ή J/kg °C ή J/kg K. Η θερμοχωρητικότητα είναι ανάλογη του όγκου, της μάζας και της πυκνότητας του υλικού. Όσο μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα έχει ένα υλικό, τόσο μεγαλύτερο ποσό θερμότητας συγκρατεί και μεταδίδει με βραδύτερο ρυθμό. Έτσι, οικοδομικά υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας όπως η πέτρα, το μπετό, η γη και τα τούβλα χρησιμοποιούνται στο κέλυφος του κτηρίου ενισχύοντας τη θερμική του μάζα.

- Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας κ ή λ , ορίζεται ως η ποσότητα της θερμότητας σε kcal ή Watt που ρέει σε μία ώρα διαμέσου ενός υλικού επιφάνειας 1m^2 και πάχους 1m, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο πλευρών του είναι 1°C. Μετριέται σε kcal/mh°C ή W/mK ή W/m°C. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας καθορίζει και τη θερμομονωτική ικανότητα ενός οικοδομικού υλικού. Όσο πιο χαμηλή είναι η τιμή του, τόσο πιο καλό είναι και το μονωτικό αποτέλεσμα.
- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U ή K καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του στοιχείου κατασκευής και δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταδίδεται ανά τετραγωνικό μέτρο ενός υλικού ή ενός συνόλου υλικών, που συνθέτουν μια οικοδομική λεπτομέρεια, όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας 1°C μεταξύ της εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας. Μετριέται σε kcal/m²h°C ή W/m²K ή W/m²°C. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του, τόσο αποδοτικότερη είναι η θερμομόνωση. Με τον όρο θερμοπερατότητα, λοιπόν, εκφράζεται η συνολική μετάδοση θερμότητας που πραγματοποιείται σύμφωνα με τα φυσικά φαινόμενα της αγωγής, μεταφοράς και ακτινοβολίας και εξαρτάται από την επιφάνεια της κατασκευής, το πάχος και τη θερμική αγωγιμότητα των οικοδομικών υλικών.
- Θερμική αντίσταση R , ονομάζεται η αντίσταση των στοιχείων στη ροή θερμότητας, είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοπερατότητας και μετριέται σε m²K/W.

Ο όρος θερμική μάζα, αναφέρεται στο σύνολο των δομικών στοιχείων του κελύφους - τοιχοποιίες, δάπεδα, οροφές - που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν ποσά θερμότητας. Σε ένα κτήριο με μεγάλη θερμική μάζα ή διαφορετικά με αυξημένη θερμοχωρητικότητα, η θερμότητα απελευθερώνεται με χρονική υστέρηση σταδιακά, συνήθως τις νυχτερινές ώρες που είναι και πιο επιθυμητή. Το χειμώνα λόγω της πτώσης της θερμοκρασίας το βράδυ, η επαναπόδοση της θερμότητας που συλλέχτηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας, συνεισφέρει στη φυσική θέρμανση των εσωτερικών χώρων. Το καλοκαίρι αντίστοιχα, αποφεύγεται η υπερθέρμανση, καθώς οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι στα χαμηλότερα επίπεδα όταν επανεκπέμπεται η θερμότητα τη νύχτα και σε συνδυασμό με φυσικό αερισμό μπορεί να επιτευχθεί η αποφόρτιση των δομικών στοιχείων.

Συνοψίζοντας, όσον αφορά στα δομικά στοιχεία, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως όσο αυξάνεται το πάχος και η θερμοχωρητικότητά τους με ταυτόχρονη μείωση της θερμικής τους αγωγιμότητάς, τόσο πιο μεγάλη είναι η θερμική αδράνεια της κατασκευής και κατά αντιστοιχία τόσο πιο μικρό το άμεσο θερμικό κέρδος. Σε κάθε κατασκευή, λοιπόν, η θερμική της μάζα θα πρέπει να αξιοποιείται σωστά και να χρησιμοποιείται ως μηχανισμός χρονικής μετάθεσης, έτσι ώστε να συνεισφέρει στη μείωση των απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη και να έχει ευεργετική επίδραση τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ελαχιστοποιώντας κατά το δυνατόν τη χρήση συμπληρωματικών πηγών ενέργειας. [14,19,31,88]

4.5.4. ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΩΣ ΦΡΑΓΜΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Για την αποτελεσματική λειτουργία του ως φράγμα θερμικών απωλειών, το κτήριο πρέπει να διαθέτει την ικανότητα να παγιδεύει τη θερμότητα που συλλέγεται από την ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό του. Οι θερμικές απώλειες, δηλαδή η θερμότητα που εκρέει από ένα χώρο προς τους γειτονικούς του ή προς το φυσικό περιβάλλον, παρουσιάζονται σε όλα τα κτήρια και συνίστανται σε:

- απώλειες από τα συμπαγή δομικά στοιχεία του περιβλήματος του εξεταζόμενου χώρου, τις οποίες καρπώνονται είτε οι όμοροι προς αυτόν χώροι, είτε το εξωτερικό περιβάλλον, είτε το έδαφος
- απώλειες από τα διαφανή στοιχεία του κελύφους του χώρου, τα οποία μαζί με τα προηγούμενα συνιστούν το εξωτερικό του όριο
- απώλειες λόγω διαφυγών αέρα, οι οποίες είτε αναπτύσσονται σε περιοχές ασυνεχειών του περιβλήματος (αρμούς, ρωγμές κτλ.), είτε κατά το άνοιγμα θυρών και παραθύρων
- απώλειες οφειλόμενες στη λειτουργία συστημάτων εξαερισμού ή ψύξης
- απώλειες από εξάτμιση στις επιφάνειες ή στο εσωτερικό του κτηρίου.

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών είναι η προστασία του κτηρίου από τους ψυχρούς ανέμους, αλλά και η κατάλληλη θερμομόνωση του κελύφους, μειώνοντας έτσι το συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών του στοιχείων.

4.5.4.1. Προστασία του κτηρίου από τους ψυχρούς ανέμους

Ο άνεμος παρουσιάζει μία μεταβαλλόμενη στιγμιαία ταχύτητα, που ορίζεται από ακραίες τιμές, γύρω από μια μέση ταχύτητα, η οποία, εξαρτάται από το υψόμετρο, τη φύση και το μέγεθος των εμποδίων που συναντά. Για να επιτευχθούν χαμηλές ταχύτητες ανέμου στην πρόσοψη ενός κτηρίου, πρέπει το ύψος του κτηρίου να μην ξεπερνάει μια συγκεκριμένη διάσταση.

Όταν ο άνεμος συναντήσει ένα εμπόδιο εντελώς αεροδυναμικής μορφής, η ροή του είναι ομοιόμορφη εκατέρωθεν του εμποδίου. Ωστόσο, εάν ο άνεμος συναντήσει χαμηλά εμπόδια, ύψους μέχρι 15 μέτρων, έχει την τάση να τα διαπεράσει ενώ η ροή του διαταράσσεται σε ένα μικρό βαθμό. Αντίστοιχα, εάν συναντήσει υψηλά εμπόδια, η ροή του διαταράσσεται εντελώς και μπορεί να δημιουργηθεί το «φαινόμενο Βεντούρι», με αύξηση της ταχύτητας του, για παράδειγμα στη στέγη ενός κτηρίου. Τέλος, εάν ο άνεμος έρθει αντιμέτωπος με ένα προφίλ που μεταβάλλεται πολύ γρήγορα, δημιουργούνται ζώνες διαταραχής και παγίδευσης του αέρα, ενώ ο συνδυασμός εμποδίων οδηγεί στη δημιουργία ζωνών υπερπίεσης και υποπίεσης.

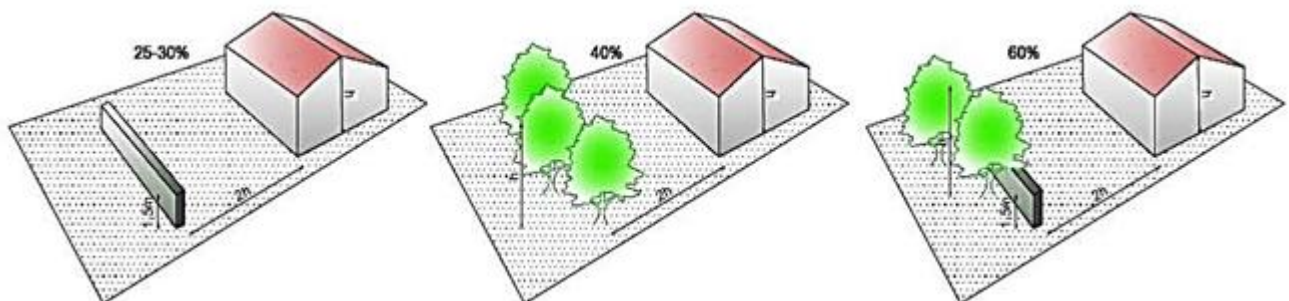
Η επίδραση των ανέμων στο κτηριακό κέλυφος σχετίζεται με δύο φαινόμενα μετάδοσης θερμότητας, α) τη συναγωγή ανάμεσα στον άνεμο και την εξωτερική επιφάνεια του συμπαγούς κελύφους και β) τη μεταφορά μέσω των αρμών του κτηρίου (κουφώματα, στέγες κλπ.).

Στην περίπτωση της συναγωγής, το φαινόμενο εξελίσσεται ως εξής: Η κάθε πλευρά του κτηριακού κελύφους επηρεάζεται από τους ανέμους με τρόπο διαφορετικό και ανάλογο με τη θέση της και τη γωνία που σχηματίζει με την κατεύθυνση πνοής τους. Στις προσήνεμες επιφάνειες του κτηρίου, που είναι κάθετες στην κατεύθυνση του ανέμου, εμφανίζεται αυξημένη πίεση, ανάλογη της ταχύτητάς του. Η αύξηση της αιολικής πίεσης μεγαλώνει το συντελεστή συναγωγής.

Έτσι, στην περίπτωση ψυχρών ανέμων, εμφανίζονται αυξημένες απώλειες, ενώ στην περίπτωση θερμών ανέμων έχουμε αύξηση των θερμικών φορτίων στο κτήριο. Στις πλευρές των κτηρίων, που είναι παράλληλες με την κατεύθυνση του ανέμου, παρατηρείται αύξηση της ταχύτητας του ανέμου. Η εξωτερική επιφάνεια του κελύφους έρχεται σε επαφή με κινούμενες, διαρκώς ανανεωόμενες αέριες μάζες, πράγμα που ευνοεί το φαινόμενο της μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή. Στις υπήνεμες πλευρές του κτηρίου, η μετάδοση θερμότητας μειώνεται, λόγω μείωσης της ταχύτητας του ανέμου (σκιά ανέμου) και εμφάνισης υποπίεσης. Παρατηρείται, όμως, το δυσάρεστο φαινόμενο της δημιουργίας δινών και στροβίλων.

Η περίπτωση της μεταφοράς μέσω των αρμών, αναλύεται ακολούθως: οι πιο σημαντικοί αρμοί σε ένα κτήριο είναι αυτοί που εμφανίζονται μεταξύ τοιχοποιίας και κουφωμάτων ή μεταξύ τοιχοποιίας και ξύλινης στέγης. Στις προσήνεμες πλευρές μεγάλων πιέσεων ο άνεμος διεισδύει, μέσω των αρμών, στο εσωτερικό του κτηρίου. Στις πλευρές όπου δημιουργείται υποπίεση (τις παράλληλες με την κατεύθυνση του ανέμου) ο εσωτερικός αέρας του κτηρίου διαφεύγει προς τον εξωτερικό χώρο. Παρ' όλο που το δεύτερο φαινόμενο γίνεται πιο δύσκολα αντιληπτό από ότι το πρώτο, επιδρά εξίσου σημαντικά στη διατάραξη της εσωτερικής θερμικής άνεσης. Σε περιοχές με συχνούς, ισχυρούς ανέμους απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό και την τοποθέτηση των κουφωμάτων, ανάλογα με τη θέση τους ως προς τον άνεμο.

Η προστασία του κτηρίου από τους ψυχρούς ανέμους, επιτυγχάνεται με κατάλληλους χειρισμούς στο άμεσο, εξωτερικό του περιβάλλον. Η πρόβλεψη κατάλληλων προεξοχών στο κέλυφος του, η δημιουργία αυλών και αιθρίων, η χρήση ανεμοφράκτη π.χ. μέσω αιθαλών δένδρων ή δένδρων χαμηλής βλάστησης, αποτελούν ορισμένες από τις τεχνικές για την εκτροπή των ανέμων και αντίστοιχα την ανεμοπροστασία. [2,3]



Εικ.4.5.1. Ικανότητα μείωσης της διείσδυσης του ανέμου από ανεμοφράκτες διαφόρων τύπων [31]

4.5.4.2. Θερμομόνωση κελύφους

Το εξωτερικό κελύφος του κτηρίου είναι αυτό που δέχεται τις μεγαλύτερες καταπονήσεις λόγω της επίδρασης των εξωτερικών κλιματικών παραγόντων. Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η λήψη μέτρων που θα συμβάλλουν στην αποτελεσματική του προστασία και στην εξασφάλιση ικανοποιητικών συνθηκών διαβίωσης εντός των κτηρίων. Ο στόχος αυτός επιτελείται μέσω της σωστής και επαρκούς θερμομόνωσης των συμπαγών και διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους.

Ο όρος θερμομόνωση περιλαμβάνει όλα τα κατασκευαστικά μέτρα (υλικά και συστήματα) που λαμβάνονται στα δομικά στοιχεία του κελύφους, στα πλαίσια εξασφάλισης της θερμικής και ακουστικής άνεσης, με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Σκοπός της εφαρμογής της είναι ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό της ταχύτητας ανταλλαγής θερμότητας μέσα από πετάσματα, τα οποία διαχωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες.

Έτσι, με τη θερμομονωτική προστασία του κελύφους, κατά τη μεν χειμερινή περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά τη δε θερινή περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω των θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ταυτόχρονα, ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και επιτυγχάνεται προστασία των κατασκευών από φαινόμενα υγρασίας, που μπορεί να προκύπτουν είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό, εξαιτίας της λειτουργίας των χώρων. Επιπλέον, μέσω της θερμομόνωσης επιδιώκεται και η αντιμετώπιση του προβλήματος των θερμογεφυρών. [11,29,32]

Θερμογέφυρες ονομάζονται τα επιμέρους τμήματα (περιοχές) του εξωτερικού περιβλήματος, των οποίων ο βαθμός θερμομόνωσης υπολείπεται σημαντικά του βαθμού θερμομόνωσης των υπολοίπων δομικών στοιχείων της κατασκευής. Τα συγκεκριμένα τμήματα δηλαδή, παρουσιάζουν αυξημένο συντελεστή θερμοπερατότητας με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ροή θερμότητας τοπικά και επομένως μεγαλύτερες θερμικές απώλειες. Για το λόγο αυτό, οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτηριακού κελύφους και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία, επηρεάζοντας την ενεργειακή του συμπεριφορά. Αποτέλεσμα είναι η μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του, ενώ ταυτόχρονα ευνοείται η εκδήλωση του φαινομένου της συμπύκνωσης των υδρατμών και η ανάπτυξη μυκήτων μούχλας και διαφόρων μικροοργανισμών στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων.

Η δημιουργία μιας θερμογέφυρας μπορεί να οφείλεται σε μια πληθώρα παραγόντων, όπως κατασκευαστικές αδυναμίες, κακοτεχνίες, αστοχίες, αμέλεια και παραλείψεις, άγνοια ή ακόμη και φθορές, οφειλόμενες στο πέρασμα του χρόνου. Σε όλες τις περιπτώσεις κοινή συνισταμένη αποτελεί η μειωμένη θερμομονωτική προστασία στην εκάστοτε θέση. Οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών είναι οι ακόλουθες:

- Απουσία θερμομόνωσης σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού – δοκοί, υποστυλώματα και τοιχεία.
- Διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης στο σημείο σύνδεσης στοιχείου του φέροντα οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης λόγω κατασκευαστικής αδυναμίας.
- Διαφορά εμβαδού στις δύο όψεις γωνιακών δομικών στοιχείων.

- Διακοπή της θερμομόνωσης στις παραστάδες, στα υπέρθυρα των ανοιγμάτων και στις ποδιές των παραθύρων.
- Οι απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων (στηθαία στα δώματα, ανεστραμμένα δοκάρια και διπλά στηθαία για τη διαμόρφωση αρμών διαστολής).
- Τα ενδιάμεσα και περιμετρικά δοκάρια στις θέσεις των δοκών στην οροφή υπογείου ή πιλοτής.
- Διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση εγκάρσιας συναρμογής εξωτερικού κελύφους με εσωτερικό τοίχο.
- Η προέκταση των φερόντων στοιχείων πέραν του κύριου όγκου του κτηρίου (πρόβολοι).
- Τα σημεία διέλευσης σωληνώσεων ύδρευσης, αποχέτευσης, κεντρικής θέρμανσης, αερίου, καμινάδων, αεραγωγών κλπ.
- Τα κουτιά των περιελισσόμενων περσίδων των κουφωμάτων.
- Σχισμές και κενά στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες.

Γενική κατεύθυνση, λοιπόν, για την αποφυγή εμφάνισης θερμογεφυρών σε μια κατασκευή αποτελεί η πλήρης θερμική προστασία της. Ωστόσο, είναι πρακτικά ανέφικτη η κατασκευή ενός συμβατικού κτηρίου χωρίς τη δημιουργία θερμογεφυρών. Κάποιο σημείο ή τμήμα ενός δομικού στοιχείου λόγω της θέσης του ή του κατασκευαστικού σχήματος του περιβλήματος, θα παρουσιάζει υψηλότερες θερμικές απώλειες, τις οποίες ένας τυπικός υπολογισμός της μελέτης θερμομόνωσης δεν μπορεί να αντιμετωπίσει. Στα σημεία αυτά θα πρέπει να ληφθεί ειδική μέριμνα για αυξημένη θερμομονωτική προστασία στο βαθμό του εφικτού, όχι ωστόσο καθ' υπερβολή, αφού πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο κατασκευαστικές όσο και οικονομικές παράμετροι. [4,32]

Η απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτηριακών κατασκευών που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ. επιτυγχάνεται με την κατάλληλη θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους, με την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων και υαλοπινάκων και με την καλή αεροστεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων. Η αξιολόγηση της θερμομονωτικής προστασίας ενός κτηρίου πραγματοποιείται μέσω ενός διπλού ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας, τόσο των επιμέρους δομικών στοιχείων όσο και του κτηριακού κελύφους στο σύνολο του.

Όσον αφορά στα συμπαγή δομικά στοιχεία του κελύφους, δηλαδή όλα τα εξωτερικά του στοιχεία που περικλείουν τους θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου - εξωτερικές τοιχοποιίες, δώματα, στέγες, οροφές, δάπεδα - οι επιλογές, ως προς τα υλικά και το πάχος της θερμομόνωσης, εξαρτώνται από την κλιματική ζώνη της περιοχής όπου πρόκειται να ανεγερθεί το κτήριο.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., σε κάθε κλιματική ζώνη αντιστοιχεί μια μέγιστη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} για κάθε ένα από τα επιμέρους δομικά στοιχεία. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητάς του $U_{εξεταζ.}$ να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός ανά κλιματική ζώνη, για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων. Στο πλαίσιο του ελέγχου για το σύνολο του κτηρίου, θα πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο ($U_{m,max}$), αυτού εντασσομένου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου.

Στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων καθώς και ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m κτηρίου για κάθε μια από τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα. [28,29,31]

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	$U_{V,D}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	$U_{V,W}$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	$U_{V,DL}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{V,G}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{V,WE}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	$U_{V,F}$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	$U_{V,GF}$	2,20	2,00	1,80	1,80

Εικ.4.5.2. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα [28]

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη A	Ζώνη B	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Εικ.4.5.3. Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m κτηρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα [28]

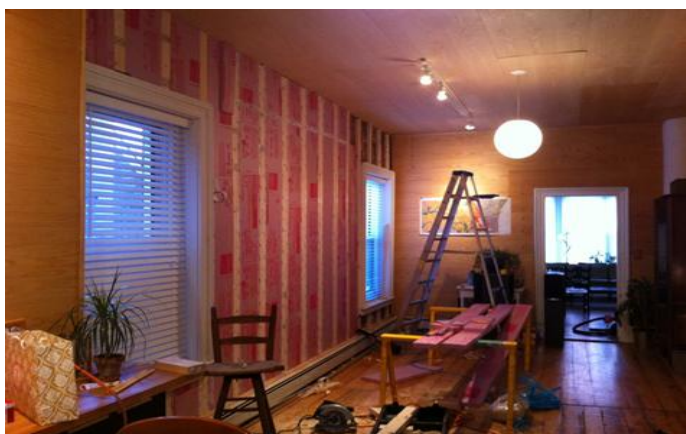
Δεδομένου ότι η εξωτερική τοιχοποιία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της εξωτερικής επιφάνειας ενός κτηρίου, είτε αφορά σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού είτε σε στοιχεία πλήρωσης του εξωτερικού κελύφους, οφείλει να είναι επαρκώς θερμομονωμένη και να αποφεύγει κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών. Η θερμομονωτική προστασία μιας τοιχοποιίας μπορεί να επιτευχθεί με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής, τα χρησιμοποιούμενα υλικά και τις λειτουργικές ανάγκες των χώρων. Οι πλέον συνήθεις τρόποι θερμομόνωσης είναι η εξωτερική, η εσωτερική, η θερμομόνωση του πυρήνα της τοιχοποιίας και η θερμομόνωση με τη χρήση ειδικών θερμομονωτικών τούβλων. Ωστόσο, επισημαίνεται ότι για να λειτουργήσει το κτήριο αποτελεσματικότερα ως αποθήκη θερμότητας αλλά και για τον περιορισμό των θερμογεφυρών, πρέπει να επιλεγεί η λύση της εξωτερικής θερμομόνωσης.



Εικ.4.5.4. Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης [76]

και τις διαστολές και εξασφαλίζεται η κάλυψη των θερμογεφυρών στα δοκάρια, στα υποστρώματα και στις πλάκες σκυροδέματος. Τέλος, δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία των εσωτερικών χώρων, όπως συμβαίνει κατά τη διάρκεια κατασκευής της εσωτερικής θερμομόνωσης.

Ωστόσο, το γεγονός ότι η εξωτερική θερμομόνωση είναι ακριβή σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου, η εφαρμογή της δεν είναι εύκολη στην περίπτωση που οι τοίχοι διαθέτουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές αλλά κι όταν οι εξωτερικές όψεις των κτηρίων εμφανίζουν έντονη μορφολογία, καθώς και η απαίτηση ειδικής προστασίας των υλικών και των στρώσεων από τις καιρικές συνθήκες, αποτελούν τα μειονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου.



Εικ.4.5.5. Εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης [73]

Τα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι πολλαπλά. Καταρχάς ο χώρος έχει την ικανότητα διατήρησης της θερμότητας και μετά τη διακοπή θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας των τοίχων. Οι νότιοι ειδικά χώροι των κτηρίων διατηρούν τη θερμότητα του ηλιακού κέρδους, καθώς αποθηκεύεται στους μεγάλου βάρους εσωτερικούς τοίχους.

Επίσης, δε μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος, οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές

Όσον αφορά στην εσωτερική θερμομόνωση, τα πλεονεκτήματα της συνοψίζονται στα ακόλουθα. Πρόκειται για μια μέθοδο οικονομικότερη σε σχέση με την εξωτερική και η κατασκευή της είναι απλή, πραγματοποιείται σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα και ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Επιπλέον, η μόνωση δε χρήζει προστασίας από τις εξωτερικές επιδράσεις και ο εσωτερικός χώρος θερμαίνεται γρήγορα.

Ωστόσο, με τη συγκεκριμένη τεχνική αδρανοποιείται η θερμοχωρητικότητα της εξωτερικής τοιχοποιίας, όσο ταχύτερα θερμαίνονται οι χώροι τόσο ταχύτερα αντίστοιχα ψύχονται. Επίσης, δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών, τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από τις συστολές και τις διαστολές που προκαλούν οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις με άμεση επίπτωση, την πρόκληση ρηγματώσεων και την εισροή βρόχινου νερού, ενώ δημιουργείται και πρόβλημα σχετικά με την τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

Με τη μέθοδο της θερμομόνωσης του πυρήνα της τοιχοποιίας ενώ εξασφαλίζονται οι απαιτήσεις για θερμομόνωση, δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαιτέρως η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Το γεγονός αυτό αποτελεί και το κυριότερο μειονέκτημα της μεθόδου. Εν τούτοις, η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης, έστω και αν δημιουργηθούν στη χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ. Τέλος, η μέθοδος θερμομόνωσης με τη χρήση ειδικών θερμομονωτικών τούβλων παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται η σωστή στεγανότητα, μέσω της κατάλληλης κατασκευής των επιχρισμάτων, ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων. [31,32,38,149]

Παράλληλα με τις εξωτερικές τοιχοποιίες θα πρέπει να εξασφαλίζεται η θερμομονωτική προστασία των οροφών (οριζόντιων ή κεκλιμένων), των στεγών και των δαπέδων μιας κατασκευής. Οι οροφές και οι στέγες υπόκεινται στις δυσμενέστερες κλιματικές επιδράσεις και οι παρεμβάσεις στα στοιχεία αυτά θα πρέπει να επιτελούν τους εξής στόχους: α) τη θερμική προστασία στο εσωτερικό του κτηρίου κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο και ιδιαιτέρως του παρακείμενου ορόφου, β) την εξασφάλιση υδατοστεγανότητας του κτηρίου για προστασία από τη βροχή και την υγρασία και γ) την κατά το δυνατόν μικρότερη καταπόνηση του κελύφους με τα επιπρόσθετα στατικά φορτία από τις νέες στρώσεις.

Κατά αντιστοιχία, και τα δάπεδα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του εσωκλίματος, ενώ η θερμοκρασία τους είναι καθοριστική για τη δημιουργία του αισθήματος της άνεσης. Οι περιπτώσεις δαπέδων που συνήθως θερμομονώνονται είναι: α) δάπεδα πάνω από ανοιχτές διαβάσεις και υπόστυλους χώρους, β) προεξοχές ορόφων, γ) δάπεδα πάνω από υπόγεια και δ) δάπεδα σε επαφή με το έδαφος. Ωστόσο, στην περίπτωση δαπέδου σε επαφή με το έδαφος, σε αρκετές των περιπτώσεων, η μόνωση δεν θεωρείται απαραίτητη, καθώς η θερμοκρασία του εδάφους μεταβάλλεται αργά και είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα και αντίστοιχα μικρότερη της το καλοκαίρι. Ειδικά δε στα θερμά κλίματα, η έλλειψη μόνωσης βοηθά στην απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας στο έδαφος.

Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί ότι όσο πιο ελεύθερη είναι η αρχιτεκτονική του κτηρίου από άποψη σχήματος ή σύνθεσης όγκων, τόσο πιο ισχυρές πρέπει να είναι και οι μονώσεις του περιβλήματος του, έτσι ώστε να αντισταθμιστούν οι αυξημένες θερμικές απώλειες συγκριτικά με άλλα κτήρια συμπαγούς μορφής, αλλά και να επιτευχθεί ένα άνετο εσωκλίμα με περιορισμένες καταναλώσεις. Ωστόσο, για την επιλογή του κατάλληλου πάχους των μονώσεων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το γεγονός ότι αυξημένη μόνωση πέραν της προβλεπόμενης, μπορεί να επιβαρύνει τη θερμική λειτουργία του κτηρίου κατά τους θερινούς μήνες, καθώς εμποδίζει την αποφόρτιση του από τη συσσωρευμένη θερμότητα. [14,32,42,87]

Θερμομόνωση ανοιγμάτων

Τα ανοίγματα του κτηρίου αποτελούν ένα από τα πιο ευαίσθητα σημεία του όσον αφορά στις απώλειες θερμότητας. Η ομοιόμορφη θερμομόνωση συμπαγών και διαφανών στοιχείων του περιβλήματος μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους βελτιωμένους τύπους υαλοστασίων που έχουν αρκετά χαμηλότερο συντελεστή θερμοπερατότητας σε σύγκριση με τους απλούς. Συνηθέστεροι τύποι είναι οι διπλοί και τριπλοί υαλοπίνακες που οφείλουν τις μονωτικές τους ιδιότητες στο αυξημένο πάχος και κυρίως στα αέρια μεγάλης θερμικής αντίστασης μεταξύ των στρώσεων του γυαλιού.

Συγκεκριμένα, έχουν κατασκευαστεί σύγχρονοι τύποι υαλοπινάκων τύπου «High Transmission Low Iron», οι οποίοι φιλτράρουν με μεγάλη ακρίβεια τα ανεπιθύμητα τμήματα της ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι το καλοκαίρι, ένα μέρος της θερμότητας της ηλιακής ακτινοβολίας, μπορεί να απομονωθεί έξω από τους χώρους του κτηρίου, ελαττώνοντας την κατανάλωση ενέργειας των κλιματιστικών. Ωστόσο τις κρύες χειμερινές νύχτες, η πολύτιμη εσωτερική θερμότητα τείνει να διαφύγει από τα παράθυρα. Για το λόγο αυτό υπάρχουν, όπως έχει ήδη προαναφερθεί, ειδικοί υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπιμότητας Low-E (Low Emission), οι οποίοι μπορούν να αντανακλούν αυτή τη θερμότητα πίσω στο δωμάτιο, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση. Αυτό συμβαίνει χάρη στην επίστρωση της μιας επιφάνειάς τους με λεπτά στρώματα οξειδίων διαφόρων μετάλλων και μεταλλικών αλάτων, που εμφανίζουν μεγάλη αντανακλαστικότητα στην εκπεμπόμενη προς αυτούς θερμότητα. Εναλλακτικός τρόπος αύξησης της θερμικής αντίστασης των υαλοπινάκων είναι η αύξηση του πλάτους του διάκενου, η πλήρωση του κενού με αέρια χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας, όπως το αργό ή το κρυπτό και η μείωση της συναγωγής στην περιοχή του διακένου με τη χρήση «κελιών» από ειδικά μονωτικά διάφανα υλικά που δεν επιτρέπουν στον αέρα ή στο αέριο να κινείται και άρα να συνάγει θερμότητα από το ένα φύλλο στο άλλο. Η τελευταία λύση είναι και ιδιαίτερος ακριβή.

Δεν θα πρέπει, ωστόσο, να παραλείπεται η πρόβλεψη για νυχτερινή κινητή θερμομόνωση των ανοιγμάτων, όπως ειδικά θερμομονωμένα φύλλα ασφαλείας και θερμομονωτικά πετάσματα ή ακόμη και συμβατικά ρολά, έτσι ώστε να διατηρείται η ενέργεια στο εσωτερικό του κτηρίου και να μεγιστοποιείται η απόδοση του συστήματος κατά τη χειμερινή περίοδο. Σε αντίθετη περίπτωση, παρατηρούνται αυξημένες θερμικές απώλειες κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Εκτός από τους υαλοπίνακες, σημαντικά είναι και τα πλαίσια των ανοιγμάτων, ξύλινα ή μεταλλικά για τη συνολική θερμική διαπερατότητα των κουφωμάτων. Πλαίσια με υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας μειώνουν τη συνολική θερμομονωτική απόδοση του ανοίγματος, ενώ για περαιτέρω βελτίωση υπάρχουν στο εμπόριο θερμομονωμένα πλαίσια. Οι αρμοί μεταξύ των πλαισίων και των τοίχων πρέπει να κλείνονται με παρεμβύσματα ή να σφραγίζονται καλά για να περιορίζονται διεισδύσεις και απώλειες αέρα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί σε κουφώματα με μεγάλη αεροστεγανότητα, ώστε να εξασφαλίζεται ο ελάχιστος απαραίτητος αερισμός για λόγους υγιεινής.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω στοιχεία, στην παρούσα διπλωματική εργασία επιλέχθηκε η λύση της εξωτερικής θερμομόνωσης για τις τοιχοποιίες, καθώς κρίθηκε ότι πλεονεκτεί έναντι των υπολοίπων μεθόδων και θερμομονώθηκε η στέγη της κατασκευής αλλά όχι το δάπεδο, αφού βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος και συνεπώς η μόνωση του δεν κατέστη απαραίτητη. Όσον αφορά στους υαλοπίνακες, επιλέχθηκαν οι ειδικοί υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπιμότητας Low-E εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που παρέχουν. [14,31,38,79,98,134]

4.5.4.3 Θερμομονωτικά οικολογικά υλικά

Τα θερμομονωτικά υλικά ενισχύουν τη λειτουργία του κελύφους, προστατεύοντας ουσιαστικά το εσωκλίμα του κτηρίου από τις έντονες διαφοροποιήσεις της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Δεδομένου ότι η μετάδοση της θερμότητας στα δομικά υλικά γίνεται στο μεγαλύτερο ποσοστό με αγωγιμότητα, βασικό κριτήριο για την αξιολόγηση ενός θερμομονωτικού υλικού αποτελεί η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ . Θερμομονωτικά υλικά λοιπόν, ονομάζονται τα υλικά που έχουν μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ (συνήθως $\lambda < 0,1 \text{ W/mK}$). Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει πολύ μικρή τιμή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=0,025 \text{ W/mK}$). Τα πορώδη υλικά οφείλουν το χαμηλό συντελεστή τους, άρα και τις καλές μονωτικές τους ιδιότητες στο μεγάλο αριθμό μικροκυψελίδων που παγιδεύουν μέσα τους ακίνητο αέρα.

Για την εκλογή του θερμομονωτικού υλικού λαμβάνονται υπόψη οι φυσικές του ιδιότητες όπως είναι τα θερμικά χαρακτηριστικά (αγωγιμότητα), τα τεχνικά χαρακτηριστικά (πυκνότητα), η μηχανική αντοχή, η συμπεριφορά σε φωτιά, η ηχομόνωση, το κόστος, η ευκολία τοποθέτησης, η διάρκεια ζωής, καθώς και κατά πόσο είναι επιβλαβές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται ευρέως, αφρώδεις μονώσεις (εξηλασμένης και διογκωμένης πολυστερίνης και πολουρεθάνης, υλικά που προέρχονται από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, καθώς και μονώσεις υαλοβάμβακα και πετροβάμβακα. Τα υλικά αυτά είναι εξαιρετικά τοξικά (τόσο κατά την παραγωγή όσο και κατά τη χρήση αλλά και την καύση τους), δεν ανακυκλώνονται και τέλος, δεν επιτρέπουν την αναπνοή του κτηρίου (βασική παράμετρος για την υγιεινή των εσωτερικών χώρων και την εξισορρόπηση της υγρασίας).

Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά θεωρούνται εκείνα τα υλικά που καλύπτουν τα παρακάτω κριτήρια:

- Δεν απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την παραγωγή τους.
- Είναι ανακυκλώσιμα.
- Δεν μολύνουν το περιβάλλον κατά την παραγωγή τους.
- Δεν περιέχουν τοξικούς / καρκινογόνους ρύπους, επικίνδυνους για την ανθρώπινη υγεία.

Στη συνέχεια παρατίθενται χαρακτηριστικά οικολογικών θερμομονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα, σε σχέση με τα άνω κριτήρια. Ωστόσο, πέραν τούτων υπάρχουν και άλλα υλικά, τα οποία αποτελούν οικολογική εναλλακτική στο χώρο της θερμομόνωσης, αλλά δεν χρήζουν εφαρμογής στην Ελλάδα. Τα υλικά αυτά είναι τα ακόλουθα:

- λιναρόμαλλο
- ρολό από ίνες κοκοφοίνικα
- μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού (τύπου ISO COTTON)
- τζίβα (σε φύλλα και λωρίδες)
- διογκωμένη (σε κόκκους) άργιλος [21,38]

Περλίτης

Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή (ηφαιστειακής προέλευσης), η οποία όμως βρίσκεται σε μεγάλη διαθεσιμότητα στη φύση. Η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή του υπολογίζεται στις 230 kWh/m³. Πρόκειται για μερικώς ανακυκλώσιμο υλικό, το οποίο κατά την παραγωγή και τη χρήση του δεν απελευθερώνει επικίνδυνες / τοξικές ουσίες (προσοχή πρέπει να δίνεται σε περιπτώσεις σύνθετων κατασκευών, όπου χρησιμοποιείται με σιλικόνες και πολυουρεθάνη). Επίσης, σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνει τοξικά αέρια. [38,155]



Εικ.4.5.6. Διογκωμένος περλίτης σε διάφορα μεγέθη [155]

Heraklith

Πρόκειται για ανανεώσιμο υλικό όσον αφορά στο ξυλόμαλλο και λιγότερο όσον αφορά στο μαγνησίτη. Η παραγωγή του ξυλόμαλλου απαιτεί λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τα συμβατικά θερμομονωτικά υλικά, αλλά παρόλα αυτά αρκετή. Είναι εύκολα ανακυκλώσιμο υλικό και γενικά δεν επιδρά αρνητικά στην υγεία του ανθρώπου. Σε περίπτωση πυρκαγιάς καίγεται δύσκολα και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες. Παρουσιάζει, όμως, μικρή αγωγιμότητα στα ηλεκτρικά πεδία, εξαιτίας του τσιμέντου. [38,93]



Εικ.4.5.7. Δείγμα Heraklith [93]

Διογκωμένος φελλός

Προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή και η παραγωγή του χαρακτηρίζεται από χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (80 ως 90 kWh/m³). Είναι ένα 100% ανακυκλώσιμο υλικό, απόλυτα υγιεινό προς τον άνθρωπο και φιλικό προς το περιβάλλον. Προσοχή θα πρέπει να υφίσταται κατά τη τοποθέτηση του θερμομονωτικού αυτού υλικού έτσι ώστε να αποφευχθεί η χρήση συνθετικών κολλών, οι οποίες περιέχουν φορμαλδεΰδη. Μειονέκτημα του διογκωμένου φελλού είναι η αρκετά ακριβότερη τιμή του σε σχέση με τα υπόλοιπα θερμομονωτικά υλικά. [38,130]



Εικ.4.5.8. Διογκωμένος φελλός [130]

Πλέγμα Γιούτας

Η γιούτα είναι ένα ακόμη φυσικό ανανεώσιμο υλικό πλέγμα γιούτας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή εσωτερικών μονωτικών επιχρισμάτων με βάση κόκκους από φελλό. Ως υπόστρωμα απορροφά τις τάσεις που προκαλούνται από τη συστολή κατά την εξάτμιση του νερού του κονιάματος, ώστε να αποτρέπονται οι ρηγματώσεις. [38]



Εικ.4.5.9. Πλέγμα Γιούτας [81]

Εναλλακτικά οικολογικά θερμομονωτικά αποτελούν το μαλλί προβάτου, με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας παραγωγής, το άχυρο, η κυτταρίνη που προέρχεται από ανανεώσιμο χαρτί και πολτό ξύλου και τα flax και hemp που παράγονται σε ρολό από φυτικές ίνες λιναριού και κάνναβης, με άλατα σαν μυκητοκτόνα. Στη συνέχεια παρατίθενται βιολογικά υλικά για θερμική και ακουστική μόνωση.[21,38]

Biofiber

Το biofiber είναι ένα νέο βιολογικό ηχοαπορροφητικό θερμομονωτικό και απόλυτα οικολογικό υλικό αφού είναι κατασκευασμένο από ίνες προερχόμενες από καλαμπόκι. Απόλυτα φιλικό προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, δεν είναι καρκινογόνο. Δεν επιτρέπει την ανάπτυξη μικροοργανισμών, βακτηριδίων, μυκήτων και εντόμων. [58,120]



Εικ.4.5.10. Δείγμα biofiber [58]

Naturtherm – KE

Το Naturtherm – KE είναι ένα πρωτοποριακό θερμομονωτικό και ηχομονωτικό βιολογικό υλικό από ίνες Kenaf, οι οποίες είναι παρόμοιες με την κάνναβη. Χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο από τους πολύ αρχαίους χρόνους. Καθαρίζει το έδαφος από τοξικά στοιχεία όπως βαριά μέταλλα και το εμπλουτίζει με σημαντικές ποσότητες οξυγόνου. Η καλλιέργεια του είναι οικολογική. Οι ίνες θερμοσυγκολλούνται χωρίς τη χρήση κανενός χημικού πρόσθετου. Το προϊόν έχει πολύ υψηλά χαρακτηριστικά διαπνοής, αντίστασης και ευκαμψίας. Δεν επηρεάζεται από έντομα και τρωκτικά. Έχει υψηλή αντίσταση σε μούχλες και είναι 100% ανακυκλώσιμο. [80,139]



Εικ.4.5.11. Δείγμα Naturtherm – KE [139]

Μαλλί προβάτου-Naturtherm – WO

Ηχομονωτικό και θερμομονωτικό βιολογικό υλικό από το μαλλί προβάτου, το οποίο είναι από τα αρχαιότερα μονωτικά που χρησιμοποιούνταν στις πρωτόγονες κατασκευές. Είναι ελαστικό και διαπνέον, αποτελεί άριστη κλιματιστική ίνα σε κρύο και ζέστη ενώ χαρακτηρίζεται από μεγάλη υγρασκοπική χωρητικότητα.

Το βασικό χαρακτηριστικό του μαλλιού του προβάτου είναι ότι είναι υδροαποθητικό αλλά παράλληλα απορροφά τους υδρατμούς, χωρίς την εμφάνιση υγρασίας. Οι ίνες θερμοσυγκολλούνται μεταξύ τους στους 180 °C, μια επεξεργασία που εξασφαλίζει αποστείρωση. Επίσης το μαλλί αποτελεί ανανεώσιμη και ανακυκλώσιμη πρώτη ύλη και η διαδικασία μεταποίησης της σε μονωτική πλάκα απαιτεί μια ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. [120]



Εικ.4.5.12. Δείγμα Naturtherm – WO [120]

Recycletherm - Fibertex pan

Ένα μονωτικό υλικό το οποίο γίνεται από ανακύκλωση βαμβακερών υφασμάτων στο τέλος του κύκλου χρήσης τους. Ρούχα, υφάσματα, μάλλινα κλπ. αποστειρώνονται στους 180 °C και μετατρέπονται σε θερμο-ηχομονωτικό υλικό χωρίς την προσθήκη χημικών. Το Recycletherm είναι ένα υλικό που γίνεται με πολύ χαμηλή περιβαλλοντική επιβάρυνση, δηλαδή χωρίς εκσκαφές στο υπέδαφος (ορυχεία, τρύπες κλπ.). [80]



Εικ.4.5.13. Δείγμα Fibertex pan [80]

Therma / Flex wood

Είναι ένα ευέλικτο υλικό για θερμομόνωση αποτελούμενο από ίνες φυσικού ξύλου από τις φλούδες των κορμών των δέντρων και των πριονιδιών. Κατασκευάζεται χωρίς χημικές συγκολλητές ουσίες και είναι 100% βιοδιασπώμενο και ανακυκλώσιμο. Χρησιμοποιείται για θερμομόνωση περιμετρικά σε τοίχους, εσωτερικές εσοχές τοίχων και ξύλινων οροφών και πατωμάτων. Το therma/flex wood είναι διαπνέον υλικό, έχει υψηλή ικανότητα αποθήκευσης και ενεργεί σαν φυσικός διακανονιστής υγρασίας. [59]

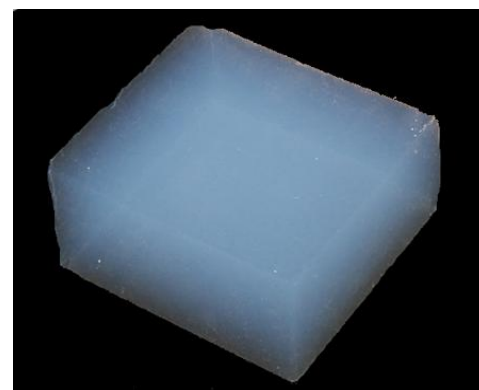


Εικ.4.5.14. Δείγμα Therma / Flex wood [59]

Τέλος, υπάρχουν και πολλά παραδείγματα προϊόντων που παράγονται με διαδικασίες και τεχνικές υψηλής τεχνολογίας. Αυτά τα υλικά χρησιμοποιούν καινοτομικές τεχνολογίες και παρέχουν υψηλά επίπεδα απόδοσης ως προς τις θερμικές τους ιδιότητες και τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας προϊόντων είναι το αεροζέλ (aerogel).

Aerogel

Πρόκειται για ένα υλικό που εμφανίζει υψηλές αποδόσεις τόσο θερμικής όσο και ηχητικής μόνωσης. Είναι το πιο ελαφρύ στερεό υλικό, το οποίο δημιουργήθηκε το 1931. Το ζελέ αυτό είναι σφαιρικό, κοκκώδες και με γαλακτώδη υφή, ημιδιαφανές και έχει τη μορφή νέφους. Ουσιαστικά είναι αεριούχος αφρός που αποτελείται σχεδόν από 100% αέρα (η ακριβής περιεκτικότητα κυμαίνεται από 95% έως 99,9%). Το υπόλοιπο υλικό του αφρού είναι πυρίτιο (SiO_2).



Εικ.4.5.15. Δείγμα aerogel [141]

Η πολύ υψηλή θερμική αντίσταση που εμφανίζει οφείλεται στον πολύ χαμηλό θερμικό συντελεστή του υλικού που φτάνει έως τα 0,018 W/mK. Το aerogel μπορεί να λειτουργήσει καταλυτικά στη μείωση του κόστους ψύξης και θέρμανσης των χώρων, ενώ χρησιμοποιείται και στη μόνωση των υαλοπινάκων. Τέλος, λόγω της ιδιότητας του ως ημιδιαφανές υλικό, επιτρέπει την πολύ καλή διάδοση του φωτός και συμβάλλει στη σωστή κατανομή του στο χώρο. [20,141]

4.6. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

4.6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στους θερινούς μήνες όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι πιο έντονη, σχηματίζονται υψηλές θερμοκρασίες που επιβαρύνουν το κτήριο, με αποτέλεσμα να μειώνονται αισθητά τα επίπεδα θερμικής άνεσης στους εσωτερικούς του χώρους.

Για τη λειτουργία του κτηρίου ως αποθήκη φυσικής ψύξης γίνονται παρεμβάσεις στο κελύφος του που αφορούν τόσο στην προστασία του από την ηλιακή ακτινοβολία και δη των ανοιγμάτων του, όσο και στο φυσικό αερισμό του, με έμφαση στο νυχτερινό δροσισμό. Οι τεχνικές αυτές συνδυάζονται βέβαια, με εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων που προαναφέρθηκαν, επαρκής θερμομόνωση και χρήση οικοδομικών υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, για τον περιορισμό και έλεγχο της απορροφώμενης και εκλυόμενης στο εσωτερικό του θερμότητας αντίστοιχα.

4.6.2. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Ο σκιασμός του κτηρίου έγκειται στη χωροθέτησή του, τη μορφή του, τον προσανατολισμό του και το φυσικό περιβάλλοντα χώρο. Στην πρώτη περίπτωση επηρεάζεται από την ύπαρξη ή μη γειτνιαζόντων κτηρίων, ενώ στη δεύτερη από την ύπαρξη προεξεχόντων όγκων ή στοιχείων που έχουν να κάνουν με τον αρχιτεκτονικό του σχεδιασμό.

Σε σχέση με τον προσανατολισμό του, από τη στιγμή που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι «προδικασμένος», δίνεται βάση στην προστασία του κελύφους με διάφορες παρεμβάσεις, όπως χρήση ανακλαστικών επιχρισμάτων και ιδιαίτερα σε αυτή των ανοιγμάτων του με ταυτόχρονη προτεινόμενη χρήση ανακλαστικών κρυστάλλων. Όσον αφορά το φυσικό περιβάλλον, η ύπαρξη δένδρων ή βλάστησης επηρεάζει ουσιαστικά το σκιασμό του κτηρίου. Συγκεκριμένα για να είναι αυτός αποτελεσματικός, ανάλογα με την κλιματική ζώνη, πρέπει να τοποθετούνται φυλλοβόλα δένδρα στην ανατολική, δυτική και νοτιοδυτική πλευρά του.

4.6.2.1. Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων του κτηρίου χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του ποσοστού της εισερχόμενης εξ αυτών ηλιακής ακτινοβολίας και είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων ενός κτηρίου τη θερινή περίοδο. Είναι πολύ σημαντικό στοιχείο του κτηριακού κελύφους, γιατί εκτός από τη συνεισφορά της στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη στην ψυκτική περίοδο, στον έλεγχο της υπερθέρμανσης και συνεπώς, στη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης, ρυθμίζει και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού, μειώνοντας έτσι, τον κίνδυνο θάμβωσης.

Η σωστή ηλιοπροστασία πρέπει να ανακόπτει τόσο την άμεση όσο και τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία και είναι βασική προϋπόθεση για την αποδοτική εφαρμογή κάθε άλλης τεχνικής για το δροσισμό ενός κτηρίου, είτε αυτός γίνεται με φυσικό είτε με τεχνητό τρόπο. Στην πρώτη περίπτωση συνεισφέρει σημαντικά στη διατήρηση των θερμοκρασιών μέσα στους χώρους σε ανεκτά επίπεδα. Στη δεύτερη, συνεισφέρει εξίσου σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για την ψύξη του και στη μείωση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής που προκύπτει, καθώς υπάρχει αισθητά μειωμένη θερμική επιβάρυνση από την ηλιακή ακτινοβολία.

Ο τύπος και οι διαστάσεις του ηλιοπροστατευτικού συστήματος καθορίζονται από τον προσανατολισμό και τις διαστάσεις των ανοιγμάτων, με στόχο τη βέλτιστη αποτελεσματικότητά του, καθώς και από κριτήρια που αφορούν τόσο στη λειτουργία του χώρου, όσο και στην αισθητική. Όσον αφορά τις διαστάσεις του, υπολογίζονται μέσω μεθόδων γραφικών, π.χ. χρήση ηλιακών χαρτών, στερεογραφικών διαγραμμάτων και υπολογιστικών με το χέρι ή με την προσομοίωσή τους σε λογισμικά μοντέλα. Κατά τον υπολογισμό τους θα πρέπει να συμπεριληφθεί ενδεχόμενος σκιασμός που προκύπτει από την ύπαρξη όμορων κτηρίων, καθώς και από αρχιτεκτονικούς όγκους του ίδιου του κτηρίου.

Επίσης, ο βαθμός αποτελεσματικότητάς του εξαρτάται από το ποσοστό διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από το άνοιγμα και εκφράζεται με το «συντελεστή σκιασμού» ή το «συντελεστή του ηλιακού κέρδους». Εκτός αυτού, για την τελική επιλογή του ηλιοπροστατευτικού συστήματος, λαμβάνεται επίσης υπόψη:

- η εξασφάλιση λειτουργίας των ανοιγμάτων (οπτική επικοινωνία, φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός)
- οι δυσμενείς επιδράσεις του συστήματος στο άνοιγμα και στον προστατευόμενο χώρο, π.χ. εγκλωβισμός θερμού αέρα, πρόκληση ισχυρών αντιθέσεων φωτισμού, δημιουργία θορύβου
- η σταθερότητα, η διάρκεια ζωής, και σε περίπτωση κινητής ηλιοπροστασίας, η δυνατότητα χειρισμού
- το κόστος κατασκευής και τα έξοδα συντήρησης

Γενικά, υπάρχει μεγάλη ποικιλία ηλιοπροστατευτικών διατάξεων, όπως προεξέχοντα στοιχεία στην πρόσοψη, περσίδες, πατζούρια, τέντες, ρολά, τα οποία μπορεί να είναι, εσωτερικά ή εξωτερικά, κινητά ή σταθερά. Η σκίαση, ωστόσο, είναι αποτελεσματική όταν γίνεται πριν εισέλθει η ηλιακή ακτινοβολία και εγκλωβιστεί μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους, γι' αυτό προτιμώνται τα εξωτερικά από τα εσωτερικά σκίαστρα. Παράλληλα η χρήση εξωτερικών κινητών σκίαστρων παρέχει τη δυνατότητα σκίασης των χώρων όταν κρίνεται απαραίτητη, (όταν δηλαδή, οι εσωτερικές θερμοκρασίες υπερβαίνουν τα όρια άνεσης), ανεξάρτητα από την εποχή του έτους ή τη θέση του ηλίου, καθιστώντας την ως τον πιο ενδεδειγμένο τρόπο σκιασμού. Εν τούτοις, τα εξωτερικά σκίαστρα με κινητές περσίδες είναι ιδιαίτερα ακριβά.

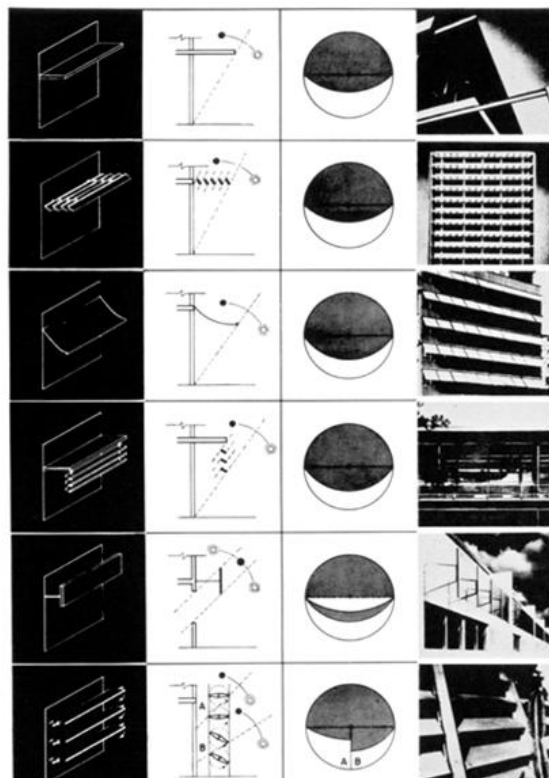
Έτσι, προτείνεται εναλλακτικά σταθερή εξωτερική σκίαση η οποία εξασφαλίζει, με τις κατάλληλες αναλογίες, την επαρκή ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων κατά τη θερινή περίοδο και τον επαρκή ηλιασμό κατά τη χειμερινή. Ταυτόχρονα προτείνεται συνδυασμός της με εσωτερικά στόρια που συμπληρώνουν τη λειτουργία της, όταν αυτή δεν επαρκεί και παράλληλα συντελούν στην αποφυγή της θάμβωσης.

Επιπλέον, υπάρχουν δύο είδη συστημάτων σκίασης, τα οριζόντια και τα κατακόρυφα. Τα μεν πρώτα επιτρέπουν την ελεύθερη θέα από τα υαλοστάσια και συμμετέχουν στην ογκοπλασία της κατασκευής. Τα δεύτερα μπορούν να εξασφαλίσουν σκίαση σε μεγαλύτερο βαθμό και ασφάλεια των ανοιγμάτων, αλλά περιορίζουν τη θέα και επηρεάζουν την αισθητική της όψης, χωρίς να συμμετέχουν στην ογκοπλασία της. Επομένως, η πρόβλεψή τους από την πλευρά του μελετητή μηχανικού έγκειται στις επιλογές και ανάγκες του χρήστη.

Όσον αφορά στον προσανατολισμό για την εύκρατη ζώνη ο δυτικός σκιάζεται απαραίτητα, ενώ ο βόρειος δε χρήζει ιδιαίτερα ανάγκης σκίασης. Τέλος, στον ανατολικό και εν γένει στο νότιο εάν εφαρμόζεται διαμπερής αερισμός και νυχτερινός δροσισμός, οι πρωινές θερμοκρασίες δεν είναι ιδιαίτερα υψηλές, με αποτέλεσμα να επαρκούν απλώς οριζόντιες εσωτερικές περσίδες χωρίς επιπρόσθετη σκίαση. Τούτο ισχύει και για την κλιματική ζώνη Γ στην οποία υπάγεται το οικόπεδο μελέτης μας και που έχει τις μικρότερες ανάγκες σε δροσισμό.

Ειδικότερα για τη βέλτιστη επιλογή σκιάστρου προτείνονται τα εξής:

- Οριζόντια εξωτερικά σταθερά σκιάστρα: μπορεί να έχουν τη μορφή προβόλου ή ανακλαστικών ραφιών ή περσίδων. Συνιστώνται για νότιο προσανατολισμό.
- Κατακόρυφα εξωτερικά σταθερά σκιάστρα: μπορεί να είναι κάθετα ή κεκλιμένα ως προς το επίπεδο της κάτοψης του ανοίγματος. Το μήκος της προεξοχής καθορίζεται από τη γωνία των 55° για όλα τα γεωγραφικά πλάτη της χώρας. Συνιστώνται για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό.
- Εξωτερικά κινητά σκιάστρα: πρόκειται για μεταλλικές περσίδες, οριζόντιες για νότιο προσανατολισμό και κατακόρυφες για ανατολικό-δυτικό.
- Εσωτερικά κινητά σκιάστρα: για νότιο, ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό.



Εικ.4.6.1. Εκτενής σειρά στοιχείων ηλιοπροστασίας, όπως μελετήθηκαν από τους αδερφούς Olgay [47]

- Ειδικά διάτρητα ρολά: μπορούν να τοποθετηθούν εσωτερικά ή εξωτερικά. Το ύφασμα των ρολών αυτών αποτελείται από ίνες γυαλιού, πλαστικού ή αλουμινίου σε αραιή λεπτή ύφανση και μειώνουν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία έως και 70-80%. Συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση της θάμβωσης και ταυτόχρονα επιτρέπουν μερική θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον. Το μειονέκτημά τους είναι το υψηλό κόστος. Συνιστώνται για όλους τους προσανατολισμούς.
- Σκίαση από δέντρα: τα φυλλοβόλα δέντρα προστατεύουν, όπως προαναφέρθηκε, μεγάλες επιφάνειες της όψης του κτηρίου και κατ' επέκταση των ανοιγμάτων το καλοκαίρι και αφήνουν τον ήλιο να περάσει το χειμώνα. Είναι κατάλληλη σε ανατολικό και δυτικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό. [1,3,24,38,87]



Εικ.4.6.2. Τύπος εξωτερικού κινητού σκιάστρου [131]



Εικ.4.6.3. Τύπος εξωτερικού σταθερού σκιάστρου-πέργκολα [121]

4.6.2.2. Χρήση κατάλληλων υλικών

Η ηλιοπροστασία του κτηρίου τέλος, μπορεί να ενισχυθεί με τη χρήση υλικών τέτοιων που είτε εμποδίζουν, είτε καθυστερούν είτε ανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και είναι:

Επαρκής θερμομόνωση: η τοποθέτηση κατάλληλης θερμομόνωσης, όπως αναλύθηκε, περιορίζει τη ροή θερμότητας διαμέσου των διαφόρων δομικών στοιχείων τόσο τους χειμερινούς όσο και τους θερινούς μήνες.

Υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας: επιβραδύνουν τη μετάδοση της θερμότητας από το κέλυφος του κτηρίου στους εσωτερικούς του χώρους. Συγκεκριμένα, επιλέγονται υλικά τέτοια που η χρονική τους υστέρηση να συμπίπτει με το διάστημα πτώσης των εξωτερικών θερμοκρασιών.

Ανακλαστικοί υαλοπίνακες: έχουν χαμηλό συντελεστή διαπερατότητας «g» και χρησιμοποιούνται σε χώρους που δε μπορούν να σκιαστούν εξωτερικά. Τελευταία τεχνολογία τους αποτελούν οι Low-E που αναλύθηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Ανακλαστικά επιχρίσματα: ο χρωματισμός του εξωτερικού περιβλήματος του κτηρίου καθορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από την κατασκευή μέσω της τοιχοποιίας της και κυρίως μέσω της οροφής κατά τη διάρκεια της ημέρας και της θερμότητας που αποδίδεται στο εσωτερικό του και σε χρόνο ανάλογο με τη θερμοχωρητικότητα των υλικών του. Ρυθμίζει κατ' αυτόν τον τρόπο, τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας, επηρεάζοντας σημαντικά το θερμικό και το ψυκτικό του φορτίο.

Στην περιοχή της Μεσογείου τα κτήρια είναι βαμμένα με ανοιχτά χρώματα, έτσι ώστε να αντανακλούν μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας και να μειώνουν τη θερμοκρασία του κτηριακού κελύφους. [2,19,38]

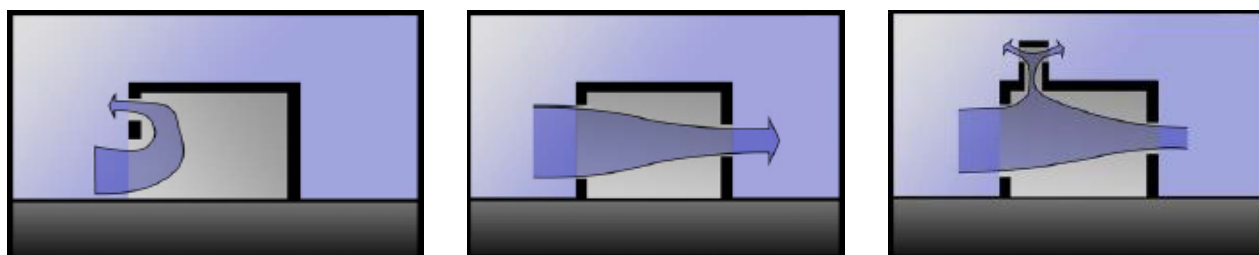
Ειδικότερα, στα θερμά κλίματα επιβάλλεται η χρήση επιχρισμάτων με χαμηλό συντελεστή απορροφητικότητας και υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας. Τέλος, συνιστάται ο περιορισμός των διαφανών στοιχείων του κελύφους, για την αποφυγή άσκοπης χρήσης σκιάστρων που διαμορφώνουν ακαλαίσθητες όψεις και σε συνδυασμό με τη χρήση ανακλαστικών υλικών αυξάνουν το κόστος της κατασκευής.

4.6.3. ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

4.6.3.1. Γενικά

Ο φυσικός αερισμός και δη ο νυχτερινός, αποτελεί τη βασικότερη τεχνική φυσικού δροσισμού του κτηρίου κατά τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα και εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο. Μέσω αυτού επιτυγχάνεται η απομάκρυνση τόσο της θερμότητας από το κτήριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, (όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν), όσο και της αποθηκευμένης θερμότητας από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα). Ταυτόχρονα απομακρύνει τη θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, συμβάλλοντας κατ' αυτό τον τρόπο, στην αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης του εσωτερικού χώρου του κτηρίου και κατ' επέκταση, στην αίσθηση ευεξίας.

Ανάλογα με το σχεδιαστικό του τύπο διακρίνεται σε μονόπλευρο, κατακόρυφο και οριζόντιο ή διαμπερή αερισμό. Ο πρώτος επιτυγχάνεται με την ύπαρξη διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού-εξωτερικού περιβάλλοντος και αποτελεί λύση μόνο σε μη διαμπερείς χώρους, αφού έχει τη μικρότερη απόδοση. Ο δεύτερος προκύπτει από το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού (φαινόμενο καμινάδας), ώστε να εφαρμόζεται κυρίως σε ψηλά κτήρια. Ο οριζόντιος δε, επιτυγχάνεται μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού των ανοιγμάτων και αποτελεί την συνηθέστερη και πιο αποτελεσματική μέθοδο αερισμού, η οποία και θα αναλυθεί.



Εικ.4.6.4. Βασικοί τύποι φυσικού αερισμού: Μονόπλευρος-Οριζόντιος-Κατακόρυφος αντίστοιχα [124]

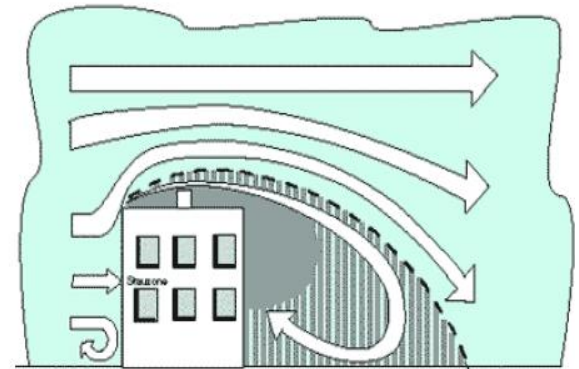
Ο φυσικός αερισμός των κτηρίων μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Από μετρήσεις και ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις σε κατοικίες στην Ελλάδα, προκύπτει μείωση της τάξης του 75-100% [87] του ψυκτικού τους φορτίου λόγω του αερισμού (εφόσον εφαρμόζεται επαρκής ηλιοπροστασία), γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υποκαταστήσει ένα κλιματιστικό σύστημα, καθώς δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στους χώρους.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές για τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας και την αναβάθμιση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα του κτηρίου, δύναται να αναιρεθούν στην περίπτωση αυξημένων θερμικών απωλειών λόγω τόσο εκτεταμένου αερισμού, όσο και διαφυγών αέρα από τους αρμούς των ανοιγμάτων. Έτσι, θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα αεροστεγανό περίβλημα και γενικότερα να ελεγχθεί και να περιοριστεί ο αερισμός των χώρων, ανάλογα με τη χρήση των κτηρίων, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των ορίων εναλλαγών αέρα ανά ώρα, όπως αυτές καθορίζονται από διάφορους διεθνείς κανονισμούς που λαμβάνουν υπόψη τους την υγεία και την ευεξία. Ανεξέλεγκτος ή εκτεταμένος άνευ λόγου αερισμός, λόγω άστοχης ενεργειακής συμπεριφοράς του χρήστη, επιδρά αρνητικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου σε βαθμό που μπορεί να υπερβεί ακόμη και το 100% [42] της ενεργειακής κατανάλωσης. [23,87,90]

4.6.3.2. Η κίνηση του αέρα ως προς το κτήριο

Η κίνηση του αέρα γίνεται με φυσικό τρόπο, είτε λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, από τη θερμότερη στην ψυχρότερη ζώνη, είτε λόγω της διαφοράς πίεσης με την παρουσία ανέμου, από την προσήνεμη στην υπήνεμη πλευρά του.

Όταν ο άνεμος προσπίπτει στο κτήριο δημιουργεί δύο ζώνες: μία υπερπίεσης στην εκτεθειμένη πλευρά και μία υποπίεσης στην υπήνεμη. Τούτο έχει ως αποτέλεσμα τη διαφυγή του αέρα σε οριζόντια και κάθετη διεύθυνση ως προς αυτό, καθώς και τη διείσδυσή του στο εσωτερικό μέσω δομικών στοιχείων του κελύφους, όπως τα ανοίγματα, ειδικών στοιχείων, όπως καμινάδες ή αεραγωγοί και μέσω αρμών ή ενδεχόμενων υφιστάμενων ρωγμών.



Εικ.4.6.5. Μορφή ροής ανέμου ως προς το κτήριο [90]

Η πίεση που ασκείται στις επιφάνειες του κτηρίου εξαρτάται από τα τοπικά κλιματικά-μετεωρολογικά δεδομένα (ταχύτητα και διεύθυνση ανέμων, πυκνότητα αέρα), από μορφολογικά δεδομένα, όπως ύπαρξη φυσικών εμποδίων (δένδρων, λόφων) ή πυκνή δόμηση και από την ίδια μορφή του. Όσον αφορά την ταχύτητα του αέρα, αύξησή της κατά 0,15 m/s μπορεί να αντισταθμίσει αύξηση 10⁰C [38] που γίνεται αισθητή στο χρήστη σε μέτρια επίπεδα υγρασίας ($w < 70\%$) και πρέπει να είναι μικρότερη από 5 m/s[26], ώστε να μην προκαλείται αίσθηση δυσφορίας στο εσωτερικό του.

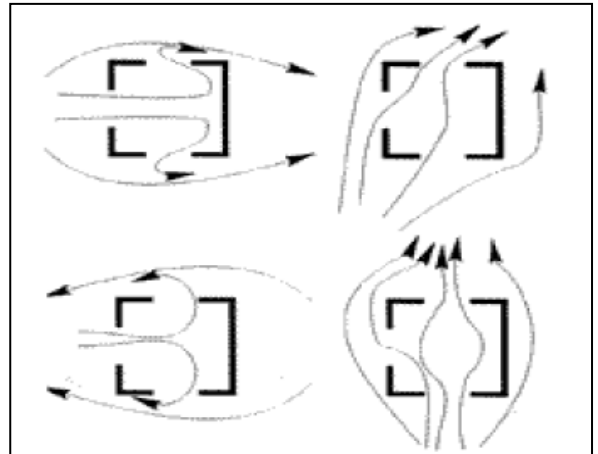
4.6.3.3. Η κίνηση του φυσικού αέρα εντός του κτηρίου

Η ροή του αέρα που διακινείται στο εσωτερικό του κτηρίου μετράται σε απόλυτο όγκο (m^3/sec , min ή h) ή σε σχετικό όγκο, σε αναλογία προς τον όγκο του χώρου (εναλλαγές αέρα ανά ώρα, ach/h).

Οι ανάγκες αερισμού ενός χώρου-κτηρίου εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία) της περιοχής που βρίσκεται και από τη χρήση του, δηλαδή από τον αριθμό των ατόμων και τη δραστηριότητά τους. Συγκεκριμένα, σε ξηρά κλίματα η ελάχιστη αναγκαία παροχή νωπού αέρα για επιβίωση είναι $5m^3/h$ κατά άτομο, ενώ η παρουσία καπνιστών επιβάλλει παροχή τουλάχιστον $20-30m^3/h$. Ανάλογη αύξηση προκαλούν και άλλες δραστηριότητες (π.χ. μαγειρική, γυμναστική) ή η υψηλή υγρασία του κλίματος. Σε ωριαίες εναλλαγές (ach/h), οι τιμές ποικίλλουν από 0.75-1 (κατοικίες, γραφεία) έως 30-50 (χώροι συγκέντρωσης πλήθους). [26,28:παρ.2.4.3.]

Όσον αφορά τις συνθήκες φυσικού αερισμού του κτηρίου, σύμφωνα πάντα με τις ανάγκες του, επηρεάζονται από τις εξής παραμέτρους:

- Κατεύθυνση των επικρατούντων ανέμων: Συγκεκριμένα ο βέλτιστος αερισμός επιτυγχάνεται όταν το κτήριο είναι προσανατολισμένο διαγωνίως ως προς τους επικρατούντες.
- Διάταξη των εσωτερικών χώρων: Πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μην παρεμποδίζεται η ελεύθερη κίνηση του αέρα. Σε αντίθετη περίπτωση, θα πρέπει να τοποθετούνται θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των εσωτερικών τοίχων.
- Θέση και μέγεθος ανοιγμάτων: Η θέση καθορίζει τον τύπο του αερισμού, δηλαδή αν θα είναι μονόπλευρος ή οριζόντιος, ενώ το μέγεθος την ποιότητά του.

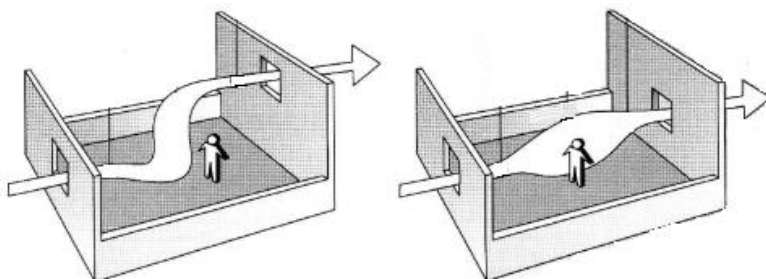


Εικ.4.6.6. Αερισμός κτηρίου βάσει της κατεύθυνσης των ανέμων [26]

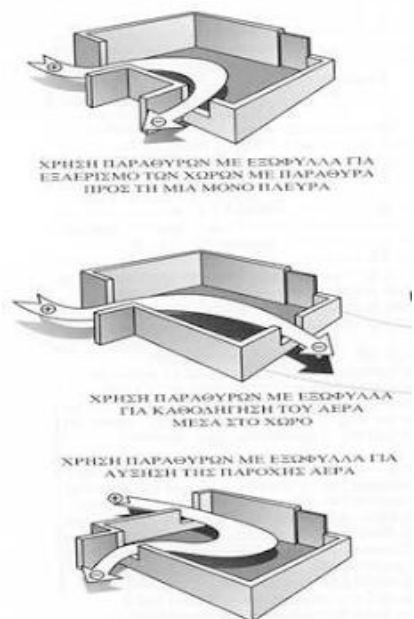
Ο μονόπλευρος αερισμός συγκεκριμένα, προκύπτει με τη θέση των ανοιγμάτων σε μία μόνο πλευρά του προς αερισμό χώρου, οπότε αντιλαμβανόμαστε ότι το σχήμα των ανοιγμάτων και κυρίως το κατακόρυφο ύψος τους αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Στην περίπτωση αυτή ψυχρότερος αέρας εισέρχεται από το χαμηλότερο τμήμα του ανοίγματος, ενώ ο θερμός αέρας διαφεύγει μέσω του υψηλότερου τμήματος του ανοίγματος - όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος -. Ο τύπος αυτός αερισμού είναι ικανοποιητικός για αναλογία βάθους / ύψους χώρου $< 2,5$. [26,38,124]

4.6.3.4. Διαμετρής αερισμός

Ο διαμετρής αερισμός επιτυγχάνεται με την κατανομή των παραθύρων κατά πλάτος αντικρινών όψεων εντός των οποίων παρεμβάλλονται τα ελάχιστα δυνατά εμπόδια και για αναλογία βάθους/ύψους χώρου $< 5,0$ [26]. Καλύτερες συνθήκες αερισμού επιτυγχάνονται όταν η ροή του αέρα ακολουθεί κίνηση μεταβαλλόμενη μέσα στο χώρο, ώστε να είναι η διανομή της ταχύτητας του αέρα πιο ομοιόμορφη σε όλους τους χώρους διαβίωσης.



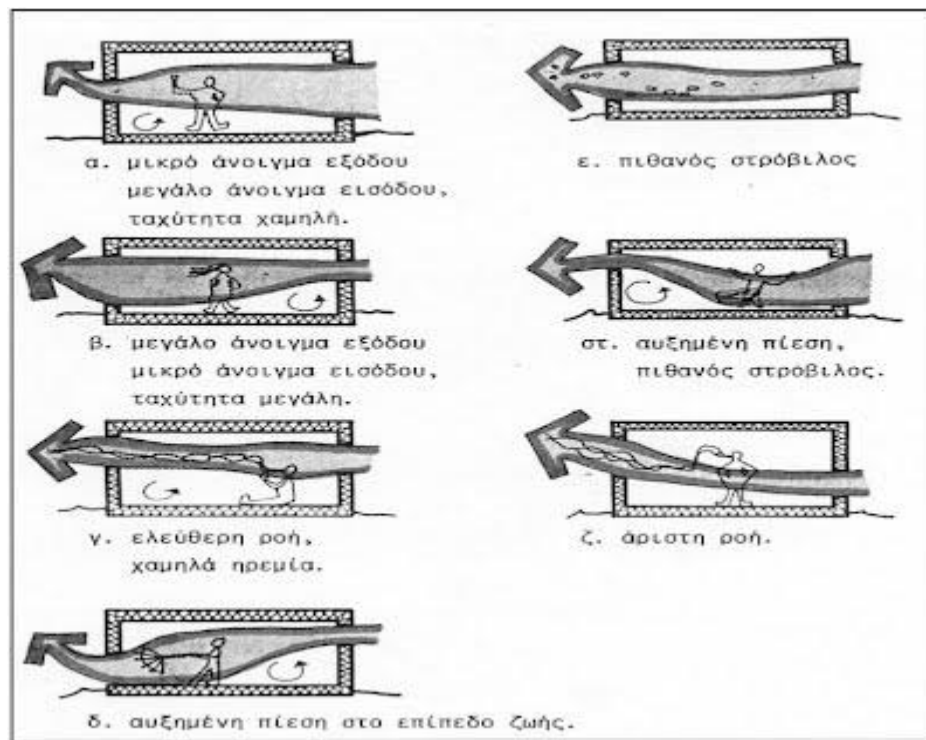
Εικ.4.6.7. Η διάταξη των ανοιγμάτων και η ροή του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου [31]



Όσον αφορά το μέγεθος του ανοίγματος εισόδου σε σχέση με αυτό της εξόδου:

- εάν είναι μεγαλύτερο, η διάχυση του αέρα στον εσωτερικό χώρο είναι μεγάλη και η ταχύτητα εξόδου του μικρή
- εάν είναι μικρότερο, η διάχυση του αέρα στον εσωτερικό χώρο είναι μικρή και η ταχύτητα εξόδου του μεγάλη

Έτσι, το μέγεθος των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου πρέπει να είναι περίπου το ίδιο, αρκεί η θέση τους στην τομή του κτηρίου να μη βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Όταν, δηλαδή το άνοιγμα εισόδου είναι χαμηλά, το άνοιγμα εξόδου πρέπει να είναι σχετικά ψηλά ή το αντίστροφο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ο απαραίτητος αερισμός.



Εικ.4.6.8. Διαφορετικές καθ' ύψος θέσεις ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα [31]

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες όπου ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός, ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός: συνεισφέρει στην αποθήκευση ψύξης στη θερμική μάζα του κτηρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειές του με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνσή του κατά την επόμενη μέρα. [26,31,38,90]

Τέλος, η μείωση των ψυκτικών φορτίων του κτηρίου και κατ' επέκταση ο δροσισμός του, μπορεί να ενισχυθεί με επιμέρους τεχνικές που αφορούν τόσο στη διαμόρφωση του κατάλληλου μικροκλίματος, όσο και σε κατασκευαστικές παρεμβάσεις και παρατίθενται σε επόμενο κεφάλαιο.

4.7. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

4.7.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο φυσικός φωτισμός υπήρξε πάντοτε μια από τις ισχυρότερες παραμέτρους του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας της αρχιτεκτονικής, το φως χρησιμοποιήθηκε με ποικίλους τρόπους ώστε να αναδείξει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της.

Τα επιθυμητά επίπεδα φωτισμού και η χωροθέτηση των δραστηριοτήτων αποτελούσαν για αιώνες συστατικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής επίλυσης, με τα ανοίγματα να αποτελούν κυρίαρχο στοιχείο του κτηρίου. Στις επιλογές των μεγεθών, των σχημάτων, των υλικών και των χρωμάτων, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η σχέση τους με το φυσικό φως. Το φως δεν λειτουργεί ως συμπληρωματικό στοιχείο σε ένα ήδη δομημένο περιβάλλον, αντιθέτως η δόμηση οφείλει να αναπτύσσεται με παράμετρο το φυσικό φως.



Εικ.4.7.1. Δίοδος φυσικού φωτός μέσα από άνοιγμα [152]

Η ένταξη του φυσικού φωτισμού στις κτηριακές κατασκευές αποτελεί πλέον πρωταρχική παράμετρο κατά το σχεδιασμό τους και η μελέτη του μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς τους. Οι ενεργειακές καταναλώσεις ενός κτηρίου επηρεάζονται άμεσα και έμμεσα από την αξιοποίηση του διαθέσιμου φυσικού φωτός. Άμεσα, όταν η αντικατάσταση του τεχνητού φωτισμού από το φυσικό φως οδηγεί σε εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και έμμεσα, όταν η αύξηση του μεγέθους των ανοιγμάτων προκαλεί αντίστοιχη αύξηση της θερμικής ροής από και προς το κτήριο, με συνεπαγόμενες μεγαλύτερες θερμικές απώλειες το χειμώνα και περισσότερα θερμικά φορτία το καλοκαίρι.

Μέσω της μελέτης του φυσικού φωτισμού και του σχεδιασμού των συστημάτων του, επιδιώκεται η επίτευξη της οπτικής άνεσης εντός των κτηρίων, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και γενικότερα η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας επαρκές φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας. Προς επίτευξη της μέγιστης απόδοσής του, ένα σύστημα φυσικού φωτισμού οφείλει να λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό, την οργάνωση και τη γεωμετρία των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν, τη χωροθέτηση, το σχήμα και τις διαστάσεις των ανοιγμάτων, τη θέση και τις ιδιότητες των επιφανειών των εσωτερικών χωρισμάτων, που ανακλούν το φυσικό φως και επηρεάζουν τη διανομή του, καθώς και τη θέση και το σχήμα των διατάξεων που παρέχουν προστασία από το υπερβολικό φως και τη θάμβωση. Πρόκειται δηλαδή για μια ενιαία μελέτη του χώρου, των υαλοστασίων, των πλαισίων και των διατάξεων σκιασμού. [31,38,114]

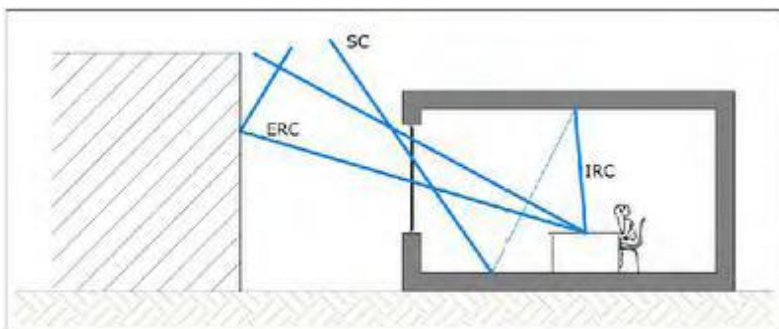
4.7.2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ – ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Η μοναδική πηγή φυσικού φωτός είναι ο ήλιος, ο οποίος ένα τυπικό μεσημέρι της θερινής περιόδου και με καθαρό ουρανό, εκπέμπει γύρω στα 100.000 lux. Φυσικό φως ονομάζουμε το ορατό τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που εκπέμπει ο ήλιος και προσπίπτει στην επιφάνεια της γης. Το φυσικό φως που φτάνει στη γη αποτελείται από το άμεσο ηλιακό φως, δηλαδή το φως που προέρχεται απευθείας από τον ήλιο, το διάχυτο φως, δηλαδή εκείνο που προέρχεται από τη διάχυση του ηλιακού φωτός στην ατμόσφαιρα και από το ανακλώμενο, που προέρχεται από την ανάκλαση του ηλιακού φωτός από το έδαφος και τις άλλες επιφάνειες.

Σχετικά με τη φύση του φωτός, υπάρχουν δύο θεωρίες. Η πρώτη ανήκει στον Newton ο οποίος υποστήριξε ότι το φως έχει μοριακή υπόσταση, ενώ η δεύτερη θεωρία που διατυπώθηκε από τον Huygens αναφέρεται στο φως ως κύμα. Στην πραγματικότητα και οι δύο θεωρίες είναι σωστές, αφού κάποιες ιδιότητες του φωτός εξηγούνται με τη θεωρία των μορίων, ενώ άλλες με τη θεωρία των κυμάτων.

Το ορατό φως, στο οποίο το ανθρώπινο μάτι είναι ευαίσθητο, εκτείνεται περίπου από 390 nm έως 750 nm, αναλόγως με την ένταση της ακτινοβολίας και την οπτική οξύτητα του παρατηρητή. Η φωτεινή ακτινοβολία, που φθάνει σε ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο, είναι το άθροισμα τριών συνιστωσών:

- α. SC: Ουράνια συνιστώσα (sky component)
- β. ERC: Εξωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (externally reflected component)
- γ. IRC: Εσωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (internally reflected component)



Εικ.4.7.2. Οι συνιστώσες της φωτεινής ακτινοβολίας που φτάνει σε ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο [31]

α) η ουράνια ή άμεση συνιστώσα (SC) αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται άμεσα από το ορατό, μέσω του παραθύρου, τμήμα του ουρανού και εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης του φωτός, από το μέγεθός του ανοίγματος (ύψος και πλάτος), από τα εμπόδια που προσδιορίζουν το ορατό τμήμα του ουρανού και από τις φωτομετρικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού.

β) η εξωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (ERC) αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται, κατόπιν ανάκλασης, από το ορατό τμήμα των επιφανειών του περιβάλλοντα χώρου και εξαρτάται από την ανακλαστική ικανότητα των επιφανειών αυτών, δηλαδή το χρώμα και την υφή τους και

γ) η εσωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (IRC) αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται από διαδοχικές ανακλάσεις στις εσωτερικές επιφάνειες του χώρου και εξαρτάται από τη γεωμετρία του εσωτερικού χώρου, και την ανακλαστική ικανότητα αυτών των επιφανειών.

Κάθε τόπος έχει διαφορετικό φως, με συγκεκριμένο ρυθμό εναλλαγής φωτός – σκιάς και συγκεκριμένες εντάσεις, που ορίζονται από τις γεωγραφικές του συντεταγμένες. Το φως δεν είναι ποτέ στατικό, αλλά αλλάζει διαρκώς ένταση, κατεύθυνση και φωτεινότητα. Λόγω αυτής της συνεχώς μεταβαλλόμενης έντασης του εξωτερικού διαθέσιμου φωτισμού, είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί ο εσωτερικός φυσικός φωτισμός με φωτομετρικούς όρους (lm/m² ή lux), για κάθε χρονική στιγμή. Ο λόγος, όμως, του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο – συνήθως στο επίπεδο εργασίας – προς τον αντίστοιχο φωτισμό στην ύπαιθρο από τον ανεμπόδιο ουράνιο θόλο είναι σταθερός. Όσο αυξάνει ο εξωτερικός διαθέσιμος φωτισμός, τόσο αυξάνει και ο αντίστοιχος εσωτερικός, συνεπώς ο λόγος των δύο αυτών τιμών παραμένει σταθερά ο ίδιος. Αυτός ο σταθερός λόγος, εκφρασμένος σε ποσοστό επί τοις %, ονομάζεται συντελεστής (ή παράγοντας) φυσικού φωτός ΣΦΦ (ή DF - Daylight Factor) και ορίζεται από την σχέση:

$$DF = E1 / E2 \times 100 \%$$

Όπου: E1 ο φωτισμός σε συγκεκριμένο σημείο του εσωτερικού χώρου,

E2 ο αντίστοιχος φωτισμός στην οριζόντια επιφάνεια στην ύπαιθρο.

Ο συντελεστής φυσικού φωτός χρησιμοποιείται διεθνώς για συνθήκες ομοιόμορφα συννεφιασμένου ουρανού, όπου το άμεσο ηλιακό φως αποκλείεται και εξαρτάται από τη συνολική φωτεινή ροή που εισέρχεται από τα ανοίγματα του κτηρίου, την αναλογία των ανοιγμάτων σε σχέση με το εμβαδόν του δαπέδου και την ανακλαστικότητα των εσωτερικών – εξωτερικών επιφανειών. Προφανώς, είναι σημαντικά μεγαλύτερος κοντά στα ανοίγματα του εκάστοτε χώρου σε σχέση με το εσωτερικό του.

Μέσω του συντελεστή φυσικού φωτός καθορίζονται οι συνθήκες οπτικής άνεσης που επιβάλλεται να επικρατούν σε ένα χώρο ανάλογα με τη χρήση του. Η οπτική άνεση περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να εντοπίζει, να αναγνωρίζει και να αναλύει λεπτομερώς και εύκολα ό,τι βρίσκεται στο πεδίο ορατότητας του, λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα, την ποιότητα και την ακρίβεια της αντιληπτικότητας του. Εξαρτάται από τις ποσοτικές και ποιοτικές ανάγκες του εσωτερικού χώρου σε φωτισμό, σε συνάρτηση πάντοτε με τη χρήση και τις λειτουργικές του απαιτήσεις.

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός καθορίζει την ποσότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο κτήριο καθώς και την κατανομή του. Στα πλαίσια, λοιπόν, επίτευξης της οπτικής άνεσης, οι αποφάσεις που λαμβάνονται κατά το σχεδιασμό, θα πρέπει να εξασφαλίζουν στους εσωτερικούς χώρους την παροχή της απαιτούμενης ποσότητας φωτισμού, καθώς και την ομοιόμορφη κατανομή του, ώστε να αποφεύγονται οι έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, με στόχο την ελαχιστοποίηση της θάμβωσης αλλά και την αποφυγή των έντονων αντιθέσεων.

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. Για την αντιμετώπιση της θάμβωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σταθερές και ρυθμιζόμενες περσίδες καθώς και ανακλαστικά πρέκια και φεγγίτες, συστήματα που παρουσιάζονται αναλυτικά στα επόμενα.

Όσον αφορά στις ποσοτικές απαιτήσεις ενός χώρου, εξαρτώνται από τη λειτουργία του και από τις συγκεκριμένες εργασίες που επιτελούνται μέσα σ' αυτό, διαφέρουν από χώρα σε χώρα και δίνονται από Διεθνή ή Ευρωπαϊκά Πρότυπα.

Στην Ελλάδα, η οπτική άνεση αξιολογείται με βάση τις απαιτήσεις από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), καθώς ο μεταγενέστερος κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) δεν ορίζει νέες συνιστώμενες τιμές παρά μόνο για τη μέση ελάχιστη στάθμη φωτισμού (lux) ανά χρήση χώρου.

Όσον αφορά στο συντελεστή φυσικού φωτός (DF), ορίζεται ως ελάχιστη τιμή, που πρέπει να υπάρχει σε κάθε χώρο κτηρίου του τριτογενούς τομέα (σε συνθήκες ομοιόμορφης κατανομής λαμπρότητας νεφοσκεπούς ουρανού), το ποσοστό 0,70% στη μέση του δωματίου σε οριζόντιο επίπεδο και σε ύψος 0,80μ. Η τιμή 0,7 αντιστοιχεί περίπου σε 70 lux για εξωτερικό φωτισμό περίπου 10.000 lux. Σημειώνεται ότι ο ουρανός στην Ελλάδα θεωρείται ότι παρέχει φωτισμό περισσότερο από 9.000 lux στο οριζόντιο επίπεδο (για ποσοστό 85% της διάρκειας του έτους). Τέλος, όσον αφορά στην κατανομή του φωτισμού, ειδικά για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα, προκειμένου να εξασφαλίζεται ικανοποιητική κατανομή, συνίσταται $DF_{\min} / DF_{\text{ave}} > 0,5$. [13,31,38,87]

4.7.3. ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Για να υλοποιηθεί ο στόχος του φυσικού φωτισμού, δηλαδή η παροχή ικανοποιητικής ποσότητας και ποιότητας και η ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός στο κτήριο, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη παράγοντες που επηρεάζουν το φυσικό φωτισμό και το σχεδιασμό των συστημάτων του. Ο προσανατολισμός και το σχήμα του κτηρίου, η διαμόρφωση των εσωτερικών του χώρων καθώς και του περιβάλλοντος χώρου, αφορούν κρίσιμες αποφάσεις για τον ικανοποιητικό του φωτισμό και η ορθή λήψη τους κατά τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό μπορεί να οδηγήσει σε ένα κτήριο με βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά και υψηλή εσωτερική αισθητική.

4.7.3.1. Ο προσανατολισμός του κτηρίου

Ο νότιος προσανατολισμός είναι ο πλέον ευμενής ως προς τη διαθέσιμη ποσότητα φυσικού φωτός, ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο. Η νότια όψη των κτηρίων 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. Ωστόσο, τη θερινή περίοδο 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, καθώς δεν υπάρχει κίνδυνος καταστροφής των εκθεμάτων από την υπερϊώδη ακτινοβολία.

Οι δυσμενέστεροι προσανατολισμοί, σε σχέση με το φυσικό φως, είναι ο ανατολικός και ο δυτικός, διότι 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 τα έντονα προβλήματα θάμβωσης, που δημιουργούνται λόγω της χαμηλής θέσης του ήλιου, στους εν λόγω προσανατολισμούς. [31,38,87]

4.7.3.2 Το σχήμα του κτηρίου

Το σχήμα του κτηρίου 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 5μ., είναι αυτή που μπορεί να φωτιστεί πλήρως από τα πλευρικά ανοίγματα. Μια δεύτερη, προς το εσωτερικό του κτηρίου, περιμετρική ζώνη φωτίζεται μερικώς με φυσικό φως.

Οι περιμετρικές ζώνες σε ένα κτήριο εξαρτώνται άμεσα από τη μορφή της κάτοψης του κτηρίου. Σε κτήρια με τετραγωνική κάτοψη, το 16% της κάτοψης δε δέχεται καθόλου φυσικό φωτισμό, ένα ποσοστό 51% φωτίζεται πλήρως και το υπόλοιπο 33% μερικώς, ενώ σε κτήρια με ορθογωνική κάτοψη δε δημιουργούνται «σκοτεινοί χώροι». Η περιοχή που φωτίζεται πλήρως ανέρχεται σε ποσοστό 59% και η φωτιζόμενη μερικώς σε ποσοστό 41%. Τέλος, αν σε κτήριο με τετραγωνική κάτοψη ενσωματωθεί κεντρικό αίθριο, όλοι οι χώροι φωτίζονται πλήρως με φυσικό φως.[31] Τα ποσοστά αυτά, ωστόσο, δεν είναι απόλυτα, καθώς τα μεγέθη των ανοιγμάτων, τα υλικά του ανοίγματος, αλλά και του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην κατανομή του φυσικού φωτισμού.

Γενικά, το βάθος των 13 μέτρων θεωρείται βέλτιστο βάθος κτηρίου, ώστε να επιτευχθεί πλήρης εκμετάλλευση του φυσικού φωτός με αντιδιαμετρικά ανοίγματα. Επιπλέον, για τη μεγιστοποίησή των περιμετρικών ζωνών ενδείκνυται η δημιουργία αίθριου ή πτερύγων σε αντιδιαστολή με τη δημιουργία συμπαγών μορφών που δεν έχουν πρόσβαση στο φυσικό φως. Επίσης πρέπει να αποφεύγονται τα μακρόστενα δωμάτια που είναι φωτισμένα μονόπλευρα, καθώς ο αμφίπλευρος φωτισμός μεγαλώνει σημαντικά την ομοιομορφία σε ένα χώρο σε σχέση με το μονόπλευρο. [31,87]

4.7.3.3. Διαμόρφωση 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 κτηρίου. Γενικά είναι αποδεκτό ότι, για ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός το βάθος του χώρου δεν πρέπει να ξεπερνά τα 6-7μ.

Η κατανομή του φυσικού φωτισμού επηρεάζεται επίσης από την ανακλαστικότητα των υλικών του φωτιζόμενου χώρου, και γι' 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 αίσθηση φωτεινού περιβάλλοντος, αυξάνοντας σε κάποιο βαθμό τα επίπεδα φωτισμού στο χώρο. Ως γενικός κανόνας, για χώρους μεσαίου μεγέθους και ύψους, προτείνονται οι παρακάτω συντελεστές ανάκλασης:

- Οροφή: 70-85%
- Κατακόρυφες επιφάνειες: 40-70%
- Δάπεδο: 15-40% [31,38,87]

4.7.3.4. Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου

Ο περιβάλλον χώρος ενός κτηρίου επηρεάζει σημαντικά την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται σε αυτό. Οι επιδράσεις εξωτερικών εμποδίων και όμορων κτηρίων στη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός, συνίστανται στη γεωμετρία, στο προσανατολισμό και στην ανακλαστικότητα των όψεων τους. Επίσης, το εισερχόμενο σε ένα κτήριο φως οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στις ανακλάσεις που υφίσταται στο έδαφος. Τα μονώροφα κτήρια, τα πεζοδρόμια, οι δρόμοι, οι πλακόστρωτες αυλές, ακτινοβολούν σημαντική ποσότητα φωτός προς το κτήριο. Με τη μείωση της ανακλαστικότητας του περιβάλλοντος χώρου, ελαττώνεται σημαντικά και η ποσότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο χώρο.

Η παρουσία βλάστησης αποτελεί ακόμη ένα παράγοντα που επηρεάζει την εισερχόμενη ποσότητα φυσικού φωτός και δη αρνητικά. Αντίθετα μια πέργκολα, με αναρριχώμενα φυτά έξω από ένα άνοιγμα, συμπεριφέρεται καλύτερα, γιατί αποκόπτει μόνο την άμεση ακτινοβολία χωρίς να επηρεάζει την ανακλώμενη, και συνεπώς ρυθμίζει θετικά την ποσότητα και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού που δέχεται ο εσωτερικός χώρος.

Στον πίνακα που ακολουθεί αναγράφονται οι τιμές ανακλαστικότητας ορισμένων υλικών που συναντώνται συχνά στον περιβάλλοντα χώρο ενός κτηρίου. [31,38,87]

Υλικό	Συντελεστής Ανάκλασης (%)	Υλικό	Συντελεστής Ανάκλασης (%)
Ασφαλτος	10	Πέτρα	5-50
Αλουμίνιο (γυαλιστερό)	70-85	Εφυσωμένα πλακίδια (άσπρα)	60-90
Σκυρόδεμα	30-50	Χιόνι	60-75
Γυαλί διαυγές	7	Γρασίδι σκούρο πράσινο	10
Γυαλί ανακλαστικό	20-40	Γρασίδι ξεραμένο	35
Γυαλί με επικάλυψη καθρέφτη	80-90	Μέση φύτευση	25
Ξύλο	5-40		

Εικ.4.7.3. Συντελεστές ανάκλασης διάφορων υλικών [31]

4.7.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Ο σχεδιασμός των συστημάτων φυσικού φωτισμού απαιτεί εμπειριστατωμένη μελέτη και λήψη κατάλληλων μέτρων, ώστε να επιτελούνται συνδυαστικά οι παρακάτω στόχοι: α) να παρέχεται στο κτήριο η αναγκαία ποσότητα φωτισμού για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών ανάλογα με τη λειτουργία του, β) να εξασφαλίζεται ομαλή κατανομή του φωτισμού στο χώρο ώστε να δημιουργούνται συνθήκες οπτικής άνεσης και γ) να επιτυγχάνεται η συμβολή των συστημάτων στη θέρμανση των χώρων με την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και συγχρόνως στην αποτροπή της υπερθέρμανσής τους.

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού ταξινομούνται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: τα πλευρικά ανοίγματα (ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία), τα ανοίγματα οροφής, τα αίθρια και οι φωταγωγοί.

Πλευρικά ανοίγματα

Τα ανοίγματα πρέπει να κατανέμονται σωστά στην όψη του κτηρίου και να διαστασιολογούνται επαρκώς (κατάλληλο μέγεθος και σχήμα), καθώς ο σχεδιασμός τους καθορίζει την ποσότητα και ποιότητα του εισερχόμενου φωτός αλλά και την οπτική επαφή των χρηστών με το εξωτερικό περιβάλλον. 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.

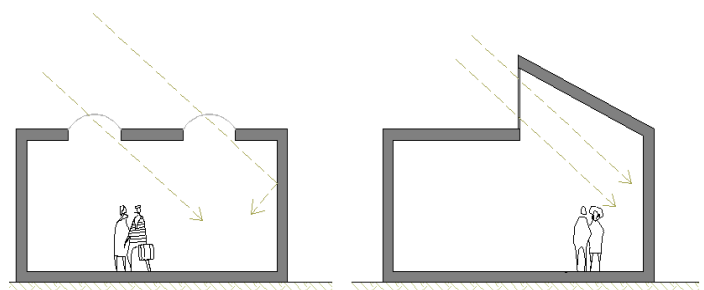
Σύμφωνα με τον ελληνικό Κτηριοδομικό Κανονισμό, το μέγεθος των ανοιγμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον το 10% της επιφάνειας του δαπέδου του φωτιζόμενου χώρου, για να επιτυγχάνεται ο ελάχιστος φωτισμός και αερισμός. Βέβαια αυτή η προδιαγραφή δεν είναι αρκετή, διότι δε λαμβάνεται υπόψη η αυξομείωση της έντασης του φυσικού φωτισμού, σε σχέση με τα υπάρχοντα εξωτερικά εμπόδια, τον όροφο που βρίσκεται αυτός ο χώρος κλπ. 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 στην τοιχοποιία. Όσο πιο ψηλά είναι τοποθετημένο ένα άνοιγμα, τόσο πιο βαθιά εισέρχεται το φυσικό φως στο χώρο. Με την τοποθέτηση των ανοιγμάτων ψηλά, σε συνδυασμό με την αύξηση της ανακλαστικότητας του τοίχου που βρίσκεται πίσω από το φωτιζόμενο χώρο, 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. Τα ανοίγματα αυτού του τύπου μπορούν να τοποθετηθούν κεντρικά ή γωνιακά. Ένα άνοιγμα τοποθετημένο στο κέντρο του χώρου μπορεί να καταναίμει καλύτερα το φως, όμως φαινόμενα θάμβωσης αποφεύγονται με την τοποθέτηση των ανοιγμάτων σε γωνιακές τοποθεσίες. 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 έναντι ενός ανοίγματος 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. [31]

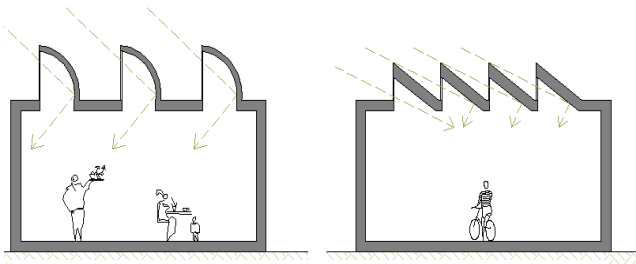
Ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής – οριζόντια, κεκλιμένα ή κατακόρυφα, επίπεδα ή καμπυλόμορφα, υπερυψωμένα ή συνεπίπεδα – αποτελούν διατάξεις που επιτρέπουν τον άνωθεν φωτισμό των χώρων. Σε σχέση με τα ανοίγματα στην τοιχοποιία, παρέχουν μεγαλύτερη ποσότητα εισερχόμενου φυσικού φωτός και συμβάλλουν στην ομοιόμορφη κατανομή του εντός του χώρου που εφαρμόζονται, εξασφαλίζοντας καλύτερες οπτικές συνθήκες.

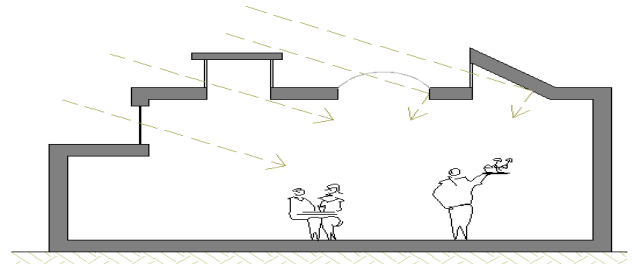


Εικ4.7.4. Οριζόντιο άνοιγμα και φεγγίτης οροφής [31]

Ωστόσο, τα ανοίγματα οροφής δεν πρέπει να αποτελούν τα μοναδικά ανοίγματα, καθώς δε συνεισφέρουν στην οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, αλλά να χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικά στοιχεία για το φωτισμό των χώρων.



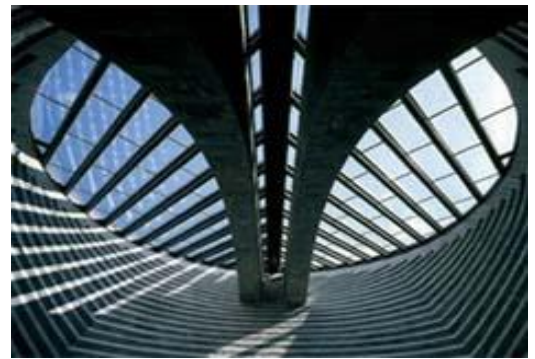
Εικ.4.7.5. Ημικυλινδρικά στοιχεία οροφής και πριονωτή οροφή [31]



Εικ.4.7.6. Συνδυασμός διατάξεων ανοιγμάτων οροφής [31]

Τα ανοίγματα στην οροφή μπορούν να φέρουν είτε διαφανείς, είτε ημιδιαφανείς (διαχυτικούς) υαλοπίνακες και συνιστάται εν γένει να υπάρχει σύστημα ηλιοπροστασίας / εκτροπής του άμεσου φωτός, όπως ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα. Τα συστήματα αυτά ανάλογα με τον τύπο του ανοίγματος μπορεί να είναι εξωτερικά ή εσωτερικά.

Τα οριζόντια ή ελαφρώς κεκλιμένα ανοίγματα οροφής (skylights) εμφανίζουν μεγάλα πλεονεκτήματα. Καταρχάς, επιτρέπουν την εισχώρηση περισσότερου φυσικού φωτός, ιδιαίτερα στις συνθήκες νεφοσκεπούς ουρανού, σε αντίθεση με τα κατακόρυφα ανοίγματα που επιτρέπουν στο φως να εισχωρήσει σε βάθος μέχρι περίπου 5 μ. Συμβάλλουν στην ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού σε μεγάλη επιφάνεια του εσωτερικού χώρου. Τέλος, είναι περιορισμένος ο κίνδυνος να σκιαστούν από εξωτερικά ή εσωτερικά εμπόδια.



Εικ.4.7.7. Φωτισμός από άνοιγμα οροφής [110]

Ωστόσο, τα βασικά μειονεκτήματα που παρουσιάζουν είναι ο κίνδυνος θάμβωσης από το άμεσο ηλιακό φως και η αυξημένη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας κατά τους θερινούς μήνες. Λαμβάνοντας υπόψη και το γεγονός ότι τα οριζόντια ανοίγματα είναι δύσκολο να ηλιοπροστατευτούν, συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού. [31,87]

Αίθρια

Τα αίθρια, είτε ανοιχτά είτε με γυάλινη κάλυψη λειτουργούν ως χώροι θερμικής ανάσχεσης, ως αρχιτεκτονικές ρυθμίσεις, που αυξάνουν την ποσότητα του φυσικού φωτός και ως χώροι που διευκολύνουν το φυσικό αερισμό σε κτήρια με μεγάλο όγκο και περίμετρο κάλυψης. Τα κτήρια που αναπτύσσονται γύρω από ένα σκεπασμένο αίθριο έχουν μειωμένες θερμικές απώλειες και συγχρόνως έχουν μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια για φωτισμό, τόσο στο εξωτερικό τους περίβλημα, όσο και στο εσωτερικό τους περίβλημα προς το αίθριο. Ωστόσο, η χωροθέτηση των εσωτερικών χώρων πρέπει να διασφαλίζει τον κύριο φωτισμό από τα ανοίγματα των εξωτερικών όψεων και επικουρικά από το αίθριο.



Εικ.4.7.8. Ανοιχτό αίθριο του δημαρχείου του Ηρακλείου Κρήτης [103]



Εικ.4.7.9. Εσωτερικό αίθριο στη δημοτική Αγορά της Αθήνας [107]

διάταξη των ορόφων που περικλείουν το αίθριο συνεισφέρει στη βελτίωση των επιπέδων φωτισμού στη βάση του. Γενικότερα, για την καλύτερη αξιοποίηση του αιθρίου ενδείκνυται η χωροθέτηση χώρων με μικρό βάθος και μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος στους χαμηλότερους ορόφους.

Όσον αφορά στην επιρροή της ανακλαστικότητας των πλευρικών τοιχωμάτων, αυξάνεται με το ύψος του αιθρίου. Τα ανώτερα τμήματα των περιμετρικών επιφανειών του αιθρίου, από όπου αρχίζουν οι πρώτες ανακλάσεις, καθορίζουν την κατανομή του φωτισμού. Για το λόγο αυτό, ενδείκνυται ο περιορισμός των ανοιγμάτων στους υψηλότερους ορόφους και αντίστοιχα η αύξηση της ανακλαστικότητας των συμπαγών τμημάτων. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται ο φωτισμός στους χαμηλούς ορόφους και παράλληλα μειώνεται ο κίνδυνος θάμβωσης στους υψηλότερους. Επίσης για την αύξηση του φωτισμού στους χαμηλούς ορόφους δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σκουρόχρωμα υλικά επίστρωσης του δαπέδου.

Τέλος, τα αίθρια μπορεί να έχουν εξολοκλήρου γυάλινη οροφή ή να φέρουν παράθυρα οροφής ή και να συνδυάζουν γυάλινη οροφή και κατακόρυφα παράθυρα. Οι επικαλύψεις των αιθρίων μειώνουν το εισερχόμενο φως κατά 20% έως 50%, ανάλογα με τις οπτικές ιδιότητες της επικάλυψης και την κατασκευή του σκελετού στήριξης, που πρέπει να δημιουργεί τις ελάχιστες δυνατές σκιάσεις. [31,87]

Φωταγωγοί

Όταν τα εσωτερικά αίθρια είναι πολύ μικρά για να είναι χρήσιμοι εκμεταλλεύσιμοι χώροι, μετατρέπονται σε στενούς φωταγωγούς. Οι φωταγωγοί εισάγουν το φυσικό φως και πολλές φορές και την ηλιακή ακτινοβολία βαθιά στον εσωτερικό χώρο και δη σε περιπτώσεις που η διείσδυση του φωτός είναι δύσκολη με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Γενικά, οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές. Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους.



Εικ.4.7.10. Κυλινδρικός φωταγωγός [57]

Η ποσότητα του φυσικού φωτός, που φτάνει στους χώρους που αναπτύσσονται γύρω από ένα αίθριο, εξαρτάται, από τη γεωμετρία του αιθρίου, από τη διαπερατότητα στο φως της οροφής του αιθρίου και από την ανακλαστικότητα των πλευρικών τοίχων και του δαπέδου του αιθρίου. Συγκεκριμένα, αίθρια με ορθογωνική κάτοψη εμφανίζουν έως και 10% υψηλότερες τιμές συντελεστή φυσικού φωτός στη βάση τους, σε σχέση με αίθρια ίσης επιφάνειας αλλά τριγωνικής ή πολυγωνικής μορφής.[31]

Ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού επιτυγχάνονται στο εσωτερικό του αιθρίου όταν το ύψος του δεν υπερβαίνει το πλάτος του. Επίσης, η κλιμακωτή

Η απόδοσή των φωταγωγών μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη ανακλαστήρα στην κορυφή τους (είσοδο του φωτός), ο οποίος να εκτρέπει τις ηλιακές ακτίνες προς τα κάτω. Για ακόμα μεγαλύτερη απόδοση μπορεί να συνοδεύονται από ηλιοστάτη (συσκευή η οποία φέρει καθρέπτη και η οποία ακολουθεί την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια τις ημέρας).



Εικ.4.7.11. Φωτο-σωλήνας [147]

Για το φωτισμό ενός ή και περισσότερων ορόφων μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες-φωταγωγοί (φωτο-σωλήνες). Η μέγιστη απόδοσή τους εξασφαλίζεται σε περιορισμένο μήκος φωτο-σωλήνα, ανάλογα με τον τύπο και τον κατασκευαστή. Σε πολλές των περιπτώσεων οι φωταγωγοί μπορούν να συνεισφέρουν και στο φυσικό αερισμό των χώρων. [31,50]

4.7.5. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Για τη βέλτιστη απόδοσή τους, τα άνω συστήματα συνδυάζονται με συγκεκριμένες τεχνικές σχετικές με το σχεδιασμό των ανοιγμάτων, τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των επιφανειών, όπως το χρώμα, η υφή και η φωτοδιαπερατότητα των υλικών, τις οπτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων και τη χρήση ανακλαστήρων. Συγκεκριμένα, οι βασικότερες τεχνικές φωτισμού, πολλές από τις οποίες είναι ταυτόχρονα και ηλιοπροστατευτικές διατάξεις είναι οι ακόλουθες.

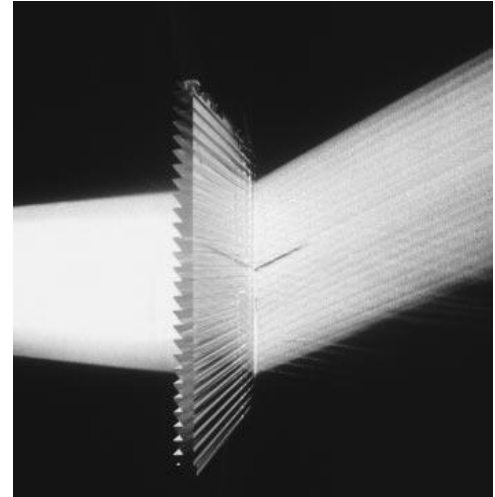
Ηλιοστάσια

Τα ηλιοστάσια είναι ένα σύστημα κατόπτρων και φακών που τοποθετούνται στα δώματα των κτηρίων και συλλέγουν το φυσικό φως. Η θέση τους ρυθμίζεται έτσι ώστε να συλλέγεται η μέγιστη ποσότητα φυσικού φωτός, ανάλογα με την εποχή του έτους και την ώρα της ημέρας. Το φυσικό φως που συγκεντρώνεται κατευθύνεται σε δέσμη προς την είσοδο ενός φωτο-σωλήνα ή ενός φωταγωγού, δια μέσου του οποίου μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου. [38]

Ειδικό υαλοπίνακες

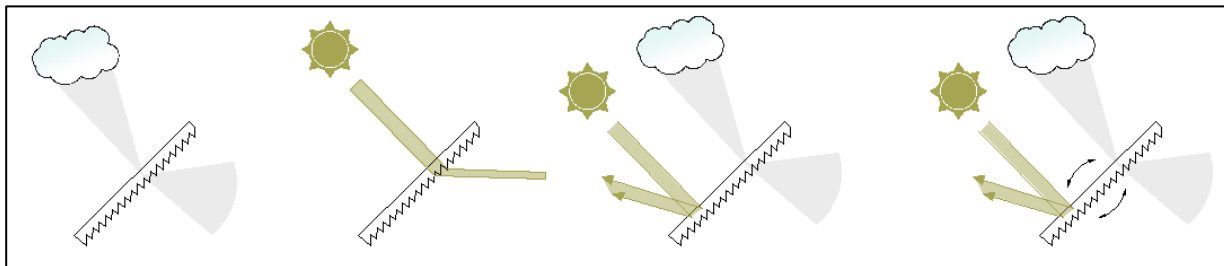
Για τη βελτιστοποίηση του φυσικού φωτισμού χρησιμοποιούνται με αρκετή επιτυχία, αλλά υψηλό κόστος, ειδικού τύπου υαλοπίνακες, οι οποίοι αλλάζουν την πορεία του φωτός και το κατευθύνουν προς το εσωτερικό του χώρου. Τέτοιοι υαλοπίνακες είναι οι πρισματικοί, τα ειδικά πετάσματα επεξεργασμένα με λέιζερ και οι ολογραφικοί υαλοπίνακες.

Οι πρισματικοί υαλοπίνακες είναι λεπτές, επίπεδες, πριονωτές διατάξεις κατασκευασμένες από καθαρό ακρυλικό υλικό, οι οποίες τοποθετούνται μεταξύ δύο απλών υαλοπινάκων για να προστατεύονται από τη σκόνη. Συνήθως είναι σταθερές, αλλά μπορεί να είναι και κινητές υπό μορφή περσίδων. Χρησιμοποιούνται για να ανακατευθύνουν το φως στο βάθος του χώρου, ενώ παράλληλα μειώνουν το ενδεχόμενο θάμβωσης, καθώς το άνοιγμα εμφανίζεται λιγότερο φωτεινό. Υπάρχει η δυνατότητα, ανάλογα με την κατασκευή της πριονωτής διάταξης, να επιτρέψουν τη διέλευση ακτινοβολίας με συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης, παρέχοντας ηλιοπροστασία τους καλοκαιρινούς μήνες χωρίς να περιορίζεται η διέλευση της χειμερινής ηλιακής ακτινοβολίας.

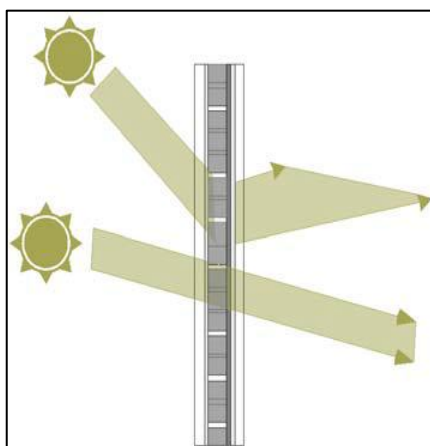


Εικ.4.7.12. Οι πρισματικοί υαλοπίνακες ανακατευθύνουν το φως [31]

Οι πρισματικοί υαλοπίνακες ενδείκνυνται για ανοίγματα οροφής και για πλευρικά ανοίγματα σε υψηλή στάθμη, επειδή διαταράσσουν τη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρόλο που είναι διαφανή. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθούν και σε ηλιοπροστατευτικές διατάξεις. [31]



Εικ.4.7.13. Σχηματική αναπαράσταση πολλαπλών λειτουργιών πρισματικών υαλοπινάκων [31]



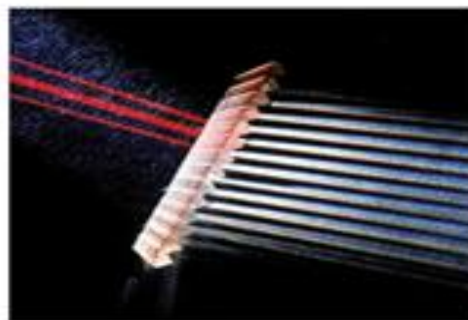
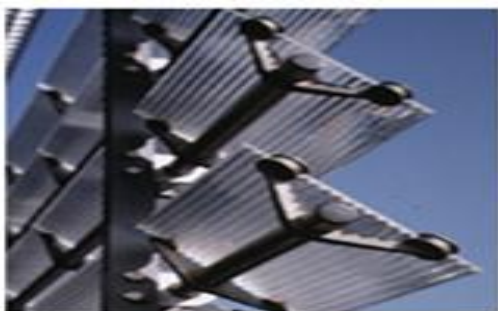
Εικ.4.7.14. Υαλοπίνακας ειδικής επεξεργασίας με λέιζερ [31]

Οι υαλοπίνακες ειδικής επεξεργασίας με λέιζερ αποτελούνται από λεπτά ακρυλικά φύλλα στα οποία έχουν δημιουργηθεί παράλληλες εγκοπές με τη βοήθεια λέιζερ. Οι εγκοπές λειτουργούν ως μικροί εσωτερικοί καθρέφτες, οι οποίοι εκτρέπουν την εισερχόμενη άμεση ακτινοβολία, δίδοντάς τη ανοδική πορεία προς την οροφή του χώρου. Τα ακρυλικά φύλλα τοποθετούνται στο διάκενο των δίδυμων υαλοπινάκων για προστασία. Δεν διαταράσσουν την οπτική επαφή και γι' αυτό χρησιμοποιούνται και σε πλευρικά ανοίγματα. Η απόδοσή τους είναι μεγαλύτερη σε περιοχές με συνεχή ηλιοφάνεια. [31]

Τέλος, οι ολογραφικοί υαλοπίνακες αξιοποιούν το φαινόμενο της διάθλασης του φωτός για να μεταβάλλουν την κατεύθυνσή του προς συγκεκριμένες περιοχές και συνήθως προς την οροφή του χώρου. Ειδική πολυμερής μεμβράνη που φέρει λεπτές λωρίδες ανακατευθύνει μόνον την ακτινοβολία που προσπίπτει υπό συγκεκριμένη γωνία, ενώ δεν αλλοιώνει την ακτινοβολία που προσπίπτει από άλλες κατευθύνσεις. Τα ολογραφικά στοιχεία δεν είναι αποτελεσματικά ως προς την άμεση ακτινοβολία και γι' αυτό εφαρμόζονται στις βορινές όψεις και σε ανοίγματα που σκιάζονται, που δέχονται μόνο διάχυτη ακτινοβολία. Λειτουργούν καλύτερα υπό κλίση 45° επειδή λαμβάνουν περισσότερο διάχυτο φως. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως «επιλεκτικά» σκίαστρα τα οποία αποτρέπουν την άμεση ακτινοβολία, ενώ επιτρέπουν τη διέλευση της διάχυτης ακτινοβολίας.

Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Πρόκειται για στοιχεία που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και, αναλόγως της κατασκευαστικής τους δομής, μπορούν να αποκλείσουν πλήρως την είσοδο ή να αλλάξουν την κατεύθυνση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Εν γένει, είναι ημιδιαφανή και συνεπώς δεν συνιστώνται σε χώρους που είναι επιθυμητή η θέα. Τα πρισματικά στοιχεία τοποθετούνται στο κέλυφος του κτηρίου είτε σαν αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων.

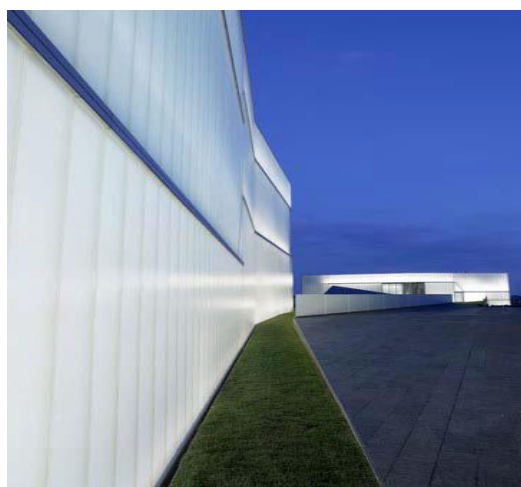


Εικ.4.7.15. Φωτοδιαπερατά υλικά [87]

Διαφανή μονωτικά υλικά

Πρόκειται για φωτοδιαπερατά υλικά υψηλής θερμομονωτικής ικανότητας, τα οποία αντικαθιστούν τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας. Η διαφανής μόνωση εν γένει είναι διαχυτική και έχει πολύ καλές οπτικές ιδιότητες, συνδυάζοντας θερμομονωτικές ικανότητες μιας τοιχοποιίας (2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες).

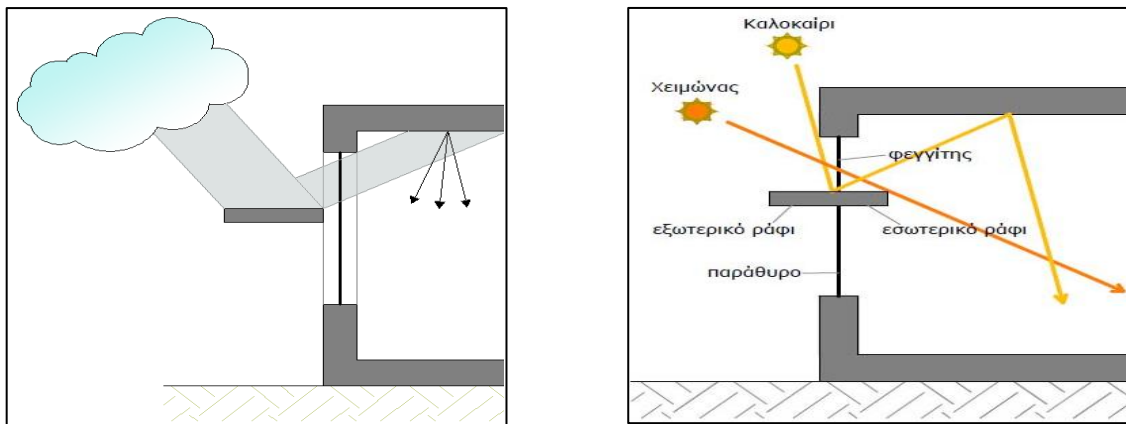
Η διαφανής μόνωση μπορεί να τοποθετηθεί σε τοίχους ή οροφές. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διαφανών μονωτικών υλικών, τα οποία τοποθετούνται μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων. Η φωτοδιαπερατότητα των διαφανών υλικών κυμαίνεται περίπου μεταξύ του 45% και του 80%. [87]



Εικ.4.7.16. Το γυαλί ως δομικό υλικό
Nelson-Atkins museum of art, Kansas [146]

Ράφια φωτισμού – ανακλαστήρες

Είναι επίπεδα ή καμπύλα (ανειδωλικά ράφια) στοιχεία που τοποθετούνται στα ανοίγματα, πάνω από τη γραμμή όρασης. Συνήθως έχουν στιλπνή την άνω επιφάνειά τους (κατοπτρική επιφάνεια ή επιφάνεια που προκαλεί διάχυση), στην οποία ανακλάται η προσπίπτουσα φωτεινή ακτινοβολία και κατευθύνεται προς την οροφή του χώρου, ή διαχέεται αντίστοιχα, βελτιώνοντας έτσι την κατανομή του φωτισμού. Παράλληλα παρέχουν προστασία από τη θάμβωση από τη θέαση του ουρανού από το εσωτερικό και λειτουργούν ως ηλιοπροστατευτική διάταξη για το τμήμα του ανοίγματος που βρίσκεται κάτω από αυτά. Η κάτω πλευρά τους ανακλά επίσης τις φωτεινές δέσμες τις προερχόμενες από το έδαφος και αυξάνει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο χώρο. Τα ράφια φωτισμού κατασκευάζονται στην εσωτερική ή εξωτερική πλευρά ή εκατέρωθεν του υαλοστασίου και αποτελούν συγχρόνως στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης. [31]



Εικ.4.7.17. Ανακλαστικά ράφια εξωτερικά και εκατέρωθεν του ανοίγματος [31]

Ανακλαστικές περσίδες



Εικ.4.7.18. Ανακλαστικές περσίδες [87]

Πρόκειται για εξωτερικές ή εσωτερικές περσίδες - σταθερές ή ρυθμιζόμενες - με ανακλαστική την άνω παρειά τους. Λόγω αυτής της ιδιότητας τους αυξάνουν την ποσότητα του φωτός που δέχεται ο χώρος, παρέχοντας συγχρόνως σκιασμό και προστασία από τη θάμβωση.

Επίσης, με τη χρησιμοποίηση ανακλαστήρων στην οροφή ή με τη βαφή της οροφής με υλικό με μεγάλη ανακλαστικότητα αυξάνεται η διείσδυση της απευθείας φωτεινής ακτινοβολίας βαθιά στο χώρο, ενώ με τη χρησιμοποίηση εσωτερικών ανακλαστήρων, που διαχέουν το φως, εξασφαλίζεται καλύτερη κατανομή του στο χώρο.

Γενικά, εάν χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες διατάξεις ακόμη και τα μικρά ανοίγματα παρέχουν ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτισμού. [31,87]

Ανακλαστικά πρέκια και φεγγίτες

Πρόκειται για ανοιγόμενα φύλλα συνδυασμένα με ανακλαστικές επιφάνειες πάνω από τα ανοίγματα. Οι ηλιακές ακτίνες διέρχονται από την επιφάνεια του τζαμιού των φύλλων αυτών και φτάνουν στις ανακλαστικές επιφάνειες, οι οποίες συνδυάζονται για να κατευθύνουν το φως στην οροφή ή στο βάθος του εσωτερικού χώρου. Η γωνία ανοίγματος των φύλλων και η θέση των ανακλαστικών επιφανειών μπορεί να είναι σταθερές ή ρυθμιζόμενες. [38]

Συμπεράσματα

Από την άνω διερεύνηση του φυσικού φωτισμού και των συστημάτων βελτίωσης του, αναδεικνύεται σαφώς η σκοπιμότητα της μελέτης φυσικού φωτισμού στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Η επάρκεια του φυσικού φωτός σε χώρους που διαμένουν και εργάζονται άνθρωποι, αποτελεί αναγκαία συνθήκη για την υγεία, το ευ ζην και την απόδοσή τους. Έτσι, το φυσικό φως μπορεί να αποτελέσει ένα δυναμικό εργαλείο στην αρχιτεκτονική, ώστε να διασφαλίσει τις αναγκαίες συνθήκες άνεσης αλλά και την εξοικονόμηση ενέργειας στις κτηριακές κατασκευές. Ο περιορισμός των απαιτήσεων σε τεχνητό φωτισμό και η μείωση των ψυκτικών φορτίων μέσω της αντίστοιχης μείωσης των εσωτερικών θερμικών κερδών μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά τους. Δεν θα πρέπει ωστόσο να αγνοηθεί πως ο φωτισμός αποτελεί ταυτόχρονα τέχνη που καθορίζει τη αντίληψη που έχουμε για τους χώρους και επομένως πρέπει να αντιμετωπίζεται με την ανάλογη προσοχή και δημιουργική διάθεση.

Η δημιουργία κτηρίων σχεδιασμένα με βιοκλιματικά πρότυπα, απόλυτα εναρμονισμένα με το φυσικό περιβάλλον και σεβόμενα τους χρήστες που διαμένουν σε αυτά, αποτελεί πλέον επιταγή της σύγχρονης εποχής. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, στα πλαίσια αυτής της κατεύθυνσης, μελετά και μετουσιώνει στην κατασκευή την αρμονική συλλειτουργία-συναλλαγή με το περιβάλλον. Ένα κτήριο σχεδιασμένο και προσανατολισμένο σύμφωνα με τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και οικολογικής δόμησης, καθίσταται σε ικανό βαθμό ενεργειακά αυτόνομο. Οι πρόσθετες ανάγκες του για θέρμανση και ψύξη δύνανται να καλυφθούν μέσω εναλλακτικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, χωρίς τη χρήση ενεργοβόρων και ρυπογόνων συμβατικών συστημάτων. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί αναλύονται διεξοδικά τα συστήματα αυτά, καθώς και τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης, προς επίτευξη της μέγιστης εξοικονόμησης ενέργειας.

5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν συστήματα και τεχνικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας τόσο για τη θέρμανση, όσο και την ψύξη του κτηρίου.

5.1. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

5.1.1. Βασικές αρχές λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων

Η εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων προϋποθέτει ένα κτήριο 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:

- 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 ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά, ανακλάται ή απορροφάται από τον υαλοπίνακα εξαρτάται από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά του:

$$g + \rho + a = 1, \text{ όπου: } g: \text{ διαπερατότητα, } \rho: \text{ ανακλαστικότητα, και } a: \text{ απορροφητικότητα}$$

Το ορατό τμήμα του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, που ανάλογα με τη διαπερατότητα του υαλοπίνακα, διέρχεται στον εσωτερικό χώρο είναι μικρού μήκους κύματος (0.4-0.8 μm). 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. Η με αυτό τον τρόπο 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.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως 30⁰ προς την ανατολή ή τη δύση και ο χειμερινός ηλιασμός τους να είναι ανεμπόδιστος από πλευρικά εμπόδια και σταθερά εξωτερικά σκιάστρα. Ταυτόχρονα επιβάλλεται προσεκτική διαστασιολόγηση των σκιάστρων, ώστε να αποτρέπεται ο κίνδυνος υπερθέρμανσης των χώρων που τα περιλαμβάνουν και συνεπώς του κτηρίου κατά τη θερινή περίοδο. [1,31]

5.1.2. Υλικά παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά ηλιακά συστήματα, διακρίνονται σε υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας και σε υλικά αποθήκευσης της θερμότητας.

5.1.2.1. Υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας

Τα υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας είναι διαφανή υλικά (διαπερατά από την ηλιακή ακτινοβολία). Τα βασικό κριτήριο για την επιλογή των διαφανών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν σε ένα παθητικό σύστημα είναι οι θερμοφυσικές τους ιδιότητες διαπερατότητα, απορροφητικότητα και ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας, θερμοπερατότητα.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την τελική επιλογή είναι η αισθητική - που είναι καθοριστικός παράγοντας για τη διαμόρφωση των όψεων του κτηρίου 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 - , και 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 κτηριακές κατασκευές είναι οι υαλοπίνακες, τα σκληρά πλαστικά (ακρυλικά, πολυεστερικά και πολυκαρβονικά) και η διαφανής θερμομόνωση. Όταν οι τιμές για τις ιδιότητες του διαφανούς υλικού δε δίνονται από τον κατασκευαστή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι σχετικοί συντελεστές που αναφέρονται στην TOTEE 20701-1/2010. [3,31]

5.1.2.2. 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: εμφανίζει το πλεονέκτημα 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 είναι τα υλικά που κυρίως χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας. Είναι υλικά φερόντων δομικών στοιχείων ή στοιχείων πληρώσεως ή υλικά επενδύσεως τοίχων και δαπέδων.
- το νερό είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα, αλλά υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες για τη χρησιμοποίησή του σε δομικά στοιχεία. Μπορεί να τοποθετηθεί σε δεξαμενές νερού που ενσωματώνονται στα δομικά στοιχεία (π.χ. σε τμήμα της εξωτερικής τοιχοποιίας), ή σε μεμονωμένα στοιχεία-δοχεία.
- τα υλικά αλλαγής φάσης (π.χ. τα εύτηκτα άλατα, όπως το άλας του Glauber), είναι σχετικά νέα υλικά που χρησιμοποιούνται σε επιλεγμένες θέσεις μέσα σε ειδικές δεξαμενές για την αποθήκευση της θερμότητας. Τα υλικά αυτά αλλάζουν φάση (Phase Change Materials - PCM), δηλαδή αλλάζοντας φυσική κατάσταση (για παράδειγμα, από τη στερεά στην υγρή κατάσταση), αποθηκεύουν θερμότητα, την οποία αποδίδουν για να επιστρέψουν στην αρχική φυσική τους κατάσταση.

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. Γι' αυτό η εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης στα κτήρια 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 ότι σε κτήρια 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 κτηρίου (εσωτερικές τοιχοποιίες, δάπεδα κ.ο.κ. 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. [1,3,31]

5.1.3. Κατηγορίες παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται σε συστήματα άμεσου ή έμμεσου ηλιακού κέρδους. Τα συστήματα άμεσου κέρδους περιλαμβάνουν οποιοδήποτε νότιο υαλοστάσιο και τα συστήματα έμμεσου κέρδους διακρίνονται εν γένει στις εξής κατηγορίες:

- Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης
- Ηλιακοί χώροι ή θερμοκήπια
- Ηλιακά αίθρια
- Θερμοσιφωνικά πανέλα ή αεροσυλλέκτες
- Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση

5.1.3.1. Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση του κτηρίου είναι η δέσμευσή της μέσα από τα νότια -με απόκλιση $\pm 30^{\circ}$ - γυάλινα ανοίγματα του. Στην περίπτωση αυτή το κτήριο λειτουργεί ως συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας.

Τα παράθυρα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου ανεξάρτητα από το αν ο σχεδιασμός του είναι ενεργειακός ή συμβατικός. Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών τύπων έγκειται στη θερμική απόδοση των παραθύρων, καθώς και των δομικών του στοιχείων (τοίχοι, πάτωμα, οροφή).



Εικ.5.1.1. Τυπικό υαλοστάσιο [48]

Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τη θέση, το μέγεθος και τον προσανατολισμό του ανοίγματος, το σχεδιασμό του κελύφους του κτηρίου και τη χρήση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας, που αναλύθηκαν στο τρίτο κεφάλαιο, η εξοικονόμηση σε θερμαντική ενέργεια μπορεί να κυμαίνεται από 30% - 100%. [3]

Τα κριτήρια σχεδιασμού για το άνοιγμα αφορούν:

- Την περίοδο ηλιασμού του ανοίγματος: η ηλιακή ακτινοβολία πρέπει να εισέρχεται ανεμπόδιστα στο κτήριο το χειμώνα και να παρεμποδίζεται το καλοκαίρι, μέσω του ορθού προσανατολισμού και της κατάλληλης ηλιοπροστασίας αντίστοιχα.
- Τον τύπο του υαλοστασίου: πλαίσιο με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, διπλός υαλοπίνακας ή ειδικοί θερμομονωτικοί πίνακες και αεροστεγανότητα του κουφώματος.
- Την απαίτηση για φυσικό φωτισμό του κτηρίου, που θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών. Τα μεγάλα ανοίγματα δημιουργούν κίνδυνο θάμβωσης και μείωση της ιδιωτικότητας.

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% [30]. 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.

Τα κριτήρια σχεδιασμού για τη θερμική αποθήκη στο σύστημα του άμεσου κέρδους αφορούν:

Τη θέση και τη διανομή των στοιχείων αποθήκευσης: τα δομικά στοιχεία που λειτουργούν ως θερμική αποθήκη δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία που έχει διαπεράσει το υαλοστάσιο ή θερμαίνονται από τον αέρα του χώρου που ήδη έχει θερμανθεί. Γενικά, απαιτείται τετραπλάσια θερμική μάζα για να αποθηκεύσει την ίδια ποσότητα θερμότητας, αν αυτή θερμαίνεται έμμεσα από τον αέρα του δωματίου απ' ό,τι αν θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία.

Το δάπεδο υπερτερεί ως θερμική αποθήκη επειδή συνήθως δέχεται άμεσα την ακτινοβολία, σε αντίθεση με την οροφή. Γενικά, όμως, η κάλυψη του δαπέδου με έπιπλα και χαλιά από τους χρήστες, μπορεί να εμποδίζει την αποθήκευση θερμότητας σε αυτό. Οι τοιχοποιίες από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που δέχονται άμεσα ηλιακή ακτινοβολία (εσωτερικές ή εξωτερικές) είναι πολύ ικανές αποθήκες θερμότητας.

Το υλικό της θερμικής αποθήκης: όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοχωρητικότητα του υλικού τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας αποταμιεύεται. Συγχρόνως, όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που λειτουργεί ως αποθήκη τόσο μικρότερες είναι οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας. Από τα συνήθη οικοδομικά υλικά το σκυρόδεμα έχει την καλύτερη απόδοση, ενώ τη βέλτιστη έχει το νερό.

Το μέγεθος της επιφάνειας και το πάχος της θερμικής αποθήκης: συνήθως τα πρώτα 10εκ. της θερμικής αποθήκης συμμετέχουν ενεργά και με μεγάλη απόδοση στη διαδικασία της αποθήκευσης, ενώ μετά τα 20εκ., η μάζα δεν έχει σχεδόν κανένα αποτέλεσμα στην ημερήσια αποθήκευση της θερμότητας και στην ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας. Αντίθετα, μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια θερμικής αποθήκης συμβάλλει σε μικρότερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο χώρο. Γενικά συνιστάται η ποσότητα της θερμικής μάζας να διανέμεται σε μεγάλη επιφάνεια παρά σε μεγάλο πάχος κατασκευής.

Συμπερασματικά, το παθητικό σύστημα άμεσου κέρδους αποτελείται αφενός από νότια ανοίγματα κατασκευασμένα έτσι ώστε να περιορίζουν τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον (σύμφωνα με τις προδιαγραφές για τη θερμική διαπερατότητα των διαφανών στοιχείων που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ.) και εφοδιασμένα με νυχτερινή κινητή μόνωση για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και με ηλιοπροστατευτικό σύστημα για τη μείωση της υπερθέρμανσης και αφετέρου από επαρκή θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτηρίου για την αποθήκευση της θερμότητας, συνήθως στα ίδια τα δομικά στοιχεία του κτηρίου. [1,3,21,31]

5.1.3.2. Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι συνδυασμένη κατασκευή τοίχου και υαλοπίνακα ή άλλου διαφανούς στοιχείου με υψηλό συντελεστή διαπερατότητας που αποτελεί τμήμα του κτηριακού περιβλήματος. Συγκεκριμένα, αποτελεί έναν τοίχο χωρίς θερμομόνωση, με νότιο προσανατολισμό - με απόκλιση $\pm 30^{\circ}$ -, κατασκευασμένο από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που λειτουργεί ως αποθήκη και διανομέας της θερμότητας. Εξωτερικά, και σε ελάχιστη απόσταση 10 εκ., τοποθετείται ένα διαφανές υλικό, που χρησιμεύει για τη δέσμευση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, αποθήκευσή της ως θερμική ενέργεια στον τοίχο και μετέπειτα διανομή της στον εσωτερικό χώρο.

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 του διακρίνεται σε:

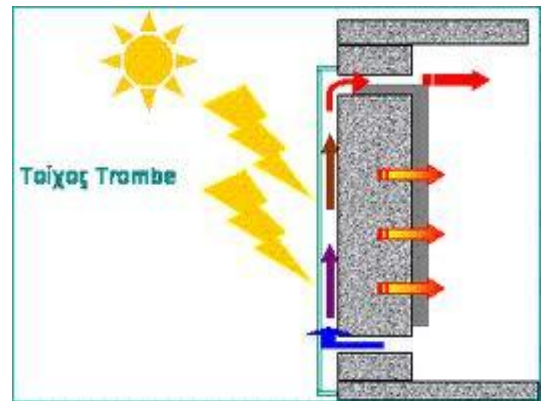
- Τοίχο μάζας: που είναι κατασκευασμένος από υλικά τοιχοποιίας, δηλαδή χυτό σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθους, οπτόπλινθους (πλήρεις ή με οπές), πέτρα και ωμοπλίνθους.
- Τοίχο νερού: που αποτελείται από δοχεία μεταλλικά, πλαστικά ή από μπετόν και περιέχει νερό.

Για την καλή λειτουργία του τοίχου, το βάθος του θερμαινόμενου χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4,5 με 6,0 μέτρα, που είναι η μέγιστη απόσταση για να είναι αποτελεσματική η θέρμανση του χώρου με την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον θερμό τοίχο.

Τοίχος Trombe-Michelle

Ο τοίχος Trombe είναι μια παραλλαγή του τοίχου 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 θερμοσιφονισμό, σε αντίθεση με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης.

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.



Εικ.5.1.2. Λειτουργία τοίχου Trombe [87]

Κατά τις νυχτερινές ώρες της χειμερινής περιόδου οι θυρίδες πρέπει να κλείνουν (αρκεί μόνο 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 2,0μ. και η συνολική επιφάνεια των θυρίδων να μην υπολείπεται του 2% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

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, 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 επίσης, τη διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα στο θερμαινόμενο χώρο. Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι, 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 κτηρίου.

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 κτηρίου.

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.



Εικ.5.1.3.Τοίχος Trombe με μάζα από πέτρα[87]

Για το καλοκαίρι, θα πρέπει να προβλεφθεί ηλιοπροστασία και να ανοίγουν τμήματα 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. 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 κτηρίου.

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 συμβάλλει στο δροσισμό του χώρου. Συγκεκριμένα, μπορεί να ανοίγει ένας φεγγίτης στο επάνω μέρος του υαλοστασίου και σε συνδυασμό με άνοιγμα της βόρειας όψης του κτηρίου, 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.

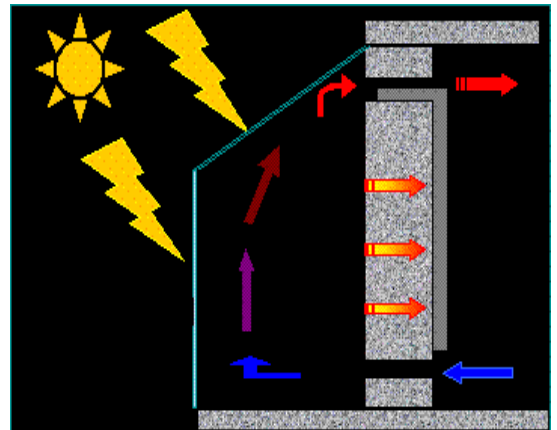
Τέλος, σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να προβλέπεται κινητό υαλοστάσιο ή υαλοστάσιο που μπορεί εύκολα να αποσυναρμολογηθεί για τον καθαρισμό του συστήματος, ιδιαίτερα στην περίπτωση του τοίχου με θυρίδες. [1,3,31]

Ηλιακοί χώροι ή θερμοκήπια

Είναι κλειστοί χώροι, με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας, ο οποίοι προσαρτώνται ή ενσωματώνονται σε τμήμα του κτηριακού κελύφους. Για την αποτελεσματική τους λειτουργία απαιτούνται:

- νότιος προσανατολισμός ($\pm 30^0$)
- θυρίδες ή και άλλα ανοίγματα (παράθυρα ή πόρτες) προς το εσωτερικό του κτηρίου
- σύστημα σκιασμού και αερισμού

Η ηλιακή ακτινοβολία, διερχόμενη από τα νότια υαλοστάσια του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμική και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του, ενώ μέρος της αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου (θερμική μάζα) και αποδίδεται με χρονική υστέρηση. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας, που συσσωρεύεται στον ηλιακό χώρο, προς το εσωτερικό του κτηρίου επιτυγχάνεται μέσω των θυρίδων ή ανοιγμάτων του κοινού δομικού στοιχείου.



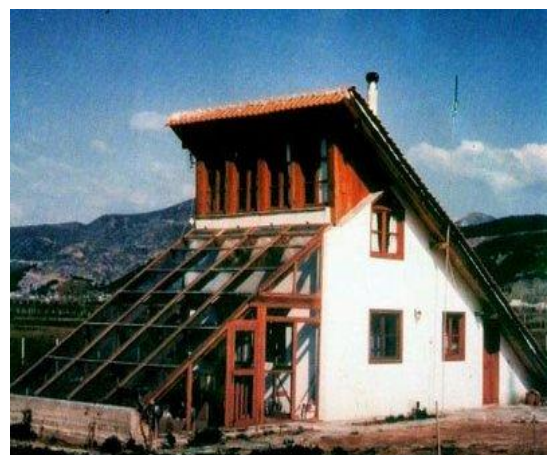
Εικ.5.1.4. Λειτουργία θερμοκηπίου [87]

Για τη μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο, συνιστάται η νυχτερινή προστασία του υαλοστασίου με θερμομονωτικά εσωτερικά πετάσματα, εκτός αν το τμήμα του κτηριακού κελύφους, με το οποίο ο ηλιακός χώρος βρίσκεται σε επαφή, είναι θερμομονωμένο. Ειδικότερα σε ψυχρά κλίματα συνιστάται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων στον ηλιακό χώρο, καθώς και θερμομόνωση του κοινού τμήματος της τοιχοποιίας.

Επίσης, για την αποφυγή υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο, απαιτείται σκιασμός της γυάλινης επιφάνειας του θερμοκηπίου με εξωτερικά κατά προτίμηση κινητά σκίαστρα, με σταθερά στέγαστρα, ή με φυλλοβόλο βλάστηση.

Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας συνιστάται να έχουν αδιαφανή οροφή, ή οροφή που να σκιάζεται απόλυτα τους θερινούς μήνες. Επί πλέον, απαιτείται αερισμός του ηλιακού χώρου μέσω των ανοιγμάτων του υαλοστασίου ή με πλήρη απομάκρυνση του υαλοστασίου.

Όπως προέκυψε από ενεργειακή ανάλυση του ΚΑΠΕ, η αποδοτικότερη λειτουργία του θερμοκηπίου στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας είναι αυτή κατά την οποία αυτό προσδίδει άμεσα τα ηλιακά του κέρδη στο κτήριο την ημέρα (με άνοιγμα πορτών και παραθύρων προς τους κύριους χώρους), ενώ παραμένει απομονωμένο, με κλειστά τα ανοίγματα, κατά τη διάρκεια της νύχτας.



Εικ.5.1.5. Όψη θερμοκηπίου [51]

Στην Ελλάδα, από μετρήσεις και προσομοιώσεις που έγιναν σε κατοικίες που εφαρμόζουν θερμοκήπια προκύπτει ότι αυτά συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της τάξης του 13 με 30%. [87]

Ηλιακά Αίθρια

Τα ηλιακά αίθρια αποτελούν ένα επιπλέον σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους.

Εδώ, η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτηρίου μέσω των ανοιγμάτων του, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά του στοιχεία.

Κατά τη χειμερινή περίοδο το ηλιακό αίθριο λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης. Κατά τη θερινή περίοδο όμως, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός του μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός.



Εικ.5.1.6. Ηλιακό αίθριο [50]

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενη ενότητα, τα αίθρια είτε ανοιχτά, είτε με κάλυψη, συνεισφέρουν στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού - ιδιαίτερα σε κτήρια μεγάλης επιφάνειας -, ανάλογα με τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά και τα οπτικά χαρακτηριστικά των επιφανειών τους (ανακλαστικότητα των τοίχων και του δαπέδου, οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων που βρίσκονται στους χώρους που περιβάλλουν το αίθριο ή και στην οροφή). Για το λόγο αυτό, θα πρέπει κατά το σχεδιασμό των αιθρίων να συνυπολογίζονται οι επιδράσεις των χαρακτηριστικών αυτών στην οπτική άνεση των εσωτερικών χώρων, πάντα σε συνδυασμό με την επίδρασή τους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου.

Θερμοσιφωνικά πανέλα ή αεροσυλλέκτες

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

Έχει νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση έως $\pm 30^{\circ}$ από το νότο και κλίση είτε κατακόρυφη, είτε υπό γωνία, με βέλτιστη κλίση τις $30-40^{\circ}$ για τον ελλαδικό χώρο. Χαρακτηριστικό είναι ότι επειδή απομονώνεται εύκολα από το κτήριο, δεν απαιτούνται στοιχεία ηλιοπροστασίας και επίσης, μπορεί να αξιοποιηθεί η βέλτιστη κλίση για τη χειμερινή δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς επιπτώσεις υπερθέρμανσης. Η θερμότητα που συλλέγεται μέσω αυτού, αποθηκεύεται είτε στα δομικά στοιχεία του κτηρίου, είτε σε υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας.



Εικ.5.1.7. Θερμοσιφωνικό Πανέλο [31]

Αποτελείται από υαλοπίνακα, τοποθετημένο σε μικρή απόσταση (2-5εκ.) μπροστά από μεταλλική επιφάνεια, σκούρου χρώματος (μαύρου) και το όλο σύστημα θερμομονώνεται. Συνδέεται με το κτήριο με θυρίδες εισροής και εκροής του αέρα του εσωτερικού χώρου προς και από το πανέλο. Οι θυρίδες αυτές τοποθετούνται καθ' όλο το πλάτος του πανέλου, με διάμετρο 20-30εκ. Ο χώρος θερμαίνεται μέσω του φαινομένου του θερμοσιφωνισμού. Ο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου εισέρχεται στο κατώτερο μέρος του θερμοσιφωνικού πανέλου από την κατώτατη θυρίδα του όπου θερμαίνεται, ανέρχεται ως ελαφρότερος και εξέρχεται στον εσωτερικό χώρο από την ανώτατη θυρίδα του.

Η απόδοση του θερμοσιφωνικού πανέλου 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 3 μέτρα. [31]

Το θερμοσιφωνικό πανέλο 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 κτήριο (κλείσιμο των θυρίδων, σκίαση του πανέλου, άνοιγμα του υαλοπίνακα στο ανώτατο και κατώτερο μέρος του), αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση του χώρου.

Τέλος, σε περίπτωση που τοποθετείται κεκλιμένα, έχει καλύτερη απόδοση αλλά χρειάζεται περισσότερο ελεύθερο χώρο. Προσαρτημένο κατακόρυφα στον τοίχο μπορεί να εναρμονισθεί αισθητικά με το κτήριο πιο εύκολα.

Τοιχοποιία με διαφανή μόνωση

Πρόκειται για τοίχο νότιου προσανατολισμού με απόκλιση έως $\pm 30^\circ$, με υλικό μεγάλης θερμοχωρητικότητας (συνήθως τούβλο), εξωτερικά του οποίου τοποθετείται διαφανής μόνωση χωρίς επίχρισμα και η εξωτερική παρειά του 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.

Η διαφανής μόνωση είναι θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής και 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 κτηρίου εξαρτάται από τα εξής:

- Τον προσανατολισμό και τη σκίαση του τοίχου από τον περιβάλλοντα χώρο, προεξοχές του κτηρίου ή και 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 τη θερμοπερατότητα. [1,3,31,87]

5.1.4. Συμπεράσματα

Η χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων συμβάλλει ουσιαστικά στη ρύθμιση των συνθηκών θερμικής άνεσης του κτηρίου για θέρμανση. Όσον αφορά την επιλογή του κατάλληλου συστήματος, εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τη λειτουργικότητα του κτηρίου και τα αναμενόμενα ενεργειακά αποτελέσματα, όπως θα προκύψουν μετά από τους σχετικούς υπολογισμούς. Η τελική απόφαση έγκειται στην επιλογή του χρήστη που περιλαμβάνει διάφορους παράγοντες, όπως το κόστος και ο χρόνος απόσβεσής του, η αισθητική και η ευκολία εγκατάστασης.

Από τη μελέτη εφαρμογών των συστημάτων αυτών στη Ελλάδα και από μετρήσεις που έγιναν από το ΚΑΠΕ παρατηρούμε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση που παρουσιάζουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι ιδιαίτερα σημαντική, υπερτερώντας σε σχέση με τις συμβατικές πηγές θερμικής ενέργειας, με την προϋπόθεση ότι πρέπει να συνδυαστούν με αντίστροφες μεθόδους ηλιοπροστασίας και σκίασης ώστε να ελαχιστοποιήσουν τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι.

Πιο συγκεκριμένα εκτός από την πολύ σημαντική συνεισφορά του άμεσου ηλιακού κέρδους, τα συστήματα έμμεσου κέρδους συνεισφέρουν στο ενεργειακό ισοζύγιο:

- Ηλιακοί χώροι – Θερμοκήπια έως 60%
- Θερμικοί τοίχοι 20 – 35%

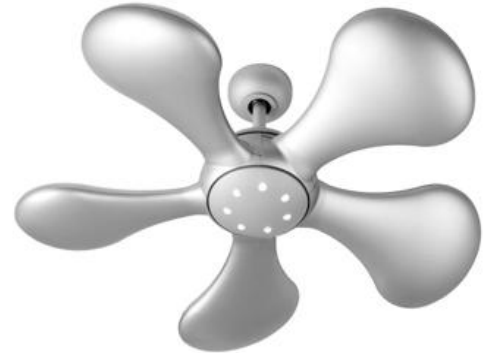
Φυσικά, η εφαρμογή ενός ή περισσότερων παθητικών συστημάτων σε ένα κτήριο δεν το καθιστά αυτομάτως βιοκλιματικό. Ο στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι να προσφέρει ένα θερμικά άνετο και υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον, μειώνοντας στο ελάχιστο την επίδραση τους στο περιβάλλον, προστατεύοντας την υγεία του ανθρώπου και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής. Ένας τρόπος επίτευξης αυτών των στόχων είναι τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση των κτηρίων, αλλά εξίσου σημαντικός είναι και ο οικολογικός τρόπος δόμησης, με την προσεκτική επιλογή των υλικών και ο ορθός σχεδιασμός που συνεισφέρει τα μέγιστα στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. [87,95]

5.2. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

5.2.1. Συστήματα Φυσικού Αερισμού

Ανεμιστήρες οροφής

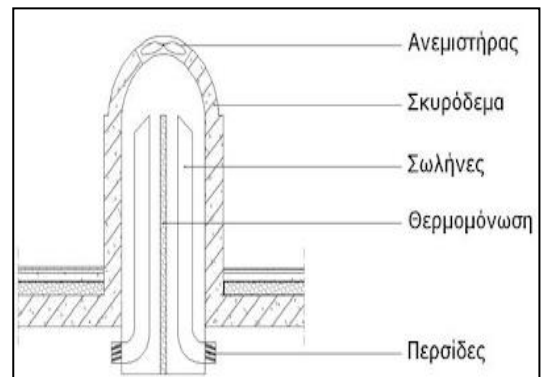
Η χρήση τους - σε συνδυασμό με τις κατάλληλες τεχνικές φυσικού δροσισμού του κτηρίου (επαρκή σκίαση και νυχτερινό αερισμό) ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού (υβριδικού), με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθειες (περίπου 2-3 °C) [87], καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται, μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Έτσι, μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων για πολλές ώρες.



Εικ.5.2.1. Ανεμιστήρας οροφής [106]

Καμινάδα ή πύργος αερισμού

Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί (σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτηρίου) αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτηρίου. Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτηρίων.



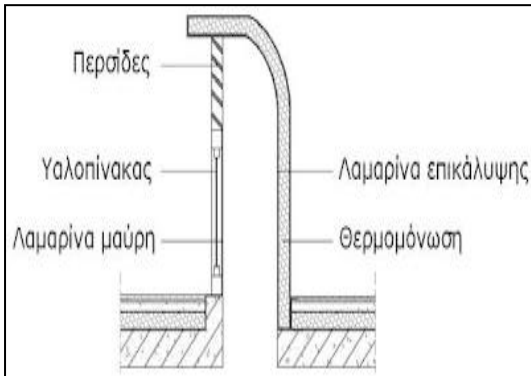
Εικ.5.2.2. Ενδεικτική τομή καμινάδας αερισμού [31]

Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτηρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτήριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

Ηλιακή καμινάδα

Η ηλιακή καμινάδα αποτελεί αποτελεσματική τεχνική για το φυσικό αερισμό και την απομάκρυνση της υγρασίας από τον εσωτερικό χώρο. Η συνηθισμένη κατασκευή είναι μια προεξέχουσα από το κέλυφος του κτηρίου κατασκευή της οποίας η μια πλευρά, νότια, ανατολική ή δυτική είναι γυάλινη με περσίδες στο άνω μέρος. Μπορεί επίσης να είναι μία ορθογωνική διατομή, προσαρτημένη στην εξωτερική πλευρά του τοίχου, που συνδέεται με τον εσωτερικό χώρο με άνοιγμα/θυρίδα. Στο ανώτατο σημείο της καμινάδας τοποθετείται θυρίδα αερισμού προς το εξωτερικό περιβάλλον, επιτρέποντας τη συνεχή κίνηση του αέρα.

Ανάλογα με τη λειτουργία της, για νυκτερινό ή ημερήσιο αερισμό, επιλέγεται ελαφροβαρής ή με μεγάλη θερμική μάζα κατασκευή, αντίστοιχα. Η εξωτερική πλευρά της ηλιακής καμινάδας μπορεί να έχει θερμική μάζα απευθείας εκτεθειμένη στον ήλιο, θερμική μάζα καλυμμένη με γυάλινη εξωτερική επιφάνεια, γυάλινη εξωτερική επιφάνεια και θερμική μάζα στην εσωτερική παρειά της καμινάδας ή κάποια ελαφροβαρή κατασκευή, ή μεταλλική επιφάνεια, κ.ά.



Εικ.5.2.3. Ενδεικτική τομή ηλιακής καμινάδας [31]



Εικ.5.2.4. Ηλιακές καμινάδες σε κτήριο [31]

Οι μεγαλύτερες αποδόσεις της ηλιακής καμινάδας παρατηρούνται για νότιο ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό, με βέλτιστο προσανατολισμό τον τελευταίο. Για ημερήσιο αερισμό, ο ήλιος ζεσταίνει τον αέρα που βρίσκεται μέσα στην καμινάδα, ο οποίος γίνεται ελαφρύτερος και απομακρύνεται προς τα πάνω, ενώ ψυχρότερος αέρας από κάτω τον αντικαθιστά. Για απογευματινό – νυκτερινό αερισμό, η ηλιακή καμινάδα παραμένει κλειστή κατά τη διάρκεια της ημέρας και αποθηκεύει θερμότητα στη θερμική της μάζα, η οποία αποδίδεται στον αέρα όταν αρχίζει ο αερισμός και ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται με αποτέλεσμα τη διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα και το φυσικό δροσίσιμο του χώρου και συνιστάται γι' αυτό, σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο. [31,77]

Διπλή επιδερμίδα

Η διπλή επιδερμίδα αποτελεί μια νέα τεχνική, η οποία εφαρμόζεται σε κτήρια κατασκευασμένα από γυαλί και χρησιμοποιείται είτε για την ανανέωση του εσωτερικού αέρα είτε για την απαγωγή της θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου. Αποτελείται από δύο γυάλινες επιφάνειες με ενδιάμεσο κενό, στο οποίο κινείται αέρας και η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi, όπως και η ηλιακή καμινάδα. Για την ενεργειακή απόδοση του συστήματος είναι αναγκαία η ύπαρξη θυρίδων στην βάση του ανοίγματος για την είσοδο φρέσκου αέρα και στην κορυφή του για την απαγωγή του ζεστού αέρα.

Πρέπει, ωστόσο, να τονιστεί ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για την σκίαση του εσωτερικού χώρου, προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα θάμβωσης ή απευθείας πρόσπτωσης του ήλιου σε επιφάνειες που χρησιμοποιούνται από τους εργαζόμενους (κτήρια γραφείων). Προς τούτο, επιβάλλεται η πρόβλεψη σκιάστρων/περισίδων στο κενό, ανάμεσα στις δυο γυάλινες επιφάνειες, σε επαφή με την εσωτερική παρειά του γυαλιού. [31]

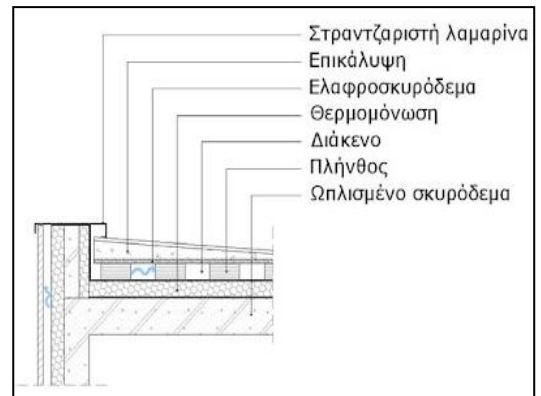


Εικ.5.2.6. Λεπτομέρεια διπλού κελύφους σε κτήριο[31]

5.2.2. Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού

Αεριζόμενο κέλυφος

Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους, είτε στο δώμα είτε στους εξωτερικούς τοίχους του κτηρίου με ενδιάμεσο κενό, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί εξωτερικός αέρας. Το αεριζόμενο κέλυφος συμβάλλει στη μείωση της θερμικής επιβάρυνσης της πλάκας της οροφής ή του τοίχου από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία κατά τη θερινή περίοδο και στην αυξημένη θερμική προστασία του κτηρίου κατά τη χειμερινή, αφού περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον.



Εικ.5.2.5. Ενδεικτική τομή αεριζόμενου δώματος [31]

Ως προς την κατασκευή του αεριζόμενου δώματος απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση της θερμομόνωσης, η οποία πρέπει να βρίσκεται σε επαφή με την πλάκα του οπλισμένου σκυροδέματος. Το κενό, στο οποίο κυκλοφορεί ο αέρας, δημιουργείται επάνω από τη θερμομόνωση και ακολουθούν οι στρώσεις στεγάνωσης.

Δροσισμός μέσω εδάφους

Κατά τους θερινούς μήνες η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλότερη από τις θερμοκρασίες του εδαφικού υλικού - που ποικίλλουν ανάλογα με το βάθος, την περιεχόμενη υγρασία και την αγωγιμότητά του -, προσφέροντας έτσι έναν πολύτιμο απαγωγέα για τη διάχυση της θερμότητας που πλεονάζει σε ένα κτήριο. Η διάχυση της θερμότητας προς το έδαφος επιτυγχάνεται με αγωγιμότητα ή με μεταφορά.

Στην πρώτη περίπτωση μέρος του κτηρίου πρέπει να έρχεται σε άμεση επαφή με το εδαφικό υλικό (υπόσκαφο ή ημιυπόσκαφο κτήριο), ώστε να απομακρύνεται θερμότητα από το εσωτερικό του. Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει αμόνωτο, ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος. Τέλος, στα σημεία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία που πλησιάζει αυτή του εξωτερικού αέρα, συνιστάται περιμετρική θερμομόνωση για παρεμπόδιση της μετάδοσης της θερμότητας στο κτήριο.

Στη δεύτερη περίπτωση ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτηρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται σε αυτό ψυχρότερος. Το σύστημα αυτό μπορεί να συνδυαστεί επίσης και με σύστημα κλιματισμού, συντελώντας έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη του κτηρίου, αφού μειώνει τη θερμοκρασιακή διαφορά εισερχόμενου-εξερχόμενου αέρα από το σύστημα και επομένως μειώνει την εγκαταστημένη ισχύ του συστήματος και την ενέργεια που αυτό καταναλώνει. Τέλος, μπορεί να λειτουργήσει και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

Δροσισμός με νυχτερινή ακτινοβολία

Το φαινόμενο του δροσισμού από ακτινοβολία βασίζεται στο γεγονός ότι αν δύο στοιχεία που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες αντικρίσουν το ένα το άλλο, το ψυχρότερο κρατιέται σε σταθερή θερμοκρασία και το θερμότερο ψύχεται τόσο, ώστε να φτάσει σε κατάσταση ισορροπίας προς το ψυχρότερο (για να συμβεί κάτι τέτοιο βέβαια πρέπει να σημειωθεί ότι οι διαφορές θερμοκρασίες των δύο σωμάτων πρέπει να είναι τουλάχιστον 7 °C). [38]

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτηρίων και κυρίως οι οροφές τους ακτινοβολούν θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας προς τον ουρανό, ο οποίος λειτουργεί ως «μαύρο σώμα». Συγκεκριμένα, όσο πιο καθαρός είναι και όσο χαμηλότερη είναι η υγρασία που περιέχει ο αέρας, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα ακτινοβολίας που εκπέμπεται. Για να είναι όμως αποτελεσματική, πρέπει η επιφάνεια ακτινοβολίας να είναι έτσι κατασκευασμένη, ώστε η συσσωρευμένη κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμότητα να έχει τη δυνατότητα να διοχετευθεί, μέσω κατάλληλης κατασκευής, προς την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους.

Πρακτικά, η - νυχτερινή - ακτινοβολία μεγάλης ποσότητας θερμικής ενέργειας από το κτήριο προϋποθέτει οροφή χωρίς μόνωση. Ωστόσο, η μόνωσή της είναι απαραίτητη για την προστασία του κτηρίου από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας, ώστε το σύστημα δροσισμού να αποτελεί πάντα μια ειδική κατασκευή. Τα συνηθέστερα συστήματα νυχτερινής ακτινοβολίας είναι ο μεταλλικός ακτινοβολητής τοποθετημένος στην οροφή του κτηρίου και η λίμνη οροφής.

Δροσισμός με εξάτμιση

Εξάτμιση συμβαίνει όταν η πίεση των ατμών του νερού (υπό τη μορφή σταγονιδίων ή βρεγμένης επιφάνειας) είναι υψηλότερη από τη μερική πίεση των υδρατμών στην παρακείμενη ατμόσφαιρα. Η φάση αλλαγής του νερού από υγρό σε ατμό συνοδεύεται από την απορρόφηση μεγάλης ποσότητας θερμότητας από τον αέρα που συνεπάγεται τη μείωση της θερμοκρασίας του και την αύξηση της υγρασίας του. Έτσι, η τεχνική αυτή συνιστάται σε περιοχές με σχετικά χαμηλή υγρασία.

Υπάρχουν δύο τύποι εξατμιστικού δροσισμού, ο άμεσος και ο έμμεσος: στον πρώτο ο δροσιζόμενος αέρας εισέρχεται απ' ευθείας στο κτήριο, αυξάνοντας τη σχετική υγρασία των χώρων του. Η διαδικασία αυτή είναι αποδεκτή όταν ο αριθμός ανανέωσης του αέρα είναι ικανοποιητικός. Στον έμμεσο δε, ο αέρας ψύχει το κέλυφος του κτηρίου και η δροσιά αποδίδεται στο εσωτερικό του με χρόνο υστέρησης που εξαρτάται από τις ιδιότητες των υλικών του. Τέλος, οι τεχνικές εξατμιστικού δροσισμού ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες: τις παθητικές και τις υβριδικές.

Οι παθητικές βασίζονται σε στοιχεία του περιβάλλοντος του κτηρίου ή και του γειτονικού περιβάλλοντος χώρου και περιλαμβάνουν τη χρήση συντριβανιών, κρηνών και μικρών λιμνών σε εσωτερικές αυλές και αίθρια ή σε πύργους δροσισμού, καθώς και τη χρήση βλάστησης, τη φύτευση δώματος ή στέγης (που αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο).



Εικ.5.2.7. Τεχνητή λίμνη σε αυλή κατοικίας [87]

Οι υβριδικές τεχνικές από την άλλη, βασίζονται σε μηχανικό εξοπλισμό για την παροχή δροσισμού. Συγκεκριμένα τα υβριδικά συστήματα επιτρέπουν στον εσωτερικό αέρα να ψύχεται χωρίς αύξηση της υγρασίας. Ο εσωτερικός αέρας περνά μέσα από εναλλάκτη θερμότητας, όπου ένα ποσοστό της θερμότητας απορροφάται από εξωτερικό αέρα που έχει ψυχθεί εξατμιστικά.

Τα συνηθέστερα συστήματα εξατμιστικού δροσισμού είναι:

- Εσωτερική δεξαμενή νερού: μέσα στο κτήριο υπάρχει επιφάνεια στάσιμου ή ρέοντος νερού σε κάποια κατάλληλη θέση, έτσι ώστε ο εισερχόμενος αέρας να απορροφά υγρασία και έτσι να μειώνεται η θερμοκρασία του και στη συνέχεια να ψύχει το χώρο.
- Οροφή νερού: είναι ένας τοίχος θερμικής αποθηκεύσεως που περιλαμβάνει πλαστικούς σάκους γεμάτους νερό ή δεξαμενή νερού στην οροφή του κτηρίου. Το χειμώνα λειτουργεί ως σύστημα θέρμανσης και το καλοκαίρι ως σύστημα ψύξης.
- Ψεκάσμος οροφής: η οροφή βρέχεται με νερό, το οποίο εξατμίζεται και απάγει θερμότητα από το κέλυφος του κτηρίου. Έτσι το ψυχρότερο κέλυφος συμβάλλει στην απαγωγή της θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου προς το περιβάλλον.

Τα δύο τελευταία απαιτούν καλή υγρομόνωση της οροφής ώστε να αποφεύγονται προβλήματα υγρασίας στις εσωτερικές επιφάνειες του κτηρίου. [1,19,38,87]

5.3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΨΥΞΗΣ

5.3.1. Σόμπες Pellet

Οι σόμπες αυτές καταναλώνουν pellets - αναλύθηκαν στο 1^ο κεφάλαιο - και λειτουργούν με υψηλότερο ποσοστό απόδοσης στη θέρμανση από τις συνηθισμένες σόμπες ξύλου, με αποτέλεσμα να παράγουν πολύ λίγη ατμοσφαιρική ρύπανση. Έχουν την καθαρότερη καύση από όλα τα άλλα στερεά καύσιμα, με απόδοση 78% - 85%. Υπάρχουν δύο τύποι σομπών καύσης pellet, ανάλογα με το αν συνδέονται με το κεντρικό δίκτυο θέρμανσης ή όχι, οι σόμπες νερού ή αέρα αντίστοιχα.

Σόμπες pellet αέρα: Η αρχή λειτουργίας της σόμπας αέρα βασίζεται στην καύση pellet που γίνεται με αυτόματο τρόπο. Ο ζεστός αέρας που παράγεται από την καύση του διοχετεύεται στο χώρο από τις περσίδες που έχει η σόμπα, με αποτέλεσμα η θέρμανση του χώρου να είναι άμεση. Διαθέτει επίσης, αυτόματο χρονοθερμοστάτη για προγραμματισμό λειτουργίας.

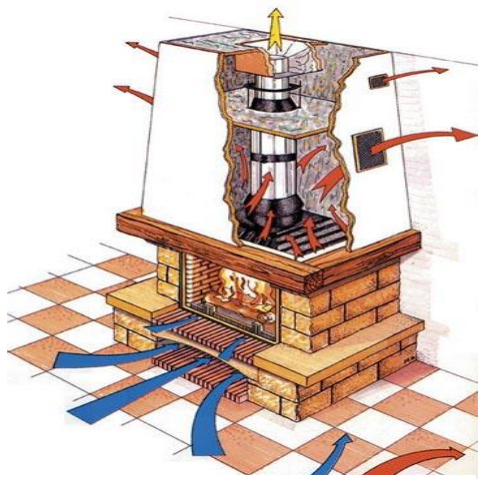
Σόμπες pellet νερού: Η λειτουργία της σόμπας νερού είναι παρόμοια με αυτή του λέβητα αφού στο δίκτυο θέρμανσης και λειτουργεί σαν λέβητας. Πιο αναλυτικά η καύση pellet γίνεται αυτόματα και κατά τη διάρκεια της ζεσταίνει το νερό που στη συνέχεια με τη βοήθεια του κυκλοφορητή θα διοχετευτεί στο δίκτυο της θέρμανσης (θερμαντικά σώματα). [99]



Εικ.5.3.1. Σόμπα καύσης pellet [99]

5.3.2. Ενεργειακές Εστίες

Τα ενεργειακά τζάκια είναι εστίες κλειστού τύπου κατασκευασμένες από πυρότουβλα ή μαντέμι με κατάλληλο πυρίμαχο τζάμι. Ο βαθμός απόδοσης των εστιών αυτών είναι εξαιρετικά υψηλός (70 - 75%) εξαιτίας της ελεγχόμενης καύσης τους. Πρόκειται για κατασκευές υψηλής τεχνολογίας που προσφέρονται για κύρια θέρμανση με ομοιόμορφη θερμοκρασία, ακόμη και ολόκληρου του κτηρίου.



Εικ. 5.3.2. Σχηματική απεικόνιση ενεργειακού τζακιού [91]

Τούτο επιτυγχάνεται είτε με τα θερμοδυναμικά ή αερόθερμα ενεργειακά τζάκια, με τα οποία γίνεται διανομή ζεστού αέρα σε κάθε χώρο του κτηρίου με κατάλληλους αεραγωγούς και βεντιλατέρ, είτε με σώματα καλοριφέρ δηλαδή μέσω των ενεργειακών τζακιών καλοριφέρ. Σ' αυτή τη μορφή τζακιού, η εστία καλοριφέρ είναι στην ουσία ένας λέβητας ξύλων, γι' αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απλό τζάκι, δηλαδή χωρίς την εγκατάσταση των σωμάτων και την κυκλοφορία νερού, διότι θα καταστραφεί ο λέβητας.

Τα ενεργειακά θερμοδυναμικά ή αερόθερμα τζάκια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως κύρια πηγή θέρμανσης, χωρίς αεραγωγούς ή διανομή αέρα. Στην περίπτωση αυτή, ωστόσο, η θερμοκρασία στους διάφορους χώρους του κτηρίου δεν θα είναι ομοιόμορφη, αλλά θα παρουσιάζει μικρές διακυμάνσεις από χώρο σε χώρο. Η τελική επιλογή γίνεται με γνώμονα τη χρήση του κτηρίου και τις ανάγκες σε θέρμανση που καλείται να καλύψει.

- Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους τα ενεργειακά τζάκια διακρίνονται σε:
- Τζάκια συνεχούς καύσης με αεροστεγή θάλαμο, για μεγάλη διάρκεια καύσης συγκεκριμένης ποσότητας ξύλων, που υπερβαίνει τις 10 ώρες.
 - Τζάκια διακεκομμένης καύσης, χωρίς αεροστεγές σφράγισμα, με διάρκεια καύσης μικρότερη των 10 ωρών για συγκεκριμένη ποσότητα ξύλων.
 - Τζάκια με επανάκαυση καπναερίων. Τα καπναέρια της πρωτογενούς καύσης καίγονται με δευτερεύουσα φλόγα πριν εισαχθούν στη χοάνη απαγωγής, χαρίζοντας έτσι το εντυπωσιακό θέαμα της διπλής φλόγας.



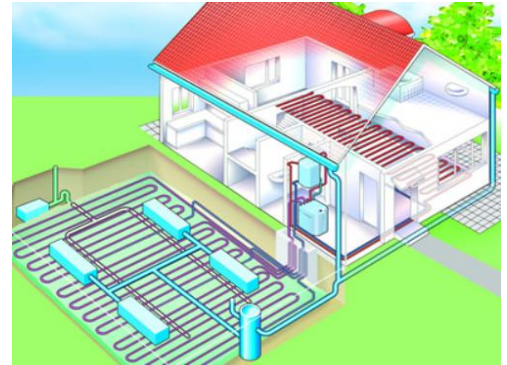
Εικ.5.3.3. Ενεργειακή εστία [109]

Τα ενεργειακά τζάκια επομένως, δύνανται να καλύψουν τις πρόσθετες ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση ενός κτηρίου και να υποκαταστήσουν τα συμβατικά συστήματα κεντρικής θέρμανσης. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα με ειδικό υποσύστημα να ζεστάνουν νερό το οποίο ένας κυκλοφορητής μπορεί να διοχετεύσει σε κλασικά σώματα θέρμανσης. Έτσι, αποδεικνύονται ιδιαίτερα οικονομικά ως προς τη λειτουργία τους, ενώ παράλληλα είναι φιλικά προς το περιβάλλον. [91,133,153]

5.3.3. Γεωθερμική Αντλία

Μία εναλλακτική πρόταση τόσο για τη θέρμανση, όσο και την ψύξη του κτηρίου αποτελεί η χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας. Τα συστήματα αυτά εκμεταλλεύονται τη σταθερή θερμοκρασία της γης, αντλώντας ενέργεια και επιτρέποντας τη μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή θέρμανσης, δροσισμού, καθώς και ζεστού νερού χρήσης. Στη γεωθερμία μια πλήρης εγκατάσταση αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

- γεωθερμικός εναλλάκτης κλειστού ή ανοιχτού κυκλώματος: στην πρώτη περίπτωση η θερμότητα μεταφέρεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων που είναι ανάλογα με το βάθος τους σε οριζόντια (1,2-1,8μ.) ή κατακόρυφη διάταξη (50-150μ.), ενώ στη δεύτερη μεταφέρεται μέσω γεώτρησης υδάτων, υπόγειων ή επιφανειακών και ενδείκνυται σε περιοχές με χαμηλό βάθος υδροφόρου οριζόντα, ώστε να απαιτούνται μικρές γεωτρήσεις



Εικ.5.3.4. Σύστημα αβαθούς γεωθερμίας [72]

- γεωθερμική αντλία θερμότητας: εδώ φτάνει το νερό από τον εναλλάκτη σε σταθερή θερμοκρασία και χρησιμοποιείται για την αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας του κτηρίου. (Στην ουσία η λειτουργία της είναι παρόμοια με αυτή των κλιματιστικών, με τη διαφορά ότι ενώ τα τελευταία χρησιμοποιούν τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος, η γεωθερμική αντλία χρησιμοποιεί τη θερμοκρασία του νερού)
- εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης - ψύξης: είναι ένα επιπλέον δίκτυο σωληνώσεων που συνδέεται με την αντλία και παραλαμβάνει ή αποδίδει θερμότητα. Μπορεί να είναι είτε ενδοδαπέδιο, είτε επιτοίχιο είτε δίκτυο με fan coils που είναι θερμαντικά σώματα με ενσωματωμένο ανεμιστήρα.

Τα κύρια πλεονεκτήματα που προκύπτουν από αυτή την εφαρμογή είναι πολλαπλά:

- Εξοικονόμηση ενέργειας: μέσω της πολύ χαμηλής κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος και της παραγωγής πολλαπλάσιας θερμικής και ψυκτικής ενέργειας
- Μεγάλη απόδοση: ο βαθμός απόδοσης μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, δηλαδή η ποσότητα θερμικής ενέργειας που παράγει σε σχέση με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει, είναι στην πράξη 4,0 έως 5,5.
- Διαθεσιμότητα: Λειτουργεί χωρίς πρόβλημα σε οποιεσδήποτε καιρικές και θερμοκρασιακές συνθήκες περιβάλλοντος, υπό το μηδέν το χειμώνα και πάνω από 40°C το καλοκαίρι, αφού η αντλία τροφοδοτείται από τον εναλλάκτη με νερό αμετάβλητης θερμοκρασίας, ίσης περίπου με αυτή που επικρατεί στο υπέδαφος κάτω από το κτήριο.
- Προστασία του περιβάλλοντος: χρησιμοποιώντας την καθαρή γεωθερμική ενέργεια, εκτοπίζει το ρυπογόνο πετρέλαιο και μειώνει την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, που, όπως είναι γνωστό, παράγεται στη χώρα μας κυρίως στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς από ρυπογόνα καύσιμα. [38,81,101,112]

6. Η ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο όρος παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι άμεσα συνυφασμένος με την κατασκευαστική πρακτική, όπως αυτή προκύπτει από τη συσσώρευση γνώσεων μέσα από την παρατήρηση και τη μακρόχρονη εμπειρία του ανθρώπου, για την κάλυψη των βιοτικών του αναγκών. Ο τύπος αυτός αρχιτεκτονικής είναι αποτέλεσμα της αρμονικής σύζευξης ανάμεσα στο τεχνητά αναγκαίο και το περιβαλλοντικά επιτρεπτό, καθώς αναπτύχθηκε και εξελίχθηκε στην προβιομηχανική περίοδο και καθοδηγήθηκε από τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους και τα περιορισμένα μέσα.

Μέσα από τα δείγματα της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής στον ελλαδικό χώρο (καθώς και σε ευρύτερη κλίμακα), διαπιστώνεται ότι οι βασικοί παράγοντες κατά το σχεδιασμό είναι κλιματικοί καθώς και πολιτισμικοί. Έτσι, τα μορφολογικά και δομικά χαρακτηριστικά των κατασκευών καθορίζονται από τοπικές παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, ο άνεμος, οι βροχοπτώσεις κλπ. και διαμορφώνονται σύμφωνα με την εκάστοτε παράδοση.

Συγκεκριμένα, σε ψυχρά κλίματα απαντώνται κτήρια με μεγάλη θερμική μάζα ή σημαντική θερμομόνωση και με μικρά (ή καθόλου) ανοίγματα, ενώ σε θερμά προτιμώνται οι ελαφριές κατασκευές, με ανοίγματα που επιτρέπουν το διαμπερή ή κατακόρυφο αερισμό. Επίσης, σε περιοχές με υψηλές κατακρημνίσεις συναντώνται επικλινείς στέγες, ενώ στην αντίθετη περίπτωση επίπεδα δώματα. Αντίστοιχα, σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους, επιχειρείται τέτοια ογκοπλαστικότητα, έτσι ώστε η επιφάνεια που εκτίθεται προς αυτούς να είναι η ελάχιστη δυνατή.

Είναι προφανές λοιπόν, πως στην ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική ο άνθρωπος αξιοποιεί κάθε μορφή των διατιθέμενων φυσικών πόρων και εξοικονομεί κάθε απόθεμά τους. Το τοπίο, ο προσανατολισμός, τα τοπικά κλιματολογικά-γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, τα επιτόπια υλικά δόμησης χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία οικονομικών και λειτουργικών κελυφών ζωής, απόλυτα ενταγμένων στο ευρύτερο φυσικό περιβάλλον. Συνεπώς, εύλογα μπορεί να διαπιστωθεί ότι η φιλοσοφία της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής ταυτίζεται με εκείνη της αειφορίας και η μελέτη της μπορεί να αποτελέσει βάση αναφοράς για τη σύγχρονη βιοκλιματική δόμηση, καθώς και να προάγει τη γνώση για την αειφορική διαχείριση του σύγχρονου δομημένου περιβάλλοντος. [18]

6.2. Η ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στο σύνολο της ελληνικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, γίνεται αντιληπτή η ενσωμάτωση των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος τόσο στη χωροταξική, όσο και στην αρχιτεκτονική δομή των οικισμών. Έτσι, αφετηρία της οικοδόμησης των παραδοσιακών οικισμών και της κατοικίας, αποτελεί η επιλογή της τοποθεσίας με γενικό κριτήριο τη γεωμορφολογία, τις κλιματικές συνθήκες και τους υπάρχοντες φυσικούς πόρους και ειδικότερα τη θέση της ως προς τον ήλιο, τον άνεμο και τη γειτνίαση με το υδάτινο στοιχείο. Συγκεκριμένα, κατάλληλη τοποθεσία θεωρείται εκείνη που διαθέτει σταθερό έδαφος, φυσικές πηγές νερού, βλάστηση, ενώ παράλληλα προστατεύεται από τους βόρειους ανέμους και αξιοποιεί το νότιο προσανατολισμό.

Έτσι, οι οικισμοί στα ηπειρωτικά τμήματα αναπτύσσονται στις νότιες πλαγιές των βουνών, ώστε ο ορεινός όγκος πίσω τους να λειτουργεί ανασχετικά ως προς τους βόρειους ανέμους, ενώ τα ανοίγματα των κατοικιών τους είναι στραμμένα προς το νότο.

Η διάταξη των δρόμων, των μονοπατιών αλλά και των κτηρίων ακολουθεί τις φυσικές κλίσεις του εδάφους, έτσι ώστε αφενός τα κτίσματα και οι χαράξεις να εντάσσονται ομαλά στο φυσικό τοπίο, αφετέρου να γίνεται η βέλτιστη αξιοποίηση του χώρου και να επιτυγχάνεται οικονομία κινήσεων.

Η διάταξη των κτισμάτων είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζεται ο επαρκής ηλιασμός και φωτισμός τους, καθώς επίσης και ελεγχόμενη είσοδος του αέρα στο εσωτερικό τους. Έτσι, στις θερμές περιοχές η δόμηση είναι πυκνή, ώστε η διόδος του αέρα μέσα από τα στενά δρομάκια να δημιουργεί συνθήκες δροσισμού χαμηλώνοντας τη θερμοκρασία, ενώ στις ψυχρές αραιότερη, ώστε να αποφεύγεται το ενδεχόμενο στροβιλισμού. Επίσης, τα κτίσματα διατάσσονται με τρόπο που να εξασφαλίζεται η κατά το δυνατόν ανεμπόδιση θέα και ιδιαίτερα σε περιοχές με έντονες κλίσεις εδάφους.

Το σύνολο του οικισμού χτίζεται με γνώμονα την ισορροπημένη κατανομή των πηγών νερού στο χώρο, για τη βέλτιστη εξυπηρέτηση όλων των επιμέρους γειτονιών, ενώ οι δημόσιες λειτουργίες (πλατεία, αγορά, σχολείο, εκκλησία, κλπ.) βρίσκονται συγκεντρωμένες είτε σε ένα κέντρο είτε σε περισσότερα του ενός, κεντρικά σημεία του οικισμού, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η πρόσβαση και η εξυπηρέτηση όλων των κατοίκων.

Χαρακτηριστικά παραδοσιακής κατοικίας

Όσον αφορά τον προσανατολισμό της, είναι κατά κανόνα νότιος-νοτιοανατολικός, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη χειμερινή περίοδο και ταυτόχρονα να αποφεύγεται η υπερθέρμανση της οικίας κατά τη θερινή, αφού αυτός είναι που δέχεται τη λιγότερη ακτινοβολία την εν λόγω περίοδο.

Στη μικροκλίμακα της κατοικίας η οργάνωση της κάτοψης παίζει καθοριστικό ρόλο για τη δημιουργία ενός θετικού μικροκλίματος βιολογικής άνεσης. Κατά τύπους υπάρχουν διαφοροποιήσεις ως προς το σχήμα της, σε μορφή «πι» ή σε «γάμμα», σε ορθογωνική ή τετραγωνική, σε ανοιχτή ή κλειστή μορφή. Όσον αφορά την ανοιχτή μορφή, χαρακτηριστική είναι η δημιουργία ενός περικλειστού υπαίθριου χώρου στον όγκο του κτηρίου, το επονομαζόμενο «λιακωτό» ή μιας ημιυπαίθριας προέκτασης του εσωτερικού χώρου, το χαγιάτι που είναι στραμμένα στο νότο.



Εικ.6.2.1. Αρχοντικό με σαχισιά στην Καστοριά [67]



Εικ.6.2.2. Πέτρινο σπίτι στα Πιέρια Όρη [117]

Επίσης, κατά τόπους δημιουργούνται προεξοχές στηριγμένες σε ξύλινα δοκάρια οι οποίες βρίσκονται πέρα από τα όρια της τοιχοποιίας του ισογείου, τα επονομαζόμενα «σαχνισιά».

Η διάταξη των χώρων είναι τέτοια, ώστε να αντιμετωπίζονται οι κλιματικές συνθήκες κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο, διαμορφώνοντας χειμερινούς και θερινούς χώρους διαμονής. Οι θερινοί χώροι κατασκευάζονται συνήθως στον όροφο και η εξωτερική τους τοιχοποιία γίνεται από τσατμά (με διάφορες παραλλαγές από περιοχή σε περιοχή). Στη βορινή πλευρά του κτηρίου τοποθετούνται χρήσεις όπως το μαγειρείο και οι αποθήκες και μόνο ένα δωμάτιο ή μια αυλή στο οποίο διαμένουν κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Αντίθετα, οι περισσότεροι χώροι διημέρευσης είναι τοποθετημένοι στη νότια κυρίως πλευρά του κτηρίου - σε ορισμένες περιοχές και στη ΝΑ ή στη ΝΔ πλευρά. Συνήθως στα αγροτικά σπίτια, στη βορινή πλευρά τοποθετείται η αποθήκη ή ο στάβλος, έτσι ώστε να δημιουργείται ένας χώρος ανάσχεσης σε επαφή με τον κύριο χώρο κατοικίας.

Τα υλικά δόμησης είναι επιτόπια υλικά που αφθονούν στον τόπο κατασκευής της οικίας. Η πέτρα και το ξύλο αποτελούν τα βασικά δομικά υλικά, τα οποία ποικίλουν σε είδος και τρόπο χρήσης, ανάλογα με τις συνθήκες κάθε περιοχής. Στις ορεινές περιοχές χρησιμοποιείται κυρίως η πέτρα, τόσο για την εξωτερική τοιχοποιία, όσο και για την επικάλυψη της στέγης (σχιστόπλακα). Η χρήση του ξύλου γίνεται σε περιοχές όπου υπάρχει σε αφθονία (ορεινές και δασώδεις) και αφορά στις εσωτερικές τοιχοποιίες, τη βάση της στέγης, τις ενδεχόμενες αρχιτεκτονικές προεξοχές, τα πατώματα, τα κουφώματα, τα κλιμακοστάσια κλπ. Εκτός από τα δύο αυτά υλικά χρησιμοποιούνται επίσης ο ασβέστης, το άχυρο (συνδετικό υλικό), οι πλίνθοι (ψημένοι στον ήλιο), οι πωρόλιθοι, τα τούβλα, το σίδηρο σε πολύ μικρές ποσότητες (κυρίως προστατευτικές σιδεριές στα παράθυρα), ο γύψος, το γυαλί (ανοίγματα), η άμμος, τα καλάμια, τα φύκια (μονωτικό υλικό), το αργιλόχωμα (νησιώτικοι οικισμοί). Σε ορισμένες περιοχές χρησιμοποιούνται ηφαιστειογενή πετρώματα, όταν υπάρχουν αντίστοιχα εδάφη στην περιοχή (π.χ. Σαντορίνη).

Η αναζήτηση των υλικών στο άμεσο περιβάλλον, αναγκαστική εξαιτίας της έλλειψης μέσων για τη μεταφορά τους από άλλες περιοχές, συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής τους, καθώς και στη μείωση κατανάλωσης ενέργειας (μέσω της μη μεταφοράς των υλικών). Επίσης, η φύση των ίδιων των υλικών ενσωματώνει το κτήριο απόλυτα στο φυσικό περιβάλλον, ακόμη και μετά την ερείπωσή του, αφού δε μένει τίποτε στο χώρο που να το θυμίζει, παρά μερικοί λαξευμένοι λίθοι που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στην κατασκευή εταίρου κτηρίου.

Η τοιχοποιία περιλαμβάνει πέτρινους τοίχους πάχους 0,60 - 0,80μ., γεγονός το οποίο εξασφαλίζει τη μόνωση του κτηρίου και την ύπαρξη ήπιων θερμοκρασιακών μεταβολών λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας της πέτρας και κατασκευάζεται συνήθως από ξερολιθιά (πέτρα χωρίς συνδετικό κονίαμα). Οι λαϊκοί τεχνίτες επιμελούνται σε τέτοιο βαθμό την κατασκευή των αρμών, ώστε το εσωτερικό του κτηρίου να προστατεύεται από τον άνεμο και τη βροχή. Οι διαχωριστικοί τοίχοι (και οι εξωτερικοί στον όροφο, όταν το ισόγειο είναι πέτρινο ή σε ολόκληρο το κτήριο) κατασκευάζονται με ξύλινα πηγάκια (τσατμάς), επιχρισμένα με ασβεστογυψοσοβά. Ο τρόπος αυτός κατασκευής εξασφαλίζει ευλυγισία στο κτήριο και το κάνει ανθεκτικό στους σεισμούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι εξωτερικοί τοίχοι επενδύονται εσωτερικά με ξύλο, όπως ξύλινα είναι τα δάπεδα και οι οροφές. Αυτό συμβάλλει στη γρήγορη θέρμανση του εσωτερικού χώρου - συνήθως δε, χρησιμοποιούνται σκουρόχρωμα σανίδια για τη μεγαλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

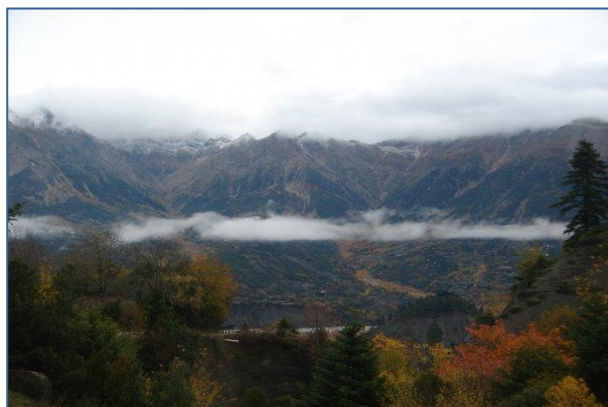
Τα ανοίγματα στη νότια πλευρά είναι μεγάλα και πολλές φορές συνθέτουν μεγάλα υαλοστάσια για την αποθήκευση της ηλιακής ακτινοβολίας, με εξαίρεση τη νησιωτική Ελλάδα που είναι μικρότερα για την αποφυγή της θάμβωσης από τον υπερβολικό φωτισμό, καθώς και τον έλεγχο των θερμοκρασιακών μεταβολών. Τα ανοίγματα δε στη βορινή πλευρά, είναι πολύ μικρά έως ανύπαρκτα για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών και ανοίγουν για αερισμό-δροσισμό κατά τη διάρκεια του θέρους. Ο τελευταίος ενισχύεται με φεγγίτες, μικρότερα δηλαδή ανοίγματα, τοποθετημένα σε υψηλότερη στάθμη που διευκολύνουν την απαγωγή του θερμού αέρα που συγκεντρώνεται στην οροφή. Τα κουφώματα είναι ξύλινα, καθώς και τα πετάσματα (πατζούρια) που λειτουργούν μονωτικά αποκόπτοντας τις θερμικές απώλειες του ανοίγματος.

Η στέγαση γίνεται είτε με επικλινείς στέγες - ορεινές, πεδινές και παραθαλάσσιες περιοχές - είτε με επίπεδα δώματα - παράκτιες και νησιωτικές περιοχές. Οι κλίσεις των στεγών είναι ήπιες, ενώ περιμετρικά του κτηρίου καταλήγουν σε γείσο με σημαντικό πλάτος που προστατεύει από τη βροχή και συνεπώς την υγρασία, καθώς και από τον ήλιο. Έτσι, τα παράθυρα σκιάζονται με ανοιχτά τα πατζούρια, ώστε να εισέρχεται το φως, ενώ παράλληλα μπορούν να μένουν ανοιχτά ώστε να αερίζεται το εσωτερικό του κτηρίου.

Ο περιβάλλον χώρος του κτηρίου διαμορφώνεται με φύτευση δένδρων σε κατάλληλες θέσεις, ώστε να προστατεύεται από τις κλιματικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, στη δυτική και νοτιοδυτική πλευρά του φυτεύονται φυλλοβόλα δένδρα εξασφαλίζοντας το σκιασμό και δροσισμό του μέσα από το φύλλωμά τους, ενώ στη βορινή φυτεύονται αειθαλή για την προστασία του από τους ψυχρούς ανέμους. Επίσης, στους εξωτερικούς χώρους - αυλές, αίθρια - συναντώνται πέργκολες και καφασωτά με αναρριχώμενα φυτά, με τον ίδιο αντίστοιχα ρόλο των φυλλοβόλων δένδρων. [15,33,40,41,64]

6.3. Η ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΩΝ ΟΙΚΙΣΜΩΝ ΣΤΑ ΑΘΑΜΑΝΙΚΑ ΟΡΗ

Τα Αθαμανικά όρη ή Τζουμέρκα είναι ο συμπαγής ορεινός όγκος που αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα όρη των δυτικών απολήξεων της βόρειας Πίνδου και το φυσικό όριο Ηπείρου-Θεσσαλίας, δεσπόζοντας στο βορειοανατολικό τμήμα του νομού Άρτας. Η ονομασία τους έχει τις ρίζες της στην αρχαία ελληνική ιστορία, καθώς ονομάστηκαν «Όρη Αθαμάνων» από τους Αθαμάνες που κατέφυγαν εκεί, όταν εκδιώχθηκαν από τους Λαπίθες από τη Θεσσαλία.



Εικ.6.3.1. Αθαμανικά Όρη [Προσωπικό Αρχείο]

Οι πλαγιές τους διασχίζονται από πολλά υδάτινα ρεύματα, τα οποία αποτελούν τις πηγές του Αράχθου και του Αχελώου, ενώ σκαρφαλωμένα σε αυτές βρίσκονται πολυάριθμα χωριά και ορεινοί οικισμοί με κοινά χαρακτηριστικά ως προς την αρχιτεκτονική τους. Οι μορφές των κτηρίων τους ενσωματώνονται αρμονικά στο φυσικό περιβάλλον, ενώ η διάταξή τους στο χώρο, όπως και η επιλογή της χωροθέτησης των οικισμών, γίνονται με κριτήρια το φυσικό ανάγλυφο, τον προσανατολισμό, τη θέα και καθοριστικούς κοινωνικούς λόγους (άμυνα, πολιτικοί, θρησκευτικοί κλπ. λόγοι).

Στο νοτιοδυτικό τμήμα της οροσειράς βρίσκεται η Μεσούντα, ένας οικισμός με στοιχεία που ακολουθούν την ευρύτερη παραδοσιακή αρχιτεκτονική των Τζουμέρκων. Αναπτύσσεται σε ένα καταπράσινο τοπίο με πλήθος από έλατα, ενώ οι πολυάριθμες πηγές νερού που εκρέουν στον ποταμό Αχελώο, αποτελούν χαρακτηριστικό του στοιχείο. Στην ευρύτερη περιοχή φύονται επίσης καστανιές, φουντουκιές, κερασιές και καρυδιές.

Ο οικισμός βρίσκεται σε πλαγιά και αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα, την άνω και κάτω χώρα, με νότιο ως επί τον πλείστον προσανατολισμό, ενώ οι ορεινοί όγκοι που τον περιβάλλουν τον προστατεύουν από τα ψυχρά βόρεια ρεύματα. Ο κεντρικός του δρόμος ακολουθεί την ομαλή υψομετρική καμπύλη του εδάφους και από αυτόν ξεκινούν δευτερεύοντες κάθετοι δρόμοι εσωτερικής εξυπηρέτησης, η ανάπτυξη των οποίων είναι σύμφωνη με την κλίση και τη βατότητα του φυσικού εδάφους. Εν γένει ο οικισμός έχει μορφή κανονικού πλέγματος δομημένου χώρου, ανομοιόμορφα από άποψη πυκνότητας, ανάλογα με το ανάγλυφο του εδάφους.

Τα κτίσματα του οικισμού χαρακτηρίζονται από την ομοιογένεια, την καθαρότητα και τη σαφήνεια τους. Πρόκειται για μορφές απλές, με σχήματα παρόμοια μεταξύ τους, απόλυτα ενταγμένα στο χώρο που τα περιβάλλει. Επί μέρους μορφολογικές διαφοροποιήσεις παρατηρούνται ανάλογα με το χρόνο κατασκευής των κτισμάτων, με κυριότερους παράγοντες τα δομικά υλικά, το φυσικό περιβάλλον, τον κοινωνικό χαρακτήρα και την παράδοση.

Ο προσανατολισμός των κτισμάτων είναι νότιος ή νοτιοανατολικός και το ύψος τους είναι γεωμετρικά αυστηρό, με λιτούς, καθαρούς όγκους και με ελάχιστες αρχιτεκτονικές προεξοχές χωρίς διακοσμήσεις. Μοναδική έξαρση στην όλη σύνθεση αποτελεί η κατακόρυφη συχνή προεξοχή της καμινάδας.

Ως προς την τυπολογία τους, διακρίνονται σε δυο είδη, τη μονώροφη και διώροφη κατοικία, ανάλογα με την οικονομική κατάσταση του ιδιοκτήτη. Δεσπόζουσα, ωστόσο, μορφή αποτελεί το διώροφο πέτρινο οίκημα με ορθογωνική ή τετράγωνη κάτοψη και με χαρακτηριστική συμμετρία των εσωτερικών χώρων.

Ο όροφος αποτελείται από τους κύριους χώρους διημέρευσης, δυο δωμάτια και ένα μικρότερο στο μέσο (σάλα), ενώ στο ισόγειο τοποθετούνται όλοι οι βοηθητικοί χώροι - αποθήκες, κελάρια, χώροι για τα ζώα. Επιπλέον, υπάρχουν και βοηθητικά κτίσματα που στεγάζουν το μαγειρείο και την τουαλέτα. Οι κατασκευές αυτές είναι όμοιες με την κύριο οίκημα, αλλά εντελώς απλές, ώστε στο σύνολο να κυριαρχεί ο όγκος του οικήματος. Επίσης, κάθε κατοικία περιβάλλεται από περικλειστή αυλή, ενώ το χαγιάτι αποτελεί χαρακτηριστικό αρχιτεκτονικό τους στοιχείο, χώροι και οι δυο ζωτικοί για την καθημερινή διαβίωση.



Εικ.6.3.2. Πέτρινο σπίτι στη Μεσούντα
[Προσωπικό Αρχείο]

Τέλος, η θέρμανση των εσωτερικών χώρων εξασφαλίζεται με το πετρόχτιστο παραδοσιακό τζάκι που υπάρχει σε κάθε παραδοσιακή κατοικία.

Όσον αφορά στη δόμηση των κτισμάτων του οικισμού, έχουν χρησιμοποιηθεί υλικά που βρίσκονται σε αφθονία στην περιοχή, με κυρίαρχα την πέτρα - ασβεστόλιθος και ψαμμιτικός σχιστόλιθος - και το ξύλο. Οι εξωτερικές τοιχοποιίες κατασκευάζονται από λαξευτή λιθοδομή 60-70 εκατοστών, πλήρως λαξευμένα αγκωνάρια στις γωνιές και περιμετρικά των ανοιγμάτων. Οι λιθοδομές είναι χτισμένες με τη γκριζόμαυρη πέτρα των Τζουμέρκων και ασβεστοκονίαμα και παραμένουν ανεπίχριστες. Οι εσωτερικές τοιχοποιίες κατασκευάζονται από τσατμά (ξύλινη κατασκευή με πηγάκια εκατέρωθεν και ασβεστοκονίαμα) και επιχρίονται με ασβεστογυψοσβά.

Τα ανοίγματα είναι μεσαίου μεγέθους με φεγγίτες στο άνω μέρος τους για τον αερισμό και δροσισμό των χώρων και συμμετρικά στη νότια όψη του κτηρίου. Αντίστοιχα, στη βόρεια όψη είναι κατά το δυνατόν λιγότερα έως και ανύπαρκτα σε σχέση με τους υπόλοιπους προσανατολισμούς, για λόγους θερμομόνωσης. Τα κουφώματα κατασκευάζονται από ξύλο της περιοχής, όπως και τα έπιπλα της κατοικίας. Όσον αφορά τα δάπεδα, του ορόφου είναι από ξύλινες δοκούς και χονδρές σανίδες από τοπικά ξύλα, ενώ του ισογείου είναι συνήθως πλακόστρωτο.

Η στέγη ακολουθεί πιστά το περίγραμμα της κάτοψης, είναι τετράριχτη και διαμορφώνεται με ξύλινα ζευκτά ελάτου. Για την επικάλυψη της προτιμάται η γκριζόμαυρη σχιστολιθική πλάκα, που είναι πιο ελαφριά και έχει μεγαλύτερη αντοχή στις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Ωστόσο, η στέγη πολλών σπιτιών που καταστράφηκε, ανακατασκευάστηκε και οι γκριζόμαυρες πλάκες αντικαταστάθηκαν από κεραμίδια. Τέλος, η αυλή πλακοστρώνεται με γκριζόμαυρη σχιστολιθική πλάκα, ορθογωνικής ή ακανόνιστης μορφής.

Συμπερασματικά λοιπόν, ο οικισμός της Μεσούντας διατηρεί την παραδοσιακή του διάσταση, ενώ ο μονολιθικός όγκος των κτισμάτων του συμπαγής, όπως τα Αθαμανικά όρη, το οξυκόρυφο της τετράριχτης στέγης με τις πέτρινες καμινάδες, όμοιες με τις κορυφές των βουνών, τα υλικά των όψεων, όμοια με τα υλικά της φύσης, συνθέτουν αναμφίβολα μια βαθύτερη σχέση ομολογίας μεταξύ κτίσματος και φυσικού χώρου. [5,17,34]

7. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΞΕΝΩΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

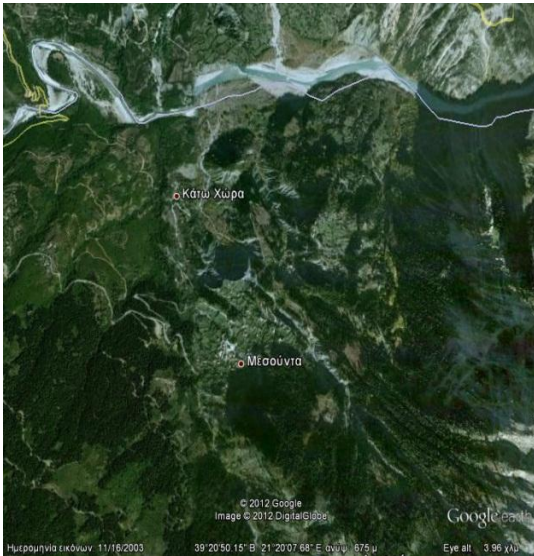
7.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η Ήπειρος ως γνωστόν, χαρακτηρίζεται από το έντονο ορεινό ανάγλυφο και την αφθονία των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, αφού είναι η περιοχή που δέχεται τις περισσότερες κατακρημνίσεις σε ολόκληρη τη χώρα. Επιπλέον, λόγω της γεωμορφολογίας της διαθέτει μια ξεχωριστή βιοποικιλότητα με ιδιαίτερες φυτικές και ζωικές μορφές. Ο συνδυασμός λοιπόν, της έντονα ορεινής τοπογραφικής διαμόρφωσης, του έντονου υγρού στοιχείου με τους ποταμούς, τους καταρράκτες και τα πολλά ρέματα και των παραδοσιακών οικισμών, συγκροτεί μια ενότητα με μεγάλη ποικιλομορφία και τεράστιες δυνατότητες για ανάπτυξη διαφόρων μορφών ορεινού τουρισμού. Στα πλαίσια λοιπόν, της αξιοποίησης των δυνατοτήτων που προσφέρει η περιοχή σκεφτήκαμε την ανέγερση ενός πρότυπου κέντρου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης (ξενώνα) σε παραδοσιακό οικισμό στην ορεινή Ήπειρο.

Σκοπός του ξενώνα είναι η οργάνωση και η υλοποίηση προγραμμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης συμπεριλαμβανομένου επιμορφωτικών σεμιναρίων. Τα προγράμματα αυτά θα απευθύνονται τόσο σε σχολεία της μέσης εκπαίδευσης όσο και σε πολίτες που ενδιαφέρονται να ενημερωθούν και να καταρτιστούν πάνω σε περιβαλλοντικά ζητήματα, καθώς και σε μηχανικούς. Ταυτόχρονα, μέσω δραστηριοτήτων εντός και εκτός του ξενώνα, επιδιώκεται η ανάδειξη του τοπικού, φυσικού και πολιτιστικού πλούτου, καθώς και η ευαισθητοποίηση σε θέματα που αφορούν στο περιβάλλον. Έτσι, θα αναπτυχθούν στάσεις και συμπεριφορές που θα συμβάλλουν στην προστασία του και στην ορθολογική διαχείριση του, σε μια κατεύθυνση προς την αειφορία.

Σκοπός των μελετητών είναι ο σχεδιασμός μιας κατασκευής απόλυτα εναρμονισμένης με το φυσικό περιβάλλον. Εκπονήθηκε λοιπόν, μελέτη επικεντρωμένη στον τρόπο δόμησης, ώστε να είναι ο ξενώνας ενεργειακά αποδοτικός και ως ένα βαθμό αυτόνομος. Με δεδομένο ότι τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του εσωτερικού αέρα του κτηρίου, καθώς και τη θερμική και οπτική συμπεριφορά του, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην επιλογή τους. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν οικολογικά, μη τοξικά δομικά υλικά και κατά το δυνατόν επιτόπια που αφθονούν στην περιοχή. Η χρήση των τελευταίων προτιμήθηκε λόγω της μικρής ενσωματωμένης ενέργειάς τους, αφού έχει αποφευχθεί η διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς τους. Τελικώς, για την επίτευξη της βέλτιστης λύσης μελετήθηκαν οι επιδράσεις στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου όπως προκύπτουν από παρεμβάσεις σε στοιχεία του κελύφους του.

7.2. ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΜΕΛΕΤΗΣ



Εικ.7.2.1. Ορθοφωτοχάρτης παραδοσιακού οικισμού
(Πηγή: Google Earth)

Η κατασκευή μας θα ανεγερθεί στη Μεσούντα, ένα ορεινό ακριτικό χωριό του δήμου Κεντρικών Τζουμέρκων, στο νομό Άρτας. Περιβάλλεται από τα Αθαμανικά Όρη (Τζουμέρκα), το υψόμετρό της είναι 720 μέτρα και κατά μήκος εκτείνεται ο ποταμός Αχελώος. Κυρίαρχα πετρώματα στην περιοχή είναι ο ασβεστόλιθος, ο ψαμμιτικός σχιστόλιθος, ο φλύσχης και κροκαλοπαγή.

Το οικόπεδο μελέτης βρίσκεται σε γεωγραφικό μήκος 21,19⁰ και πλάτος 39,20⁰ και σε υψόμετρο 693 μέτρων. Ανήκει στην κλιματική ζώνη Γ σε αντιδιαστολή με την Άρτα που ανήκει στην ζώνη Β, αφού σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (20701-1/2010, παρ.1.4) σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων υπάγονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν.

Είναι ορθογωνικής μορφής, χωρίς κλίση, με τον άξονα ανατολή-δύση παράλληλο στο μήκος του και πρόσβαση από τη νότια όψη. Έχει συνολικό εμβαδόν περίπου 2 στρέμματα. Σύμφωνα με τους γενικούς όρους δόμησης οικισμών μέχρι 2000 κατοίκους (άρθρο 5 π.δ. 24.4/3.5.1985, άρθρο 1 παρ. 2 π.δ. 14/23.2.1987, άρθρα 1 παρ. 2 και 2 π.δ. 25.4/16.5.1989) ο συντελεστής δόμησης ορίζεται σε 0,6 για οικόπεδα τουριστικών εγκαταστάσεων ή αμιγούς επαγγελματικής χρήσης και το μέγιστο ύψος ορίζεται στα 7,5 μέτρα, γεγονός που οδηγεί σε ανέγερση διώροφης κατασκευής.

7.3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

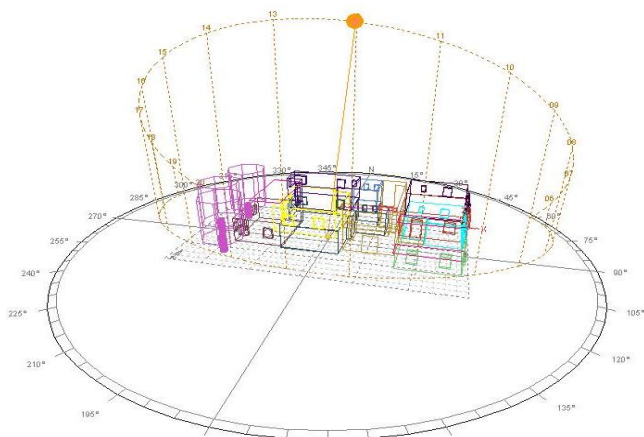
7.3.1. Ανάλυση Μετεωρολογικών Δεδομένων

Η Μεσούντα, όπως προαναφέρθηκε, περικλείεται από ορεινούς όγκους οι οποίοι επηρεάζουν σημαντικά το μικροκλίμα και την κίνηση του ανέμου, περιορίζοντας τον σε πολύ χαμηλά επίπεδα με κατεύθυνση βόρεια-βορειανατολική. Λόγω της θέσης της χαρακτηρίζεται από σχετικά δροσερά καλοκαίρια και ψυχρούς χειμώνες. Ενδεικτικά, σύμφωνα με τον τοπικό μετεωρολογικό σταθμό του Βουργαρελίου, παρακείμενου στη Μεσούντα δήμου, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία που σημειώνεται είναι -5 °C και η μέση μέγιστη θερμοκρασία 33 °C.

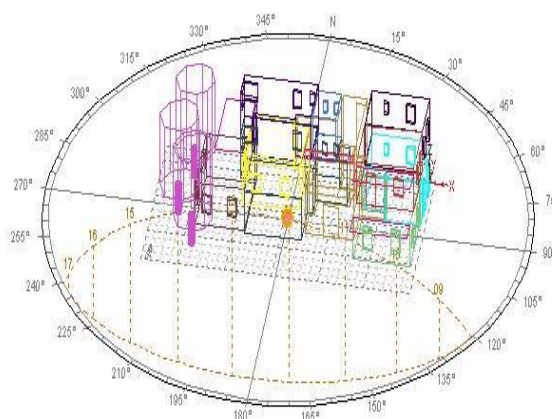
Οι υγρότεροι μήνες είναι ο Δεκέμβριος και ο Ιανουάριος, με μέση τιμή που υπερβαίνει τους 85 βαθμούς της υγρομετρικής κλίμακας. Σε γενικές γραμμές, το κλίμα θεωρείται υγρό όχι μόνο τους χειμερινούς, αλλά και κατά τους θερινούς μήνες. [142]

7.3.2. Ηλιασμός Οικόπεδου

Στα διαγράμματα που ακολουθούν, απεικονίζεται η φαινόμενη τροχιά του ηλίου μια τυπική θερινή και χειμερινή ημέρα, την 1^η Ιουλίου και την 1^η Ιανουαρίου αντίστοιχα, καθώς και η θέση του στο οικόπεδο στις 12 το μεσημέρι.



Εικ.7.3.1. Η θέση του ηλίου την 1^η Ιουλίου, στις 12:00



Εικ.7.3.2. Η θέση του ηλίου την 1^η Ιανουαρίου, στις 12:00

- Όπως παρατηρούμε, την 1^η Ιουλίου το αζιμούθιο είναι περίπου 150° , ενώ την Ιανουαρίου, το αζιμούθιο είναι περίπου 170° .

Στο Παράρτημα 1 παρατίθενται περαιτέρω απεικονίσεις της ηλιακής θέσης: για την 21η Δεκεμβρίου, την 21η Μαρτίου, την 21^η Ιουνίου και τα αντίστοιχα στερεογραφικά διαγράμματα από νότια όψη, για την 1^η Ιουλίου - 1^η Ιανουαρίου και τα αντίστοιχα ορθογραφικά διαγράμματα από την όψη του ηλίου και τέλος, απεικόνιση της ετήσιας τροχιάς του.

7.3.3. Μικροκλίμα

Όσον αφορά τις μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής, το οικόπεδο είναι επαρκώς προστατευμένο από τους βόρειους ανέμους. Γειτνιάζει με άκτιστη και χαμηλής βλάστησης περιοχή, με αποτέλεσμα να μην υφίσταται σκιασμό καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Σύμφωνα λοιπόν με τα κλιματολογικά δεδομένα και το μικροκλίμα της περιοχής, ο σχεδιασμός του κτηριακού όγκου πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Συμπαγής όγκος για τη μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια του χειμώνα.
- Επιμήκης κτηριακός όγκος με άξονα παράλληλο στον άξονα Ανατολή-Δύση για την ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων θερμικών κερδών από τη Δύση.
- Θερμομόνωση όλου του κελύφους.
- Τοποθέτηση ανοιγμάτων με τρόπο που να επιτρέπουν το διαμπερή φυσικό αερισμό, αλλά και το φυσικό φωτισμό στους εσωτερικούς χώρους – αποφεύγοντας προβλήματα ανομοιομορφίας και θάμβωσης.
- Εξωτερική σκίαση των ανοιγμάτων για τον περιορισμό των ανεπιθύμητων ηλιακών θερμικών κερδών κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών.

7.4. ΚΤΗΡΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

7.4.1. Χωροθέτηση κτηρίου στο οικόπεδο – Προσανατολισμός

Όπως προαναφέρθηκε, στο οικόπεδο δεν υπάρχουν όμορα εμπόδια (υφιστάμενα κτήρια ή φυσικά εμπόδια), οπότε είναι ελεύθερη η επιλογή της χωροθέτησης του κτηρίου εντός του. Συγκεκριμένα, τοποθετείται στο βόρειο τμήμα του οικοπέδου ώστε να εξασφαλίζεται ο μέγιστος ηλιασμός της νότιας όψης του.

7.4.2. Μορφή Κτηρίου

Το σχήμα του κτηρίου είναι επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολή-Δύση για τη μεγιστοποίηση της νότιας επιφάνειάς του και κατ' επέκταση τη συλλογή ηλιακής θερμότητας το χειμώνα, ενώ η αναλογία βάθους προς πλάτος της κάτοψης είναι περίπου 0,5. Με δεδομένο ότι εξασφαλίζεται ο νότιος προσανατολισμός επιλέγεται ανοιχτή μορφή με την έννοια των μεγάλων ανοιγμάτων και συγκεκριμένα: στη νότια όψη ενσωματώνονται μεγάλα γυάλινα ανοίγματα και υαλοστάσια, στην ανατολική και δυτική μικρότερα και στη βόρεια όψη τα ελάχιστα δυνατά και απαραίτητα για το διαμερή αερισμό και φωτισμό των εσωτερικών χώρων. Τέλος, η ύπαρξη φυσικής θέας στη βόρεια και δυτική όψη επιτάσσει την κατασκευή μεγάλων ανοιγμάτων και συγκεκριμένα δύο γωνιακών στο ισόγειο και στον όροφο στους αντίστοιχους προσανατολισμούς.

Ως γνωστόν, στα ψυχρά κλίματα βέλτιστη λύση αποτελούν τα κτήρια κυβικής και γενικότερα συμπαγούς μορφής. Ωστόσο, επιδίωξη μας είναι ο σχεδιασμός μιας μορφής τέτοιας που να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες αρχιτεκτονικές απαιτήσεις, δημιουργώντας πολλαπλούς και άνισους όγκους.

7.4.3. Λειτουργία Κτηρίου

Το κτήριο αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα: Το ισόγειο περιλαμβάνει αίθουσα διδασκαλίας και εργαστηρίων για περιβαλλοντική εκπαίδευση-επιμόρφωση, ένα χώρο υποδοχής, καθιστικό-τραπεζαρία, παρασκευαστήριο τροφίμων, αποθήκες και 2 wc (ανδρών και γυναικών). Ο όροφος περιλαμβάνει 4 κοιτώνες και συγκεκριμένα 1 τετράκλινο, 1 τρίκλινο και 2 δίκλινα, καθώς και αποθήκη και λουτρό για το προσωπικό του ξενώνα. Το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου είναι 470 τ.μ., 255 τ.μ. στο ισόγειο και 215 τ.μ. στον όροφο.

Ο ξενώνας θα λειτουργεί τη χειμερινή, καθώς και τη θερινή περίοδο. Όπως φαίνεται οι χρήσεις θα είναι μικτές κι επομένως θα λειτουργεί τόσο το πρωί, όσο και το απόγευμα, οπότε οι απαιτήσεις σε θέρμανση, και δη σε δροσισμό και φωτισμό είναι μεγαλύτερες. Επίσης, εφόσον απευθύνεται σε εργαζόμενους καθώς και σε επισκέπτες, ο αριθμός των χρηστών ποικίλλει.

7.4.4. Διάταξη εσωτερικών χώρων – Διαμόρφωση θερμικών ζωνών

Κατά το σχεδιασμό της κάτοψης, στο ισόγειο οι εσωτερικοί χώροι με μεγάλο χρόνο χρήσης - τραπεζαρία, αίθουσα διδασκαλίας - χωροθετούνται στη νότια πλευρά του κτηρίου, ενώ οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης - wc, κλιμακοστάσιο - στη βόρεια. Η αρχική διάταξη περιλάμβανε την κουζίνα στη βόρεια όψη και το καθιστικό-τραπεζαρία στη νότια.

Ωστόσο, η ύπαρξη θέας στο βορρά οδήγησε στην αναδιάταξη των χώρων, ώστε το καθιστικό-τραπεζαρία να είναι επίμηκες κατά τον άξονα βορρά - νότου και η κουζίνα τοποθετήθηκε στη δυτική όψη. Για την ισοστάθμιση των θερμικών απωλειών που προκύπτουν από το συγκεκριμένο σχεδιασμό εξετάζεται η εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων για την αύξηση των θερμικών κερδών.

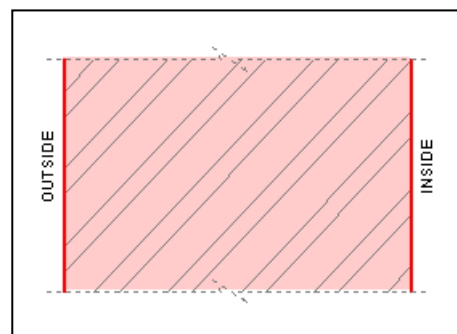
Το υπό μελέτη κτήριο χωρίστηκε σε δέκα θερμικές ζώνες. Στο ισόγειο περιλαμβάνονται η υποδοχή, η αίθουσα διδασκαλίας, η αίθουσα εργαστηρίων, το καθιστικό-τραπεζαρία, το παρασκευαστήριο τροφίμων και τα wc και στον όροφο τα τέσσερα υπνοδωμάτια και το wc ορόφου. Η υποδοχή και ο διάδρομος του ορόφου θεωρούνται ενιαία θερμική ζώνη, αφού λόγω του κλιμακοστασίου υπάρχει ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των δύο χώρων. Για τη σχεδίαση του κτηρίου στο Ecotect εισήχθησαν τα αρχιτεκτονικά σχέδια από το Autocad που παρατίθενται στο παράρτημα 7.

7.4.5. Κτηριακό Κέλυφος

7.4.5.1. Πρωταρχικός Στόχος

Πρωταρχική επιδίωξή μας ήταν η κατασκευή ενός όχι μόνο ενεργειακά αποδοτικού κτηρίου, αλλά και οικολογικού, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στα δομικά υλικά. Ταυτόχρονα ο παραδοσιακός τρόπος δόμησης με πέτρα στην εν λόγω περιοχή, μας οδήγησε αρχικά σε πέτρινη κατασκευή με φέρουσα διαζωματική (κατά τον οριζόντιο άξονα) τοιχοποιία. Χρησιμοποιήσαμε ψαμμιτική πέτρα πάχους 60-80 εκ., ως είθισται και η εφαρμογή στο Ecotect μας έδωσε απογοητευτικά αποτελέσματα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value) υπολογίστηκε $2,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, ενώ σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίν.3.3α) ο μέγιστος επιτρεπόμενος είναι 0,45 (για εξωτερικούς τοίχους στην κλιματική ζώνη Γ), γεγονός που οδηγεί στην εφαρμογή θερμομόνωσης.



Εικ.7.4.1. Τυπική διατομή πέτρινου τοίχου

Για να γίνει δυνατή η εκμετάλλευση της θερμικής μάζας του κτηρίου, πρέπει η μόνωση να τοποθετείται στην εξωτερική του πλευρά, διαφορετικά δεν είναι δυνατή η αποθήκευση πλεονάζουσας θερμότητας και η απόδοσή της στο εσωτερικό σε μεταγενέστερο χρόνο. Ωστόσο, μια τέτοια πρακτική είναι ανούσια, αφού αλλοιώνεται η αισθητική της πέτρινης κατασκευής και έτσι καταφύγαμε σε άλλη λύση.

7.4.5.2. Τελική Απόφαση

Κατασκευή συμπαγών δομικών στοιχείων του κελύφους

Η φέρουσα κατασκευή του ξενώνα είναι ενιαία και αποτελείται στο σύνολό της από φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, χωρίς ραδιενεργό τέφρα, οριζόντια και κατακόρυφα. Οι τοίχοι πλήρωσης είναι από διπλή δομική διάτρητη οπτοπλινθοδομή με διάκενο αερισμού. Η εσωτερική τοιχοποιία αποτελείται από μονή οπτοπλινθοδομή.

Το κτήριο θερμομονώνεται εξωτερικά τόσο στα κατακόρυφα όσο και στα οριζόντια δομικά στοιχεία του κελύφους του, καθώς και στα δάπεδα που έρχονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους. Η επιλεχθείσα μόνωση είναι βιολογικό μαλλί προβάτου naturtherm-Wo, με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Επιλέχθηκε η λύση της εξωτερικής θερμομόνωσης για την αποφυγή σχηματισμού θερμογεφυρών και την εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας της τοιχοποιίας.

Η κατασκευή στο σύνολο της επικαλύπτεται εξωτερικά από ψαμμιτική πέτρα πάχους 6 εκ. ενώ εσωτερικά κάποιοι χώροι επικαλύπτονται από πέτρα, ενώ άλλοι από επίχρισμα ασβεστοκονιάματος.

Κατασκευή ανοιγμάτων

Όσον αφορά τα ανοίγματα προτείνεται η τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεψιμότητας (low-e) και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=1,046 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Τα ανοίγματα τοποθετούνται με τρόπο, έτσι ώστε να επιτρέπουν το διαμπερή αερισμό στους περισσότερους χώρους. Επίσης έχουν ανοιγόμενα τμήματα σε θέσεις που μπορούν να μείνουν ανοιχτά κατά τη διάρκεια της νύχτας ώστε να έχουμε νυχτερινό δροσισμό. Τα εξωτερικά κουφώματα προτείνεται να κατασκευαστούν από ξύλο κερασιάς, άφθονη στην περιοχή.

7.5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ ECOTECT ANALYSIS

7.5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Το Ecotect Analysis είναι ένα λογισμικό που μπορεί να κάνει ανάλυση κλίματος, ηλιασμού και τεχνητού φωτισμού, μελέτη θερμικής άνεσης και αναγκών σε θέρμανση και ψύξη, ακουστική μελέτη και υπολογισμό κόστους. Προσφέρει τρισδιάστατο περιβάλλον σχεδίασης και είναι φιλικό προς το χρήστη. Παρέχει δηλαδή, τη δυνατότητα στο μελετητή να αναλύσει τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που μελετάται, να σχεδιάσει το μοντέλο με στόχο την ανάλυση των συνθηκών ηλιασμού και σκίασης και στη συνέχεια, εισάγοντας περισσότερα στοιχεία, όπως τα υλικά της κατασκευής και τα ωράρια χρήσης των διάφορων χώρων, να πραγματοποιήσει θερμική και ακουστική ανάλυση της κατασκευής.

7.5.2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – WEATHER ANALYSIS

Το Ecotect χρησιμοποιεί για την κλιματική ανάλυση - θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία και βροχόπτωση - κατασκευών στην Ελλάδα, δεδομένα από 3 μετεωρολογικούς σταθμούς, της Αθήνας, της Θεσσαλονίκης και της Ανδραβίδας. Για την ανάλυση των κλιματολογικών χαρακτηριστικών της υπό μελέτη περιοχής, χρησιμοποιούνται τα μετεωρολογικά δεδομένα της τελευταίας τριακονταετίας από τον σταθμό της Ανδραβίδας ($37^{\circ} 55'$, $21^{\circ} 16'$) που είναι τα πιο αντιπροσωπευτικά εν συγκρίσει με τους άλλους δύο σταθμούς και παρουσιάζονται μέσω του weather tool του Ecotect στο Παράρτημα 2, Εικ.Π.2.1.- Εικ.Π.2.5.

7.5.2.1. Ηλιακή θέση-Solar position

Τα Ηλιακά Διαγράμματα είναι ένας εύκολος τρόπος αναπαράστασης των ετήσιων αλλαγών στην τροχιά του ήλιου μέσω ενός δισδιάστατου διαγράμματος. Δίνουν τη δυνατότητα άμεσου προσδιορισμού του ηλιακού αζιμουθίου και υψομέτρου, κάθε στιγμή της ημέρας και κάθε ημέρα του χρόνου και βοηθώντας τον μελετητή να επιλέξει τα συστήματα σκίασης κατά το σχεδιασμό μιας κατασκευής.

Στο αντίστοιχο παράρτημα μελετήθηκε η ηλιακή θέση της κατασκευής για δύο τυπικές ημέρες, την 1^η Ιουλίου και την 1^η Ιανουαρίου, των στερεογραφικών διαγραμμάτων - Εικ.Π.2.6. και Εικ.Π.2.7., των ορθογραφικών - Εικ.Π.2.8. και Εικ.Π.2.9. και των πινάκων που δίνουν τιμές για το αζιμούθιο, το υψόμετρο, και τις σχετικές οριζόντιες και κατακόρυφες γωνίες σκιάων, οι οποίες μετρώνται από την ανατολή μέχρι τη δύση του ηλίου ανά μισάωρο - Εικ.Π.2.10. και Εικ.Π.2.11.

7.5.2.2. Ψυχομετρία - psychrometry

Τα ψυχομετρικά διαγράμματα παρέχουν μία γραφική αναπαράσταση της κατάστασης του αέρα σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή και συσχετίζουν τη θερμοκρασία - που βρίσκεται στον οριζόντιο άξονα με το ποσοστό υγρασίας - που αντιστοιχεί στον κατακόρυφο άξονα. Το ποσοστό της υγρασίας στον αέρα διαφέρει ανάλογα με τις συνθήκες, ενώ όταν ο αέρας είναι θερμός περιέχει μεγάλα ποσοστά υγρασίας και όταν είναι ψυχρός το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας μειώνεται.

Μέσα από τα ψυχομετρικά διαγράμματα, τόσο για το χειμώνα όσο και για το καλοκαίρι, διαφαίνονται οι ζώνες θερμικής άνεσης για την κατασκευή - Εικ.Π.2.12. και Εικ.Π.2.13., καθώς και υπό την επίδραση διαφόρων τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού - Εικ.Π.2.14. και Εικ.Π.2.15., όπως είναι η χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων, η αξιοποίηση της θερμικής μάζας, η εκτιθέμενη μάζα και ο βραδινός αερισμός, ο φυσικός αερισμός, ο άμεσος και έμμεσος εξατμιστικός δροσισμός. Τέλος, απεικονίζεται η συμβολή κάθε μεθόδου στη θερμική άνεση ανεξάρτητα, που προκύπτει ως αφαίρεση των ποσοστών της άνεσης που εμφανίζεται πριν και μετά την κάθε παρέμβαση ξεχωριστά. - Εικ.Π.2.16. και Εικ.Π.2.17.

Όπως παρατηρείται στα τελευταία διαγράμματα, ευρύτερο φάσμα θερμοκρασιών στη ζώνη άνεσης υπάρχει στην περίπτωση του φυσικού αερισμού, αν και ταυτόχρονα παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας.

7.5.2.3. Ανάλυση ανέμου-wind analysis

Το συγκεκριμένο εργαλείο παρέχει τη δυνατότητα απεικόνισης της συχνότητας, της έντασης και της κατεύθυνσης του ανέμου στην περιοχή μελέτης, καθώς και ανάλυσης των δεδομένων του σε δεκαέξι διαφορετικές κατευθύνσεις, οι οποίες διαφέρουν κατά 22.5° μεταξύ τους. Η ταχύτητα του ανέμου ισούται με την απόσταση από το κέντρο του κυκλικού διαγράμματος. Το πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η ταυτόχρονη παρουσίαση μέσης θερμοκρασίας, υγρασίας, βροχόπτωσης και συχνότητας ανέμου.

Στα διαγράμματα απεικονίζονται η κατεύθυνση, η μέση θερμοκρασία και η συχνότητα των επικρατούντων ανέμων τους χειμερινούς και τους θερινούς μήνες. - Εικ. Π.2.18 - Εικ. Π.2.23.

7.5.2.4. Βέλτιστος προσανατολισμός

Τέλος, το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα στον μελετητή να υπολογίσει τη βέλτιστο προσανατολισμό εισάγοντας τους θερμότερους και ψυχρότερους μήνες για την υπό μελέτη περιοχή. Ως βέλτιστος προσανατολισμός ορίζεται εκείνος που δίνει ταυτόχρονα τα μικρότερα φορτία ψύξης και θέρμανσης.

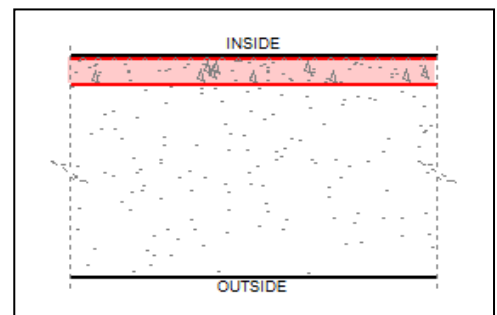
Στην Εικ. Π.2.24. απεικονίζεται ο βέλτιστος προσανατολισμός του κτηρίου για τα κλιματικά δεδομένα της Ανδραβίδας και όπως παρατηρούμε, θεωρείται ο νότιος με μια μικρή απόκλιση προς ανατολή.

7.5.3. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟ ECOTECT (ELEMENT LIBRARY)

Τα δομικά υλικά του ξενώνα εισήχθησαν στο Ecotect με τιμές (όσον αφορά την πυκνότητα ρ (kg/m³) και το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)) όπως αυτές προκύπτουν από τον Κ.Εν.Α.Κ. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, παρ.4, πίν.2) Οι συντελεστές θερμοπερατότητας που προκύπτουν συγκρίνονται με τους απαιτούμενους, σύμφωνα με τον πίνακα 3.3α, της TOTEE 1.

- Στο δάπεδο ισογείου χρησιμοποιήθηκαν: οπλισμένο σκυρόδεμα 2 εκ., κεραμικά πλακίδια 1,5 εκ.

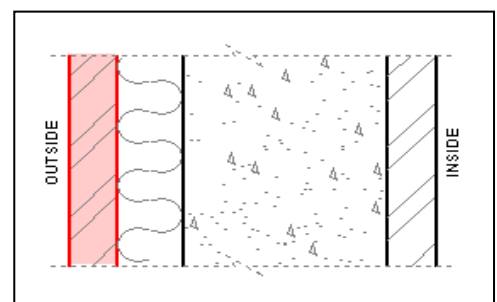
Το U-value προέκυψε $0,37 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} < 0,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.



Εικ.7.5.1. Τοπική διατομή δαπέδου ισογείου

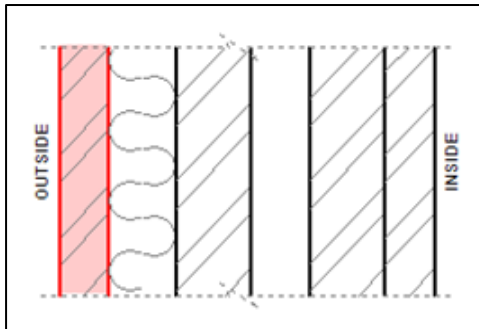
- Στα τοιχεία από σκυρόδεμα χρησιμοποιήθηκαν: ψαμμίτης 6 εκ., μαλλί προβάτου 8 εκ., οπλισμένο σκυρόδεμα 25 εκ., ψαμμίτης 6 εκ. ή επίχρισμα ασβεστοκονιάματος 2 εκ. (ανάλογα με το χώρο).

Το U-value προέκυψε $0,43 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} < 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

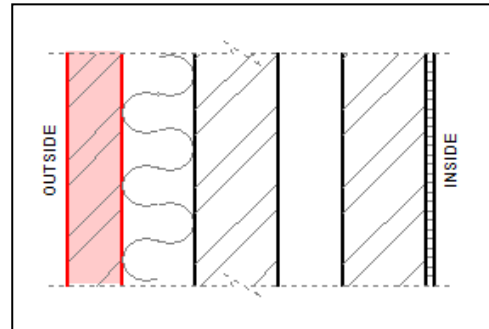


Εικ.7.5.2. Τοπική διατομή τοιχείου

- Στους εξωτερικούς τοίχους χρησιμοποιήθηκαν: ψαμμίτης 6 εκ., μαλλί προβάτου 8 εκ., οπτοπλινθοδομή 9 εκ., διάκενο αερισμού 7 εκ., οπτοπλινθοδομή 9 εκ. ψαμμίτης 6 εκ. ή επίχρισμα ασβεστοκονιάματος 2 εκ. (ανάλογα με το χώρο).



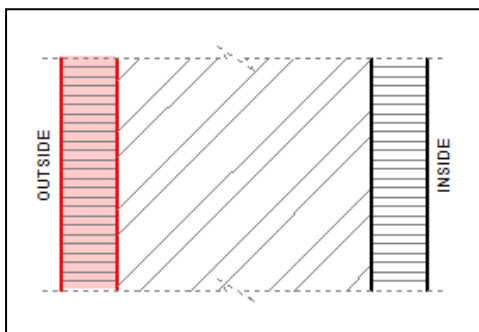
Εικ.7.5.3. Τυπική διατομή εξωτερικού τοίχου με επικάλυψη πέτρας



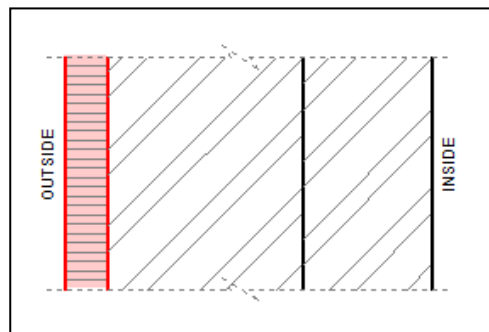
Εικ.7.5.4. Τυπική διατομή εξωτερικού τοίχου με επικάλυψη επιχρίσματος

Το U-value προέκυψε $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} < 0,45 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

- Στους εσωτερικούς τοίχους χρησιμοποιήθηκαν: επίχρισμα ασβεστοκονιάματος 2 εκ., οπτοπλινθοδομή 9εκ., ψαμμίτης 6 εκ. ή επίχρισμα ασβεστοκονιάματος 2 εκ. (ανάλογα με το χώρο).



Εικ.7.5.5. Τυπική διατομή εσωτερικού τοίχου με επικάλυψη επιχρίσματος

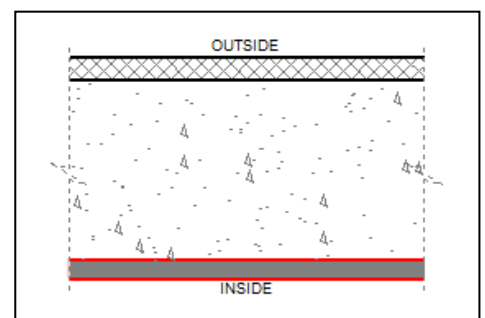


Εικ.7.5.6. Τυπική διατομή εσωτερικού τοίχου με επικάλυψη πέτρας

Το U-value προέκυψε $2,34 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ και $2,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ αντίστοιχα.

- Στο ενδιάμεσο δάπεδο χρησιμοποιήθηκαν: δρύινο πάτωμα 2,5 εκ., οπλισμένο σκυρόδεμα 20 εκ., επίχρισμα ασβεστοκονιάματος 2 εκ.

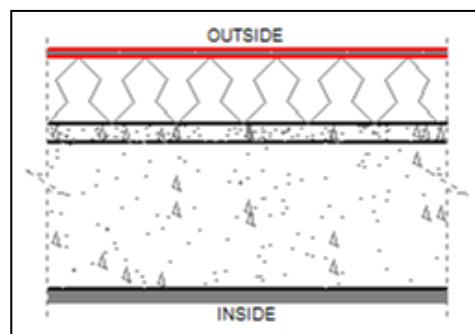
Το U-value προέκυψε $2,32 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.



Εικ.7.5.7. Τυπική διατομή ενδιάμεσου δαπέδου

- Στο δώμα χρησιμοποιήθηκαν: κεραμικά πλακίδια 1,5 εκ., μαλλί προβάτου 8 εκ., τσιμεντοκονίαμα 2,5 εκ., οπλισμένο σκυρόδεμα 20 εκ., επίχρισμα ασβεστοκονιάματος 2 εκ.

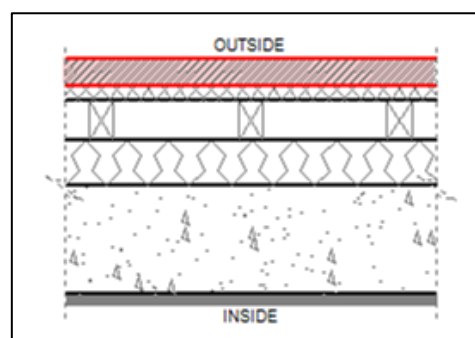
Το U-value προέκυψε $0,39 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} < 0,4 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.



Εικ.7.5.8. Τυπική διατομή δώματος

- Στη στέγη χρησιμοποιήθηκαν: κεραμίδια 5 εκ., ξύλινο πλαίσιο 2,5 εκ., διάκενο 7,5 εκ., μαλλί προβάτου 8 εκ., οπλισμένο σκυρόδεμα 20 εκ., σοβάς 2 εκ.

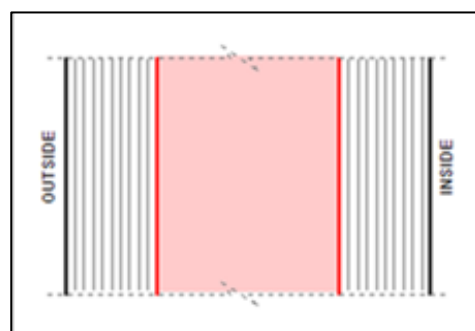
Το U-value προέκυψε $0,37 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} < 0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.



Εικ.7.5.9. Τυπική διατομή κεκλιμένης στέγης

- Στα υαλοστάσια χρησιμοποιήθηκε διπλός υαλοπίνακας με ξύλινο πλαίσιο, με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπιμότητας (low-e) και διάκενο αέρα 1,2 εκ.

Το U-value προέκυψε $2,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} < 2,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.



Εικ.7.5.10. Τυπική διατομή υαλοστασίου

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα και εφόσον οι συντελεστές θερμοπερατότητας U-value προέκυψαν μικρότεροι από τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές που επιβάλλει ο Κ.Εν.Α.Κ για την κλιματική ζώνη Γ, επιλέχθηκαν τα άνω υλικά και πάχη τους για τη κατασκευή μας. Επιχειρήσαμε μέσω αυτής της μελέτης των υλικών να χρησιμοποιήσουμε τη θερμική μάζα του κτηρίου για την αποθήκευση θερμότητας τόσο από τα εξωτερικά όσο και από τα εσωτερικά του κέρδη, μια αποδοτική τεχνική για την καλύτερη δυνατή ενεργειακή συμπεριφορά του χωρίς μηχανικά μέσα.

7.5.4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

7.5.4.1. Παραδοχές - δεδομένα υπολογισμών

Τα δεδομένα εισόδου βασίστηκαν στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου, στα χαρακτηριστικά του κελύφους και των ανοιγμάτων, στο λειτουργικό πρόγραμμα των επιμέρους χώρων του, καθώς και στις απαιτήσεις των ισχυόντων κανονισμών προκειμένου να εξασφαλίζονται μέσα στους χώρους συνθήκες άνεσης και υγιεινής για τους χρήστες. Για την κλιματική ζώνη Γ που ανήκει το κτήριο μας, ορίζονται περίοδος θέρμανσης από 15 Οκτωβρίου έως 30 Απριλίου και περίοδος ψύξης από 1 Ιουνίου έως 31 Αυγούστου. (TOTEE 20701-1/2010). Επίσης:

- Όλες οι θερμικές ζώνες θεωρήθηκε ότι έχουν πλήρη κλιματισμό ως σύστημα θέρμανσης-ψύξης (HVAC system=full air conditioning) με απόδοση 95%. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται συνεχώς σύστημα κλιματισμού για τη διατήρηση των εσωτερικών συνθηκών στα όρια της θερμικής άνεσης κατά την περίοδο χρήσης του κτηρίου θεωρώντας ότι τα παράθυρα δεν ανοίγουν ποτέ. Επιλέχθηκε αυτό το σύστημα ως το δυσμενέστερο έναντι των υπολοίπων. Επίσης, τα όρια του θερμοστάτη ορίστηκαν μεταξύ 20 °C και 26 °C (πίν. 2.2, TOTEE. 1), τα οποία ορίζουν τα όρια εκτός των οποίων λειτουργεί το σύστημα.- Παράρτημα 3, Εικ.Π.3.1.
- Θεωρήθηκε μέγιστος αριθμός χρηστών 2 για κάθε ζώνη, με επικρατούσα δραστηριότητα την καθιστική (sedentary) που αποδίδει θερμικά κέρδη 70 watt. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη (internal gains) προκύπτουν από τα φώτα και τις συσκευές της κάθε ζώνης (sensible gain) και λόγω εξάτμισης (latent gain) και ορίζονται ως 5 W/m² και 2 W/m² αντίστοιχα. Ορίστηκαν τα χαρακτηριστικά του ποσοστού διήθησης (infiltration rate) και συγκεκριμένα το ποσοστό αερισμού (air change rate) ίσο με 10 air changes / hour και η ευαισθησία στον άνεμο (wind sensitivity) ίση με 0.25 ac/h που εκφράζει το πόσο ευάλωτη είναι η κάθε θερμική ζώνη στην ταχύτητα του αέρα.

Έγιναν δύο ρυθμίσεις όσον αφορά το ποσοστό διήθησης (infiltration rate) του αέρα, μία θεωρώντας όλα τα ανοίγματα κλειστά (well sealed) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους - Εικ.Π.3.2. και εφαρμόζεται στα πρώτα πέντε σενάρια και η δεύτερη θεωρώντας νυχτερινό δροσισμό για τους θερινούς μήνες (night ventilation) - Εικ.Π.3.3. που εφαρμόζεται στο έκτο σενάριο.

Δημιουργήθηκαν πέντε χρονοδιαγράμματα όσον αφορά το νυχτερινό αερισμό:

- Το χειμώνα και συγκεκριμένα από την 1^η Νοεμβρίου έως και τις 30 Απριλίου θεωρείται ότι τα παράθυρα είναι ερμητικά κλειστά (well sealed) καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, με εναλλαγές αέρα 0,5 ac/h που αντιστοιχεί σε ποσοστό 5%, με δεδομένο ότι ο διαμπερής αερισμός αντιστοιχεί σε ποσοστό 100%. - Εικ.Π.3.4.
- Το καλοκαίρι από την 1^η Ιουλίου έως τις 31 Αυγούστου θεωρείται ότι τα παράθυρα παραμένουν κλειστά από τις 7:00 έως τις 20:00 και ανοίγουν - νυχτερινός δροσισμός - από τις 20:00 έως τις 7:00 και προκύπτουν τα ποσοστά 5% και 100% αντίστοιχα. - Εικ.Π.3.5.

- Ο Ιούνιος δε χρήζει ανάγκης διαμπερούς αερισμού, οπότε θεωρείται ότι τα παράθυρα παραμένουν κλειστά από τις 8:00 έως τις 19:00, ενώ από τις 19:00 έως τις 8:00 θεωρείται ότι ανοίγουν με εναλλαγές αέρα είναι 4,4 ac/h που αντιστοιχούν σε ποσοστό 44%. - Εικ.Π.3.6.
- Για το Σεπτέμβριο που είναι θερμότερος από τον Ιούνιο στη Μεσούντα, θεωρείται ότι τα παράθυρα παραμένουν κλειστά από τις 7:00 έως τις 19:00 και ανοίγουν από τις 19:00 έως τις 7:00, παρέχοντας εναλλαγές αέρα 6 ac/h που αντιστοιχούν σε ποσοστό 60%. - Εικ.Π.3.7.
- Τέλος, στα πρώτα πέντε σενάρια θεωρούνται όλα τα ανοίγματα κλειστά (well sealed) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, όπως προαναφέρθηκε, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 5%. - Εικ.Π.3.8.

7.5.4.2. ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού μελετήθηκαν διαφορετικά σενάρια που εξετάζουν τόσο μεμονωμένα όσο και συνδυαστικά την επίδραση διαφόρων παρεμβάσεων στην ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη και θέρμανση του κτηρίου σε ετήσια βάση. Τα τρία πρώτα αφορούν στη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων, άμεσου κέρδους (υαλοστάσια) και έμμεσου (τοίχος θερμικής μάζας). Εδώ γίνεται θερμική ανάλυση τόσο ολόκληρου του κτηρίου, όσο και των χώρων που υφίστανται τις παρεμβάσεις. Το τέταρτο αφορά στην αύξηση της μόνωσης στη στέγη και στα δώματα. Στο σημείο αυτό επιλέγεται το βέλτιστο από τα αναλυθέντα σενάρια και βάσει αυτού ακολουθούν τα δύο επόμενα, όπου εξετάζεται ο σκιασμός μεμονωμένα, καθώς και σε συνδυασμό με το νυχτερινό δροσισμό.

Στο αντίστοιχο παράρτημα παρατίθενται τα μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία, τόσο διαγραμματικά, όσο και σε πίνακες. Στους συνημμένους πίνακες καταγράφονται αναλυτικότερα τα θερμικά και ψυκτικά φορτία της κατασκευής για κάθε μήνα, σε ετήσια βάση, καθώς και η ώρα που παρουσιάζει τις μέγιστες καταναλώσεις την ψυχρότερη και τη θερμότερη μέρα του έτους - 4 Φεβρουαρίου και 15 Αυγούστου αντίστοιχα.

Σενάριο 1 : Τοποθέτηση νότιου υαλοστασίου στην αίθουσα διδασκαλίας

Παρατηρείται ότι:

- Η κατασκευή έχει ανάγκες για θέρμανση ιδιαίτερα από το Δεκέμβριο έως το Μάρτιο, λιγότερες (περίπου στο 1/3) τον Απρίλιο και το Νοέμβριο και ελάχιστες τον Οκτώβριο, ενώ για ψύξη από τον Ιούνιο έως και το Σεπτέμβριο και λιγότερες το Μάιο και τον Οκτώβριο. Συγκεκριμένα, μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες παρουσιάζουν οι ζώνες που καταλαμβάνουν τα περισσότερα τετραγωνικά, δηλαδή η τραπεζαρία και η υποδοχή. - Εικ.Π.3.9.

Τα ενεργειακά της φορτία για ένα έτος είναι 56.106 Wh/m² και συγκεκριμένα 22.455 Wh/m² για θέρμανση, 33.652 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Ιανουάριος (2.027,8 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (3.973,2 KWh). - Εικ.Π.3.10.

- Η αίθουσα διδασκαλίας παρουσιάζει αυξημένες καταναλώσεις δυσανάλογες με τα τετραγωνικά που καταλαμβάνει, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη του υαλοστασίου. - Εικ.Π.3.11.

- Τα ενεργειακά φορτία της αίθουσας διδασκαλίας για ένα έτος είναι 91.658 Wh/m² και συγκεκριμένα 43.893 Wh/m² για θέρμανση, 47.765 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Ιανουάριος (345,9 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (551,3 KWh). - Εικ.Π.3.12.

Στη συνέχεια, επιλέγουμε την αφαίρεση του υαλοστασίου στην αίθουσα διδασκαλίας για την εξέταση της θερμικής-ψυκτικής συμπεριφοράς της και γενικότερα της κατασκευής και οδηγούμαστε στο 2ο σενάριο.

Σενάριο 2 : Αφαίρεση του νότιου υαλοστασίου στην αίθουσα διδασκαλίας

Διαπιστώνεται ότι:

- Μειώνονται τα ψυκτικά και ιδιαίτερα τα θερμικά φορτία του κτηρίου, γεγονός που οφείλεται στη μείωση των συνολικών φορτίων της αίθουσας διδασκαλίας. - Εικ.Π.3.13.

Τα ενεργειακά του φορτία για ένα έτος είναι 53.012 Wh/m² και συγκεκριμένα 20.084 Wh/m² για θέρμανση, 32.928 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Ιανουάριος (1.843,4 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (3.798,1 KWh). - Εικ.Π.3.14.

- Μειώνονται σημαντικά τα ψυκτικά και ιδιαίτερα τα θερμικά φορτία στην αίθουσα διδασκαλίας αφού είναι αυτή η ζώνη που υπέστη τις παρεμβάσεις. - Εικ.Π.3.15.

Τα ενεργειακά της φορτία για ένα έτος είναι 57.241 Wh/m² και συγκεκριμένα 18.677 Wh/m² για θέρμανση, 38.564 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Ιανουάριος (161,9 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (376 KWh). - Εικ.Π.3.16.

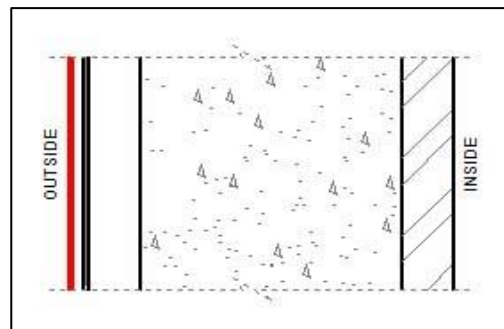
Συμπερασματικά, με την αφαίρεση υαλοστασίων και την προσθήκη κανονικών ανοιγμάτων διαπιστώνουμε ότι μειώνονται τόσο τα θερμικά, όσο και τα ψυκτικά φορτία. Η μείωση στα μεν πρώτα οφείλεται στη βελτίωση του κελύφους, αφού μειώθηκαν οι διαφανείς επιφάνειες που έχουν μεγαλύτερο U-Value (συντελεστής θερμοπερατότητας) σε σχέση με τα αδιαφανή στοιχεία. Στα έτερα δε, οφείλεται στη μείωση της άμεσης και έμμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που προκύπτει από τη χρήση υαλοστασίου. Ένα κτήριο δηλαδή, συμπεριφέρεται καλύτερα ενεργειακά όταν έχουμε μικρότερα ανοίγματα, καθώς μειώνεται το μέσο U-value.

Συγκρίνοντας το 2^ο με το 1^ο σενάριο, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 12,8% (10,6% για θέρμανση και 2,2% για ψύξη). Στην αίθουσα διδασκαλίας, ως αναμένουμε, είναι πολύ μεγαλύτερη και αγγίζει μάλιστα το 76,7% (57,4% για θέρμανση και 19,3% για ψύξη).

Έτσι, τελικά, επιλέχθηκε η τοποθέτηση υαλοπινάκων στη νότια πλευρά της αίθουσας διδασκαλίας και στη συνέχεια αναλύεται θερμικά το κτήριο στην περίπτωση αντικατάστασης του νότιου υαλοστασίου από τοίχο θερμικής μάζας, καθώς το πρόγραμμα δεν παρέχει τη δυνατότητα προσομοίωσης του τοίχου Trombe και συγκεκριμένα των θυρίδων αερισμού. Στις - Εικ.Π.3.17 και Εικ.Π.3.18 προκύπτουν τα ενεργειακά φορτία της τραπεζαρίας για ένα έτος και είναι 55.398 Wh/m², 26.349 Wh/m² για θέρμανση και 29.049 Wh/m² για ψύξη, ώστε να γίνει η αντίστοιχη σύγκριση.

Σενάριο 3: Αφαίρεση του νότιου υαλοστασίου στην τραπεζαρία και προσθήκη τοίχου θερμικής μάζας.

Ο τοίχος θερμικής μάζας αποτελείται από διπλό υαλοπίνακα πάχους 6 χιλιοστών και διάκενο αέρα 1,2 εκατοστών, διάκενο αέρα 6 εκατοστών, σκυρόδεμα 20 εκατοστών και επικάλυψη πέτρας 6 εκατοστών. Όσον αφορά το πάχος του τοίχου εξετάστηκε η πιθανή μείωση του, αφαιρώντας την επικάλυψη της πέτρας αλλά η θερμική ανάλυση μας έδωσε τα ίδια αποτελέσματα.



Εικ.7.5.11. Τυπική διατομή τοίχου θερμικής μάζας

Διαπιστώνεται ότι:

- Μειώνονται τα ψυκτικά και ιδιαίτερα τα θερμικά φορτία του κτηρίου, γεγονός που οφείλεται στη μείωση των συνολικών φορτίων της αίθουσας διδασκαλίας. - Εικ.Π.3.19.

Τα ενεργειακά του φορτία για ένα έτος είναι 48.332 Wh/m² και συγκεκριμένα 17.493 Wh/m² για θέρμανση, 30.840 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Φεβρουάριος (1.631,9 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (3.615,2 KWh). - Εικ.Π.3.20.

- Η ζώνη της τραπεζαρίας είναι αυτή που επηρεάζεται από την εν λόγω παρέμβαση, με αισθητή μείωση τόσο των θερμικών όσο και των ψυκτικών της φορτίων. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε αντίστοιχη μείωση των συνολικών φορτίων του κτηρίου. - Εικ.Π.3.21.

Τα ενεργειακά φορτία της τραπεζαρίας για ένα έτος είναι 32.837 Wh/m² και συγκεκριμένα 13.644 Wh/m² για θέρμανση, 19.194 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Φεβρουάριος (261,7 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (508,5 KWh). - Εικ.Π.3.22.

Συμπερασματικά και ως αναμενόμενα, με την αφαίρεση του νότιου υαλοστασίου στην τραπεζαρία και προσθήκη τοίχου θερμικής μάζας μειώνονται τόσο τα θερμικά, όσο και τα ψυκτικά φορτία. Η μείωση στα μεν πρώτα οφείλεται στη βελτίωση του κελύφους, αφού ο εν λόγω τοίχος έχει μικρότερο U-Value (συντελεστή θερμοπερατότητας) σε σχέση με το υαλοστάσιο. Στα έτερα δε, οφείλεται στη μείωση της άμεσης και έμμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που προκύπτει από τη χρήση υαλοστασίου.

Συγκρίνοντας το 3^ο με το 2^ο σενάριο προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 19,2% (12,9% για θέρμανση και 6,3% για ψύξη) για το κτήριο. Στην τραπεζαρία, ως αναμένουμε, είναι πολύ μεγαλύτερη και αγγίζει μάλιστα το 73,4% (48,2% για θέρμανση και 25,2% για ψύξη).

Ωστόσο, δεν επιλέγεται ως λύση, καθώς το ζητούμενο και ευκαταίετο είναι η δημιουργία χώρων που πληρούν όλες τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης. Με την κατασκευή τοίχου θερμικής μάζας αποκλείεται άνοιγμα στη νότια όψη και προφανώς περιορίζονται οι εναλλαγές του εσωτερικού αέρα που διαμορφώνουν την ποιότητα του και συμβάλλουν στο δροσισμό της ζώνης που τον περιλαμβάνει και κατ' επέκταση του κτηρίου. Παράλληλα αποκλείει τον επαρκή φωτισμό, τη θέα της νότιας όψης και την πρόσβαση στον περιβάλλοντα χώρο. Έτσι, επιλέγεται ως βέλτιστη λύση το δεύτερο σενάριο, βάσει του οποίου πραγματοποιούνται οι μετέπειτα παρεμβάσεις και συγκρίσεις.

Σενάριο 4 : Αύξηση μόνωσης στη στέγη και στα δώματα

Συγκεκριμένα η μόνωση αυξάνεται από τα 8 στα 13 εκατοστά σύμφωνα με τις τυποποιημένες διαστάσεις του Naturtherm – WO που επιλέχθηκε ως μονωτικό υλικό.

Παρατηρείται ότι:

- Σε όλο το κτήριο μειώνονται τα θερμικά φορτία και αυξάνονται τα ψυκτικά σε πολύ μικρό βαθμό. Ακόμη και στις ζώνες που επηρεάζονται άμεσα από την αύξηση της μόνωσης, όπως το παρασκευαστήριο τροφίμων, η αίθουσα διδασκαλίας και οι χώροι του ορόφου δεν παρουσιάζονται σημαντικές μεταβολές. - Εικ.Π.3.23.

Τα ενεργειακά φορτία του για ένα έτος είναι 53.341 Wh/m² και συγκεκριμένα 19.718 Wh/m² για θέρμανση, 33.623 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Ιανουάριος (1811,9 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (3.803,8 KWh). - Εικ.Π.3.24.

Συγκρίνοντας το 4^ο με το 2^ο σενάριο διαπιστώνουμε ότι μειώνονται τα θερμικά φορτία κατά 1,8% και αυξάνονται τα ψυκτικά κατά 2,1%, με αποτέλεσμα μια αύξηση στις ενεργειακές καταναλώσεις κατά 0,3%. Επομένως, η περεταίρω αύξηση της μόνωσης των οροφών δεν οδηγεί απαραίτητα σε καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου, αφού συνοδεύεται από ταυτόχρονη αύξηση των ψυκτικών φορτίων. Η τελευταία οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τη θερινή περίοδο ένα πολύ καλά μονωμένο κτήριο χωρίς αερισμό (well sealed) λειτουργεί ως «θερμοσυσσωρευτής», έχει δηλαδή πλεονάζουσα θερμότητα την οποία δεν μπορεί να αποβάλλει. Ως εκ τούτου, δεν επιλέγεται ως λύση η αύξηση της μόνωσης.

Σενάριο 5 : Σκιασμός του κτηρίου χωρίς αερισμό.

Ο σκιασμός του κτηρίου πραγματοποιήθηκε μέσω οριζοντίων σκιάστρων - σταθερών και κινητών -, καθώς και μέσω φύτευσης φυλλοβόλων δένδρων και παρατίθεται μετά το πέρας των σεναρίων.

Διαπιστώνεται ότι:

- Με το σχεδιασμό των ηλιοπροστατευτικών διατάξεων αυξάνονται κατά μια αμελητέα ποσότητα τα θερμικά φορτία του, όπως αναμενόταν, και μειώνονται – μη αναμενόμενα όμως - ελάχιστα τα ψυκτικά φορτία. - Εικ. Π.3.25.

Τα ενεργειακά φορτία του για ένα έτος είναι 52.596 Wh/m² και συγκεκριμένα 20.225 Wh/m² για θέρμανση, 32.371 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Ιανουάριος (1.854,9 KWh) και για ψύξη ο Αύγουστος (3.748,8 KWh). - Εικ. Π.3.26.

Συγκεκριμένα, με την προσθήκη σταθερών και κινητών σκιάστρων υπάρχει αύξηση των θερμικών φορτίων κατά 0,7% (σε σχέση με το 2^ο σενάριο) αφού περιορίζουν σε ένα βαθμό τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και μείωση των φορτίων ψύξης κατά 1,6%. Προφανώς, τούτο έγκειται στο γεγονός ότι το Ecotect δε συνυπολογίζει τη λειτουργία των δένδρων και των αναρριχητικών φυτών ως σκιάστρων.

Σενάριο 6 : Σκιασμός του κτηρίου σε συνδυασμό με νυχτερινό δροσισμό.

Ο νυχτερινός δροσισμός-αερισμός εφαρμόστηκε από τις 20:00 έως τις 07:00 το πρωί από Ιούνιο έως Σεπτέμβριο. Συγκεκριμένα, τον Ιούνιο έχουμε 4,4 εναλλαγές του όγκου του αέρα κάθε χώρου ανά ώρα (ac/h), το καλοκαίρι 10 ac/h και το Σεπτέμβριο 6 ac/h.

Παρατηρείται ότι:

- Δεν παρουσιάζεται καμία μεταβολή στα φορτία θέρμανσης (όπως αναμενόταν), αφού εφαρμόζεται μόνο κατά τους θερινούς μήνες, ενώ παρατηρείται μια θεαματική μείωση στα φορτία ψύξης. - Παράρτημα 1, Εικ. Π.3.26.
- Τα ενεργειακά φορτία του κτηρίου για ένα έτος είναι 35.456 Wh/m² και συγκεκριμένα 20.225 Wh/m² για θέρμανση, 15.231 Wh/m² για ψύξη. Μεγαλύτερη ανάγκη για θέρμανση παρουσιάζει ο Ιανουάριος (1.854,9 KWh) και για ψύξη ο Ιούλιος (2.267,1 KWh). - Παράρτημα 1, Εικ.7.5.61.

Συγκεκριμένα, τα ψυκτικά φορτία μειώνονται σημαντικά κατά 52,9% (σε σχέση με το 5^ο σενάριο), αφού μέσω του νυχτερινού δροσισμού αποβάλλονται τα θερμικά φορτία που συσσωρεύονται στο κέλυφος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το θεαματικό αυτό ποσοστό οφείλεται επίσης, στην ορθή διάταξη των χώρων και των ανοιγμάτων και μάλιστα κατά τρόπο τέτοιο, ώστε να εξασφαλίζεται η ελεύθερη κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου λόγω των διαφορών πίεσης. Τέλος, καθοριστικό παράγοντα στη διαμόρφωση αυτού του ποσοστού αποτελεί η πρόβλεψη ανοιγόμενων τμημάτων (φεγγιτών) που μπορούν να μένουν ανοικτά κατά τη διάρκεια της νύχτας, ώστε να εξασφαλίζεται ο φυσικός δροσισμός του κτηρίου.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν, ότι μέσω του φυσικού αερισμού και δη του νυχτερινού, αυξάνονται αισθητά τα επίπεδα θερμικής άνεσης και εξασφαλίζονται ταυτόχρονα οι απαραίτητες ποσότητες νωπού αέρα.

Σύγκριση Σεναρίων

Στο συγκεντρωτικό πίνακα που ακολουθεί, καθώς και στο γράφημα του παραρτήματος - Εικ.Π.3.29, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για το ξενώνα, τα φορτία θέρμανσης, ψύξης και σε σύνολο, για κάθε ένα από τα σενάρια που εξετάστηκαν.

	Φορτία για θέρμανση KWh/m ²	Φορτία για ψύξη KWh/m ²	Συνολικά φορτία KWh/m ²
Σενάριο 1	22,46	33,65	56,11
Σενάριο 2	20,08	32,93	53,01
Σενάριο 3	17,49	30,84	48,33
Σενάριο 4	19,72	33,62	53,34
Σενάριο 5	20,23	32,37	52,60
Σενάριο 6	20,23	15,23	35,45

Εικ.7.5.12. Ενεργειακή απόδοση του ξενώνα για κάθε ένα από τα σενάρια που εξετάστηκαν

Στο συνημμένο πίνακα παρουσιάζονται τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας που επιτυγχάνονται στη θέρμανση και ψύξη του ξενώνα μετά τις επιμέρους βιοκλιματικές παρεμβάσεις.

	Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση %	Εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη %	Εξοικονόμηση ενέργειας συνολικά %
Μείωση των νότιων ανοιγμάτων	+10,6	+2,2	+12,8
Προσθήκη τοίχου θερμικής μάζας	+12,9	+6,3	+19,2
Αύξηση μόνωσης στέγης	+1,8	-2,1	-0,3
Σκiasμός	-0,7	+1,6	+0,9
Σκiasμός και δροσισμός	+0,0	+2,9	+52,9

Εικ.7.5.13. Ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας για ψύξη και θέρμανση με τις εκάστοτε βιοκλιματικές παρεμβάσεις για το ξενώνα

7.5.4.3. Βέλτιστη λύση

Σύμφωνα με τη θερμική ανάλυση και τα αποτελέσματα που προκύπτουν για τα έξι σενάρια, επιλέγεται ως βέλτιστη λύση το Σενάριο 6 για το οποίο παρατίθενται αναλυτικά οι μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις.

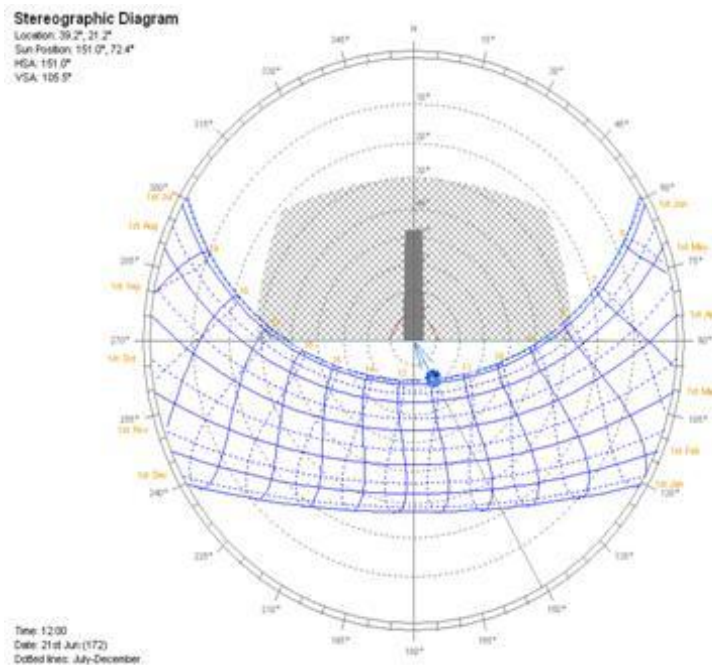
ΞΕΝΩΝΑΣ	ΣΕΝΑΡΙΟ 6	Φορτία για θέρμανση KWh/m ²	Φορτία για ψύξη KWh/m ²	Συνολικά φορτία KWh/m ²
	ΙΑΝ	4,70	0	4,70
	ΦΕΒ	4,67	0	4,67
	ΜΑΡΤ	3,75	0	3,75
	ΑΠΡ	1,39	0	1,39
	ΜΑΙΟΣ	0	0,79	0,79
	ΙΟΥΝ	0	0,81	0,81
	ΙΟΥΛ	0	5,74	5,74
	ΑΥΓ	0	4,82	4,82
	ΣΕΠΤ	0	1,88	1,88
	ΟΚΤ	0,35	1,20	1,55
	ΝΟΕΜ	1,54	0	1,54
	ΔΕΚ	3,80	0	3,80
	ΕΤΗΣΙΑ	20,23	15,23	35,46

Εικ.7.5.14. Μηνιαίες ενεργειακές καταναλώσεις του ξενώνα για το τελικό σενάριο

Επίσης, για το Σενάριο 6 περιλαμβάνονται στο παράρτημα 4, αναλυτικά διαγράμματα και αντίστοιχοι πίνακες όσον αφορά: τα μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία κάθε ζώνης, τη θερμική άνεση του κτηρίου χωρίς τη χρήση κλιματισμού, τα μέσα ωριαία κέρδη του, όπως προκύπτουν από το κέλυφός του, από τον ήλιο και από τον αερισμό του. Επίσης, τα παθητικά του κέρδη τη χειμερινή περίοδο, τις μέσες ωριαίες θερμοκρασίες και τα μέσα ωριαία κέρδη κάθε ζώνης για την ψυχρότερη και θερμότερη μέρα, καθώς και η ετήσια διακύμανση της θερμοκρασίας για κάθε ζώνη. Τέλος, παρουσιάζεται σύνοψη των θερμικών του ζωνών.

7.5.5. ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΙΑΣΜΟΥ

7.5.5.1. Θεωρητική Προσέγγιση μέσω του Ηλιακού Διαγράμματος



Εικ.7.5.15. Στερεογραφικό Διάγραμμα στο οικοπέδο μελέτης

ανοιγμάτων για τον έλεγχο της ανεπιθύμητης ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη θερινή περίοδο, ιδιαίτερα στο νότιο και δυτικό προσανατολισμό. Ο τελευταίος φαίνεται να είναι ιδιαίτερα δυσμενής, καθώς δέχεται ηλιακή ακτινοβολία τις απογευματινές ώρες όπου το κτήριο είναι ήδη εκτεθειμένο σε αυτήν καθ' όλη σχεδόν τη διάρκεια της ημέρας. Ο ανατολικός, ως φαίνεται, δεν παρουσιάζει πρόβλημα, ωστόσο θα γίνει έλεγχος για την πιθανή χρήση δένδρων.

Συγκεκριμένα στο υπό μελέτη κτήριο λαμβάνονται τα εξής μέτρα σκιασμού των ανοιγμάτων όσον αφορά τον προσανατολισμό:

Νότιος: τοποθέτηση οριζόντιων σταθερών ή και κινητών εξωτερικών σκιάστρων στον όροφο και πέργκολας με αναρριχητικά φυτά στην αίθουσα διδασκαλίας. Ο χώρος της τραπεζαρίας προστατεύεται απόλυτα από το προεξέχον τμήμα του ορόφου σύμφωνα με υπολογισμούς.

Δυτικός-Νοτιοδυτικός: φύτευση φυλλοβόλων δένδρων που φύονται στην περιοχή και εξασφαλίζουν πλήρη σκιασμό, όπως καρυδιά, κερασιά, συκιά, κ.ά. Επιπλέον τοποθέτηση πέργκολας στο δώμα.

Η διαστασιολόγηση των σκιάστρων γίνεται μέσω του Solar Tool - που παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής των γεωγραφικών συντεταγμένων του οικοπέδου - και είναι τέτοια, ώστε να εξασφαλίζεται ο επαρκής σκιασμός του ξενώνα το καλοκαίρι και η ανεμπόδιστη κατά το δυνατόν είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Στους πίνακες του παραρτήματος 7.5.5.2. που προκύπτουν από την αντίστοιχη ανάλυση ελέγχεται το ποσοστό σκιασμού κατά μέσο όρο (Avg.SC).

Στο διπλανό διάγραμμα φαίνεται η πορεία του ήλιου για τη γεωγραφική θέση του οικοπέδου.

Παρατηρούμε ότι:

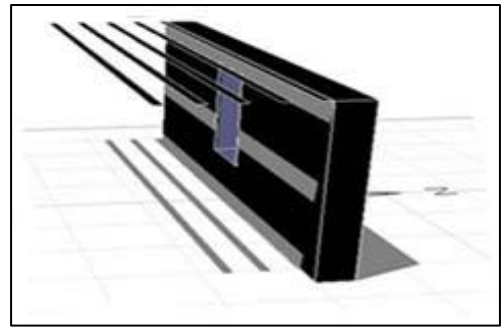
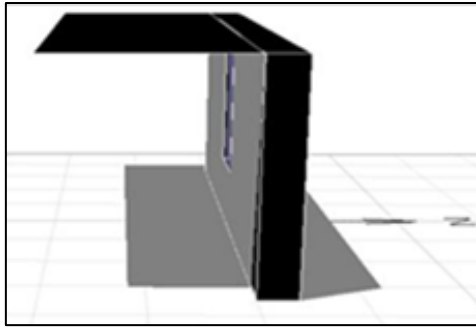
Στο θερινό ηλιοστάσιο: στο νότιο προσανατολισμό το ύψος του ήλιου ξεπερνά τις 60⁰ τις πρωινές ώρες (από τις 10:45 έως τις 14:30) και το μέγιστο ύψος σημειώνεται 74,2⁰ στις 12:30. Στον ανατολικό είναι χαμηλό (30⁰ στις 8:00). Τέλος, στο δυτικό ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά μετά τις 17:00 (38,7⁰ στις 16:30).

Από την παραπάνω ανάλυση προκύπτει η ανάγκη σκιασμού των

7.5.5.2. Αναλυτική Εφαρμογή μέσω του Solar Tool

Τοποθέτηση πέργκολας στη νότια όψη της αίθουσας διδασκαλίας:

Οι πέργκολες σχεδιάστηκαν ως οριζόντια σταθερά σκίαστρα για τη θερινή περίοδο και ως είναι για τη χειμερινή. Με δοκιμές, οι βέλτιστες διαστάσεις της προέκυψαν 7,0×2,0 μ.



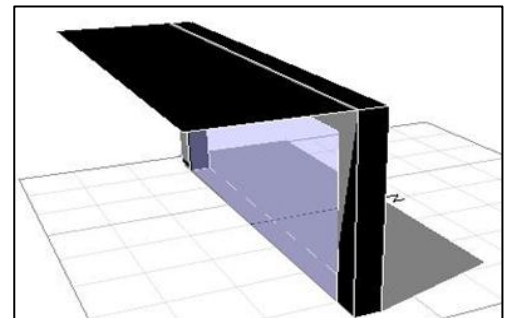
Εικ.7.5.16. Σκιασμός της νότιας όψης της αίθουσας διδασκαλίας μέσω πέργκολας το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα

- Παρατηρούμε ότι με την εν λόγω διαστασιολόγηση της πέργκολας εξασφαλίζεται ο πλήρης σκιασμός - 100% - της νότιας όψης της αίθουσας διδασκαλίας το καλοκαίρι - Παράρτημα 5, Εικ.Π.5.1. - και ικανοποιητικό ποσοστό - 8,3% - της παρεμπόδισης εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας - Εικ.Π.5.2.

Σκιασμός του νότιου ναλοστασίου της τραπεζαρίας:

Ο σκιασμός αυτός προκύπτει από το προεξέχον τμήμα του ορόφου, διαστάσεων 6,98×2,0 μ.

- Διαπιστώνεται ότι ο σκιασμός του ναλοστασίου της τραπεζαρίας είναι ικανοποιητικός - 90,6%, Εικ.Π.5.3.- και μπορεί να ενισχυθεί με τη φύτευση φυλλοβόλου δένδρου στη νοτιοδυτική πλευρά που είναι και η πιο δυσμενής.

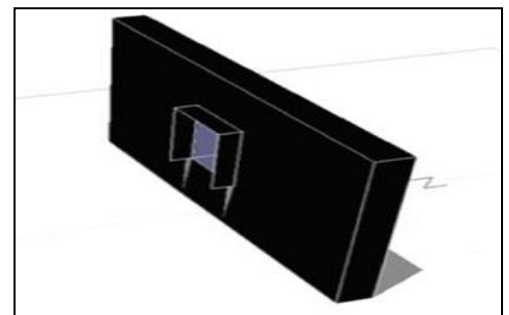


Εικ.7.5.17. Σκιασμός του νότιου ναλοστασίου από το προεξέχον τμήμα του ορόφου

Σκιασμός τυπικού νότιου ανοίγματος:

Προκύπτει από τον αυτοσκιασμό του λόγω του πάχους (25 εκ.) του τοίχου.

- Το ποσοστό σκιασμού είναι ικανοποιητικό - 87,0% , Εικ.Π.5.4.- και θα ενισχυθεί στα νότια ανοίγματα της κουζίνας, με φύτευση του φυλλοβόλου δένδρου που προαναφέρθηκε στη νοτιοδυτική πλευρά, ενώ στα ανοίγματα του νοτιοδυτικού κοιτώνα μπορεί να ενισχυθεί με τοποθέτηση οριζόντιων εσωτερικών περσίδων.

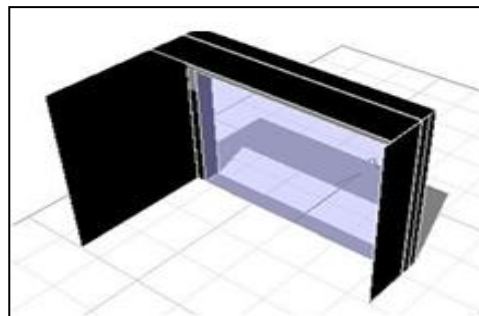


Εικ.7.5.18. Σκιασμός τυπικού νότιου ανοίγματος

Σκιασμός του νότιου υαλοστασίου στον όροφο:

Προκύπτει από την τοποθέτηση οριζόντιου σταθερού σκιάστρου, διαστάσεων 4,89×0,8 μ., καθώς και από τους υφιστάμενους όμορους όγκους, διαστάσεων 3,0×3,28 μ. και 1,0×3,28 μ. δυτικά και ανατολικά ως προς αυτό.

- Παρατηρούμε ότι ο σκιασμός του υαλοστασίου είναι ικανοποιητικός - 89,2%, Εικ.Π.5.5. - και μπορεί να ενισχυθεί με την τοποθέτηση εσωτερικών οριζόντιων περσίδων.

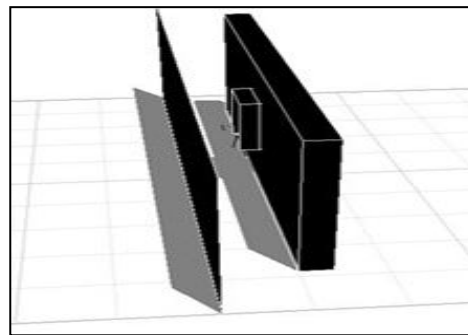


Εικ.7.5.19. Σκιασμός του νότιου υαλοστασίου μέσω οριζοντίου σκιάστρου και όμορων όγκων

Σκιασμός δυτικών όψεων με φύτευση φυλλοβόλων δένδρων:

Τα δένδρα προσομοιώθηκαν ως όμορα εμπόδια (αφού το πρόγραμμα δεν παρέχει τη δυνατότητα προσομοίωσή τους με άλλον τρόπο) για την καλύτερη δυνατή απεικόνιση τους και απόδοση τους ως φυσικά σκιάστρα. Τοποθετήθηκαν ενδεικτικά σε απόσταση 1,0 μ. από τη δυτική όψη του ξενώνα.

- Όπως προκύπτει προσεγγιστικά, με τη φύτευση φυλλοβόλων δένδρων επιτυγχάνεται επαρκής σκιασμός - 91,9%, Εικ.Π.5.6.- το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα εξασφαλίζεται η ελεύθερη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, εμποδιζόμενη ίσως, κατά ένα μικρό ποσοστό που οφείλεται στον κορμό ή και τα κλαδιά τους. Τέλος, ο σκιασμός των δυτικών όψεων μπορεί να ενισχυθεί με την τοποθέτηση εσωτερικών κατακόρυφων περσίδων.

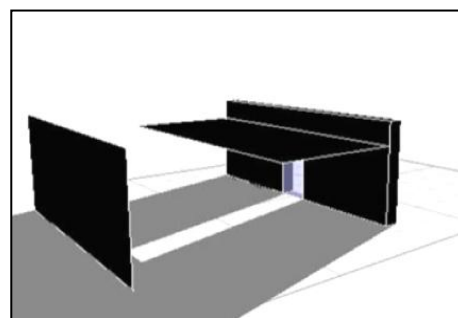


Εικ.7.5.20. Σκιασμός τυπικής δυτικής όψης μέσω φυλλοβόλων δένδρων

Σκιασμός του νοτιοδυτικού κοιτώνα:

Ο σκιασμός της δυτικής όψης προκύπτει από τη φύτευση των φυλλοβόλων δένδρων που προαναφέρθηκε, καθώς και από την τοποθέτηση πέργκολας στο δάμα, διαστάσεων 7,14×3,3 μ., αφού πρόκειται για τη δυσμενέστερη όψη.

- Όπως διαπιστώνεται, με το δεδομένο τρόπο σκίασης επιτυγχάνεται επαρκής σκιασμός - 90,2%, Εικ.Π.5.7.- το καλοκαίρι, ο οποίος μπορεί να ενισχυθεί με την τοποθέτηση εσωτερικών κατακόρυφων περσίδων.
- Επίσης, η νότια όψη του θα προστατεύεται από εξωτερικό οριζόντιο σκιάστρο, κινητό κατά προτίμηση, με διαστάσεις 7,0×2,0 μ., κατ' αντιστοιχία με τις διαστάσεις του σκιάστρου (πέργκολας) της αίθουσας διδασκαλίας.



Εικ.7.5.21. Σκιασμός της δυτικής όψης του κοιτώνα

Τέλος, όπως προέκυψε από τη μελέτη σκιασμού, η φύτευση δένδρων στην ανατολική όψη δεν κρίνεται απαραίτητη.

7.5.5.3. Σκιασμός Κτηρίου μέσω του Sketch Up

Αφού πραγματοποιήθηκε η διαστασιολόγηση των σκιάστρων, προσομοιώθηκε το κτήριο στο πρόγραμμα Sketch Up για την καλύτερη δυνατή απεικόνιση του σκιασμού του. Εισήχθησαν οι γεωγραφικές συντεταγμένες της Μεσούντας και ο σκιασμός έγινε για την 21^η Ιουνίου, στις 12:30 όπου σημειώνεται και το μέγιστο ύψος ηλίου.



Εικ.7.5.22. Σκιασμός της νότιας και της νοτιοδυτικής όψης αντίστοιχα



Εικ.7.5.23. Σκιασμός της νοτιοανατολικής και βορειοδυτικής όψης αντίστοιχα

7.5.6. ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Στο στάδιο αυτό που αποτελεί και το τελευταίο της παρούσας εργασίας, κρίνεται αναγκαία και η ανάλυση φυσικού φωτισμού μετά τη μελέτη σκιασμού και την τοποθέτηση των σκιάστρων. Στόχος είναι η εξασφάλιση στο διαμορφωμένο κτήριο της οπτικής άνεσης και η ελάχιστη δυνατή χρήση τεχνητού φωτισμού. Έτσι, εξετάζεται ανάλογα με την χρήση του χώρου, η παροχή ικανοποιητικής ποσότητας φωτισμού τέτοιας όμως, ώστε να ελαχιστοποιείται η θάμβωση και να αποφεύγονται οι έντονες αντιθέσεις.

Η οπτική άνεση αξιολογείται με βάση τις απαιτήσεις από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), καθώς ο μεταγενέστερος κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) δεν ορίζει νέες συνιστώμενες τιμές. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίν.2.4) ορίζεται η μέση ελάχιστη στάθμη φυσικού φωτισμού στα 300 Lux για ξενώνα ετήσιας λειτουργίας και επιπλέον για την αίθουσα διδασκαλίας και τα εργαστήρια στα 500 Lux, ενώ για την κουζίνα στα 400 Lux. Τέλος, ορίζεται η ελάχιστη τιμή για τον παράγοντα φυσικού φωτισμού σε 0,7 % στο κέντρο ενός χώρου και σε 0,80 μέτρα από τη στάθμη του δαπέδου.

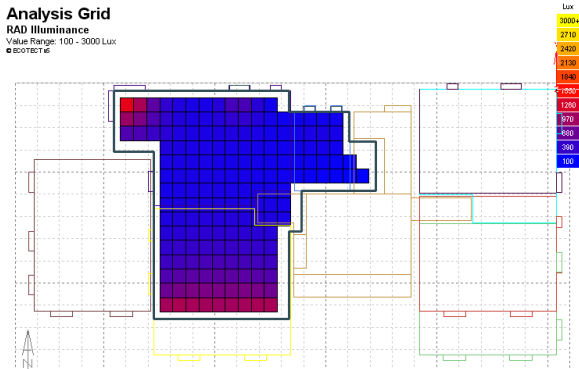
Η μελέτη φυσικού φωτισμού πραγματοποιείται με τα προγράμματα Radiance και Ecotect, όπου μετρώνται τα επίπεδα φυσικού φωτισμού (σε Lux) και ο παράγοντας φυσικού φωτισμού DF (%) σε τέσσερις αντιπροσωπευτικούς χώρους κύριας χρήσης: στην τραπεζαρία-καθιστικό, στην αίθουσα διδασκαλίας, στα εργαστήρια και στην κουζίνα. Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται για το χειμερινό ηλιοστάσιο, όπου η τροχιά του ηλίου είναι η χαμηλότερη, το θερινό, καθώς και την εαρινή ισημερία στις 12 το μεσημέρι.

Η μέτρηση της μέσης έντασης φυσικού φωτισμού και ο προσδιορισμός των επιθυμητών επιπέδων του αντίστοιχου παράγοντα DF πραγματοποιούνται για συνθήκες νεφοσκεπή (overcast) ουρανού που είναι και οι δυσμενέστερες. Όσον αφορά τη μέση ένταση, τίθεται χαμηλότερο όριο τα 100 Lux (χώροι για συνήθεις απαιτήσεις) και ανώτερο τα 3000 Lux, ενώ στον παράγοντα φυσικού φωτισμού τα όρια των ποσοστών είναι 1-18%. Σημειώνεται ότι ο τυπικός ουρανός της Ελλάδας παρέχει περισσότερα από 9000 Lux σε οριζόντιο επίπεδο για 85% του χρόνου.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι υπολογισμοί για τους βασικούς χώρους χρήσης, όπως προκύπτουν από τη διερχόμενη, διαμέσου των ανοιγμάτων του κτηρίου, ηλιακή ακτινοβολία. Όσον αφορά στην ανάγνωσή τους, όσο πιο σκουρόχρωμος κυανός είναι ο χρωματισμός στον κάναβο, τόσο πιο σκοτεινός είναι ο αντίστοιχος χώρος.

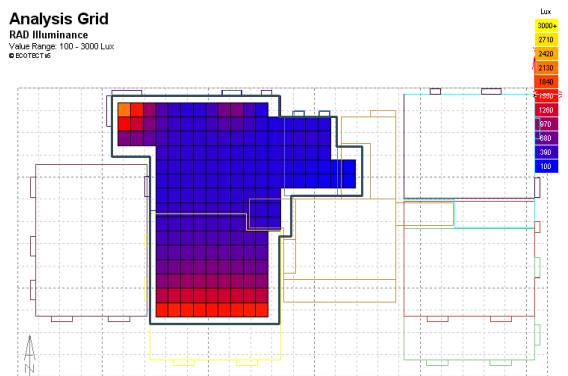
Γενικά, ο ξενώνας παρουσιάζει ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού που δύνανται να βελτιωθούν, ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο και κυρίως τις απογευματινές ώρες με μέσα τεχνητού φωτισμού.

Τραπεζαρία-Καθιστικό: Παράγοντας φυσικού φωτισμού DF=4,42 %



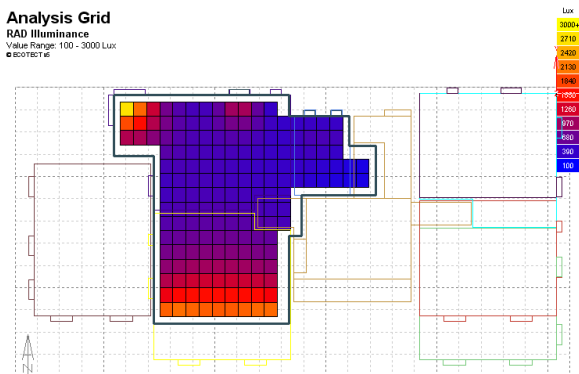
Εικ.7.5.24. 21 Δεκεμβρίου - 12:00μμ :
Επίπεδα φωτισμού (lux) για την τραπεζαρία

- Όπως παρατηρείται την 21η Δεκεμβρίου, η μέση ένταση φυσικού φωτισμού είναι 389,05 lux, επίπεδα ικανοποιητικά για τις δεδομένες γεωγραφικές συντεταγμένες, καθώς και τις «συνθήκες ουρανού».



Εικ.7.5.25. 21 Μαρτίου - 12:00μμ :
Επίπεδα φωτισμού (lux) για την τραπεζαρία

- Την 21η Μαρτίου, υψηλότερα επίπεδα φωτισμού παρουσιάζονται στα σημεία του χώρου που βρίσκονται πιο κοντά στα ανοίγματα, ωστόσο και στο βάθος του χώρου επικρατούν ικανοποιητικά επίπεδα φωτός, με μέση τιμή 600,84 lux.

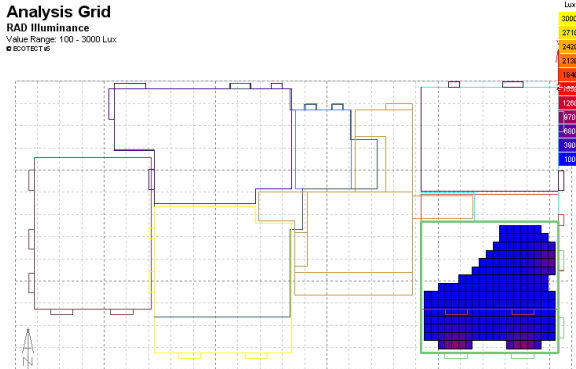


Εικ.7.5.26. 21 Ιουνίου - 12:00μμ :
Επίπεδα φωτισμού (lux) για την τραπεζαρία

- Τέλος, την 21 Ιουνίου η μέση ένταση αυξάνεται, ως αναμένεται και υπολογίζεται στα 794 lux.

Συμπερασματικά, τα επίπεδα φωτισμού στην τραπεζαρία ικανοποιούν τις αντίστοιχες απαιτήσεις που ορίζονται από τον Κ.Εν.Α.Κ..

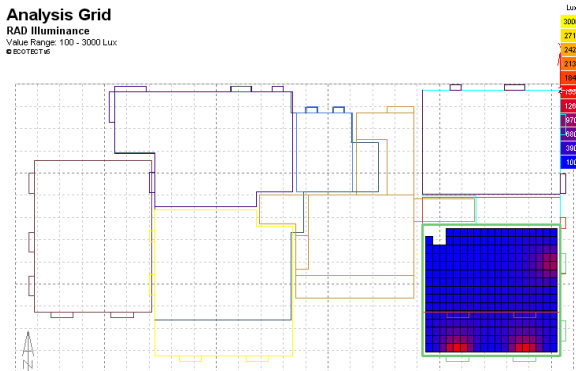
Αίθουσα Διδασκαλίας: Παράγοντας φυσικού φωτισμού DF=2,36 %



Εικ.7.5.27. 21 Δεκεμβρίου - 12:00μμ :

Επίπεδα φωτισμού (lux) για την αίθουσα διδασκαλίας

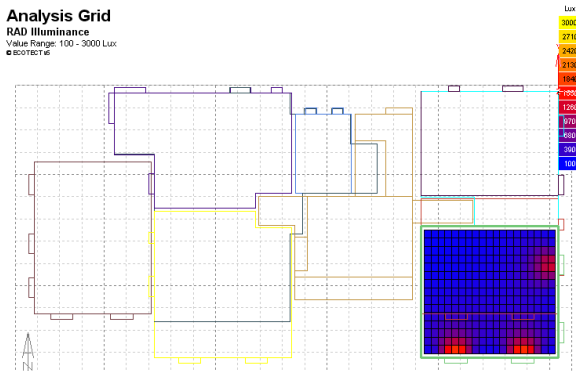
- Όπως παρατηρείται για την 21η Δεκεμβρίου, η μέση ένταση φυσικού φωτισμού είναι 193,09 lux, μικρότερη από τα επιθυμητά όρια, ενώ η χαμηλότερη ένταση παρουσιάζεται στο βάθος του χώρου.



Εικ.7.5.28. 21 Μαρτίου - 12:00μμ :

Επίπεδα φωτισμού (lux) για την αίθουσα διδασκαλίας

- Την 21^η Μαρτίου παρέχεται σχετικά ικανοποιητικός φωτισμός, με μέση τιμή 306,89 lux.



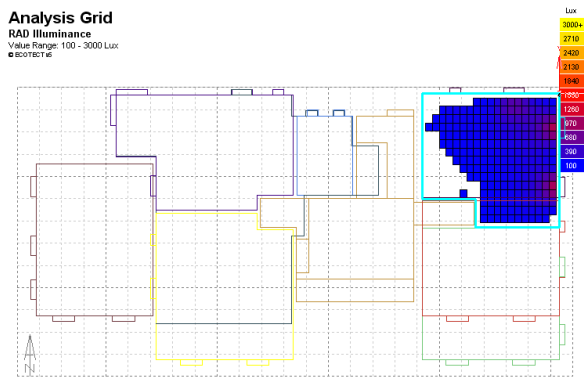
Εικ.7.5.29. 21 Ιουνίου - 12:00μμ :

Επίπεδα φωτισμού (lux) για την αίθουσα διδασκαλίας

- Τέλος, την 21η Ιουνίου η μέση ένταση αυξάνεται στα 386,13 lux.

Συμπερασματικά, τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στην αίθουσα διδασκαλίας είναι χαμηλότερα από τα επιθυμητά όρια και θα ενισχυθούν με τεχνητά μέσα, π.χ. λαμπτήρες φθορισμού, ώστε να αναπτύσσονται ανεμπόδιστα οι δραστηριότητες στο χώρο.

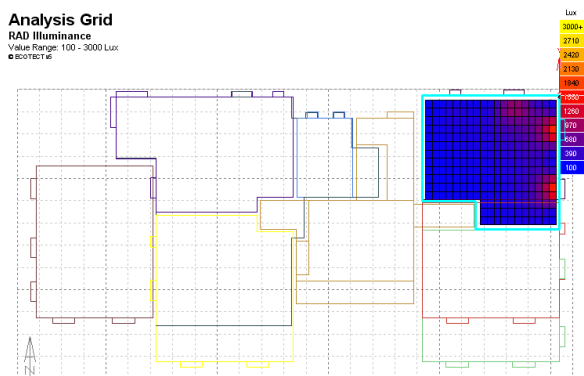
Αίθουσα Εργαστηρίων: Παράγοντας φυσικού φωτισμού DF=2,79%



- Την 21η Δεκεμβρίου η μέση ένταση φυσικού φωτισμού είναι 217,43 lux.

Average Value: 217.43 Lux
Above Clip Threshold: 85.5%
Visible Nodes: 296

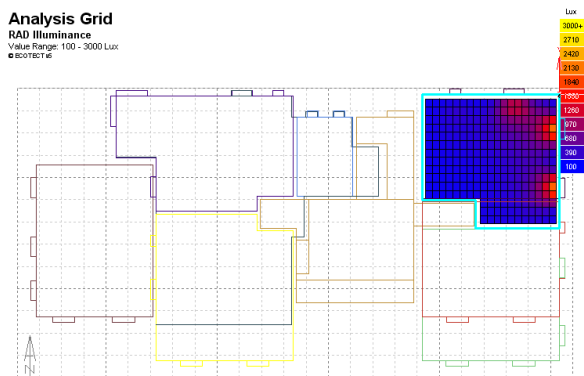
Εικ.7.5.30. 21 Δεκεμβρίου - 12:00μμ:
Επίπεδα φωτισμού (lux) για την αίθουσα εργαστηρίων



- Την 21η Μαρτίου η μέση ένταση φυσικού φωτισμού είναι 349,01 lux.

Average Value: 349.01 Lux
Above Clip Threshold: 100.0%
Visible Nodes: 296

Εικ.7.5.31. 21 Μαρτίου - 12:00μμ:
Επίπεδα φωτισμού (lux) για την αίθουσα εργαστηρίων



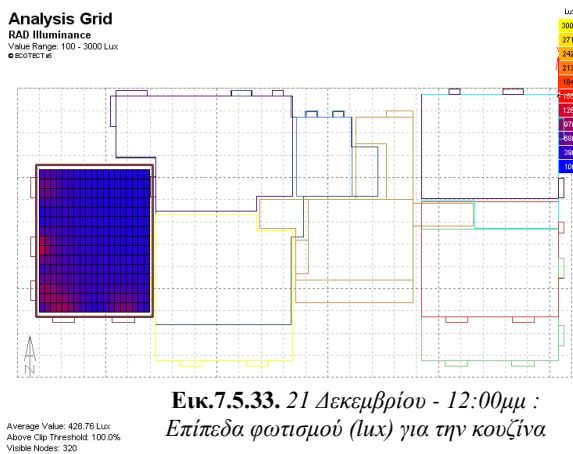
- Την 21η Ιουνίου η μέση ένταση αυξάνεται στα 433,5 lux.

Average Value: 433.50 Lux
Above Clip Threshold: 100.0%
Visible Nodes: 296

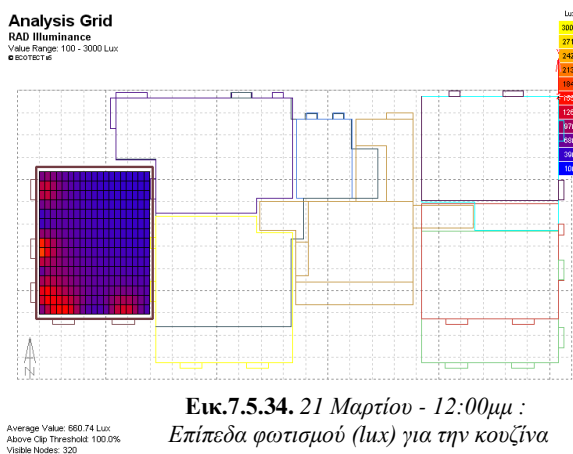
Εικ.7.5.32. 21 Ιουνίου - 12:00μμ :
Επίπεδα φωτισμού (lux) για την αίθουσα εργαστηρίων

Γενικά, η αίθουσα εργαστηρίων παρουσιάζει ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού που μπορούν να ενισχυθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις, με τεχνητά μέσα.

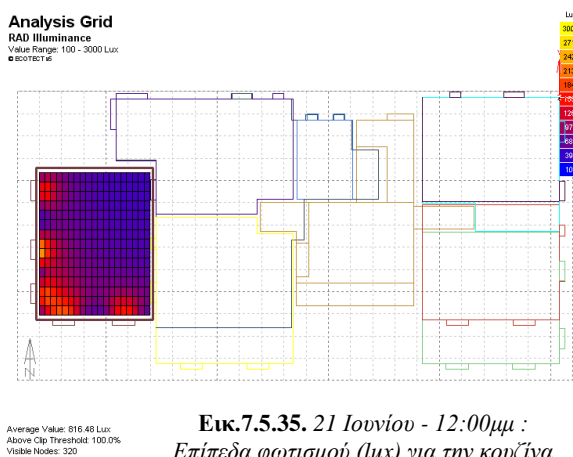
Παρασκευαστήριο τροφίμων: Παράγοντας φυσικού φωτισμού DF=4,31%



- Την 21^η Δεκεμβρίου τα επίπεδα φυσικού φωτισμού είναι 428,76 lux.



- Την 21^η Μαρτίου η μέση ένταση είναι 660,74 lux.



- Τέλος, την 21^η Ιουνίου η μέση ένταση είναι 816,48 lux.

Συμπερασματικά, η κουζίνα πληρεί τις σχετικές απαιτήσεις για ικανοποιητικό φυσικό φωτισμό.

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Ανακεφαλαιώνοντας, οι βασικές αρχές που πρέπει να εφαρμόζονται κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτηρίου συνοψίζονται ως εξής:

- Θερμική προστασία του τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση αποδοτικών τεχνικών που αφορούν στο εξωτερικό του κελύφους, με έμφαση στην κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του αλλά και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανσή του τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό ολόκληρο το έτος.
- Εξασφάλιση προστασίας του από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους θερινούς μήνες.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που συσσωρεύεται εντός του κατά τους θερινούς μήνες προς το εξωτερικό περιβάλλον.
- Εξασφάλιση ανεμοπροστασίας κατά τη χειμερινή περίοδο, ώστε να περιορίζεται η διείσδυση του αέρα αλλά και να μειώνονται οι θερμικές του απώλειες.
- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για το φυσικό φωτισμό του, ώστε να εξασφαλίζεται η επάρκεια και η ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής που εντάσσεται μέσω κατάλληλων τεχνικών.

Έτσι, η διαδικασία βιοκλιματικής μελέτης του ξενώνα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ακολουθεί τα εξής βήματα:

- Μελέτη κλιματικών συνθηκών περιοχής δόμησης (θερμοκρασία αέρα, ηλιακή γεωμετρία, άνεμοι, σχετική υγρασία).
- Μελέτη οικοπέδου (ορθό τοπογραφικό διάγραμμα, όροι δόμησης, μικροκλίμα).
- Κτηριολογικό πρόγραμμα και εφαρμογή Γ.Ο.Κ.
- Χωροθέτηση ξενώνα στο οικόπεδο – προσανατολισμός.
- Μορφή ξενώνα – Χωρισμός σε θερμικές ζώνες – Διάταξη εσωτερικών χώρων.
- Μελέτη κτηριακού κελύφους (μόνωση, θερμική μάζα, υαλοστάσια, υλικά).
- Μελέτη για τη χρήση οικολογικών δομικών υλικών.
- Εξασφάλιση φυσικού δροσισμού του ξενώνα (ηλιοπροστασία, φυσικός αερισμός και δη νυχτερινός δροσισμός).
- Μελέτη φυσικού φωτισμού.
- Μελέτη εφαρμογής παθητικών συστημάτων θέρμανσης (παθητικά ηλιακά συστήματα) και ψύξης (παθητικά συστήματα δροσισμού) για την κατά το δυνατόν ενεργειακή αυτοδυναμία του ξενώνα.
- Μελέτη για συμπληρωματική θέρμανση και ψύξη.
- Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου.
- Ενεργειακή ταυτότητα του ξενώνα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την αποπεράτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας οδηγούμαστε στα εξής συμπεράσματα:

- Ολοκληρώνοντας την ενεργειακή μελέτη του κέντρου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, διαπιστώνουμε ότι κατατάσσεται στην κατηγορία A^+ (αφού καταναλώνει $35,46 \text{ KWh/m}^2 < 60 \text{ KWh/m}^2$). Στο εν λόγω κτήριο, εφαρμόστηκαν οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, η χρήση απλών βιοκλιματικών διατάξεων, καθώς και η σωστή διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου. Όσον αφορά τη θερμική ανάλυση, διαπιστώσαμε ότι τα ενεργειακά κέρδη της κατασκευής οφείλονται κυρίως στο νότιο προσανατολισμό της, στην ορθή διαμόρφωση του κελύφους της και ειδικότερα στην εφαρμογή κατάλληλης θερμομόνωσης, παρά στην εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου κέρδους. Επίσης, όσον αφορά το σκιασμό της, παρατηρήσαμε ότι τα εξωτερικά κινητά σκίαστρα και οι πέργκολες υπερτερούν σε σχέση με τα αντίστοιχα σταθερά, αφού εξασφαλίζεται ο επαρκής σκιασμός τη θερινή περίοδο και παράλληλα η ανεμπόδιστη είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας τη χειμερινή.

Οδηγούμαστε λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι ακόμη και στα ψυχρά μεσογειακά κλίματα με την εφαρμογή των πλέον αυτονόητων μέτρων, μπορούν να εξασφαλιστούν οι απαραίτητες συνθήκες θερμικής άνεσης. Γενικά, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική ευνοείται στο εύκρατο μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας, με τους ήπιους και υγρούς χειμώνες και τα σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια, και περιλαμβάνει την εφαρμογή οικονομικών και απλών συστημάτων ως προς την κατασκευή και τη λειτουργία τους. Επιπλέον, μπορεί να εφαρμοσθεί και να προσαρμοστεί σε οποιαδήποτε κατασκευή, από την παραδοσιακή σε οικισμούς μέχρι την πιο σύγχρονη στα μεγάλα αστικά κέντρα.

- Στο σύνολο της ελληνικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, γίνεται αντιληπτή η αξιοποίηση και η ενσωμάτωση, στην κατασκευή των κτηρίων και των οικισμών, των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος και των διαθέσιμων επιτόπιων υλικών. Η παραδοσιακή κατοικία στην Ήπειρο, τόσο με τη μορφολογία του κελύφους της και την εσωτερική της οργάνωση όσο και με την κατασκευαστική της δομή, αποτελεί υπόδειγμα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Η τοιχοποιία από φέρουσα λιθοδομή, αξιοποιώντας πλήρως τη μεγάλη θερμοχωρητικότητα της πέτρας, καθιστούσε το οίκημα ένα κλιματικά αυτορρυθμιζόμενο σύστημα. Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη, τα βιοκλιματικά χαρακτηριστικά που συγκεντρώνει η παραδοσιακή κατοικία επιδιώξαμε αρχικά, τη φέρουσα λιθοδομή ως τρόπο δόμησης για την κατασκευή μας.

Ωστόσο, ο Κ.Εν.Α.Κ κατέστησε αδύνατη αυτή την επιδίωξη μας, καθώς δεν λαμβάνει υπόψη του τη μεγάλη θερμική μάζα της πέτρινης τοιχοποιίας και όσα αυτή συνεπάγεται, με αποτέλεσμα να προκύπτει υψηλός συντελεστής θερμοπερατότητας. Η λανθασμένη αντιμετώπιση του Κ.Εν.Α.Κ έγκειται στο γεγονός ότι η τοιχοποιία θεωρείται συμπαγής πέτρα μεγάλης μάλιστα πυκνότητας, ενώ στην πραγματικότητα παρουσιάζει ανομοιογένεια σε τρεις διαφορετικές στρώσεις κατά πλάτος και σε κάθε στρώση υπάρχουν ποσοστιαίες κατανομές διαφορετικών υλικών (με τη μεσαία να έχει απροσδιόριστο ποσοστό ακίνητου αέρα). Συνεπώς, είναι ανάγκη να αναθεωρηθούν και να τροποποιηθούν οι κανονισμοί του Κ.Εν.Α.Κ. όσον αφορά τη λιθοδομή, ώστε να αποτυπωθεί και να κατοχυρωθεί νομικά η οικοδομική πείρα των προγόνων μας.

▪ Τα τελευταία χρόνια και ιδιαίτερα με την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. οι βιοκλιματικές αρχές εντάσσονται τόσο σε νεόδμητες όσο και σε υφιστάμενες κατασκευές, με αποτέλεσμα τη δημιουργία πληθώρας προγραμμάτων που συμβάλλουν στον ορθότερο ενεργειακό σχεδιασμό. Ένα τέτοιο πρόγραμμα αποτελεί και το Ecotect Analysis, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία και η εφαρμογή του οποίου μας οδήγησε στα εξής:

- Στο λογισμικό αυτό δύναται να εισαχθούν τα κλιματικά δεδομένα μόνο τριών μετεωρολογικών σταθμών της Ελλάδας – Αθήνας, Θεσσαλονίκης και Ανδραβίδας. Έτσι, η θερμική ανάλυση κατασκευής σε οποιαδήποτε άλλη περιοχή πραγματοποιείται με τη χρήση δεδομένων ενός εκ των τριών σταθμών, ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν να είναι προσεγγιστικά.
- Είναι αδύνατη η εισαγωγή παθητικών ηλιακών συστημάτων (όπως τοίχος Trombe), καθώς και δένδρων, με αποτέλεσμα να είναι ελλιπής η ενεργειακή ανάλυση από τη στιγμή που αυτά εντάσσονται στην αρχική φάση του σχεδιασμού.
- Κατά τη θερμική ανάλυση δε συνυπολογίζεται η επίδραση των θερμογεφυρών και η ύπαρξη όμορων κτηρίων και φυσικών εμποδίων, η τελευταία μάλιστα επηρεάζει και την ανάλυση φυσικού φωτισμού.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στο κέντρο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης ελήφθησαν τα εξής μέτρα για τη βέλτιστη ενεργειακή του απόδοση:

- τοποθέτηση του κτηρίου σε νότιο προσανατολισμό
- ορθή διαμόρφωση κάτοψης
- χρήση υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα
- επαρκής θερμομόνωση κελύφους
- επαρκής θερμομόνωση ανοιγμάτων και χρήση διπλών υαλοπινάκων με επίστρωση low-e
- τοποθέτηση δύο νότιων υαλοστασίων
- εφαρμογή ηλιοπροστατευτικών διατάξεων στο νότιο και δυτικό προσανατολισμό
- δημιουργία ανοιγόμενων τμημάτων ενσωματωμένων στις νότιες διαφανείς επιφάνειες
- φύτευση δένδρων στη δυτική και νοτιοδυτική όψη

Επιπλέον, για την κάλυψη των πρόσθετων αναγκών του για θέρμανση προβλέπεται ενεργειακό τζάκι στην τραπεζαρία, το οποίο μέσω αεραγωγών και βεντιλατέρ θα διανέμει τη θερμότητα σε όλους τους χώρους. Εναλλακτικά ή και σε συνδυασμό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σόμπα καύσης pellet και ακόμη καλύτερα σόμπα καύσης ξύλου και συγκεκριμένα έλατου που αφθονεί στην περιοχή. Τα συστήματα αυτά μπορούν να λειτουργούν επίσης, για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Όσον αφορά το συμπληρωματικό δροσισμό του, προβλέπεται σε όλους τους χώρους η τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής, καθώς και η κατασκευή ηλιακής καμινάδας στο νότιο προσανατολισμό που συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο όπως και η Μεσούντα. Δεν προτείνεται η χρήση φυσικού αερίου για τη θέρμανση και ψύξη του κτηρίου, καθώς δεν υπάρχουν οι ανάλογες εγκαταστάσεις στην περιοχή μελέτης.

Στη συνέχεια, προτείνονται επιπρόσθετα μέτρα για την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας του περιβαλλοντικού κέντρου. Για τη μείωση των θερμικών απωλειών, προτείνεται η τοποθέτηση διπλών ή περιστρεφόμενων θυρών για τον έλεγχο της διείσδυσης του αέρα, καθώς και η μείωση της παροχής αερισμού κατά τις ώρες χρήσης του κέντρου. Επίσης, συνιστάται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή τόσο ηλεκτρικής ενέργειας όσο και ζεστού νερού χρήσης. Για την τελευταία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ηλιακοί συλλέκτες.

Επιπλέον, προτείνεται η χρήση ηλεκτρικών συσκευών υψηλής ενεργειακής απόδοσης και η τοποθέτηση τους σε χώρους που αερίζονται επαρκώς, καθώς και η χρήση λαμπτήρων φθορισμού που έχουν καλύτερη απόδοση από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως και καταναλώνουν επίσης μικρότερες ποσότητες ενέργειας. Όσον αφορά τα συστήματα φωτισμού, προτείνεται η χρήση κατάλληλων χρωμάτων στις περιβάλλουσες επιφάνειες για την αύξηση του συντελεστή ανακλαστικότητας, καθώς και η εφαρμογή συστημάτων ρυθμίσεων τεχνητού φωτισμού σύγχρονης τεχνολογίας, τα οποία λειτουργούν συνήθως με τη χρήση αισθητήρων και ενεργοποιούνται όταν το φυσικό φως είναι ανεπαρκές, ή ακόμα καλύτερα μόνο με την παρουσία ατόμων σε ένα χώρο. Επίσης, κατά περιπτώσεις συνιστάται η χρήση συμπληρωματικού τοπικού έναντι αυξημένου γενικού φωτισμού.

Τέλος, η χρήση κρηνών, σιντριβανιών, τεχνητών λιμνών μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση του μικροκλίματος και κατ' επέκταση, στο δροσισμό του κτηρίου.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μία ιστορική αναδρομή στην παγκόσμια αρχιτεκτονική δομή αποφαίνεται την αλληλεπίδραση των ποικίλων μορφών της με το χωροχρόνο μέσα στον οποίο επιτελούνται. Η αρχιτεκτονική αποτελούσε ανέκαθεν προϊόν των κρατουσών συνθηκών - κλιματικών, γεωμορφολογικών, τεχνολογικών, οικονομικών, θρησκευτικο-πολιτικών -, παρά προϊόν της ελεύθερης βούλησης του ποιητή-δημιουργού. Η τέχνη λοιπόν, κάθε πολιτισμού αντικατοπτρίζει με μεγάλη ακρίβεια την κοινωνία που την παράγει, νόμος अपαραβάτος και αποτυπωμένος στην εποχή που διανύουμε.

Αναντίρρητα, η σύγχρονη πραγματικότητα, συνυφασμένη με την παγκόσμια ενεργειακή κρίση, περιλαμβάνει έναν homo consumens που εκμεταλλεύεται αλόγιστα τους φυσικούς διαθέσιμους πόρους και τα ενεργειακά αποθέματα, γεγονός που αποτυπώνεται και στον κτηριακό τομέα. Σε αυτό το σημείο, η τέχνη του οικοδομείν, καλείται να ενστερνιστεί την οικολογική αντίληψη και να την επανεντάξει στη δομική της πρακτική, ώστε με γνώμονα το τρίπτυχο περιβάλλον - οικονομία - κοινωνία να αποτελεί αναγκαία και ικανή συνθήκη για την περιβαλλοντική αναβάθμιση.

Η αειφόρος ανάπτυξη λοιπόν, αποτελεί πρόκληση για το μηχανικό, αφού καλείται να διαμορφώσει είτε να αναπλάσει χώρους που θα ικανοποιούν τόσο το ενεργειακό ισοζύγιο, όσο και τις ανάγκες ποιοτικής διαβίωσης. Ο ίδιος ο όρος άλλωστε, περιλαμβάνει τη βελτίωση της ποιότητας ζωής, μέσα στα πλαίσια της φέρουσας ικανότητας των υποστηρικτικών οικοσυστημάτων που συνεχώς αποδυναμώνονται. Αναμφίβολα, η ανάπτυξη και η ανελκτική πορεία οιασδήποτε κοινωνίας είναι συμβατές μόνο όταν διασφαλίζονται και ανανεώνονται τα φυσικά θεμέλια της ζωής, όταν το παρόν δεν υποθηκεύει το μέλλον.

Sub Specie Aeternitatis
B. Spinoza

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική-Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1985
2. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός- Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006
3. Αξαρχή Ν. Κλειώ, Γενικές Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, Σεμινάριο ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας «Ενεργειακός Σχεδιασμός Νέων και Υφιστάμενων Κτηρίων», Θεσσαλονίκη, 2009
4. Αραβαντινός Δ., Τσακίρης Ν., Γιαρμά Χ., «Μετρητικοί Έλεγχοι της Θερμικής Συμπεριφοράς Δομικών Στοιχείων σε Θέσεις Θερμογεφυρών και Προτάσεις Βελτιωτικών Επεμβάσεων, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων», ΤΕΕ, Αθήνα, 2008
5. Διαμαντοπούλου Αν., Η Αρχιτεκτονική των αρχοντικών της Ηπειρωτικής Ελλάδας, Αθήνα, 1995
6. Δουμάνης Β. Ορέστης & Paul Olivier, Οικισμοί στην Ελλάδα, Architecture in Greece Press, Αθήνα, 1974
7. Ιγνατάκης Χ., Στυλιανίδης Κ., Σεμινάριο ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας «Κατασκευές από Φέρουσα Τοιχοποιία Κανονισμός – Βλάβες – Αποκατάσταση», Θεσσαλονίκη, 2009
8. Κ.Α.Π.Ε., Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας Μέσω Θερμομόνωσης
<http://www.cres.gr/kape/publications/download.htm>
9. Κοντορούπης Γ. Μ., Ενεργειακός - Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Οικισμών, Ε.Μ.Π. Αθήνα, 2005
10. Κοντορούπης Γ. Μ., Φυτοτεχνικές Παρεμβάσεις και Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου και Χώρων Πρασίνου από τη σκοπιά Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, Αθήνα, 2004
11. Κορωναίος Γ. Αιμ. & Πουλάκος Γ. Τεχνικά Υλικά, Τόμος 2, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2002
12. Κορωναίος Γ. Αιμ. & Σαργέντης Γ. Φοίβος, Δομικά Υλικά και Οικολογία, Ε.Μ.Π., Αθήνα, 2005
13. Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (<http://www.minenv.gr>)
14. Κωνσταντινίδου Χριστίνα, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Ενεργειακός Σχεδιασμός, Τεκδοτική ΣΕΛΚΑ 4Μ, Αθήνα, 2009
15. Μιχαηλίδης Π. Α., Το Ελληνικό Λαϊκό Σπίτι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., 1977
16. Πανελλήνιο Συνέδριο Ολιστικής Αρχιτεκτονικής και Οικολογικής Δόμησης (Χαλκίδα, 17-19 Δεκεμβρίου 2010)

17. Παπαϊωάννου Σπ. Κωσταντίνος, Το Ελληνικό Παραδοσιακό Σπίτι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2003
18. Παπαπέτρου Μαρία, Αρχιτέκτων, 4^ο Συνέδριο Π.Ε.Ε.Κ.Π.Ε. «Αειφορία και Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική», Ναύπλιο, Δεκέμβριος 2008
19. Πέρδιος Δ. Σταμάτης, Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας σε κτίρια-αθλητικά κέντρα-βιομηχανίες-μεταφορές, Τεκδοτική ΣΕΛΚΑ 4Μ, Αθήνα, 2007
20. Περιοδικό Κτίριο Τεχνικές Σελίδες, Τεύχος 3, 2010
21. Περιοδικό Οικοδομείν, Τεύχος 1, Φθινόπωρο 2010
22. Περιοδικό Οικοδομείν, Τεύχος 3, Άνοιξη, 2011
23. Περιοδικό Τεχνικά Χρονικά, Τεύχος 2, σελ. 155-164, ΤΕΕ, Αθήνα, 2010
24. Στασινόπουλος Ν. Θάνος, Έλεγχος Ηλιασμού, «Σημειώσεις για το Μεταπτυχιακό Μάθημα Βιοκλιματικός Σχεδιασμός», Ε.Μ.Π., Αθήνα, Δεκέμβριος 2001
25. Στασινόπουλος Ν. Θάνος, Ηλιακή Γεωμετρία, «Σημειώσεις για το Μεταπτυχιακό Μάθημα Βιοκλιματικός Σχεδιασμός», Ε.Μ.Π., Αθήνα, Δεκέμβριος 2001
26. Στασινόπουλος Ν. Θάνος, Φυσικός Αερισμός, «Σημειώσεις για το Μεταπτυχιακό Μάθημα Βιοκλιματικός Σχεδιασμός», Ε.Μ.Π., Αθήνα, 1999
27. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., Επιθεώρηση Κτηρίων, Θεματική Ενότητα ΔΕ1: Εισαγωγή στον Τομέα της Ενέργειας, Αθήνα, Ιούνιος 2011
28. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, Αθήνα, 2010
29. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας των Κτηρίων, Αθήνα, Ιούλιος 2010
30. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών, Αθήνα, Ιούλιος 2010
31. Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20702-5/2010, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, Αθήνα, Ιανουάριος 2011
32. Τεχνικό Περιοδικό Κτίριο, Οδηγός Θερμομόνωσης και Στεγανοποίησης
33. Τζελέπης Π., Λαϊκή Ελληνική Αρχιτεκτονική, Θεμέλιο, Αθήνα, 1997

34. Τζουμερκιώτικα Χρονικά, Ιστορική και Λαογραφική εταιρία Τζουμέρκων, Ηπειρωτικές εκδόσεις «πέτρα», Έτος 12, Ιούνιος 2011
35. Τσάλτας Ι. Γρηγόρης, Κλιματική Αλλαγή-Το Περιβάλλον μετά τη Διεθνή Διάσκεψη των Η.Ε. στο Μπαλί, εκδόσεις Σιδέρη, Αθήνα 2009
36. Τσίγκας Π. Ερωτόκριτος, Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική: Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτήρια, Μαλλιάρης Παιδεία, Βρυξέλλες, 1996
37. Τσίγκας Π. Ερωτόκριτος, Ενεργειακός Σχεδιασμός: Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιάρης Παιδεία, Θεσσαλονίκη, 1994
38. Τσίππρας Κώστας & Θέμης Στεφ., Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κέδρος, Αθήνα, 2005
39. Τσίππρας Κώστας & Θέμης Στεφ., Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων, π systems, Αθήνα, 2000
40. Φιλίππιδης Δ., Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική, τόμοι 1 – 8, Εκδόσεις Μέλισσα, 1991
41. Χαρίσης Β., Ελληνική Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική, Τόμος έκτος, Θεσσαλία - Ήπειρος, Εκδόσεις Μέλισσα, 1995
42. Χρυσομαλλίδου Ν. Νιόβη, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική & Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, <http://www.evonymos.org>
43. Chandra S., A Design Procedure to size Windows for Naturally Ventilated Rooms, Florida Solar Energy Center, 1983
44. Neufert, Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνθεση, 39^η Γερμανική Έκδοση, Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 2009
45. Mazria Edward, The Passive Solar Energy Book, Rodale Press, 1979
46. Minke Germot, Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture, Birkhauser – Publishers for Architecture, Germany, 2006
47. Olgyay, V., and A., Design with Climate, a Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Press, Princeton, N. Jersey, 1963
48. Stang Allana & Hawthorne Christopher, The Green House: New Directions in Sustainable Architecture, Princeton Architectural Press, New York, 2010
49. Williams E. Daniel, Sustainable Design: Ecology, Architecture and Planning, John Wiley & Sons, Inc., 2007

ΠΗΓΕΣ

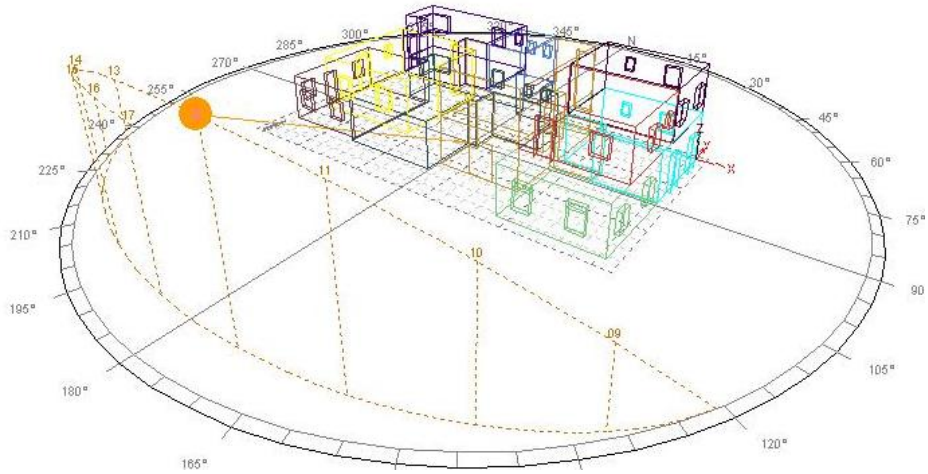
50. <http://alhome.gr/>
51. http://alkioni.blogspot.gr/2009_05_01_archive.html
52. http://alpha6.gr/wp/?page_id=171
53. http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/4792/3/geroudisn_masonry.pdf
54. <http://eco-art.gr/>
55. <http://ellas2.wordpress.com/2012/04/02/>
56. <http://e-oikodomos.blogspot.gr/>
57. <http://glypto.files.wordpress.com/2008/04/zoggol.jpg>
58. http://growinggreenwest.com/GGW_products_environ.html
59. <http://iselco.blogspot.gr/2011/02/thermaflex-wood.html>
60. <http://koufomata-expert.blogspot.gr/2011/09/thermal-conductivity.html>
61. http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_sources.htm
62. http://library.tee.gr/digital/m2414/m2414_gaglia.pdf
63. http://library.tee.gr/digital/m2464/m2464_ec6.pdf
64. http://morfologia.arch.duth.gr/3o_etos/3o_exam_VI/paradosiaka.pdf
65. http://news.pathfinder.gr/periscopio/greek_climate.html
66. http://pangea.gr/gr/pet_sedimentary.shtml
67. http://partetavouna.blogspot.gr/2010/12/blog-post_26.html
68. <http://pinterest.com/>
69. http://politics.wwf.gr/images/stories/political/press/situation_greece.pdf
70. <http://portal.tee.gr>
71. http://samosbook.blogspot.gr/2011/01/blog-post_5209.html
72. <http://solarenergy.gr/renewable-energy/article/Direct-use-of-geothermal-heat-pumps>
73. http://totalfitness-christos.blogspot.gr/2011/07/1_05.html
74. <http://users.sch.gr/babaroutsoup/oikoik/katoikia/katoikiaprasini.htm>
75. http://www.4green.gr/data/fotovoltaika/news/preview_news/88767.asp
76. http://www.4green.gr/data/news/preview_news/88828.asp#
77. <http://www.alherbel.com/solarAC.htm>
78. http://www.alto.gr/?pname=products_category&la=1&cat_id=1370
79. <http://www.aluminium.gr/pdf/04-2006/132.pdf>
80. <http://www.archiproducts.com>
81. <http://www.br.all.biz/el/g76739/>
82. http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm
83. http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/xylo.htm
84. <http://www.buildnet.gr/default.asp?pid=1&la=1&catid=1>
85. <http://www.citypress.gr/index.html?action=article&article=86736>
86. <http://www.cob.gr/>
87. http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/site_map.htm (20)
88. http://www.cres.gr/kape/education/OGHGOS_THERMOMONOSIS.pdf
89. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm (9)
90. http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-4-fysikos-aerismos.pdf
91. <http://www.dimoudas-tzakia.gr>
92. <http://www.diontouzakis.com/477/477-student-work/CO2-1.pdf>
93. http://www.domomarket.gr/full_product.php?prod_id=1330181624&cf=523

94. http://www.ecoarchitects.gr/bd_benefits.htm
95. http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
96. <http://www.ecocity.gr/>
97. <http://www.ecodomisi.gr/>
98. <http://www.econ3.gr/readmore.php?article>
99. <http://www.en-ergon.com/site/el/services/heating>
100. <http://www.energia.gr>
101. <http://www.energyhomes.gr/material/pages/nrginfo/geoantlies.html>
102. http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf
103. <http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=173415>
104. http://www.engineeringtoolbox.com/air-change-rate-room-d_867.html
105. <http://www.epirus.org/>
106. <http://www.e-seasons.gr/>
107. <http://www.evonymos.org/greek/eidikathemata.asp?parentid=273>
108. <http://www.evonymos.org/greek/viewarticle.asp?id=3610>
109. http://www.facebook.com/pages/Dovre-Ενεργειακά_Τζάκια-Vassilakaki
110. <http://www.flashlight.gr/index.php?maincat=12&newsid=865&subcat=37>
111. <http://www.forward.gr/media/wind.pdf>
112. http://www.gaiadrill.gr/el/CNT/shallow_geothermal_energy.aspx
113. <http://www.greekaim.gr/>
114. <http://www.greekarchitects.gr>
115. <http://www.greenaim.gr/home/10-problems>
116. <http://www.greenpeace.org/international/en/>
117. http://www.hotelsline.gr/root/newhotel/mx/m_Pieria_tour.asp
118. http://www.hotelsline.gr/root/newhotel/prodiagrafes_x.asp
119. http://www.indire.it/aesse/content/index.php?action=read_school&id_m=3466
120. <http://www.iselco.gr>
121. http://www.kalligeris-a.gr/el/Project/Bioclimatic_Residence_Ag_Onoufrios_Chania
122. <http://www.kapouritis.gr/manufacture.htm>
123. http://www.klimahouse.gr/construction_03.asp
124. <http://www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/articles/2009-07-41.pdf>
125. <http://www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/articles/2010-08-91.pdf>
126. <http://www.mesounta.gr>
127. http://www.metal.ntua.gr/uploads/3120/5a_IZHMATOGENESH.pdf
128. <http://www.minenv.gr/1/13/131/13108/g13108085.html>
129. <http://www.minenv.gr/1/13/131/13108/g13108354.html>
130. http://www.monopan.gr/full_product.php?prod_id=05.01.000
131. <http://www.myworld.gr/site/content.php?artid=700366>
132. http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus_db/ARXITEKTONIKH/Hpeiros.htm
133. <http://www.oikofire.gr/pages/faqefp.php>
134. <http://www.patrinos.gr/images/products/1293621096-IDIOTITES%20ENERGEIAKON.pdf>
135. <http://www.physics4u.gr/>
136. <http://www.piggos.gr/el/erga/se-ekseliksi/inprogress/>
137. <http://www.prolat.gr/>
138. <http://www.prooikein.gr/news/81-news.html>
139. <http://www.psem.gr/index.php?txtProductID=298>

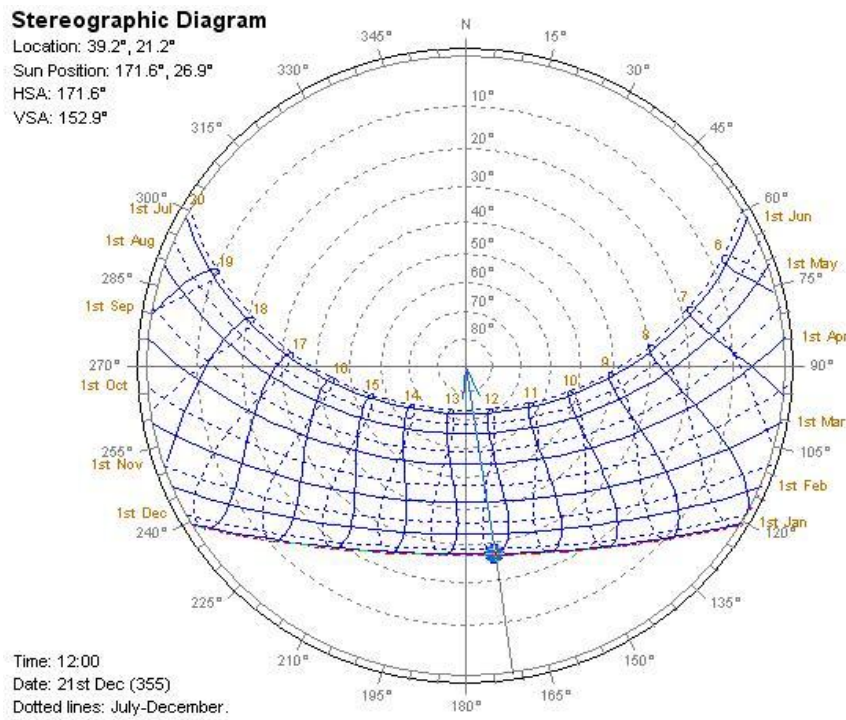
140. <http://www.rodia-elafos.gr/portal/perivantologika/>
141. <http://www.risolazioni.com/characteristics.php>
142. http://www.snowreport.gr/snowcam/vourgareli/Current_Vantage_Vourgareli.htm
143. <http://www.solardach-athen.de/index.php?id=210&type=3>
144. <http://www.solaritaly.enea.it/>
145. <http://www.srcosmos.gr>
146. <http://www.stevenholl.com/project.php?type=museums>
147. <http://www.techenergy.gr/products/fotismos.html>
148. <http://www.texnikos.gr/floorings/floor25.shtml>
149. <http://www.thermograph.gr>
150. <http://www.tmth.edu.gr/aet/photographs/index.html?start=720&page=50&&>
151. http://www.tmth.edu.gr/aet/thematic_areas/p61.html
152. http://www.twistedness.com/2010/10/blog-post_29.html
153. <http://www.tzakia.biz/energeiaka-tzakia.html>
154. <http://www.ypeka.gr/>
155. http://www.zeroenergybuildings.org/2012/03/blog-post_25.html

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

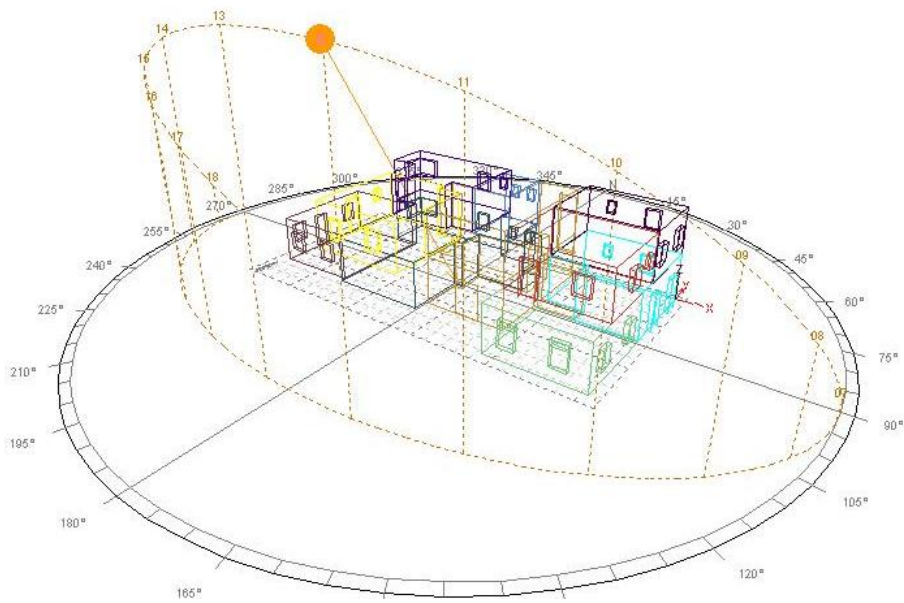
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 : ΗΛΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ



Εκ. Π.1.1. Η θέση του ηλίου την 21 Δεκεμβρίου, στις 12:00



Εκ. Π.1.2. Αντίστοιχο Στερεογραφικό Διάγραμμα



Εικ. Π.1.3. Η θέση του ηλίου την 21 Μαρτίου, στις 12:00

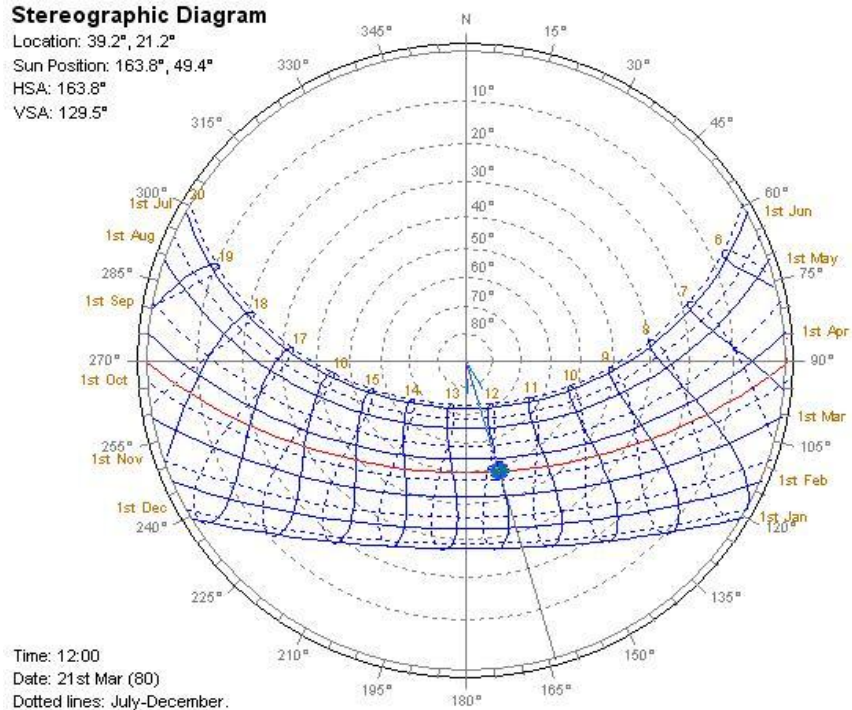
Stereographic Diagram

Location: 39.2°, 21.2°

Sun Position: 163.8°, 49.4°

HSA: 163.8°

VSA: 129.5°

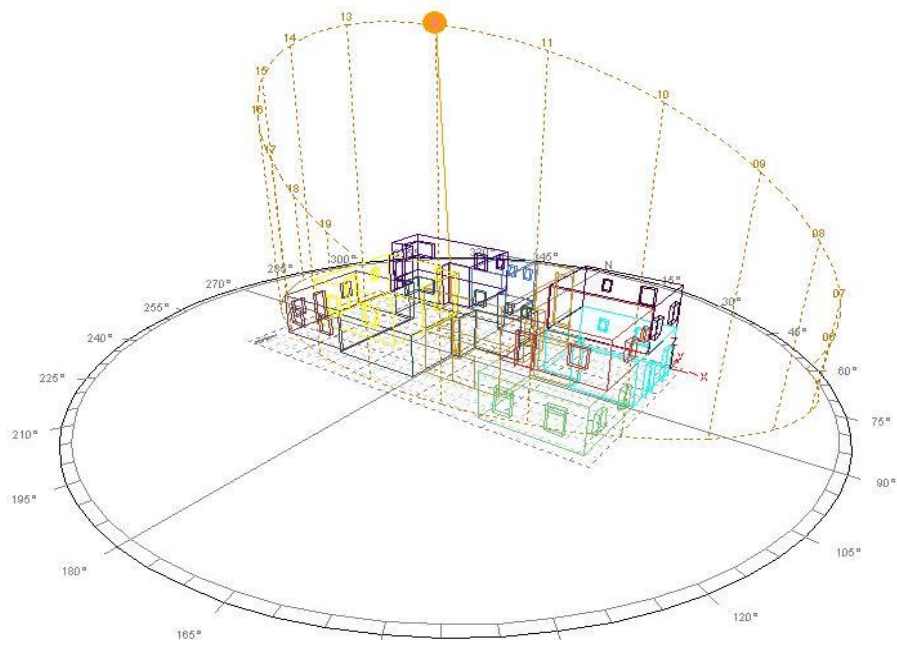


Time: 12:00

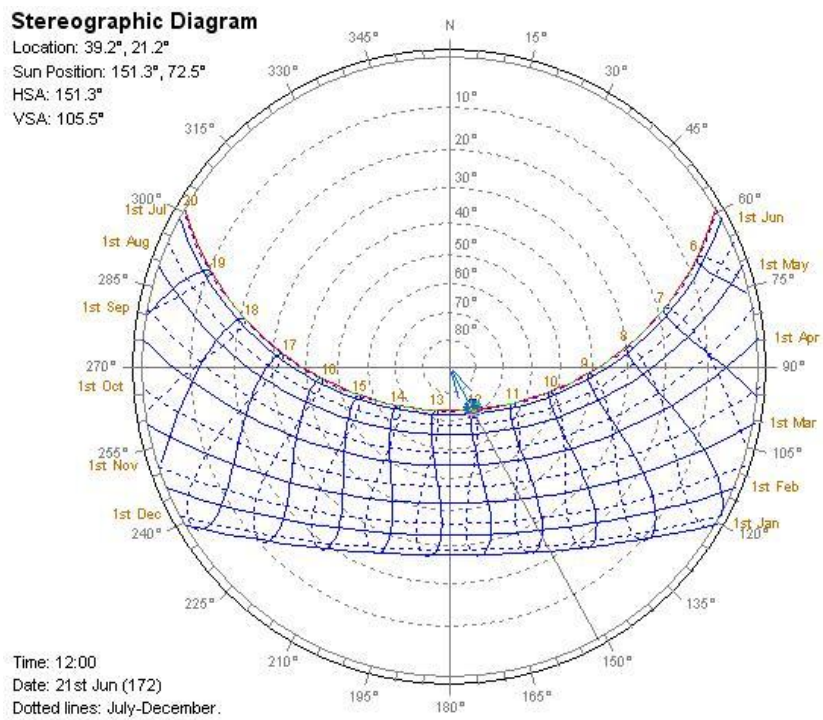
Date: 21st Mar (80)

Dotted lines: July-December.

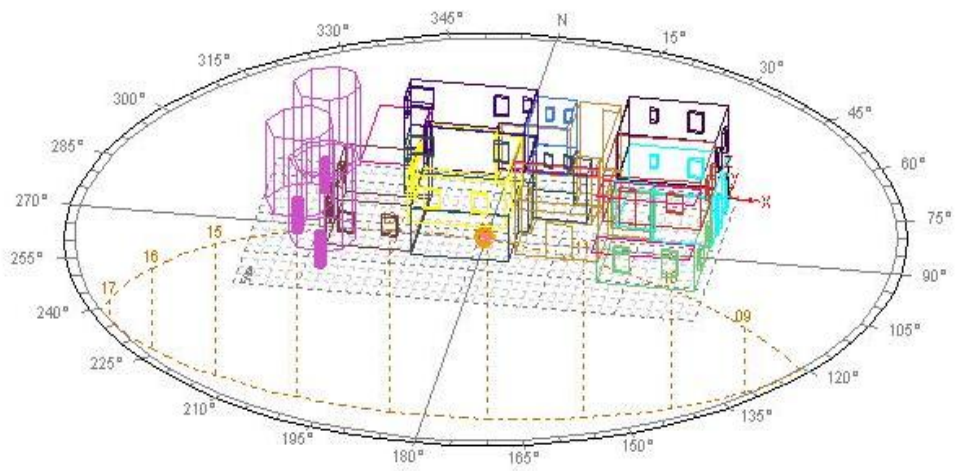
Εικ. Π.1.4. Αντίστοιχο Στερεογραφικό Διάγραμμα



Εικ. Π.1.5. Η θέση του ηλίου την 21 Ιουνίου, στις 12:00



Εικ. Π.1.6. Αντίστοιχο Στερεογραφικό Διάγραμμα

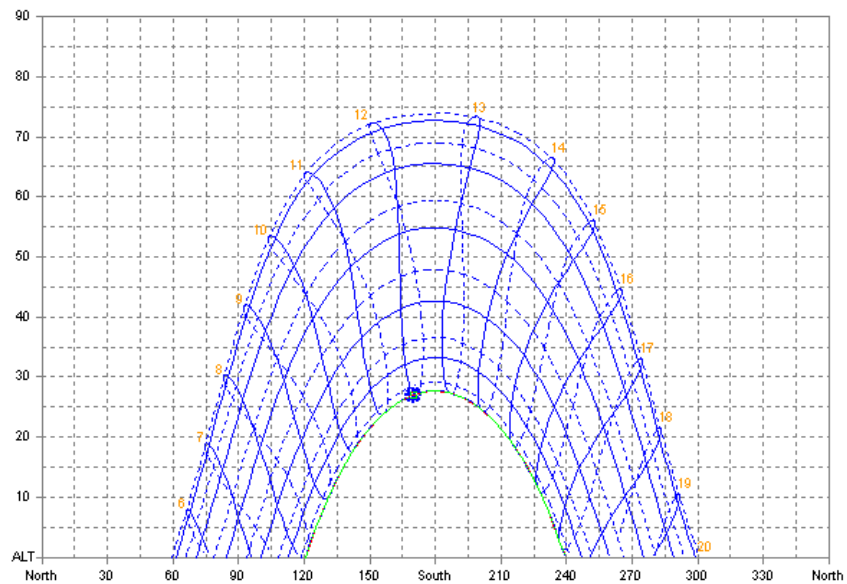


Εικ. Π.1.7. Ηλιακή θέση την 1η Ιανουαρίου στις 12:00, όψη από τη θέση του ήλιου

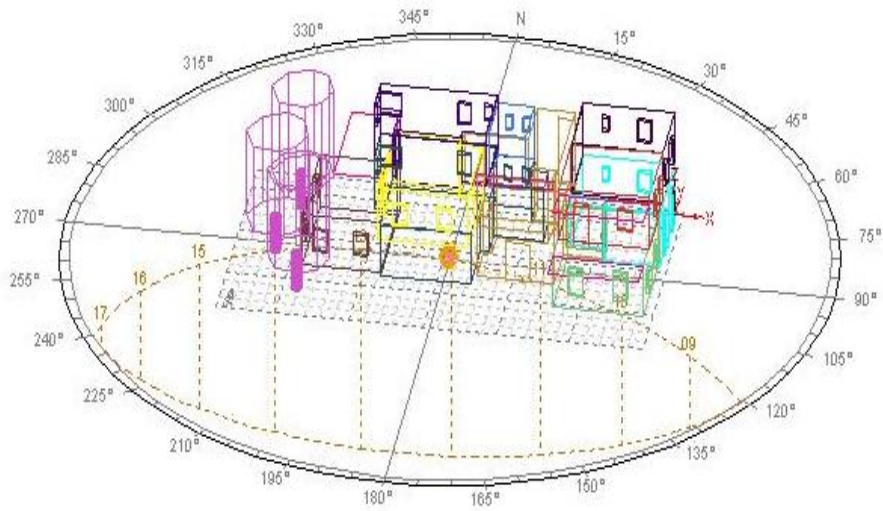
Orthographic Projection

Location: 39.2°, 21.2°
Sun Position: 170.2°, 27.0°

Date/Time: 12:00, 1st Jan
Dotted lines: July-December.
HSA: 170.2°, VSA: 152.6°



Εικ. Π.1.8. Αντίστοιχο Ορθογραφικό Διάγραμμα

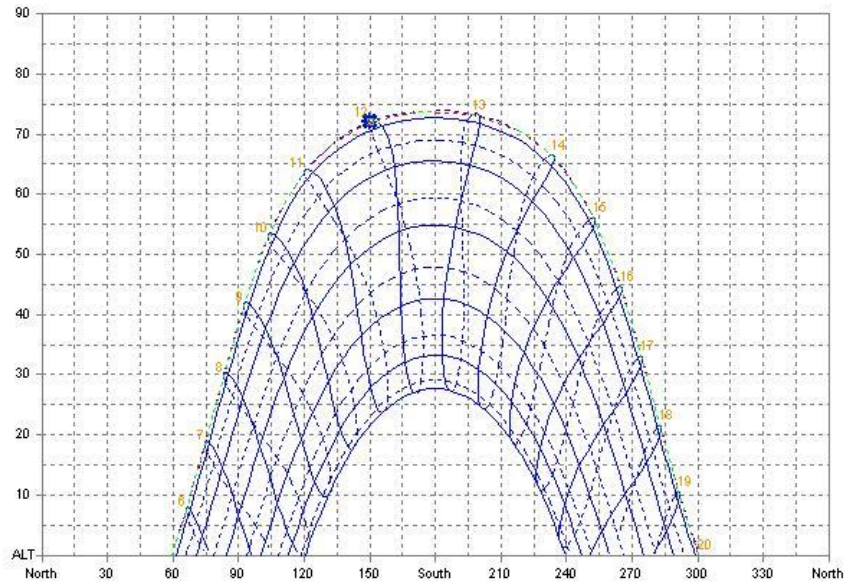


Εικ. Π.1.9. Ηλιακή θέση την 1η Ιανουαρίου στις 12:00, όψη από τη θέση του ήλιου

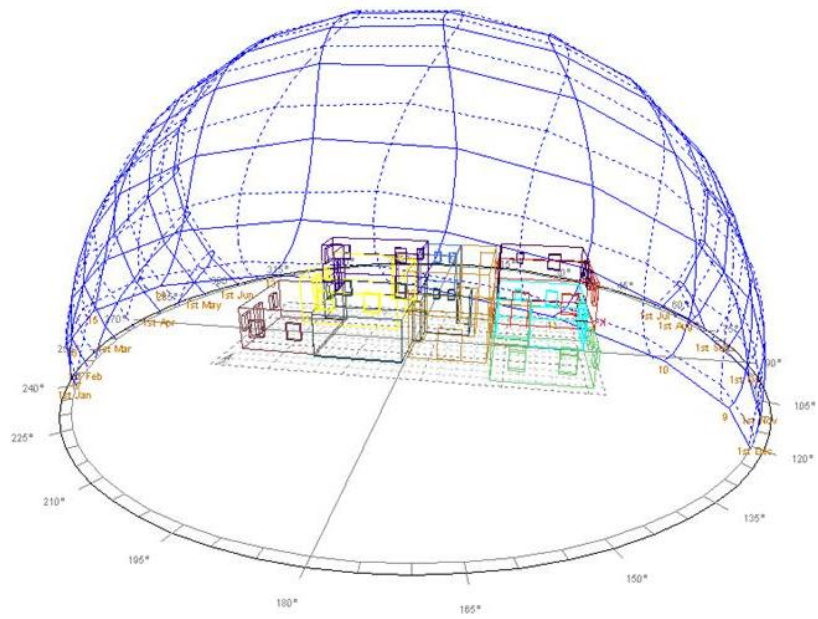
Orthographic Projection

Location: 39.2°, 21.2°
Sun Position: 150.2°, 72.0°

Date/Time: 12:00, 1st Jul
Dotted lines: July-December
HSA: 150.2°, VSA: 105.7°



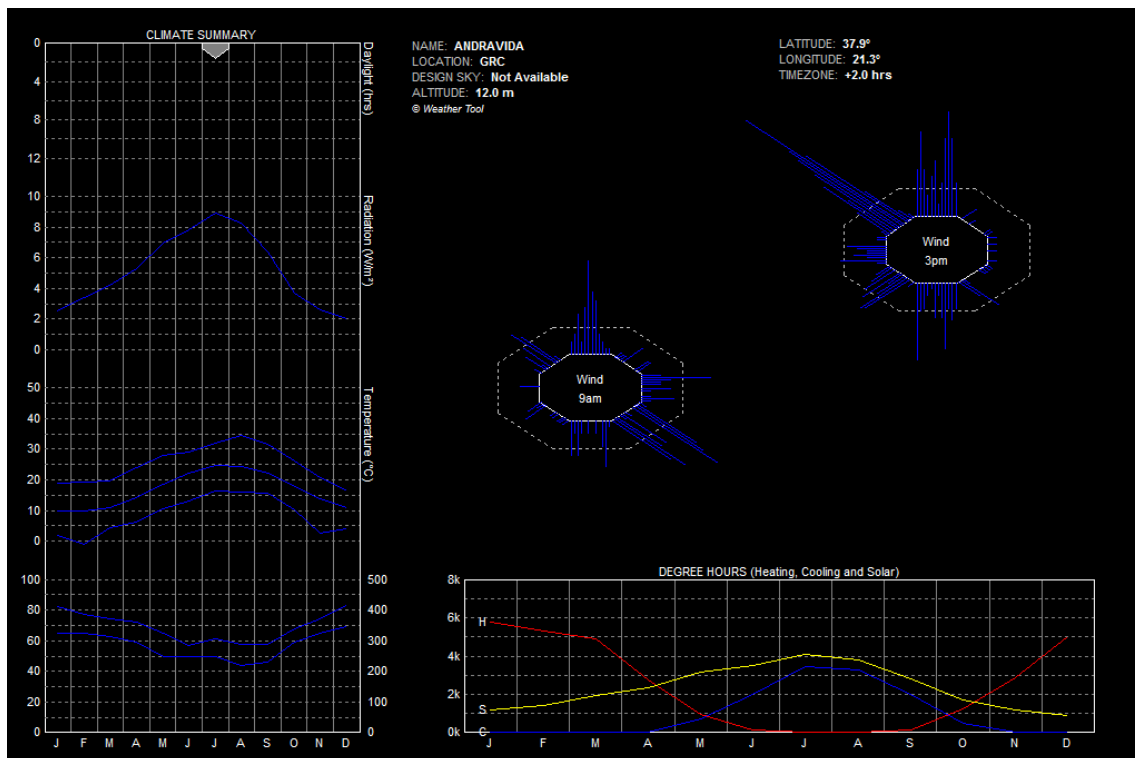
Εικ. Π.1.10. Αντίστοιχο Ορθογραφικό Διάγραμμα



Εικ. Π.1.11. Ετήσια τροχιά του ήλιου

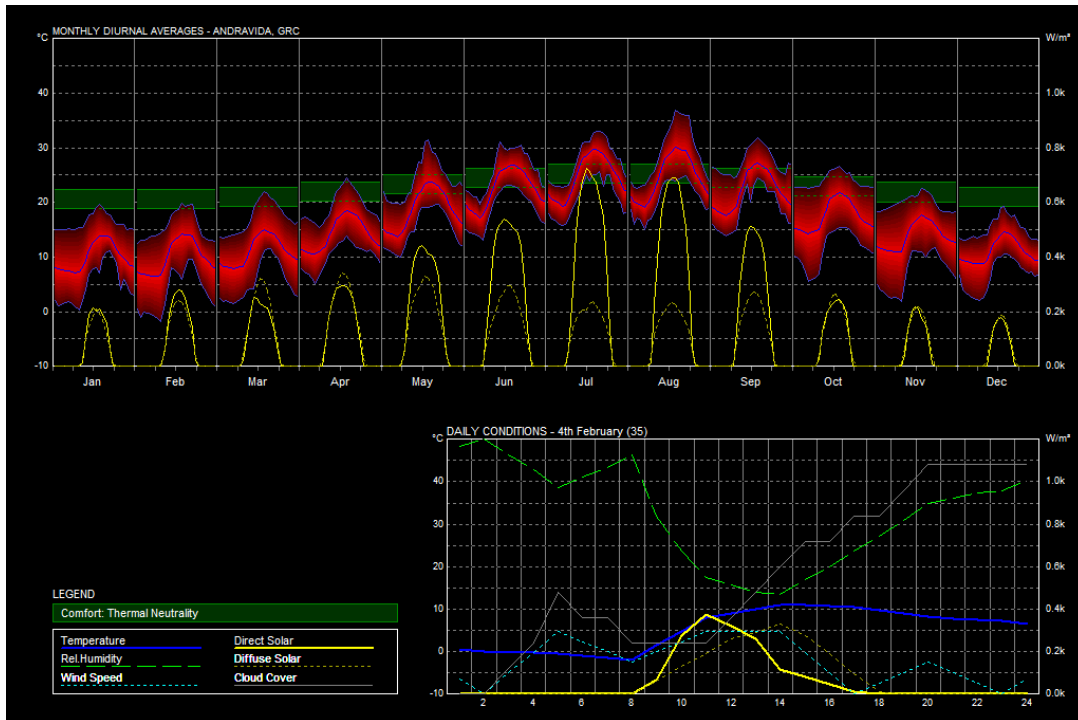
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 : ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ – WEATHER ANALYSIS

Το παρακάτω διάγραμμα αποτελεί μία συνδυαστική απεικόνιση των ωρών ηλιοφάνειας, της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας, της ηλιακής ακτινοβολίας και της βροχόπτωσης στην περιοχή μελέτης.

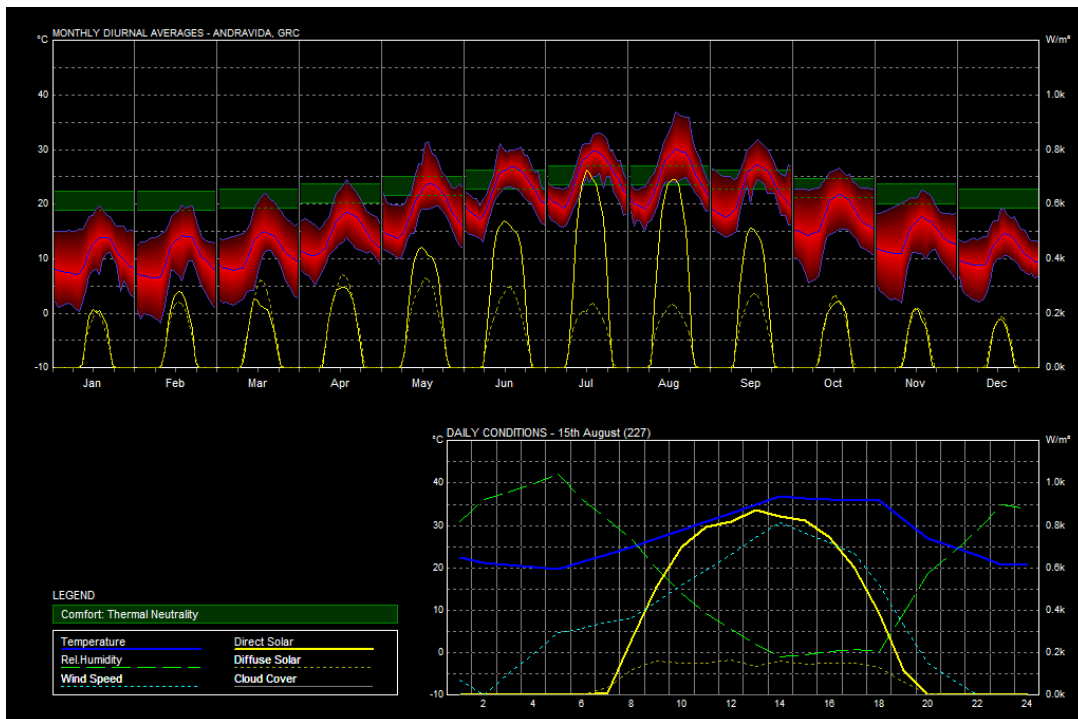


Εικ. Π.2.1. Κλιματική περίληψη για την περιοχή μελέτης

Στα επόμενα δύο διαγράμματα παρίστανται στο επάνω τμήμα το ετήσιο και στο κάτω τμήμα το ημερήσιο γράφημα θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ταχύτητας ανέμου, άμεσης ηλιακής ενέργειας, διαχεόμενης ηλιακής ενέργειας και νέφωσης κατά την τυπικά ψυχρότερη και κατά την τυπικά θερμότερη ημέρα του έτους.

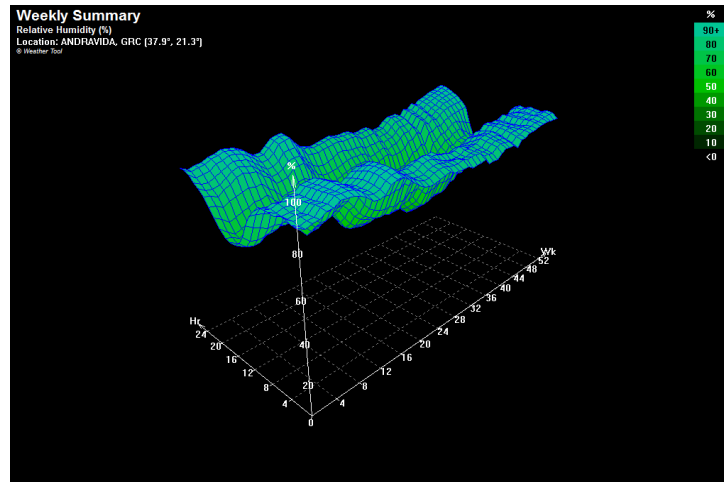


Εικ. Π.2.2. Κλιματικά δεδομένα για την 4^η Φεβρουαρίου

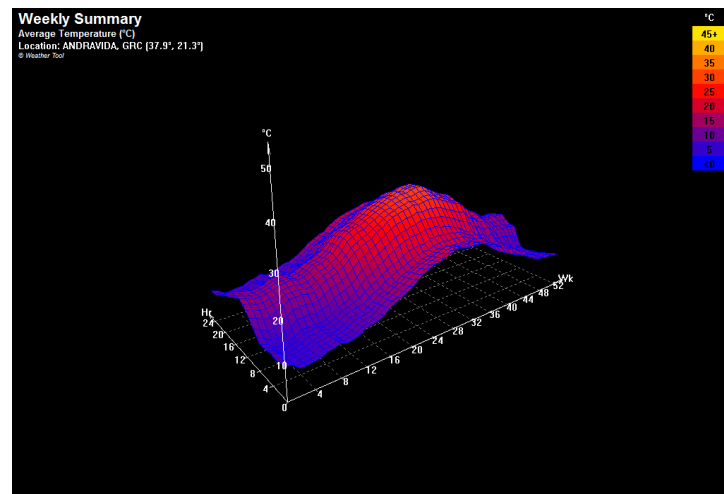


Εικ. Π.2.3. Κλιματικά δεδομένα για την 15^η Αυγούστου

Τέλος, τα παρακάτω γραφήματα δείχνουν τις διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας και της μέσης θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του χρόνου.

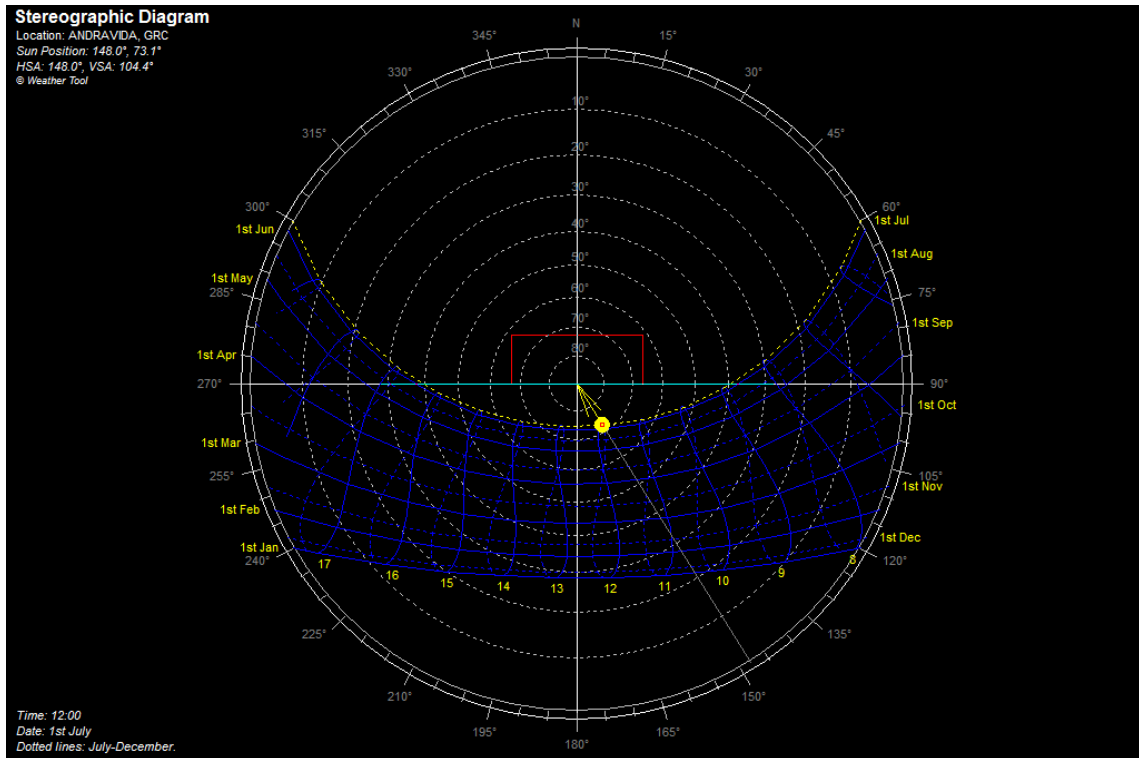


Εικ. Π.2.4. Σχετική υγρασία για όλο το χρόνο

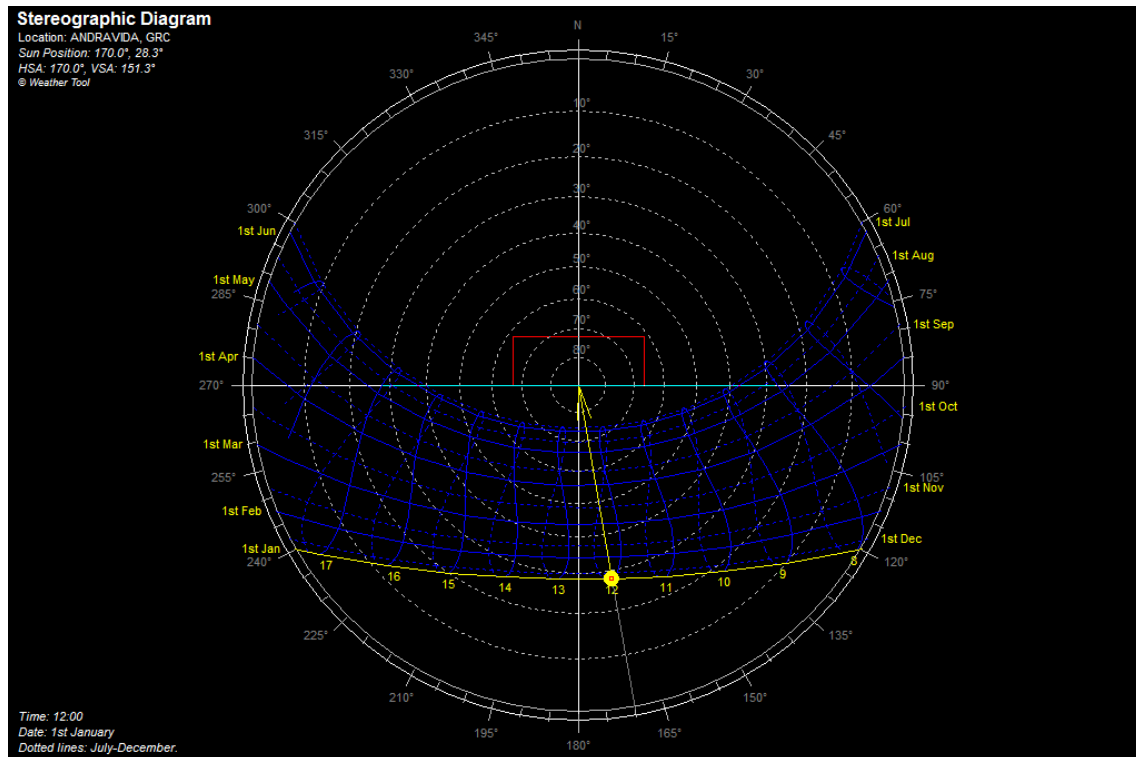


Εικ. Π.2.5. Μέση θερμοκρασία για όλο το χρόνο

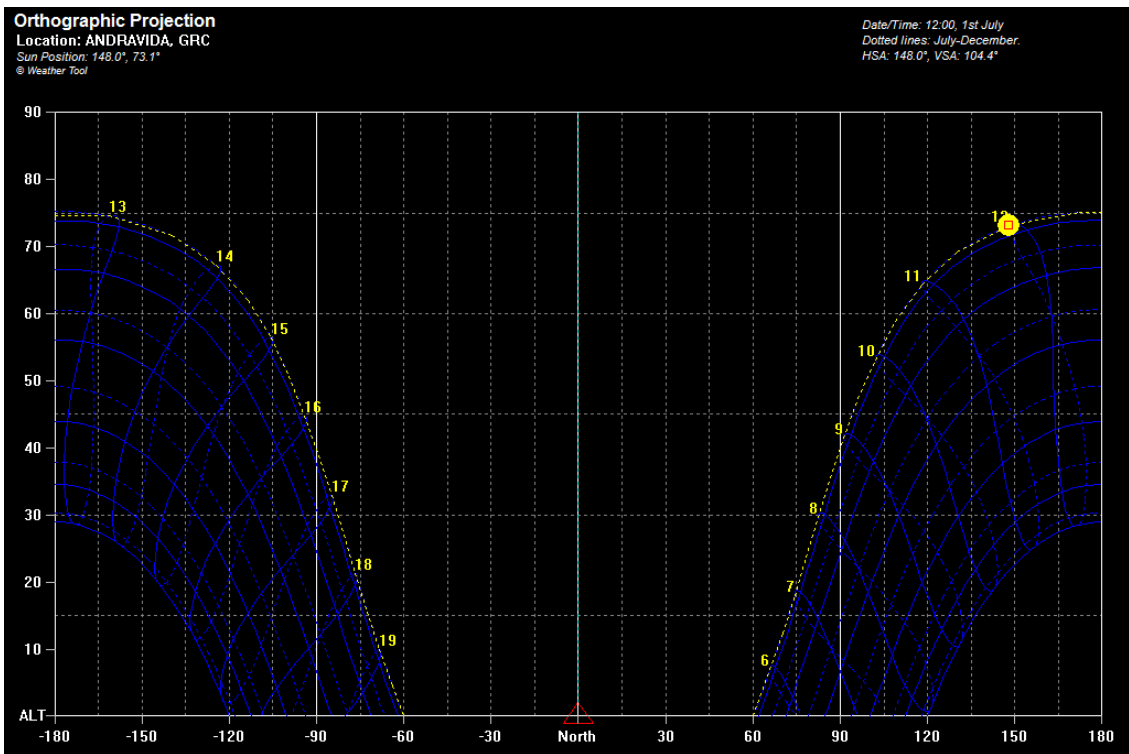
2.1. Ηλιακή θέση-Solar position



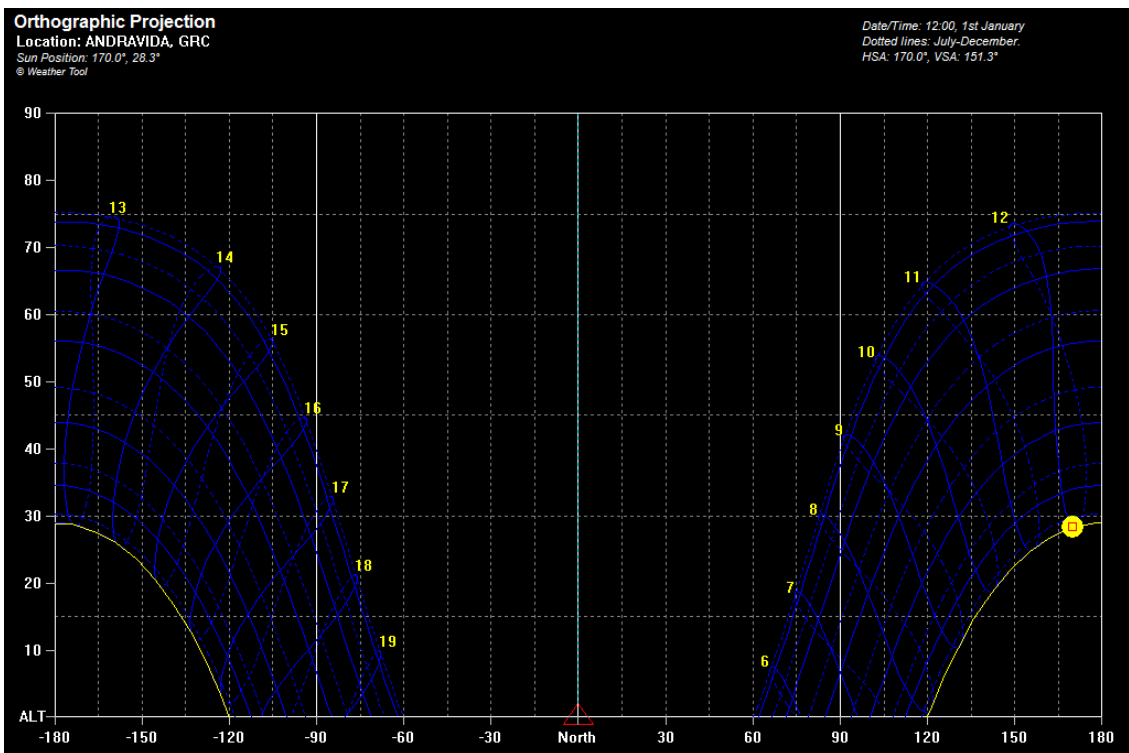
Εικ. Π.2.6 Στερεογραφικό διάγραμμα για την 1^η Ιουλίου



Εικ. Π.2.7. Στερεογραφικό διάγραμμα για την 1^η Ιανουαρίου



Εικ. Π.2.8. Ορθογραφικό διάγραμμα την 1^η Ιουλίου



Εικ. Π.2.9. Ορθογραφικό διάγραμμα την 1^η Ιανουαρίου

Tabulated Daily Solar Data

Latitude: 37.9° Longitude: 21.3° Timezone: 30.0° [+2.0hrs] Orientation: 0.0°

Date: 1st July Julian Date: 182 Sunrise: 05:20 Sunset: 19:56

Local Correction: -38.5 mins Equation of Time: -3.7 mins Declination: 23.2°

Local	(Solar)	Azimuth	Altitude	HSA	VSA
05:30	(04:51)	61.5°	1.6°	61.5°	3.4°
06:00	(05:21)	65.9°	6.9°	65.9°	16.6°
06:30	(05:51)	70.2°	12.4°	70.2°	33.0°
07:00	(06:21)	74.3°	18.0°	74.3°	50.3°
07:30	(06:51)	78.4°	23.8°	78.4°	65.4°
08:00	(07:21)	82.5°	29.6°	82.5°	77.0°
08:30	(07:51)	86.7°	35.5°	86.7°	85.4°
09:00	(08:21)	91.3°	41.4°	91.3°	91.4°
09:30	(08:51)	96.2°	47.3°	96.2°	95.7°
10:00	(09:21)	102.0°	53.2°	102.0°	98.8°
10:30	(09:51)	108.9°	58.9°	108.9°	101.1°
11:00	(10:21)	117.9°	64.3°	117.9°	102.7°
11:30	(10:51)	130.3°	69.2°	130.3°	103.8°
12:00	(11:21)	148.0°	73.1°	148.0°	104.4°
12:30	(11:51)	172.4°	75.2°	172.4°	104.7°
13:00	(12:21)	-161.1°	74.6°	-161.1°	104.6°
13:30	(12:51)	-139.5°	71.6°	-139.5°	104.2°
14:00	(13:21)	-124.3°	67.2°	-124.3°	103.4°
14:30	(13:51)	-113.7°	62.0°	-113.7°	102.1°
15:00	(14:21)	-105.7°	56.4°	-105.7°	100.2°
15:30	(14:51)	-99.4°	50.7°	-99.4°	97.6°
16:00	(15:21)	-94.0°	44.8°	-94.0°	94.0°
16:30	(15:51)	-89.2°	38.9°	-89.2°	89.1°
17:00	(16:21)	-84.8°	33.0°	-84.8°	82.1°
17:30	(16:51)	-80.7°	27.1°	-80.7°	72.4°
18:00	(17:21)	-76.6°	21.3°	-76.6°	59.2°
18:30	(17:51)	-72.5°	15.6°	-72.5°	42.8°
19:00	(18:21)	-68.3°	10.0°	-68.3°	25.5°
19:30	(18:51)	-64.0°	4.6°	-64.0°	10.4°

Εικ. Π.2.10. Ηλιακά δεδομένα την 1^η Ιουλίου

Tabulated Daily Solar Data

Latitude: 37.9° Longitude: 21.3° Timezone: 30.0° [+2.0hrs] Orientation: 0.0°

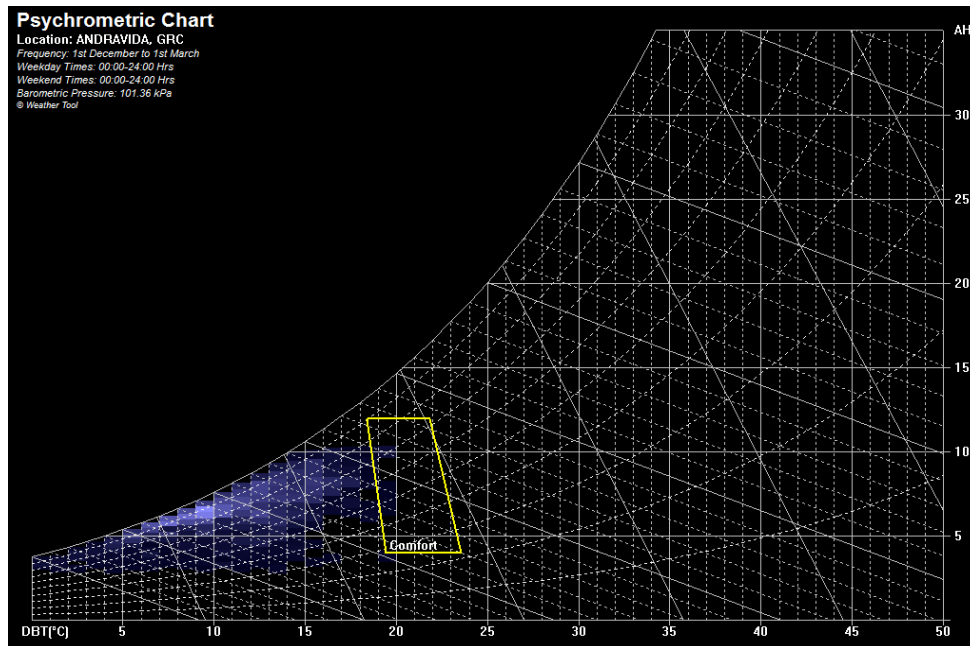
Date: 1st January Julian Date: 1 Sunrise: 07:55 Sunset: 17:20

Local Correction: -38.2 mins Equation of Time: -3.4 mins Declination: -23.2°

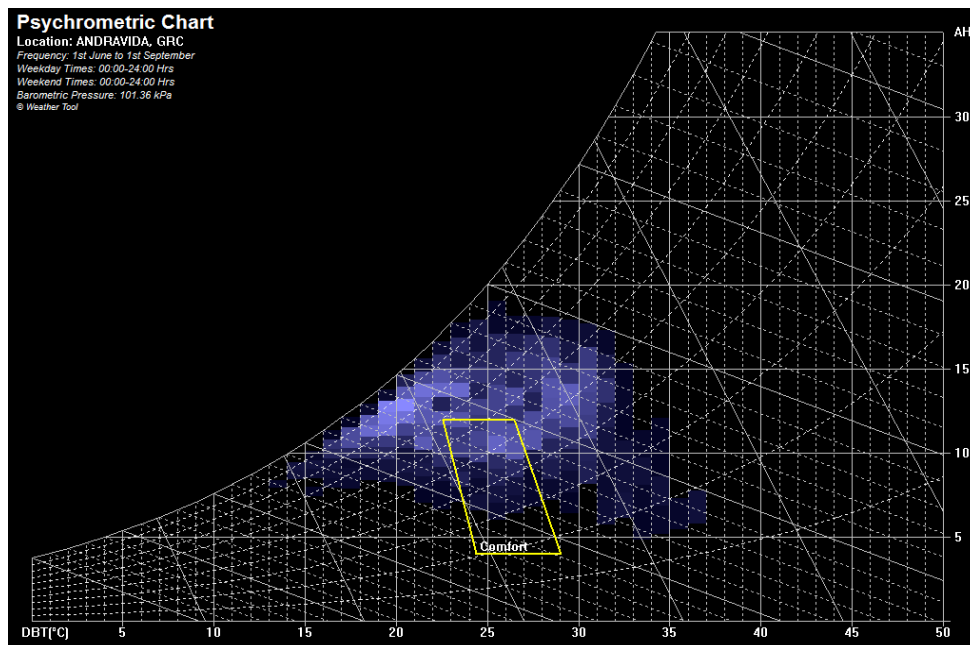
Local	(Solar)	Azimuth	Altitude	HSA	VSA
08:00	(07:21)	120.5°	0.7°	120.5°	178.6°
08:30	(07:51)	125.3°	5.7°	125.3°	170.3°
09:00	(08:21)	130.4°	10.3°	130.4°	164.3°
09:30	(08:51)	135.9°	14.6°	135.9°	160.0°
10:00	(09:21)	141.9°	18.5°	141.9°	156.9°
10:30	(09:51)	148.3°	21.9°	148.3°	154.7°
11:00	(10:21)	155.1°	24.7°	155.1°	153.1°
11:30	(10:51)	162.4°	26.9°	162.4°	152.0°
12:00	(11:21)	170.0°	28.3°	170.0°	151.3°
12:30	(11:51)	177.9°	28.9°	177.9°	151.1°
13:00	(12:21)	-174.3°	28.7°	-174.3°	151.1°
13:30	(12:51)	-166.5°	27.7°	-166.5°	151.6°
14:00	(13:21)	-159.1°	26.0°	-159.1°	152.4°
14:30	(13:51)	-152.0°	23.5°	-152.0°	153.7°
15:00	(14:21)	-145.3°	20.5°	-145.3°	155.6°
15:30	(14:51)	-139.1°	16.8°	-139.1°	158.2°
16:00	(15:21)	-133.4°	12.7°	-133.4°	161.8°
16:30	(15:51)	-128.0°	8.2°	-128.0°	166.8°
17:00	(16:21)	-123.1°	3.4°	-123.1°	173.7°

Εικ. Π.2.11. Ηλιακά δεδομένα την 1^η Ιανουαρίου

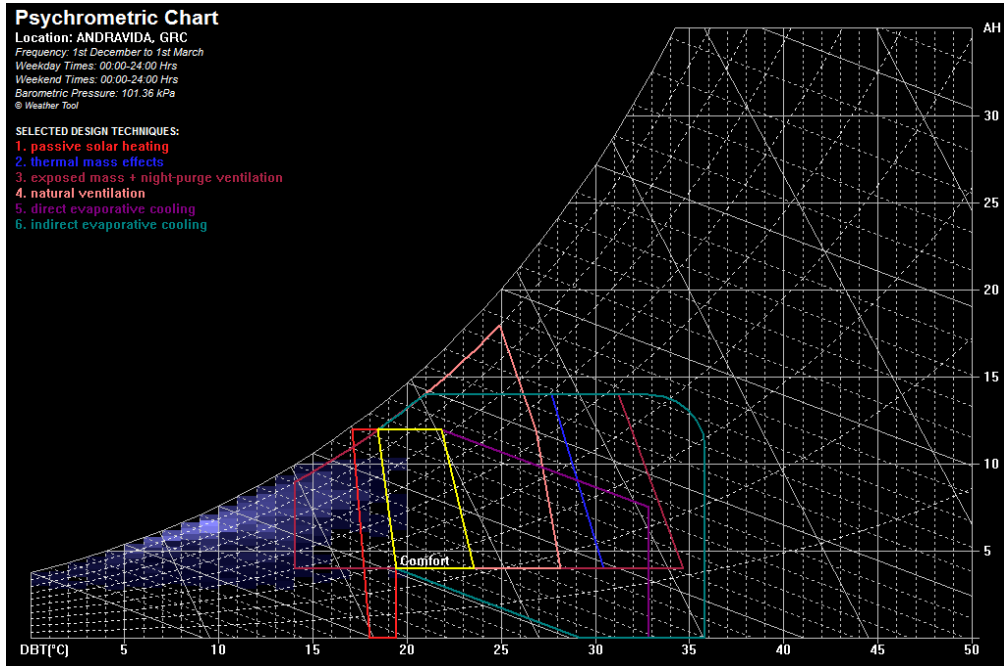
2.2. Ψυχομετρία – psychrometry



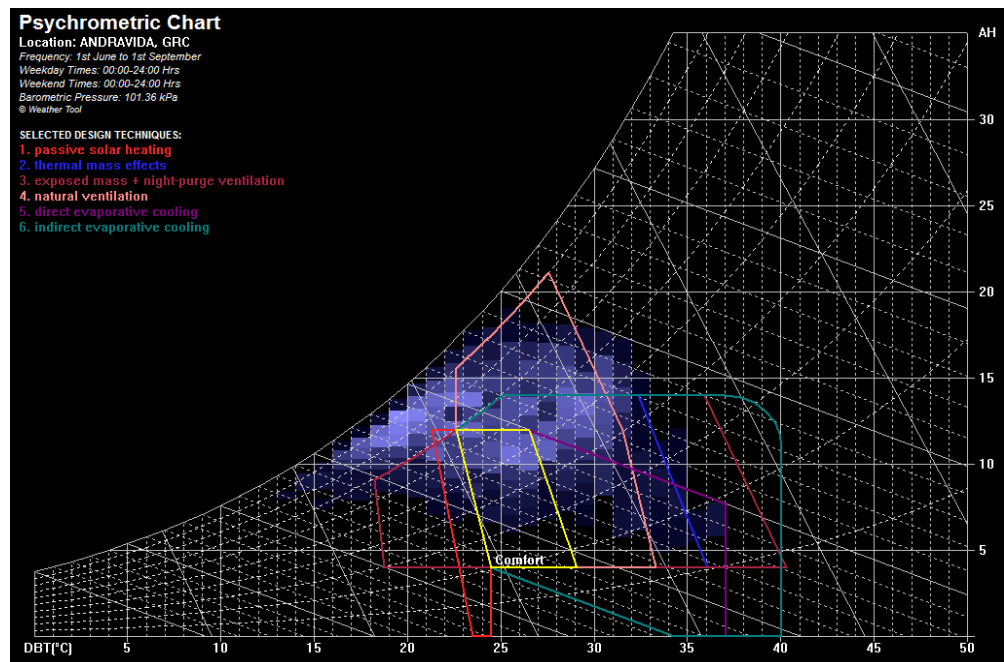
Εικ. Π.2.12. Ζώνη άνεσης για την κατασκευή το χειμώνα



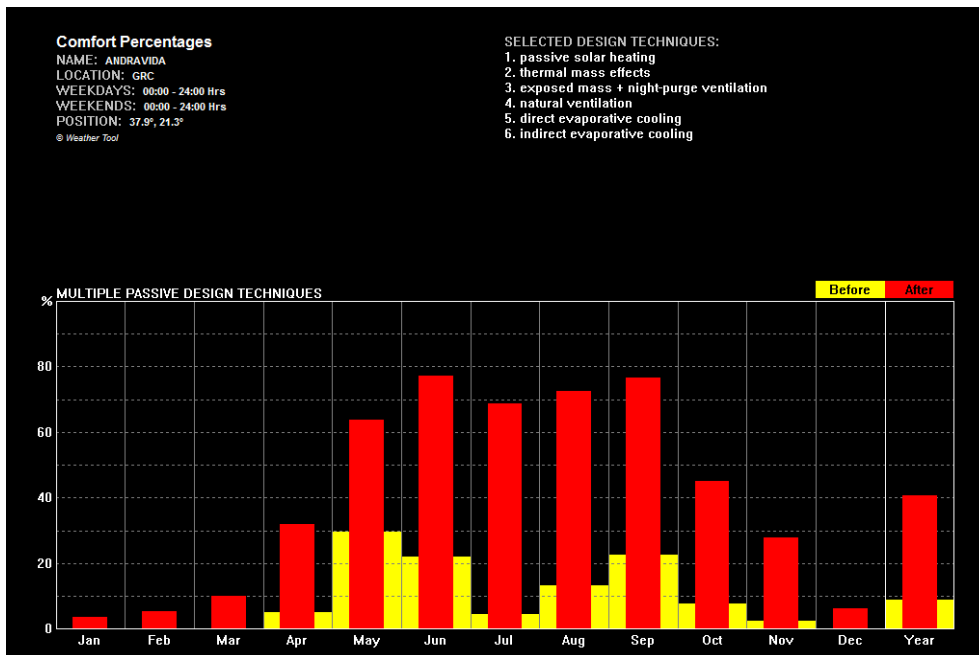
Εικ. Π.2.13. Ζώνη άνεσης για την κατασκευή το καλοκαίρι



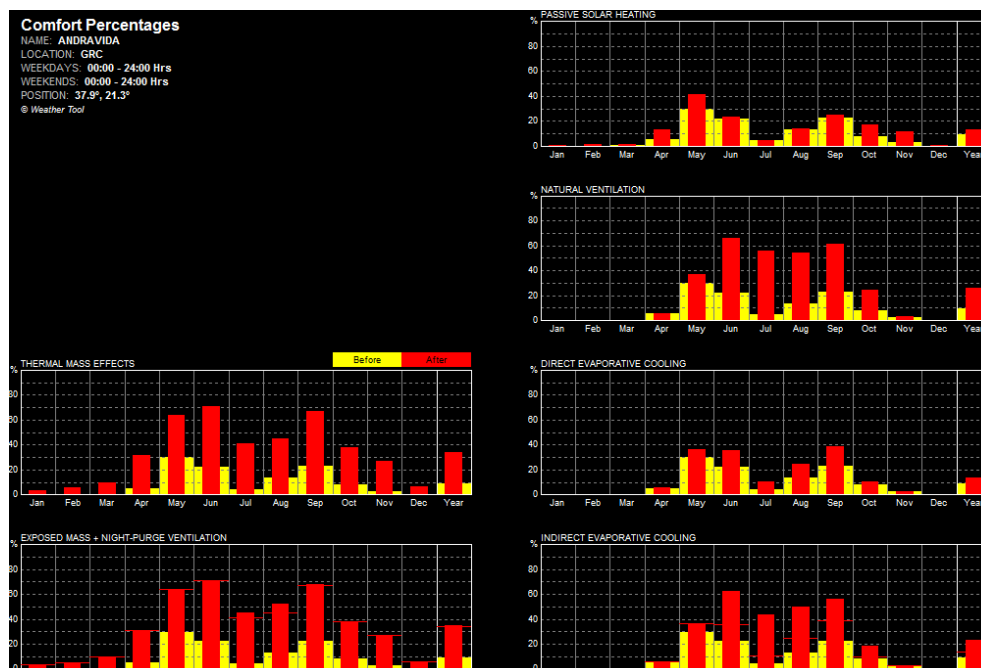
Εικ. Π.2.14. Επίδραση τεχνικών ενεργειακού σχεδιασμού στο ψυχομετρικό διάγραμμα το χειμώνα



Εικ. Π.2.15. Επίδραση τεχνικών ενεργειακού σχεδιασμού στο ψυχομετρικό διάγραμμα το καλοκαίρι

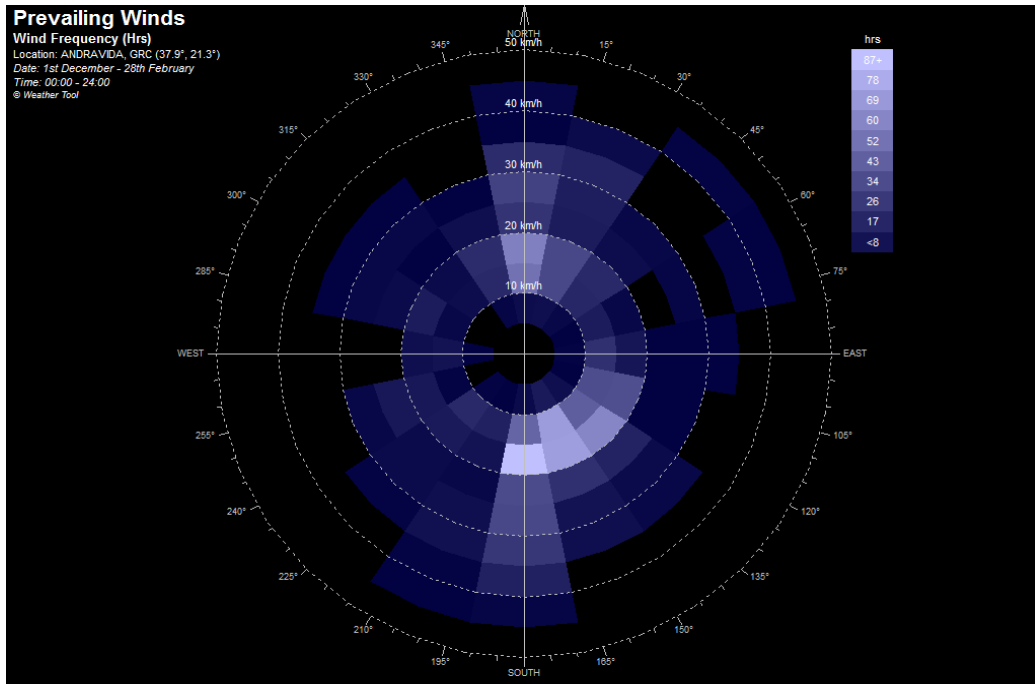


Εικ. Π.2.16. Ποσοστιαία συμβολή τεχνικών θερμικής άνεσης για όλο το χρόνο

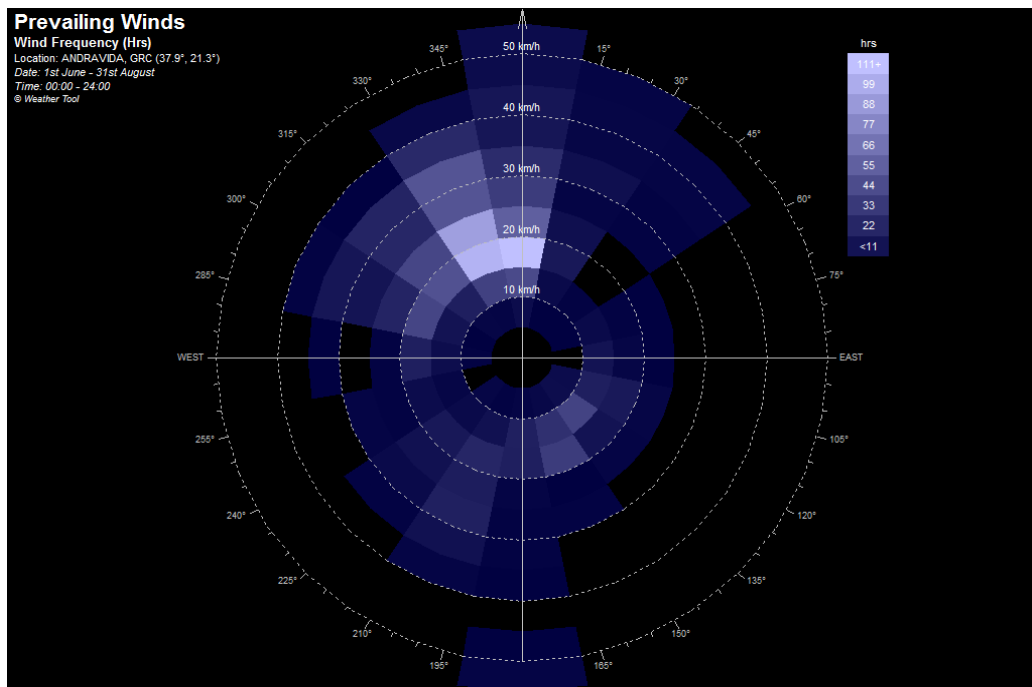


Εικ. Π.2.17. Επίδραση κάθε τεχνικής βιοκλιματικού σχεδιασμού ξεχωριστά στη θερμική άνεση

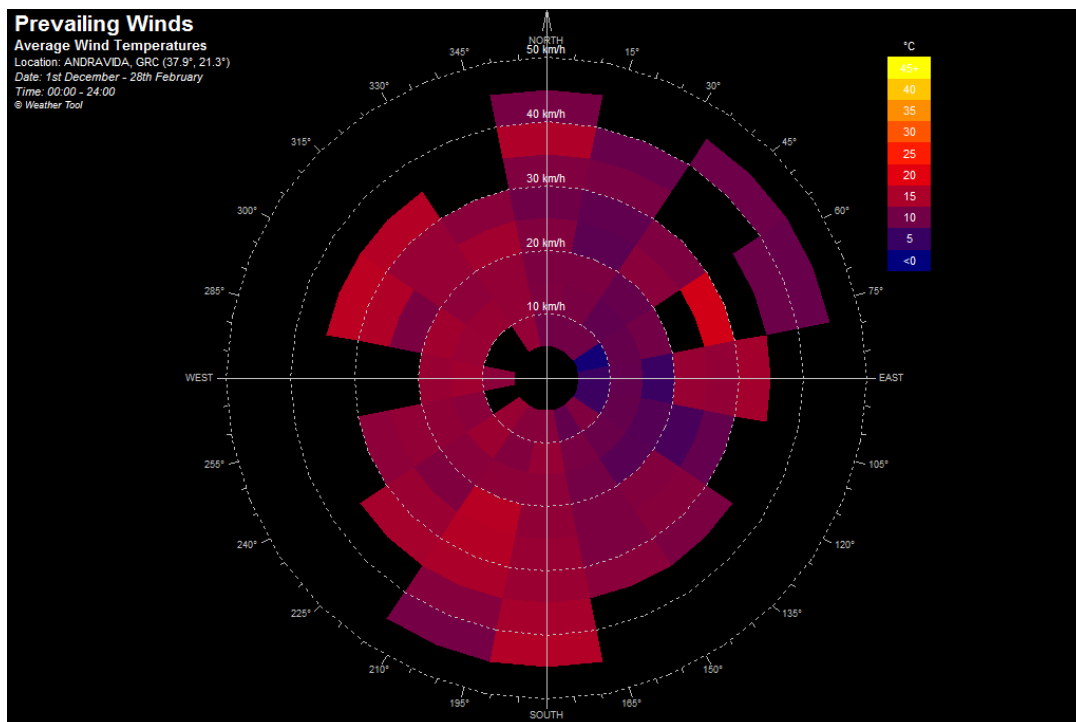
2.3. Ανάλυση ανέμου-wind analysis



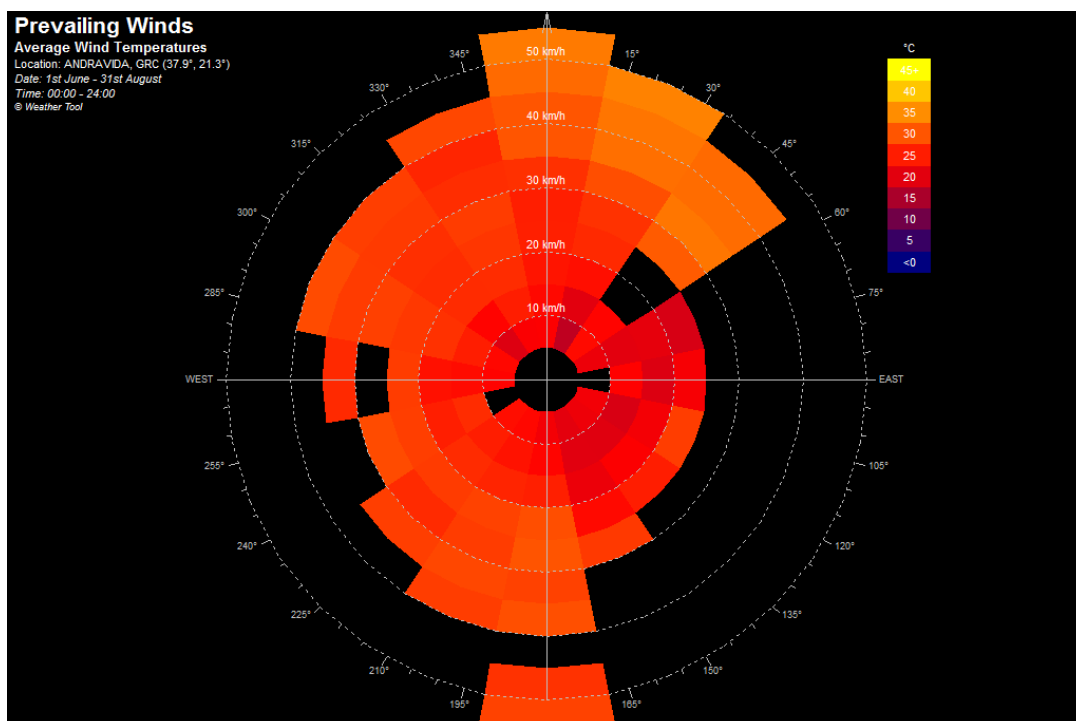
Εικ. Π.2.18. Συχνότητα επικρατούντων ανέμων το χειμώνα



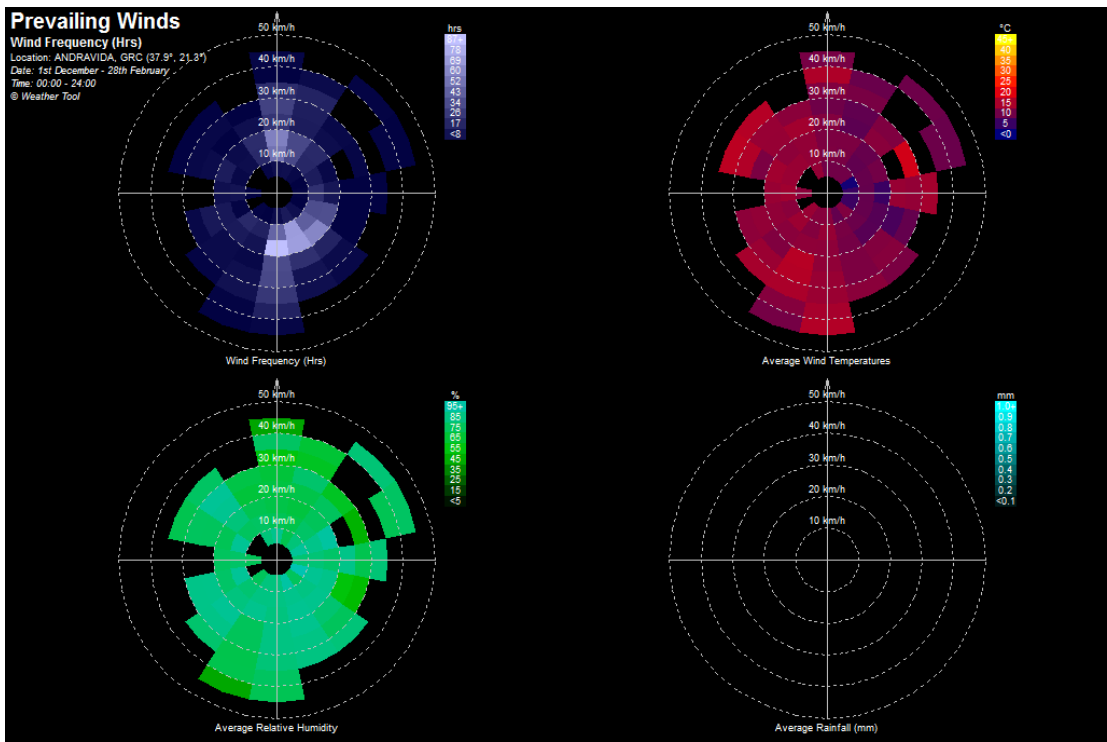
Εικ. Π.2.19. Συχνότητα επικρατούντων ανέμων το καλοκαίρι



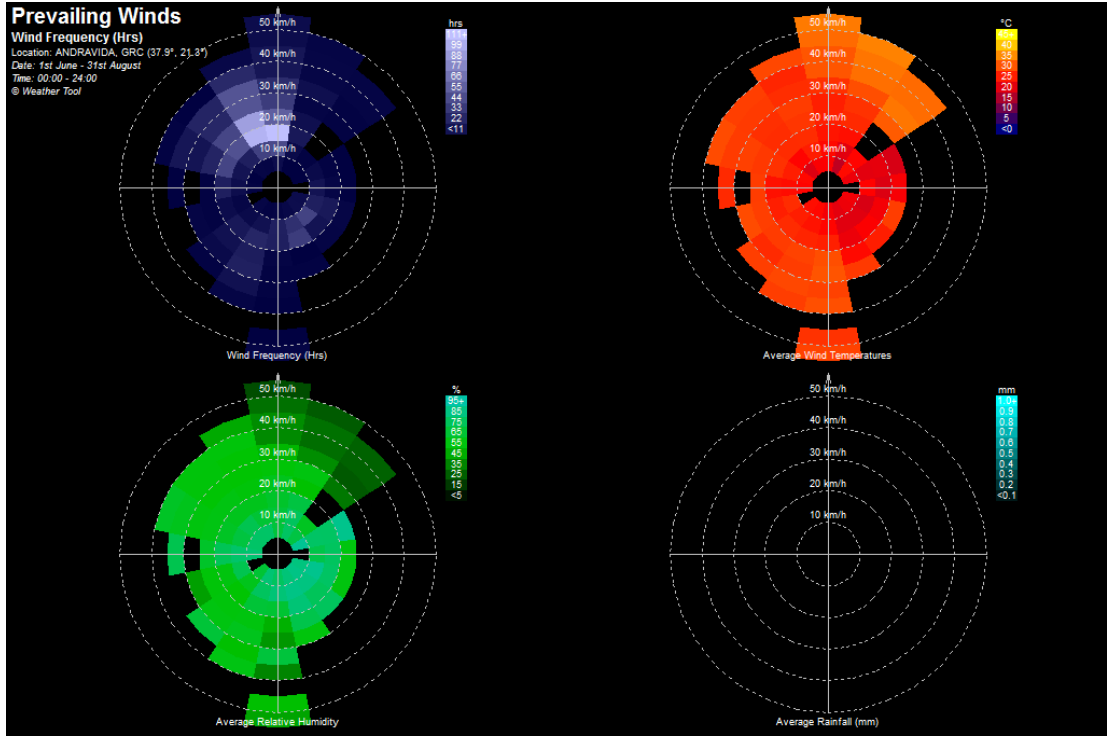
Εικ. Π.2.20. Μέση θερμοκρασία επικρατούντων ανέμων το χειμώνα



Εικ. Π.2.21. Μέση θερμοκρασία επικρατούντων ανέμων το καλοκαίρι

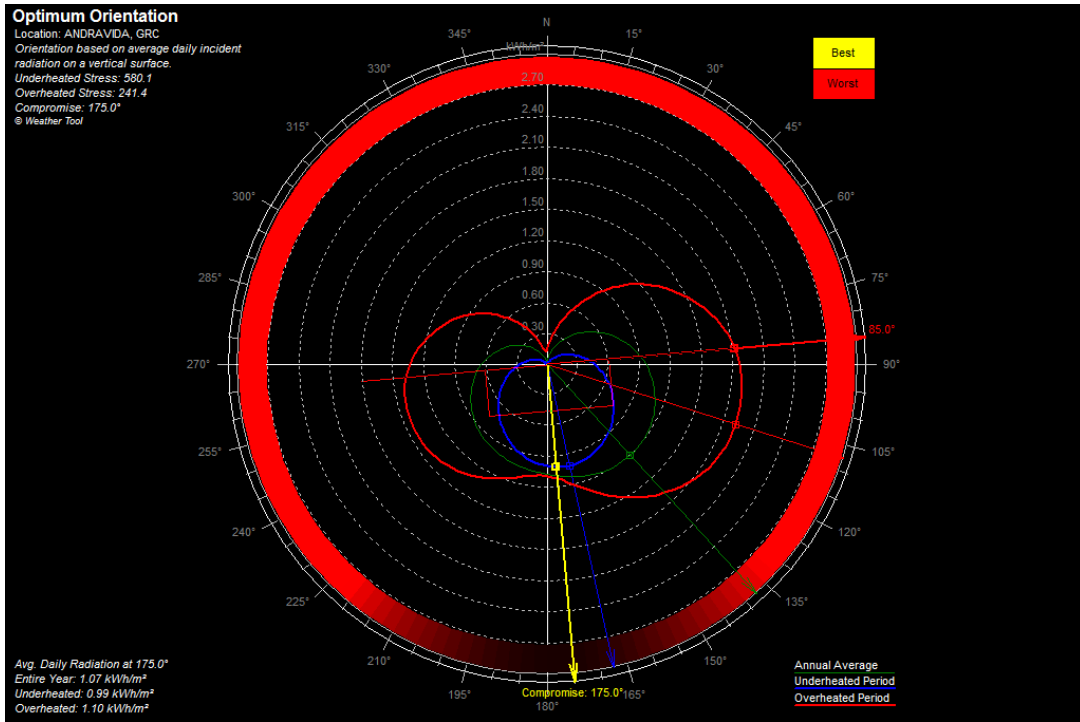


Εικ. Π.2.22. Διάγραμμα ταυτόχρονης παρουσίας ανέμου, μέσης θερμοκρασίας, υγρασίας ανέμου και βροχόπτωσης το χειμώνα



Εικ. Π.2.23. Διάγραμμα ταυτόχρονης παρουσίας ανέμου, μέσης θερμοκρασίας, υγρασίας ανέμου και βροχόπτωσης το καλοκαίρι

2.4. Βέλτιστος προσανατολισμός



Εικ. Π.2.24. Βέλτιστος προσανατολισμός κτηρίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 : ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

3.1. Παραδοχές - δεδομένα υπολογισμών

The screenshot shows the 'Autodesk Ecotect - Zone Management' dialog box. On the left, a list of zones is shown, with 'FINAL KATOPSEIS' selected. The main panel has tabs for 'General Settings', 'Thermal Properties', and 'Information'. The 'HEATING, VENTILATION & AIR CONDITIONING (HVAC)' section is expanded, showing the following settings:

- Active System(s):** Type of system: Full Air Conditioning, Efficiency (%): 95.0
- Thermostat Range:** Lower Band: 20.0 C, Upper Band: 26.0 C
- UK PART L - SBEM PROFILE:** Associate detailed system, activity and lighting data for use in SBEM calculations. Buttons: Edit Profile(s)... Apply Standard Zone Settings >>
- HOURS OF OPERATION:** Weekdays: On: 0, Off: 24; Weekends: On: 0, Off: 24
- Operational Schedule:** [No Schedule]

Buttons at the bottom: Delete Zone(s), Add New Zone, Undo Changes, Help..., OK, Cancel.

Εικ. Π.3.1. Ρυθμίσεις ζωνών α

The screenshot shows the 'Autodesk Ecotect - Zone Management' dialog box with the 'SHADOW AND REFLECTION SETTINGS' and 'INTERNAL DESIGN CONDITIONS' sections expanded. The 'SHADOW AND REFLECTION SETTINGS' section includes:

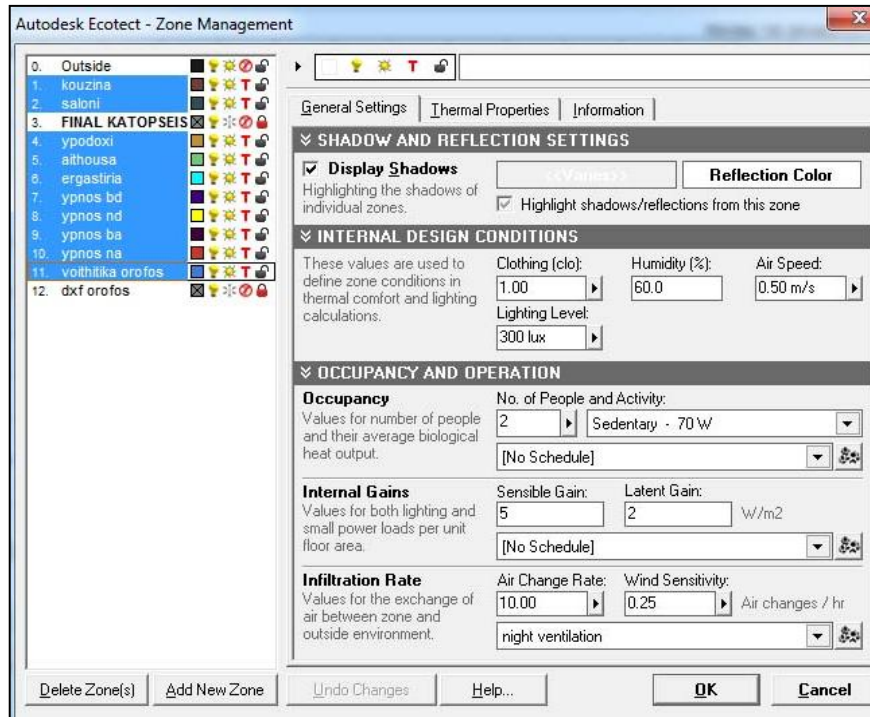
- Display Shadows:** Highlighting the shadows of individual zones. Buttons: Show Shadows, Reflection Color
- Highlight shadows/reflections from this zone:**

The 'INTERNAL DESIGN CONDITIONS' section includes:

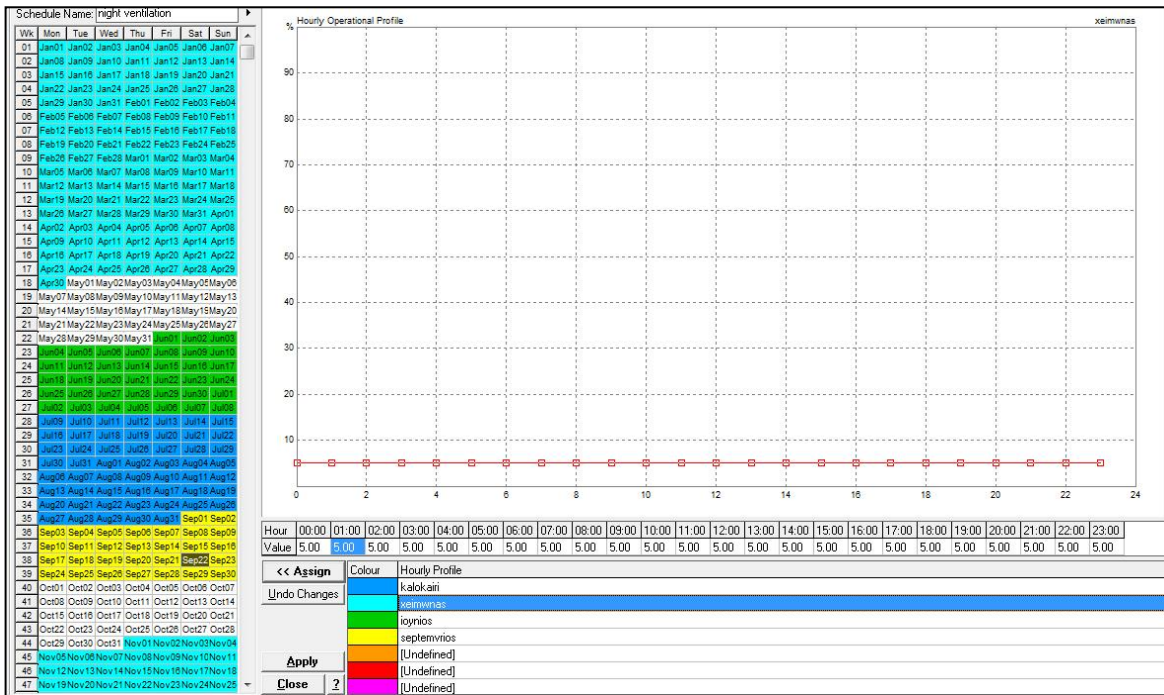
- INTERNAL DESIGN CONDITIONS:** These values are used to define zone conditions in thermal comfort and lighting calculations. Clothing (clo): 1.00, Humidity (%): 60.0, Air Speed: 0.50 m/s, Lighting Level: 300 lux
- OCCUPANCY AND OPERATION:** Occupancy: No. of People and Activity: 2, Sedentary - 70 W, [No Schedule]
- Internal Gains:** Sensible Gain: 5, Latent Gain: 2 w/m2, [No Schedule]
- Infiltration Rate:** Air Change Rate: 10.00, Wind Sensitivity: 0.25, well sealed

Buttons at the bottom: Delete Zone(s), Add New Zone, Undo Changes, Help..., OK, Cancel.

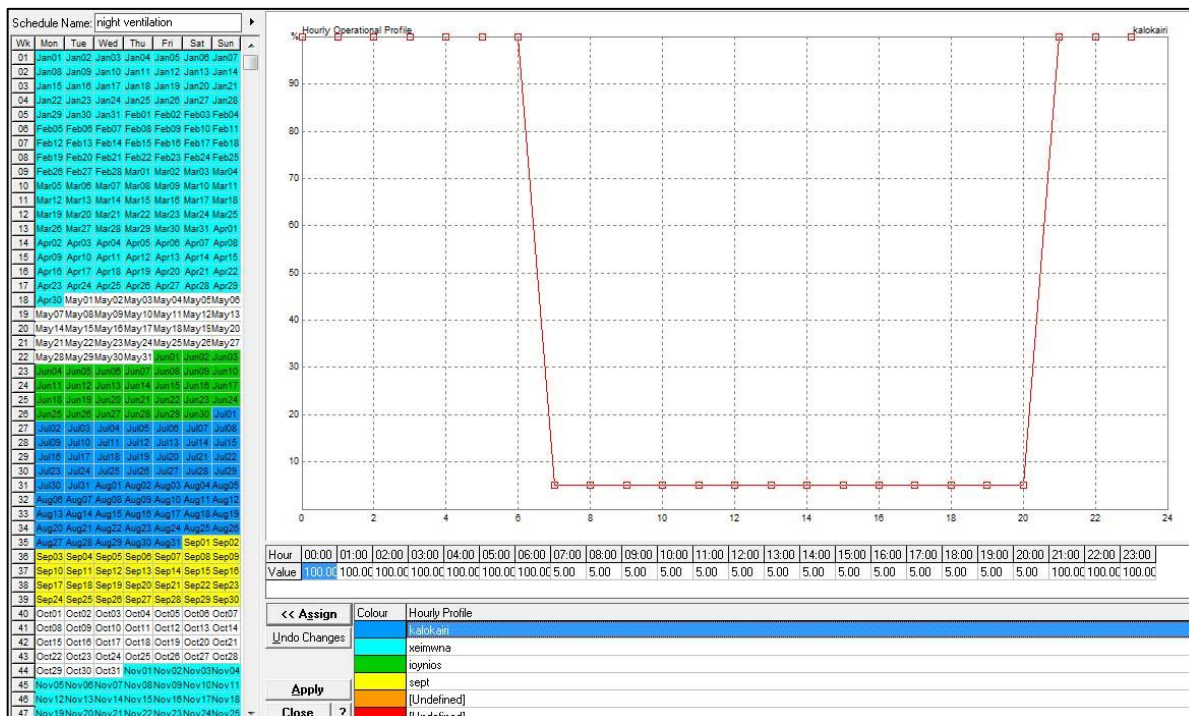
Εικ. Π.3.2. Ρυθμίσεις ζωνών β



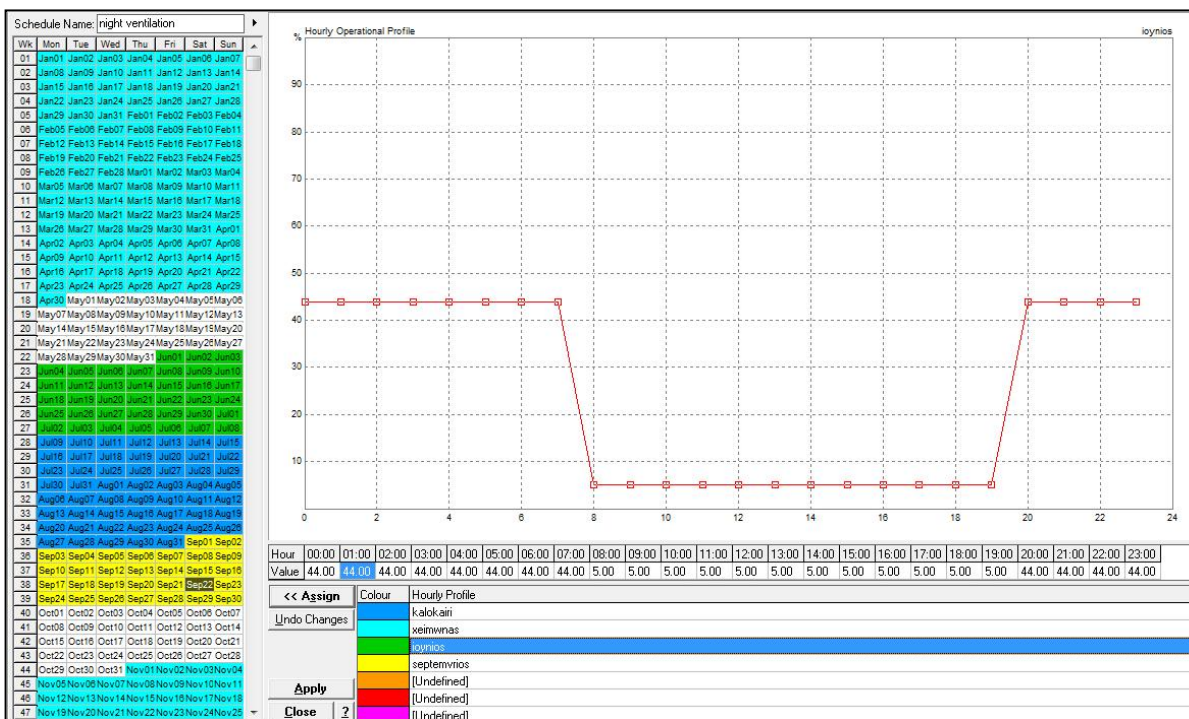
Εικ. II.3.3. Ρυθμίσεις ζωνών γ



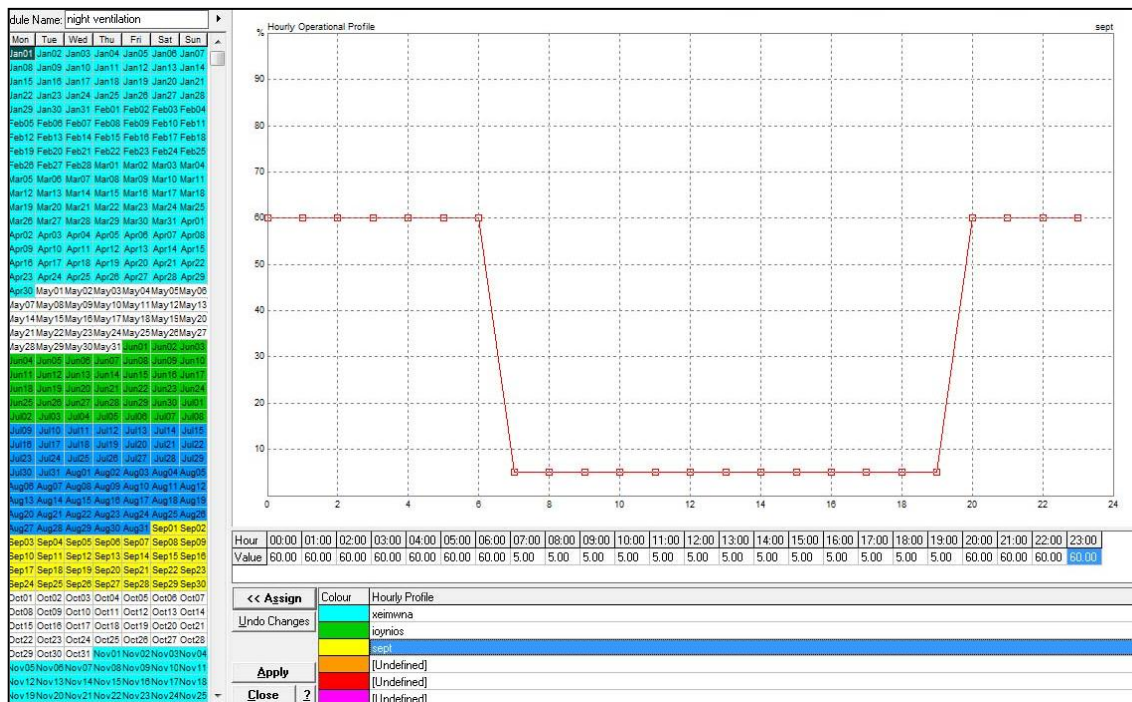
Εικ. II.3.4. Χρονοδιάγραμμα night ventilation για το χειμώνα



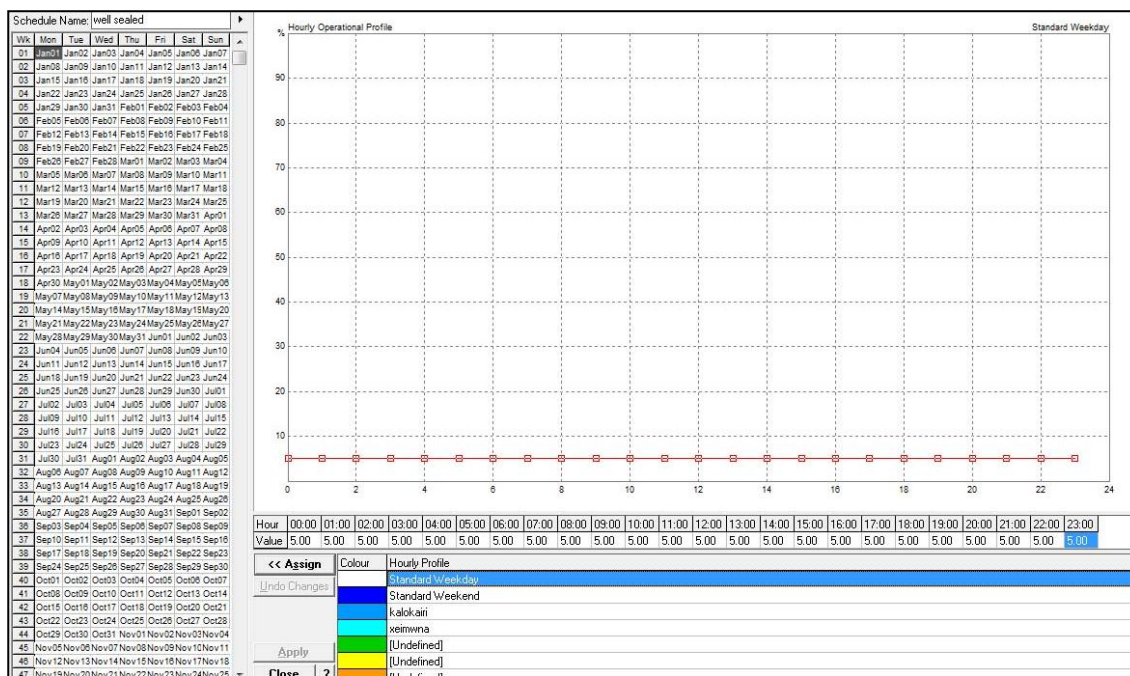
Εικ. Π.3.5. Χρονοδιάγραμμα night ventilation για το καλοκαίρι



Εικ. Π.3.6. Χρονοδιάγραμμα night ventilation για τον μήνα Ιούλιος



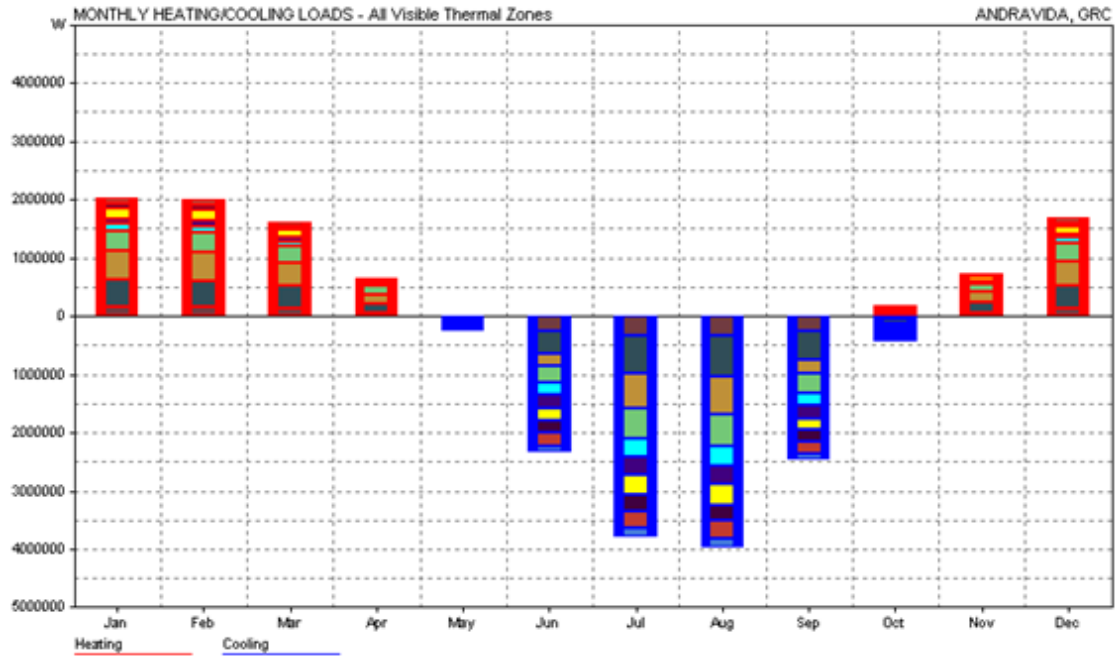
Εικ. Π.3.7. Χρονοδιάγραμμα night ventilation για τον μήνα Σεπτέμβριο



Εικ. Π.3.8. Χρονοδιάγραμμα well sealed για όλο το έτος

3.2. ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

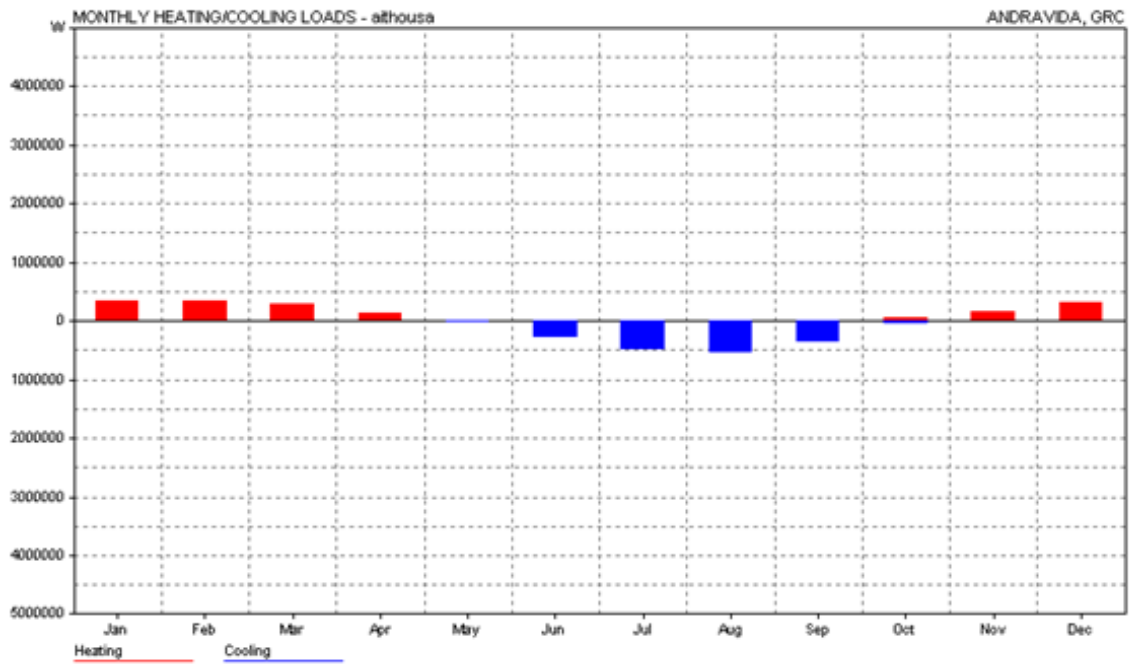
Σενάριο 1: Τοποθέτηση νότιου υαλοστασίου στην αίθουσα διδασκαλίας



Εικ. Π.3.9. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για όλες τις ζώνες

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Adaptive - Average (± 1.75)			
Max Heating: 10867 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 13908 W at 13:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	2027818	0	2027818
Feb	1999546	0	1999546
Mar	1622289	0	1622289
Apr	642238	0	642238
May	4541	271366	275907
Jun	0	2338461	2338461
Jul	0	3788819	3788819
Aug	0	3973168	3973168
Sep	0	2474815	2474815
Oct	182138	444338	626476
Nov	714722	0	714722
Dec	1675478	0	1675478
TOTAL	8868770	13290967	22159736
PER M²	22455	33652	56106
Floor Area:	394.959		m²

Εικ. Π.3.10. Αναλυτικός Πίνακας

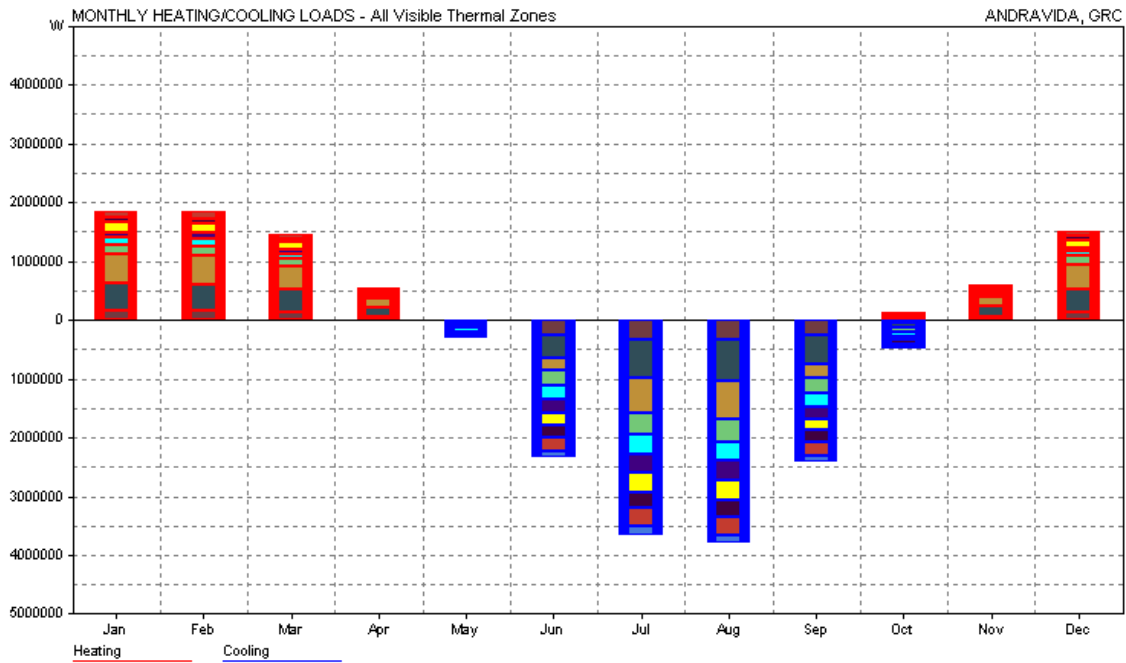


Εικ. Π.3.11. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για την αίθουσα διδασκαλίας - Σενάριο 1

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: aithousa			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 1594 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 2212 W at 12:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	345930	0	345930
Feb	329912	0	329912
Mar	285538	0	285538
Apr	140336	0	140336
May	3759	13257	17015
Jun	0	284964	284964
Jul	0	505188	505188
Aug	0	551320	551320
Sep	0	355750	355750
Oct	48192	42933	91125
Nov	148737	0	148737
Dec	308867	0	308867
TOTAL	1611272	1753411	3364683
PER M²	43893	47765	91658
Floor Area:	36.709 m²		

Εικ. Π.3.12. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 1

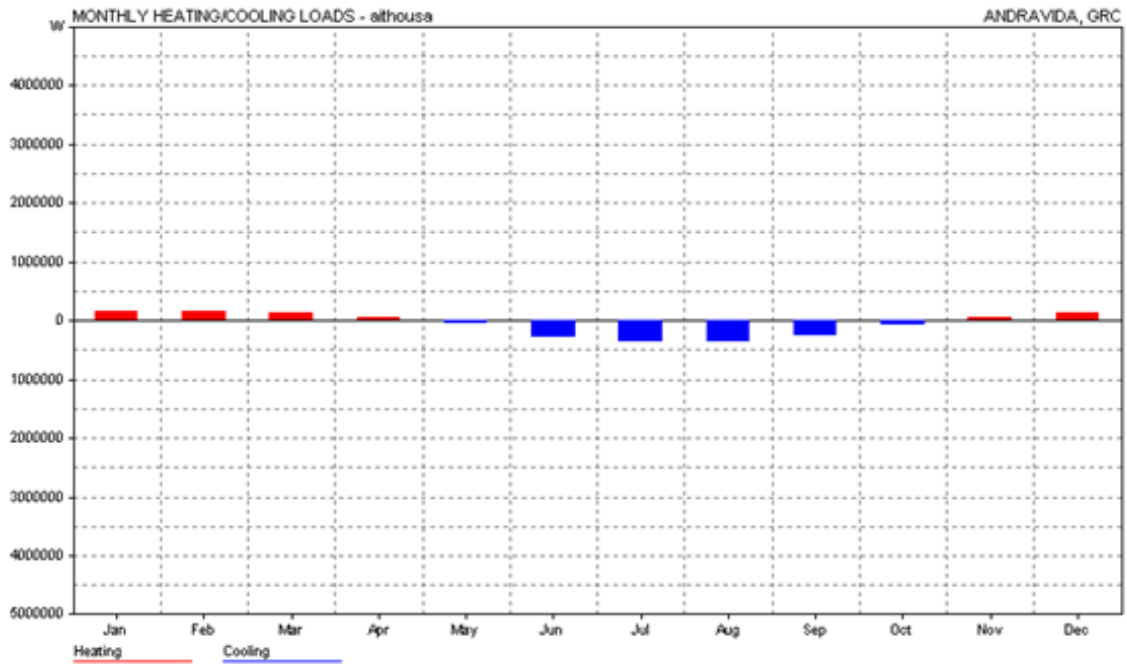
Σενάριο 2 : Αφαίρεση του νότιου υαλοστασίου στην αίθουσα διδασκαλίας.



Εικ. Π.3.13. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για όλες τις ζώνες - Σενάριο 2

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Adaptive - Average (± 1.75)			
Max Heating: 10181 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 12847 W at 14:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1843422	0	1843422
Feb	1831339	0	1831339
Mar	1467289	0	1467289
Apr	543045	0	543045
May	298	319691	319989
Jun	0	2340678	2340678
Jul	0	3651320	3651320
Aug	0	3798118	3798118
Sep	0	2407455	2407455
Oct	138063	487973	626036
Nov	607049	0	607049
Dec	1501877	0	1501877
TOTAL	7932382	13005234	20937616
PER M²	20084	32928	53012
Floor	394.959		
Area:	m²		

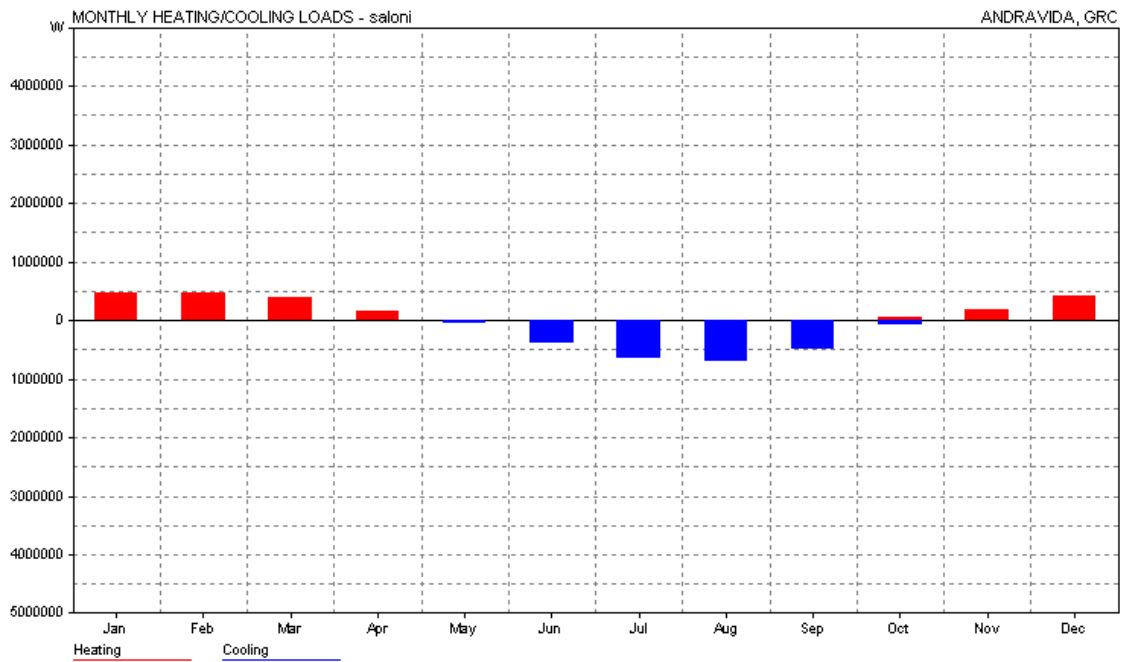
Εικ. Π.3.14. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 2



Εκ. Π.3.15. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για την αίθουσα διδασκαλίας - Σενάριο 2

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: aithousa			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 908 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1141 W at 13:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	161859	0	161859
Feb	161704	0	161704
Mar	130539	0	130539
Apr	44441	0	44441
May	0	49763	49763
Jun	0	276073	276073
Jul	0	366887	366887
Aug	0	376019	376019
Sep	0	272543	272543
Oct	7005	74363	81368
Nov	44780	0	44780
Dec	135289	0	135289
TOTAL	685618	1415648	2101266
PER M²	18677	38564	57241
Floor Area:	36.709 m²		

Εκ. Π.3.16. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 2

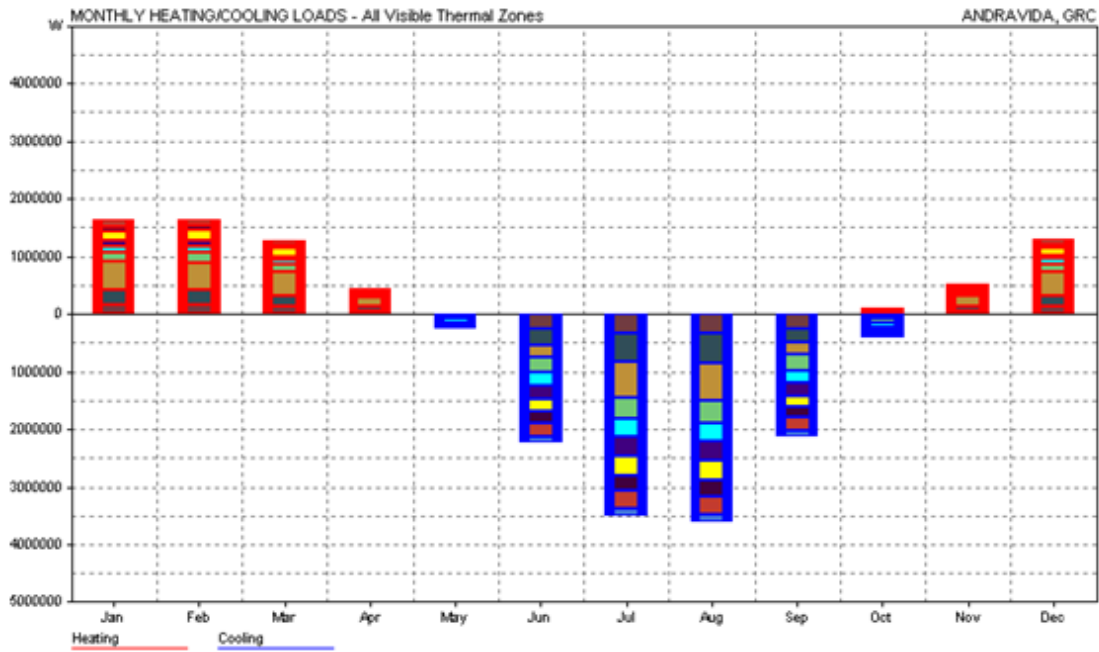


Εικ. Π.3.17. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για την τραπεζαρία - Σενάριο 2

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: saloni			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 2291 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 2829 W at 13:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	472073	0	472073
Feb	461120	0	461120
Mar	392706	0	392706
Apr	165480	0	165480
May	0	48386	48386
Jun	0	400559	400559
Jul	0	638218	638218
Aug	0	691393	691393
Sep	0	489406	489406
Oct	51556	82397	133953
Nov	181396	0	181396
Dec	407583	0	407583
TOTAL	2131914	2350360	4482273
PER M ²	26349	29049	55398
Floor Area:	80.910 m ²		

Εικ. Π.3.18. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 2

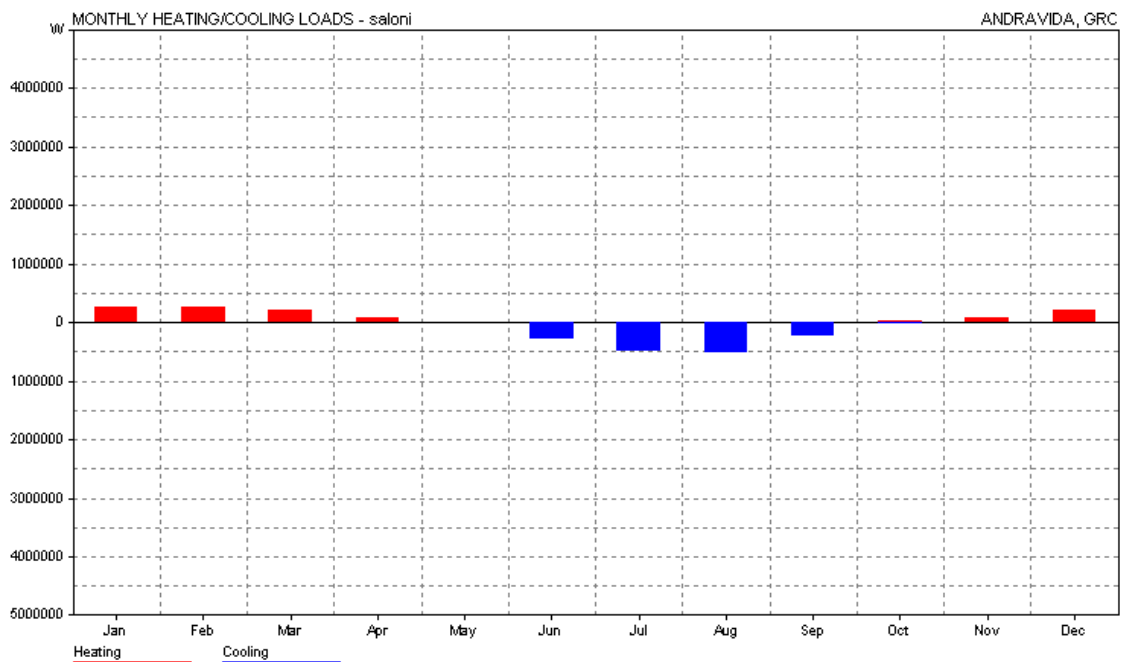
Σενάριο 3: Αφαίρεση του νότιου υαλοστασίου στην τραπεζαρία και προσθήκη τοίχου θερμικής μάζας.



Εικ. Π.3.19. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για όλες τις ζώνες με τοίχο θερμικής μάζας

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Adaptive - Average (± 1.75)			
Max Heating: 9358 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 11774 W at 14:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1626873	0	1626873
Feb	1631916	0	1631916
Mar	1279424	0	1279424
Apr	454338	0	454338
May	503	265402	265905
Jun	0	2229868	2229868
Jul	0	3511150	3511150
Aug	0	3615241	3615241
Sep	0	2135402	2135402
Oct	108127	423369	531496
Nov	515658	0	515658
Dec	1291980	0	1291980
TOTAL	6908818	12180433	19089252
PER M²	17493	30840	48332
Floor Area:	394.959		m²

Εικ. Π.3.20. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 3

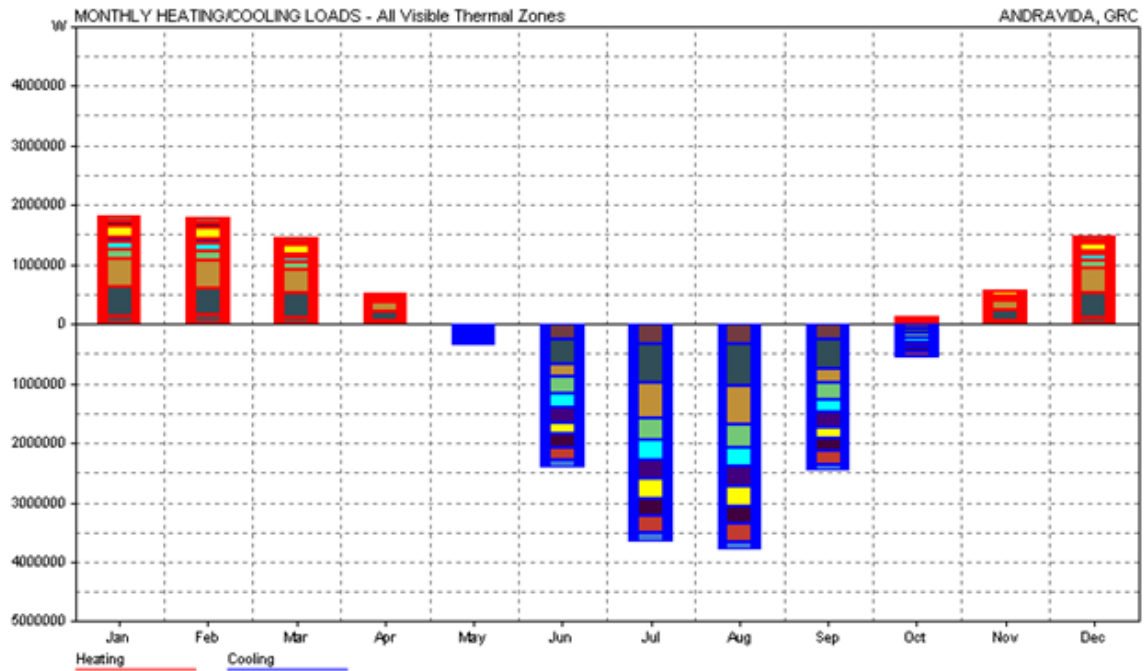


Εικ. Π.3.21. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για την τραπεζαρία με τοίχο θερμικής μάζας

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: saloni			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 1468 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1648 W at 14:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	255331	0	255331
Feb	261696	0	261696
Mar	204841	0	204841
Apr	75513	0	75513
May	0	0	0
Jun	0	296403	296403
Jul	0	498052	498052
Aug	0	508511	508511
Sep	0	225598	225598
Oct	20660	24382	45042
Nov	88172	0	88172
Dec	197686	0	197686
TOTAL	1103899	1552946	2656845
PER M²	13644	19194	32837
Floor Area:	80.910 m²		

Εικ. Π.3.22. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 3

Σενάριο 4 : Αύξηση μόνωσης στη στέγη και στα δώματα

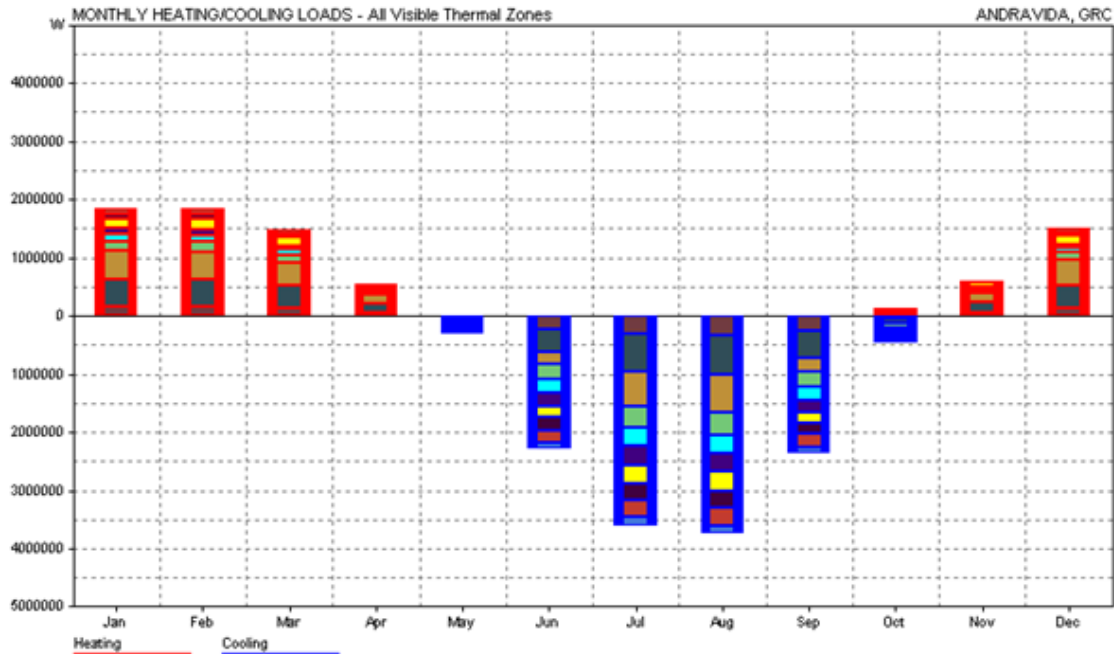


Εικ. Π.3.23. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για όλες τις ζώνες - Σενάριο 4

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Adaptive - Average (± 1.75)			
Max Heating: 10044 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 12828 W at 13:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1811866	0	1811866
Feb	1797702	0	1797702
Mar	1453818	0	1453818
Apr	529006	0	529006
May	170	374975	375146
Jun	0	2406616	2406616
Jul	0	3653965	3653965
Aug	0	3803766	3803766
Sep	0	2471252	2471252
Oct	120581	569022	689603
Nov	583950	0	583950
Dec	1490882	0	1490882
TOTAL	7787976	13279596	21067572
PER M²	19718	33623	53341
Floor Area:	394.959	m²	

Εικ. Π.3.24. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 4

Σενάριο 5 : Σκιασμός του κτηρίου χωρίς αερισμό

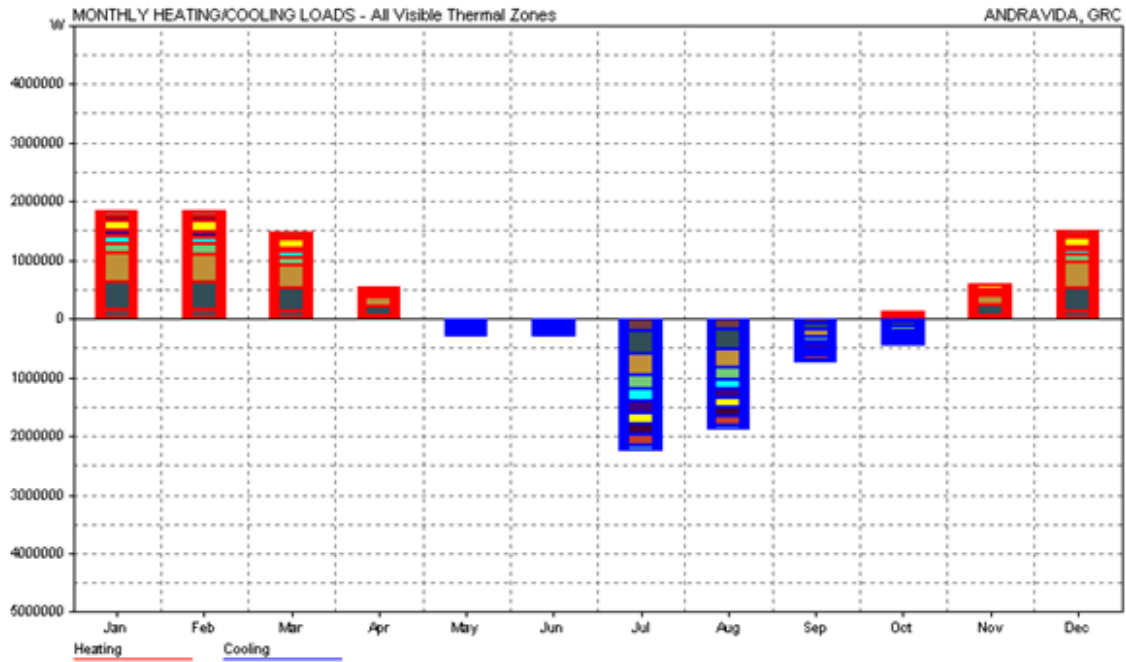


Εικ. Π.3.25. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για όλες τις ζώνες-Σενάριο 5

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Adaptive - Average (± 1.75)			
Max Heating: 10181 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 12736 W at 14:00 on 15th August			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1854869	0	1854869
Feb	1844033	0	1844033
Mar	1482355	0	1482355
Apr	547478	0	547478
May	293	311323	311616
Jun	0	2290052	2290052
Jul	0	3597451	3597451
Aug	0	3748762	3748762
Sep	0	2365588	2365588
Oct	138497	472137	610634
Nov	609311	0	609311
Dec	1511158	0	1511158
TOTAL	7987994	12785313	20773306
PER M²	20225	32371	52596
Floor Area:	394.959		
	m²		

Εικ. Π.3.26. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 5

Σενάριο 6 : Σκιασμός του κτηρίου σε συνδυασμό με νυχτερινό δροσισμό.



Εικ. Π.3.27. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για όλες τις ζώνες-Σενάριο 6

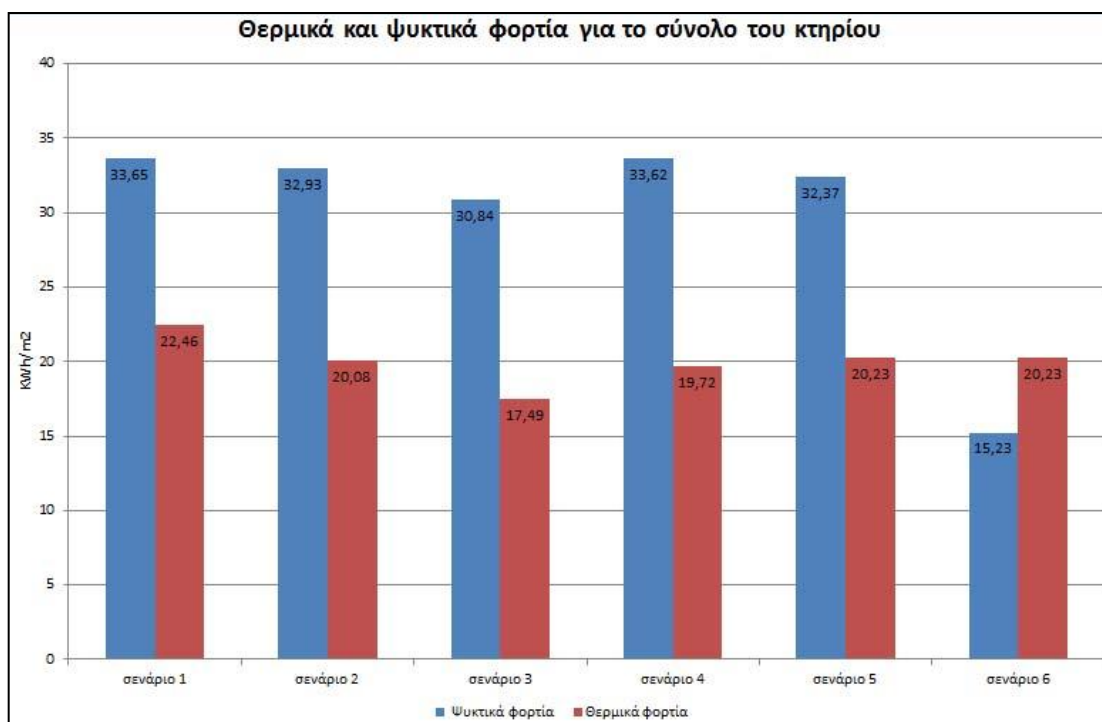
MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Adaptive - Average (± 1.75)			
Max Heating: 10181 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 19820 W at 21:00 on 16th July			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	1854869	0	1854869
Feb	1844033	0	1844033
Mar	1482355	0	1482355
Apr	547478	0	547478
May	293	311323	311616
Jun	0	318499	318499
Jul	0	2267142	2267142
Aug	0	1902879	1902879
Sep	0	743747	743747
Oct	138497	472137	610634
Nov	609311	0	609311
Dec	1511158	0	1511158
TOTAL	7987994	6015726	14003720
PER M²	20225	15231	35456
Floor Area:	394.959	m²	

Εικ. Π.3.28. Αναλυτικός Πίνακας - Σενάριο 6

Οι θερμικές ζώνες στα άνω διαγράμματα συμβολίζονται με τις εξής αποχρώσεις και καταλαμβάνουν αντίστοιχα τα παρακάτω τετραγωνικά:

- Παρασκευαστήριο Τροφίμων - 35,96 m²
- Τραπεζαρία-Καθιστικό - 80,91 m²
- Υποδοχή - 62,44 m²
- Αίθουσα Διδασκαλίας - 36,71 m²
- Αίθουσα Εργαστηρίων - 34,02 m²
- Βορειοδυτικός Κοιτώνας - 35,96 m²
- Νοτιοδυτικός Κοιτώνας - 39,21 m²
- Βορειοανατολικός Κοιτώνας - 28,79 m²
- Νοτιοανατολικός Κοιτώνας - 31,95 m²
- Βοηθητικός Χώρος Προσωπικού - 8,99 m²

Σύγκριση σεναρίων



Εικ. Π.3.29. Ενεργειακή απόδοση του ξενώνα για κάθε ένα από τα σενάρια που εξετάστηκαν

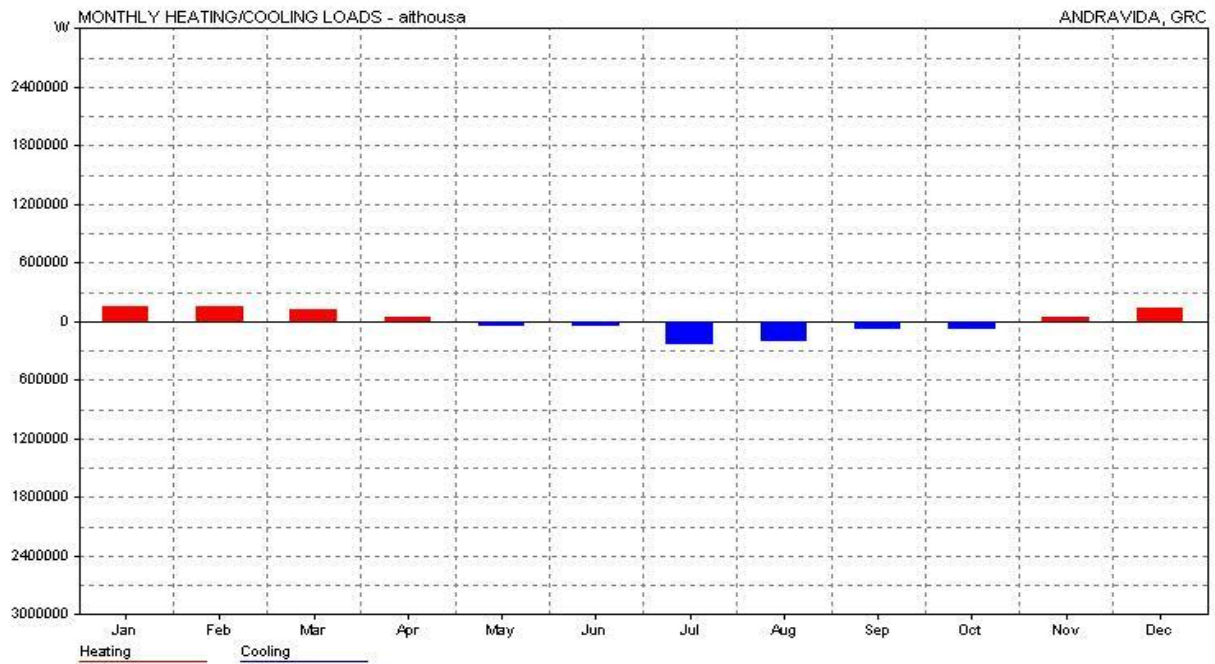
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 : ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ- ΣΕΝΑΡΙΟ 6



Εικ. Π.4.1. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για την υποδοχή

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: ypodoxi			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 2516 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 3430 W at 21:00 on 16th July			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	497847	0	497847
Feb	486407	0	486407
Mar	398158	0	398158
Apr	157726	0	157726
May	293	0	293
Jun	0	26722	26722
Jul	0	375519	375519
Aug	0	325334	325334
Sep	0	109952	109952
Oct	43657	0	43657
Nov	168698	0	168698
Dec	417818	0	417818
TOTAL	2170604	837528	3008132
PER M²	34766	13414	48180
Floor Area:	62.435 m²		

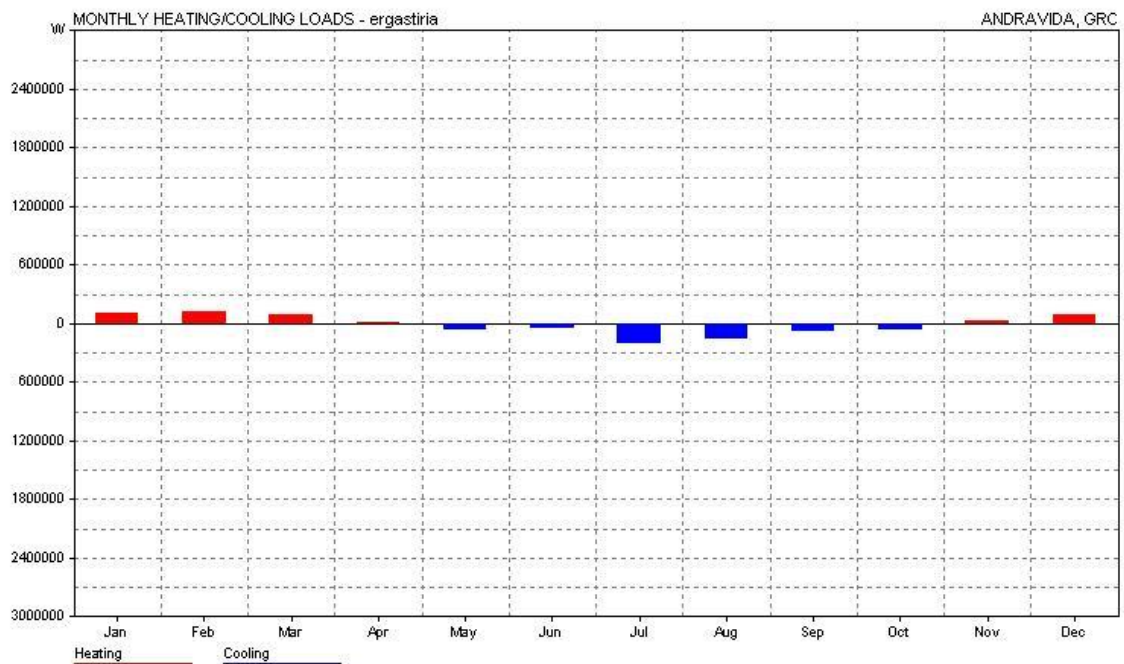
Εικ. Π.4.2. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.3. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για την αίθουσα διδασκαλίας

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: aithousa			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 908 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1824 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	162590	0	162590
Feb	162455	0	162455
Mar	131404	0	131404
Apr	44655	0	44655
May	0	48699	48699
Jun	0	49825	49825
Jul	0	236613	236613
Aug	0	196757	196757
Sep	0	78327	78327
Oct	6873	72317	79190
Nov	44877	0	44877
Dec	135929	0	135929
TOTAL	688783	682538	1371321
PER M²	18763	18593	37356
Floor Area:	36.709 m2		

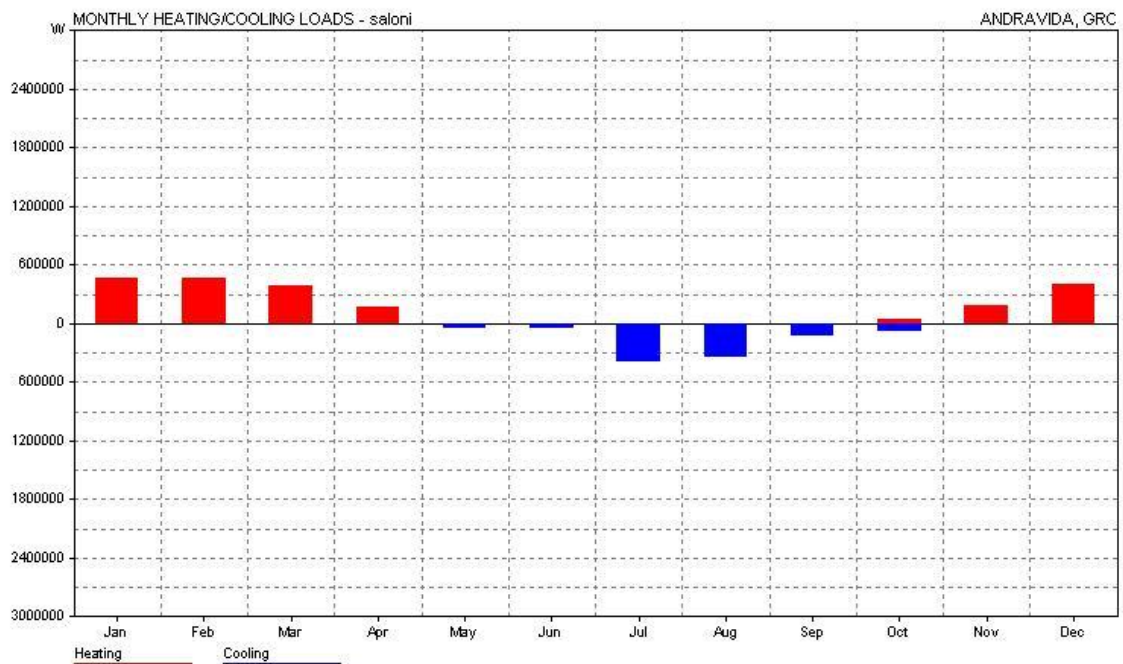
Εικ. Π.4.4. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.5. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για τα εργαστήρια

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: ergastiria			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 723 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1706 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	115366	0	115366
Feb	118456	0	118456
Mar	86537	0	86537
Apr	20224	0	20224
May	0	61534	61534
Jun	0	52278	52278
Jul	0	205024	205024
Aug	0	160152	160152
Sep	0	70191	70191
Oct	0	67675	67675
Nov	26185	0	26185
Dec	89792	0	89792
TOTAL	456560	616854	1073414
PER M²	13421	18132	31553
Floor Area:	34.019 m²		

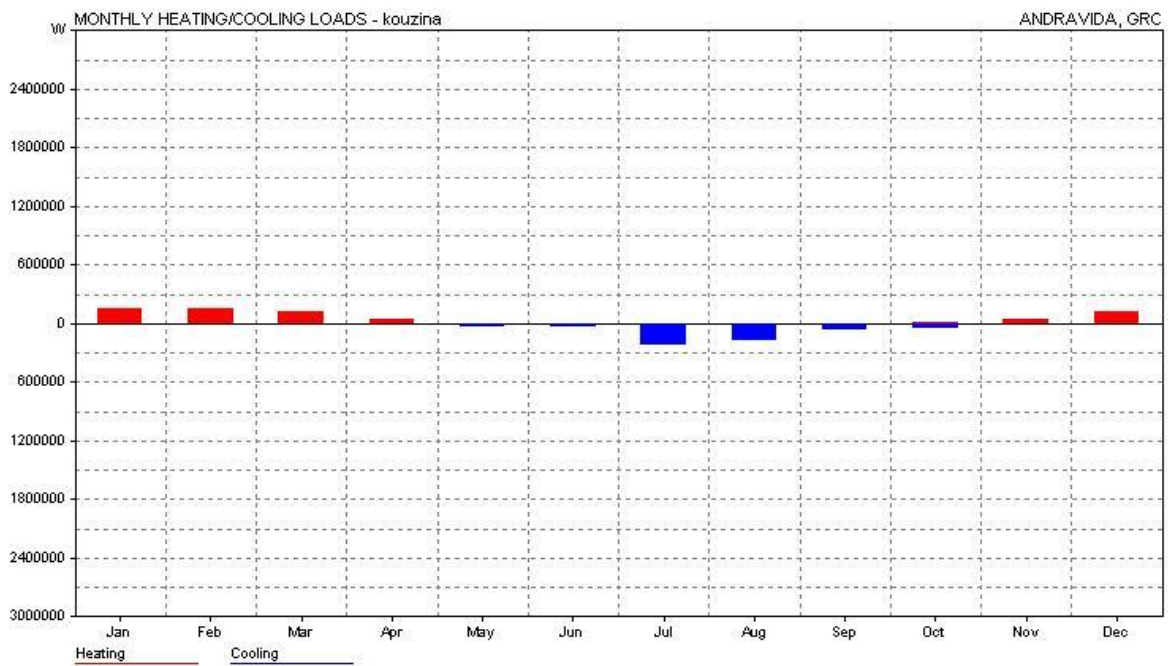
Εικ. Π.4.6. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εκ. Π.4.7. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το σαλόνι-τραπεζαρία

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: saloni			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 2291 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 3841 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	472904	0	472904
Feb	462000	0	462000
Mar	393820	0	393820
Apr	165906	0	165906
May	0	47812	47812
Jun	0	40046	40046
Jul	0	386350	386350
Aug	0	337590	337590
Sep	0	126723	126723
Oct	51654	80408	132063
Nov	181615	0	181615
Dec	408282	0	408282
TOTAL	2136182	1018929	3155111
PER M²	26402	12593	38995
Floor Area:	80.910 m2		

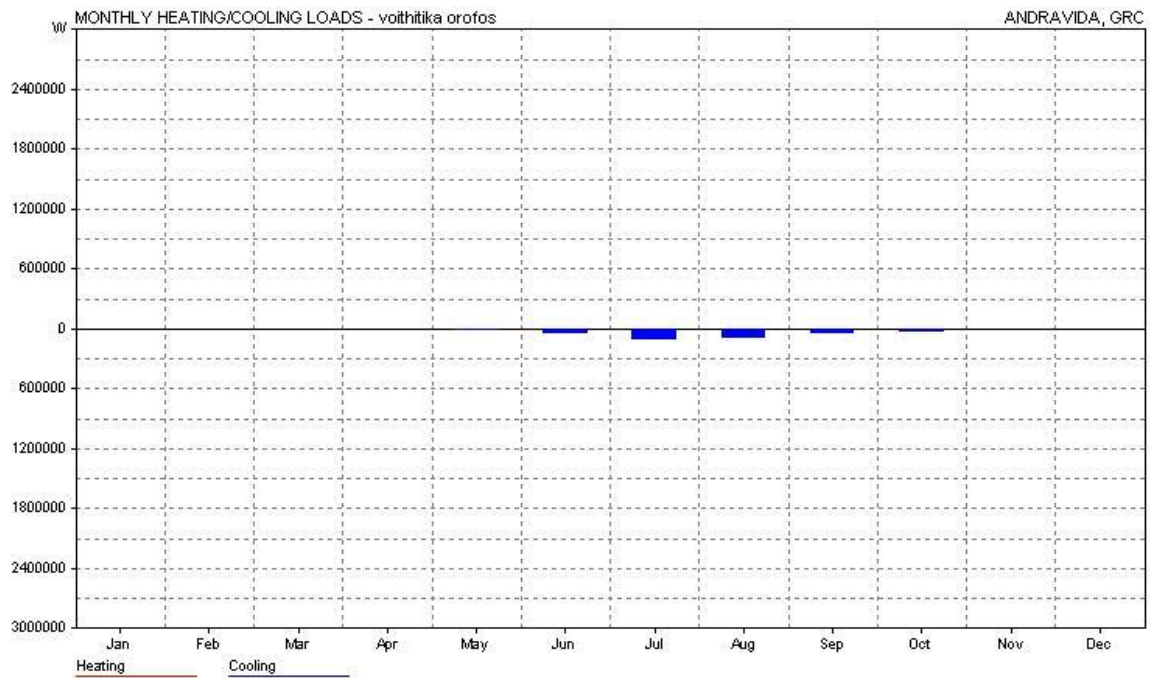
Εκ. Π.4.8. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.9. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για την κουζίνα

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: kouzina			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 840 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1793 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	152162	0	152162
Feb	152276	0	152276
Mar	123725	0	123725
Apr	44267	0	44267
May	0	34517	34517
Jun	0	34382	34382
Jul	0	212359	212359
Aug	0	176009	176009
Sep	0	67200	67200
Oct	11998	50206	62204
Nov	52146	0	52146
Dec	123122	0	123122
TOTAL	659695	574672	1234368
PER M²	18344	15980	34324
Floor Area:	35.963 m2		

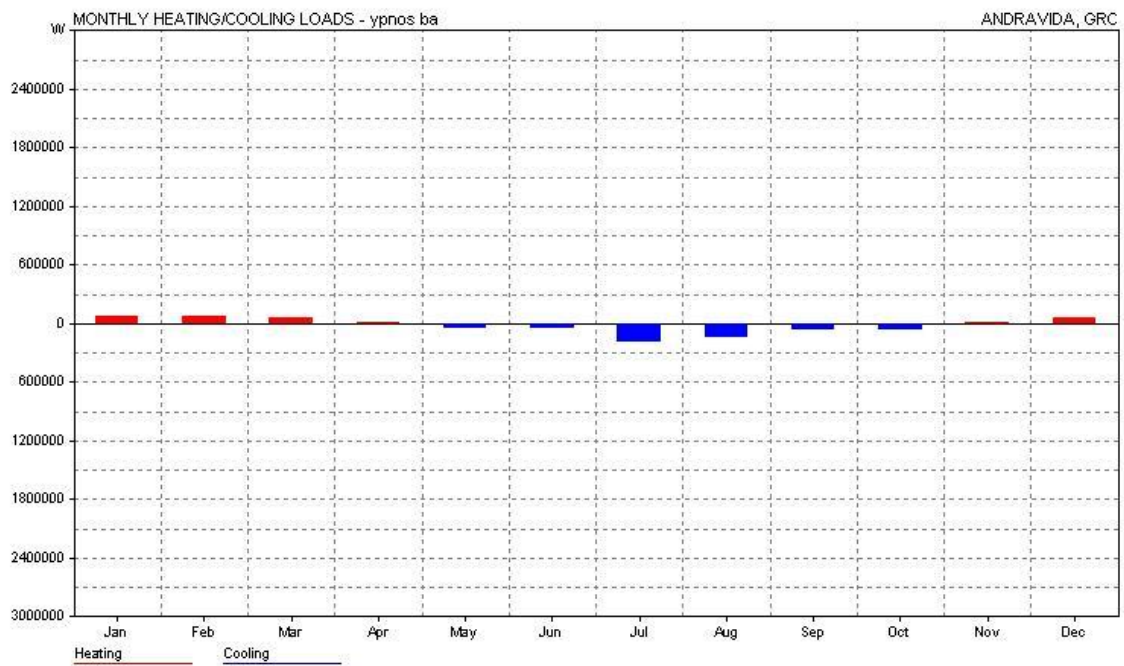
Εικ.Π.4.10. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.11. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για τα βοηθητικά ορόφου

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: voithitika orofos			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 0.0 C - No Heating.			
Max Cooling: 456 W at 21:00 on 16th July			
MONTH	HEATING (Wh)	COOLING (Wh)	TOTAL (Wh)
Jan	0	0	0
Feb	0	0	0
Mar	0	0	0
Apr	0	0	0
May	0	16086	16086
Jun	0	45125	45125
Jul	0	106344	106344
Aug	0	91656	91656
Sep	0	41268	41268
Oct	0	26853	26853
Nov	0	0	0
Dec	0	0	0
TOTAL	0	327332	327332
PER M²	0	36385	36385
Floor Area:	8.996 m²		

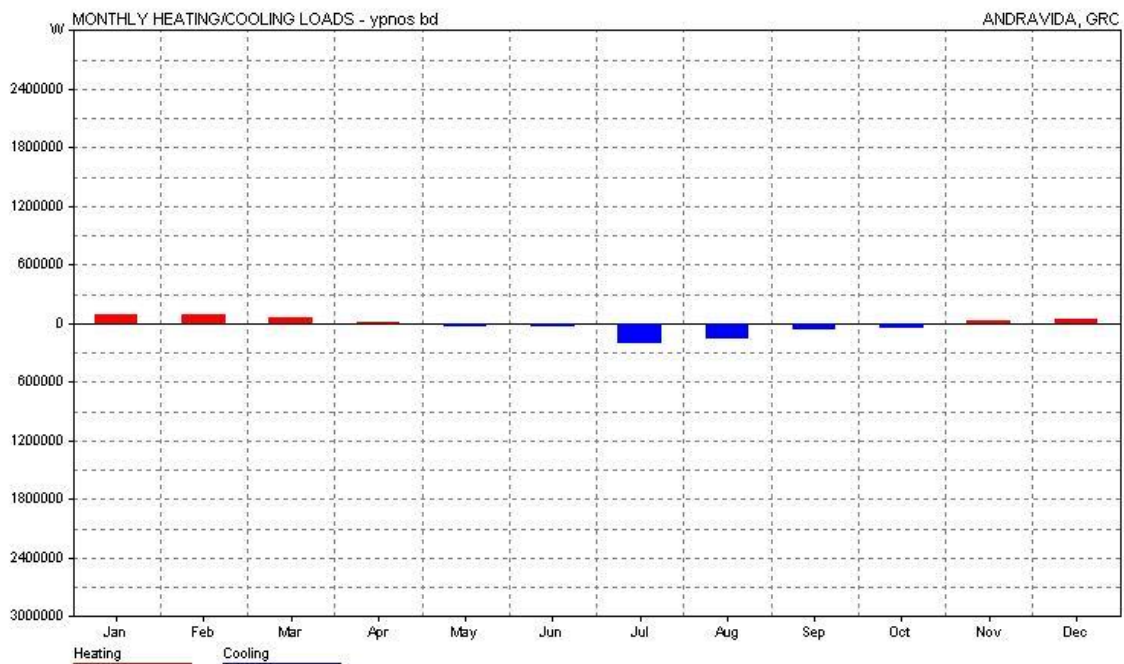
Εικ. Π.4.12. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.13 Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το βορειοανατολικό κοιτόνα

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: ypnos ba			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 538 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1445 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	77265	0	77265
Feb	79532	0	79532
Mar	57823	0	57823
Apr	14937	0	14937
May	0	41287	41287
Jun	0	44076	44076
Jul	0	182451	182451
Aug	0	140123	140123
Sep	0	61806	61806
Oct	1269	64331	65600
Nov	18739	0	18739
Dec	55117	0	55117
TOTAL	304681	534074	838755
PER M²	10580	18545	29125
Floor Area:	28.799 m²		

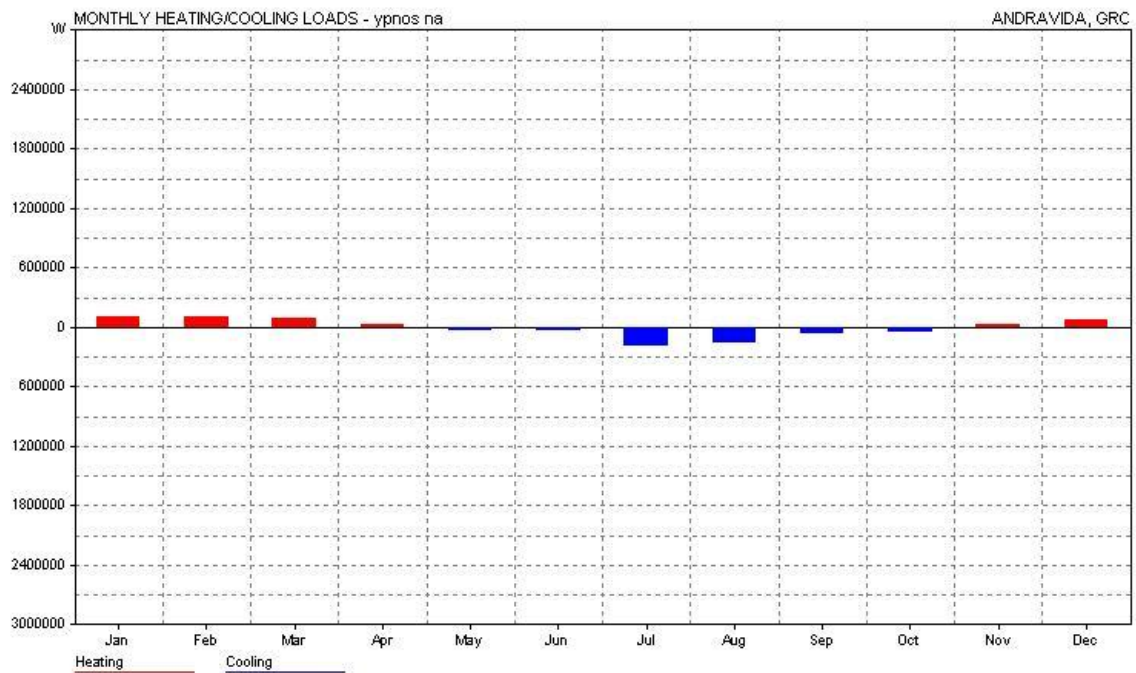
Εικ. Π.4.14. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.15. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το βορειοδυτικό κοιτώνα

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: ypnos bd			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 758 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1777 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	93917	0	93917
Feb	98834	0	98834
Mar	62608	0	62608
Apr	16369	0	16369
May	0	28320	28320
Jun	0	31565	31565
Jul	0	205682	205682
Aug	0	160744	160744
Sep	0	62941	62941
Oct	3247	40567	43814
Nov	23572	0	23572
Dec	54179	0	54179
TOTAL	352727	529818	882545
PER M²	9808	14732	24540
Floor Area:	35.964 m2		

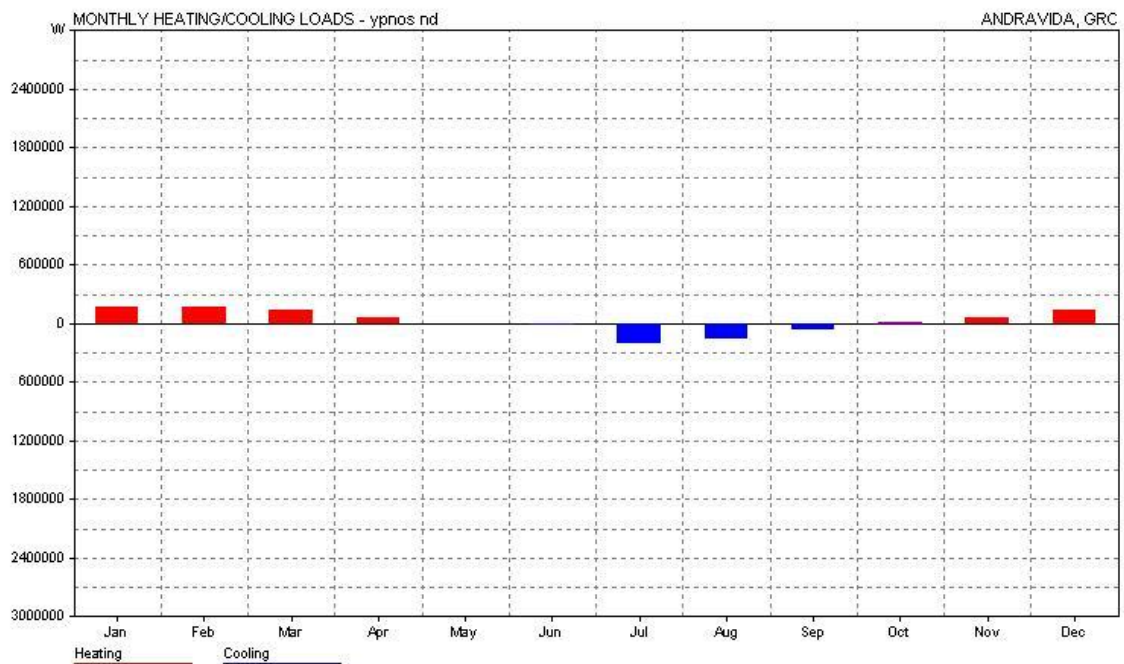
Εικ. Π.4.16. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.17. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το νοτιοανατολικό κοιτόνα

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: ypnos na			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 678 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1598 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	109224	0	109224
Feb	110766	0	110766
Mar	86502	0	86502
Apr	27941	0	27941
May	0	33066	33066
Jun	0	35080	35080
Jul	0	189584	189584
Aug	0	155048	155048
Sep	0	66376	66376
Oct	4093	53983	58076
Nov	31428	0	31428
Dec	85167	0	85167
TOTAL	455119	533138	988257
PER M²	14244	16686	30931
Floor Area:	31.951 m²		

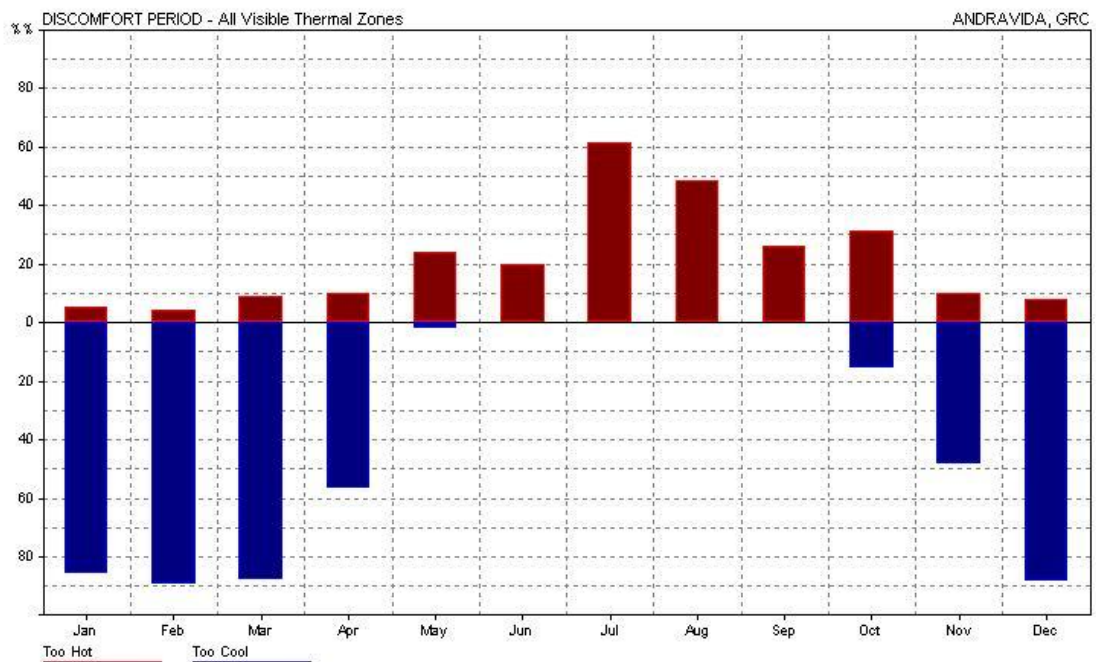
Εικ. Π.4.18. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.19. Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το νοτιοδυτικό κοιτόνα

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
Zone: ypnos nd			
Operation: Weekdays 00-24, Weekends 00-24.			
Thermostat Settings: 20.0 - 26.0 C			
Max Heating: 927 W at 07:00 on 4th February			
Max Cooling: 1950 W at 21:00 on 16th July			
	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(Wh)	(Wh)	(Wh)
Jan	173591	0	173591
Feb	173306	0	173306
Mar	141778	0	141778
Apr	55456	0	55456
May	0	0	0
Jun	0	20668	20668
Jul	0	195266	195266
Aug	0	159471	159471
Sep	0	58962	58962
Oct	15706	15796	31502
Nov	62051	0	62051
Dec	141752	0	141752
TOTAL	763639	450163	1213803
PER M²	19474	11480	30954
Floor Area:	39.213 m2		

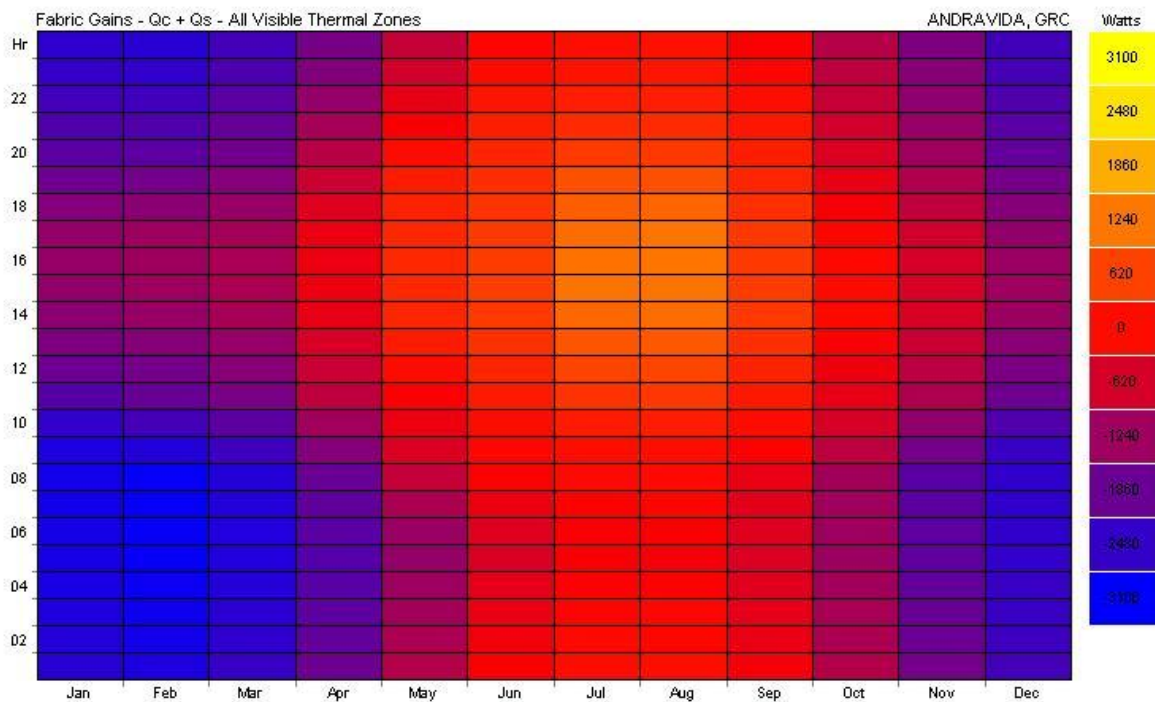
Εικ. Π.4.20. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ.Π.4.21. Ποσοστιαία περίοδος θερμικής άνεσης για κάθε μήνα για όλες τις ζώνες χωρίς συστήματα HVAC

DISCOMFORT PERIOD			
DISCOMFORT DEGREE HOURS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Zonal Bands			
	TOO HOT	TOO COOL	TOTAL
MONTH	(%)	(%)	(%)
Jan	4.97	85.97	90.94
Feb	4.29	89.29	93.57
Mar	8.71	88.01	96.72
Apr	10.00	56.64	66.64
May	23.74	2.11	25.85
Jun	19.54	0.00	19.54
Jul	61.41	0.00	61.41
Aug	48.10	0.00	48.10
Sep	25.76	0.00	25.76
Oct	30.97	15.63	46.60
Nov	9.67	48.51	58.18
Dec	7.94	88.52	96.47
TOTAL	255.1	474.7	729.8

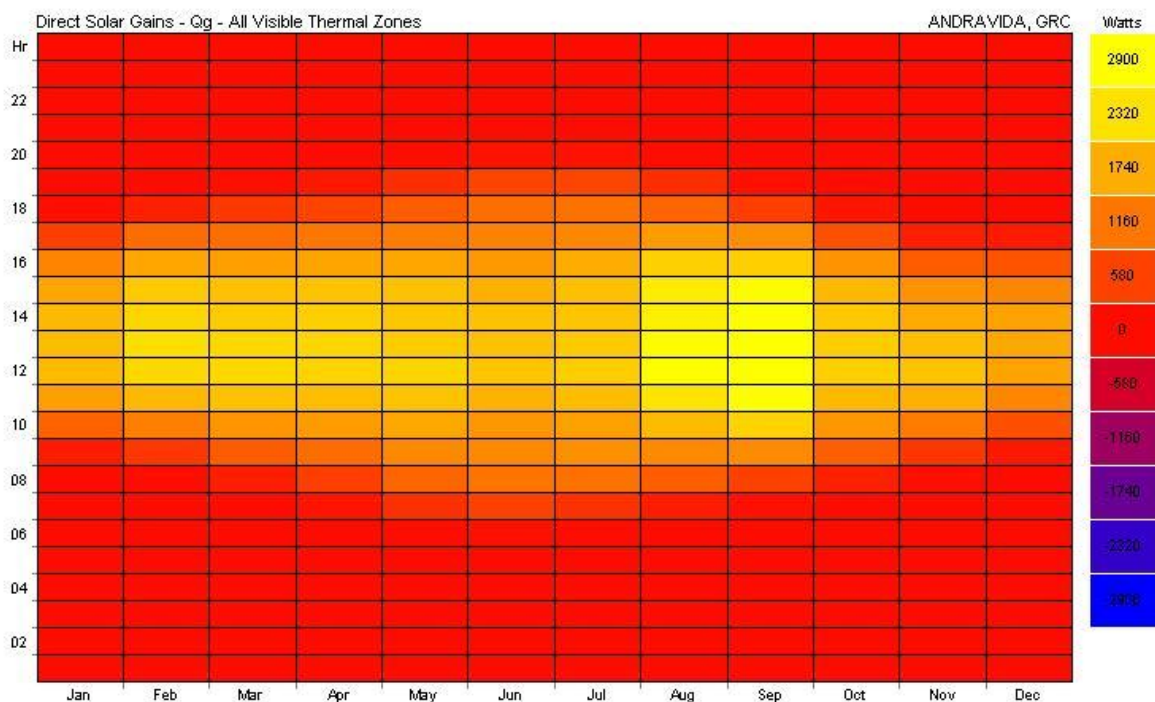
Εικ. Π.4.22. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.23. Μηνιαία μέσα ωριαία κέρδη από το κέλυφος για όλες τις ζώνες

ANNUAL LOADS TABLE												
Fabric Gains - Qc + Qs												
All Visible Thermal Zones - Monthly Averages												
HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
0	-2606	-2763	-2449	-1822	-1001	-150	3	19	-245	-1015	-1741	-2294
1	-2674	-2863	-2547	-1934	-1120	-281	-42	-58	-356	-1093	-1829	-2370
2	-2746	-2917	-2600	-1998	-1207	-358	-84	-65	-414	-1153	-1883	-2418
3	-2803	-2965	-2650	-2060	-1267	-428	-132	-136	-485	-1212	-1933	-2440
4	-2826	-3011	-2703	-2109	-1354	-571	-197	-226	-558	-1262	-1982	-2508
5	-2856	-3024	-2697	-2049	-1299	-506	-179	-168	-505	-1251	-2009	-2515
6	-2883	-3027	-2677	-1961	-1108	-322	-117	-88	-451	-1227	-2019	-2533
7	-2875	-3029	-2653	-1872	-809	-121	-29	-40	-366	-1204	-2039	-2523
8	-2732	-2681	-2359	-1560	-543	-77	15	14	-127	-895	-1742	-2426
9	-2488	-2292	-2022	-1214	-324	-5	168	190	-10	-610	-1410	-2157
10	-2095	-1889	-1681	-891	-158	146	453	496	135	-398	-1069	-1821
11	-1828	-1741	-1530	-748	-12	276	632	660	249	-312	-930	-1660
12	-1638	-1540	-1341	-573	176	408	832	875	404	-171	-757	-1480
13	-1477	-1333	-1146	-387	292	516	1055	1120	515	-53	-587	-1286
14	-1376	-1256	-1096	-329	326	562	1186	1201	544	-31	-589	-1246
15	-1338	-1248	-1114	-343	324	548	1177	1209	533	-48	-618	-1290
16	-1364	-1259	-1156	-354	313	528	1108	1213	505	-81	-663	-1394
17	-1553	-1479	-1332	-504	251	451	942	1035	399	-219	-844	-1547
18	-1812	-1757	-1551	-727	165	380	770	769	291	-388	-1061	-1734
19	-2028	-2008	-1766	-964	-12	291	528	501	193	-560	-1251	-1935
20	-2155	-2157	-1896	-1156	-199	193	343	347	115	-669	-1342	-2048
21	-2303	-2337	-2054	-1369	-404	88	222	207	7	-787	-1433	-2157
22	-2466	-2501	-2195	-1577	-656	-22	81	90	-88	-890	-1526	-2276
23	-2547	-2620	-2308	-1709	-800	-92	19	40	-168	-978	-1634	-2317

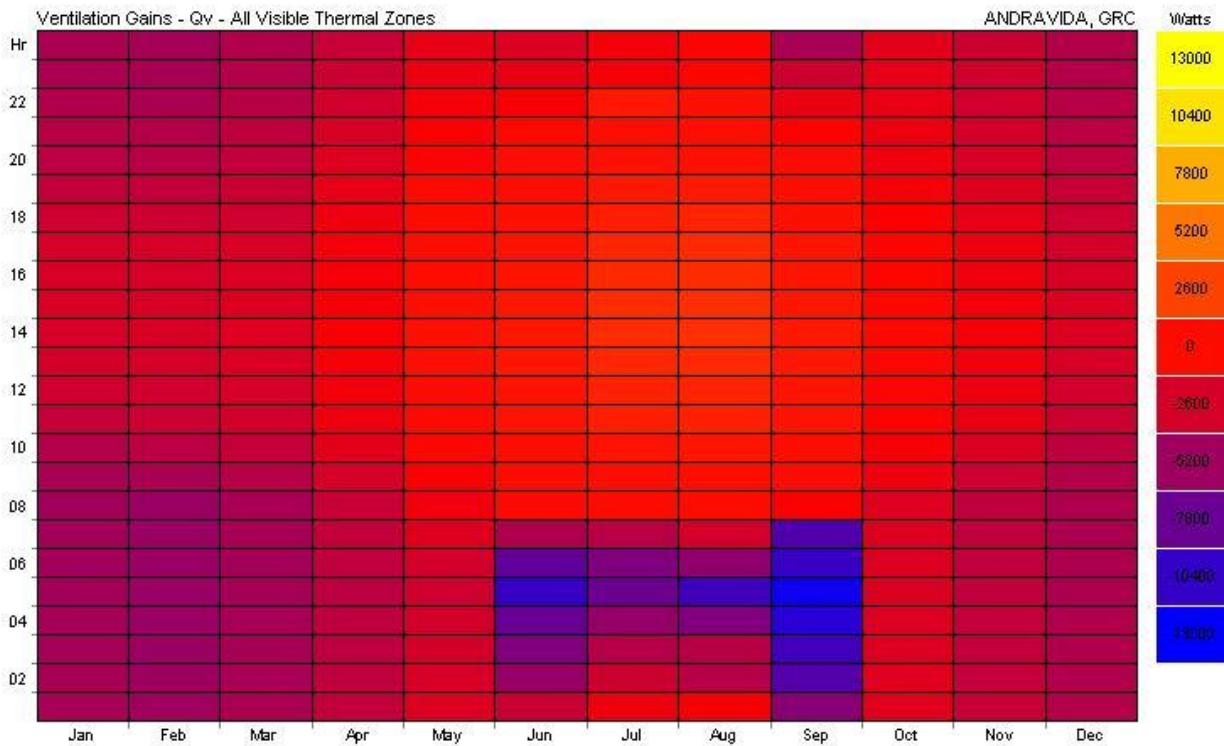
Εικ. Π.4.24. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.25. Μηνιαία μέσα ωριαία ηλιακά κέρδη για όλες τις ζώνες

ANNUAL LOADS TABLE												
Direct Solar Gains - Qg												
All Visible Thermal Zones - Monthly Averages												
HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	17	45	15	0	0	0	0	0
6	0	0	2	88	384	567	396	174	41	0	0	0
7	0	19	201	535	965	1137	1087	873	570	212	32	0
8	169	465	850	1049	1352	1364	1440	1367	1384	899	448	126
9	937	1257	1488	1554	1683	1504	1621	1889	2162	1511	1212	738
10	1585	1871	1966	1925	1991	1810	1939	2342	2718	1881	1775	1315
11	1894	2205	2203	2161	2171	2011	2091	2618	2874	2109	1988	1640
12	1916	2283	2209	2185	2080	1969	2058	2587	2825	2096	1922	1703
13	1868	2196	2082	2104	2019	1973	1999	2466	2733	2036	1715	1631
14	1673	2067	1959	1982	1967	1787	1951	2425	2593	1866	1454	1321
15	1301	1676	1598	1659	1663	1525	1751	2131	2110	1459	869	767
16	546	1039	1074	1147	1230	1290	1338	1571	1403	735	207	157
17	26	212	460	601	875	1067	1099	966	540	90	2	0
18	0	0	34	123	369	601	610	360	40	0	0	0
19	0	0	0	0	21	66	64	10	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

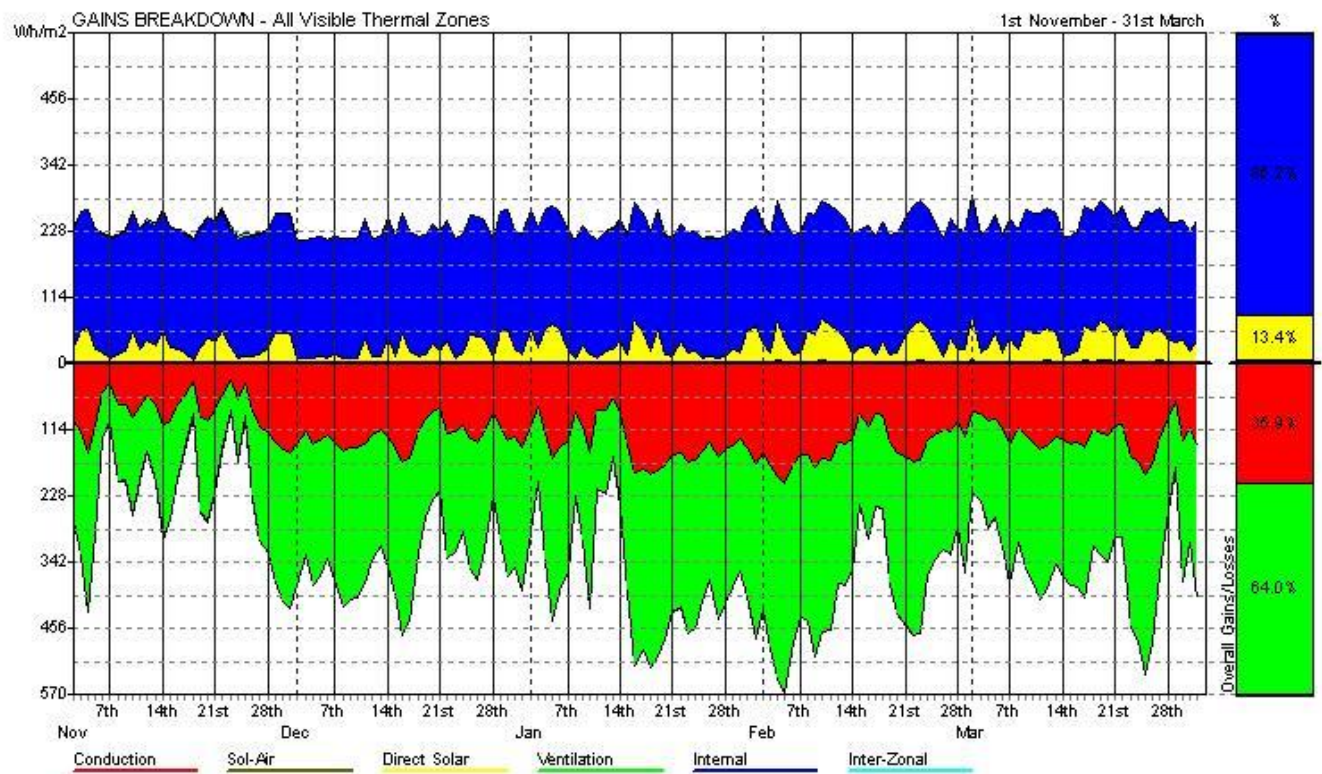
Εικ. Π.4.26. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.27. Μηνιαία μέσα ωριαία κέρδη από αερισμό για όλες τις ζώνες

ANNUAL LOADS TABLE												
Ventilation Gains - Qv												
All Visible Thermal Zones - Monthly Averages												
HOUR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
0	-4722	-5157	-4584	-3456	-2237	-3165	-1313	-885	-6321	-1948	-3251	-4170
1	-4824	-5322	-4745	-3631	-2499	-5583	-3022	-4084	-8888	-2072	-3404	-4275
2	-4907	-5386	-4813	-3688	-2642	-6734	-4072	-3974	-9770	-2152	-3469	-4315
3	-4988	-5432	-4873	-3769	-2749	-7861	-5625	-6675	-10991	-2233	-3532	-4358
4	-5011	-5483	-4932	-3808	-2881	-10234	-7613	-9792	-12223	-2303	-3591	-4511
5	-5048	-5470	-4880	-3642	-2707	-8160	-6693	-5967	-10206	-2243	-3616	-4493
6	-5085	-5463	-4821	-3445	-2171	-4479	-3982	-2698	-9036	-2176	-3619	-4534
7	-5053	-5451	-4750	-3246	-1230	-90	-16	-28	-576	-2108	-3638	-4502
8	-4729	-4662	-4091	-2584	-696	0	58	83	-69	-1427	-2970	-4253
9	-4205	-3862	-3422	-1926	-310	72	349	395	62	-892	-2291	-3679
10	-3420	-3055	-2748	-1325	-116	263	887	969	282	-514	-1622	-3003
11	-2943	-2833	-2526	-1159	-41	326	1074	1165	393	-406	-1405	-2750
12	-2658	-2600	-2317	-1007	132	417	1300	1422	500	-303	-1206	-2449
13	-2469	-2374	-2099	-832	175	493	1533	1706	578	-220	-1018	-2190
14	-2464	-2431	-2204	-895	121	461	1546	1624	490	-292	-1198	-2276
15	-2485	-2485	-2302	-981	73	379	1408	1526	396	-355	-1297	-2421
16	-2579	-2537	-2400	-1014	42	325	1223	1491	356	-423	-1388	-2667
17	-2963	-3024	-2777	-1335	-46	189	881	1082	196	-682	-1749	-2994
18	-3456	-3509	-3153	-1735	-165	90	572	607	84	-956	-2132	-3329
19	-3865	-3985	-3514	-2136	-454	13	205	201	0	-1278	-2487	-3690
20	-4062	-4255	-3743	-2460	-736	-228	47	54	-481	-1438	-2634	-3867
21	-4296	-4515	-3964	-2775	-1030	-823	509	156	-1582	-1609	-2767	-4050
22	-4556	-4761	-4166	-3081	-1442	-1602	-958	-367	-3033	-1777	-2888	-4223
23	-4644	-4931	-4345	-3285	-1654	-2193	-1041	-394	-4700	-1899	-3058	-4243

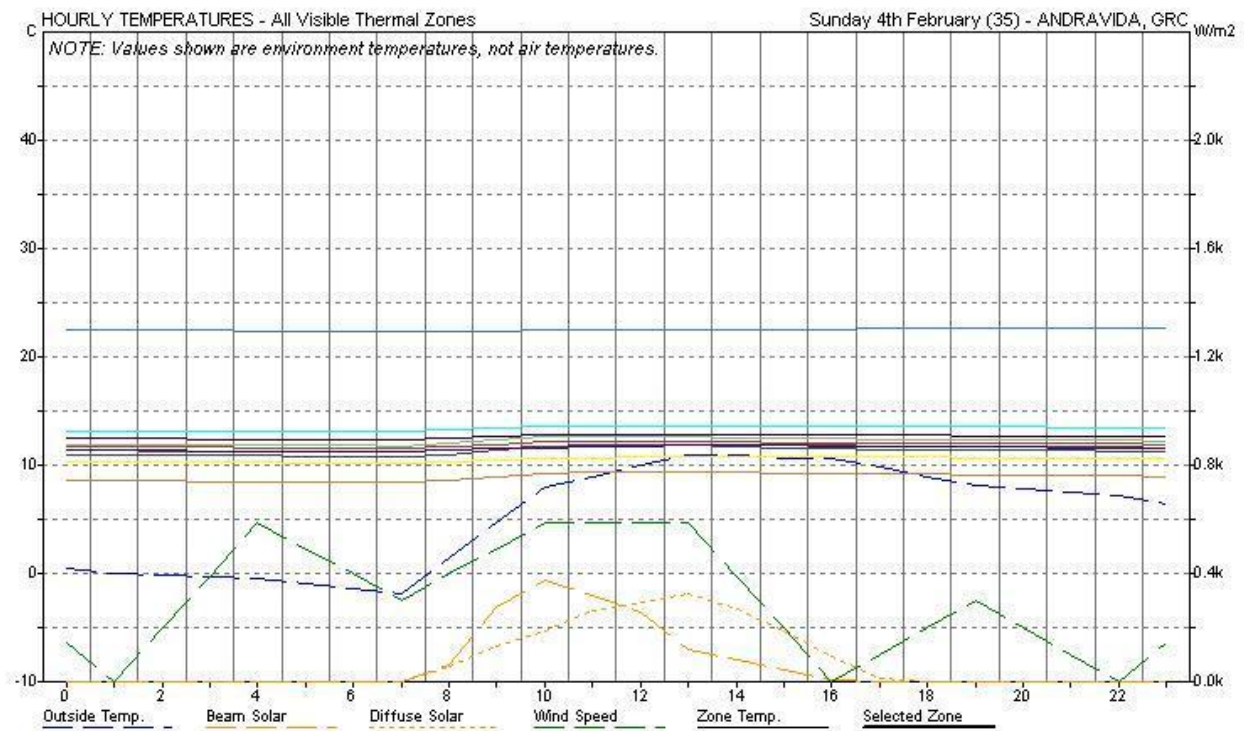
Εικ. Π.4.28. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.29. Παθητικά κέρδη και απώλειες για το κτήριο στο σύνολο του κατά τη χειμερινή περίοδο

GAINS BREAKDOWN - All Visible Thermal Zones		
FROM: 1st November to 31st March		
CATEGORY	LOSSES	GAINS
FABRIC	35.9%	0.0%
SOL-AIR	0.0%	1.1%
SOLAR	0.0%	13.4%
VENTILATION	64.0%	0.0%
INTERNAL	0.0%	85.2%
INTER-ZONAL	0.2%	0.3%

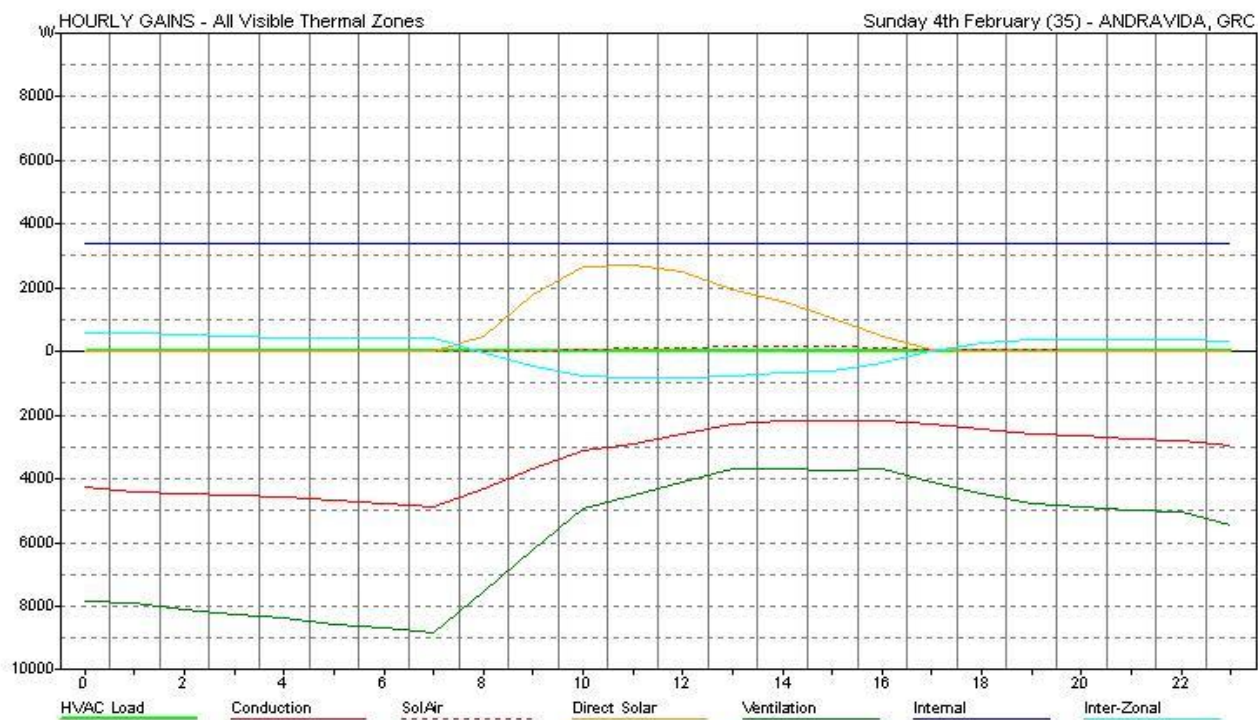
Εικ. Π.4.30. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.31. Μέσες ωριαίες θερμοκρασίες για κάθε ζώνη για την πιο ψυχρή μέρα του έτους

HOURLY TEMPERATURES - Sunday 4th February (35)			
All Visible Thermal Zones			
Total Surface Area: 1639.635 m ² (415.1% flr area).			
Total Exposed Area: 686.172 m ² (173.7% flr area).			
Total South Window: 44.942 m ² (11.4% flr area).			
Total Window Area: 84.841 m ² (21.5% flr area).			
Total Conductance (AU): 475 W/°K			
Total Admittance (AY): 7808 W/°K			

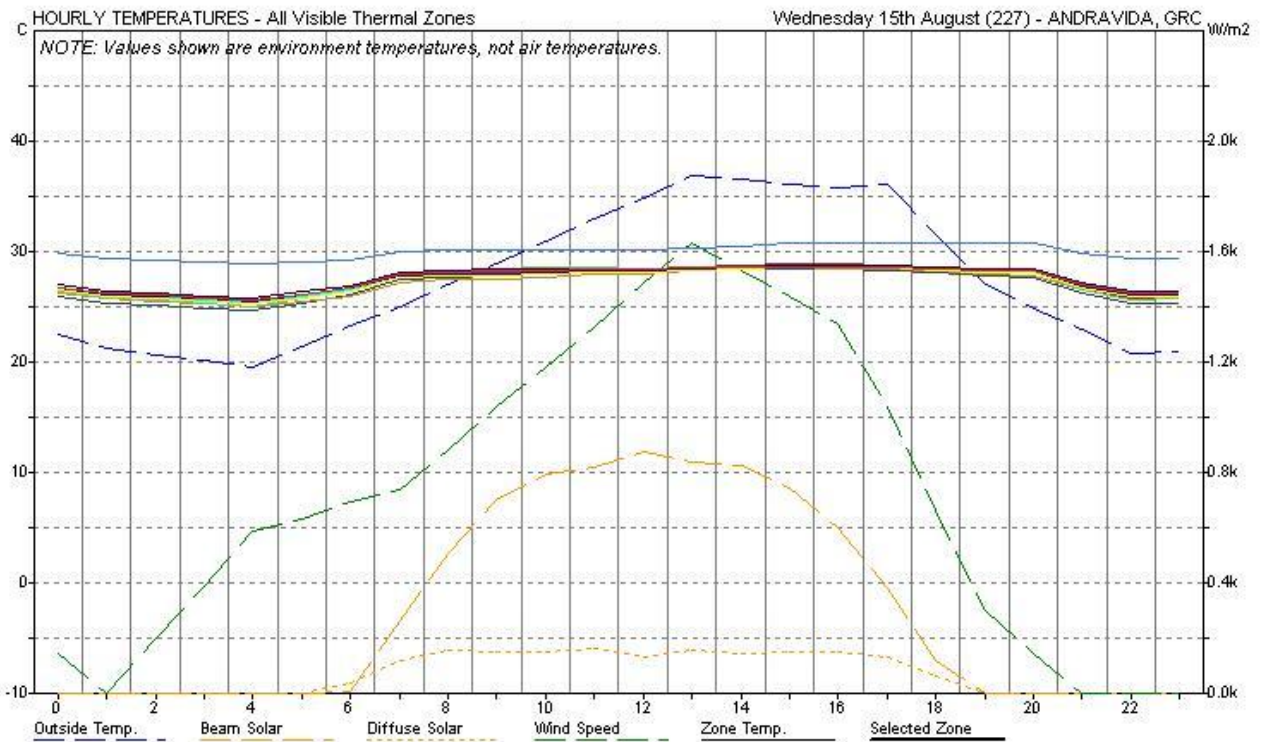
Εικ. Π.4.32. Στοιχεία εκτιθέμενων επιφανειών



Εικ. Π.4.33. Ωριαία κέρδη μέσω των διάφορων «μηχανισμών» για την πιο ψυχρή μέρα του έτους για όλες τις ζώνες

HOURLY GAINS - Sunday 4th February (35)						
Zone: All Visible Thermal Zones						
HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
0	0	-4255	0	-7847	3375	597
1	0	-4399	0	-7891	3375	551
2	0	-4475	0	-8117	3375	519
3	0	-4538	0	-8271	3375	489
4	0	-4576	0	-8374	3375	414
5	0	-4688	0	-8548	3375	416
6	0	-4770	0	-8684	3375	420
7	0	-4874	0	-8850	3375	413
8	0	-4297	487	-7543	3375	-78
9	0	-3694	1766	-6258	3375	-446
10	0	-3044	2670	-4926	3375	-760
11	0	-2808	2725	-4515	3375	-846
12	0	-2491	2497	-4105	3375	-841
13	0	-2161	1912	-3694	3375	-777
14	0	-2032	1546	-3708	3375	-696
15	0	-2045	1020	-3755	3375	-625
16	0	-2055	444	-3709	3375	-361
17	0	-2215	58	-4080	3375	-7
18	0	-2403	0	-4442	3375	271
19	0	-2566	0	-4790	3375	353
20	0	-2626	0	-4886	3375	386
21	0	-2721	0	-5000	3375	381
22	0	-2806	0	-5050	3375	365
23	0	-2963	0	-5433	3375	333
TOTAL	0	-79503	15124	-142477	80995	472

Εικ. Π.4.34. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ. Π.4.35. Μέσες ωριαίες θερμοκρασίες για κάθε ζώνη για την πιο θερμή μέρα του έτους

HOURLY TEMPERATURES - Wednesday 15th August (227)					
All Visible Thermal Zones					
Total Surface Area: 1639.635 m2 (415.1% flr area).					
Total Exposed Area: 686.172 m2 (173.7% flr area).					
Total South Window: 44.942 m2 (11.4% flr area).					
Total Window Area: 84.841 m2 (21.5% flr area).					
Total Conductance (AU): 475 W/°K					
Total Admittance (AY): 7808 W/°K					

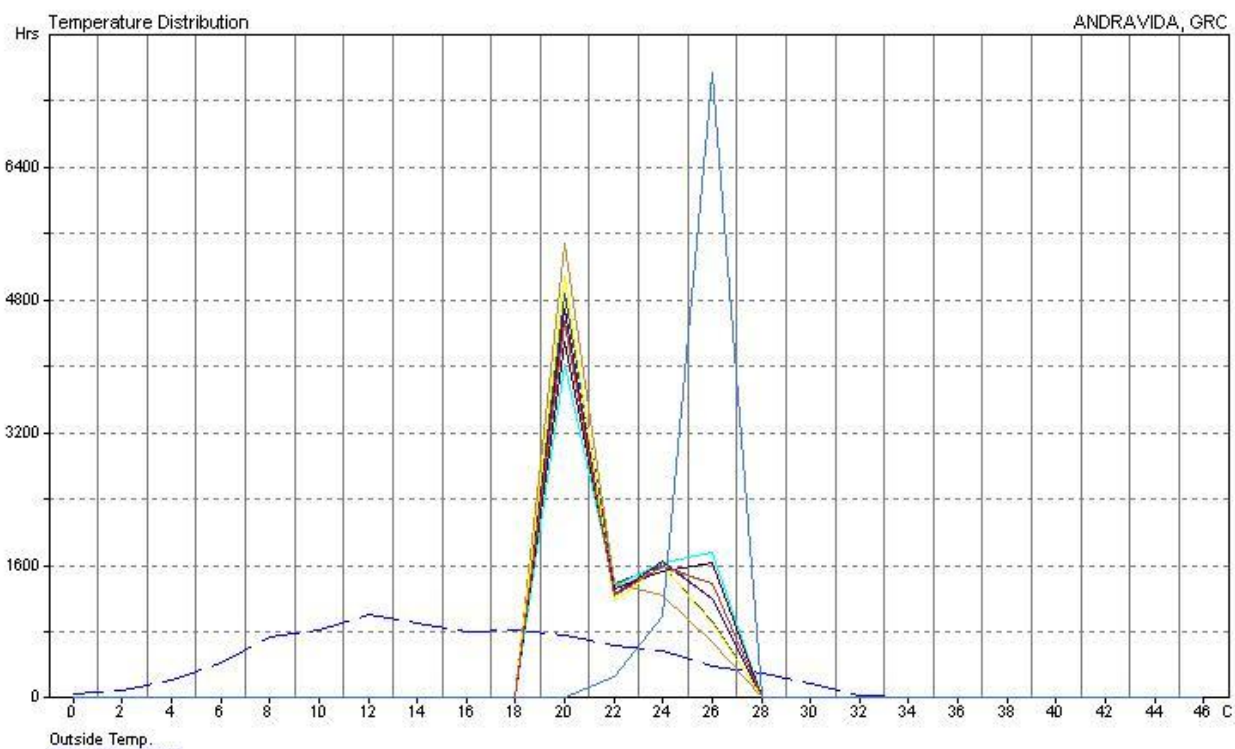
Εικ. Π.4.36. Στοιχεία εκτιθέμενων επιφανειών



Εικ. Π.4.37. Ωριαία κέρδη μέσω των διάφορων «μηχανισμών» για την πιο θερμή μέρα του έτους για όλες τις ζώνες

HOURLY GAINS - Wednesday 15th August (227)						
Zone: All Visible Thermal Zones						
HOURLY	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)	(Wh)
0	0	126	0	0	3375	2329
1	0	69	0	0	3375	2504
2	0	47	0	0	3375	2317
3	0	35	0	0	3375	2418
4	0	-50	0	-3284	3375	2723
5	0	5	0	0	3375	563
6	0	6	184	0	3375	-1065
7	0	8	945	0	3375	-2619
8	0	189	1454	414	3375	-2289
9	0	575	2051	1205	3375	-2706
10	0	993	2460	2043	3375	-2834
11	0	1432	2761	2887	3375	-2814
12	0	1925	2763	3694	3375	-3056
13	0	2497	2305	4546	3375	-2471
14	0	2604	2346	4411	3375	-1810
15	0	2639	2157	4236	3375	-584
16	0	2659	1667	4101	3375	-400
17	0	2728	1073	4156	3375	-218
18	0	1871	452	2263	3375	150
19	0	925	0	406	3375	505
20	0	575	0	0	3375	684
21	0	485	0	0	3375	2317
22	0	258	0	0	3375	3231
23	0	79	0	0	3375	3084
TOTAL	0	22682	22617	31079	80995	-40

Εικ.Π.4.38. Αντίστοιχος αναλυτικός πίνακας



Εικ.Π.4.39. Ετήσια διακύμανση θερμοκρασίας για κάθε ζώνη

REPORT: ZONE SUMMARY

Description: Lists all thermal zones in the current model.

Zone Summary

Zone Name	Areas				Volume (m3)	HVAC System	Temp. Range	Operation Hours
	Floor (m2)	Surface (m2)	Exposed (m2)	Window (m2)				
<u>kouzina</u>	35.963	143.725	79.752	6.540	107.887	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>saloni</u>	80.910	294.560	70.119	23.176	242.063	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>ypodoxi</u>	62.435	301.100	119.843	20.166	204.137	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>aithousa</u>	36.709	146.138	55.012	8.600	110.126	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>ergastria</u>	34.019	141.056	40.915	5.440	103.286	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>ypnos bd</u>	35.964	150.887	81.910	6.820	107.894	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>ypnos nd</u>	39.213	153.677	90.202	4.780	117.773	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>ypnos ba</u>	28.799	122.638	64.814	3.640	86.396	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>ypnos na</u>	31.951	131.321	68.551	4.880	95.851	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
<u>voithitika orofos</u>	8.996	54.533	15.054	0.800	26.989	Air Conditioning	20.0-26.0	00-24/00-24
TOTAL	394.959	1639.635	686.172	84.841	1202.402			

Εικ. Π.4.40. Σύνοψη θερμικών ζωνών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: ΣΚΙΑΣΜΟΣ

Ποσοστά Σκιασμού μέσω του Solar Tool

Effective Shading Coefficients			
Latitude: 39.2°			
Longitude: 21.2°			
Timezone: 30.0° [+2.0hrs]			
Orientation: 180.0°			
Month	Avg.SC	Max.SC	Min.SC
January	34.2%	55.0%	0.0%
February	57.3%	90.0%	0.0%
March	76.1%	100.0%	0.0%
April	98.3%	100.0%	84.0%
May	100.0%	100.0%	100.0%
June	100.0%	100.0%	100.0%
July	99.9%	100.0%	99.0%
August	93.9%	100.0%	44.0%
September	74.2%	100.0%	0.0%
October	51.7%	78.0%	0.0%
November	29.4%	47.0%	0.0%
December	24.8%	42.0%	0.0%
Winter	38.8%	62.3%	0.0%
Summer	100.0%	100.0%	99.7%
Annual	70.0%	84.3%	35.6%

Εικ. Π.5.1. Ποσοστό σκιασμού της νότιας όψης της αίθουσας διδασκαλίας μέσω πέργκολας το καλοκαίρι

Effective Shading Coefficients			
Latitude: 39.2°			
Longitude: 21.2°			
Timezone: 30.0° [+2.0hrs]			
Orientation: 180.0°			
Month	Avg.SC	Max.SC	Min.SC
January	6.9%	11.0%	0.0%
February	12.4%	26.0%	0.0%
March	20.6%	30.0%	0.0%
April	25.4%	49.0%	19.0%
May	28.0%	80.0%	16.0%
June	33.0%	100.0%	16.0%
July	26.6%	80.0%	15.0%
August	24.4%	35.0%	18.0%
September	19.9%	33.0%	0.0%
October	10.9%	18.0%	0.0%
November	6.5%	12.0%	0.0%
December	5.5%	12.0%	0.0%
Winter	8.3%	16.3%	0.0%
Summer	29.2%	86.7%	15.7%
Annual	18.3%	40.5%	7.0%

Εικ. Π.5.2. Ποσοστό σκιασμού της νότιας όψης της αίθουσας διδασκαλίας μέσω πέργκολας το χειμώνα

Effective Shading Coefficients

Latitude: 39.2°
Longitude: 21.2°
Timezone: 30.0° [+2.0hrs]
Orientation: 180.0°

Month	Avg. SC	Max. SC	Min. SC
January	19.2%	35.0%	0.0%
February	33.0%	59.0%	0.0%
March	57.1%	90.0%	0.0%
April	83.5%	100.0%	52.0%
May	90.1%	100.0%	71.0%
June	92.8%	100.0%	78.0%
July	88.8%	100.0%	63.0%
August	79.0%	100.0%	27.0%
September	50.1%	82.0%	0.0%
October	28.4%	47.0%	0.0%
November	15.8%	29.0%	0.0%
December	13.2%	25.0%	0.0%
Winter	21.8%	39.7%	0.0%
Summer	90.6%	100.0%	70.7%
Annual	54.3%	72.2%	24.2%

Εικ. Π.5.3. Ποσοστό σκιασμού του νότιου βαλοστασίου από το προεξέχον τμήμα του ορόφου

Effective Shading Coefficients

Latitude: 39.2°
Longitude: 21.2°
Timezone: 30.0° [+2.0hrs]
Orientation: 180.0°

Month	Avg. SC	Max. SC	Min. SC
January	28.1%	50.0%	13.0%
February	45.9%	100.0%	19.0%
March	63.4%	100.0%	26.0%
April	72.2%	100.0%	40.0%
May	86.9%	100.0%	65.0%
June	89.6%	100.0%	66.0%
July	84.5%	100.0%	60.0%
August	69.7%	100.0%	40.0%
September	58.8%	100.0%	22.0%
October	39.2%	81.0%	15.0%
November	25.3%	42.0%	10.0%
December	22.9%	40.0%	10.0%
Winter	32.3%	63.3%	14.0%
Summer	87.0%	100.0%	63.7%
Annual	57.2%	84.4%	32.2%

Εικ. Π.5.4. Ποσοστό σκιασμού τυπικού νότιου ανοίγματος

Effective Shading Coefficients

Latitude: 39.2°
Longitude: 21.2°
Timezone: 30.0° [+2.0hrs]
Orientation: 180.0°

Month	Avg. SC	Max. SC	Min. SC
January	30.8%	100.0%	0.0%
February	41.8%	100.0%	0.0%
March	56.3%	100.0%	11.0%
April	67.8%	100.0%	32.0%
May	89.1%	100.0%	72.0%
June	93.1%	100.0%	74.0%
July	85.3%	100.0%	59.0%
August	63.8%	100.0%	32.0%
September	52.5%	100.0%	7.0%
October	38.0%	100.0%	0.0%
November	30.1%	100.0%	0.0%
December	27.2%	100.0%	0.0%
Winter	33.3%	100.0%	0.0%
Summer	89.2%	100.0%	68.3%
Annual	56.3%	100.0%	23.9%

Εικ. Π.5.5. Ποσοστό σκιασμού του νότιου ναλοστασίου στον όροφο μέσω οριζόντιου σκιάστρου και όμορων όγκων

Effective Shading Coefficients

Latitude: 39.2°
Longitude: 21.2°
Timezone: 30.0° [+2.0hrs]
Orientation: 270.0°

Month	Avg. SC	Max. SC	Min. SC
January	99.4%	100.0%	96.0%
February	97.3%	100.0%	82.0%
March	94.8%	100.0%	70.0%
April	93.8%	100.0%	64.0%
May	92.0%	100.0%	60.0%
June	91.3%	100.0%	49.0%
July	92.4%	100.0%	55.0%
August	93.2%	100.0%	67.0%
September	96.3%	100.0%	80.0%
October	97.5%	100.0%	82.0%
November	99.4%	100.0%	96.0%
December	100.0%	100.0%	100.0%
Winter	98.9%	100.0%	92.7%
Summer	91.9%	100.0%	54.7%
Annual	95.6%	100.0%	75.1%

Εικ. Π.5.6. Αντίστοιχο ποσοστό σκιασμού

Effective Shading Coefficients			
Latitude: 39.2°			
Longitude: 21.2°			
Timezone: 30.0° [+2.0hrs]			
Orientation: 270.0°			
Month	Avg.SC	Max.SC	Min.SC
January	67.3%	96.0%	19.0%
February	93.1%	100.0%	50.0%
March	95.6%	100.0%	69.0%
April	95.3%	100.0%	73.0%
May	90.9%	100.0%	30.0%
June	84.2%	100.0%	2.0%
July	95.4%	100.0%	72.0%
August	96.5%	100.0%	77.0%
September	94.5%	100.0%	69.0%
October	88.6%	100.0%	50.0%
November	62.1%	90.0%	19.0%
December	53.2%	82.0%	2.0%
Winter	71.2%	92.7%	23.7%
Summer	90.2%	100.0%	34.7%
Annual	84.7%	97.3%	44.3%

Εικ. Π.5.7. Ποσοστό σκιασμού της δυτικής όψης του νοτιοδυτικού κοιτώνα

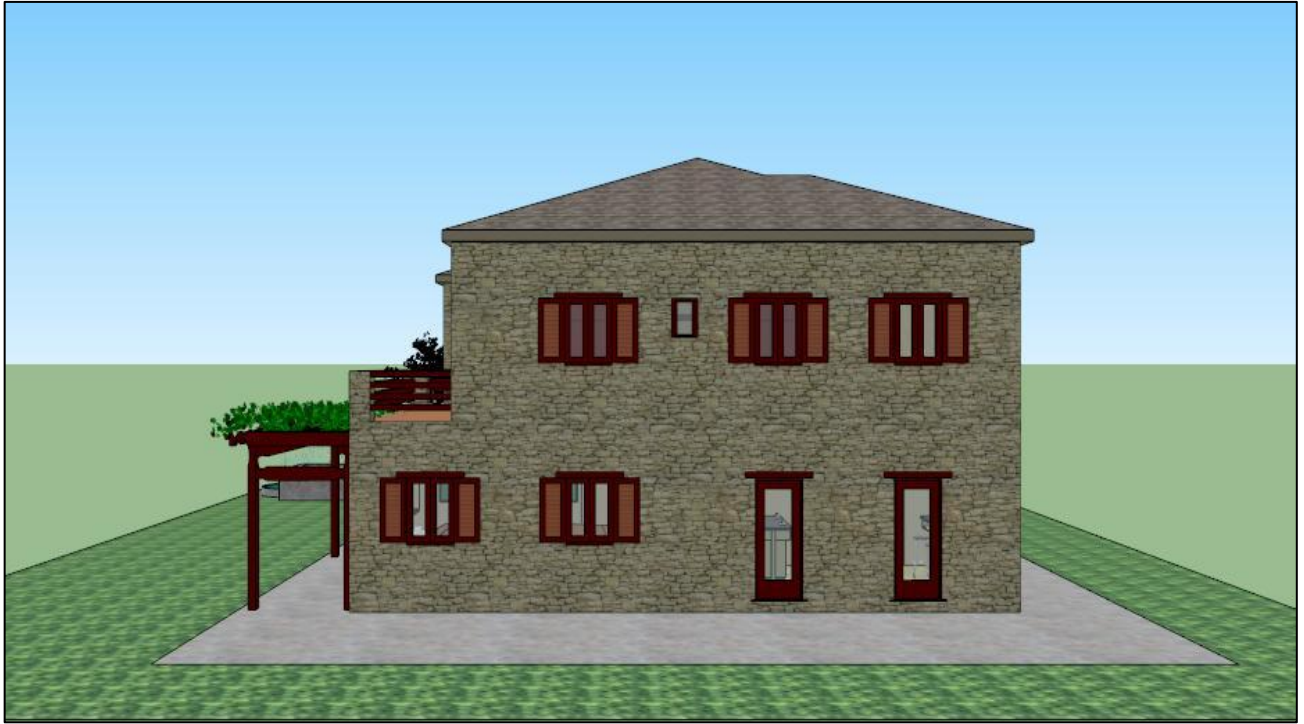
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6 : ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΤΟ SKETCH UP



Εικ. Π.6.1. Γενική άποψη του ξενώνα



Εικ. Π.6.2. Νότια όψη



Εικ. Π.6.3. Ανατολική όψη



Εικ. Π.6.4. Δυτική όψη



Εικ. Π.6.5. Βόρεια όψη



Εικ. Π.6.6. Γενική κάτοψη



Εικ. Π.6.7. Κάτοψη του ισογείου



Εικ. Π.6.8. Κάτοψη του ορόφου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7 : ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ