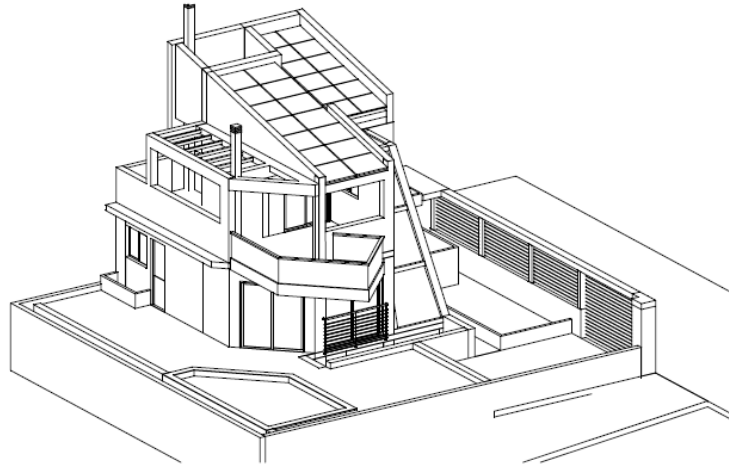




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"



**“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός
και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων / χρήση
ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών:
το παράδειγμα μιας κατοικίας ”**

Φραγκούλη Ισμήνη

Αρχιτέκτων μηχανικός Πανεπιστημίου Πατρών

Διπλωματική εργασία η οποία υποβάλλεται
για ολοκλήρωση των απαιτήσεων του (Δ.Π.Μ.Σ.)
"ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"

Αθήνα, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010

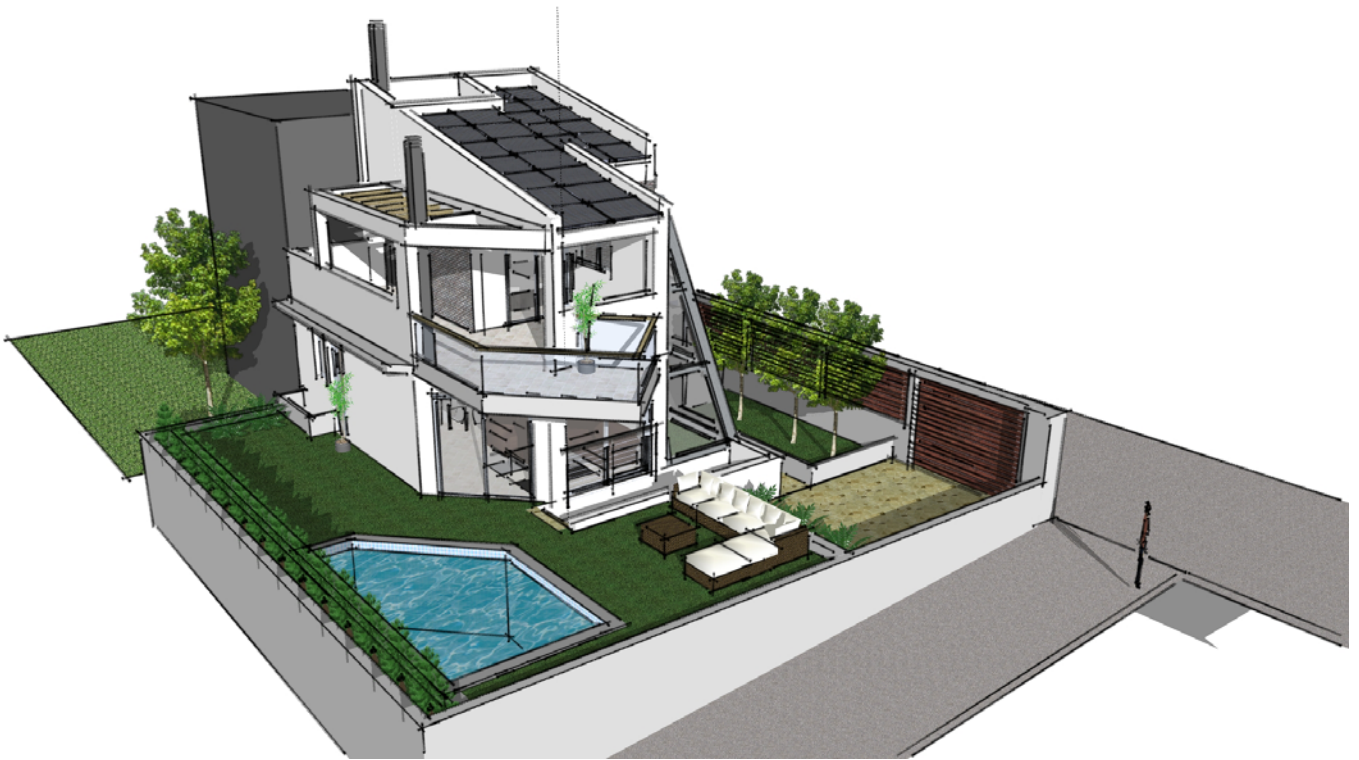
**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Τριμελής επιτροπή:

Κουτσόπουλος Κ., Καθηγητής Ε.Μ.Π. (επιβλέπων)
Καλιαμπάκος Δ., Αν. καθηγητής Ε.Μ.Π. (συνεπιβλέπων)
Κορωναίος Χρ., Αν. καθηγητής Α.Π.Θ. (συνεπιβλέπων)
Σαγιάς Ι., Λέκτορας Ε.Μ.Π.

**“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και
ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων / χρήση ανάλυσης κύκλου
ζωής των υλικών:**

το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι δραστηριότητες το ανθρώπου έχουν προκαλέσει πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία εντείνονται και επιδεινώνονται συνεχώς στην διάρκεια των χρόνων. Τα προβλήματα αυτά αφορούν σε κλιματικές μεταβολές, αραίωση του στρώματος του όζοντος, ελάττωση της βιοποικιλότητας, νέφος των πόλεων, διαχείριση των υδάτων, υποβάθμιση των ακτών κ.α. και η επίλυσή τους είναι από δύσκολη ως μη ανατρέψιμη.

Οι κλιματικές μεταβολές θα ενταθούν, εάν δεν ληφθούν μέτρα μείωσης των εκπομπών που δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κυρίως διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), με αποτέλεσμα την αύξηση της στάθμης της θάλασσας και την εμφάνιση ακραίων καιρικών καταστάσεων, ενώ η συνεχιζόμενη αύξηση της υπερϊώδους ακτινοβολίας θα επιτείνει τα προβλήματα τόσο στις ακτές όσο και στα ορεινά τμήματα.

Ακόμη, το ενεργειακό είναι άλλο ένα πρόβλημα που συνδέεται με την εξάντληση φυσικών πόρων και τη μόλυνση του περιβάλλοντος και τη στροφή προς την αξιοποίηση των ανεξάντλητων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα, η υδραυλική, η γεωθερμία κ.λ.π.

Το πρόβλημα της ενέργειας εντοπίζεται στον κτιριακό τομέα καθώς είναι τεράστιες οι ανάγκες σε ενέργεια που πρέπει να καλυφθούν. Η στροφή σε εναλλακτικές μορφές παραγωγής ενέργειας θα οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), και κατά συνέπεια σε βελτίωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Επίσης, η οικολογική και βιοκλιματική δόμηση από την πλευρά τους παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Η ανάπτυξη τέτοιων τεχνολογιών θα ήταν πολύ ωφέλιμες όχι μόνο στην διαβίωση των χρηστών των κτιρίων, αλλά και στην βελτίωση της εικόνας του πλανήτη γενικότερα.

Στο σημείο αυτό, θα ήταν σκόπιμο να αναγνωριστεί η συμβολή των ατόμων που βοήθησαν στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας και που χωρίς την πολύτιμη βοήθειά τους το έργο αυτό θα ήταν πολύ πιο δύσκολο.

Θερμά ευχαριστώ στους κυρίους Χριστόφη Κορωναίο, καθηγητή ΑΠΘ, Δημοσθένη Νικολαΐδη, Πολιτικό μηχανικό, Στέφανο Μπαμπατζάνη, Μηχανολόγο μηχανικό, Δήμου Τατιάνα, Αρχιτέκτονα μηχανικό και γενικότερα σε όλους όσους με μικρό ή μεγάλο ρόλο βοήθησαν στην ολοκλήρωση του έργου αυτού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ και ΠΙΝΑΚΩΝ	xiii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	xxi
ABSTRACT	xxiii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	xxv

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1: ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΓΗΣ

1.1 ΓΕΩΒΙΟΛΟΓΙΑ	2
1.1.1 Ακτινοβολία Χάρτμαν	2
1.1.2 Δίκτυο Χάρτμαν και Αρχιτεκτονική	4
1.2 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ	6
1.3 ΚΟΣΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	7
1.4 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	8
1.5 ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	11
1.5.1 Το ραδόνιο	12
1.5.2 Στρατηγικές για την μείωση του ραδονίου	13
1.5.3 Κατασκευαστικές μέθοδοι αποφυγής του ραδονίου στην οικοδομή	14

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2: ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	17
2.2 ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ	18
2.2.1 Φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας	20
2.2.1.1 Παράγοντες δημιουργίας του φαινομένου της Θερμικής Νησίδας	20
2.2.1.2 Το φαινόμενο της Θερμικής Νησίδας στην Αθήνα	21
2.2.1.3 Επιπτώσεις του φαινομένου της Θερμικής Νησίδας	22
2.2.1.4 Κυκλοφορία του αέρα στον αστικό χώρο	23
2.2.2 Φαινόμενο της Αστικής Χαράδρας	24
2.2.3 Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου	26
2.3 ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	27
2.3.1 Ιδιότητες των υλικών – Νέα υλικά	29
2.3.2 Τα υλικά στην πόλη	29
2.3.3 Το πράσινο στην πόλη	29

3.8.1	Τι είναι τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα;	77
3.8.2	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων	79
3.8.3	Πώς λειτουργούν τα Φωτοβολταϊκά κελιά	81
3.8.4	Πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών ως πηγή ενέργειας	82
3.8.5	Το οικονομικό κόστος των Φ/Β συστημάτων στα κτίρια	83
3.9	ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ – ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ / ΨΥΞΗΣ	84
3.9.1	Ηλιοπροστασία – σκιασμός	87
3.9.1.1	Σταθερά σκίαστρα	88
3.9.1.2	Κινητά σκίαστρα	89
3.9.1.3	Σκίαση από δένδρα	90
3.9.1.4	Σκίαση από γειτονικά κτίρια	91
3.9.1.5	Ειδικά κρύσταλλα	92
3.9.1.6	Ανακλαστικά επιχρίσματα	93
3.9.1.7	Φράγμα ακτινοβολίας	94
3.9.1.8	Βλάστηση – φυτεμένα δώματα	95
3.9.2	Φυσικός αερισμός	100
3.9.2.1	Πύργος αερισμού	102
3.9.2.2	Ηλιακή καμινάδα	103
3.9.2.3	Διαμπερής αερισμός	104
3.9.2.4	Αεριζόμενο κέλυφος	105
3.9.3	Φυσική ψύξη – δροσισμός	106
3.9.3.1	Δροσισμός από εξάτμιση	107
3.9.3.2	Δροσισμός από το έδαφος	108
3.9.3.3	Δροσισμός από ακτινοβολία	109
3.10	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	110
3.11	ΦΩΤΙΣΜΟΣ	112
3.11.1	Φυσικός φωτισμός και ευεξία ενοίκων	114
3.11.2	Οπτική άνεση	115
3.11.3	Φυσικός φωτισμός και εξοικονόμηση ενέργειας	117
3.11.4	Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού	118
3.11.4.1	Ανοίγματα οροφής	118
3.11.4.2	Αίθρια	120

3.11.4.3	Ηλιοπροστασία	121
3.11.4.4	Φωτοσωλήνες	123
3.11.4.5	Φωταγωγοί	124
3.11.4.6	Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά	124
3.11.4.7	Ράφια φωτισμού	125
3.11.4.8	Ανακλαστικές περσίδες	125
3.11.4.9	Διαφανή μονωτικά υλικά	126
3.12	ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	127
3.12.1	Δομικά υλικά και τοξικότητα	127
3.12.2	Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου	129
3.12.3	Θερμομονωτικά υλικά	130
3.12.3.1	Θερμομονωτικά υλικά συμβατικά και μη	131
3.12.3.2	Διαφανής θερμομόνωση	132
3.12.4	Κριτήρια επιλογής δομικών υλικών	132
3.12.5	Υλικά νέας τεχνολογίας – PCM	133
3.12.5.1	Τι είναι τα PCM	133
3.12.5.2	Κατηγορίες PCM	135
3.13	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	136
3.13.1	Συμπεριφορά των χρηστών	136
3.13.2	Τεχνικές παρεμβάσεις για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια	137
3.13.3	Η σημερινή κατάσταση των κτιρίων	137
3.13.4	Προοπτικές εξέλιξης και η αναγκαιότητα λήψης μέτρων	138
3.13.5	Δυνατότητες παρέμβασης	138
3.13.6	Εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια	138
3.13.7	Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου	139
3.13.8	Επεμβάσεις στους εξωτερικούς τοίχους	139
3.13.9	Τεχνικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας	141
3.13.10	Θερμική ακτινοβολία – Ακτινοβολία θερμότητας	141
3.13.11	Απόρριψη θερμότητας στο έδαφος	142
3.13.12	Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο	142
3.13.13	Υποχρεωτική εκπόνηση ενεργειακής μελέτης βιοκλιματικού σχεδιασμού για όλα τα νέα κτίρια	142
3.13.14	Μέτρα ελαχιστοποίησης της ενέργειας	143

3.13.15	Ολοκληρωμένο επιστημονικό πρόγραμμα ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας	143
3.14	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	144
3.14.1	Παράδειγμα εφαρμογής στο εξωτερικό	144
3.14.2	Παράδειγμα εφαρμογής στην Ελλάδα	146
3.15	ΣΗΜΑΣΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	148

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

4.1	ΓΕΝΙΚΑ	151
4.2	ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ	151
4.3	ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΤΙΡΙΟ	153
4.4	ΒΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ	155
4.4.1	Το υπέδαφος	157
4.4.2	Θέση και κλίση του εδάφους	159
4.4.3	Προσανατολισμός	159
4.4.4	Εκπομπές ακτινοβολιών	159
4.4.5	Οικολογικά Υλικά	161
4.4.5.1	Κριτήρια Επιλογής Υλικών	161
4.4.5.2	Οικολογικά δομικά προϊόντα	162
4.4.5.3	Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά	164
4.4.5.4	Οικολογικά χρώματα	164
4.4.5.5	Οικολογικά κονιάματα	165
4.4.6	Θέρμανση	166
4.5	ΕΝΕΡΓΕΙΑ	167
4.5.1.	Εξοικονόμηση ενέργειας	167
4.5.1.1	Συμπεριφορά των χρηστών	168
4.5.1.2	Τεχνολογική εξοικονόμηση	168
4.5.2.	Τεχνικές παρεμβάσεις για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια	168
4.5.3.	Η σημερινή κατάσταση των κτιρίων	169
4.5.4.	Προοπτικές εξέλιξης και η αναγκαιότητα λήψης μέτρων	169
4.5.5.	Δυνατότητες παρέμβασης	170
4.5.6.	Εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια	170
4.5.7.	Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου	171
4.5.8.	Επεμβάσεις στους εξωτερικούς τοίχους	171

4.5.9.	Τεχνικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας	173
4.5.10.	Θερμική ακτινοβολία – Ακτινοβολία θερμότητας	173
4.5.11.	Απόρριψη θερμότητας στο έδαφος	173
4.5.12.	Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο	174
4.5.13.	Υποχρεωτική εκπόνηση ενεργειακής μελέτης βιοκλιματικού σχεδιασμού για όλα τα νέα κτίρια	174
4.5.14.	Μέτρα ελαχιστοποίησης	174
4.6	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	175
4.6.1	Κτιριολογικό πρόγραμμα	176
4.6.2	Θέση κτιρίου – κλίμα	176
4.6.3	Κατασκευή	177
4.6.4	Παθητικά & Υβριδικά Ηλιακά Συστήματα	178
4.6.5	Συστήματα Φυσικού Φωτισμού	179
4.6.6	Συστήματα Παθητικού Δροσισμού	179
4.6.7	Ενσωμάτωση Α.Π.Ε. στο Σύστημα Θέρμανσης – Κλιματισμού	179
4.6.8	Εγκατάσταση Φωτισμού	181
4.6.9	Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου	181
4.6.10	Συμπεριφορά Χρηστών – Προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν	182
4.6.11	Φωτοβολταϊκά Πανέλα	182
4.6.12	Οικονομική Ανάλυση	182
 Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ		
5.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ	184
5.2	ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ	185
5.2.1	Τεχνικές Ανάλυσης Κύκλου Ζωής	185
5.2.1.1	Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής	186
5.2.1.1.1	Ορισμός Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής	186
5.2.1.1.2	Βήματα Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής	186
5.2.2	Κόστος Κύκλου Ζωής (Κ.Κ.Ζ.)	187
5.2.2.1.	Ορισμός (Κ.Κ.Ζ.)	187
5.2.2.2.	Γενικό Μοντέλο (Α.Κ.Κ.Ζ)	188
5.3	ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	189
5.3.1	Γενικά	189
5.3.2	Ανακύκλωση	190
5.4	Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΟΝ	

ΚΤΙΡΙΟΔΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ	192
5.4.1 Κύκλος οικοδομικής δραστηριότητας	195
5.4.2 Στοιχεία για μια ολοκληρωμένη μελέτη	196
5.4.3 Χρόνος ζωής κτιρίων	197
5.5 ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	197
5.5.1 Ο Κύκλος Ζωής ενός οικοδομικού υλικού	197
5.5.2 Τα οικοδομικά υλικά	199
5.5.2.1 Ξύλο	199
5.5.2.2 Λίθοι	201
5.5.2.3 Σκυρόδεμα	202
5.5.2.4 Τοιχοποιΐα	205
5.5.2.5 Χρώματα – βαφές	208
5.5.2.6 Πλαστικά υλικά	209
5.5.2.7 Μέταλλα	212
5.5.2.8 Γύψος	212
5.5.2.9 Γυαλί	212
5.5.2.10 Νέα υλικά	214
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΚΑΤΟΙΚΙΑ	
ΓΕΝΙΚΑ	217
6.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	217
6.2 ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΜΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ	219
6.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	220
6.4 Η ΚΑΤΟΙΚΙΑ	222
6.4.1 Το οικόπεδο	222
6.4.2 Όροι Δόμησης	225
6.4.3 Ο σχεδιασμός	226
6.4.3.1 Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Γ.Ο.Κ.)	226
6.4.3.2 Περιγραφή της κατοικίας	227
6.4.3.3 Οι Βιοκλιματικές Αρχές που εφαρμόστηκαν	236
6.4.3.4 Μετρικά στοιχεία και τα υλικά της κατοικίας	243
6.4.4 Ενεργειακή ανάλυση	245
6.4.4.1 Μελέτη φωτοβολταϊκών πλαισίων	245
6.4.4.2 Διαστασιολόγηση φωτοβολταϊκών πλαισίων	246

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”

6.4.4.3	Απόδοση φωτοβολαϊκών πλαισίων	247
6.4.4.4	Αριθμός φωτοβολταϊκών στοιχείων εν σειρά	248
6.4.4.5	Ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός φωτοβολταϊκών πλαισίων	248
6.4.4.6	Προσδιορισμός γεωμετρικών στοιχείων εγκατάστασης	249
6.4.4.7	Συνοπτικά στοιχεία εγκατάστασης	250
6.4.4.8	Μείωση σε εκπομπές CO ₂	250
6.4.4.9	Σύστημα θέρμανσης	251
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		i
ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ		iv
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		xxvi
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ – ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ		

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Αριθμός	Περιγραφή	Πηγή
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1		
Εικόνα 1.1	Γραμμές Hartmann στον περιβάλλοντα χώρο	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 1.2	Αποτελέσματα της υπόγειας δράσης του νερού και των γεωμαγνητικών ακτινοβολιών.	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 1.3	Γραμμές Hartmann στο δομημένο περιβάλλον	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 1.4	Προσανατολισμός θέσης ύπνου.	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 1.5	Χαρακτηριστική τομή γήινης επιφάνειας.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 1.6	Γήινη ακτινοβολία.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 1.7	Κοσμική ακτινοβολία.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 1.8	Μεταβολή του ρυθμού της απορροφούμενης δόσης της κοσμικής ακτινοβολίας ανάλογα με το υψόμετρο.	http://www.eeae.gr/gr/index.php?fvar=html/president/info_natural_outside
Εικόνα 1.9	Μετάλλαξη των υγείων ανθρώπινων κυττάρων σε καρκινογόνα, ιονισμός του αέρα, καταστροφή του εδάφους και της χλωρίδας, αλλοίωση της αισθητικής του τοπίου, κίνδυνος πυρκαγιάς: μερικοί κίνδυνοι που προέρχονται από τις γραμμές υπέρ – υψηλής τάσης.	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 1.10	Αεριζόμενη θεμελίωση.	http://www.alpacotrading.com/
Εικόνα 1.11	Αεριζόμενη θεμελίωση.	http://www.alpacotrading.com/
Εικόνα 1.12	Ειδική στεγανοποιητική μεμβράνη	http://www.renovat.gr/
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2		
Εικόνα 2.1	Συσχετισμός ανθρώπου και φυσικού οικοσυστήματος	Κορωνάιος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: <i>Δομικά υλικά και οικολογία</i> , Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδικτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm
Εικόνα 2.2	Μεταβολή της θερμοκρασίας σε μια πόλη και το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας. Η διακεκομμένη καμπύλη περιγράφει την χωρική μεταβολή της θερμοκρασίας κατά μήκος της πόλης. Διαπιστώνεται ότι η θερμοκρασία στο κέντρο είναι σημαντικά αυξημένη σε σχέση με την περιφέρεια.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 2.3	Διαφορές των θερμοκρασιών που μετρήθηκαν σε 12 αστικούς σταθμούς της Αθήνας από αυτές που μετρήθηκαν στον σταθμό της Ηλιούπολης.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 2.4	Χωρική κατανομή του ψυκτικού φορτίου ενός τυπικού κτιρίου στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Οι τιμές δίνονται σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και αναφέρονται σε όλη την περίοδο του Αυγούστου 1997.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 2.5	Οριακό και κτιριακό στρώμα στις πόλεις. Το αστικό οριακό στρώμα εκτείνεται από το ύψος των κτιρίων και άνω, ενώ το κτιριακό στρώμα εκτείνεται από το έδαφος έως το ανώτατο ύψος των κτιρίων.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.

Εικόνα 2.6	Θερμοκρασία επιφανείας σε υλικά διαφορετικών χρωμάτων. Ο κατακόρυφος άξονας δίνει την θερμοκρασία της επιφανείας σε βαθμούς Κελσίου ενώ ο οριζόντιος τον χρόνο κατά την διάρκεια μιας ημέρας.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 2.7	Είδος της ροής εντός του δρόμου ως συνάρτηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του δρόμου και των κτιρίων στην περίπτωση όπου η διεύθυνση του ανέμου πάνω από τα κτίρια είναι σχεδόν κάθετη προς τον άξονα του δρόμου.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 2.8	«Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου»	http://buildinggreen.gr/?p=387
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3		
Εικόνα 3.1	Διαδρομή του ήλιου	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 3.2	Διαδρομές του ήλιου τις 4 ημέρες 22/12, 21/03 – 23/09 και 21/06	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 3.3	Διαδρομές του ήλιου τις 4 ημέρες 22/12, 21/03 – 23/09 και 21/06	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 3.4	Αζιμούθιο και γωνία ύψους	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 3.5	Απεικόνιση της διεύθυνσης των ηλιακών ακτινών σε κάτοψη και τομή για την πόλη της Αθήνας	Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): <i>Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική</i> , Αθήνα: εκδ. Κέδρος
Εικόνα 3.6	Η γη περιστρέφεται τόσο γύρω από τον άξονά της στην διάρκεια μιας ημέρας, όσο και γύρω από τον ήλιο στην διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους	Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), <i>Ecohouse: A design guide</i> , Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.7	Αιολικό πάρκο	http://www.ecokorinthia.gr/wp-content/uploads/2009/03/anemogenitries1.jpg
Εικόνα 3.8	Τύποι ανεμογεννητριών	Κορωναίος, Ι. Χρ., Σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»
Εικόνα 3.9	Σχηματική τομή του εσωτερικού της γης	Κορωναίος, Ι. Χρ., Σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»
Εικόνα 3.10	Χρήσεις γεωθερμίας σε παγκόσμιο επίπεδο (1995)	Κορωναίος, Ι. Χρ., Σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»
Εικόνα 3.11	Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	http://www.crete-region.gr/greek/energy/feedu/images/students/solar.jpg
Εικόνα 3.12	Τυπικός ηλιακός συλλέκτης	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.13	Κατασκευή τυπικών ηλιακών συλλεκτών αέρος	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.14	Επίπεδος συλλέκτης υγρού	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.15	Ηλιακό σύστημα νερού	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.16	Εβδομαδιαία ή εποχιακή αποθήκευση	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.

Εικόνα 3.17	Σωστός προσανατολισμός κτιρίου	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνα 3.18	Παθητικά Ηλιακά Συστήματα	http://media.photobucket.com/image
Εικόνα 3.19	Παθητικά ηλιακά συστήματα	Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), <i>Ecohouse: A design guide</i> , Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.20	Άμεσο ηλιακό κέρδος	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνα 3.21	Σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους	Κ.Α.Π.Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ε., <i>Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα</i> , τεύχος 1 – Παιδικός σταθμός στον Χολαργό Αττικής, εκδόσεις: Κ.Α.Π.Ε.
Εικόνα 3.22	Σωστός προσανατολισμός	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνα 3.23	Σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους	Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), <i>Ecohouse: A design guide</i> , Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.24	Τοίχος θερμικής αποθήκευσης	http://www.evonymos.org/files1/
Εικόνα 3.25	Τοίχος νερού	http://www.evonymos.org/files1/
Εικόνα 3.26	Τοίχος Trombe	http://www.evonymos.org/files1/
Εικόνες 3.27 – 3.28	Η λειτουργία του τοίχου Trombe τον χειμώνα	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνες 3.29 – 3.30	Η λειτουργία του τοίχου Trombe το καλοκαίρι	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνα 3.31	Τοίχος Barra Constantini	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνα 3.32	Θερμοσιφωνικό πανέλο	Κ.Α.Π.Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ε., <i>Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα</i> , τεύχος 1 – Παιδικός σταθμός στον Χολαργό Αττικής, εκδόσεις: Κ.Α.Π.Ε.
Εικόνα 3.33	Λεπτομέρειες θερμοσιφωνικού πανέλου	Κ.Α.Π.Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ε., <i>Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα</i> , τεύχος 1 – Παιδικός σταθμός στον Χολαργό Αττικής, εκδόσεις: Κ.Α.Π.Ε.
Εικόνα 3.34	Η λειτουργία της ηλιακής λίμνης	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνα 3.35	Δεξαμενή οροφής	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.36	Προστιθέμενο στον όγκο του κτιρίου θερμοκήπιο	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.37	Ενσωματωμένο θερμοκήπιο	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.38	Άμεση μετάδοση της ενέργειας	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.39	Έμμεση μετάδοση	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.40	Θερμοκήπιο με σύστημα ανταλλαγής αέρα	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη

Εικόνα 3.41	Θερμοκήπιο με σύστημα βελτίωσης της θερμικής του ενέργειας	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.42	Διάφοροι τύποι θέρμανσης, με συνδυασμό θερμοκηπίου, τοίχου Trombe ή rock – bed (υπόστρωμα χαλικιών).	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.43	Το αίθριο στο κτίριο.	Goulding, R. John και Lewis, Owen J., <i>Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια</i> , Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
Εικόνα 3.44	Το αίθριο ως πηγή φυσικού φωτισμού	Goulding, R. John και Lewis, Owen J., <i>Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια</i> , Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
Εικόνα 3.45	Λειτουργία συστήματος απομονωμένου κέρδους	Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδικτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
Εικόνα 3.46	Σύστημα απομονωμένου ηλιακού κέρδους με θερμοσιφωνικό πάνελο.	http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/images/apomonomeno_kerdos.jpg
Εικόνα 3.47	Παραδείγματα εφαρμογής Φ/Β συστημάτων	Greenpeace, <i>Ηλιακές στέγες: ένας πρακτικός οδηγός</i> , διαδικτυο: www.greenpeace.gr
Εικόνα 3.48	Προσανατολισμός Φ/Β συστημάτων	Greenpeace, <i>Ηλιακές στέγες: ένας πρακτικός οδηγός</i> , διαδικτυο: www.greenpeace.gr
Εικόνα 3.49	Απόδοση Φ/Β συστήματος ανάλογα με την κλίση του	Greenpeace, <i>Ηλιακές στέγες: ένας πρακτικός οδηγός</i> , διαδικτυο: www.greenpeace.gr
Εικόνα 3.50	Τομή ενός ηλιακού κελιού.	Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), <i>Ecohouse: A design guide</i> , Oxford, Architectural press
Εικόνες 3.51 – 3.52	Παραδείγματα συστημάτων παθητικής ψύξης.	Goulding, R. John και Lewis, Owen J., <i>Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια</i> , Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
Εικόνα 3.53	Τυπικές εξωτερικές διατάξεις σκίασης.	Goulding, R. John και Lewis, Owen J., <i>Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια</i> , Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
Εικόνα 3.54	Θερινή και χειμερινή λειτουργία ενός δέντρου.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.55	Παράδειγμα σκίασης από πλευρικά κτίρια, Λονδίνο.	Phillips, D., (2004), <i>Daylighting: Natural Light in Architecture</i> , Architectural Press, Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.56	Τομή φυτεμένου δώματος.	http://www.greenroofs.gr/files/image1.jpg
Εικόνα 3.57	Φυτεμένο δώμα	http://www.sunandshadow.gr
Εικόνα 3.58	Ροή του αέρα γύρω από τα κτίρια	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.59	Πως η βλάστηση επηρεάζει την ροή του αέρα.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνες 3.60 – 3.61	Κυκλοφορία του αέρα γύρω και διαμέσου ενός κτιρίου με ανοίγματα εισόδου και εξόδου στην ίδια διεύθυνση, αλλά και σε διαφορετικές διευθύνσεις και θέσεις.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.62	Πύργος αερισμού	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.63	Η ηλιακή καμινάδα ενισχύεται με την θέρμανση του αέρα μέσα στην καμινάδα που είναι δυνατόν να επιτευχθεί με την κατασκευή της στην προσήλια πλευρά του κτιρίου.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.

Εικόνα 3.64	Φαινόμενο της καμινάδας σε αίθριο.	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.65	Διαμπερήρς αερισμός	Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), <i>Οικολογική Δόμηση</i> , Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
Εικόνα 3.66	Ψύξη μέσω εδάφους	http://www.gtko.gr/bioklimatika/page11/page11.html
Εικόνες 3.67 – 3.70	Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον ορθό σχεδιασμό ενός βιοκλιματικού κτιρίου.	Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), <i>Ecohouse: A design guide</i> , Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.71	Ο τεχνητός φωτισμός στον χώρο.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.72	Σχηματικό διάγραμμα που εξυπηρετεί στην μελέτη και τον σχεδιασμό των χώρων.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.73	Φυσικός φωτισμός στους χώρους.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.74	Χρήση σκιάστρων για καλή οπτική άνεση.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.75	Ανοίγματα οροφής	Phillips, D., (2004), <i>Daylighting: Natural Light in Architecture</i> , Architectural Press, Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.76	Άνοιγμα στον κάθετο τοίχο και φεγγίτες στην οροφή.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 3.77	Συστήματα ελέγχου του ηλιακού φωτός.	Goulding, R. John και Lewis, Owen J., <i>Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια</i> , Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
Εικόνα 3.78	Οι περιβαλλοντικές λειτουργίες που προέρχονται από τον ανοικτό χώρο του αιθρίου.	Goulding, R. John και Lewis, Owen J., <i>Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια</i> , Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
Εικόνα 3.79	Τομή σε αίθριο που καλύπτεται από δικτύωμα. Πώς αυτό επηρεάζει την διάχυση του φωτός.	Goulding, R. John και Lewis, Owen J., <i>Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια</i> , Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
Εικόνα 3.80	Τομή σε κτίριο που έχει ηλιοστάσιο (Central United Methodist Church, Milwaukee, Wisconsin)	Phillips, D., (2004), <i>Daylighting: Natural Light in Architecture</i> , Architectural Press, Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.81	Φωτογραφία του πύργου του Central United Methodist Church, Milwaukee, Wisconsin	Phillips, D., (2004), <i>Daylighting: Natural Light in Architecture</i> , Architectural Press, Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.82	Τομή στο κτίριο τον χειμώνα και το καλοκαίρι.	Phillips, D., (2004), <i>Daylighting: Natural Light in Architecture</i> , Architectural Press, Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.83	Διάταξη φωτοσωλήνων σε κτίριο	Phillips, D., (2004), <i>Daylighting: Natural Light in Architecture</i> , Architectural Press, Oxford, Architectural press
Εικόνα 3.84	Ράφια φωτισμού	http://www.nirsepes.eu/docs/Tzanakaki_Bioclima.pdf
Εικόνα 3.85	Ανακλαστικές περσίδες	http://www.nirsepes.eu/docs/Tzanakaki_Bioclima.pdf
Εικόνα 3.86	Πηγές μόλυνσης μέσα στο κτίριο	http://buildinggreen.gr/wp-content/uploads/2009/04/42_44a-1.jpg
Εικόνα 3.87	Υλικά pcm	http://www.pcmproducts.net/
Εικόνα 3.88	Μακέτα μελλοντικού κτιρίου	http://www.ntua.gr/MIRC/5th_conference/ergasies/63ΜΠΟΥΛΟΓΙΑΝΝΗΣ_ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ_ΤΣΟΥΚΑΝΤΑΣ.pdf
Εικόνα 3.89	Εξωτερική άποψη του κτιρίου	http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/464/Abax.pdf
Εικόνες 3.90 – 3.92	Λεπτομέρειες του εσωτερικού του κτιρίου	http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/464/Abax.pdf
Εικόνα 3.93	Κατασκευαστικές λεπτομέρειες	http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/464/

[Abax.pdf](#)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εικόνες 4.1 – 4.2	Εφαρμογή της τεχνολογίας των «πράσινων κτιρίων» στο συγκρότημα Viikki στο Ελσίνκι όπου αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα εγχειρήματα του κόσμου όσον αφορά στον αστικό σχεδιασμό, με μία σειρά κτιρίων ικανά να παράγουν ηλεκτρισμό αξιοποιώντας την ηλιακή και αιολική ενέργεια και μέσω ενός συστήματος ύδρευσης αξιοποιούν το βρόχινο νερό για την ύδρευση των παρακείμενων κτημάτων.	Stang, A. & Hawthorne, C. (2005), <i>The green house, the new directions in sustainable architecture</i> , New York, Princeton Architectural press
Εικόνα 4.3	Τομή εδάφους	http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχείο:Granulite_soil.jpg
Εικόνα 4.4	Αμμώδες έδαφος	http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχείο:Granulite_soil.jpg
Εικόνα 4.5	Αργιλώδες έδαφος	http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχείο:Granulite_soil.jpg
Εικόνα 4.6	Θέση στο έδαφος	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 4.7	Προσανατολισμός	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 4.8	Καλές και κακές θέσεις	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 4.9	Σωστή λειτουργία του τζακιού	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 4.10	Κτίριο γραφείων – εργαστηρίων στην Αθήνα	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf
Εικόνα 4.11	Τοπογραφικό διάγραμμα κτιρίου	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf
Εικόνα 4.12	Κλιματολογικά στοιχεία Πικερμίου	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf
Εικόνα 4.13	Εξωτερική θερμομόνωση της βόρεια όψης του κτιρίου	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf
Εικόνα 4.14	Το ηλιακό αίθριο χρησιμοποιείται ως σύστημα παθητικού δροσισμού, έμμεσου φυσικού φωτισμού και ηλιασμού	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf
Εικόνα 4.15	Γεωθερμική αντλία θερμότητας νερού νερού για κλιματισμό του ισογείου (ψύξη)	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf
Εικόνα 4.16	Ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα νερού για κλιματισμό του ορόφου (θέρμανση ψύξη)	http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Εικόνα 5.1	Εισροές και εκροές και συστημικά όρια για το υπό εξέταση σύστημα	
Εικόνα 5.2	Απώλειες πρώτων υλών κατά την παραγωγή συνήθων υλικών	Κορωναίος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: <i>Δομικά υλικά και οικολογία</i> , Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδικτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm
Εικόνα 5.3	Διάγραμμα ροής της ανακύκλωσης των υλικών	Κορωναίος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: <i>Δομικά υλικά και οικολογία</i> , Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδικτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm
Εικόνα 5.4	Εισροές – εκροές / ποσοτικοποίηση με την χρήση Α.Κ.Ζ.	Peuportier, B., Boonstra, C., <i>European project regener life cycle analysis of buildings</i> , διαδικτυο: http://www.cenerg.enscm.fr/francais/themes/cycle/pdf/cib_regener.pdf
Εικόνα 5.5	Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός δομικού υλικού	Κορωναίος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: <i>Δομικά υλικά και οικολογία</i> , Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδικτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm
Εικόνα 5.6	Το ξύλο	http://www.buildingconservation.com/articles/wood/wood.jpg
Εικόνα 5.7	Οι φυσικοί δομικοί λίθοι ως διακοσμητικά στοιχεία.	http://www.sigmalive.com/files/image_repository/Photo_8.jpg
Εικόνα 5.8	Οι φυσικοί δομικοί λίθοι ως δομικά στοιχεία.	http://www.geomic.com/oikismoi/prim49.jpg
Εικόνα 5.9	Το σκυρόδεμα.	http://www.texnikanea.gr/files/news/photos/647

		1846.jpg
Εικόνα 5.10	Διάγραμμα παραγωγής τσιμέντου.	http://www.aix.meng.auth.gr/helcarel/CAParadeigmataDiagrammaTsimentou.htm
Εικόνα 5.11	Το σπλισμένο σκυρόδεμα.	http://i39.tinypic.com/261e0cy.jpg
Εικόνα 5.12	Τα κεραμικά τούβλα.	http://alpha6.gr/wp/wp-content/uploads/2008/11/touvla2.jpg
Εικόνα 5.13	Τα Ytong	http://www.propertyssalesspain.com/ytong.htm
Εικόνα 5.14	Οι πρώτες ύλες του Ytong	http://www.ytong.gr/
Εικόνα 5.15	Χρώματα και βαφές.	Brownell, B., (2008), <i>Transmaterial 2, a catalog of materials that redefine our physical environment</i> , New York, Princeton Architectural press, σελ. 152
Εικόνα 5.16	Διάφορες μορφές πλαστικού που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα.	Brownell, B., (2006), <i>Transmaterial, a catalog of materials that redefine our physical environment</i> , New York, Princeton Architectural press και Brownell, B., (2008), <i>Transmaterial 2, a catalog of materials that redefine our physical environment</i> , New York, Princeton Architectural press
Εικόνα 5.17	Διάφορες μορφές μετάλλων.	Brownell, B., (2006), <i>Transmaterial, a catalog of materials that redefine our physical environment</i> , New York, Princeton Architectural press
Εικόνα 5.18	Γύψος.	http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum27.jpg
Εικόνα 5.19	Διάφορες μορφές γυαλιού	Brownell, B., (2006), <i>Transmaterial, a catalog of materials that redefine our physical environment</i> , New York, Princeton Architectural press

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Εικόνα 6.1	Κανονικές (ομαλές) μορφές κάτοψης κτιρίων: (α) Απολύτως ιδανική μορφή (β) Ιδανική μορφή (γ) Πολύ καλή μορφή για όχι ψηλά κτίρια. (δ) – (ε) Παραδεκτές μορφές.	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 6.2	Αρχιτεκτονικές μορφές	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 6.3	Αρμονικές αναλογίες 16,80 X 10,00 X 3,236	Τσιπτήρας, Κ., (1996): <i>Το οικολογικό σπίτι</i> , Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη
Εικόνα 6.4	Νομός Αττικής, Δήμος Βάρης	http://www.web-greece.gr/map_greece/maps/map_attiki.htm
Εικόνα 6.5	Δήμος Βάρης, ευρύτερη περιοχή του οικοπέδου, σημερινή κατάσταση	http://maps.google.com/
Εικόνα 6.6	Δήμος Βάρης, ευρύτερη περιοχή του οικοπέδου, σχέδιο εφαρμογής	http://hellas.teipir.gr/Thesis/LekanopedioAttikhs/notia_proastia/Vari/images/map/miladeza.swf
Εικόνα 6.7	Θέση του οικοπέδου – περιβάλλον χώρος	google earth
Εικόνα 6.8	Άποψη του κτιρίου (1)	
Εικόνα 6.9	Άποψη του κτιρίου (2)	
Εικόνα 6.10	Άποψη του κτιρίου (3)	
Εικόνα 6.11	Άποψη του κτιρίου (4)	
Εικόνα 6.12	Άποψη του κτιρίου (5)	
Εικόνα 6.13	Άποψη του κτιρίου (6)	
Εικόνα 6.14	Προσανατολισμός οικοπέδου	
Εικόνα 6.15	Η πορεία του ήλιου και η κατοικία	
Εικόνα 6.16	Η νότια πλευρά του κτιρίου	
Εικόνα 6.17	Φυσικός αερισμός	
Εικόνα 6.18	Η ανατολική πλευρά	

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Αριθμός	Περιγραφή
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
Πίνακας 1.1	Μελέτη του Ινστιτούτου Karolinska της Στοκχόλμης, το Μάιο του 1992
Πίνακας 1.2	ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ
Πίνακας 1.3	Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη συσσώρευση ραδονίου στην Ελλάδα
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
Πίνακας 2.1	Ανακλαστικότητα διαφόρων υλικών και επιφανειών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται μία προσπάθεια ανάλυσης και ερμηνείας του περιβάλλοντος, των επιρροών που προσλαμβάνει ο άνθρωπος από αυτό, του βιοκλιματικού και του οικολογικού σχεδιασμού και στο τέλος όλα αυτά συγκεντρώνονται στην εφαρμογή ενός παραδείγματος που θα μπορούσε να υλοποιηθεί στην ελληνική πραγματικότητα.

Ειδικότερα, η εργασία ξεκινά με το κεφάλαιο 1 στο οποίο αναλύεται το φυσικό περιβάλλον του ανθρώπου και οι διάφορες επιρροές και επιδράσεις που ασκεί αυτό στον άνθρωπο. Γίνεται λόγος στους διαφόρους τύπους ακτινοβολιών που υπάρχουν και στον βαθμό που επηρεάζουν όχι μόνο την καθημερινότητα, αλλά την ζωή του ανθρώπου γενικότερα.

Ακολουθεί το κεφάλαιο 2, στο οποίο ξεκινά η εισαγωγή στο δομημένο περιβάλλον της γης, περιγράφοντας το αστικό κλίμα και τα διάφορα φαινόμενα που έχουν δημιουργηθεί εξαιτίας της ανάπτυξης του δομημένου περιβάλλοντος και η περιγραφή των υλικών και η συμπεριφορά τους στο δομημένο περιβάλλον.

Στην συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται ολόκληρη η ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ξεκινώντας από τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Γίνεται ανάλυση της κίνησης του ήλιου και αναφέρονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Κατόπιν παρουσιάζονται και αναλύονται τα ενεργητικά και τα παθητικά ηλιακά συστήματα, στα φωτοβολταϊκά συστήματα και στον φωτισμό των κτιρίων. Περιγράφεται ο ρόλος των υλικών στον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας. Το κεφάλαιο κλείνει με παραδείγματα εφαρμογής βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

Μετά το κεφάλαιο του βιοκλιματικού σχεδιασμού ακολουθεί το κεφάλαιο 4 το οποίο αφορά στην οικολογική δόμηση. Αρχικά περιγράφεται τι είναι οικολογική δόμηση και στην συνέχεια παρατίθενται λεπτομέρειες και τεχνικές, όπως για παράδειγμα: προσανατολισμός, οικολογικά υλικά, κ.α. Επίσης, αναλύονται και θέματα ενέργειας και το κεφάλαιο κλείνει με ένα παράδειγμα οικολογικής δόμησης στην Ελλάδα.

Το προτελευταίο κεφάλαιο της εργασίας αφορά στην ανάλυση κύκλου ζωής των υλικών, ξεκινώντας περιγράφοντας γενικότερα την έννοια της ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών και καταλήγοντας στην ανάλυση κύκλου ζωής δέκα οικοδομικών υλικών.

Το τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας αφορά στον σχεδιασμό μιας κατοικίας η οποία είναι αντιπροσωπευτική σχεδόν όλων όσων αναλύθηκαν. Σκοπός ήταν η προσπάθεια ενσωμάτωσης όλων αυτών των συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα πραγματικό έργο που θα αναφέρεται στην ελληνική πραγματικότητα. Το θέμα της κατοικίας δεν είναι ένα υλοποιημένο έργο, αλλά μία μελέτη βασισμένη στους νόμους της δόμησης (Γ.Ο.Κ.) η οποία θα μπορούσε κάλλιστα να περάσει από όλες τις απαιτούμενες εγκρίσεις και στο τέλος να υλοποιηθεί.

ABSTRACT

The present dissertation discusses an analysis and interpretation of the environment, the influences on the people and the need for bioclimatic and ecological planning. Finally these variables are assembled in the application of a case study; an example of a possible house that could be materialized in the Greek reality.

More specifically, the dissertation begins in chapter 1 by analyzing the natural environment of people and its various influences and effects it bears on them. There is a reference to the various types of radiation and the way they influence not only the daily routine of people, but also their life.

In chapter 2, the analysis is on structural environment of the ground, describing the urban climate and the various phenomena that have been created due to the growth of structures. Also there is the description of materials and their behavior in reference to the given environment.

Then, in chapter 3 there is a detailed analysis of bioclimatic development, beginning with the analysis of its very principles. There is an analysis of the sun movement and the renewable sources of energy are named. The active and passive solar energy saving mechanisms used in the photovoltaic systems and in the lighting of buildings are presented and analyzed. The role of the materials in the bioclimatic structural development and the techniques for saving energy is described. The chapter ends with examples of bioclimatic structures planning in Greece and abroad.

The chapter 4 is concerned with the ecological design. Initially, the notion of ecological design is described and the appropriate details and techniques are mentioned, as well as orientation and ecological materials. Also matters of energy are analyzed and the chapter ends with examples of ecological designs in Greece.

The forelast chapter is about life cycle analysis of the materials. It begins by a general reference on the life cycle of available materials ending with the specific life cycle analysis of ten building materials.

The last chapter of the dissertation refers to the design of a habitat which is representative of the above mentioned analysis. Its aim is the integration of these energy saving systems in a specific project that would be relevant to the Greek reality. The residence itself is not a

materialized work, but a study based on the regulations rules that could easily gain the necessary approvals and be materialized in the long run.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μόλυνση του περιβάλλοντος και γενικότερα όλα τα φαινόμενα που από λίγο ως πολύ σχετίζονται με αυτή, έχουν επιβάλει την αλλαγή της κατεύθυνσης σχεδιασμού και κατασκευής κτιρίων με σκοπό αυτά να είναι φιλικότερα προς τον χρήστη και το περιβάλλον.

Οι συμβατικές κατασκευές προκαλούν πλέον τεράστια περιβαλλοντική επιβάρυνση και δυστυχώς, η σύγχρονη αρχιτεκτονική υλοποιεί το δομημένο χώρο με ένα κρύο και άψυχο τρόπο, διότι ανταποκρίνεται στην τάση των περισσότερων αρχιτεκτόνων να σχεδιάζουν πολύπλοκα και εντυπωσιακά σχήματα και μορφές, δίνοντας περισσότερη βαρύτητα στην πλαστικότητα και στην αισθητική, αλλά είναι αβιοτικά καθώς οι δημιουργοί τους δεν λαμβάνουν υπόψη τους την σχέση: **φυσικό και δομημένο περιβάλλον**.

Ο κάτοικος – χρήστης του χώρου, βέβαια, δεν είναι πάντα άμοιρος των ευθυνών για το αποτέλεσμα. Ο ίδιος γνωρίζει, καθώς αυτός είναι που δίνει την εντολή στον μηχανικό και σε συνεννόηση με αυτόν κατασκευάζουν το κτίριο. Επίσης, αυτός είναι που επιλέγει την θέση του προς ανέγερση κτιρίου, τον περιβάλλοντα χώρο αυτού, το οικόπεδο με τον προσανατολισμό του και συχνά τα υλικά της κατασκευής, ανάλογα, βέβαια, και με την οικονομική του άνεση.

Η επιδείνωση του περιβάλλοντος πολλών αστικών κέντρων και η ανάγκη για μια διαφορετική διαχείριση της ενέργειας, δημιούργησαν την ανάγκη για την εξέλιξη μίας νέας τεχνολογίας που αφορά στην οικολογική δόμηση. Η εξέλιξη αυτή συναρτάται με τις έννοιες της αειφορίας και του οικολογικού σχεδιασμού των κτιρίων και κατά συνέπεια, σε μικρότερη κλίμακα, των πόλεων.

Στο πλαίσιο της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας εντάσσεται και **ο κτιριακός τομέας ο οποίος είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας**, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο¹. Δεδομένου ότι το 80% των κατοίκων της Ευρώπης κατοικούν πλέον σε πόλεις, η ανάγκη για κάλυψη των απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αυξάνει συνεχώς. Εκτιμάται ότι τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας για τα κτίρια ευθύνονται για το 50% περίπου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως του CO₂.

¹ http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/ktiria_intro.htm

Όσον αφορά την κατανάλωση ανά χρήση, η θέρμανση των χώρων κατέχει την πρώτη θέση στις ενεργειακές απαιτήσεις, αφού απορροφάει το 72% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, παρόλο που η Ελλάδα έχει μεσογειακό κλίμα, άρα και λιγότερες απαιτήσεις σε θέρμανση το χειμώνα. Δυστυχώς, τα ποσοστά αυτά έχουν αυξητική τάση λόγω της αύξησης της χρήσης μικροσυσκευών και κλιματιστικών.

Συνεπώς, η κατασκευή περιβαλλοντικά και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και η χρήση μεθόδων και τεχνικών για τη αξιοποίηση φυσικών πηγών ενέργειας στα κτίρια, είναι επιτακτική ανάγκη, μπροστά στην περιβαλλοντική κρίση που ολοένα εντείνεται. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί, η εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας στα ελληνικά κτίρια, θα επέφερε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση κατά 50%.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, η εφαρμογή ηλιακών παθητικών συστημάτων και η επιλογή των σωστών υλικών σε ένα κτίριο, είναι οι λύσεις για την κατασκευή ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων.

Ο **Βιοκλιματικός σχεδιασμός** είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα της προς μελέτη περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας², αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα - άνεμο, νερό, έδαφος)³. Συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων. Η θερμική προστασία του κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσισμού και φυσικού φωτισμού και ορισμένες τεχνικές ορθολογικής χρήσης ενέργειας (θερμικές ζώνες, αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου) αποτελούν τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

² Στην Ελλάδα τα βιοκλιματικά κτίρια, όπως προκύπτει από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις, παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30% σε σχέση με συνήθη συμβατικά κτίρια, ενώ σε σχέση με παλαιότερα αμόνωτα κτίρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%.

³ http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm

Σε αντίθεση με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, η έννοια της **οικολογικής δόμησης** δεν μπορεί εύκολα να οριστεί. Είναι αυτό που ουσιαστικά λέει ο τίτλος, δόμηση με οικολογικό χαρακτήρα. Η οικολογική δόμηση⁴ είναι αποτέλεσμα μιας ολοκληρωμένης και πολύπλοκης σύνθεσης που λαμβάνει υπόψιν της ένα μεγάλο σύνολο παραμέτρων: την τοπογραφία των οικοπέδων, το έδαφος, το μικροκλίμα, τον προσανατολισμό των κτιρίων κ.α. και είναι άμεσα συνυφασμένη με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό.

Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες και εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού – οικολογικής δόμησης σε κτίρια, σύμφωνα με τους Τσιπήρας, Κ.&Θ. στα βιβλία τους: [Τσιπήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος] και [Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη].

Τέλος, αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι πως η εφαρμογή των τεχνολογιών αυτών θα επέφερε θετικά αποτελέσματα για την βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ανθρώπων χωρίς μεγάλο οικονομικό κόστος και ελπιδοφόρα μηνύματα για την βελτίωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων.

.

⁴ Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.

Κεφάλαιο 1

ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΓΗΣ

1.1 ΓΕΩΒΙΟΛΟΓΙΑ

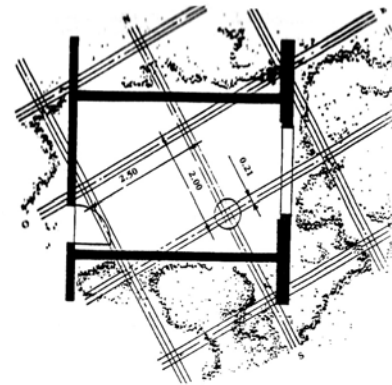
Το ζήτημα της επίδρασης των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στον ανθρώπινο οργανισμό αποτελεί ένα σχετικά νέο τομέα έρευνας. Οι άνθρωποι ζουν σε ένα τεράστιο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που είναι το αποτέλεσμα των συνεχών ανταλλαγών ενέργειας μεταξύ του πλανήτη και του κοσμικού Σύμπαντος, σ' έναν ωκεανό ακτινοβολιών. Η κοσμική ακτινοβολία, όταν πέφτει στο έδαφος της γης, απορροφάται εν μέρει από το έδαφος ή αντανακλάται ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους. Στην τελευταία περίπτωση προστίθεται η γήινη ακτινοβολία και αυξάνει την επίδρασή της.

Η γήινη ακτινοβολία μελετάται από μια επιστήμη, την **γεωβιολογία**. Τα ευρήματα αυτής είναι πολύτιμα, αν και μένουν πολλά ακόμα για να μελετηθούν.

1.1.1 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΧΑΡΤΜΑΝ

Η μελέτη της επίδρασης της ακτινοβολίας της γης πέρασε από πολλά στάδια για να φτάσει στον καθηγητή του Πανεπιστημίου της Χαϊδελβέργης, δρα Ερνστ Χάρτμαν (Ernst Hartman), που συνέδεσε το όνομά του με την γεωβιολογία, στηρίζοντας αρχικά τις παρατηρήσεις του σε 125.000 περιστατικά.

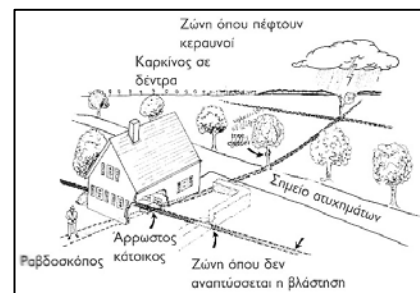
Με τις μετρήσεις που έκανε μαζί με άλλους Γερμανούς φυσικούς και γιατρούς διαπίστωσε ότι η επιφάνεια της γης σαρώνεται από ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες, οι οποίες, αν δεν υπάρχουν τοπικές ανωμαλίες, σχηματίζουν ένα τετράπλευρο δικτύωμα που έχει πλευρά, στον άξονα Βορρά – Νότου 2 μέτρα και στον άξονα Ανατολής – Δύσης 2,3 έως 2,5 μέτρα και πάχος και στις δύο περιπτώσεις περίπου 21 εκατοστά (εικόνα 1.1). Στα σημεία που συναντιούνται οι γραμμές δημιουργούνται κόμβοι, οι οποίοι είναι εξαιρετικά επικίνδυνοι για την υγεία του ανθρώπου (εικόνα 1.2).



ΕΙΚΟΝΑ 1.1

Γραμμές Hartmann στον περιβάλλοντα χώρο

[Πηγή: Τσιπύρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]



ΕΙΚΟΝΑ 1.2

Αποτελέσματα της υπόγειας δράσης του νερού και των γεωμαγνητικών ακτινοβολιών.

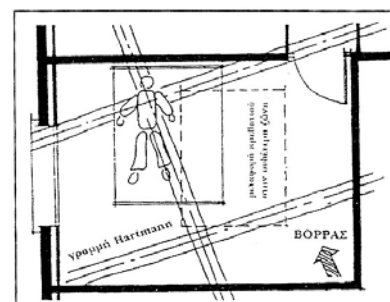
[Πηγή: Τσιπύρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

Η ακτινοβολία Χάρτμαν «αγκαλιάζει» όλο τον πλανήτη, βρίσκεται παντού: σε βουνά, πεδιάδες, θάλασσες, έξω και μέσα στα σπίτια [1]. Οι «τοίχοι» του ανεβαίνουν κατακόρυφα προς τα πάνω. Οι διαστάσεις αλλάζουν πλησιάζοντας στους Πόλους καθώς τα ορθογώνια επιμηκύνονται.

Η μέγιστη ακτινοβολία διαπιστώθηκε στο σημείο συνάντησης των γραμμών του δικτύου όπου σχηματίζονται οι λεγόμενοι «γεωπαθολογικοί κόμβοι» ή «κόμβοι Η». Υπάρχουν και κάποιες άλλες παράμετροι που επηρεάζουν αυτή την διαταράσσουσα ακτινοβολία, οι όποιες είναι:

1. Υπόγεια ρεύματα νερού.
2. Υπόγεια ρήγματα.
3. Οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις και καλώδια.
4. Πυλώνες υψηλής τάσης.
5. Ύπαρξη ραδιενεργών στοιχείων.
6. Τύπος εδάφους.
7. Διαφορετική δομή και είδος εδάφους.
8. Μεγάλες μεταλλικές μάζες (ψυγεία, αυτοκίνητα).
9. Κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν.

Η επίδραση των γεωπαθολόγων κόμβων αποκτά μεγαλύτερη φυσική σημασία στους χώρους κατοίκησης και ιδιαίτερα εκεί όπου οι άνθρωποι περνούν πολλές ώρες ακίνητοι, για παράδειγμα στο κρεβάτι, στην πολυθρόνα κ.α. (εικόνες 1.3 – 1.4). Ο καθηγητής Ρόμπερτ Έντρος (Robert Endross) έκανε ένα πείραμα σε 400 καρκινοπαθείς με σκοπό να διαπιστώσει την σχέση μεταξύ της γεωγραφικής θέσης των σπιτιών τους (των κρεβατιών τους) και των γεωπαθολογικών ζωνών. Από τα 400 αυτά περιστατικά μόνο τα 17 δεν σχετιζόταν με τους «κόμβους Η».



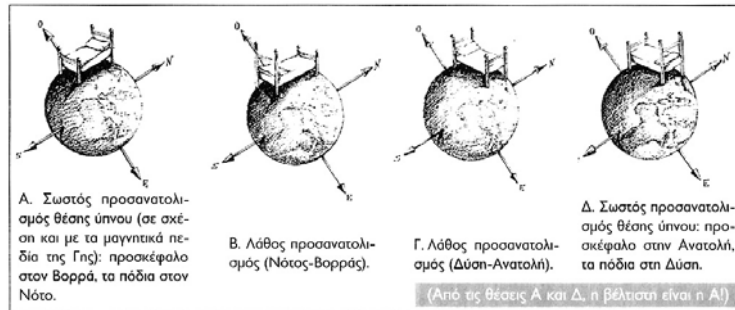
ΕΙΚΟΝΑ 1.3

Γραμμές Hartmann στο δομημένο περιβάλλον

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

¹ Βλέπε κεφάλαιο ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, παρ. 1.1

Επίσης, στην Σοβιετική Ένωση και στην Ευρώπη έγιναν πειράματα με ζώα, έντομα και φυτά που εκτέθηκαν στη γεωπαθολογική ακτινοβολία. Παρατηρήθηκε πως τα μυρμήγκια κτίζουν τις φωλιές τους πάνω σε διαταραγμένες ζώνες και ότι οι γάτες τις αποζητούν. Οι σκύλοι αποφεύγουν αυτές τις ζώνες [2].



ΕΙΚΟΝΑ 1.4

Προσανατολισμός θέσης ύπνου.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

Πέρα από τις γεωπαθολογικές ζώνες, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες στην φύση που επηρεάζουν την υγεία των κατοίκων ενός κτιρίου. Η παγκόσμια εμπειρία δείχνει ότι ακόμα και η σύσταση του υπεδάφους παίζει ρόλο στην υγεία των κατοίκων [3]. Η επίδραση του είδους του εδάφους στην υγεία έχει παρατηρηθεί από την αρχαιότητα.

1.1.2 ΔΙΚΤΥΟ ΧΑΡΤΜΑΝ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στην περίοδο της ανθρώπινης ιστορίας μπορεί να παρατηρήσει κανείς πως πολλοί ήταν οι λαοί όπου όχι απλώς σέβονταν την Φύση, αλλά βάσιζαν την αρχιτεκτονική των σπιτιών

² Οι αρχαίοι Ετρούσκοι, οι Κέλτες, οι Ρωμαίοι, πριν κατοικήσουν σ' ένα τόπο, άφηναν μερικά πρόβατα να βοσκήσουν σ' αυτόν και ύστερα από μερικούς μήνες εξέταζαν την κατάσταση της υγείας τους. Αν ήταν καλή τότε έκτιζαν τα σπίτια τους στην περιοχή.

Οι νομάδες της Ασίας εγκαθιστούν τους καταυλισμούς τους εκεί όπου τα σκυλιά, κουρασμένα από την πορεία, μαζεύονται να ξεκουραστούν. Οι αρχαίοι λαοί, Έλληνες, Αιγύπτιοι και άλλοι, έκτιζαν τους ναούς τους σε τοποθεσίες που θεωρούσαν ότι είχαν μια θετική ενέργεια για να τους βοηθούν στην εσωτερική τους. Επάνω σ' αυτούς τους ναούς χτίστηκαν πολλοί από τους σύγχρονους.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

³ Έρευνα που δημοσιεύτηκε στο επίσημο δελτίο της *Ελληνικής Καρδιολογικής Επιθεώρησης* των καθηγητών Γκαλέα, Κλωτσοτήρα, Μυλωνά και Σιδέρη για την γεωγραφική κατανομή των οξέων εμφραγμάτων στον Νομό Τρικάλων.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΩΝ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΟΠΟΥ ΖΟΥΣΑΝ ΟΙ ΚΑΤΟΙΚΟΙ

ΕΔΑΦΟΣ	ΕΜΦΡΑΓΜΑ	ΧΩΡΙΣ ΕΜΦΡΑΓΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ
Αλλουβιακό	429	94.511	94.940
Μη αλλουβιακό	93	29.013	29.106
Σύνολο	522	123.524	124.046

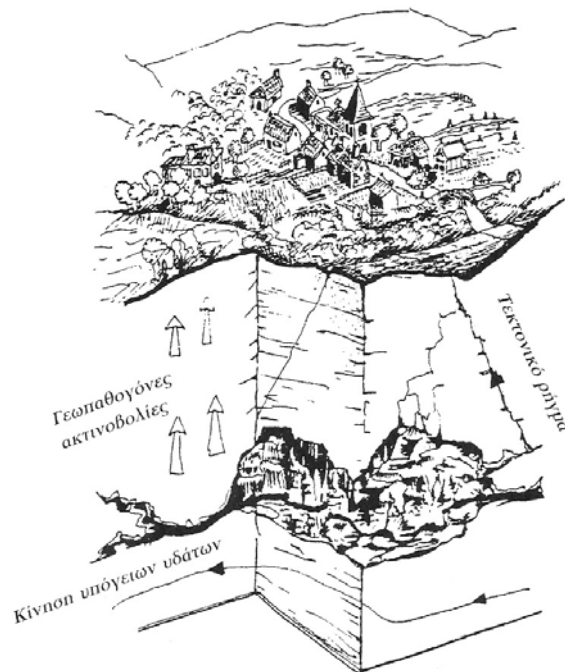
τους και των δημοσίων κτιρίων τους στην γνώση κάποιων νόμων της και στην γνώση της πρωτόγονης και ανεργμένης (για την εποχή) των ακτινοβολιών της Γης.

Τίθενται, λοιπόν, ζητήματα σχετικά με την τοποθέτηση των κτιρίων στον χώρο, αλλά και των επίπλων σε ήδη υπάρχοντα κτίρια. Στην περίπτωση των νέων κατασκευών μπορούν να γίνουν κάποιες προβλέψεις, ενώ στα ήδη υπάρχοντα κτίρια τα προβλήματα μπορούν να ξεπεραστούν με κάποιες διαρρυθμίσεις. Ωστόσο, υπάρχει και η περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει τίποτα, όπως όταν τα διαμερίσματα – χώροι βρίσκονται στον 6^ο ή 7^ο όροφο ενός κτιρίου, όπου εξαιτίας του συνδυασμού των κοσμικών ακτινοβολιών, αλλά και του μεταλλικού σπλισμού του σκυροδέματος παρουσιάζεται σοβαρή μείωση των αποστάσεων και παραμόρφωση των γραμμών Χάρτμαν, με αποτέλεσμα την μείωση των αποστάσεων των ουδέτερων ζωνών.

Οι δόσεις ακτινοβολίας που δέχεται κανείς όταν βρίσκεται στον 15^ο όροφο ενός κτιρίου ή και πολύ ψηλότερα, είναι πολύ μεγάλες και προξενούν μακροπρόθεσμη μείωση της αντίστασης του νευρικού συστήματος και διαταραχές της ψυχικής ισορροπίας. Το σώμα, για να αντισταθμίσει τις μεγάλες δόσεις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, αντιδρά με μια υπέρ - δραστηριοποίηση των ιστών, που μπορεί να οδηγήσει μέχρι και σε καρκίνο.

Ο καθηγητής Χάρτμαν έκανε μελέτες σε περιπτώσεις ολόκληρων πόλεων, όπου αποδείχτηκε η παρουσία του καρκίνου συνέπεσε με την ύπαρξη π.χ. τεκτονικών ρηγμάτων ή υπόγειων υδάτων [4] (εικόνα 1.5). Ο ίδιος, μάλιστα, ποσοτικοποίησε τις έρευνες του, καταλήγοντας να πιστεύει ότι το 60% των περιπτώσεων ασθένειας οφείλονται στον τόπο και στον χώρο κατοικίας.

Τέλος, άλλες παρατηρήσεις απέδειξαν ότι στους γεωπαθογόνους κόμβους υπάρχει αύξηση συγκέντρωσης του ραδονίου και ακτινοβολιών γάμα (Γ).



ΕΙΚΟΝΑ 1.5

Χαρακτηριστική τομή γήινης επιφάνειας.

[Πηγή: Τσιπήςρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

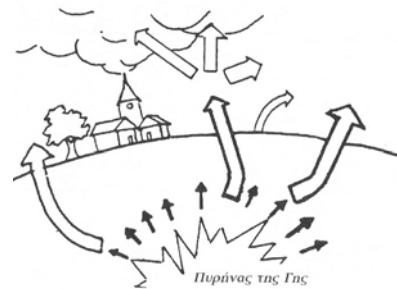
⁴ Η ύπαρξη υπογείων υδάτων προκαλεί μετρήσιμα φαινόμενα, όπως ανωμαλίες του γήινου μαγνητικού πεδίου, αύξηση του δυναμικού του πεδίου των υπερβραχέων κυμάτων, μείωση της υπεριώδους ακτινοβολίας, μικροδυναμική αταξία, κ.λπ.

Την κίνηση του ραδονίου, αλλά και άλλων επικίνδυνων πτητικών αερίων που προέρχονται από το υπέδαφος, διευκολύνει η ύπαρξη τεκτονικών ρηγμάτων και μικρότερων εδαφικών ρηγματώσεων, η οποία δημιουργεί επίσης γεωπαθογόνους κόμβους. Για τον λόγο αυτό, πριν την επιλογή του κατάλληλου οικοπέδου προς οικοδόμηση πρέπει να εξεταστεί όχι μόνο η αντοχή του εδάφους για την σωστή θεμελίωση, αλλά και η αγωγιμότητά του.

1.2 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Από τις κύριες φυσικές πηγές εξωτερικής ακτινοβολίας του ανθρώπου, είναι τα μακρόβια φυσικά ραδιενεργά στοιχεία του ραδίου, του ουρανίου του θορίου του καλίου κ.α., που είναι συστατικά του φλοιού της γης από την στιγμή της δημιουργίας της. Απαντώνται παντού, στο έδαφος, στο νερό, στον αέρα, στους ζώντες οργανισμούς, στις τροφές και στα οικοδομικά υλικά. Υπολογίζεται ότι εάν αναλυθεί στρώμα εδάφους πάχους 30 εκατοστών που περιλαμβάνεται σε ένα γήπεδο διαστάσεων ενός τετραγωνικού μιλίου, θα προκύψουν περίπου 3 τόνοι ουρανίου, 6 τόνοι θορίου και 1 γραμμάριο ραδίου.

Η ακτινοβολία του εδάφους (εικόνα 1.6) σε δεδομένη θέση εξαρτάται άμεσα από τη γεωλογική σύστασή των πετρωμάτων της περιοχής. Από τα πλέον ραδιενεργά πετρώματα είναι τα γρανιτικά λόγω της αυξημένης περιεκτικότητας σε ουράνιο και ράδιο. Έτσι, λόγω της ιδιαίτερης γεωλογικής σύστασης, η μέση ετήσια δόση που δέχεται από τη γήινη ακτινοβολία ο πληθυσμός στις σκανδιναβικές χώρες είναι υπερδιπλάσια αυτής στην Μεγάλη Βρετανία και στην Ολλανδία.



ΕΙΚΟΝΑ 1.6

Γήινη ακτινοβολία.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

Επίσης μεγάλες διαφοροποιήσεις ως προς την ακτινοβολία του εδάφους μπορεί να εντοπιστούν και μεταξύ μικρών γειτονικών περιοχών ενός κράτους. Για παράδειγμα στη Μεγάλη Βρετανία οι κάτοικοι των περιοχών της Κορνούαλης, του Ντερμπυσάιρ, του Ντέβον και του Αμπερντίν δέχονται σημαντικά μεγαλύτερη ετήσια δόση από την αντίστοιχη μέση δόση που δέχεται ο Βρετανικός πληθυσμός.

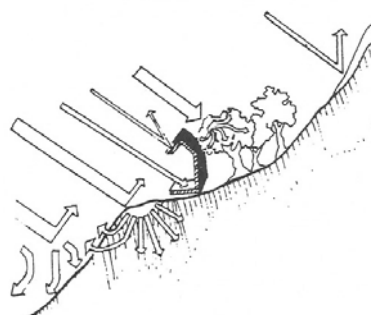
Είναι προφανές ότι σε υπόγειους χώρους όπως είναι τα σπήλαια, οι στοές των ορυχείων, τα υπόγεια των κτηρίων κ.λπ., η συνιστώσα της εξωτερικής ακτινοβολίας του ανθρώπου από φυσικά ραδιενεργά ισότοπα είναι σημαντικά αυξημένη σε σχέση με τους αντίστοιχους υπέργειους. Με βάση τους κανονισμούς ακτινοπροστασίας, οι υπόγειοι εργασιακοί χώροι

πρέπει να ελέγχονται ως προς τα επίπεδα της ακτινοβολίας και σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων δόσεων που έχουν θεσπιστεί για τους εργαζομένους. Βέβαια στους υπόγειους χώρους, η κατά μέσο όρο σημαντικότερη συνιστώσα ακτινοβολήσης του ανθρώπου είναι η παρουσία του αερίου του ραδιενεργού ραδονίου.

1.3 ΚΟΣΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Κοσμική ακτινοβολία ονομάζεται η υψηλής ενέργειας ακτινοβολία που έρχεται από το εξωτερικό διάστημα. Έχει προέλευση τον ήλιο καθώς και άλλες άγνωστες ακόμη για την επιστήμη αστρικές πηγές (εικόνα 1.7). Αύξηση της κοσμικής ακτινοβολίας παρατηρούνται κατά τις εξάρσεις της ηλιακής δραστηριότητας.

Το 1903 ο Άγγλος φυσικός E. Rutherford και ο Αμερικάνος αστροφυσικός McLennan ανακάλυψαν την ύπαρξη των φυσικών διαπεραστικών Η/Μ ακτινοβολιών. Αργότερα, οι επίσης, Αμερικάνοι αστροφυσικοί Goemel και Kohlorster τις αποκάλεσαν κοσμικά κύματα και απέδειξαν, με την βοήθεια μικρών αερόστατων ότι είναι πιο έντονα στο ύψος των 4.000 μ. από την επιφάνεια της γης, ενώ στα 9.000 μ. είναι 8 φορές πιο δυνατά απ’ ότι στο επίπεδο της γης.



ΕΙΚΟΝΑ 1.7
Κοσμική ακτινοβολία.

[Πηγή: Τσιπύρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

Η κοσμική ακτινοβολία συνίσταται από υψηλής ενέργειας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία καθώς και από υποατομικά σωματίδια υψηλού LET. Κατά την είσοδό της στην ατμόσφαιρα, αλληλεπιδρά με πυρήνες ατόμων συστατικών του αέρα και από τις αλληλεπιδράσεις αυτές προκύπτουν δευτερογενώς ταχέως κινούμενα υποατομικά σωματίδια (ηλεκτρόνια πρωτόνια, νετρόνια, μεσόνια, μόνια κ.λπ.), τα οποία μαζί με την υψηλής ενέργειας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, προσβάλλουν την επιφάνεια της γης. Επιπλέον από τις αλληλεπιδράσεις αυτές προκαλούνται στην ατμόσφαιρα και πυρηνικές αντιδράσεις που οδηγούν στην παραγωγή ελαφρών ραδιενεργών πυρήνων, όπως ηλίου-3, βηρυλίου-7, άνθρακα-14 και νατρίου-22 κ.λπ. Η κοσμική ακτινοβολία κατά τη διέλευσή της μέσα από τα στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας απορροφάται μερικώς και η έντασή της μειώνεται σταδιακά με αποτέλεσμα να φτάνει στο επίπεδο της επιφάνειας της θάλασσας σχετικά εξασθενημένη.

Ο μέσος ρυθμός δόσης από την κοσμική ακτινοβολία στο επίπεδο επιφάνειας της θάλασσας είναι 0.03 $\mu\text{Sv}/\text{ώρα}$ και αυξάνει με το υψόμετρο διπλασιαζόμενος περίπου κάθε 1500 μέτρα στην κατώτερη ατμόσφαιρα (εικόνα 1.8). Οι κάτοικοι των πόλεων που είναι κτισμένες σε μεγάλο υψόμετρο όπως το Ντένβερ στο Κολοράντο (1,6 χλμ), το Μεξικό (2,25 χλμ) και η Λάσα στο Θιβέτ (3,7 χλμ) δέχονται πολλαπλάσια κοσμική ακτινοβολία από αυτήν που δέχονται οι κάτοικοι περιοχών του επιπέδου της Θάλασσας.

Στο υψόμετρο των 10 χλμ., όπου πραγματοποιούνται οι συνήθεις ταξιδιωτικές πτήσεις ο ρυθμός δόσης ανεβαίνει στα 5 $\mu\text{Sv}/\text{ώρα}$, ενώ στα 15 χλμ. όπου πετούν τα υπερμεγέθη Jets τύπου Jumbo και Concorde ο ρυθμός δόσης φτάνει τα 15 $\mu\text{Sv}/\text{ώρα}$. Κατά τη διάρκεια ενός αεροπορικού ταξιδιού μεταξύ Ευρώπης και Αμερικής ο ταξιδιώτης δέχεται δόση ίση με 30 μSv περίπου.



ΕΙΚΟΝΑ 1.8

Μεταβολή του ρυθμού της απορροφούμενης δόσης της κοσμικής ακτινοβολίας ανάλογα με το υψόμετρο.

[Πηγή: http://www.eeae.gr/gr/index.php?fvar=html/president/info_natural_outside]

Το ιπτάμενο προσωπικό των αεροπορικών εταιρειών περιλαμβάνεται στους εργαζόμενους που δέχονται σχετικά μεγάλες ετήσιες δόσεις από πηγές του φυσικού περιβάλλοντος και οι δόσεις αυτές οφείλουν να καταγράφονται και να ελέγχονται. Είναι ακόμα προφανές ότι η κοσμική ακτινοβολία αποτελεί περιοριστικό παράγοντα και για την μακρόχρονη παραμονή των αστροναυτών στο διάστημα.

1. 4 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Η Γη είναι ένας «μαγνητικός κομήτης» που περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του, γύρω από τον Ήλιο και γύρω, σε τελική ανάλυση, από ο Σύμπαν και κάθε κίνηση του συνοδεύεται από φαινόμενα μαγνητικής και ηλεκτρικής επαγωγής, είτε στο έδαφος και στους ωκεανούς είτε στην ατμόσφαιρα και στην στρατόσφαιρα. Αυτά τα φαινόμενα τροφοδοτούν ένα περίπλοκο σύστημα εκκενώσεων κινούμενων σωματιδίων, που βρίσκονται σε στενή σχέση το ένα με το άλλο.

Εξαιτίας όλων αυτών ο ζωτικός χώρος της Γης βρίσκεται σε ένα φυσικό πεδίο ακτινοβολίας. Το πεδίο αυτό πρωτίστως βάλλεται από τον κοσμική ακτινοβολία. Στο πέρασμα των

αιώνων, η ζωή δημιουργήθηκε, αναπτύχθηκε και βρήκε τις σωστές βιολογικές ισορροπίες των οικοσυστημάτων που την αποτελούν μέσα ακριβώς σε αυτό το πεδίο.

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως το κέντρο του γαλαξία που βρίσκεται η Γη βάλλεται συνεχώς από κύματα ακτινοβολιών, που ανακαλύφθηκαν χάρη σε εξαιρετικά ευαίσθητα ηλεκτρονικά όργανα. Αυτά τα κύματα οφείλονται στην κίνηση των άστρων και επηρεάζουν σημαντικά το γήινο μαγνητικό πεδίο και βρίσκονται στην βάση των λεγόμενων «σύνθετων ηλεκτρομαγνητικών δονήσεων».

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία επηρεάζει, χωρίς αμφιβολία, την φυσιολογία και την λειτουργία των οργανισμών και εξαρτάται από διάφορους παράγοντες [5]. Η ακτινοβολούμενη ενέργεια απορροφάται από τους ιστούς και μετατρέπεται σε θερμότητα.

Η απορρόφηση ενέργειας από τους ιστούς του ανθρώπου οφείλεται βασικά στην παρουσία νερού και ιόντων. Το ανθρώπινο σώμα αποτελείται περίπου από 70% νερό. Το μόριο του νερού όμως αποτελεί ένα ηλεκτρικό δίπολο με θετικό φορτίο μεταξύ των δύο ατόμων υδρογόνου και με αρνητικό στην άλλη άκρη του που βρίσκεται το άτομο του οξυγόνου. Έτσι λοιπόν, όταν το ανθρώπινο σώμα βρεθεί μέσα στο Η/Μ πεδίο, τα μόρια του νερού, που είναι ηλεκτρικά δίπολα, θα αρχίσουν να περιστρέφονται ή να πάλλονται στο ρυθμό της συχνότητας του κύματος. Όσο πιο γρήγορα πάλλονται και όσο η διάρκεια του φαινομένου είναι μεγαλύτερη τόσο μεγαλύτερα ποσά θερμότητας θα παραχθούν.

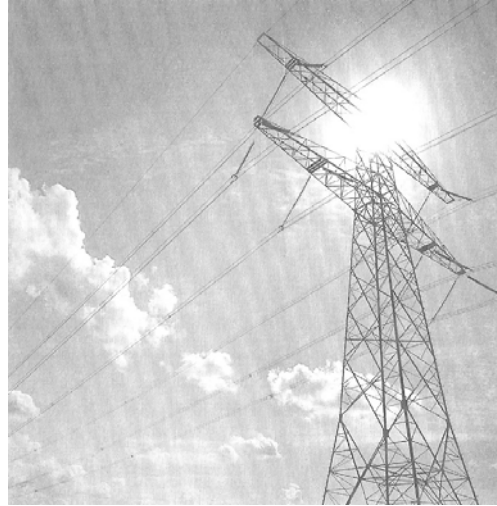
Το σώμα θερμαίνεται. Αν η απορροφούμενη ισχύς ακτινοβολίας είναι τόσο μεγάλη, ώστε η θερμοκρασία του σώματος ν' αυξηθεί πάνω από 1 – 20°C, τότε προκύπτουν οι ίδιες επιδράσεις όπως στην περίπτωση πυρετού ή θερμοπληξίας: επέρχεται μείωση των νοητικών δραστηριοτήτων, αποκλίσεις σε διάφορες σωματικές λειτουργίες, μέχρι και διαταραχές αναπαραγωγής. Όργανα με κακή αιμάτωση, άρα και κακή απαγωγή θερμότητας, όπως παραδείγματος χάριν τα μάτια, θερμαίνονται γρηγορότερα και γι' αυτό κινδυνεύουν περισσότερο. Κοινό σημείο των θερμικών επιδράσεων είναι ότι δεν προκύπτουν πλέον κάτω από κάποια ορισμένη τιμή έντασης ακτινοβολίας. Τα όρια ασφαλούς έκθεσης του κοινού έχουν καθοριστεί έτσι ώστε να μην μπορούν να προκύπτουν τέτοιες θερμικές επιδράσεις.

Εκτός από τους εξωγενείς παράγοντες που επηρεάζουν το περιβάλλον εκπέμποντας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, υπάρχουν και ανθρώπινες δραστηριότητες που επιβαρύνουν το φαινόμενο αυτό. Για παράδειγμα, η χρήση του ηλεκτρισμού αποτέλεσε

⁵ Ένταση της ισχύος, χρόνος έκθεσης, απόσταση από την πηγή, ηλικία, κατάσταση του οργανισμού κ.α.

εξαιρετικά σημαντικό εργαλείο για τον άνθρωπο και τις δραστηριότητες του. Ωστόσο, ο συμβατικός τρόπος παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πάρα πολύ επιζήμια για τον άνθρωπο και για το περιβάλλον.

Ο ηλεκτρισμός που παράγεται από τον σταθμό παραγωγής είναι τάσης 24.000V και ένας πρώτος μετασχηματιστής ανεβάζει την τάση του στα 400.000V – τάση που χρησιμοποιείται για την μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις (400kV). Οι μεγάλες βιομηχανίες συνδέονται στο δίκτυο στα 225kV, οι μεγάλες πόλεις στα 20kV και ο τελικός καταναλωτής στα 220V.



ΕΙΚΟΝΑ 1.9

Μετάλλαξη των υγείων ανθρώπινων κυττάρων σε καρκινογόνα, ιονισμός του αέρα, καταστροφή του εδάφους και της χλωρίδας, αλλοίωση της αισθητικής του τοπίου, κίνδυνος πυρκαγιάς: μερικοί κίνδυνοι που προέρχονται από τις γραμμές υπέρ – υψηλής τάσης.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

Το πέρασμα του ηλεκτρικού ρεύματος «μέσα από καλώδια» συνοδεύεται από απώλειες που αυξάνονται ανάλογα με την τάση του δικτύου και δημιουργεί ηλεκτρικά πεδία ανάμεσα σε αυτά και στη γη που βρίσκεται από κάτω τους. Αυτά τα πεδία φορτίζουν ηλεκτρικά όλη την περιοχή που γειτνιάζει με τα καλώδια, όλα τα φυτά, τα ζώα, τον άνθρωπο καθώς κι όλα τα μεταλλικά αντικείμενα και τις μηχανές (εικόνα 1.9).

Για τον λόγο αυτό, μέχρι το 1990 πραγματοποιήθηκαν περισσότερες από 100 μελέτες σε όλο τον κόσμο για τις βιολογικές επιπτώσεις στον άνθρωπο από τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Από όλες αυτές, περίπου το 1 / 4 έδειξαν συσχέτιση ανάμεσα στα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και σε σοβαρά προβλήματα υγείας.

Ακόμη, εκτός από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα καλώδια της Δ.Ε.Η. υπάρχει και η ακτινοβολία που εκπέμπεται από τις κεραιές, πάσης φύσεως, και κυρίως αυτές της κινητής τηλεφωνίας (Πίνακας 1.1). Έχει γίνει πολύς λόγος για την βλαπτικότητα των κεραιών αυτών και για τις επιπτώσεις που έχουν στην υγεία του ανθρώπου, αλλά ούτε οι χρήστες των κινητών τηλεφώνων, ούτε και οι ιδιοκτήτες των εταιριών αυτών δείχνουν σημάδια υποχώρησης.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως ο άνθρωπος βάλλεται από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία όχι μόνο από το περιβάλλον, αλλά και μέσα στον χώρο του. Η καθημερινότητα και οι ανέσεις που έχει επιβάλει ο άνθρωπος στην ζωή του τον εκθέτουν καθημερινώς και

αδιαλείπτως σε μεγάλες ποσότητες ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που προέρχονται από τα είδη οικιακής χρήσης του σπιτιού, από ηλεκτρονικούς υπολογιστές κ.λπ. (Πίνακας 1.2).

ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΣΕ ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΙΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΗΣ ΔΕΗ			
ΕΙΔΟΣ ΑΣΘΕΝΕΙΑΣ	Απόσταση από τις γραμμές		
	0 - 50 μ	51 - 100 μ	101 μ <
Όλοι οι καρκίνοι	1,4	0,9	0,5
Λευχαιμία	4,9	3,0	1
Εγκεφαλικό οίδημα	0,9	0,9	0,5

Πίνακας: 1.1 Μελέτη του Ινστιτούτου Karolinska της Στοκχόλμης, το Μάιο του 1992

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ		
1	Φωτισμός φθορίου	20 – 100
2	Ιονιστής ατμόσφαιρας	110 – 250
3	Φωτοτυπικό	4 – 200
4	Στεγνωτήρας μαλλιών	1 – 700
5	Ξυριστική μηχανή	4 – 600
6	Έγχρωμη τηλεόραση	0 – 20
7	Φούρνος μικροκυμάτων	100 – 300
8	Ηλεκτρική σκούπα	100 – 700
9	Ηλεκτρονικός υπολογιστής*	7 – 50

* Όσο αυξάνεται η απόσταση από την οθόνη, τόσο μειώνεται η ακτινοβολία. Η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας είναι τα 50cm.

Πίνακας: 1.2 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

1.5 ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΟΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Όλοι οι άνθρωποι στην καθημερινή τους ζωή εκτίθενται στην περιβαλλοντική ακτινοβολία, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Περιβαλλοντική ακτινοβολία είναι η δόση της ακτινοβολίας την οποία λαμβάνει ο καθένας κάθε συνηθισμένη ημέρα.

Οι πηγές της φυσικής ακτινοβολίας είναι οι χερσαίες πηγές [6], η κοσμική ακτινοβολία, οι ιατρικές πηγές [7], τα προϊόντα πυρηνικών δοκιμών (ή δυστυχημάτων), και άλλες ατμοσφαιρικές πηγές. Η αντιπροσωπευτική μέση ετήσια δόση περιβαλλοντικής ακτινοβολίας που λαμβάνει κάθε άτομο κατά έτος είναι 106 mrem (δεν περιλαμβάνεται το ραδόνιο). Στην περιβαλλοντική ακτινοβολία περιλαμβάνεται και αυτή του στοιχείου του ραδονίου.

⁶ Ακτινοβολία που προέρχεται από την διάσπαση φυσικών υπαρχόντων ραδιοϊσοτόπων στα πετρώματα και στο έδαφος.

⁷ Ακτίνες Χ

1.5.1 Το ραδόνιο

Το ραδόνιο -222 είναι ένα ραδιενεργό ευγενές αέριο που απελευθερώνεται κατά την διαδικασία της φυσικής διάσπασης των στοιχείων φθόριο και ουράνιο, στοιχεία συνήθη και φυσικώς υπάρχοντα στα πετρώματα και στο έδαφος σε ποικίλες ποσότητες. είναι αθέατο και χωρίς γεύση, έτσι δεν μπορεί να ανιχνευτεί από τις ανθρώπινες αισθήσεις.

Το ραδόνιο -222 διασπάται σε ραδιενεργά στοιχεία, δύο από τα οποία το πολώνιο -218 και το πολώνιο -214, εκπέμπουν σωματίδια άλφα, τα οποία προκαλούν βλάβες στους ιστούς των πνευμόνων με εξαιρετική αποτελεσματικότητα.

Το ραδόνιο 222 είναι ένα ραδιενεργό ευγενές αέριο που απελευθερώνεται κατά τη διαδικασία της φυσικής διάσπασης των στοιχείων φθορίου και ουρανίου, τα οποία είναι συνήθη στοιχεία και υπάρχουν σε ποικίλες ποσότητες στα πετρώματα και στο έδαφος. Στον εξωτερικό αέρα, το ραδόνιο αραιώνεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αποτελώντας έτσι σημαντικά μικρότερο κίνδυνο απ' ότι στον εσωτερικό αέρα ενός χώρου, όπου μπορεί να συσσωρεύεται σε σημαντικά επίπεδα.

Η συγκέντρωση του ραδονίου σε ένα κτήριο εξαρτάται από την ποσότητα του στο υποκείμενο έδαφος. Διαφορές πίεσης μεταξύ του αέρα του κτηρίου και του εδάφους, οδηγούν στην διείσδυση του ραδονίου δια μέσου ρωγμών, προς το εσωτερικό του κτηρίου. Μετά την είσοδο του στο κτήριο, το ραδόνιο διασπάται ραδιενεργώς σε θυγατρικά προϊόντα, μερικά από τα οποία είναι επίσης ραδιενεργά και εκλύουν ακτινοβολία κατά τη διάσπαση.

Η ραδιενέργεια, επίσης, απειλεί τις οικοδομές και μέσω του χάλυβα που χρησιμοποιείται για το οπλισμένο σκυρόδεμα, ιδιαίτερα όταν προέρχεται από ανακύκλωση παλαιοσιδήρου. Υπάρχει όχι μόνο στους χάλυβες [8], αλλά και στο τσιμέντο. Είναι γεγονός ότι στο 50% του μπετόν που οδηγείται στα εργοτάξια, υπάρχει ανάμειξη τέφρας [9] που περιέχει ραδιενέργεια της σειράς του ουρανίου. Εκτός από την απευθείας ακτινοβολία το μπετόν διαχέει στα κτίρια και ραδόνιο -222. Επίσης κεραμικά υλικά, ο πωρόλιθος, η κίσηρη και γρανίτες είναι στοιχεία που ενδέχεται να εκπέμπουν ραδιενέργεια.

⁸ Από το 1983 έως σήμερα έχουν καταγραφεί περισσότερες από 60 περιπτώσεις επιβάρυνσης χάλυβα με ραδιενέργεια και υπολογίζεται ότι το συνολικό κόστος για τον καθαρισμό των εγκαταστάσεων και διάθεσης των αποβλήτων ξεπερνά τα 25.000.000 δολάρια. Οι πρώτες ανιχνεύσεις σε ραδιενέργειας σε παλιοσίδηρα έγιναν την δεκαετία του '80 στις Η.Π.Α. και στην Σουηδία, ενώ στην Ελλάδα εντοπίστηκαν τα πρώτα δείγματα τον Αύγουστο του 1997.

⁹ Τέφρα: προϊόν καύσης του λιγνίτη

Επειδή το ραδόνιο είναι πολύ βαρύ (είναι το πιο πυκνό γνωστό αέριο), τείνει να συγκεντρώνεται στις βάσεις των κτιρίων. Από την στιγμή της εισόδου του στο κτίριο, το ραδόνιο διασπάται ραδιενεργώς. Κάποια από τα προϊόντα της διάσπασης είναι επίσης ραδιενεργά και καθώς διασπώνται εκλύουν ακτινοβολία. Το πραγματικό πρόβλημα δημιουργείται όταν ο μολυσμένος αέρας από ραδόνιο εισπνέεται. Η διάσπαση του ραδονίου εκλύει σωματίδια *άλφα*, που είναι ιδιαίτερος επιβλαβή για τους βιολογικούς ιστούς. Άμεσες δόσεις ακτινοβολίας *άλφα* στο εσωτερικό των πνευμόνων θεωρείται ότι προκαλούν περισσότερους θανάτους από καρκίνους των πνευμόνων από όσους οποιαδήποτε άλλης αιτίας, με εξαίρεση το κάπνισμα. Παράγοντες, όπως ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο εξαερισμός του σπιτιού επηρεάζουν τις διόδους και τις πηγές οι οποίες μπορούν να «έλκουν» το ραδόνιο στο εσωτερικό των σπιτιών.

Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη συσσώρευση ραδονίου στην Ελλάδα (σε bequerel ανά κυβικό μέτρο)		
Χωριό	Νομός	Συσσώρευση ραδονίου σε bq/m ³
Νεράιδα	Θεσπρωτίας	511 bq/m ³
Μελιβοία	Ξάνθης	460 bq/m ³
Κέντρο Πόλης	Καβάλας	350 bq/m ³
Σέλερο	Ξάνθης	320 bq/m ³
Πρασινάδα	Δράμας	280 bq/m ³
Μύκονος	Κυκλάδων	280 bq/m ³
Δεσκάτη	Γρεβενών	279 bq/m ³
Πεντάλοφο	Κοζάνης	258 bq/m ³
Νικίσιανη	Καβάλας	237 bq/m ³
Κέντρο Πόλης	Θεσσαλονίκης	220 bq/m ³
Δοξάτο	Δράμας	211 bq/m ³
Γενισέα	Ξάνθη	200 bq/m ³

Πίνακας: 1.3 Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη συσσώρευση ραδονίου στην Ελλάδα

1.5.2 Στρατηγικές για την μείωση του ραδονίου

Ο κίνδυνος από το θανατηφόρο ραδόνιο παραμονεύει σε κάθε κτίσμα και θεωρείται αναγκαία η αντιμετώπισή του. Το πρόβλημα είναι γνωστό εδώ και πολλές δεκαετίες στο εξωτερικό [10]. Σε κάθε περίπτωση, για την αποφυγή της ραδιενέργειας ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα επικεντρώνεται σε τρεις, κυρίως, στρατηγικές:

¹⁰ Σε πολλές πολιτείες των Η.Π.Α. είναι υποχρεωτική η μέτρηση του ραδονίου, πριν την έκδοση της οικοδομικής αδείας. Η Τσεχία διαθέτει κρατικό δίκτυο 300.000 μετρητών ραδονίου. Από την πλευρά του ελληνικού κράτους έχουν γίνει ελάχιστα, τόσο για τον εντοπισμό των περιοχών με πρόβλημα, όσο και προς την κατεύθυνση της αντιμετώπισης του.

(α) Πρέπει να εντοπιστούν και να σφραγιστούν τα σημεία εισόδου ραδονίου στα κτίρια.

(β) Ο αερισμός του κτιρίου μπορεί να βελτιωθεί με την διατήρηση περισσότερων ανοικτών παραθύρων ή τη λειτουργία ανεμιστήρων.

(γ) Την εγκατάσταση ενός συστήματος αερισμού για την οποία οι κατασκευαστικές μέθοδοι πρέπει να έχουν προβλέψει.

Ουσιαστικά, η πιο απλή μέθοδος μείωσης του ραδονίου είναι η αύξησης του αερισμού, και τις περισσότερες φορές αυτή η λύση επαρκεί στην λύση του προβλήματος. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί πως και η επιλογή μη ραδιενεργών υλικών είναι ουσιαστικός παράγοντας στην προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος.

Μια ποικιλία από κατασκευαστικές λύσεις είναι διαθέσιμη στην αγορά για την επισκευή των προβλημάτων σε ήδη υπάρχοντα κτίρια. Τα καινούρια κτίρια μπορούν να κτιστούν με χαρακτηριστικά που εμποδίζουν την είσοδο του ραδονίου και επιτρέπουν την αντιμετώπιση των προβλημάτων που πιθανώς να εμφανιστούν στο μέλλον.

1.5.3 Κατασκευαστικές μέθοδοι αποφυγής του ραδονίου στην οικοδομή

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι αποφυγής του ραδονίου στην οικοδομή:

(α) Η αεριζόμενη θεμελίωση

Ουσιαστικά ο τρόπος αυτός συνίσταται στην δημιουργία ενός δεύτερου δαπέδου πάνω από το δάπεδο του υπογείου (με ενδιάμεσο κενό) ή στην τοποθέτηση πλαστικών τεμαχίων, που βοηθούν στην συγκέντρωση ρύπων και τα οδηγούν εκτός οικοδομής (αεριζόμενα δάπεδα) (εικόνες 1.10 - 1.11).



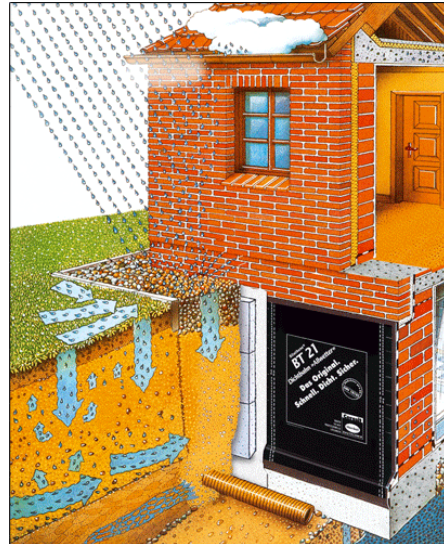
ΕΙΚΟΝΕΣ 1.10 – 1.11
Αεριζόμενη θεμελίωση.

[Πηγή: <http://www.alpacotrading.com/>]

Επίσης, μία οικονομική λύση είναι η δημιουργία ενός δικτύου φρεατίων που συνδέονται μεταξύ με τους πλαστικούς σωλήνες και οδηγούν το ραδόνιο εκτός οικοδομής. Τα φρεάτια αυτά τοποθετούνται μετά το μάλωμα των πεδίων και ακολουθεί η τοποθέτηση δομικού πλέγματος και η σκυροδέτηση του δαπέδου. Δηλαδή, τα φρεάτια και οι αγωγοί θάβονται στο δάπεδο από το οποίο δεν εξέρχει παρά ο αγωγός που οδηγεί το ραδόνιο εκτός κτιρίου.

(β) Ειδικές στεγανοποιητικές μεμβράνες

Στην Ευρώπη υπάρχουν τουλάχιστον 10 εταιρείες παραγωγής ειδικών στεγανοποιητικών μεμβρανών (εικόνα 1.12), σε αντίθεση με την Ελλάδα, όπου δυστυχώς δεν υπάρχουν παρά ελάχιστα ειδικευμένα προϊόντα. Η μεμβράνη κολλάει χωρίς φλόγιστρο, δεν απαιτεί επεξεργασία στις ραφές και κόβεται με απλό ξυράφι χαρτιού.



ΕΙΚΟΝΑ 1.12

Ειδική στεγανοποιητική μεμβράνη.

[Πηγή: <http://www.renovat.gr/>]

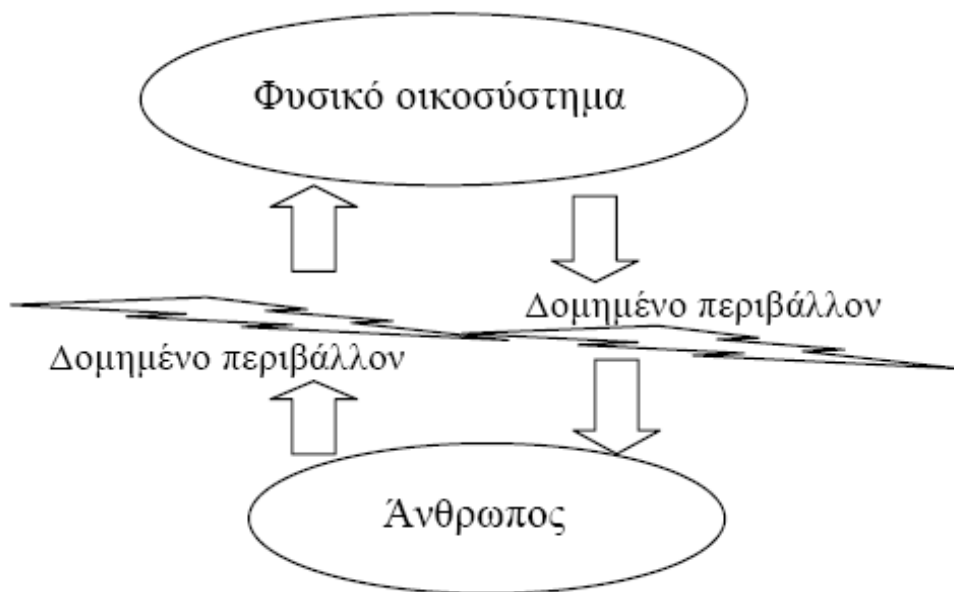
Κεφάλαιο 2

ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Με τον όρο «Δομημένο Περιβάλλον» γίνεται αναφορά στο συνολικό χώρο που έχει αναπτυχθεί από τις ανθρώπινες κατασκευές συμπεριλαμβανομένου όλων των κτιρίων που καλύπτουν τις ανάγκες στέγασης, απασχόλησης και αναψυχής. Το δομημένο περιβάλλον, η πόλη, το κτήριο, είναι ένα φίλτρο που αποσκοπεί στην ευημερία του ανθρώπου. Ο ρόλος του είναι να προστατεύει τον άνθρωπο από τις εναλλαγές και τις επιθέσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος. Το κτήριο λοιπόν είναι μία δράση του ανθρώπου που προστατεύει τον άνθρωπο από το εξωτερικό περιβάλλον.

Το κτήριο ως δράση του ανθρώπου επιδρά και αυτό στο περιβάλλον (εικόνα 2.1). Μπορεί το κτήριο να προκύπτει ως απόβλητο μετά τη χρήση του, ή μπορεί ακόμα και κατά τη φάση της λειτουργίας του να επιδρά αρνητικά στον περιβάλλοντα χώρο του. Για το λόγο αυτό αναπτύσσονται διάφορα κριτήρια που καθορίζουν την οικολογική συμπεριφορά του κτηρίου η οποία ορίζεται ως: *η βελτιστοποίηση των θετικών δράσεων και η ελαχιστοποίηση των αρνητικών δράσεων που μπορεί να έχει ένα κτήριο έναντι του ανθρώπου και του φυσικού οικοσυστήματος.*



ΕΙΚΟΝΑ 2.1

Συσχετισμός ανθρώπου και φυσικού οικοσυστήματος

[Πηγή Κορωναίος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: *Δομικά υλικά και οικολογία*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδίκτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm]

Βάσει του μεγέθους των κτιρίων και των γειτονικών υποδομών το δομημένο περιβάλλον χαρακτηρίζεται αστικό, ημιαστικό και αγροτικό. Η ενασχόληση με το αστικό περιβάλλον

των μεγαλουπόλεων, γίνεται ενδιαφέρουσα για την ελληνική πραγματικότητα λαμβάνοντας υπόψη τα μικρά οικοδομικά τετράγωνα, το αυξημένο ύψος των κτιρίων αλλά και το μέγεθος της πόλης που περιπλέκει την λειτουργία του μικροκλίματος.

Η ιδιαίτερα ταχεία ανάπτυξη των αστικών περιοχών, ιδίως στη Ευρώπη, όπου το 80% περίπου του πληθυσμού ζει σε αυτές, επιβάλλει μια αντίστοιχη εξέλιξη στις σχετικές επιστήμες και τεχνικές που ασχολούνται με τα ζητήματα της δόμησης. Η σύγχρονη οικολογική αντίληψη για τα κτίρια και το δομημένο περιβάλλον, έθεσαν επιτακτικά τα θέματα αλλαγής της νοοτροπίας. Το δομημένο περιβάλλον αρχίζει να αντιμετωπίζεται πλέον ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα που επηρεάζει και επηρεάζεται από τις εξωτερικές συνθήκες.

2.2 ΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑ

Το κλίμα των πόλεων επηρεάζεται από το δομημένο περιβάλλον, το είδος και την ποιότητα των κτιρίων. Η πυκνή δόμηση και η βιομηχανοποίηση των υλικών, έχουν επιδεινώσει την ποιότητα του περιβάλλοντος.

Οι κλιματικές παράμετροι που επηρεάζονται από το αστικό περιβάλλον είναι αφενός η θερμοκρασία του αέρα και αφετέρου η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η νέφωση και πιθανώς το ύψος των βροχοπτώσεων επηρεάζονται σε δεύτερο επίπεδο.

Τα φαινόμενα που συντελούν κατά κύριο λόγο στην μεταβολή της θερμικής και αεροδυναμικής συμπεριφοράς των πόλεων είναι δύο:

(α) το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας

(β) το φαινόμενο της αστικής χαράδρας

Η αυξημένη ρύπανση του αέρα μειώνει την ένταση και μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται μια πόλη. Η συγκέντρωση μικροσωματιδίων στον αέρα μειώνει την προσπίπτουσα ακτινοβολία έως και 20%, ενώ η σκέδαση του φωτός αυξάνει σημαντικά την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

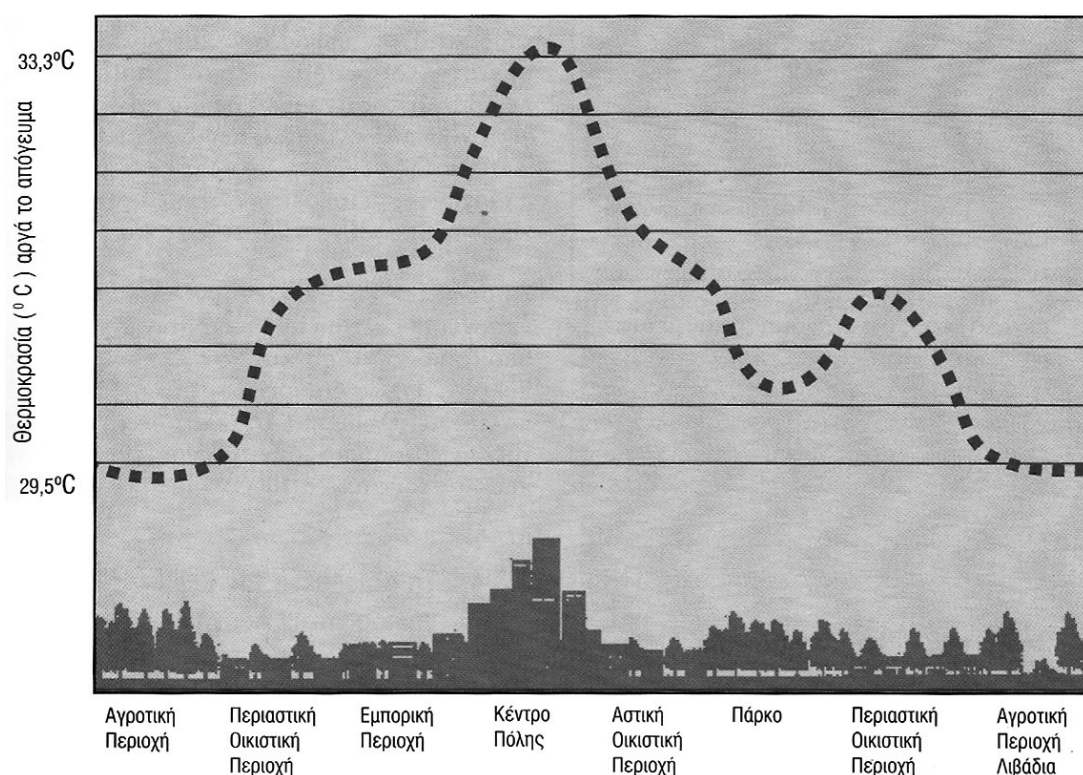
2.2.1 Φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας

Η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα σε πυκνά δομημένες αστικές περιοχές είναι συνήθως υψηλότερη από την αντίστοιχη θερμοκρασία των ημιαστικών περιοχών (εικόνα 2.2). Το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας (Urban Heat Island – U.H.I) αποτελεί

σημαντική παράμετρο του αστικού μικροκλίματος, είναι γνωστό εδώ και έναν αιώνα περίπου και αποτελεί ίσως το πιο τεκμηριωμένο φαινόμενο κλιματικής μεταβολής. Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας παρατηρείται σε όλες τις πόλεις και είναι η πλέον έκδηλη από τις επιπτώσεις που προκαλεί η αστικοποίηση.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα μιας πόλης με 1 εκατομμύριο κατοίκους ή και περισσότερους μπορεί να είναι υψηλότερη κατά 1 έως 3 °C από την θερμοκρασία μακριά από την πόλη και κατά την διάρκεια μιας ανέφελης και χωρίς άνεμο νύκτας η διαφορά από τα περίχωρά της μπορεί να φτάσει στους 12 °C. Όσον αφορά στην Αθήνα, αυτή ανήκει στην κατηγορία των μεγάλων ευρωπαϊκών πόλεων που βιώνουν πολύ υψηλές θερμοκρασίες.

Η αύξηση της θερμοκρασίας στις πόλεις έχει σημαντικές ενεργειακές συνέπειες καθώς αυξάνει την ζήτηση για τοποθέτηση κλιματιστικών συσκευών στα κτίρια. Για να καλυφθούν οι ανάγκες του κλιματισμού είναι αναγκαία η αύξηση των ηλεκτρικών φορτίων αιχμής, πράγμα που με την σειρά του οδηγεί σε αυξημένες απαιτήσεις ισχύος και στην παραγωγή πρόσθετων ρύπων στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.



ΕΙΚΟΝΑ 2.2

Μεταβολή της θερμοκρασίας σε μια πόλη και το φαινόμενο της Αστικής Θερμικής Νησίδας. Η διακεκομμένη καμπύλη περιγράφει την χωρική μεταβολή της θερμοκρασίας κατά μήκος της πόλης. Διαπιστώνεται ότι η θερμοκρασία στο κέντρο είναι σημαντικά αυξημένη σε σχέση με την περιφέρεια.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Οι διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στον αστικό ιστό και τις γύρω αγροτικές – υπαίθριες εκτάσεις μετρώνται ή υπολογίζονται με χρήση επίγειων και δορυφορικών δεδομένων. Οι εικόνες Landsat TM παρέχουν υψηλή διακριτική ικανότητα (30x30m/pixel) με δυνατότητα παρακολούθησης του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας σε συνάρτηση με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αστικού ιστού όπως η πυκνότητα δόμησης, βιομηχανικές ζώνες, χρήσεις γης και ανάγλυφο, κ.ά.

2.2.1.1 Παράγοντες δημιουργίας του φαινομένου της Θερμικής Νησίδας

Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις γενικότερες κλιματικές συνθήκες, την τοπογραφία καθώς και το ανάγλυφο ενός τόπου. Για τον λόγο αυτό παρουσιάζει συνεχεία μεταβολές όχι μόνο στον χρόνο, αλλά και στον χώρο. Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα ενός θερμικού πλεονάσματος που προκαλεί διαταραχή στο θερμικό ισοζύγιο των πόλεων.

Οι κύριοι παράγοντες που συνεισφέρουν στην εμφάνιση και επιδείνωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας είναι οι ακόλουθοι:

- Γεωμετρία των κτιρίων και των αστικών δρόμων. Λόγω των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των δρόμων, μεγάλο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τα κτίρια, τα πεζοδρόμια και την ασφάλτο προσπίπτει στις επιφάνειες των γειτονικών σε αυτά κτιρίων, υφίσταται πολλαπλές ανακλάσεις και, με τον τρόπο αυτό, παγιδεύεται και δεν διαφεύγει στην ελεύθερη ατμόσφαιρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού πλεονάσματος των επιφανειών, άρα και της θερμοκρασίας.
- Θερμικές και οπτικές ιδιότητες των υλικών. Λόγω των ακατάλληλων οπτικών και θερμικών χαρακτηριστικών πολλών υλικών, μεγάλο μέρος της θερμότητας που μεταφέρει η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από τα υλικά και επανακτινοβολείται στην ατμόσφαιρα.
- Ανθρωπογενής θερμότητα. Παράγεται κυρίως από τις καύσεις.
- Φαινόμενο του θερμοκηπίου [1]. Συμβάλλει στην αύξηση της θερμικής ακτινοβολίας που ανακλάται από την ρυπασμένη ατμόσφαιρα και προσπίπτει στο σύνολο των επιφανειών μιας πόλης.

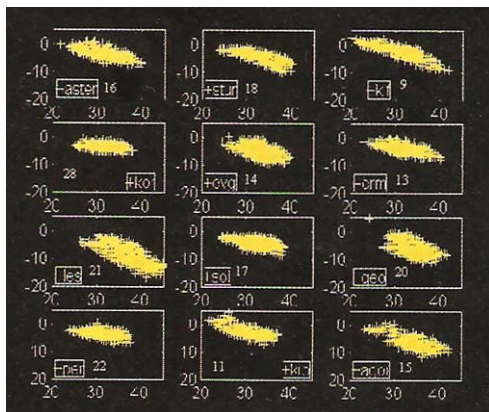
¹ Βλέπε κεφάλαιο ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, παρ. 2.1

- Μειωμένη εξατμισοδιαπνοή και εξάτμιση. Οφείλονται στην έλλειψη πρασίνου και επιφανειών νερού στις πόλεις.
- Μείωση της ροής του αέρα στους δρόμους. Τα κτίρια μειώνουν την ροή του αέρα και οι επιφάνειες των κτιρίων δεν ψύχονται επαρκώς.

2.2.1.2 Το φαινόμενο της Θερμικής Νησίδας στην Αθήνα

Η αύξηση της θερμοκρασίας στην πόλη της Αθήνας έχει μελετηθεί από το 1996 και έχει διαπιστωθεί ότι η ένταση του φαινομένου της θερμικής νησίδας φθάνει έως και τους 14 °C, ενώ υπάρχει σημαντική και αξιοσημείωτη χωρική και χρονική κατανομή.

Πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονη μέτρηση σε 12 αστικούς σταθμούς της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας την περίοδο Ιούνιος – Σεπτέμβριος 1996 και έγινε σύγκριση με τον περιφερειακό σταθμό της Ηλιούπολης (εικόνα 2.3). Βάσει αυτών διαπιστώθηκε ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αγγίζει τους 14 °C, ενώ η μέση αύξηση στην κεντρική περιοχή της Αθήνας είναι κοντά στους 10 °C.



ΕΙΚΟΝΑ 2.3

Διαφορές των θερμοκρασιών που μετρήθηκαν σε 12 αστικούς σταθμούς της Αθήνας από αυτές που μετρήθηκαν στον σταθμό της Ηλιούπολης. Οι κωδικοί αντιστοιχούν στους σταθμούς:

Aster: Αστεροσκοπείο	Kif: οδός Κηφισίας
Stur: οδός Στουρνάρα	Evg: Ευγενίδειο Ίδρυμα
Kor: Κορυδαλλός	Les: Ιπποκράτους και Ακαδημίας
Erm: οδός Ερμού	Geo: Γεωπονική Σχολή
Sol: οδός Σόλωνος	Kir: Εθνικός Κήπος
Per: περιοχή ΠΕΡΠΑ	
Agor: περιοχή Αρχαίας Αγοράς	

Στον κατακόρυφο άξονα δίνονται οι διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στον σταθμό της Ηλιούπολης και τους αστικούς σταθμούς, ενώ στον οριζόντιο δίνονται οι θερμοκρασίες στους αστικούς σταθμούς (σε βαθμούς C).

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Παράλληλα διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των βαθμωρών κλιματισμού [2], είναι περίπου κατά 350% μεγαλύτερος από το κέντρο της Αθήνας από ότι στις περιφερειακές περιοχές. Η περιοχή της Δυτικής Αθήνας παρουσιάζει σχεδόν διπλάσιο αριθμό βαθμωρών κλιματισμού από την περιοχή της Βόρειας Αθήνας – γεγονός που εξηγείται από την πυκνότερη δόμηση της περιοχής καθώς και από την εντονότερη έλλειψη πρασίνου.

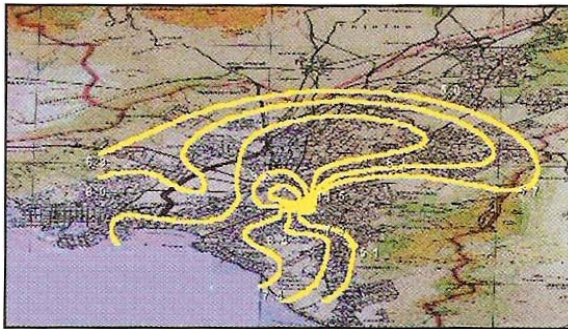
² Βαθμώρες κλιματισμού είναι το άθροισμα των ωριαίων διαφορών της θερμοκρασίας περιβάλλοντος από μία θερμοκρασιακή βάση (στην προκειμένη περίπτωση 26 °C). Δηλαδή, Βαθμώρες κλιματισμού = Σ(Τπ-26)+ . (Το σημείο + σημαίνει πως οι αρνητικές διαφορές δεν λαμβάνονται υπόψη).

Στην Αθήνα οι χώροι πρασίνου χαρακτηρίζονται από σαφώς μικρότερη θερμοκρασιακή διαφορά από τις περιαστικές περιοχές (περίπου 6 °C). Παρόλο που οι χώροι πρασίνου παρουσιάζουν κατά 30% μικρότερο αριθμό βαθμωρών κλιματισμού απ’ ότι οι γειτονικοί σταθμοί, κατά την διάρκεια της ημέρας η θερμοκρασία εντός των χώρων πρασίνου είναι μεγαλύτερη από αυτή των περιαστικών σταθμών.

Η μέση αύξηση της θερμοκρασίας το κέντρο της Αθήνας κατά την διάρκεια του χειμώνα είναι περίπου 8 °C.

2.2.1.3 Επιπτώσεις του φαινομένου της Θερμικής Νησίδας

Η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος έχει προφανώς συνέπειες στην ενέργεια που απαιτείται για τον κλιματισμό των κτιρίων. Λόγω της θερμικής νησίδας απαιτείται σχεδόν διπλάσια κατανάλωση ενέργειας για τον κλιματισμό ενός τυπικού κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας σε σχέση με τις Βορειοανατολικές ή Νότιες περιοχές της πόλης. Παράλληλα, η ενεργειακή κατανάλωση στην δυτική Αθήνα είναι κατά περίπου 50% μεγαλύτερη σε σχέση με τις ίδιες περιοχές (εικόνα 2.4).



ΕΙΚΟΝΑ 2.4

Χωρική κατανομή του ψυκτικού φορτίου ενός τυπικού κτιρίου στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Οι τιμές δίνονται σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και αναφέρονται σε όλη την περίοδο του Αυγούστου 1997.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμιόπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Παράλληλα με την αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, παρατηρείται σημαντική αύξηση του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου αιχμής. Η αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, η μείωση της απόδοσης των κλιματιστικών συσκευών, καθώς και η αύξηση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, αποτελούν ιδιαίτερα αρνητικές συνέπειες του φαινομένου της θερμικής νησίδας. Ωστόσο, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος τον χειμώνα συντελεί στην μείωση των αναγκών θέρμανσης στα κτίρια των αστικών περιοχών.

Η αύξηση της θερμοκρασίας συντελεί επίσης στην μείωση των βαθμωρών θέρμανσης [3] στο κέντρο της πόλης κατά 40 – 60% σε σχέση με τις περιαστικές περιοχές. Παράλληλα η

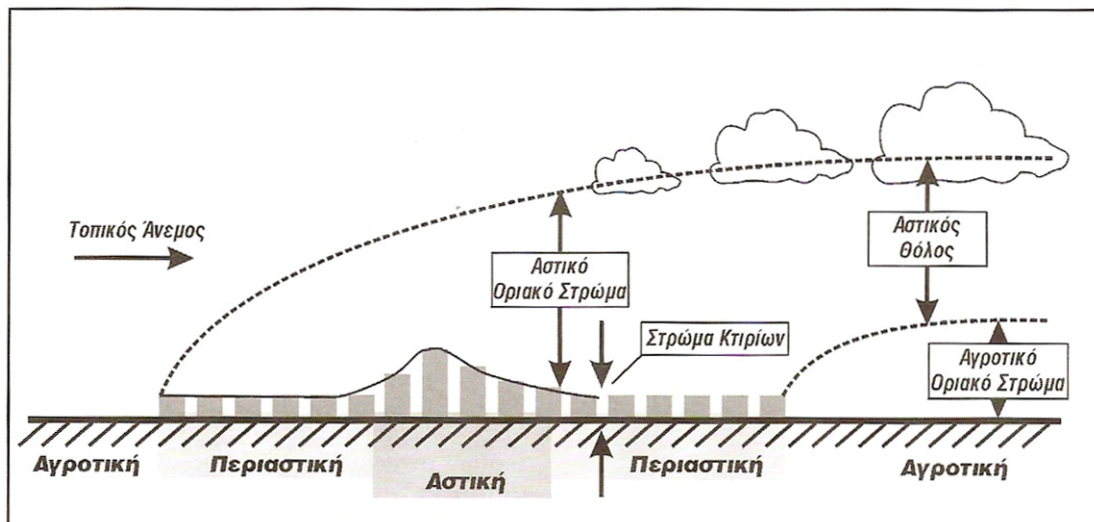
³ Βαθμώρες θέρμανσης είναι το άθροισμα των ωριαίων διαφορών μιας θερμοκρασιακής βάσης (στην προκειμένη περίπτωση 18,3 °C) από την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Δηλαδή, Βαθμώρες θέρμανσης = Σ(18,3 – T_π)+

περιοχή της Δυτικής Αθήνας παρουσιάζει κατά 30% περίπου μικρότερο αριθμό βαθμωρών θέρμανσης από ότι οι αντίστοιχες περιστατικές περιοχές της Βόρειας Αθήνας.

2.2.1.4 Κυκλοφορία του αέρα στον αστικό χώρο

Η κυκλοφορία του αέρα στο αστικό περιβάλλον είναι ένα ιδιαίτερα σύνθετο φαινόμενο. Καθώς ο άνεμος πνέει από τις γειτονικές αγροτικές περιοχές προς την πόλη, οφείλει να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες που συναντά. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην κατακόρυφη στρωμάτωση του αέρα.

Το αέριο στρώμα ανάμεσα στο έδαφος και στο ύψος των κτιρίων ονομάζεται «ατμοσφαιρικό κτιριακό στρώμα», ενώ το στρώμα πάνω από τα κτίρια ονομάζεται «ατμοσφαιρικό στρώμα». Στην περιοχή του κτιριακού στρώματος, η ροή του αέρα ρυθμίζεται από τα χαρακτηριστικά της ροής του αέρα υπεράνω των κτιρίων καθώς και από τοπικά φαινόμενα, όπως η τοπογραφία των δρόμων, το είδος και το ύψος των κτιρίων, η κυκλοφορία των οχημάτων και η ύπαρξη δένδρων.



ΕΙΚΟΝΑ 2.5

Οριακό και κτιριακό στρώμα στις πόλεις. Το αστικό οριακό στρώμα εκτείνεται από το ύψος των κτιρίων και άνω, ενώ το κτιριακό στρώμα εκτείνεται από το έδαφος έως το ανώτατο ύψος των κτιρίων.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.

Η κατακόρυφη κατανομή της ταχύτητας του αέρα εντός του στρώματος των κτιρίων έχει εκθετική μορφή και χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα μικρή ταχύτητα σε σχέση με την ταχύτητα του αέρα στο οριακό στρώμα πάνω από τα κτίρια [4] (εικόνα 2.5). Εντός του

⁴ Μετρήσεις που έγιναν στην Αθήνα κατά την θερινή περίοδο εντός και εκτός δρόμων έδειξαν ότι η ταχύτητα του αέρα σπάνια υπερβαίνει το 1 m/sec, ενώ η μέση τιμή ήταν συνήθως γύρω στα 0,2 – 0,3 m/sec. Την ίδια χρονική στιγμή, η ταχύτητα του αέρα πάνω από τα κτίρια έφθανε έως και τα 6 m/sec.

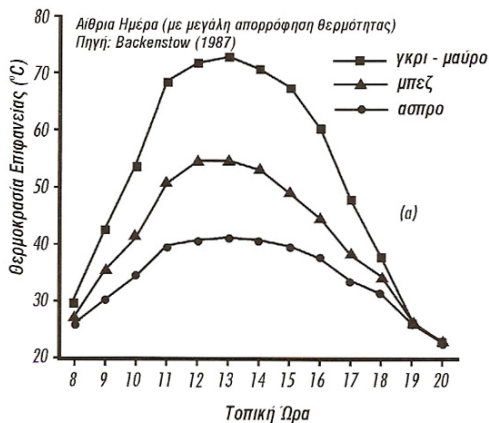
κτιριακού στρώματος μεταβάλλονται τόσο η ταχύτητα όσο και η διεύθυνση της ροής του ανέμου [5], σε σύγκριση με το οριακό στρώμα ή τις γειτονικές αγροτικές περιοχές.

2.2.2 Φαινόμενο της Αστικής Χαράδρας

Οι κατακόρυφες όψεις που περιβάλλουν ένα αστικό δρόμο δρουν όπως τα πλευρικά τοιχώματα μιας φυσικής χαράδρας που μεταβάλλει την στρωμάτωση των θερμοκρασιών και να ανεμολογικά δεδομένα ανάλογα με τα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά και την απορροφητικότητα των επιφανειών.

Η κυκλοφορία του αέρα καθώς και η κατανομή της θερμοκρασίας σε έναν αστικό δρόμο, είναι απόλυτα απαραίτητες πληροφορίες για τον ορθό ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων, τον υπολογισμό της κατανομής της ρύπανσης γύρω από τα κτίρια καθώς και για τον σχεδιασμό συστημάτων αερισμού.

Η κατανομή της θερμοκρασίας σε έναν αστικό δρόμο καθορίζεται από το ενεργειακό ισοζύγιο και κυρίως από το ισοζύγιο της ακτινοβολίας που απορροφάται και εκπέμπεται από τις επιφάνειες του δρόμου και των κτιρίων. Συνεπώς, η θερμοκρασία των επιφανειών εξαρτάται από τις θερμικές ιδιότητες των υλικών και κυρίως από τον συντελεστή απορρόφησης στο ηλιακό φάσμα και τον συντελεστή εκπομπής (εικόνα 2.6).



ΕΙΚΟΝΑ 2.6

Θερμοκρασία επιφάνειας σε υλικά διαφορετικών χρωμάτων. Ο κατακόρυφος άξονας δίνει την θερμοκρασία της επιφάνειας σε βαθμούς Κελσίου ενώ ο οριζόντιος τον χρόνο κατά την διάρκεια μιας ημέρας.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

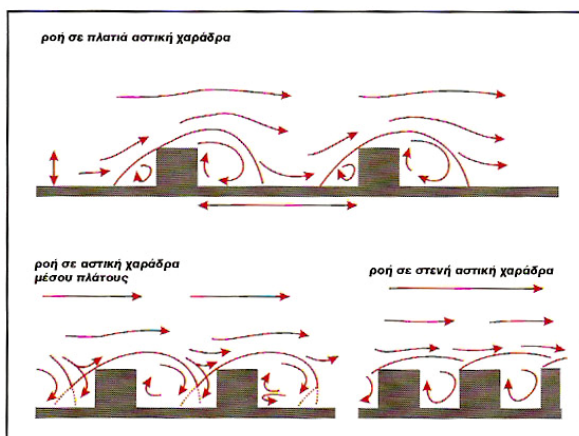
Μετρήσεις που έγιναν κατά την διάρκεια του καλοκαιριού σε κεντρικούς δρόμους της Αθήνας, έδειξαν ότι σε υλικά υψηλής απορροφητικότητας η θερμοκρασία στην επιφάνειά τους φτάνει έως και 60°C, (άσφαλτος), ενώ σε υλικά μικρότερης απορροφητικότητας η αντίστοιχη θερμοκρασία είναι κατά 20 – 30 °C χαμηλότερη.

⁵ Σε αστικές κτιριακές εφαρμογές πρέπει να αποφεύγεται η χρήση ανεμολογικών δεδομένων που μετρούνται σε αεροδρόμια ή άλλες ελεύθερες περιοχές.

Η μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα σε έναν δρόμο εξαρτάται, αφενός από την μεταφερόμενη θερμότητα από τα υλικά προς τον αέρα και αφετέρου, από την ποσότητα και την θερμοκρασία του αέρα που εισέρχεται στον χώρο από γειτονικούς δρόμους και περιοχές. Η καθ' ύψος στρωμάτωση της θερμοκρασίας σε έναν δρόμο δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική. Κατά τις νυκτερινές ώρες η θερμοκρασία του αέρα κοντά στο έδαφος είναι συνήθως κατά 1 – 2 °C υψηλότερη από αυτή των υψηλότερων αερίων στρωμάτων του δρόμου. Η θερμοκρασιακή αυτή διαφορά οφείλεται στην υψηλότερη θερμοκρασία των επιφανειών στα χαμηλότερα στρώματα του δρόμου, η οποία οφείλεται στην παγίδευση της θερμικής ακτινοβολίας.

Κατά την διάρκεια της ημέρας η θερμοκρασία του αέρα μεταβάλλεται καθ' ύψος και κατά πλάτος του δρόμου ανάλογα με την θερμοκρασία των επιφανειών και την κίνηση του αέρα. Κοντά στις επιφάνειες των τοίχων και γύρω από τα υλικά που δέχονται ηλιακή ακτινοβολία, δημιουργείται συνήθως ένα λεπτό θερμό στρώμα αέρος. Η θερμοκρασιακή διαφορά που δημιουργείται κατά πλάτος του δρόμου, ανάμεσα σε αυτά τα λεπτά στρώματα, φθάνει έως και τους 4 °C. Η θερμοκρασία του αέρα μακριά από τις επιφάνειες των τοίχων ρυθμίζεται κατά κύριο λόγο από την κεντρική κίνηση του αέρα στον δρόμο και την θερμοκρασία των μεταφερόμενων αερίων μαζών. Συνήθως η στρωμάτωση καθ' ύψος δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η κίνηση του ανέμου ανάμεσα στα κτίρια σε σχέση με τον δρόμο (εικόνα 2.7). Ο χαρακτηρισμός της ροής του ανέμου σε έναν δρόμο γίνεται βάσει της γωνίας πρόσπτωσης του ανέμου στον δρόμο καθώς και από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δρόμου, δηλαδή, το ύψος των κτιρίων H , το πλάτος W , και το μήκος του δρόμου L .



ΕΙΚΟΝΑ 2.7

Είδος της ροής εντός του δρόμου ως συνάρτηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του δρόμου και των κτιρίων στην περίπτωση όπου η διεύθυνση του ανέμου πάνω από τα κτίρια είναι σχεδόν κάθετη προς τον άξονα του δρόμου.

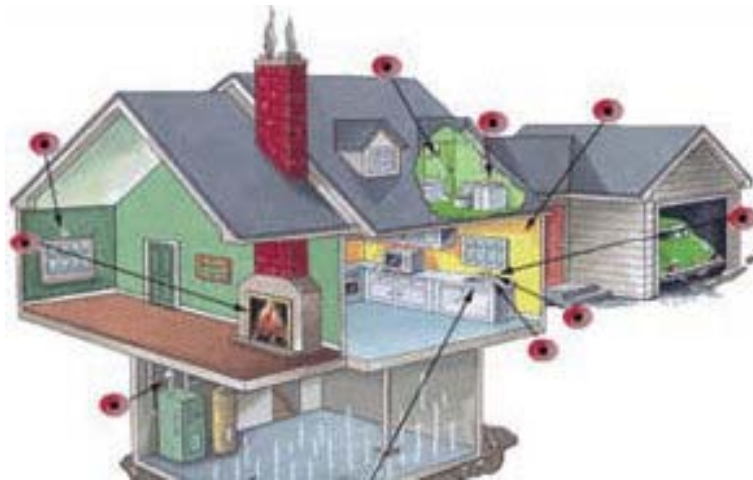
[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Το είδος της ροής του ανέμου ταξινομείται σε τρεις κατηγορίες:

1. Ροή του ανέμου υπεράνω των κτιρίων με διεύθυνση παράλληλη με τον άξονα του δρόμου.
2. Ροή του ανέμου υπεράνω των κτιρίων με διεύθυνση κάθετη προς τον άξονα του δρόμου.
3. Ροή του ανέμου υπεράνω των κτιρίων με διεύθυνση η οποία σχηματίζει γωνία προς τον άξονα του δρόμου.

2.2.3 Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου

Στην διάρκεια της δεκαετίας του 1970 παρατηρήθηκε ένας διαρκώς αυξανόμενος αριθμός ατόμων με πονοκεφάλους, συμπτώματα αλλεργικής φύσης και ερεθισμούς. Μέσα από μακροχρόνιες μελέτες και εξετάσεις διαπιστώθηκε σύνδεση αυτών των συμπτωμάτων με την παρουσία των ατόμων στα κτίρια. Το φάσμα των συμπτωμάτων αυτών όταν συνδέεται με ένα συγκεκριμένο κτίριο έγινε γνωστό ως «Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου» (Sick Building Syndrome) (εικόνα 2.8).



ΕΙΚΟΝΑ 2.8

«Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου»

[Πηγή: <http://buildinggreen.gr/?p=387>]

Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου είναι μια κατάσταση που συνδέεται με τα πρησμένα μάτια, τον ξηρό λαιμό, τον πονοκέφαλο και την υπνηλία. Συνήθως εμφανίζεται σε ανθρώπους που εργάζονται σε ένα μη φυσικά αεριζόμενο κτίριο δηλαδή σε ένα κτίριο με σύγχρονο κλιματισμό. Η ασθένεια έχει συνδεθεί εδώ και καιρό με το τεχνητά ελεγχόμενο περιβάλλον που παράγεται στα κλιματιζόμενα κτίρια. Αλλά εάν τέτοια κτίρια σχεδιάζονται καλά και διατηρούνται κατάλληλα, μπορούν να παραγάγουν ένα υγιέστερο εσωτερικό περιβάλλον από τα φυσικά αεριζόμενα κτίρια.

Μια μελέτη στη Δανία ενέπλεξε επίσης το ποσό σκόνης στον αέρα, καθώς θεωρείται ότι στα κλιματιζόμενα κτίρια οι τοξίνες μπορούν να συσσωρευτούν και να εισέλθουν στα μόρια σκόνης, ενώ τα φυσικά αερισμένα κτίρια εθεωρούντο υγιέστερα. Τα σύγχρονα, καλά σχεδιασμένα, κλιματιζόμενα κτίρια παρέχουν ένα υγιέστερο περιβάλλον για τους εργαζόμενους γραφείων από τα φυσικά αεριζόμενα κτίρια. Ένα πραγματικά καλό σύστημα κλιματισμού μπορεί τώρα να αποδώσει σημαντικά καλύτερα στην προσαρμογή στις μεταβαλλόμενες θερμοκρασίες και την υγρασία από το φυσικό εξαερισμό. Δεν υπονοείται ότι τα φυσικά αεριζόμενα κτίρια προκαλούν το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου, αλλά όλα τα γραφεία παράγουν τεράστια ποσά θερμότητας από τους ανθρώπους, τους υπολογιστές και τον άλλο εξοπλισμό, καθώς επίσης και τη σκόνη.

Τα σημερινά, πιο περίπλοκα κλιματιζόμενα γραφεία είναι σε θέση να προσαρμοστούν στις αλλαγές θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας, και είναι επίσης ικανά να παρέχουν την ικανοποιητική υγρασία. Το κλειδί για την αποφυγή του συνδρόμου σε οποιοδήποτε κλιματιζόμενο γραφείο είναι να εξασφαλιστεί κατάλληλη συντήρηση και να είναι βέβαιο ότι τα φίλτρα αλλάζονται τακτικά. Ένα γραφείο παράγει, επίσης, μεγάλα ποσά σκόνης από τα ενδύματα των ανθρώπων και τα χαρτιά, και εάν αυτή η σκόνη λαμβάνεται από τον κλιματισμό και έπειτα στέλνεται πίσω, είναι ανθυγιεινή [6].

2.3 ΤΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται στο δομημένο περιβάλλον, καθορίζουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων καθώς και την θερμική και οπτική τους άνεση. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η ανακλαστικότητα των υλικών (Πίνακας 2.1) στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλου μήκους κύματος (θερμική) ακτινοβολία στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες δέχονται όλη την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Μέρος αυτής απορροφάται, ενώ το υπόλοιπο ανακλάται [7]. Η χρήση κατάλληλων υλικών ανάλογης ανακλαστικότητας θα μπορούσε να μειώσει την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία και να διατηρεί έτσι τις επιφάνειες πιο δροσερές.

⁶ Βλέπε κεφάλαιο ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, παρ. 2.2

⁷ Απορροφητικότητα υλικού: το πηλίκο της απορροφούμενης ως προς την προσπίπτουσα ακτινοβολία. Ανακλαστικότητα: το πηλίκο της ανακλώμενης ως προς την προσπίπτουσα ακτινοβολία.

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”

Υλικό / Επιφάνεια	Ανακλαστικότητα
Δρόμοι Άσφαλτος	0,05-0,2
Τοίχοι	
Σκυρόδεμα	0,10-0,35
Τούβλο / Πέτρα	0,20-0,40
Λευκή πέτρα	0,80
Λευκό μάρμαρο	0,55
Λευκό τούβλο	0,30-0,50
Κόκκινο τούβλο	0,20-0,30
Σκουρόχρωμο τούβλο	0,20
Οροφές	
Ασφαλτόπανα	0,07
Άσφαλτος	0,10-0,15
Πίσσα και χαλίκια	0,08-0,18
Πλακάκια	0,10-0,35
Αυλακοειδής σίδηρος	0,10-0,16
Ειδική ανακλαστική οροφή	0,6-0,7
Χρώματα	
Λευκό	0,50-0,90
Κόκκινο, καφέ, πράσινο	0,20-0,35
μαύρο	0,02-0,15
Μέση ανακλαστικότητα αστικών περιοχών	
Διακύμανση	0,10-0,27
Μέση τιμή	0,15
Άλλα	
Ανοιχτόχρωμη άμμος	0,40-0,60
Ξερό γρασίδι	0,30
Έδαφος	0,30
Ξηρή άμμος	0,20-0,30
Φυλλοβόλα φυτά	0,20-0,30
Φυλλοβόλα δάση	0,15-0,20
Καλλιεργημένο έδαφος	0,20
Υγρή άμμος	0,10-0,20
Πευκοδάσος	0,10-0,15
Ξύλο	0,10
Σκουρόχρωμο καλλιεργημένο έδαφος	0,07-0,10

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1

Ανακλαστικότητα διαφόρων υλικών και επιφανειών.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Τα υλικά εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Η ισχύς της ακτινοβολίας αυτής είναι σε συνάρτηση όχι μόνο με την θερμοκρασία, αλλά και με τον συντελεστή εκπομπής του υλικού.

Η χρήση κατάλληλων υλικών στις πόλεις και τα κτίρια θεωρείται από τις πλέον σημαντικές τεχνικές για την βελτίωση του κλίματος των αστικών περιοχών.

2.3.1 Ιδιότητες των υλικών – Νέα υλικά

Όπως σημειώθηκε προηγουμένως, η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία (ανοιχτόχρωμα υλικά), βοηθά σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών, άρα και την μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος. Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται αυτά με συντελεστή ανακλαστικότητας μεγαλύτερο του 0,6.

2.3.2 Τα υλικά στην πόλη

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

Οι κυριότεροι λόγοι είναι δύο:

1. Οι σκουρόχρωμες επιφάνειες των κτιρίων και των δρόμων παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία.
2. Οι πολλαπλές ανακλάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που συμβαίνουν ανάμεσα στα κτίρια των δρόμων αυξάνουν της απορρόφησή της.

Το είδος του χρησιμοποιούμενου υλικού καθώς και οι συνθήκες υπό τις οποίες χρησιμοποιείται καθορίζουν τα θερμοκρασιακά επίπεδα της πόλης. Σκουρόχρωμα υλικά μεγάλης απορροφητικότητας εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, παρουσιάζουν έως 25 °C υψηλότερη θερμοκρασία από αντίστοιχα υλικά μικρής απορροφητικότητας.

Ο ρόλος των υλικών είναι καθοριστικός στην αύξηση της ανακλαστικότητας των πόλεων και συνεπώς στην μείωση της θερμοκρασίας τους. Είναι πλέον απαραίτητη η χρήση κατάλληλων υλικών ως η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος για την βελτίωση των θερμοκρασιών που επικρατούν στις πόλεις κατά την θερινή περίοδο.

2.3.3 Το πράσινο στην πόλη

Τα δένδρα και το πράσινο συνεισφέρουν σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των πόλεων και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Τα δένδρα προσφέρουν ηλιοπροστασία στα κτίρια , ενώ μέσω της εξατμισοδιαπνοής [8] συμβάλλουν στην μείωση της θερμοκρασίας

⁸ Εξατμισοδιαπνοή: ο μηχανισμός απώλειας νερού προς το περιβάλλον μέσω της αποβολής νερού από τα φύλλα των φυτών υπό μορφή υδρατμών.

του περιβάλλοντος. Παράλληλα, τα δένδρα απορροφούν τον ήχο και τον θόρυβο, εμποδίζουν την διάβρωση που προκαλούν οι βροχοπτώσεις, φιλτράρουν επικίνδυνους ρύπους και μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου.

Η εξατμισοδιαπνοή είναι ο κύριος μηχανισμός μέσω του οποίου τα φυτά συνεισφέρουν στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει ένα μεσαίου μεγέθους δένδρο εξατμίζει περίπου 1.460 κιλά νερού στην διάρκεια μιας θερινής ημέρας. Ο δροσισμός που επιτυγχάνεται είναι ισοδύναμος με την λειτουργία πέντε μικρών κλιματιστικών συσκευών.

Η σημασία των δένδρων και των φυτών στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι εξίσου σημαντική. Έχει αναφερθεί πως σε ένα δρόμο με υγιή ψηλά δένδρα, η συγκέντρωση σωματιδίων σκόνης μπορεί να μειωθεί έως και 7000 σωματίδια ρύπων ανά λίτρο αέρα. Επίσης, τα δένδρα συνεισφέρουν στην μείωση του θορύβου [9].

Το αστικό πράσινο μέσω της εξατμισοδιαπνοής συνεισφέρει σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Ωστόσο, η επιτυγχάνομενη μείωση είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών της εν λόγω αστικής περιοχής, του είδους της βλάστησης και των γενικών μετεωρολογικών συνθηκών. Έχει υπολογιστεί πως ανά 100 μέτρα απομάκρυνσης από το πάρκο, η αύξηση της θερμοκρασίας είναι περίπου 0,4 – 0,6 °C [10].

⁹ Μια συστάδα δένδρων μήκους 33μ. και πλάτους 15μ. μειώνει τον θόρυβο ενός αυτοκινητοδρόμου έως και 50%.

¹⁰ Βλέπε κεφάλαιο ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, παρ. 2.3

Κεφάλαιο 3

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

«...Καὶ οἰκίας δὲ λέγων τὰς αὐτὰς καλὰς τε εἶναι καὶ χρησίμους παιδεύειν ἔμοιγ' ἐδόκει, οἷας χρῆ, οἰκοδομεῖσθαι. ἐπεσκοπεῖ δὲ ὧδε· Ἄρα γε τὸν μέλλοντα οἰκίαν, οἷαν χρῆ, ἔχειν τοῦτο δεῖ μηχανᾶσθαι, ὅπως ἡδίστη τε ἐνδαισιτᾶσθαι καὶ χρησιμωτάτη ἔσται; τούτου δὲ ὁμολογουμένου, Οὐκοῦν ἡδὺ μὲν θέρους ψυχρινὴν ἔχειν, ἡδὺ δὲ χειμῶνος ἀλεινὴν; ἐπειδὴ δὲ καὶ τοῦτο συμφαῖεν, Οὐκοῦν ἐν ταῖς πρὸς μεσημβρίαν βλεπούσαις οἰκίαις τοῦ μὲν χειμῶνος ὁ ἥλιος εἰς τὰς παστάδας ὑπολάμπει, τοῦ δὲ θέρους ὑπὲρ ἡμῶν αὐτῶν καὶ τῶν στεγῶν πορευόμενος σκιὰν παρέχει. Οὐκοῦν, εἴ γε καλῶς ἔχει ταῦτα οὕτω γίνεσθαι, οἰκοδομεῖν δεῖ ὑψηλότερα μὲν τὰ πρὸς μεσημβρίαν, ἵνα ὁ χειμερινὸς ἥλιος μὴ ἀποκλείηται, χθαμαλότερα δὲ τὰ πρὸς ἄρκτον, ἵνα οἱ ψυχροὶ μὴ ἐμπίπτωσιν ἄνεμοι· ὡς δὲ συνελόντι εἰπεῖν, ὅποι πάσας ὥρας αὐτός τε ἂν ἡδιστα καταφεύγοι καὶ τὰ ὄντα ἀσφαλέστατα τιθοῖτο, αὕτη ἂν εἰκότως ἡδίστη τε καὶ καλλίστη οἴκησις εἴη·...»

«...Και ὅταν ἔλεγε ὅτι τα ἴδια σπίτια εἶναι ωραία καὶ χρήσιμα, νομίζω ὅτι δίδασκε με ποιο τρόπο πρέπει αὐτὰ να χτίζονται. Εξέταξε τὸ θέμα ἔτσι: « Πρέπει ἀραγε, ὅποιος πρόκειται να ἔχει κατάλληλη οἰκία να βρει τὸν τρόπο να τὴν κάνει ὅσο τὸ δυνατόν πιο ευχάριστη για τὴν κατοίκηση καὶ χρήσιμη;» Καὶ ὅταν αὐτὸ γινόταν παραδεκτό, συνέχιζε: «Εἶναι, λοιπόν, ευχάριστο να εἶναι δροσερὴ τὸ καλοκαίρι καὶ ζεστὴ τὸ χειμῶνα;» Καὶ ὅταν συμφωνούσαν καὶ σε αὐτό, ἔλεγε: «Ὁ ἥλιος λοιπόν στα σπίτια τα στραμμένα πρὸς νότο λάμπει κάτω στα δωμάτια, ἐνῶ τὸ καλοκαίρι προχωρώντας πάνω ἀπὸ ἐμὰς καὶ ἀπὸ τὶς στέγες παρέχει σκιά. Επομένως, ἀν αὐτὰ βέβαια εἶναι καλὸ να γίνονται ἔτσι, τα σπίτια που εἶναι στραμμένα πρὸς τὸ νότο πρέπει να χτίζονται ψηλότερα, για να μὴ μένει ἀπέξω ὁ χειμωνιάτικος ἥλιος, ἐνῶ ὅσα βλέπουν πρὸς βορὰ πρέπει να χτίζονται χαμηλότερα, για να μὴ δέρνονται ἀπὸ τὸς κρούους ἀνέμους. Με μια λέξη, τὸ σπίτι, στο οποίο μπορεῖ ὁ ιδιοκτῆτης να βρει πολὺ ευχάριστο καταφύγιο σε ὅλες τὶς εποχὲς καὶ να τοποθετήσῃ ἀσφαλέστατα τα υπάρχοντά του, αὐτὴ θα ἦταν καὶ ἡ πιο ευχάριστη καὶ ὀμορφη κατοικία...»

(ΠΗΓΗ: ΑΠΑΝΤΑ 1 - Απομνημονεύματα 1, Ξενοφών, Αρχαία Ελληνική Γραμματεία «Οἱ Ἕλληνες», Εκδόσεις Κάκτος)

ΓΕΝΙΚΑ

Λέγοντας «βιο – αρχιτεκτονική σύλληψη» εννοείται η ενσωμάτωση στο κτίριο όλων εκείνων των ευαίσθητων και κρίσιμων παραμέτρων που οδηγούν όχι μόνο στην κάλυψη των κριτηρίων: «necessitas, commoditas και voluptas» [1], αλλά και του κριτηρίου «ecologicas», της «λογικής του οίκου», της οικολογικής λογικής στην θέρμανση, στον δροσισμό και στον φωτισμό ενός κτιρίου, δηλαδή, της εξοικονόμησης ενέργειας και της χρησιμοποίησης οικολογικών υλικών φιλικών προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Η ανάγκη για μια διαφορετική χρήση της ενέργειας στον τομέα της κατοικίας γέννησε την **Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική**. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός αναπτύχθηκε την δεκαετία του 1980 ως νέα τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα. Με τον όρο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός γίνεται αναφορά στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτιρίων και οικισμών που στοχεύουν στην προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στο φυσικό περιβάλλον, προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα. Το μικροκλίμα, το μεσοκλίμα και το μακροκλίμα [2], καθορίζει το φωτισμό, τον αερισμό και το σχεδιασμό και την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στοχεύει στην εκμετάλλευση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου καθ' όλη την διάρκεια του έτους και να εξοικονομήσει τη συμβατική ενέργεια. Η εφαρμογή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής μπορεί να οδηγήσει σε ενεργειακή ανεξαρτησία των μη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έως 60%. Παράλληλα συμβάλλει στην αυξανόμενη μείωση των εκπομπών CO₂ καθώς και άλλων αερίων καθώς και άλλων αερίων, των οποίων η ύπαρξη επιδεινώνει την ορθολογική χρήση των υδάτων όπως και η ευρεία χρήση των τοπικών υλικών υποδομής, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτά τα υλικά καθορίζουν έως ένα μεγάλο βαθμό τη θερμική και την οπτική συμπεριφορά των κτιρίων, ενώ η διάρκεια ζωής τους έχει σημαντικές συνέπειες προς το περιβάλλον. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

¹ Η "**αναγκαιότητα - necessitas**", ορίζεται σαν η εναρμόνιση της κατασκευής με τους νόμους της φυσικής και της μηχανικής. Η "**άνεση - commoditas**", εκφράζεται από την κάλυψη της, μιας, μέσης κοινωνικής ανάγκης και η "**Θελκτικότητα - voluptas**", ορίζεται σαν η ικανότητα της αρχιτεκτονικής να εκφράζει, με τα δικά της μέσα, μια ποιητική του δομημένου χώρου, που προέρχεται από την εσωτερική ευχαρίστηση της έκφρασης του συναισθήματος της ομορφιάς. (πηγή: http://www.tsipiras.gr/biok_arxit.htm)

² Το μακροκλίμα είναι μορφοποιημένο από τις μέσες καιρικές συνθήκες που επικρατούν καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Το μεσοκλίμα χαρακτηρίζεται από την επίδραση της τοπογραφίας της περιοχής, της βλάστησης και της φύσης της περιοχής. Το μικροκλίμα είναι δημιουργήμα της ανθρώπινης επέμβασης η οποία αλλάζει άμεσα το δομημένο περιβάλλον.

ενσωματώνει στοιχεία που συνδέονται με την φυσιογνωμία της κάθε περιοχής και την τοπική κουλτούρα.

Στην πραγματικότητα, η νέα αυτή επιστήμη μεταφέρει στην σημερινή εποχή πρακτικές του παρελθόντος φροντίζοντας να τις προσαρμόσει στις σύγχρονες απαιτήσεις. Οι προοπτικές που ανοίγονται μέσω της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής είναι πολλές και οι δυνατότητες που παρέχονται ακόμα περισσότερες. Τα βιοκλιματικά σπίτια αξιοποιούν με τον καλύτερο τρόπο την ενέργεια του περιβάλλοντος, ζητώντας παράλληλα από τον χρήστη να σκέφτεται πάνω στην λειτουργία του κτιρίου.

Το αποτέλεσμα δεν είναι μόνο η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου, αλλά και μια πιο ευχάριστη διαβίωση, αφού το σπίτι δεν είναι πλέον άψυχο τεχνολογικό κέλυφος, αλλά μια οργανική προέκταση του εξωτερικού χώρου.

3.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Από τα αρχαία, κιόλας, χρόνια, σε όλη την πορεία της Αρχιτεκτονικής στην ιστορία, οι ενεργειακές θεωρήσεις κατείχαν πολύ σημαντική θέση στον σχεδιασμό των κτιρίων. Όσον αφορά στην κατοικία, ήταν πολύ χρήσιμη και σπουδαία η κατανόηση του παράγοντα της ενέργειας. Αυτά επιβεβαιώνονται και μέσα από τα συγγράμματα των αρχαίων φιλοσόφων, όπου έδιναν ιδιαίτερη σημασία στις ιδιότητες της γης, του αέρα, του ήλιου και του νερού.

Τέτοιες κατοικίες παρατηρούνται στην Πριήνη της Ιωνίας, στη Δήλο και στην Όλυνθο της Χαλκιδικής, όπου η Όλυνθος χαρακτηρίζεται ως το τελειότερο ηλιακό άστυ καθώς ανακαλύφθηκαν ηλιακοί κλίβανοι στους οποίους έψηναν τους πλίνθους [3]. Είναι αξιοσημείωτο πως σε μια τέτοια εποχή όπου δεν υπήρχαν τα μέσα και η τεχνολογία που υπάρχει την σημερινή εποχή, οι άνθρωποι ήξεραν τον τρόπο να κατασκευάσουν ένα λεγόμενο οικολογικό – ηλιακό σπίτι, αφού γίνονται αναφορές σε διάφορα συγγράμματα σε τοίχους που απορροφούν θερμότητα την ημέρα και την ακτινοβολούν την νύκτα.

Σπουδαία παραδείγματα αντλούνται από την Λαϊκή Αρχιτεκτονική, όπου συχνά τα σπίτια χωρίζονται σε ορόφους και ανάλογα με την εποχή οι άνθρωποι κατοικούσαν τότε στον πρώτο και τότε στον δεύτερο τους οποίους και ονόμαζαν «χειμερινό» και «θερινό» αντίστοιχα. Άλλο χαρακτηριστικό της λαϊκής αρχιτεκτονικής που εμφανίζεται στην Ελλάδα είναι το «λιακωτό», το οποίο ήταν ένας χώρος του σπιτιού που συνήθως βρισκόταν σε όροφο, καλύπτονταν με τζαμαρία και είχε νότιο προσανατολισμό. Το λιακωτό συναντάται συνήθως σε παλιά Αθηναϊκά σπίτια. Ο σκοπός της λειτουργίας του λιακωτού ήταν η μείωση της έντασης του φωτός πριν εισχωρήσει στα δωμάτια.

Στα νησιά, είναι χαρακτηριστική η κυβιστική σύνθεση των όγκων των σπιτιών σε λευκό χρώμα και για την κατασκευή της κατοικίας δίδεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην θερμομόνωση και στην ροή της θερμότητας. Τα υλικά που χρησιμοποιούνταν και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται είναι ο πηλός και η πέτρα ώστε να αποθηκεύουν την θερμότητα του ήλιου στην διάρκεια της ημέρας και να εκπέμπεται την νύκτα θερμαίνοντας το σπίτι. Παράλληλα, «ψήνονται» οι τοίχοι από την δροσιά ώστε να μπορέσει να επαναληφθεί η ίδια διαδικασία διατηρώντας έτσι την θερμοκρασία του σπιτιού σταθερή. Τέλος, λόγω του κυβιστικού σχεδιασμού των σπιτιών, σχηματίζονται μικρές πλατείες και δημιουργούνται δροσεροί χώροι και ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες τον χειμώνα.

³ Κοντορούπης Μ. Γ., (2002), *Ενεργειακός – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών*, Αθήνα: εκδ. Ε.Μ.Π.

Στην παγκόσμια ιστορία της αρχιτεκτονικής σημειώνεται η κατασκευή των κατοικιών με τέτοιο τρόπο ώστε οι δυνατότητες του χώρου και του κλίματος να εκμεταλλεύονται στο έπακρον ώστε να μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση. Παραδείγματος χάριν, οι οικισμοί των Ινδιάνων Hopi, τα λεγόμενα Pueblos [4] στην Αριζόνα των Η.Π.Α. κατάφεραν να μετριάσουν την επίδραση των καιρικών φαινομένων και να διατηρήσουν το μικροκλίμα των λασπόχτιστων κατοικιών τους σταθερό όλο τον χρόνο.

Στην Υεμένη υπάρχουν οι ανεμόπυργοι. Ακόμα και σε μια τέτοια δύσβατη περιοχή οι άνθρωποι κατάφεραν να αξιοποιήσουν την ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει θερμότητα φτιάχνοντας τα σπίτια τους μέσα στην γη. Με τον τρόπο αυτό διατηρούσαν ζέστη τον χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι. Τον συγκεκριμένο τρόπο κατασκευής χρησιμοποίησαν και οι Ινδιάνοι Navajo, οι Κινέζοι και οι Αφρικανοί της Βόρειας Αφρικής.

Κλείνοντας αξίζει να σημειωθεί πως ο άνθρωπος από νωρίς αναγνώρισε την χρησιμότητα του παραθύρου ως ένα μέσο για τον έλεγχο του μικροκλίματος, την ικανότητα του εδάφους και του νερού να αποθηκεύουν θερμότητα, την συμβολή των φυτών στην θερμομόνωση καθώς και την σημασία του μεσημβρινού προσανατολισμού. Η χρήση του γυαλιού ως παγίδα θερμότητας ήταν κάτι όπου ο άνθρωπος εκμεταλλεύτηκε πλήρως χρησιμοποιώντας το στις κατασκευές του δημιουργώντας αίθρια, θερμοκήπια λιακωτά και σκεπαστές στοές.

3.2 ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός θεωρεί και αντιμετωπίζει το κτίριο, τα οικιστικά σύνολα γενικότερα, τον αστικό χώρο και το κλίμα του τόπου ως μια ενότητα αλληλοεξαρτώμενη, με αμοιβαίες επιδράσεις και θέτει ως πρωταρχικό στόχο την διασφάλιση των συνθηκών θερμικής, οπτικής κ.λπ. άνεσης για τον άνθρωπο.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός χρησιμοποιεί τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, περιορίζει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και αποφεύγει την χρήση κλιματιστικών για την ψύξη των κτιρίων. Συνεπώς, η βιοκλιματική λογική, μέσα από την διαδικασία του σχεδιασμού του δομημένου χώρου, στοχεύει άμεσα στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προσαρμογή των κτιρίων στο περιβάλλον τους, συμβάλλοντας έτσι στα μέγιστα στην απορρύπανση της ατμόσφαιρας και στη συνεπαγόμενη ισορροπία των οικοσυστημάτων του πλανήτη.

⁴ Κοντορούπης Μ. Γ., (2002), *Ενεργειακός – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών*, Αθήνα: εκδ. Ε.Μ.Π.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός θεωρεί αναγκαία την αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των κτιρίων, τους δροσερούς ανέμους για τη φυσική τους ψύξη, την βλάστηση για την σκίαση των κτιρίων ή του περιβάλλοντος χώρου, το φυσικό φως για τον φωτισμό του κτιρίου. Έτσι, εξασφαλίζονται άνετες συνθήκες κατοικισιμότητας, τόσο μέσα στα κτίρια όσο και στο αστικό περιβάλλον με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Για να επιτευχθούν οι προαναφερθέντες στόχοι πρέπει να εφαρμόζονται οι παρακάτω αρχές της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής:

1. Εξασφάλιση ηλιασμού και μείωσης των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ώστε να αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των χώρων [5].
2. Εξασφάλιση ηλιοπροστασίας το καλοκαίρι προκειμένου να επιτυγχάνεται μείωση των θερμικών κερδών, άρα και μείωση της ανάγκης για ψυκτικό φορτίο.
3. Αξιοποίηση του ήλιου για φυσικό φωτισμό.
4. Εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων για φυσικό αερισμό και δροσισμό.
5. Βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτήριο.
6. Βελτίωση και ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών ενός χώρου για επίτευξη θερμικής άνεσης των ατόμων.

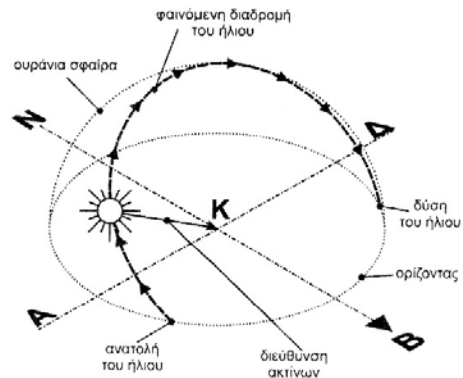
Για να κατασκευαστεί και να λειτουργεί ένα κτήριο βιοκλιματικά, πρέπει να γίνουν πλήρως κατανοητές οι τοπικές κλιματικές συνθήκες και να σταθμιστούν τα κλιματικά οφέλη και οι περιορισμοί. Το κτήριο θα πρέπει να είναι ικανό να συλλέγει και να αποθηκεύει θερμότητα όταν υπάρχει ανάγκη για θέρμανση, να λειτουργεί ως φυσικός συλλέκτης δροσισμού και ως αποθήκη ψύξης, όταν χρειάζεται ψυκτικά φορτία και να δρα ως φυσικός ανανεωτής αέρα, προκειμένου να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικό εσωκλίμα. Επίσης, πεδίο μελέτης της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η χρήση τοπικών δομικών υλικών μιας περιοχής, φιλικών προς το περιβάλλον μετά από μελέτη των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων τους.

⁵ Η 21^η Δεκεμβρίου είναι η ημέρα του χειμώνα με την μικρότερη διάρκεια ως προς την εμφάνιση του ηλιακού φωτός. Συνεπώς, αν εξασφαλίζεται επαρκής ηλιασμός του κτιρίου για αυτή την ημέρα, τότε σίγουρα εξασφαλίζεται και για τον υπόλοιπο χειμώνα.

3.3 ΗΛΙΟΣ ΚΑΙ ΓΗ

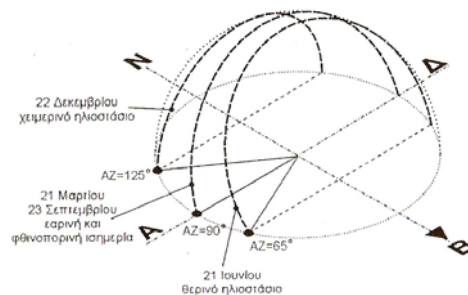
Πέρα από την γεωγραφική θέση (Κ) και το υψόμετρο που θα βρίσκεται το κτίριο, η τελική μορφή και η ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της γης, διαφέρει σημαντικά ανάλογα με τις εκάστοτε μετεωρολογικές συνθήκες, και κυρίως την θέση του ήλιου στον ουρανό και την περιεκτικότητα της υγρασίας στην ατμόσφαιρα. Για να μπορέσει ο εκάστοτε μελετητής να διερευνήσει, στην διάρκεια της μελέτης, τις συνθήκες ηλιασμού του προς κατασκευή κτιρίου, πρέπει να γνωρίζει την διεύθυνση των ηλιακών ακτινών σε διαφορετικές ώρες και ημέρες του έτους στο σημείο (Κ) (εικόνα 3.1).

Η διεύθυνση των ηλιακών ακτινών 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 αποτυπώνεται η γωνία που λέγεται αζιμούθιο (AZ) [6] του ηλίου για την συγκεκριμένη ημέρα και ώρα του έτους (εικόνες 3.2 και 3.3).



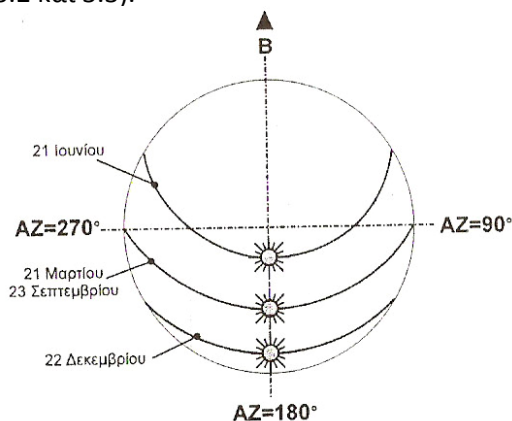
ΕΙΚΟΝΑ 3.1
Διαδρομή του ήλιου

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]



ΕΙΚΟΝΑ 3.2
Διαδρομές του ήλιου τις 4 ημέρες 22/12, 21/03 – 23/09 και 21/06

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

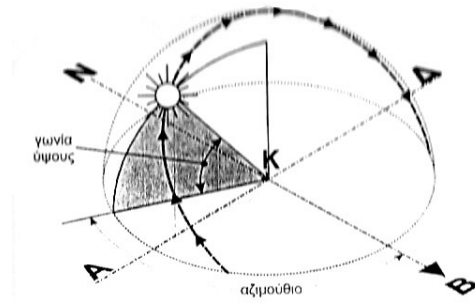


ΕΙΚΟΝΑ 3.3
Διαδρομές του ήλιου τις 4 ημέρες 22/12, 21/03 – 23/09 και 21/06

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

⁶ Οι 38° βόρειο πλάτος είναι περίπου το γεωγραφικό πλάτος της Ελλάδας. Τα αζιμούθια και οι γωνίες ύψους μετριοούνται σε μοίρες.

Το αζιμούθιο είναι η γωνία μεταξύ της προβολής στο οριζόντιο επίπεδο της θέσης του ηλίου και του Βορρά (εικόνα 3.4). Στην τομή αποτυπώνεται η γωνία που λέγεται γωνία ύψους (H) του ηλίου για την συγκεκριμένη ημέρα και ώρα του έτους. Η γωνία ύψους είναι η γωνία μεταξύ του ήλιου και του οριζοντίου επιπέδου.

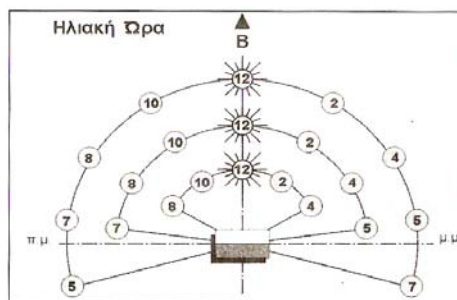
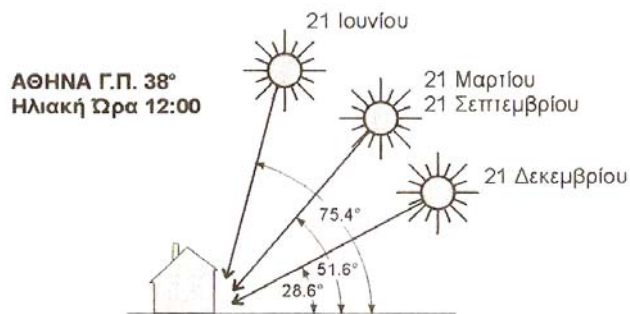


ΕΙΚΟΝΑ 3.4

Αζιμούθιο και γωνία ύψους

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]

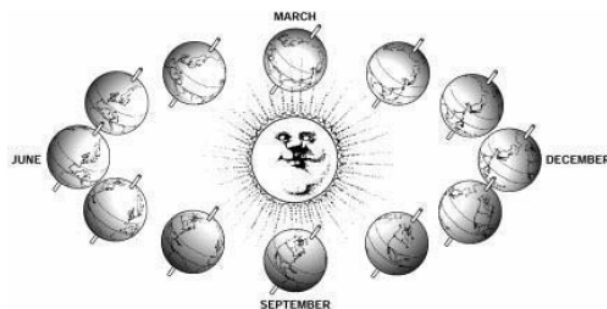
Όπως η φαινόμενη διαδρομή του ηλίου επάνω από τον ορίζοντα αλλάζει από ημέρα σε ημέρα, έτσι και η διεύθυνση των ηλιακών ακτινών ως προς το σημείο (Κ) είναι διαφορετική για κάθε ημέρα και ώρα του έτους (εικόνες 3.5 και 3.6).



ΕΙΚΟΝΑ 3.5

Απεικόνιση της διεύθυνσης των ηλιακών ακτινών σε κάτοψη και τομή για την πόλη της Αθήνας

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος]



ΕΙΚΟΝΑ 3.6

Η γη περιστρέφεται τόσο γύρω από τον άξονά της στην διάρκεια μιας ημέρας, όσο και γύρω από τον ήλιο στην διάρκεια ενός ημερολογιακού έτους

[Πηγή: Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), *Ecohouse: A design guide*, Oxford, Architectural press]

Στις 21 Ιουνίου γίνεται η μεγαλύτερη φαινόμενη διαδρομή, και γι' αυτό είναι η μεγαλύτερη ημέρα του έτους (θερινό ηλιοστάσιο). Αντίστοιχα, στις 22 Δεκεμβρίου γίνεται η μικρότερη διαδρομή, οπότε και γίνεται η μικρότερη ημέρα του έτους (χειμερινό ηλιοστάσιο). Ενδιάμεσα, στις 22 Μαρτίου και 23 Σεπτεμβρίου, η διαδρομή του ήλιου ξεκινά ακριβώς από την Ανατολή και καταλήγει ακριβώς στην Δύση. Η ημέρα και η νύκτα έχουν ακριβώς την ίδια διάρκεια (ισημερίες). Οι παραπάνω παρατηρήσεις αφορούν στο Βόρειο ημισφαίριο της γης.

Στο κεφάλαιο Παραπομπές και Σημειώσεις, παρ. 3.1, παρατίθεται πίνακας με τις γωνίες ύψους και τα αζιμούθια για κάθε μήνα του έτους.

3.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Ως θερμική άνεση, ορίζεται η κατάσταση εκείνη κατά την οποία ο εγκέφαλος εκφράζει ικανοποίηση όσον αφορά στο θερμικό περιβάλλον. Διαφορετικά, θα μπορούσε κανείς να πει ότι σε συνθήκες καλής θερμικής άνεσης το άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή στο περιβάλλον του, διότι δεν αισθάνεται ανεπιθύμητη ζέστη, ούτε ανεπιθύμητο κρύο.

Η εσωτερική θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι σταθερή και κάθε θερμότητα που δημιουργείται από αυτό πρέπει να αποβάλλεται. Για το λόγο αυτό, συνθήκες βέλτιστης θερμικής άνεσης υπάρχει όταν η παραγωγή εσωτερικής θερμοκρασίας εξισώνεται με τις θερμικές απώλειες του σώματος. Η ισορροπία μεταξύ αυτών των παραμέτρων καθορίζει τις συνθήκες θερμικής άνεσης η οποία εξαρτάται από ένα συνδυασμό φυσικών, οργανικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων. Εξαιτίας των διαφορών μεταξύ των ανθρώπων και την υποκειμενικότητα του συναισθήματος τη θερμικής άνεσης τα διαγράμματα και οι συνθήκες άνεσης που έχουν ορισθεί, ικανοποιούν την πλειοψηφία του πληθυσμού και μάλιστα ένα ποσοστό 80% του πληθυσμού.

3.4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική άνεση

3.4.1.1 Εξωτερικές παράμετροι

- Θερμοκρασία αέρα του χώρου: Πρόκειται για τη θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα του χώρου στον οποίο βρίσκεται το άτομο και είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας που χάνεται από το ανθρώπινο σώμα μεταφέρεται στον αέρα. Αξιοσημείωτο είναι ότι η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας

μεταξύ του επιπέδου του πατώματος και του ταβανιού (δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας που αντιλαμβάνεται το άτομο μεταξύ των ποδιών και του κεφαλιού του αντίστοιχα) πρέπει να είναι μέχρι 3 °C. Η δε θερμοκρασία δαπέδου συνίσταται να κυμαίνεται μεταξύ 19-29 °C.

- Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών: Αναφέρεται στην θερμότητα που ακτινοβολείται από τις θερμές επιφάνειες του εσωτερικού χώρου. Είναι πολύ σημαντική παράμετρος, διότι επηρεάζει τη θερμότητα που χάνεται με ακτινοβολία και με αγωγιμότητα (σε περίπτωση επαφής) από το σώμα προς τις επιφάνειες. Το δέρμα απορροφά μεγάλα ποσά από αυτή τη θερμότητα, πράγμα που μπορεί, ωστόσο, να μειωθεί λόγω της ανακλαστικότητας των ρούχων. Ένα καλά μονωμένο κτήριο εξασφαλίζει θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας των εξωτερικών τοίχων πολύ κοντά στη θερμοκρασία χώρου, περιορίζοντας έτσι τις απώλειες της ακτινοβολουμένης θερμότητας, με αποτέλεσμα την επίτευξη καλύτερης θερμικής άνεσης.
- Ταχύτητα του αέρα: Μέσα στα κτήρια, οι ταχύτητες του αέρα είναι μικρότερες από 0,2 m/s. Η σχετική όμως ταχύτητα του αέρα που οφείλεται στη δραστηριότητα του ατόμου ποικίλει από 0-0,1 για δουλειά γραφείου, έως 0.5-2 m/s, για πιο έντονες δραστηριότητες.
- Σχετική υγρασία: Όταν το νερό θερμαίνεται και εξατμίζεται στο περιβάλλοντα χώρο, παρέχει ως αποτέλεσμα υγρασία στον αέρα του χώρου. Σχετική υγρασία είναι ο λόγος του ποσού της υγρασίας στον αέρα προς την υγρασία που θα περιείχε, αν ήταν κορεσμένος στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Σχετική υγρασία ποσοστού 40% έως 70%, δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στη θερμική άνεση. Σε κάθε περίπτωση, η σχετική υγρασία πρέπει να είναι πάνω από 20% ώστε να εμποδίζεται η αποξήρανση των βλεννογόνων και κάτω από 80% για την αποφυγή σχηματισμού μούχλας στο κτήριο.

3.4.1.2 Ατομικές – προσωπικές παράμετροι

- Μεταβολισμός: Περιγράφει τη θερμότητα που παράγεται στο σώμα μας, ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι η φυσική δραστηριότητα του ατόμου, τόσο μεγαλύτερη θερμότητα παράγεται και τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη να αποβάλει αυτή τη θερμότητα για να μην υπερθερμανθεί το σώμα. Σκοπός είναι να διατηρείται το σώμα σε μια σταθερή εσωτερική θερμοκρασία 36,7°C. Ωστόσο, η θερμοκρασία του σώματος είναι συνήθως υψηλότερη από αυτή του

περιβάλλοντος. Συνεπώς, οι αντιδράσεις μεταβολισμού συμβαίνουν συνεχώς για να αντισταθμίσουν την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον.

- Ένδυση: Παρεμβαίνει στην ιδιότητα μας να αποβάλλουμε θερμότητα προς το περιβάλλον, για αυτό είναι πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη θερμική άνεση. Η θερμική αντίσταση στην ανταλλαγή θερμότητας, μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και της γύρω ατμόσφαιρας, που οφείλεται στο ρουχισμό, μετριέται σε clo, όπου $1 \text{ clo} = 0.155 \text{ m}^2 \text{ K/watt}$.
- Θερμοκρασία Δέρματος: Είναι συνάρτηση του μεταβολισμού, της ένδυσης, της θερμοκρασίας χώρου και άλλων παραγόντων και σε αντίθεση με την εσωτερική θερμοκρασία σώματος, αυτή δεν είναι σταθερή.

Η **θερμική άνεση**, συνεπώς, δεν εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία, αλλά και από άλλους παράγοντες όπως η υγρασία, η κίνηση του αέρα, η θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο κ.α. Στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική επιτυγχάνεται ενιαία θερμοκρασία στην κατοικία, όπου ξεκινά από τους τοίχους. Για παράδειγμα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική επιτυγχάνει θερμική άνεση τον χειμώνα με 19 βαθμούς Κελσίου, όταν σε ένα συμβατικό κτίριο χρειάζεται να ανέβει η εσωτερική θερμοκρασία στους 21 βαθμούς. Αντίστοιχα το καλοκαίρι, σε ένα βιοκλιματικό κτίριο η θερμική άνεση επιτυγχάνεται στους 27 βαθμούς, ενώ σε ένα συμβατικό κτίριο απαιτείται air condition για να κατέβει η θερμοκρασία στους 24 βαθμούς και να επιτευχθεί η ίδια θερμική άνεση. Το συμβατικό σπίτι χρειάζεται περισσότερους βαθμούς τον χειμώνα και λιγότερους το καλοκαίρι. Αυτό επιβαρύνει οικονομικά τον καταναλωτή, καθώς αντιστοιχεί συνολικά σε μεγάλη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για το ίδιο αποτέλεσμα.

3.5 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Ελλάδα είναι μια χώρα ιδιαίτερα ευνοημένη από τις κλιματικές και τις γεωμορφολογικές της συνθήκες που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Ηλιακή ενέργεια, Αιολική ενέργεια, Γεωθερμία και Βιομάζα). Ωστόσο, δεν υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές για την αξιοποίησή τους.

Αξιοποιώντας τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα, θα μπορούσαν να αναπτυχθούν βιομηχανικές δραστηριότητες που θα επέφεραν σημαντικά οφέλη στην Ελλάδα τόσο περιβαλλοντικά, όσο και οικονομικά.

3.5.1 Ηλιακή Ενέργεια

Ως ηλιακή ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται την θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με χρήση μηχανικών μέσων για την συλλογή, αποθήκευση και διανομή της. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίδεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι $4,6 \text{ kWh/m}^2$. Η επιφάνεια των εγκατεστημένων συλλεκτών στην Ελλάδα ανέρχεται περίπου σε $2.000.000 \text{ m}^2$. Η τιμή αυτή αποτελεί το 50% των συλλεκτών που είναι τοποθετημένοι στην Ευρώπη και αφορούν σε μικρά οικιακά συστήματα.

Ο τρόπος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω των ηλιακών παθητικών συστημάτων, των ηλιακών ενεργητικών συστημάτων, κ.α. που θα αναλυθούν σε επόμενα κεφάλαια.

3.5.2 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια, μία από τις παλαιότερες μορφές ενέργειας, αξιοποιήθηκε από πολύ νωρίς για την παραγωγή μηχανικού έργου και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας [7].

Τα συγκροτήματα που μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική είναι οι ανεμογεννήτριες ή ανεμοηλεκτρικές γεννήτριες (εικόνα 3.7). Η μηχανική ισχύς που αναπτύσσεται στον άξονα των πτερυγίων από τον άνεμο, μεταδίδεται στην ηλεκτρική γεννήτρια με τις κατάλληλες στρόφες. Η γεννήτρια με την σειρά της, παράγει την ηλεκτρική ενέργεια και τροφοδοτεί την κατανάλωση.



ΕΙΚΟΝΑ 3.7
Αιολικό πάρκο

[Πηγή: <http://www.ecokorinthia.gr/wpcontent/uploads/2009/03/anemogenitries1.jpg>]

⁷ Η σημασία της ενέργειας του ανέμου φαίνεται στην Ελληνική μυθολογία όπου ο Αίολος διορίζεται από τους Θεούς του Ολύμπου ως ο «Ταμίας των ανέμων». Ο άνθρωπος πρωτοχρησιμοποίησε την αιολική ενέργεια στα ιστιοφόρα πλοία, γεγονός καθοριστικό για την ανάπτυξη της ναυτιλίας. Τέλος, οι ανεμόμυλοι, μαζί με τους νερόμυλους ήταν οι αρχικοί κινητήρες που αντικατέστησαν τους μυς των ζώων ως πηγές ενέργειας.

Υπάρχουν μεγάλη ποικιλία αιολικών μηχανών οι οποίες κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ως προς τα βασικά χαρακτηριστικά τους: τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα και τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα (εικόνα 3.8).

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι χρονικά ασυνεχής ακολουθώντας την ισχύ του ανέμου, ενώ η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτάται από τις ώρες της ημέρας, την εποχή κ.λπ. Το αποτέλεσμα στις ανεμογεννήτριες είναι ότι παρουσιάζονται σημαντικές ταλαντώσεις ισχύος ακόμη και μικρά χρονικά διαστήματα, ενώ όταν επικρατεί άπνοια παύει η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

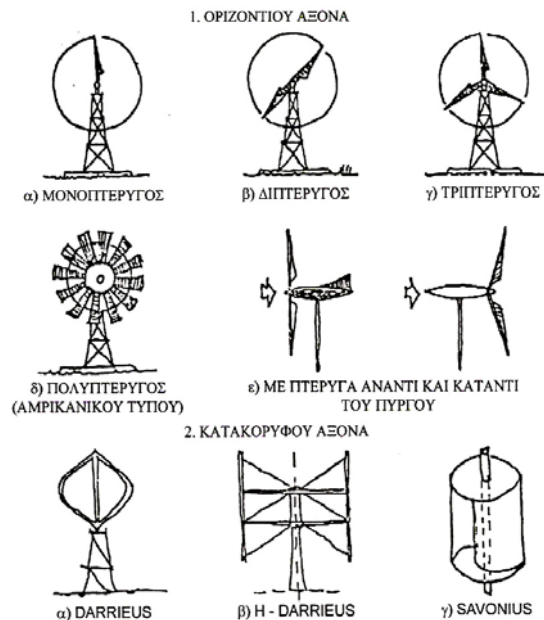
Η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα παρουσιάζει αρκετές δυνατότητες συμμετοχής στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας λόγω των εκτεταμένων ακτών των νησιών και της φυσιολογίας του εδάφους. Σε πολλά νησιά της Ελλάδας είναι εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 1MW.

Για την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι απαραίτητη η οργάνωση συστηματικών μετρήσεων του αιολικού δυναμικού της χώρας, ο εντοπισμός των ιδανικών τοποθεσιών για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων, η παροχή εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από την εκάστοτε τοπική αυτοδιοίκηση ή από ιδιώτες.

3.5.3 Γεωθερμική ενέργεια

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

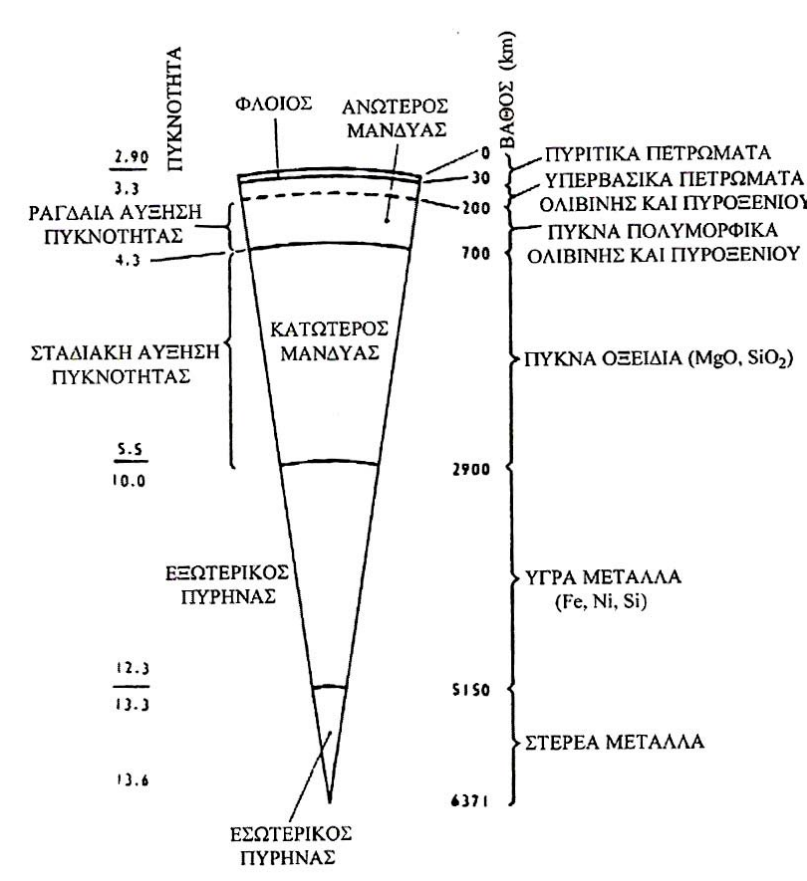
Η γη είναι ζεστή στο εσωτερικό της και η αύξηση της θερμοκρασίας της συναρτῆσει του βάθους σε κανονικές συνθήκες είναι περίπου σταθερή (γεωθερμική βαθμίδα). Η



ΕΙΚΟΝΑ 3.8
 Τύποι ανεμογεννητριών

[Πηγή: Κορωναίος, Ι. Χρ., Σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»]

φυσιολογική τιμή της γεωθερμικής βαθμίδας στα πρώτα χιλιόμετρα της λιθόσφαιρας κυμαίνεται από 20 έως 50 °C/km, ενώ η μέση τιμή της θεωρείται 33 °C/km. Η θερμότητα του εσωτερικού της γης οφείλεται στην αστρική προέλευση της γης με τη συνδρομή της ραδιενεργού μεταστοιχείωσης μερικών υλικών της. Ο πυρήνας της υπολογίζεται ότι έχει θερμοκρασία περίπου 4.000 °C και ο μανδύας 1.200 – 1.500 °C (εικόνα 3.9)



ΕΙΚΟΝΑ 3.9

Σχηματική τομή του εσωτερικού της γης

[Πηγή: Κορωνάιος, Ι. Χρ., Σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»]

Στην γεωθερμία διακρίνονται δύο τύποι γεωθερμικών πεδίων: τα γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας [8] και τα γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας [9].

Στα γεωθερμικά πεδία υψηλής ενθαλπίας (>150°C) τα ρευστά χρησιμοποιούνται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρισμού με πολύ ευνοϊκές οικονομικές συνθήκες. Τα ρευστά χαμηλής ενθαλπίας χρησιμοποιούνται επωφελώς και κατά περιπτώσεις σε διάφορες βιομηχανικές χρήσεις και γεωργικές εφαρμογές, ποικίλες θερμάνσεις χώρων, οικιών, θερμοκηπίων κ.λπ.

⁸ Παράγουν υπέρθερμους ατμούς ή μίγματα ατμών και νερών από σχετικά μικρό βάθος – μέχρι 3χλμ.

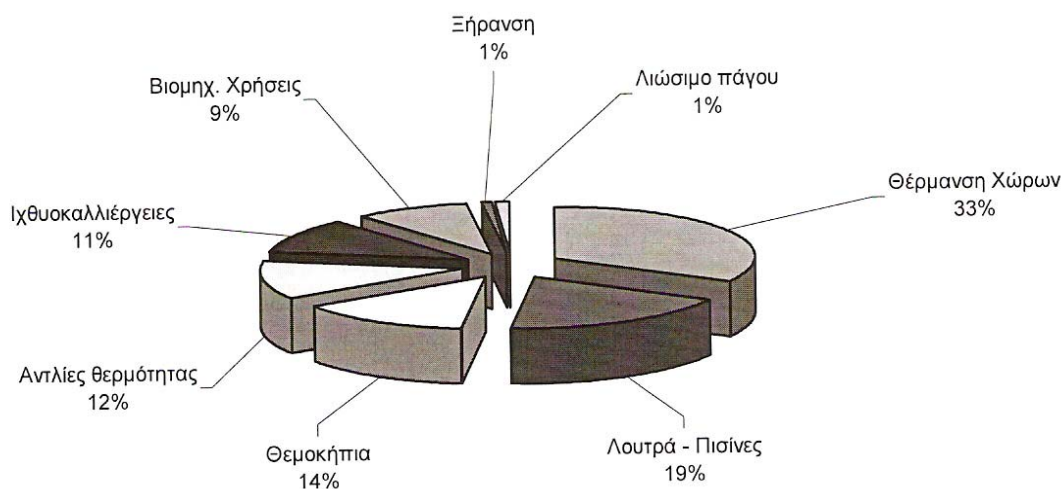
⁹ Παράγουν σημαντικές ποσότητες θερμών υπό πίεση.

Η Ελλάδα, λόγω των γεωλογικών συνθηκών της, είναι πλούσια σε αυτή την μορφή ενέργειας. Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να επιτύχει τηλεθέρμανση κτιρίων σε ορισμένες περιοχές της χώρας, ανάπτυξη γεωθερμικών θερμοκηπίων, μονάδων ιχθυοκαλλιέργειών, κ.λπ.

Στην Ελλάδα, μέχρι σήμερα έχουν βρεθεί τα εξής γεωθερμικά πεδία:

- Πηγές Καβασίλων (ποτ. Σαραντάπορος)
- Πηγές Αμάραντου (Κόνιτσα)
- Περιοχή Συκιών (Άρτα)

Μέχρι σήμερα πάνω από 50 χώρες [10] στον κόσμο έχουν εμπλακεί άμεσα ή έμμεσα στην γεωθερμική ενέργεια και εκμετάλλευση. Μπορεί να θεωρηθεί πρωτοπόρος η Ισλανδία που καλύπτει πάνω από το 40% των αναγκών της σε πρωτογενή ενέργεια με γεωθερμία. Η θέρμανση χώρων και νερού χρήσης αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο ποσοστό εφαρμογών, που μαζί με τις αντλίες θερμότητας, αντιστοιχούν περίπου στο 45% των χρήσεων στον κόσμο (εικόνα 3.10).



ΕΙΚΟΝΑ 3.10

Χρήσεις γεωθερμίας σε παγκόσμιο επίπεδο (1995)

[Πηγή: Κορωναίος, Ι. Χρ., Σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»]

Τα οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα της χρήσης γεωθερμίας προοιωνίζουν μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα παραγωγής ηλεκτρισμού βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

¹⁰ Ισλανδία, Ουγγαρία, χώρες πρώην ΕΣΣΔ, Ιταλία, ΗΠΑ, Γαλλία, Ιαπωνία, Ν. Ζηλανδία, κ.λπ.

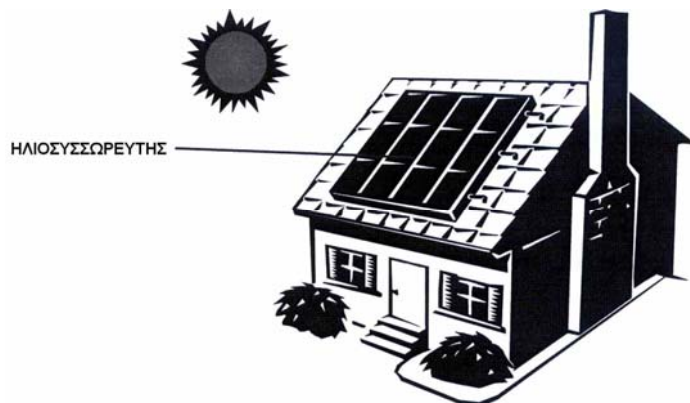
3.5.4 Βιομάζα

Η βιομάζα αποτελεί το σύνολο των ενεργειακών πόρων που σχετίζονται με τα αγροτικά, περιβαλλοντικά, δασικά και ζωικά συστήματα μιας περιοχής. Η συνολική ενέργεια της βιομάζας προέρχεται από το ενεργειακό περιεχόμενο από το βιοαέριο [11].

Η βιομάζα είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια μετασχηματίζεται από τα φυτά μέσω φωτοσύνθεσης χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες το νερό και τον άνθρακα που είναι άφθονα στην φύση. Δύο από τα πλεονεκτήματά της είναι πως είναι ανεξάντλητη μορφή ενέργειας και παρέχει αποθηκευμένη χημική ενέργεια. Ωστόσο, ως μορφή ενέργειας χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο (συγκριτικά με το πετρέλαιο και το κάρβουνο) λόγω χαμηλής πυκνότητας και υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, κ.λπ. Οι ιδιότητες αυτές την καθιστούν δύσκολη στην συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της με αποτέλεσμα να έχει υψηλό κόστος μετατροπής της σε άλλες μορφές ενέργειας.

Για να γίνει αποτίμηση της συμβολής της βιομάζας στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας θα πρέπει να προηγηθεί μία σειρά μελετών και ερευνών ώστε να προσδιοριστούν οι διαθέσιμες ποσότητες και τα ενεργειακά χαρακτηριστικά που προέρχονται από την καύση των σκουπιδιών, τα αστικά λήμματα, τα βιομηχανικά απόβλητα, τη ζωική – δασική και αγροτική παραγωγή.

3.6 ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



ΕΙΚΟΝΑ 3.11

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

[Πηγή: <http://www.crete-region.gr/greek/energy/feedu/images/students/solar.jpg>]

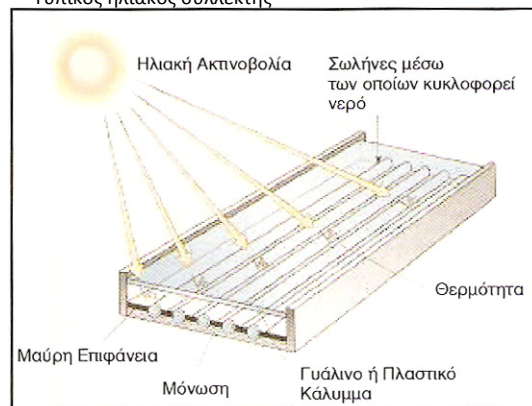
¹¹ Προέρχεται από τα ζωικά παραπροϊόντα, την καύση των σκουπιδιών, ξυλανθράκων, καυσόξυλων, θάμνων και ελαιοπυρηνόξυλου.

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 (εικόνα 3.11). 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 σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Η χρήση ενεργητικών συστημάτων που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού στα κτίρια, είναι μία από τις σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα συστήματα αυτά λειτουργούν χρησιμοποιώντας τους συλλέκτες και την δεξαμενή αποθήκευσης ως χωριστές συνιστώσες και η μεταφορά ενέργειας επιτυγχάνεται με την βοήθεια κάποιας αντλίας που διαθέτει το εκάστοτε σύστημα που χρησιμοποιείται. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα (εικόνα 3.12) αυτά συλλέγουν χρησιμοποιούνται την θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης, την ψύξη και θέρμανση των χώρων του σπιτιού καθώς και σε άλλες διεργασίες της βιομηχανίας, του αγροτικού τομέα, κ.λπ.

ΕΙΚΟΝΑ 3.11
Τυπικός ηλιακός συλλέκτης



ΕΙΚΟΝΑ 3.12
Τυπικός ηλιακός συλλέκτης

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμιάδης, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Εντούτοις, η ενσωμάτωση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στα κτίρια του αστικού περιβάλλοντος δεν είναι πάντα εύκολη. Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμποδίζουν την ευρεία χρήση των ενεργητικών παθητικών συστημάτων στα κτίρια και γενικότερα στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε αυτά είναι:

- Ο σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από τα γειτονικά κτίρια.
- Ο προσανατολισμός και το πλάτος των οδών.
- Ο τρόπος κατασκευής των κτιρίων και η διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων.
- Η ρύπανση του αέρα που προκαλεί επικαθίσεις στα καλύμματα των συλλεκτών.
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου.
- Η πυκνότητα της δόμησης.

Πάραυτα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι ευρέως διαδεδομένα και ιδιαίτερα στις χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια όπως είναι η Ελλάδα. Η πλειονότητα των συστημάτων χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού, αλλά συνεχώς επεκτείνονται οι εγκαταστάσεις σε νέα κτίρια για να ικανοποιούν και τις θερμαντικές ανάγκες αυτού σε συνδυασμό με άλλα συμβατικά ή παθητικά ηλιακά συστήματα.

Ταξινόμηση ηλιακών ενεργητικών συστημάτων κατά ISO/DIS 9488

Αυτόνομα συστήματα, χωρίς βοηθητική θερμαντική πηγή

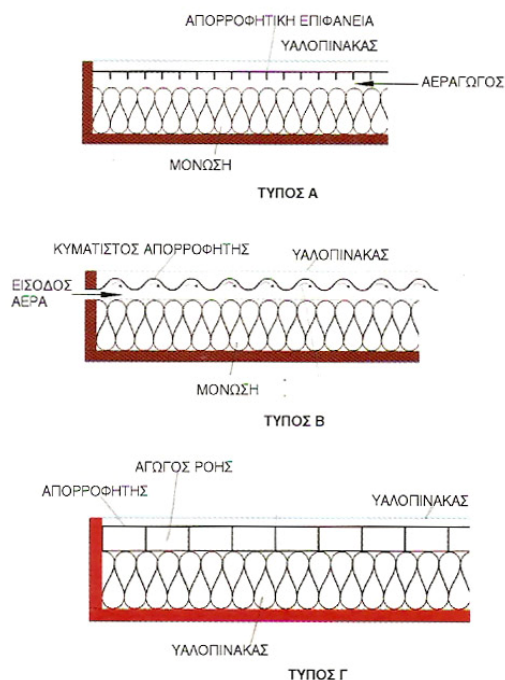
ΕΙΚΟΝΑ 3.Χ
Συστήματα προθέρμανσης – προθέρμανση νερού που στην συνέχεια προφέρει άλλα συμβατικά συστήματα θέρμανσης

Υβριδικά συστήματα – σε συνδυασμό τα ηλιακά με τα συμβατικά συστήματα ώστε να καλύψουν τις θερμαντικές ανάγκες ανεξάρτητα από την διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας.

Ένας άλλος τρόπος ταξινόμησης των ηλιακών ενεργητικών συστημάτων είναι ανάλογα με το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για την συλλογή και αποθήκευση της ενέργειας. Με βάση την ταξινόμηση αυτή, τα ηλιακά συστήματα διακρίνονται σε **συστήματα υγρού** και **συστήματα αέρος**. Ο βασικός τρόπος λειτουργίας των δύο συστημάτων είναι ο ίδιος, παρέχοντας το πλεονέκτημα στον κατασκευαστή να χρησιμοποιήσει τα ίδια στοιχεία και υλικά για την κατασκευή τους.

3.6.1 Ηλιακά συστήματα αέρος

Η λειτουργία τους βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα διαμέσου αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Η παραγόμενη θερμότητα αποθηκεύεται σε κατάλληλα αποθηκευτικά συστήματα. Τα συστήματα αέρος προσφέρονται για θέρμανση χώρων καθώς ο αέρας διοχετεύεται κατευθείαν στην κατανάλωση χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών θερμότητας.



ΕΙΚΟΝΑ 3.13

Κατασκευή τυπικών ηλιακών συλλεκτών αέρος

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρος περιέχονται σε ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο του οποίου η πάνω επιφάνεια καλύπτεται με γυαλί που παγιδεύει την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία. Με τον τρόπο αυτό θερμαίνεται ο ψυχρός αέρας που διέρχεται ανάμεσα στο γυάλινο κάλυμμα και τον συλλέκτη. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών αέρος είναι γενικά μικρότερη από την απόδοση των συλλεκτών υγρού.

Η βέλτιστη χωρητικότητα του αποθηκευτικού συστήματος [12] εξαρτάται από:

- τα θερμικά φορτία που πρέπει να καλυφθούν,
- την απόδοση των συλλεκτών,
- την ύπαρξη βοηθητικής πηγής ενέργειας
- οικονομικούς παράγοντες που καθορίζουν το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος.

Η μέθοδος που εφαρμόζεται για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας στα συστήματα αέρος είναι η χρήση ενός στρώματος από πέτρες ή χαλίκια με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται διαμέσου αυτού του στρώματος, που βρίσκεται σε καλά θερμομονωμένο χώρο, και το θερμαίνει. Την νύκτα το σύστημα αυτό λειτουργεί αντίστροφα.

Έχει υπολογιστεί πως για τα οικιακά συστήματα ο βέλτιστος όγκος του αποθηκευτικού υλικού είναι 0,15 έως 0,30μ³ για κάθε μ² επιφάνειας συλλέκτη.

3.6.2 Ηλιακά συστήματα υγρού

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων υγρού βασίζεται στην κυκλοφορία υγρού (νερού ή διαλύματος νερού) διαμέσου αγωγών και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Οι σημαντικότεροι τύποι ηλιακών συλλεκτών υγρού είναι οι εξής:

- Επίπεδος συλλέκτης (εικόνα 3.14): είναι ο πιο κοινός τύπος συλλέκτη για κατοικίες και επαγγελματικούς χώρους. Αποτελείται από μια απορροφητική επιφάνεια με επικάλυψη ειδικού επιλεκτικού υλικού (να απορροφά το μέγιστο της θερμικής ακτινοβολίας) και ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο με διαφανές κάλυμμα (από γυαλί ή πλαστικό) που εμποδίζει την επανεκπομπή της απορροφώμενης ακτινοβολίας. Η απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται σε επαφή με τους αγωγούς του υγρού που μεταφέρουν την συλλεγόμενη θερμότητα από τον συλλέκτη στην δεξαμενή

¹² Δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μικρό, ώστε να χάνεται ενέργεια, ούτε πολύ μεγάλο ώστε να δημιουργεί προβλήματα χώρου.

αποθήκευσης θερμότητας. Αυτού του είδους ο συλλέκτης παρέχει θερμό νερό σε θερμοκρασία που φθάνει έως και 95° C.



ΕΙΚΟΝΑ 3.14

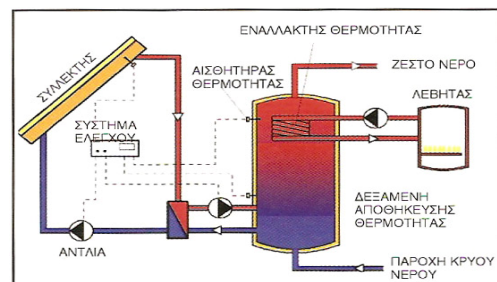
Επίπεδος συλλέκτης υγρού

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Πλεονεκτήματα: απλή κατασκευή, σχετικά μικρό κόστος, εύκολη συντήρηση, ανθεκτικότητα και η ικανότητά του να απορροφά την διάχυτη ακτινοβολία.

- Συλλέκτες κενού: πρόκειται για διατάξεις υψηλής τεχνολογίας στις οποίες ένας αγωγός θερμότητας (π.χ. Freon) κυκλοφορεί σε ένα σωλήνα που περιβάλλεται από ένα δεύτερο σωλήνα κενού. Η ύπαρξη του κενού μειώνει τις απώλειες και έτσι επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις. Το θερμοαγωγό ρευστό αποδίδει στην κατανάλωση την θερμότητά του είτε με αλλαγή φάσης είτε μέσω ενός κύκλου εξάτμισης – συμπύκνωσης και την βοήθεια εναλλάκτη.
- Συγκεντρωτικοί συλλέκτες: πρόκειται για παραβολικούς ή κυλινδρικούς συλλέκτες με εσωτερική ανακλαστική επιφάνεια. Η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται είτε σε ένα σημείο, είτε σε έναν άξονα όπου και αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες έχουν μηχανισμό που τους επιτρέπει να παρακολουθούν την τροχιά του ήλιου. Λόγω πολύ υψηλού κόστους, χρησιμοποιούνται σπάνια σε κτιριακές εφαρμογές.

Το πιο συνηθισμένο μέσο για την αποθήκευση της θερμότητας στα συστήματα υγρού είναι το νερό, το οποίο στις οικιακές εφαρμογές οδηγείται σε μια μονωμένη δεξαμενή (εικόνα 3.15). Συνήθως το νερό θερμαίνεται με την χρήση εναλλακτών θερμότητας, οι οποίοι αποδίδουν την θερμότητα από το υγρό που κυκλοφορεί στον συλλέκτη στην δεξαμενή.



ΕΙΚΟΝΑ 3.15

Ηλιακό σύστημα νερού

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

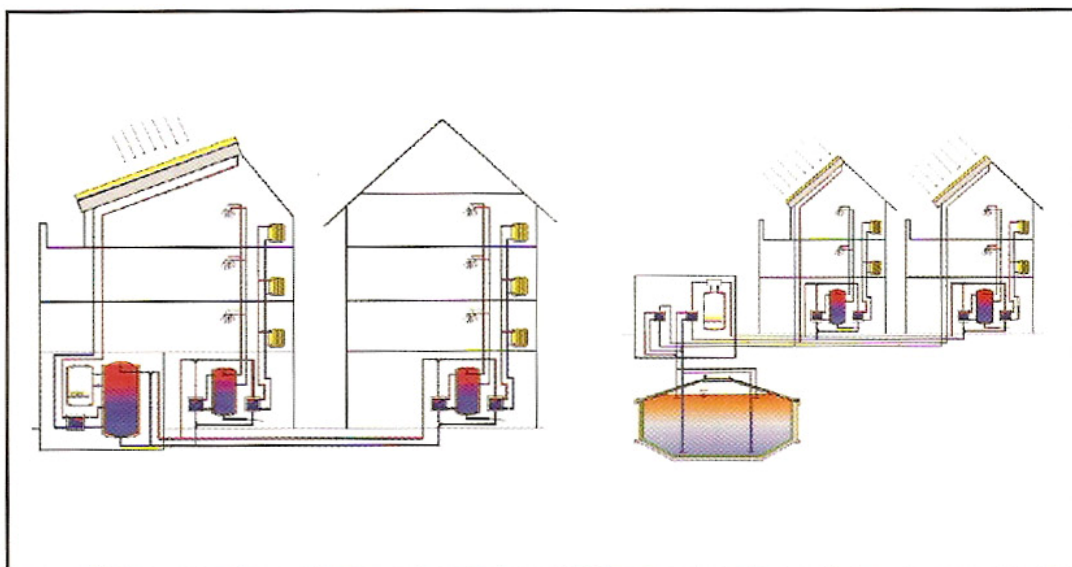
Οι σημαντικότερες παραλλαγές των ηλιακών ενεργητικών συστημάτων θέρμανσης υγρού είναι:

Συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας: Αποθήκευση της θερμότητας απευθείας εντός του συλλέκτη (συλλέκτης: επιφάνεια της δεξαμενής). Συστήματα απλά και κατάλληλα για εφαρμογές σε θερμά κλίματα.

Θερμοσιφωνικά συστήματα: Είναι οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες. Η αποθηκευτική δεξαμενή είναι τοποθετημένη υψηλότερα από τον συλλέκτη. Στην ουσία πρόκειται για παθητικά συστήματα αφού λειτουργούν χωρίς αντλίες, ενώ μειονεκτούν καθώς απαιτούν αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους.

Συστήματα υγρού με μηχανική κυκλοφορία: (εικόνα 3.16) Η κυκλοφορία του υγρού ανάμεσα στον συλλέκτη και την αποθηκευτική δεξαμενή γίνεται με την βοήθεια αντλιών, ενώ η παραγωγή και αποθήκευση της θερμότητας ελέγχονται από σύστημα αυτοματισμού. Τα συστήματα αυτά έχουν υψηλότερη απόδοση από τα θερμοσιφωνικά συστήματα, ωστόσο έχουν υψηλότερο κόστος.

Σύνθετα συστήματα: Συστήματα μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται σε συγκροτήματα κατοικιών, οικοδομικών τετραγώνων ή και οικισμών. Αποτελούνται από μεγάλο αριθμό συλλεκτών συνδεδεμένων μεταξύ τους και διαθέτουν μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους για την μόνιμη αποθήκευση της θερμότητας.



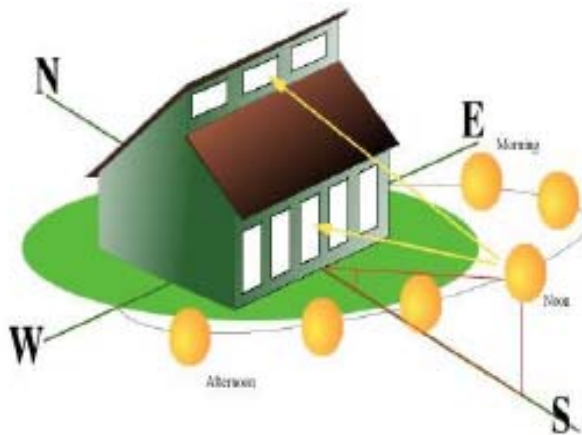
ΕΙΚΟΝΑ 3.16

Εβδομαδιαία ή εποχιακή αποθήκευση

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

3.7 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Με τον όρο Παθητικά Ηλιακά Συστήματα εννοούνται τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για να αξιοποιηθούν οι φυσικές πηγές, όπως ο ήλιος, ο άνεμος, κ.λπ. για την θέρμανση, την ψύξη του κτιρίου, την παροχή φυσικού φωτισμού αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, κ.λπ. ο τρόπος λειτουργίας τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους του σπιτιού (εικόνα 3.17).



ΕΙΚΟΝΑ 3.17

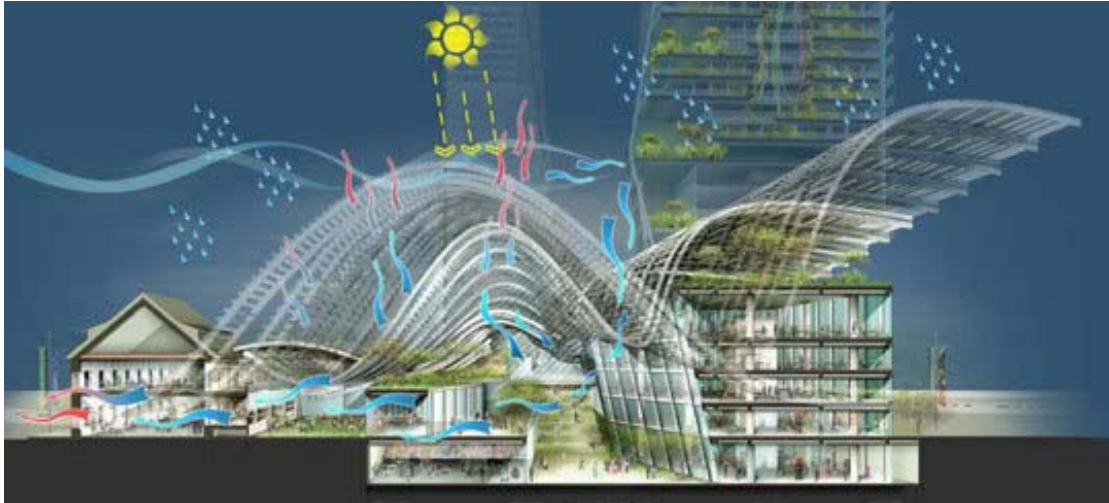
Σωστός προσανατολισμός κτιρίου

[Πηγή: Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο:

http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf]

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο με σκοπό την βελτίωση της θερμικής άνεσης του κτιρίου εξοικονομώντας, παράλληλα, ενέργεια. Για την επίτευξη μιας ικανοποιητικής **θερμικής άνεσης** μέσα σε ένα κτήριο, με ταυτόχρονο περιορισμό της χρήσης συμβατικών πηγών, μπορεί να γίνει χρήση των φυσικών πηγών ενέργειας (ηλιακή ακτινοβολία, εξωτερικός αέρας, εσωτερικά κέρδη), καθώς και κατάλληλων στοιχείων απορρόφησης (όπως είναι ο ουρανός, ο εξωτερικός αέρας, οι υγρές επιφάνειες και η βλάστηση).

Καθημερινά, η γη δέχεται από τον ήλιο μια εντυπωσιακή ποσότητα θερμότητας που αποβάλλεται προς τον ουρανό κυρίως μέσω της νυχτερινής επανακτινοβολίας. Η θερμική εκμετάλλευση στα παθητικά κτίρια γίνεται, εκτός από τον τρόπο του σχεδιασμού του, την τοποθέτηση, προσανατολισμό, τη μορφή του, κ.λπ. με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων τα οποία συγκεντρώνουν, αποθηκεύουν, μεταδίδουν, και διαχέουν θερμότητα, και αποτελούν μέρη των αρχιτεκτονικών στοιχείων (εικόνα 3.18).



ΕΙΚΟΝΑ 3.18

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

[Πηγή: <http://media.photobucket.com/image>]

Η λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων βασίζεται σε 3 μηχανισμούς:

- *Το φαινόμενο του θερμοκηπίου*
(συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρησή της στο εσωτερικό του κτιρίου για την θέρμανση των χώρων)
- *Τη θερμική υστέρηση των υλικών*
(θερμοχωρητικότητα)
- *Τις αρχές μετάδοσης της θερμότητας*
(την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από το θερμό στο κρύο αντικείμενο)

Σε γενικές γραμμές, τα αρχιτεκτονικά και δομικά στοιχεία που ρυθμίζουν τη θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου είναι:

Τα γυάλινα ανοίγματα και ο εξοπλισμός τους
Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης που λειτουργούν ως συλλέκτες θερμότητας
Τα προσαρτημένα θερμοκήπια
Οι προσαρτημένες ηλιακές καμινάδες
Η εφαρμογή κατάλληλης γεωμετρίας σκιάστρων
Η δημιουργία ενεργειακής σκεπής
Τα κατάλληλα δομικά στοιχεία (μονώσεις, χρώματα, κονιάματα, υαλοπίνακες, στοιχεία τοιχοποιίας)
Η διαμόρφωση του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου (βλάστηση)

Τα παθητικά συστήματα συνεισφέρουν θετικά στις θερμικές απαιτήσεις του κτηρίου σε ψυχρό καιρό, ενώ σε θερμές περιόδους, αποτρέπουν τη διείσδυση του θερμού εξωτερικού αέρα και περιορίζουν τα εσωτερικά κέρδη, ώστε να εξασφαλίζουν αποδεκτές θερμικές καταστάσεις για τους ενοίκους.

Όταν σε ένα κτήριο η ροή της θερμότητας γίνεται με φυσικό τρόπο, δηλαδή μέσω αγωγής, μεταφοράς και ακτινοβολίας και η ηλιακή ενέργεια συνεισφέρει πάνω από το μισό της ολικής εξωτερικής ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση, το κτήριο θεωρείται σαν **ηλιακή παθητική κατασκευή**.

Ανάλογα με τον **τρόπο λειτουργίας τους από θερμική άποψη**, χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

I. Συστήματα άμεσου ή απευθείας ηλιακού κέρδους:

1. Κατάλληλη θερμική μάζα (χρήση υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας), σε συνδυασμό με συστήματα θερμικής προστασίας (θερμομόνωση κελύφους, διπλοί υαλοπίνακες) και την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για τους καλοκαιρινούς μήνες.
2. Κατάλληλα προσανατολισμένα ανοίγματα.

II. Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους:

1. Ηλιακοί τοίχοι οι οποίοι αποτελούνται από τοιχοποιία συνδυαζόμενη με υαλοστάσιο που τοποθετείται εξωτερικά Μπορεί να πρόκειται για αμόνωτο τοίχο – τοίχος ηλιακής συλλογής και θερμικής αποθήκευσης – ή θερμομονωμένο τοίχο με θυρίδες – θερμοσιφωνικό πάνελ. Στην κατηγορία αυτή είναι:

Τοίχοι μάζας Trombe
Τοίχος Barra Constantini
Τοίχοι νερού
Θερμοσιφωνικό πάνελο
Οροφή νερού

2. Στα συστήματα αυτά ανήκουν και οι χώροι θερμικής αποθήκευσης:

Θερμοκήπια, προσαρτημένα στη νότια όψη του κτηρίου
Ηλιακά αίθρια

III. **Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους**, όπου η συλλέκτρια επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας, διαχωρίζεται από το χώρο της θερμικής αποθήκευσης. Πρόκειται για μικτά συστήματα που ονομάζονται υβριδικά και βασίζονται στη φυσική ροή κάποιου ρευστού (π.χ. του αέρα). Σε αυτά τα συστήματα, χρησιμοποιούνται κάποια απλά μηχανικά μέσα για την μεταφορά της θερμότητας (π.χ. ανεμιστήρες).

3.7.1 Συστήματα άμεσου ή απευθείας ηλιακού κέρδους

3.7.1.1 Θερμική μάζα

Το σύνολο των δομικών στοιχείων και υλικών ενός κτιρίου που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν θερμότητα, αποτελεί τη θερμική μάζα του κτηρίου. Η μάζα αυτή όταν αξιοποιηθεί σωστά μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση των απαιτήσεων σε θέρμανση και κλιματισμό και να έχει ευεργετική επίδραση τόσο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (ψύξη), όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο (θέρμανση).

Ιδανικά υλικά για τη συγκρότηση της θερμικής μάζας ενός κτιρίου είναι υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας, δηλαδή ικανά να αποθηκεύουν θερμότητα σε μεγάλο βαθμό. Τέτοια υλικά είναι συμπαγή, πυκνά υλικά, όπως είναι η πέτρα και οι φυσικοί λίθοι γενικότερα, το τούβλο, το μπετόν, κεραμικές πλάκες κ.α., τα οποία επιλέγονται παραδοσιακά για τα μέρη του κτηρίου όπου απαιτείται καλή θερμική αποθήκευση. Έχουν την ιδιότητα να συσσωρεύουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας, χωρίς να γίνονται τα ίδια ιδιαίτερα θερμά και να την αποβάλλουν όταν το περιβάλλον γίνει ψυχρότερο.

Θερμοχωρητικότητες Υλικών	
ΥΛΙΚΟ	ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (KJ/m ³ °C)
ΜΠΕΤΟΝ	1680 - 2500
ΠΕΤΡΑ	1596
ΤΟΥΒΛΟ	1200
ΝΕΡΟ	4212
ΞΥΛΟ	528 - 820

Με άλλα λόγια, λειτουργούν ως μέσα αποθήκευσης θερμότητας και κρύου με το να θερμαίνονται, αλλά και να αποβάλλουν θερμότητα σχετικά αργά. Το ξύλο, για παράδειγμα, είναι ελαφρύ υλικό και έχει μικρή ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας.

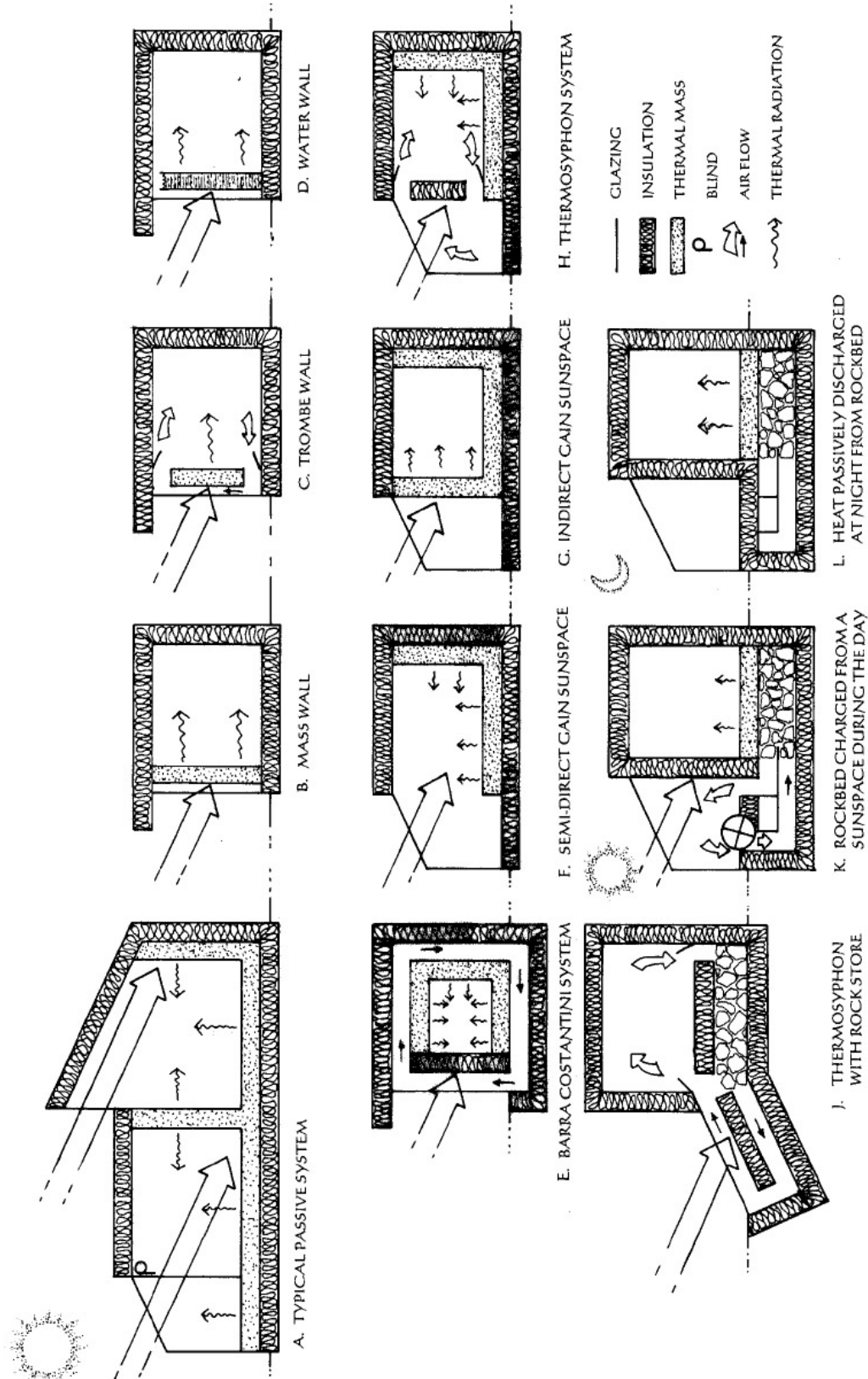
Η σωστή χρήση τα μάζας ενός κτιρίου εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες και τις αντίστοιχες ανάγκες σε κλιματισμό και θέρμανση. Η ηλιακή ενέργεια αφού εισέλθει στο κτήριο προς το εσωτερικό του (με άμεσο – ανοίγματα – ή έμμεσο τρόπο), παγιδεύεται και μεταφέρεται στα δομικά υλικά.

Τον χειμώνα, η περίσσεια ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του κτιρίου τις ώρες της ημέρας. Τη νύχτα που η θερμοκρασία πέφτει, η αποθηκευμένη αυτή θερμότητα απελευθερώνεται σταδιακά προς τον εσωτερικό χώρο, μειώνοντας τις ανάγκες σε βοηθητική θέρμανση. Χαλιά και άλλες επικαλύψεις του δαπέδου, έπιπλα ή άλλα υλικά ελαφριάς κατασκευής εξουδετερώνουν τη θερμική μάζα του κτηρίου, γι’ αυτό συνιστάται τα σημεία άμεσης πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας να μην καλύπτονται το χειμώνα.

Το καλοκαίρι, η λειτουργία της θερμικής μάζας συνίσταται στο να καθυστερεί τη ροή θερμότητας από το εξωτερικό στο εσωτερικό του κτηρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας, που υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Η θερμότητα, δηλαδή, αποθηκεύεται στους τοίχους, τα πατώματα και τις οροφές λόγω του ημερήσιου ηλιασμού και τη νύχτα με εφαρμογή κατάλληλου εξαερισμού (άνοιγμα παραθύρων) αποβάλλεται προς τον εξωτερικό χώρο. Κατά αυτόν τον τρόπο, το επόμενο πρωινό, έχει εξασφαλισθεί χαμηλή θερμοκρασία για το χώρο ο οποίος πρόκειται να συσσωρεύσει εκ νέου θερμότητα.

Το καλοκαίρι, λοιπόν, η διαδικασία αυτή παρέχει μια εξασθένηση των μέγιστων εσωτερικών θερμοκρασιών, με το να μεταθέτει την αποφόρτιση της θερμότητας αργότερα, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη. Για καλύτερη απόδοση και αποφυγή της υπερθέρμανσης βεβαίως, είναι απαραίτητος ο κατάλληλος σκιασμός των ανοιγμάτων, ώστε να μειώνεται όσο είναι δυνατόν η ηλιακή ενέργεια που εισρέει στο κτήριο.

Η χρήση της θερμικής μάζας σε μεγάλη κλίμακα είναι κατάλληλη ιδιαίτερα σε ζεστά κλίματα, όπως είναι η έρημος και οι τροπικές ζώνες. Σε εύκρατα κλίματα, οι πολύ μεγάλης κλίμακας εφαρμογές (π.χ. αρκετά παχύ στρώμα τοιχοποιίας από βαριά υλικά), μπορεί να καταστήσει δύσκολη την ψύξη ή τη θέρμανση ενός σπιτιού. Η διαδικασία θερμικής φόρτισης και αποφόρτισης της θερμικής μάζας οφείλεται στη θερμοδυναμική αρχή που επιβάλλει τη ροή θερμότητας από τα θερμότερα στα ψυχρότερα.



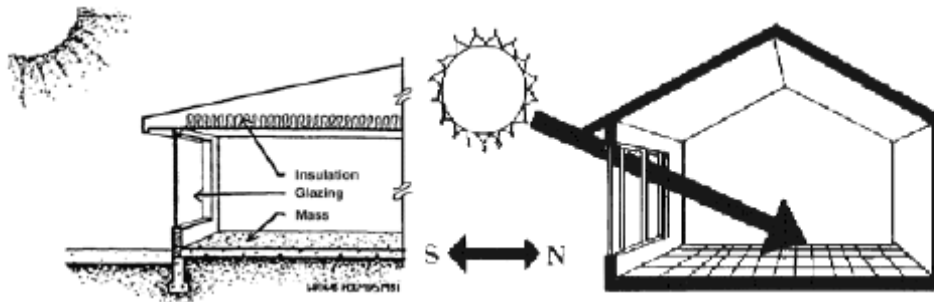
ΕΙΚΟΝΑ 3.19

Παθητικά ηλιακά συστήματα, Α – Τυπικό ηλιακό σύστημα, Β – Τοίχος Θερμικής μάζας, C – Τοίχος Trombe, D - Τοίχος νερού, Ε – Τοίχος Barra Constantini, F – Ημι-άμεσο ηλιακό κέρδος, G – Έμμεσο ηλιακό κέρδος, Η – Θερμοσιφωνικό πάνελ, J – Θερμοσιφωνικό σύστημα με λίθινο υπόβαθρο, K – Στρώμα με πέτρες που φορτίζεται στην διάρκεια της ημέρας, L – Στρώμα με πέτρες που αποφορτίζεται και αποδίδει ενέργεια το βράδυ.

[Πηγή: Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), *Ecohouse: A design guide*, Oxford, Architectural press]

Σε κάθε περίπτωση, η θερμική μάζα πρέπει να συνδυάζεται με επαρκή μόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτηρίου. Θερμική μάζα που δεν συνδυάζεται με θερμομόνωση, μειώνει κατά πολύ τα πιθανά θερμικά κέρδη κατά το χειμώνα. Πέρα από τη χρήση δομικών υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας, για την αύξηση της θερμικής μάζας ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα (εικόνα 3.19) όπως οι ηλιακοί τοίχοι, οι ηλιακές λίμνες, καθώς και υλικά αλλαγής φάσης που θα αναλυθούν παρακάτω.

3.7.1.2 Κατάλληλα προσανατολισμένα ανοίγματα



ΕΙΚΟΝΑ 3.20

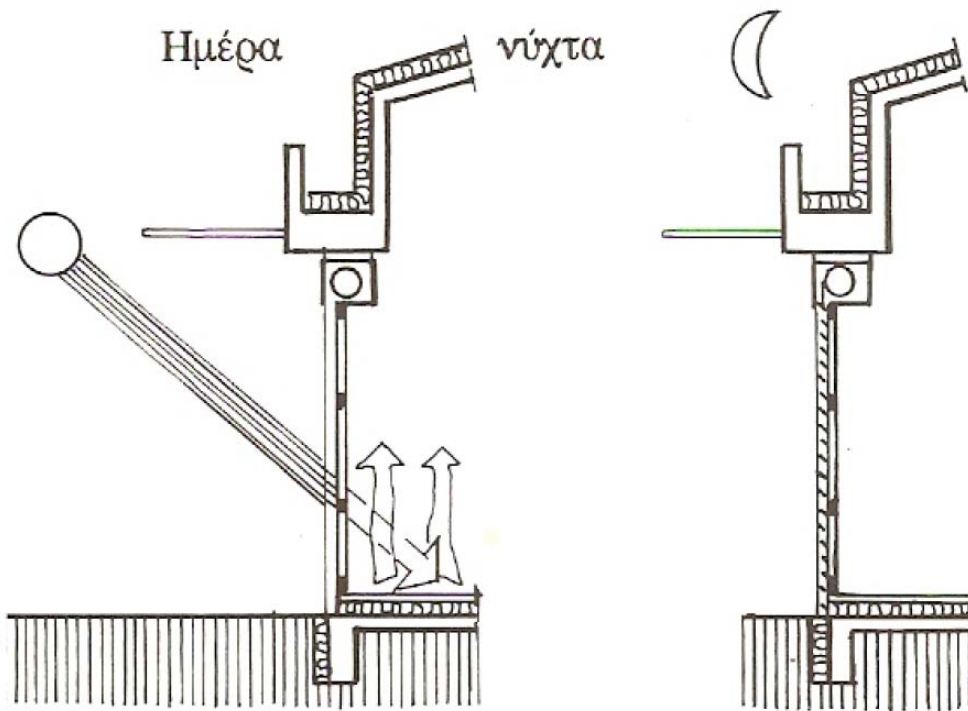
Άμεσο ηλιακό κέρδος

[Πηγή: Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf]

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει σε μια διαφανή ή ημιδιαφανή επιφάνεια ενός κτιρίου, ένα μέρος της ανακλάται, ένα άλλο τμήμα της απορροφάται από την επιφάνεια και τελικά το υπόλοιπο μεταδίδεται άμεσα (εικόνα 3.20). Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται επανεκπέμπεται προς το εσωτερικό, είτε με ακτινοβολία, είτε με μεταφορά. Τα ηλιακά κέρδη εξαρτώνται από το υλικό με το οποίο είναι φτιαγμένο το στοιχείο, από την επιφάνεια του, τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων και φυσικά από τη διαθέσιμη ακτινοβολία που σχετίζεται με τον προσανατολισμό, την τοπογραφία του κτιρίου και την υπάρχουσα σκίαση.

Με βάση αυτές τις αρχές, ο πιο απλός τρόπος για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την εκμετάλλευσή της για θέρμανση των χώρων, είναι η δημιουργία γυάλινων ανοιγμάτων σε ένα κτίριο, με σωστό προσανατολισμό και διαστασιολόγηση (εικόνα 3.21). Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το γυαλί είναι μη θερμομονωτικό υλικό (δεν αποθηκεύει εύκολα τη θερμική ενέργεια) [13].

¹³ Αν οι θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου είναι 20°C και εξωτερικά επικρατεί θερμοκρασία 0°C, τότε οι θερμικές απώλειες του γυαλιού σε σύγκριση με τοιχοποιία με θερμομόνωση είναι: μονός υαλοπίνακας – 116 Watts/m², διπλός υαλοπίνακας – 60 Watts/m², θερμομονωμένη τοιχοποιία – 7 Watts/m²



ΕΙΚΟΝΑ 3.21

Σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους

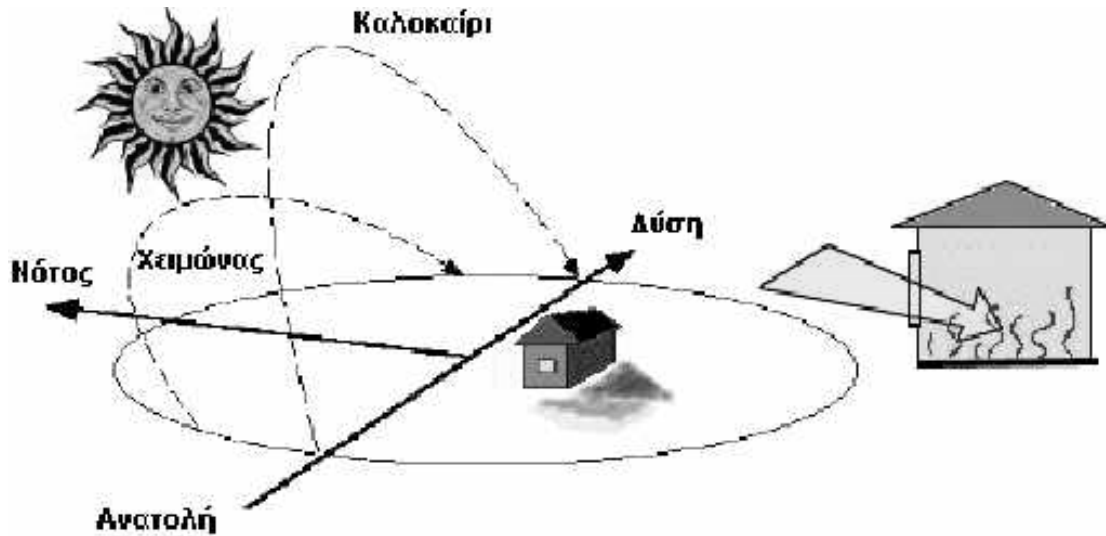
[Πηγή: Κ.Α.Π.Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ε., *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα*, τεύχος 1 – Παιδικός σταθμός στον Χολαργό Αττικής, εκδόσεις: Κ.Α.Π.Ε.]

Ο τύπος του υαλοπίνακα, απλός ή διπλός, σχετίζεται αφενός με τον τρόπο που διαχέεται το φως, αλλά και με τις θερμικές απώλειες. Με την τοποθέτηση διπλού υαλοπίνακα επιτυγχάνεται μείωση των ηλιακών κερδών κατά 18% και παράλληλα μειώνονται οι θερμικές απώλειες από το παράθυρο κατά 50% σε σχέση με τον μονό υαλοπίνακα. Ένα τρίτο στρώμα ύαλου, μειώνει τα ηλιακά κέρδη ακόμη ένα επιπρόσθετο ποσοστό του 18%, αλλά μειώνει τις θερμικές απώλειες επιπρόσθετα κατά ένα τρίτο.

Προφανώς, η προσθήκη επιπλέον στρωμάτων υαλοπινάκων, αν και αποτελεσματική είναι δαπανηρή. Τα διπλά τζάμια έχουν πλέον καθιερωθεί στις νέες κατασκευές, λόγω των καλών θερμομονωτικών ιδιοτήτων τους, που οφείλονται στο διάκενο του αέρα μεταξύ των επιφανειών. Για καλύτερη απόδοση του διπλού υαλοπίνακα, στο διάκενο τους μπορεί να υπάρχει κενό αέρα που περιορίζει ακόμη περισσότερο τις θερμικές απώλειες.

Ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο **νότιος** (εικόνα 3.22), διότι δέχεται την περισσότερη ακτινοβολία το χειμώνα, το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ λαμβάνει την ελάχιστη το καλοκαίρι (αποφυγή της υπερθέρμανσης), σε σχέση με τους άλλους προσανατολισμούς. Τα βορινά υαλοστάσια προσφέρουν καλό φωτισμό στον εσωτερικό

χώρο διότι δέχονται διάχυτο και όχι άμεσο φως, ωστόσο, παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες κατά το χειμώνα.



ΕΙΚΟΝΑ 3.22

Σωστός προσανατολισμός

[Πηγή: Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο:
http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf

Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δεν παρουσιάζουν καλή συμπεριφορά, και για το λόγο αυτό δεν συνιστώνται. Δεν λαμβάνουν μεγάλα θερμικά κέρδη το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι, οι δυτικοί προσανατολισμοί περισσότερο, μπορούν να προκαλέσουν υπερθέρμανση λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται μετά το μεσημέρι. Συνεπώς, τα δυτικά και ανατολικά ανοίγματα πρέπει να περιορίζονται και να συνοδεύονται από κατάλληλη σκίαση, όταν δεν μπορούν να αποφευχθούν εξαιτίας αναγκών σε φως και θέα.

Συνοψίζοντας, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 40° περίπου, προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μετρίων διαστάσεων στους ανατολικούς και δυτικούς τοίχους, ενώ στην βορινή πλευρά συνιστώνται μικρά ανοίγματα με διπλό τζάμι.

Η κλίση του υαλοστασίου επιδράει επίσης στα ηλιακά κέρδη. Ένα υαλοστάσιο, κεκλιμένο κατά 30° ως προς την οριζόντιο, μπορεί να δώσει χαμηλά κέρδη το χειμώνα και να δημιουργήσει υπερθέρμανση το καλοκαίρι.

Επίσης, το μέγεθος των ανοιγμάτων επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος και έχει άμεση σχέση με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Επιπροσθέτως η θέση του ανοίγματος παίζει ένα σπουδαίο ρόλο. Ένας εμπειρικός κανόνας ορίζει ότι το βάθος ενός χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2,5 φορές το ύψος του παραθύρου από το δάπεδο.

3.7.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους είναι αυτά που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου (εικόνα 3.23). Αυτά, απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν την θερμότητα να διεισδύσει σε όλους τους χώρους διαβίωσης.

Τα συστήματα αυτά, εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία σύμφωνα με την εξής αλληλουχία:

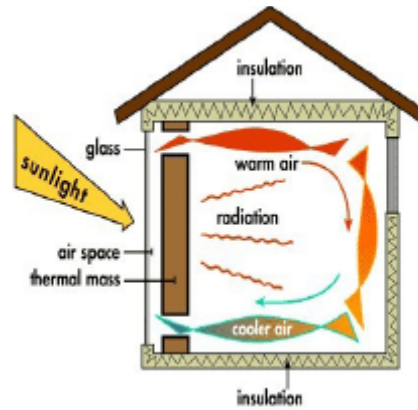
Ήλιος → συλλογή → αποθήκευση → θέρμανση

3.7.2.1 Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Είναι ένας συνδυασμός τοίχου νότιου προσανατολισμού και μιας εξωτερικής διαφανούς επιφάνειας (συνήθως γυαλί) στην εξωτερική πλευρά του τοίχου και σε απόσταση συνήθως 10 cm (εικόνα 3.24). Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου πρέπει να είναι σκουρόχρωμη ώστε να μεγιστοποιεί την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορεί να είναι:

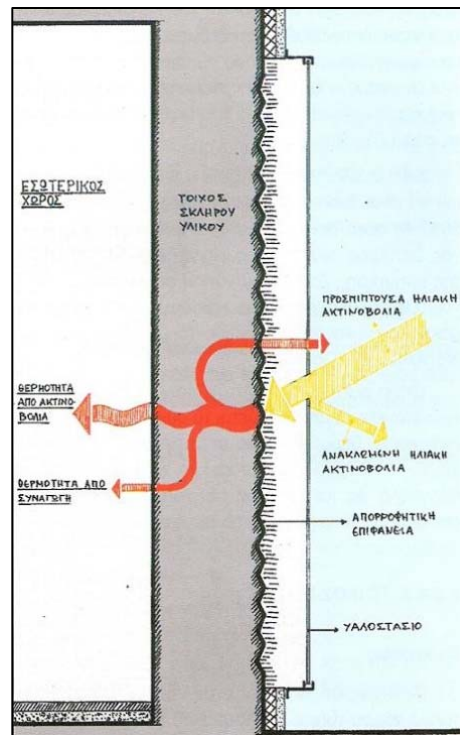
- απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής και χωρίς θυρίδες) συμπαγούς κατασκευής, είτε αποτελούμενοι από δοχεία νερού (τοίχος νερού), ή από υλικά αλλαγής φάσης
- τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής (Trombe - Michel)
- θερμοσιφωνικό πάνελ /Τοίχος Barra Constantini



ΕΙΚΟΝΑ 3.23

Σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους

[Πηγή: Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), *Ecohouse: A design guide*, Oxford, Architectural press]



ΕΙΚΟΝΑ 3.X

Τοίχος θερμικής αποθήκευσης

[Πηγή: <http://www.evonymos.org/files1/>]

Από μετρήσεις έχει προκύψει ότι οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορούν να συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση κατοικιών σε ποσοστό 10 – 40% (μεγαλύτερη συνεισφορά εξοικονόμησης σε περιοχές με σχετικά ήπιο κλίμα). Συγκεκριμένα, όταν ένας τοίχος συλλέκτης είναι σωστά σχεδιασμένος, η θερμοκρασία του χώρου παραμένει στα όρια της ζώνης άνεσης (20°C – 28°C) βαθμούς κατά τη διάρκεια του χειμώνα, χωρίς καμία πρόσθετη θερμαντική πηγή. Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου, το πάχος και τα υλικά κατασκευής και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να συνδυάζονται με υαλοστάσια προσανατολισμένα προς το νότο, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ηλιακή συλλογή. Η θερμική ενέργεια απορροφάται από τον τοίχο, θερμαίνει την εξωτερική του επιφάνεια, στη συνέχεια μεταφέρεται με αγωγή σε όλη τη μάζα του και τελικά φτάνει στην εσωτερική του πλευρά. Ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στη μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία του τοίχου και την μέγιστη εσωτερική αντίστοιχα, η οποία θα είναι ελαττωμένη κατά το ποσό θερμότητας που απορροφήθηκε από τη μάζα του τοίχου, ονομάζεται χρονική υστέρηση. Αυξάνοντας το πάχος και τη θερμοχωρητικότητα του τοίχου, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη χρονική υστέρηση και γι' αυτό υπάρχει μειωμένο άμεσο θερμικό κέρδος. Επιθυμητή είναι η υστέρηση 6 – 8 ωρών, ώστε να αξιοποιείται η θερμική συλλογή του τοίχου κατά τη διάρκεια της νύχτας. Η θερμική μόνωση συμμετέχει επίσης σημαντικά στην απόδοση αυτού του ηλιακού συστήματος.

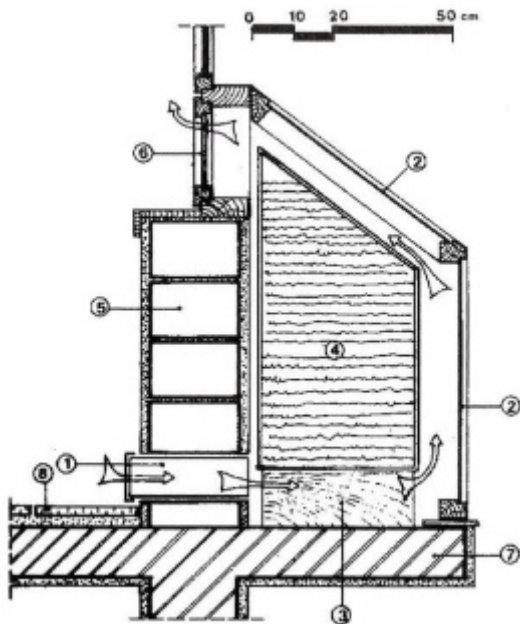
3.3.2.1.1 Τοίχος νερού

Μια μορφή τοίχου θερμικής αποθήκευσης είναι οι τοίχοι νερού, που είναι κατασκευασμένοι από πλαστικά ή μεταλλικά στεγανά δοχεία, σκούρου χρώματος που περιέχουν νερό, πίσω από μια γυάλινη επιφάνεια νοτίου προσανατολισμού (εικόνα 3.25). Η επιλογή του νερού βασίζεται στη μεγάλη θερμοχωρητική του ικανότητα, δηλαδή στη ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα κατά τη θέρμανσή του και να θερμαίνεται ή να ψύχεται εύκολα σε σχέση με άλλα υλικά. Έτσι απαιτούνται μικρότερες επιφάνειες τοίχου, σε σχέση με άλλους τοίχους θερμικής αποθήκευσης που είναι κατασκευασμένοι από μπετόν, πέτρα, τούβλο, κ.λπ.

Η εσωτερική επιφάνεια του τοίχου μπορεί να έρχεται κατευθείαν σε επαφή με ένα από τους χώρους του κτηρίου, ή να διαχωρίζεται από αυτούς, με ένα λεπτό τοίχο, ή με ένα στρώμα μόνωσης.

Μειονέκτημα τους είναι το γεγονός ότι η μάζα του νερού θερμαίνεται ομοιόμορφα και παρουσιάζεται έτσι η ίδια θερμοκρασία και στην εσωτερική και στην εξωτερική επιφάνεια

του τοίχου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται οπωσδήποτε νυχτερινή θερμική μόνωση στην εξωτερική πλευρά, για να αποφευχθεί η ακτινοβολία θερμότητας προς τα έξω κατά τη διάρκεια της νύχτας.



ΕΙΚΟΝΑ 3.25

Τοίχος νερού:

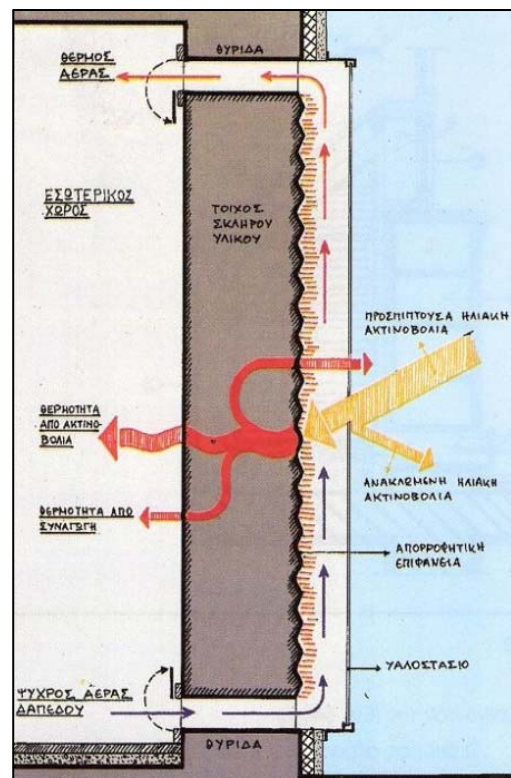
- 1 – εντοιχισμένο πλαστικό σιφόνι με βιδωτό καπάκι
- 2 – μονό τζάμι σταθερό
- 3 – ξύλινη δοκός στήριξης
- 4 – δοχείο νερού από γαλβανισμένη λαμαρίνα
- 5 – οπτοπλινθοδομή συμπαγής
- 6 – φεγγίτης ανοιγόμενος προς τα μέσα
- 7 – πλάκα από μετόν
- 8 – δάπεδο από σχιστόπλακες

[Πηγή: <http://www.evonymos.org/files1/>]

Επίσης, υπάρχει ο κίνδυνος υπερθέρμανσης, όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη. Ένα ακόμη μειονέκτημα του είναι ότι δεν επιτρέπει τη διείσδυση του φωτός, τον αερισμό και την οπτική επικοινωνία με τον εξωτερικό χώρο.

3.7.2.1.2 Τοίχος Trombe

Πρόκειται για τοίχο θερμικής αποθήκευσης, που μελετήθηκε ιδιαίτερα στη Γαλλία από τους F. Trombe και J. Michel, κατασκευασμένος από μετόν, με θυρίδες, μέσω των οποίων μεταφέρεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας από το διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα προς στον εσωτερικό χώρο. Ο τοίχος είναι συνήθως πάχους 30 – 40cm, βαμμένος σε σκούρο χρώμα από την εξωτερική του πλευρά για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας (εικόνα 3.26).



ΕΙΚΟΝΑ 3.26
 Τοίχος Trombe

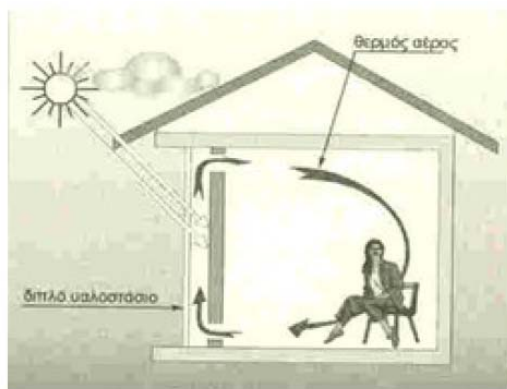
[Πηγή: <http://www.evonymos.org/files1/>]

Συνδυάζεται με μια γυάλινη επιφάνεια (υαλοστάσιο) σε απόσταση 3cm περίπου. Στο άνω και κάτω τμήμα του τοίχου υπάρχουν θυρίδες ώστε να διευκολύνεται η φυσική κυκλοφορία του αέρα.

Όσον αφορά στη συναλλαγή ενέργειας, τμήμα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται από τη γυάλινη επιφάνεια, κάποιο ποσό θερμικής ενέργειας απορροφάται από τον τοίχο και έπειτα ένα τμήμα ακτινοβολείται προς τα έξω (χάνεται), ενώ ένα σημαντικό ποσό ακτινοβολείται προς τον εσωτερικό χώρο με κάποια χρονική υστέρηση. Υπάρχει επιπρόσθετη θερμική ενέργεια από την θερμότητα που μεταφέρεται από τον αέρα του διακένου.

Η λειτουργία του ηλιακού αυτού τοίχου βασίζεται στην φυσική κυκλοφορία του αέρα ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο και μέσα από τις θυρίδες, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας [14].

Τον χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο αέρας στο διάκενο μεταξύ του τοίχου και του υαλοστασίου θερμαίνεται λόγω της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, κινείται προς τα πάνω και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των άνω θυρίδων (εικόνες 3.27 – 3.28). Ο ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο, που κινείται στα χαμηλότερα επίπεδα, μπαίνει από τις κάτω θυρίδες στο διάκενο, θερμαίνεται και ανέρχεται. Έτσι δημιουργείται μια συνεχή ροή θερμότητας προς το χώρο.



ΕΙΚΟΝΕΣ 3.27 – 3.28

Η λειτουργία του τοίχου Trombe τον χειμώνα

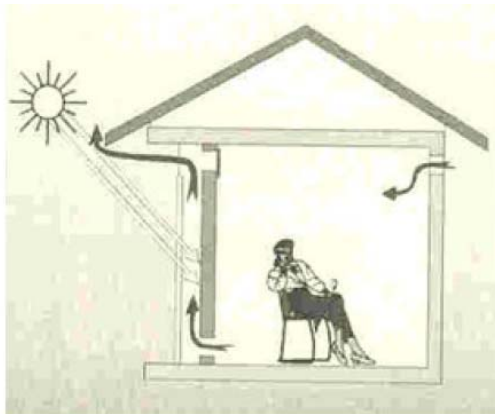
[Πηγή: Άρθρο: Ξανάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδικτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf]

Τις νυχτερινές ώρες και τις νεφοσκεπείς ημέρες η λειτουργία αντιστρέφεται. Οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η

¹⁴ Ο θερμός αέρας ανεβαίνει στα υψηλότερα επίπεδα λόγω της μικρότερης πυκνότητάς του και ο ψυχρός αέρας καταλαμβάνει τα χαμηλότερα στρώματα.

αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα. Η θέρμανση του χώρου, επιτυγχάνεται με την ακτινοβολία της αποθηκευμένης από τον τοίχο θερμικής ενέργειας. Στις περιοχές όπου παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο συνιστώνται διπλοί υαλοπίνακες στο υαλοστάσιο καθώς και νυχτερινή προστασία με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά (στο διάκενο) ή εξωτερικά πετάσματα.

Το καλοκαίρι, κλείνει η επάνω θυρίδα και ταυτόχρονα ανοίγει ένα τμήμα του υαλοστασίου στο επάνω μέρος του (φεγγίτης) (εικόνες 3.29 – 3.30). Έτσι απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω. Για καλύτερη λειτουργία απαιτείται ηλιοπροστασία της συλλεκτικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα.



ΕΙΚΟΝΕΣ 3.29 – 3.30

Η λειτουργία του τοίχου Trombe το καλοκαίρι

[Πηγή: Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδικτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systimata.pdf]

Παραλλαγές Τοίχου Trombe

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες παραλλαγές του τοίχου Trombe, που σκοπό έχουν να τον καταστήσουν πιο αποτελεσματικό.

- Μια από τις παραλλαγές είναι η ύπαρξη παραθύρων στον τοίχο, πράγμα που μειώνει την απόδοση του, ωστόσο εφαρμόζεται για αισθητικούς λόγους και για ύπαρξη φυσικού φωτισμού. Εάν το εξωτερικό γυαλί έχει υψηλή εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας και το παράθυρο του τοίχου είναι από απλό γυαλί, τότε μπορεί να αξιοποιηθεί το υπεριώδες φως για θέρμανση, ενώ ταυτόχρονα προστατεύονται οι άνθρωποι και τα έπιπλα από την ακτινοβολία, πολύ περισσότερο από όταν γίνεται χρήση παραθύρων με υψηλή εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας.

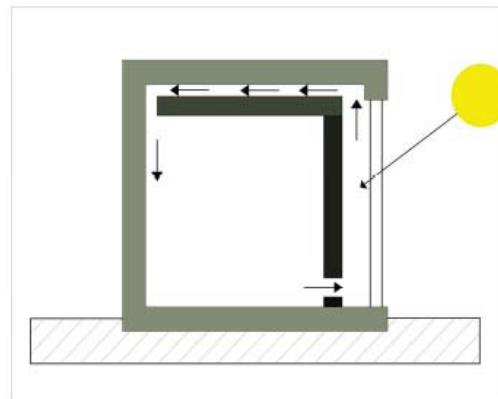
- Επίσης, με τη χρήση μιας επιλεκτικής επιφάνειας σε έναν τοίχο Trombe βελτιώνεται η απόδοσή του λόγω του περιορισμού της υπέρυθρης ενέργειας που ακτινοβολείται μέσα από το τζάμι. Η επιλεκτική επιφάνεια δεν είναι παρά ένα μεταλλικό φύλλο που επικολλάται στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου ή πολλές φορές μια επιφάνεια περασμένη με ειδικές βαφές. Απορροφά όλη σχεδόν την ακτινοβολία από το ορατό μέρος του ηλιακού φάσματος και εκπέμπει πολύ μικρό μέρος στην κλίμακα της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η υψηλή απορροφητικότητα των επιφανειών των τοίχων μετατρέπει το φως σε θερμότητα, ενώ η χαμηλή ανακλαστικότητα προφυλάσσει από την ακτινοβολία της θερμότητας προς το τζάμι.

Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα του τοίχου Trombe

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Απλός στο σχεδιασμό του	Ενδεχόμενο υπερθέρμανσης του χώρου όταν η επιφάνεια είναι πολύ μεγάλη.
Σχετικά μικρό κόστος – προσαρμόζεται στην οικονομική κατάσταση του ενδιαφερομένου	Ενδεχόμενο θερμοκρασιακών διακυμάνσεων λόγω κίνησης του αέρα στις θυρίδες αερισμού.
Συμβολή στην εξοικονόμηση ενέργειας	
Εύκολη εφαρμογή στα ήδη υπάρχοντα κτίρια.	

3.7.2.1.3 Θερμοσιφωνικό πάνελο / Τοίχος Barra Constantini

Ο τοίχος Barra Constantini (εικόνα 3.31) αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe - Michel, αλλά χωρίς την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας. Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του θερμοσιφωνικού πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομονωτικής (συνήθως μεταλλικής) επικάλυψης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται αποκλειστικά με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου και όχι με ακτινοβολία.



ΕΙΚΟΝΑ 3.31
Τοίχος Barra Constantini

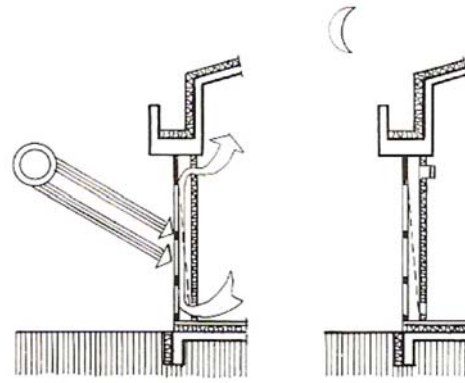
[Πηγή: Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδικτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf]

Ο αέρας μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο, πάλι μέσω θυρίδων ή αγωγών. Σε αυτό το σύστημα, υπάρχει ένας νότιος τοίχος από συμβατικά υλικά (μπετόν, τούβλα κ.λπ.), σε συνδυασμό με υαλοστάσιο, ο οποίος πρέπει να είναι καλά μονωμένος εξωτερικά. Ένα στοιχείο ηλιακής συλλογής είναι τοποθετημένο μπροστά από τον τοίχο (μεταλλική επιφάνεια) (εικόνες 3.32 και 3.33).

Τον χειμώνα, λόγω του μονωμένου τοίχου δεν υπάρχουν απώλειες θερμότητας, ενώ το καλοκαίρι αποφεύγονται ηλιακά κέρδη. Ο ζεστός αέρας, εισρέει από άνω θυρίδες, κυκλοφορεί και διαπερνάει αρχικά οριζοντίως το κτήριο, μέσα από κανάλια ενσωματωμένα στο ταβάνι και έπειτα κυκλοφορεί γύρω από τοίχους και το πάτωμα, πριν επιστρέψει προς τα έξω μέσω των κάτω θυρίδων.

Κατά αυτόν τον τρόπο θερμαίνονται ακόμα και τα βορινά δωμάτια. Έτσι υπάρχει καλή διανομή θερμότητας σε όλο το κτήριο. Αντίστοιχα, κατά την θερινή περίοδο, ο κρύος νυχτερινός αέρας μπορεί να εισέλθει μέσω των κάτω θυρίδων, παρέχοντας δροσισμό.

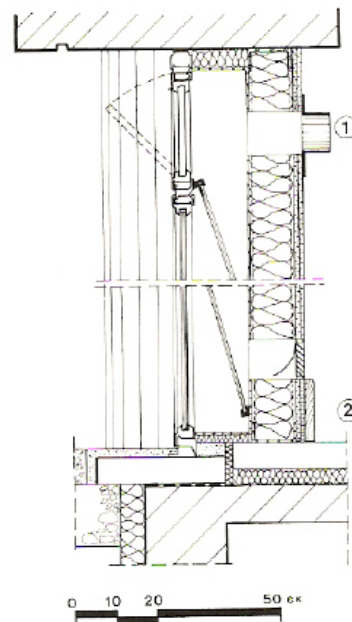
Από έρευνα του Πανεπιστημίου και του Κέντρου Ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών της Αλγερίας, διαπιστώθηκε ότι η εγκατάσταση ενός συστήματος – τοίχου Barra Constantini, σε συνδυασμό με μια βοηθητική μονάδα θέρμανσης, μπορεί να πετύχει εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 60 – 70%, σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης [15].



ΕΙΚΟΝΑ 3.32

Θερμοσιφωνικό πάνελο

[Πηγή: Κ.Α.Π.Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ε., *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα*, τεύχος 1 – Παιδικός σταθμός στον Χολαργό Αττικής, εκδόσεις: Κ.Α.Π.Ε.]



ΕΙΚΟΝΑ 3.33

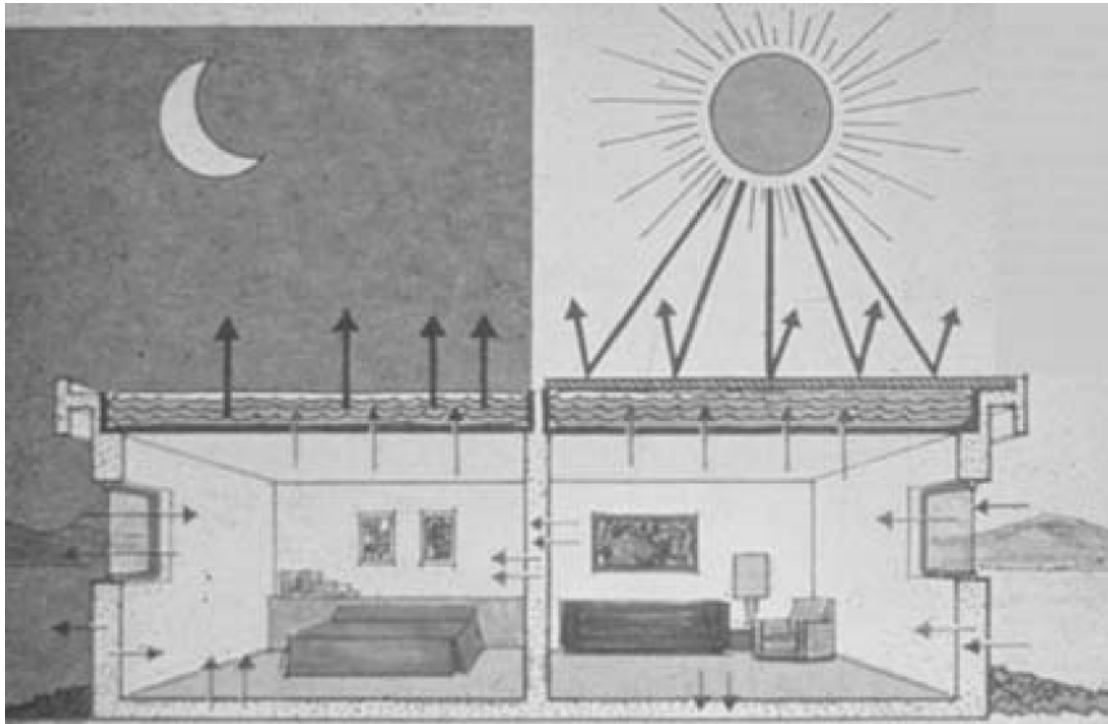
Λεπτομέρειες θερμοσιφωνικού πάνελου

[Πηγή: Κ.Α.Π.Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ε., *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα*, τεύχος 1 – Παιδικός σταθμός στον Χολαργό Αττικής, εκδόσεις: Κ.Α.Π.Ε.]

¹⁵ Οι εκτιμήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο όμοια σπίτια (Α) και (Β) σε τρεις διαφορετικές κλιματικές ζώνες της χώρας. Στην πρώτη (Α) περίπτωση, η παροχή θέρμανσης εξασφαλίστηκε από

3.7.2.1.4 Οροφή νερού – Ηλιακή λίμνη

Παραλλαγή του συστήματος θερμικής αποθήκευσης στη μάζα του νερού αποτελεί η οροφή νερού (εικόνες 3.34 και 3.35). Πρόκειται για πλαστικούς σκουρόχρωμους σάκους, που δεν διαπερνώνται από την υπεριώδη ακτινοβολία, οι οποίοι περιέχουν νερό και τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου. Η «ηλιακή λίμνη», έχει βάθος περίπου 5cm και για καλύτερη απόδοση επιλέγεται εξαιρετικά αγωγίμο υλικό για το δώμα πάνω στο οποίο θα κατασκευασθεί.



ΕΙΚΟΝΑ 3.34

Η λειτουργία της ηλιακής λίμνης

[Πηγή: Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf]

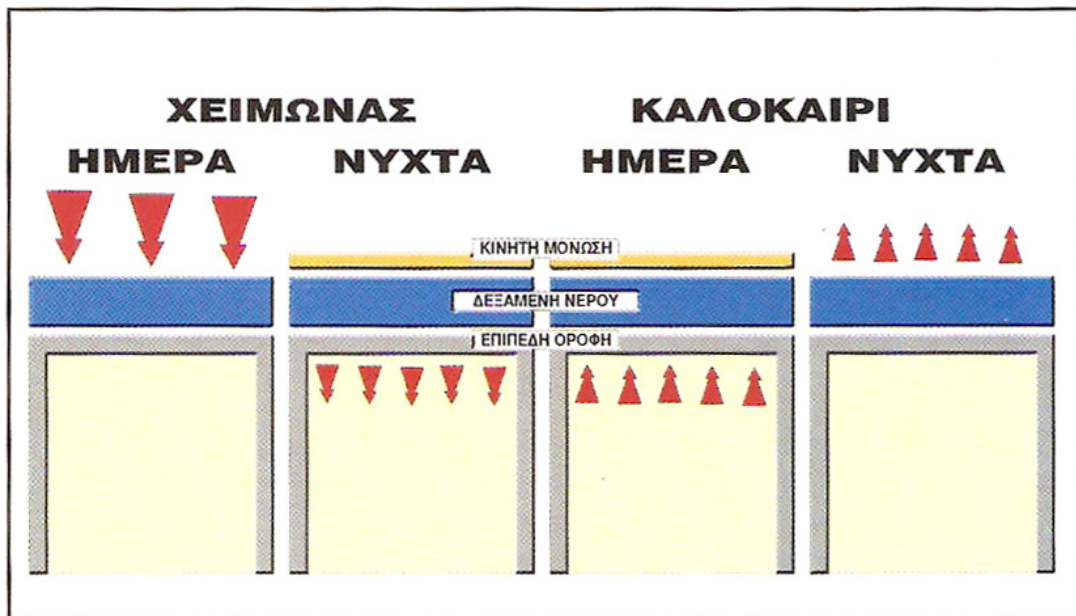
Τον χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, το νερό απορροφάει και αποθηκεύει θερμότητα. Κατά τις νυχτερινές ώρες, η οροφή νερού καλύπτεται – προστατεύεται με εξωτερική μόνωση και η αποθηκευμένη θερμότητα ακτινοβολείται προς τον εσωτερικό χώρο.

Το καλοκαίρι, την ημέρα, η οροφή νερού καλύπτεται με το μονωτικό κάλυμμα για να αποφευχθεί το ανεπιθύμητο ηλιακό κέρδος, ενώ κατά τις νυχτερινές ώρες, απορροφάει τη

τον τοίχο θερμοσιφωνικής ροής και μια βοηθητική συσκευή θέρμανσης, ενώ στη δεύτερη κατοικία (B), η θέρμανση εξασφαλίστηκε εξ ολοκλήρου από ένα συμβατικό σύστημα.. Αυτονόητο είναι ότι τα παθητικά συστήματα δεν επαρκούν για την κάλυψη των συνολικών αναγκών σε θέρμανση, για το λόγο αυτό είναι απαραίτητος ο συνδυασμός τους με βοηθητικές μονάδες θέρμανσης.

θερμότητα του εσωτερικού χώρου και την αποβάλλει είτε με ακτινοβολία προς τον ουρανό, είτε μέσω φυσικής συναγωγής με τον εξωτερικό αέρα, με την προϋπόθεση να έχει αφαιρεθεί η εξωτερική μόνωση. Το σύστημα αυτό είναι περισσότερο αποδοτικό σε περιοχές χαμηλής υγρασίας, με καλοκαιρινές νύχτες δίχως σύννεφα.

Σε θερμά και ήπια κλίματα με χαμηλό ποσοστό κατακρημνίσεων, η κατασκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας ως ταβάνι του κτηρίου, επιτυγχάνοντας έτσι απευθείας θέρμανση ή ψύξη του χώρου. Επίσης μπορεί να ψύξει ένα κτίριο λόγω εξάτμισης του νερού.



ΕΙΚΟΝΑ 3.35

Δεξαμενή οροφής.

Φαίνεται η λειτουργία της κατά την ημέρα και την νύκτα, τον χειμώνα και το καλοκαίρι. Τον χειμώνα αποθηκεύεται θερμότητα την ημέρα και αποδίδεται στο κτίριο την νύκτα, ενώ το καλοκαίρι η λειτουργία είναι αντίστροφη.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Σε ψυχρότερα κλίματα, όπου οι χιονοπτώσεις είναι συχνές, το σύστημα αποδίδει αν τοποθετηθεί στη σοφίτα, κάτω από την κεκλιμένη στέγη, σε συνδυασμό με υαλοστάσιο νοτίου προσανατολισμού, ώστε να υπάρχει μέγιστο ηλιακό κέρδος και επιπροσθέτως αν η οροφή βαφεί ή επενδυθεί με ανακλαστικά χρώματα και υλικά.

Στα πλεονεκτήματα της ηλιακής λίμνης συγκαταλέγεται το γεγονός ότι όλα τα δωμάτια του χώρου κάτω από την οροφή νερού λαμβάνουν θερμότητα από ακτινοβολία, ανεξάρτητα από τον προσανατολισμό τους.

Μειονεκτήματα αυτού του συστήματος είναι το αυξημένο κόστος της κατασκευής, οι στατικές επιβαρύνσεις του κτηρίου, καθώς επίσης και η μειονεκτική διαστρωμάτωση του

νερού κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το ζεστό νερό βρίσκεται στην επιφάνεια της λίμνης και όχι στο πυθμένα που γειννιάζει με τον εσωτερικό χώρο και έτσι οι απώλειες θερμότητας είναι αυξημένες, πράγμα όμως που αποδεικνύεται πλεονέκτημα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού διότι το ψυχρό νερό βρίσκεται στη βάση της λίμνης, άρα κοντά στον εσωτερικό χώρο. Επίσης, δέντρα, κτίρια και τοίχοι του περιβάλλοντος χώρου μπορούν να μειώσουν το βαθμό ψύξης, μειώνοντας την ακτινοβολία προς το νυχτερινό ουρανό. Τα περιβάλλοντα αυτά στοιχεία, μπορούν επίσης να απορροφήσουν θερμική ενέργεια τη μέρα και να την ακτινοβολήσουν στην λίμνη κατά τη διάρκεια της νύχτας. Επίσης η ύπαρξη σύννεφων μπορεί να μειώσει την αποδοτικότητα της καλοκαιρινής ψύξης. Για το λόγο αυτό, το σύστημα είναι λιγότερο αποδοτικό σε παράκτιες περιοχές, που εμφανίζονται σύννεφα και ομίχλη.

3.7.2.2 Ηλιακοί χώροι

3.7.2.2.1 Θερμοκήπιο

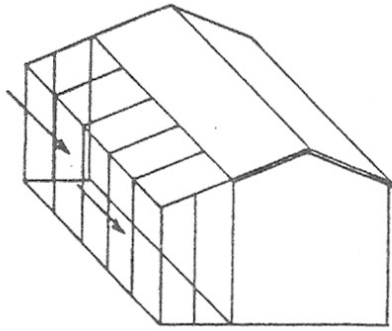
Θερμοκήπιο: είναι ένας κλειστός χώρος που προσαρτάται ή ενσωματώνεται σε νότια τμήματα του κτιρίου και περιβάλλεται από υαλοστάσια.

Πρόκειται για ένα συνδυασμό ενός παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχου θερμικής αποθήκευσης που μεταφέρει έμμεσα την θερμότητα στον εσωτερικό κατοικημένο χώρο (εικόνες 3.36 έως και 3.41). Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας από τον ηλιακό χώρο προς το εσωτερικό του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων του διαχωριστικού δομικού στοιχείου.

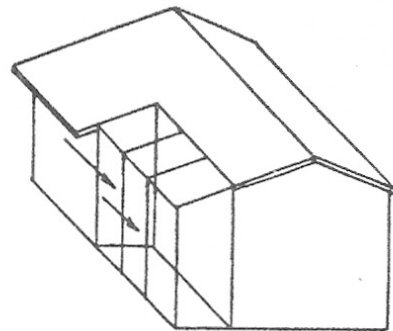
Η επιλογή του θερμοκηπίου βασίζεται στο κλίμα που επικρατεί στην περιοχή αλλά και από τον τρόπο που χρησιμοποιείται το θερμοκήπιο. Η χρησιμότητά του έγκειται στην διατήρηση της θερμοκρασίας του θερμοκηπίου αλλά και των εσωτερικών χώρων της κατοικίας.

Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όταν οι ακτίνες του ήλιου πέσουν στο υαλοστάσιο, μεγάλο μέρος από την ορατή και μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία μεταδίδεται στο εσωτερικό, απορροφάται από τα διαφανή ή στερεά στοιχεία του χώρου (δάπεδο, τοίχοι, έπιπλα) που θερμαίνονται και επανεκπέμπεται ως ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος η οποία κατά ένα μέρος της απορροφάται από το υαλοστάσιο και η υπόλοιπη ανακλάται. Η ενέργεια αυτή επανεκπέμπεται στη συνέχεια και στις δύο πλευρές του υαλοστασίου.

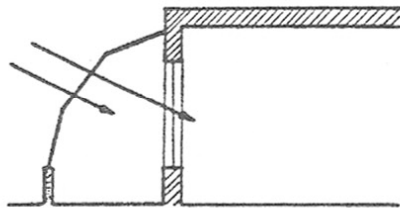
Έτσι, τμήμα της ακτινοβολίας που εισέρχεται παγιδεύεται στο εσωτερικό και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας, που χαρακτηρίζεται ως φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ως αποτέλεσμα, τον χειμώνα, κατά την διάρκεια της ημέρας και σε περίπτωση ηλιοφάνειας, το θερμοκήπιο λειτουργεί ως επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να διέρχεται συνολικά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ μειώνει τις απώλειες – ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος – , που απορροφάται από τις επιφάνειες και τη θερμική μάζα του θερμοκηπίου.



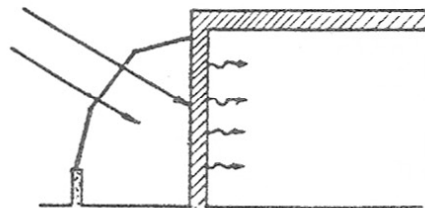
Προστιθέμενο στον όγκο του κτιρίου θερμοκήπιο.



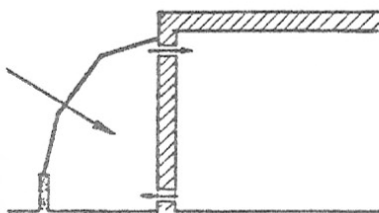
Ενσωματωμένο θερμοκήπιο.



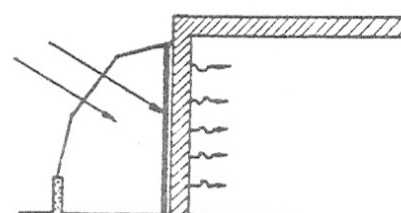
Άμεση μετάδοση της ενέργειας.



Έμμεση μετάδοση.



Θερμοκήπιο με σύστημα ανταλλαγής αέρα.



Θερμοκήπιο με σύστημα βελτίωσης της θερμικής του ενέργειας.

ΕΙΚΟΝΕΣ 3.36 – 3.41

[Πηγή: Τσούτπρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

Τη νύχτα, το σύστημα αυτό αποβάλλει μέσω ακτινοβολίας, όση θερμότητα συνέλλεξε την ημέρα, με αποτέλεσμα το θερμικό ισοζύγιο (θερμικό κέρδος μείον θερμικές απώλειες) να

είναι αρνητικό. Για τη μείωση των θερμικών απωλειών, συνιστάται η νυχτερινή προστασία του υαλοστασίου με θερμομονωτικά εσωτερικά πετάσματα, εκτός αν το τμήμα του κτιριακού κελύφους, με το οποίο ο ηλιακός χώρος βρίσκεται σε επαφή, είναι θερμομονωμένο. Επίσης, σε περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά την χειμερινή περίοδο, προτείνεται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων στον ηλιακό χώρο, καθώς και θερμομόνωση του κοινού τμήματος της τοιχοποιίας.

Το καλοκαίρι, για την αποφυγή ανεπιθύμητης υπερθέρμανσης απαιτείται σκιασμός της γυάλινης επιφάνειας του θερμοκηπίου, με εξωτερικά – κατά προτίμηση – κινητά σκιάχτρα, με σταθερά στέγαστρα, ή με φυλλοβόλο βλάστηση, ή ακόμη και απομάκρυνση των τζαμιών για τα πιο θερμά κλίματα.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του προσαρτημένου στο κτίριο θερμοκηπίου, είναι ο προσανατολισμός [16] του, το μέγεθος [17], η κλίση [18] του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής [19], καθώς και η σύνδεση με τα στοιχεία θερμικής αποθήκευσης του κτηρίου.

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

Για ελληνικό κλίμα, συνιστάται η αδιαφανής οροφή, για αποφυγή υπερθέρμανσης, αλλά και για να μην υπάρχουν προβλήματα φθοράς λόγω των κατακρημνίσεων. Επίσης, το καλοκαίρι, συνιστάται η απομάκρυνση των τζαμιών, λόγω του θερμού ελληνικού καλοκαιριού, ώστε να μην υπάρχουν αυξημένα ηλιακά κέρδη. Σε περίπτωση γυάλινης οροφής που δεν απομακρύνεται, απαραίτητο είναι να υπάρχει άνοιγμα – φεγγίτης για την απαγωγή του θερμού αέρα.

Σε κάθε περίπτωση, αναγκαίος είναι ο αερισμός του χώρου που εξασφαλίζεται από την είσοδο του αέρα από το κάτω άνοιγμα του υαλοστασίου στο χώρο του θερμοκηπίου. Το σύστημα του θερμοκηπίου προσαρμόζεται καλύτερα σε περιοχές όπου επικρατεί η διάχυτη ακτινοβολία (η προερχόμενη από τον περιβάλλοντα και μόνο χώρο) με λιγότερο έντονη την άμεση. Για το λόγο αυτό έχει αναπτυχθεί σε περιοχές με ψυχρότερο κλίμα.

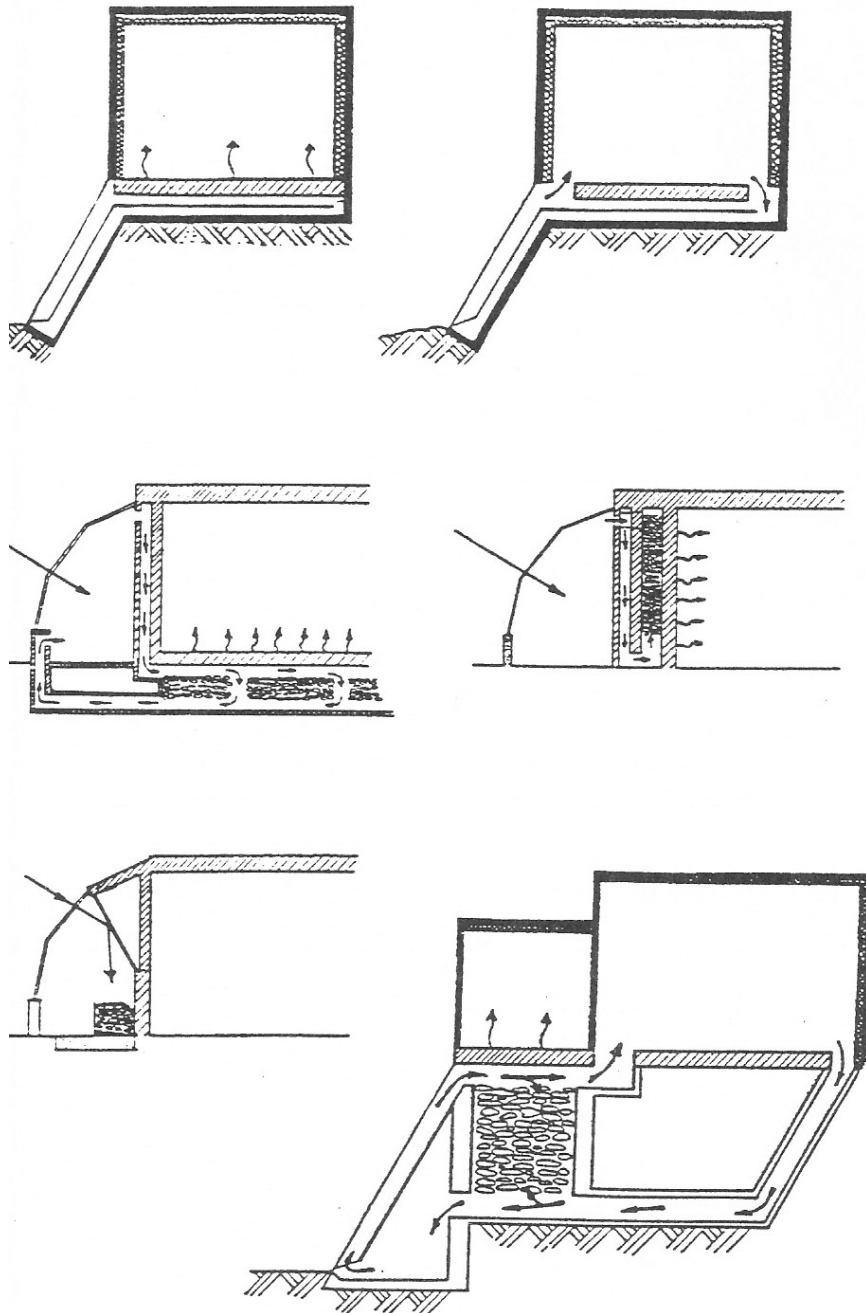
¹⁶ Αποδοτικότερη λύση είναι η ενσωμάτωση του στη νότια πλευρά, σε σχήμα επίμηκες, κατά τον άξονα ανατολή – δύση.

¹⁷ Εξαρτάται από το μέγεθος του κτιρίου και τις ανάγκες σε θέρμανση.

¹⁸ Για την εύκρατη ζώνη συνιστάται κλίση 30° – 65° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, ενώ σε βορειότερα κλίματα ενδείκνυται κλίση 30° – 40° .

¹⁹ Πρέπει να είναι διαφανή.

Στα πλεονεκτήματα του συστήματος είναι ότι η κατασκευή του μπορεί να προβλεφθεί από το αρχικό σχέδιο ενός βιοκλιματικού κτιρίου, αλλά μπορεί να γίνει και εκ των υστέρων σε προϋπάρχον κτίριο. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν εύκολα με άλλα παθητικά συστήματα, συνεισφέροντας έτσι αποδοτικότερα στο κτίριο (εικόνα 3.42). Δεν εξυπηρετούν μόνο ενεργειακούς σκοπούς, αλλά συμβάλλουν στην επέκταση του κατοικήσιμου χώρου ή στην δημιουργία ενός θερμοκηπίου για φυτά, συμβάλλοντας έτσι στην βελτίωση του μικροκλίματος του κτιρίου.



ΕΙΚΟΝΕΣ 3.42

Διάφοροι τύποι θέρμανσης, με συνδυασμό θερμοκηπίου, τοίχου Trombe ή rock – bed (υπόστρωμα χαλικιών).

[Πηγή: Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

Όσον αφορά στα μειονεκτήματα από την εφαρμογή του, το κόστος του είναι αρκετά υψηλό σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας. Η δυνατότητα χρήσης του θερμοκηπίου ως κατοικήσιμος χώρος είναι αρκετά περιορισμένη και διαρκεί μόνο κάποιους μήνες του χρόνου. Τέλος, παρατηρούνται μεγάλες διακυμάνσεις στην θερμοκρασία, όπως υπερθέρμανση κατά το καλοκαίρι, κυρίως στις νότιες χώρες.

3.7.2.2.2 Ηλιακό Αίθριο

Τα ηλιακά αίθρια είναι αιθριακοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι επικαλύπτονται με υαλοστάσια και η θερμική τους λειτουργία είναι παρόμοια με αυτή των θερμοκηπίων (εικόνα 3.43). Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής και συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αίθριου (εικόνα 3.44).

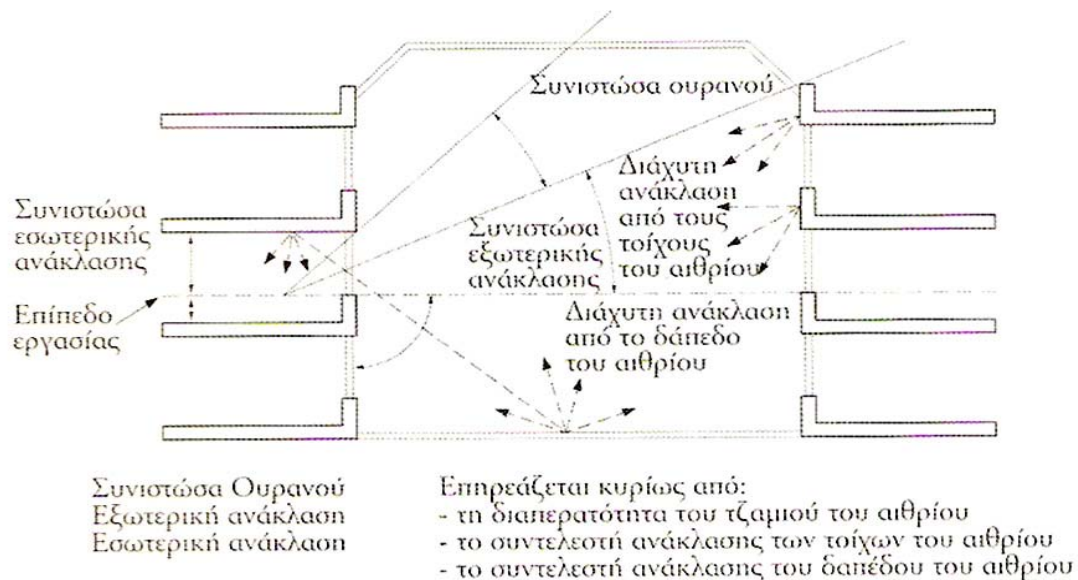


ΕΙΚΟΝΑ 3.43

Το αίθριο στο κτίριο.

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

Ένα μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων, ενώ η υπόλοιπη θερμική ενέργεια αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του κτιρίου.



ΕΙΚΟΝΑ 3.44

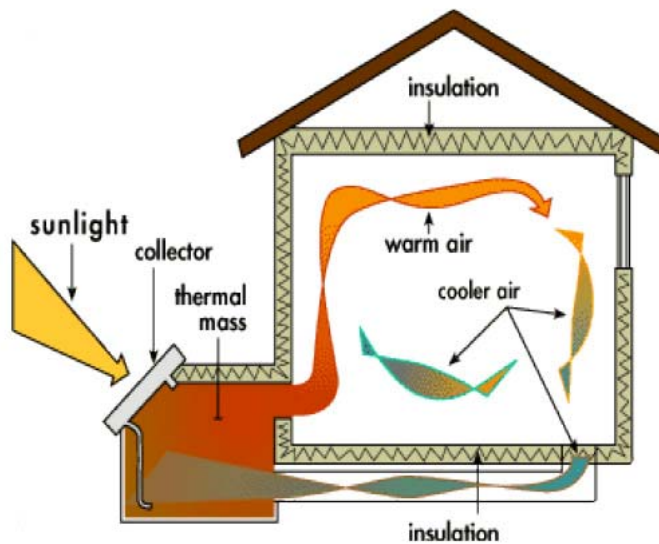
Το αίθριο ως πηγή φυσικού φωτισμού

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

Τον χειμώνα το ηλιακό αίθριο λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης. Ενώ το καλοκαίρι, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός του αιθρίου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός.

3.7.3 Συστήματα απομονωμένου κέρδους

Στα συστήματα απομονωμένου κέρδους η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας δεν βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο απαιτείται να θερμανθεί (εικόνα 3.45). Μεταξύ αυτής της επιφάνειας και του χώρο διαβίωσης υπάρχει ένας μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας, όπως για παράδειγμα, ένας ανεμιστήρας.



ΕΙΚΟΝΑ 3.45

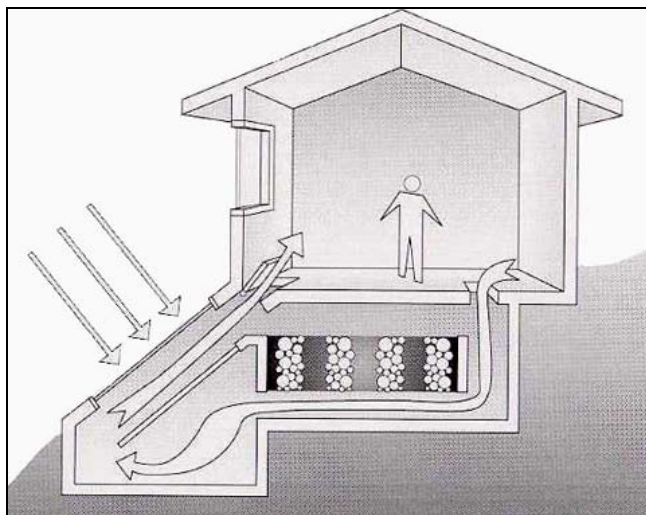
Λειτουργία συστήματος απομονωμένου κέρδους

[Πηγή: Άρθρο: Ξενάκης, Μ., ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, διαδίκτυο: http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf]

Στα πραγματικά παθητικά ηλιακά συστήματα η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με μη μηχανικά μέσα και βασίζεται κυρίως στην άνωση, μεταγωγή και ακτινοβολία της θερμότητας. Παράδειγμα απομονωμένου κέρδους είναι το θερμοσιφωνικό πάνελο και το rock – bed (υπόστρωμα χαλικιών).

3.7.3.1 Θερμοσιφωνικό πάνελο εκτός του κτιριακού περιβλήματος

Το απομονωμένο θερμοσιφωνικό πάνελο λειτουργεί όπως και το θερμοσιφωνικό πάνελο που είναι προσαρτημένο στη όψη του κτιρίου, βρίσκεται, όμως, εκτός του κτιριακού περιβλήματος (εικόνα 3.46). Αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια, που φέρει μόνωση εξωτερικά. Τοποθετείται εν γένει χαμηλότερα από τους κύριους χώρους του κτιρίου με κλίση 40° περίπου.



ΕΙΚΟΝΑ 3.46

Σύστημα απομονωμένου ηλιακού κέρδους με θερμοσιφωνικό πάνελο.

[Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/images/apomonomeno_kerdos.jpg]

Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα, μεταφέρεται μέσω αγωγών με θερμοσιφωνική ροή είτε απ' ευθείας στους χώρους του κτιρίου, είτε σε αποθήκη θερμότητας (rock – bed) απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους χώρους.

3.8 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές οδήγησε στην χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν την δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από:

- Το Φ/Β πλαίσιο (είδος ηλιακού συλλέκτη)
- Το σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας (μπαταρίες)
- Τα ηλεκτρονικά συστήματα που ελέγχουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η Φ/Β συστοιχία.

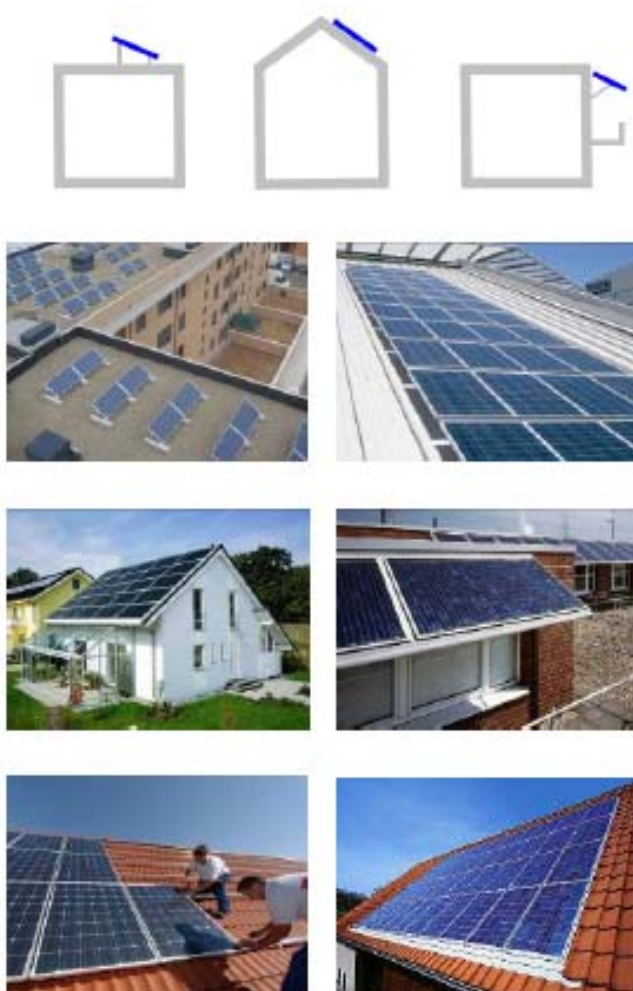
3.8.1 Τι είναι τα Φωτοβολταϊκά Συστήματα;

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Το βασικό στοιχείο ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι το ηλιακό κελί που είναι κατασκευασμένο από δύο στρώματα ημιαγωγού υλικού, συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση των δύο αυτών στρωμάτων, παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Δεν υπάρχουν κινούμενα μέρη σε ένα ηλιακό κελί και η λειτουργία του είναι ευνοϊκή προς το περιβάλλον.

Επειδή η ηλιακή ακτινοβολία είναι παγκοσμίως διαθέσιμη, οι φωτοβολταϊκές συσκευές έχουν πολλά επιπρόσθετα οφέλη που τα καθιστούν όχι απλώς χρήσιμα, αλλά μεγάλης αξίας για όλους τους ανθρώπους στον κόσμο. Αυτά αποτελούν το μέλλον και μέχρι το 2020, όταν τα αποθέματα πετρελαίου θα έχουν σχεδόν τελειώσει, αυτά θα κυριαρχούν.

Η ηλεκτρική ισχύς που παράγουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Σ) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις εφαρμογές, από χαμηλής ισχύος μικροσυσκευές μέχρι υψηλής ισχύος κεντρικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας μόνο από τον ήλιο. Τα Φ/Σ μπορούν πολύ εύκολα να τοποθετηθούν καθώς τα πανέλα μπορούν να προστίθενται διαδοχικά, σε αντίθεση με τις συμβατικές εγκαταστάσεις οι οποίες απαιτούν πολλά σχέδια και είναι οικονομικά ασύμφορες.

Μια τυπική συστοιχία αποτελείται από ένα ή και περισσότερα Φ/Β πλαίσια ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους (εικόνα 3.47). Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, τότε μετατρέπουν ένα 10% περίπου της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και χωρίς καμία επιβάρυνση για το περιβάλλον.



ΕΙΚΟΝΑ 3.47

Παραδείγματα εφαρμογής Φ/Β συστημάτων

[Πηγή: Greenpeace, *Ηλιακές στέγες: ένας πρακτικός οδηγός*, διαδικτυο: www.greenpeace.gr]

Η χρήση Φ/Β για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι πολύ σημαντική διότι εξοικονομεί μεγάλα ποσά ενέργειας και προστατεύει το περιβάλλον. Ωστόσο, ως τεχνολογία είναι ακριβή και η εφαρμογή της σε κάποιες περιπτώσεις είναι ασύμφορη.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι εμπορικά διαθέσιμα από τα μέσα της δεκαετίας του '70 και αρχικά χρησιμοποιούνταν για την ηλεκτροδότηση κτιρίων για επίδειξη, όπως κάποια από αυτά που εξακολουθούν να λειτουργούν μέχρι και σήμερα στο Κέντρο Εναλλακτικής Τεχνολογίας στην Ουαλία. Ωστόσο, την δεκαετία του '90 έγινε η ραγδαία άνθηση των φωτοβολταϊκών κτιρίων παγκοσμίως. Η Γερμανία, οι Η.Π.Α. και η Ιαπωνία χάραξαν την πορεία με την Γερμανία να έχει ήδη περισσότερα από 10.000 Φ/Β λειτουργά κτίρια και 100.000 στα σχέδια.

Στην Ελλάδα, όπου υπάρχει ηλιοφάνεια τις περισσότερες ημέρες του χρόνου, η χρήση Φ/Β συστημάτων είναι καλή επιλογή, καθώς δίνεται η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε απομακρυσμένες και κατοικημένες περιοχές χωρίς να επιβαρύνεται το περιβάλλον.

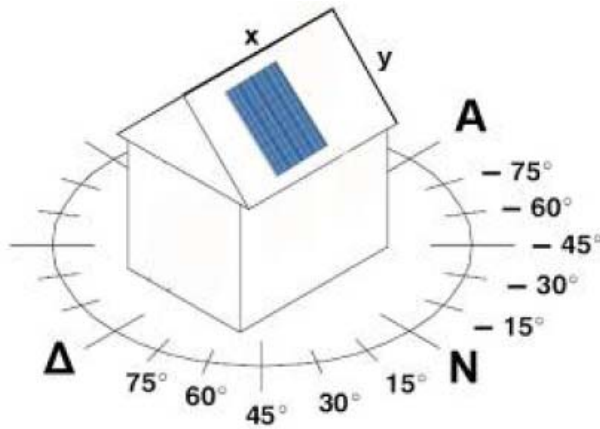
3.8.2 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα Φ/Β συστήματα χρησιμοποιούνται στα κτίρια για την κάλυψη ολόκληρης ή μέρους της οροφής του κτιρίου, για την χρήση τους σε γυάλινες προσόψεις του αλλά και σε επιφάνειες προστασίας από καιρικές συνθήκες όπως στέγαστρα και σκίαστρα.

Στα νέα κτίρια, κατά την εγκατάσταση των συστημάτων προτιμάται η χρήση πλαισίων που διαθέτουν αλουμίνιο και επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους ως δομικές επιφάνειες του κτιρίου. Επίσης, μπορεί να γίνει με ειδικά σχεδιασμένα υλικά ή με τυποποιημένα υλικά που χρησιμοποιούνται για την στήριξη υαλοπινάκων.

Στις ήδη υπάρχουσες κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κοινά πλαίσια με το πλαίσιο αλουμινίου που διαθέτουν και απαιτείται μια πρόσθετη ενδιάμεση κατασκευή όπου θα τοποθετηθούν τα Φ/Β πλαίσια.

Για την τοποθέτησή τους είναι απαραίτητη η μελέτη του κατάλληλου προσανατολισμού και της κλίσης ώστε να υπάρχει η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (εικόνες 3.48 και 3.49). Αυτό μπορεί να γίνει στα Φ/Β συστήματα που είναι τοποθετημένα στο έδαφος, αλλά αυτό είναι επιθυμητό να γίνεται και στις εφαρμογές στα κτίρια.



ΕΙΚΟΝΑ 3.48

Προσανατολισμός Φ/Β συστημάτων

[Πηγή: Greenpeace, *Ηλιακές στέγες: ένας πρακτικός οδηγός*, διαδικτυο:

www.greenpeace.gr]

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
Ανατολικός - Δυτικός	90%	85%	50%
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90%	95%	60%
Νότιος	90%	100%	60%
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90%	67%	30%
Βόρειος	90%	60%	20%

ΕΙΚΟΝΑ 3.49

Απόδοση Φ/Β συστήματος ανάλογα με την κλίση του

[Πηγή: Greenpeace, *Ηλιακές στέγες: ένας πρακτικός οδηγός*, διαδικτυο: www.greenpeace.gr]

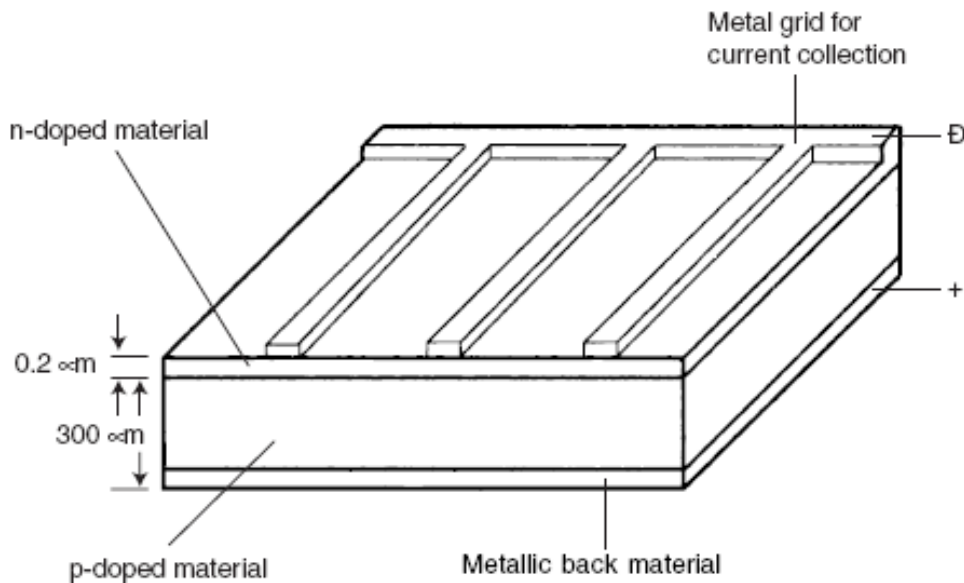
Ωστόσο, οι απώλειες από τον μη σωστό προσανατολισμό δεν είναι τόσο σημαντικές, συγκρινόμενες με τα οφέλη που προκύπτουν από την χρήση πλαισίων σε αντικατάσταση άλλων δομικών στοιχείων του κτιρίου.

Στον σχεδιασμό τους πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία και να μην προκαλείται σκιασμός στην επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων από παρακείμενα κτίρια ή αντικείμενα τις ώρες υψηλής ακτινοβολίας καθώς έτσι μειώνεται η παραγόμενη ισχύς. Αν η ηλιακή ακτινοβολία δεν προσπίπτει ομοιόμορφα σε όλα τα Φ/Β πλαίσια, συνίσταται η σύνδεση των πλαισίων σε μικρές συστοιχίες με ομοιόμορφη πρόσπτωση της ακτινοβολίας.

3.8.3 Πώς λειτουργούν τα Φωτοβολταϊκά κελιά

Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από κατάλληλα επεξεργασμένους δίσκους πυριτίου (ηλιακά στοιχεία = solar sells) (εικόνα 3.50) που βρίσκονται ερμητικά σφραγισμένοι μέσα σε πλαστική ύλη για να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες. Η μπροστινή όψη του πλαισίου προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά του μέτρου, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως στους συμβατικούς υαλοπίνακες των κτιρίων. Τα εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα σε σειρά και παράλληλα, ανάλογα με την εφαρμογή.

Αν και τα Φ/Β κελιά υπάρχουν σε μια ποικιλία μορφών, η πιο κοινή κατασκευή είναι τύπου σάντουιτς των ημιαγωγών υλικών όπου σχηματίζεται μία μεγάλη δίοδος. Στην παρουσία του φωτός δημιουργείται μία ηλεκτρική φόρτιση στην ένωση ανάμεσα στα δύο υλικά για να δημιουργήσει μία ίδια φόρτιση όπως ανόδου – καθόδου.



ΕΙΚΟΝΑ 3.50

Τομή ενός ηλιακού κελιού.

[Πηγή: Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), *Ecohouse: A design guide*, Oxford, Architectural press]

Η έξοδος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας συνδέεται μέσω κατάλληλων μετατροπέων στο ηλεκτρικό δίκτυο. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται χρησιμοποιείται για την μερική κάλυψη των αναγκών του κτιρίου, ενώ οι υπόλοιπες ανάγκες καλύπτονται από το ηλεκτρικό δίκτυο. Ο ιδιοκτήτης ωφελείται από την μειωμένη κατανάλωση ενέργειας από το δίκτυο. Ειδικά σε περιόδους όπου η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερη από τις

ανάγκες του κτιρίου, τότε το πλεόνασμα της ενέργειας πωλείται στο δίκτυο με την προβλεπόμενη τιμή.

Για να συνδεθεί η φωτοβολταϊκή συστοιχία με το ηλεκτρικό δίκτυο χρησιμοποιούνται μετατροπείς για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Λόγω της υψηλής τεχνολογίας των μετατροπέων, επιτρέπεται η παροχή ηλεκτρικής ισχύος εξόδου υψηλής ποιότητας, και υπάρχει η δυνατότητα διακοπής της λειτουργίας σε περίπτωση που διακόπτεται η παροχή του δικτύου.

Οι ενεργειακές ανάγκες που καλύπτουν τα συστήματα αυτά είναι ο φωτισμός, η ψύξη, οι τηλεπικοινωνίες, η ηχητική κάλυψη και κάθε άλλη ενεργειακή ανάγκη που μπορεί να καλυφθεί εφόσον το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι κατάλληλα σχεδιασμένο. Για λόγους απόδοσης και οικονομίας, είναι προτιμότερο να αποφεύγεται η χρήση τους για την τροφοδότηση θερμικών ηλεκτρικών συσκευών. Για τις περιπτώσεις αυτές προτιμάται η χρήση ηλιακών θερμοσιφώνων, ηλιακού κλιματισμού, εφαρμογές με φυσικό αέριο αλλά και υγραέριο. Αντίθετα, οι ανάγκες που δημιουργούν ο φωτισμός με λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας και η χρήση ηλεκτρικών συσκευών καλύπτονται εύκολα και οικονομικά με τα Φ/Β συστήματα.

3.8.4 Πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών ως πηγή ενέργειας

- Είναι καθαρή «πράσινη» πηγή ενέργειας με ελάχιστες εκπομπές CO₂, NO_x SO₂.
- Τα Φ/Β πλαίσια από σιλικόνη είναι μη τοξικά στην παραγωγή τους.
- Η απόσβεση της ενέργειας (ο χρόνος που χρειάζεται το Φ/Β να παράγει τόση ενέργεια όση χρειάστηκε για να κατασκευαστεί) είναι 2 – 5 χρόνια, ενώ ο χρόνος παραγωγικής ζωής του πλαισίου είναι περισσότερα από 20 χρόνια.
- Η ενέργεια παράγεται επί τόπου και έτσι δεν υπάρχουν απώλειες κατά την μεταφορά, σε αντίθεση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας που παράγονται πολύ μακριά από την κατανάλωση και χάνονται τεράστια ποσά ενέργειας μέχρι να φτάσουν στον προορισμό τους..
- Είναι αξιόπιστα. Η εγγύησή τους την σημερινή εποχή είναι τυπικά 20 χρόνια.
- Είναι αθόρυβα.

- Το κόστος συντήρησης είναι χαμηλό. Από την στιγμή που θα τοποθετηθούν, το μόνο που απαιτούν είναι να διατηρείται η επιφάνειά τους καθαρή, ειδικά σε περιοχές με πολλή σκόνη.
- Μπορούν να παρέχουν ενέργεια και σε απομακρυσμένες περιοχές.
- Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών είναι κινητή, δηλαδή μπορούν να μεταφερθούν από το ένα κτίριο στο άλλο.
- Μπορούν να παρέχουν ενέργεια σε περιόδους “blackout”.
- Η χρήση τους ως δομικά στοιχεία τα οποία αντικαθιστούν άλλα υλικά εξωτερικής επιφάνειας των κτιρίων τα οποία έχουν σημαντικό κόστος (όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη προσόψεων των κτιρίων). Η εξοικονόμηση που προκύπτει από την αποφυγή αυτού του κόστους καθιστά οικονομικότερη την χρήση των Φ/Β συστημάτων.

3.8.5 Το οικονομικό κόστος των Φ/Β συστημάτων στα κτίρια

Τα ηλιακά ηλεκτρικά συστήματα είναι πλέον μία από τις οικονομικότερες λύσεις σ’ ολόκληρο τον κόσμο. Επιπλέον, είναι μία καλή επένδυση για τον ιδιοκτήτη ενός κτιρίου – μιας κατοικίας, που θέλει να προστατευτεί από τις μελλοντικές αλλαγές που σχετίζονται με την ενέργεια και το κλίμα. Κάποιοι από τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπ’ όψιν είναι οι ακόλουθοι:

- Η κλιματική αλλαγή οδηγεί στην δημιουργία φόρων για το διοξείδιο του άνθρακα κάνοντας την ενέργεια πιο ακριβή.
- Ο περιορισμός των αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου θα εκτοξεύσει τις τιμές. Αναμένεται μέχρι το 2020 τα αποθέματα του πετρελαίου να κάνουν τις τιμές απρόβλεπτες.
- Η κλιματική αλλαγή θα κάνει την θέρμανση και την ψύξη (με τις συμβατικές ενεργειακές μεθόδους) των κτιρίων πολύ πιο ακριβή καθώς το κλίμα θα γίνεται ψυχρότερο ή θερμότερο.
- Τα Φ/Β συστήματα προσφέρουν ασφάλεια ενεργειακού αποθέματος. Μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια ακόμα και όταν υπάρχει διακοπή από τις συμβατικές μεθόδους.

Το κόστος εγκατάστασης των Φ/Β συστημάτων σήμερα ποικίλει ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, την εφαρμογή και της επάρκειας του συστήματος. Τα συστήματα που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο είναι πιο οικονομικά από τα αυτόνομα συστήματα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα συστήματα αυτά δεν απαιτούν συσσωρευτές και έτσι το κόστος ανά W μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Το κόστος των Φ/Β συστημάτων εκφράζεται σε E/W αιχμής. Το συνολικό κόστος ανά Φ/Β σύστημα προκύπτει από τα εξής: φωτοβολταϊκά πλαίσια 40% - 60%, συσσωρευτές 15% - 25%, αντιστροφείς 10% - 15%, υποδομή στήριξης 10% - 15%, σχεδιασμός και εγκατάσταση 8% - 12%. Η διάρκεια ζωής του συστήματος είναι περίπου 20 χρόνια χωρίς ιδιαίτερη συντήρηση, ενώ στην διάρκεια αυτή οι συσσωρευτές αντικαθίστανται 4 – 5 φορές.

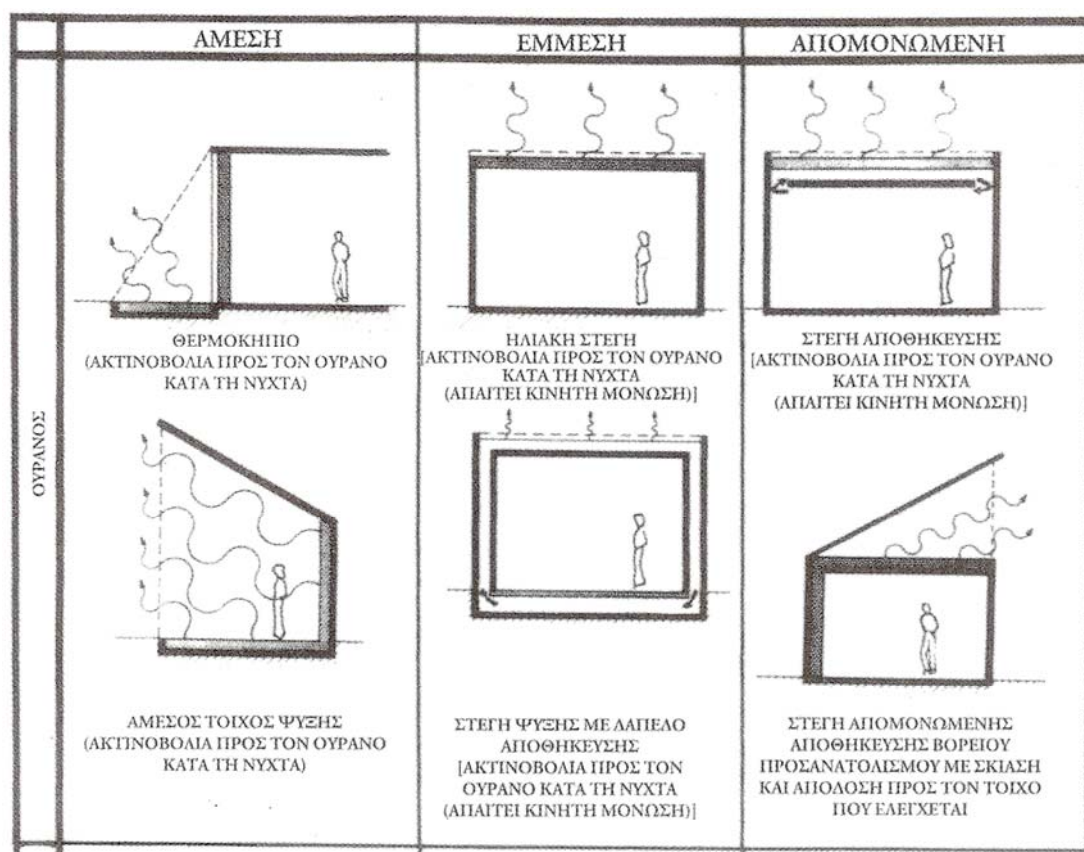
Το κόστος των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα κυμαίνεται από 8.217 ευρώ/kW με 9.391 ευρώ/kW. Αντίθετα, το κόστος των συνδεδεμένων στο δίκτυο είναι περίπου 7.336 ευρώ/kW. Το κόστος παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β συστήματα εκτιμάται στα 0,65 ευρώ/kWh για το αυτόνομο σύστημα λίγων kW εγκατεστημένης ισχύος και 0,44 ευρώ/kWh για το συνδεδεμένο με το δίκτυο σύστημα.

Το κράτος επιδοτεί την αγορά και εγκατάσταση οικιακών [20] Φ/Β συστημάτων μέσω της φοροαπαλλαγής έως και 75% του κόστους τους. Στην τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων αν και προβλέπεται επιδότηση, αυτή αφορά σε μεγάλα συστήματα και αποκλείονται οι μικροί καταναλωτές.

3.9 ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ – ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ / ΨΥΞΗΣ

Η παθητική ψύξη αποτελεί μία πολύ καλή λύση για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια το καλοκαίρι, καθώς και την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης, σε μια εποχή όπου η αύξηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών μονάδων και συστημάτων είναι ραγδαία και προκαλεί σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα καθώς τα κλιματιστικά συστήματα καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας, αυξάνουν σημαντικά το ηλεκτρικό φορτίο αιχμής της χώρας, αλλά και θερμαίνουν με τη λειτουργία τους το εξωτερικό περιβάλλον (εικόνες 3.51 και 3.52).

²⁰ Βλέπε κεφάλαιο ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, παρ. 3.2



ΕΙΚΟΝΑ 3.51

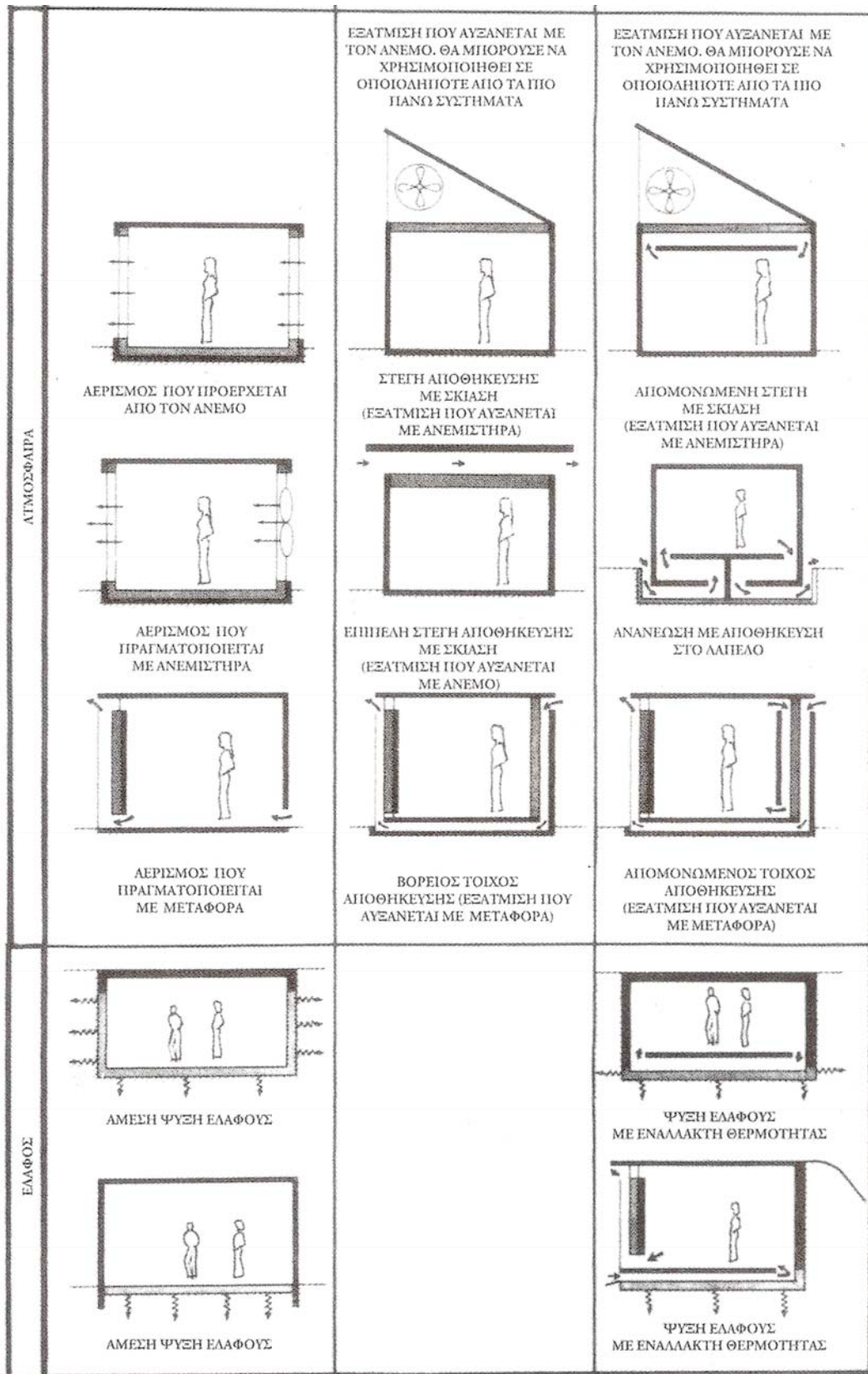
Παραδείγματα συστημάτων παθητικής ψύξης.

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

Ο όρος παθητική ψύξη εφαρμόζεται μόνο σε αυτές τις διαδικασίες διάχυσης θερμότητας που πραγματοποιούνται με φυσικό τρόπο, δηλαδή χωρίς τη μεσολάβηση μηχανικών στοιχείων ή ενεργειακή μεταφορά. Ο ορισμός περιλαμβάνει καταστάσεις όπου η ζεύξη των χώρων και των στοιχείων του κτιρίου με τις δεξαμενές θερμότητας (αέρα, ουρανό, γη, νερό) γίνεται με φυσικούς τρόπους μεταφοράς θερμότητας και οδηγεί σε πολύτιμο αποτέλεσμα ψύξης στον εσωτερικό χώρο.

Στην κατηγορία αυτή, ανήκουν συστήματα και τεχνικές που σκοπό έχουν να μειώσουν τα θερμικά φορτία που δέχεται ένα κτήριο κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Το καλοκαίρι, που οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές, ενέχει ο κίνδυνος υπερθέρμανσης, γι' αυτό το κτήριο πρέπει να «συμπεριφέρεται» ως «φυσικός συλλέκτης» δροσισμού και ψύξης.

Τεχνικές φυσικού δροσισμού μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε κατοικίες, όσο και σε άλλα κτίρια. Για ορισμένες κατηγορίες κτιρίων (π.χ. κατοικίες και σχολεία) η εφαρμογή τους συνεπάγεται την κατάρνηση της ανάγκης εγκατάστασης κάποιου συστήματος κλιματισμού, για άλλες δε κατηγορίες την σημαντική μείωση των ψυκτικών τους φορτίων και του χρόνου



ΕΙΚΟΝΑ 3.52

Παραδείγματα συστημάτων παθητικής ψύξης.

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

λειτουργίας των συστημάτων κλιματισμού. Σε αντίθεση με τα κλιματιστικά, που λειτουργούν με χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες θερμοστάτη (π.χ. 26°C) και επιβαρύνουν θερμικά τον περιβάλλοντα χώρο τους, τα συστήματα φυσικού δροσισμού, έχουν πιο ήπιο τρόπο ανταλλαγής θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον.

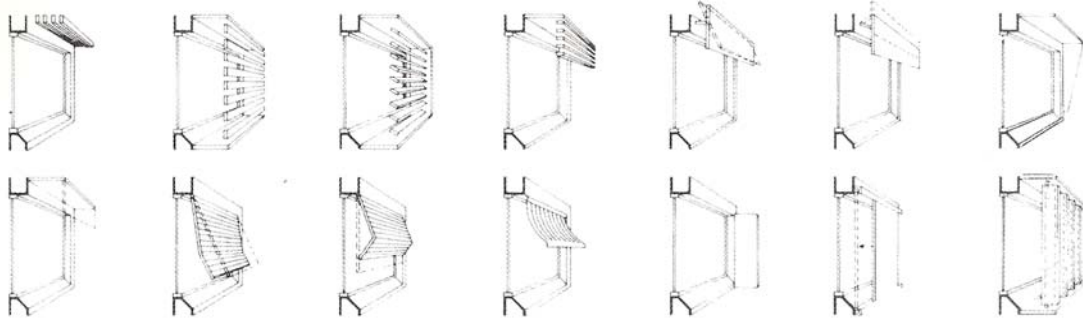
Οι ακτίνες του ήλιου, η διείσδυση του θερμού εξωτερικού αέρα στο κτίριο και τα εσωτερικά κέρδη από τις δραστηριότητες των ενοίκων και τις συσκευές μπορεί να οδηγήσει σε μη αποδεκτές καταστάσεις. Για να επιτευχθεί μια άνετη εσωτερική θερμοκρασία, πρέπει να ληφθούν μια σειρά από μέτρα όπως:

- Ηλιοπροστασία με κατάλληλο σκιασμός, ώστε να προλαμβάνονται οι ακτίνες του ήλιου από τη διείσδυση τους στον εσωτερικό χώρο και φύτευση βλάστησης στο περιβάλλοντα χώρο και στα δώματα.
- Φυσικός Αερισμός, προκειμένου να αποβάλλεται ο ανεπιθύμητος θερμός αέρας και να αντικαθίσταται από καθαρό εξωτερικό.
- Φυσική ψύξη και δροσισμός, για να μεταφέρεται η περίσσεια θερμότητας από το κτίριο προς το περιβάλλον.

3.9.1 Ηλιοπροστασία – Σκιασμός

Τα ηλιακά κέρδη που προκύπτουν από τα παράθυρα ενός κτιρίου, κατά το πέρασμα της θερμογόνου ηλιακής ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερα μεγάλα και χρειάζονται απαραίτητως ηλιοπροστασία. Η μελέτη της ηλιοπροστασίας πρέπει να περιλαμβάνει την επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων κατά το καλοκαίρι, αλλά να μην περιορίζει το ηλιακό θερμικό κέρδος κατά το χειμώνα και να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες σε φυσικό φωτισμό.

Η σκίαση είναι περισσότερο αποδοτική όταν είναι εξωτερική, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζεται να εισέλθει και να εγκλωβιστεί μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους και μπορεί να μειώσει κατά 80 – 90% τα ηλιακά κέρδη. Παράλληλα, η χρήση κινητών σκιάστρων (εικόνα 3.53) παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται σκίαση των ανοιγμάτων όταν είναι αυτό απαραίτητο, ανεξάρτητα από την εποχή του έτους. Συνεπώς, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος σκιασμού, είναι η χρήση εξωτερικών σκιάστρων με κινητές περσίδες, που όμως είναι ιδιαίτερα ακριβά. Για το λόγο αυτό προτιμάται σταθερή εξωτερική σκίαση που συνδυάζεται με εσωτερικά στόρια που λειτουργούν συμπληρωματικά, επειδή τα συμβατικά κρύσταλλα έχουν πολύ μικρή αντίσταση.



ΕΙΚΟΝΑ 3.53

Τυπικές εξωτερικές διατάξεις σκίασης.

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

Από τους πιο απλούς τρόπους σκιασμού είναι η τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης που διακόπτουν τον άμεσο ηλιασμό, αλλά παράλληλα, λόγω της σκιάς τους μειώνουν τις θερμοκρασίες κοντά στο έδαφος.

Σε σχέση με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων έχει προκύψει ότι:

- Τα νότια ανοίγματα λαμβάνουν πιο λίγη ακτινοβολία κατά την καλοκαιρινή περίοδο και είναι εύκολο να προστατευτούν.
- Τα δυτικά και ανατολικά παράθυρα, ωστόσο, θέτουν ένα μεγαλύτερο πρόβλημα, διότι η θέση του ήλιου είναι χαμηλά στον ουρανό όταν βρίσκεται στην ανατολή ή στην δύση. Για το λόγο αυτό, μια βιοκλιματική λύση είναι η μελέτη μείωσης κατά το δυνατόν της επιφάνειας των ανατολικών και δυτικών υαλοστασίων.

3.9.1.1 Σταθερά σκίαστρα

Αποτελούν σταθερό μέρος του κτηρίου και ο σχεδιασμός τους πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό και το σχήμα του ανοίγματος που χρειάζεται να προστατευτεί σε συσχέτιση με τη θέση του ήλιου στις διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και του έτους.

Χρησιμοποιούνται στην εξωτερική όψη του κτιρίου και εμποδίζουν την άμεση ακτινοβολία να φτάσει στα ανοίγματα, με αποτέλεσμα να απορροφούν και να διαχέουν τη θερμότητα στον εξωτερικό αέρα. Υλικό κατασκευής τους είναι το σκυρόδεμα, το αλουμίνιο και το πλαστικό. Διακρίνονται σε:

- Οριζόντια εξωτερικά σταθερά σκίαστρα, που συνιστώνται για νότιο προσανατολισμό. Μπορεί να έχουν τη μορφή προβόλου ή ανακλαστικών ραφιών ή περσίδων. Για γεωγραφικό πλάτος 40° οι αναλογίες τους πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να σχηματίζεται

ανάμεσα στο εξωτερικό σκίαστρο και στο κατώφλι του ανοίγματος γωνία ύψους 55° , ενώ για γεωγραφικό πλάτος 36° συνίσταται γωνία 60° . Για την Αθήνα, καλές αναλογίες προβόλου είναι αυτές για τις οποίες η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της εξωτερικής πλευράς του σκιάστρου και του κατωφλιού του ανοίγματος είναι $55 - 60^\circ$.

- Κατακόρυφα εξωτερικά σκίαστρα, κατάλληλα για ανατολικά και δυτικό προσανατολισμό. Μπορεί να είναι είτε κάθετα, ή κεκλιμένα ως προς το επίπεδο της κάτοψης του ανοίγματος. Για τη χώρα μας, το μήκος προεξοχής καθορίζεται από τη γωνία των 35° .

3.9.1.2 Κινητά Σκίαστρα

Επειδή οι κλιματικές εποχές δε συμφωνούν με τις ηλιακές εποχές, στις περιοχές με μεγάλο διάστημα λειτουργίας της θέρμανσης είναι προτιμότερο να εφαρμόζεται κινητή προστασία η οποία μπορεί να ρυθμιστεί εύκολα. Σκίαστρα, στόρια, ενετικά στόρια, τέντες και κουρτίνες, αποτελούν ρυθμιζόμενους μηχανισμούς σκίασης. Διακρίνονται σε:

- Εξωτερικά κινητά σκίαστρα, που είναι εν γένει μεταλλικές περσίδες [21], οριζόντιες για νότιο προσανατολισμό και κατακόρυφες για δυτικό / ανατολικό. Στην κατηγορία αυτή είναι και οι κοινές τέντες.
- Εσωτερικά κινητά σκίαστρα, συνιστώνται για νότιους, ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς. Προτεινόμενα είναι τα ενετικά στόρια, κατά προτίμηση κινούμενα πάνω σε οδηγούς, για εξασφάλιση καλής λειτουργίας και μεγαλύτερου χρόνου ζωής.

Τα κινητά σκίαστρα, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και το χειμώνα αυξάνοντας τη θερμομόνωση. Ο έλεγχος τους μπορεί να είναι χειροκίνητος ή μηχανοκίνητος. Οι τέντες μπορούν να περιορίσουν το θερμικό κέρδος μέχρι 65% , στις νότιες όψεις, ενώ για ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς το ποσοστό αγγίζει το 80% . Η αποδοτικότητα

²¹ Παρόλο που οι περσίδες χρησιμοποιούνται συνήθως ως σταθερές διατάξεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως κινητές. Εάν είναι κινητές, αποτρέπουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία (και μερικώς τη διάχυτη), ενώ επιτρέπουν την είσοδό της κατά τη χειμερινή περίοδο. Όταν είναι σταθερές παρέχουν επίσης ασφάλεια. Βέβαια, μπορεί να παρουσιάσουν το μειονέκτημα του περιορισμού της θέας και να αυξήσουν την απαίτηση για τεχνητό φωτισμό. Επίσης, όπως μπορεί να συμβεί με όλες τις εξωτερικές διατάξεις, η συντήρησή τους μπορεί να είναι δύσκολη εάν δεν έχει προβλεφθεί σύστημα πρόσβασης στη φάση του σχεδιασμού του κτιρίου. Επίσης, οι περσίδες μπορεί να επηρεάζουν τη ροή του αέρα (είτε να διευκολύνουν είτε να εμποδίζουν το φυσικό αερισμό), αναλόγως της γεωμετρίας τους, της κλίσης τους και του άμεσου περιβάλλοντος του κτιρίου.

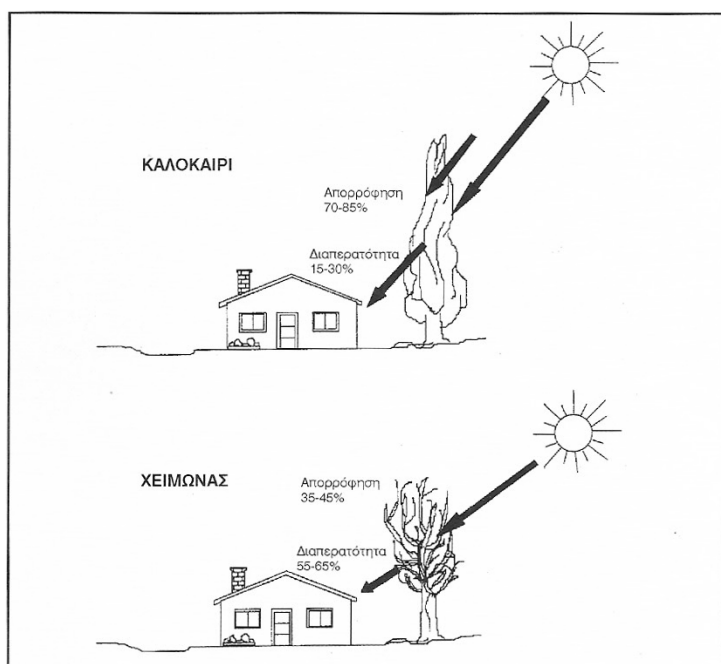
Υπάρχουν διάφοροι τύποι περσίδων. Κάποιοι έχουν ειδικό ανακλαστικό σχήμα το οποίο αποτρέπει την άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία μεγάλης γωνίας, αλλά ανακλούν την ακτινοβολία μικρής γωνίας προς τη οροφή του χώρου (αυξάνοντας έτσι τον εισερχόμενο φυσικό φωτισμό και εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση ενέργειας και συνθήκες άνεσης).

τους εξαρτάται από τα υλικά, την ηλικία και τη φθορά από τις καιρικές συνθήκες. Τα ενετικά στορ επιτυγχάνουν ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση και είναι πιο αποτελεσματικά [22] όταν είναι τοποθετημένα εξωτερικά.

Ένας άλλος τρόπος σκίασης είναι με ειδικά διάτρητα ρολά. Πρόκειται για διάτρητα ηλιοπροστατευτικά ρολά, τα οποία τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά, κατάλληλα για όλους τους προσανατολισμούς, που μπορούν να μειώσουν την εισερχόμενη ακτινοβολία έως και 70 – 80%. Το ύφασμα τους αποτελείται από ίνες γυαλιού, πλαστικού ή αλουμινίου, σε αραιή λεπτή ύφανση. Συμβάλλουν επίσης στη μείωση της θάμβωσης, ενώ επιτρέπουν μερική θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον .

3.9.1.3 Σκίαση από δέντρα

Σημαντικότερος παράγοντας στην εξωτερική ηλιοπροστασία είναι η βλάστηση. Τα φυτά στη νότια όψη πρέπει να είναι φυλλοβόλα για να τη σκιάζουν μόνο το καλοκαίρι, χωρίς να εμποδίζουν τον ήλιο το χειμώνα (εικόνα 3.54). Η ψηλή βλάστηση είναι αναποτελεσματική για τον σκιασμό της νότιας όψης, γιατί οι ακτίνες του ηλίου έρχονται από ψηλά και ρίχνουν τη σκιά των δέντρων στο οριζόντιο επίπεδο. Είναι όμως χρήσιμη, γιατί σκιάζει τον υπαίθριο χώρο μπροστά στο κτίριο, με αποτέλεσμα να τον διατηρεί σε χαμηλότερη θερμοκρασία, μειώνοντας παράλληλα την έμμεση ακτινοβολία που θα δεχόταν η νότια όψη από το έδαφος, αν δεν υπήρχε αυτή η σκιά.



ΕΙΚΟΝΑ 3.54

Θερινή και χειμερινή λειτουργία ενός δέντρου.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

²² Η αποτελεσματικότητα της σκίασης που εξασφαλίζουν εκφράζεται με ένα συντελεστή σκίασης που είναι ο λόγος της ηλιακής ενέργειας που διέρχεται από το προστατευτικό άνοιγμα σε σχέση με την ενέργεια που θα περνούσε αν το άνοιγμα δεν ήταν προστατευόμενο.

Η φύτευση του ανατολικού και δυτικού χώρου γύρω από το κτίριο, με σκοπό την ηλιοπροστασία του, πρέπει να συνθέτει υψηλή, χαμηλή και μεσαία βλάστηση, έτσι ώστε να σχηματίζει ένα κατακόρυφο πυκνό φράγμα φυτών, αρκεί να μην εμποδίζει τη θέα. Το φράγμα αυτό πρέπει να είναι ψηλότερο στη νότια άκρη του. Για να σκιαστεί η νότια περιοχή μιας ανατολικής όψης ύψους 3 μ στις 9:00 π.μ. από δέντρα φυτεμένα σε απόσταση 5 μ από το κτίριο, απαιτείται ύψος δέντρων 8 μ. Όλα τα φυτά μπορεί να είναι αειθαλή. Για πολυώροφα κτίρια, μια τέτοια λύση είναι ανέφικτη.

Αξιοσημείωτο είναι ότι ένα γυμνό δέντρο παρεμποδίζει τις ακτίνες του ήλιου περίπου κατά 20 – 40%. Σε θερμές περιοχές, ένα σπίτι που η σκεπή του σκιάζεται μπορεί να είναι κατά 6 – 12° C πιο δροσερό από ένα ασκίαστο. Αρκετά καλαίσθητη είναι επίσης η λύση της πέργκολας, προσκείμενης σε μια πλευρά του κτηρίου. Αποτελέσματα από έρευνες στις ΗΠΑ δεικνύουν ότι με την φύτευση ενός δέντρου ανά σπίτι, η εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη κυμαίνεται μεταξύ του 12% - 24%. Επιπροσθέτως, η τοποθέτηση τριών δέντρων σε κάθε σπίτι μπορεί να μειώσει το ψυκτικό φορτίο από 17% έως 57%. Ο σκιασμός από δέντρα μόνο, συμβάλλει κατά 10 – 35% στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη.

3.9.1.4 Σκίαση από γειτονικά κτίρια

Φαινόμενο που χρησιμοποιείται κυρίως σε θερμά και ξηρά κλίματα, όπου οι πόλεις σχεδιάζονται και χτίζονται σε πολύ συμπαγή μορφή, με στενούς δρόμους, ώστε τα κτήρια να σκιάζονται σε κάποιο ποσοστό (εικόνα 3.55). Γενικά η τοπογραφική διαμόρφωση μιας θέσης μπορεί να δημιουργεί σκιά, η οποία επηρεάζεται από την τροχιά του ήλιου, τον προσανατολισμό του και την κλίση του εδάφους .



ΕΙΚΟΝΑ 3.55

Παράδειγμα σκίασης από πλευρικά κτίρια, Λονδίνο.

[Πηγή: Phillips, D., (2004), *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press, Oxford, Architectural press]

3.9.1.5 Ειδικά Κρύσταλλα

Πρόκειται για ειδικά κρύσταλλα συγκεκριμένης τεχνολογίας, τα οποία διαφοροποιούνται από τα κοινά ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά και συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Τα κρύσταλλα αυτά διακρίνονται σε:

1. Απορροφητικά: Περιορίζουν την διαπερατότητα της ακτινοβολίας διαμέσου του παραθύρου και αυξάνουν, μετά την απορρόφηση, την επανεκπομπή προς το εξωτερικό. Πλεονέκτημα τους είναι το ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.
2. Ανακλαστικά: Καλύπτονται από λεπτή στρώση οξειδίου μετάλλου που είναι έντονα ανακλαστικό. Συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια. Οι δύο αυτοί τύποι τζαμιών συστήνονται κυρίως για δυτικά / ανατολικά παράθυρα.
3. Χαμηλής εκπομπής (low – e): Τα κρύσταλλα αυτά, είναι σχεδόν αδιαπέραστα από την υπέρυθρη ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία προερχόμενη κυρίως από γειτονικά κτήρια). Όπως είναι γνωστό λιγότερη από τη μισή ακτινοβολία του ήλιου είναι ορατή. Ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος από την ορατή είναι η υπέρυθρη ακτινοβολία, η οποία γίνεται αισθητή ως θερμότητα, ενώ ακτινοβολία μικρότερου μήκους κύματος είναι η υπεριώδης. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε ένα παράθυρο, ορατό φως, θερμότητα και υπεριώδης ακτινοβολία αντανακλώνται, απορροφώνται, ή εκπέμπονται στο εσωτερικό του κτηρίου.

Με την τοποθέτηση κρυστάλλων χαμηλής εκπομπής, σε θερμά κλίματα, αντανακλάται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος, αλλά επιτρέπεται η διέλευση της ορατής ακτινοβολίας. Αντίθετα, σε ψυχρά κλίματα αντανακλάται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος προς το εσωτερικό του κτηρίου, με ταυτόχρονη, επίσης, διέλευση της ορατής ακτινοβολίας. Η μικρότερου κύματος ορατή ακτινοβολία απορροφάται έπειτα από το πάτωμα, τους τοίχους και τα έπιπλα και επανεκπέμπεται ως θερμή ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος, που τα ανακλαστικά κρύσταλλα κρατούν στο εσωτερικό. Συνεπώς, τα κρύσταλλα αυτά λειτουργούν αποδοτικότερα, όταν σε θερμά κλίματα τοποθετηθούν στην εξωτερική επιφάνεια ενός παραθύρου και στα ψυχρά στην εσωτερική.

4. Έγχρωμοι υαλοπίνακες, οι οποίοι με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Κρύσταλλα πράσινης ή μπλε απόχρωσης, που είναι σχεδόν αδιαπέραστα στην υπέρυθη ακτινοβολία, θα παρέχουν αισθητικό αποτέλεσμα και μείωση των ηλιακών κερδών κατά 30 – 50%.
5. Φωτοχρωμικά, θερμοχρωμικά και ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα, τα οποία τροποποιούν τις ακτίνες του ήλιου, καθώς αυτές εισέρχονται. Τα πρώτα, είναι κρύσταλλα στα οποία οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτά ηλιακής ακτινοβολίας. Τα θερμοχρωμικά, με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανή σε γαλακτόχρωμα, ενώ στα ηλεκτροχρωμικά τα οπτικά χαρακτηριστικά και η διαπερατότητα μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.

Παράγων Ηλιακού Κέρδους

Ο παράγοντας ηλιακού κέρδους, δείχνει το ποσοστό της διαθέσιμης ηλιακής θερμικής ακτινοβολίας, που επιτυχώς διέρχεται από ένα παράθυρο. Η κλίμακα μέτρησης του είναι από 0 έως 1 (για διέλευση 100% της διαθέσιμης ακτινοβολίας). Τα κρύσταλλα των παραθύρων, κατασκευάζονται έτσι ώστε να επιτρέπουν τη διέλευση ορισμένου μήκους ακτινοβολίας. Έτσι, για παράδειγμα, ένας ιδανικός συνδυασμός για τα ζεστά κλίματα είναι να έχουμε ένα παράθυρο που να μπλοκάρει την θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος (χαμηλός Π.Η.Κ.), αλλά να επιτρέπει την διέλευση της ορατής. Ένας χαμηλός παράγοντας θερμικού κέρδους μπορεί να μειώσει τις ανάγκες για κλιματισμό, περισσότερο απ’ ότι θα μείωνε η προσθήκη ενός επιπλέον φύλλου γυαλιού στο παράθυρο, για αύξηση της μόνωσης.

3.9.1.6 Ανακλαστικά επιχρίσματα

Πρόκειται για τα ανοικτά χρώματα, με τα οποία είναι βαμμένα τα κτήρια της Μεσογείου, για να αντανακλούν μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι μουντοί σκουρόχρωμοι εξωτερικοί τοίχοι απορροφούν το 70 – 90% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, με συνέπεια την αποθήκευση θερμότητας, η οποία τελικά μεταδίδεται στο εσωτερικό του κτηρίου.

Αντίθετα, οι ανοιχτόχρωμοι τοίχοι ανακλούν μεγαλύτερο ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, μειώνοντας τη μετάδοση θερμότητας μέσω των επιφανειών στους εσωτερικούς χώρους. Η θερμοκρασία μιας επιφάνειας με σκούρο χρώμα μπορεί να φτάσει

μέχρι και 40°C υψηλότερα από μια ανοικτού χρώματος επιφάνεια. Η μείωση του απαραίτητου ψυκτικού φορτίου μπορεί να φτάσει το 25%, βάζοντας τις σκουρόχρωμες επιφάνειες των εξωτερικών όψεων ή του δώματος, με ανοικτά χρώματα.

Δεδομένου ότι η αλλαγή χρώματος δεν συνεπάγεται υψηλό κόστος, πρόκειται για μια αρκετά αποτελεσματική επέμβαση. Μέτρο της ανακλαστικότητας ενός χρώματος είναι η τιμή ανάκλασης του φωτός (LRV-Light Reflective Value). Ο συντελεστής αυτός δείχνει πόση ακτινοβολία οποιουδήποτε κύματος ανακλά ένα χρώμα. Υψηλή τιμή LRV υποδεικνύει ανοιχτόχρωμη επιφάνεια. Αξιοσημείωτο είναι επίσης, ότι οι επιφάνειες ανοικτού χρώματος έχουν και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, διότι αντανακλούν και βλαβερές ακτινοβολίες του ήλιου, τη στιγμή που μια μαύρη θα τις απορροφούσε.

3.9.1.7 Φράγμα ακτινοβολίας

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε μια στέγη, μέρος της απορροφάται και θερμαίνει τα δομικά στοιχεία της στέγης, ένα άλλο μέρος της ακτινοβολείται προς το εξωτερικό περιβάλλον και ένα άλλο μέρος της μεταφέρεται ως θερμότητα, με συναγωγή και ακτινοβολία προς τον εσωτερικό χώρο.

Το φράγμα ακτινοβολίας τοποθετείται στα κτίρια, στη στέγη, προκειμένου να μειώσει τα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι και να μειώσει τις απώλειες το χειμώνα, περιορίζοντας έτσι τις ανάγκες σε ψυκτικά και θερμικά φορτία αντίστοιχα.

Πρόκειται για λεπτά φύλλα που κατασκευάζονται από υψηλά ανακλαστικά υλικά, συνήθως από αλουμίνιο στη μία ή και στις δύο πλευρές τους. Τα φύλλα αυτά πέρα από μεγάλη ανακλαστικότητα, έχουν και υψηλό συντελεστή εκπομπής, με αποτέλεσμα να διαπερνώνται από ελάχιστα μόνον ποσοστά ακτινοβολίας [23]. Λειτουργεί αποδοτικότερα όταν τοποθετείται έτσι ώστε να «βλέπει» το εξωτερικό περιβάλλον. Ωστόσο, μπορεί να τοποθετηθεί και κάτω από τη στέγη, στη σοφίτα, στο διάκενο δηλαδή, που υπάρχει αέρας μεταξύ της στέγης και του ταβανιού του τελευταίου ορόφου, ή κατευθείαν κάτω από τη στέγη.

Λόγω της ανακλαστικότητας του, μπορεί να ανακλάσει προς τη στέγη, μεγάλο ποσό της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από αυτήν προς τα κάτω, ενώ η χαμηλή εκπομπή της κάτω πλευράς του, που έρχεται σε επαφή με το ταβάνι του κάτω ορόφου, εμποδίζει τη ροή θερμότητας προς τα δωμάτια.

²³ Ο συντελεστής εκπομπής δείχνει την ικανότητα ενός υλικού να εκπέμπει την ακτινοβολία που έχει απορροφήσει.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του είναι ότι μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε κτίριο, βιομηχανικής, εμπορικής, ή οικιστικής χρήσης. Στις κατοικίες μπορεί να τοποθετηθεί στις στέγες, ακολουθώντας την κλίση τους ή οριζόντια στα δώματα. Σύμφωνα με έρευνες, τα φύλλα που τοποθετούνται οριζόντια έχουν 5% καλύτερη απόδοση από αυτά που τοποθετούνται κάτω από κεκλιμένες στέγες.

Το σύστημα παρέχει θερμική προστασία κυρίως το καλοκαίρι, διότι η θερμική ακτινοβολία που απορροφάται από τη στέγη δεν εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο, αλλά το μεγαλύτερο τμήμα της ανακλάται μακριά από τον κατειλημμένο χώρο του κτηρίου. Τα φράγματα ακτινοβολίας συνιστώνται κυρίως για τμήματα των ελαφρών κτηρίων σε θερμά και υγρά κλίματα, όπου είναι δύσκολο να παρασχεθεί προστασία από τη θερμότητα.

Αποδίδουν ιδιαίτερα σε χώρους όπου η ροή θερμότητας είναι προς τα κάτω, όπως σε μια σοφίτα το καλοκαίρι. Εάν στη σοφίτα τοποθετηθεί απλό ανακλαστικό φύλλο, μπορεί να επιτευχθεί μεγάλη μείωση της μετάδοσης θερμότητας. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται η συνδυασμένη χρήση και μόνωσης, διότι το χειμώνα η ροή θερμότητας αντιστρέφεται και υπάρχει περίπτωση συμπύκνωσης. Για το λόγο αυτό, εξελιγμένα φράγματα ακτινοβολίας επιτρέπουν τους υδρατμούς του νερού να τα διαπερνούν.

Διαφορετικά, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι υδρατμοί που έρχονται από τον κάτω όροφο, είναι δυνατόν να συμπυκνωθούν ή ακόμα και να παγώσουν στην κάτω επιφάνεια του φράγματος που βρίσκονται στο «πάτωμα» της σοφίτας.

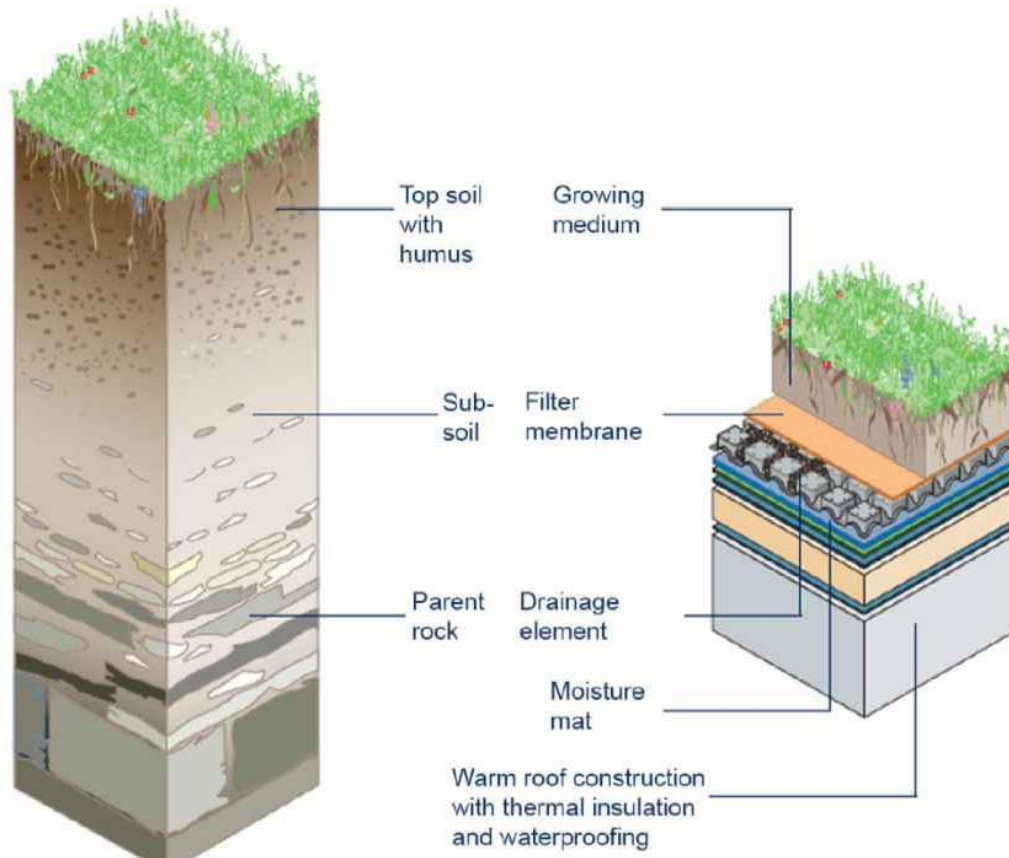
3.9.1.8 Βλάστηση – Φυτεμένα δώματα

Σε κάθε τοποθεσία, ο άνθρωπος μπορεί να παρέμβει προκειμένου να τροποποιήσει το περιβάλλον γύρω από τα κτήρια, δημιουργώντας συνθήκες που συνιστούν το μικροκλίμα, όπως ονομάζεται το κλίμα, μια μικρής σχετικά επιφάνειας .

Τα θερμικά απόβλητα από τις κλιματιστικές μονάδες που χρησιμοποιούνται για να ψύξουν τα κτίρια στα μεγάλα αστικά συγκροτήματα, τα οποία από ενεργειακής σκοπιάς είναι απαιτητικές μονάδες, έχουν δημιουργήσει έναν φαύλο κύκλο, ανεβάζοντας με αυτόν τον τρόπο την θερμοκρασία της πόλης και απαιτώντας μεγάλα ψυκτικά φορτία για τα κτίρια. Μια εξαιρετικά οικονομική και άκρως φιλική προς το περιβάλλον επιλογή είναι η αξιοποίηση της βλάστησης και ειδικότερα οι «πράσινες στέγες», η δημιουργία δηλαδή του φυτεμένου δώματος (εικόνες 3.56 και 3.57).

Ο ρόλος της βλάστησης σε ένα δομημένο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Τα φυτά σκιάζουν το κτήριο και έτσι παρέχουν πολύτιμη ηλιοπροστασία κατά τους καλοκαιρινούς

μήνες, μειώνοντας τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Επίσης, μέσω των βασικών λειτουργιών των φυτών για φωτοσύνθεση, διαπνοή και εξάτμιση, παρέχεται σημαντικός δροσισμός.



ΕΙΚΟΝΑ 3.56

Τομή φυτεμένου δώματος.

[Πηγή: <http://www.greenroofs.gr/files/image1.jpg>]

Η αποβολή νερού από τα φύλλα με τη μορφή υδρατμών γίνεται με τη βοήθεια θερμότητας που αντλείται από τον αέρα περιβάλλοντος με αποτέλεσμα την τοπική μείωση της θερμοκρασίας. Χαρακτηριστικό είναι ότι ένα μεσαίου μεγέθους δέντρο, στη διάρκεια μιας καλοκαιρινής μέρας, εξατμίζει περίπου 1.460 kg νερού και ο δροσισμός που πετυχαίνεται είναι πολύ σημαντικός. Συνεπώς, ο αέρας κοντά στο έδαφος σε δεντροφυτεμένες περιοχές είναι πιο δροσερός από άλλες δομημένες περιοχές.

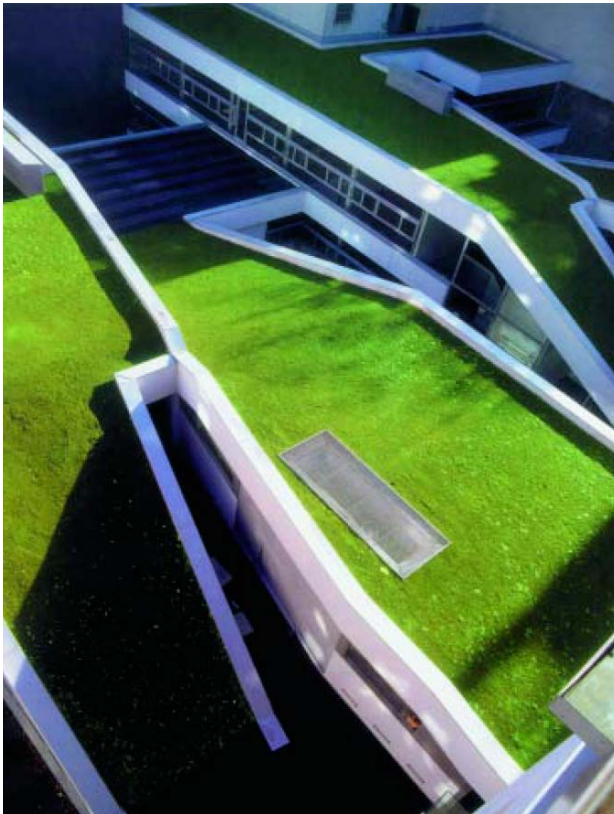
Ιδιαίτερα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, όπου εμφανίζεται το φαινόμενο της θερμικής νησίδας [24], η βλάστηση είναι αναγκαία. Οι αστικές περιοχές με χαμηλή ποιότητα κλίματος, που είναι περιοχές που χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι,

²⁴ Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, η θερμοκρασία του αέρα είναι ιδιαίτερα υψηλή στις πόλεις λόγω του μικροκλίματος που δημιουργείται από το υπερδομημένο περιβάλλον και τις ανθρώπινες επεμβάσεις.

μεγάλο πληθυσμό, κυκλοφοριακό πρόβλημα, αυξημένο δομημένο περιβάλλον και μειωμένους πράσινους χώρους, χρησιμοποιούν περισσότερο ποσό ενέργειας για κλιματισμό από τις μη αστικές περιοχές.

Η πόλη της Αθήνας χαρακτηρίζεται από έντονο φαινόμενο θερμικής νησίδας, λόγω της αυξημένης βιομηχανικής δραστηριότητας και της αστικοποίησης των τελευταίων χρόνων. Το φαινόμενο εμφανίζεται τόσο το καλοκαίρι, όσο και το χειμώνα, με μέση ημερήσια ένταση που κυμαίνεται μεταξύ 6 – 12 °C για τις κεντρικές ζώνες.

Οι φυτεμένες στέγες και η φύτευση βλάστησης μπορούν να επιδράσουν θετικά στο κλίμα της πόλης και στο εσωτερικό κλίμα των κτηρίων, προστατεύοντας τα από την ηλιακή ακτινοβολία και μειώνοντας το φαινόμενο της θερμικής νησίδας.



ΕΙΚΟΝΑ 3.57
Φυτεμένο δώμα

[Πηγή: <http://www.sunandshadow.gr>]

Φυτεμένο δώμα

Είναι ένα πολύπλοκο θερμικό σύστημα που έχει σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες για το καλοκαίρι, αλλά και για το χειμώνα. Τη θερινή περίοδο, έχει την ιδιότητα να ανακλάει 20 – 30% της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο δώμα και απορροφάει το υπόλοιπο τμήμα της στην επιφάνεια των φύλλων. Επίσης το χώμα, λόγω της θερμοχωρητικότητας του, επιβραδύνει τη ροή θερμότητας προς το εσωτερικό του κτιρίου. Το φυτεμένο δώμα

αποτελεί, άρα, μέσο θερμικής μόνωσης του κτιρίου, λόγω των υλικών που το αποτελούν (χώμα ικανού πάχους και αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ των φυλλωμάτων των φυτών).

Γενικότερα, η φύτευση βλάστησης στο δώμα, πέρα από τη μείωση των καλοκαιρινών θερμικών φορτίων, συμβάλλοντας έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας, βελτιώνει την ποιότητα της ατμόσφαιρας, καθαρίζοντας τον αέρα από ρύπους και παρέχοντας οξυγόνο, αλλάζει το μικροκλίμα της περιοχής, μειώνει την ηχορύπανση, τη σκόνη και το νέφος.

Επιπροσθέτως, προστατεύει τα υποκείμενα μονωτικά υλικά από φθορές που θα προκαλούσε η έκθεσή τους στον ήλιο, στην υπεριώδη ακτινοβολία και στις μεγάλες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας. Επίσης, τα φυτεμένα δώματα συμβάλλουν και στη συγκράτηση των νερών της βροχής.

Φύτευση μπορεί να γίνει πάνω σε δώματα και κεκλιμένες στέγες από μπετόν ή και πάνω σε ξύλινες κεκλιμένες στέγες, ακόμη και όταν οι κλίσεις είναι μεγάλες, διότι το ριζικό σύστημα των φυτών λειτουργεί ως σπλισμός στη μάζα του χώματος και το συγκρατεί αποτελεσματικά ακόμη και σε περιπτώσεις μεγάλης κακοκαιρίας.

Οι φυτεμένες στέγες χωρίζονται σε τρεις βασικούς τύπους:

1. Εκτατικός Τύπος: Το σύστημα αποτελείται από πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση υλικών με ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών ύψους έως 20 εκατοστών. Το φορτίο του συστήματος είναι μικρό (περίπου 120 kg/m^2 – κορεσμένο –) και το ριζικό σύστημα των φυτών επιφανειακό.

Επιλέγονται φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία, ώστε να μην απαιτείται πολύ συχνός ποτισμός [25], αλλά και φυτά ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος. Εκτατικός τύπος φυτεμένου δώματος μπορεί να εφαρμοσθεί σε κλίσεις μέχρι και 33%.

2. Ημιεντατικός Τύπος: Είναι το σύστημα που αποτελείται από υπόστρωμα ύψους μέχρι 25 εκ. και περιλαμβάνει φυτική κάλυψη με χλοοτάπητα, θάμνοι, ή φυτά εδαφοκάλυψης. Το φορτίο κυμαίνεται στα $100 - 270 \text{ kg/m}^2$ και σχέση με τον προηγούμενο τύπο, συγκρατεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού.
3. Εντατικός Τύπος: Πρόκειται για φύτευση με θάμνους, ποικιλία φυτών, ακόμη και δέντρα, πράγμα που σημαίνει ότι το φορτίο είναι μεγαλύτερο των 300 kg/m^2 . Ο τύπος αυτός φυτεμένης στέγης απαιτεί τακτική συντήρηση και παρουσιάζει την

²⁵ Το sedum, είναι για παράδειγμα, φυτό που αντέχει 60 – 80 μέρες χωρίς πότισμα.

μορφή ολοκληρωμένου κήπου. Η διαστρωμάτωση της πράσινης στέγης περιλαμβάνει μια μεμβράνη ελέγχου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, υπόστρωμα συγκράτηση υγρασίας, στρώμα αποστράγγισης που συγκρατεί την απαραίτητη ποσότητα νερού και απομακρύνει την πλεονάζουσα, ένα διηθητικό φύλλο που εμποδίζει τα χώματα να περάσουν στην αποστραγγιστική στρώση, υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών και φυσικά το φυτικό υλικό.

Μερικά από τα συμπεράσματα ήταν τα εξής:

- Οι αστικές θερμοκρασίες μπορούν να μειωθούν σημαντικά, όταν το κτιριακό κέλυφος καλύπτεται με βλάστηση, δηλαδή όταν καλύπτεται και η στέγη και οι τοίχοι με πράσινο. Όσο πιο ζεστό και ξηρό είναι το κλίμα μιας περιοχής, τόσο πιο έντονη είναι η επίδραση της βλάστησης.
- Όσο πιο φαρδύ είναι το φαράγγι (φαρδύτεροι δρόμοι μεταξύ των ψηλών κτηρίων), τόσο πιο μικρή είναι η επίδραση της καλυμμένης με βλάστηση κτηριακής επιφάνειας, λόγω του ότι οι φαρδιοί δρόμοι είναι περισσότερο εκτεθειμένοι στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία.
- Στο επίπεδο της στέγης η θερμοκρασία του αέρα μπορεί να μειωθεί κατά 26 °C.
- Στο «αστικό φαράγγι» η θερμοκρασιακή μείωση μπορεί να φτάσει τους 11.3 °C.
- Όσον αφορά τα ψυκτικά φορτία, για την Αθήνα, με εφαρμογή βλάστησης στους τοίχους μόνο, η εξοικονόμηση ενέργειας φτάνει το 43%, ενώ όταν και οι τοίχοι και η ταράτσα είναι καλυμμένα από βλάστηση, εξοικονομείται ενέργεια μέχρι 64%.

Μία ακόμη σημαντική ιδιότητα των φυτεμένων δωματίων είναι ότι βελτιώνουν την ποιότητα του νερού, πριν αυτό αποχετευτεί. Το χώμα και το ριζικό σύστημα των φυτών συγκρατεί και φιλτράρει το νερό της βροχής μέσω μιας σειράς χημικών και βιολογικών διαδικασιών και το απαλλάσσουν από ρυπαντικές ουσίες πριν καταλήξει στις λεκάνες απορροής. Για παράδειγμα, ρύποι αζώτου που προέρχονται από τις εξατμίσεις των οχημάτων, τα χημικά λιπάσματα και από διάφορες βιομηχανικές δραστηριότητες, αιωρούνται στον αέρα και πέφτουν στο έδαφος μέσω της βροχής, συμβάλλοντας στον ευτροφισμό του νερού, δηλαδή στην αύξηση των χημικών θρεπτικών ουσιών του και προκαλώντας προβλήματα στα επιφανειακά ύδατα.

Ωστόσο, μέσω του χώματος των φυτεμένων δωματίων, το άζωτο διασπάται και τελικό προϊόν είναι το αζωτούχο άλας, που δεν είναι παρά αζωτούχο λίπασμα που βοηθάει τα φυτά στην ανάπτυξη τους. Επιπροσθέτως, αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι ουσίες,

όπως είναι τα βαρέα μέταλλα, οι οποίες περιέχονται στο νερό της βροχής, περιορίζονται στο υπόστρωμα του χώματος, αντί να εκχύνονται στα ποτάμια και στις διάφορες λεκάνες απορροής [26].

Επίσης, όπως συμβαίνει και γενικότερα με τα φυτά στη φύση, η βλάστηση στα δώματα συμβάλλει στη συγκράτηση των νερών της βροχής και στην αποφυγή πλημμύρων μέσω των παρακάτω διεργασιών:

- Μέρος του νερού αποθηκεύεται στο υπόστρωμα του χώματος.
- Νερό απορροφάται επίσης από τα ρίζες των φυτών.
- Απορρόφηση, επίσης, νερού από το φύλλωμα των φυτών, το οποίο στη συνέχεια επιστρέφει στην ατμόσφαιρα μέσω των διεργασιών της εξατμισοδιαπνοής.
- Επιβραδύνεται η ταχύτητα των νερών της βροχής λόγω της διήθησης του από τη φυτική κάλυψη.

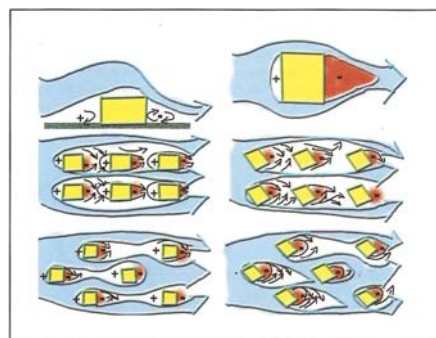
Έρευνα στη Γερμανία, έδειξε ότι οι φυτεμένες ταράτσες μπορούν να απορροφήσουν έως και 75% των κατακρημνίσεων που πέφτουν πάνω τους, πράγμα που μεταφράζεται σε μια άμεση μείωση της εκροής στο 25% σε σχέση με τα φυσιολογικά επίπεδα.

3.9.2 Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός είναι η σημαντικότερη τεχνική παθητικού δροσισμού. Ο αερισμός ενός κτιρίου είναι απαραίτητος, αφενός γιατί μπορεί να εξασφαλίσει χαμηλότερες θερμοκρασίες στο κτίριο το καλοκαίρι και αφετέρου διότι είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του εσωτερικού αέρα με φρέσκο εξωτερικό, που είναι πλούσιος σε οξυγόνο, για την καλή υγεία των ενοίκων.

Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με την διείσδυση του εξωτερικού αέρα ανάμεσα στα κτίρια και στην βλάστηση και στην συνέχεια στο εσωτερικό αυτών (εικόνα 3.58 και 3.59).

Η είσοδος του γίνεται μέσα από τα ανοίγματα και τις ρωγμές που υπάρχουν στο κέλυφος του κτιρίου.

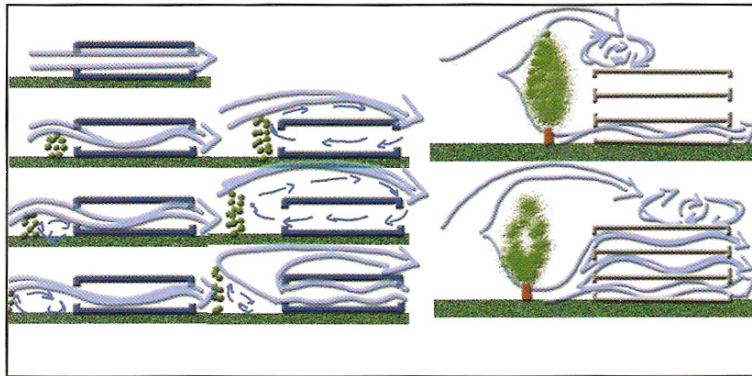


ΕΙΚΟΝΑ 3.58

Ροή του αέρα γύρω από τα κτίρια

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

²⁶ Έχει εκτιμηθεί ότι πάνω από 95% του καδμίου, του χαλκού και του μολύβδου και 16% του ψευδάργυρου μπορούν να συγκρατηθούν και να αφαιρεθούν από τα νερά της βροχής, εξαιτίας τις βλάστησης στα δώματα.



ΕΙΚΟΝΑ 3.59

Πως η βλάστηση επηρεάζει την ροή του αέρα.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Η σύγχρονη αρχιτεκτονική και ο ενεργειακός σχεδιασμός έχουν μειώσει την διείσδυση αυτή στο ελάχιστο προκειμένου να μειώσουν τις απώλειες και να επιτύχουν ένα απολύτως ελεγχόμενο περιβάλλον.

Οι φυσικές δυνάμεις που προκαλούν το φυσικό αερισμό είναι ο άνεμος και το φαινόμενο της καμινάδας.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τον φυσικό αερισμό είναι:

οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες

ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων

η θέση των ανοιγμάτων

το μέγεθος των ανοιγμάτων

η χρήση του κτηρίου

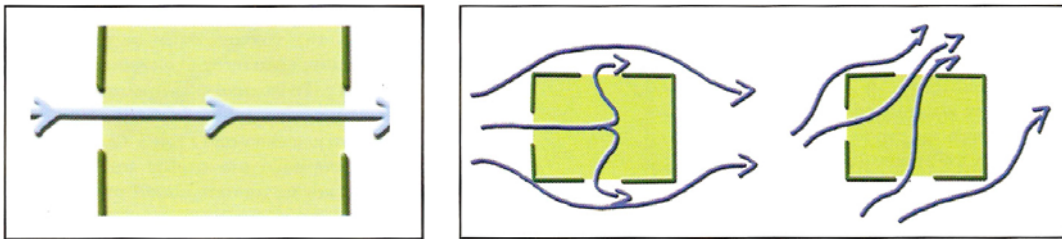
η δραστηριότητα των ενοίκων

Η αρχή του φυσικού αερισμού στηρίζεται στην κίνηση του θερμού αέρα λόγω της διαφοράς πυκνότητας του εξωτερικού αέρα (ψυχρότερος) και του εσωτερικού αέρα (θερμότερος). Ουσιαστικά, η θερμότητα που παράγεται στο εσωτερικό του κτιρίου (απώλειες μηχανών) δημιουργεί μία διαφορά πιέσεων.

Ο αέρας θερμαίνεται από την επαφή του με τις καυτές επιφάνειες του εξοπλισμού, γίνεται πιο ελαφρύς και κινείται προς τα πάνω (λόγω άνωσης) δημιουργώντας ένα ανοδικό ρεύμα θερμότητας. Το μέγεθος και η ταχύτητα του ρεύματος αυτού εξαρτάται από την επιφάνεια των θερμών επιφανειών και τη θερμοκρασία του θερμαινόμενου αέρα.

Επίσης, η διαφορά πίεσης λειτουργεί ως εξής:

Όταν ο άνεμος ενεργεί σε ένα κτίριο εμφανίζεται υψηλή πίεση στην εκτεθειμένη πλευρά και χαμηλή στην προστατευόμενη όψη. Η κίνηση του ανέμου γίνεται από τις ζώνες υψηλής πίεσης στις ζώνες χαμηλής πίεσης. Έτσι μπορεί να διεισδύσει σε ένα κτίριο μέσω των ανοιγμάτων του, των οποίων η θέση και το μέγεθος καθορίζουν την ταχύτητα και την κατεύθυνση κίνησης του αέρα (εικόνες 3.60 – 3.61).



ΕΙΚΟΝΕΣ 3.60 – 3.61

Κυκλοφορία του αέρα γύρω και διαμέσου ενός κτιρίου με ανοίγματα εισόδου και εξόδου στην ίδια διεύθυνση, αλλά και σε διαφορετικές διευθύνσεις και θέσεις.

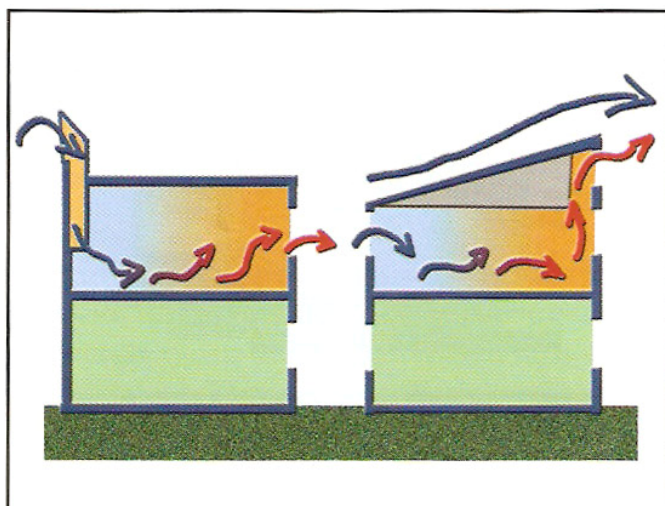
[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Εν γένει ο φυσικός αερισμός ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

- Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)
- Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα
- Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων
- Αεριζόμενο κέλυφος

3.9.2.1 Πύργος αερισμού

Ο φυσικός αερισμός σε ένα κτίριο ενισχύεται με την χρήση κάποιων τεχνικών, όπως ο πύργος αερισμού (εικόνα 3.62). Ο πύργος αερισμού αξιοποιεί την δύναμη του ανέμου μεταφέροντας τον στο εσωτερικό. Το στόμιο εισόδου βρίσκεται στην προσήνεμο πλευρά, παγιδεύει τον άνεμο και τον οδηγεί προς τα κάτω. Ο αέρας βγαίνει από ένα απάνεμο άνοιγμα του κτιρίου. Εκμεταλλεύεται, έτσι, το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.



ΕΙΚΟΝΑ 3.62

Πύργος αερισμού.

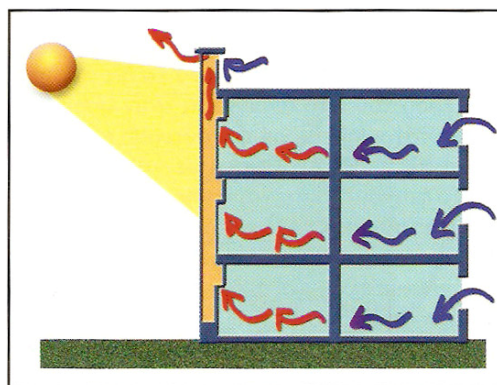
[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

Καμινάδες αερισμού μπορεί να είναι κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτηρίων. Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, 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. Σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι υποβοηθούμενοι από κάποιο ανεμιστήρα.

3.9.2.2 Ηλιακή καμινάδα

Η ηλιακή καμινάδα εκμεταλλεύεται τον ήλιο για να θερμάνει την εσωτερική της επιφάνεια.

Φέρει στη νότια ή νοτιοδυτική επιφάνειά της υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας (εν γένει έναν μικρό ηλιακό τοίχο). Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi [27] και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, καθώς μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους. Ο αέρας μέσα στην καμινάδα θερμαίνεται και ανεβαίνει προς τα πάνω και



ΕΙΚΟΝΑ 3.63

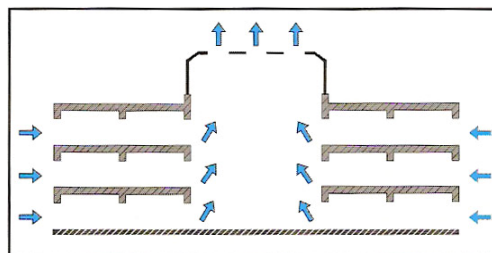
Η ηλιακή καμινάδα ενισχύεται με την θέρμανση του αέρα μέσα στην καμινάδα που είναι δυνατόν να επιτευχθεί με την κατασκευή της στην προσήλια πλευρά του κτιρίου.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

²⁷ Βλέπε κεφάλαιο ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, παρ. 3.3

αντικαθίσταται από αέρα του σπιτιού. Έτσι επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα. Συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο.

Παρατηρείται σε ψηλά κτίρια και ιδιαίτερα σε θέσεις με κατακόρυφα ανοίγματα όπως οι ανελκυστήρες ή οι σκάλες. Ιδιαίτερα ευνοεί την εμφάνιση του φαινομένου η παρουσία αίθριου στο κτίριο (εικόνα 3.64).



ΕΙΚΟΝΑ 3.64

Φαινόμενο της καμινάδας σε αίθριο.

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

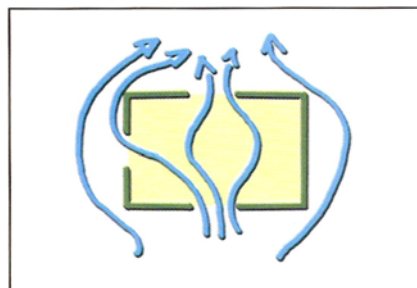
Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της ηλιακής καμινάδας [28] είναι ότι δεν εξαρτάται από τον άνεμο και έτσι μπορεί να εφαρμοσθεί σε καλοκαιρινές ζεστές, μέρες με άπνοια, οπότε και χρειάζεται περισσότερο ο αερισμός. Επιπροσθέτως, η κίνηση του αέρα είναι σχετικά σταθερή και ελεγχόμενη σε σχέση με τις διακυμάνσεις ενός ανέμου.

3.9.2.3 Διαμπερής αερισμός

Ο αέρας διεισδύει, λόγω διαφοράς πίεσης, μέσω των ανοιγμάτων σε ένα κτίριο. Ως βέλτιστη θεωρείται η διεύθυνση ανέμου που σχηματίζει γωνία 45° ως προς τα ανοίγματα εισόδου (εικόνα 3.65).

Η ταχύτητα του αέρα είναι μέγιστη, όταν τα ανοίγματα εισόδου του αέρα είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα εξόδου του και μάλιστα για καλύτερη διανομή του, όταν τα ανοίγματα αυτά είναι διαγώνια αντίθετα το ένα από το άλλο, το άνοιγμα εισόδου χαμηλότερα και το άνοιγμα εξόδου υψηλότερα.

Η χρήση μονόπλευρου αερισμού, δηλαδή ανοιγμάτων μόνο από τη μία πλευρά δε συνιστάται λόγω κακής κυκλοφορίας του αέρα.



ΕΙΚΟΝΑ 3.65

Διαμπερής αερισμός

[Πηγή: Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίουπουλος, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.]

²⁸ Η λειτουργία της ηλιακής καμινάδας είναι παρόμοια με τον τοίχο Trombe, σαν σύλληψη. Η ειδοποιός διαφορά είναι ότι ενώ ο τοίχος Trombe έχει μια θερμική μάζα για να απορροφάει την ηλιακή ενέργεια και ανακυκλοφορεί το θερμό αέρα για επίτευξη παθητικής θέρμανσης, η ηλιακή καμινάδα είναι σχεδιασμένη για να παρέχει αερισμό στο κτήριο κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Η μια πλευρά της καμινάδας αποτελείται από γυαλί, σε κάποια απόσταση d , από τον εσωτερικό τοίχο. Ο αέρας του εσωτερικού χώρου εισέρχεται στην καμινάδα από το κάτω άνοιγμα, ύψους z , με μια θερμοκρασία εισόδου $T_{f,i}$, που είναι ίση με την θερμοκρασία T_r του δωματίου. Ο θερμός αέρας διαφεύγει από την κορυφή της καμινάδας με θερμοκρασία εξόδου $T_{f,o} > T_{f,i}$. Η θερμοκρασία του τζαμιού είναι T_g , ενώ του τοίχου T_w .

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός [29] είναι ιδιαίτερα αποδοτικός, τι καλοκαιρινές μέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο κρύος αέρας, κυκλοφορώντας μέσα στο χώρο, απάγει τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στη θερμική μάζα του κτηρίου και έτσι την επόμενη μέρα, το κτήριο βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Για βελτίωση του διαμπερή αερισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεμοθραύστες, για να εντείνουν τις διαφορές πίεσης. Οι θαμνοφράκτες, για παράδειγμα, μπορούν να επιτρέψουν μια απαλή αύρα να φιλτράρεται μέσα από το φύλλωμα, ενώ ένας κτιστός ανεμοφράκτης δημιουργεί μια ήσυχη, προστατευμένη ζώνη πίσω του. Διάκενα στους ανεμοθραύστες, ανοίγματα μεταξύ των κτηρίων ή μεταξύ του εδάφους και ενός στεγάστρου από δέντρα μπορούν να δημιουργήσουν διαύλους ανέμου, αυξάνοντας κατά 20% περίπου τις ταχύτητες του ανέμου.

3.9.2.4 Αεριζόμενο κέλυφος

Πρόκειται για κατασκευή διπλού στρώματος δομικών υλικών, είτε στην οροφή είτε στις προσόψεις του κτηρίου, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί αέρας που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Λόγω διαφοράς πυκνότητας, δημιουργείται ροή στο διάκενο, και απάγεται ο θερμός αέρας. Το καλοκαίρι, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει στη σκίαση του περιβλήματος και, συνεπώς, στη θερμική προστασία του κτηρίου, αλλά και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο.

Τον χειμώνα, ο αέρας που κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού, οπότε μέσω του διπλού κελύφους, οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Πρέπει ωστόσο, να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους.

Με την χρήση αεριζόμενων δομικών στοιχείων αποτρέπονται φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στην τοιχοποιία (ή την οροφή) και τις επικαλύψεις, ενώ προστατεύονται τα δομικά υλικά του κτηρίου. Εφαρμόζεται κυρίως σε κτήρια μεσαίου ύψους και μεγάλου πλάτους. Παραλλαγή του συστήματος αποτελεί η αεριζόμενη γυάλινη πρόσοψη, η οποία χρησιμοποιεί δύο στρώματα διαφορετικών δομικών υλικών και ένα διάκενο αέρα ανάμεσα τους. Το εξωτερικό στρώμα της πρόσοψης είναι γυάλινο, ενώ το εσωτερικό από συμπαγές

²⁹ Για την αύξηση της απόδοσης του νυχτερινού αερισμού, συνίσταται η τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής που αυξάνουν την ταχύτητα του. Μελέτη σε κτήρια γραφείων της Αθήνας έχει δείξει ότι με την εφαρμογή του αερισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας, μπορεί να επιτευχθεί μείωση κατά 30% στις ανάγκες για ψυκτικά φορτία για τον κλιματισμό των χώρων.

υλικό. Πλεονεκτήματα τέτοιων συστημάτων είναι η επίτευξη πολύ καλών συνθηκών φυσικού φωτισμού στο κτήριο, σε συνδυασμό με αισθητικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, σημειώνεται αύξηση των θερμικών κερδών, αλλά και των θερμικών απωλειών.

3.9.3 Φυσική Ψύξη – Δροσισμός

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι, σε μια εποχή όπου η αύξηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών μονάδων και συστημάτων είναι ραγδαία και επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα καθώς τα κλιματιστικά συστήματα καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας, αυξάνουν σημαντικά το ηλεκτρικό φορτίο αιχμής της χώρας, αλλά και θερμαίνουν με τη λειτουργία τους το εξωτερικό περιβάλλον.

Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Από μετρήσεις σε βιοκλιματικά δροσιζόμενες κατοικίες στην Ελλάδα προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτίρια είναι σημαντικά χαμηλότερη από την εξωτερική θερμοκρασία (ως και 10 °C), ενώ παράλληλα παρατηρούνται συνθήκες άνεσης σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες (ως και 31,5 °C), καθώς λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα στους χώρους η παραμονή των ενοίκων γίνεται ευχάριστη. Σε αντίθεση με τα κλιματιστικά, που λειτουργούν με χαμηλές σχετικά θερμοκρασίες θερμοστάτη (π.χ. 26 °C) και επιβαρύνουν θερμικά τον περιβάλλοντα χώρο τους, τα συστήματα φυσικού δροσισμού, έχουν ήπιο τρόπο ανταλλαγής θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που μπορούν να εξασφαλίσουν ψύξη με φυσικό τρόπο. Ο αέρας που διαρρέει το κτήριο είναι δυνατόν να ψυχθεί με εξάτμιση, ενώ ο αέρας αερισμού μπορεί να μειωθεί με ψύξη του από το έδαφος. Είναι δυνατή και αποτελεσματική επίσης, η ψύξη ενός χώρου μέσω της νυχτερινής ακτινοβολίας θερμότητας προς τον ουρανό.

Μια λογική αύξηση της ταχύτητας του αέρα στο χώρο, μπορεί να προκαλέσει αυξημένη άνεση των ενοίκων, δεδομένου ότι η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του δέρματος.

Η ψύξη που αντιλαμβάνεται ένα άτομο μπορεί επίσης να εμφανιστεί με την αύξηση του ρυθμού εξάτμισης της επιφάνειας του δέρματος με τη δημιουργία κίνησης του αέρα, ώστε να διακόπτεται το στρώμα του κεκορεσμένου αέρα που περιβάλλει το σώμα.

Συνεπώς, υπάρχουν οι εξής τρόποι ψύξης:

- Από εξάτμιση [30]
- Από το έδαφος
- Από ακτινοβολία

3.9.3.1 Δροσισμός από εξάτμιση

Εξάτμιση συμβαίνει όπου η πίεση του ατμού νερού που είναι σε μορφή σταγονιδίων ή σε βρεγμένη επιφάνεια, είναι υψηλότερη από την μερική πίεση του υδρατμού σε παρακείμενη ατμόσφαιρα. Η αλλαγή φάσης του νερού από υγρό σε ατμό απαιτεί ένα ορισμένο ποσό θερμότητας, που ονομάζεται λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης. Όταν η απορρόφηση θερμότητας, για να επιτελεσθεί αυτή η αλλαγή φάσης, γίνεται από θερμό αέρα, εμφανίζεται πτώση της θερμοκρασίας του αέρα, με παράλληλη αύξηση των επιπέδων υγρασίας του.

Στην περίπτωση αυτή, συμβαίνει ο άμεσος εξατμιστικός δροσισμός, σε αντίθεση με τον έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό, που συμβαίνει όταν η εξάτμιση συνοδεύεται από μείωση της θερμοκρασίας του γειτονικού αέρα, χωρίς όμως να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία σε αυτόν. Η τελευταία περίπτωση απαντάται όταν η εξάτμιση του νερού γίνει πάνω σε μια επιφάνεια ή μέσα σε ένα σωλήνα.

Η ψύξη από εξάτμιση είναι δυνατόν να μεγιστοποιηθεί με την αύξηση της επιφάνειας επαφής του αέρα με το νερό, αλλά και με τη σχετική κίνηση του αέρα και του νερού. Η άμεση ψύξη από εξάτμιση, επειδή αυξάνει την υγρασία των εσωτερικών χώρων, πρέπει να συνδυάζεται από ικανοποιητικό ρυθμό ανανέωσης του αέρα, για αποφυγή συμπύκνωσης και ανάπτυξης μούχλας.

Τα συστήματα άμεσης εξατμιστικής ψύξης περιλαμβάνουν τη χρήση βλάστησης για εξατμισοδιαπνοή, καθώς και σιντριβάνια, κρήνες, πισίνες, υδάτινους πίδακες, σε εξωτερικούς χώρους κοντά στα κτήρια, αλλά και σε εσωτερικές αυλές και αίθρια, ώστε να ψύχουν τον αέρα που εισέλθει στο κτήριο. Μερικά συστήματα βασίζονται στη χρήση πύργων στους οποίους ψεκάζεται νερό. Ο εξωτερικός αέρας εισέρχεται στον πύργο, ψύχεται λόγω εξάτμισης (του ψεκαζόμενου νερού) και κατόπιν μεταφέρεται στο κτήριο.

³⁰ πύργος δροσισμού, άμεση – έμμεση συνδυασμένη εξάτμιση

Τεχνικές έμμεσου εξατμιστικού δροσισμού είναι οι ανοιχτές λίμνες οροφής και ο ψεκασμός των δωματίων με νερό. Επιπλέον, υπάρχουν και υβριδικές (μηχανικές) ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης). Ο δροσισμός από εξάτμιση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υγρά κλίματα όπου ο αέρας είναι κοντά στην κατάσταση κορεσμού.

3.9.3.2 Δροσισμός από το έδαφος

Πρόκειται για αξιοποίηση της χαμηλής θερμοκρασίας του εδάφους σε σχέση με τον αέρα περιβάλλοντος το καλοκαίρι (εικόνα 3.66). Ενώ σε πολλά σημεία μιας χώρας μπορεί να υπάρχουν ισχυρές διακυμάνσεις στη θερμοκρασία ανάλογα την εποχή, από καύσωνα το καλοκαίρι σε θερμοκρασίες υπό του μηδενός τον χειμώνα, μερικά μόλις μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης το έδαφος παραμένει σε μια σχετικά σταθερή θερμοκρασία.



ΕΙΚΟΝΑ 3.66
Ψύξη μέσω εδάφους

[Πηγή:
<http://www.gtko.gr/bioklimatika/page11/page11.html>]

Ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, οι θερμοκρασίες εδάφους κυμαίνονται από 10°C έως 21°C, για τον ελλαδικό χώρο.

Αυτή η θερμοκρασία εδάφους είναι θερμότερη από τον αέρα πάνω από το έδαφος κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ψυχρότερη από τον αέρα το καλοκαίρι. Η εκμετάλλευση αυτής της ιδιότητας του εδάφους μπορεί αν γίνει με δύο τρόπους. Είτε με διάχυση θερμότητας προς το έδαφος με αγωγή, είτε με μεταφορά.

- Στην πρώτη περίπτωση, μέρος του περιβλήματος του κτιρίου πρέπει να βρίσκεται σε άμεση επαφή με το εδαφικό υλικό. Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτηρίων, εφόσον το επιτρέπουν οι τοπογραφικές συνθήκες, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτηρίων. Με αυτόν τον τρόπο, σε θερμά και ξηρά κλίματα, αποβάλλεται θερμότητα από το εσωτερικό προς το έδαφος.

Για να εφαρμοσθεί αυτή η μέθοδος, τα τμήματα του περιβλήματος κάτω από το έδαφος δε θα πρέπει να μονώνονται, αλλά συνίσταται να υγραμονώνονται για να αποφεύγονται προβλήματα από την υγρασία στις επιφάνειες τους. Ωστόσο, σε κλίματα με ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτηριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος.

- Στη δεύτερη περίπτωση γίνεται χρήση υπεδάφιου συστήματος εναλλακτών, που σκοπό έχει να ψυχθεί ο αέρας για τον αερισμό του κτηρίου πριν εισέλθει στο κτίριο με τη διέλευση του μέσα από ένα υπόγειο αγωγό, αφού πρώτα αναρροφηθεί από ανεμιστήρες. Εκτός από το καλοκαίρι, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

3.9.3.3 Δροσισμός από ακτινοβολία

Για να γίνει μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία, πρέπει να υπάρχουν δύο παρακείμενες μάζες, οι οποίες να έχουν διαφορετική θερμοκρασία. Το θερμότερο στοιχείο ακτινοβολεί θερμότητα προς το ψυχρότερο. Αν το ψυχρότερο στοιχείο έχει σταθερή θερμοκρασία, το άλλο στοιχείο θα ψυχθεί τόσο ώστε να φτάσει σε κατάσταση ισορροπίας προς το ψυχρότερο.

Ο νυχτερινός θόλος, ακόμα και κατά την καλοκαιρινή περίοδο είναι σταθερά ψυχρός, όταν είναι καθαρός, χωρίς σύννεφα. Επομένως, κάθε κτιριακό στοιχείο που αντικρίζει τον ουρανό ανταλλάσσει θερμότητα με αυτόν. Για να υπάρχει σημαντική ροή θερμότητας, θα πρέπει οι διαφορές θερμοκρασίας να είναι τουλάχιστον 7° C. Με βάση αυτή την αρχή, ένα σημαντικό ποσό της θερμότητας που έχει συλλεχθεί σε μία μάζα νερού ή σε ένα κτίριο κατά τη διάρκεια της μέρας θα ακτινοβοληθεί προς τον ουρανό, τις νυχτερινές ώρες, σε καλό καιρό. Έτσι, στο τέλος της νύχτας έχει επιτευχθεί ψύξη του νερού ή του κτιρίου.

Οι αδιαφανείς κτιριακές επιφάνειες θα πρέπει να έχουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην περιοχή της ακτινοβολίας μικρού κύματος, ώστε να ανακλούν την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία, αλλά ταυτόχρονα να έχουν μέγιστη ικανότητα εκπομπής της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, ώστε να υποβοηθούν τη διαδικασία ακτινοβολίας θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό.

Σε υγρά κλίματα, η επίδραση της ακτινοβολίας θερμότητας δεν είναι τόσο έντονη, διότι ο υγρός αέρας είναι λιγότερο διαπερατός από την υπέρυθη ακτινοβολία [31], απ' ό,τι ο ξηρός αέρας. Η νυχτερινή ακτινοβολία από κατακόρυφες επιφάνειες είναι περιορισμένη, γι' αυτό γίνεται καλύτερη χρήση του φαινομένου στις οροφές των κτιρίων. Τα συνηθέστερα συστήματα νυκτερινής ακτινοβολίας είναι ο μεταλλικός ακτινοβολητής [32] τοποθετημένος στην οροφή του κτιρίου και η λίμνη οροφής, η οποία έχει ήδη αναλυθεί.

³¹ Μεγάλου μήκους κύματος

³² Βλέπε κεφάλαιο ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ, παρ. 3.4

3.10 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ, ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου (εικόνες 3.56 – 3.70). Το σχήμα και το περιβάλλον του κτιρίου είναι δύο από αυτούς. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να προκαλέσουν εισροή ηλιακών κερδών όταν ο δροσισμός είναι απαραίτητος, ή απώλειες θερμότητας όταν υπάρχει ανάγκη για συλλογή θερμικής ενέργειας. Δυο κτίρια με τον ίδιο όγκο και κατασκευασμένα από τα ίδια υλικά είναι δυνατόν να παρουσιάσουν τελείως διαφορετική ενεργειακή συμπεριφορά αν διαφέρει το σχήμα, ο περιβάλλον χώρος, αλλά και ο προσανατολισμός τους. Η τοποθέτηση ενός κτιρίου στο οικόπεδο πρέπει να είναι τέτοια ώστε να λαμβάνει υπόψη τις τροχιές του ήλιου, τη διάρκεια ηλιασμού και την ένταση της θερμικής ακτινοβολίας.

Πολύτιμο εργαλείο αποτελούν οι ηλιακοί χάρτες, οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στον καθορισμό του ανάγλυφου του περιβάλλοντος για το συγκεκριμένο οικόπεδο, καθώς επίσης και να ορίσουν τις ανάγκες σε σκιασμό από δέντρα ή γειτονικά κτίρια. Οι νότιες προσόψεις είναι οι πιο αξιόλογες, όσον αφορά στη δυνατότητα συλλογής ακτινοβολίας κατά το χειμώνα και αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Το σχήμα του κτιρίου, όπως είναι αναμενόμενο, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και τις κλιματολογικές συνθήκες μιας περιοχής. Ο λόγος της συνολικής επιφάνειας ενός κτιρίου προς τον όγκο του είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τα ηλιακά κέρδη και τις θερμικές απώλειες ενός κτιρίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια ενός κτιρίου τόσο μεγαλύτερα τα κέρδη / απώλειες. Ελάχιστος λόγος επιφάνειας προς όγκο από την άλλη μεριά, οδηγεί σε ελάχιστα κέρδη και ελάχιστες απώλειες.

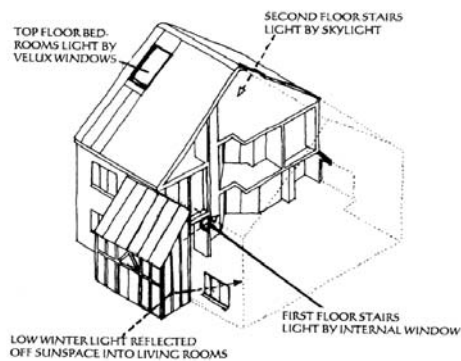
Το κτίριο σε σχήμα κύβου, αν και παρουσιάζει συνεπτυγμένο σχήμα δεν είναι το βέλτιστο, διότι για παράδειγμα δεν συμβάλλει στην προστασία των δυτικών τοίχων από την υπερθέρμανση.

Υστερα από έρευνες που έχουν διεξαχθεί σε σχέση με το σχήμα ενός κτηρίου, ως βέλτιστο σχήμα θεωρείται το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής – δύσης. Το σχήμα αυτό εξασφαλίζει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και τον ελάχιστο ηλιασμό το καλοκαίρι.

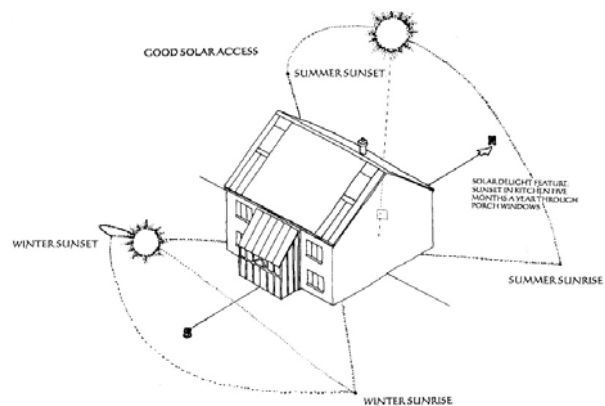
Συνεπώς, ο βέλτιστος προσανατολισμός ενός κτιρίου για την εύκρατη ζώνη θεωρείται ο νότιος. Φυσικά το πρόβλημα του προσανατολισμού εξαρτάται και από την τοπογραφία

μιας περιοχής, τους πολεοδομικούς περιορισμούς, τον άνεμο και την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς επίσης και από την προσπάθεια μείωσης του θορύβου.

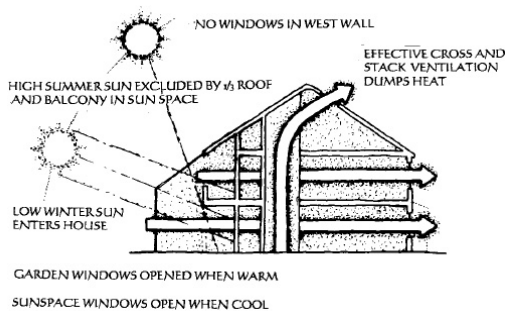
Μελέτες αναδεικνύουν ως βέλτιστο προσανατολισμό αυτόν που βρίσκεται 17,5° ανατολικότερα του νότου, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη [33] 40°. Τον χειμώνα παρέχεται έτσι προστασία από τους βόρειους ανέμους και το καλοκαίρι μειώνονται οι συνθήκες υπερθέρμανσης. Επίσης, ένα κτίριο που προστατεύεται από τη γη έχει μειωμένες απώλειες θερμότητας από διείσδυση, ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Αυτό οφείλεται στο ότι οι θερμοκρασίες του εδάφους μένουν σταθερές σε όλη τη διάρκεια του έτους και το χώμα συμβάλλει στο να δίνει μια πρόσθετη θερμική αντίσταση στο περίβλημα του κτιρίου.



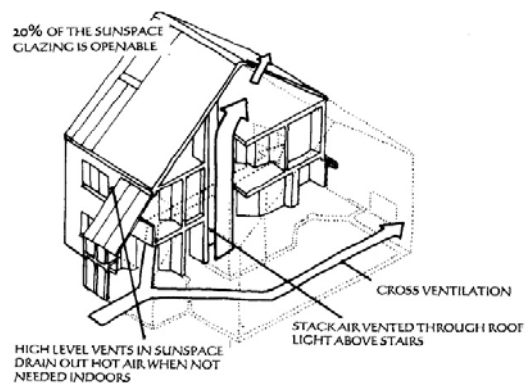
Φυσικός φωτισμός



Ηλιακό κέρδος



Αποφυγή υπερθέρμανσης



Εξαερισμός

ΕΙΚΟΝΕΣ 3.67 – 3.70

Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τον ορθό σχεδιασμό ενός βιοκλιματικού κτιρίου.

[Πηγή: Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), *Ecohouse: A design guide*, Oxford, Architectural press]

³³ Η Ελλάδα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 38°.

Πέρα από τα ηλιακά κέρδη, ο προσανατολισμός ενός κτιρίου σχετίζεται και με τις συνθήκες φυσικού φωτισμού. Μια κατοικία πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να εκμεταλλεύεται όσο το δυνατόν περισσότερο το φως κατά τη διάρκεια της μέρας. Ο σωστός προσανατολισμός του σπιτιού είναι εκείνος που εξασφαλίζει, επίσης, την ποσότητα και την ποιότητα του φωτός που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους.

Επίσης σημαντικός είναι ο τρόπος διαρρύθμισής των χώρων, ο οποίος πρέπει να γίνεται με βάση το βαθμό δραστηριότητας που πραγματοποιείται. Έτσι, οι χώροι συχνής χρήσης με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις προσανατολίζονται προς τον νότο, ενώ οι υπόλοιποι προς τη βόρεια πλευρά του κτιρίου.

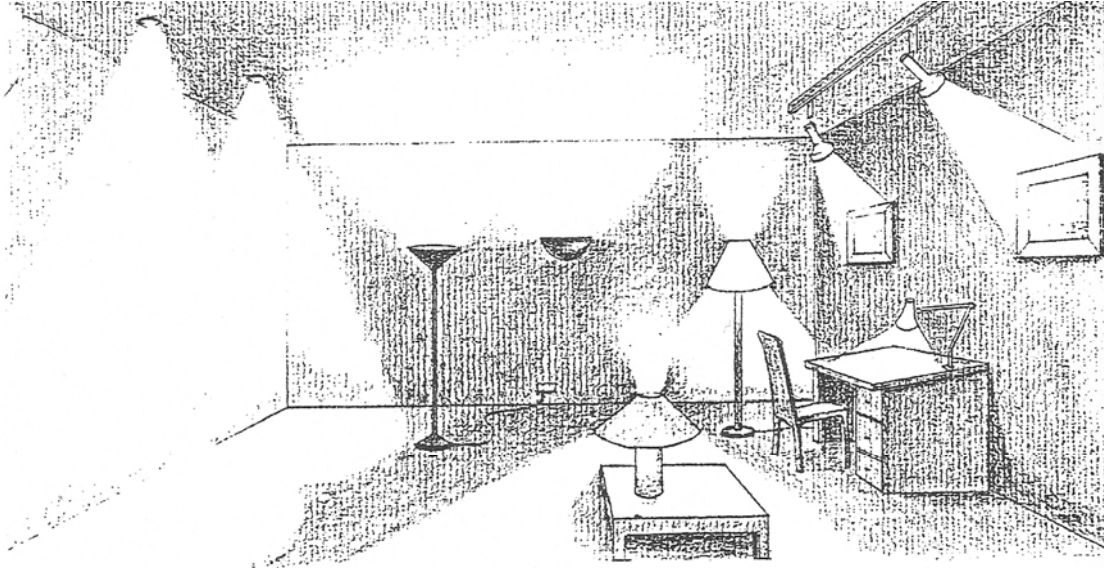
Για τα εύκρατα κλίματα στην βορινή πλευρά του κτιρίου, η οποία είναι η ψυχρότερη και η πιο σκοτεινή, πρέπει να τοποθετούνται χώροι μικρότερης χρήσης, όπως αποθήκες, κλιμακοστάσια και γκαράζ. Οι χώροι αυτοί προστατεύουν το υπόλοιπο κτίριο, λειτουργούν ως χώροι ανάσχεσης και μετριάζουν τις εξωτερικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Τα υπόγεια και οι σοφίτες μπορούν να επιτελούν παρεμφερείς λειτουργίες. Για να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά αυτοί οι χώροι, καλό είναι να υπάρχει μόνωση μεταξύ αυτών των τμημάτων του κτηρίου από τα άλλα τμήματα που θερμαίνονται καλύτερα. Στη νότια πλευρά, που δέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας κατά το χειμώνα και το ελάχιστο κατά το θέρος, μπορούν να προσαρτηθούν θερμοκήπια και βεράντες που συμβάλλουν στη δέσμευση της θερμικής ενέργειας, καθώς επίσης να τοποθετηθούν οι αίθουσες καθημερινής χρήσης όπως τα σαλόνια, η τραπεζαρία και η κουζίνα που έχουν ανάγκες σε φωτισμό και θέρμανση.

3.11 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Από τα αρχαία κιόλας χρόνια, ο φυσικός φωτισμός διαμόρφωνε τις ζωές των ανθρώπων. Πρωταρχικά, (στους ανθρώπους των σπηλαίων) με την διαφοροποίηση της ημέρας από την νύκτα, αλλά και αργότερα με την χρήση των ανοιγμάτων ή και παραθύρων για την είσοδο του φυσικού φωτός. Η ιστορία της αρχιτεκτονικής είναι συνώνυμη με την ιστορία των ανοιγμάτων και με την είσοδο του φυσικού φωτός και της ακτινοβολίας ως πηγής φωτός αλλά και θερμότητας.

Ο φυσικός φωτισμός και η ηλιακή ακτινοβολία είναι από τα βασικότερα συστατικά της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής καθώς υπάρχουν καθημερινά (σε μεγαλύτερη ή μικρότερη ένταση), και παρέχουν ενέργεια για φωτισμό με δύο τρόπους: αρχικά εισέρχονται στο κτίριο

ως «φως» και δεύτερον μπορούν να μετατραπούν σε διαφορετική μορφή ενέργειας με απλές επεμβάσεις στο εξωτερικό των κτιρίων.



ΕΙΚΟΝΑ 3.71

Ο τεχνητός φωτισμός στον χώρο.

[Πηγή: Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

Η σωστή εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού, μπορεί να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τον τεχνητό φωτισμό (εικόνα 3.71) και να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα και στην εξοικονόμηση ενέργειας, γενικότερα, ενός κτιρίου, στην οπτική άνεση και στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ενοίκων.

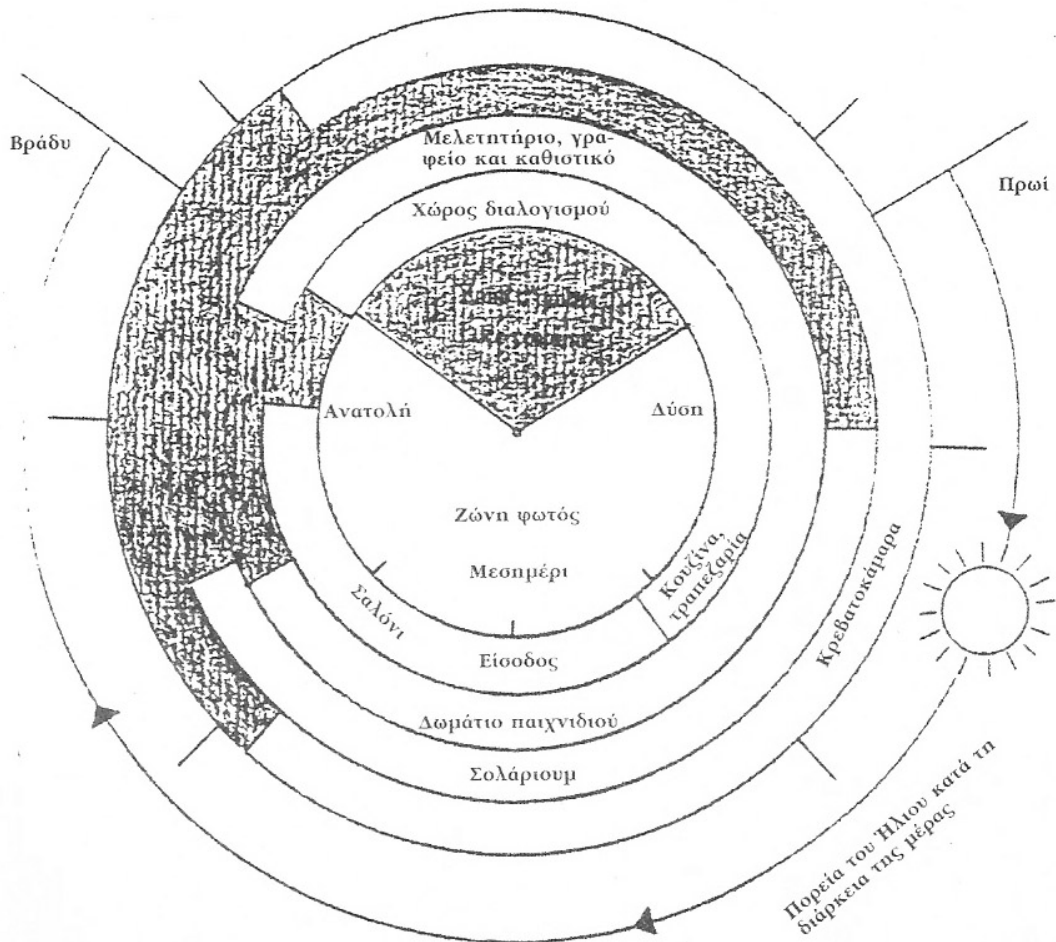
Ένα καλό σύστημα φυσικού φωτισμού λαμβάνει υπόψη:

- τον προσανατολισμό,
- την οργάνωση και τη γεωμετρία των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν,
- την εγκατάσταση,
- 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,
- 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.

Συνεπώς, σε ένα οικολογικό κτίριο, ο απώτερος στόχος είναι η μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό και όχι με τεχνητά μέσα και αυτό επιτυγχάνεται

με τον ορθό σχεδιασμό των ανοιγμάτων. Αξίζει, βέβαια, να σημειωθεί πως και σύμφωνα με τον μεγάλο αρχιτέκτονα Le Corbusier: «η ουσία της αρχιτεκτονικής βρίσκεται στην ανάδειξη των μορφών από το φως».



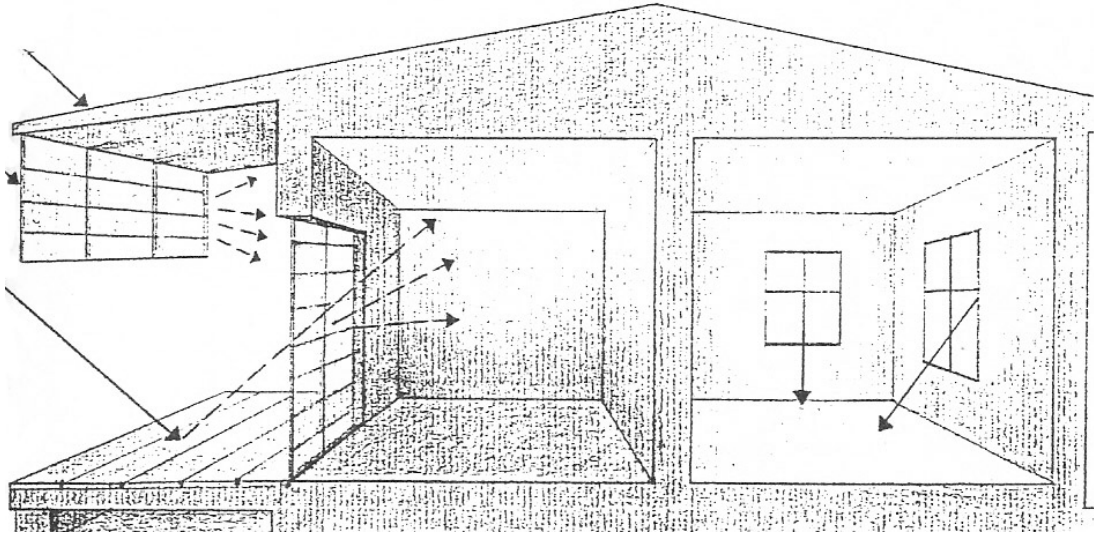
ΕΙΚΟΝΑ 3.72

Σχηματικό διάγραμμα που εξυπηρετεί στην μελέτη και τον σχεδιασμό των χώρων.

[Πηγή: Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

3.11.1 Φυσικός φωτισμός και ευεξία ενοίκων

Ο φυσικός φωτισμός στα κτίρια συνίσταται ιδιαίτερα, δεδομένης της μεταβλητότητας και της ευαισθησίας του, που δημιουργούν περιβάλλον πιο ευχάριστο από το αντίστοιχο μονότονο που δημιουργεί ο τεχνητός φωτισμός (εικόνα 3.73). Υποστηρίζεται ότι συνδέεται με την καλή ψυχική υγεία του ατόμου – χρήση και το σύνδρομο εποχικής συναισθηματικής διαταραχής.



ΕΙΚΟΝΑ 3.73

Φυσικός φωτισμός στους χώρους.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

Πειραματικές ομάδες με σημάδια μελαγχολίας είχαν μετρήσιμες αλλαγές στη διάθεση τους, όταν υπέστησαν σε θεραπεία με χρήση φωτός παρόμοιο με το ηλιακό κατά την θερινή περίοδο.

3.11.2 Οπτική άνεση

Η οπτική άνεση περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να εντοπίζει, να αναγνωρίζει και να αναλύει λεπτομερώς εύκολα ότι βρίσκεται στο πεδίο ορατότητας του, λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα, την ποιότητα και τη ακρίβεια της αντιληπτικότητας του.

Η οπτική άνεση εξαρτάται κατά κύριο λόγο από της συνθήκες φωτισμού του χώρου στον οποίο βρίσκεται το άτομο. Όταν υπάρχει ανεπαρκής φωτισμός, ή το φαινόμενο της θάμβωσης [34], η ικανότητα του ατόμου να δει αντικείμενα ή λεπτομέρειες σε ένα χώρο μειώνεται. Όσον αφορά στην οπτική άνεση, η ικανότητα του οφθαλμού να προσαρμόζεται στις αλλαγές στάθμης και στο χαρακτήρα του φωτισμού είναι πολύ σημαντική για τον μελετητή του φωτισμού.

Εφαρμόζεται εμπειρικά ότι το ανθρώπινο μάτι μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στην αλλαγή από το ζωηρό φυσικό φως της υπαίθρου, σε ένα χώρο με τεχνητό φωτισμό, αρκεί η στάθμη του τεχνητού φωτισμού (η ποσότητά του) να είναι το ένα εκατοστό (ή περισσότερο)

³⁴ Κακή κατανομή του φωτός που μπορεί να περισπά ελαφρά ή να τυφλώνει οπτικά τους ενοίκους, δημιουργώντας αίσθημα κόπωσης και δυσφορίας

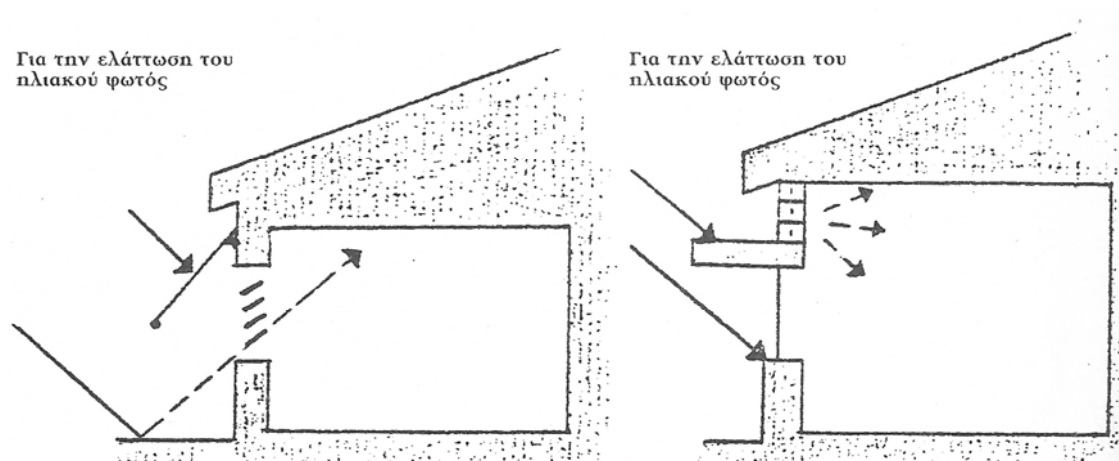
από την στάθμη του εξωτερικού φωτισμού. Το μέγεθος προσδιορίζεται από την ανάγκη του οφθαλμού να προσαρμοστεί όχι μόνο στην αλλαγή της στάθμης λαμπρότητας, αλλά επίσης στην αλλαγή στον χαρακτήρα του φωτός.

Για την εξασφάλιση καλής οπτικής άνεσης απαιτείται στους εσωτερικούς χώρους να υπάρχει όχι μόνο επαρκή ποσότητα φωτισμού αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο της θάμβωσης. Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα / υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα / ανακλαστικότητα). Ένας συμβατικός, μονός υαλοπίνακας μεταδίδει το 85% της ακτινοβολίας που προσπίπτει, ενώ ένας διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας εκπέμπουν μειωμένο ποσοστό ακτινοβολίας, περίπου 70% και 60% αντίστοιχα.

Για την αποφυγή των αρνητικών φαινομένων που προκαλεί η ηλιακή ακτινοβολία (όπως π.χ. θάμβωση) και για την εξασφάλιση της καλής οπτικής άνεσης ο μελετητής οφείλει να ακολουθήσει κάποια βήματα κατά τον σχεδιασμό.

1. Ανάλυση της τοποθεσίας: προσδιορίζεται η κατεύθυνση με την πιο ενδιαφέρουσα και ευχάριστη θέα και εξακριβώνεται η διαθεσιμότητα του ηλιακού φωτός στην συγκεκριμένη τοποθεσία.
2. Οργάνωση των εσωτερικών χώρων: οργανώνονται οι εσωτερικοί χώροι με αντιμετώπιση των απαιτήσεων φυσικού φωτισμού.
3. Κατανομή των ανοιγμάτων: τα ανοίγματα κατανέμονται και παίρνουν διαστάσεις με βάση τον όγκο των εσωτερικών χώρων που θα φωτιστούν.
4. Ηλιακός φωτισμός / σκίαση: οι διατάξεις σκίασης πρέπει να σχεδιάζονται με ακρίβεια.
5. Επαλήθευση της απόδοσης: αξιολόγηση το πόσο καλά διεισδύει το φως στο κτίριο.
6. Λεπτομερής ανάλυση της απόδοσης: προσαρμόζεται η διάταξη ώστε να βελτιώνεται η απόδοση.
7. Επιλογή υλικών: επιλέγονται τα υλικά ως προς την λειτουργία και την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Τέλος, υπάρχουν κάποια συστήματα ελέγχου του ηλιακού φωτός που εξασφαλίζουν στο μέγιστο δυνατό την οπτική άνεση μέσα στο κτίριο (εικόνα 3.74).



ΕΙΚΟΝΑ 3.74

Χρήση σκιάστρων για καλή οπτική άνεση.

[Πηγή: Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

3.11.3 Φυσικός φωτισμός και εξοικονόμηση ενέργειας

Ένας από τους τομείς με τους οποίους συνδέεται ο φωτισμός είναι ο τομέας κατανάλωσης ενέργειας. Από το σύνολο της παραγόμενης πρωτογενούς ενέργειας, περίπου το 1/3 χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Από αυτό, το ποσοστό πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιείται για φωτισμό υπολογίζεται σε περίπου 4%. Συνεπώς, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό φαίνεται να συνεισφέρει πολύ λίγο στην συνολική εξοικονόμηση ενέργειας.

Ωστόσο, εξετάζοντας τον κτιριακό τομέα οδηγείται κανείς στα εξής αποτελέσματα:

Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό για διάφορα είδη κτιρίων		
Είδος κτιρίου	Γενική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (%)	Ηλεκτρική κατανάλωση σε φωτισμό (%)
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ	35,5%	2,5%
ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ	39,5%	2,5%
ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΤΗΡΙΑ-ΚΤΗΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	12,0%	8,0%

Συμπερασματικά, στα εμπορικά κτίρια και στα κτίρια γραφείων, ο φωτισμός καταναλώνει μεγάλο ποσό από τις συνολικές ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα στοχεύουν στην μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας, που απαιτείται για φωτισμό και στην μείωση των ωρών χρήσης του τεχνητού φωτισμού.

3.11.4 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, υπάρχουν συστήματα και τεχνικές ελέγχου και ρύθμισης του φυσικού φωτισμού. Αυτά κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία	Αίθρια
Ανοίγματα οροφής	Φωταγωγοί / Φωτοσωλήνες

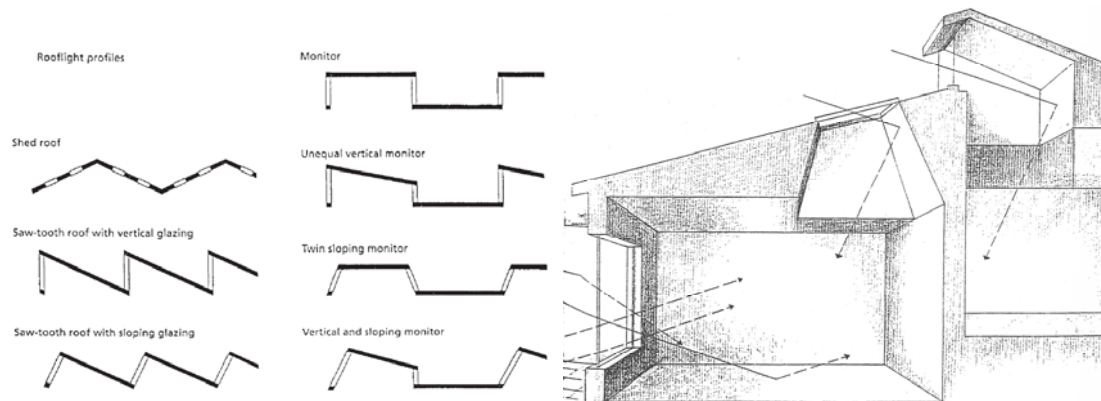
Ενώ, οι τεχνικές που σκοπεύουν στην βελτίωση αυτών των συστημάτων περιλαμβάνουν:

Ηλιοστάσια	Ράφια φωτισμού
Ειδικούς υαλοπίνακες	Ανακλαστικές περσίδες
Σκίαστρα	Διαφανή μονωτικά υλικά
Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά	

3.11.4.1 Ανοίγματα Οροφής

Τα ανοίγματα οροφής (εικόνα 3.75), μπορούν να φέρουν διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες και παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φωτός σε όλο το χώρο
- Παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός (που προτιμάται έναντι του άμεσου φωτός) από τον ουράνιο θόλο



ΕΙΚΟΝΑ 3.75
Ανοίγματα οροφής

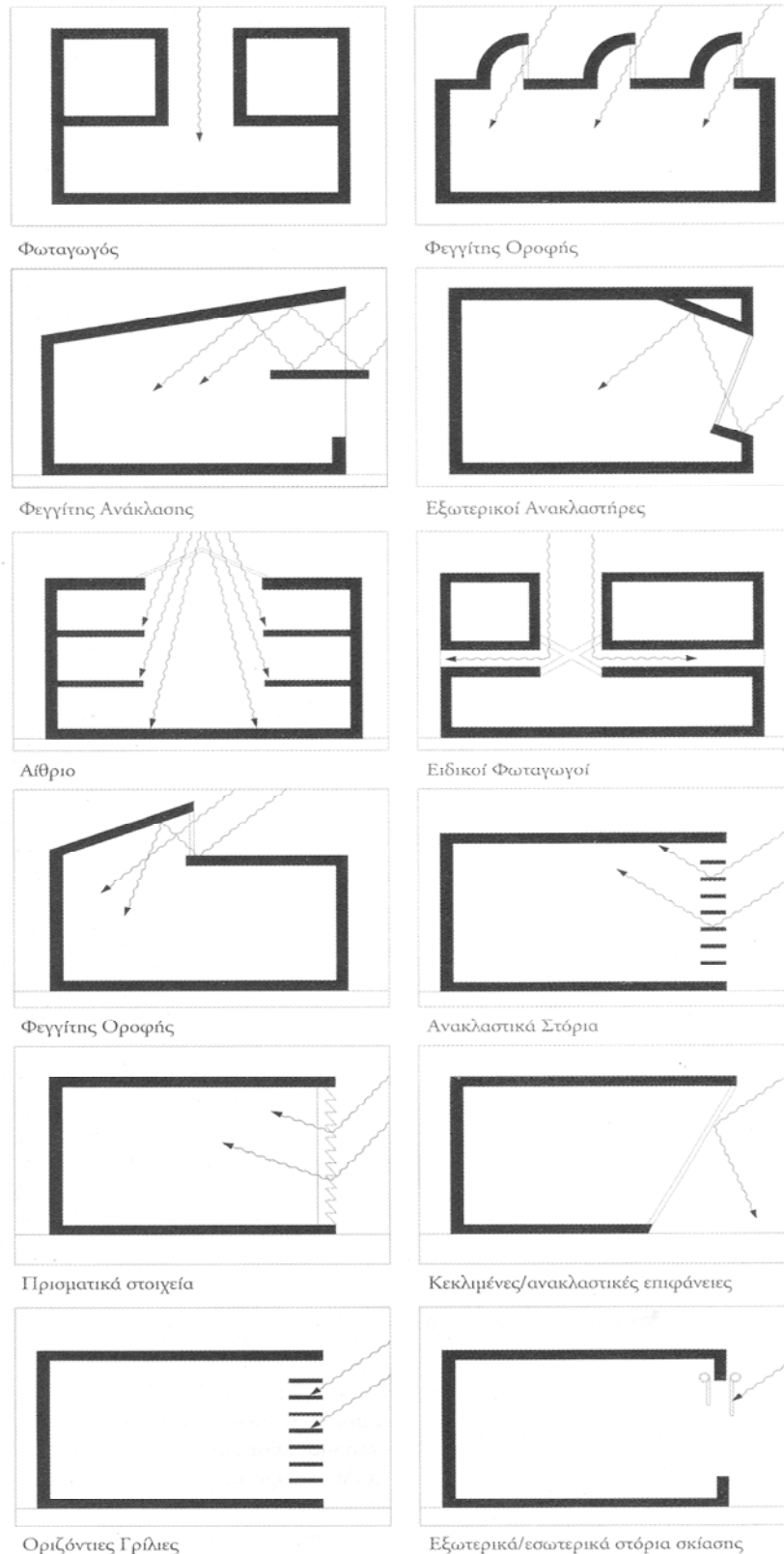
[Πηγή: Phillips, D., (2004), *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press, Oxford, Architectural press]

ΕΙΚΟΝΑ 3.76
Άνοιγμα στον κάθετο τοίχο και φεγγίτες στην οροφή.

[Πηγή: Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

Ωστόσο, το μειονέκτημά τους είναι ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόπτωση το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα λόγω της οριζόντιας θέσης τους, δεδομένου ότι ο ήλιος το καλοκαίρι είναι ψηλότερα.

Για το λόγο αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή (εικόνα 3.76), σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού, όπως είναι οι ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα (εικόνα 3.77).



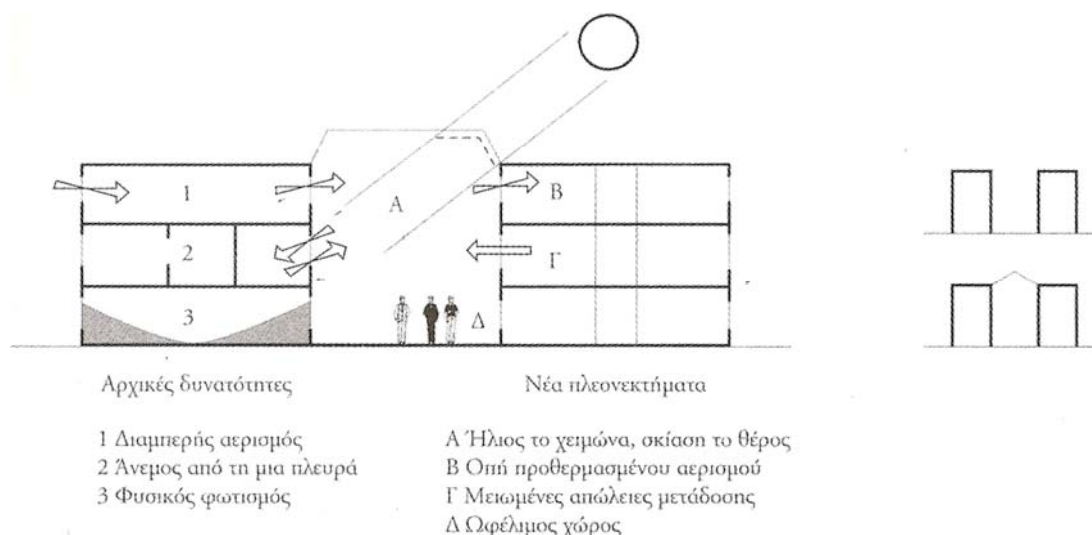
ΕΙΚΟΝΑ 3.77

Συστήματα ελέγχου του ηλιακού φωτός.

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

3.11.4.2 Αίθρια

Τα αίθρια [35] στο εσωτερικό ενός κτιρίου, συμβάλλουν στην βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, επιτρέποντας την είσοδο του φωτός στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου με παράλληλη αύξηση της στάθμης του στους διάφορους χώρους. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να μειωθούν τόσο η κατανάλωση ενέργειας όσο και τα ψυκτικά φορτία (εικόνα 3.78).



ΕΙΚΟΝΑ 3.78

Οι περιβαλλοντικές λειτουργίες που προέρχονται από τον ανοικτό χώρο του αιθρίου.

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική*, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

Συνήθως οι χώροι που φωτίζονται φυσικά, δέχονται και άμεσα ηλιακό φως από τον ήλιο. Στα αίθρια ο ουρανός είναι η γυάλινη οροφή και επομένως η λαμπρότητα είναι μειωμένη εξαιτίας της απορροφητικότητας του γυαλιού. Το φως που ανακλάται περνά επίσης και μέσα από το γυαλί.

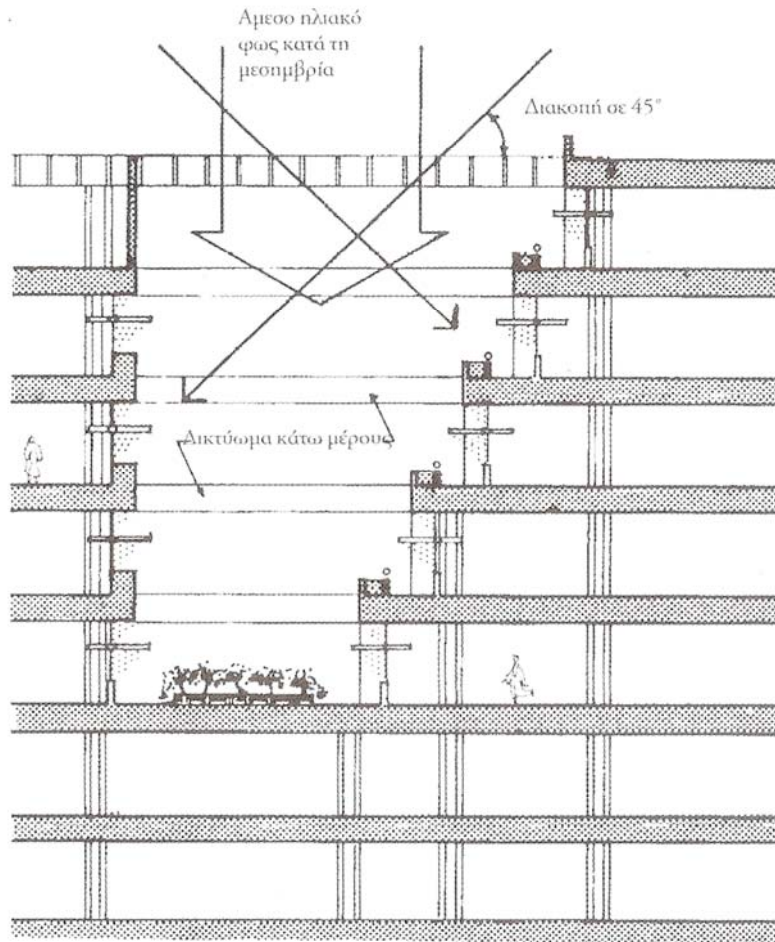
Η χρησιμότητα των αίθριων έγκειται στο γεγονός πως βοηθούν στην ομοιογενή κατανομή διάχυτου φωτός που προέρχεται από το ουράνιο θόλο, με αποτέλεσμα την αποφυγή της ανεπιθύμητης εμφάνισης του φαινομένου της θάμβωσης. Εξασφαλίζουν, δηλαδή, καλή οπτική άνεση για ένα κτίριο.

Η στάθμη φωτισμού των διάφορων χώρων (εικόνα 3.79) καθορίζεται από

- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αιθρίου,
- την ανακλαστικότητα των επιφανειών (τοιχών – δαπέδων) και

³⁵ Ιστορικά, τα αίθρια ήταν ακάλυπτες εσωτερικές αυλές μεταξύ κατοικιών στην Νότια Ευρώπη. Παρείχαν ένα εύκρατο κλίμα και αξιολογούνταν ως προστατευμένοι, ιδιωτικοί εξωτερικοί χώροι. Χρησίμευαν τόσο στον αερισμό των κατοικιών όσο και στον φυσικό φωτισμό.

- τα οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων που βρίσκονται στους χώρους που περιβάλλουν το αίθριο.



ΕΙΚΟΝΑ 3.79

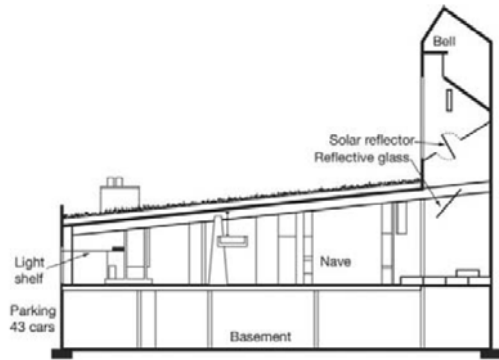
Τομή σε αίθριο που καλύπτεται από δικτύωμα. Πώς αυτό επηρεάζει την διάχυση του φωτός.

[Πηγή: Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας]

3.11.4.3 Ηλιοστάσια

Τα ηλιοστάσια είναι ένα σύστημα κατόπτρων και φακών που τοποθετούνται στα δώματα των κτιρίων και συλλέγουν το φυσικό φως (εικόνες 3.80 και 3.81). 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 φωτοσωλήνα ή ενός φωταγωγού, δια μέσου του οποίου μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου (εικόνα 3.82).



ΕΙΚΟΝΑ 3.80

Τομή σε κτίριο που έχει ηλιοστάσιο (Central United Methodist Church, Milwaukee, Wisconsin)

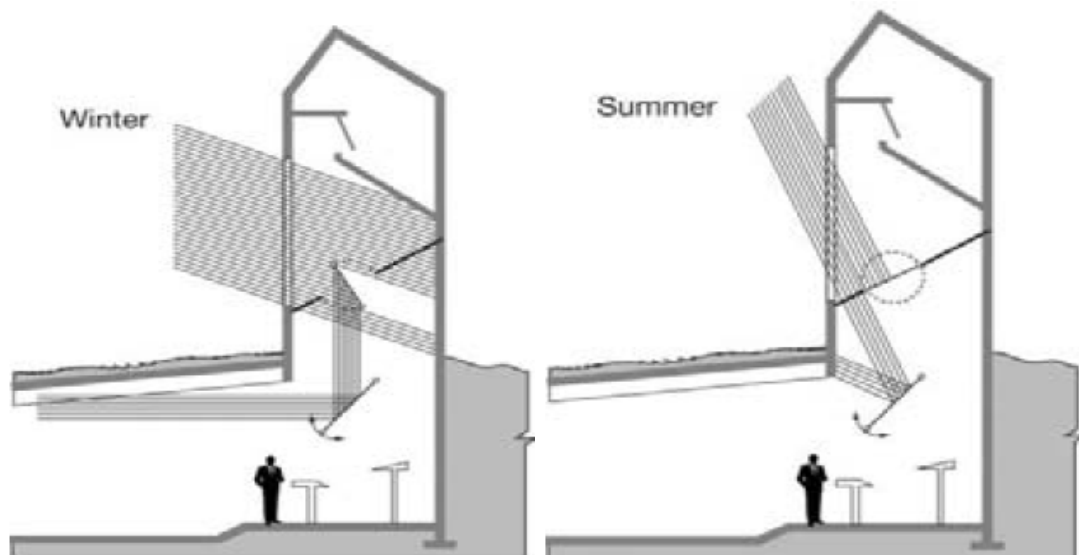
[Πηγή: Phillips, D., (2004), *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press, Oxford, Architectural press]



ΕΙΚΟΝΑ 3.81

Φωτογραφία του πύργου του Central United Methodist Church, Milwaukee, Wisconsin

[Πηγή: Phillips, D., (2004), *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press, Oxford, Architectural press]



ΕΙΚΟΝΑ 3.82

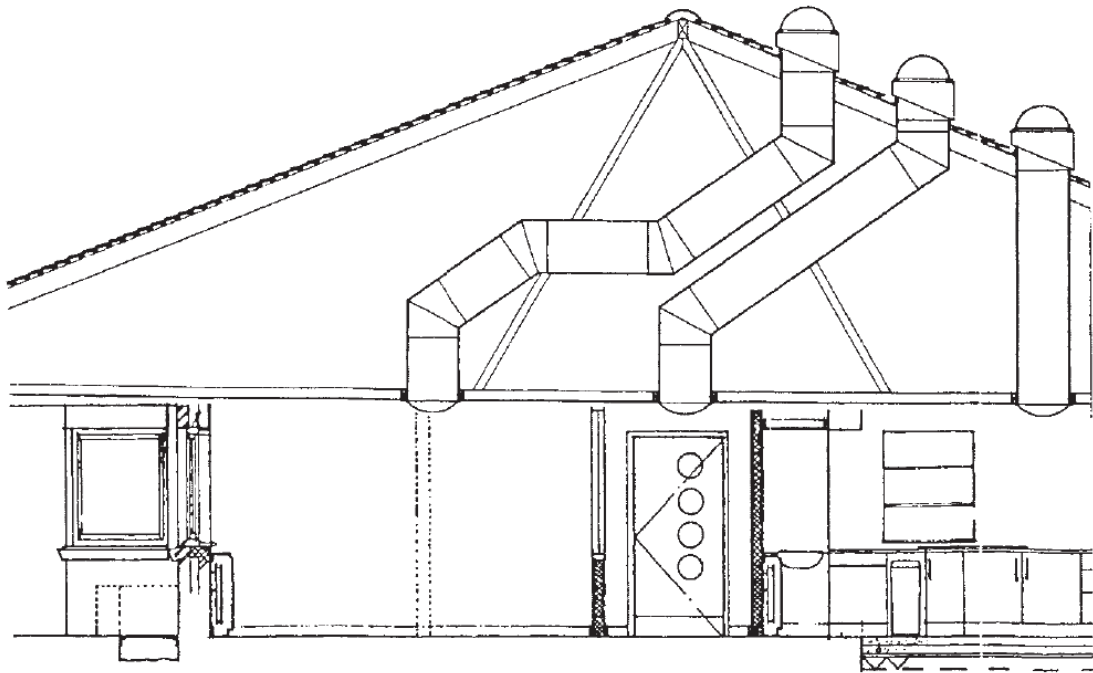
Τομή στο κτίριο τον χειμώνα και το καλοκαίρι.

[Πηγή: Phillips, D., (2004), *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press, Oxford, Architectural press]

3.11.4.4 Φωτοσωλήνες

Οι φωτοσωλήνες (light pipes) είναι σωλήνες διαμέτρου 0,5 m περίπου, που εξέρχουν από την στέγη, διαπερνούν τη σοφίτα ή το δώμα και καταλήγουν στο εσωτερικό του κτιρίου (εικόνα 3.83). Η εσωτερική επιφάνεια τους είναι κατασκευασμένη από υψηλά ανακλαστικό υλικό ικανό να ανακλάσει το φως σε μεγάλο βαθμό. Εξαιτίας αυτής της ιδιότητας, το φως μεταφέρεται στο κτήριο χωρίς μεγάλες απώλειες.

Αν ο φωτοσωλήνας έχει διαφανή τοιχώματα, καθίσταται γραμμική φωτεινή πηγή σε όλο το μήκος του. Για να μεταφέρεται κατά το μέγιστο η φωτεινή δέσμη, πρέπει να προσπίπτει κάθετα στη διατομή του φωτοσωλήνα. Διαφορετικά θα πρέπει ο φωτοσωλήνας να είναι μικρού μήκους και μεγάλης διατομής. Υπάρχουν φωτοσωλήνες από μέταλλο και άκαμπτα πλαστικά, πλήρως ακριλικοί φωτοσωλήνες, ενώ στο εσωτερικό τους μπορούν να έχουν γυάλινες ή πλαστικές οπτικές ίνες, οι οποίες τον καθιστούν ιδιαίτερα αποτελεσματικό, όταν η εισερχόμενη φωτεινή δέσμη χρειάζεται να διανεμηθεί σε επιμέρους δέσμες.



ΕΙΚΟΝΑ 3.83

Διάταξη φωτοσωλήνων σε κτίριο

[Πηγή: Phillips, D., (2004), *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press, Oxford, Architectural press]

Πλεονεκτήματα χρήσης Φωτοσωλήνα

- Αύξηση της παραγωγικότητας: δημιουργείται αίσθημα ευεξίας, δεν προκαλεί κόπωση στα μάτια και πονοκεφάλους από την πολύωρη έκθεση στο τεχνητό φως.

- Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας: οι φωτοσωλήνες παραμένουν αποδοτικοί ως τις απογευματινές ώρες ανεξάρτητα από την ηλιοφάνεια.
- Μηδαμινή μεταφορά θερμότητας στο εσωτερικό: το σύστημα του φυσικού φωτισμού με φωτοσωλήνες εκμεταλλεύεται το φως που προέρχεται μόνον από το ορατό μέρος του φάσματος. Αυτό σημαίνει, ότι παράλληλα με το φως δεν μεταφέρονται στο εσωτερικό η υπεριώδης και η υπέρυθρη ακτινοβολία και κυρίως η θερμότητα.
- Εύκολη εγκατάσταση
- Φιλικότητα προς το περιβάλλον: ακολουθούν τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και δεν αφήνουν βλαβερά κατάλοιπα που μολύνουν το περιβάλλον σε αντίθεση με τον υδράργυρο π.χ. των λαμπών φθορισμού.
- Μηδενικό κόστος λειτουργίας και συντήρησης

Οι φωτοσωλήνες χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο, ιδίως σε κτίρια που χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως είναι οι αποθήκες, αλλά και στον οικιακό τομέα, στους διαδρόμους και στους προθαλάμους – εισόδους. Δεν είναι σχετικά ακριβοί και εύκολα προσαρμόζονται σε υφιστάμενα κτίρια.

3.11.4.5 Φωταγωγοί

Μία παραλλαγή των φωτοσωλήνων είναι οι φωταγωγοί (light ducts) οι οποίοι είναι αγωγοί που διαπερνούν το κτίριο κάθετα, ώστε να μεταδίδεται το φως σε όλους τους ορόφους. Συνήθως, συνδυάζονται με ηλιοστατικούς καθρέφτες που ανακλούν το φως μέσα στον αγωγό, το οποίο μετά διαχέεται μέσω μιας σειράς από διαχυτικά τζάμια, κατάλληλης γεωμετρίας. Είναι δύσκολο, ωστόσο, να προσαρμοστούν σε υφιστάμενο κτίριο, λόγω των αλλαγών που χρειάζονται να γίνουν για τα ανοίγματα και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μόνο σε καινούρια κτίρια.

3.11.4.6 Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Πρόκειται για ημιδιαφανή στοιχεία, που διαθλούν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και αναλόγως της κατασκευής τους μπορούν είτε να της αλλάξουν κατεύθυνση, είτε να αποκλείσουν τελείως την είσοδο της. Τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου, ή μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι πρισματικοί ακριλικοί υαλοπίνακες, που αποτρέπουν την είσοδο των ηλιακών ακτινών με κατάλληλο προσανατολισμό. Για καλύτερη ηλιοπροστασία, είναι απαραίτητη η ρύθμιση της κλίσης τους ανάλογα με το ύψος του ήλιου.

Μια ειδική κατηγορία αποτελούν οι ασύμμετροι υαλοπίνακες (τα στοιχειώδη πρίσματα τους δεν έχουν όμοιες πλευρές), οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν την διεύθυνση των ηλιακών ακτινών, με σκοπό τη βελτίωση της οπτικής άνεσης. Άλλες κατηγορίες υαλοπινάκων έχουν αναπτυχθεί στο κεφάλαιο της ηλιοπροστασίας.

3.11.4.7 Ράφια Φωτισμού

Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδα, ή καμπύλα σταθερά στοιχεία (light shelves), που τοποθετούνται οριζόντια στα πλαίσια των ανοιγμάτων, πάνω από το επίπεδο του ματιού και προεξέχουν εξωτερικά ή εσωτερικά (εικόνα 3.84).

Από πάνω τους, στη συνέχεια του παραθύρου, υπάρχει άνοιγμα – θυρίδα. Σκοπό έχουν να μειώσουν το επίπεδο φωτισμού κοντά στο παράθυρο και να το αυξήσει στο πίσω μέρος του χώρου. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό στις νότιες όψεις, βελτιώνοντας τη διανομή του φυσικού φωτός, προκαλώντας μείωση των επιπέδων φωτισμού κοντά στο παράθυρο και αποφυγή της θάμβωσης.



ΕΙΚΟΝΑ 3.84
Ράφια φωτισμού

[Πηγή: http://www.nirsepes.eu/docs/Tzanakaki_Bioclima.pdf]

Τα εξωτερικά ράφια φωτισμού είναι πιο αποτελεσματικά από τα εσωτερικά, ενώ ο συνδυασμός τους επιφέρει μεγαλύτερη ακόμη απόδοση στο σύστημα. Ένας πρακτικός κανόνας υπαγορεύει ότι το μήκος του ραφίου πρέπει να είναι περίπου ίσο με το ύψος του παραθύρου που βρίσκεται πάνω του, ενώ το υλικό του πρέπει να είναι αρκετά ανακλαστικό.

3.11.4.8 Ανακλαστικές περσίδες

1. Σταθερές περσίδες: πλαίσιο με σταθερές περσίδες από ανακλαστικό υλικό που καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια ενός ανοίγματος ή τμήμα του (εικόνα 3.85). Η κλίση των περσίδων καθορίζεται έτσι ώστε να αποτρέπεται η διείσδυση των ηλιακών ακτινών το καλοκαίρι. Η ανακλαστική τους ικανότητα μπορεί να μειωθεί εξαιτίας της συγκέντρωσης ρύπων στην επιφάνεια τους και γι' αυτό απαιτείται συχνή συντήρηση.



ΕΙΚΟΝΑ 3.85

Ανακλαστικές περσίδες

[Πηγή: http://www.nirsepes.eu/docs/Tzanakaki_Bioclisma.pdf]

2. Ρυθμιζόμενες Περσίδες: προτιμούνται αντί των σταθερών γιατί οι σταθερές περσίδες λειτουργούν αποτελεσματικά μόνο για ορισμένη διεύθυνση των ηλιακών ακτινών. Η ρύθμιση των περσίδων αυτών γίνεται είτε χειροκίνητα, είτε μηχανοκίνητα. Πιο εξελιγμένα συστήματα περιλαμβάνουν καμπύλες περσίδες, οι οποίες είναι εξοπλισμένες με ρυθμιζόμενο πλαστικό φιλμ. Εκτός από την εκτροπή των ηλιακών ακτινών το καλοκαίρι και την αντιμετώπιση της θάμβωσης, λειτουργούν επίσης αποτελεσματικά όσον αφορά τον απαιτούμενο χειμερινό ηλιασμό. Τόσο οι σταθερές, όσο και οι κινητές ανακλαστικές περσίδες μπορούν να τοποθετηθούν εσωτερικά, αλλά και εξωτερικά του ανοίγματος, αλλά και στο διάκενο διπλών τζαμιών.

3.11.4.9 Διαφανή μονωτικά υλικά

Πρόκειται για υλικά που λειτουργούν όπως τα πρότυπα μονωτικά υλικά, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός δια μέσου αυτών. Περιορίζονται έτσι οι απώλειες από θερμική μετάδοση από το κτίριο, ενώ επιτρέπεται στο φως να συνεχίζει να μεταδίδεται.

Η διαφανής θερμομόνωση απορροφά τόσο την ακτινοβολία που προσπίπτει άμεσα στην επιφάνειά της όσο και τη διάχυτη ακτινοβολία. Για τον λόγο αυτό επιφέρει θετικά αποτελέσματα σε οποιαδήποτε όψη κι αν εφαρμοστεί. Μπορεί να τοποθετηθεί τόσο σε τοίχους, αλλά και σε οροφές. Εάν για λόγους οικονομίας αποφασιστεί να μη μονωθούν όλες οι όψεις, η πρώτη επιλογή είναι η νότια όψη και ακολουθούν η ανατολική και η δυτική. Η διαφανής μόνωση έχει 2 – 3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες.

Διαφανή μονωτικά υλικά μπορούν να τοποθετηθούν, επίσης, μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων. Η φωτοδιαπερατότητα των διαφανών υλικών κυμαίνεται μεταξύ του 45% - 80%, με μια μείωση γύρω στο 8% για κάθε φύλλο υαλοπίνακα. Το κόστος αυτών των υλικών παραμένει σχετικά υψηλό, ενώ απαιτούνται

ορισμένες βελτιώσεις, για να διατηρούνται οι αποδόσεις και οι θερμοοπτικές ιδιότητες των υλικών, καθώς και η διάρκεια ζωής τους. Σε υφιστάμενα κτίρια μπορεί να τοποθετηθεί πάνω από υπάρχουσα αμόνωτη τοιχοποιία, όπως γίνεται και η προσθήκη της συνήθους θερμομόνωσης.

3.12 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Όσον αφορά τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, οι προσπάθειες προσανατολίζονται σε δύο κατευθύνσεις:

A) Η πρώτη επιδίωξη είναι η ανεύρεση υλικών που θα έχουν βελτιωμένες ιδιότητες οι οποίες θα αξιοποιούνται για την αύξηση της απόδοσης ενός κτιρίου, όσον αφορά τη συλλογή, αποθήκευση και μετάδοση της θερμότητας. Οι ιδιότητες των υλικών που σχετίζονται με αυτές τις λειτουργίες είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα [36] και η θερμοαγωγιμότητα [37], οι οποίες είναι χαρακτηριστικές για κάθε υλικό.

B) Η δεύτερη επιδίωξη είναι η ανάγκη ανεύρεσης δομικών υλικών που να είναι επίσης και οικολογικά. Ένα από τα κριτήρια στα οποία υπακούει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι η επιλογή και η χρήση τοπικών οικοδομικών υλικών, που να είναι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, μετά από μελέτη των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων τους.

3.12.1 Δομικά υλικά και τοξικότητα

Τοξικότητα είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και αποτελούνται ή περιέχουν ουσίες που ονομάζονται τοξικές οι οποίες, όταν απελευθερώνονται μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και την υγεία των χρηστών του κτηρίου.

Χρώματα, συγκολλητικές ουσίες, πτητικές οργανικές ενώσεις, φορμαλδεΐδες, πετροχημικά προϊόντα που περιέχονται κυρίως στα πλαστικά, πετροχημικές βαφές κόλλες και ρητίνες,

³⁶ Ειδική θερμοχωρητικότητα: πρόκειται για την ενέργεια που χρειάζεται για να θερμανθεί ή να ψυχθεί ένα σώμα. Συγκεκριμένα, ορίζεται η ποσότητα της θερμότητας που παράγεται ή απορροφάται από κάποιο σώμα όταν η θερμοκρασία του μεταβληθεί κατά ένα βαθμό Κελσίου. Έτσι η θερμοχωρητικότητα ενός σώματος βρίσκεται αν πολλαπλασιασθεί η μάζα του επί της ειδικής του θερμότητας.

³⁷ Θερμοαγωγιμότητα: το αντίστροφο της θερμικής αντίστασης, και συνεπώς μετριέται σε μονάδες $W / K \cdot m^2$. Αναφέρεται σε συγκεκριμένο πάχος d στρώσης υλικού.

καθώς και άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οικοδομικών υλικών είναι υψηλά τοξικά και καρκινογόνα. Συνεπώς, στην επιλογή ενός δομικού προϊόντος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η τοξικότητα των συστατικών του, έτσι ώστε να αποφευχθούν προϊόντα που παράγονται, κατασκευάζονται ή περιέχουν ουσίες επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Έρευνες που έχουν διεξαχθεί, αποκαλύπτουν πως το 37% των δομικών προϊόντων έχουν μέση τοξικότητα και είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία, ενώ 2% είναι από τοξικά έως πολύ τοξικά.

Οι επιπτώσεις της τοξικότητας των υλικών στην υγεία περιλαμβάνουν:

- αναπαραγωγικές ανωμαλίες,
- τοξική δράση στο ανοσοποιητικό και το νευρικό σύστημα,
- καρκινογόνο και μεταλλαξιγόνο δράση,
- ερεθισμούς,
- ποικίλες αλλεργικές αντιδράσεις

Τα κυριότερα τοξικά υλικά είναι:

Ουσία – Υλικό	Χρήση
Αμιάντος	Παλιά κτήρια
Βενζόλιο	Βενζίνη
Πριονίδια ξύλου	Ξυλουργικές εργασίες
Νικέλιο	Ηλεκτροσυγκολλήσεις
Χρωμικός Ψευδάργυρος	Αντισκωριακές στρώσεις
Κάδμιο	Επιχρίσματα
Ενώσεις Χρωμίου	Βερνίκια ξύλου
Διοξίνες	Καμένα Κτήρια
Χρωμικός Μόλυβδος	Επιχρίσματα
Φορμαλδεΐδη	Συγκολλητικό
Συνθετικές ίνες	Μονώσεις
PCB	Λαμπτήρες Αερίου

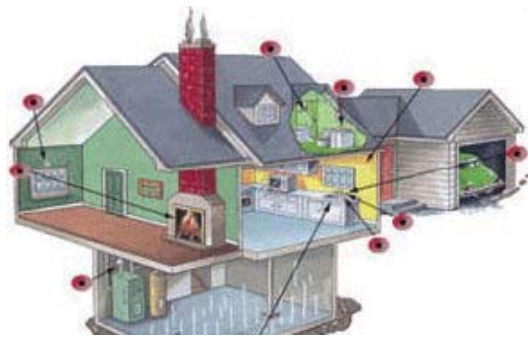
Τα περισσότερα δομικά προϊόντα ωστόσο, δεν περιέχουν μόνο ένα, αλλά δύο ή περισσότερα συστατικά που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και δρουν σωρευτικά, όσον αφορά την τοξικότητα τους. Το ίδιο ισχύει και για προϊόντα που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στις κατασκευές.

3.12.2 Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου

Έχει υπολογιστεί ότι ο σύγχρονος άνθρωπος ξοδεύει το 90% της ζωής του σε κλειστούς χώρους. Σε χώρους, δηλαδή, όπου συνήθως υπάρχουν εστίες θέρμανσης και συσκευές κλιματισμού, ενώ χρησιμοποιεί όλο και περισσότερο πολύπλοκες χημικές ουσίες στα καθαριστικά, στην κατασκευή επίπλων και στην επεξεργασία των ρούχων του. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, το 30% των νέων ή επισκευαζόμενων κτιρίων παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης». Η ρύπανση αυτή οφείλεται στον ανεπαρκή αερισμό του χώρου, στην ατμοσφαιρική ρύπανση, στη σκόνη και στα ακάρεα που υπάρχουν στο χώρο, στις ακτινοβολίες, αλλά και σε χημικούς ρύπους που οφείλονται στα υλικά κατασκευής.

Ο όρος «άρρωστο κτίριο» χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τα νεόκτιστα κτίρια που δεν προορίζονται για βιομηχανική χρήση αλλά για να στεγάσουν υπηρεσίες ή κατοικίες και τα οποία παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης». «Εσωτερική ρύπανση» θεωρείται η κακή ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων (εικόνα 3.86).

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τους χημικούς ρύπους, η φορμαλδεΐδη (που συναντάται στα μονωτικά υλικά από πίσσα, ουρεθάνες, ίνες ύαλου, αλκαλοειδή, κλπ., σε έπιπλα από κόντρα πλακέ, σε ψευδοροφές, σε νοβοπάν ή άλλα συνθετικά υλικά, όπως για παράδειγμα στις συνθετικές μοκέτες και σε ταπετσαρίες από συνθετικά υλικά), είναι μια πηγή ρύπανσης των χώρων στους οποίους ο άνθρωπος ζει και εργάζεται.



ΕΙΚΟΝΑ 3.86
Πηγές μόλυνσης μέσα στο κτίριο

[Πηγή: http://buildinggreen.gr/wp-content/uploads/2009/04/42_44a-1.jpg]

Ένας άλλος βλαπτικός παράγοντας είναι και ο αμίαντος που χρησιμοποιήθηκε ευρέως τις προηγούμενες δεκαετίες σε δομικά υλικά (τσιμέντο), υλικά ηχομόνωσης, πυροπροστασίας καθώς και σε μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Πρόκειται για ουσία καρκινογόνο που έπρεπε να έχει απομακρυνθεί από όλα τα κτίρια από τη δεκαετία του '70, όμως ο αμίαντος έκτοτε δεν εξαφανίστηκε από τα κτίρια. Στις περισσότερες περιπτώσεις όχι μόνο παραμένει σε πολλά κτίρια αλλά και απελευθερώνεται στον χώρο λόγω της παλαιώσης και φθοράς των υλικών επιδεινώνοντας την κατάσταση του κτηρίου.

Ρυπογόνες ουσίες είναι επίσης και οι τεχνητές ορυκτές ύλες (πετροβάμβακας / υαλοβάμβακας) που αντικαθιστούν τον αμίαντο σαν θερμομονωτικά υλικά, καθώς επίσης πτητικές οργανικές ουσίες, οι οποίες εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα, όπως χρώματα, πλαστικά, κόλλες, κ.λπ., όπου υπάρχουν ως διαλύτες.

Βέβαια, και ο καπνός από τα τσιγάρα συγκαταλέγεται στις ρυπογόνες πηγές που μπορούν να δημιουργήσουν ένα βλαβερό για τους ένοικους περιβάλλον, όπως επίσης τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το διοξείδιο άνθρακα που απελευθερώνονται από τις διάφορες συσκευές του χώρου.

Τα κυριότερα συμπτώματα που παρουσιάζουν οι ένοικοι κατά την παραμονή τους σ' ένα άρρωστο κτίριο είναι:

- η δύσπνοια
- ο ξηρός βήχας
- ο πονόλαιμος
- το βράχνιασμα
- η ρινόρροια
- η δακρύρροια
- το φτάρνισμα
- ο ερεθισμός του δέρματος (εξανθήματα)
- οι πονοκέφαλοι
- οι ζαλάδες
- η ναυτία
- η πνευματική κόπωση και σύγχυση
- η σωματική κόπωση
- ο λήθαργος
- οι πεπτικές διαταραχές

3.12.3 Θερμομονωτικά υλικά

Η πρώτη ενεργειακή κρίση των αρχών του 1970 αποτέλεσε σταθμό στην εξέλιξη των θερμομονωτικών υλικών, όπου η επιταγή περιορισμού των αναγκών σε θέρμανση οδήγησε σε άνθηση στην αγορά θερμομονωτικών υλικών που αυξήθηκε ταχύτατα για να φτάσει σ'

ένα κύκλο εργασιών της τάξης του 1.000.000.000 T το χρόνο. Ωστόσο, συχνά η χρήση πολλών από αυτά εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία και το περιβάλλον.

Μια σωστή θερμομόνωση, η οποία απαιτεί περίπου το 2 – 5% του αρχικού κόστους κατασκευής του κτιρίου, μπορεί να εξοικονομήσει μέχρι και το 50% του κόστους λειτουργίας της θέρμανσής του. Μια κατοικία 100m² καλά θερμομονωμένη, εξοικονομεί περίπου 2 τόνους πετρέλαιο σε σχέση με μια αμόνωτη κατοικία. Η καλή θερμομόνωση μπορεί να μειώσει τη μεταφορά θερμότητας μέσα από τους τοίχους, τα πατώματα, τις οροφές, τα παράθυρα, κ.λπ. κατά πολύ μεγάλο ποσοστό. Επιθυμητή είναι η χρήση υλικών με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας.

3.12.3.1 Θερμομονωτικά υλικά συμβατικά και μη

Στην αγορά κυκλοφορούν τα εξής θερμομονωτικά υλικά (συμβατικά και οικολογικά).

- Εξηλασμένη πολυστερίνη: υλικό μη ανακυκλώσιμο, προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδρογονάνθρακες), η παραγωγή του είναι ενεργοβόρος και είναι υπεύθυνο για τη διαφυγή πτητικών ουσιών αερίων στο περιβάλλον, όπως χλωροφθορανθράκων και πεντανίου. Συμβάλλει στην καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σε περίπτωση πυρκαγιάς απελευθερώνονται επικίνδυνα, τοξικά βρωμιούχα αέρια.
- Πολυουρεθάνη: υλικό μη ανακυκλώσιμο που προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Δεν επιτρέπει στο κτίριο να διαπνέει, ενώ έχει επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Είναι δυνατόν να απελευθερώνονται αμίνες, ουσίες επικίνδυνες, ενώ σε εκδήλωση φωτιάς παράγεται κυάνιο που είναι ιδιαίτερα τοξικό.
- Υαλοβάμβακας και πετροβάμβακας: η παραγωγή τους συνδέεται με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, είναι μη ανανεώσιμα (εκτός της υάλου), προέρχονται όμως από υλικά σε αφθονία. Έχουν αρνητικές επιδράσεις στην υγεία, για αυτό κατατάσσονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας στα εν δυνάμει καρκινογόνα υλικά που επιδρούν στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού [38].
- Περλίτης: αν και είναι μη ανανεώσιμο υλικό, βρίσκεται σε αφθονία στη φύση. Ανακυκλώνεται μερικώς και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες.
- Hraklith: αποδεκτό υλικό, που αποτελείται κυρίως από ξυλόμαλλο – ίνες ξύλου και τσιμέντο, που απαιτεί αρκετή ενέργεια για την παραγωγή του, αλλά μικρότερη σε σχέση με τα άλλα υλικά. Παρέχει υγιεινή θερμομόνωση, ηχομόνωση και

³⁸ Στη Γερμανία έχει απαγορευτεί η χρήση τους στα δημόσια κτήρια και εφαρμόζονται μόνο στα μικρότερα κτήρια όταν αυτά στεγανοποιηθούν απόλυτα.

ηχοαπορρόφηση, καθώς επίσης και πυροπροστασία λόγω της ορυκτοποίησης του ξύλου με το τσιμέντο. Επίσης, παρουσιάζει εξαιρετική πρόσφυση στο μπετόν και στα επιχρίσματα. Δεν επηρεάζεται από την υγρασία, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι απρόσβλητος από τους μικροοργανισμούς. Δεν συνδέεται με προβλήματα υγείας των ενοίκων και δεν απελευθερώνονται τοξικές ουσίες σε περίπτωση πυρκαγιάς.

- **Διογκωμένος φελλός:** 100% ανακυκλώσιμο υλικό, προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή (φελλόδεντρα) και η παραγωγή του απαιτεί χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Δεν έχει επιπτώσεις στην υγεία, είναι απόλυτα φιλικό, αρκεί η τοποθέτηση του να μη συνδυάζεται με χρήση συνθετικών κολλών. Μειονέκτημα του είναι το σχετικά αυξημένο κόστος του, συγκριτικά με τα άλλα θερμομονωτικά υλικά.

3.12.3.2 Διαφανής θερμομόνωση

Η διαφανής θερμομόνωση, όπως αναλύθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, αποτελεί εναλλακτική θερμομόνωση για την κατασκευή μεγάλων εξωτερικών επιφανειών. Οι θερμομονωτικές ιδιότητες [39] της είναι πολύ καλές, καλύτερες ακόμη και από διπλούς υαλοπίνακες. Η διαφανής θερμομόνωση μπορεί να εφαρμοσθεί και πάνω από υπάρχουσες αμόνωτες τοιχοποιίες, όπως ακριβώς συμβαίνει με τις παραδοσιακές μονώσεις.

3.12.4 Κριτήρια επιλογής Δομικών Υλικών

Ενδεικτικά παραδείγματα επιλογών σε δομικά προϊόντα				
ΕΦΑΡΜΟΓΗ	1η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	2η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	3η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	ΔΕ ΣΥΝΙΣΤΑΤΑΙ
Μόνωση Τοίχων	•Φελλός •Κυτταρίνη •Ξυλόμαλλο	•Πετροβάμβακας	•Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) •Υαλοβάμβακας	•Εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) •Πολυουρεθάνη
Εσωτερικοί Αγωγοί Αποχέτευσης	Κεραμικοί σωλήνες	•Πολυαιθυλένιο (PE) •Πολυπροπυλένιο (PP)	-	•PVC
Σωληνώσεις νερού	•Πολυπροπυλένιο (PP) •Πολυαιθυλένιο (PE) •Πολυβουτυλένιο	•Ανοξειδωτο ατσάλι	•Χαλκός	-
Εξωτερικές πόρτες	•Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης •Ξυλεία	•Ξυλεία κωνοφόρων με εμφυτεύματα βορικών αλάτων •Κόντρα πλακέ	•Αλουμίνιο •Ξυλεία κωνοφόρων με συντηρητικά	•Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία •PVC

³⁹ Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των υλικών αυτών είναι $1 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ για πάχος 10 cm, ενώ για διπλό υαλοπίνακα η τιμή είναι περίπου $3 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.

	κωνοφόρων χωρίς συντηρητικά	από ξυλεία αιθοφορικής διαχείρισης		
Εσωτερικές πόρτες	•Πιστοποιημένη ξυλεία αιθοφορικής διαχείρισης •Κυψελοειδής μορισανίδα	•Ευρωπαϊκή ξυλεία κωνοφόρων	•Κόντρα πλακέ από ξυλεία αιθοφορικής διαχείρισης •Νοβοπάν	•Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία •PVC
Πλακάκια και κάλυψη πατωμάτων	Λινόλαιο •Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αιθοφορικής διαχείρισης •Φελλός	•Κεραμικά πλακάκια (κατά προτίμηση με οικολογική σήμανση) •Ξυλεία επεξεργασμένη με συντηρητικά	•Καουτσούκ	•Φελλός με επίστρωση PVC ή πολυουρεθάνης
Επιστέγαστρα και διαφανή συστήματα επικαλύψεων	•Γυάλινα	•Πολυανθρακικά	•Ακρυλικά (Plexiglas)	•PVC

Ο παραπάνω πίνακας, δίνει ενδεικτικά τα κριτήρια επιλογής για διάφορα δομικά προϊόντα, βάση της μεθοδολογίας «Περιβαλλοντικής Προτίμησης», η οποία εφαρμόζεται με επιτυχία σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες που επιλέγουν και προωθούν την οικολογική δόμηση. Η «Περιβαλλοντική Προτίμηση» βασίζεται στην αξιολόγηση των υλικών κατασκευής και την βαθμονόμηση τους, λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους παράγοντες, έτσι ώστε να επιτευχθεί ένα είδος περιβαλλοντικής κατάταξης τους. Μερικά από τα κριτήρια αυτά είναι τα εξής:

- Η σπανιότητα των πρώτων υλών.
- Η οικολογική επίπτωση που σχετίζεται με την εξόρυξη και την παραγωγή των πρώτων υλών, καθώς επίσης οι εκπομπές ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Η ενεργειακή κατανάλωση σε όλα τα στάδια (εξόρυξη, επεξεργασία, μεταφορά).
- Η κατανάλωση νερού.
- Η χρήση ή έκλυση ουσιών επιβλαβών τόσο για την ανθρώπινη υγεία, όσο και για το περιβάλλον (π.χ. έκλυση τοξικών ουσιών).
- Η πρόκληση ηχορύπανσης ή δυσάρεστων οσμών.

3.12.5 Υλικά Νέας Τεχνολογίας – PCM

3.12.5.1 Τι είναι τα PCM

Τα υλικά αλλαγής φάσης (Phase Change Materials), έχουν την ιδιότητα να τήκονται και να στερεοποιούνται – να αλλάζουν δηλαδή φάση – στο εύρος των θερμοκρασιών στις οποίες χρησιμοποιούνται, με αποτέλεσμα να αποθηκεύουν, αλλά και να προσφέρουν μεγάλα ποσά ενέργειας (εικόνα 3.87).

Δεδομένου ότι η λανθάνουσα θερμότητα είναι η ενέργεια στη μορφή θερμότητας που αποβάλλεται ή απορροφάται από ένα υλικό κατά την αλλαγή φάσης, επιθυμητό είναι τα υλικά αλλαγής φάσης να παρουσιάζουν μεγάλη τιμή λανθάνουσας θερμότητας. Έχουν την ιδιότητα να ομαλοποιούν τις διακυμάνσεις θερμότητας στον εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας, με το να μειώνουν τις ακραίες θερμοκρασίες, που είναι αποτέλεσμα ακραίων εξωτερικών θερμοκρασιών που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Μειώνουν, λοιπόν, τις ανάγκες σε θερμικά και ψυκτικά φορτία εξασφαλίζοντας έτσι εξοικονόμηση ενέργειας για το χρήστη.



ΕΙΚΟΝΑ 3.87

Υλικά pcm

[Πηγή: <http://www.pcmproducts.net/>]

Με απλά λόγια θα μπορούσε να περιγραφεί η λειτουργία τους ως εξής:

Σε θερμοκρασία δωματίου τα υλικά αλλαγής φάσης βρίσκονται σε στερεά κατάσταση. Όταν όμως αυξηθεί η θερμοκρασία του χώρου, υγροποιούνται απορροφώντας θερμότητα την οποία παίρνουν από το δωμάτιο, το οποίο τελικά ψύχεται. Όταν δε η θερμοκρασία του χώρου πέφτει, τα υλικά αυτά στερεοποιούνται, αποβάλλοντας κατά τη διαδικασία της στερεοποίησης τους θερμότητα προς τον εσωτερικό χώρο.

Συνεπώς, είναι προφανές ότι ο εντοιχισμός τέτοιων υλικών σε τοιχοποιία, ή η χρήση τους σε συνεργασία με ενδοδαπέδια θέρμανση είναι μέθοδοι ιδιαίτερα αποδοτικές. Για τη χρήση των υλικών αλλαγής φάσης στα κτίρια είναι επιθυμητό αυτά να έχουν τις εξής ιδιότητες:

- Επιθυμητό σημείο τήξης πάνω από 25 °C
- Σχετικό χαμηλό κόστος παραγωγής και αγοράς
- Να μην είναι τοξικά, διαβρωτικά, ή εύφλεκτα
- Να παρουσιάζουν υψηλή αγωγιμότητα
- Μεγάλη τιμή λανθάνουσας θερμότητας

3.12.5.2 Κατηγορίες PCM

Με βάση τη σύσταση τους, τα υλικά που αλλάζουν φάση μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο κατηγορίες, τα οργανικά και τα ανόργανα υλικά:

Οργανικά υλικά

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει κυρίως τις παραφίνες και τα μικροκρυσταλλικά κεριά, καθώς επίσης τα λιπαρά οξέα, εστέρες, αλκοόλες λιπαρών οξέων ή και μίγματα αυτών. Τα πλεονεκτήματα τους είναι τα εξής:

- Είναι σχετικά φτηνά
- Είναι μη διαβρωτικά υλικά, χημικά και θερμικά σταθερά
- Σχετίζονται με μικρό κίνδυνο ρύπανσης του νερού
- Έχουν σχετικά χαμηλό κόστος σε σχέση με τα άλλα υλικά αλλαγής φάσης

Ωστόσο, παρουσιάζουν τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Είναι αναφλέξιμα σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (200)
- Έχουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας χαμηλότερο από τα ανόργανα υλικά
- Έχουν μικρότερη πυκνότητα από τα μη οργανικά
- Η λανθάνουσα θερμότητα υγροποίησης τους είναι επίσης χαμηλότερη από τα ανόργανα υλικά

Ανόργανα υλικά

Πρόκειται κυρίως για διαλύματα ένυδρων αλάτων, που παρουσιάζουν πολύ καλές ιδιότητες. Τα πλεονεκτήματα τους είναι:

- Έχουν μεγάλη τιμή λανθάνουσας θερμότητας και αγωγιμότητας
- Είναι μη αναφλέξιμα
- Έχουν σχετικά μεγάλη πυκνότητα

Στα μειονεκτήματα τους συγκαταλέγονται τα εξής:

- Είναι διαβρωτικά, για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η αποθήκευση των υλικών σε ενισχυμένη συσκευασία
- Δεν είναι θερμικά σταθερά
- Έχουν αρκετά μεγάλο κόστος αγοράς σε σχέση με τα οργανικά
- Αν εκτεθούν σε υγρασία εκφυλίζονται οι ιδιότητες τους

3.13 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων και των ήπιων μορφών ενέργειας απαιτεί ειδικό σχεδιασμό. Η αρχιτεκτονική του κελύφους του κτιρίου επηρεάζεται από την αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων στην προσπάθεια διερεύνηση της δυναμικής σχέσης ανάμεσα στο κτίριο, το κλίμα και τις μηχανικές εγκαταστάσεις.

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι:

- «καθαρή»,
- δεν έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον,
- είναι άμεσα αξιοποιήσιμη,
- δεν συνδέεται με πρόβλημα πολιτικής φύσης,
- δεν χρειάζεται μεγάλα επενδυτικά κεφάλαια και
- διαθέτει ανεξάντλητα αποθέματα.

Εννοιολογικά διακρίνονται δύο είδη εξοικονόμησης ενέργειας:

1. εξοικονόμηση συμπεριφοράς και
2. τεχνολογική εξοικονόμηση.

Η εξοικονόμηση συμπεριφοράς είναι εκείνη που προέρχεται από μεταβολές της συμπεριφοράς των τελικών καταναλωτών, που διακρίνεται σε δύο κατηγορίες :

1. μείωση της χρήσιμης ενέργειας που καταναλώνεται σαν τελικό προϊόν, όπως οι αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα, η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων, και
2. μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται σαν ενδιάμεσο προϊόν, δηλαδή μεταβολή στο μίγμα των αγαθών τελικής κατανάλωσης προς όφελος λιγότερο ενεργειακόρων αγαθών.

3.13.1 Συμπεριφορά των χρηστών

Σημαντικός παράγων, σε κάθε προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας σ' ένα κτίριο, είναι η «οικολογική», «κοινωνική» και «οικονομική» συμπεριφορά του χρήστη και βασίζεται στη συνειδητή συμμετοχή κοινωνικά ευαισθητοποιημένου ατόμου σε μία προσπάθεια που έχει σαν στόχο να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας.

Η τεχνολογική εξοικονόμηση είναι εκείνη που προέρχεται από τον ενεργειακό βαθμό απόδοσης των συστημάτων παραγωγής, μετατροπής, μεταφοράς – διανομής και

αξιοποίησης της ενέργειας. Έτσι στην κατανάλωση αυτή περιλαμβάνονται τα κελύφη των κτιρίων (μονώσεις, κουφώματα), η βελτίωση του βαθμού απόδοσης κινητήρων, καυστήρων και λοιπών συσκευών, η χρησιμοποίηση πλέον αξιόπιστων συστημάτων αυτοματισμού, η αλλαγή μεθόδων παραγωγικής διαδικασίας και άλλα.

3.13.2 Τεχνικές παρεμβάσεις για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια

Η εισαγωγή της θερμομόνωσης είχε σημαντική θετική επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων που κατασκευάστηκαν την τελευταία εικοσαετία. Εξετάζοντας, όμως, το εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο και τη διαχρονική μεταβολή του, διαπιστώνεται ότι η κατανάλωση ενέργειας για την εξυπηρέτηση κτιρίων αυξάνεται με έντονο ρυθμό. Το 1980 τα κτίρια απορροφούσαν το 22% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, ποσοστό που ως το 1994 είχε αυξηθεί στο 30,9%. Ως κυριότεροι λόγοι αυτής της εξέλιξης μπορούν να αναφερθούν:

1. Η μεγάλη πλειοψηφία των μη θερμομονωμένων κτιρίων που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 και που απαιτούν πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας για να εξασφαλίσουν, με τα σημερινά επίπεδα, τις αποδεκτές συνθήκες άνεσης.
2. Η συνεχής αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, των συστημάτων και συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια.
3. Η ολοένα ισχυρότερη απαίτηση για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας, ιδίως σε ότι αφορά τη θερμική άνεση το θέρος, που σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους των συσκευών, οδήγησε στην εγκατάσταση πάνω από 750.000 «κλιματιστικών συσκευών» τα τελευταία 5 χρόνια.

3.13.3 Η σημερινή κατάσταση των κτιρίων

Αν διακρίνει κανείς την κατανάλωση των κτιρίων ανάλογα με την ηλικία και τα κτιριοδομικά τους χαρακτηριστικά, αυτά που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον ποσοτικά και ποιοτικά είναι τα νεότερα. Το 89% της ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση και το κλιματισμό των κτιρίων, το 7% για το φωτισμό και όλες οι υπόλοιπες ανάγκες απορροφούν συνολικά 4%.

Η ανισόρροπη αυτή κατανομή οφείλεται κυρίως στους παρακάτω λόγους:

- Έλλειψη θερμικής προστασίας των κτιρίων που οδηγεί σε δυσανάλογα μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, προκειμένου να επιτευχθούν ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης, και
- Χαμηλό επίπεδο εξοπλισμού

3.13.4 Προοπτικές εξέλιξης και η αναγκαιότητα λήψης μέτρων

Ο κίνδυνος που ελλοχεύει είναι η σημαντική αύξηση της κατανάλωσης. Στην περίπτωση που δε ληφθούν έγκαιρα τα απαιτούμενα μέτρα εξορθολογισμού της χρήσης ενέργειας, η αύξηση της κατανάλωσης θα είναι σημαντική.

Προκύπτει, επομένως, επιτακτικά η ανάγκη να παρέμβει κανείς σήμερα, μειώνοντας την κατανάλωση σε διάφορους τομείς, όπου είναι δυνατό, κυρίως στη θέρμανση με την εφαρμογή θερμομόνωσης και στη συνέχεια στο φωτισμό, στην ηλιοπροστασία και στο φυσικό και ιδιαίτερα στο νυχτερινό δροσισμό. Έτσι θα αντισταθμιστεί η επερχόμενη αύξηση της κατανάλωσης εξαιτίας της βελτίωσης του επιπέδου εξοπλισμού και της αύξησης των κλιματιζόμενων χώρων. Στόχος της φιλόδοξης, αλλά ταυτόχρονα ρεαλιστικής πολιτικής, πρέπει να είναι η διατήρηση του σημερινού επιπέδου κατανάλωσης, με παράλληλη αναβάθμιση της ποιότητας των κτιρίων.

3.13.5 Δυνατότητες παρέμβασης

Για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες παρέμβασης, οι οποίες προσδιορίζονται σε τρία μεταξύ τους διακριτά επίπεδα:

1. Στο τεχνικό επίπεδο, με παρεμβάσεις στο κτίριο,
2. Στο διοικητικό επίπεδο, με την καθιέρωση του ενεργειακού διαχειριστή του κτιρίου,
3. Στο θεσμικό επίπεδο, με την αναθεώρηση της ισχύουσας νομοθεσίας για την κατανομή των δαπανών συντήρησης και ανάπλασης των κτιρίων ανάμεσα σε ιδιοκτήτη και χρήστη.

3.13.6 Εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια

Δυστυχώς, συχνά δίνεται μικρή προσοχή στην οικοδομική λειτουργία των κτιρίων κατά την φάση του σχεδιασμού ή της κατασκευής και τα προβλήματα ανακύπτουν μετά την

ολοκλήρωση. Προβλήματα δαπανηρής ενεργειακής λειτουργίας παρουσιάζουν πολλά κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν την έναρξη της εφαρμογής του «Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων» ή κτίρια που κατασκευάστηκαν χωρίς προδιαγραφές.

Για όλα αυτά τα κτίρια, πρέπει να μειωθούν οι ενεργειακές τους ανάγκες με επεμβάσεις στο περίβλημα (κέλυφος), τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά και τον αντίστοιχο εξοπλισμό, καθώς και τη βελτίωση της λειτουργίας των κλιματιστικών τους εγκαταστάσεων (θέρμανση – δροσισμός – αερισμός). Η προσπάθεια ολοκληρώνεται όταν οι χρήστες ενημερωθούν και εφαρμόσουν μερικούς βασικούς ενεργειακούς κανόνες σωστής χρήσης των χώρων.

3.13.7 Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου

Το περίβλημα του κτιρίου αποτελούν οι εξωτερικοί τοίχοι, το δάπεδο που εδράζεται στο έδαφος ή πάνω από την pilotis, η στέγη και τα κουφώματα των ανοιγμάτων, όπου μπορούν να γίνουν αποτελεσματικές επεμβάσεις. όπως και στον περιβάλλοντα χώρο που επηρεάζουν τη θερμική συμπεριφορά του κελύφους του κτιρίου.

3.13.8 Επεμβάσεις στους εξωτερικούς τοίχους

Οι εξωτερικοί τοίχοι των κτιρίων έχουν μεγάλα περιθώρια μόνωσης, κυρίως όταν η κατασκευή δεν διαθέτει καθόλου μόνωση και για τη δομή των εξωτερικών τοίχων έχουν χρησιμοποιηθεί κοινοί πλίνθοι ή σύνηθες σκυρόδεμα. Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται εξωτερική ενίσχυση ή προσθήκη θερμομόνωσης. Αλλά κάθε λύση πρέπει να προέρχεται από τις γνώσεις και την εμπειρία ειδικού. Κάθε πειραματισμός είναι δαπανηρός και αναποτελεσματικός.

Θερμομόνωση:

Επεμβάσεις στην τοιχοποιία

Η τοιχοποιία στις συνηθισμένες κατασκευές αποτελεί τη μεγαλύτερη επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου. Είναι αναμενόμενο επομένως να παρατηρούνται μεγάλες απώλειες θερμότητας από την τοιχοποιία, ιδιαίτερα όταν δεν έχει προβλεφθεί θερμομόνωση ή είναι ανεπαρκής. Η θερμομόνωση των τοίχων είναι δυνατό να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

- Με ειδικό εξωτερικό θερμομονωτικό επίστρωμα.
- Με ειδικό εσωτερικό θερμομονωτικό επίστρωμα.

- Με θερμομονωτική στρώση στον πυρήνα του τοίχου (δικέλυφη κατασκευή).
- Με θερμομονωτικά υλικά τα οποία είναι εμποτισμένα με μονωτικό υλικό [40].
- Με θερμική δυναμική μόνωση η οποία «παρακολουθεί» τη μεταβολή των θερμικών αναγκών και τις ανάγκες του κτιρίου και μεταβάλλει την θερμομονωτική της ικανότητα.

Τέτοια υλικά είναι τα ανακλαστικά υλικά, τα οποία εφόσον τοποθετηθούν σωστά και κατόπιν μελέτης έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν τα θερμικά φορτία. Στην πραγματικότητα μεταβάλλουν τους παράγοντες μεταφοράς θερμότητας ανάλογα με την επίδραση του περιβάλλοντος στο κτίριο [41].

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα συμβατικά υλικά παρουσιάζουν σχετικά σταθερή μονωτική συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά μερικά εξ αυτών, με την πάροδο του χρόνου, χάνουν τις θερμομονωτικές τους ιδιότητες. Όμως, τα επονομαζόμενα ανακλαστικά υλικά παρουσιάζουν μεταβολή της θερμομονωτικής τους συμπεριφοράς ανάλογη της επιβολής φορτίου. Δηλαδή, αυξάνουν τις μονωτικές τους ιδιότητες όσο αυξάνονται τα φορτία.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των υλικών αυτών, εφόσον τοποθετηθούν σωστά είναι η διατήρηση ομοιόμορφων φορτίων στους χώρους καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και μείωση των αναγκών αυτοματισμού στη λειτουργία των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Δεύτερο και σημαντικότερο όμως γνώρισμα αποτελεί η ιδιαίτερα υψηλή θερμομονωτική τους ικανότητα. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε μέγιστα φορτία ένα ανακλαστικό υλικό τοποθετημένο στη μέση της τοιχοποιίας, με πάχος 1 χιλιοστό λειτουργεί όπως ένα κοινό μονωτικό υλικό (π.χ. Roofmate, Wallmate, διογκωμένη πολυστερίνη, υαλοβάμβακας κ.λπ.) με πάχος περί τα 21 χιλιοστά. Αυτό από μόνο του επιφέρει μείωση στο πάχος του τοίχου κατά 20 χιλιοστά και αύξηση της εκμεταλλευτικής ικανότητας του τοίχου κατά 10 ~ 20%. Η αύξηση του εκμεταλλεύσιμου όγκου στο κτίριο είναι περί το 1% ή 1τ.μ. ανά 100 μ² κτιρίου.

Είναι χαρακτηριστικό ότι το θερμομονωμένο κτίριο με ανακλαστικό υλικό λειτουργεί δυναμικά στην αντιμετώπιση των φορτίων και αυξάνει την απόδοσή του αναλόγως των επιβαλλόμενων φορτίων. Χαρακτηριστική βοήθεια από την χρήση των ανακλαστικών

⁴⁰ Για παράδειγμα, τούβλα που έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία ή έχει συμπληρωθεί μέρος των οπών τους με θερμομονωτικό υλικό.

⁴¹ Αυξάνουν τη μονωτική τους συμπεριφορά κατά τις νυκτερινές ώρες το χειμώνα και τις μεσημβρινές ώρες το καλοκαίρι.

υλικών δημιουργείται λόγω της μονωτικής τους ικανότητας έναντι στην υγρασία της ατμόσφαιρας η οποία πολλές φορές είναι ιδιαίτερα ενοχλητική και επικίνδυνη αλλά μεταβάλλει ταυτόχρονα (μειώνει) τη θερμομονωτική συμπεριφορά της τοιχοποιίας. Η διείσδυση της υγρασίας στον τοίχο και η ύπαρξη συμπυκνωμάτων νερού στην επιφάνειά του δημιουργεί αφενός σημαντική μεταβολή στην αγωγιμότητα του τοίχου αλλά και αυξάνει την πιθανότητα δημιουργίας μικροοργανισμών (μύκητες) στους τοίχους.

(Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε κεφάλαιο *Παραπομπές και σημειώσεις* Παρ. – «Τεχνικές και μέθοδοι προστασίας για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια»)

3.13.9 Τεχνικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας

Η παρατεταμένη λειτουργία των κλιματιστικών, ώθησε στην έρευνα λύσεων ικανών να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας, χωρίς να ζημιώσουν την αξιοπιστία και την ακρίβεια της ψύξης. Διάφορες είναι οι επεμβάσεις που αποδείχτηκαν παραγωγικές:

- μείωση της ποσότητας αερισμού με εξωτερικό αέρα και λειτουργία των μηχανημάτων με τη μέγιστη απόδοση
- χρήση μονάδων αναθέρμανσης στα μηχανήματα που τροφοδοτούνται από το θερμό αέριο του συμπιεστή, στη θέση των ηλεκτρικών μονάδων
- χρήση συστημάτων ανάκτησης θερμότητας ή ελεύθερου δροσισμού (free-cooling).

Η χρήση συστημάτων ανάκτησης θερμότητας, που χρησιμοποιούν τη θερμότητα προς διάθεση στο συμπυκνωτή, αποτελεί μία περαιτέρω πηγή εξοικονόμησης ενέργειας.

Μερικές από τις χρήσεις της ανακτημένης θερμότητας είναι:

- χειμερινή προθέρμανση του εξωτερικού αέρα έως τους 18 – 21 °C
- αναθέρμανση του αέρα παροχής, σε φάση αφύγρανσης, έως τους 37,5 – 43 °C.
- θέρμανση και προθέρμανση του νερού για την εγκατάσταση θέρμανσης του κτιρίου.

3.13.10 Θερμική ακτινοβολία – Ακτινοβολία θερμότητας

Οι επιφάνειες των κτιρίων αποβάλλουν θερμότητα προς τον ουρανό κατά τη διάρκεια της νύχτας, λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας κατά 10 – 14 °C σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνεια της γης. Την περισσότερη θερμότητα εκπέμπουν οι οριζόντιες επιφάνειες των δωματίων. Αυτός ο τρόπος δροσισμού μπορεί να ενισχυθεί και με την τοποθέτηση μεταλλικών ακτινοβολητών.

3.13.11 Απόρριψη θερμότητας στο έδαφος

Η θερμοκρασία του εδάφους, σε κάποιο βάθος, είναι χαμηλότερη της θερμοκρασίας του αέρα. Τα ημι – υπόσκαφα μέρη των κτιρίων, μια πρακτική συνήθης στους οικισμούς σε επικλινές έδαφος, είναι πιο δροσερά. Άλλος τρόπος αξιοποίησης αυτής της χαμηλής θερμοκρασίας, είναι η ενσωμάτωση στο έδαφος αγωγών, στους οποίους κυκλοφορεί νωπός αέρας που ψύχεται και αποβάλλει την περίσσεια υγρασίας. Έτσι προσάγεται στα κτίρια δροσερός ξηρός αέρας που απορροφά τη θερμότητα και την υγρασία του χώρου.

3.13.12 Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο

Είναι συχνά αρκετά απλό να επιτευχθεί σημαντική μείωση των ενεργειακών αναγκών με μερικές απλές επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο. Οι επεμβάσεις αυτού του είδους, αποσκοπούν κυρίως στην επιθυμητή αυξομείωση της δράσεως του ανέμου και του ηλιασμού του κτιρίου.

Η παρουσία, για παράδειγμα, φυλλοβόλων δένδρων κοντά στο κτίριο και κυρίως στην νότιο-ανατολική πλευρά, επιτρέπει ισχυρό ηλιασμό τον χειμώνα (συνεισφέρει στη θέρμανση) και αποτροπή του ισχυρού ηλιασμού το καλοκαίρι (μείωση θερμικών φορτίων).

Ανάλογη μπορεί να είναι η δράση δένδρων με πυκνό φύλλωμα ή η παρουσία αναρριχώμενων φυτών στους βόρειους τοίχους. Τα πυκνά φυλλώματα προστατεύουν από τον ισχυρό άνεμο και ειδικά τα αναρριχώμενα λειτουργούν ως πρόσθετη θερμομόνωση, αρκεί ο τοίχος να διαθέτει ισχυρή μόνωση έναντι υγρασίας.

Σε μέσου ύψους κτίρια είναι δυνατή η κατασκευή προστατευτικών τοιχίων, σε κατάλληλη θέση και απόσταση από το κτίριο.

3.13.13 Υποχρεωτική εκπόνηση ενεργειακής μελέτης βιοκλιματικού σχεδιασμού για όλα τα νέα κτίρια

Η μελέτη αυτή θα περιλαμβάνει όλα τα μέτρα ελαχιστοποίησης των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων (χειμώνα-θέρος) και θα πρέπει να καταλήγει σε ορισμένες ανώτατες επιτρεπόμενες τιμές κατανάλωσης ενέργειας ανά m² ωφέλιμης επιφάνειας, για θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό, κίνηση κ.λπ.

3.13.14 Μέτρα ελαχιστοποίησης της ενέργειας

- Ορθή εφαρμογή της θερμομόνωσης
- Τήρηση νέων συνθηκών εσωκλίματος κτιρίων
- Χρησιμοποίηση θερμομονωτών – αεροστεγών κουφωμάτων
- Κατάλληλη διάταξη των κτιρίων
- Κατάλληλη διάταξη των χώρων εντός των κτιρίων
- Μείωση της διείσδυσης του αέρα στα κτίρια
- Εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα
- Υποχρεωτική ηλιοπροστασία των γυάλινων επιφανειών το θέρος με κατάλληλα οριζόντια, κάθετα ή κεκλιμένα, κινητά ή σταθερά σκίαστρα για τη μείωση των θερμικών φορτίων
- Ορθή επιλογή της «θερμικής μάζας» του κτιρίου που αμβλύνει τις ακραίες θερμοκρασίες του εξωτερικού περιβάλλοντος
- Βελτιστοποίηση του σχήματος των κτιρίων με ενεργειακά κριτήρια
- Εξασφάλιση δροσισμού των κτιρίων με κατάλληλο μέγεθος, σχήμα και θέση παραθύρων
- Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων στο κέλυφος του κτιρίου
- Κατάλληλη φύτευση γύρω από τα κτίρια για τη δημιουργία ευνοϊκού εξωτερικού μικροκλίματος
- Μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού των χώρων με τη χρήση οριζόντιων ανοιχτόχρωμων σκιάστρων που αντανακλούν το φως της ημέρας στο βάθος των χώρων
- Ορθή επιλογή του συστήματος φωτισμού των κτιρίων (είδος λαμπτήρων, αυτοματισμός κ.λπ.).
- Ο χρωματισμός της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου, ιδίως όταν η θερμομόνωση δεν είναι αρκετά ισχυρή μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα ηλιακά φορτία τα οποία θα παραληφθούν από το περίβλημα του κτιρίου και βαθμιαία θα οδηγηθούν στο εσωτερικό του.

3.13.15 Ολοκληρωμένο επιστημονικό πρόγραμμα ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας

Αυτό περιλαμβάνει:

- Τον τομέα της σωστής ενεργειακής τεκμηρίωσης

- Τον τομέα της ενημέρωσης των καταναλωτών
- Τον τομέα εκπαίδευσης των τεχνικών όλων των βαθμίδων
- Τον τομέα κρατικών πρωτοβουλιών δημιουργίας ευνοϊκού κλίματος για την πραγματοποίηση επενδύσεων σε εξοικονόμηση ενέργειας.
- Τον τομέα της εφαρμοσμένης έρευνας
- Τον τομέα της βελτίωσης των συντελεστών μετατροπής των πρωτογενών μορφών ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια
- Τον τομέα της ορθολογικοποίησης και της αύξησης του ποσοστού της χρήσιμης ενέργειας στον οικιακό, βιομηχανικό και μεταφορικό τομέα.

3.14 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

Στοιχεία βιοκλιματικής συναντώνται από τα αρχαία, ακόμα, χρόνια, όπως φαίνεται όχι μόνο στα απομνημονεύματα του Ξενοφώντα, αλλά και στα 5 σημαντικά βιβλία αρχιτεκτονικής του Βιτρούβιου, που μιλάει περί φυσικής και ιατρικής του κτιρίου.

"Στην αρχαία Ελλάδα ο αρχιτέκτονας που αναλάμβανε να σχεδιάσει και να χτίσει ένα κτίριο θα έπρεπε να γνωρίζει γεωμετρία, ιστορία, φιλοσοφία, μουσική, ιατρική και επιπλέον ήταν αναγκαίο να είχε έστω και μέτριες γνώσεις αστρονομίας, μετεωρολογίας και γενικά να γνώριζε, όσο γινόταν καλύτερα τους νόμους της Φύσης. Με δυό λόγια θα έπρεπε να ήταν κάτοχος Οικοδυναμικών γνώσεων ή απλά ένας πανεπιστήμων!"

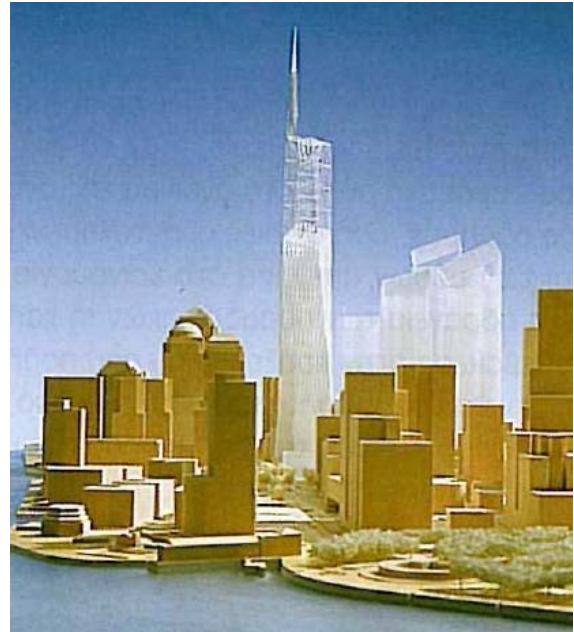
"Όπως συμφωνούν μεταξύ τους όλοι οι μεγάλοι φιλόσοφοι αλλά και οι αρχιτέκτονες της αρχαιότητας, Ξενοφώντας, Αριστοτέλης, Βιτρούβιος και άλλοι, το πρώτιστο που πρέπει να γνωρίζει ο αρχιτέκτονας ή ο ιδιοκτήτης πριν κτίσει ή αγοράσει ένα σπίτι είναι ο σωστός ηλιασμός και ο προσανατολισμός. Σε ότι αφορά το πρώτο, πρέπει να μελετήσει τη διεύθυνση των ηλιακών ακτίνων σε διαφορετικές ώρες και ημέρες του έτους, ως προς το μέρος που έχει επιλεγεί για να κτιστεί ή να αγοραστεί το σπίτι.

3.14.1 Παράδειγμα εφαρμογής στο εξωτερικό

Η καταστροφή των Δίδυμων Πύργων στις 11 Σεπτεμβρίου του 2001 έδωσε την αφορμή για την ανάπλαση της περιοχής του Παγκόσμιου Κέντρου Εμπορίου (World Trade Center) για πολλούς και ποικίλους λόγους. Στόχος του κυβερνήτη της Νέας Υόρκης ήταν να περάσει έναν διπλό συμβολισμό στις νέες διευθετήσεις και κατασκευές: ότι η καρδιά του Μανχάταν μπορεί να ξαναβρεί την τρωθείσα αίγλη της υιοθετώντας τις αρχές της αειφορικότητας.

Το νέο κτίριο που θα κατασκευασθεί στη θέση των ερειπίων, θα έχει ύψος 530 μέτρα, άρα θα είναι το ψηλότερο στον κόσμο. Η κατασκευή του δεν έχει ξεκινήσει ακόμα και το όνομά του είναι «Πύργος της Ελευθερίας» (εικόνα 3.88).

Οι Αμερικάνοι φιλοδοξούν να καταστήσουν το κτίριο την πιο ασφαλή και οικολογική κατασκευή που έγινε ποτέ στον κόσμο. Βιολογικά και χημικά φίλτρα θα προστατεύουν τον εσωτερικό αέρα από κάθε κακόβουλη ή τυχαία προσβολή, ενώ για τη θωράκιση του θα χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα η τεχνολογία των αντιπυριτικών ζωνών και υλικών.



ΕΙΚΟΝΑ 3.88
Μακέτα μελλοντικού κτιρίου

[Πηγή: http://www.ntua.gr/MIRC/5th_conference/ergasies/63_ΜΠΟΥΛΟΓΙΑΝΝΗΣ_ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ_ΤΣΟΥΚΑΝΤΑΣ.pdf]

Θα υπάρχουν ακόμη ασφαλή καταφύγια για τους ενοίκους, ειδικά κυκλώματα συναγερμού και ασφάλειας, ανελκυστήρες μόνο για τους πυροσβέστες σε κατάσταση ανάγκης και άθραυστοι υαλοφράκτες στο ισόγειο. Αν αυτά ακούγονται λίγο εφιαλτικά, αντισταθμίζονται από τα πράσινα χαρακτηριστικά του κτιρίου. Στα υψηλότερα πατώματα θα τοποθετηθούν ειδικά σχεδιασμένες ανεμογεννήτριες που θα μετατρέπουν την ισχύ του ανέμου σε ηλεκτρισμό καλύπτοντας έτσι ένα σημαντικό ποσοστό των αναγκών του κτιρίου σε ενέργεια.

Τα υλικά θα έχουν όλα πιστοποιηθεί για τα φιλοπεριβαλλοντικά τους χαρακτηριστικά, και το χρησιμοποιημένο νερό, όπως και το νερό της βροχής θα συλλέγονται και θα ανακυκλώνονται. Αντίστοιχα, τόσο η γεωμετρία των κατασκευών στο επίπεδο του εδάφους, όσο και οι διαμορφώσεις των εξωτερικών χώρων θα σχεδιαστούν ώστε να προσφέρουν ένα φιλικό και άνετο περιβάλλον τόσο στους εργαζομένους όσο και στους περίοικους. Είναι άλλωστε γνωστό πως ένα από τα κυριότερα προβλήματα της μεγάλης δόμησης είναι η δημιουργία αφιλόξενων χώρων στο μικροπεριβάλλον τους. Η ανακοίνωση του σχεδίου για τον Πύργο της Ελευθερίας έγινε στις 4 Ιουλίου 2004, την Ημέρα Ανεξαρτησίας των Η.Π.Α..

3.14.2 Παράδειγμα εφαρμογής στην Ελλάδα

Κτίριο Γραφείων, Αθήνα

Ιδιοκτησία: AVAX

Αρχιτέκτων: Α.Ν. Τομπάζης- Ν. Φλετορίδης

Χρονολογία μελέτης: 1992-93

Χρονολογία κατασκευής: 1994-98

Κτίριο υπόδειγμα σχεδιασμού με βιοκλιματική αντίληψη αποτελεί το κτίριο γραφείων της εταιρείας ΑΒΑΞ ΑΕ του Αλέξανδρου Τομπάζη που είναι ένα κτίριο που έχει μόνο 5KWh/m^2 απώλειες ετησίως τη στιγμή που γυάλινα κτίρια γραφείων παλαιάς κατασκευής δίνουν 200 – 300 KWh/m^2 ενώ κτίρια απλά με κουφώματα απλών – διπλών υαλοπινάκων δίνουν 40 – 50 KWh/m^2 (εικόνες 3.89 – 3.92).



ΕΙΚΟΝΑ 3.89

Εξωτερική άποψη του κτιρίου

[Πηγή: <http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/464/Abax.pdf>]



ΕΙΚΟΝΕΣ 3.90 – 3.92

Λεπτομέρειες του εξωτερικού του κτιρίου

[Πηγή: <http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/464/Abax.pdf>]

Τα κυριότερα στοιχεία της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής που έχουν εφαρμοστεί στο συγκεκριμένο κτίριο είναι το άμεσο ηλιακό κέρδος, ο φυσικός αερισμός, η ηλιοπροστασία και η ηχομόνωση.

Το οικοπέδο βρίσκεται στην Αθήνα στους πρόποδες του Λυκαβητού και περικλείεται από τις οδούς Αρματολών & Κλεφτών, Σούτσου και Κόνιαρη. Έχει εμβαδό 500m^2 και υψομετρική διαφορά κατά μήκος της ανατολικής πλευράς 1,5m. Το κτίριο γραφείων αποτελείται από πέντε ορόφους με μέγιστο ύψος 20,90m και συνολικό μικό εμβαδό 3.050m^2 .

Οι περιορισμοί του οικοπέδου, σε συνδυασμό με τους στόχους των σχεδιαστών για τη δημιουργία άνετου περιβάλλοντος για τους χρήστες και κάλυψη των ενεργειακών φορτίων, οδήγησαν στην εφαρμογή των παρακάτω βιοκλιματικών αρχών:

1. Μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού,
2. Σκιασμός της όψης, σταθερός και κινητός,
3. Βελτιστοποίηση του παθητικού δροσισμού και ευέλικτο σύστημα θέρμανσης και νυκτερινός δροσισμός μέσω ψευδοπατώματος.

Το κτίριο στεγάζει τα γραφεία της τεχνικής εταιρείας Avax S.A. και αποτελείται από τρία υπόγεια που εξυπηρετούν τις ανάγκες στάθμευσης και αρχειοθέτησης της εταιρείας, ισόγειο, ημιόροφο, τρεις τυπικούς ορόφους γραφείων και τον τελευταίο όροφο της διοίκησης με φυτεμένο δώμα.



ΕΙΚΟΝΑ 3.93

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες

[Πηγή: <http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/464/Abax.pdf>]

Τα γραφεία είναι τοποθετημένα στην ανατολική πλευρά του κτιρίου ενώ όλοι οι χώροι υποστήριξης όπως μπάνιο, κουζίνα, σκάλες και ανελκυστήρας είναι τοποθετημένα στο πίσω μέρος αυτού. Η ανατολική όψη καλύπτεται από διπλά υαλοστάσια με κουφώματα αλουμινίου και σκιάζεται με ηλεκτρικά περιφερόμενες περί τον κατακόρυφο άξονα γυάλινες επιφάνειες σε όλο το μήκος του δεύτερου, τρίτου και τέταρτου ορόφου. Η κάτοψη του πέμπτου ορόφου διαφοροποιείται καθώς έχουν προστεθεί μία αίθουσα συνεδριάσεων και ένα δωμάτιο.

Ο φέρων οργανισμός είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Οι τοιχοδομές είναι από τούβλα και η θερμομόνωση 10cm για τις εξωτερικές τοιχοποιίες και τα δώματα. Δεκατέσσερα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν τοποθετηθεί στο δώμα και παρέχουν όλη την απαιτούμενη ενέργεια για την κίνηση των σκιάστρων.

3.15 ΣΗΜΑΣΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Θα μπορούσε κανείς να συμπεράνει ότι αν ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και τα ηλιακά παθητικά συστήματα εφαρμοσθούν στα κτίρια, μπορούν να εξοικονομηθούν σημαντικά ποσά ενέργειας και να περιοριστούν σημαντικά οι ρύποι. Με επιλογή της σωστής θερμικής μάζας του κτιρίου, ανάλογα με τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής, με το σχεδιασμό κατάλληλων ανοιγμάτων, την εφαρμογή απλών παθητικών συστημάτων, καθώς επίσης με το κατάλληλο προσανατολισμό και χωροθέτηση του κτιρίου, μπορούν να εξασφαλισθούν συνθήκες θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα. Ο κατάλληλος σχεδιασμός και προστασίας του κελύφους από τα θερμικά κέρδη, η φύτευση βλάστησης, σε συνδυασμό με εφαρμογή φυσικού αερισμού και δροσισμού, οδηγούν στη μείωση της εξάρτησης των χρηστών των κτιρίων από τα κλιματιστικά.

Επιπροσθέτως, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και η επιλογή λαμπτήρων χαμηλής ενέργειας, συμβάλλουν αφενός στην οπτική άνεση και αφετέρου στην εξοικονόμηση ενέργειας για φωτισμό. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται επίσης, στην επιλογή οικολογικών δομικών υλικών, που αντέχουν στο χρόνο και δε βλάπτουν τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Επίσης, με εφαρμογή απλών τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα θέρμανσης και στα συστήματα κλιματισμού καθώς και με την ενσωμάτωση τεχνολογιών που κάνουν χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, επιτυγχάνεται ακόμα περισσότερη εξοικονόμηση ενέργειας. Τεχνολογίες, όπως η ηλιακή ψύξη, η ψύξη από θάλασσα και ο κλιματισμός από ψυχόμενες διατάξεις, αν και έχουν ένα αρχικό κόστος, σύντομα αποζημιώνουν ενεργειακά και οικονομικά. Σε κάθε περίπτωση, είναι αναγκαία η σωστή επιλογή των διαστάσεων και η σωστή εφαρμογή των διατάξεων ανάλογα με τις ανάγκες του κτιρίου.

Η σημασία του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι ανυπολόγιστη, αν αναλογιστεί κανείς την φθορά που προκαλεί στο περιβάλλον η συμβατική δόμηση. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αξιοποιεί τους φυσικούς πόρους για να εξασφαλίσει ποιότητα εσωτερικού αέρα και θερμική άνεση μειώνοντας την χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας (ορυκτά καύσιμα, όπως το πετρέλαιο) που ρυπαίνουν το περιβάλλον και υπερθερμαίνουν τον πλανήτη, προκαλώντας ακραία καιρικά φαινόμενα.

Η χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει οδηγήσει στην βαθμιαία αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου. Επιπλέον, η διατάραξη στους βιογεωλογικούς κύκλους του νερού, του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα έχει ως αποτέλεσμα τις ασταθείς κλιματικές αλλαγές σε ολόκληρες περιοχές. Η βιοκλιματική λογική στον σχεδιασμό αξιοποιεί όλες τις παραμέτρους του κλίματος, όπως είναι η ηλιακή ενέργεια ή οι άνεμοι και παράλληλα προστατεύει από τις δυσμενείς τους επιδράσεις. Για παράδειγμα, θα διαλέξει τον καλύτερο προσανατολισμό ώστε να έχει τις μεγαλύτερες προσόδους ηλιακής ενέργειας για θέρμανση τον χειμώνα και θα εφαρμόσει συστήματα προστασίας από τον ήλιο και φυσικού δροσισμού το καλοκαίρι. Η ηλιακή αρχιτεκτονική είναι αυτή που διαχειρίζεται με καλύτερο τρόπο τις δυνατότητες που παρέχει ο ήλιος. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική περιλαμβάνει την ηλιακή, καθώς χρησιμοποιεί το μεγαλύτερο φάσμα λύσεων. Στην καθημερινότητα, οι δύο αυτοί όροι συχνά αλληλεπικαλύπτονται.

Υπολογισμοί δείχνουν πως το 25% της ενέργειας που καταναλώνει ο οικιακός τομέας στην Ελλάδα χάνεται στο περιβάλλον από τα διαφανή ανοίγματα. Η ενέργεια αυτή, που στο μεγαλύτερο μέρος της θα μπορούσε να κερδηθεί, είναι ισοδύναμη με την ενέργεια που αναμένεται να προστεθεί στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας μέσω του αγωγού φυσικού αερίου.

Στο άμεσο μέλλον η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να προέλθει από τις μετατροπές των παλαιών οικοδομών ώστε αυτές να καταναλώνουν λιγότερη θερμότητα. Σε μια χώρα σαν την Ελλάδα, όπου το 70% των κτιρίων δεν διαθέτουν την παραμικρή μόνωση στην οροφή και το 90% έχουν δάπεδα με τελείως ακατάλληλη συμπεριφορά, τα περιθώρια είναι τεράστια. Βέβαια, οι εκτεταμένες παρεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια απαιτούν συνήθως και μεγάλες επενδύσεις κεφαλαίων.

Κεφάλαιο 4

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για να εξασφαλιστεί η ποιότητα ζωής των μελλοντικών γενιών, είναι απαραίτητη η επιτυχής διαχείριση της βιώσιμης ανάπτυξης των πόρων του πλανήτη. Η εφαρμογή της στην αρχιτεκτονική, στην πολεοδομία και στην οργάνωση του χώρου αφορά όλους τους συμμετέχοντες, όπως τους πολιτικούς που αποφασίζουν, το δημόσιο και τους ιδιώτες ιδιοκτήτες έργων, τους πολεοδόμους, τους αρχιτέκτονες, τους μηχανικούς κάθε ειδικότητας, τους ειδικούς τοπίου, τα γραφεία ελέγχου, τους βιομηχάνους, τους κατασκευαστές και τους εργατοτεχνίτες που ασχολούνται με το κτίριο. Η γενίκευση και η επιτυχία της περιβαλλοντικής ποιότητας του τομέα των κατασκευών εξαρτώνται από την στενή συνεργασία μεταξύ όλων αυτών των συνεργατών προκειμένου να αναπτυχθούν οι αρμοδιότητες του καθενός και είναι στενά συνδεδεμένες με τη συμμετοχή των χρηστών.

Η αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων κατά την κατασκευή των κτιρίων έχει κοινωνικές, οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις. Πρέπει να γίνεται στόχος γενικής, αντικειμενικής και λογικής προσέγγισης.

Η οικολογική αρχιτεκτονική δεν είναι πραγματικά αποτελεσματική παρά μόνο αν εντάσσεται στο πλαίσιο ενός αστικού σχεδιασμού που βασίζεται στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης.

Για να επιτευχθούν σύντομα οι στόχοι της περιβαλλοντικής ποιότητας, είναι ουσιαστική η πραγματοποίηση οικολογικών κτιρίων που να συνδέουν την εξοικονόμηση της ενέργειας και την εφαρμογή μη επιβλαβών και ανανεώσιμων υλικών.

4.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

Τα κτίρια επηρεάζουν το περιβάλλον με πολλούς τρόπους κατά την διάρκεια της κατασκευής τους, λειτουργίας τους και κατεδάφισης τους. Αντίστοιχα, και το περιβάλλον έχει μεγάλη επίδραση στα κτίρια. Για να μπορεί να γίνει σωστά ο σχεδιασμός των κτιρίων θα πρέπει να γίνει πλήρης γνώση της αλληλεπίδρασης αυτής.

Τα κτίρια των μεγάλων αστικών κέντρων επηρεάζουν το περιβάλλον προκαλώντας αρκετά προβλήματα, όπως η μεταβολή στην ισορροπία των κύριων συστατικών της ατμόσφαιρας, μόλυνση του νερού του εδάφους και του υπεδάφους εξαιτίας των αστικών λημμάτων και των σκουπιδιών. Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο στις περισσότερες ελληνικές

πόλεις. Η εξάντληση των φυσικών πόρων προκύπτει από την εντατικότητα στην χρήση ενέργειας για την δόμηση.

Συνεπώς, δημιουργείται η ανάγκη για διαφορετική διαχείριση της ενέργειας. Η ανάγκη αυτή έφερε στην επικαιρότητα τη συζήτηση για αλλαγή και στην τεχνολογία της δόμησης. Οι καινοτόμες κατασκευαστικές προσεγγίσεις υιοθετούν την ενέργεια ως έναν παράγοντα εξωτερικό.

Η οικολογική δόμηση είναι αποτέλεσμα σύνθεσης πολλών παραμέτρων όπως η τοπογραφία των οικοπέδων, το έδαφος, το μικροκλίμα, ο προσανατολισμός των κτιρίων, η σωστή επιλογή των ανοιγμάτων, η μελέτη του κελύφους του κτιρίου και η επιλογή των κατάλληλων υλικών.

Οι δύο τελευταίες δεκαετίες έφεραν μια πραγματική επανάσταση στις αντιλήψεις σχεδιασμού των κτιρίων. Η ανάγκη για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, το σύνδρομο των «άρρωστων κτιρίων» και η ανάδυση νέων τεχνολογιών δημιούργησαν ένα πραγματικό κίνημα με τίτλο: **Οικολογική Δόμηση**.

Το «Τι είναι η **Οικολογική Δόμηση**» αποτελεί ένα ερώτημα που δύσκολα μπορεί να απαντηθεί και να αποσαφηνιστεί ξεκάθαρα. Αυτό οφείλεται

- στην πολυμορφία των κτιρίων και στη μεγάλη διάρκεια ζωής τους,
- στην ανομοιογένεια των περιβαλλοντικών συνθηκών και των χρήσεων,
- στην πληθώρα των δομικών υλικών και προϊόντων,
- στο μεγάλο αριθμό των εμπλεκόμενων φορέων και υπηρεσιών,
- στην αντιφατικότητα των συμφερόντων και των αντιλήψεων και, τέλος,
- στα διαφορετικά οικονομικά, κοινωνικά και πολιτιστικά δεδομένα.

Ευκολότερη είναι η αρνητική προσέγγιση που βασίζεται στη διάγνωση των επιπέδων στα οποία εμφανίζονται τα προβλήματα που καλείται να επιλύσει η οικολογική δόμηση. Τα επίπεδα αυτά είναι:

- Το δομημένο περιβάλλον: Η συγκέντρωση κτιρίων με επιφάνειες που λειτουργούν ως θερμοσυσσωρευτές και που με τον όγκο τους εμποδίζουν την κυκλοφορία του αέρα, προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας και συγκέντρωση των αέριων ρύπων που με τη σειρά τους μειώνουν την ένταση του ηλιακού φωτός. Οι μεταβολές αυτές αυξάνουν τις ανάγκες κλιματισμού και τεχνητού φωτισμού, επηρεάζουν

αρνητικά την υγεία και επιδεινώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων των πόλεων.

- Τα κτίρια: Ο σχεδιασμός τους επηρεάζει καθοριστικά το ενεργειακό τους ισοζύγιο και την ποιότητα του εσωτερικού χώρου μέσω των ανταλλαγών με το εξωτερικό περιβάλλον.
- Τα υλικά: Τα δομικά υλικά δεν είναι περιβαλλοντικά ουδέτερα. Οι θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες παίζουν σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου αλλά και του περιβάλλοντος χώρου, ενώ η τοξικολογική τους δράση επηρεάζει την ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα.

Αρκετά είναι τα προβλήματα που οδήγησαν στη λύση της οικολογικής δόμησης. Τα κυριότερα από αυτά είναι η θερμική νησίδα, το φαινόμενο της αστικής χαράδρας και το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου, όπως αναλύθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια.

Ωστόσο, είναι πολλοί και οι ανασταλτικοί παράγοντες που αποτρέπουν την κατασκευή οικολογικών κτιρίων. Ένας από αυτούς είναι η προκατάληψη που υπάρχει στον κόσμο όχι μόνο στην κατασκευή ενός οικολογικού σπιτιού αλλά σε κάθε τι καινοτόμο που ξεφεύγει από τις συνηθισμένες κατασκευές. Επίσης, η εντύπωση που επικρατεί από τους περισσότερους κατασκευαστές ότι η οικολογική δόμηση κοστίζει περισσότερο δεν ενισχύει την τάση της οικολογικής δόμησης. Το ζήτημα του κόστους είναι σημαντικό για κάθε κατασκευαστή καθώς επηρεάζει την τελική τιμή του προϊόντος (και άρα τη διείσδυσή του στην αγορά).

4.3 ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΤΙΡΙΟ

Τα «πράσινα κτίρια», για τα οποία γίνεται πολύς λόγος την σημερινή εποχή, δεν είναι πλέον φουτουριστικές κατασκευές, όπως θεωρούνταν παλαιότερα, αλλά προχωρημένα προϊόντα της τεχνολογικής εξέλιξης που υπακούουν στις απαιτήσεις για μία νέα ποιότητα.

Υπάρχουν συστήματα που αξιοποιούν τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κάνουν πιο εύκολη την καθημερινή ζωή των χρηστών (Εικόνες 4.1 – 4.2). Μία κατοικία μπορεί να λειτουργήσει με αυτές πλήρως, καλύπτοντας όλες τις ανάγκες. Ο φυσικός δροσισμός μπορεί να εξασφαλιστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, χωρίς την ανάγκη κλιματιστικών μηχανημάτων.



ΕΙΚΟΝΕΣ 4.1 – 4.2

Εφαρμογή της τεχνολογίας των «πράσινων κτιρίων» στο συγκρότημα Viikki στο Ελσίνκι όπου αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα εγχειρήματα του κόσμου όσον αφορά στον αστικό σχεδιασμό, με μία σειρά κτιρίων ικανά να παράγουν ηλεκτρισμό αξιοποιώντας την ηλιακή και αιολική ενέργεια και μέσω ενός συστήματος ύδρευσης αξιοποιούν το βρόχινο νερό για την ύδρευση των παρακείμενων κτημάτων.

[Πηγή: Stang, A. & Hawthorne, C. (2005), *The green house, the new directions in sustainable architecture*, New York, Princeton Architectural press]

Η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή, τη συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά από οικονομικές, περιβαλλοντολογικές και ενεργειακές παραμέτρους. Ο κύκλος των εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή και τη διακίνηση των δομικών υλικών είναι τεράστιος και κατ' επέκταση τα κριτήρια επιλογής των υλικών έχουν μεγάλη σημασία. Τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτηρίων και μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία των χρηστών.

Παράλληλα, τα υλικά καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτιρίων και επηρεάζουν το εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία παραγωγής των

υλικών, ο κύκλος ζωής τους και η τελική τους διάθεση (απόρριψη) έχει σημαντικές επιπτώσεις στο γενικότερο περιβάλλον.

Στα νέα αναπτυσσόμενα υλικά, γίνεται προσπάθεια να μην έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Στόχος τους θα ήταν να έχουν ένα θετικό εποικοδομητικό ρόλο στο οικοσύστημα. Επειδή, όμως, ιδεατά υλικά δεν υπάρχουν, ο μηχανικός θα πρέπει να εντάσσει στο κτίριο οικοδομικά υλικά που να μπορούν να ικανοποιούν ολικώς ή και μερικώς τις εξής παραμέτρους:

- Τη μικρή ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών (εξαρτάται από την διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς)
- Την ικανότητα του προϊόντος να ανακυκλώνεται (επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος).
- Την επιλογή του χρόνου ζωής των υλικών
- Τον έλεγχο της τοξικότητας των υλικών
- Άλλες παραμέτρους που σχετίζονται με την οικολογική συμπεριφορά των υλικών, όπως οι εκπομπές των υλικών σε CO₂ και NO_x κατά την διάρκεια παραγωγής τους.

Συνεπώς, τα «πράσινα κτίρια» μειώνουν στο ελάχιστο τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην υγεία των χρηστών και στο οικοσύστημα, ενώ ταυτόχρονα ικανοποιούν στον μέγιστο βαθμό τις ανάγκες των χρηστών καθώς είναι κατάλληλα σχεδιασμένα έτσι ώστε να πληρούν όλες τις προδιαγραφές που απαιτεί η αισθητική, η λειτουργικότητα και οι κανόνες της τέχνης και της επιστήμης (Εικόνες 4.1 – 4.2).

4.4 ΒΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

Καθορισμός του έργου σύμφωνα με τον σκοπό του.

Τα ακριβή χαρακτηριστικά του έργου πρέπει να καθορίζονται πλήρως με βάση τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη ή του χρήστη αυτού. Αυτό ίσως είναι το πιο σημαντικό στάδιο αφού έτσι το κτίριο θα ικανοποιεί τον σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε.

Επιλογή της τεχνικής ομάδας.

Για να θεωρηθεί η σύνθεση της ομάδας επιτυχής θα πρέπει όλοι όσοι περιλαμβάνονται σε αυτή (μελετητές, κατασκευαστές, τεχνίτες, ηλεκτρολόγοι,

κ.λπ.) να δουλεύουν σε κλίμα πλήρους συνεργασίας. Πολλές από τις εργασίες αλληλοσυμπληρώνονται και αλληλεπικαλύπτονται. Ο σωστός συντονισμός των εργασιών θα αποφέρει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την αισθητική, την άνεση, την χρησιμότητα τα οικονομικά οφέλη, αφού οι δυσαρμονίες συνήθως οδηγούν σε άσκοπες εργασίες και άρα σπατάλη χρημάτων.

Σχεδιασμός σύμφωνα με τις τοπικές συνθήκες.

Με τον όρο τοπικές συνθήκες εννοούνται οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, η τοπογραφία αυτής καθώς και ο τύπος του εδάφους της. Όσο καλύτερα κατανοηθούν οι εκάστοτε τοπικές συνθήκες τόσο πιο εύκολο είναι, χρησιμοποιώντας κατάλληλους μηχανισμούς και τεχνικές, να ελαχιστοποιηθούν οι συνέπειες από τα αρνητικά στοιχεία των συνθηκών καθώς και να μεγιστοποιηθούν τα θετικά – χρήσιμα στοιχεία αυτών. Συνήθεις παράμετροι οι οποίες οφείλουν να μελετηθούν για την πλήρη κατανόηση του περιβάλλοντος το οποίο θα οικοδομηθεί είναι η θερμοκρασία του αέρα και του εδάφους, οι θερμοκρασιακές μεταβολές (μεταξύ μέρας και νύχτας), η ηλιοφάνεια, η βροχόπτωση, η σχετική υγρασία και οι επικρατούντες άνεμοι. Σε ορισμένες περιοχές είναι αναγκαία η μελέτη και ειδικών συνθηκών όπως είναι η έντονη σεισμικότητα, ο τυφώνας, ο ανεμοστρόβιλος.

Επιλογή οικολογικών (πράσινων) υλικών.

Τα βασικά στοιχεία από τα οποία εξαρτάται αν το υλικό θα χαρακτηριστεί οικολογικό, είναι κυρίως οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν, ο κύκλος ζωής των πρώτων υλών καθώς και η ενέργεια που δαπανήθηκε για την εξόρυξη, την παραγωγή και την μεταφορά του τελικού προϊόντος. Έτσι, η οικολογική δόμηση συστήνει χρήση υλικών, των οποίων οι πρώτες ύλες βρίσκονται σε αφθονία, η διαδικασία παραγωγής είναι εύκολη (χωρίς μεγάλη κατανάλωση ενέργειας) η μεταφορά τους δεν δαπανά πολύ ενέργεια (τοπικά υλικά) και μετά την αφαίρεση τους μπορούν να βιοδιασπαστούν

Επιλογή ενεργητικών και παθητικών συστημάτων.

Η σωστή επιλογή συστημάτων, μηχανισμών που εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες, ίσως είναι το σημαντικότερο βήμα της οικολογικής δόμησης. Σκοπός του οικολογικού σχεδιασμού είναι η θερμική, η οπτική και η ακουστική άνεση σε συνδυασμό με την αισθητική και την ποιότητα, έχοντας σαν πρώτο στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και τη διαφύλαξη του περιβάλλοντος. Ανάλογα επομένως

με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες οι οποίες και διαμορφώνουν τις ανάγκες του κτιρίου, επιλέγονται τα κατάλληλα συστήματα. Τα συστήματα χωρίζονται με βάση τη λειτουργία τους σε συστήματα θέρμανσης, δροσισμού, φωτισμού, αερισμού κ.λπ.. Βασικός διαχωρισμός των συστημάτων, ο οποίος πηγάζει από την οικολογική δόμηση, είναι ο διαχωρισμός των συστημάτων σε παθητικά και ενεργητικά. Το βέλτιστο θα ήταν ένα κτίριο να είναι λειτουργικό χρησιμοποιώντας μόνο παθητικά συστήματα. Κάτι τέτοιο όμως είναι ουτοπικό. Έτσι ο οικολογικός σχεδιασμός προσπαθεί να μεγιστοποιήσει τη χρήση παθητικών συστημάτων, ενώ όταν κρίνεται αναγκαίο χρησιμοποιεί ενεργητικά συστήματα τα οποία όμως και αυτά έχουν σαν αρχή λειτουργίας τους την εξοικονόμηση ενέργειας.

Εκμετάλλευση περιβάλλοντα χώρου.

Η οικολογική δόμηση προστάζει πλήρη και σωστή εκμετάλλευση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του περιβάλλοντα χώρου. Ο σωστός σχεδιασμός οφείλει να χρησιμοποιεί τα γνωρίσματα, τις ιδιότητες του περιβάλλοντος που επιδρούν θετικά στο μικροκλίμα του κτιρίου, ενώ παράλληλα οφείλει να ελαχιστοποιεί αυτά τα οποία έχουν αρνητικά αποτελέσματα και βλάπτουν το βιοτικό επίπεδο στον χώρο του κτιρίου. Για παράδειγμα η έντονη ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι γνώρισμα άκρως επιζήμιο, αντίθετα οι μέτριοι βόρειοι άνεμοι μπορούν να δρουν ευεργετικά σε συγκεκριμένο περιβάλλον.

4.4.1 Το υπέδαφος

Κάθε κτίριο, ανεξάρτητα από την αρχιτεκτονική αισθητική του αξία, συνδέεται αναγκαστικά με τα οικοσυστήματα μέσω της οικολογικής αλυσίδας, στην οποία συμμετέχουν το νερό, ο αέρας και η ενέργεια. Για να μην δημιουργείται μια αρνητική σχέση, τα κτίρια δεν αρκεί μόνο να εξοικονομούν ενέργεια, αλλά θα πρέπει να κατασκευάζονται με όσο το δυνατόν περισσότερα οικολογικά υλικά και να παράγουν όσο το δυνατόν λιγότερα απορρίμματα.

Για τον λόγο αυτό, ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που έχουν καθοριστικό ρόλο είναι το υπέδαφος. Προτείνεται να επιλέγονται ασβεστολιθικά (εικόνα 4.3) και αμμώδη (εικόνα 4.4) εδάφη αποφεύγοντας τα αργιλώδη (εικόνα 4.5) και εκείνα που προήλθαν από προσχώσεις ποταμών. Ακόμη πρέπει να αποφεύγεται η γειτνίαση σε τεκτονικά ρήγματα και να γίνεται έλεγχος αν υπάρχουν υπόγεια ποτάμια και κοιλάτητες.

Τέλος, να αποφεύγεται η γειτνίαση με ραδιενεργά πετρώματα ή με λατομεία που εξαγουν τα αντίστοιχα πετρώματα.

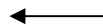
Οι νέες τεχνολογίες παρέχουν πλέον όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την δημιουργία θεμελιώσεων, πρακτικά, με μεγάλο ποσοστό ασφάλειας σε οποιοδήποτε έδαφος. Ωστόσο, δεν πρέπει να κατασκευάζονται τα κτίρια οπουδήποτε.



↑ ΕΙΚΟΝΑ 4.3

Τομή εδάφους.

[Πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/Αpxείο:Granulite_soil.jpg]



ΕΙΚΟΝΑ 4.4

Αμμώδες έδαφος.

[Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Αpxείο:Duerre.jpg>]

ΕΙΚΟΝΑ 4.5

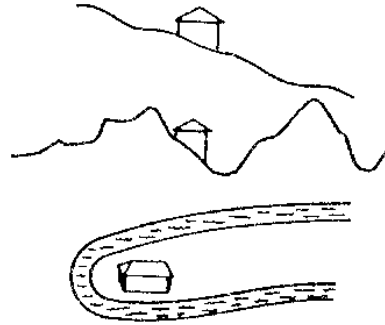
Αργιλώδες έδαφος.

[Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/Αpxείο:Ultisol.jpg>]



4.4.2 Θέση και κλίση του εδάφους

Σε συνέχεια με τα προηγούμενα, πρέπει να αποφεύγονται τα εδάφη που έχουν κλίση προς τον Βορρά, που έχουν απότομη αλλαγή κλίσεων, που περιλαμβάνονται στις στενές λωρίδες που δημιουργούν τα ποτάμια (Εικόνες 4.6 και 4.8), που υπήρξαν παλιά ελώδεις εκτάσεις και που δεν προστατεύονται με φυσικό τρόπο από τους ανέμους.



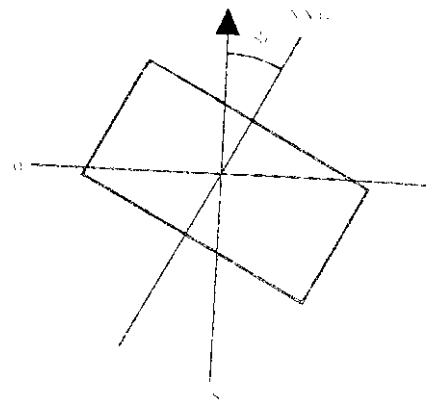
ΕΙΚΟΝΑ 4.6

Θέση στο έδαφος.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

4.4.3 Προσανατολισμός

Ο καλύτερος προσανατολισμός για μία κατασκευή που ακολουθεί τα οικολογικά πρότυπα είναι ο άξονας Βορρά – Νότου, με βέλτιστη λύση τον άξονα βόρεια – βορειοανατολικά, έως νότια – νοτιοδυτικά, με απόκλιση το πολύ 23° από τον άξονα Βορρά – Νότου (εικόνα 4.7).



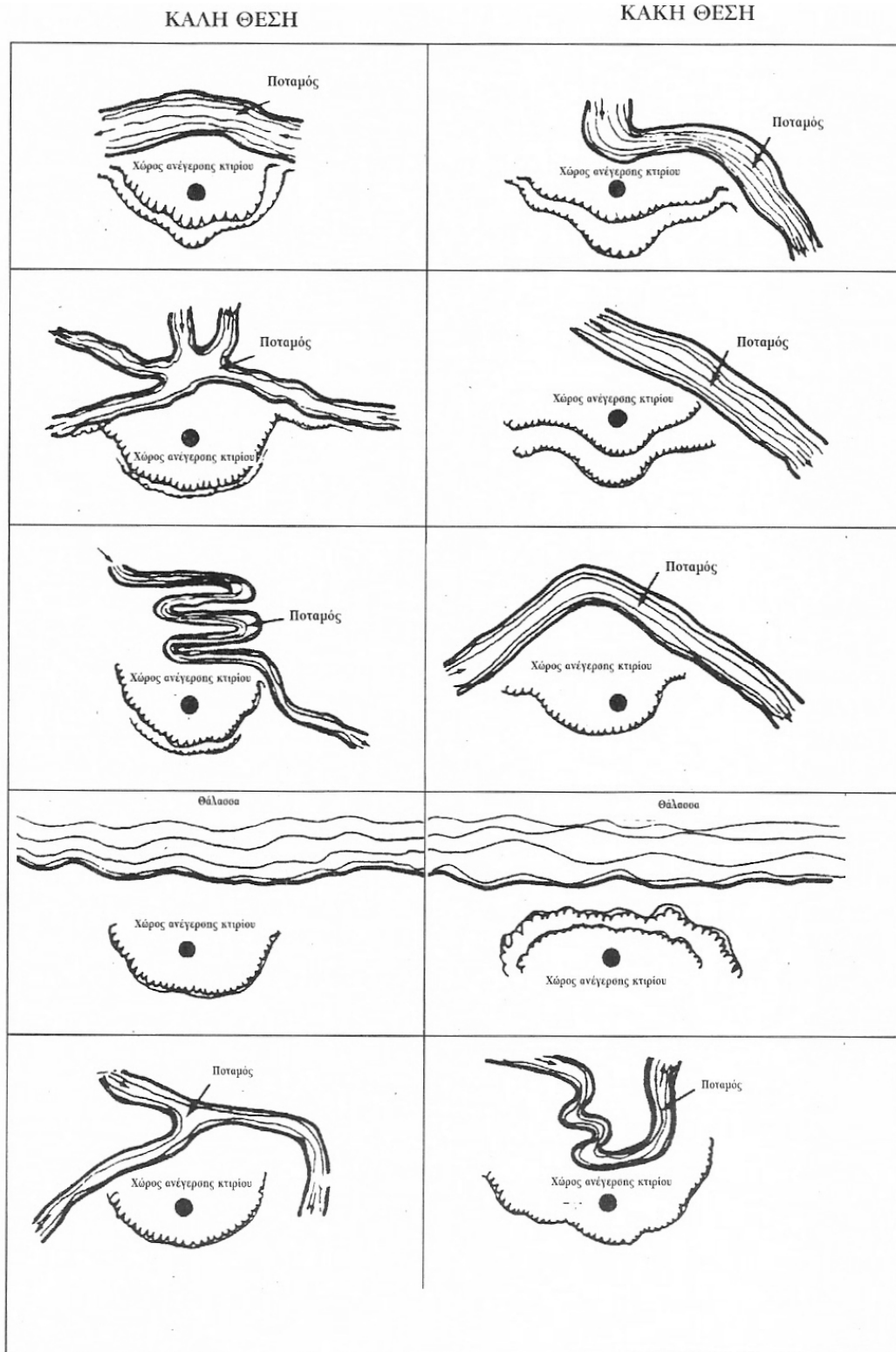
ΕΙΚΟΝΑ 4.7

Προσανατολισμός.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

4.4.4 Εκπομπές ακτινοβολιών

Είναι γνωστό πως το φάσμα των ορατών χρωμάτων ανταποκρίνεται σε μία μικρή κλίμακα των διάφορων μηκών κυμάτων ξεκινώντας από τις κοσμικές ακτινοβολίες και καταλήγοντας στο ηλεκτρικό ρεύμα και πως τα όρια της όρασής μας είναι η υπεριώδης και η υπέρυθη ακτινοβολία. Το γεγονός ότι οι ακτινοβολίες αυτές δεν είναι ορατές, δεν σημαίνει πως δεν υπάρχουν.



ΕΙΚΟΝΑ 4.8

Καλές και κακές θέσεις.

[Πηγή: Τσιπύρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

4.4.5 Οικολογικά Υλικά

Για να γίνει κατανοητή η έννοια των κριτηρίων που απαιτούνται για να αναπτυχθεί μια οικολογική σκέψη γύρω από τα δομικά υλικά απαιτείται διατυπωθεί η σχέση που έχουν τα υλικά με την οικολογία. Τα κριτήρια για να αναπτυχθεί μία οικολογική θεώρηση δεν διακρίνονται για την απλότητά τους και υπάρχουν περιπτώσεις που αλληλοσυγκρούονται.

Προϋπόθεση για να μελετηθούν κριτήρια οικολογικής θεώρησης είναι η κοινωνική ωρίμανση και η οικονομική άνεση η οποία θα δώσει την πολυτέλεια της ανάπτυξης και εφαρμογής οικολογικών κριτηρίων. Πόσο πολυτέλεια μπορεί να είναι όμως μία τέτοια λύση;

Ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η χωροθέτηση ενός κτηρίου έχουν σημαντικότερη επίδραση στο περιβάλλον και τις φυσικές πηγές. Σήμερα στις ΗΠΑ υπάρχουν περισσότερα από 76.000.000 κατοικίες και σχεδόν 5.000.000 κοινόχρηστα κτήρια. Αυτά τα κτήρια χρησιμοποιούν το 1/3 της συνολικά παραγόμενης ενέργειας στη χώρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι στις ΗΠΑ η ετήσια παραγωγή αστικών αποβλήτων, είναι ίση με την παραγωγή των υλικών που προκύπτουν από την κατεδάφιση κτιρίων.

Σύμφωνα με το Worldwach Institute οι οικοδομικές κατασκευές απορροφούν 40% αδρανών υλικών και άμμου και το 25% παρθένου ξύλου που εξορύσσονται και υλοτομούνται παγκόσμια κάθε χρόνο. Οι κατασκευές των κτηρίων απορροφούν 40% της παραγόμενης ενέργειας και 16% του υδάτινου αποθέματος που παράγεται ετησίως στον πλανήτη.

4.4.5.1 Κριτήρια Επιλογής Υλικών

Τα «σωστά» υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτιρίου, πρέπει να πληρούν τις εξής **προυποθέσεις**:

- Είναι ανακυκλώσιμα και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν.
- Είναι φυσικά και όχι αποτέλεσμα της χημικής βιομηχανίας, βρίσκονται σε αφθονία ή είναι ανανεώσιμα.
- Η παρασκευή τους στοχεύει στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και στην μείωση των αερίων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

- Είναι τοπικά διαθέσιμα υλικά, ώστε να αποφεύγεται η κατανάλωση ενέργειας για μεταφορά στον τόπο χρήσης τους.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Δεν είναι τοξικά.
- Έχουν καθόλου ή ελάχιστο ποσοστό χημικών εκπομπών (π.χ. οι πτητικές ουσίες).
- Αντέχουν στην υγρασία, ώστε να μην εμφανίζεται το φαινόμενο της «μούχλας» στα κτήρια.
- Η συντήρησή τους δεν εμπεριέχει χημικές διεργασίες.
- Συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια.
- Βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και γενικότερα συμβάλλουν στη δημιουργία υγιούς περιβάλλοντος για τους ενοίκους.

4.4.5.2 Οικολογικά δομικά προϊόντα

Πρόκειται για ένα περιορισμένο αριθμό προϊόντων, που χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στις κατασκευές και δεν περιέχουν συνθετικά υλικά, ενώ προέρχονται από φυσικούς πόρους που υπάρχουν σε αφθονία:

- **Ωμή άργιλος:** Είναι ένα άριστο οικοδομικό υλικό με πολύ καλές ιδιότητες όσον αφορά στη μηχανική αντοχή, στη θερμομόνωση και στην «αναπνοή» των τοίχων. Χρησιμοποιούνται παραδοσιακά στην περιοχή της Μεσογείου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα σχηματισμένη με τη μορφή ωμοπλίνθων ή χυτή σε καλούπια που μοιάζουν με αυτά του σκυροδέματος. Ένα σπίτι από ωμοπλίνθους μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το ίδιο σκάμμα για την θεμελίωση της ανωδομής, περιορίζοντας την επίπτωση των οικοδομικών εργασιών στο περιβάλλον.
- **Ασβέστης:** Επιτρέπει την ανταλλαγή αέρα μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου, επιτρέποντας έτσι την «αναπνοή» του κτηρίου και έχει το πλεονέκτημα να γίνεται εύκολα η ανακατασκευή του σε τμήματα που υφίσταται φθορές με το χρόνο. Απορροφά διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα, εξισορροπεί την υγρασία
- **Κετσές από καρύδα:** Συνίσταται από το Ινστιτούτο της Βιολογίας της Κατασκευής του Ρόζενχαϊμ της Γερμανίας. Θεωρείται «πράσινο» υλικό με καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.

- **Ξύλο:** Πρόκειται για ένα από τα κυριότερα υλικά της οικοδομικής. Είναι ανανεώσιμο, απαιτεί μικρή επεξεργασία και αποτελεί ένα ζωντανό υλικό για τη κατασκευή. Προκειμένου, όμως, να χαρακτηρίζεται ως οικολογικό πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις που αφορούν στην προέλευση του, στη διαδικασία παραγωγής του και στον τύπο της επεξεργασίας που υφίσταται. Επεξεργασίες του ξύλου με προϊόντα χημικής προέλευσης μπορούν να αποτελέσουν ρυπογόνες πηγές, ενώ η χρήση ξυλείας που προέρχεται από δάση των οποίων η διαχείριση αλλοιώνει τα δασικά οικοσυστήματα, σε καμία περίπτωση δε χαρακτηρίζεται ως οικολογική λύση. Για το λόγο αυτό οικολογικές οργανώσεις παρέχουν πιστοποίηση (FSC – Forest Stewardship Council –) που εγγυάται ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιούνται προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν αντιτίθεται στα κριτήρια για την ανάπτυξη τους.
- **Ξύλο εμποτισμένο με μαγνήσιο:** Πρόκειται για οικολογικό υλικό με καλή θερμική και ακουστική μόνωση, που μπορεί να «αναπνέει». Είναι, επίσης, ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό. Προκύπτει από τον εμποτισμό ινών του ξύλου με θειικό μαγνήσιο και οξείδιο του μαγνησίου σε υψηλή θερμοκρασία.
- **Κόλλα από καουτσούκ:** Οι συνήθεις κόλλες από συνθετικές ρητίνες μπορούν να γίνουν αιτία πρόκλησης επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία αναθυμιάσεων. Η κόλλα από καουτσούκ είναι φυσικό, μη τοξικό προϊόν, με σταθερές συγκολλητικές ιδιότητες στο χρόνο.
- **Κερί από μέλισσες:** Οικολογικό προϊόν που μπορεί να αξιοποιηθεί για το φινίρισμα και την προστασία του ξύλινων δαπέδων και γενικότερα των ξύλινων κατασκευών.
- **Πλέγμα γιούτας:** Πρόκειται για φυτικές κλωστικές ίνες που εξάγονται από το βλαστό μερικών φυτών των τροπικών χωρών. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή εξωτερικών εσωτερικών μονωτικών επιχρισμάτων, έτσι ώστε να απορροφούνται οι τάσεις, λόγω της συστολής του νερού του κονιάματος.
- **Φελλός:** Έχει άριστες μονωτικές και ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπιεσμένος σε φύλλα, ή τριμμένος σε κόκκους. Είναι φυσικό υλικό και μη τοξικό.
- **Ωστενιτικός Χάλυβας:** Λόγω της χαρακτηριστικής του σύνθεσης, είναι αμαγνητικός και ανοξειδωτός. Μοναδικό μειονέκτημα του το υψηλό του κόστους.

4.4.5.3 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

Υλικά που είναι ανακυκλώσιμα και ταυτόχρονα φιλικά προς το περιβάλλον, δίχως να είναι ακριβά, είναι τα παρακάτω:

- Λιναρόμαλλο
- Ρολό από ίνες κοκοφοίνικα
- Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού
- Τζίβα
- Διογκωμένο άργιλο

Τα υλικά αυτά, μπορεί κανείς να τα βρει στις Ευρωπαϊκές χώρες, ωστόσο στην Ελλάδα δεν είναι ακόμα γνωστά, παρά το γεγονός ότι η χώρα μας διαθέτει και άργιλο και βαμβάκι και λινάρι.

Οι προσπάθειες ωστόσο για ανεύρεση οικολογικών θερμομονωτικών υλικών συνεχίζεται, τουλάχιστον σε εργαστηριακό επίπεδο. Το **Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών**, για παράδειγμα, υπό την επίβλεψη του Αντώνη Φραγκουδάκη, πραγματοποίησε την εργαστηριακή παραγωγή δομικών-θερμομονωτικών υλικών με **πρώτη ύλη το καλάμι από Μίσχανθο** και έδωσε ικανοποιητικά αποτελέσματα [50]. Ένα από τα συμπεράσματα της έρευνας είναι ότι παραγωγή θα μπορούσε να επεκταθεί και σε άλλα είδη φυτών εκτός από το Μίσχανθο (*arundo donax*, *cynara*, *foufa cylindrica*) και να συμπεριλάβει ακόμα και τα γεωργικά υπολείμματα όπως η βαμβακιά και τα καλαμπόκια ως πρώτες ύλες για την παραγωγή οικολογικών δομικών υλικών.

4.4.5.4 Οικολογικά χρώματα

Τα χρώματα με τα οποία βάφουμε μια επιφάνεια (τοιχο, οροφή, κουφώματα, αλλά και έπιπλα), προκειμένου να παράσχουμε προστασία από την φθορά του χρόνου και την οξείδωση, αλλά και για αισθητικούς λόγους, συνήθως περιέχουν μια πληθώρα χημικών ουσιών που είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία. Τέτοιες ουσίες είναι βαρέα μέταλλα, πτητικές ενώσεις, καθώς και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Συνεπώς η ανάγκη για οικολογικά χρώματα είναι μεγάλη. Τέτοια χρώματα είναι αυτά που φτιάχνονται **100% από φυσικά συστατικά**, που δυστυχώς όμως ακόμα έχουν μεγάλο κόστος, καθώς και **χρώματα ήπιας χημείας**, τα οποία περιέχουν χημικά πρόσθετα τα οποία ωστόσο είναι ήπιας σύστασης, παραμένοντας έτσι **φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο**. Σε ένα κτήριο στο οποίο χρησιμοποιούμε οικολογικά χρώματα, πετυχαίνουμε εξοικονόμηση ενέργειας,

μικρότερη παραγωγή ρύπων, λιγότερο ακάθαρτο νερό και μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Αξιοσημείωτο είναι ότι τα χρώματα που παρασκευάζονται από την πετροχημική βιομηχανία δημιουργούν σημαντική ποσότητα αποβλήτων, ενώ το νερό που χρησιμοποιείται στα εργοστάσια παραγωγής τους, διοχετεύεται συνήθως (μολυσμένο) στο περιβάλλον, λόγω του υψηλού κόστους ανακύκλωσης του. Σήμερα, ακόμα και στον Ελλαδικό χώρο, υπάρχουν εταιρίες που δραστηριοποιούνται στα οικολογικά χρώματα.

4.4.5.5 Οικολογικά κονιάματα

Στο πλαίσιο της αναζήτησης οικολογικών δομικών υλικών, τοποθετείται και οι στροφή προς τους «εναλλακτικούς» σοβάδες. Πρόκειται για υλικά που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν και σέβονται το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Αποτελούν συνδυασμό κονιάς και κεραμικών προϊόντων και έχουν ως κύριο πλεονέκτημα ότι είναι φυσικά προϊόντα δίχως χημικές προσμίξεις, που αντέχουν στο χρόνο. Αποτελούνται από τα εξής συστατικά:

- **Θηραϊκή γη:** Πρόκειται για φυσική ηφαιστιογενή ποζολάνη [1], που χρησιμοποιείται κυρίως για την αποκατάσταση μνημείων, αλλά και τη δόμηση νέων κατασκευών. Πλεονέκτημα της είναι η ιδιότητα της να ενώνεται με την άσβεστο και να σχηματίζει ασβεστοπυριτικές ενώσεις που σκληραίνουν το κονιάμα, παρουσίας υγρασίας. Την ιδιότητα αυτή την οφείλει στο πυρίτιο που περιέχει. Συνίσταται να μην χρησιμοποιείται το υλικό σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C και άνω των 35°C, ενώ πρέπει να αποθηκεύεται σε καλυμμένο και στεγνό χώρο.
- **Ποζολάνη Μήλου:** Η φυσική ποζολάνη χρησιμοποιήθηκε πρώτα από τους Ρωμαίους και ήταν συστατικό του Ρωμαϊκού σκυροδέματος, που αποτέλεσε μεγάλη καινοτομία στις κατασκευές. Στη Μήλο υπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα ποζολάνης που προέρχονται από την ηφαιστειακή δράση σε παλιότερες εποχές στο νησί, και είναι προϊόντα του υψηλού γεωθερμικού πεδίου και της κυκλοφορίας των γεωθερμικών ρευστών στο εσωτερικό αυτού. Τα ενεργά ορυχεία ποζολάνης βρίσκονται στη Μήλο, αλλά και στην Κίμωλο και την Σκύδρα του νομού Πέλλης.
- **Κεραμάλευρο:** Ένα ακόμη στοιχείο που αξίζει να προστίθεται στο σοβά είναι το κεραμάλευρο, αγαπημένο υλικό των Ρωμαίων και των Βυζαντινών. Χρησιμοποιήθηκε κατά την Βυζαντινή περίοδο στην εκκλησία της Αγίας Σοφίας στη Θεσσαλονίκη, αποδεικνύοντας έτσι και την αντοχή του στο πέρασμα των χρόνων. Είναι φτιαγμένο

¹ Υλικό με ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές του τσιμέντου.

από άργιλο που έχει ψηθεί σε υψηλή θερμοκρασία και μετά έχει γίνει σκόνη. Εκτός του ότι αυξάνει εντυπωσιακά την αντοχή του σοβά, μπορεί να δώσει και κάποια φυσικά γαϊώδη χρώματα, απαλλάσσοντας τον ιδιοκτήτη από τα έξοδα του βαψίματος.

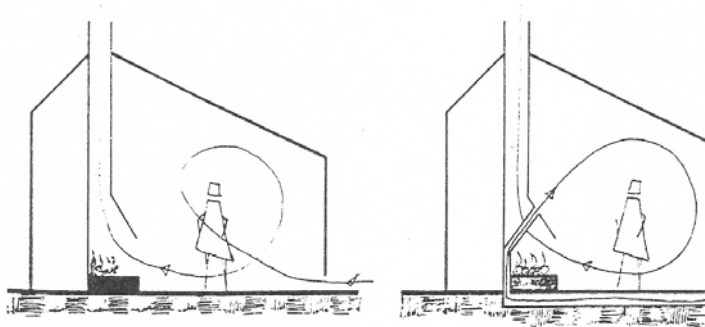
Σε κάθε περίπτωση η αντοχή του οικολογικού σοβά δε συγκρίνεται με εκείνη του συμβατικού. Τα ιστορικά κτήρια που ακόμη στέκουν σε εξαιρετική κατάσταση είναι ζωντανή απόδειξη αυτής της ιδιότητας τους. Επίσης, είναι δυνατόν να αποφευχθεί η χρήση χρωμάτων, αφού τα κονιάματα αυτά μπορούν να προσφέρουν φυσικούς καλαισθητούς χρωματισμούς. Όσον αφορά δε την υγρασία, τα οικολογικά κονιάματα επιτρέπουν την αναπνοή του κτηρίου, ώστε να μην εγκλωβίζεται ανεπιθύμητη υγρασία.

4.4.6 Θέρμανση

Οι ιδανικές συνθήκες διαβίωσης ενός μέσου ανθρώπου στο εσωτερικό ενός σπιτιού είναι:

- Θερμοκρασία περίπου 19° C
- Υγρασία του αέρα: 40 – 50%
- Αναλογία ιόντων, 60% αρνητικά ιόντα και 40% θετικά

Υπάρχουν πάρα πολλοί τρόποι θέρμανσης ενός κτιρίου και οι χειρότεροι από αυτούς είναι ο κλασικός καυστήρας πετρελαίου, τα ηλεκτρικά σώματα και τα κλιματιστικά σώματα. Στο κεφάλαιο 3 που αναλύθηκε η βιοκλιματική αρχιτεκτονική παρουσιάστηκαν φυσικοί τρόποι θέρμανσης ενός κτιρίου, αλλά αυτά καλύπτουν μόνο το 80% των περιπτώσεων.



ΕΙΚΟΝΑ 4.9

Σωστή λειτουργία του τζακιού.

[Πηγή: Τσιπήςρας, Κ., (1996):
Το οικολογικό σπίτι, Αθήνα:
εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α.
Λιβάνη]

Το υπόλοιπο 20% αφορά σε ένα ορθά μελετημένο βιοενεργειακό τζάκι. Η σωστή χρήση του τζακιού προϋποθέτει την σωστή μελέτη του (εικόνα 4.9). (Βλέπε κεφάλαιο *Παραπομπές και Σημειώσεις* παρ. 4.1 για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την σωστή λειτουργία των τζακιών)

4.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας έχει διπλασιαστεί κατά τα τελευταία τριάντα χρόνια. Ο ηλεκτρισμός, το ζεστό νερό, η θέρμανση και οι μεταφορές, οι ανέσεις που επηρεάζουν την καθημερινή ζωή των ανθρώπων, εξαρτώνται από τους φυσικούς πόρους του πλανήτη. Τα αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου ελαττώνονται γρήγορα και η εξαγωγή τους καθίσταται όλο και πιο δύσκολη και δαπανηρή. Ο περιορισμός της κατανάλωσης αυτών των ορυκτών μορφών ενέργειας με στόχο την μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου αποτελεί μία από τις κυριότερες υποχρεώσεις της Διάσκεψης Κορυφής του Ρίο.

4.5.1 Εξοικονόμηση ενέργειας

Η συνειδητοποίηση της ενεργειακής κρίσης του 1973 είχε ως αποτέλεσμα τη ορθολογιστικότερη χρήση των συμβατικών καυσίμων, την αναζήτηση άλλων πηγών ενέργειας και την εξοικονόμηση της ίδιας της ενέργειας.

Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων και των ήπιων μορφών ενέργειας απαιτεί ειδικό σχεδιασμό. Η αρχιτεκτονική του κελύφους του κτιρίου επηρεάζεται από την αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων στην προσπάθεια διερεύνηση της δυναμικής σχέσης ανάμεσα στο κτίριο, το κλίμα και τις μηχανικές εγκαταστάσεις.

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι:

- «καθαρή»,
- δεν έχει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον,
- είναι άμεσα αξιοποιήσιμη,
- δεν συνδέεται με πρόβλημα πολιτικής φύσης,
- δεν χρειάζεται μεγάλα επενδυτικά κεφάλαια και
- διαθέτει ανεξάντλητα αποθέματα.

Εννοιολογικά διακρίνονται δύο είδη εξοικονόμησης ενέργειας:

1. εξοικονόμηση συμπεριφοράς [2] και
2. τεχνολογική εξοικονόμηση.

² Προέρχεται από μεταβολές της συμπεριφοράς των τελικών καταναλωτών, που διακρίνεται σε δύο κατηγορίες :

1. μείωση της χρήσιμης ενέργειας που καταναλώνεται σαν τελικό προϊόν, όπως οι αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα, η θερμοκρασία εσωτερικών χώρων, και
2. μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται σαν ενδιάμεσο προϊόν, δηλαδή μεταβολή στο μίγμα των αγαθών τελικής κατανάλωσης προς όφελος λιγότερο ενεργειακό αγαθών.

4.5.1.1 Συμπεριφορά των χρηστών

Σημαντικός παράγων, σε κάθε προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας σ' ένα κτίριο, είναι η «οικολογική», «κοινωνική» και «οικονομική» συμπεριφορά του χρήστη και βασίζεται στη συνειδητή συμμετοχή κοινωνικά ευαίσθητοποιημένου ατόμου σε μία προσπάθεια που έχει σαν στόχο να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας [3].

4.5.1.2 Τεχνολογική εξοικονόμηση

Η **τεχνολογική εξοικονόμηση** είναι εκείνη που προέρχεται από τον ενεργειακό βαθμό απόδοσης των συστημάτων παραγωγής, μετατροπής, μεταφοράς – διανομής και αξιοποίησης της ενέργειας. Έτσι στην κατανάλωση αυτή περιλαμβάνονται τα κελύφη των κτιρίων (μονώσεις, κουφώματα), η βελτίωση του βαθμού απόδοσης κινητήρων, καυστήρων και λοιπών συσκευών, η χρησιμοποίηση πλέον αξιόπιστων συστημάτων αυτοματισμού, η αλλαγή μεθόδων παραγωγικής διαδικασίας και άλλα.

4.5.2 Τεχνικές παρεμβάσεις για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια

Η εισαγωγή της θερμομόνωσης είχε σημαντική θετική επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων που κατασκευάστηκαν την τελευταία εικοσαετία. Εξετάζοντας, όμως, το εθνικό ενεργειακό ισοζύγιο και τη διαχρονική μεταβολή του, διαπιστώνουμε ότι η κατανάλωση ενέργειας για την εξυπηρέτηση κτιρίων αυξάνεται με έντονο ρυθμό. Το 1980 τα κτίρια απορροφούσαν το 22% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, ποσοστό που

³ Για παράδειγμα,

1. Η εύρυθμη λειτουργία κάθε εγκατάστασης βασίζεται σε ρυθμίσεις, συντήρηση και άμεση επισκευή ή αντικατάσταση των φθαρμένων ή ελαττωματικών τμημάτων.
2. Η εφαρμογή μερικών βασικών αρχών εξοικονόμησης ενέργειας, για παράδειγμα, αερισμός της κλιματιζόμενης οικίας το θέρος, νωρίς το πρωί ή αργά τη νύχτα και όχι το μεσημέρι. Αντίστοιχα ο αερισμός το χειμώνα να γίνεται τις μεσημβρινές ώρες.
3. Το πνεύμα της σπατάλης που χαρακτηρίζει πολλούς χρήστες με κλιματισμό του χώρου είτε με ανοιχτά τα παράθυρα, είτε με συνθήκες άνεσης διάφορες των παραδεκτών, (χειμώνας 20 – 21 °C και θέρος 26 – 28 °C), κάθε απόκλιση από αυτά τα όρια συνιστά υπερκατανάλωση ενέργειας και εκθέτει τους χρήστες σε «θερμοκρασιακό πλήγμα», κατά την είσοδο και έξοδο τους από τους χώρους.
4. Τα προστατευτικά πετάσματα ή παραθυρόφυλλα των ανοιγμάτων, είναι εργαλεία ρύθμισης του ηλιασμού και εν μέρει της αντίδρασης του ανέμου στους χώρους. Η σωστή χρησιμοποίησή τους επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

ως το 1994 είχε αυξηθεί στο 30,9%. Ως κυριότεροι λόγοι αυτής της εξέλιξης μπορούν να αναφερθούν:

1. Η μεγάλη πλειοψηφία των **μη** θερμομονωμένων κτιρίων που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 και που απαιτούν πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας για να εξασφαλίσουν, με τα σημερινά επίπεδα, τις αποδεκτές συνθήκες άνεσης.
2. Η συνεχής αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος, των συστημάτων και συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια.
3. Η ολοένα ισχυρότερη απαίτηση για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας, ιδίως σε ότι αφορά τη θερμική άνεση το θέρος, που σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους των συσκευών, οδήγησε στην εγκατάσταση πάνω από 750.000 «κλιματιστικών συσκευών» τα τελευταία 5 χρόνια.

4.5.3 Η σημερινή κατάσταση των κτιρίων

Αν διακρίνει κανείς την κατανάλωση των κτιρίων ανάλογα με την ηλικία και τα κτιριοδομικά τους χαρακτηριστικά, αυτά που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον ποσοτικά και ποιοτικά είναι τα νεότερα. Το 89% της ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση και το κλιματισμό των κτιρίων, το 7% για το φωτισμό και όλες οι υπόλοιπες ανάγκες απορροφούν συνολικά 4%.

Η ανισόρροπη αυτή κατανομή οφείλεται κυρίως στους παρακάτω λόγους:

- Έλλειψη θερμικής προστασίας των κτιρίων που οδηγεί σε δυσανάλογα μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, προκειμένου να επιτευχθούν ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης, και
- Χαμηλό επίπεδο εξοπλισμού

4.5.4 Προοπτικές εξέλιξης και η αναγκαιότητα λήψης μέτρων

Ο κίνδυνος που ελλοχεύει είναι η σημαντική αύξηση της κατανάλωσης. Στην περίπτωση που δε ληφθούν έγκαιρα τα απαιτούμενα μέτρα εξορθολογισμού της χρήσης ενέργειας, η αύξηση της κατανάλωσης θα είναι σημαντική.

Προκύπτει, επομένως, επιτακτικά η ανάγκη να παρέμβει κανείς σήμερα, μειώνοντας την κατανάλωση σε διάφορους τομείς, όπου είναι δυνατό, κυρίως στη θέρμανση με την εφαρμογή θερμομόνωσης και στη συνέχεια στο φωτισμό, στην ηλιοπροστασία και στο

φυσικό και ιδιαίτερα στο νυχτερινό δροσισμό. Έτσι θα αντισταθμιστεί η επερχόμενη αύξηση της κατανάλωσης εξαιτίας της βελτίωσης του επιπέδου εξοπλισμού και της αύξησης των κλιματιζόμενων χώρων. Στόχος της φιλόδοξης, αλλά ταυτόχρονα ρεαλιστικής πολιτικής, πρέπει να είναι η διατήρηση του σημερινού επιπέδου κατανάλωσης, με παράλληλη αναβάθμιση της ποιότητας των κτιρίων.

4.5.5 Δυνατότητες παρέμβασης

Για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες παρέμβασης, οι οποίες προσδιορίζονται σε τρία μεταξύ τους διακριτά επίπεδα:

1. Στο **τεχνικό επίπεδο**, με παρεμβάσεις στο κτίριο,
2. Στο **διοικητικό επίπεδο**, με την καθιέρωση του ενεργειακού διαχειριστή του κτιρίου,
3. Στο **θεσμικό επίπεδο**, με την αναθεώρηση της ισχύουσας νομοθεσίας για την κατανομή των δαπανών συντήρησης και ανάπλασης των κτιρίων ανάμεσα σε ιδιοκτήτη και χρήστη.

4.5.6 Εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια

Δυστυχώς, συχνά δίνεται μικρή προσοχή στην οικοδομική λειτουργία των κτιρίων κατά την φάση του σχεδιασμού ή της κατασκευής και τα προβλήματα ανακύπτουν μετά την ολοκλήρωση. Προβλήματα δαπανηρής ενεργειακής λειτουργίας παρουσιάζουν πολλά κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν την έναρξη της εφαρμογής του «Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων» ή κτίρια που κατασκευάστηκαν χωρίς προδιαγραφές.

Για όλα αυτά τα κτίρια, πρέπει να μειωθούν οι ενεργειακές τους ανάγκες με επεμβάσεις στο περίβλημα (κέλυφος), τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά και τον αντίστοιχο εξοπλισμό, καθώς και τη βελτίωση της λειτουργίας των κλιματιστικών τους εγκαταστάσεων (θέρμανση – δροσισμός – αερισμός).

Η προσπάθεια ολοκληρώνεται όταν οι χρήστες ενημερωθούν και εφαρμόσουν μερικούς βασικούς ενεργειακούς κανόνες σωστής χρήσης των χώρων.

4.5.7 Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου

Το περίβλημα του κτιρίου αποτελούν οι εξωτερικοί τοίχοι, το δάπεδο που εδράζεται στο έδαφος ή πάνω από την ριλιotis, η στέγη και τα κουφώματα των ανοιγμάτων, όπου μπορούν να γίνουν αποτελεσματικές επεμβάσεις. όπως και στον περιβάλλοντα χώρο που επηρεάζουν τη θερμική συμπεριφορά του κελύφους του κτιρίου.

4.5.8 Επεμβάσεις στους εξωτερικούς τοίχους

Οι εξωτερικοί τοίχοι των κτιρίων έχουν μεγάλα περιθώρια μόνωσης, κυρίως όταν η κατασκευή δεν διαθέτει καθόλου μόνωση και για τη δομή των εξωτερικών τοίχων έχουν χρησιμοποιηθεί κοινοί πλίνθοι ή σύνηθες σκυρόδεμα. Στις περιπτώσεις αυτές γίνεται εξωτερική ενίσχυση ή προσθήκη θερμομόνωσης. Αλλά κάθε λύση πρέπει να προέρχεται από τις γνώσεις και την εμπειρία ειδικού. Κάθε πειραματισμός είναι δαπανηρός και αναποτελεσματικός.

Θερμομόνωση:

Επεμβάσεις στην τοιχοποιία

Η τοιχοποιία στις συνηθισμένες κατασκευές αποτελεί τη μεγαλύτερη επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου. Είναι αναμενόμενο επομένως να παρατηρούνται μεγάλες απώλειες θερμότητας από την τοιχοποιία, ιδιαίτερα όταν δεν έχει προβλεφθεί θερμομόνωση ή είναι ανεπαρκής. Η θερμομόνωση των τοίχων είναι δυνατό να επιτευχθεί με τους εξής τρόπους:

- Με ειδικό εξωτερικό θερμομονωτικό επίστρωμα.
- Με ειδικό εσωτερικό θερμομονωτικό επίστρωμα.
- Με θερμομονωτική στρώση στον πυρήνα του τοίχου (δικέλυφη κατασκευή).
- Με θερμομονωτικά υλικά τα οποία είναι εμποτισμένα με μονωτικό υλικό [4].
- Με θερμική δυναμική μόνωση η οποία «παρακολουθεί» τη μεταβολή των θερμικών αναγκών και τις ανάγκες του κτιρίου και μεταβάλλει την θερμομονωτική της ικανότητα.

Τέτοια υλικά είναι τα **ανακλαστικά υλικά**, τα οποία εφόσον τοποθετηθούν σωστά και κατόπιν μελέτης έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν τα θερμικά φορτία. Στην

⁴ Για παράδειγμα, τούβλα που έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία ή έχει συμπληρωθεί μέρος των οπών τους με θερμομονωτικό υλικό.

πραγματικότητα μεταβάλουν τους παράγοντες μεταφοράς θερμότητας ανάλογα με την επίδραση του περιβάλλοντος στο κτίριο [5].

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα συμβατικά υλικά παρουσιάζουν σχετικά σταθερή μονωτική συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της ημέρας, αλλά μερικά εξ αυτών, με την πάροδο του χρόνου, χάνουν τις θερμομονωτικές τους ιδιότητες. Όμως, τα επονομαζόμενα **ανακλαστικά υλικά** παρουσιάζουν μεταβολή της θερμομονωτικής τους συμπεριφοράς ανάλογη της επιβολής φορτίου. Δηλαδή, αυξάνουν τις μονωτικές τους ιδιότητες όσο αυξάνονται τα φορτία.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα των υλικών αυτών, εφόσον τοποθετηθούν σωστά είναι η διατήρηση ομοιόμορφων φορτίων στους χώρους καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και μείωση των αναγκών αυτοματισμού στη λειτουργία των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού. Δεύτερο και σημαντικότερο όμως γνώρισμα αποτελεί η ιδιαίτερα υψηλή θερμομονωτική τους ικανότητα. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε μέγιστα φορτία ένα ανακλαστικό υλικό τοποθετημένο στη μέση της τοιχοποιίας, με πάχος 1 χιλιοστό λειτουργεί όπως ένα κοινό μονωτικό υλικό (π.χ. Roofmate, Wallmate, διογκωμένη πολυστερίνη, υαλοβάμβακας κ.λπ.) με πάχος περί τα 21 χιλιοστά. Αυτό από μόνο του επιφέρει μείωση στο πάχος του τοίχου κατά 20 χιλιοστά και αύξηση της εκμεταλλευτικής ικανότητας του τοίχου κατά 10 ~ 20%. Η αύξηση του εκμεταλλεύσιμου όγκου στο κτίριο είναι περί το 1% ή 1τ.μ. ανά 100 μ² κτιρίου.

Είναι χαρακτηριστικό ότι το θερμομονωμένο κτίριο με ανακλαστικό υλικό λειτουργεί δυναμικά στην αντιμετώπιση των φορτίων και αυξάνει την απόδοσή του αναλόγως των επιβαλλόμενων φορτίων. Χαρακτηριστική βοήθεια από την χρήση των ανακλαστικών υλικών δημιουργείται λόγω της μονωτικής τους ικανότητας έναντι στην υγρασία της ατμόσφαιρας η οποία πολλές φορές είναι ιδιαίτερα ενοχλητική και επικίνδυνη αλλά μεταβάλει ταυτόχρονα (μειώνει) τη θερμομονωτική συμπεριφορά της τοιχοποιίας. Η διείσδυση της υγρασίας στον τοίχο και η ύπαρξη συμπυκνωμάτων νερού στην επιφάνειά του δημιουργεί αφενός σημαντική μεταβολή στην αγωγιμότητα του τοίχου αλλά και αυξάνει την πιθανότητα δημιουργίας μικροοργανισμών (μύκητες) στους τοίχους.

(Για περισσότερες πληροφορίες βλέπε κεφάλαιο *Παραπομπές και σημειώσεις* Παρ. 4.2 «*Τεχνικές και μέθοδοι προστασίας για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια*»)

⁵ Αυξάνουν τη μονωτική τους συμπεριφορά κατά τις νυκτερινές ώρες το χειμώνα και τις μεσημβρινές ώρες το θέρος.

4.5.9 Τεχνικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας

Η παρατεταμένη λειτουργία των κλιματιστικών, ώθησε στην έρευνα λύσεων ικανών να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας, χωρίς να ζημιώσουν την αξιοπιστία και την ακρίβεια της ψύξης. Διάφορες είναι οι επεμβάσεις που αποδείχτηκαν παραγωγικές:

- μείωση της ποσότητας αερισμού με εξωτερικό αέρα και λειτουργία των μηχανημάτων με τη μέγιστη απόδοση
- χρήση μονάδων αναθέρμανσης στα μηχανήματα που τροφοδοτούνται από το θερμό αέριο του συμπιεστή, στη θέση των ηλεκτρικών μονάδων
- χρήση συστημάτων ανάκτησης θερμότητας ή ελεύθερου δροσισμού (free-cooling).

Η χρήση συστημάτων ανάκτησης θερμότητας, που χρησιμοποιούν τη θερμότητα προς διάθεση στο συμπυκνωτή, αποτελεί μία περαιτέρω πηγή εξοικονόμησης ενέργειας.

Μερικές από τις χρήσεις της ανακτημένης θερμότητας είναι:

- χειμερινή προθέρμανση του εξωτερικού αέρα έως τους 18-21 °C
- αναθέρμανση του αέρα παροχής, σε φάση αφύγρανσης, έως τους 37,5-43 °C.
- θέρμανση και προθέρμανση του νερού για την εγκατάσταση θέρμανσης του κτιρίου.

4.5.10 Θερμική ακτινοβολία – Ακτινοβολία θερμότητας

Οι επιφάνειες των κτιρίων αποβάλλουν θερμότητα προς τον ουρανό κατά τη διάρκεια της νύχτας, λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας κατά 10 – 14 °C σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα κοντά στην επιφάνεια της γης. Την περισσότερη θερμότητα εκπέμπουν οι οριζόντιες επιφάνειες των δωματίων. Αυτός ο τρόπος δροσισμού μπορεί να ενισχυθεί και με την τοποθέτηση μεταλλικών ακτινοβολητών.

4.5.11 Απόρριψη θερμότητας στο έδαφος

Η θερμοκρασία του εδάφους, σε κάποιο βάθος, είναι χαμηλότερη της θερμοκρασίας του αέρα. Τα ημι – υπόσκαφα μέρη των κτιρίων, μια πρακτική συνήθης στους οικισμούς σε επικλινές έδαφος, είναι πιο δροσερά. Άλλος τρόπος αξιοποίησης αυτής της χαμηλής θερμοκρασίας, είναι η ενσωμάτωση στο έδαφος αγωγών, στους οποίους κυκλοφορεί νωπός αέρας που ψύχεται και αποβάλλει την περίσσεια υγρασίας. Έτσι προσάγεται στα κτίρια δροσερός ξηρός αέρας που απορροφά τη θερμότητα και την υγρασία του χώρου.

4.5.12 Επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο

Είναι συχνά αρκετά απλό να επιτευχθεί σημαντική μείωση των ενεργειακών αναγκών με μερικές απλές επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο. Οι επεμβάσεις αυτού του είδους, αποσκοπούν κυρίως στην επιθυμητή αυξομείωση της δράσεως του ανέμου και του ηλιασμού του κτιρίου.

Η παρουσία, για παράδειγμα, φυλλοβόλων δένδρων κοντά στο κτίριο και κυρίως στην νότιο-ανατολική πλευρά, επιτρέπει ισχυρό ηλιασμό τον χειμώνα (συνεισφέρει στη θέρμανση) και αποτροπή του ισχυρού ηλιασμού το καλοκαίρι (μείωση θερμικών φορτίων).

Ανάλογη μπορεί να είναι η δράση δένδρων με πυκνό φύλλωμα ή η παρουσία αναρριχώμενων φυτών στους βόρειους τοίχους. Τα πυκνά φυλλώματα προστατεύουν από τον ισχυρό άνεμο και ειδικά τα αναρριχώμενα λειτουργούν ως πρόσθετη θερμομόνωση, αρκεί ο τοίχος να διαθέτει ισχυρή μόνωση έναντι υγρασίας.

Σε μέσου ύψους κτίρια είναι δυνατή η κατασκευή προστατευτικών τοιχιών, σε κατάλληλη θέση και απόσταση από το κτίριο.

4.5.13 Υποχρεωτική εκπόνηση ενεργειακής μελέτης βιοκλιματικού σχεδιασμού για όλα τα νέα κτίρια

Η μελέτη αυτή θα περιλαμβάνει όλα τα μέτρα ελαχιστοποίησης των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων (χειμώνα-θέρος) και θα πρέπει να καταλήγει σε ορισμένες ανώτατες επιτρεπόμενες τιμές κατανάλωσης ενέργειας ανά m² ωφέλιμης επιφάνειας, για θέρμανση, κλιματισμό, φωτισμό, κίνηση κ.λπ.

4.5.14 Μέτρα ελαχιστοποίησης

Τα μέτρα ελαχιστοποίησης είναι ενδεικτικά τα ακόλουθα:

- Ορθή εφαρμογή της θερμομόνωσης
- Τήρηση νέων συνθηκών εσωκλίματος κτιρίων
- Χρησιμοποίηση θερμομονωτών – αεροστεγών κουφωμάτων
- Κατάλληλη διάταξη των κτιρίων
- Κατάλληλη διάταξη των χώρων εντός των κτιρίων
- Μείωση της διείσδυσης του αέρα στα κτίρια

- Εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα
- Υποχρεωτική ηλιοπροστασία των γυάλινων επιφανειών το θέρος με κατάλληλα οριζόντια, κάθετα ή κεκλιμένα, κινητά ή σταθερά σκίαστρα για τη μείωση των θερμικών φορτίων
- Ορθή επιλογή της «θερμικής μάζας» του κτιρίου που αμβλύνει τις ακραίες θερμοκρασίες του εξωτερικού περιβάλλοντος
- Βελτιστοποίηση του σχήματος των κτιρίων με ενεργειακά κριτήρια
- Εξασφάλιση δροσισμού των κτιρίων με κατάλληλο μέγεθος, σχήμα και θέση παραθύρων
- Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων στο κέλυφος του κτιρίου
- Κατάλληλη φύτευση γύρω από τα κτίρια για τη δημιουργία ευνοϊκού εξωτερικού μικροκλίματος
- Μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού των χώρων με τη χρήση οριζόντιων ανοιχτόχρωμων σκιάστρων που αντανακλούν το φως της ημέρας στο βάθος των χώρων
- Ορθή επιλογή του συστήματος φωτισμού των κτιρίων (είδος λαμπτήρων, αυτοματισμός κ.λπ.).
- Ο χρωματισμός της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου, ιδίως όταν η θερμομόνωση δεν είναι αρκετά ισχυρή μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τα ηλιακά φορτία τα οποία θα παραληφθούν από το περίβλημα του κτιρίου και βαθμιαία θα οδηγηθούν στο εσωτερικό του.

4.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το κτίριο που χρησιμοποιείται ως παράδειγμα βιοκλιματικής – οικολογικής δόμησης στην Ελλάδα είναι το κτίριο γραφείων – εργαστηρίων που σχεδιάστηκε το 1998 από τους συνεργάτες του ΚΑΠΕ και βρίσκεται στην Αθήνα. Πρόκειται για ένα έργο εφαρμογής ενεργειακών τεχνολογιών. Η κατασκευή του ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 1999 και ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο του 2001. Από τον Νοέμβριο του 2001 και έπειτα ξεκίνησαν να καταγράφονται τα στοιχεία για την ενεργειακή



ΕΙΚΟΝΑ 4.10

Κτίριο γραφείων – εργαστηρίων στην Αθήνα.

[Πηγή: <http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf>]

κατανάλωση και την απόδοση του κτιρίου. Ο στόχος της κατασκευής του ήταν η δημιουργία ενός ενεργειακά ανεξάρτητου κτιρίου.

4.6.1 Κτιριολογικό πρόγραμμα

Το κτίριο είναι διώροφο με υπόγειο και περιλαμβάνει:

- Γραφεία – θέσεις ερευνητών
- Βιβλιοθήκη – βιβλιοστάσιο
- Μικρή αίθουσα συνεδριάσεων
- Χώροι υγιεινής
- Μικρό κουζινάκι
- Κοινόχρηστοι χώροι και χώροι εσωτερικής κυκλοφορίας
- Υπόγειοι βοηθητικοί χώροι
- Ψυχροστάσιο

4.6.2 Θέση κτιρίου – κλίμα

Το κτίριο κατασκευάστηκε είκοσι χιλιόμετρα από το κέντρο της Αθήνας, στην περιοχή Μεσογείων επί της λεωφόρο Μαραθώνα στο Πικέρμι. Η περιοχή είναι αγροτική με ελιές και αμπέλια και η οποία τα τελευταία χρόνια δομείται ραγδαία.

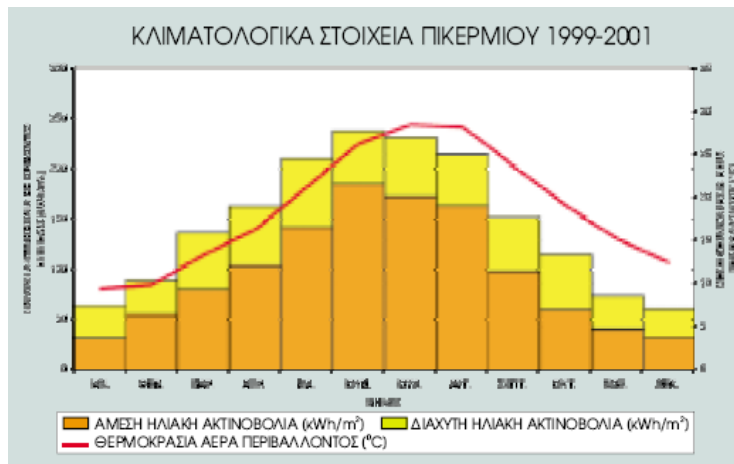


ΕΙΚΟΝΑ 4.11

Τοπογραφικό διάγραμμα κτιρίου.

[Πηγή: <http://www.cres.gr/kape/pdf/download/biomatic.pdf>]

Η θέση αυτή είναι αρκετά ευνοϊκή, χωρίς υπερβολικό θόρυβο και ατμοσφαιρική ρύπανση. Η φύτευση περιμετρικά του κτιρίου δεν το επηρεάζει αρνητικά, επιτρέποντας τον άμεσο ηλιασμό της νότιας όψης. Η μέση θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος τον Ιανουάριο είναι 9,40° C και ανέρχεται σε 28,70° C τον Ιούλιο. Η περίοδος θέρμανσης διαρκεί από τα μέσα Οκτωβρίου έως και το τέλος Απριλίου (εικόνα 4.12).



ΕΙΚΟΝΑ 4.12

Κλιματολογικά στοιχεία Πικερμίου.

[Πηγή:

<http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf>]

4.6.3 Κατασκευή

Η κατασκευή του κτιρίου έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές της μελέτης και τους ισχύοντες ελληνικούς κανονισμούς. Ο φέρων οργανισμός κατασκευάστηκε από σκυρόδεμα C20/25 οπλισμένο από χάλυβα S500. Οι τοιχοποιίες είναι από οπτοπλινθοδομές διπλές δρομικές, χωρίς ενδιάμεσο κενό, δεδομένου ότι η μόνωση τοποθετήθηκε εξωτερικά για την αποφυγή θερμογεφυρών. Τα εσωτερικά χωρίσματα κατασκευάστηκαν από τοίχους ξηράς δόμησης (γυψοσανίδα) ε εσωτερική μόνωση πετροβάμβακα. Τα εξωτερικά επιχρίσματα κατασκευάστηκαν σε τρεις στρώσεις από τσιμεντοκονίαμα.

Για την θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν πλάκες Tektalan 5cm (εικόνα 4.13). Σε επιλεγμένα σημεία της νότιας όψης χρησιμοποιήθηκε διαφανής μόνωση από πλάκες Sto Therm Solar ενώ για την θερμομόνωση του δώματος χρησιμοποιήθηκαν πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης Roofmate της DOW, πάχους 5cm. Η επίστρωση των δαπέδων έγινε με κεραμικά πλακίδια διαστάσεων 30X30, γκρι χρώματος και «ματ» υφής. Τα κουφώματα, τέλος, είναι από αλουμίνιο, συρόμενα επάλληλα διπλά υαλοστάσια, συνολικού πάχους 22mm με



ΕΙΚΟΝΑ 4.13

Εξωτερική θερμομόνωση της βόρεια όψης του κτιρίου.

[Πηγή: <http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf>]

διάκενο 12mm και δύο υαλοπίνακες πάχους
5mm ο κάθε ένας.

4.6.4 Παθητικά και Υβριδικά Ηλιακά Συστήματα

Η μελέτη του κτιρίου προέβλεπε την ενσωμάτωση Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (Π.Η.Σ.) – τα οποία έχουν ως στόχο την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση χώρων:

- Συστήματα άμεσου κέρδους (ανοίγματα νότιου προσανατολισμού, επιφάνειας 17m²) για συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στους ηλιακούς χώρους για παθητική θέρμανση τον χειμώνα.
- Θερμοκήπιο, εμβαδού 8,25m² προσαρτημένο στην νότια όψη του κτιρίου, με επιφάνεια ανοιγμάτων 12m², όπου συλλέγεται η ηλιακή ακτινοβολία, η οποία εγκλωβίζεται ως θερμότητα στο κτίριο.
- Ηλιακοί συλλέκτες αέρα – θερμοσιφονικά πανέλα ενσωματωμένα στην νότια όψη του κτιρίου συνολικής επιφάνειας 17m², όπου συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και την αποδίδουν ως θερμότητα είτε μέσω θυρίδω (άμεσα) στους χώρους, είτε ως προθερμασμένο αέρα σε αντλία θερμότητα στο δώμα (έμμεσα).
- Ηλιακό αίθριο (υαλόφρακτο τμήμα της οροφής του κτιρίου επιφάνειας 14m²) (εικόνα 4.14) για την συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας και περαιτέρω απόδοση της θερμικής ενέργειας στο κεντρικό εσωτερικό τμήμα του κτιρίου.



ΕΙΚΟΝΑ 4.14

Το ηλιακό αίθριο χρησιμοποιείται ως σύστημα παθητικού δροσισμού, έμμεσου φυσικού φωτισμού και ηλιασμού.

[Πηγή:
<http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf>]

- Διαφανής θερμομόνωση συνολικής επιφάνειας 8m² για ενίσχυση των ηλιακών κερδών των νότιων χώρων.

4.6.5 Συστήματα Φυσικού Φωτισμού

Ο στόχος της ένταξης των συστημάτων του φυσικού φωτισμού ήταν η κάλυψη των λειτουργικών αναγκών των χώρων του κτιρίου με φυσικό φως κατά το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό της διάρκειας της ημέρας και συνεπώς η μείωση του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου για φωτισμό.

Έχει γίνει πρόβλεψη για σύστημα φωτισμού οροφής. Υπάρχει υαλόφρακτο τμήμα της οροφής για την είσοδο φυσικού φωτισμού στην κεντρική ζώνη του κτιρίου. Επίσης, υπάρχει αίθριο στο οποίο έχουν πρόσωπο τα εσωτερικά ανοίγματα των αιθουσών ώστε να εξασφαλίζεται φυσικός φωτισμός και στις βαθύτερες ζώνες των χώρων.

4.6.6 Συστήματα Παθητικού Δροσισμού

Τα συστήματα παθητικού δροσισμού στοχεύουν στην αποφυγή της υπερθέρμανσης και την ελαχιστοποίηση των αναγκών σε κλιματισμό των χώρων. Στο κτίριο τοποθετήθηκαν συστήματα σκίασης των ανοιγμάτων, όπως τέντες – κατακόρυφες στην νότια όψη, στόρια – κατακόρυφα στην ανατολική - δυτική όψη) κι όλα αυτά σε συνδυασμό με εσωτερικά βενετικά στόρια. Ακόμη χρησιμοποιούνται συστήματα φυσικού διαμπερούς εξαερισμού με άνοιγμα παραθύρων, ανεμιστήρων ή και φεγγιτών. Τέλος, τοποθετήθηκαν συστήματα φυσικού εξαερισμού μέσω των ηλεκτροκινητών ανοιγμάτων της οροφής με ενδεχόμενη υποβοήθηση από ανεμιστήρες.

4.6.7 Ενσωμάτωση Α.Π.Ε. στο Σύστημα Θέρμανσης - Κλιματισμού

- Χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας νερού - νερού

Κατά τους χειμερινούς μήνες το νερό της γεώτρησης διέρχεται από τον εξατμιστή της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας νερού – νερού (εικόνα 4.15) και προσφέρει την θερμότητά του στον ψυκτικό κύκλο [6]. Ταυτόχρονα, ο συμπυκνωτής της αντλίας θερμότητας θερμαίνει το χωριστό κύκλωμα νερού του δικτύου των fan coils του ισογείου και προσφέρει σ αυτό την θερμότητά του. Με τον τρόπο αυτό αναβαθμίζει την

⁶ Οι θερμοκρασίες σχεδιασμού για το κύκλωμα του φρεατικού νερού είναι 18/12° C.

θερμοκρασία που υπέστη πτώση από το φορτίο απωλειών του κτιρίου [7]. Την περίοδο του καλοκαιριού είναι αντίστοιχη η λειτουργία.

Η μονάδα χρησιμοποιεί το φρεατικό νερό υπάρχουσας γεώτρησης, βάθους 80m, που βρίσκεται σε απόσταση 10m βόρεια του κτιρίου. Η θερμοκρασία νερού της γεώτρησης μετρήθηκε τον Μάιο στους 21° C και η παροχή της είναι 1,2m³/h. Η αντλία θερμότητας έχει ψυκτική ισχύ 16kW και θερμική 17,5kW.



ΕΙΚΟΝΑ 4.15

Γεωθερμική αντλία θερμότητας νερού νερού για κλιματισμό του ισόγειου (ψύξη).

[Πηγή: <http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf>]



ΕΙΚΟΝΑ 4.16

Ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα νερού για κλιματισμό του ορόφου (θέρμανση ψύξη).

[Πηγή: <http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimate.pdf>]

- *Ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητας αέρα – νερού*

Η ηλιοβοηθούμενη αντλία θερμότητα αέρα νερού (εικόνα 4.16) ισχύος 18kW γίνεται για την κάλυψη του φορτίου του πρώτου ορόφου. Στην περίοδο του χειμώνα, ο αέρας αφού διέλθει και προθερμανθεί από τους ηλιακούς συλλέκτες αέρα της νότιας όψης του κτιρίου, συνολικής επιφάνειας 17m² και παροχής σχεδιασμού 1700m³/h, προσάγεται στον εξατμιστή της ηλιοβοηθούμενης αντλίας θερμότητας αέρα νερού, υποβοηθούμενος από φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες και προσφέρει την θερμότητά του στον ψυκτικό κύκλο [8].

Το δίκτυο διανομής της αντλίας θερμότητας του ορόφου είναι όμοιο με το αντίστοιχο της αντλίας θερμότητας του ισόγειου. Η αντλία θερμότητας έχει ψυκτική ισχύ 16,5kW και θερμική 18kW.

Τέλος, στο υπόγειο του κτιρίου όπου βρίσκεται η βιβλιοθήκη, έχουν εγκατασταθεί δύο αντλίες θερμότητας αέρα – αέρα ημικεντρικού τύπου ισχύος 18kW.

⁷ Οι θερμοκρασίες σχεδιασμού για το νερό των FCU είναι 45/40° C.

⁸ Οι θερμοκρασίες σχεδιασμού για το κύκλωμα του προθερμαινόμενου νωπού αέρα είναι 10/3° C

4.6.8 Εγκατάσταση Φωτισμού

Η εγκατάσταση του τεχνητού φωτισμού αποτελείται κυρίως από τον γενικό φωτισμό των χώρων. Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν αποτελούνται από λαμπτήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης (φθορισμού ή τύπου PLC) και φωτιστικά οροφής.

4.6.9 Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου

Σκοπός της εγκατάστασης είναι η επιτήρηση ή και ο αυτόματος έλεγχος των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου ώστε να είναι δυνατή η άμεση πρόσβαση, απρόσκοπτη λειτουργία, ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου. Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και καταγραφή της συμπεριφοράς των συστημάτων Α.Π.Ε. που εγκαταστάθηκαν στο κτίριο καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία.

Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης ελέγχει και παρακολουθεί τα εξής:

- Θερμική άνεση χώρων
- Εγκατάσταση κλιματισμού – θέρμανσης
- Εγκατάσταση παραγωγής ψυχρού – θερμού νερού με υδρόψυκτη γεωθερμική αντλία θερμότητας
- Εγκατάσταση παραγωγής ψυχρού – θερμού νερού με αερόψυκτη αντλία θερμότητας.
- Θερμοσιφωνικά πανέλα – ηλιακοί αεροσυλλέκτες
- Θερμοκήπιο
- Ηλιακό αίθριο
- Τοίχοι με διαφανή μόνωση\εγκατάσταση φωτισμού
- Συστήματα δροσισμού
- Ποιότητα αέρα
- Παρακολούθηση ηλεκτρικής κατανάλωσης κτιρίου

Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από ένα Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου και Παρακολούθησης, τα αισθητήρια όργανα, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών και τις συνδετήριες καλωδιώσεις. Ο προγραμματισμός και ο χειρισμός του συστήματος γίνεται μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχου. Σε ορισμένους χώρους η λειτουργία και η επιλογή διαφόρων καταστάσεων γίνεται μέσω επιμέρους χειριστηρίων.

Το σύστημα αποτελείται από ανεξάρτητα δομικά στοιχεία, τα οποία επιλέγονται και συνδέονται μεταξύ τους κατά τρόπο ώστε να επιτρέπουν τον έλεγχο και την παρακολούθηση του κτιρίου από ένα κεντρικό σημείο μέσω Η/Υ.

4.6.10 Συμπεριφορά Χρηστών – Προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν

Λόγω των πολλών συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν στο κτίριο, για λόγους επίδειξης, το κτίριο απαιτεί συστηματική παρακολούθηση από τον καλούμενο «ενεργειακό διαχειριστή». Ειδικότερα, τα προβλήματα συντήρησης αντιμετωπίστηκαν με τους αυτοματισμούς και διατάξεις (ρελέ, φίλτρα, κλπ) της αντλίας της γεώτρησης. Ακόμη, παρουσιάστηκαν παράπονα από συνεργάτες που εργάζονται σε χώρους με διαφορετικό προσανατολισμό λόγω της αδυναμίας εκπόνησης ελέγχου της θερμοκρασίας του αέρα του χώρου τους.

4.6.11 Φωτοβολταϊκά Πανέλα

Στο κτίριο έχουν εγκατασταθεί 12 Φωτοβολταϊκά πανέλα διάστασης 132cmX64cmX5cm συνολικής ισχύος 600W, στο κεκλιμένο τμήμα του δώματος. Τα Φ/Β είναι άμορφου πυριτίου συνδεδεμένα απευθείας στο δίκτυο του κτιρίου μέσω μετατροπέα ισχύος. Η κλίση της συστοιχίας των Φ/Β για αρχιτεκτονικούς και αισθητικούς λόγους είναι 20° ενώ η ενδεδειγμένη για την μέγιστη ετήσια απόδοσή τους θα ήταν 40°. Τέλος, έχει εγκατασταθεί και ηλιακός συλλέκτης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (60lit) για τις μικρές ανάγκες του κτιρίου σε ζεστό νερό χρήσης.

4.6.12 Οικονομική Ανάλυση

Οι ενεργειακές τεχνολογίες και τα συστήματα που έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο κόστισαν σε τιμές του 1999, το 11% (39.780 ευρώ) του συνολικού κόστους του κτιρίου. Βασιζόμενοι στα αποτελέσματα των ενεργειακών μετρήσεων στο κτίριο των πρώτων 126 ημερών, και στον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας (53165kWh/έτος) σε σύγκριση με αντίστοιχα «συμβατικά» κτίρια γραφείων προκύπτει απλή περίοδος αποπληρωμής της τάξεως των 14,5 ετών. Η περίοδος αποπληρωμής θα ήταν αρκετά μικρότερη, όμως λόγω του επιδεικτικού χαρακτήρα, εγκαταστάθηκαν στο κτίριο συστήματα [9] που αύξησαν το κόστος των ενεργειακών τεχνολογιών, άρα και του χρόνου απόσβεσης.

⁹ Τρία συστήματα κλιματισμού, διπλάσιος αριθμός αισθητηρίων κλπ

Κεφάλαιο 5

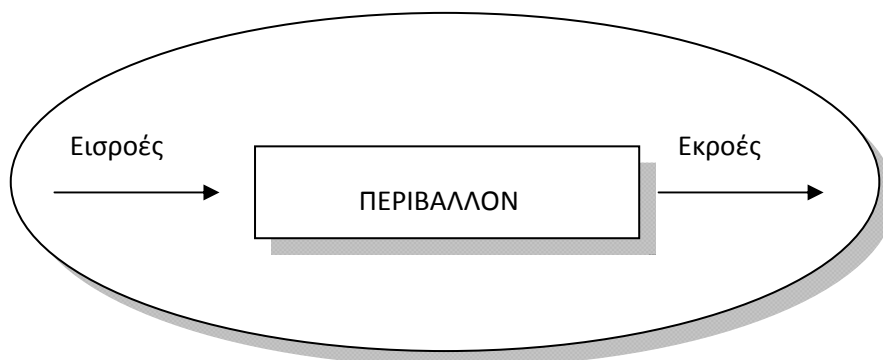
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Ο κτιριοδομικός σχεδιασμός αφορά στο σύνολο των αποφάσεων και παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη για τον σχεδιασμό και την ολοκλήρωση ενός κτιριακού έργου. Σήμερα, ο εκάστοτε μελετητής – μηχανικός, πρέπει να συνθέσει μια πληθώρα πληροφοριών για ένα αποτέλεσμα που να είναι συμβατό με τις απαιτήσεις του πελάτη, το νομοθετικό πλαίσιο και τα οικονομικά δεδομένα. Τελευταία, τα στοιχεία που συνθέτει ο σύγχρονος μηχανικός εμπλουτίζονται με την ανάγκη για την προστασία του περιβάλλοντος και την εισαγωγή περιβαλλοντικών παραμέτρων σχεδιασμού, σε όλες τις διαστάσεις του κύκλου ζωής των κτιρίων.

Εργαλείο για τη σωστή μελέτη των περιβαλλοντικών παραμέτρων που προηγούνται και έπονται του σχεδιασμού και της κατασκευής των κτιρίων μπορεί να αποτελέσει αυτό της *ανάλυσης του κύκλου ζωής (Α.Κ.Ζ.)*.

Στον κτιριοδομικό σχεδιασμό η Α.Κ.Ζ, έχει ως στόχο να εισάγει και να μελετήσει τις περιβαλλοντικές παραμέτρους των διαφόρων φάσεων του κύκλου ζωής των κτιρίων και των στοιχείων που το συνθέτουν. Οι περιβαλλοντικοί παράμετροι προσδιορίζονται βάσει των εισροών υλικών και ενέργειας στο σύστημα κτίριο και μελετώνται βάσει των εκροών σε ατμοσφαιρικούς ρύπους, στερεά και υγρά απόβλητα (εικόνα 5.1). Η δομή και το μοντέλο της ανάλυσης του κύκλου ζωής (Α.Κ.Ζ), προδιαγράφεται σήμερα από το διεθνή πρότυπο ISO 14041, σύμφωνα με το οποίο αναλυτικά προδιαγράφονται όλες οι φάσεις για τη σωστή εφαρμογή του.



ΕΙΚΟΝΑ 5.1

Εισροές και εκροές και συστημικά όρια για το υπό εξέταση σύστημα

5.2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ

Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας: εξόρυξη και επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά και διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση, συντήρηση, ανακύκλωση και τελική απόρριψη.

Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο βασικοί στόχοι της εφαρμογής της Α.Κ.Ζ. αποτελούν:

- Η μελέτη των σχέσεων του συστήματος με το περιβάλλον και κυρίως ως προς τις εισροές σε ενέργειας και πόρους και εκροές που συνεπάγονται περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Ο προσδιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στο φυσικό περιβάλλον.
- Η παροχή πληροφοριών γύρω από περιβαλλοντικά ζητήματα και η αξιοποίηση τους για τη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής των υλικών είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα. Σύμφωνα και πάλι με το διεθνές πρότυπο η εφαρμογή της Α.Κ.Ζ περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- 1 Τον καθορισμό των στόχων και του αντικειμένου της ανάλυσης [1].
- 2 Την καταγραφική ανάλυση [2].
- 3 Την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- 4 Την ταξινόμηση και τον χαρακτηρισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- 5 Την ανάλυση των προοπτικών βελτίωσης.

Για την ανάλυση των προοπτικών βελτίωσης απαιτείται τόσο η εξέταση των τεχνικών που συνεπάγονται βελτίωση της κατάστασης του περιβάλλοντος όσο και η συνδυαστική εξέταση της οικονομικής βιωσιμότητας τους.

5.2.1 Τεχνικές Ανάλυσης Κύκλου Ζωής

Οι τεχνικές της Α.Κ.Ζ. έχουν αναπτυχθεί σε δύο τομείς:

- Αξιολόγηση της περιβαλλοντικής επίδρασης προϊόντων, δραστηριοτήτων και υπηρεσιών. (**Life Cycle Assessment – LCA, Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής**)

¹ Όρια της ανάλυσης, λειτουργική μονάδα, βαθμός λεπτομέρειας

² Προσδιορισμός εισροών – εκροών από το εξεταζόμενο σύστημα προϊόντος

- Εκτίμηση / ανάλυση του κόστους κύκλου ζωής (Α ΚΚΖ) για προϊόντα με σημαντικές τρέχουσες δαπάνες και μεγάλο χρόνο ζωής. **(Life Cycle Cost Analysis – LCCA)**

5.2.1.1 Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής

5.2.1.1.1 Ορισμός Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής

Σύμφωνα με το ISO 14040:

"Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής είναι μία τεχνική για την εκτίμηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιδράσεων που συνδέονται με ένα προϊόν (ή υπηρεσία), μέσω της σύνταξης ενός ποσοτικού διαγράμματος (inventory) των εισροών και των εκροών, την αξιολόγηση των πιθανών περιβαλλοντικών επιδράσεων που συνδέονται με αυτά και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων του καταλόγου και του αντίκτυπου των σταδίων παραγωγής, σε σχέση με τους στόχους της μελέτης".

5.2.1.1.2 Βήματα Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής

Γενικά, υπάρχουν τέσσερα αλληλεξαρτώμενα βήματα απαραίτητα για μια πλήρη μελέτη ενός Κύκλου Ζωής και είναι τα εξής:

- I. Σχεδιασμός
- II. Ανάλυση ποσοτικών διαγραμμάτων
- III. Αξιολόγηση της επίδρασης και
- IV. Ανάλυση βελτίωσης

I. Σχεδιασμός (Planning): Καθορίζει τους σκοπούς και τους στόχους του πλαισίου της Α.Κ.Ζ., συμπεριλαμβανομένων των ορίων, του πλάτους και του βάθους ανάλυσης της μελέτης. Τα γενικά ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν είναι: *Ποιος είναι ο σκοπός της Α.Κ.Ζ.; Ποια απόφαση προορίζεται να στηρίξει η ανάλυση; Ποια είναι τα όρια περιβαλλοντικής επίδρασης ώστε να σχεδιαστούν δευτερεύουσες περιβαλλοντικές επιδράσεις, τριτογενείς επιδράσεις; Περιλαμβάνονται όλες τις περιβαλλοντικές επιδράσεις, ή μόνο ένα προκαθορισμένο υποσύνολο των επιδράσεων;*

II. Ανάλυση ποσοτικών διαγραμμάτων (Inventory analysis): Παρέχει μια ποσοτική περιγραφή εισροών / εκροών του προϊόντος ή του συστήματος. Οι περιβαλλοντικές εισροές περιλαμβάνουν την ύδρευση, την ενέργεια, το έδαφος, και άλλους πόρους. Οι εκροές περιλαμβάνουν τις απελευθερώσεις στον αέρα, το έδαφος και το νερό.

III. Αξιολόγηση της επίδρασης (Impact assessment): αξιολογεί πώς το προϊόν ή το σύστημα έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον, υιοθετώντας μια ποιοτική και ποσοτική προσέγγιση για να αναλύσει το πως η χρήση πρώτης ύλης, η ενεργειακή παραγωγή, η παραγωγή υγρών αποβλήτων, η εκπομπή αερίων και τα στερεά απόβλητα έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αρχικά, τα στοιχεία καταλόγων ταξινομούνται σε μια κατηγορία επιδράσεων. Έπειτα, τα στοιχεία αυτά χαρακτηρίζονται μέσα στις κατηγορίες επιδράσεων. Για πολλές από τις κατηγορίες επιδράσεων, οι δημοσιευμένοι "παράγοντες ισοδυναμίας" είναι διαθέσιμοι για να ομαλοποιήσουν τα στοιχεία καταλόγων από την άποψη της συμμετοχής [3].

IV. Ανάλυση βελτίωσης (Improvement analysis): περιλαμβάνει τα βήματα βελτίωσης σχετικά με τη μείωση των περιβαλλοντικών φορτίων που συνδέονται με το προϊόν ή το σύστημα, μέσω της αντικειμενικής μελέτης ολόκληρου του κύκλου ζωής και την αξιολόγηση της επίδρασης που οι αλλαγές ασκούν στο περιβάλλον. Ανάλογα με το στόχο της Α.Κ.Ζ., το βήμα αυτό μπορεί να παραλειφθεί.

5.2.2 Κόστος Κύκλου Ζωής (Κ.Κ.Ζ.)

5.2.2.1 Ορισμός Κ.Κ.Ζ.

Ο βασικός ορισμός του Κ.Κ.Ζ. είναι: *"Το άθροισμα όλων των δαπανών που προκύπτουν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής ενός στοιχείου, δηλαδή το σύνολο δαπανών προμήθειας και ιδιοκτησίας"* (B. Dhillon).

Γενικότερα, είναι μια μέθοδος για το συνολικό κόστος ιδιοκτησίας. Λαμβάνει υπόψη όλες τις δαπάνες απόκτησης, κατοχής και διάθεσης μιας οικοδομής ή ενός συστήματος οικοδόμησης. Η Α.Κ.Κ.Ζ. είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν διαφέρουν οι εναλλακτικές λύσεις που ικανοποιούν τις ίδιες απαιτήσεις απόδοσης, αλλά διαφέρουν όσον αφορά τις αρχικές και λειτουργικές δαπάνες και πρέπει να συγκριθούν προκειμένου να επιλεγεί αυτή που μεγιστοποιεί την καθαρή αποταμίευση.

³ Για παράδειγμα, οι παράγοντες ισοδυναμίας έχουν αναπτυχθεί για κάθε ένα από τα σημαντικότερα "αέρια του θερμοκηπίου." Αυτοί οι παράγοντες δείχνουν τη σχετική "global warming potential" (GWP) κάθε αερίου του θερμοκηπίου. Οι σφαιρικοί παράγοντες ισοδυναμίας θέρμανσης, θα χρησιμοποιηθούν για να μετατρέψουν όλα τα στοιχεία του αερίου του θερμοκηπίου των καταλόγων (που αναφέρονται ως τόνοι ενός δεδομένου αερίου θερμοκηπίου που εκπέμπεται ανά λειτουργική μονάδα ενός συγκεκριμένου υλικού οικοδόμησης, τόνοι που εκπέμπονται ανά τετραγωνικό μέτρο) στα "ισοδύναμα του CO₂" (ως τόνοι του CO₂ ανά λειτουργική μονάδα). Μετά από αυτήν την μετατροπή, όλα τα στοιχεία καταλόγων στην κατηγορία αντίκτυπου "παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου" μπορούν να αθροιστούν για να φθάσουν σε ένα κλιμακωτό σύνολο (τόνοι των ισοδύναμων του CO₂) για να επιτρέψουν την άμεση αριθμητική σύγκριση μεταξύ των οικοδομικών υλικών.

Η Α.Κ.Κ.Ζ. δεν είναι χρήσιμη για την κατανομή προϋπολογισμών (Fuller). Ο σκοπός είναι να υπολογιστούν οι γενικές δαπάνες των εναλλακτικών λύσεων του έργου και να επιλεγεί το σχέδιο που εξασφαλίζει τη δυνατότητα να δαπανηθεί το χαμηλότερο δυνατό γενικό κόστος ιδιοκτησίας, σύμφωνα με την ποιότητα και τη λειτουργία. Η Α.Κ.Κ.Ζ. πρέπει να εκτελεστεί νωρίς στη διαδικασία του σχεδιασμού, ενώ υπάρχει ακόμα μια πιθανότητα να τροποποιηθεί το σχέδιο για να εξασφαλίζεται μία μείωση των δαπανών του κύκλου ζωής.

Είναι ουσιαστικό να χρησιμοποιηθεί η ίδια περίοδος μελέτης για κάθε εναλλακτική λύση της οποίας το Κ.Κ.Ζ. πρόκειται να συγκριθεί, ακόμα κι αν έχουν διαφορετικές χρήσιμες ζωές. Η κατάλληλη περίοδος ανάλυσης, ποικίλλει σύμφωνα με τη σκοπιά των συμμετεχόντων. Παραδείγματος χάριν, ένας ιδιοκτήτης σπιτιού θα επέλεγε την περίοδο ανάλυσης, βασισμένη στο χρονικό διάστημα που αναμένει να ζήσει στο σπίτι, ενώ ένας μακροπρόθεσμος κάτοχος ενός κτιρίου γραφείων να επιλέξει μια περίοδο μελέτης βασισμένη στην πλήρη ζωή του κτιρίου.

5.2.2.2 Γενικό μοντέλο Α.Κ.Κ.Ζ.

Το γενικό μοντέλο έχει δύο βασικά συστατικά:

- επαναλαμβανόμενες δαπάνες (Κ1) και
- μη επαναλαμβανόμενες δαπάνες (Κ2)



Οι επαναλαμβανόμενες δαπάνες είναι:

- δαπάνες που συνδέονται με τη συντήρηση
- δαπάνες που συνδέονται με το εργατικό δυναμικό
- δαπάνες καταλόγων (inventory costs)
- λειτουργικές δαπάνες (operating costs)
- δαπάνες υποστήριξης (support costs)

Οι μη επαναλαμβανόμενες δαπάνες είναι:

- κόστος εκπαίδευσης (training)
- κόστος της έρευνας και της ανάπτυξης
- δαπάνες προμήθειας
- κόστος προώθησης αξιοπιστίας (ποιοτικές δαπάνες)

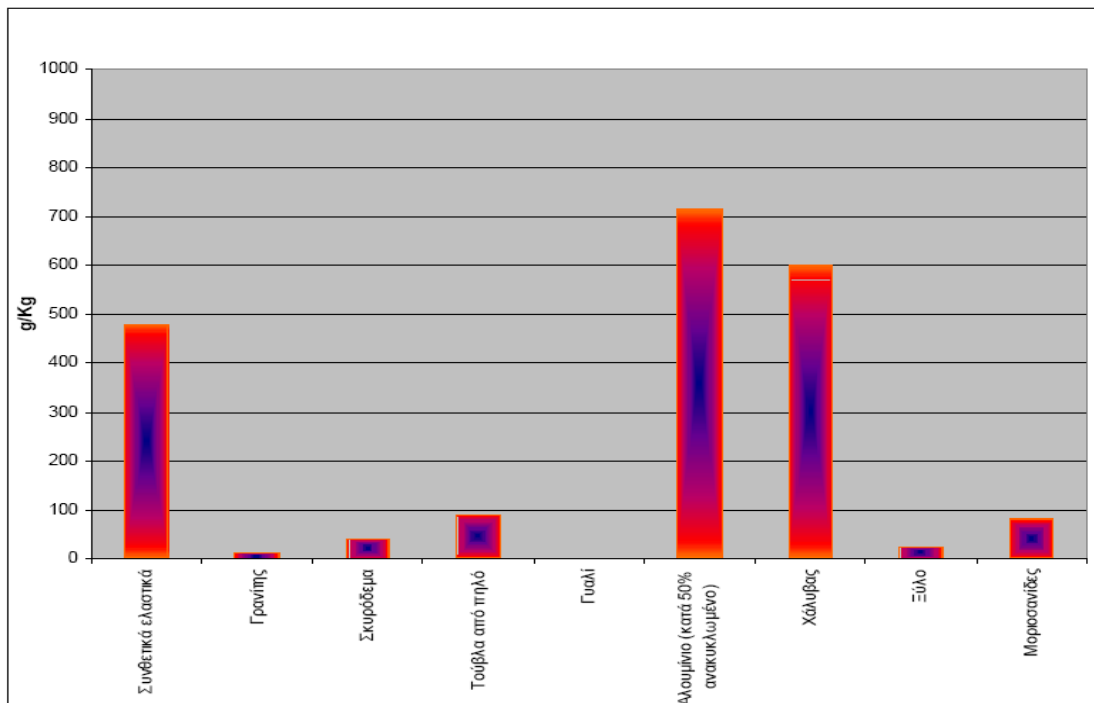
- κόστος υποστήριξης
- δαπάνες έγκρισης προσόντων (qualification approval)
- κόστος της εγκατάστασης
- δαπάνες μεταφορών
- κόστος δοκιμής του εξοπλισμού

5.3 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

5.3.1 Γενικά

Η συλλογή πρώτων υλών κατ' ευθείαν από την φύση προκαλεί, εν γένει, περιβαλλοντικά προβλήματα. Είναι γνωστή η πρόκληση της οικολογικής ανισορροπίας λόγω της εντατικής υλοτόμησης των δασών. Είναι επίσης προφανής η άσχημη και άχρηστη κατάσταση των λατομείων (με εξαίρεση μερικών από τα χιλιάδες που έχουν γίνει πολιτιστικά κέντρα).

Μεγάλο πρόβλημα που προκύπτει στην παραγωγή των υλικών είναι η σπατάλη της πρώτης ύλης. Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής του κάθε υλικού υπάρχουν και ορισμένες διαδικασίες οι οποίες σπαταλούν μεγάλο μέρος των πρώτων υλών που εξορύσσονται (εικόνα 5.2).



ΕΙΚΟΝΑ 5.2

Απώλειες πρώτων υλών κατά την παραγωγή συνήθων υλικών

[Πηγή: Κορωναίος, Γ. Αμ., (2005), Ερευνητικό έργο: *Δομικά υλικά και οικολογία*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδικτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm]

Η χρήση πρώτων υλών από ανακυκλούμενα υλικά μειώνει σαφώς το ποσό των υλών που απαιτεί ο άνθρωπος από τη φύση για να τα δημιουργήσει. Μέχρι σήμερα υπήρχε η γενική θεώρηση ότι χρειαζόταν λιγότερη ενέργεια για να παραχθεί ένα υλικό μέσω της ανακύκλωσης από ότι να συλλεχθεί μέσω της φύσης. Αυτό πλέον έχει γίνει κατανοητό ότι δεν ισχύει πάντα και η ανακύκλωση είναι ωφέλιμη κυρίως για υλικά που έχουν την ικανότητα να ανακυκλώνονται, έχουν μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια παραγωγής και μικρή ενσωματωμένη ενέργεια ανακύκλωσης.

5.3.2 Ανακύκλωση

Η ανακύκλωση είναι μία απόπειρα να μιμηθεί ο άνθρωπος τους κύκλους της φύσης, οι οποίοι γενικά αποτελούν θετικά παραδείγματα αποτελεσματικής λειτουργίας και σταθερότητας. Πραγματικά, οι φυσικοί κύκλοι δε χρειάζονται τροφοδότηση με πρώτες ύλες και δεν δημιουργούν απόβλητα. Είναι λοιπόν υποδείγματα τέλει ανακύκλωσης.

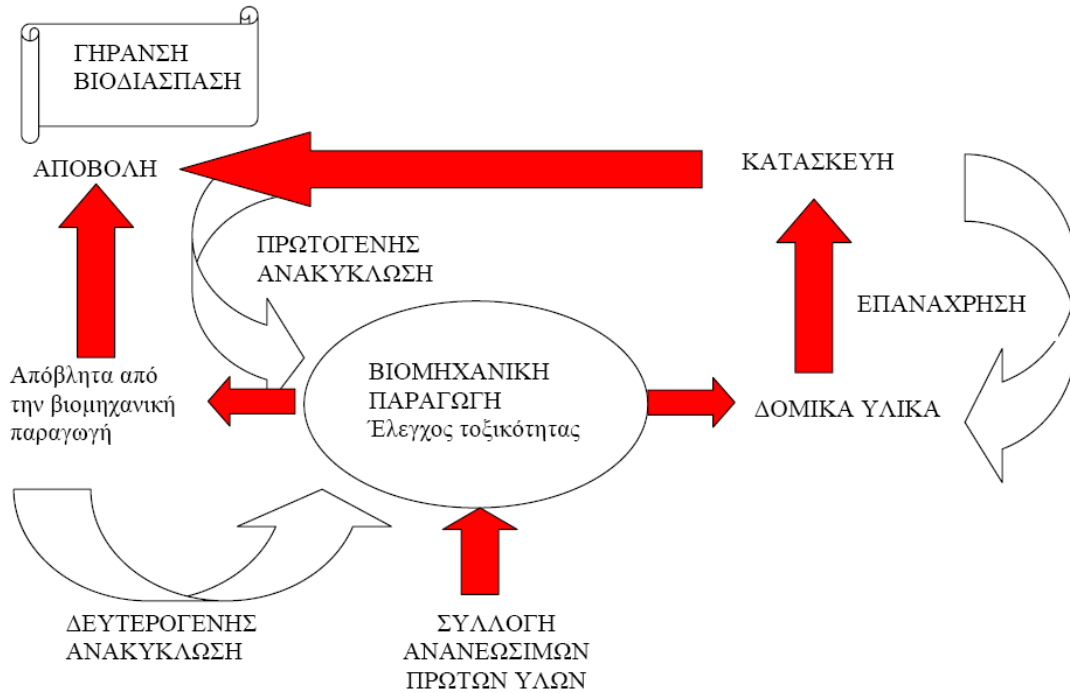
- Ανακυκλωμένα πρωτογενώς είναι τα προϊόντα που ανακτώνται από τα υλικά «απορρίμματα» - κατεδάφισης.
- Ανακυκλωμένα δευτερογενώς είναι τα υλικά που προκύπτουν ως παραπροϊόντα άλλων διεργασιών (εξορυκτική βιομηχανία, σκωρίες, πριονίδι)

Συνήθως μετά από την κατασκευή του έργου και στο τελικό στάδιο του κύκλου ζωής, προκύπτει ένα μείζων ερώτημα: κατεδάφιση και υλικά «απορρίμματα» ή κατεδάφιση και επαναχρησιμοποίηση; Πολλές φορές προκύπτει ένα υλικό να απαιτεί μεγαλύτερο κόστος και ενέργεια για να ανακυκλωθεί ή να χρησιμοποιηθεί ξανά παρά να παραχθεί εξ αρχής. Στο σημείο αυτό προκύπτει η ηθική πλευρά της ανακύκλωσης η οποία οφείλει να επιβάλλεται.

Ο Β. Ουγκώ επωφελούμενος της περιγραφής των υπονόμων του Παρισιού λέει ότι το 1832 το Παρίσι ρίχνει στη θάλασσα κάθε χρόνο μέσα από τους υπονόμους το ισοδύναμο πεντακοσίων εκατομμυρίων χρυσών φράγκων. Και αντιπαραθέτει τους υπονόμους του Παρισιού με τη συμπεριφορά των Κινέζων χωρικών, οι οποίοι λιπαίνουν την γη με τα ίδια τους τα περιττώματα και για αυτό «η γη της Κίνας είναι σήμερα τόσο γόνιμη όσο την πρώτη ημέρα της δημιουργίας». Με άλλα λόγια ο Ουγκώ διαπιστώνει ότι οι παραδοσιακές οικονομίες ήταν οικονομίες ανακύκλωσης ενώ οι σύγχρονες κοινωνίες είναι οικονομίες σπατάλης. Ασφαλώς αυτά τα οποία λέει πρέπει να βασίζονται στους υπολογισμούς των μεγάλων επιστημόνων χημικών της εποχής του.

Γενικά, ισχύει η αρχή ότι τα υλικά που έχουν μικρή διαδικασία βιομηχανικής παραγωγής ανακυκλώνονται εύκολα. Δηλαδή, σε υλικά που έχει επέμβει σημαντικά ο ανθρώπινος παράγοντας με πολύπλοκες διαδικασίες (υψηλές θερμοκρασίες και σύνθετες χημικές

αντιδράσεις) είναι δύσκολο όταν υποστούν γήρανση να ανακυκλωθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ιδιότητας αυτής αποτελούν τα πλαστικά. Φυσικά, υλικά που βιοδιασπώνται είναι τα καλύτερα και γηράσκουν ομαλά, ακολουθώντας τη ροή και τους χρόνους της φύσης (εικόνα 5.3).



ΕΙΚΟΝΑ 5.3

Διάγραμμα ροής της ανακύκλωσης των υλικών

[Πηγή: Κορωναίος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: *Δομικά υλικά και οικολογία*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδικτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm]

Σήμερα, πολλές φορές η κατασκευή γίνεται αποδέκτης υλικών «απορριμμάτων» και τα υλικά που εντάσσονται μέσα σε αυτή έχουν προκύψει από κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία. Μέχρι σήμερα έχουν αξιοποιηθεί σημαντικά τα πριονίδια του ξύλου για την παραγωγή ινοσανίδων και μοριοσανίδων ενώ έχουν αξιοποιηθεί και άλλα περισσότερο ευφάνταστα υλικά όπως τα πτίλα (πούπουλα) που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή αερικού σκυροδέματος.

Επίσης, γίνονται προσπάθειες να απορροφηθούν και άλλα υλικά στο κτήριο έτσι ώστε το κτήριο να αποτελέσει επί της ουσίας μία αποθήκη «άχρηστων» υλικών και να μην απαιτείται εξόρυξη ή παραγωγή νέων υλικών. Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται ήδη δομικά στοιχεία από άχυρα για την κατασκευή ακόμα και φερόντων στοιχείων.

Στην Ελλάδα γίνεται χρήση της ιπτάμενης τέφρας η οποία προκύπτει ως απόβλητο από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη. Η ιπτάμενη τέφρα

χρησιμοποιείται ως αδρανές για το σκυρόδεμα και έχει αρχίσει να έχει ευρεία εφαρμογή. Η τοξικότητά της περιορίζει τη χρήση της σε κατασκευές που δεν είναι σε άμεση επαφή με τον άνθρωπο (δεν χρησιμοποιείται σαν αδρανές σκυροδέματος στην κατασκευή κτηρίων). Στην Ελλάδα το έτος 1998 κατασκευάστηκε το μεγαλύτερο φράγμα στον κόσμο από RCC (σκυρόδεμα με αδρανές ιπτάμενη τέφρα) στη θέση Πλατανόβρυση στο Νέστο.

Παράλληλα, υπάρχουν προτάσεις για την εφαρμογή του υλικού αυτού ως αδρανές στην οδοποιία. Όσον αφορά στις υπάρχουσες κατασκευές τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι:

- Δομικά στοιχεία από λίθους χωρίς κονίαμα (ξερολιθιά)
- Ορισμένα μονωτικά (εφ’ όσον δεν έχουν υποστεί γήρανση και είναι σε καλή κατάσταση)
- Ξυλεία φέροντος οργανισμού κ.λπ.
- Προϊόντα γύψου (γυψοσανίδες κ.λπ.)
- Δομικά στοιχεία όπως πόρτες παράθυρα αλλά και είδη υγιεινής και έπιπλα .

Τούβλα, τσιμέντο και σκυρόδεμα είναι βέβαιο ότι δεν ανακυκλώνονται εύκολα ούτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές. Είναι δυνατή όμως η επεξεργασία τους και η επαναχρησιμοποίησή τους σαν υλικά διαμόρφωσης οριζόντιων επιφανειών και υλικών οδοποιίας.

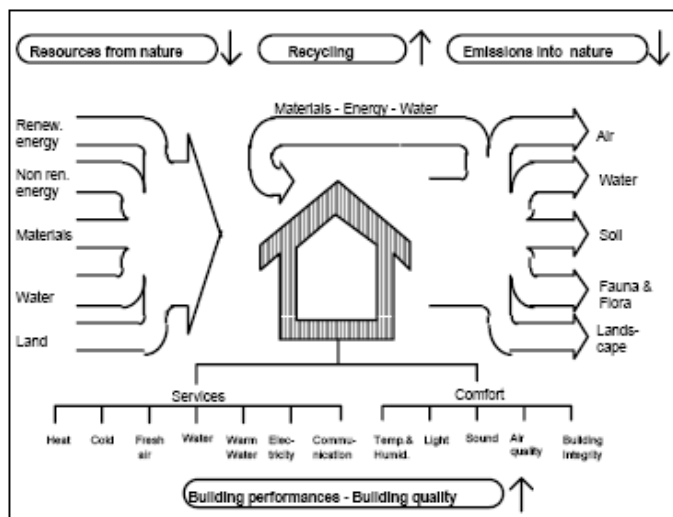
Η επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά 95% την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών η οποία διαφορετικά θα χανόταν ως απόβλητο. Μερικά υλικά όμως, όπως τα τούβλα, είναι δυσχερές να επαναχρησιμοποιηθούν.

5.4 Η ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΟΔΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας της ανάλυσης του κύκλου ζωής στον κτιριοδομικό σχεδιασμό με όλα τα βήματα που απαιτούνται, σήμερα δεν είναι ακόμη εύκολα δυνατή. Κύριοι λόγοι είναι μια σειρά από δυσκολίες, αποτέλεσμα της μεθοδολογίας της ανάλυσης του κύκλου ζωής γενικότερα αλλά και λόγω των χαρακτηριστικών του κτιριοδομικού σχεδιασμού. Ειδικότερα προβλήματα στην εφαρμογή της Α.Κ.Ζ στον κτιριοδομικό σχεδιασμό δημιουργούν:

- Ο μεγάλος αριθμός των υλικών που συνθέτουν ένα κτίριο. Απαιτείται συνεπώς για κάθε δομικό υλικό λεπτομερής Α.Κ.Ζ, κάτι που συνεπάγεται σημαντικό χρόνο και κόστος για την εφαρμογή της μεθοδολογίας από έναν μελετητή στο επίπεδο ενός κτιρίου.
- Οι σχέσεις που δημιουργούν μεταξύ τους τα υλικά κατά τη σύνθεση τους σε δομικά στοιχεία.
- Η μεγάλη διάρκεια ζωής των κτιρίων όπως και οι διαφορετικοί χρόνοι ζωής των δομικών στοιχείων και δομικών υλικών που τα συνθέτουν.

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κτιριοδομικού σχεδιασμού όπως οι κανονιστικές και νομοθετικές απαιτήσεις, οι επιρροές από εξωγενείς παράγοντες από τους κατασκευαστές και τους χρήστες και τέλος τα οικονομικά κριτήρια, μεταβάλλουν σημαντικά τις μεταβλητές που συνθέτουν το πρόβλημα εφαρμογής της Α.Κ.Ζ στον κτιριοδομικό σχεδιασμό. Η σχέση λοιπόν κτιρίου – περιβάλλοντος (εικόνα 5.4) όπως δημιουργείται μέσω του κτιριοδομικού σχεδιασμού για τη μελέτη της κάτω από τη μεθοδολογία της Α.Κ.Ζ., απαιτεί μια σειρά τροποποιήσεων και μια σειρά παραδοχών που εξετάζονται στη συνέχεια.



ΕΙΚΟΝΑ 5.4

Εισροές – εκροές / ποσοτικοποίηση με την χρήση Α.Κ.Ζ.

[Πηγή: Peuportier, B., Boonstra, C., *European project regener life cycle analysis of buildings*, διαδίκτυο:

http://www.cenerq.enscm.fr/francais/the_mes/cycle/pdf/cib_regener.pdf

Ειδικότερα, ως προς τις τροποποιήσεις της μεθοδολογίας της ανάλυσης του κύκλου ζωής για την εφαρμογή της στον κτιριοδομικό σχεδιασμό προτείνονται τα παρακάτω:

1. Η μείωση των υπό εξέταση φάσεων του κύκλου ζωής και ο προσδιορισμός των συστημικών ορίων που να εξυπηρετεί στον προσδιορισμό αυτών των φάσεων που σχετίζονται άμεσα με τα κτίρια. Οι φάσεις που κυρίως ενδιαφέρουν είναι:

α) η παραγωγή των δομικών υλικών,

- β) οι μεταφορές τους στο εργοτάξιο,
 - γ) η διαδικασία της κατασκευής των κτιρίων, εφόσον υπάρχουν στοιχεία αλλά και η δυνατότητα μέτρησης της,
 - δ) και τέλος η λειτουργία του κτιρίου.
2. Η μείωση των παραμέτρων της καταγραφικής διαδικασίας. Η συλλογή των δεδομένων κατά τη φάση της καταγραφικής διαδικασίας είναι ιδιαίτερα επίπονη. Κατά συνέπεια ο περιορισμός των περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών εξυπηρετεί σημαντικά στην απλοποίηση της μεθοδολογίας. Επιπλέον, επιτρέπει στην ουσιαστική μελέτη των περιβαλλοντικών αυτών επιπτώσεων και στην εξέταση εναλλακτικών μεταβλητών.
3. Η επικέντρωση σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές εκπομπές και επιπτώσεις. Με τον περιορισμό των παραμέτρων της καταγραφικής διαδικασίας, η μεθοδολογία θα πρέπει να επικεντρωθεί σε συγκεκριμένες περιβαλλοντικές εκπομπές και επιπτώσεις. Προτείνεται η μελέτη των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα και του διοξειδίου του θείου, αποτέλεσμα της καύσης των καυσίμων για όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής που μελετώνται. Για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις προτείνεται η μελέτη των δεικτών του φαινομένου του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής καθώς είναι ευκολότερα κατανοητοί και υπολογίζονται αξιόπιστα.
4. Η χρήση τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών δεδομένων. Σημαντική είναι η παρατήρηση ότι η χρήση βιογραφικών πηγών και άλλων βάσεων δεδομένων είναι αποδεκτή, αρκεί να ελέγχεται η αξιοπιστία τους.
5. Η μείωση των εξεταζόμενων υλικών και στοιχείων που συνθέτουν ένα κτίριο. Με τον τρόπο αυτό απλοποιείται η συνολική εφαρμογή της μεθοδολογίας στον κτιριοδομικό σχεδιασμό, τα αποτελέσματα όμως της ανάλυσης δεν θα αφορούν σε ολόκληρο το κτίριο αλλά σε μέρος του.

Επίσης, επιτακτική κρίνεται η ανάγκη της χρήσης μερικών βασικών παραδοχών οι οποίες σχετίζονται με το κτίριο και τα δομικά στοιχεία και υλικά που το συνθέτουν.

1. Το κτίριο για τη μεθοδολογία της ανάλυσης κύκλου ζωής, ορίζεται ως σύνολο προϊόντων και διεργασιών.
2. Οι φάσεις του κύκλου ζωής των κτιρίων που λαμβάνονται υπόψη από την Α.Κ.Ζ είναι διαδοχικές, δηλαδή ολοκληρώνεται η μία για να ξεκινήσει η επόμενη.

3. Ο φέροντας οργανισμός των κτιρίων είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα και έχει διάρκεια ζωής ίση με 80 χρόνια.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας της ανάλυσης του κύκλου ζωής προϋποθέτει την αναγνώριση των εισροών και εκροών για το υπό εξέταση σύστημα, δηλαδή το κτίριο. Οι εισροές για το κτίριο αφορούν σε δομικά υλικά και ενέργεια, ενώ οι εκροές σε εκπομπές στερεών, υγρών και αέριων ρύπων. Στον πίνακα που ακολουθεί προσδιορίζονται τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά που συνθέτουν τις εισροές – εκροές για τις φάσεις του κύκλου ζωής των κτιρίων.

5.4.1 Κύκλος οικοδομικής δραστηριότητας

Ο κύκλος ζωής του κτιρίου, ως φυσική υπόσταση, αποτελείται από τα παρακάτω στάδια ή φάσεις, τα οποία ταξινομούνται με χρονολογική σειρά :

- **Σύλληψη της ιδέας**
- **Σχεδιασμός** (planning)
- **Σχεδίαση** (design)
- **Κατασκευή** (construction phase)
- **Λειτουργία** (use phase)
- **Απόρριψη** (disposal)

Ο κύκλος της οικοδομικής δραστηριότητας στη διάρκεια του οποίου εμφανίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποτελείται από τα εξής τέσσερα στάδια:

- 1 Παραγωγή οικοδομικών υλικών
 - 1.1. Λήψη πρώτων υλών από το φυσικό περιβάλλον
 - 1.2. Μεταφορά πρώτων υλών στη θέση επεξεργασίας
 - 1.3. Επεξεργασία πρώτων υλών – Βιομηχανική παραγωγή οικοδομικών υλικών
 - 1.4. Αποθήκευση και εμπορία οικοδομικών υλικών
- 2 Κατασκευή κτιρίου
 - 2.1 Μεταφορά υλικών
 - 2.2 Οικοδόμηση
- 3 Χρήση Κτιρίου
 - 3.1 Κατανάλωση Ενέργειας
 - 3.2 Κατανάλωση νερού
 - 3.3 Συντήρηση

4 Κατεδάφιση Κτιρίου

4.1 Κατεδάφιση

4.2 Μεταφορά υλικών

4.3 Απόρριψη υλικών στο περιβάλλον

5.4.2 Στοιχεία για μια ολοκληρωμένη μελέτη

Για να μπορεί να γίνει μια ολοκληρωμένη μελέτη για την ανάλυση κύκλου ζωής των υλικών μιας κατασκευής χρειάζονται κάποια στοιχεία για την μελέτη, όπως:

Δεδομένα σχετικά με το είδος της κατασκευής που θα μελετηθεί:

- Προδιαγραφές των κατασκευών που θα μελετηθούν.
- Επιφάνειες των επιμέρους τμημάτων της κατασκευής.

Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση υλικών για την κατασκευή:

- Από τι αποτελείται το συγκεκριμένο είδος κατασκευής που θα μελετηθεί. Για παράδειγμα, κολώνες, τοιχοποιία, κουφώματα, ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, σωληνώσεις.
- Είδος των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτιρίου. Για παράδειγμα τύπος τσιμέντου, τύπος τούβλου ανά περίπτωση π.χ. εξωτερικός τοίχος ή εσωτερικός, τύπος κουφωμάτων, γυψοσανίδες, ψευδοροφές, τύπος ηλεκτρολογικού υλικού, τύπος σωληνώσεων.
- Ποσότητα των αντίστοιχων υλικών. Συνολική και ανά λειτουργική μονάδα π.χ. κιλά υλικού ανά επιφάνεια ή κιλά υλικού ανά τεμάχιο.

Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή:

- Πως μεταφέρονται τα υλικά στο εργοτάξιο.
- Με τι είδους οχήματα μεταφέρονται.
- Σε τι ποσότητες μεταφέρονται.
- Αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα μεταφοράς υλικών.
- Άλλα στοιχεία σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή.

Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την λειτουργία ενός κτιρίου:

- Χρόνος ζωής του είδους της κατασκευής.
- Είδος και ποσότητα εξοπλισμού που τοποθετείται στο κτίριο.
- Είδος θέρμανσης – ψύξης

Δεδομένα σχετικά με το τέλος ζωής της κατασκευής:

- Με ποιον τρόπο καταστρέφεται. Τι είδους μηχανήματα χρησιμοποιούνται.
- Με ποιον τρόπο γίνεται η συλλογή των υλικών. Κατανάλωση ενέργειας.
- Πού καταλήγουν τα υλικά που συλλέγονται. Ποιά από αυτά τα υλικά και πόσα επαναχρησιμοποιούνται.

5.4.3 Χρόνος Ζωής Κτιρίων

Ο χρόνος ζωής των κτιρίων είναι μια καθαρά συμβατική αξία (conventional value). Η ανάλυση των δεδομένων από αντικαταστάσεις κτιρίων, δείχνουν ότι η ηλικία του κτιρίου και η κατάσταση υποβάθμισής του δεν αποτελούν τα κριτήρια. Η κατεδάφιση (demolition) ενός κτιρίου προκύπτει όταν υπάρχει η δυνατότητα να κατασκευαστεί ένα άλλο, πιο κερδοφόρο κτίριο στην θέση του προηγούμενου.

5.5 ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Τα οικοδομικά υλικά, με όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους, αποτελούν κρίσιμη παράμετρο για την υλοποίηση των περιβαλλοντικά φιλικών οικοδομικών συνθέσεων.

Για τον προσδιορισμό της περιβαλλοντικής ποιότητας των υλικών είναι απαραίτητο να διατίθενται πληροφορίες για τη διαθεσιμότητα και την επάρκεια των φυσικών πόρων από τους οποίους προέρχονται, την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή και τα υπόλοιπα στάδια του κύκλου ζωής τους, την τοξικότητα, την αντοχή τους στο χρόνο και τη διάρκεια ζωής τους τις ανάγκες συντήρησης, την περιεκτικότητά τους σε υλικά που προέρχονται από ανακύκλωση, καθώς και τη δυνατότητά τους για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση.

5.5.1 Ο κύκλος ζωής ενός οικοδομικού υλικού

Ο κύκλος ζωής ενός οικοδομικού υλικού περιέχει τα εξής στάδια (εικόνα 5.5):

- Συλλογή – εξόρυξη
- Βιομηχανική παραγωγή – επεξεργασία
- Κατασκευή
- Χρήση της κατασκευής
- Κατεδάφιση
- Επανάχρηση, ανακύκλωση, βιοδιάσπαση

Για τα περισσότερα οικοδομικά υλικά το μεγαλύτερο μέρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, βρίσκεται μεταξύ των δύο πρώτων σταδίων, αλλά καθώς μεγαλώνει το πρόβλημα των αποβλήτων, στον περιορισμένο σε διαστάσεις πλανήτη της γης, γίνεται αντιληπτό ότι αυξάνεται σημαντικά το πρόβλημα που προκύπτει λόγω της κατεδάφισης και αποβολής τους.

Σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, από την εξόρυξή του, την διαδικασία παραγωγής του, μέχρι και τη χρήση του, παράγονται απόβλητα. Με την ολοκλήρωση της χρήσιμης διάρκειας ζωής του, το ίδιο το κτήριο, θεωρείται άχρηστο και κατατάσσεται στην κατηγορία των αποβλήτων. Στη Δυτική Ευρώπη παράγονται ετησίως πέντε δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων από τα οποία 5% είναι κατασκευαστικά απόβλητα.



ΕΙΚΟΝΑ 5.5

Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός δομικού υλικού

[Πηγή: Κορωναίος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: *Δομικά υλικά και οικολογία*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδίκτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm]

Είναι προφανές ότι η περιβαλλοντική επίπτωση των υλικών με μικρό χρόνο ζωής είναι πολύ μεγαλύτερη από υλικά που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Το πρόβλημα που προκύπτει

όμως, σε όλες αυτές τις μελέτες είναι η πιστοποίηση της αντοχής των υλικών στο μεταλλαγμένο τόπο και χρόνο την σημερινή εποχή. Για παράδειγμα, το μάρμαρο εθεωρείτο, μέχρι σήμερα, πολύ ανθεκτικό υλικό. Σήμερα, όμως λόγω της ατμοσφαιρικής μόλυνσης και της όξινης βροχής διαπιστώνεται ότι γυψοποιείται και να αποσαθρώνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Αυτό σημαίνει ότι τα υλικά δεν έχουν πιστοποιηθεί στις νέες συνθήκες του περιβάλλοντος πράγμα που πλέον δυσκολεύει ιδιαίτερα τον προσδιορισμό του χρόνου ζωής τους.

Στην προσπάθεια να δομηθεί ένα οικολογικό αειφορικό μοντέλο διαχείρισης, η κάθε προσπάθεια μείωσης των περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων που προκαλούν τα κτίρια, θα ήταν απαραίτητη να εκτιμηθεί ως συνάρτηση ολόκληρου του κύκλου ζωής του έργου και των υλικών του.

Κύριος άξονας της εφαρμογής αυτού του κριτηρίου – κύκλου ζωής – είναι ότι: το κτήριο, ως λίκνο της μετενσάρκωσης των υλικών, πλεονεκτεί σε σχέση με τις περισσότερες καθαρές βελτιώσεις και διεξόδους όπως η επανάχρηση και η ανακύκλωση.

Αυτό γιατί όπως είναι προφανές δεν απαιτείται η εύρεση χώρου εναπόθεσης των υλικών κατεδάφισης καθώς επίσης παρέλκει το ενεργειακό κόστος για την κατεδάφιση και επανακατασκευή κτιρίου αντιστοίχων διαστάσεων.

5.5.2 Τα οικοδομικά υλικά:

5.5.2.1 Ξύλο

Το ξύλο ιδιαίτερα στην Αμερική αποτέλεσε κατασκευαστική λύση για πολλές δεκαετίες. Υπάρχουν πολλά εναλλακτικά συστήματα δόμησης με ξύλο. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως η αυξανόμενη τιμή του ξύλου η όχι και τόσο καλή ποιότητά του στην αγορά, οδήγησαν τους κατασκευαστές σε έναν προβληματισμό έναντι του ξύλου.

Επίσης, η αυξανόμενη οικολογική ευαισθησία για την καταστροφή των δασών αποτέλεσε συμπληρωματικό κριτήριο για τη χρήση άλλων υλικών έναντι του ξύλου. Το ξύλο είναι ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί πολύ μικρή επεξεργασία έτσι ώστε να φτάσει στην τελική του προς χρήση μορφή.

Τα οικολογικά κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την χρήση του ξύλου είναι:

- η προέλευση,
- η διαδικασία παραγωγής,
- ο τύπος επεξεργασίας καθώς και
- η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά.

Γενικά, το ξύλο (εικόνα 5.6) είναι ένα ζωντανό υλικό και εξακολουθεί να ζει ακόμη και όταν έχει ενσωματωθεί σε μία κατασκευή. Η ιδιότητά του αυτή καθορίζει και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στη χρήση του. Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη προστασία του ξύλου περιέχουν εκτός από τους οργανικούς διαλύτες βιοκτόνα συστατικά που προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα.

Το ξύλο είναι ανισότροπο υλικό και δημιουργεί πολλές φορές εκπλήξεις στη διάρκεια της κατασκευής [4].

Το μείζον πρόβλημα που προκύπτει κατά τη συλλογή του ξύλου είναι ότι η διαχείριση των δασών με κριτήριο τη μεγιστοποίηση του όγκου του ξύλου που είναι δυνατόν να λαμβάνεται σε σταθερή βάση έχει αλλοιώσει τα δασικά οικοσυστήματα.

Ιδιαίτερα καταστροφικά είναι τα αποτελέσματα της μεγιστοποίησης της παραγωγής στα τροπικά δάση, όπου τεράστιες εκτάσεις αποψιλώνονται κάθε χρόνο για να ικανοποιηθεί η ζήτηση τροπικής ξυλείας στις βιομηχανικές χώρες. Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της



ΕΙΚΟΝΑ 5.6
Το ξύλο

[Πηγή: <http://www.buildingconservation.com/articles/wood/wood.jpg>]

⁴ Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα γινόντουσαν έρευνες για την αντικατάσταση του ξύλου. Ο Johann Alex Eriksson προσπαθώντας να αντικαταστήσει το ξύλο με ένα ισότροπο υλικό με τα ίδια χαρακτηριστικά (Καλή θερμική συμπεριφορά, μονολιθική κατασκευή, εύκολο στην χρήση) και χωρίς τα μειονεκτήματα (Αντοχή σε πυρκαγιά και οργανική αποσύνθεση), εφηύρε το 1924 το πρώτο ελαφροσκυρόδεμα το οποίο δεν βιοδιασπάται τόσο εύκολα όσο το ξύλο. Η οργανική αποσύνθεση του ξύλου χαρακτηρίζει το ξύλο σαν "οικολογικό" δομικό υλικό. Ο Eriksson δεν στόχευσε στην ιδιότητα αυτή. Εξάλλου η οικολογία είναι μια έννοια που άρχισε να μορφοποιείται συγχρόνως με την ανακάλυψη του Eriksson το πρώτο τέταρτο του εικοστού αιώνα.

πίεσης των οικολογικών οργανώσεων και του κοινού γίνεται αντιστροφή των τάσεων αυτών και εφαρμόζονται διαχειριστικές μέθοδοι συμβατές με την κοινά αποδεκτή αρχή της αειφορείας. Για το σκοπό αυτό ένα σύνολο οικολογικών οργανώσεων, δασολόγων, καταναλωτών κ.α. δημιούργησαν τον οργανισμό Forest Stewardship Council (FSC) που συνέταξε κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών στην τροπική, την εύκρατη και τη ψυχρή ζώνη.

Η πιστοποίηση με το FSC δεν αφορά στην ποιότητα του ίδιου του ξύλου. Παρέχει, όμως, εγγύηση στον καταναλωτή ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιεί προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν έρχεται σε αντίθεση με τα κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών.

5.5.2.2 Λίθοι

Οι δομικοί λίθοι ταξινομούνται σε τρεις κυρίως κατηγορίες.

- Πυριγενή πετρώματα (γρανίτες), που είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και σκληρά.
- Ιζηματογενή πετρώματα (ασβεστόλιθοι), που είναι λιγότερο ανθεκτικά από τα πυριγενή πετρώματα.
- Μεταμορφωσιγενή πετρώματα (μάρμαρο), που είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά αλλά λιγότερο σε σχέση με τα πυριγενή.

Οι λίθοι έχουν πολλές και διαφορετικές εφαρμογές στην κατασκευή και χρησιμοποιούνται σαν φέροντες οργανισμοί αλλά και ως δάπεδα ή διακοσμητικά στοιχεία (εικόνες 5.7 - 5.8).



ΕΙΚΟΝΑ 5.7

Οι φυσικοί δομικοί λίθοι ως διακοσμητικά στοιχεία.

[Πηγή: http://www.sigmalive.com/files/image_repository/Photo_8.jpg]

Οι λίθοι συνδέονται στενά με την έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής εφ’ όσον και λόγω της μεγάλης τους θερμικής μάζας συμπεριφέρονται σαν θερμική αποθήκη στο κτίριο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για κτήρια που βρίσκονται σε ακραίες καιρικές συνθήκες καθώς η θερμική μάζα του κτηρίου ισορροπεί τις ακραίες εναλλαγές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Η οικολογική επιβάρυνση που προκύπτει κατά τη χρήση των λίθων είναι η μεγάλη ενεργειακή απαίτηση της μεταφορά τους, καθώς επίσης και η ανεπανόρθωτη καταστροφή του τοπίου στο τόπο εξόρυξης τους. Η εντατική εκμετάλλευση ενός τοπίου για εξόρυξη λίθων, αφήνει συνήθως ένα τοπίο γυμνό χωρίς καμία δυνατότητα να επανενταχθεί στην αρχική του κατάσταση.



ΕΙΚΟΝΑ 5.8

Οι φυσικοί δομικοί λίθοι ως δομικά στοιχεία.

[Πηγή: <http://www.geomic.com/oikismoι/prim49.jpg>]

5.5.2.3 Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα (εικόνα 5.9) αποτελείται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από αδρανή (σκύρα και άμμο), τσιμέντο και νερό [5]. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με το σκυρόδεμα εντοπίζονται κυρίως στα προβλήματα που συνεπάγεται η εξόρυξη των πρώτων υλών και η παραγωγή του τσιμέντου.

Η παραγωγή ετοιμού σκυροδέματος συμβάλλει σε μικρό βαθμό στα παγκόσμια περιβαλλοντικά προβλήματα που αφορούν την οξίνιση, την ανθρώπινη τοξικότητα, τον ευτροφισμό, την κατανάλωση καυσίμων, την κατανάλωση νερού, τη δημιουργία αποβλήτων, την αλλαγή κλίματος και το φωτοχημικό νέφος και σε μεγαλύτερο βαθμό στην εξόρυξη υλών.

Το τσιμέντο είναι η κύρια συστατώσα για την παρασκευή σκυροδέματος. Για να παραχθεί το τσιμέντο, αναμειγνύονται τα αδρανή υλικά σε κλιβάνους που θερμαίνονται μέχρι 1500 °C.

⁵ Μία ενδεικτική αναλογία είναι (53+26), 14, 7 %.

Απαιτούνται 1200 με 1500 κιλά αδρανή για να παραχθεί ένας τόνος τσιμέντου και έξι εκατομμύρια Btu ενέργεια (5-6 MJ/Kg) ανάλογα με τη μέθοδο και το καύσιμο που χρησιμοποιείται.



ΕΙΚΟΝΑ 5.9

Το σκυρόδεμα.

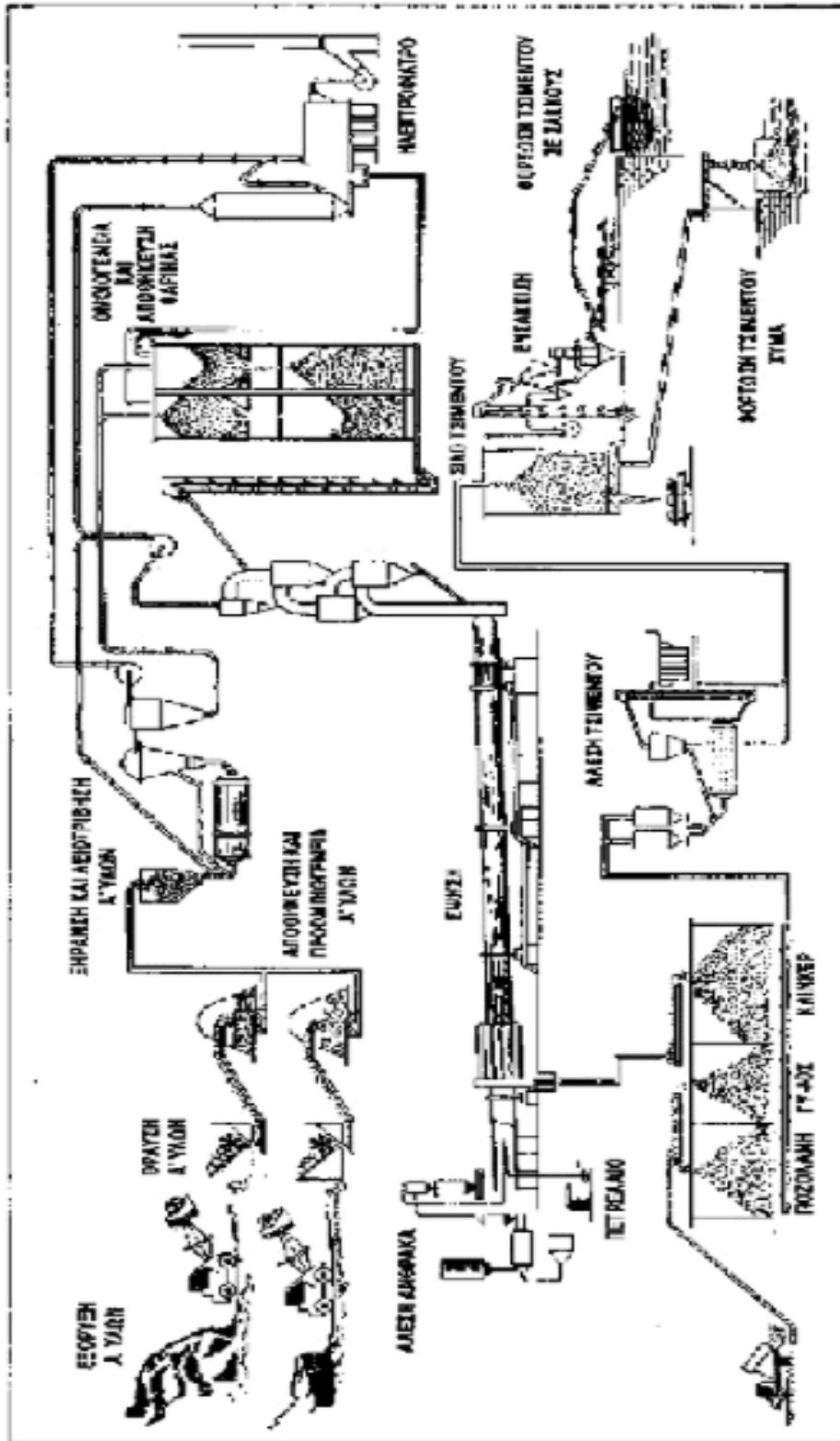
[Πηγή: http://www.texnikanea.gr/files/news/photos/647_1846.jpg]

Γενικότερα, επειδή οι εγκαταστάσεις παραγωγής είναι μακριά από την κατασκευή, η μεταφορά του σκυροδέματος απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας (εικόνα 5.10).

Τα προκατασκευασμένα στοιχεία είναι μάλλον τα πλέον οικολογικά για τους εξής λόγους:

- Αξιοποιείται όλο το υλικό (μείωση του χαμένου υλικού) αφού το υλικό χυτεύεται με ακρίβεια σε καλούπια σε σχέση με τον ξυλότυπο της οικοδομής.
- Δεν είναι απαραίτητη η κοπή ξύλου για την κατασκευή ξυλοτύπων.
- Είναι ευκολότερη η παραγωγή του δομικού στοιχείου και το υλικό περιέχει λιγότερη ενσωματωμένη ενέργεια (περίπου 4 MJ/Kg)

Ένα άλλο πρόβλημα στο σκυρόδεμα είναι η χρήση προσθέτων όπως, για παράδειγμα, αμιάντου (αμιαντοτσιμέντο) για το οποίο σήμερα υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι είναι



ΕΙΚΟΝΑ 5.10

Διάγραμμα παραγωγής τσιμέντου.

[Πηγή: <http://www.aix.meng.auth.gr/helcareLCAParadeigmataDiagrammaTsimentou.htm>]

καρκινογόνο. Αιτία είναι οι ίνες του αμιάντου που επικάθονται στους πνεύμονες ή και στο πεπτικό σύστημα.

Όσον αφορά στο οπλισμένο σκυρόδεμα (εικόνα 5.11) υπάρχει και ο κίνδυνος από τον οπλισμό σε περίπτωση που έχει εκτεθεί σε ραδιενέργεια. Επίσης, σημαντικό πρόβλημα στο σκυρόδεμα είναι ότι υπάρχουν τεράστιες ποσότητες σκυροδέματος που δεν ανακυκλώνονται. Έχει υπολογιστεί ότι σχεδόν 50.000.000 τόνοι από σκυρόδεμα αποβάλλονται στις χωματερές κάθε χρόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ελάχιστο από το σκυρόδεμα αυτό επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται.



ΕΙΚΟΝΑ 5.11

Το οπλισμένο σκυρόδεμα.

[Πηγή: <http://i39.tinypic.com/261e0cy.jpg>]

Το κόστος αυτών των αποβλήτων είναι τεράστιο και για το λόγο αυτό υπάρχουν σε εξέλιξη έρευνες για την προσπάθεια επανάχρησης του σκυροδέματος. Μέχρι σήμερα έχει αποδειχθεί εργαστηριακά (χωρίς να εφαρμοστεί στη βιομηχανία) ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός του οπλισμού από το σκυρόδεμα, αλλά είναι μία οικονομικά ασύμφορη διαδικασία. Για το λόγο αυτό τα ανακυκλούμενα σκυροδέματα χρησιμοποιούνται συνήθως σαν αδρανή για εξυγίανση οδοστρωμάτων, εδαφών κ.α.

5.5.2.4 Τοιχοποιία

Η παραγωγή **κεραμικών τούβλων**, από τα οποία συνήθως γίνεται η τοιχοποιία είναι μία διαδικασία που απορροφά αρκετή ενέργεια αφού χρειάζεται το υλικό να θερμανθεί στους 1000 – 1500 °C για αρκετές ώρες. Η παραγωγή των τούβλων απαιτεί ενέργεια της τάξης των 2MJ/Kg εκ των οποίων το κύριο μέρος καταναλώνεται στην όπτηση των υλικών. Το περιβαλλοντολογικό κόστος της κατασκευής δεν είναι ανώδυνο καθότι με την όπτηση απελευθερώνονται οργανικά υπολείμματα και θεικές ενώσεις που περιέχονται στην άργιλο, όπως το διοξείδιο του θείου και το διοξείδιο του άνθρακα, στην ατμόσφαιρα. Η ανάμειξη της άργιλου με άσβεστο πριν την όπτηση μειώνει τις εκπομπές αυτές.

Τα κεραμικά τούβλα (εικόνα 5.12) αντικαθίστανται συνήθως με αερικά σκυροδέματα τα οποία όμως χρησιμοποιούν διάφορα πρόσθετα για να επιτύχουν τις επιδιωκόμενες ιδιότητές τους. Επειδή η εφαρμογή των υλικών αυτών είναι πρόσφατη δεν έχουν πιστοποιηθεί ακόμη για την τοξικότητά τους.

Σήμερα στις Η.Π.Α. παράγονται δομικά στοιχεία τοιχοποιίας από άχυρο. Τα στοιχεία αυτά είναι εύκολα ελεγχόμενα και επειδή είναι ελαφριά μπορεί να τα χειριστεί και ο πλέον ανειδίκευτος χρήστης. Εξάλλου με την ένταξη του άχυρου στην κατασκευή αποφεύγεται η καύση του που συνηθίζεται σε πολλές χώρες του κόσμου και μολύνει ιδιαίτερα την ατμόσφαιρα με μονοξείδιο του άνθρακα.



ΕΙΚΟΝΑ 5.12

Τα κεραμικά τούβλα.

[Πηγή: <http://alpha6.gr/wp/wp-content/uploads/2008/11/touvla2.jpg>]

Κύριο μειονέκτημα των στοιχείων αυτών είναι ότι έχουν μικρή αντοχή στο χρόνο και στην πυρκαγιά. Η στίβαξη, όμως, των άχυρων είναι τέτοια ώστε να προκύπτει ένα στοιχείο με πυκνότητα $0,08 \text{ ton/m}^3$ με ελάχιστα διάκενα. Λόγω των μικρών διάκενων δεν υπάρχει το απαιτούμενο οξυγόνο στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου και το δομικό στοιχείο είναι ανθεκτικότερο από το ξύλο στη πυρκαγιά. Τα δομικά στοιχεία αυτά έχουν πολύ καλή θερμική συμπεριφορά.

Για την κατασκευή τοιχοποιϊών, εκτός από τα κεραμικά τούβλα χρησιμοποιούνται και τα τούβλα πορομπετόν, ή αλλιώς **YTONG**. Το YTONG Block (εικόνα 5.13) είναι ένα δομικό υλικό του οποίου η παραγωγή απαιτεί πολύ λίγες πρώτες ύλες, μιας και το μεγαλύτερο ποσοστό του στοιχείου αποτελείται από αέρα και οι πρώτες του ύλες βρίσκονται ανεξάντλητες στη φύση.

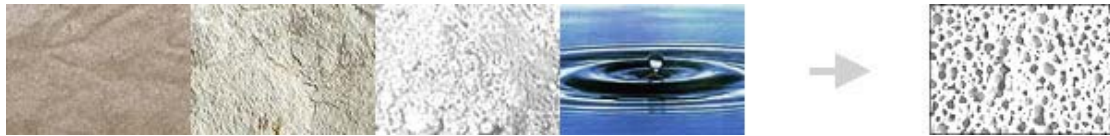


ΕΙΚΟΝΑ 5.13

Τα Ytong

[Πηγή: <http://www.propertyalespains.com/ytong.htm>]

Οι κύριες πρώτες ύλες για την παραγωγή αυτόκλειστου κυψελωτού σκυροδέματος, είναι η χαλαζιακή άμμος, ο ασβέστης, το τσιμέντο και το νερό. Πρακτικά υπάρχουν ανεξάντλητες επάνω στη γη. Η διαβαθμισμένη κοκκομετρικά χαλαζιακή άμμος αναμιγνύεται με την προσθήκη νερού, τσιμέντου, και ίχνη αλουμινίου (εικόνα 5.14). Η χρήση της μικρής ποσότητας πούδρας αλουμινίου ενεργεί ως προωθητικό υλικό δεδομένου του γεγονότος ότι το αέριο υδρογόνου διογκώνει τη μάζα του κυψελωτού σκυροδέματος με τις μικρές, ομοιόμορφα διανεμημένες φυσαλίδες. Μετά από αυτήν την χημική αντίδραση, το ημι-ακατέργαστο YTONG block δημιουργείται με ακρίβεια και περνάει στη φάση της σκλήρυνσης στους 200 ° C.



ΕΙΚΟΝΑ 5.14

Οι πρώτες ύλες του Ytong

[Πηγή: <http://www.ytong.gr/>]

Μετά από την ξήρανση του YTONG block, στους πόρους του υπάρχει μόνο θερμός αέρας. Στην παραγωγή δεν προστίθεται αέρας, νερό ή ενοχοποιητικά επιβλαβή για το περιβάλλον και τον άνθρωπο χημικά. Η σκλήρυνση με τον υδρατμό εξοικονομεί σημαντικά ποσοστά ενέργειας που δαπανάται προκειμένου να παραχθούν τα YTONG blocks. Το YTONG παράγεται σε ένα αυτόκλειστο (κλίβανο), με πολύ λιγότερη ενέργεια σε σχέση με αυτή που δαπανάται για την παραγωγή άλλων δομικών υλικών. Μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, σε πολτοποιημένη μορφή, για εφαρμογές όπως υλικό πλήρωσης δαπέδων, μονωτικό υλικό και σαν υλικά για ελαφροσκυρόδεμα.

Τέλος, λόγω του μικρού του βάρους, το YTONG συνεισφέρει στη μικρότερη εκπομπή ρύπων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του. Η ενέργεια που δαπανάται κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας είναι η μικρότερη δυνατή (διαδικασία σκλήρυνσης στα αυτόκλειστα) με αποτέλεσμα η παραγωγή ρύπων (CO₂) να είναι πολύ χαμηλή και το περιβάλλον να μολύνεται λιγότερο [6].

⁶ Σύστημα διασφάλισης περιβαλλοντικής διαχείρισης ISO 14:001.

5.5.2.5 Χρώματα – βαφές



ΕΙΚΟΝΑ 5.15

Χρώματα και βαφές.

[Πηγή: Brownell, B., (2008), *Transmaterial 2, a catalog of materials that redefine our physical environment*, New York, Princeton Architectural press, σελ. 152]

Τα χρώματα και οι βαφές (εικόνα 5.15) ταξινομούνται με βάση τη σύνθεσή τους και τις ουσίες που περιέχουν. Τα κυριότερα συστατικά τους είναι:

- συνδετικές ουσίες
- διαλύτες
- διογκωτικά
- πρόσθετα (χρωστικές, στεγανωτικά, στιλβωτικά, αντι αφρώδη)

Σημαντικότερο πρόβλημα των χρωμάτων είναι η απελευθέρωση [7] οργανικών ενώσεων (αρωματικών υδρογονανθράκων). Αυξημένη συγκέντρωση αυτών των ενώσεων σε ένα κτίριο μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα υγείας στους χρήστες. Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες εκπέμπονται και κατά τη διάρκεια των εργασιών καθώς και μερικές εβδομάδες μετά το πέρας των εργασιών. Μπορεί να συνεχίσουν να εκπέμπονται και μετά από τέσσερα έως επτά χρόνια κατά τον πολυμερισμό και τη γήρανση του διαλύτη στον οποίο συνήθως περιέχονται. Για το λόγο αυτό ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια της οικολογικής συμπεριφοράς των χρωμάτων καθώς επίσης και των βερνικιών είναι να είναι υδατοδιαλυτά. Τα υδατοδιαλυτά βερνίκια που έχουν εφαρμοσθεί μέχρι σήμερα, δεν προστατεύουν ιδιαίτερα το ξύλο και διαποτίζονται από το νερό. Για την αδιαβροχοποίηση της προσβαλλόμενης επιφάνειας, μετά την επίστρωση υδατοδιαλυτών βερνικιών, η επιφάνεια επιστρώνεται με διάλυμα φυσικού κεριού.

Οι υδρογονάνθρακες είναι πολύ επιβλαβείς και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται υδατοδιαλυτά βερνίκια και χρώματα. Συμβάλλουν στη γενική ατμοσφαιρική ρύπανση και αντιδρώντας με οξείδια του αζώτου παράγουν νέφος. Οι χρωστικές ουσίες των χρωμάτων

⁷ Κατά τη διάρκεια εργασιών βαφής αλλά και μετά τη ξήρανση και σκλήρυνση τους.

είναι πιθανών να περιέχουν βαρέα μέταλλα. Στην περίπτωση όπου η περιεκτικότητα των χρωμάτων σε μόλυβδο ξεπερνά το 0,15% του βάρους τους είναι υποχρεωτική η αναγραφή της σχετικής επισήμανσης στη συσκευασία. Παράλληλα, τα χρώματα δεν πρέπει να περιέχουν αρσενικό σε συγκέντρωση μεγαλύτερη 0,3% και κάδμιο άνω του 0,01%.

Κύριο κριτήριο για την αξιολόγηση των βαφών είναι ο διαλύτης τους. Ο χαρακτήρας ενός χρώματος ως υδατοδιαλυτού είναι το σημαντικότερο κριτήριο έτσι ώστε το χρώμα να χαρακτηριστεί οικολογικό. Στο κεφάλαιο *Παραπομπές και Σημειώσεις, παρ. 5.1* περιγράφονται οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι των χρωμάτων.

5.5.2.6 Πλαστικά υλικά

Τα συνθετικά υλικά κατασκευάζονται με βάση το πετρέλαιο, και καλύπτουν ένα τεράστιο φάσμα υλικών και είναι ευρύτερα γνωστά ως πλαστικά (εικόνα 5.16). Εκτιμάται ότι το 4% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή συνθετικών υλικών.

Οι βιομηχανικές διεργασίες ξεκινούν για την παραγωγή απαραίτητων πρώτων υλών όπως το αιθυλαίνιο, το στυρένιο, το βενζόλιο και το προπυλένιο. Οι διαδικασίες αυτές απαιτούν σημαντικά ποσά ενέργειας ενώ προκαλούν εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων. Από τις διαδικασίες αυτές παράγονται επιβλαβή απόβλητα.

Το σημαντικότερο πρόβλημα των πλαστικών συνδέεται με την διαδικασία βιοδιάσπασής τους. Δεδομένου ότι τα υλικά αυτά διασπώνται δύσκολα προκαλούν μακράς διάρκειας 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 καύσης.

Τα πλαστικά διαχωρίζονται στα θερμοπλαστικά και τα θερμοσυνθετικά.

Τα θερμοπλαστικά είναι δυνατό να ανακυκλωθούν. Συνήθη θερμοπλαστικά είναι η σελουλόζη, το PVC το πολυστυρένιο, τα πολυακρυλικά και οι ρητίνες. Τα θερμοσυνθετικά πλαστικά (όπως το fiberglass) δεν είναι δυνατό να ανακυκλωθούν και χρησιμοποιούνται μόνο μία φορά.

Στο κεφάλαιο *Παραπομπές και Σημειώσεις, παρ. 5.2* περιγράφεται τα κυρίως χρησιμοποιούμενα πλαστικά που είναι: πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο, Ασφαλτικά υλικά, EPDM (καουτσούκ ελαστομερή), πολυουρεθάνη, EPS (διογκωμένη ή διηλασμένη πολυστερίνη), Πολυβινυλοχλωρίδιο – PVC, και φορμαλδεΐδη.

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

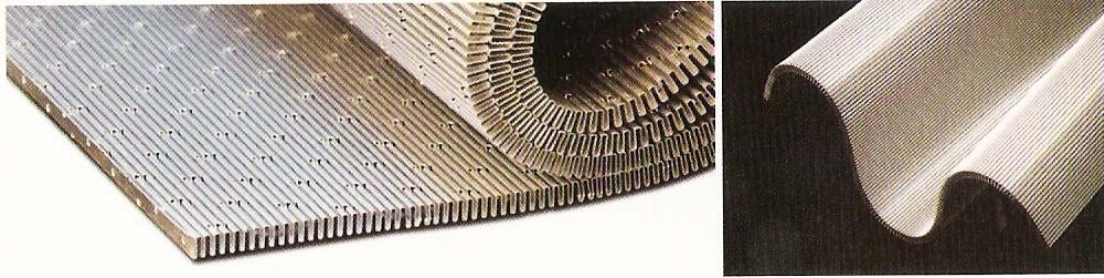
“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



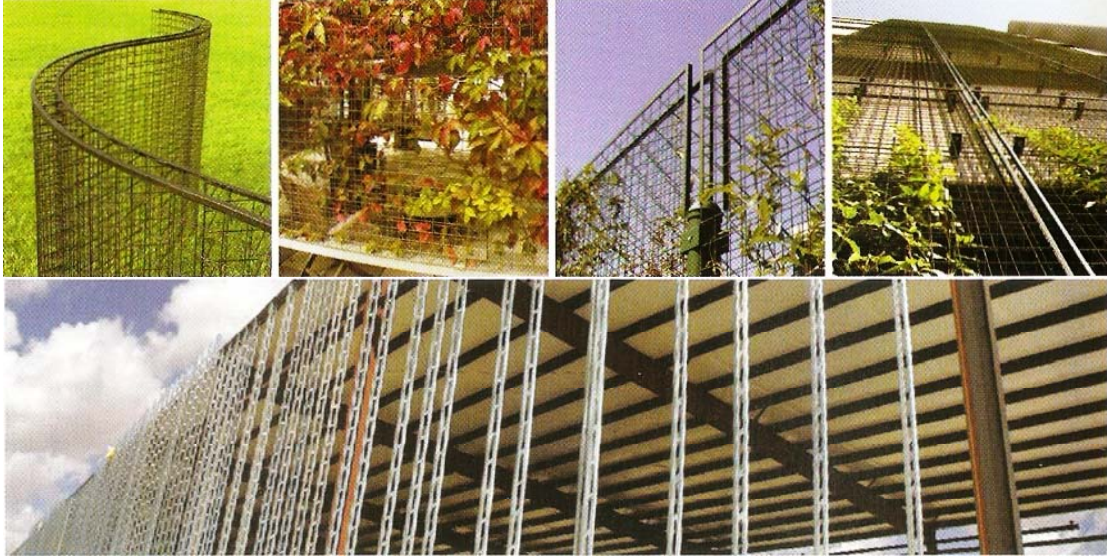
ΕΙΚΟΝΑ 5.16

Διάφορες μορφές πλαστικού που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα.

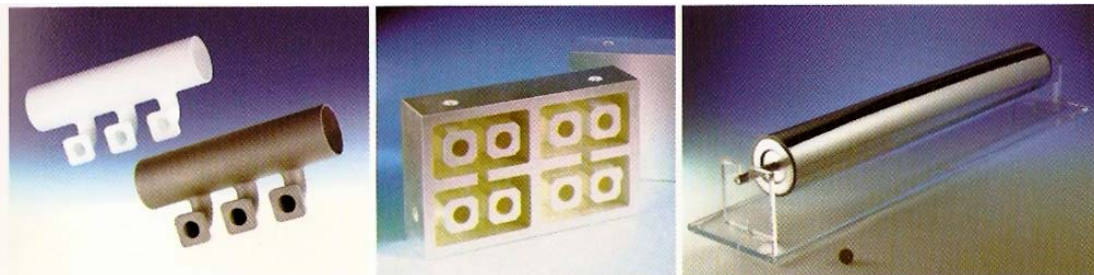
[Πηγή: Brownell, B., (2006), *Transmaterial, a catalog of materials that redefine our physical environment*, New York, Princeton Architectural press και Brownell, B., (2008), *Transmaterial 2, a catalog of materials that redefine our physical environment*, New York, Princeton Architectural press]



Αλουμίνιο



Ατσάλι



Νικέλιο, φώσφορος



Χρωματισμένο τιτάνιο

ΕΙΚΟΝΑ 5.17

Διάφορες μορφές μετάλλων.

[Πηγή: Brownell, B., (2006), *Transmaterial, a catalog of materials that redefine our physical environment*, New York, Princeton Architectural press]

5.5.2.7 Μέταλλα

Γίνεται προσπάθεια να ενσωματωθούν τα μέταλλα στις διάφορες κατασκευές αντικαθιστώντας, κυρίως, το ξύλο για τους εξής λόγους:

- Είναι μακροσκοπικά ισότροπα σε αντίθεση με το ξύλο
- Έχουν μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές από το ξύλο.
- Διαμορφώνονται σε οποιαδήποτε διατομή
- Ανακυκλώνονται

Στο κεφάλαιο *Παραπομπές και Σημειώσεις, παρ. 5.3* περιγράφεται η οικολογική συμπεριφορά ορισμένων από τα συνήθη χρησιμοποιούμενα μέταλλα (εικόνα 5.17) όπως το αλουμίνιο, ο χάλυβας, ο ψευδάργυρος, ο μόλυβδος και ο χαλκός.

5.5.2.8 Γύψος

Ο γύψος (εικόνα 5.18) παρουσιάζει σημαντικό πρόβλημα λόγω της ρύπανσης και της αλλοίωσης που προκαλείται στη φύση κατά την εξόρυξή του.

Ο γύψος δεν είναι ανακυκλώσιμο υλικό. Υποκατάστατο του φυσικού γύψου αποτελεί ο βιομηχανικός γύψος ο οποίος περιέχει λιγότερα βαρέα μέταλλα ή και ραδιενεργά στοιχεία από το φυσικό. Εν τούτοις μια ποικιλία βιομηχανικού γύψου ο λεγόμενος φωσφορικός γύψος ενδέχεται να περιέχει πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων ή και ραδιενεργών στοιχείων και δεν προτείνεται η χρησιμοποίησή του σε οικοδομικές εργασίες.



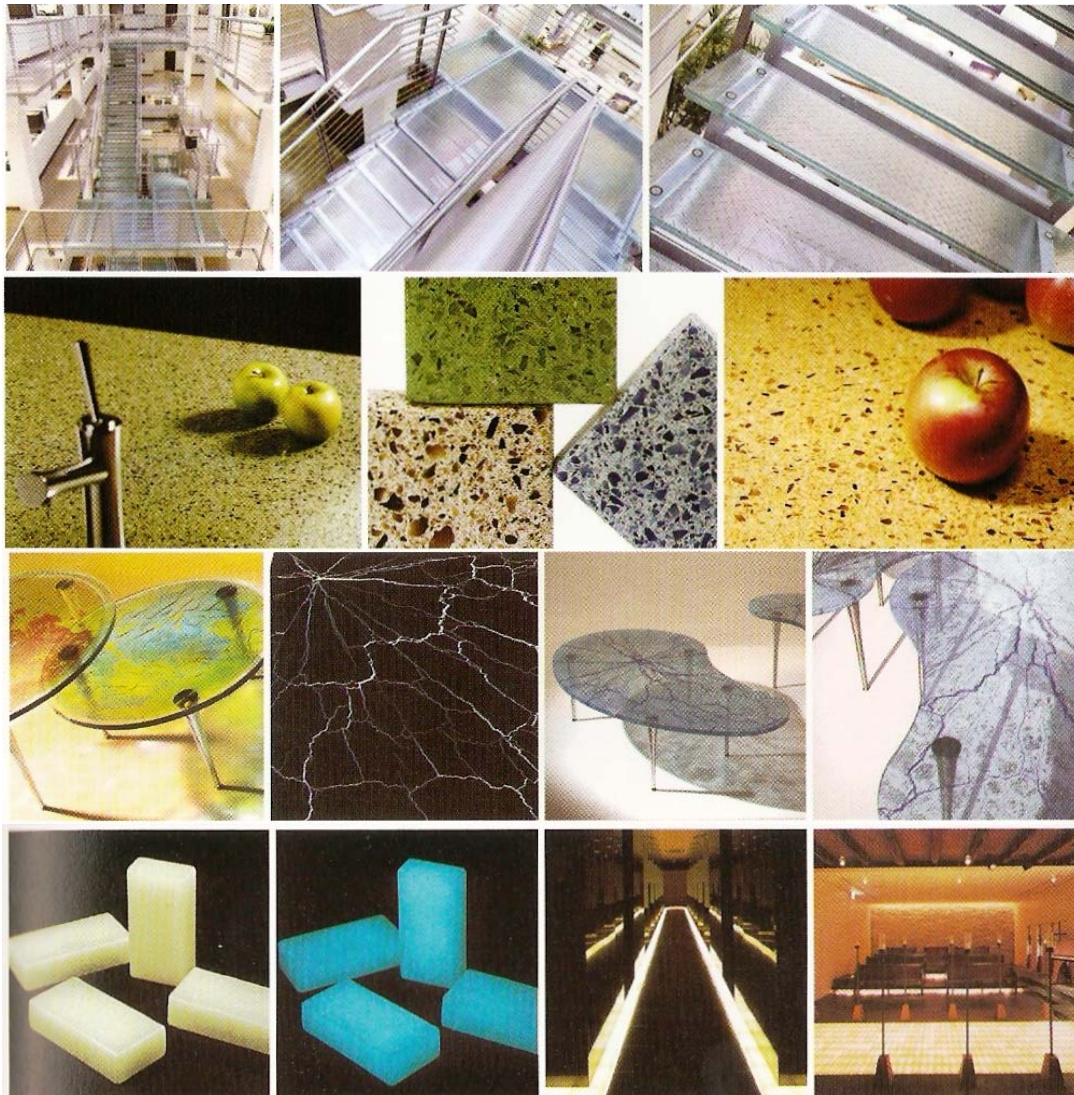
ΕΙΚΟΝΑ 5.18
Γύψος.
[Πηγή:
http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_27.jpg]

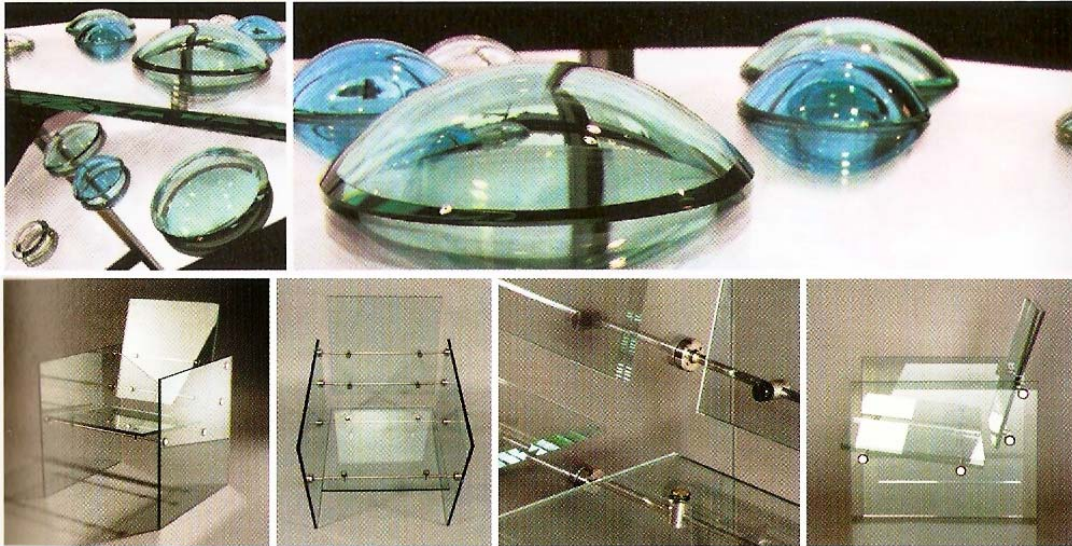
5.5.2.9 Γυαλί

Η χρήση του γυαλιού για την παραγωγή προϊόντων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή κτιρίων είναι πάρα πολύ σημαντική και είναι υπεύθυνο για την παραγωγή πολλών διαφορετικών και εντυπωσιακών αντικειμένων (εικόνα 5.19). Το γυαλί παράγεται από την χαλαζιακή άμμο που υπάρχει σε πλεόνασμα στη φύση. Βασικά συστατικά του είναι:

- το διοξείδιο του πυριτίου (70%)
- το οξείδιο του ασβεστίου (14%) και
- το οξείδιο του νατρίου

Τα συστατικά αυτά δεν θεωρούνται σπάνια ή ρυπογόνα. Το σημαντικότερο περιβαλλοντολογικό πρόβλημα του γυαλιού είναι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του καθώς επίσης και η μεγάλη ενέργεια που συνήθως απαιτείται για τη μεταφορά του. Έχει υπολογιστεί ότι για ένα τόνο γυαλί παράγεται περίπου ένας τόνος CO₂, ενώ παράγεται ένας επιπλέον τόνος CO₂ για τη μεταφορά του λόγω του ότι ο τόπος παραγωγής του βρίσκεται συνήθως μακριά από τον τόπο χρήσης του. Το γυαλί είναι εξαιρετικά ανακυκλώσιμο υλικό αλλά η ανακύκλωσή του οδηγεί σε δεύτερης ποιότητας υλικό.





ΕΙΚΟΝΑ 5.19

Διάφορες μορφές γυαλιού

[Πηγή: Brownell, B., (2006), *Transmaterial, a catalog of materials that redefine our physical environment*, New York, Princeton Architectural press]

5.5.2.10 Νέα υλικά

Σήμερα αναπτύσσεται πλήθος νέων υλικών με ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες ιδιότητες. Τα υλικά αυτά συμβάλουν με διαφορετικό τρόπο στις λειτουργίες του κτιρίου. Σαν παράδειγμα αναφέρονται:

Νέο είδος επιχρίσματος τοιχοποιίας που λειτουργεί ως «κλιματιστικό» σύστημα. Το επίχρισμα, περιέχει πλαστικά σφαιρίδια γεμάτα με μίγμα ρητίνης παραφίνης. Οι ρητίνες αυτές λιώνουν όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 24 °C έτσι ώστε η μετάβαση από την στερεά στην υγρή κατάσταση να απορροφά θερμότητα και να ψύχει με αυτό τον τρόπο τον εσωτερικό αέρα του κτηρίου. Η ενσωμάτωση τέτοιων μικροσφαιριδίων κατά 10-25% σε ένα κοινό επίχρισμα αρκεί για να δροσίσει μία κατοικία στις μεγάλες θερμοκρασίες του καλοκαιριού. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η επίστρωση με ένα τέτοιο υλικό, εξασφαλίζει δροσιά ανάλογη με εκείνη που θα είχε ένα κτήριο αν τα τούβλα στους τοίχους είχαν πολλαπλάσια μεγαλύτερο πάχος.

Νέες βαφές αναπτύσσονται για τα εξωτερικά κελύφη των κτηρίων. Οι νέες βαφές απορροφούν τα καυσαέρια λειτουργώντας κατασταλτικά στην ανάπτυξη νέφους και ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Η βαφές αυτές περιέχουν πολυμερές πυριτίου, σφαιρικά νανοσωματίδια διοξειδίου του τιτανίου καθώς και ανθρακικό ασβέστιο με διάμετρο 30 νανόμετρα. Η βάση της βαφής είναι αρκετά πορώδης για να επιτρέπει την διάχυση των

οξειδίων του αζώτου (που προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα και συμμετέχουν στην ανάπτυξη νέφους) μέσα στην βαφή και την συνένωσή τους με τα σωματίδια του τιτανίου. Τα σωματίδια αυτά απορροφούν την ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία και τη χρησιμοποιούν για να μετατρέψουν τα οξείδια του αζώτου σε νιτρικό οξύ. Το οξύ στην συνέχεια θα αποβληθεί από την βροχή είτε θα αδρανοποιηθεί από τα σωματίδια αλκαλικού ασβεστίου παράγοντας ποσότητες «ακίνδυνου» διοξειδίου του άνθρακα, νερού και νιτρικού οξέως, που επίσης θα απομακρυνθούν από την βροχή [8].

Υπάρχουν πολλές παράμετροι για να ελεγχθεί ένα νέο υλικό και να πιστοποιηθεί η οικολογική συμπεριφορά του. Στα υλικά που αναφέρθηκαν διαπιστώθηκαν ιδιότητες που συμβάλουν στην οικολογική συμπεριφορά της κατασκευής όμως οι έρευνες δεν αναφέρονται σε άλλες ιδιότητες όπως η τοξικότητά τους, ο χρόνος ζωής τους, ή η ικανότητα βιοδιάσπασής τους κ.λ.π.

⁸ Κατ' εκτίμηση, μετά από πέντε χρόνια, οι ποσότητες του ανθρακικού άλατος θα έχουν εξαντληθεί. Όταν οι ποσότητες του ανθρακικού άλατος έχουν εξαντληθεί το διοξείδιο τιτανίου θα συνεχίσει να διαλύει τα οξείδια του αζώτου με αποτέλεσμα όμως επιπτώσεις στο χρώμα της βαφής από το οξύ που θα παράγεται από την όλη χημική διαδικασία.

Κεφάλαιο 6

Η ΚΑΤΟΙΚΙΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Στην αρχαιότητα, οι άνθρωποι που γνώριζαν το πώς να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν ένα κτίριο, δηλαδή αυτοί όπου αργότερα ονομάστηκαν αρχιτέκτονες, δεν είχαν μονομερή γνώση. Ο αρχιτέκτονας δεν ήξερε μόνο τα υλικά και τις μεθόδους κατασκευής, αλλά είχε γνώσεις και άλλων αντικειμένων (θεραπευτής, αστρονόμος γεωπόνος κλπ), γεγονός που τον τοποθετούσε στα ανώτερα κοινωνικά στρώματα ως έναν διεπιστήμονα – θεραπευτή που μπορούσε να ενεργήσει μέσω των δημιουργημάτων του σε τρία επίπεδα: φυσικό, ψυχικό και πνευματικό.

Οι αρχιτεκτονικές φόρμες που δημιουργήθηκαν δεν αντέγραψαν απλώς την φύση, αλλά αντικατοπτρίζουν την ψυχική διάθεση κάποιων ανθρώπων που δημιούργησαν κάποια «κελύφη» για να καλύψουν τις βασικές ανάγκες επιβίωσης του ανθρώπου.

Το κέλυφος της κατοικίας δεν είναι τίποτε άλλο παρά ο καθρέπτης και η προέκταση της ύπαρξής του ανθρώπου. Κάθε τόπος έχει εσωτερικές, κρυμμένες διαστάσεις τις οποίες και ένα κέλυφος οφείλει να λάβει υπόψη (διαστάσεις, όγκοι, ύψη, κ.λπ.) για να υπάρξει εσωτερική και εξωτερική αρμονία μεταξύ του κτιρίου και των ανθρώπων που θα το κατοικήσουν.

Για να γίνει, όμως, κατανοητή και ορθώς τοποθετημένη η παρούσα εργασία πρέπει πρώτα απ’ όλα να οριστεί η έννοια της κατοικίας, βάσει της οποίας κάθε φορά που θα αναφέρεται σε αυτήν η εργασία, θα εννοείται ο συγκεκριμένος ορισμός.

6.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Αν ανατρέξει κανείς στην αρχαιότητα, στους πρωτόγονους ανθρώπους, θα διαπιστώσει πως μία από τις πρώτες ανάγκες των ανθρώπων ήταν η προφύλαξη τους από τις εξωτερικές συνθήκες (καιρικές, διαβίωσης κλπ). Η ανάγκη δηλαδή, στέγασης και η δημιουργία μιας μόνιμης βάσης. Η δημιουργία ενός σπιτιού ήταν πάντοτε μία από τις βασικότερες ανάγκες του ανθρώπου, γιατί απλά το σπίτι, το αρχιτεκτονικό κέλυφος, έπαιζε πάντα τον ρόλο της τρίτης ασπίδας προστασίας του ανθρώπου, με πρώτη το ίδιο το δέρμα του και δεύτερη τον ρουχισμό.

Ο άνθρωπος, στην διάρκεια της ιστορίας, πέρασε από διάφορα στάδια μέχρι την μονιμοποίησή του σε ένα σημείο. Η μόνιμη εγκατάστασή [1] του αντί της περιπλάνησης μεταβάλλει την έννοια του χώρου και επιβάλλει την διαμόρφωση αυτού.

Ο κάθε λαός, ανάλογα με την ιστορία του, την κοινωνική και οικονομική του πραγματικότητα, των διαθέσιμων τεχνολογικών γνώσεων και τεχνικών μέσων, διαμορφώνει την έννοια και την μορφή της κατοικίας του. Η τοποθεσία του χώρου κατοικίας εξαρτάται από γεωγραφικούς, μορφολογικούς, ιστορικούς και οικονομικούς παράγοντες, με πιο καθοριστικούς τους οικονομικούς. Η πόλη ήταν και είναι πάντα χαρακτηρισμένη από τον χώρο κατοικίας [2].

Από τα πρώτα χρόνια της κατασκευής κατοικιών από τους ανθρώπους, η δομή και η μορφολογία του χώρου αποτελεί ένα διαχρονικό και ευρύτερα αντιληπτό μέσο επικοινωνίας, ενώ ταυτόχρονα αντιμετωπίζεται σαν μια αδιάσπαστη ενότητα με τα στοιχεία της λειτουργικότητας [3]. Η παραδοσιακή – ανώνυμη – αρχιτεκτονική δημιούργησε διαφορετικά μοντέλα οργάνωσης του χώρου, μία κατοικία που βασίζεται σε διαδρόμους και όφισ η οποία είναι προσανατολισμένες σε απλές λειτουργικές απαιτήσεις. Οι διαφορετικές διατάξεις των χώρων αποτελούν και το κριτήριο διαφοροποίησης των τύπων, αλλά και το σημείο αναφοράς στις συζητήσεις για την κατοικία από την εποχή των πρώιμων κατοικιών.

Ειδικότερα, στον δυτικό κόσμο, η έννοια της κατοικίας αναφέρεται σε ένα κτίσμα μονοόροφο ή πολυόροφο, η οποία αποτελείται από χώρους που καλύπτουν τις καθημερινές ανάγκες των χρηστών της. Πολλές κατοικίες έχουν διάφορα δωμάτια με εξειδικευμένες λειτουργίες, όπως χώρο για φαγητό, χώρο για ύπνο, και χώρο για πλύσιμο και καθαρισμό [4]. Οι περισσότερες σύγχρονες κατοικίες έχουν τουλάχιστον ένα μπάνιο, κουζίνα, καθιστικό και υπνοδωμάτιο. Είναι κατασκευασμένες από συμβατικά υλικά (οπλισμένο σκυρόδεμα, τούβλα, συμβατικά κουφώματα, ξύλινα δάπεδα, μάρμαρα, κεραμικά πλακίδια κ.α.).

¹ Λάββας, Π. Γεώργιος, (2002), *Επίτομη Ιστορία της Αρχιτεκτονικής*, Θεσσαλονίκη: εκδ. University Studio Press, σελ. 37

² Rossi, Aldo, (1991), *Η αρχιτεκτονική της πόλης*, Θεσσαλονίκη: εκδ. University Studio Press, μετάφραση: Βασιλική Πετρίδου, σελ. 88

³ Kleine, G., Quibeldey, J., (1997), *Κατοικίες, τυπολογία και μορφή*, Μετάφραση: Δ. Μαλασπίνας, Αθήνα: εκδ. Γκιούρδας, Μ.

⁴ <http://el.wikipedia.org/wiki/Κατοικία>

6.2 ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΣ ΜΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

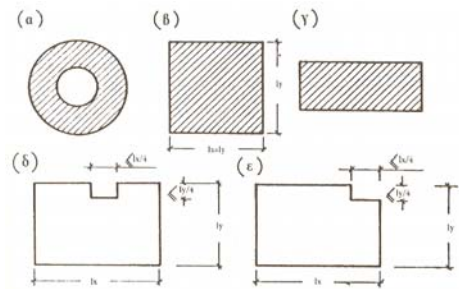
Στην βάση κάθε σχεδίου υπάρχει μία πρόθεση. Το ίδιο συμβαίνει και στον τομέα της κατασκευής και εξαρτάται από την ποιότητα και την συνάφεια της πρόθεσης αυτής η επιτυχία ή η αποτυχία του σχεδίου.

Με το ξεκαθάρισμα των προθέσεων, τη επιλογή του κατάλληλου οικοπέδου και την γεωβιολογική έρευνα που πρέπει να ακολουθήσει, ο αρχιτέκτων είναι υποχρεωμένος να λάβει υπόψιν του τις βασικές λειτουργίες και τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη, καθώς σκοπός της δημιουργίας μιας κατοικίας είναι η άνετη και σωστή διαβίωση των κατοίκων της.

Καταρχάς, πρέπει να μελετήσει τα διάφορα ενεργειακά πεδία, τους προσανατολισμούς, την ψυχολογία του χώρου, αλλά και των μελλοντικών κατοίκων της κατοικίας και έπειτα να καταστρώσει ένα πλάνο σχεδιασμού. Με τον τρόπο αυτό θα μπορέσει να αναλύσει όλα τα δεδομένα που έχει και να οδηγηθεί στην αρμονική κατανομή των χώρων.

Μετά την σχηματική μορφοποίηση του σχεδιαστικού πλάνου αρχίζει η πραγματική αρχιτεκτονική εργασία, που συνίσταται στην υλοποίηση, μέσω της σχεδίασης, της ζωτικότητας ενός χώρου, με την βοήθεια των τριών βασικών σχημάτων, του τριγώνου, του τετραγώνου και του κύκλου (εικόνα 6.1).

Σύμφωνα με την σοφία των παλαιότερων, αλλά και βάσει κάποιων εκτεταμένων επιστημονικών μελετών, οι ιδανικότερες και αρμονικότερες μορφές και όγκοι είναι κύκλος και η προβολή ενός αυγού στο επίπεδο (εικόνα 6.2). Ωστόσο, η μορφή αυτή θεωρείται αρκετά

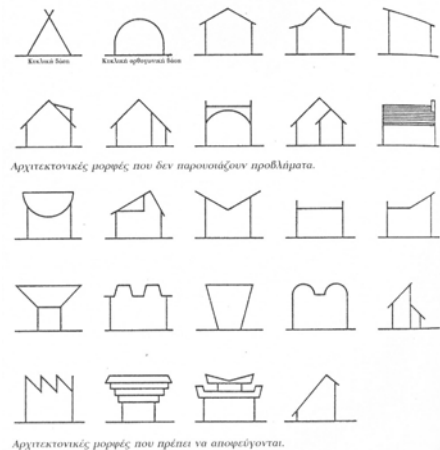


ΕΙΚΟΝΑ 6.1

Κανονικές (ομαλές) μορφές κάτοψης κτιρίων:

- (α) Απολύτως ιδανική μορφή
- (β) Ιδανική μορφή
- (γ) Πολύ καλή μορφή για όχι ψηλά κτίρια.
- (δ) – (ε) Παραδεκτές μορφές.

[Πηγή: Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]



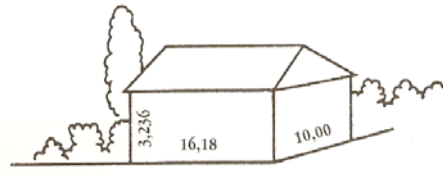
ΕΙΚΟΝΑ 6.2

Αρχιτεκτονικές μορφές

[Πηγή: Τσιπήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

εκκεντρική και για τον λόγο αυτό η αμέσως επόμενη πιο αποδεκτή μορφή είναι το τετράγωνο [5].

Σύμφωνα με τους Γάλλους βιοαρχιτέκτονες J. De la Foye και P. Le Chapelle οι ιδανικές αναλογίες ενός απλού μονοόροφου κτιρίου είναι 16,18 X 10,00 X 3,236 και φυσικά υπάρχουν αρχιτεκτονικές μορφές που πρέπει να αποφεύγονται και άλλες που είναι αποδεκτές, εξαιτίας της ροής των ακτινοβολιών [6] (εικόνα 6.3).



ΕΙΚΟΝΑ 6.3

Αρμονικές αναλογίες 16,80 X 10,00 X 3,236

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη]

6.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ένα βιοκλιματικό σπίτι δεν είναι απαραίτητο να έχει πολύπλοκα συστήματα αλλά ευαισθητοποιημένους ιδιοκτήτες. Ένας τέτοιος ιδιοκτήτης με σεβασμό προς το φυσικό μας περιβάλλον μπορεί να μετατρέψει εύκολα μια απλή μονοκατοικία σε ένα φυσικά ελεγχόμενο εσωτερικό περιβάλλον.

Όσον αφορά στη μελέτη του κτιρίου, θα πρέπει να γίνεται ολοκληρωμένη θεώρηση του κτιρίου και να προκύπτει από την εξ' αρχής συνεργασία των ειδικοτήτων των μηχανικών που εμπλέκονται και όχι να συντάσσεται μεμονωμένα η κάθε μελέτη διαδεχόμενη η μία την άλλη. **Ο Μηχανικός θα πρέπει να γίνει και πάλι επιστήμονας – ερευνητής και να προσεγγίζει το κτίριο που θέλει να δημιουργήσει μέσα στο περιβάλλον (αστικό και φυσικό) που ανήκει, αφουγκραζόμενος και γνωρίζοντας τη φύση.**

ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΟΛΗ Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΙΑΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Α' ΦΑΣΗ

- Σωστό τοπογραφικό διάγραμμα, με ισοϋψείς καμπύλες και αποτυπωμένη τη σωστή θέση του βορρά
- Μελέτη του ραδονίου του εδάφους, με τη χρήση ειδικού οργάνου (Radon Alert)

⁵ Στην Ασία, οι Κινέζοι προτιμούσαν να κτίζουν σπίτια σε τετράγωνο σχήμα με βάση τις πλευρές τριών ισόπλευρων τετραγώνων (το τετράγωνο του Saturne), δηλαδή εννιά συνολικά τετράγωνα.

⁶ Οι Αρχαίοι Αιγύπτιοι, στις πυραμίδες έθαβαν τους νεκρούς τους (κι αυτό γιατί έχει αποδεχθεί ότι στον νεκροθάλαμο, που συνέπιπτε περίπου με το 1/3 του ύψους της κατασκευής, η συγκεκριμένη ενέργεια βοηθούσε την μούμιοποίηση των νεκρών) και, φυσικά, κανένας δεν διανοήθηκε να κτίσει ένα σπίτι με μορφή πυραμίδας για να ζήσει.

[Πηγή: Τσιπτήρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη, σελ. 180]]

- Μελέτη του επιπέδου θορύβου, με χρήση ηχομέτρου.
- Μελέτη του υπεδάφους, με χρήση γεωλογικών χαρτών.
- Αποτύπωση των γεωμαγνητικών γραμμών του δικτύου Hartmann, με ράβδους και γεωμαγνητόμετρο.
- Μελέτη του επιπέδου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, που εκπέμπεται από πυλώνες και ηλεκτρικά καλώδια, κεραίες κινητής τηλεφωνίας κλπ.
- Μελέτη της υπάρχουσες φυτοκάλυψης και του ανάγλυφου του εδάφους της γύρω περιοχής.
- Μελέτη της θέσης του ήλιου

Β' ΦΑΣΗ

- Μελέτη του κλίματος
- Μελέτη της θερμικής άνεσης
- Μελέτη της ηλιακής γεωμετρίας

Γ' ΦΑΣΗ

- Κτηριολογικό πρόγραμμα και εφαρμογή του Γ.Ο.Κ.

Δ' ΦΑΣΗ

- Μελέτη παθητικών ηλιακών συστημάτων για την εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση (ΒΙΟ-ΘΕΡΜΑΝΣΗ)
- Μελέτη παθητικών ηλιακών συστημάτων για την εξοικονόμηση ενέργειας για δροσισμό (ΒΙΟ-ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ)
- Μελέτη ηλιασμού και σκιασμού
- Μελέτη του φυσικού φωτισμού
- Πιθανή μελέτη για ενεργειακή αυτοδυναμία του κτηρίου, με χρήση π.χ. φωτοβολταϊκών ή και ανεμογεννητριών.
- Μελέτη για την χρησιμοποίηση οικολογικών δομικών υλικών (π.χ. στην θερμομόνωση, στους χρωματισμούς κλπ) ή αδρανοποίησης των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία από άλλα υλικά, όπως το οπλισμένο σκυρόδεμα (π.χ. με την γείωση του οπλισμού του).
- Ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου.

Ε' ΦΑΣΗ

- Μελέτη εφαρμογής

6.4 Η ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Το ζητούμενο της παρούσας εργασίας είναι ο σχεδιασμός, τελικά, μίας οικολογικής – βιοκλιματικής κατοικίας, η οποία θα υπακούει στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και ταυτόχρονα θα πληρεί τους νόμους και τους κανόνες της ελληνικής πραγματικότητας (Γ.Ο.Κ.).

Όπως είναι εύκολα αντιληπτό, δεν είναι όλα τα οικοπέδα 100% κατάλληλα για την δημιουργία βιοκλιματικών κτιρίων. Είναι πολλοί οι παράγοντες που καθορίζουν την καταλληλότητα των οικοπέδων (προσανατολισμός, υψόμετρο, κλίση, θέση, κλίμα, κλπ) και οι ιδιοκτήτες (πελάτες) αυτών δεν είναι σε θέση να γνωρίζουν τις παραμέτρους αυτές παρά μόνο αν είναι γνώστες του αντικειμένου [7]. Συνεπώς, οι μηχανικοί καλούνται να επιλύουν το κάθε οικόπεδο που τους ανατίθεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο [8].

6.4.1 Το οικόπεδο

Το οικόπεδο στο οποίο έγινε η μελέτη της κατοικίας βρίσκεται στον Δήμο της Βάρης Αττικής (εικόνα 6.4). Ο Δήμος Βάρης είναι παράκτιος Δήμος της Ανατολικής Αττικής, βρέχεται από τα νερά του Σαρωνικού και οικοδομημένος ανάμεσα στους νότιους ορεινούς όγκους του Υμηττού. Διοικητικά υπάγεται στη *Νομαρχία Ανατολικής Αττικής* καθώς αποτελεί τη νότια διέξοδο από το λεκανοπέδιο των Αθηνών προς την κοιλάδα των Μεσογείων. Συνορεύει με τη Βούλα, τη Βουλιαγμένη και το Κορωπί.

Οι γεωγραφικές συντεταγμένες [9] της περιοχής είναι οι εξής:

<u>Γεωγραφικό πλάτος</u> [10]	37° 50'03,93" N
<u>Γεωγραφικό μήκος</u> [11]	23° 49'45,03" E

⁷ Του βιοκλιματικού σχεδιασμού

⁸ Θα ήταν καλό να αναφερθεί ότι και στην Ελλάδα κατασκευάζονται Βιοκλιματικές - οικολογικές κατοικίες και χωρίς το κόστος κατασκευής να ξεπερνά το 10% ενός συμβατικού σπιτιού.

⁹ **Γεωγραφικές συντεταγμένες** είναι δύο μεγέθη με τα οποία προσδιορίζεται η θέση των διαφόρων τόπων (εκτός των πόλων) και πλοίων στην επιφάνεια της γης και κατά προβολή θέσης αεροσκαφών υπεράνω αυτής. Ως βάση των γεωγραφικών συντεταγμένων λαμβάνεται ο **ισημερινός** και ο πρώτος **μεσημβρινός**.

¹⁰ Γεωγραφικό πλάτος (*latitude*) (φ) ενός σημείου που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης είναι η γωνία που σχηματίζει η κατακόρυφος του τόπου με το επίπεδο του ισημερινού.



ΕΙΚΟΝΑ 6.4

Νομός Αττικής, Δήμος Βάρης

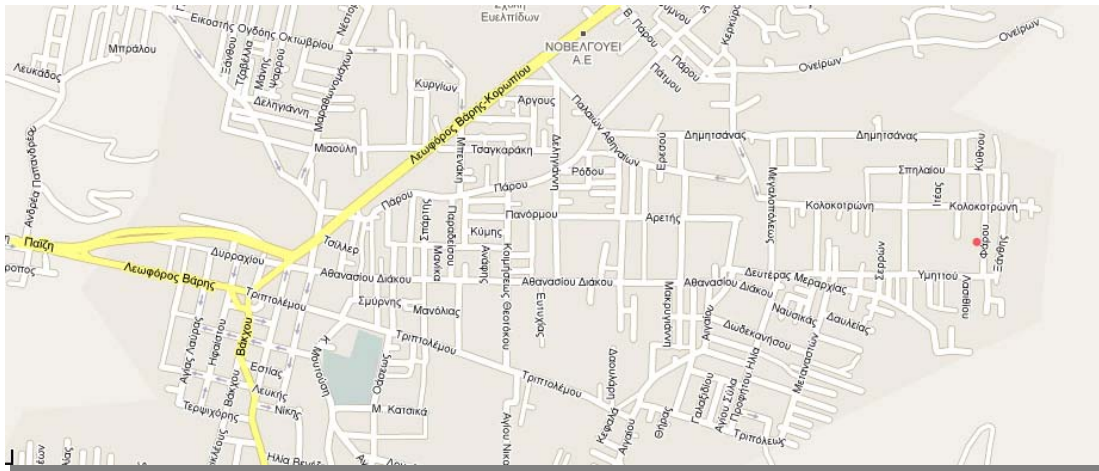
[Πηγή: http://www.web-greece.gr/map_greece/maps/map_attiki.htm]

Το κλίμα του Δήμου Βάρης και ειδικότερα της περιοχής μελέτης δεν παρουσιάζει κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά καθώς δεν διαφέρει από το υπόλοιπο κλίμα της Αττικής. Γενικά, επικρατεί εύκρατο κλίμα. Όπως όλες οι παραμεσόγειες περιοχές διατηρεί ορισμένες ιδιομορφίες και γι' αυτό το κλίμα χαρακτηρίζεται μεσογειακό, δηλαδή ήπιοι και βροχεροί χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο.

Η επιλογή του οικοπέδου έγινε τυχαία, όπως άλλωστε θα συνέβαινε στην πραγματικότητα στην επαγγελματική σχέση πελάτη – μηχανικού. Είναι ένα γωνιακό οικόπεδο στην συμβολή των οδών Φάρου και Ρούμελης (εικόνα 6.5). Το εμβαδόν του είναι $218,68\mu^2$ και το υψόμετρό του σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας είναι $81,00\mu$. Η κάθετη απόσταση του οικοπέδου από την θάλασσα είναι $1.955,00$ μέτρα. Ο προσανατολισμός του οικοπέδου

¹¹ Γεωγραφικό μήκος (*longitude*) (λ) ενός σημείου στην επιφάνεια της γης είναι η στερεή γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο του μεσημβρινού που διέρχεται από το εν λόγω σημείο με το επίπεδο του πρώτου μεσημβρινού.

είναι κάθετος στα σημεία του ορίζοντα. Οι δύο προσόψεις βρίσκονται στην ανατολή και στον νότο. Στο οικόπεδο υπάρχει μία ελαφριά κλίση του εδάφους της τάξης του 1,20 μέτρων σε απόσταση 16,00 μέτρων και με προσανατολισμό από ανατολή προς δύση (σχέδια 1 και 2 που παρατίθενται παρακάτω).



ΕΙΚΟΝΑ 6.5

Δήμος Βάρης, ευρύτερη περιοχή του οικόπεδου, σημερινή κατάσταση

[Πηγή: <http://maps.google.com/>]

Η περιοχή αυτή δεν έχει ενταχθεί ακόμα στο σχέδιο πόλεως, ωστόσο έχει γίνει η πολεοδομική μελέτη (εικόνα 6.6) από τον αρμόδιο μελετητή και εκδίδονται νόμιμες άδειες για οικοδόμηση μετά από έγκριση οικοδομησιμότητας. Εξαιτίας του γεγονότος αυτού δεν έχουν υλοποιηθεί ακόμη όλοι οι δρόμοι στην περιοχή και δεν έχουν τακτοποιηθεί ακόμη όλα τα οικόπεδα. Στο εν λόγω οικόπεδο έχει εκδοθεί η άδεια οικοδομησιμότητας και μετά την κύρωση της πράξης εφαρμογής θα υλοποιηθεί και η οδός Ρούμελης.



ΕΙΚΟΝΑ 6.6

Δήμος Βάρης, ευρύτερη περιοχή του οικόπεδου, σχέδιο εφαρμογής

[Πηγή: http://hellas.teipir.gr/Thesis/LekanopedioAttikhs/notia_proastia/Vari/images/map/miladeza.swf]

Όσον αφορά στον περιβάλλοντα χώρο του οικοπέδου, η περιοχή έχει πολύ χαμηλή φύτευση (εικόνα 6.7). Ότι υπάρχει σε ψηλή φύτευση βρίσκεται εντός των παρακείμενων ιδιοκτησιών και προέρχεται από δική τους και μόνο φροντίδα. Όσον αφορά στην δόμηση, η περιοχή είναι σχετικά αραιοκατοικημένη και τα κτίρια είναι μέχρι διώροφα.



Θέση οικοπέδου

ΕΙΚΟΝΑ 6.7

Θέση του οικοπέδου – περιβάλλον χώρος

[Πηγή: google earth]

6.4.2 Όροι Δόμησης

Οι όροι δόμησης της περιοχής καθορίστηκαν σύμφωνα με τα ακόλουθα Προεδρικά Διατάγματα: **Δ/γμα 30 – 12 - 88, Δ/γμα 03 - 03 - 89 (Φ.Ε.Κ. 132/ Δ/ 89)**

ΚΑΛΥΨΗ= 40%

Σ.Δ.: 0,30

ΟΡΟΦΟΙ: 2

ΟΧΙ PILOTIS

6.4.3 Ο σχεδιασμός

6.4.3.1 Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Γ.Ο.Κ.)

Ο σχεδιασμός της κατοικίας έγινε λαμβάνοντας υπόψη πολλές και διαφορετικές παραμέτρους οι οποίες καθόρισαν το αποτέλεσμα. Η κυριότερη παράμετρος όλων ήταν η σωστή εφαρμογή των όρων του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού (Γ.Ο.Κ.) του 1985 (Ν. 1577/1985) όπως αυτός αναθεωρήθηκε και ισχύει ως Γ.Ο.Κ. 2000 (Ν. 2831/2000) καθώς πρόκειται για μία κατοικία η οποία έχει την δυνατότητα να κατασκευαστεί στην ελληνική πραγματικότητα.

Τα επιτρεπόμενα στοιχεία δόμησης βάσει Γ.Ο.Κ. είναι τα εξής:

Μέγιστη επιτρεπόμενη κάλυψη οικοπέδου:	$218,68\mu^2 \times 40\% = 87,47\mu^2$
Μέγιστη επιτρεπόμενη Δόμηση:	$218,68\mu^2 \times 0,30 = 65,60\mu^2$
Μέγιστοι επιτρεπόμενοι ημιυπαίθριοι χώροι:	$65,60\mu^2 \times 15\% = 9,84\mu^2$
Μέγιστοι επιτρεπόμενοι εξώστες:	$65,60\mu^2 \times 20\% = 13,12\mu^2$
Μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος κτιρίου:	10,00μ + 2,00μ στέγη (προαιρετικά)
Μέγιστος επιτρεπόμενος όγκος:	$65,60\mu^2 \times 5,00$ [12]= $328,00\mu^3$

Τα πραγματοποιούμενα στοιχεία δόμησης της κατοικίας [13]είναι τα εξής:

Πραγματοποιούμενη κάλυψη οικοπέδου:	59,20μ ²
Πραγματοποιούμενη Δόμηση:	47,63+17,78= 65,41μ ²
Πραγματοποιούμενοι ημιυπαίθριοι χώροι:	9,43μ ²
Πραγματοποιούμενοι εξώστες:	11,62μ ²
Πραγματοποιούμενο ύψος κτιρίου:	5,80μ + 2,00μ στέγη
Πραγματοποιούμενος όγκος:	171,68+114,35+35,94= 321,97μ ³

Συνεπώς, βάσει μετρικών δομικών στοιχείων η κατοικία πληρεί τις προϋποθέσεις.

¹² Ο συντελεστής που υπολογίζεται ο όγκος καθορίζεται 5,00 και όχι 4,50 καθώς πρόκειται για βιοκλιματικό κτίριο (Αρ. 9, παρ. 10^α)

¹³ Που θα περιγραφεί παρακάτω

6.4.3.2 Περιγραφή της κατοικίας

Η κατοικία αποτελείται από Υπόγειο, Ισόγειο και Α΄ όροφο που καλύπτεται με μονόρρικτη στέγη. Στο επίπεδο του ισογείου βρίσκεται η κύρια είσοδος του σπιτιού, η οποία βρίσκεται στην ανατολική πλευρά, στην οδό Φάρου (εικόνα 6.8).



ΕΙΚΟΝΑ 6.8
Άποψη του κτιρίου (1)

Για να φτάσει κανείς, πεζός, στην είσοδο της κατοικίας διασχίζει έναν διάδρομο, πλάτους 1,20μ με πλατύσκαλα που καταλήγει στην εξώπορτα της κατοικίας (βλέπε κάτοψη Ισογείου). Ο διάδρομος αυτός είναι ακάλυπτος – σκεπάζεται μόνο στο σημείο εισόδου στην είσοδο του οικοπέδου.

Υπάρχει, επίσης, και δεύτερη είσοδος στο οικοπέδο από την οποία εισέρχεται το αυτοκίνητο για να σταθμεύσει στην υπαίθρια θέση στάθμευσης στην πρασιά. Από εκεί υπάρχει άλλος ένας πλακόστρωτος διάδρομος, ανάλογος του προηγούμενου που οδηγεί και αυτός στην εξώπορτα της κατοικίας (εικόνα 6.9).

Μετά την είσοδο της κατοικίας, δεξιά ακριβώς βρίσκεται η εσωτερική σκάλα, πλάτους 0,90μ που οδηγεί στο υπόγειο και στον Α΄ όροφο, ενώ αριστερά από την είσοδο και έξω από την κατοικία βρίσκεται το θερμοκήπιο. Ανάμεσα στο θερμοκήπιο και την κατοικία παρεμβάλλεται ένας τοίχος θερμικής αποθήκευσης ο οποίος εξυπηρετεί στην θερμική άνεση του κτιρίου.

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



ΕΙΚΟΝΑ 6.9
Άποψη του κτιρίου (2)

Προχωρώντας προς το εσωτερικό, συναντάται η τραπεζαρία και δεξιά αυτής το εσωτερικό αίθριο – φωταγωγός της κατοικίας. Αριστερά, βρίσκεται το καθιστικό με το ενεργειακό τζάκι και στο βάθος βρίσκεται η κουζίνα. Μέσω της κουζίνας, αλλά και του καθιστικού, υπάρχουν έξοδοι στον πίσω ακάλυπτο του κτιρίου (εικόνα 6.10). Εκεί βρίσκεται η πισίνα, μια υπαίθρια ψησταριά για τις ανάγκες και την άνεση της κατοικίας και μία εξωτερική κλίμακα που οδηγεί στο υπόγειο. Αξίζει να σημειωθεί ότι σε ολόκληρο τον ακάλυπτο χώρο του οικοπέδου που υπολείπεται υπάρχει φύτευση.



ΕΙΚΟΝΑ 6.10
Άποψη του κτιρίου (3)

Στον Α΄ όροφο του κτιρίου βρίσκεται το υπνοδωμάτιο με το προσωπικό του λουτρό (βλέπε κάτοψη Α΄ ορόφου). Η κάλυψη του Α΄ ορόφου δεν είναι ίδια με αυτή του ισογείου, αλλά μικρότερη με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα υπαίθριος χώρος, στον οποίο η πρόσβαση γίνεται μέσω του υπνοδωματίου και καλύπτεται από πέργκολα με πλαίσιο από μπετό και ξύλινες διαδοκίδες. Έξω από το υπνοδωμάτιο, στην νότια πλευρά βρίσκεται ημιυπαίθριος χώρος (εικόνα 6.11). Το θερμοκήπιο που περιγράφηκε προηγουμένως εκτείνεται και στους δύο ορόφους με αποτέλεσμα μέρος της ανατολικής πλευράς του υπνοδωματίου να συνορεύει με αυτό.



ΕΙΚΟΝΑ 6.11
Άποψη του κτιρίου (4)

Η κάλυψη του ορόφου αυτού γίνεται με μονόρρικτη στέγη η οποία έχει κλίση προς τον νότο (βλέπε κάτοψη Στέγης). Στην στέγη θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά συστήματα και δίνεται δυνατότητα να αλλάζουν κλίση ανάλογα με τον ήλιο (για μεγαλύτερη απόδοση), χωρίς να ενοχλούν αισθητικά (βλέπε Τομή Α - Α) (εικόνα 6.12).

Όσον αφορά στο επίπεδο του Υπογείου, εκεί βρίσκονται οι δύο αποθήκες της κατοικίας, το μηχανοστάσιο της πισίνας, το wc που εξυπηρετεί τους επισκέπτες και τον χώρο του λεβητοστασίου. Ο χώρος του υπογείου φωτίζεται και αερίζεται επαρκώς μέσω των ανοιγμάτων που υπάρχουν κατά μήκος της κλίμακας καθόδου, αλλά και των δύο cour anglaise που έχουν σχεδιαστεί για τον αερισμό και φωτισμό της μίας αποθήκης και του wc αντίστοιχα.

Τέλος, αισθητικά το κτίριο έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με την τάση της εποχής, με απλές γραμμές και μορφές (βλέπε σχέδια όψεων) (εικόνες 6.12 – 6.13). Τα χρώματα που

κυριαρχούν είναι ανοικτής απόχρωσης στην κλίμακα του λευκού και του γκρι. Τα υλικά είναι απλά και όχι εξεζητημένα.

Όλα έχουν σχεδιαστεί με επιμέλεια και σύμφωνα με τους νόμους της τέχνης και της επιστήμης.



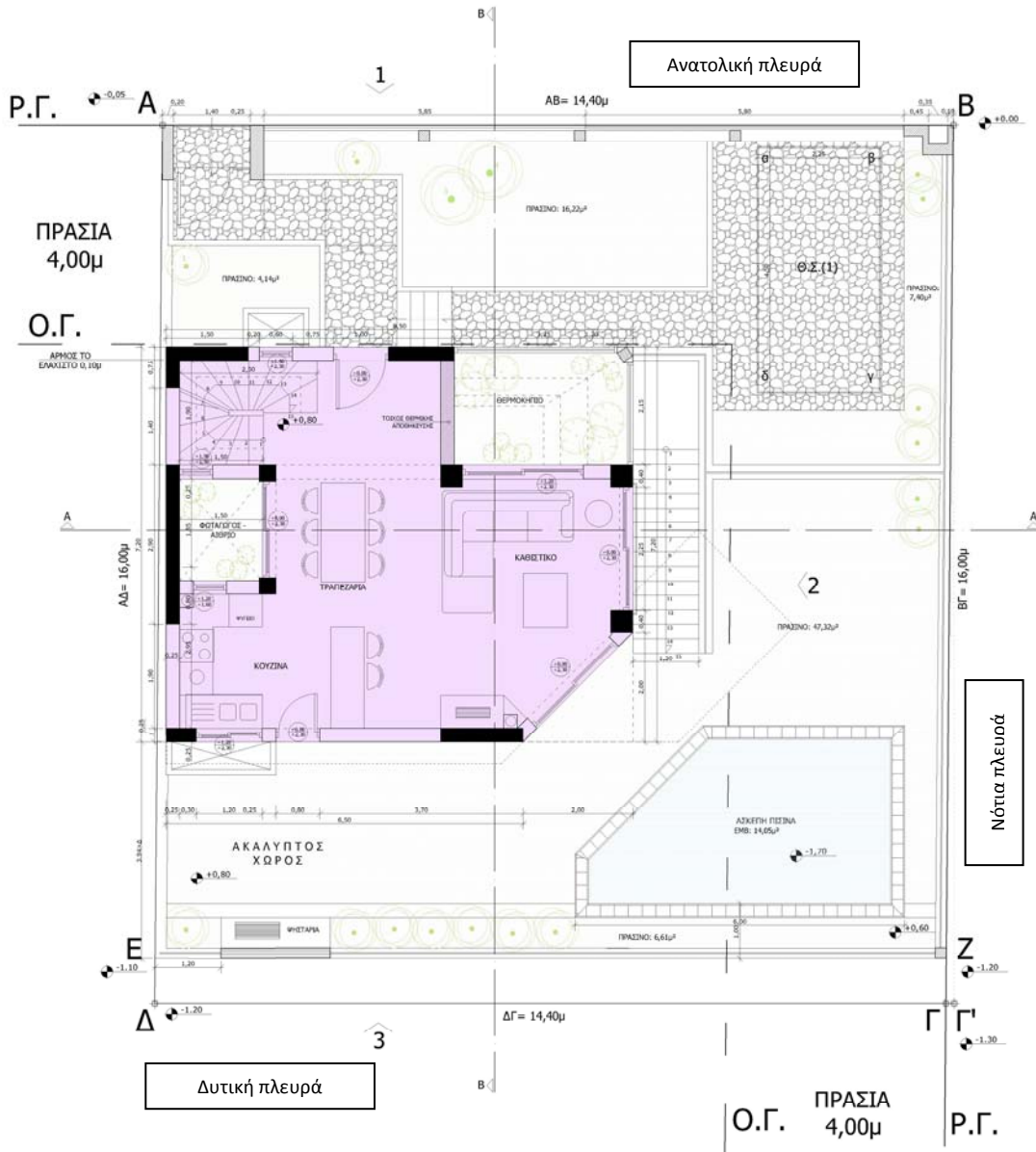
ΕΙΚΟΝΑ 6.12
Άποψη του κτιρίου (5)



ΕΙΚΟΝΑ 6.13
Άποψη του κτιρίου (6)

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

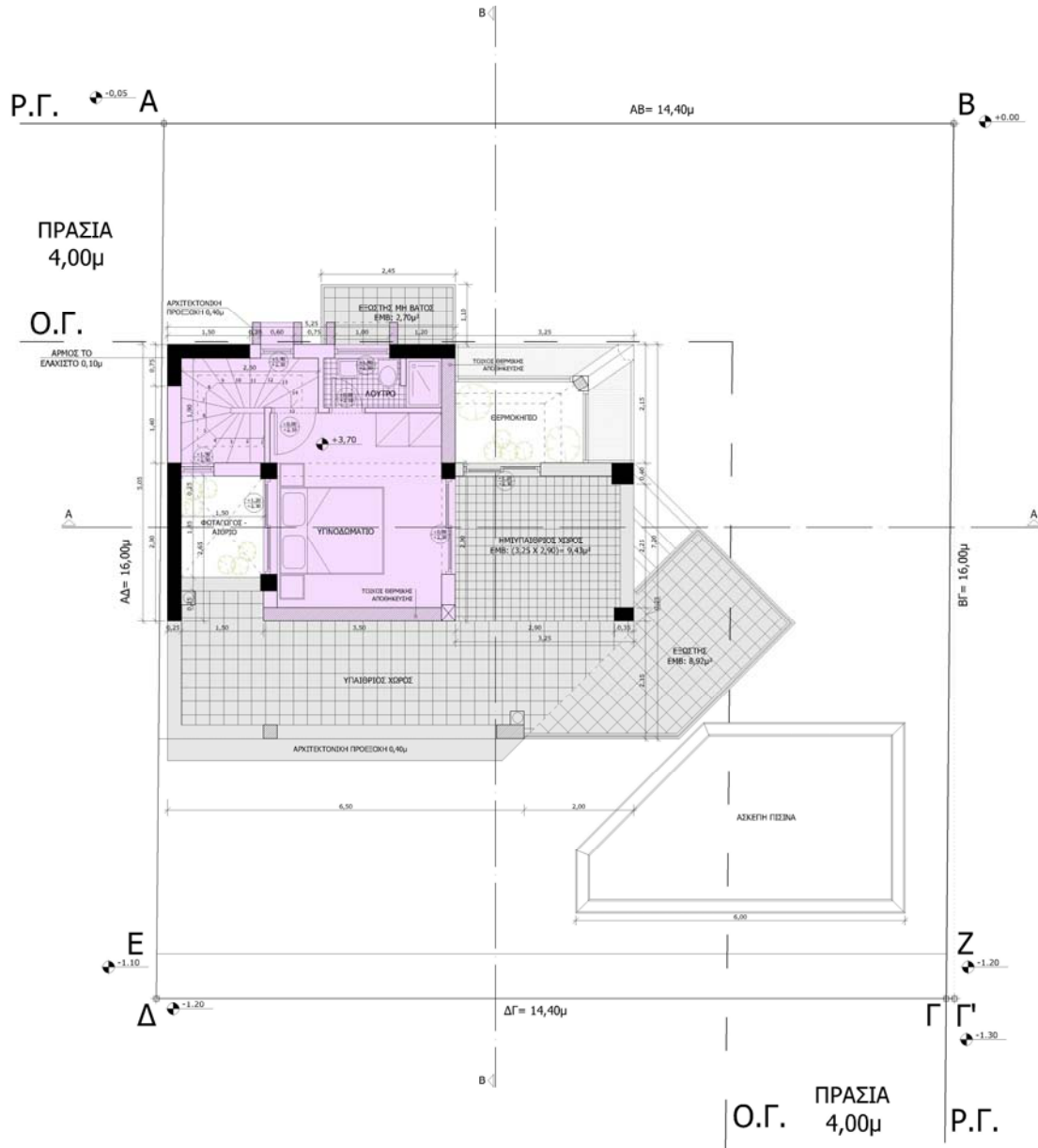
“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



Κάτοψη Ισογείου

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

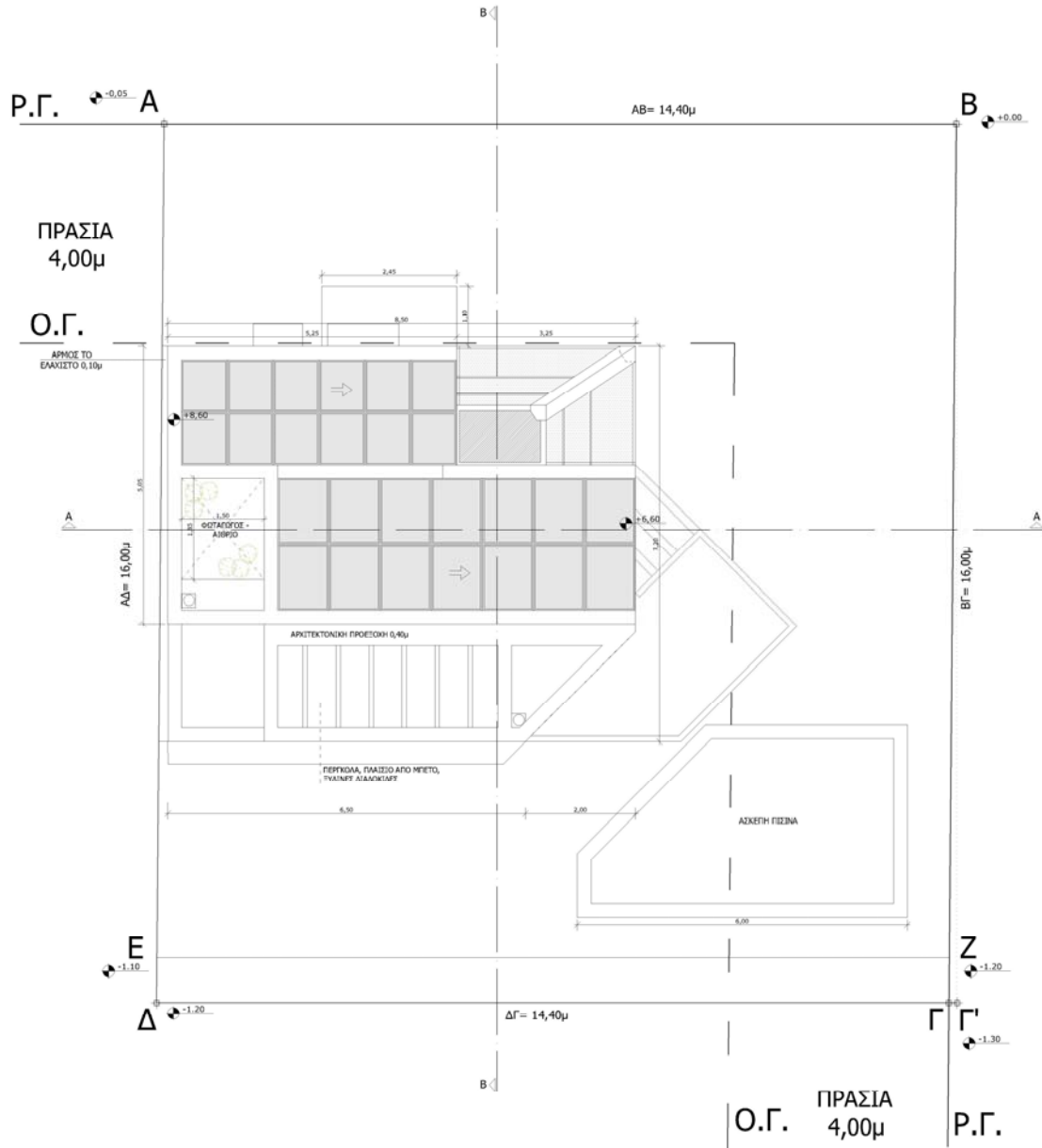
“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
 χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



Κάτοψη Α' Ορόφου

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

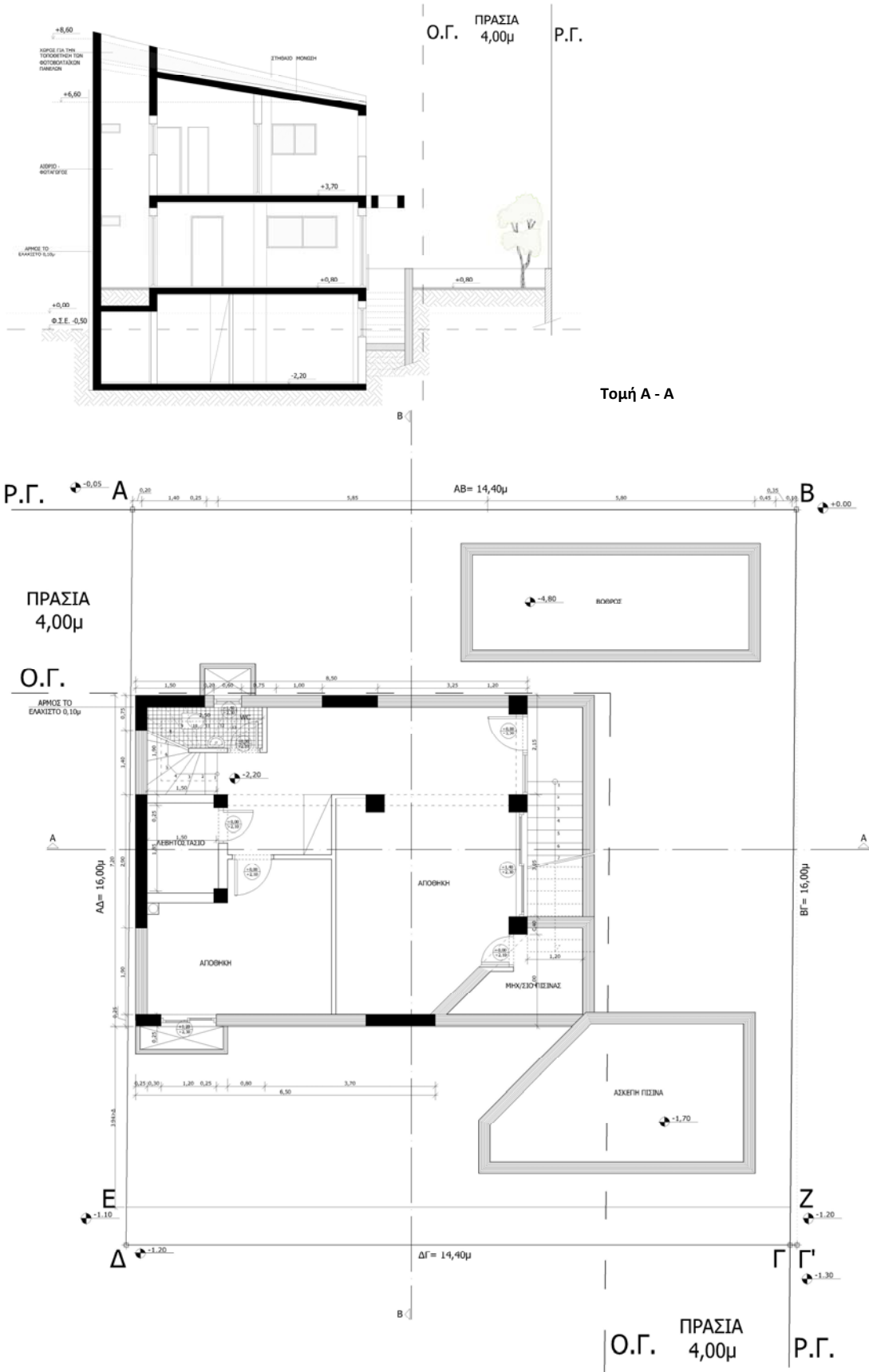
“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



Κάτοψη Στέγης

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
 χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



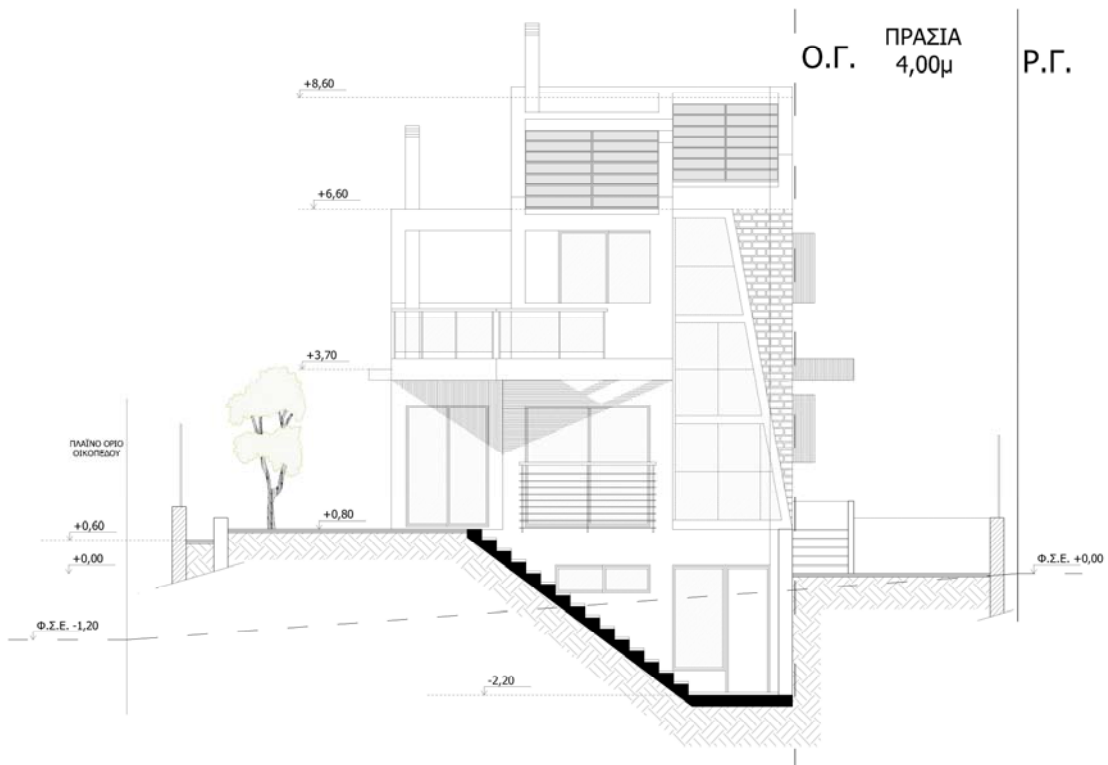
Κάτοψη Υπογείου

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

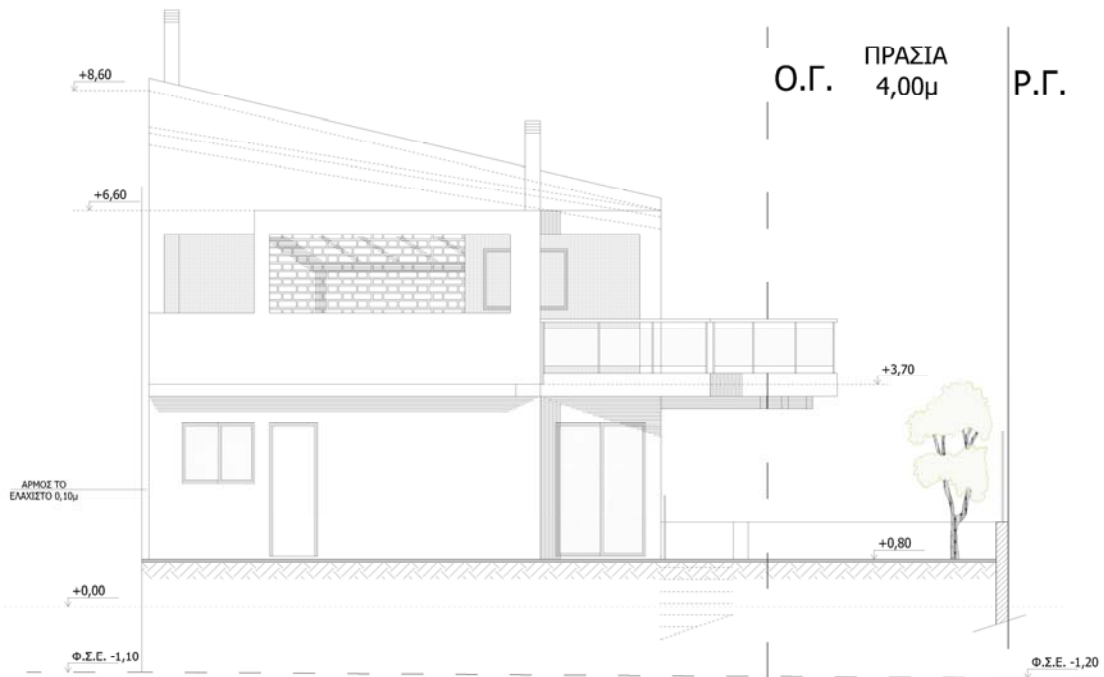
“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



Όψη 1



Όψη 2

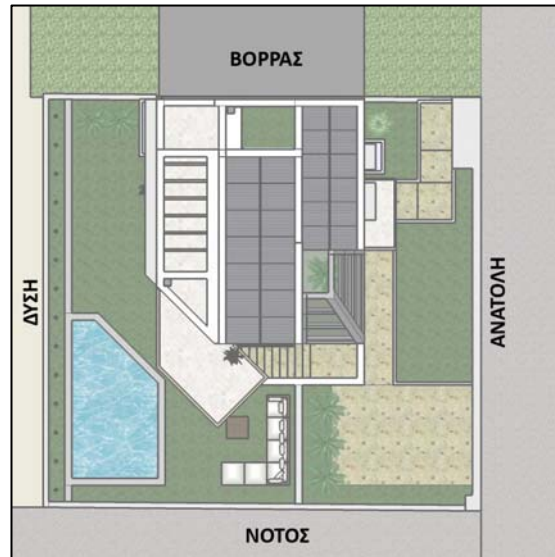


Όψη 3

6.4.3.3 Οι Βιοκλιματικές Αρχές που εφαρμόστηκαν

Η πρώτη και σημαντικότερη αρχή του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι ο *προσανατολισμός* (εικόνα 6.14).







Το συγκεκριμένο οικόπεδο δίνει την δυνατότητα της πλήρους εκμετάλλευσης του νότιου προσανατολισμού, που είναι και ο ιδανικότερος (Πίνακες εικόνων). Μέσω προγράμματος φωτορεαλιστικής απεικόνισης μοντέλων έγιναν φωτογραφικές λήψεις του κτιρίου σε τρεις ημερομηνίες του έτους οι οποίες σηματοδοτούν την ελάχιστη, την μέση και την μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία του έτους.

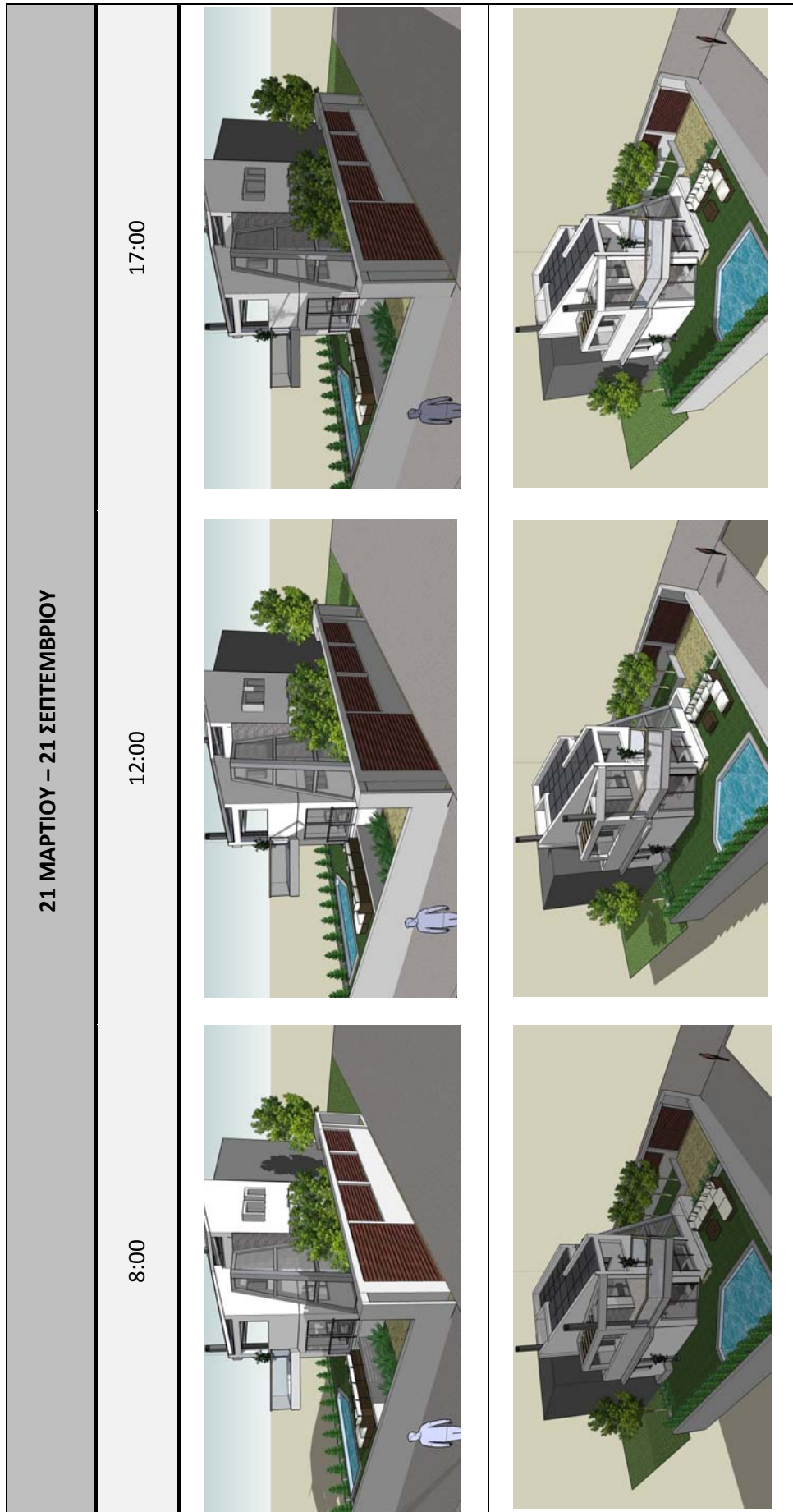


ΕΙΚΟΝΑ 6.14
Προσανατολισμός οικοπέδου

Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

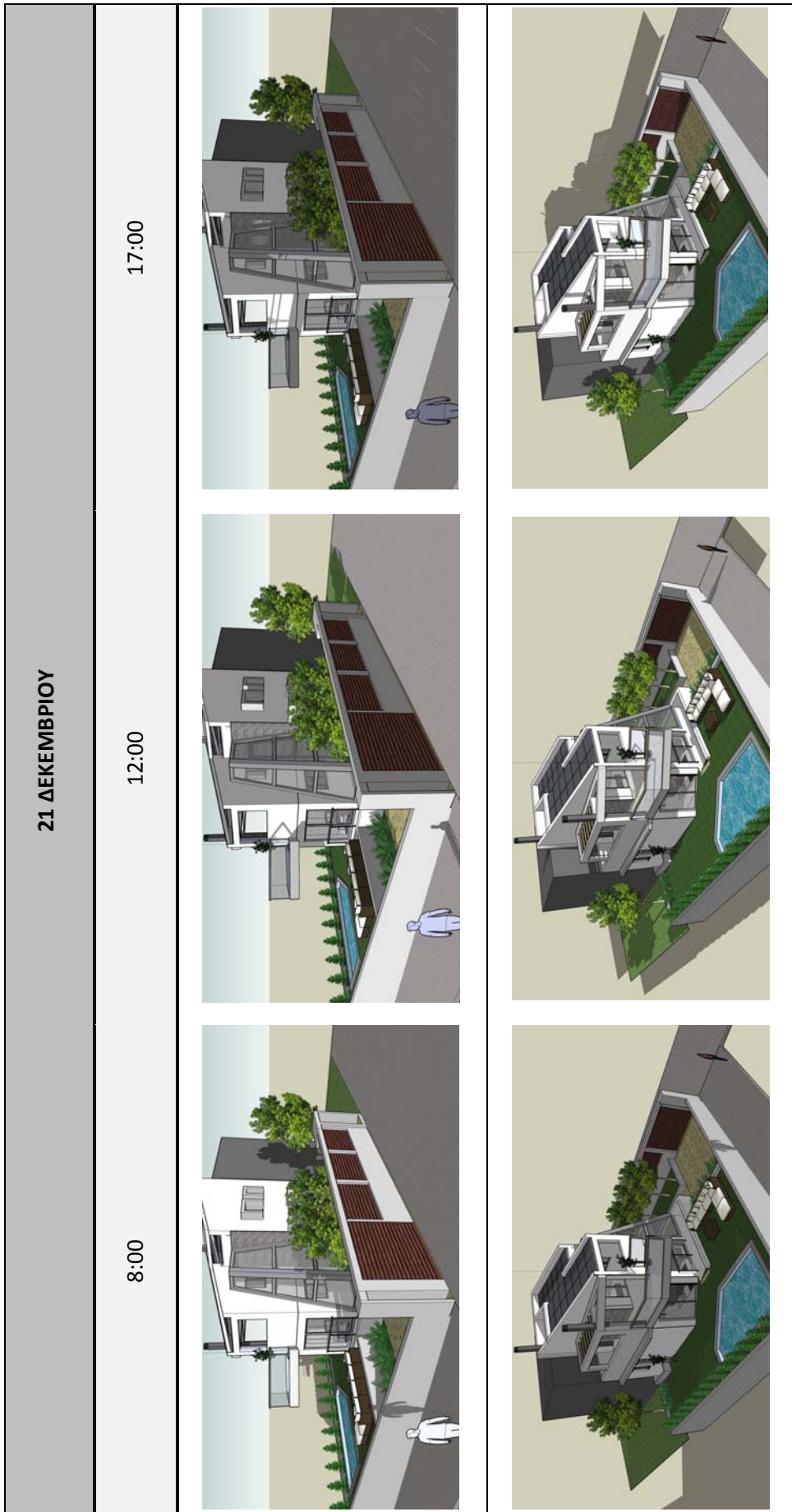
“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”

21 ΙΟΥΝΙΟΥ					
	8:00				
	12:00				
	17:00				



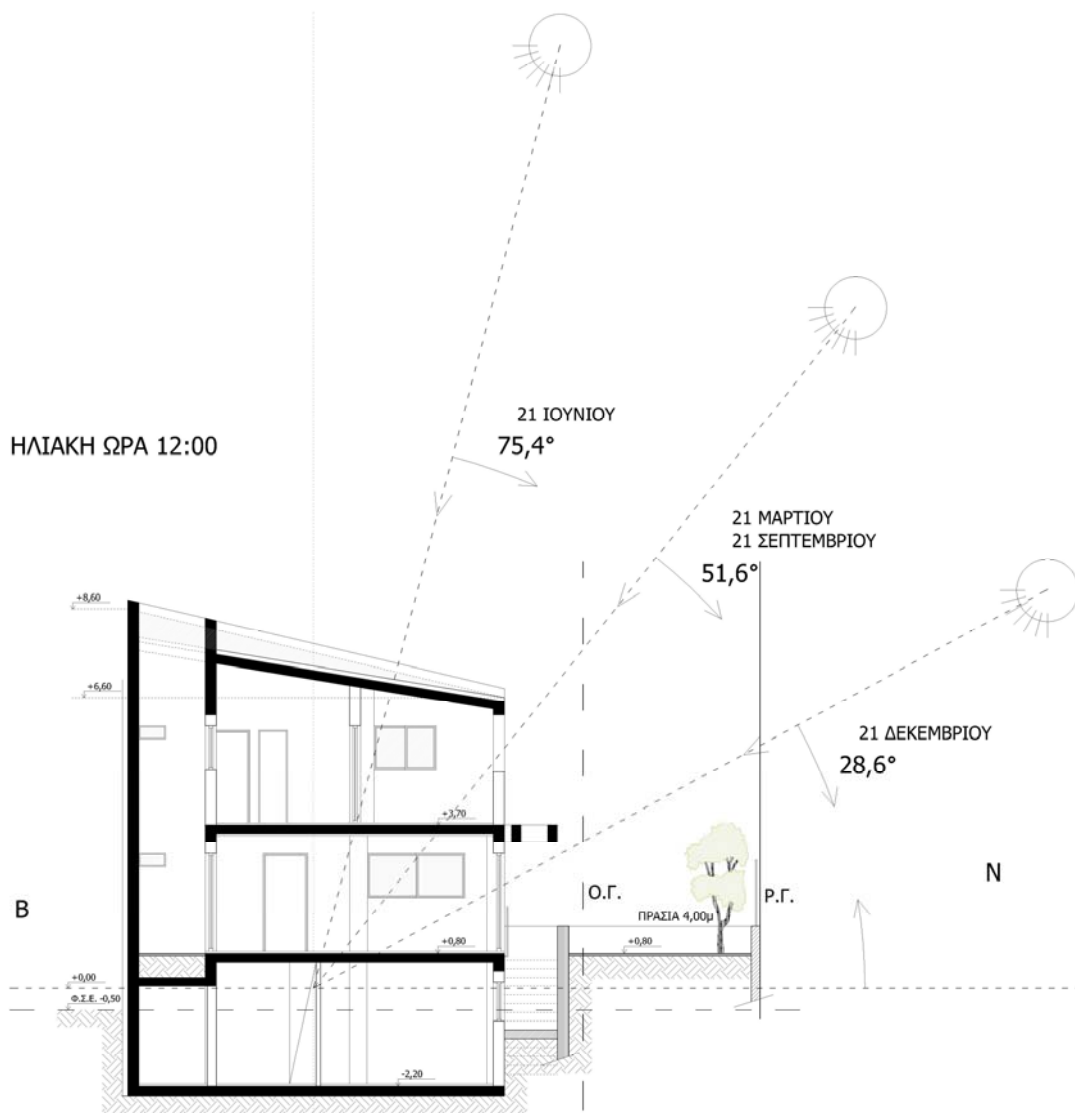
Δ.Π.Μ.Σ.: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»

“ Περιβαλλοντικός, βιοκλιματικός, οικολογικός και ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων /
χρήση ανάλυσης κύκλου ζωής των υλικών: το παράδειγμα μιας κατοικίας ”



Λόγω της χρήσης του σωστού προσανατολισμού δόθηκε η δυνατότητα του φυσικού φωτισμού και αερισμού του υπογείου καθώς υπάρχει η εξωτερική σκάλα που οδηγεί στον ακάλυπτο και στον τοίχο αυτό βρίσκονται τα κυριότερα ανοίγματα που φωτίζουν και αερίζουν το Υπόγειο.

Στο επίπεδο του Ισογείου, στην νότια πλευρά έχει τοποθετηθεί το καθιστικό, χώρος που χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον στην διάρκεια της ημέρας, αλλά επειδή ο χώρος αυτός είναι ενιαίος με την κουζίνα, φωτίζεται έμμεσα και αυτή. Επίσης, στην νότια πλευρά βρίσκεται η μία όψη του θερμοκηπίου (εικόνες 6.15 – 6.16). Στο επίπεδο του Α' ορόφου βρίσκεται ο ημιυπαίθριος χώρος που φωτίζει έμμεσα το υπνοδωμάτιο, χώροι και οι δύο που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα του ανθρώπου.



ΕΙΚΟΝΑ 6.15

Η πορεία του ήλιου και η κατοικία

Άλλη μια αρχή του Βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι το *Θερμοκήπιο*. Έχει αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο η αξία του θερμοκηπίου για την θέρμανση και τον δροσισμό του κτιρίου. Στην προκειμένη περίπτωση έχει τοποθετηθεί στην νοτιοανατολική γωνία της κατοικίας. Η μορφή του είναι πυραμοειδής με σκοπό την μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας εκμεταλλευόμενο τον διπλό προσανατολισμό (εικόνα 6.15). Αυτό μεταφέρει την θερμότητα στον τοίχο θερμικής αποθήκευσης που βρίσκεται σε τμήμα της νότιας πλευράς του κτιρίου και αυτός με την σειρά του αποδίδει την θερμότητα στο εσωτερικό. Στην ανατολική πλευρά του κτιρίου που υπάρχει επίσης επαφή με το θερμοκήπιο, έχουν δημιουργηθεί ανοίγματα για άμεση θερμική εκμετάλλευση.



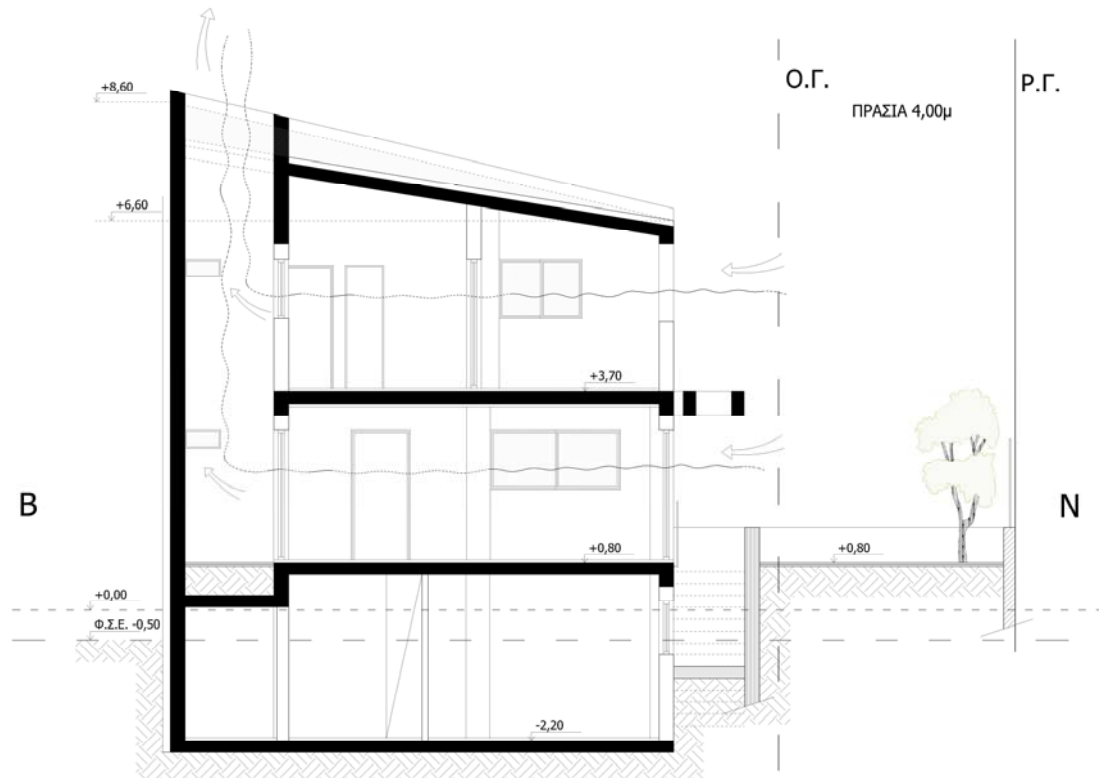
ΕΙΚΟΝΑ 6.16

Η νότια πλευρά του κτιρίου

Τοίχος θερμικής αποθήκευσης έχει επίσης τοποθετηθεί στην δυτική πλευρά του υπνοδωματίου του Α' ορόφου. Αν και δεν είναι ο ιδανικότερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση του τοίχου, εξυπηρετεί για δύο λόγους: (1) αποδίδει θερμική ενέργεια στον βαθμό που μπορεί εκμεταλλευόμενος τον δυτικό ήλιο και (2) αποφεύγονται τα ανοίγματα στο υπνοδωμάτιο στην πλευρά αυτή όπου ο ήλιος δίνει αντίθετα από τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Ακόμη, έχουν τοποθετηθεί *φωτοβολταϊκά συστήματα* στην στέγη με τον ιδανικότερο προσανατολισμό για την μέγιστη απόδοση όλο τον χρόνο, συνολικού εμβαδού 25,50μ². Η στέγη είναι προσανατολισμένη προς τον νότο, και όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, έχει δοθεί η δυνατότητα κίνησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων χωρίς να ενοχλούν αισθητικά το κτίριο.

Επίσης, έχει σχεδιαστεί ένα *αίθριο – φωταγωγός* στην κατοικία, διαστάσεων 1,80μ Χ 1,50μ, στην βορινή πλευρά του κτιρίου, στην μεσοτοιχία δηλαδή με την όμορη κατοικία. Το αίθριο αυτό σχεδιάστηκε με σκοπό να συνεισφέρει στον φυσικό αερισμό και φωτισμό της κατοικίας, εξοικονομώντας έτσι ενέργεια από την θέρμανση ή τον κλιματισμό (εικόνα 6.17).



ΕΙΚΟΝΑ 6.17
 Φυσικός αερισμός

Στην ανατολική πλευρά της κατοικίας, όπου υπάρχουν ανοίγματα έχουν σχεδιαστεί *αρχιτεκτονικές προεξοχές* με σκοπό όχι μόνο την αισθητική αναβάθμιση του κτιρίου, αλλά και την προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία. Για την ενίσχυση της προστασίας έχουν τοποθετηθεί *κινούμενα ξύλινα σκίαστρα* (περσίδες) για την ρύθμιση της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (εικόνα 6.18).

Στο επίπεδο του ισογείου, στον χώρο του καθιστικού έχει σχεδιαστεί ένα *ενεργειακό τζάκι* το οποίο καλύπτει όλους τους χώρους της κατοικίας μέσω ειδικών εγκαταστάσεων – σωληνώσεων, σε όλους τους ορόφους.

Τέλος, στον ακάλυπτο χώρο έχει σχεδιαστεί μία *κολυμβητική δεξαμενή – πισίνα*, η οποία, πέρα από τους χρηστικούς λόγους για κολύμβηση, δημιουργήθηκε για φυσικό δροσισμό το καλοκαίρι μέσω της εξάτμισης του νερού. Ακόμη, όλος ο ακάλυπτος χώρος του οικοπέδου που δεν χρησιμοποιείται να φυτευθεί ανάλογα με ψηλή και χαμηλή *φύτευση* καθώς τα

φυτά όχι μόνο ενισχύουν την σκίαση και τον δροσισμό του χώρου, αλλά και λειτουργούν ως ο καλύτερος τρόπος φυσικής ηχομόνωσης.



ΕΙΚΟΝΑ 6.18
Η ανατολική πλευρά

6.4.3.4 Μετρικά στοιχεία και τα υλικά της κατοικίας

Συνολικό εμβαδόν κατοικίας:

- Βοηθητικοί χώροι κατοικίας (Υπόγειο): $59,20\mu^2$
 - Χώροι κύριας χρήσης κατοικίας:
 - Ισόγειο: $49,43\mu^2$
 - Α' όροφος: $21,76\mu^2$
 - Ημιυπαίθριος χώρος: $9,43\mu^2$
- ΣΥΝΟΛΟ: $139,82\mu^2$

Στα πλαίσια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της οικολογικής δόμησης, στην κατοικία θα χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο οικολογικά υλικά παρά συμβατικά. Γενικότερα, για την κατασκευή της κατοικίας δεν απαιτούνται εξεζητημένα υλικά, αλλά πολύ απλά, και αυτό όχι μόνο γιατί αυτό απαιτεί η φύση του σχεδιασμού της, αλλά και η αισθητική της.

Τα κυριότερα υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή της κατοικίας και η ποσότητα αυτών

1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	ΥΠΟΓΕΙΟ: 63,46 μ ³ ΙΣΟΓΕΙΟ: 20,89 μ ³ Α΄ ΟΡΟΦΟΣ: 24,20 μ ³ ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: 59,20 μ ³ ΣΥΝΟΛΟ: 167,75 μ³
	A. Τσιμέντο 12% B. Νερό 17% Γ. Άμμος 28% Δ. Χαλίκι, γαρμπίλι 43% E. Σίδηρο	
2	Ytong	ΥΠΟΓΕΙΟ: 47,20 μ ² ΙΣΟΓΕΙΟ: 65,72 μ ² Α΄ ΟΡΟΦΟΣ: 50,05 μ ² ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: ----- ΣΥΝΟΛΟ: 162,97 μ²
3	Μάρμαρο	ΥΠΟΓΕΙΟ: 46,44 μ ² ΙΣΟΓΕΙΟ: 37,93 μ ² Α΄ ΟΡΟΦΟΣ: 42,65 μ ² ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: ----- ΣΥΝΟΛΟ: 127,02 μ²
4	Κουφώματα - θερμοκήπιο	(A) ΥΠΟΓΕΙΟ: 0,12 μ ³ ΙΣΟΓΕΙΟ: 0,28 μ ³ Α΄ ΟΡΟΦΟΣ: 0,21 μ ³ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ: 1,10 μ ³ ΣΥΝΟΛΟ: 1,71 μ³
	A. Αλουμίνιο B. Γυαλί	(B) ΥΠΟΓΕΙΟ: 5,12 μ ² ΙΣΟΓΕΙΟ: 15,47 μ ² Α΄ ΟΡΟΦΟΣ: 7,28 μ ² ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ: 24,50 μ ² ΣΥΝΟΛΟ: 52,37 μ²
5	Φυσική πέτρα (επένδυση εξωτερικών τοίχων)	ΥΠΟΓΕΙΟ:----- ΙΣΟΓΕΙΟ:----- Α΄ ΟΡΟΦΟΣ:----- ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: 37,58 μ ² ΣΥΝΟΛΟ: 37,58 μ²
6	Ξύλο (κατασκευή και διακόσμηση)	ΥΠΟΓΕΙΟ: 0,25 μ ³ ΙΣΟΓΕΙΟ: 0,06 μ ³ Α΄ ΟΡΟΦΟΣ: 0,25 μ ³ ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: 0,56 μ ³ ΣΥΝΟΛΟ: 1,12 μ³
7	Πορσελάνη (είδη υγιεινής)	ΥΠΟΓΕΙΟ: 1 WC ΙΣΟΓΕΙΟ: ----- Α΄ ΟΡΟΦΟΣ: 1 ΛΟΥΤΡΟ

	ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: ---- ΣΥΝΟΛΟ: 2 ΑΠΟΧΩΡΗΤΗΡΙΑ
	(Α) ΥΠΟΓΕΙΟ: 174,48 μ ² ΙΣΟΓΕΙΟ: ----- Α' ΟΡΟΦΟΣ: 25,83 μ ² ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: ----- ΣΥΝΟΛΟ: 200,31 μ²
Μονώσεις	(Β) ΥΠΟΓΕΙΟ: 174,48 μ ² ΙΣΟΓΕΙΟ: ----- Α' ΟΡΟΦΟΣ: 25,83 μ ² ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: ----- ΣΥΝΟΛΟ: 200,31 μ²
8	(Γ) ΥΠΟΓΕΙΟ: 174,48 μ ² ΙΣΟΓΕΙΟ: ----- Α' ΟΡΟΦΟΣ: ----- ΑΚΑΛΥΠΤΟΣ: ----- ΣΥΝΟΛΟ: 174,48 μ²
A. Πίσσα	
B. Ασφαλτόπανο	
Γ. Αποστραγγιστική μεμβράνη (πλαστικό)	

6.4.4 Ενεργειακή ανάλυση

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο, στο κτίριο έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκά πλαίσια και για τον λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε μία μελέτη για την απόδοσή τους ανάλογα με τις συνθήκες του έργου.

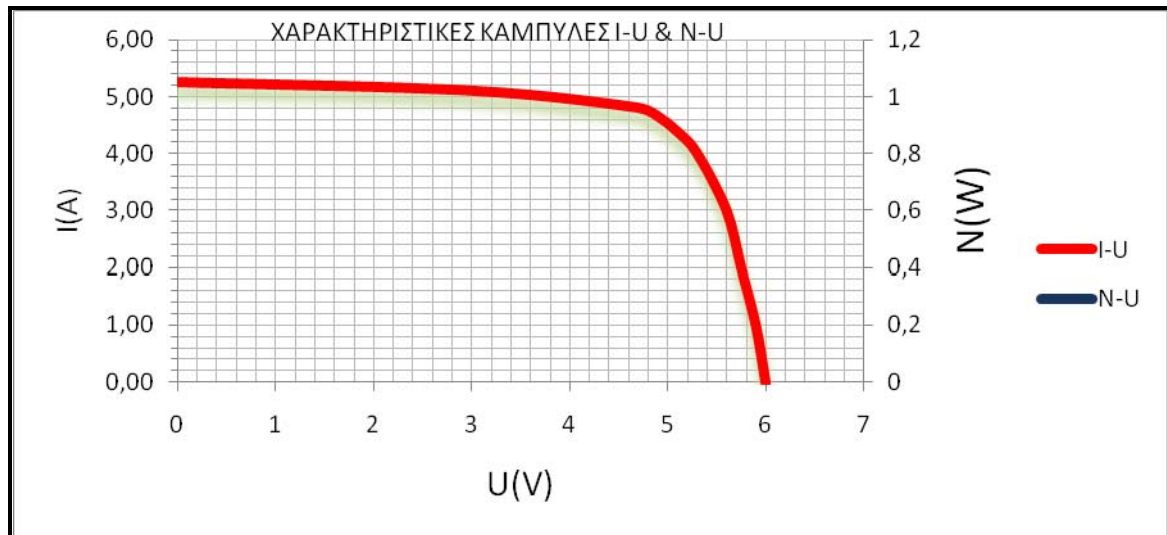
6.4.4.1 Μελέτη φωτοβολταϊκών πλαισίων

Στοιχεία φωτοβολταϊκής εγκατάστασης:

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ:	ΑΤΤΙΚΗ
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	14%
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	80%
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ	48V
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗΣ	75%
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΠΙΘΥΜΗΤΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ	2,5kWh
ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	900W/m ² για 5 hr/ημέρα
ΔΙΑΘΕΣΙΜΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ	>25m ²

6.4.4.2 Διαστασιολόγηση φωτοβολταϊκού πλαισίου

Βάσει της χαρακτηριστικής καμπύλης λειτουργίας του φωτοβολταϊκού στοιχείου, την οποία λαμβάνεται από τον κατασκευαστή, προκύπτουν τα εξής :



Τάση μέγιστης ισχύος $U_{mp} = 0.49 \text{ V}$

Ένταση μέγιστης ισχύος $I_{mp} = 0.93 \text{ A}$

Μέγιστη ισχύς $N(U_{mp}) = 0.456 \text{ W}$

Η απόδοση αυτή μπορεί να επιτευχθεί από ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο επιφάνειας :

$$A_c = \frac{N_{mp}}{\eta_{max} * G_t}$$

Όπου

A_c = ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια σε m^2

N_{mp} = μέγιστη ισχύς σε W

η_{max} = συντελεστής απόδοσης στοιχείου , από κατασκευαστή

G_t = ένταση ηλιακής ακτινοβολίας σε W/m^2

Με αντικατάσταση γίνεται

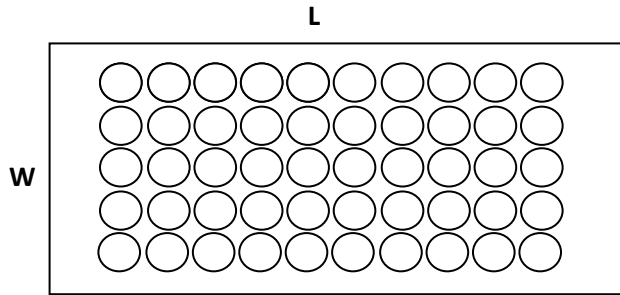
$$A_c = \frac{0.456}{0.14 * 900} = 3.62 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

Διάμετρος φωτοβολταϊκού στοιχείου $D = \sqrt{4 * A_c / \pi}$

Με αντικατάσταση γίνεται

$$D = 0.0688 \text{ m}$$

Το ορθογωνικό πλαίσιο, στο οποίο τοποθετούνται 50 όμοια κυκλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία, θα έχει διαστάσεις



$$E_{min} = L_{min} * W_{min} = (10D) * (5D)$$

Εάν ληφθεί υπόψη και ο συντελεστής πλήρωσης ο οποίος υπολογίζεται σε 80% τότε

$$E_{panel} = E_{min} * 1.2 = 50D^2 * 1.2 = \mathbf{0.2840 \text{ m}^2}$$

Μήκος L φωτοβολταϊκού πλαισίου

$$L_p = \frac{L_{min}}{\sqrt{0.8}} = \mathbf{0.759 \text{ m}}$$

Ενώ αντίστοιχα το πλάτος

$$W_p = \frac{W_{min}}{\sqrt{0.8}} = \mathbf{0.3794 \text{ m}}$$

6.4.4.3 Απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου

Τάση λειτουργίας για τα 10 εν σειρά στοιχεία

$$U_p = 10 * U_{mp} = \mathbf{4.9V}$$

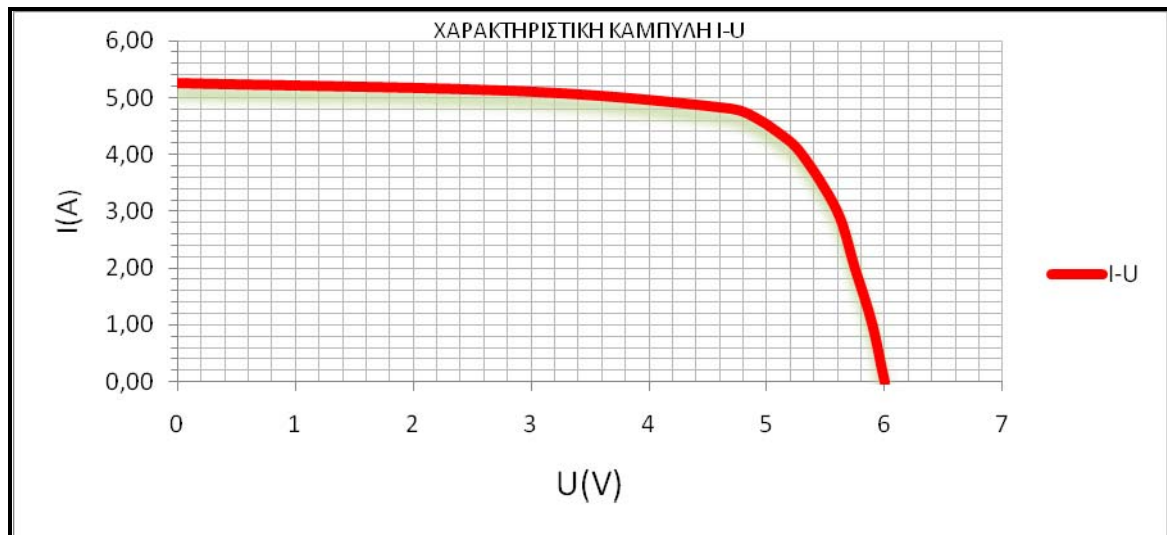
Ενταση λειτουργίας για τα 5 όμοια παράλληλα στοιχεία

$$I_p = 5 * I_{mp} = \mathbf{4.65A}$$

Ενώ η μέγιστη ισχύς τους είναι

$$N_p = U_p * I_p = \mathbf{22.79W.}$$

Με βάση αυτά τα δεδομένα μπορεί να κατασκευαστεί η χαρακτηριστική **καμπύλη λειτουργίας του φωτοβολταϊκού πλαισίου:**



6.4.4.4 Αριθμός φωτοβολταϊκών στοιχείων εν σειρά

$$z1 = \frac{U_{bat} + \delta U_{ασφ}}{U_p}$$

Από την οποία εξίσωση προκύπτει **αριθμός πλαισίων 10**

6.4.4.5 Ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός φωτοβολταϊκών πλαισίων

Ο ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός φωτοβολταϊκών, ώστε να φορτίζονται οι συσσωρευτές υπολογίζεται από τον τύπο:

$$z = \frac{EI}{(Np * 0.75 * 5)}$$

Όπου

z= Ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός φωτοβολταϊκών

EI= ημερήσια απόδοση συστήματος

0,75= βαθμός απόδοσης συστήματος φόρτισης – εκφόρτισης, από τον κατασκευαστή

5 = οι ώρες κατά τις οποίες είναι διαθέσιμη η ισοδύναμη ακτινοβολία των 900W/m²

Με αντικατάσταση γίνεται :

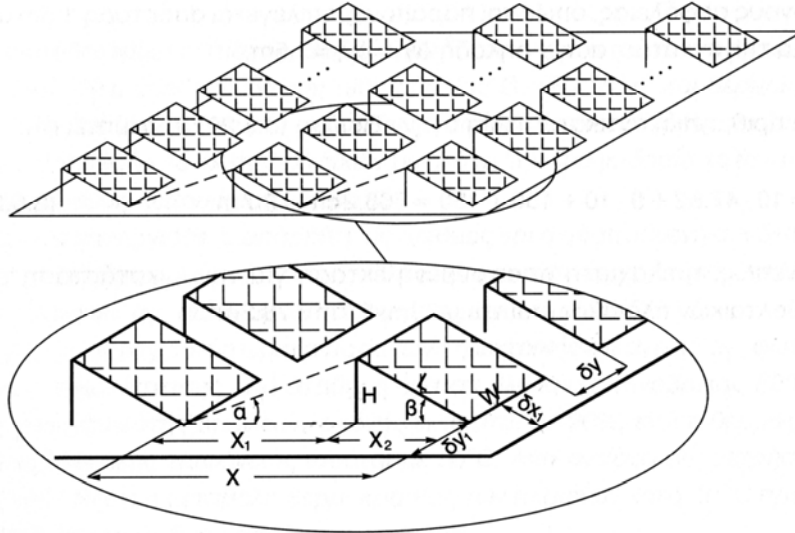
$$z = 23.4 \text{ πλαίσια}$$

και εφ' όσον έχουμε καταλήξει ότι για την επιθυμητή τάση λειτουργίας απαιτούνται 10 πλαίσια, τότε θα χρειαστούν:

$$z2 = \frac{23.4}{10} = 2.34 \rightarrow 3 \text{ πλαίσια}$$

Δηλαδή 3 συστοιχίες των 10 πλαισίων με 50 φωτοβολταϊκά στοιχεία

6.4.4.6 Προσδιορισμός γεωμετρικών στοιχείων εγκατάστασης



Ο προσδιορισμός θα γίνει με τις εξής παραδοχές :

- i. Γωνία κλίσης φωτοβολταϊκών πλαισίων 30°, η γωνία με την μέγιστη μέση ετήσια απόδοση για την περιοχή της Αττικής
- ii. Ηλιακό ύψος 20°
- iii. δχ, δγ αποστάσεις από την κτιριακή περίμετρο και μεταξύ των πλαισίων

Όπως, λοιπόν φαίνεται και στο παραπάνω σχέδιο η απόσταση X ισούται :

$$X = 2 * X_1 + 3 * X_2 + 2 * \delta\chi_1$$

Σύμφωνα με τις παραπάνω παραδοχές θα έχουμε:

$$\tan\alpha = \frac{H}{X_1} \Rightarrow X_1 = \frac{H}{\tan\alpha}$$

$$\sin\beta = \frac{H}{L} \Rightarrow H = L * \sin\beta$$

$$\cos\beta = \frac{X_2}{L} \Rightarrow X_2 = L * \cos\beta$$

Με αριθμητική αντικατάσταση των παραπάνω θα έχουμε :

$$X = 2 * \frac{H}{\tan\alpha} + 3 * L * \cos\beta + 2\delta\chi_1 \Rightarrow X = 2 * L * \frac{\sin\beta}{\tan\alpha} + 3 * L * \cos\beta + 2\delta\chi_1$$

$$\Rightarrow X = 485\text{cm}$$

Ενώ για τον υπολογισμό του πλάτους της εγκατάστασης των 10 πλαισίων έχουμε

$$Y = 10 * W + 9 * \delta y + 2 * \delta y_1 \Rightarrow Y = 525\text{cm}$$

6.4.4.7 Συνοπτικά στοιχεία εγκατάστασης

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	4,85m*5,25m
ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΙΣΧΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	2,5 kWh
ΜΗΚΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	0,76m
ΠΛΑΤΟΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	0,38m
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	50V

Η ημερήσια παραγωγή ρεύματος μπορεί να κατανεμηθεί ως εξής, σε ένα κύκλωμα «βοηθητικό», το οποίο θα καλύπτει τις χαμηλές καταναλώσεις:

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΙΣΧΥΣ/ΜΟΝΑΔΑ	ΤΜΧ	ΜΕΣΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ
	WATT		WATT
ΦΩΣ	20	30	600
ΨΥΓΕΙΟ	100	2	200
TV	150	2	300
Η/Υ+ΟΘΟΝΗ	400	1	400
DVD PLAYER	70	2	140
HOME CINEMA	360	1	360
ΜΙΚΡΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	500	1	500
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΙΣΧΥΟΣ			2500

6.4.4.8 Μείωση σε εκπομπές CO₂

Σύμφωνα με τον **Σύνδεσμο Παραγωγών Ενέργειας με Φωτοβολταϊκά** [Σ.Π.Ε.Φ.] (<http://www.spef.gr/>), αλλά και τον **Πανελλήνιο Σύνδεσμο Επενδυτών Φωτοβολταϊκών** [ΠΑ.ΣΥ.Φ.] (<http://www.pasyf.gr/>), για κάθε παραγόμενη kwh από φωτοβολταϊκό πλαίσιο αποφεύγεται η παραγωγή και η εκπομπή στο περιβάλλον 1 kg CO₂ (σχέση 1).

Η παραγωγή 1 kWh από φωτοβολταϊκό πλαίσιο απαλλάσσει 1,3 ton CO₂ το έτος, αν αυτή η 1 kWh παραγόταν από συμβατικές πηγές και σύμφωνα με την σύνθεση παραγωγής ενέργειας στην Ελλάδα έως τον Ιούνιο του 2010.

Όσον αφορά στην νέα κατοικία, τα φωτοβολταϊκά πλαίσιο παράγουν ημερησίως 2,5 kWh. Συνεπώς, 2,5 kWh X 365 ημέρες = 912,5 kWh / έτος, και σύμφωνα με την σχέση (1) →

Το περιβάλλον απαλλάσσεται από εκπομπές CO₂ της τάξης των 912,5 kg / έτος

6.4.4.9 Σύστημα θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσης που προτείνεται είναι απλό μονοσωλήνιο, με σώματα αλουμινίου, με λέβητα και καυστήρα αερίου – πετρελαίου (ταυτόχρονα) και με χρήση διαφορικών αυτοματισμών ελέγχου θερμοκρασίας (δηλαδή ελέγχουν την εξωτερική θερμοκρασία και όταν αυτή πέσει κάτω από το όριο που έχει οριστεί και η διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας είναι πάνω από το όριο που έχει και πάλι ορίσει, τότε λειτουργεί το σύστημα).

Μία πιο σύγχρονη τεχνολογία με αυτή των διαφορικών αυτοματισμών είναι οι ψηφιακοί αντισταθμιστές (ψηφιακοί επεξεργαστές καταγραφής θερμοκρασιών ανάλογα με την εποχή, ελέγχουν ταυτόχρονα 5 διαφορετικές θερμοκρασίες: λέβητα, κυκλοφορητή, μπόιλερ, ηλιακού και σωμάτων, υπολογίζει ακόμη την θερμική αδράνεια των σωμάτων και κλείνει το κύκλωμα νωρίτερα από την επίτευξη της τελικής θερμοκρασίας του χώρου, κλπ) οι οποίοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Θεωρείται δεδομένο ότι έχουν εφαρμοστεί ορθά όλα τα συστήματα μονώσεων (υγρομόνωσης και θερμομόνωσης στα θεμέλια, στους τοίχους και στην οροφή) στην διάρκεια της κατασκευής του έργου.

Τέλος, θα χρησιμοποιηθεί ηλιακός θερμοσίφωνας τριπλής ενέργειας (ΗΛΙΟΣ + ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ + ΡΕΥΜΑ) για μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Παρακάτω θα αναφερθούν γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν όχι μόνο από τον σχεδιασμό της κατοικίας (κεφάλαιο 6), αλλά και από τα **δεδομένα** που λήφθηκαν υπόψη για τον σχεδιασμό της κατοικίας αυτής (κεφάλαια 1 – 5). Κάποια από αυτά δεν εφαρμόζονται στην παραπάνω μελέτη. Για να μπορέσουν να εφαρμοστούν όλα θα πρέπει οι συνθήκες να είναι ιδανικές και για τον λόγο αυτό οι μηχανικοί – μελετητές προσπαθούν να εφαρμόσουν τα περισσότερα για μεγαλύτερες αποδόσεις.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως για να υλοποιηθούν όλα τα παρακάτω πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι περιορισμοί (όροι δόμησης, κλίμα, προσανατολισμός κ.α.) που ισχύουν στην εκάστοτε περιοχή.

Το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας, με την αυξημένη ηλιοφάνεια και τους καλοκαιρινούς ανέμους αποτελούν παράγοντες που επιτρέπουν την εφαρμογή και την αποτελεσματική λειτουργία των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στα κτίρια. Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει προέρχεται από τον σωστό σχεδιασμό σε σχέση με την χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, το μέγεθος και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, την προστασία του κελύφους με την θερμομόνωση και την ηλιοπροστασία.

Για την διαμόρφωση του οικοπέδου ο κύριος στόχος είναι η τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχονται καλύτερες συνθήκες άνεσης τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους. Αναγκαίο είναι να πραγματοποιηθεί ανάλυση της σκίασης του οικοπέδου από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Ο προσδιορισμός του σχήματος του κτιρίου πρέπει να γίνεται με σκοπό την μεγιστοποίηση του ηλιακού κέρδους και ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών, γι' αυτό χρειάζεται να μεγιστοποιηθεί η επιφάνεια για την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και να ελαχιστοποιηθούν οι υπόλοιπες εξωτερικές επιφάνειες. Ο προσανατολισμός πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά και να βασίζεται στο μικροκλίμα και την ηλιακή έκθεση.

Για την απόκτηση μέγιστων αποτελεσμάτων και ενεργειακών οφελών είναι η χρησιμοποίηση συστημάτων άμεσου κέρδους σε όλες τις κλιματικές ζώνες ανάλογα με τα γεωμετρικά και θερμικά χαρακτηριστικά του κελύφους. Την μεγιστοποίηση των νότιων ανοιγμάτων με την επαρκή θερμοπροστασία του κελύφους, την εφαρμογή συστημάτων έμμεσου κέρδους στις βόρειες κλιματικές ζώνες. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στην μεγιστοποίηση της

απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού στον χρόνο είναι ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου αλλά και των υπαίθριων χώρων βασισμένοι στο μικροκλίμα.

Η μόνωση του κτιρίου πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να περιορίζονται οι θερμικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος εφαρμόζοντας τις αυστηρές προδιαγραφές της μόνωσης. Είναι σημαντική η αποφυγή των θερμογέφυρων που προκαλούνται από την διακοπή της μόνωσης από υλικά υψηλότερης θερμοπερατότητας λόγω κακής σχεδίασης ή κατασκευής.

Ένα ακόμη στοιχείο που πρέπει να αποφεύγεται είναι η ανεξέλεγκτη διείσδυση του αέρα με την παροχή ικανοποιητικής στάθμης ελεγχόμενου αερισμού. Αυτό επιτυγχάνεται με τον ανάλογο σχεδιασμό και κατασκευή.

Οι κατοικίες καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για την θέρμανση αλλά και την ψύξη χώρων. Η ψύξη είναι αναγκαία κυρίως για νότιες χώρες όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες.

Η επιλογή των παθητικών συστημάτων που εφαρμόζονται στην κατοικία βασίζεται στο κατά πόσο απλή είναι η χρησιμοποίηση και ο χειρισμός του κάθε συστήματος, διότι αν είναι πολύπλοκος ο χειρισμός μπορεί να φέρει αρνητικά αποτελέσματα στην λειτουργία και απόδοση των συστημάτων. Τα παθητικά συστήματα που εφαρμόζονται σε μια κατοικία πρέπει να βασίζονται στην χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου.

Σχετικά με την βοηθητική θέρμανση που θα χρησιμοποιηθεί σε ένα κτίριο, θα πρέπει εφαρμόζεται εφόσον δεν επαρκούν τα υπάρχοντα παθητικά συστήματα για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης ή για την προσφορά άνετων συνθηκών διαβίωσης. Η αποτελεσματικότητα της βοηθητικής θέρμανσης γίνεται σε συνδυασμό με τα παθητικά συστήματα θέρμανσης.

Ο φυσικός φωτισμός χρησιμοποιείται κατά τέτοιο τρόπο που να μεγιστοποιείται η χρήση της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για την παροχή κατάλληλων συνθηκών φωτισμού στο κτίριο. Οι συνθήκες φωτισμού στις κατοικίες πρέπει να ικανοποιούν τις ανάγκες των χρηστών σε φως τις περισσότερες ώρες της ημέρας. Θα πρέπει να αποφεύγεται η θάμβωση από τον ήλιο εξασφαλίζοντας ότι δεν υπάρχει άμεση θέαση του ήλιου. Όσον αφορά στον τεχνητό φωτισμό, στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης από τα συστήματα τεχνητού φωτισμού που χρησιμοποιούνται. Για την εξοικονόμηση ενέργειας προτείνεται η ύπαρξη αυτόματων ανιχνευτών ατόμων στον χώρο και η χρήση λυχνιών περιορισμένης κατανάλωσης ενέργειας, υψηλής απόδοσης και ανακλαστές που περιορίζουν την θάμβωση και ελαχιστοποιούν την αθέμιτη διαρροή φωτισμού.

Για την πρόληψη της υπερθέρμανσης που οφείλεται στα ηλιακά κέρδη προτείνεται η χρήση εξωτερικών σκιάστρων των αμόνωντων ανοιγμάτων που εκτίθενται στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία με την παράλληλη διατήρηση των σταθμών εσωτερικού φωτισμού και τον μη συμβιβασμό των χειμερινών ηλιακών κερδών. Τα σταθερά οριζόντια σκίαστρα παρέχουν την βέλτιστη σκίαση στις νότιες πλευρές.

Ο φυσικός αερισμός έχει ως στόχο την μεγιστοποίηση των ελεγχόμενων παθητικών μεθόδων οι οποίες παρέχουν αερισμό για ψύξη το καλοκαίρι και περιορισμό του αερισμού τον χειμώνα.

Για την δημιουργία και την διανομή της θέρμανσης είναι απαραίτητη η επιλογή συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και ελέγχου τα οποία υποστηρίζουν την λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων που τοποθετούνται στο κτίριο. Το σύστημα θέρμανσης πρέπει να είναι εγκατεστημένο στο κέντρο ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος εγκατάστασης και χρήσης.

Για την παροχή ζεστού νερού στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της ενέργειας που καταναλώνεται για την θέρμανση του νερού. Γι' αυτό προτείνεται η ενσωμάτωση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων με νότιες επικλινείς στέγες ή ηλιακούς χώρους.

Για την επιλογή καυσίμων, θα πρέπει να επιλέγονται αυτά που επιδρούν ελάχιστα στο περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η περιβαλλοντική μόλυνση.

Τέλος, ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για την σωστή και ομαλή λειτουργία των βιοκλιματικών κτιρίων είναι η συμπεριφορά των χρηστών. Ο βασικός στόχος ενός βιοκλιματικού κτιρίου είναι η παροχή συνθηκών άνεσης. Οι αρχιτέκτονες μηχανικοί που σχεδιάζουν ένα τέτοιο κτίριο πρέπει να χρησιμοποιούν απλές τεχνικές και κατανοητές για την εφαρμογή τους από τους χρήστες και να πετυχαίνουν την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Ακόμη, όλοι οι μηχανισμοί που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι εύχρηστοι, με απλή συντήρηση και ελάχιστες δαπάνες. Αν οι ίδιοι οι χρήστες δεν κάνουν καλή χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων το αποτέλεσμα θα είναι η πρόκληση δυσφορίας από την δυσλειτουργία των συστημάτων και η κατανάλωση μεγάλης ενέργειας. Καλό είναι εδώ να σημειωθεί πως οι απαιτήσεις για συντήρηση ενός βιοκλιματικού – οικολογικού κτιρίου είναι υψηλότερες από αυτές ενός συμβατικού.

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

Κεφάλαιο 1

1.1 Σε μια γκραβούρα του 1700 που βρίσκεται ενσωματωμένη στο βιβλίο του B. Rossleri *Speculum metallurgicum politissimum*, εύκολα αναγνωρίζει κανείς την χάραξη αυτών των γραμμών στο έδαφος, που γίνονταν όπως και σήμερα, χρησιμοποιώντας την τεχνική της παραδοσιακής ραβδοσκόπησης.

Ο Hartmann ανέπτυξε αυτή την τεχνική χρησιμοποιώντας τις παράλληλες ράβδους, ή την λεγόμενη *lobe antenne*. Την τέχνη της ραβδοσκόπησης γνώριζαν και οι πρώτοι κάτοικοι του Άτλαντα στο Μαρόκο, πριν από 3.000 χρόνια, γεγονός που μαρτυρούν οι βραχογραφίες στην περιοχή Τασιλίν – Άζτζερ.

Την γνώση αυτή κατείχε και ο Μωυσής (όπως φαίνεται και στ βιβλίο της Εξόδου) καθώς και ο Κινέζος αυτοκράτορας Τυ, που στο 2.200 π.Χ. εικονίζεται κρατώντας μια ράβδο. (Οι Κινέζοι θεωρούσαν ότι μέσα από τους γεωπαθογόνους κόμβους επικοινωνούν οι Δράκοντες με τον ανθρώπινο κόσμο). Την τέχνη αυτή, σύμφωνα με πολλές μαρτυρίες, γνώριζαν επίσης οι Αιγύπτιοι, οι Εβραίοι, οι Πέρσες, οι Δρυΐδες, οι αρχαίοι Έλληνες, οι Ρωμαίοι, οι Ινδουιστές και οι Ινδιάνοι της Αμερικής.

Κεφάλαιο 2

2.1 Φαινόμενο του θερμοκηπίου

Ως **Φαινόμενο του θερμοκηπίου** χαρακτηρίζεται το φαινόμενο θέρμανσης που παρατηρείται στα θερμοκήπια (εξ ου και η ονομασία). Κατά το φαινόμενο αυτό η γυάλινη υπερκατασκευή ή θόλος εκπέμπει βραχέα κύματα αλλά απορροφά και ακτινοβολεί πάλι



ΕΙΚΟΝΑ –
Γκραβούρα του 1700



ΕΙΚΟΝΑ –
Παραδοσιακή ραβδοσκόπηση

πιο μακρά κύματα. Με τον τρόπο αυτό θερμαίνει το εσωτερικό. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στη Φύση κατά την οποία η ατμόσφαιρα ενός πλανήτη συμβάλλει στη θέρμανσή του. Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά από τον Γάλλο μαθηματικό και φυσικό Ζοζέφ Φουριέ, το 1824, ενώ διερευνήθηκε συστηματικά από τον Σβάντε Αρρένιους το 1896. Τα τελευταία χρόνια, ο όρος συνδέεται με την παγκόσμια θέρμανση (*global warming*), ενώ θεωρείται πως το φαινόμενο έχει ενισχυθεί σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

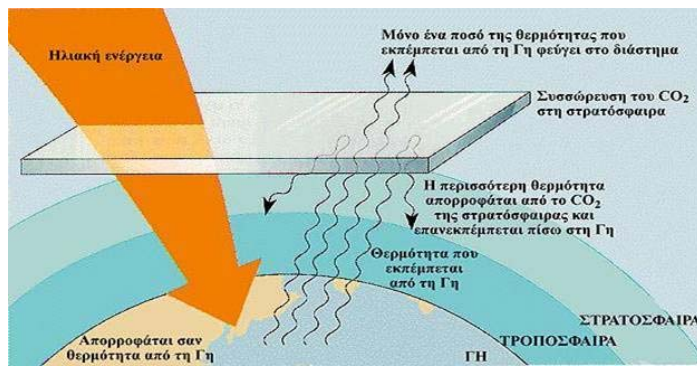
Μηχανισμός λειτουργίας του Φαινομένου του Θερμοκηπίου

Η Γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1366 W/m^2 , στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα Γης – ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα. Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της Γης. Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς.



ΕΙΚΟΝΑ –
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Λόγω της θερμοκρασίας της, η Γη εκπέμπει επίσης θερμική ακτινοβολία (κατά τρόπο ανάλογο με τον Ήλιο), η οποία αντιστοιχεί σε μεγάλα μήκη κύματος, σε αντίθεση με την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία, που είναι μικρού μήκους κύματος. Η ατμόσφαιρα της Γης διαθέτει μεγάλη αδιαφάνεια στην, μεγάλου μήκους κύματος, γήινη ακτινοβολία, έχει δηλαδή την ικανότητα να απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της, ποσοστό περίπου 71%. Η ίδια η ατμόσφαιρα επανεκπέμπει θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, μέρος της οποίας απορροφάται από την επιφάνεια της Γης, η οποία θερμαίνεται ακόμη περισσότερο. Η γήινη ατμόσφαιρα συμπεριφέρεται, με τον τρόπο αυτό, ως μία δεύτερη – μαζί με τον Ήλιο – πηγή θερμότητας.



ΕΙΚΟΝΑ –
Μηχανισμός λειτουργίας του
φαινομένου του θερμοκηπίου

Αποτέλεσμα του συνολικού φαινομένου είναι η αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας, γεγονός που καθιστά τη Γη κατοικήσιμη. Χωρίς το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, η θερμοκρασία της γήινης επιφάνειας θα ήταν σε παγκόσμια και ετήσια βάση περίπου -18°C .

Ο μηχανισμός του φαινομένου ταυτίζεται συχνά με τη λειτουργία ενός πραγματικού θερμοκηπίου, ωστόσο η ταύτιση αυτή αποτελεί υπεραπλούστευση, καθώς τα θερμοκήπια στηρίζονται στην "απομόνωση" της θερμότητας και την εξάλειψη φαινομένων μεταφοράς της.

Αέρια του θερμοκηπίου

Όλα τα αέρια συστατικά της ατμόσφαιρας που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αναφέρονται συνολικά με τον όρο **αέρια του θερμοκηπίου**. Απορροφούν την μεγάλο μήκους κύματος γήινη ακτινοβολία και επανεκπέμπουν θερμική ακτινοβολία θερμαίνοντας την επιφάνεια. Ορισμένα αέρια, όπως το όζον, έχουν ημιδιαφάνεια και στην ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να απορροφούν ένα μέρος της, συμβάλλοντας σε ένα βαθμό και στην ψύξη της γήινης επιφάνειας.

Επίδραση ανθρωπογενούς δραστηριότητας

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι φυσικό, ωστόσο ενισχύεται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, η οποία συμβάλλει στην αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου καθώς και στην έκλυση άλλων ιχνοστοιχείων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's). Τα τελευταία χρόνια, καταγράφεται μία αύξηση στη συγκέντρωση αρκετών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ειδικότερα στην περίπτωση του διοξειδίου του άνθρακα, η αύξηση αυτή ήταν 31% την περίοδο 1750-1998. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής

διοξειδίου του άνθρακα, οφείλεται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης.

Αέρια θερμοκηπίου με τη μεγαλύτερη αύξηση συγκέντρωσης (Πηγή: IPCC)

Αέριο	Επίπεδα 1998	Αύξηση από το 1750	Ποσοστό αύξησης	Συνεισφορά στο φαινόμενο [W/m^2]
Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)	365 ppm	87 ppm	31%	1,46
Μεθάνιο (CH_4)	1,745 ppb	1,045 ppb	150%	0,48
Υποξείδιο του Αζώτου (N_2O)	314 ppb	44 ppb	16%	0,15

2.2 Επικίνδυνες ουσίες στον χώρο εργασίας που καθιστούν ένα κτίριο «άρρωστο»

ΧΗΜΙΚΗ ΟΥΣΙΑ	ΠΗΓΗ	ΕΠΑΓΓΕΛΜΑ
Νικέλιο	Μέταλλα, οξυγονοκόλληση, υλικά που περιέχουν νικέλιο όπως ψαλίδια, κέρματα	Επιμεταλλωτές, βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών, μεταλλοτεχνίτες, κομμωτές, ταμίες
	Αλλεργικές αντιδράσεις, άσθμα, χρόνια βρογχίτιδα	
Χρώμιο	Τσιμέντο, δερμάτινα γάντια, υλικά βυρσοδεψίας	Εργάτες οικοδομών, μεταλλοβιομηχανία, βυρσοδεψία
	Αναπνευστικά προβλήματα και αλλεργίες	
Κοβάλτιο		Τήξη μετάλλων
	Δερματίτιδα, αναπνευστικά και καρδιολογικά προβλήματα	
Κολοφώνιο	Ρητίνες, συλλιπάσμα ηλεκτροσυγκόλλησης, κόλλες	Κλάδος ρητινών, μουσικοί, χορευτές, βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών
	Δερματικές αντιδράσεις, αναπνευστικά προβλήματα	
Επιτοξικές ρητίνες	Χρώματα και βερνίκια	Ελαιοχρωματιστές, βιομηχανία ηλεκτρονικών ειδών, μεταποίηση, κατασκευαστικός κλάδος
	Βήχας, ερεθισμός αναπνευστικού συστήματος	
Ισοκυανικά άλατα	Μονωτικοί αφροί, χρώματα και βερνίκια	Οικοδόμοι, ελαιοχρωματιστές, μεταποίηση
	Ερεθισμός ματιών και λαιμού, χημικά εγκαύματα, πνευμονικό οίδημα	
Ακρυλικές / μεθακρυλικές ενώσεις	Πλαστικοποιητικά χρωμάτων, οδοντιατρικά υλικά, συνθετικά νύχια, πλαστικά υλικά, κόλλες	Οδοντοτεχνίτες, αισθητικοί, μεταλλοτεχνίτες
	Δερματικές βλάβες, καρκίνος του δέρματος	
Φορμαλδεΐδη	Καλλυντικά, πλαστικά, ρητίνες	Κομμωτές, υγειονομική περίθαλψη, μεταποίηση, φινιρίσμα υφασμάτων, ταρίχευση
	Ερεθισμοί σε μάτια, μύτη, λαιμό και το δέρμα	
Παραφαινυλενοδιαμίνη	Οξειδωτικές χρωστικές ουσίες για τα μαλλιά	Κομμωτές
	Αναπνευστικά προβλήματα	
Βαφές και χρωστικές ύλες κλωστοϋφαντουργίας		Εργαζόμενοι στην κλωστοϋφαντουργία
	Αναπνευστικά προβλήματα, άσθμα	

Γλουταραλδεΐδη		Υγειονομική περίθαλψη, καθαριστές, χαρτοποιοία, θαλάσσιες εγκαταστάσεις
	Ναυτία, ερεθισμός αναπνευστικού, άσθμα, ρινορραγία	
Αρώματα	Μέσα καθαρισμού	Προσωπικό καθαρισμού, κομμωτές
	Δερματικές αλλεργίες	
Συντηρητικά, χλωρακεταμίδη, μέσα έκλυσης φορμαλδεΐδης, ισοθειαζολινόνες (καθόνες), παραμπένες	Υγρά κοπής μετάλλων, καλλυντικά, συντηρητικά ξύλου, υδατοχρώματα, κόλλες	Μεταλλοτεχνίτες, αισθητικοί, μαλάκτες (μασέρ), κομμωτές, τεχνίτες ξύλου
	Αναπνευστικά, δερματικά προβλήματα	

[Πηγή: Ένθετο: Αφιέρωμα: Το πράσινο σπίτι, εκδ.: τα ΝΕΑ σαββατοκύριακο, 5-6 Ιουνίου 2004]

2.3 Αστικό πράσινο

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πλήθους μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί, η επιτυγχανόμενη μείωση της θερμοκρασίας εντός και εκτός ενός αστικού χώρου εξαρτάται από το ενεργειακό ισοζύγιο της περιοχής. Γενικοί κανόνες για την μείωση της θερμοκρασίας δεν μπορούν να εξαχθούν. Είναι χαρακτηριστική, όμως, η περίπτωση των πάρκων της Αθήνας. Λεπτομερείς μελέτες του θερμικού καθεστώτος εντός και εκτός των δύο σημαντικότερων πάρκων, του Εθνικού Κήπου και του Άλσους του Πεδίου του Άρεως, κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, κατέληξαν στα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η θερμοκρασία μέσα στα πάρκα μεταβάλλεται ως συνάρτηση του σκιασμού του χώρου και της φωτοκάλυψης. Η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας μέσα στο πάρκο φτάνει έως και 1,50 °C.
2. Η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο πάρκο και τον περιβάλλοντα αστικό χώρο φθάνει έως και τους 3 °C.
3. Δεν διαπιστώθηκε βαθμιαία αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ως συνάρτηση της απόστασης από το πάρκο. Σε όλες τις εξόδους των πάρκων διαπιστώθηκε αύξηση της θερμοκρασίας κατά ένα βαθμό περίπου.
4. Η θερμοκρασία των δρόμων γύρω από τα πάρκα επηρεάζεται κυρίως από μια σειρά άλλων παραμέτρων, όπως ο σκιασμός, η παραγωγή ανθρωπογενούς θερμότητας κλπ.
5. Η κατανομή της θερμοκρασίας γύρω από τον Εθνικό Κήπο, δείχνει ότι οι περιοχές υψηλής κυκλοφορίας και μεγάλης οικιστικής πυκνότητας, (Κολωνάκι, Β. Αμαλίας), παρουσιάζουν κατά περίπου 1,50 °C υψηλότερη θερμοκρασία από ότι οι

σκιασμένες περιοχές γύρω από την οδό Ηρώδου Αττικού και Βασιλέως Κωνσταντίνου.

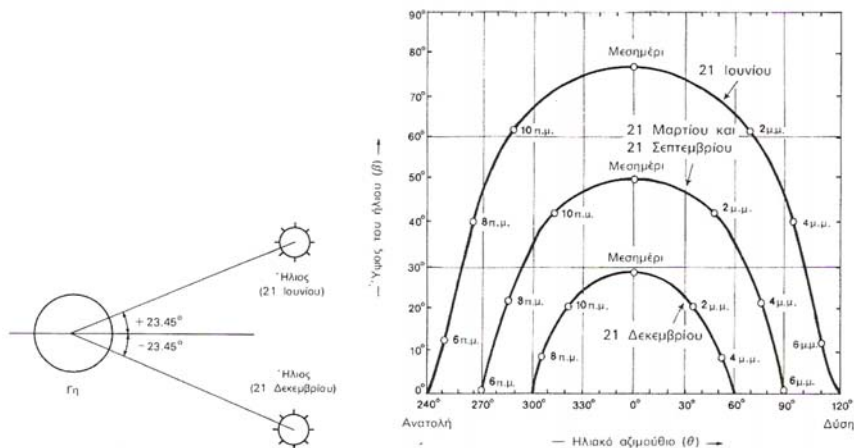
6. Πολυετείς μετρήσεις έδειξαν ότι τα πάρκα παρουσιάζουν κατά 40% περίπου μικρότερο αριθμό βαθμωρών κλιματισμού από ότι κοντινοί αστικοί σταθμοί.

Παράλληλα, τα πάρκα παρουσιάζουν την μικρότερη απόλυτη θερμοκρασία από όλους τους σταθμούς της Αττικής. Η ελάχιστη αυτή θερμοκρασία παρατηρείται κατά την διάρκεια της νύκτας.

Κεφάλαιο 3

3.1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΩΝΙΩΝ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΩΝ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ

		ΜΕΣΟΥΡΑΝΗΣΗ ΗΛΙΟΥ															
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00		13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	
21 Ιανουαρίου	H			3,0	13,0	21,5	28,0	31,5	12,36	32,0	29,0	23,0	15,0	5,5			
	AZ			118,5	128,5	140,5	154,0	170,0		180,0	186,5	202,5	217,0	229,0	239,5		
21 Φεβρουαρίου	H			9,0	19,5	29,0	36,0	40,5	12,38	41,0	38,0	31,5	22,5	12,0	1,0		
	AZ			111,0	121,5	134,0	149,5	167,5		180,0	187,0	205,5	221,5	235,0	246,0	256,0	
21 Μαρτίου	H		5,5	17,0	28,5	38,5	46,5	51,5	12,32	51,5	47,0	39,5	29,5	18,0	6,5		
	AZ		94,0	103,5	114,5	128,0	145,0	167,0		180,0	191,0	213,5	231,0	244,5	255,5	265,5	
21 Απριλίου	H	2,5	14,5	26,0	37,5	48,5	58,0	63,5	12,23	62,5	56,0	46,5	35,5	24,0	12,0	0,5	
	AZ	77,0	86,0	95,5	106,0	119,5	139,0	167,0		180,0	199,5	226,0	243,5	256,5	266,5	276,0	285,0
21 Μαΐου	H	8,0	19,5	31,5	43,0	54,5	65,0	71,5	12,21	70,5	62,5	51,5	40,0	28,0	16,5	5,0	
	AZ	71,0	79,5	88,0	97,5	110,0	129,5	163,5		180,0	207,5	237,0	254,0	265,5	274,5	283,0	292,0
21 Ιουνίου	H	9,5	20,5	32,0	44,0	55,5	68,5	74,5	12,26	74,0	65,5	54,5	42,5	31,0	19,0	8,0	
	AZ	67,5	75,5	84,0	93,0	104,5	115,5	156,5		180,0	208,5	240,5	257,0	268,0	277,0	285,0	293,5
21 Ιουλίου	H	6,5	18,0	29,5	41,5	53,0	63,5	71,0	12,31	71,5	64,0	53,5	42,0	30,0	18,5	7,0	
	AZ	69,0	77,5	86,0	95,5	107,5	125,0	156,5		180,0	201,5	233,5	252,0	264,0	273,5	282,0	290,5
21 Αυγούστου	H	2,0	13,5	25,5	37,0	48,0	57,7	63,5	12,28	63,0	57,0	47,5	36,5	24,5	13,0	1,0	
	AZ	76,0	85,0	94,5	105,0	118,0	137,0	164,5		180,0	197,5	224,5	242,5	255,5	266,0	275,5	284,5
21 Σεπτεμβρίου	H		8,5	20,5	31,0	41,0	48,5	52,5	12,18	51,5	46,0	37,5	27,0	15,5	4,0		
	AZ		96,0	105,5	117,0	131,0	149,5	172,5		180,0	197,0	218,0	234,5	247,5	258,0	267,5	
21 Οκτωβρίου	H		3,0	14,0	24,0	32,5	38,5	41,0	12,09	40,0	35,0	27,0	17,5	6,41			
	AZ		106,0	116,0	127,5	141,0	158,0	177,0		180,0	196,0	213,5	228,0	240,5	250,5		
21 Νοεμβρίου	H			7,5	17,0	24,5	29,5	32,0	12,10	31,0	26,5	20,0	11,0	3,0			
	AZ			122,5	133,5	146,0	160,5	177,0		180,0	193,5	209,0	222,0	233,5	243,5		
21 Δεκεμβρίου	H			3,0	12,0	20,0	25,5	28,5	12,23	28,0	24,5	18,5	10,5	0,5			
	AZ			123,0	133,5	145,0	159,0	174,0		180,0	189,5	204,5	217,5	229,0	239,0		



3.2 Παράδειγμα εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στον οικιακό τομέα

Έστω ότι εγκαθίσταται ένα φωτοβολταϊκό σύστημα 2 κιλοβάτ (KWp). Το σύστημα αυτό κοστίζει περίπου 10.000 € (περιλαμβάνεται ΦΠΑ και έξοδα σύνδεσης ενώ γίνεται και μία φοροελάφρυνση έως 700 € ανάλογα με το εισόδημα του ιδιοκτήτη).

Ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος	2 KWp
Κόστος επένδυσης	10.000 €
Ίδια κεφάλαια	2.500 €
Μακροπρόθεσμο δάνειο (10ετές)	7.500 €
Ετήσια παραγωγή ενέργειας (πρώτο έτος)	2.600 kWh
Έσοδα στην 25ετία	36.735 €
Τόκοι δανείων	3.090 €
Καθαρά έσοδα στην 25ετία	26.145 €
Απλή περίοδος αποπληρωμής	6,6 έτη
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης επένδυσης (IRR)	21,2%

3.3 Φαινόμενο Venturi - Φαινόμενο Καμινάδας

Φαινόμενο Venturi

Για να προκληθεί κυκλοφορία σε συγκεκριμένη κατεύθυνση μπορεί να γίνει χρήση αυτού του φαινομένου. Ο αέρας υποχρεώνεται να κινηθεί από ένα περιορισμένο τμήμα του κτηρίου, όπου η ταχύτητα αυξάνεται και μειώνεται ανάλογα η πίεση του. Η μειωμένη αυτή πίεση δημιουργεί ένα ρεύμα αέρα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οδηγήσει το θερμό αέρα από το κτήριο.

Φαινόμενο Καμινάδας

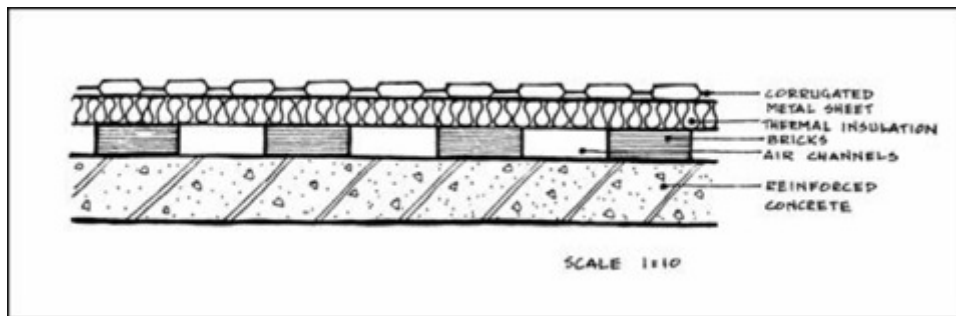
Το φαινόμενο της καμινάδας μπορεί να αξιοποιηθεί σε ένα κτήριο, με ανοίγματα στην κορυφή και στην βάση του. Ο θερμός αέρας ανέρχεται και διαφεύγει προς τα έξω από την κορυφή και ο φρέσκος ψυχρός θα εισέλθει διαμέσου των ανοιγμάτων στη βάση. **Δύο κύριες μορφές του φαινομένου της καμινάδας αποτελούν: Ο πύργος αερισμού και η ηλιακή καμινάδα.**

3.4 Μεταλλικός ακτινοβολητής

Το σύστημα αποτελείται από μεταλλική, αυλακωτή, διπλή πλάκα τοποθετημένη εξωτερικά της οροφής του κτιρίου. Η εξωτερική του επιφάνεια είναι ανακλαστική, ενώ στην εσωτερική

πλευρά τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό. Η μεταλλική πλάκα ακτινοβολεί προς το νυχτερινό ουρανό μεγάλη ποσότητα θερμικής ενέργειας. Μέσα στο σύστημα του ακτινοβολητή διοχετεύεται θερμός αέρας από το κτίριο, ο οποίος διέρχεται μέσα από το σύστημα, ψύχεται καθώς έρχεται σε επαφή με την ψυχρή εξωτερική πλευρά και επαναδιοχετεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

Το σύστημα λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιοχές με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χαμηλή σχετική υγρασία. Σε περιοχές με έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου (σε απόσταση περίπου 5 εκ.) - διαπερατό από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Το πολυαιθυλένιο επιτρέπει την εκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας, ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με το θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος και συνεπώς περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας στον ακτινοβολητή.

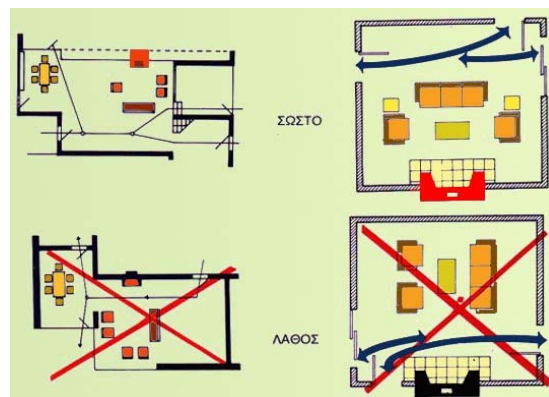


Μεταλλικός ακτινοβολητής, πηγή: <http://www.gtko.gr/bioklimatika/page11/page11.html>

Κεφάλαιο 4

4.1 Το τζάκι

Το τζάκι είναι κέντρο συγκέντρωσης ανθρώπων. Ο χώρος που επιλεγθεί για την εγκατάσταση του, πρέπει να μπορεί να προσφέρει αυτή την δυνατότητα και να διασφαλίσει ηρεμία. Έτσι, οι κινήσεις από άλλους χώρους δεν πρέπει να διασπούν τον χώρο που χτίζεται το τζάκι.



Σωστός χώρος τοποθέτησης τζακιού

[Πηγή: <http://www.e-domisi.gr/pages/kataskevilyika/tzaki/thesi%20tzakiou/thesi1.html>]

Πρέπει να αφήνεται διάδρομος, ώστε αυτός που φροντίζει τη φωτιά να μην ενοχλεί τους καλεσμένους κάθε φορά που χρειάζεται να συντηρεί την φωτιά στο τζάκι. Το τζάκι βοηθά στο να δημιουργείται ένα κλίμα οικειότητας μεταξύ των ανθρώπων που βρίσκονται μέσα στον κύκλο της φωτιάς. Καλό είναι να μην φαίνονται οι δραστηριότητες στους υπόλοιπους χώρους του σπιτιού γιατί έτσι ατονεί αυτό το συναίσθημα της οικειότητας.

4.2 Τεχνικές και μέθοδοι προστασίας για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια

4.2.1 Εξωτερική θερμική προστασία

Η λύση αυτή προτιμάται σε κτίρια συνεχούς χρήσης (κατοικίες, νοσοκομεία, ξενοδοχεία), όπου είναι επιθυμητή η σταθερή θερμοκρασία και ενδιαφέρει περισσότερο η διατήρηση της θερμότητας μετά τη διακοπή της λειτουργίας της κλιματιστικής εγκατάστασης και όχι η άμεση απόδοση του συστήματος.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου:

- Εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοιχοποιίας.
- Διατηρεί τη θερμοκρασία του χώρου, ανάλογα με τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων, για αρκετό διάστημα μετά τη διακοπή της λειτουργίας της κλιματιστικής εγκατάστασης.
- Επιτρέπει ευκολότερα τη διάχυση των υδρατμών, μειώνοντας τον κίνδυνο σχηματισμού υγρασίας συμπύκνωσης.
- Αποτρέπει τις ζημιές από υγρασία και παγωνιά σε σωληνώσεις.
- Μειώνει στο ελάχιστο το σχηματισμό θερμογεφυρών.
- Προστατεύει την τοιχοποιία από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Μειονεκτήματα:

- Αλλοιώνει τα εξωτερικά αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κτιρίου.
- Η θερμομονωτική στρώση απαιτεί εξωτερική θερμική προστασία από τα καιρικά φαινόμενα.
- Απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και κατάλληλες κατασκευαστικές λύσεις στις περιοχές των κουφωμάτων.
- Παρουσιάζει καθυστέρηση στην απόδοση του συστήματος κλιματισμού (αρχική θέρμανση, ψύξη χώρου).
- Έχει μεγαλύτερο κόστος κατασκευής σε σχέση με αυτή της εσωτερικής θερμικής προστασίας.

4.2.2 Επικάλυψη της θερμομόνωσης με τοιχοποιία ή με επιχρισμένη τοιχοποιία

Το αποτέλεσμα από την εφαρμογή αυτής της λύσης, είναι η δημιουργία μιας δικέλυφης κατασκευής με θερμομόνωση στον πυρήνα. Το εσωτερικό κέλυφος αποτελεί η υφιστάμενη κατασκευή, ενώ το εξωτερικό, η προστατευτική νέα τοιχοποιία. Σε όλες τις περιπτώσεις δεν απαιτείται επέμβαση στην υφιστάμενη τοιχοποιία, παρά μόνο καθαίρεση των αποσπασμένων τμημάτων της και πιθανή σύνδεση με την νέα, ανάλογα με το ύψος της τελευταίας. Κατά ανάλογο τρόπο στα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν πρέπει να προστεθούν:

- Αύξηση του κόστους σε σύγκριση με άλλες λύσεις
- Σημαντική αύξηση του πάχους και του βάρους του τοίχου στην κατασκευή
- Μεγιστοποίηση του χρόνου εκτέλεσης των οικοδομικών εργασιών
- Δεν προσφέρεται για επιφάνειες μεγάλου ύψους
- Αλλοιώνει την αρχική αρχιτεκτονική του κτιρίου.

Γενικότερα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμικής προστασίας:

- Παρέχει πολλές δυνατότητες στην επιλογή του θερμομονωτικού υλικού.
- Βελτιώνει την αισθητική της όψης και προσφέρει δυνατότητες αναμόρφωσης της.

Στα μειονεκτήματα αυτής της περίπτωσης συνοψολογίζεται:

- Αύξηση του κόστους σε σύγκριση με άλλες λύσεις.
- Αποτελεί επέμβαση στην αρχιτεκτονική του κτιρίου.
- Σημαντική αύξηση του πάχους του τοίχου και πρόσθεση βάρους στην κατασκευή.
- Δεν προσφέρεται για επιφάνειες μεγάλου ύψους, χωρίς πρόσθετες κατασκευές στήριξης.

4.2.3 Επικάλυψη της θερμομόνωσης με επίχρισμα

Για την επικάλυψη της θερμομόνωσης με επίχρισμα απαιτείται καλή στερέωση του θερμομονωτικού υλικού επί της υφιστάμενης τοιχοποιίας και η «συνεργασιμότητα» του με το κονίαμα. Το θερμομονωτικό υλικό δεν πρέπει να είναι ευαίσθητο στην υγρασία. Ομοίως το επίχρισμα δεν πρέπει να προσβάλλεται από την υγρασία, ώστε να αποφεύγονται τα φουσκώματα, οι διαβρώσεις και οι αποκολλήσεις.

Οι ιδιότητες που πρέπει να παρουσιάζει το επίχρισμα είναι:

- Υδατοαπωθητικότητα

- Παρεμπόδιση ανόδου της υγρασίας του εδάφους και διέλευση των αλάτων από τη μάζα του
- Ελεύθερη διαπνοή και διάχυση των υδρατμών

4.2.4 Επικάλυψη με μαρμάρινες ή πέτρινες πλάκες ή προκατασκευασμένα στοιχεία

Η πληθώρα των υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για τη θερμομόνωση όσο και για την επικάλυψη, προσφέρει πολλές κατασκευαστικές λύσεις. Τα επικαλυπτικά υλικά δεν πρέπει να επιτρέπουν τη διείσδυση των νερών της βροχής και των υδρατμών που περιέχονται στον αέρα του περιβάλλοντος στο εσωτερικό της διατομής και την προσβολή των θερμομονωτικών υλικών.

4.2.5 Προκατασκευασμένα θερμομονωτικά στοιχεία

Τα προκατασκευασμένα θερμομονωτικά στοιχεία αποτελούν λύση με χαμηλό κόστος και εύκολη εφαρμογή. Παράλληλα η κατασκευή είναι ελαφρά και δεν προσθέτει μεγάλα φορτία στο κτίριο. Τέλος δεν απαιτείται επιπρόσθετη εξωτερική προστασία, ούτε βάψιμο της εξωτερικής επιφανείας.

Τα βασικά μειονεκτήματα αυτής της λύσης είναι ότι αποτελεί επέμβαση στην αρχιτεκτονική του κτιρίου και παρεμποδίζει την διάχυση των υδρατμών από τον εσωτερικό προς τον εξωτερικό χώρο.

4.2.6 Θερμομόνωση με αεριζόμενη όψη

Η θερμομόνωση με αεριζόμενη όψη αποτελεί και αυτή δικέλυφη κατασκευή, μεταξύ των δύο κελυφών της οποίας παρεμβάλλεται διάκενο αέρα. Το εσωτερικό κέλυφος αποτελεί η υφιστάμενη κατασκευή, ενώ το εξωτερικό η προστατευτική νέα στρώση.

4.2.7 Εσωτερική θερμική προστασία

Η λύση αυτή προτιμάται σε κτίρια διακοπτόμενης χρήσης (σχολεία, γραφεία, εκθεσιακοί χώροι, θέατρα, κινηματογράφοι), όπου το ζητούμενο είναι η άμεση απόδοση της κλιματιστικής εγκατάστασης χωρίς να ενδιαφέρει η διακύμανση της θερμοκρασίας μετά τη

διακοπή λειτουργίας της εγκατάστασης. Η εφαρμογή της είναι εύκολη και απλή, το κόστος δε κατασκευής χαμηλότερο σε σύγκριση με αυτό της εξωτερικής θερμικής προστασίας.

4.2.8 Επεμβάσεις στο δώμα και στις εσοχές των ορόφων

Τα δώματα αποτελούν τις επιστεγάσεις των κτιρίων όπου δε συναντώνται στέγες. Ως στοιχεία του εξωτερικού κελύφους δέχονται έντονα τις επιδράσεις του περιβάλλοντος. Η προστασία τους είναι σημαντική για τη διαμόρφωση του κλίματος εντός του κτιρίου και ιδιαίτερα του τελευταίου ορόφου που βρίσκεται κάτω από αυτά. Το χειμώνα γίνεται προσπάθεια να περιορισθούν οι απώλειες θερμότητας από το δώμα, ενώ το καλοκαίρι να αποφευχθεί η υπερθέρμανση του λόγω της κατακόρυφης πρόσπτωσης ισχυρής ηλιακής ακτινοβολίας.

Η επέμβαση στο δώμα έχει να επιτελέσει ένα τριπλό στόχο:

- Να προστατεύσει το κέλυφος και τους εσωτερικούς χώρους από την επίδραση των καιρικών συνθηκών.
- Να προσφέρει θερμική και στεγανωτική προστασία.
- Να μην καταπονεί ιδιαίτερα το κέλυφος με επιπρόσθετα στατικά φορτία από τις νέες στρώσεις.

4.2.9 Συμπαγές ανεστραμμένο δώμα

Στην κατασκευή αυτή, η στεγανωτική στρώση βρίσκεται κάτω από τη θερμομονωτική και προστατεύεται από τις θερμικές καταπονήσεις, ενώ η θερμομονωτική στρώση που βρίσκεται εξωτερικά, πρέπει να μην προσβάλλεται από την υγρασία. Η λύση του ανεστραμμένου δώματος μπορεί να εφαρμοσθεί απ' ευθείας σε υφιστάμενα κτίρια. Είναι αρκετά διαδεδομένη και προσφέρεται για τις έντονες θερμικές καταπονήσεις που παρουσιάζονται στο δώμα κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο.

4.2.10 Αεριζόμενο δώμα

Εναλλακτική λύση στο συμπαγές ανεστραμμένο δώμα αποτελεί το αεριζόμενο δώμα, το οποίο είναι μία δικέλυφη κατασκευή με ενδιάμεσο διάκενο αέρα. Το υφιστάμενο δώμα αποτελεί το εσωτερικό κέλυφος και η νέα κατασκευή το εξωτερικό. Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται επί του υφιστάμενου δώματος και αφήνει την επάνω όψη της ελεύθερη, σε επαφή με τον αέρα που κυκλοφορεί μεταξύ των δύο κελυφών. Ο αέρας που

κυκλοφορεί στο ενδιάμεσο μεταξύ των δύο κελυφών κενό, ανανεώνεται διαρκώς από σχισμές ή οπές, που βρίσκονται στα άκρα περιμετρικά του δώματος.

4.2.11 Επεμβάσεις στη στέγη

Οι στέγες αποτελούν την πιο συνηθισμένη επιστέγαση των κτιρίων. Κατά αναλογία με τα δώματα διακρίνονται σε μονοκέλυφες και δικέλυφες κατασκευές. Στις μονοκέλυφες κατασκευές, ο ένας και μοναδικός φλοιός διαμορφώνει την οροφή του εσωτερικού χώρου και προστατεύει το κτίριο από τις εξωτερικές επιδράσεις. Στο φλοιό θα πρέπει να τοποθετηθούν όλες οι απαραίτητες στρώσεις που θα διασφαλίζουν τη θερμική προστασία του χώρου, την προστασία από τα νερά της βροχής και από συμπυκνώματα λόγω διάχυσης των υδρατμών. Αντίθετα στη δικέλυφη κατασκευή, ο εξωτερικός φλοιός εξασφαλίζει την προστασία από τη βροχή και τις εξωτερικές επιδράσεις, ενώ ο εσωτερικός διαμορφώνει την οροφή του εσωτερικού χώρου και προστατεύει το κτίριο θερμικά.

4.2.12 Διαμόρφωση θερμομονωμένης ψευδοροφής

Η λύση αυτή είναι εύκολη και απλή και προτιμάται όταν η εφαρμογή άλλων είναι δυσχερής. Η διαμόρφωση θερμομονωμένης ψευδοροφής παρέχει πολλές δυνατότητες επιλογής θερμομονωτικών υλικών και ευνοεί τη σύντομη θέρμανση του χώρου. Ως μειονέκτημα μπορεί να αναφερθεί ότι δεν εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης κατασκευής και δε διατηρεί τη θερμοκρασία του χώρου για αρκετό διάστημα μετά τη διακοπή της λειτουργίας της κλιματιστικής εγκατάστασης.

4.2.13 Θερμομόνωση πλάκας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε δικέλυφη στέγη, το εσωτερικό κέλυφος της οποίας αποτελεί η οριζόντια πλάκα της οροφής. Το θερμομονωτικό υλικό απλά τοποθετείται επάνω από τη γυμνή οροφή του εσωτερικού κελύφους. Η λύση αυτή αποτελεί την ιδανικότερη περίπτωση θερμομόνωσης στέγης διότι έχει απλή εφαρμογή και επιπλέον εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης κατασκευής.

4.2.14 Επεμβάσεις στα πατώματα και στα δάπεδα

Το δάπεδο παίζει σπουδαίο ρόλο στη διαμόρφωση του εσωτερικού κλίματος, ενώ η θερμοκρασία του είναι καθοριστική για τη δημιουργία του αισθήματος άνεσης. Όταν αυτή βρίσκεται κάτω από τους 17οC δημιουργείται το αίσθημα ψυχρού χώρου. Το δάπεδο αποτελεί σημαντική οδό διαφυγής της θερμότητας. Η έλλειψη θερμομόνωσης σε αυτό, επιτρέπει την αύξηση των απωλειών θερμότητας και την πτώση της θερμοκρασίας του. Πολύ συχνά παρατηρείται το φαινόμενο της μη ύπαρξης θερμομονωτικής στρώσης στο δάπεδο, ακόμα και σε σύγχρονα κτίρια, για λόγους άγνοιας, αδιαφορίας ή «οικονομίας». Το πρόβλημα γίνεται ιδιαίτερα αισθητό σε ανοιχτές διαβάσεις και υπόστυλους χώρους πολυκατοικιών (pilotis) κατά τη χειμερινή περίοδο, όπου συχνά ο πρώτος όροφος της πολυκατοικίας είναι εξίσου ψυχρός με τον τελευταίο.

Οι συνηθέστερες περιπτώσεις δαπέδων που χρειάζονται θερμομόνωση είναι:

- Δάπεδα πάνω από ανοιχτές διαβάσεις και υπόστυλους χώρους
- Προεξοχές ορόφων
- Δάπεδα επάνω από υπόγειο Δάπεδα επάνω στο έδαφος

4.2.15 Θερμομόνωση της οροφής των υπόστεγων χώρων (pilotis)

Στην Ελλάδα πολύ συχνά, ακόμη και σε σύγχρονες κατασκευές, το δάπεδο του πρώτου ορόφου επάνω από τον υπόστυλο χώρο στερείται θερμικής προστασίας. Η επέμβαση γίνεται εξωτερικά, από την πλευρά του υπόστυλου χώρου. Η θερμομόνωση τοποθετείται κάτω από την πλάκα του ορόφου και προστατεύεται με κάποια επικαλυπτική στρώση.

4.2.16 Θερμομόνωση πατώματος επάνω από υπόγειο

Η περίπτωση δαπέδου επάνω από υπόγειο είναι ανάλογη αυτής της οροφής υπόστυλου χώρου, με τη διαφορά ότι οι απώλειες είναι μικρότερες αφού το υπόγειο είναι κλειστός χώρος και δε δέχεται άμεσα τις επιδράσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Η επέμβαση γίνεται από την πλευρά του υπογείου και σε αναλογία με τους υπόστυλους χώρους, η κατασκευή μπορεί να γίνει με δύο τρόπους :

- επικάλυψη της θερμομονωτικής στρώσης με επίχρισμα
- ανάρτηση ψευδοροφής.

4.2.17 Θερμομόνωση πατώματος επάνω στο έδαφος

Σε αυτή τη λύση η θερμομόνωση τοποθετείται εσωτερικά, επάνω από το υφιστάμενο δάπεδο και επικαλύπτεται με προστατευτική στρώση. Η επιλογή του υλικού της θερμομονωτικής στρώσης εξαρτάται από τον τύπο του δαπέδου και την χρήση του.

Για τη βέλτιστη απόδοση της θερμομόνωσης όλων των ανωτέρω παρεμβάσεων, το ιδανικό θερμομονωτικό υλικό είναι η ανακλαστική μόνωση η οποία μειώνει χαρακτηριστικά την ανάγκη σε πάχος μονωτικού υλικού και επιτρέπει τον ασφαλή αερισμό και την προστασία έναντι της υγρασίας.

4.2.18 Θερμική προστασία του κελύφους, με προσθήκη θερμομόνωσης και αντικατάσταση κουφωμάτων

Η θερμική προστασία του κελύφους αποτελεί σαφώς το σημαντικότερο πρόβλημα των παλιότερων κτιρίων, καθώς η έλλειψη της συνεπάγεται αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση και μη ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης. Η θερμική προστασία του υφιστάμενου κελύφους απαιτεί επεμβάσεις σε τρεις διαφορετικούς τομείς: στα κουφώματα, τα κατακόρυφα συμπαγή δομικά στοιχεία και τα οριζόντια συμπαγή δομικά στοιχεία (δώμα, στέγη και pilotis).

Στο σημείο αυτό κρίνεται απλώς σκόπιμη η υπενθύμιση δυο βασικών παραμέτρων:

- Η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με σύγχρονα, υψηλής ποιότητας. Είναι μια παρέμβαση με υψηλό αρχικό κόστος, αποτελεί όμως το πιο ουσιαστικό μέρος της ανακαίνισης ενός παλιού κτιρίου, αναβαθμίζοντάς το ποιοτικά και ενεργειακά και αυξάνοντας καθοριστικά την ωφέλιμη διάρκεια ζωής του, ενώ παράλληλα συμβάλλει καθοριστικά στην ηχομόνωση των χώρων.
- Κατά τη θερμομόνωση οριζόντιων συμπαγών δομικών στοιχείων και ειδικότερα του δώματος, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο θέμα της στεγάνωσης, επειδή η εμφάνιση υγρασίας αποτελεί συνηθισμένο πρόβλημα στις παλιότερες οικοδομές.

4.2.19 Αναβάθμιση του συστήματος κεντρικής θέρμανσης με χρήση αυτοματισμών

Στη μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων συναντά κανείς το κλασικό σύστημα κεντρικής θέρμανσης με λέβητα-καυστήρα και δισωλήνιο σύστημα τροφοδοσίας των θερμαντικών σωμάτων. Τα τελευταία τριάντα χρόνια άρχισαν να κατασκευάζονται περισσότερα κτίρια με μονοσωλήνια συστήματα θέρμανσης ή συστήματα θέρμανσης-ψύξης με χρήση στοιχείων ανεμιστήρα (fan-coils). Άξιο επισήμανσης είναι το γεγο-νός ότι σε μεγάλο αριθμό κτιρίων που διαθέτουν κλασική κεντρική θέρμανση, χωρίς δυνατότητα αυτόνομης ρύθμισης, χρησιμοποιούνται και ηλεκτρικά φορητά θερμαντικά στοιχεία, καθώς η λειτουργία του συστήματος θέρμανσης δεν εξασφαλίζει ικανοποιητικές για τους χρήστες συνθήκες άνεσης.

Ωστόσο και παρά τους περιορισμούς του δισωλήνιου συστήματος θέρμανσης, υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες παρέμβασης, κυρίως στον τομέα του ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος. Ως επιβεβλημένη θεωρείται η τοποθέτηση κεντρικής μονάδας ελέγχου λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, που ελέγχει την έναρξη και διακοπή της λειτουργίας του συστήματος συναρτήσει των καιρικών συνθηκών και στο βαθμό του δυνατού, της εσωτερικής θερμοκρασίας. Η εγκατάσταση θερμοστατικού ελέγχου αντιστάθμισης, σε συνδυασμό με το χρονοδιακόπτη, επιτρέπει στο σύστημα θέρμανσης να λειτουργεί συναρτήσει των καιρικών συνθηκών, όταν πραγματικά αυτό απαιτείται, κατάσταση που συναντάται συχνά στις μεταβατικές εποχές του έτους (άνοιξη, φθινόπωρο).

Η πλέον ολοκληρωμένη λύση, τόσο από άποψη ελέγχου της εσωτερικής θερμοκρασίας, όσο και από άποψη μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, περιλαμβάνει τη δυνατότητα ελέγχου της θερμοκρασίας σε κάθε χώρο, με την αντικατάσταση των κοινών διακοπών των σωμάτων με θερμοστατικούς διακόπτες, οι οποίοι ρυθμίζουν την παροχή ζεστού νερού μέσα από το θερμαντικό σώμα σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του χώρου.

Τέλος, σκόπιμη κρίνεται η υπενθύμιση των αυτονόητων, που συχνότατα όμως παραβλέπονται: οι μη θερμομονωμένες σωληνώσεις που διέρχονται από το λεβητοστάσιο, τα υπόγεια ή ακόμη και τον περιβάλλοντα χώρο, αποτελούν πηγή απωλειών. Αυτό ισχύει και για το θερμομονωτικό υλικό του λέβητα, το οποίο σε παλιότερα λεβητοστάσια συνήθως έχει φθαρεί ή καταστραφεί.

4.2.20 Τοποθέτηση διατάξεων ηλιοπροστασίας για την αποφυγή υπερθέρμανσης το θέρος

Ένα από τα συχνότερα παρατηρούμενα προβλήματα είναι αυτό της υπερθέρμανσης του χώρου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η έλλειψη διατάξεων εξωτερικής ηλιοπροστασίας, όπως είναι τα περύγια, τα προστεγάσματα και οι σταθερές περσίδες στο κέλυφος των κτιρίων, μπορεί να αντισταθμιστεί εν μέρει με τη χρήση εσωτερικών συστημάτων ηλιοπροστασίας, όπως είναι τα ρολά, οι περσίδες και οι κουρτίνες. Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν στα περισσότερα κτίρια, ωστόσο δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις όπου η ύπαρξη κλιματιστικών συσκευών "αποτρέπει" τους χρήστες από τη χρήση των στοιχείων ηλιοπροστασίας, αυξάνοντας έτσι το ψυκτικό φορτίο και την ενέργεια που καταναλώνεται. Σε μεγάλα κτίρια με ενιαίο ιδιοκτησιακό καθεστώς, τα οποία υποφέρουν από υπερθέρμανση λόγω προσανατολισμού και έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία, θα ήταν σκόπιμο να μελετηθεί η δυνατότητα τοποθέτησης εξωτερικών στοιχείων ηλιοπροστασίας, κινητών ή σταθερών.

4.2.21 Τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής

Η τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής αποτελεί μια πολύ οικονομική, αλλά και αποτελεσματική πρόταση για τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης σε χώρους εργασίας. Η κίνηση του αέρα, που δημιουργεί ο ανεμιστήρας, μειώνει την αισθητή θερμοκρασία που αντιλαμβάνεται ο εργαζόμενος στο χώρο κατά 2 έως 3 βαθμούς, καθιστώντας τη σχετικά υψηλή θερμοκρασία αέρα μιας καλοκαιρινής μέρας ανεκτή. Κατά την εγκατάσταση ανεμιστήρων οφείλει κανείς να λαμβάνει σε κάθε περίπτωση υπόψη του τους κανονισμούς που ισχύουν για την ελάχιστη απόσταση του ανεμιστήρα από το ύψος του καθήμενου εργαζόμενου, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία δυσάρεστων ρευμάτων αέρα.

4.2.22 Αντικατάσταση των παλιού τύπου φωτιστικών σωμάτων

Αντικατάσταση των παλιού τύπου φωτιστικών σωμάτων με σύγχρονα, που να διαθέτουν στοιχεία διάχυσης του φωτός και να χρησιμοποιούν λαμπτήρες φωτισμού υψηλής απόδοσης. Η χρήση λαμπτήρων φωτιστικών σωμάτων με στοιχεία διάχυσης και λαμπτήρων φθορισμού έχει διαδοθεί αρκετά στα κτίρια γραφείων. Οι ουσιαστικότερες παραλείψεις που συνήθως συναντώνται αφορούν στην τοποθέτηση στοιχείων διάχυσης του φωτισμού,

όπου αυτά δεν υφίστανται και κυρίως στον τακτικό καθαρισμό τους, όπου αυτά υφίστανται. Συνιστάται επίσης η τοποθέτηση λαμπτήρων φθορισμού υψηλής απόδοσης - χαμηλής κατανάλωσης εκεί όπου ο φωτισμός είναι συνεχής και δε διεξάγονται εργασίες γραφείου, δηλαδή σε κλιμακοστάσια και αποθηκευτικούς χώρους, σε λαμπτήρες ασφάλειας κ.λπ.

4.2.23 Προμήθεια εξοπλισμού γραφείου σύμφωνα με τις σύγχρονες προδιαγραφές χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας

Η συνεχής αναβάθμιση του ηλεκτρονικού εξοπλισμού των γραφείων αυξάνει μια συνιστώσα της κατανάλωσης ενέργειας που ως τώρα ήταν περιορισμένη. Κρίνεται επομένως σκόπιμο κατά την προμήθεια συσκευών γραφείου αυτές να πληρούν τις προδιαγραφές χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Οι προδιαγραφές αυτές καλύπτουν ηλεκτρονικούς υπολογιστές, τις οθόνες τους, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, συσκευές τηλεομοιοτυπίας κτλ. οδηγώντας σε μείωση 30 – 40% της κατανάλωσης έναντι του εξοπλισμού παλιότερης γενιάς. Ας έχουμε κατά νου ότι οι φθηνές συσκευές καταναλώνουν κατά κανόνα περισσότερη ενέργεια από τις ακριβότερες. Αυτό ευκόλως το διαπιστώνουμε με τις συσκευές που χρησιμοποιούν μπαταρίες.

4.2.24 Η ανακλαστική μόνωση

Η ανάκλαση αποτελεί μια ιδιότυπη και για πολλούς άγνωστη μέθοδο μόνωσης επειδή η συμπεριφορά των υλικών με ανακλαστικές ιδιότητες μεταβάλλεται σε σχέση με την θερμοκρασιακή διαφορά. Τα ανακλαστικά μονωτικά υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί για περιπτώσεις μεγάλων θερμοκρασιακών διαφορών, ψυγεία κ.λπ. και ήδη έχει αρχίσει η εφαρμογή τους σε κτίρια.

Στην Ελλάδα όπου η ημερήσια θερμοκρασιακή διακύμανση είναι σημαντική, η απόδοση των συστημάτων αυτών είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική και πολύ σημαντικότερη από τα άλλα κοινά μονωτικά υλικά.

Η εφαρμογή των συστημάτων ανακλαστικής μόνωσης σε σκεπές, πιλοτές και τοίχους έχει σημαντική επιτυχία αν λάβει κανείς υπόψη τα κάτωθι:

- Παρουσιάζει μεταβολή της μονωτικής ικανότητας ανάλογα με τις δυσμενείς συνθήκες.

- Αυξάνει την μονωτική ικανότητα ανάλογα με την αύξηση της θερμοκρασιακής διαφοράς.
- Μειώνει το πάχος της τοιχοποιίας με την ίδια θερμομονωτική απόδοση.

Μειονεκτήματα των μονώσεων αυτών μπορούν να ορισθούν τα κάτωθι:

- Η διαδικασία στήριξης των μονώσεων ειδικά όταν εγκιβωτίζονται στο κέλυφος του κτιρίου.
- Η διατήρηση της ανακλαστικής ιδιότητας των υλικών. Η διατήρηση εξαρτάται από την ποιότητα των υλικών και την ικανότητα να επικολλούνται σε αυτές σκόνες και άλλα μη ανακλαστικά υλικά.

Κεφάλαιο 5

5.1 Κυριότεροι εμπορικοί τύποι των χρωμάτων είναι:

- Ακρυλικές βαφές. (υδατοδιαλυτές) Οι βαφές του τύπου αυτού περιέχουν ακρυλικές ρητίνες ως συνδετικό υλικό. Η περιεκτικότητα οργανικών διαλυτών στις ακρυλικές βαφές είναι περιορισμένη (10% της αντίστοιχης των συμβατικών χρωμάτων) ενώ ως διαλυτικό χρησιμοποιείται το νερό. Μειονεκτήματά τους είναι ότι περιέχουν επιβλαβή συστατικά (αντιδιαβρωτικές ουσίες) και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά την παρασκευή τους.
- Φυσικά χρώματα. (μή υδατοδιαλυτά) Το πλεονέκτημα των φυσικών χρωμάτων συνίσταται στη χρήση συστατικών φυτικής ή ζωικής προέλευσης, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους τύπους χρωμάτων που χρησιμοποιούν το πετρέλαιο σαν βάση.
- Βραστές βαφές. (υδατοδιαλυτές) Οι βαφές αυτού του τύπου είναι φυσικές και παράγονται με μακράς διάρκειας βρασμό φυτικών προϊόντων. Είναι ελάχιστα τοξικές και χρησιμοποιούνται κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες. Μειονέκτημά τους είναι ότι δεν χρησιμοποιούνται στο εξωτερικό κέλυφος.
- Βαφές Alkyd. (μη υδατοδιαλυτές) Όλα τα συμβατικά χρώματα ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Περιέχουν alkyd ως συνδετικό προϊόν και αρωματικούς υδρογονάνθρακες ως διαλυτικό.

5.2 Τα κυρίως χρησιμοποιούμενα πλαστικά είναι:

- Πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο, πλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σωλήνων κ.λπ. Είναι θερμοπλαστικά και ανακυκλώσιμα.

Παρασκευάζονται με διεργασίες πολυμερισμού. Οι εκπομπές κατά την παραγωγή τους είναι σχετικά περιορισμένες και δεν προκαλούν ρύπανση κατά τη χρήση τους.

- Ασφαλτικά υλικά. Τα συνθετικά ασφαλτικά (μονωτικά) υλικά προέρχονται από ειδικούς τύπους πετρελαίου. Περιέχουν ελάχιστη ποσότητα αρωματικών υδρογονανθράκων. Προκαλούν ρύπανση που οφείλεται στην έκλυση μακρομοριακών υδρογονανθράκων.
- EPDM (καουτσούκ ελαστομερή). Τα συνθετικά υλικά γνωστά ως EPDM είναι πολυμερή υλικά που παράγονται με βάση το μονομερές αιθυλένιο. Η ρύπανση που προκαλείται κατά την παραγωγή είναι ελάχιστη. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό όμως η επεξεργασία του είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος.
- Πολυουρεθάνη. Παρασκευάζεται από πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Είναι προϊόν πολυμερισμού και προσθήκης αλκοολών και ισοκυανικών ενώσεων που είναι επιβλαβής για την ανθρώπινη υγεία. Τα προϊόντα πολυουρεθάνης χρησιμοποιούνται ως μονωτικά στεγανοποιητικά, βερνίκια και κόλλες. Η έκλυση τοξικών ισοκυανικών ενώσεων από την πολυουρεθάνη προκαλεί σημαντική ρύπανση. Κατά την καύση της παράγεται μονοξείδιο του άνθρακα και υδροκυάνιο (ισχυρά δηλητήρια). Η διάθεση των προϊόντων της πολυουρεθάνης προκαλεί σημαντικό περιβαλλοντολογικό πρόβλημα όπως και ρύπανση στο νερό.
- EPS (διογκωμένη ή διηλασμένη πολυστερίνη). Η παραγωγή των προϊόντων αυτών προκαλεί εκπομπή βενζολίου και στυρενίου. Γενικά τα προϊόντα από πολυστερίνη δεν είναι ανακυκλώσιμα αν έχει χρησιμοποιηθεί αμμώνιο σαν καταλύτης.
- Πολυβινυλοχλωρίδιο – PVC. Το πολυβινυλοχλωρίδιο είναι ένα από τα πλέον χρησιμοποιούμενα πλαστικά υλικά. Είναι θερμοπλαστικό και παράγεται με βάση το πετρέλαιο και το χλώριο. Υπολογίζεται ότι μόνο στη Γερμανία το 25% του διαθέσιμου χλωρίου καταναλώνεται για την παρασκευή PVC. Κατά την παραγωγή του διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες βιχλωριδίου, υδραργύρου και διοξινών. Λόγω της σχετικά χαμηλής περιεκτικότητάς του σε πετρέλαιο η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή PVC είναι σχετικά χαμηλή (66 MJ/kg). Λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε χλώριο η καύση του παράγει ιδιαίτερα επιβλαβή συστατικά όπως οι διοξίνες το χλωροβενζόλιο τα φουράνια κ.λπ. Κατά τη διάρκεια της χρήσης του εκπέμπονται αλειφατικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες, αλκυλοφαινόλη, ακυκλικοί και αρωματικοί εστέρες του ανθρακικού οξέος κ.α.. Το PVC είναι ανακυκλώσιμο υλικό. Τα τελευταία χρόνια

λόγω των προβλημάτων ρύπανσης που προκαλεί κατά την παραγωγή και τη διάθεσή του, καταβάλλεται προσπάθεια για την αντικατάστασή του. Ως εναλλακτικά υλικά έχουν προταθεί το ξύλο, τα κεραμικά, το πολυαιθυλαίνιο και το πολυπροπυλένιο.

- Φορμαλδεΐδη. Τα συνθετικά πλαστικά προϊόντα από φορμαλδεΐδη είναι γνωστά σαν θερμοσυνθετικά πλαστικά. Η κύρια χρήση τους στο κτήριο είναι σαν συγκολλητικές ουσίες, χρώματα, βερνίκια και επαλείψεις επιφανειών. Μολονότι οι φορμαλδεΐδες χρησιμοποιούνται σε μικρές ποσότητες έχουν αρκετά μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια 87MJ/kg. Το σημαντικότερο όμως μειονέκτημα που παρουσιάζουν είναι ότι εκπέμπουν για πολλά χρόνια αρωματικούς υδρογονάνθρακες μέσα στο κτήριο. Για το λόγο αυτό είναι απαγορευτική η χρήση τους μέσα στο εσωτερικό του κτηρίου.

5.3 Η οικολογική συμπεριφορά ορισμένων από τα συνήθη χρησιμοποιούμενα μέταλλα:

- Αλουμίνιο. Το σημαντικότερο πρόβλημα του αλουμινίου έχει σχέση με την εξαιρετικά μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί η παραγωγή του από το βωξίτη. Η εξόρυξη και η κατεργασία του βωξίτη προκαλούν τοπική ρύπανση του αέρα και των νερών και αλλοίωση του τοπίου. Το αλουμίνιο είναι ανακυκλώσιμο υλικό αλλά η διεργασία ανακύκλωσής του είναι ενεργοβόρα.
- Χάλυβας. Η παραγωγή χάλυβα δημιουργεί σημαντική ρύπανση. Συγκριτικά με άλλα μέταλλα, η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή χάλυβα είναι μικρή. Για την αποφυγή διάβρωσης του χάλυβα συνήθως επιλέγεται επιφανειακή επεξεργασία με κράματα νικελίου και χρωμίου (κράματα βαρέων μετάλλων) ώστε να παραχθεί ανοξειδωτος χάλυβας. Τα κράματα αυτά εκπέμπουν βαρέα μέταλλα κατά τη φάση παραγωγής. Κράμα του χάλυβα, ο ελαφρύς χάλυβας, έχει εφαρμοσθεί για την αντικατάσταση του οικοδομικού ξύλου.

Ο χαλύβδινος σκελετός προσφέρεται για γρήγορη κατασκευή καθώς επίσης και για λύσεις μεγάλης αντοχής. Υπάρχει πλέον ευρεία εφαρμογή στο εξωτερικό τέτοιου τύπου κατασκευαστικών λύσεων οι οποίες αντιστοιχούν μορφολογικά σε ξύλινες κατασκευές. Τα μέταλλα όμως παρουσιάζουν άλλα προβλήματα σε σχέση με το ξύλο. Ο χάλυβας έχει 400 φορές μεγαλύτερη θερμοαγωγιμότητα από το ξύλο. Για το λόγο αυτό στην κατασκευή προκαλούνται πολλές θερμικές γέφυρες. Αυτό γεννά σειρά προβλημάτων όπως είναι η απαίτηση σημαντικής ενέργειας για ψύξη και

θέρμανση του κτηρίου. Πολλές φορές επιλέγεται ο χάλυβας αντί της ξύλινης κατασκευής εξαιτίας της μεγάλης ικανότητάς του να ανακυκλώνεται.

Ο χάλυβας, όμως, περιέχει μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια παραγωγής και μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια ανακύκλωσης ενώ παράλληλα δημιουργεί μεγάλη μόλυνση κατά τη διάρκεια παραγωγής του. Η βιομηχανία χάλυβα στις ΗΠΑ τη δεκαετία του 1980 ήταν υπεύθυνη για το 28% του συνολικά εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα και το 95% του συνολικά εκπεμπόμενου οξειδίου του θείου υπεύθυνου για την όξινη βροχή.

- Ψευδάργυρος. Η εξόρυξη ψευδαργύρου προκαλεί εκπομπές καδμίου που είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ψευδάργυρος δεν είναι τοξικός, αντίθετα είναι αναγκαίος με τη μορφή ιχνοστοιχείων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό όμως το κόστος ανακύκλωσής του είναι πολύ υψηλό και η ανακύκλωση είναι προς το παρόν ασύμφορη.
- Μόλυβδος. Ο μόλυβδος έχει τοξική επίδραση στους βιολογικούς οργανισμούς και η παραγωγή του είναι ενεργοβόρος. Όταν απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί αναιμία και άλλα προβλήματα όπως π.χ. στα οστά. Η χρήση του πρέπει να αποφεύγεται ιδιαίτερα στην περίπτωση χρωμάτων.
- Χαλκός. Άλατα χαλκού που εισέρχονται μέσω του δικτύου ύδρευσης στο πεπτικό σύστημα μπορούν να προκαλέσουν δυσφορία, ανωμαλίες ακόμη και φλεγμονές. Ο χαλκός είναι ανακυκλώσιμο υλικό και το κόστος για την ανακύκλωσή του είναι χαμηλό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διαδίκτυο

- <http://alkioni.blogspot.com/2009/05/blog-post.html>
- <http://alpha6.gr/wp/wp-content/uploads/2008/11/touvla2.jpg>
- <http://buildinggreen.gr/?p=387>
- http://buildinggreen.gr/wp-content/uploads/2009/04/42_44a-1.jpg
- <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/periodiko/issue19/is19ar05.pdf>
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχείο:Duerre.jpg>
- http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχείο:Granulite_soil.jpg
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Αρχείο:Ultisol.jpg>
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Βάρη>
- http://el.wikipedia.org/wiki/Γεωγραφικές_Συντεταγμένες
- http://el.wikipedia.org/wiki/ειδική_θερμοχωρητικότητα
- http://el.wikipedia.org/wiki/Ηλεκτρομαγνητική_ακτινοβολία
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Κατοικία>
- http://el.wikipedia.org/wiki/Κοσμικές_ακτίνες
- <http://el.wikipedia.org/wiki/Ραδιενέργεια>
- http://el.wikipedia.org/wiki/Φαινόμενο_του_θερμοκηπίου
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Geobiology>
- <http://fortheplanet.files.wordpress.com/2009/02/global-warming.jpg>
- http://hellas.teipir.gr/Thesis/LekanopedioAttikhs/notia_proastia/Vari/images/map/miladeza.swf
- <http://img.pathfinder.gr/clubs/images/82/205082/3.jpg>
- <http://i39.tinypic.com/261e0cy.jpg>
- <http://media.photobucket.com/image>
- http://monosimacon.blogspot.com/2008/04/2_23.html

- http://utopia.duth.gr/~kchatzim/life_cycle_analysis.htm#KZ
- <http://www.aix.meng.auth.gr/helcareLCAParadeigmataDiagrammaTsimentou.htm>
- <http://www.alpacotrading.com/>
- <http://www.buildingconservation.com/articles/wood/wood.jpg>
- http://www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/radonio.htm
- <http://www.cres.gr/>
- http://www.cres.gr/kape/education/bioclimatic_brochure.pdf
- http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/images/apomonomeno_kerdos.jpg
- http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_active_solar.htm
- <http://www.cres.gr/kape/pdf/download/bioclimatic.pdf>
- <http://www.crete-region.gr/greek/energy/feedu/images/students/solar.jpg>
- http://www.crete-region.gr/greek/energy/feedu/reac6_files/hliaki.jpg
- <http://www.e-domisi.gr/pages/kataskevi-ylika/tzaki/thesi%20tzakiou/thesi1.html>
- <http://www.ecokorinthia.gr/wp-content/uploads/2009/03/anemogenitries1.jpg>
- http://www.eeae.gr/gr/index.php?fvar=html/president/info_natural_outside
- <http://www.evonymos.org/files1/>
- http://www.geo.auth.gr/106/6_sulfates/gypsum_27.jpg
- <http://www.geomic.com/oikismoι/prim49.jpg>
- <http://www.greenbuilding.gr/odigos.php?categ=3>
- <http://www.greenroofs.gr/files/image1.jpg>
- <http://www.gtko.gr/bioklimatika/page11/page11.html>
- http://www.houselife.gr/home_decoration/gr/12/157
- http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a782523647~db=all~jump_type=rss
- <http://www.medlook.net/emf2/fovos.asp>
- http://www.nirsepes.eu/docs/Tzanakaki_Bioclisma.pdf

- http://www.ntua.gr/MIRC/5th_conference/ergasies/63_ΜΠΟΥΛΟΓΙΑΝΝΗΣ_ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ_ΤΣΟΥΚΑΝΤΑΣ.pdf
- <http://www.pasyf.gr/>
- <http://www.pcmproducts.net/>
- <http://www.physics4u.gr/nuclear/radio1.html>
- <http://www.propertyalespainspain.com/ytong.htm>
- <http://www.qualitynet.gr/displayITM1.asp?ITMID=50991>
- <http://www.renovat.gr/>
- http://www.sigmalive.com/files/image_repository/Photo_8.jpg
- <http://www.spef.gr/>
- <http://www.sunandshadow.gr>
- <http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/464/Abax.pdf>
- http://www.sunandshadow.gr/data/Articles/495/fisikos_fotismos.pdf
- http://www.texnikanea.gr/files/news/photos/647_1846.jpg
- http://www.topografoi.com/rs/wiki/index.php/Αστική_θερμική_νησίδα
- http://www.tsialos.gr/products.php?cat_id=6
- http://www.web-greece.gr/map_greece/maps/map_attiki.htm
- <http://www.xaris1.gr/LANGUAGE/GREEK/PDF/EGLOBISMENOI%20STO%20PEDIO.htm>
- <http://www.ytong.gr/>
- http://5dim-pyrgou.ilei.sch.gr/climate/html/clim_Hellas.htm

Ξένη Βιβλιογραφία

- Bennett, S., (2007), *Encyclopedia of Energy*, Delhi, Global Media
- Brownell, B., (2006), *Transmaterial, a catalog of materials that redefine our physical environment*, New York, Princeton Architectural press

- Brownell, B., (2008), *Transmaterial 2, a catalog of materials that redefine our physical environment*, New York, Princeton Architectural press
- Cauzin – Muller, D., (2001), *Οικολογική Αρχιτεκτονική, 29 παραδείγματα από την Ευρώπη*, Θεσσαλονίκη, ΚΤΙΡΙΟ – Επιλογή στην δόμηση ΕΠΕ, μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
- Gevorkian, P., (2010), *Alternative Energy Systems in Building Design*, McGraw-Hill eBooks
- Goulding, R. John και Lewis, Owen J., *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια*, Θεσσαλονίκη: εκδ. Μαλλιάρης Α. – Παιδεία Α.Ε., μετάφραση: Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας
- Hyde, R., (2008), *Bioclimatic housing, Innovative designs for warm climates*, London – USA, Earthscan
- Kleine, G., Quibeldey, J., (1997), *Κατοικίες, τυπολογία και μορφή*, Μετάφραση: Δ. Μαλασπίνας, Αθήνα: εκδ. Γκιούρδας, Μ.
- Moskow, K., AIA, (2008), *Sustainable facilities, Green design, construction and operations*, McGraw-Hill eBooks
- Phillips, D., (2004), *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press, Oxford, Architectural press
- Roaf, S., Fuentes, M., Thomas, S., (2001), *Ecohouse: A design guide*, Oxford, Architectural press
- Rossi, Aldo, (1991), *Η αρχιτεκτονική της πόλης*, Θεσσαλονίκη: εκδ. University Studio Press, μετάφραση: Βασιλική Πετρίδου
- Stang, A. & Hawthorne, C. (2005), *The green house, the new directions in sustainable architecture*, New York, Princeton Architectural press
- Williams, D., FAIA, (2007), *Sustainable design, ecology, architecture, and planning*, New Jersey, John Wiley & Sons, inc.

Ελληνική Βιβλιογραφία

- *ΑΠΑΝΤΑ 1 - Απομνημονεύματα 1*, Ξενοφών, Αρχαία Ελληνική Γραμματεία «Οι Έλληνες», Εκδόσεις Κάκτος

- Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συντονιστής: Ηλίας Ευθυμίου, (2000), *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα: εκδ. Ελληνικά γράμματα.
- Ένθετο: *Αφιέρωμα: Το πράσινο σπίτι*, εκδ.: τα ΝΕΑ σαββατοκύριακο, 5-6 Ιουνίου 2004
- Κ.Α.Π.Ε., Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ε., *Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα*, τεύχος 1 – Παιδικός σταθμός στον Χολαργό Αττικής, εκδόσεις: Κ.Α.Π.Ε.
- Κορωναίος, Γ. Αιμ., (2005), Ερευνητικό έργο: *Δομικά υλικά και οικολογία*, Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, διαδίκτυο: www.ntua.gr/vitruvius/edu.htm
- Κορωναίος, Ι. Χρ., Σημειώσεις μαθήματος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» του Δ.Π.Μ.Σ. «Περιβάλλον και Ανάπτυξη»
- Κωτσιανός, Φρ., (1980), *Ηλιακά Σπίτια, Ηλιακή Θέρμανση, Θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας*, Αθήνα, Εκδ. ΗΒΟΣ
- Λάββας, Π. Γεώργιος, (2002), *Επίτομη Ιστορία της Αρχιτεκτονικής*, Θεσσαλονίκη: εκδ. University Studio Press
- Παπαδόπουλος, Μ., Αξαρή, Κλ., (1982), *Ενεργειακός σχεδιασμός & παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίων*, Θεσσαλονίκη
- Παρουσίαση: Κορωναίος, Χρ.,: *Ανάλυση Κύκλου Ζωής σε δύο κατασκευαστικές δραστηριότητες, Ερευνητικό Πρόγραμμα SUSCON, Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*
- Παρουσίαση: Υπ.Ε.Π.Θ., *Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων,: Έξυπνο σχολείο, 5ετές πρόγραμμα δράσης*
- Πνευματικός, Γ., Σημειώσεις Εργαστηρίου Μετεωρολογίας, Τμήματος Φυσικής, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, (2003), Μάθημα: *Φυσικές Πηγές Ενέργειας, Φυσικοί πόροι και επιπτώσεις στο περιβάλλον*, Γιάννενα
- Τσιλιγκρίδης, Γ., Σημειώσεις εργαστηρίου κατασκευής συσκευών διεργασιών, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών – Ενεργειακός τομέας, Πολυτεχνική Σχολή, Α.Π.Θ., (2007), Μάθημα: *Ηλιακά Θερμικά συστήματα στην Ελλάδα, Οφέλη – προοπτικές*, Θεσσαλονίκη
- Τσιπής, Κ.&Θ., (2005): *Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα: εκδ. Κέδρος

- Τσιπήςρας, Κ., (1996): *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα: εκδ. «Νέα Σύνορα» - Α. Α. Λιβάνη

Άρθρα

- Greenpeace, *Ηλιακές στέγες: ένας πρακτικός οδηγός*, διαδίκτυο:
www.greenpeace.gr
- Ανδρουτσόπουλος, Α., (2009), *Τεχνικές επίτευξης ενεργειακής αποδοτικότητας στα κτίρια*, Τεχνικά, Αύγουστος – Σεπτέμβριος 2009, διαδίκτυο:
http://www.sate.gr/nea/Press/%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%9116102009_02.pdf
- Αργυρόπουλος, Σ., *ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ στον ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ*, διαδίκτυο:
<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/periodiko/issue14/is14ar02.pdf>
- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, (2-11-1998), *Αφιέρωμα: Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική*, Εβδομαδιαίο Ενημερωτικό Δελτίο Τ.Ε.Ε., τεύχος 2025, Αθήνα
- Παπαδημητρίου, Β., (2009), *Μελέτη σε βάθος του φαινομένου της Αστικής Θερμικής Νησίδας της Αθήνας*, εφημερίδα ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΗ, 27/06/2009
- Ξενάκης, Μ., *ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ*, διαδίκτυο:
http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
- Τζεφέρης, Π. Δρ., (26-01-2009), *Γεωθερμία, η πιο αδικημένη (μορφή ΑΠΕ στην Ελλάδα)!*, Εβδομαδιαίο Ενημερωτικό Δελτίο Τ.Ε.Ε., τεύχος 2521, Αθήνα
- Mahdavi, A., Ries, R., *The “ecologue” approach to computational building life cycle analysis*, Pennsylvania, U.S.A., διαδίκτυο:
www.ibpsa.org/%5Cproceedings%5CBS1999%5CBS99_B-37.pdf
- Meil, J.K., Trusty, W.B., *Introducing ATHENA v2.0: An LCA based decision support tool for assessing the environmental impact of the built environment*, Canada, διαδίκτυο:
<http://www.esim.ca/2002/documents/Proceedings/Session%204-2.pdf>
- Peuportier, B., Boonstra, C., *European project regener life cycle analysis of buildings*, διαδίκτυο: http://www.cenerq.ensmp.fr/francais/themes/cycle/pdf/cib_regener.pdf

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ