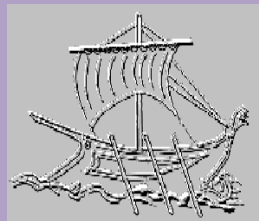




ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΜΗΜΑ : ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ



Θέμα: Βιοκλιματική κατοικία σε τρία επίπεδα στο Ο.Τ.39 στη Βούλα.

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΒΛΑΧΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ ΧΑΡΙΚΙΟΠΟΥΛΟΣ ΙΑΚΩΒΟΣ

ΧΕΛΜΗΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗΝ ΒΟΥΛΑ

Εισηγητής : Βλάχου Αλεξάνδρα

Σπουδαστές : Χαρικιόπουλος Ιάκωβος

Χέλμης Γεράσιμος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	Σελ.3
Εισαγωγή στις βιοκλιματικές κατοικίες.....	Σελ.3
Γενικές παρατηρήσεις.....	Σελ.4
1.Βιοκλιματισμός στην Ελλάδα.....	Σελ.5
2.Βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων.....	Σελ.6
2.1 Μέτρα για την χειμερινή περίοδο.....	Σελ.16
3.Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός.....	Σελ.17
4.Λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων.....	Σελ.19
5.Μορφή κτιρίου.....	Σελ.20
6.Κατασκευή κτιρίου – θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του κελύφους.....	Σελ.21
7.Αερισμός κτιρίων.....	Σελ.22
8.Παθητικά ηλιακά συστήματα για την εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών.....	Σελ.23
9.Τα υλικά και ο ρόλος τους.....	Σελ.24
10.Ο ρόλος των υλικών.....	Σελ.25
11.Ιδιότητες των υλικών – Νέα υλικά.....	Σελ.26
12.Ο ρόλος των υλικών στην πόλη.....	Σελ.30

13.Υλικά και ποιότητα αέρα.....	Σελ.32
14.Θερμικές, οπτικές και ενεργειακές ιδιότητες υλικών.....	Σελ.36
15.Υλικά εσωτερικών χώρων και υλικά της δομής των κτιρίων.....	Σελ.37
16.Υλικά εξωτερικών χώρων.....	Σελ.38
17.Υλικά και κριτήρια σε σχέση με το γενικό περιβάλλον.....	Σελ.38
18.Οικοδομική ξυλεία.....	Σελ.39
19.Προϊόντα ξύλου.....	Σελ.42
20.Χρώματα βαφές.....	Σελ.42
21.Συνθετικά υλικά.....	Σελ.44
22.Οικοδομικά υλικά από ορυκτά.....	Σελ.47
23.Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων.....	Σελ.49
24.Μέτρα που αφορούν στην θερινή περίοδο.....	Σελ.49
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	Σελ.52

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΣΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΠΙΤΙΑ

Είναι γενικά γνωστό ότι κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των κτιρίων, ο μελετητής - αρχιτέκτονας συνήθως - παίρνει υπόψη του μία σειρά παραμέτρους και καθορίζει κριτήρια και προτεραιότητες που επηρεάζουν καθοριστικά την "ιδέα" του κτιρίου. Έτσι, ξεκινώντας από το θεσμικό πλαίσιο (κανονισμούς και νόμους), το κτιριολογικό πρόγραμμα, τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του φορέα, το διαθέσιμο οικόπεδο, την έκταση του κτιρίου, προχωρά και παίρνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά του μικροπεριβάλλοντος (δομημένο περιβάλλον, μορφολογία εδάφους, θέα), τα οικονομικά δεδομένα κ.α. Με τη συλλογή των παραπάνω πληροφοριών ο μελετητής διαμορφώνει την "κεντρική ιδέα του κτιρίου" μεταφέροντας παράλληλα και τις πρώτες σκέψεις του στο χαρτί. Με τη διαδικασία αυτή αρχίζει το κτίριο να αναπτύσσεται σε τρεις διαστάσεις (κατόψεις, όψεις, τομές) να εντάσσεται στο περιβάλλον του και να αποκτά μορφή.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Τα τελευταία βέβαια χρόνια στο γενικότερο προβληματισμό για την αρχιτεκτονική σύνθεση μπήκε δυναμικά και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων. Η τάση αυτή αμφισβητήθηκε, δέχθηκε έντονη κριτική, ενώ δεν ήταν και λίγες οι φορές που απορρίφθηκε από μεγάλη ομάδα αρχιτεκτόνων. Πιστεύεται ότι το πρόβλημα ξεκίνησε από την εποχή που τα ενεργειακά ζητήματα ήταν ακόμη στη φάση της επιστημονικής αναζήτησης και ωρίμανσης και τα παραδείγματα στον κτιριακό τομέα δεν ήταν πράγματι τα καλύτερα που είχε να επιδείξει κανείς. Ίσως το μόνο που ενδιέφερε τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης της "βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής" τη δεκαετία του '80, ήταν να αποδειχθεί ότι οι διάφορες "τεχνικές" και το "κτίριο" στο σύνολό του είναι ενεργειακά αποδοτικό. Πολύ λιγότερο ενδιέφερε να δειχθεί η αρμονική συνύπαρξη του ενεργειακού με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, στοχεύοντας στη δημιουργία ενός λειτουργικά και μορφολογικά άρτιου κτιρίου. Τα πράγματα στις μέρες μας έχουν διαφοροποιηθεί αρκετά, καθόσον πολλοί από τους παλιούς πολέμιους της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής έγιναν φανατικοί υπερασπιστές της, ενώ παράλληλα προστέθηκαν και νέοι επιστήμονες που υποστήριζαν με θέρμη τη νέα αυτή τάση. Επίσης οι συνεχείς προσπάθειες πολλών ερευνητών σε όλο τον κόσμο έλυσαν

πολλά από τα προβλήματα, προχώρησαν τη γνώση και έδωσαν αν θέλετε τα κατάλληλα υπολογιστικά εργαλεία στους μελετητές για να ελέγξουν και ποσοτικά τις αποφάσεις τους ήδη από το πρώιμο στάδιο του σχεδιασμού. Παράλληλα η τεχνολογία στον ενεργειακό τομέα προσέλκυσε το ενδιαφέρον μεγάλων βιομηχανιών, έτσι ώστε σήμερα να υπάρχουν όχι μόνο η τεχνολογική γνώση, αλλά και τα μέσα για το σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων "χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας". Το μοναδικό ίσως πρόβλημα που συνεχίζει να υπάρχει είναι ότι δεν έχει γίνει συνείδηση σε ευρεία κλίμακα η νέα "ενεργειακή λογική" όχι τόσο στους μελετητές, όσο κυρίως στους χρήστες των κτιρίων, ώστε η εφαρμογή των ενεργειακών τεχνικών στον κτιριακό τομέα να αποτελεί τον κανόνα και όχι την εξαίρεση. Τα ζητήματα γύρω από την "ενεργειακή λογική" θα μπορούσε να ισχυριστεί κανείς ότι είναι απλά. Αρκεί να μην απορρίπτονται έτσι απλά οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, είτε από άγνοια, είτε από φόβο για κάτι νέο. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό, ότι το όφελος είναι πράγματι μεγάλο, τόσο για το μέσο καταναλωτή, όσο και για την εθνική οικονομία και το περιβάλλον. Το κυριότερο βέβαια που θα πρέπει να τονιστεί είναι ότι το όφελος αυτό είναι συνεχές καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου και βέβαια σε χρηματοοικονομικό επίπεδο αυξάνει όσο θα αυξάνει το κόστος της ενέργειας, πρόβλημα που στις μέρες μας αναδείχθηκε ως το κυρίαρχο παγκόσμιο πρόβλημα που ζητά άμεση λύση, για να αποφευχθεί και να μην προστεθεί μια ακόμη ενεργειακή κρίση όπως και αυτές του 1973 και 1979.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ

Και αν η εφαρμογή των ενεργειακών τεχνικών σε κτίρια του περιαστικού περιβάλλοντος δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα, σε κτίρια του αστικού περιβάλλοντος η αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος χρειάζεται περισσότερη σκέψη και ευρηματικότητα για να προκύψουν σωστά αποτελέσματα ως προς τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου χειμώνα καλοκαίρι. Οι δυσκολίες προέρχονται από τον ήδη διαμορφωμένο ιστό των πόλεων, όπου κατά την ανάπτυξή τους δεν πάρθηκε υπόψη η παράμετρος ενέργεια.

1. Βιοκλιματισμός στην Ελλάδα

Στην χώρα μας όπως άλλωστε και παντού, υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής βιοκλιματικού σχεδιασμού, που συχνά δεν αντιβαίνουν τις παραδοσιακές τεχνικές και τεχνοτροπίες δόμησης.

Οι βαριές συμβατικές κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα και τούβλα προσφέρουν στην οικοδομική αυξημένη μάζα με υψηλό συντελεστή θερμοχωρητικότητας. Το ήπιο κλίμα χωρίς ακρότητες, αλλά με ταυτόχρονα μεγάλο εύρος κλιματικών διαφορών από βόρεια έως νότια, δίνει τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Στη χώρα μας δεν έχει γίνει ακόμη έξη η υπερβολική χρήση ενέργειας όπως αλλού, ώστε να είναι πίο δύσκολη η προσαρμογή. Από τη δεκαετία του '80 που άρχισε στον ελληνικό χώρο να υπάρχει το πρώτο ενδιαφέρον απο τους τότε αρχιτέκτονες, σήμερα όλο και περισσότεροι ενδιαφέρονται για την εφαρμογή βιοκλιματικών αρχών στη μελέτη κτηρίων. Αυτό οφείλεται στα μαθήματα που περιλαμβάνονται στις βασικές σπουδές στα πανεπιστήμια της χώρας, στον αυξημένο αριθμό σπουδαστών που κάνουν μεταπτυχιακές σπουδές στον τομέα αυτό καθώς και στη γενικότερη ευαισθητοποίηση για το βιοκλιματικό σχεδιασμό, βλέποντας τα θετικά

αποτελέσματα από τα ήδη κατασκευασμένα βιοκλιματικά κτήρια τόσο στην ελληνική όσο και στο διεθνή χώρο.¹

2. Βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων ή αν θέλετε ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, ή η ορθολογική χρήση της ενέργειας, έννοιες σχεδόν ταυτόσημες, έχουν ένα και μοναδικό στόχο. Να διασφαλίσουν αποδεκτές εσωκλιματικές συνθήκες με τη σωστή θερμική συμπεριφορά του κτιρίου - χειμώνα καλοκαίρι - και συνεπώς να περιορίσουν την κατανάλωση ενέργειας, με όλα τα οφέλη που αυτό συνεπάγεται, οικονομικά, περιβαλλοντικά με τη μείωση των εκπομπών CO₂, ποιότητα ζωής κ.λπ. Ο παραπάνω στόχος στην περίπτωση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής επιτυγχάνεται με καθαρά σχεδιαστικούς χειρισμούς, ή με διάφορες τεχνικές στην κατασκευή του κτιρίου, περιορίζοντας μ' αυτόν τον τρόπο την εξάρτηση από το μηχανολογικό εξοπλισμό για τη θέρμανση ή ψύξη των κτιρίων.

Για να επιτύχει κανείς τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τη χειμερινή περίοδο, είναι αυτονόητο ότι θα πρέπει από τη μία πλευρά να περιορίσει τις θερμικές απώλειες του κτιρίου, (απώλειες με αγωγιμότητα και απώλειες αερισμού) και από την άλλη πλευρά να μεγιστοποιήσει κυρίως τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Τη θερινή φυσικά περίοδο θα πρέπει να επιδιώκεται ο φυσικός δροσισμός του κτιρίου με την ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών και τη θερμική αποφόρτιση του κτιρίου μέσω του αερισμού και άλλων σχετικών μέτρων. Οι παραπάνω δύο ομάδες θερμικών ροών από και προς το κτίριο, (θερμικές απώλειες - θερμικά κέρδη) συνθέτουν στην πραγματικότητα και το θερμικό τους ισοζύγιο. Στην περίπτωση που οι θερμικές πρόσοδοι τη χειμερινή περίοδο δεν επαρκούν για να καλύψουν τις θερμικές απώλειες και αυτό συμβαίνει σε πολύ μεγάλο βαθμό στα μη θερμομονωμένα συμβατικά κυρίως κτίρια, προσάγεται στους εσωτερικούς χώρους θερμότητα μέσω της εγκατάστασης θέρμανσης, έτσι ώστε να καλυφθεί η διαφορά στο

¹ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ « ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ » Τεύχος 65, Μάρτιος 2002

ισοζύγιο. Συνεπώς το ζητούμενο σε αυτή την περίπτωση είναι να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ένα κτίριο στο οποίο η παραπάνω διαφορά να είναι κατά το δυνατό μικρότερη.

Προκειμένου να μελετηθεί οποιοδήποτε κτίριο ως προς τις θερμικές συνθήκες που θα αντιμετωπίσει κατά το χειμώνα ή το καλοκαίρι, είναι απαραίτητο να είναι γνωστό το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται ή θα βρεθεί. Τα στοιχεία αυτά είναι μακροκλιματικά, δηλαδή αναφέρονται στο κλίμα μιας συγκεκριμένης τοπογραφικά θέσης. Ο καλός σχεδιασμός βασίζεται στην κατανόηση των κλιματικών συνθηκών της θέσης που θα καταλάβει το κτήριο και στην επίδρασή τους στο εσωτερικό του.

Η γνώση των βασικών κλιματικών στοιχείων μιας περιοχής προκύπτει από συστηματικές μετρήσεις που εξασφαλίζονται από τη Μετεωρολογική Υπηρεσία ή από Πανεπιστημιακά ή άλλα Ερευνητικά Κέντρα. Τα κυριότερα από τα χρήσιμα για τη μελέτη των κτηρίων κλιματικά στοιχεία είναι, σύμφωνα με τον μηχανολόγο μηχανικό Ε. Ζίγκα:

- Η ηλιακή ακτινοβολία σε Kwh / ημέρα.
- Η ηλιοφάνεια σε ώρες.
- Η μέση μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία και ημερήσια θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου.
- Η μηνιαία βροχόπτωση σε χιλιοστά.
- Η μέση ημερήσια και μηνιαία σχετική υγρασία.
- Οι επικρατούντες άνεμοι ανά μήνα και έτος.
- Οι βαθμοημέρες της περιοχής.

Στη χώρα μας το κλίμα είναι εύκρατο μέτριο. Οι χειμερινοί άνεμοι προέρχονται κυρίως από βόρειες ή βορειοδυτικές περιοχές. Πολλές φορές εμφανίζονται και νοτιοδυτικές αέριες μάζες, που φέρνουν σημαντικές

ποσότητες θερμότητας πάνω στην ελλαδική περιοχή. Κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου κυριαρχούν ηπειρωτικές τροπικές αέριες μάζες, που οφείλονται στις υψηλές θερμοκρασίες της ελλαδικής περιοχής. Ακόμη είναι δυνατή η εμφάνιση και θαλάσσιων νοτιοδυτικών τροπικών μαζών. Χαρακτηριστικούς τύπους θερινών βορειοδυτικών ανέμων αποτελούν οι ετήσιοι άνεμοι (μελτέμ = ετήσιοι στα τουρκικά) και οι τοπικοί άνεμοι, που οφείλονται σε διαφορές πίεσης μεταξύ γειτονικών περιοχών (Βαρδάρης) ή σε διαφορές πίεσης ανάμεσα στην ξηρά και τη θάλασσα (αύρες).

Κλιματολογικά η χώρα μας διαιρείται σε πέντε κλιματικές περιοχές. Στον κανονισμό θερμομόνωσης αναφέρονται τρεις κλιματικές ζώνες.

1) Ορεινή περιοχή. Περιλαμβάνει τους κύριους ορεινούς όγκους της Ελλάδας. Το υψόμετρο ειδικά σημαντικά τόσο στη θερμοκρασία όσο και στα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα (βροχές, χαλάζι, χιόνι). Η θερμοκρασία ελαττώνεται με ρυθμό 0,4 έως 0,9 C ανά 100 μέτρα ύψους. Το θέρος γίνεται δροσερό και συχνά ψυχρό. Η σχετικά θερμή περίοδος περιορίζεται σε 1-2 μήνες. Ο χειμώνας είναι μακρύς και τραχύς.

2) Ηπειρωτική περιοχή Βόρειας Ελλάδας. Στην περιοχή αυτή ανήκουν το εσωτερικό της ηπείρου, η Μακεδονία, Θράκη, η Θεσσαλία και γενικά πεδινές ή ημιπεδινές περιοχές που βρίσκονται βόρεια του 39 ου παράλληλου. Στις περιχές αυτές το κλίμα αποτελεί ένα ενδιάμεσο τύπο μεσογειακού και μεσοευρωπαϊκού κλίματος. Οι βροχές έχουν μεγαλύτερη διάρκεια και η ηλιοφάνεια είναι περιορισμένη, με αποτέλεσμα να επικρατεί νέφωση επί σειρά ημερών. Στις παραλίες το κλίμα πλησιάζει στο μεσογειακό, ενώ στο εσωτερικό το κλίμα γίνεται ηπειρωτικό.

3) Περιοχή Ιονίου. Περιλαμβάνει τα νησιά του Ιονίου και τις δυτικές ακτές της Ελλάδας. Είναι η περιοχή με το ήπιο κλίμα της χώρας που είναι θαλάσσιο μεσογειακό. Η μεγάλη ελληνική οροσειρά στα ανατολικά της περιοχής εμποδίζει τους ψυχρούς ανέμους της κεντρικής και ανατολικής

Ευρώπης. Η μικρή νέφωση και η μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια (2.800-3000 ώρες) κάνουν την περιοχή του Ιονίου μια από τις πιο ευνοημένες περιοχές της μεσογείου.

4) Περιοχή Αιγαίου. Στην περιοχή αυτή ανήκει ολόκληρη η νοτιοδυτική Ελλάδα μέχρι τη Θεσσαλία, τα νησιά του Αιγαίου και μέρος της Κρήτης. Έχει κλίμα που πλησιάζει προς το κλίμα του Ιονίου, αλλά είναι ψυχρότερη, επειδή επηρεάζεται από την ελεύθερη πνοή των βόρειων και βορειοανατολικών ανέμων μέσα στο Αιγαίο. Οι ψυχροί άνεμοι φέρνουν συχνά χιόνια, που κατεβάζουν σημαντικά τη θερμοκρασία του αέρα. Η περιοχή του Αιγαίου είναι ξηρότερη από τη δυτική περιοχή, γιατί επηρεάζεται από την ομβροσκιά της ορεινής περιοχής της κεντρικής Ελλάδας.

5) Νοτιοκρατική περιοχή. Περιλαμβάνει μόνο τη νοτιοανατολική Κρήτη και αποτελεί τμήμα με μεταβατικό τύπο κλίματος μεταξύ του μεσογειακού και του κλίματος των ακτών της Βόρειας Αφρικής.

Σύμφωνα με την κλιματική διαίρεση που ακολουθήθηκε στο κανονισμό θερμομόνωσης, στη ζώνη Α περιλαμβάνεται όλη η νότια Ελλάδα, στη ζώνη Β η κεντρική Ελλάδα και στη ζώνη Γ η Βόρεια Ελλάδα και η ορεινή κεντρική Πελοπόννησος.

Βασική προϋπόθεση για την εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί η ανάλυση της κλιματικής κατάστασης που επικρατεί στην περιοχή που θα γίνει το κτήριο. Μεγάλη σημασία έχει η προστασία του χώρου από τους τοπικούς ανέμους, ο προσανατολισμός της περιοχής, τα δέντρα και το είδος τους καθώς και τα κοντινά κτήρια που θα εμποδίζουν τον ηλιασμό του κτηρίου. Σημασία ακόμη έχει η ύπαρξη ορεινών όγκων που θα εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία ορισμένες περιόδους της μέρας ή του έτους. Είναι η χαρακτηριστική λαϊκή έκφραση « ανήλιο », που χαρακτηρίζει ορισμένες περιοχές που έχουν περιορισμένο χρόνο ημερήσιας ηλιοφάνειας, έστω κι αν ο προσανατολισμός του κτηρίου που θα κατασκευαστεί είναι νότιος.

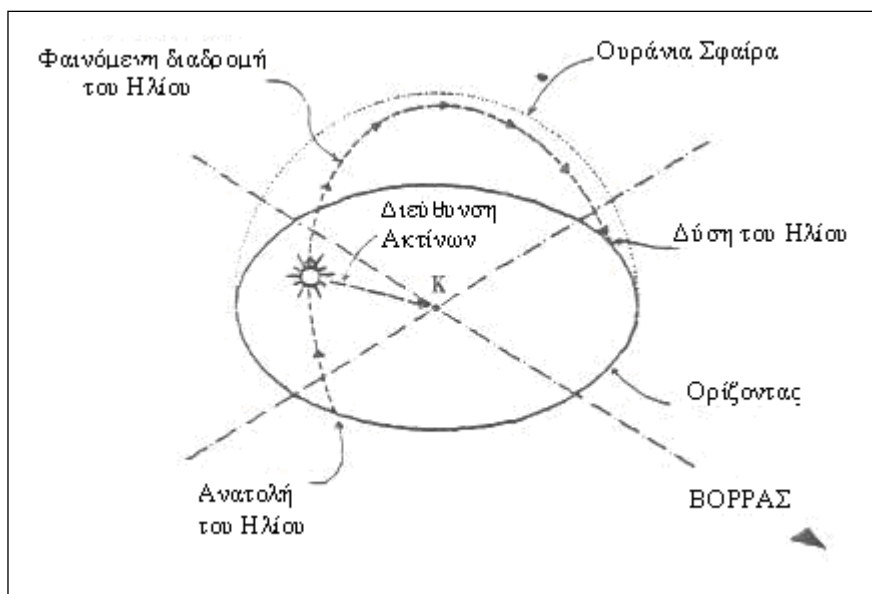
Η προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας σ' ένα κτήριο αποτελεί μέρος ενός περίπλοκου συνόλου, από το οποίο δεν μπορεί να αποσυνδεθεί ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός. Η ενεργειακή κρίση, που εκδηλώθηκε έντονα εδώ και 20 χρόνια, προστέθηκε στην κρίση της αρχιτεκτονικής κι έκανε ολοφάνερη την ανάγκη μιας σύνθεσης, μέσα στα πλαίσια της οποίας κάθε κλιματική προσέγγιση πρέπει να βρίσκει τη σωστή της θέση.

Η γεωγραφική θέση, δηλαδή ο προσανατολισμός ως προς τα τέσσερα βασικά σημεία του ορίζοντα, η κατάσταση και η μορφή του εδάφους και ακόμη τα κλιματικά στοιχεία χαρακτηρίζουν το κτήριο, αλλά και τον χώρο, το δρόμο, την πλατεία. Οι αναλογίες, οι σχέσεις δομημένου κι ελεύθερου χώρου μπορούν κατα κάποιο τρόπο να αναλυθούν ως μέτρα προστασίας ή ανοίγματος σε σχέση με το κλίμα.

Οι γεωγραφικοί αυτοί παράγοντες, καθώς επίσης το φώς, ο θόρυβος, οι οσμές και γενικά κάθε τι που αποτελεί το περιβάλλον του κτηρίου το επηρεάζουν γι' αυτό πρέπει να ελέγχονται. Ο έλεγχος αυτός πρέπει να περιλαμβάνει και τις άμεσες ή έμμεσες ηλιακές θερμικές προσόδους και κατά συνέπεια αυτό πρέπει να γίνεται με τη γνώση και το χειρισμό των εμποδίων σ' αυτά τα κέρδη, όπως είναι για παράδειγμα οι μάσκες, η βλάστηση, τα χρώματα και τα υλικά των όψεων.

Το βασικό στοιχείο που πρέπει να γνωρίζει ο μελετητής, για να ερευνήσει τις συνθήκες ηλιασμού κατά τη μελέτη ενός κτίσματος, είναι η διεύθυνση των ηλιακών ακτίνων σε διαφορετικές ώρες και ημέρες του έτους, ως προς ένα σημείο K, στο οποίο υποτίθεται ότι βρίσκεται το κτίσμα.

Η φαινόμενη διαδρομή του Ήλιου ως προς το σημείο αυτό κατά τη διάρκεια μιας μέρας μπορεί να απεικονιστεί όπως στο απέναντι σχήμα.²



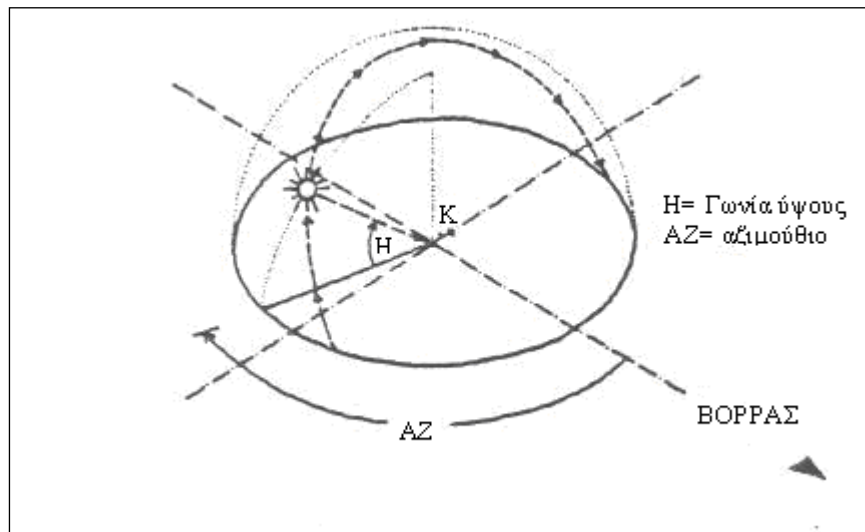
Εικόνα 1.8.1

Η διεύθυνση των ηλιακών μπορεί να βρεθεί και να αποτυπωθεί στα αρχιτεκτονικά σχέδια με την βοήθεια δύο γωνιών, που αντιστοιχούν στα σχέδια της κάτοψης και της τομής:

Στην κάτοψη η διεύθυνση αυτή αποτυπώνεται ως η γωνία μεταξύ της προβολής στο οριζόντιο επίπεδο της θέσης του Ήλιου και του Βορρά. Η γωνία αυτή ονομάζεται αζιμούθιο (AZ) του Ήλιου για τη συγκεκριμένη

² ΚΩΣΤΑΣ, ΣΤΕΦ. ΤΣΙΠΗΡΑΣ « ΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΠΙΤΙ ». Τέταρτη έκδοση. Η φιλοσοφία, η μελέτη και η κατασκευή ενός οικολογικού σπιτιού. Εκδ. « Νέα σύνορα » - Α.Α. Λιβάνη

και ώρα του έτους



Εικόνα 1.8.2

Στην τομή η ίδια διεύθυνση αποτυπώνεται ως η γωνία μεταξύ του Ήλιου και του οριζώντιου επιπέδου. Η γωνία αυτή ονομάζεται γωνία ύψους (H) του Ήλιου για τη συγκεκριμένη ημέρα και ώρα του έτους.

Με βάση λοιπόν αυτές τις γνώσεις, μήπως θα θέλατε να μάθετε πως ο Ήλιος βλέπει σε διάφορες ώρες και εποχές του χρόνου το ίδιο σας το σπίτι;

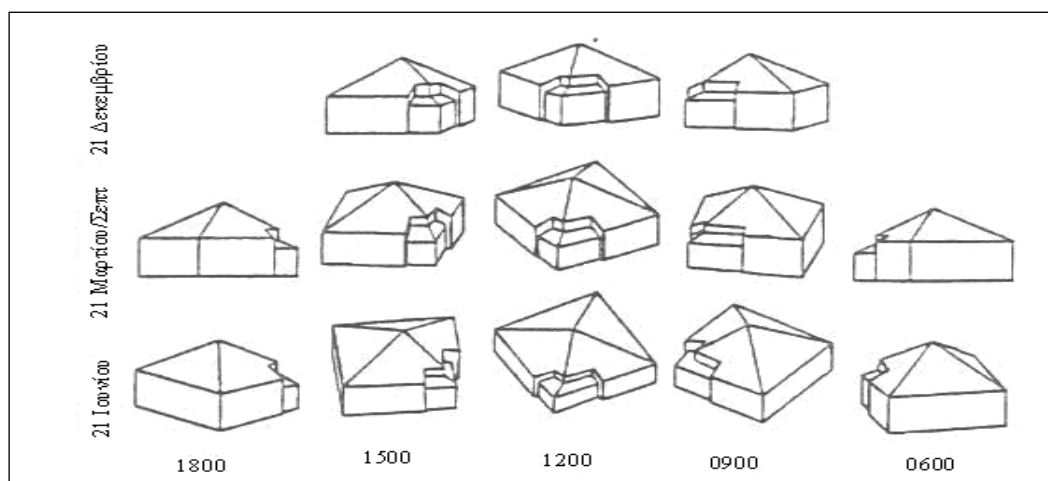
Καθώς η φαινόμενη διαδρομή του Ήλιου πάνω από τον ορίζοντα αλλά από μέρα σε μέρα, η διεύθυνση των ηλιακών ακτίνων ως προς το σημείο K είναι διαφορετική για κάθε μέρα και ώρα του έτους και οπωσδήποτε διαφορετική για κάθε παράλληλο της γής.

Στις 21 Ιουνίου γίνεται η μεγαλύτερη διαδρομή, οπότε έχουμε και τη μεγαλύτερη μέρα του έτους (θερινό ηλιοστάσιο). Στις 22 Δεκεμβρίου

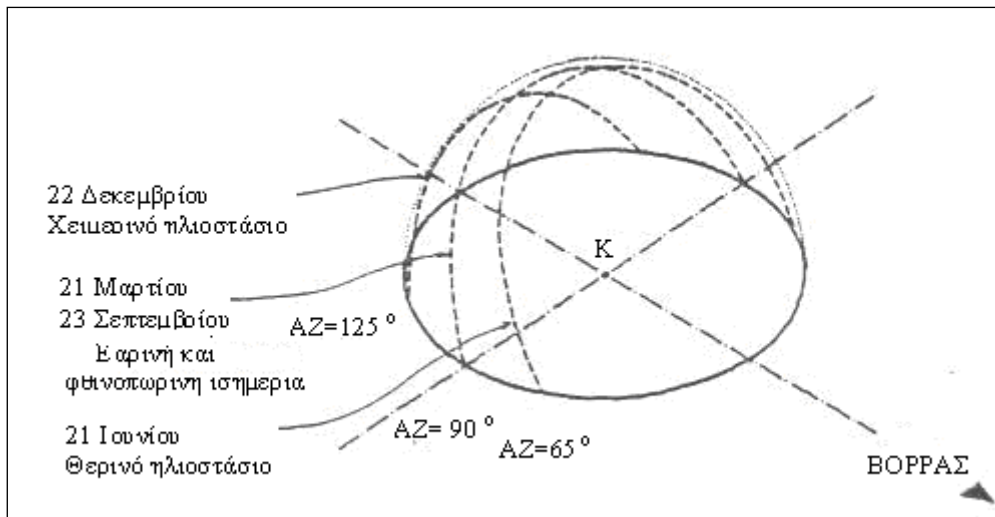
γίνεται η μικρότερη διαδρομή, οπότε έχουμε και τη μικρότερη μέρα (χειμερινό ηλιοστάσιο). Στις 22 Μαρτίου και 23 Σεπτεμβρίου η διαδρομή έχει το μέσο μήκος της, οπότε η μέρα και η νύχτα έχουν την ίδια διάρκεια (ισομερίες)

Ένας λοιπόν από τους μεγαλύτερους σύγχρονους μύθους είναι το ότι ο Ήλιος ανατέλλει από την Ανατολή και δίνει στην Δύση ! Γιατί στην πραγματικότητα άλλοτε ανατέλλει από τα νοτιοανατολικά και άλλοτε από τα βορειοανατολικά και το ίδιο ισχύει και με τη δύση του.

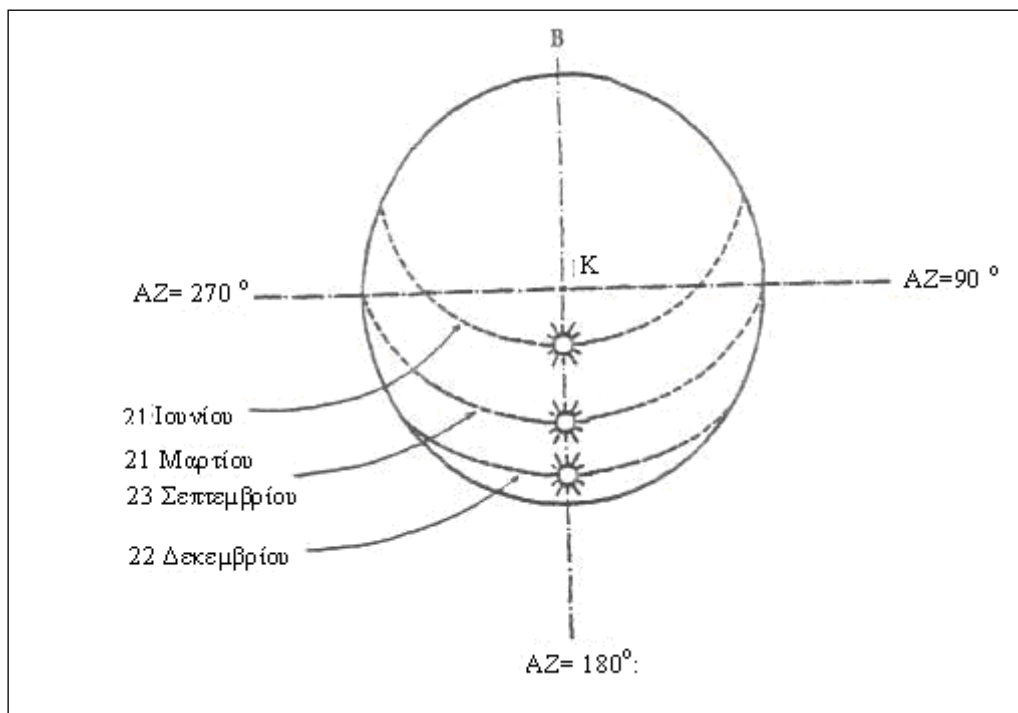
Στην κάτοψη οι διαδρομές του Ήλιου κατά τις παραπάνω τέσσερις η



Εικόνα: 1.8.3



Εικόνα: 1.8.4



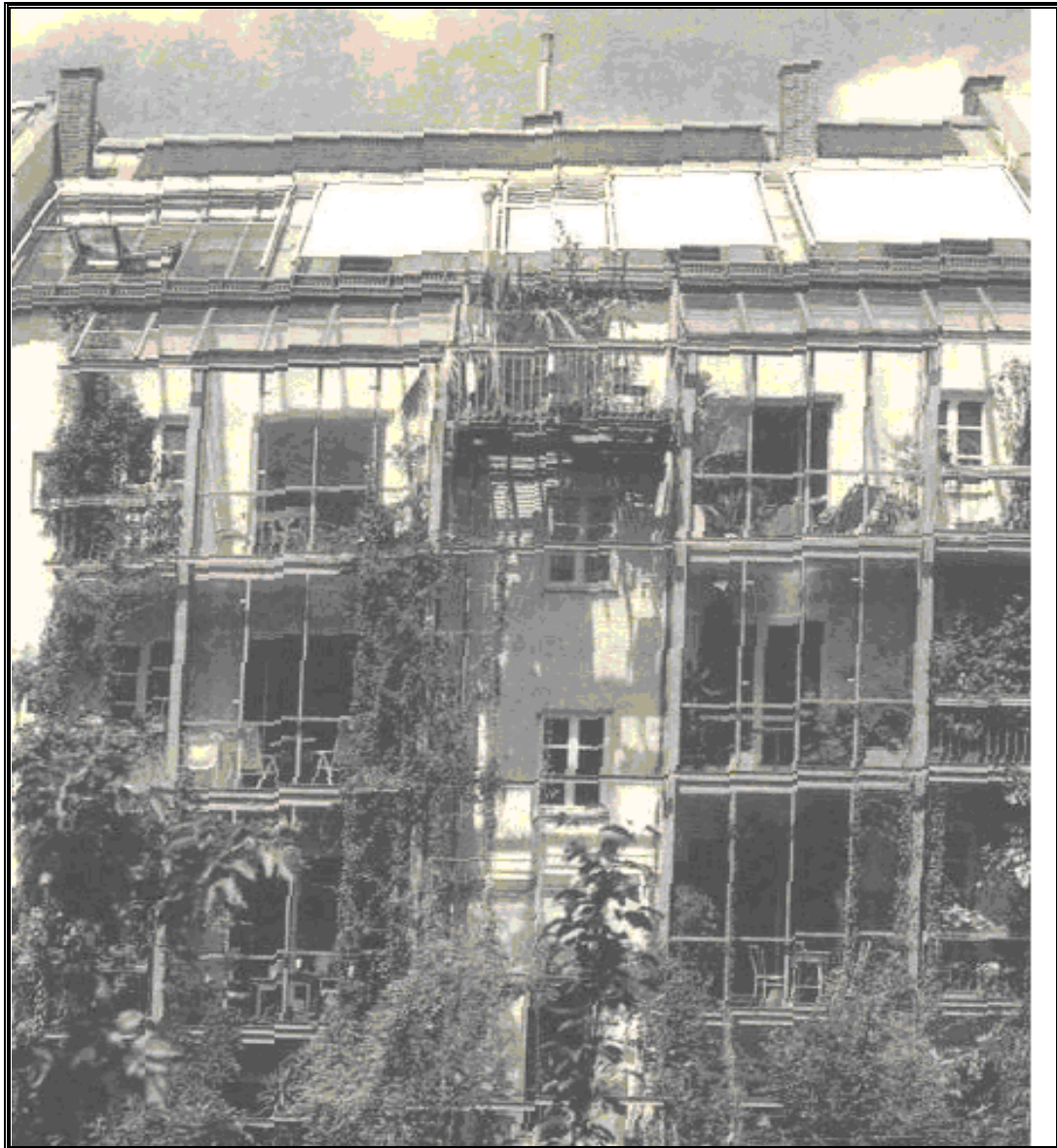
Εικόνα: 1.8.5

Μεσουράνηση ονομάζεται η θέση που έχει ο Ήλιος, όταν φτάσει στη μεγαλύτερη γωνία ύψους της ημέρας.

Κάθε μέρα η γωνία του ύψους της μεσουράνησης είναι διαφορετική από την προηγούμενη, και, για 38 βόρειο πλάτος, κυμαίνεται από 28,5 (21 Δεκεμβρίου) μέχρι 75,5 (21 Ιουνίου).

Επίσης διαφορετική είναι για κάθε μέρα και η ώρα μεσουράνηση του Ήλιου.

Κάθε μέρα, και για όλα τα γεωγραφικά πλάτη, το αζιμούθιο του Ήλιου κατά τη μεσουράνηση είναι το ίδιο (180).



Εικόνα: 1.8.6

Ακόμη κι ολόκληρες πολυκατοικίες μπορούν να κατασκευαστούν με τις αρχές της βιοοικολογικής αρχιτεκτονικής.³

2.1 Μέτρα που αφορούν στη χειμερινή περίοδο
Σύμφωνα με τα παραπάνω, το ερώτημα που συνήθως τίθεται αφορά στα ενδεδειγμένα μέτρα για να ελαχιστοποιηθούν οι θερμικές απώλειες του κτιρίου και παράλληλα να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Κατά το στάδιο λοιπόν του σχεδιασμού και της κατασκευής θα έπρεπε να προβληματίσουν το μελετητή και να λυθούν ζητήματα όπως, η

χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, ο προσανατολισμός, η σκίαση, η λειτουργική οργάνωση των χώρων, η μορφή του κτιρίου, η κατασκευή των εξωτερικών δομικών στοιχείων με τις κατάλληλες μονώσεις, η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων, η εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη θέρμανση, δροσισμό και φωτισμό των χώρων με φυσικό τρόπο κ.ά.

3. Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο – προσανατολισμός

Το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο μελετητής αφορά στα μεγάλα αστικά κέντρα, ή γενικότερα σε πυκνοδομημένες περιοχές, σε σχέση με τη χωροθέτηση των κτιρίων στο οικόπεδο, τον προσανατολισμό και το σκιασμό τους από τα απέναντι κείμενα. Η χάραξη των μεγάλων δρόμων κυκλοφορίας κατά τον άξονα Ανατολής - Δύσης ή Βορά - Νότου προδιαγράφει και τον κύριο προσανατολισμό των όψεων και το κυριότερο περιορίζει το πλεονέκτημα του νότιου προσανατολισμού, στην καλύτερη των περιπτώσεων, στο 25% των κτιρίων. Το τελευταίο έχει ως συνέπεια τη δυσκολία εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών στην πλειοψηφία των κτιρίων, την υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων, κυρίως στα δυτικά, αλλά και ανατολικά προσανατολισμένα κτίρια τη θερινή περίοδο, αλλά βέβαια και την αναγκαστική απομόνωση των βόρεια προσανατολισμένων κτιρίων από τον ήλιο. Πολλές φορές πάλι ακόμη και όταν διασφαλίζεται ο Νότος, το πλεονέκτημα αυτό στην πράξη καταργείται, λόγω σκιασμού των όψεων από τα απέναντι κείμενα κτίρια (σχέση ύψους κτιρίων - πλάτους δρόμων).

Σε όλες λοιπόν τις περιπτώσεις που δεν διασφαλίζεται ο νότιος προσανατολισμός με αποδεκτή μέγιστη απόκλιση $\pm 25^\circ$ ανατολικά ή δυτικά, ο μελετητής θα μπορούσε, αντί να επιλέξει τις συμβατικές λύσεις, να προτείνει κατ' αντιστοιχία αυτές του σχήματος 1β, έτσι ώστε όλα τα κτίρια να ηλιάζονται και να φωτίζονται ικανοποιητικά με φυσικό τρόπο, χωρίς παράλληλα να δημιουργούν δευτερογενή προβλήματα, όπως για παράδειγμα μείωση θερμικής ή οπτικής άνεσης.

Γενικά θα μπορούσαν να προταθούν:

1. η χωροθέτηση του κτιρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να αυξηθεί η απόσταση από τα απέναντι κτίρια και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν περισσότερο το ρίσκο του σκιασμού, το οποίο και καταργεί τα πιθανά ηλιακά οφέλη. Επιπλέον στη νότια πλευρά η ύπαρξη υδάτινων επιφανειών ή η ανάπτυξη χαμηλού και υψηλού πράσινου (φυλλοβόλα δέντρα)

κάτω από τις βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες, παρέχει τον επιθυμητό σκιασμό και εξατμιστικό δροσισμό τη θερινή περίοδο. Στη βορινή πλευρά, η οποία και επηρεάζεται κατά κανόνα από τους ψυχρούς ανέμους τη χειμερινή περίοδο, σκόπιμη θεωρείται η φύτευση αειθαλών δέντρων για την ανάσχεση των δυσμενών επιδράσεων.

2. αν το οικόπεδο είναι νότιο και επιπλέον ελεγχθεί ότι δεν υπάρχει πρόβλημα σκιασμού από διπλανά κτίρια, τότε κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθεί το κτίριο κατά τον άξονα Ανατολή - Δύση, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο είναι δυνατό η νότια όψη του. Μία απόκλιση της τάξης των $\pm 25^\circ$ θεωρείται ενεργειακά, οριακά αποδεκτή. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να εξεταστεί σοβαρά και η δυνατότητα εφαρμογής παθητικών ηλιακών συστημάτων, έτσι ώστε να ικανοποιηθεί και η δεύτερη απαραίτητη για μεγιστοποίηση των αδάπανων θερμικών ηλιακών κερδών.
3. η αποφυγή των δυτικών ή ανατολικών κτιρίων στις δύο απέναντι πλευρές του δρόμου, με το σχηματισμό "σκακιέρας" και την τοποθέτηση των κτιρίων προς Νότο.
4. η στροφή του άξονα του κτιρίου προς Νότο ή και μόνον της κύριας όψης του, ή των ανοιγμάτων του. Παραδείγματα που εφήρμοσαν τη λογική που παραπάνω αναφέρθηκε, υπάρχουν πολλά τόσο στον ελλαδικό χώρο, όσο και στο διεθνή, όπου προκειμένου να εφαρμοστεί το παθητικό ηλιακό σύστημα του θερμοκηπίου, ο μεγάλος άξονας του κτιρίου στράφηκε καθαρά προς Νότο, ενώ η εσωτερική αυλή του προβλέφθηκε σε τέτοιο σημείο, ώστε να δημιουργηθεί η κατάλληλη νότια επιφάνεια για την κατασκευή και άλλου παθητικού ηλιακού συστήματος (τοίχοι trombe) για τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων με φυσικό τρόπο. Σε οικόπεδα εκτός των μεγάλων αστικών κέντρων, θεωρητικά ο μελετητής έχει μεγαλύτερη ελευθερία στη χωροθέτηση του κτιρίου, εκτός και αν συντρέχουν λόγοι, όπως αξιόλογη θέα, κλίση εδάφους, προσπέλαση κ.λπ. παράγοντες που μπορεί να αποτρέψουν την επιλογή του νότιου προσανατολισμού.



4. Λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων

Κατά το σχεδιασμό της κάτοψης οι εσωτερικοί χώροι θα 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 κτιρίου. Αντίθετα οι χώροι με περιορισμένο χρόνο χρήσης που απαιτούν συγκριτικά και χαμηλότερες θερμοκρασίες (W.C., υπνοδωμάτια) θα πρέπει να χωροθετούνται σε ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι βοηθητικοί χώροι εάν υπάρχουν στη μελέτη (garage, αποθήκες κ.λπ. θα 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.

5. Μορφή κτιρίου

Από άποψη ενεργειακή η "μορφή του κτιρίου" παίζει αποδεδειγμένα καθοριστικό ρόλο στη θερμική του συμπεριφορά, καθώς προδιαγράφει μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο, την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Μία απόφαση του μελετητή για τη δημιουργία "ανοικτής" ή "κλειστής" μορφής κτιρίου, επιθετικής ή αμυντικής, με την έννοια του ανοικτού με μεγάλα ανοίγματα κτιρίου ή αντίστοιχα κλειστού με μικρά ανοίγματα, θα ήταν ενεργειακά σκόπιμο να παρθεί κάτω από ορισμένα κριτήρια, όπως ο προσανατολισμός των όψεων, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η χρήση του κτιρίου (γραφεία, κατοικία, εμπορικά καταστήματα, σχολεία κ.λπ.) και άλλα κριτήρια σχεδιασμού, όπως θέα, ασφάλεια, θόρυβος, κόστος κατασκευής κ.ά.

Ενεργειακά και οι δύο γενικές περιπτώσεις "μορφής" θα μπορούσαν να οδηγήσουν στα ίδια αποτελέσματα, κάτω φυσικά από ορισμένες προϋποθέσεις. Συγκεκριμένα, μία ανοικτή μορφή θα μπορούσε να επιλεγεί μόνο στις περιπτώσεις που είναι διασφαλισμένος ο νότιος προσανατολισμός και επιπλέον δεν παρουσιάζεται σκίαση των όψεων από παρακείμενα κτίρια ή άλλα εμπόδια. Στην περίπτωση αυτή, αυξάνει το όφελος από τη θερμική ηλιακή ενέργεια, είτε μέσω των ανοιγμάτων (άμεσο ηλιακό κέρδος), είτε μέσω της εφαρμογής ειδικών τεχνικών (παθητικά ηλιακά συστήματα). Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις προσανατολισμού, σκόπιμη θεωρείται η επιλογή κλειστής μορφής κτιρίου με μικρά ανοίγματα, σωστή ηλιοπροστασία και αυξημένη μόνωση των δομικών στοιχείων για την περιστολή των θερμικών απωλειών.

Εκτός από την παραπάνω επιλογή, στη γενικότερη έννοια της "μορφής" θα μπορούσε κανείς να εντάξει και τη σύνθεση των όγκων ενός κτιρίου ή ενός συγκροτήματος. Γενικά είναι γνωστό ότι για ένα δεδομένο όγκο κτιρίου και επιφάνεια σε κάτοψη, μπορεί να προταθούν μία σειρά εναλλακτικές λύσεις, οι οποίες και εξαρτώνται από τον ή τους μελετητές και τις αρχιτεκτονικές τους ιδέες. Ενεργειακά, θα μπορούσε όμως να ισχυριστεί κανείς με βεβαιότητα ότι κάθε συνθετική λύση παρουσιάζει και διαφορετική θερμική συμπεριφορά για τον απλό λόγο ότι διαφοροποιούνται οι εξωτερικές επιφάνειες με σταθερή επιφάνεια σε κάτοψη και θερμαινόμενο όγκο. Πρόκειται για σύνθεση διαμερισμάτων των 108μ², σε μονώροφες και τριώροφες διατάξεις. Με βάση τα αποτελέσματα του σχήματος 6 διαπιστώνει κανείς πολύ εύκολα ότι ενώ η κατανάλωση ενέργειας σε ένα μονώροφο διαμέρισμα με πυλωτή σκαρφαλώνει στις 486 KWh/m² ετησίως, το αντίστοιχο ποσό σε τρεις τριώροφες πολυκατοικίες στη σειρά μειώνεται δραστικά στις 238 KWh/m² ετησίως (θερμαντική περίοδος). Σημειώνεται ότι σε όλες τις

περιπτώσεις των τύπων κτιρίων, θεωρήθηκε ότι το κέλυφος είναι χωρίς μονώσεις, και βέβαια ότι επιτυγχάνεται μία θερμοκρασία άνεσης στους εσωτερικούς χώρους της τάξης των 21°C. Με την εφαρμογή θερμικών μονώσεων σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ισχύοντα "Κανονισμού" για κάθε τύπο κτιρίου, θα μπορούσε κανείς να περιορίσει τις καταναλώσεις στις 126 και 80 kWh/m² ετ. αντίστοιχα. Αν επιπλέον των παραπάνω έπαιρνε κανείς την απόφαση να εφαρμόσει ισχυρότερη θερμική προστασία και γενικά τις αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και ειδικότερα τεχνικές παθητικής θέρμανσης, τότε και η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων θα παρουσίαζε βελτίωση και οι καταναλώσεις θα συρρικνώνονταν ακόμη περισσότερο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε πιο ψυχρά κλίματα όπως αυτό της Ελβετίας ή της Αυστρίας έχουν καταγραφεί καταναλώσεις σε ίδιες κατηγορίες κτιρίων που φθάνουν τις 17 ή τις 20 kWh/m² ετ. αντίστοιχα.

6.Κατασκευή κτιρίου - Θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του κελύφους

Η ισχυροποίηση της θερμικής προστασίας των συμπαγών δομικών στοιχείων του κελύφους πέραν της συμβατικής, αποτελεί ένα από τα πλέον σημαντικά μέτρα για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο και την διατήρηση των πιθανών θερμικών ηλιακών κερδών για μεγάλο διάστημα στους εσωτερικούς χώρους. Η επίδραση του πάχους μόνωσης των εξωτερικών τοιχοποιιών και του δώματος στην εξοικονόμηση ενέργειας διαπιστώνεται εύκολα ότι με τα πρώτα 5 εκ. μόνωσης των εξωτερικών δομικών στοιχείων επιτυγχάνεται πολλαπλάσια εξοικονόμηση ενέργειας, συγκριτικά με τα επόμενα 5 εκ. Γενικά ως κανόνας θα μπορούσε να αναφερθεί ότι όσο πιο ελεύθερη είναι η αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου από άποψη σχήματος ή σύνθεσης όγκων, τόσο πιο ισχυρές θα έπρεπε να είναι και οι μονώσεις του περιβλήματός του, έτσι ώστε να αντισταθμιστούν και οι αυξημένες θερμικές απώλειες συγκριτικά με άλλα κτίρια συμπαγούς μορφής και να επιτευχθεί ένα άνετο εσώκλιμα με περιορισμένες καταναλώσεις. Σε ό,τι αφορά στα ανοίγματα, συνιστάται η ελαχιστοποίησή τους στις ανατολικές και δυτικές όψεις για την αποφυγή υπερθερμάνσεων τη θερινή περίοδο, όπως επίσης και στη βορινή για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών. Στις τελευταίες περιπτώσεις οι διαστάσεις των ανοιγμάτων θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις των χώρων σε φυσικό φωτισμό και αερισμό. Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι τα βορινά ανοίγματα βοηθούν σε μία καλή ποιότητα φωτισμού των χώρων, διότι δέχονται διάχυτο φως και όχι άμεσο, συνιστώνται για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως τη θερινή περίοδο, (ξενοδοχεία, παραθεριστικές κατοικίες), ενώ μία υπερδιαστασιολόγησή τους σε κτίρια και χώρους που λειτουργούν και τη

χειμερινή περίοδο θα είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού τους φορτίου. Στις νότιες όψεις μία κάλυψη της επιφάνειας με 60% ανοίγματα αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία. Σε κάθε περίπτωση όμως η χρήση θερμομονωτικών υαλοπινάκων με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας "κ", ή ακόμη καλύτερα η χρήση υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας (χαμηλής εκπομπής "Low-E") θεωρείται ένα από τα πλέον αποδοτικά μέτρα. Βασικό κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου ποιοτικά ανοίγματος, αποτελεί εκτός από το συντελεστή θερμοπερατότητας "κ" και ο συντελεστής μετάδοσης της θερμικής ηλιακής ενέργειας "g". Άστοχη επιλογή της ποιότητας των υαλοπινάκων, σε σχέση με τον προσανατολισμό και τις απαιτήσεις των χώρων, ενδέχεται να οδηγήσει σε αρνητικά αποτελέσματα (μπλοκάρισμα εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους την χειμερινή περίοδο, αύξηση απωλειών, μείωση φυσικού φωτισμού, οπτικής άνεσης κ.λπ. Είναι προφανές ότι όσο πιο μικρός είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας "κ" και όσο πιο μεγάλος ο συντελεστής διείσδυσης της συνολικής θερμικής ενέργειας "g", τόσο πιο αποτελεσματικό αποδεικνύεται το άνοιγμα σε νότιο προσανατολισμό. Σε ανατολικά και δυτικά ανοίγματα θα ενδιέφερε φυσικά μικρή τιμή και του συντελεστή "κ", αλλά και του "g". Ο βαθμός επίδρασης της συνολικής μόνωσης του κελύφους στην τελική κατανάλωση ενέργειας διακρίνεται πολύ απλά στο παράδειγμα του σχήματος 9. Πρόκειται για 8 κτίρια κατοικιών σε κλιματικές συνθήκες της περιοχής Θεσσαλονίκης. Η πρώτη στήλη σε κάθε κτίριο αναφέρεται σε θερμικά απροστάτευτο κέλυφος, ενώ η δεύτερη στο ίδιο κτίριο με τη διαφορά ότι το κέλυφός του είναι θερμομονωμένο σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ισχύοντα κανονισμού θερμομόνωσης. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν σαφώς την αποτελεσματικότητα του μέτρου καθώς παρατηρείται σε κάθε περίπτωση μία περιστολή της κατανάλωσης ενέργειας πλέον του 60%. Περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων θα μπορούσε να επιτευχθεί, αν εφαρμόζονταν πιο ισχυρές μονώσεις στα εξωτερικά δομικά στοιχεία, ή αν επιπλέον γινόταν προσπάθεια εκμετάλλευσης των θερμικών ηλιακών κερδών, με εφαρμογή παθητικών τεχνικών.

7. Αερισμός κτιρίων

Σε συμβατικά κτίρια, αλλά ακόμη περισσότερο σε βιοκλιματικά σχεδιασμένα κτίρια, όλες οι εφαρμοζόμενες στρατηγικές για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αναβάθμιση της ποιότητας αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος, μπορεί να αναιρεθούν στην περίπτωση αυξημένων θερμικών απωλειών, λόγω εκτεταμένου αερισμού (ventilation) ή διαφυγών αέρα από τους αρμούς των ανοιγμάτων

(infiltration). Έτσι θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα αεροστεγανό περίβλημα και γενικότερα να περιοριστεί και να ελεγχθεί ο αερισμός των χώρων, ανάλογα με τη χρήση των κτιρίων, χωρίς να γίνεται υπέρβαση των ορίων εναλλαγών αέρα ανά ώρα, όπως αυτές καθορίζονται από διάφορους διεθνείς κανονισμούς που παίρνουν υπόψη τους την υγεία και την ευεξία. Ανεξέλεγκτος ή εκτεταμένος χωρίς λόγο αερισμός λόγω άστοχης ενεργειακής συμπεριφοράς των ενοίκων, επιδρά αρνητικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου σε βαθμό που μπορεί να υπερβεί ακόμη και το 100% της ενεργειακής κατανάλωσης. Τα αποτελέσματα διάφορων ερευνών /3/ έχουν δείξει σαφώς ότι το ποσοστό αυτό ενδέχεται να επιδεινωθεί αν συνδυαστεί και με αυξημένες εσωτερικές θερμοκρασίες χώρων - πέραν των αποδεκτών για λόγους θερμικής άνεσης - ή ακόμη αν συνδυαστεί με χαμηλό βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης θέρμανσης ως αποτέλεσμα ελλιπούς συντήρησής της.

8. Παθητικά ηλιακά συστήματα για την εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών

Με την προϋπόθεση ότι έχουν διασφαλιστεί όλα τα μέτρα για την περιστολή των θερμικών απωλειών στα κτίρια που περιληπτικά αναφέρθηκαν και κυρίως ο νότιος προσανατολισμός και οι ισχυρές μονώσεις στο κέλυφος του κτιρίου, ο μελετητής θα μπορούσε να προχωρήσει και να προτείνει την κατασκευή ειδικών συστημάτων για την εκμετάλλευση των ηλιακών κερδών. Τα συστήματα που εύκολα, με συμβατικά υλικά και χωρίς υψηλό κόστος, μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη είναι τα πλέον γνωστά, όπως:

1. το άμεσο ηλιακό κέρδος από νότια προσανατολισμένα ανοίγματα
2. το προσαρτημένο θερμοκήπιο
3. ο τοίχος μάζας ή θερμικής αποθήκευσης
4. ο αεριζόμενος τοίχος Trombe
5. το ηλιακό αίθριο
6. το θερμοσιφωνικό πάνελο

Συνθετότερα συστήματα, όπως οι αεροσυλλέκτες που απαιτούν δίκτυο

σωληνώσεων ειδικά μελετημένων και διαστασιολογημένων, που ενσωματώνονται στα δάπεδα ή τις οροφές για τη μεταφορά της συλλεχθείσης θερμότητας σε απομακρυσμένους χώρους, οι οροφές θερμικής αποθήκευσης, ή ακόμη ο συνδυασμός συστημάτων (παθητικά συστήματα, φωτοβολταϊκά και ζεστού νερού χρήσης) κ.ά., αποτελούν αναμφισβήτητα δοκιμασμένες και αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις, η εφαρμογή των οποίων απαιτεί ειδικές γνώσεις, σωστή εκτίμηση των απαιτούμενων φορτίων και βέβαια προσεγμένη κατασκευή.

9. Τα υλικά και ο ρόλος τους

Οι προδιαγραφές των υλικών, που μπορούν να γίνουν αποδεκτά σε μια βιοκατασκευή, πρέπει να ικανοποιούν και τις παρακάτω ανάγκες:

α) να επιτρέπουν την είσοδο των ευνοϊκών για την υγεία μικροκυμάτων,

β) να μην αυξάνουν το ποσοστό της φυσικής ραδιενέργειας ούτε του στατικού ηλεκτρισμού,

γ) να μην απελευθερώνουν τοξικά αέρια, θετικά ιόντα, επικίνδυνη σκόνη ινών (αμίαντος),

δ) να παρέχουν καλή θερμική και ακουστική μόνωση,

ε) να επιτρέπουν τη διατήρηση ενός ανεκτού από τον ανθρώπινο οργανισμό επιπέδου υγρασίας,

στ) να έχουν έχουν καταναλώσει, στη φάση παραγωγής τους, όσο το δυνατό λιγότερη ενέργεια,

ζ) να μην έχουν επιβαρύνει το περιβάλλον, στη φάση της παραγωγής και μεταφοράς τους, με τοξικά απόβλητα και απορρίματα,

η) να μην προέρχονται από φυτικά είδη που απειλούνται με εξαφάνιση,

θ), να παράγονται σε όσο το δυνατό μικρότερη απόσταση από τον τόπο κατανάλωσής τους, και

ι), να μπορούν να ανακυκλωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν.

10. Ο Ρόλος των υλικών

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται καθορίζουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση καθώς την θερμική και οπτική άνεση στα κτήρια και τους ανοικτούς χώρους.

Ιδιαίτερα, η αντανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλου μήκους κύματος (θερμική) ακτινοβολία παίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται. Είναι προφανές ότι η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας, τόσο στα κτήρια όσο και στις λοιπές καλυμμένες επιφάνειες πόλεων μειώνει την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες πιο δροσερές.

Τα υλικά εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Η ισχύς της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας καθώς και του συντελεστή εκπομπής του υλικού. Υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής αποβάλλουν ευκολότερα την θερμότητα που απορροφούν.

Παρότι η επίδραση της ανακλαστικότητας και της εκπομπής των υλικών είναι ιδιαίτερα σημαντική, εντούτοις θα είναι σαφές στον

σχεδιαστή ότι η θερμοκρασία μιας επιφάνειας καθορίζεται από το από το ενεργειακό της ισοζύγιο. Για τον λόγο αυτό τα φαινόμενα μεταφοράς της θερμότητας λόγω της κυκλοφορίας του ανέμου σε επαφή με τις επιφάνειες, έχουν εξαιρετική σημασία. Ως παράδειγμα αναφέρεται ότι η μια μεμβράνη οροφής υπό συνθήκες άπνοιας έφθασε σε θερμοκρασία 82 °C, ενώ όταν η ταχύτητα του ανέμου ήταν 15 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, η θερμοκρασία της επιφάνειας ήταν μόνο 46 °C.

Η χρήση κατάλληλων υλικών στις πόλεις και τα κτήρια θεωρείται από τις πλέον σημαντικές τεχνικές για την βελτίωση του κλίματος των αστικών περιοχών. Πρόσφατη μελέτη στις ΗΠΑ απέδειξε ότι μόνο η χρήση ανοιχτόχρωμων επιφανειών συνδυασμένη με έντονη χρήση αστικού πρασίνου μπορεί να μειώσει κατά 18 % (ή κατά 1.04 δισεκατομμύρια kWh) το κλιματιστικό φορτίο στην πόλη του Λος Άτζελες

11. Ιδιότητες των υλικών – Νέα υλικά

Η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία, (ανοιχτόχρωμα υλικά), όπως προαναφέρθηκε, βοηθά σημαντικά στη μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών και άρα στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος. Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται υλικά με συντελεστή ανακλαστικότητας πάνω από 0.6. Ενδεικτικές τιμές ανακλαστικότητας για ορισμένα κοινά υλικά στον πίνακα

Υλικό / Επιφάνεια	Ανακλαστικότητα
Δρόμοι Ασφαλτος	0.05
Τοίχοι Σκυρόδεμα Τούβλο / Πέτρα Λευκή Πέτρα Λευκό Μάρμαρο Λευκό Τούβλο Κόκκινο Τούβλο Σκουρόχρωμο Τούβλο	0.10-0.35 0.20-0.40 0.80 0.55 0.30-0.50 0.20-0.30 0.20
Οροφές Ασφαλτόπανα Άσφαλτος Πίσσα και χαλίκια Πλακάκια Αυλακοειδής Σίδηρος Ειδική Ανακλαστική οροφή	0.07 0.10-0.15 0.08-0.18 0.10-0.35 0.10-0.16 0.6-0.7
Χρώματα Λευκό Κόκκινο, καφέ, πράσινο Μαύρο	0.50-0.90 0.20-0.35 0.02-0.15
Μέση ανακλαστικότητα αστικών περιοχών Διακύμανση Μέση Τιμή	0.10-0.27 0.15
Άλλα Ανοιχτόχρωμη άμμος Ξερό γρασίδι Έδαφος Ξηρή άμμος Φυλλοβόλα φυτά Φυλλοβόλα Δάση Καλλιεργημένο έδαφος Υγρή άμμος Πευκοδάσος Ξύλο Σκουρόχρωμο Καλλιεργημένο έδαφος	0.40-0.60 0.30 0.30 0.20-0.30 0.20-0.20 0.15-0.20 0.20 0.10-0.20 0.10-0.15 0.10 0.07-0.10

Πίνακας 2.3.1 Ανακλαστικότητα διαφόρων υλικών και επιφανειών.

Ερευνητικές προσπάθειες των τελευταίων χρόνων έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη υλικών με προηγμένα οπτικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώ παράλληλα θα ήταν δυνατό να χαρακτηριστούν φιλικά προς το περιβάλλον. Η κατηγορία αυτή των υλικών είναι γνωστή με το όνομα « Ψυχρά υλικά ».

Τα υλικά αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται στις προσόψεις και τις οροφές των κτηρίων καθώς και σε δρόμους ή πεζοδρόμια. Πολύ πρόσφατα Lawrence Berkeley Laboratory δημοσίευσε μια εκτεταμένη βάση δεδομένων με τέτοια υλικά που είναι διαθέσιμα στην αγορά.

Τα υπάρχοντα « Ψυχρά υλικά », για κτήρια συνήθως αφορούν τρεις κατηγορίες:

- Ψ Τα χρώματα και τις επικαλύψεις
- Ψ Τις μεμβράνες οροφής, καθώς και
- Ψ Τα κεραμίδια και τις πλάκες

Ψυχρά χρώματα που χρησιμοποιούνται σε επικαλύψεις οροφών και σε εσωτερικούς τοίχους, είναι τα λευκά και τα ανοιχτά χρώματα ή τα χρώματα αλουμινίου. Τα « Ψυχρά » λευκά χρώματα περιέχουν διαπερατά πολυμερή υλικά, π.χ. ακρυλικά, και ένα λευκαντικό συστατικό, όπως το οξειδίο του ψευδάργυρου, τα οποία όμως είναι τοξικά για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα (περιλαμβάνονται στον κατάλογο II του παραρτήματος των οδηγιών 76/464/ΕΟΚ και 80/68/ΕΟΚ για την προστασία των επιφανειακών και των υπογείων νερών). Η ανακλαστικότητα

των επικαλύψεων αυτών στο ηλιακό φάσμα είναι ιδιαίτερα υψηλή και κυμαίνεται περί το 70-80 %. Ο συντελεστής εκπομπής είναι εξίσου ψηλός, περί το 91 %.

Ανοιχτόχρωμες βαφές παρουσιάζονται με προσθήκη χρώματος σε λευκές βαφές. Η ανακλαστικότητά τους είναι κατά συνέπεια μειωμένη και κυμαίνεται από 0.4 έως 0.7, ανάλογα με την ποσότητα προστιθέμενου χρώματος. Ο συντελεστής εκπομπής του όμως παραμένει ο ίδιος όπως και για τα λευκά χρώματα. Τα **χρώματα αλουμινίου** παρασκευάζονται από ασφαλικού τύπου ρητίνες που περιέχουν ρινίσματα αλουμινίου. Ο συνδυασμός πραγματοποιείται έτσι ώστε τα ρινίσματα του αλουμινίου να συγκεντρώνονται στο ανώτερο στρώμα του επικάλυψης εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και προστασία του ασφαλικού υποστρώματος από την υπέρυθη ακτινοβολία. Η ανακλαστικότητα των χρωμάτων αλουμινίου κυμαίνεται γύρω στο 50 %, αλλά ο συντελεστής εκπομπής τους είναι σχετικά μικρός, (0.4- 0.6).

Οι μεμβράνες οροφής συνήθως περιέχουν ένα « Ύφασμα » από fiberglass, ή από πολεστερικό υλικό, που συνδυάζεται με ένα ευέλικτο πολυμερές υλικό όπως η άσφαλτος και το EPDM (συνθετικό ελαστικό). Γενικά, οι μεμβράνες κατασκευάζονται από αδιάβροχα ευέλικτα και σκληρά υλικά και αποτελούνται από ένα ή από πολλαπλά στρώματα. Το χρώμα και η ανακλασιμότητα των μεμβρανών εξαρτώνται από την ανώτερη επιφάνειά τους, η οποία συνήθως καλύπτεται από βαφή ή χαλίκι οροφής. Η ανακλασιμότητά τους φτάνει τους στην ηλιακή ακτινοβολία φθάνει έως και 0.8 ενώ συντελεστής εκπομπής τους κυμαίνεται γύρω στο 0.9.

Τέλος, κατά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πλακίδια ή κεραμικά για το εξωτερικό κέλυφος των κτηρίων που παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Ανάλογα με το χρώμα τους, η ανακλαστικότητά τους κυμαίνεται από 0.3 έως 0.8, ενώ ο συντελεστής εκπομπής τους είναι συνήθως γύρω στο 0.9.

12. Ο Ρόλος των υλικών στην πόλη

Οι πόλεις και εν γένει οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν μειωμένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία.

Οι κυριότεροι λόγοι είναι δύο:

α) Οι σκουρόχρομες επιφάνειες των κτηρίων και των δρόμων παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, και

β) Οι πολλαπλές ανακλάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που συμβαίνουν ανάμεσα στα κτήρια των δρόμων αυξάνουν την απορρόφησή της.

Οι τυπικές τιμές ανακλαστικότητας των πόλεων κυμαίνονται γύρω στο 0.15- 0.3, (Πίνακας 2.6.2). Λόγω της πυκνότητάς τους, οι Ευρωπαϊκές πόλεις παρουσιάζουν συγκριτικά μικρότερη ανακλαστικότητα από τις γύρω από αυτές αγροτικές περιοχές. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η πόλη του Παρισιού παρουσιάζει κατά 16 % μικρότερη ανακλαστικότητα από ότι το περιβάλλον χώρο της.

Το είδος του χρησιμοποιούμενου υλικού καιθώς και οι συνθήκες υπό τις οποίες χρησιμοποιείται καθορίζουν τα θερμοκρασιακά επίπεδα σε μια πόλη. Σκουρόχρομα υλικά μεγάλης απορροφητικότητας, παρουσιάζουν έως και 25 °C υψηλότερη θερμοκρασία από αντίστοιχα υλικά μικρής απορροφητικότητας.

Ο ρόλος των υλικών στην αύξηση της ανακλαστικότητας των πόλεων και άρα στην μείωση της θερμοκρασίας τους είναι ασφαλώς καθοριστικός. Είναι πλέον πλήρως αποδεκτό ότι η χρήση κατάλληλων υλικών είναι ίσως η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος για την βελτίωση των θερμο-

κρασιών που επικρατούν στις πόλεις κατά την θερινή περίοδο. Στο σχήμα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πρόσφατης έρευνας που συσχέτισε την θερμοκρασία επιφάνειας διαφόρων υλικών, όπως χρησιμοποιούνται σε πόλεις, με τον συντελεστή απορροφητικότητάς τους στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι τιμές αναφέρονται σε μια τυπική θερινή μέρα. Όπως προκύπτει μια επιθετική « πράσινη » πόλη που συνδυάζει λευκές οροφές, ανοιχτόχρωμους δρόμους και πυκνό αστικό πράσινο, έχει κατά 17 °C χαμηλότερη θερμοκρασία από ότι μια συμβατική πόλη.

Θερμοκρασία

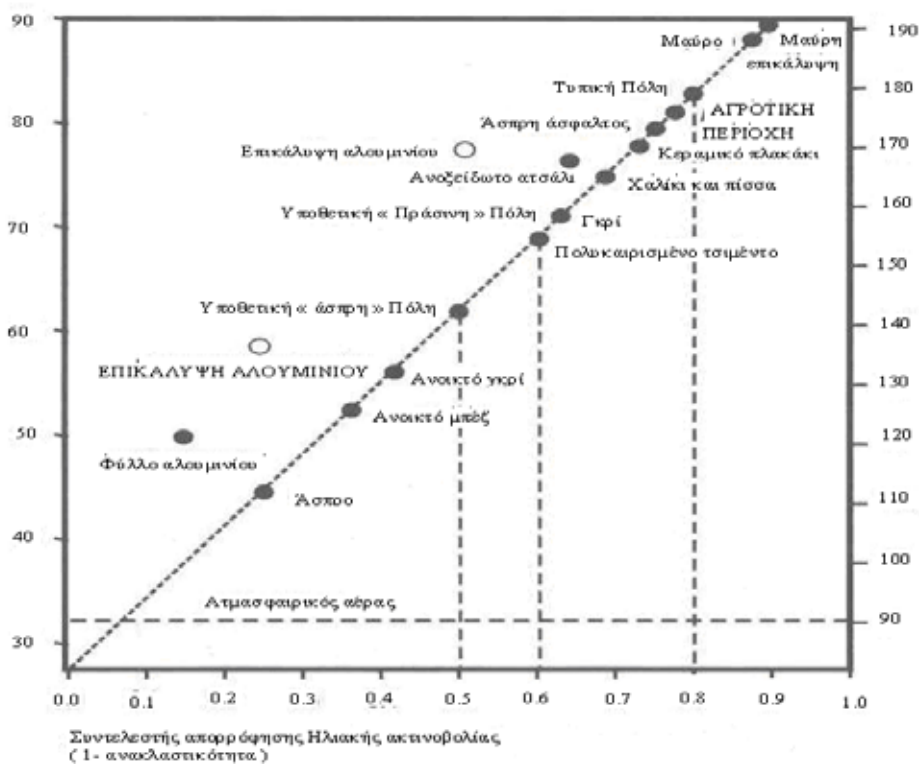
Θερμοκρασία

Επιφάνειας

Επιφάνειας

°C

F



Σχήμα 2.4.1 Θερμοκρασία επιφάνειας διαφόρων υλικών ως συνάρτηση της απορροφητικότητάς τους στο ηλιακό φάσμα. Οι τιμές αναφέρονται σε μία τυπική θερινή μέρα. Στον αριστερό κατακόρυφο άξονα δίνεται η θερμοκρασία επιφάνειας των υλικών, ενώ ο οριζόντιος άξονας δίνει την απορροφητικότητα των υλικών.

Η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή, την συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτηρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά από οικονομικές, περιβαλλοντικές και ενεργειακές παραμέτρους. Ο κύκλος εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή και διακίνηση των δομικών υλικών είναι τεράστιος και κατ' επέκταση τα κριτήρια των υλικών έχουν μεγάλη σημασία.

Τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτηρίων και μπορούν να έχουν σημαντική επίραση στην υγεία των ενοίκων. Παράλληλα τα υλικά καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτηρίων και επηρεάζουν το εξωτερικό περιβάλλον. Όπως τονίστηκε στο πρώτο κεφάλαιο, η ενέργεια που απαιτείται για την βιομηχανική παραγωγή ορισμένων οικοδομικών υλικών είναι ιδιαίτερα υψηλή.

Τέλος, η διαδικασία της παραγωγής των υλικών και ο κύκλος ζωής τους ως την τελική διάθεση έχει σημαντικές επιπτώσεις στο γενικό περιβάλλον.

13. Υλικά και ποιότητα αέρα

Πολλά από τα δομικά υλικά και τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές αποτελούνται ή περιέχουν τοξικές ουσίες, οι οποίες απελευθερώμενες μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτηρίων. Στον Πίνακα 2.5.1 κάτω δίνονται ορισμένα από τα κυριότερα υλικά που προκαλούν ρύπανση του εσωτερικού περιβάλλοντος, οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη καθώς και οι τεχνικές που πρέπει να χρησιμοποιούνται για έλεγχο της προκαλούμενης ρύπανσης.³

¹ « ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ » ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ. Εκδ. Ελληνικά γράμματα . Αθήνα Ιούνιος 2000

Πηγή Ρύπανσης	Παράμετροι προς έλεγχο	Εναλλακτικές λύσεις
Δομικά Υλικά · Κόλλες και στεγα-νοποιητικά	Διαλυτικά	Να επιλέγονται προϊό-ντα υψηλής τοξικότη-τας
· Γυαλί	Ενδιάμεσα φύλλα και επιχρίσματα	-----
· Σιδηρούχα και μή μέταλλα	Βαφή Προπαρασκευή ς	-----
· Συντήρηση ξύλου	Χρήση τοξικών συ-ντηρητικών	Χρήση αλάτων Βόρα-κα. Ανθεκτική Ξυλεία.
· Τούβλα και πλίνθοι	Φυσική Ραδιενέργεια	Να χρησιμοποιούν-ται υλικά με μικρή φυσική Ραδιενέργεια
· Προϊόντα Μπετόν	Φυσική Ραδιενέργεια. προσθετικά	Να μην χρησιμοποιού-νται προσθετικά προϊ-όντα με τέφρα λιγνι-τωρυχείου.
· Θερμομονωτικά Υλικά	Ίνες και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων.	Να επιλέγονται φυσι-κά μονωτικά υλικά.
1. Σύστημα θέρμανσης αερισμού και δροσισμού	Ανάπτυξη και μεταφο-ρά μικροοργανισμ-ών	Ορθός σχεδιασμός και συντήρηση του συστή-ματος
2. Υλικά Εσωτερικών χώρων · Συνθετικά ξύλα (plywood- LVL)	Εκπομπές φορμαλ-δεΐδης και πτητικών οργανικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμη-λής εκπομπής
· Φύλλα πλαστικού	Εκπομπές	Επιλογή υλικών

	οργανικών πτητικών ενώσεων	χαμηλής εκπομπής
· Γύψος / Γυψοσανίδες	Χαμηλές εκπομπές αλλά εστία συγκέντρωσης ρύπων	-----
· Κεραμεικά πλακάκια	Εκπομπές από κόλλες/ υλικά πλήρωσης αρμών	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
3. Καλύψεις τοίχων · Ταπετσαρία και χαρτί τοίχου	Φορμαλδεΐδη και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής. Καθυστερήση στη χρήση του κτηρίου μέχρι να μειωθούν οι εκπομπές
· Χρώματα	Αέριες εκπομπές από τα διαλυτικά και τα προσθετικά κατά και μετά τη χρήση	Επιλογή υλικών μειωμένης εκπομπής – Καθυστερήση στη χρήση του κτηρίου μέχρι να μειωθούν οι εκπομπές.
4. Καλύψεις δαπέδων · Χαλιά / μοκέτες	Οσμές και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων, συσσώρευση μικροβίων	Επιλογή μη συνθετικών προϊόντων συγκολλητικών υλικών χαμηλής εκπομπής, σχολαστικός καθαρισμός
· Μουσαμάς δαπέδου Lino leum	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
· Πλαστικά πατώματα από βινύλιο	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων μακροχρόνια	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
5. Επίπλωση	Φορμαλδεΐδη και εκπομπές οργανικών	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής – μή

	πτητικών ενώσεων από εξαρτήματα και υλικά επικάλυψης επιφανειών	επεξεργασμένη ξυλεία.
6. Εξοπλισμός και συσκευές	Οργανικές πτητικές ενώσεις και όζον απο φωτοαντιγραφικά και εκτυπωτές	Επιλογή συσκευών χαμηλής εκπομπής ρύπων – Χρήση συστημάτων εξαερισμού
7. Προϊόντα καθαρισμού	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή καθαριστικών χαμηλής εκπομπής

Πίνακας 2.5.1 Πηγές εσωτερικής ρύπανσης, παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται και προτεινόμενες ενέργειες αντιμετώπισης του προβλήματος.

Σε ότι αφορά τις « ανεκτές » συγκεντρώσεις των ρύπων στους εσωτερικούς χώρους, δεν υπάρχουν διεθνώς αποδεκτά πρωτότυπα. Παρακάτω (Πίνακας) δίδονται ενδεικτικά τα ανώτατα όρια συγκεντρώσεων ρύπων εσωτερικών χώρων που προτάθηκαν να ισχύσουν στις Ολυμπιακές εγκαταστάσεις του Σίδνεϋ εν όψει των Ολυμπιακών αγώνων.

Ρύπος	Ανώτερο όριο	Στοιχεία μέτρησης
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	10,000 mg.m ³ ή 9 ppm	Μέσος όρος 8ώρου Υπέρβαση ορίου: όχι πάνω από μια φορά ετησίως
Φορμαλδεΐδη (HCHO)	120 mg.m ³ ή 0,1 ppm	Καμία υπέρβαση ορίου
Μόλυβδος (Pb)	1.5 μg.m ³	Μέσος όρος τριμήνου
Οζόν (O3)	210 μg.m ³ ή 0,1 ppm 170 μg.m ³ ή 0.08 ppm	Μέγιστη ωριαία τιμ. Υπέρβαση ορίου όχι πάνω από μια φορά κατ' έτος. Μέσος όρος 4ώρου
Ραδόνιο (Rd)	200 Bq.m ³ ή 5.4 nCi.m ³	Μέσος ετήσιος όρος
Θειικά άλατα	15 μg.m ³	Μέσος ετήσιος όρος
Διοξείδιο του Θείου (SO2)	700 μg.m ³ ή 0.25 ppm 570 μg.m ³ ή 0.2 ppm 60 μg.m ³ 0.02 ppm	Μέσος όρος 10λέπτου Μέση ωριαία τιμή Μέσος ετήσιος όρος
Ολικά αιωρούμενα σωματίδια (TSP)	90 μg.m ³	Μέσος ετήσιος όρος
Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC)	500 μg.m ³	Μέση ωριαία τιμή

Πίνακας: 2.5.2 Όρια συγκεντρώσεων ρύπων εσωτερικών χώρων για το Σύδνεϋ Αυστραλίας.

14. Θερμικές, οπτικές και ενεργειακές ιδιότητες υλικών

Όπως προαναφέρθηκε η επιλογή των δομικών υλικών σχετίζεται με την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτηρίων συμπεριλαμβανομένης και της οπτικής και θερμικής άνεσης. Σχετίζεται επίσης με την κατανάλωση ενέργειας, αφού τα υλικά παίζουν ρόλο τόσο στην

συμπεριφορά του κελύφους, όσο και στη λειτουργία των εσωτερικών χώρων. Τα κριτήρια για την επιλογή των υλικών που χρησιμοποιούνται τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους συνοψίζονται παρακάτω.

15. Υλικά εσωτερικών χώρων και Υλικά της δομής των κτηρίων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εσωτερικούς χώρους καθώς και στην κατασκευή του κτηριακού κελύφους θα πρέπει, όπως προαναφέρθηκε να μην δημιουργούν ρύπανση στο εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου. Παράλληλα θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

Ψ Να συνεισφέρουν στην επίτευξη θερμικής άνεσης εντός των κτηρίων και στην ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης τόσο κατά την θερινή όσο και κατά την χειμερινή περίοδο. Τα υλικά του κελύφους (μονωτικά, τζάμια, κτλ), θα πρέπει να συντείνουν, κατά την ψυχρή περίοδο, στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών των κτηρίων και στη μεγιστοποίηση των θερμικών και ηλιακών κερδών. Παράλληλα, κατά την θερινή περίοδο, και για τις Ελληνικές κλιματικές συνθήκες, τα υλικά του εξωτερικού κελύφους θα πρέπει να εξασφαλίζουν την μέγιστη δυνατή ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και την μέγιστη δυνατή εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας προς το περιβάλλον. Να συνεισφέρουν στην δημιουργία βέλτιστης **οπτικής άνεσης** εντός των χώρων. Συγκεκριμένα τα υλικά, θα πρέπει να επιτρέπουν την αδιατάρακτη ροή του φωτός, να συμβάλλουν στην επίτευξη των ικανοποιών επιπέδων φωτισμού, να μην προκαλούν θάμβωση και να επιτρέπουν την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

16. Υλικά Εξωτερικών Χώρων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς χώρους θα πρέπει να έχουν χαμηλές έως μηδενικές εκπομπές προς το εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου, ενώ παράλληλα θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

Ψ Να συντελούν στη δημιουργία βέλτιστου θερμικού κλίματος στην περιοχή χρήσης τους. Για τις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες ενδείκνυται η χρήση « Ψυχρών υλικών » που παρουσιάζουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και μεγάλο συντελεστή εκπομπής.

Ψ Να μην υποβαθμίζουν το οπτικό περιβάλλον, δηλαδή να μην δημιουργούν θάμβωση και υπερφωτισμό σε γειτονικά κτήρια.

17. Υλικά και κριτήρια σε σχέση με το γενικό περιβάλλον

Όπως προαναφέρθηκε τα υλικά έχουν σημαντική επίδραση στο γενικότερο περιβάλλον. Η εφαρμογή των παραπάνω κριτηρίων για την προτιμότερη περιβαλλοντική επιλογή είναι συνυφασμένη με την γνώση των χαρακτηριστικών των διαθέσιμων υλικών. Επειδή η ποικιλία των υλικών που διατίθενται στο εμπόριο είναι μεγάλη, κρίνεται αναγκαίο, να παρουσιαστούν και να συζητηθούν τα χαρακτηριστικά των σημαντικότερων από αυτά.

18. Οικοδομική ξυλεία

Το ξύλο είναι ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί πολύ μικρή επεξεργασία ώστε να φτάσει στην τελική του προς χρησιμοποίηση μορφή. Οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή των διαθέσιμων τύπων ξύλου είναι η προέλευση, η διαδικασία παραγωγής, ο τύπος της επεξεργασίας καθώς και η ενέργεια που απαιτείται για την μεταφορά.

Το ξύλο είναι επίσης ένα ζωντανό δομικό υλικό. Προέρχεται από φυσικά δάση ή φυτείες και εξακολουθεί να ζει ακόμη και όταν έχει ενσωματωθεί σε μία κατασκευή. Η ιδιότητά του αυτή καθορίζει και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στην χρήση του. Το ξύλο, όταν χρησιμοποιείται σε εξωτερικές κατασκευές ή υγρούς χώρους προσβάλλεται από έντομα και μύκητες.

Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου περιέχουν, εκτός από οργανικούς διαλύτες βιοκτόνα, συστατικά που προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα. Στο εμπόριο κυκλοφορεί μια μεγάλη ποικιλία παρασκευασμάτων ξυλοπροστασίας που κατά κανόνα πριέχουν συνδυασμούς από εντομοκτόνες και μυκητοκτόνες ουσίες οι οποίες μετατρέπουν το ξύλο σε μόνιμη πηγή εκπομπής τοξικών ρύπων στον αέρα και τα νερά.

Η χρήση του ξύλου στις κατασκευές και η προστασία του είναι δυνατές χωρίς την προσφυγή σε τοξικά παρασκευάσματα. Η επιλογή όμως των κατάλληλων προϊόντων ξυλοπροστασίας είναι δύσκολη γιατί απαιτεί από τον χρήστη γνώσεις που συχνά δεν έχει και πληροφορίες που δεν του παρέχονται από τις οδηγίες και τις ενδείξεις που αναγράφονται στις συσκευασίες. Τα προϊόντα που φέρουν χαρακτηρισμούς « Βιολογικό», « οικολογικό » « εναλλακτικό » δέν είναι κατ' ανάγκη φιλικά προς το περιβάλλον και πολλές φορές δεν είναι ούτε καν αποτελεσματικά και δεν προφυλάσσουν το ξύλο από τη σήψη.

Τα βερνίκια που πρέπει να χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου είναι μόνον αυτά που φέρουν ένα διεθνώς αναγνωρισμένο οικολογικό σήμα, π.χ. Τον Γερμανικό « Μπλέ άγγελο ». Τα προϊόντα αυτά δεν είναι πλήρως απαλλαγμένα από τοξικές ουσίες, αλλά τα τοξικά τους συστατικά είναι περιορισμένα: Δεν περιέχουν βιοκτόνα αλλά μόνο μυκητοκτόνα, δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα (Pb, Cr, IV, Cd), η περιεκτικότητά τους σε φορμαλδεϋδη δεν υπερβαίνει τα 10 mg/kg και η περιεκτικότητά τους σε οργανικές πηκτικές οργανικές ενώσεις και επικίνδυνες ουσίες κυμαίνεται εντός των ορίων που επιβάλλει η νομοθεσία για την προστασία του αέρα και του νερού.

Η χρήση συνεπώς προϊόντων ξυλοπροστασίας πρέπει γενικώς να αποφεύγεται για να καταφεύγει κανείς σ' αυτήν μόνο όταν έχουν εξαντληθεί όλες οι άλλες δυνατότητες. Ορισμένοι απλοί κανόνες επιτρέπουν την αποφυγή χημικής ξυλοπροστασίας στους εσωτερικούς χώρους.

- Υ Το ξύλο που χρησιμοποιείται σε ξηρούς εσωτερικούς χώρους δεν χρειάζεται προστασία. Η προσβολή του από μύκητες δεν είναι πιθανή γιατί η ανάπτυξή τους προϋποθέτει υγρασία ξύλου άνω του 20 %.
- Υ Σε υγρότερους χώρους πρέπει να χρησιμοποιούνται προϊόντα ξύλου με φυσική ανθεκτικότητα στις μύκητες, όπως π.χ. προϊόντα ξύλου από δρύ. Το πρόβλημα στην περίπτωση αυτή είναι η υψηλότερη τιμή.
- Υ Το ξύλο που ενσωματώνεται στις κατασκευές πρέπει να είναι ξηρό και να αερίζεται καλά.
- Υ Στην περίπτωση που παρατηρείται προσβολή του ξύλου από έντομα, η εξόντωσή τους είναι δυνατή με την χρήση θερμού αέρα (υπάρχουν μέθοδοι θερμικής ξυλοπροστασίας στις οποίες έχει απονεμηθεί ο « γαλάζιος άγγελος ». Η χρήση τους είναι όμως πολύπλοκη και στην Ελλάδα δεν υπάρχει η σχετική τεχνογνωσία.

Στους εσωτερικούς χώρους, η χρήση χημικής ξυλοπροστασίας είναι αναπόφευκτη. Είναι όμως δυνατό να περιορισθεί πολύ αν λαμβάνονται τα ακόλουθα μέτρα:

- ÿ Το ξύλο δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Για τις ξύλινες κολώνες που χρησιμοποιούνται στις βεράντες υπάρχουν μεταλλικές βάσεις.
- ÿ Πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα ξύλα (π.χ. Από δρύ).
- ÿ Οι κάθετες τομές των κερμών πρέπει να καλύπτονται γιατί πρέπει να καλύπτονται γιατί από αυτές εισχωρεί ευκολότερα η υγρασία.
- ÿ Οι ξύλινες κατασκευές και οι προσόψεις πρέπει να αερίζονται καλά από όλες τις πλευρές ώστε και οι εσωτερικές επιφάνειες να στεγνώνουν γρήγορα.
- ÿ Οι ξύλινες κατασκευές και οι προσόψεις πρέπει κατά το δυνατόν να προστατεύονται από την βροχή με στέγαστρα. Καλό είναι η ποδιά των προσόψεων να απέχει πάνω από 30 εκατοστά από το έδαφος.
- ÿ Το ξύλο δεν πρέπει να υφίσταται μεγάλες φορτίσεις. Οι εντάσεις δημιουργούν ρωγμές στο ξύλο από τις οποίες εισδύει η υγρασία στο εσωτερικό του.
- ÿ Σε πολλές εφαρμογές η διάρκεια ζωής του ξύλου, ακόμη και χωρίς ξυλοπροστασία είναι μεγαλύτερη από την διάρκεια που απαιτεί η χρήση του. Στις περιπτώσεις αυτές δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιούνται ημικά μέσα.

Αν, ωστόσο η χρήση χημικής προστασίας είναι αναγκαία, καλό είναι να χρησιμοποιούνται προϊόντα ξύλου που έχουν ήδη υποστεί χημική κατεργασία σε βιομηχανικό επίπεδο.

19. Προϊόντα Ξύλου

Τα προϊόντα ξύλου αποτελούνται από ρινίσματα, ίνες ξύλου ή χαρτιού και συγκολλητικές ουσίες που συνήθως είναι φυσικές ή συνθετικές

ρητίνες και ανόργανα υλικά, όπως γύψος ή τσιμέντο. Τα πλέον εμπορικά από τα υλικά αυτά είναι το κόντρα πλακέ, οι φορμάϊκες οι μοριοσανίδες, οι ινόπλακες, και οι καπλαμάδες.

Το σημαντικότερο πρόβλημα των προϊόντων ξυλείας ενοπίζεται στην ρύπανση που προκαλείται κατά την χρησιμοποίηση συγκολλητικών ουσιών. Ιδιαίτερα όταν τα υλικά εμπεριέχουν φορμαλδεΰδη σε συγκέντρωση άνω των 6 mg/m^3 , υπάρχει σημαντικός κίνδυνος ρύπανσης του σωτερικού περιβάλλοντος. Παράλληλα η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή ορισμένων συγκολλητικών ουσιών είναι ιδιαίτερη υψηλή.

20. Χρώματα Βαφές

Τα χρώματα και οι βαφές ταξινομούνται με βάση τη σύνθεσή τους και τις ουσίες που περιέχουν. Τα κυριότερα συστατικά τους είναι οι συνδετικές ουσίες, τους διαλύτες, τα διογκωτικά και τα πρόσθετα. Στα πρόσθετα κατατάσσονται για παράδειγμα οι χρωστικές, τα στεγνωτικά, τα γυαλιστικά και τα αντιαφρώδη.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των χρωμάτων είναι η απελευθέρωση (κατά την διάρκεια των εργασιών βαφής, αλλά και μετά την στερέωσή τους οργανικών ενώσεων (υδρογονανθράκων). Αυξημένη συγκέντρωση αρωματικών υδρογονανθράκων στο εσωτερικό περιβάλλον των κτηρίων μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα υγείας στους ενοίκους. Επίσης, οι υδρογονάνθρακες συμβάλλουν στην γενική ατμοσφαιρική ατμοσφαιρική ρύπανση αντιδρώντας με NO_x και παράγοντας το « νέφος ». Επικίνδυνοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες περιέχονται για παράδειγμα για παράδειγμα στους διαλύτες.

Τα πρόσθετα επίσης έχουν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι χρωστικές για παράδειγμα, είναι πιθανόν να περιέχουν ιδιαίτερα επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, βαρέα μέταλλα. Σύμφωνα με τη νομοθεσία απαγορεύεται η χρήση ανθρακικού μολύβδου,

όξινου ανθρακικού μολύβδου και θειϊκού μολύβδου. Την περίπτωση όπου η περιεκτικότητα των χρωμάτων σε μολύβδο ξεπερνά το 0.15 % του βάρους των, είναι υποχρεωτική η αναγραφή σχετικής προειδοποίησης στη συσκευασία. Παράλληλα, δεν πρέπει να περιέχουν αρσενικό σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 0.3 %, και κάδμιο άνω του 0.01 %.

Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι χρωμάτων και τα κύρια χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται παρακάτω:

- Ψ **Ακρυλικές βαφές:** Οι βαφές του τύπου αυτού εμπεριέχουν ακρυλικές ρητίνες ως συνδετικά υλικά. Η περιεκτικότητα των οργανικών διαλυτών στις ακρυλικές βαφές είναι περιορισμένη στο 10 % της αντίστοιχης των συμβατικών χρωμάτων, ενώ ως διαλυτικό χρησιμοποιείται το νερό. Μειονέκτημά τους είναι ότι περιέχουν επιβλαβή συστατικά, π.χ. Αντιδιαβρωτικές ουσίες και έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή τους. Πάντως, τα υδατοδιαλυτά χρώματα είναι ένα από τα σοβαρότερα κριτήρια για την απόδοση « οικολογικού σήματος ».
- Ψ **Φυσικά χρώματα:** Το πλεονέκτημα των φυσικών χρωμάτων συνίσταται στην χρήση συστατικών φυτικής ή ζωϊκής προέλευσης, σε αντίθεση με τους υπολοίπους τύπους χρωμάτων που χρησιμοποιούν πετρέλαι ως βάση. Τα απόβλητα των φυτικών χρωμάτων είναι γενικά βιοδιασπώμενα. Από την άλλη όμως μεριά, η χρησιμοποίηση αρωματικών υδρογονανθράκων στους διαλύτες αποτελεί πρόβλημα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.
- Ψ **Βραστές βαφές:** Οι βαφές αυτού του τύπου είναι φυσικές και παράγονται με μακράς διάρκειας βράσιμο φυτικών προϊόντων. Περιέχουν θειϊκό σίδηρο ως συντηρητικό, νερό και φυσικές χρωστικές. Το είδος αυτό των βαφών προκαλεί πολύ μικρή ρύπανση και χρησιμοποιείται κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες. Δεν μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί σε εξωτερικά κουφώματα.

Ψ **Βαφές Alkyd**: Τα χρώματα αυτά περιέχουν alkyd ως συνδετικό προϊόν και αρωματικούς υδρογονάνθρακες ως διαλυτικό. Όλα τα συμβατικά χρώματα ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Εξελιγμένη μορφή του τύπου αυτού των χρωμάτων αποτελούν τα χρώματα με « Υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά ». Το πλεονέκτημά τους είναι ότι περιέχουν μικρότερη ποσότητα οργανικών διαλυτών.

21. Συνθετικά Υλικά

Τα συνθετικά υλικά κατασκευάζονται με βάση το πετρέλαιο και καλύπτουν ένα τεράστιο φάσμα υλικών που είναι ευρύτερα γνωστά ως πλαστικά. Εκτιμάται ότι περίπου το 4 % της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή συνθετικών υλικών. Οι βιομηχανικές διεργασίες παραγωγής συνθετικών υλικών ξεκινούν από τα διυλιστήρια όπου η πρωτογενής επεξεργασία του πετρελαίου επιτρέπει την παραγωγή των απαραίτητων πρώτων υλών όπως το αιθυλαίνιο, το στυρένιο, το βενζόλιο και το προπυλένιο. Οι διεργασίες αυτές απαιτούν σημαντικά ποσά ενέργειας ενώ προκαλούν εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs). Με βάση τα παραπάνω πρωτογενή προϊόντα παράγονται τα τελικά συνθετικά υλικά. Οι ακολουθούμενες βιομηχανικές διεργασίες ποικίλουν ανάλογα με το προϊόν, αλλά όλες σχεδόν απαιτούν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση ενώ σχεδόν πάντοτε προκαλούνται εκπομπές VOCs και παράγονται επιβλαβή απόβλητα.

Το σημαντικότερο πρόβλημα των συνθετικών υλικών συνδέεται με την αποικοδόμηση και αφομοίωσή τους. Δεδομένου ότι τα υλικά αυτά διασπώνται δύσκολα, προκαλούν διαρκείας ρύπανση στον αέρα, το νερό και το έδαφος. Η καύση των υλικών αυτών οδηγεί στην απελευθέρωση ιδιαίτερα επιβλαβών ουσιών, που ποικίλουν ανάλογα με το είδος του υλικού και την ποιότητα της καύσης. Κατά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ανακυκλώσιμα συνθετικά υλικά, γνωστά ως θερμοπλαστικά. Τα υλικά αυτά αποικοδομούνται σε κοκκώδη υλικά.

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά των σημαντικότερων συνθετικών υλικών που χρησιμοποιούνται ως δομικά στοιχεία.

Ψ **Πολυαιθυλένιο και Πολυπροπυλένιο:** Είναι απλά πλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σωλήνων, προφίλ, διαφανών δοχείων, πλαστικών δαπέδων, μεμβρανών κτλ. Είναι θερμοπλαστικά και ανακυκλώσιμα. Παρασκευάζονται με διαδικασίες πολυμερισμού. Οι εκπομπές κατά την παραγωγή τους είναι σχετικά περιορισμένες και δεν προκαλούν ρύπανση κατά τη χρήση τους. Χάρη στην σχετική καθαρότητά τους, η καύση τους δεν προκαλεί σημαντική ρύπανση.

Ψ **Ασφαλτικά υλικά:** Τα συνθετικά ασφαλτικά προέρχονται από ειδικούς τύπους πετρελαίου. Περιέχουν ελάχιστη ποσότητα πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κάλυψη οροφών.

Προκαλούν ρύπανση που οφείλεται στη έκλυση μακρομοριακών υδρογονανθράκων. Τα συνθετικά ασφαλτικά υλικά είναι θεωρητικά δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθούν. Αυτό όμως συμβαίνει σπάνια λόγω των προσμίξεων που περιέχονται στα ασφαλτικά απόβλητα.

EPDM (καουτσούκ ή ελαστομερή): Τα συνθετικά αυτά υλικά, γνωστά ως EPDM, (Ethylene Propylene Diene Monomer), είναι πολυμερή υλικά που παράγονται με βάση το μονομερές αιθυλένιο, το προπυλένιο και κυρίως το κυκλοπενταδιένιο. Η ρύπανση που προκαλείται κατά την παραγωγή του είναι ελάχιστη. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό, όμως η επεξεργασία του είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος.

Πολυουρεθάνη: Παρασκευάζεται κυρίως από πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Είναι προϊόν πολυμερισμού και προσθήκης αλκοολών και ισοκυανικών ενώσεων που είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για την ανθρώπινη

υγεία. Τα προϊόντα πολυουρεθάνης χρησιμοποιούνται ως μονωτικά, στεγανοποιητικά, βερνίκια και κόλλες. Η έκλυση των τοξικών ισοκυανικών ενώσεων προκαλεί σημαντική ρύπανση. Κατά την καύση των προϊόντων της πολυουρεθάνης παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και υδροκυάνιο τα οποία είναι ιδιαίτερα ισχυρά δηλητήρια. Η διάθεση των προϊόντων της πολυουρεθάνης προκαλεί επίσης σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα καθώς προκαλεί ρύπανση στο έδαφος και στα νερά.

ESP (Διογκωμένη ή διηλασμένη πολιστερίνη): Η παραγωγή των προϊόντων αυτών προκαλεί εκπομπή βενζολίου και στυρενίου. Η ανακύκλωσή τους είναι τεχνικά δυνατή, αλλά πραγματοποιείται σπάνια.

Πολυβινυλωρίδιο, (PVC): Το πολυβινυλωρίδιο είναι ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα συνθετικά υλικά. Είναι θερμοπλαστικό υλικό και παράγεται με βάση το πετρέλαιο και το χλώριο. Υπολογίζεται ότι μόνο στη Γερμανία το 25 % του διαθέσιμου χλωρίου καταναλώνεται για την παραγωγή υλικών PVC Παράγεται με βάση το χλωροαιθυλένιο, το οποίο μετασχηματίζεται αρχικά σε διχλωροαιθυλένιο, EDC, και κατόπιν σε μονομερές βινυλωρίδιο. Το PVC τελικά παράγεται με πολυμερισμό του μονομερούς βινυλωριδίου, υλικού αποδεδειγμένα καρκινογόνου. Κατά την παραγωγή του PVC διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες βινυλωριδίου, υδραργύρου και διοξινών.

Λόγω της σχετικά χαμηλής περιεκτικότητάς του σε πετρέλαιο, η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή του PVC είναι μικρή. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε χλώριο, η καύση του παράγει ιδιαίτερα επιβλαβή συστατικά όπως οι διοξίνες, το χλωροβενζόλιο, τα φουράνια, κτλ. Κατά την διάρκεια της χρήσης του εκπέμπονται από το PVC αλειφατικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες, αλκυλοφαινόλη, ακυκλικοί και αρωματικοί εστέρες του ανθρακικού οξέος, κτλ.

Για την βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του PVC χρησιμοποιούνται μια σειρά από προσθετικές ουσίες με ιδιαίτερα επιβλαβείς

ιδιότητες. Πολλά από τα πρόσθετα αυτά περιέχουν βαρέα μέταλλα (η συνολική ρύπανση από Κάδμιο π.χ. Οφείλεται σε ποσοστό 20-30 % στο PVC).

Το PVC είναι ανακυκλώσιμο υλικό. Η ανακύκλωσή του επιλύει εν μέρει το πρόβλημα των αποβλήτων και μειώνει την ρύπανση κατά την παραγωγή του. Ήδη σημαντικό μέρος του χρησιμοποιούμενου PVC ανακυκλώνεται. Στο εμπόριο κυκλοφορούν υλικά με περιεκτικότητα σε ανακυκλωμένο PVC ως και 80 %.

Κατά τα τελευταία χρόνια λόγω κυρίως των προβλημάτων ρύπανσης κατά την παραγωγή και την διάθεση που δημιουργεί η χρήση PVC καταβάλλεται προσπάθεια για την αντικατάσταση του υλικού αυτού. Ως εναλλακτικά υλικά είναι δυνατόν, μεταξύ άλλων, να χρησιμοποιηθούν τα κεραμικά, το ξύλο, το πολυαιθυλένιο, το πολυπροπυλένιο.

22. Οικοδομικά υλικά από ορυκτά

Το κυριότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα των υλικών αυτών σχετίζεται με την εξόρυξή τους που προκαλεί, μεταξύ άλλων, εκπομπή αιωρούμενων στερεών και ρύπανση των υπογείων νερών. Ταυτόχρονα, η ενέργεια που απαιτείται για την μεταφορά των υλικών αυτών τόσο κατά την τελική απόθεσή τους μετά τις κατεδαφίσεις είναι συνήθως ιδιαίτερα μεγάλη.

Η διαδικασία παραγωγής τους είναι ιδιαίτερα απλή, ενώ τα υλικά του είδους αυτού είναι ανακυκλώσιμα σε διαφορετικές μορφές.

Ψ **Σκυρόδεμα:** Το σκυρόδεμα αποτελείται σε ποσοστό περίπου 53 % πό χαλίκι, 26 % από άμμο, 14 % από τσιμέντο και 7 % από νερό. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με το σκυρόδεμα εντοπίζονται κυρίως στα προβλήματα που συνεπάγεται η εξόρυξη των πρώτων υλών και η παραγωγή του τσιμέντου (υψηλή κατανάλωση ενέργειας, εκπομπές αερίων και στερεών ρύπων, έκλυση ραδιενέργειας από υλικά που περιέχονται στα καύσιμα.). Η ενέργεια που απαιτείται για την παρασκευή του ίδιου σκυροδέματος είναι μικρή. Ωστόσο οι εργασίες που σχετίζονται με το οπλισμένο σκυρόδεμα στα κτήρια κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στην συνολική κατανάλωση ενέργειας μιας κτηριακής κατασκευής.

Ψ **Γύψος:** Το σημαντικότερο από τα περιβαλλοντικά προβλήματα του γύψου σχετίζεται με την ρύπανση και την αλλοίωση που προκαλείται στην φύση κατά την εξόρυξή του. Παράλληλα δεν είναι ανακυκλώσιμο υλικό. Υποκατάστατο του φυσικού γύψου αποτελεί ο βιομηχανικός γύψος ο οποίος περιέχει λιγότερα βαρέα μέταλλα και ραδιενεργά στοιχεία από τον φυσικό. Εντούτοις, μια ποικιλία βιομηχανικού γύψου, ο λεγόμενος φωσφορικός γύψος ενδέχεται να περιέχει πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και ραδιενεργών στοιχείων κι δεν προτείνεται η χρησιμοποίησή του σε οικοδομικές εργασίες,

Ψ **Γυαλί:** Το γυαλί παράγεται από χαλαζιακή άμμο που βρίσκεται άφθονη στην φύση Βασικά συστατικά του είναι το διοξείδιο του πυριτίου, (70 %), το οξείδιο του ασβεστίου, (14 %), και το οξείδιο του νατρίου. Κανένα από τα παραπάνω συστατικά δεν θεωρείται σπάνιο ή ρυπογόνο. Το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα του γυαλιού είναι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του. Το γυαλί είναι εξαιρετικά ανακυκλώσιμο υλικό.

Ψ **Κεραμικά:** Η άργυλος αποτελεί τη βάση για την δημιουργία των κεραμικών. Η ενέργεια για την παραγωγή τους είναι υψηλή λόγω μεγάλων θερμοκρασιών που απαιτεί το ψήσιμο των κεραμικών. Τα κεραμικά υλικά είναι ανακυκλώσιμα.⁴¹

¹⁴ « ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ » ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ. Εκδ. Ελληνικά γράμματα . Αθήνα Ιούνιος 2000

23. Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων

Για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας που συλλέγεται από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, θα πρέπει να επιλεγούν δομικά στοιχεία με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Το μέτρο αυτό παίζει σημαντικό ρόλο κυρίως σε βιοκλιματικά κτίρια και χώρους συνεχούς χρήσης, καθώς και σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο. Η αποθηκευμένη θερμότητα μεταδίδεται στον εσωτερικό χώρο με χρονική καθυστέρηση, η οποία μπορεί να υπολογιστεί έτσι, ώστε να συμπέσει με τις βραδινές ώρες κατά τις οποίες παρουσιάζονται και οι μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση των χώρων.

Σε πολλά παραδείγματα βιοκλιματικών κτιρίων, τα παθητικά συστήματα συνδυάζονται συνήθως με ειδικά σχεδιασμένες αποθήκες θερμότητας, το ρόλο των οποίων παίζουν, εκτός από τα ίδια τα δομικά στοιχεία του κελύφους (δάπεδα και τοιχοποιίες), ειδικά διαμορφωμένοι χώροι γεμάτοι με υλικά που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας (λίθοι, δοχεία νερού κ.ά.), τα οποία και αποδίδουν στο χώρο τη θερμότητα είτε εξαναγκασμένα (με χρήση ανεμιστήρων) όποτε αυτό κριθεί αναγκαίο, είτε με φυσικό τρόπο. Η ύπαρξη, το είδος και η έκταση της θερμικής αποθήκης εξαρτάται κυρίως από τα αναμενόμενα θερμικά οφέλη από τα παθητικά συστήματα, από τη χρήση των χώρων ή του κτιρίου γενικότερα (συνεχόμενη ή διακοπτόμενη λειτουργία) και βέβαια από την ένταση των καιρικών φαινομένων τη θερινή περίοδο (ακτινοβολία, θερμοκρασίες).

24. Μέτρα που αφορούν στη θερινή περίοδο

Για την αποφυγή των υπερθερμάνσεων την περίοδο του καλοκαιριού, από τα πλέον αποτελεσματικά μέτρα που θα μπορούσε να προβλέψει κανείς ή και να ενισχύσει κατά το δυνατό περισσότερο αφορούν:

1. στη βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών με την κατάλληλη φύτευση για σκίαση και εξατμιστικό δροσισμό, στην επιλογή επιστρώσεων με υλικά μεγάλης ανακλαστικότητας, καθώς και στην πρόβλεψη υδάτινων επιφανειών για ενίσχυση και πάλι του εξατμιστικού δροσισμού.
2. στην επιλογή των κατάλληλων ηλιοπροστατευτικών διατάξεων ανάλογα με τον προσανατολισμό των όψεων (οριζόντιες διατάξεις στο Νότο, κατακόρυφες στην Ανατολή και Δύση με σωστή κλίση σε σχέση

με την πορεία των ηλιακών ακτίνων), έτσι ώστε να απομακρυνθεί η ηλιακή ακτινοβολία από το περίβλημα του κτιρίου. Για τον ίδιο σκοπό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ειδικοί κρύσταλλοι στα παράθυρα και τις πόρτες, οι οποίοι να μειώνουν κυρίως τη διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω των ευαίσθητων διαφανών στοιχείων (ανακλαστικοί, απορροφητικοί ή χαμηλής εκπομπής υαλοπίνακες).

3. στην επιδίωξη διαμερούς αερισμού των χώρων και κυρίως στην πρόβλεψη ή ενίσχυση του νυχτερινού αερισμού τους για την αποφόρτιση των δομικών στοιχείων από τη θερμότητα που συσσωρεύεται κατά τις ώρες αιχμής. Ιδίως για μεσογειακά κλίματα, όπου παρατηρούνται μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ ημέρας και νύχτας, το τελευταίο θεωρείται αναγκαίο για το φυσικό δροσισμό των κτιρίων. Αν το μέτρο αυτό δεν μπορεί να ικανοποιηθεί από τα υπάρχοντα ανοίγματα στις όψεις του κτιρίου, τότε η χρήση ανοιγμάτων στην οροφή του κτιρίου, ή η κατασκευή ηλιακής καμινάδας για την επιτάχυνση απαγωγής του θερμού αέρα από το κτίριο, ή ανεμόπυργου για την εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα, θα αποτελούσαν μερικές από τις δοκιμασμένες στην πράξη αποτελεσματικές τεχνικές.

4. στη χρήση υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Το μέτρο αυτό συνεπάγεται, όπως ήδη αναφέρθηκε, τη χρονική καθυστέρηση μετάδοσης της θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους, σε ώρες που μπορεί να υπολογιστούν, έτσι ώστε να συμπίπτουν με τη μείωση των εξωτερικών θερμοκρασιών τις βραδινές ώρες. Αν το παραπάνω συνδυαστεί και με το νυχτερινό αερισμό των χώρων, τότε πράγματι επιτυγχάνεται και ο δροσισμός των χώρων με φυσικό τρόπο.

5. στην κατασκευή ανοιχτόχρωμων επιχρισμάτων, για την ελαχιστοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται και τη μεγιστοποίηση της ανακλώμενης.

6. στην ενίσχυση του φυσικού φωτισμού των χώρων, ώστε να περιοριστεί η χρήση του τεχνητού φωτισμού και συνεπώς να περιοριστούν τα εσωτερικά θερμικά φορτία. Στην ίδια κατεύθυνση συμβάλλει και η χρήση ηλεκτρικών και φωτιστικών στοιχείων υψηλής απόδοσης.

Σε ποιον τομέα θα αποφασίσει ο μελετητής να δώσει μεγαλύτερο βάρος, σε μέτρα για τη χειμερινή ή καλοκαιρινή περίοδο, εξαρτάται προφανώς από τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής και φυσικά από τη χρήση του κτιρίου (ξενοδοχείο ή κατοικία θερινών διακοπών, μόνιμη κατοικία, κτίριο γραφείων κ.λπ.). Γενικά όμως θα μπορούσε να

ισχυριστεί κανείς ότι ένα βιοκλιματικό κτίριο οφείλει να συμπεριφέρεται ορθά και στις δύο περιόδους.

Βέβαια μεγάλη παράλειψη θα ήταν αν δεν αναφερόταν κανείς και στα μέτρα που θα έπρεπε να παρθούν για τη βελτίωση του φυσικού φωτισμού των εσωτερικών χώρων και συνεπώς για την περιστολή των καταναλώσεων και στον τομέα του τεχνητού φωτισμού. Το θέμα αυτό θα μπορούσε από μόνο του να αποτελέσει αντικείμενο ειδικής παρουσίασης. Γενικά επισημαίνεται ότι σε έναν ολοκληρωμένο βιοκλιματικό σχεδιασμό, κανείς θα έπρεπε να ασχοληθεί σοβαρά και με τα τρία θέματα, δηλαδή την παθητική θέρμανση, το φυσικό δροσισμό και φωτισμό των κτιρίων, έτσι ώστε και η κατανάλωση ενέργειας να περιοριστεί και η ποιότητα ζωής στους εσωτερικούς χώρους να βελτιωθεί μέσα από ένα περιβάλλον που θα θερμαίνεται, θα ψύχεται και θα φωτίζεται με φυσικό κατά το δυνατό τρόπο. Και για τους τρεις βασικούς τομείς που εξετάζονται στα πλαίσια της βιοκλιματικής αντιμετώπισης των κτιρίων, ο μελετητής θα όφειλε να ελέγξει τις προτάσεις του και υπολογιστικά, έτσι ώστε να αποφευχθούν λάθη ή παραλείψεις που θα απομάκρυναν το κτίριο από το βασικό του στόχο, δηλαδή της ένταξής του στην κατηγορία των κτιρίων "χαμηλής κατανάλωσης ενέργεια". Το υπολογιστικό αυτό στάδιο, μέσω αξιόπιστων προσομοιωτικών μεθόδων, θεωρείται απαραίτητο ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού, διότι οποιεσδήποτε βελτιωτικές παρεμβάσεις μετά την ολοκλήρωση του έργου αποδεικνύονται και οικονομικά ασύμφορες και δημιουργούν όχληση στην ομαλή λειτουργία του κτιρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ¹ « ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ » ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ. Εκδ. Ελληνικά γράμματα . Αθήνα Ιούνιος 2000
- ² ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ « ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ » Τεύχος 65, Μάρτιος 2002
- ³ ΚΩΣΤΑΣ. ΣΤΕΦ. ΤΣΙΠΗΡΑΣ « ΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΠΙΤΙ » . Τέταρτη έκδοση. Η φιλοσοφία, η μελέτη και η κατασκευή ενός οικολογικού σπιτιού. Εκδ. « Νέα σύνορα » - Α.Α. Λιβάνη
- ⁴ M. Wachbergen Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην κατασκευή των κτηρίων. Εκδ. Γκιούρδας Αθήνα 1988.
- ⁵ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ « ΚΤΙΡΙΟ » Νέες τεχνολογίες στις όψεις κτηρίων, Οπτικές ίνες και αρχιτεκτονικός φωτισμός, Ασφαλτικά υλικά, Ποιότητα αέρα στα εκπαιδευτικά κτήρια, Ανιούσα υγρασία στην τοιχοποιία. Οκτώβριος 2004 Τεύχος 165
- ⁶ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ « ΚΤΗΡΙΟ » Ενεργειακός σχεδιασμός προσόψεων κτηρίων. Τεύχος 135
- ⁷ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ « ΚΤΗΡΙΟ » Ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων. Τεύχος 131 Φεβρουάριος 2001
- ⁸ ΑΡΘΡΟ των: Κ. ΜΠΑΛΑΡΑ, Κ. ΔΡΟΥΤΣΑ, Α. ΑΡΓΥΡΙΟΥ, της ομάδας Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Μέθοδος αξιολόγησης υφιστάμενων πολυκατοικιών
- ¹² ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Preparation of environmental Impact statements, Final Regulations, 14th April, 1975, Wasington, D.S. (Vol. 40, No. 72)
- ¹³ COUNCIL OF ENVIROMENTAL QUALITY< PREPARATION OF ENVIROMENTAL IMPACT ASSESSMENTS, Guidelines, Washington, 1st August 1973
- ¹⁴ ΥΠΕΘΟ/ ΥΠΕΧΩΔΕ – ΜΕΚ (Μικτή Επιτροπή καθοδήγησης για τα δημόσια έργα). Υποεπιτροπή της επιτροπής παρακολούθησης του ΚΠΣ , σειρά εγχειριδίων 4, Δ. Οικονομίδης, Οδηγός περιβαλλοντικής αδειοδότησης, Αθήνα, 1998.
- ¹⁵ Ν. Χρυσομαλλίδου: "Θερμική συμπεριφορά κτιρίων - Παθητικά συστήματα θέρμανσης" Ηλιακή ενέργεια και εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια αστικού περιβάλλοντος - ΚΕΝΕ 1994 σελ. 19-35
- ¹⁶ Ν. Χρυσομαλλίδου: "Παράμετροι σχεδιασμού, κατασκευής και χρήσης των κτιρίων που επηρεάζουν την ενεργειακή τους συμπεριφορά. Οικονομική αξιολόγηση με συσχετισμό της δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας και των πρόσθετων σχετικών δαπανών" Διδακτορική διατριβή Πολυτεχνική Σχολή ΑΠΘ 1987
- ¹⁷ Μ. Παπαδόπουλος - Ν. Χρυσομαλλίδου - Γ. Οικονομίδης - Α. Παπαδόπουλος "Η επίδραση της ενεργειακής συμπεριφοράς των ενοίκων στο θερμικό ισοζύγιο των κτιρίων" 4ο Εθνικό Συνέδριο ΙΗΤ "Ήπιες μορφές ενέργειας" σελ. ΗΕΠ 25-31 Τόμος Α'