

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ενεργειακά κτίρια

Βιώσιμες κατασκευές

Μέτρα και υλικά εξοικονόμησης ενέργειας

Πλαίσιο ενεργειακής μελέτης κτιρίων



ΒΙΤΟΥΛΑΔΙΤΗΣ Νεκτάριος

ΧΑΪΤΟΣ Αντώνης

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΡΟΔΡΟΜΟΥ Ιωάννης

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες	2
Εισαγωγή	3
Περίληψη	4
1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Η σημασία και ο σκοπός των βιώσιμων κατασκευών	7
1.3 Ορισμός - γενικό πλαίσιο και ενδιαφερόμενα μέρη	9
1.3.1 Προσεγγίσεις βιώσιμων κατασκευών	11
1.3.2 Ζητήματα μανάτζμεντ και οργάνωσης	12
1.3.3 Ζητήματα υλικών και κτιρίων	13
1.3.3.1 Ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων (Indoor Environment Quality-IEQ)	14
1.3.3.2 Βιομηχανία παραγωγής δομικών υλικών και προϊόντων	15
1.3.3.3 Κτίρια	16
1.3.4 Χρήση πόρων	16
1.3.4.1 Χρήση ενέργειας	16
1.3.4.2 Μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας	17
1.3.4.3 Δομικά υλικά	18
1.3.4.4 Κριτήρια βιωσιμότητας κατασκευαστικών υλικών	18
1.3.4.5 Χρήση νερού	19
1.3.4.6 Χρήση γης για κατασκευές	20
1.4 Βιώσιμο αστικό περιβάλλον	20
1.5 Κοινωνικά, οικονομικά και πολιτιστικά ζητήματα	21
1.6 Συστηματική προσέγγιση για τη βιωσιμότητα των κατασκευών	22
1.6.1 Πεδία εφαρμογής βιώσιμων κατασκευών	25
1.6.2 Ανασταλτικοί παράγοντες βιωσιμότητας	25
1.6.3 Στόχοι και ρόλοι ενδιαφερόμενων πλευρών	25
1.6.4 Έρευνα και ανάπτυξη	26
2.0 Περιορισμός ενεργειακής κατανάλωσης στον τομέα της θέρμανσης	27
2.1 Εναλλακτική θέρμανση	27
2.1.1 Βιοδυναμικά τζάκια – Βιοδυναμικές σόμπες	27
2.1.2 Γεωθερμική θέρμανση	30
2.2. Θερμομόνωση	43

2.2.1	Εισαγωγή	43
2.2.2	Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου	45
2.2.3	Κτιριακά στοιχεία ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή	45
2.2.4	Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών	47
2.2.5	Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά	48
2.2.6	Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας – δοκών –υποστυλωμάτων	48
2.2.7	Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών - υποστυλωμάτων	49
2.2.8	Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών - υποστυλωμάτων	51
2.2.9	Θερμομόνωση πυρήνα εξωτερικής τοιχοποιίας	52
2.2.10	Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα	53
2.2.11	Ενίσχυση θερμομόνωσης τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων με θερμοσοβά	54
2.2.12	Θερμομόνωση κουφωμάτων	54
2.2.13	Απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου [απαιτήσεις θερμομόνωσης	57
3.0	Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα	60
3.1	Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα	60
3.1.1	Εισαγωγή	60
3.1.2	Παθητικά ηλιακά συστήματα και τεχνικές	62
3.2	Εφαρμογές και απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα	68
3.2.1	Εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα	68
3.2.2	Παθητικά συστήματα στα κτίρια	69
3.2.3	Ενεργειακή απόδοση βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα	70
4.0	Δομικά υλικά οικοδομικού τομέα	74
4.1	Υλικά και μέθοδοι οικοδόμησης	74
4.1.1	Πετρώδη υλικά	76
4.1.2	Μέταλλα	76
4.1.3	Ξύλο	77
4.1.4	Μονωτικά υλικά	77
4.1.5	Πλαστικά υλικά	78
4.1.6	Βαφές και επιχρίσματα	78
4.1.7	Υλικά συντελεστών κατασκευής	78
4.1.7.1	Θεμέλια και δομή	79
4.1.7.2	Οροφή	79

4.1.7.3	Υδατοστεγάση	80
4.1.7.4	Μόνωση	81
4.1.7.5	Εξωτερικό περίβλημα κτιρίου	81
4.1.7.6	Μόνωση πρόσοψης	81
4.1.7.7	Συστήματα ηλιακής προστασίας	82
4.1.7.8	Υαλοβερνίκωμα	82
4.1.7.9	Δάπεδα	82
4.1.7.10	Βαφές και επιχρίσματα	83
4.1.7.11	Επεξεργασία ξυλείας	83
4.1.7.12	Επεξεργασία μετάλλων	83
4.2	Χρήση ανακυκλωμένων υλικών	83
4.2.1	Κεραμικά υλικά	84
4.2.2	Σκυρόδεμα	84
4.2.3	Γύψος	84
4.2.4	Μόνωση με μεταλλικές ίνες	84
4.2.5	Γυαλί	85
4.2.6	Ξύλο	85
4.2.7	Μέταλλα	85
4.2.8	Πλαστικά υλικά	85
4.2.9	Ανακυκλωμένη άσφαλτος	86
5.0	Επιπτώσεις κτιρίων στην υγεία και την άνεση	87
5.1	Αμίαντος	87
5.2	Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)	87
5.3	Ανιχνευτές καπνού	88
5.4	Ραδόνιο	88
5.5	Κρεόζωτο	88
5.6	Σύνδρομο αρρώστιας εντός κτιρίων (Sick building syndrome)	89
5.7	Άνεση	89
6.0	Θεσμικό πλαίσιο	91
6.1	Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο	91
6.2	Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο	93
7.0	Εικόνες ενεργειακών κτιρίων	95
8.0	Συμπεράσματα	97
9.0	Βιβλιογραφία	98

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 1: Η εξέλιξη της ιδέας των βιώσιμων κατασκευών	10
Σχήμα 2: Ο μετασχηματισμός του συστήματος των παραδοσιακών κατασκευών	24
Σχήμα 3: Επί μέρους ζητήματα και στόχοι που αφορούν το υποσύστημα του φυσικού περιβάλλοντος για τις βιώσιμες κατασκευές	24
Σχήμα 4: Τυπική εφαρμογή ενός συστήματος γεωεναλλάκτη σε γεώτρηση και αντλίας θερμότητας σε κατοικία	34
Σχήμα 5: Χρήση συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας	35
Σχήμα 6: Μέσες εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε kg/MWh παραγόμενης ενέργειας)	36
Σχήμα 7: Ανάπτυξη οριζόντιου κυκλώματος γεωεναλλάκτη για εγκατάσταση συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε μικρή κατοικία στη Σκόπελο	42
Σχήμα 8: Η αντλία θερμότητας που τοποθετήθηκε για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης αυτής της κατοικίας	43
Σχήμα 9: Επιδράσεις πάνω σε ένα πλευρικό τοίχωμα	44
Σχήμα 10: Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό με φράγμα υδρατμών	50
Σχήμα 11: Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό	52
Σχήμα 12: Θερμομόνωση τοιχοποιίας στο διάκενο μεταξύ των δύο τοίχων	53
Σχήμα 13: Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονούς και διπλούς υαλοπίνακες	56
Σχήμα 14: Εξοικονομούμενη ενέργεια για κάθε τύπο υαλοπίνακα και του αντίστοιχου πετρελαίου	57
Σχήμα 15: Ηλιακό θερμοκήπιο σε κατοικία	63
Σχήμα 16: Περσίδες μόνιμης σκίασης	64
Σχήμα 17: Δροσισμός μέσω εδάφους	65
Σχήμα 18: Ηλιακή καμινάδα	65
Σχήμα 19: Ανοίγματα οροφής	67
Σχήμα 20: Τεχνικές φυσικού φωτισμού	68
Σχήμα 21: Πλήθος βιοκλιματικών κτιρίων ανά γεωγραφική περιοχή	68
Σχήμα 22: Πλήθος βιοκλιματικών κτιρίων ανά χρήση	69

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Θερμογόνος δύναμη ελληνικών καυσόξυλων	27
Πίνακας 2: Απόδοση διαφόρων κατηγοριών τζακιών	29
Πίνακας 3: Απαιτούμενη ισχύς και καύσιμα ξύλα	30
Πίνακας 4: Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικών υλικών	59
Πίνακας 5: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα κύρια υλικά κατασκευής, βάσει της ανάλυσης κύκλου ζωής υλικών Simapro	75
Πίνακας 6: Επίπεδα ήχου σε διάφορα τμήματα οικίας	90

Κατάλογος παραρτημάτων

- I. Λεξικό ενεργειακών όρων.
- II. Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Προδρόμου Ιωάννη για τη βοήθεια και τη συνδρομή που μας παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μας.

Θα θέλαμε επίσης να ευχαριστήσουμε όλους τους ειδικούς και τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον κατασκευαστικό τομέα για την απρόσκοπτη παροχή πληροφοριών σχετικά με τα ενεργειακά κτίρια.

Τέλος, θα επιθυμούσαμε να αποστείλουμε τις ευχαριστίες μας στις οικογένειές μας και στους φίλους μας, οι οποίοι όλον αυτό το καιρό της προετοιμασίας της συγκεκριμένης εργασίας στήριξαν την προσπάθειά μας.

Εισαγωγή

Αντικείμενο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας αποτελεί η ενασχόληση και η εμβάθυνση στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της οικοδόμησης και διαμόρφωσης ενεργειακών κτιρίων, ζήτημα καθοριστικής συμβολής στην προστασία του περιβάλλοντος.

Τα ενεργειακά κτίρια και η εξοικονόμηση ενέργειας σχετίζονται άμεσα με το αντικείμενο σπουδών των αντιρρυπαντικών τεχνολογιών.

Στα πλαίσια αυτά, διερευνώνται τα οφέλη, ο σκοπός, η σημασία, η χρήση φυσικών και εναλλακτικών πηγών ενέργειας αλλά και η χρήση συγκεκριμένων δομικών υλικών ώστε να καταστεί εφικτή η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και η ελάχιστη ρύπανση του περιβάλλοντος. Πραγματοποιήθηκε μία προσπάθεια ανάδειξης των πλεονεκτημάτων της βιωσιμότητας των κατασκευών και του κύριου μειονεκτημάτός του, του υψηλού κόστους κατασκευής.

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας δεν είναι άλλος από την ανάδειξη της προσωπικής ευθύνης του κάθε πολίτη στην εύρεση μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας.

Έως σήμερα, δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμη στο ελληνικό κράτος κάποια συγκροτημένη προσπάθεια [παρόλο των επιταγών της Ε.Ε.] για τη δόμηση ενεργειακών κτιρίων, ή έστω για τη μετατροπή υφιστάμενων συμβατικών κτιρίων σε ενεργειακά. Θα πρέπει όμως να αναφερθεί ότι έχει αρχίσει να διαμορφώνεται μία περιβαλλοντική συνείδηση. Η αντικατάσταση των παλαιών λαμπτήρων με νέους υψηλότερης ενεργειακής κλάσης, η διαμόρφωση 'πράσινων στεγών' και η θέσπιση της νομοθεσίας του Υπουργείου Περιβάλλοντος αποτελούν σημαντικά και ενθαρρυντικά βήματα της πολιτείας προς αυτή την κατεύθυνση.

Περίληψη

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αναπτύσσεται γύρω από δύο άξονες. Ο πρώτος άξονας αφορά στις βιώσιμες κατασκευές. Αναλύεται ο σκοπός λειτουργίας τους και οι δυνατότητες εξέλιξής τους. Ο δεύτερος άξονας της εργασίας αφορά στη χρησιμοποίηση συγκεκριμένων δομικών υλικών, άρρηκτα συνυφασμένων με τον περιορισμό και την εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Ο πρώτος άξονας της εργασίας ασχολείται με τη βιωσιμότητα των ενεργειακών κτιρίων, τα πολιτιστικά και κοινωνικοοικονομικά θέματα που άπτονται της βιωσιμότητας των κτιρίων, τη χρήση πόρων, τα πλαίσια εφαρμογής των βιώσιμων κατασκευών. Παρατίθενται επίσης διάφοροι ανασταλτικοί παράγοντες στη δόμηση πράσινων κτιρίων και τα αρνητικά χαρακτηριστικά τους.

Ο δεύτερος άξονας διαπραγματεύεται τη σχέση μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και κτιρίων, τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται και τις δυνατότητες μετατροπής μίας συμβατικής οικίας σε ενεργειακή.

Τα θέματα που θίγονται είναι αυτό της θερμομόνωσης, της εναλλακτικής θέρμανσης, της οικολογικής αρχιτεκτονικής (φυσικός φωτισμός, οικολογικά χρώματα και δάπεδα κλπ), οι πράσινες στέγες και τα ενεργειακά δομικά υλικά τοιχοποιίας.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρατίθεται ένα λεξικό όρων ενεργειακών κτιρίων όπου δίδονται συνοπτικά η περιγραφή των ορισμών. Το συγκεκριμένο λεξικό θα πρέπει να διατίθεται δωρεάν στους ενδιαφερόμενους πολίτες. Παράλληλα ενσωματώνονται πίνακες που παρουσιάζουν την ενσωμάτωση ενέργειας διάφορων υλικών της καθημερινότητας μας και κάποιες σχετικές εικόνες κτιρίων.

Τέλος επισυνάπτεται η σχετική νομοθεσία του Υπουργείου Περιβάλλοντος-Κλιματικής Αλλαγής για τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Η συγκεκριμένη νομοθεσία θεωρείται ένα σημαντικό βήμα αναφορικά με την υιοθέτηση αρχών εξοικονόμησης ενέργειας από την πλευρά των πολιτών και των αρμοδίων.

1.1 Εισαγωγή

Η WCED (World Commission for the Environment and Development - Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη), με την έκθεση Brundtland, όρισε ως Αειφόρο ανάπτυξη *«[...] αυτή που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να μειώνει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών ανθρώπων να ικανοποιήσουν τις δικές τους»* (Φλογαΐτη, 2006:84).

Συμπληρωματικά στον προηγούμενο ορισμό λειτουργεί ο ακόλουθος των IUCN (International Union for Conservation of Nature - Διεθνής Ένωση για την Προστασία της Φύσης), UNEP (United Nations Environmental Programme - Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών), WWF (World Wildlife Fund - Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση): *«Η ανάπτυξη είναι αειφόρος όταν βελτιώνει την ποιότητα ζωής στο πλαίσιο των ορίων που θέτει η φέρουσα ικανότητα των οικοσυστημάτων που υποστηρίζουν τη ζωή»*.

Μέσω του πρώτου ορισμού αναδεικνύεται η αναγκαιότητα αλληλεγγύης και υπευθυνότητας μεταξύ των γενεών και μέσω του δεύτερου η περιβαλλοντική διάσταση.

Η υιοθέτηση της αειφόρου ανάπτυξης απαιτεί τη σύλληψη και εφαρμογή ενός ορισμένου πλαισίου βιωσιμότητας για το δομημένο περιβάλλον. Ως δομημένο περιβάλλον ορίζεται το τμήμα του περιβάλλοντος που κατασκευάζεται ή οργανώνεται από ανθρώπους, συμπεριλαμβανομένων των υποδομών και των κτιρίων. Συγκρίνοντας τον βιομηχανικό τομέα με άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες, διαπιστώνεται η υπεροχή του σε μέγεθος και η στενή του σύνδεση με πλήθος δραστηριοτήτων εξαιρετικά σημαντικών για το σύνολο της κοινωνίας. Παράλληλα η πληθυσμιακή αύξηση απαιτεί την κατασκευή κτιρίων και σύγχρονων υποδομών. Η κατασκευή κτιριακών υποδομών, συγκοινωνιακών δικτύων, επικοινωνιακών δικτύων, δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης αποτελούν τον θεμέλιο λίθο για την ορθή οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη ενός κράτους και σχετίζονται άμεσα με την επίτευξη της βιωσιμότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Αναφέρεται ότι στην Ευρωπαϊκή Ένωση οι κτιριακές υποδομές απορροφούν το 40% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας, ενώ ο κατασκευαστικός τομέας στο σύνολο των δραστηριοτήτων του συμμετέχει σε ποσοστό 40% των συνολικά παραγόμενων αποβλήτων. Παράλληλα ο κατασκευαστικός τομέας, όπως προαναφέρθηκε αποτελεί τον ισχυρότερο βιομηχανικό τομέα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, συνεισφέροντας σε ποσοστό 11% του Α.Ε.Π. και προσφέροντας εργασία, άμεσα ή έμμεσα συσχετιζόμενη, σε περισσότερους από εικοσιπέντε (25)

εκατομμύρια εργαζόμενους.

Κατόπιν πολλών διαβουλεύσεων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Περιβάλλοντος, συντάχθηκε η Agenda 21, με αντικείμενο τις Βιώσιμες Κατασκευές. Στην Agenda 21, παρατίθενται τα ζητήματα που αφορούν στις αρχές βιωσιμότητας του κατασκευαστικού τομέα συνιστώντας ένα πεδίο που φιλοδοξεί να αποτελέσει τον συνδεδετικό ιστό των διακηρύξεων των αρχών βιωσιμότητας με ευρύτερο και παγκόσμιο χαρακτήρα.

Το περιεχόμενο της έννοιας των βιώσιμων κατασκευών λαμβάνει διαφορετικό χαρακτήρα για κάθε κράτος και συναρτάται με τον βαθμό ανάπτυξης του κάθε κράτους. Τα πλέον αναπτυγμένα κράτη θέτουν ως στόχο την αναβάθμιση των υφιστάμενων υποδομών μέσω της υιοθέτησης και εφαρμογής νέων τεχνολογικών μεθόδων, ενώ τα λιγότερο αναπτυγμένα ή αναπτυσσόμενα κράτη προσανατολίζονται στους τομείς της οικονομικής βιωσιμότητας και της κοινωνικής ισοκατανομής. Η έννοια της βιωσιμότητας των κατασκευών παρουσίασε μία εξέλιξη τα τελευταία έτη. Ενώ αρχικά η βιωσιμότητα των κατασκευών εστιάζονταν σε τεχνικά κυρίως θέματα, το είδος των δομικών υλικών, τις μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, στις μέρες μας η βιωσιμότητα των κατασκευών περιλαμβάνει νέα μη-τεχνικά ζητήματα με κοινωνικές και πολιτιστικές παραμέτρους.

Οι τομείς που εμπλέκονται πλέον με τη βιωσιμότητα των κατασκευών είναι οι ακόλουθοι:

- Διαχείριση (management) και οργάνωση:

Στον τομέα αυτόν, περιλαμβάνονται, εκτός της διαχείρισης των τεχνικών ζητημάτων, η διαχείριση και οργάνωση κοινωνικών, νομικών, οικονομικών και πολιτικών ζητημάτων. Δεδομένης της αλληλεξάρτησης πολλαπλών παραγόντων και της ποικιλίας των δραστηριοτήτων που αφορούν στο σύνολο της διάρκειας ζωής των κτιριακών υποδομών, από τη φάση σχεδιασμού, την υλοποίηση, τη λειτουργία και την κατεδάφιση, ο τομέας αυτός αποδεικνύεται εξαιρετικά δυσχερής και περίπλοκος στη διαχείρισή του.

- Κτίρια και δομικά υλικά:

Κύριος στόχος αποτελεί η βελτιστοποίηση των κτιριολογικών χαρακτηριστικών, χρησιμοποιώντας διάφορους δείκτες βιωσιμότητας και λαμβάνοντας πάντοτε υπόψη τη δημιουργία ποιοτικών εσωτερικών χώρων. Ενδεικτικά αναφέρονται η μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας και η δυνατότητα ανακύκλωσης των χρησιμοποιημένων υλικών.

- Κατανάλωση πόρων:

Ο τομέας αυτός εστιάζει μεταξύ άλλων, στην εξοικονόμηση ενέργειας, νερού και στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των κτιρίων.

- Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον:

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν αδρομερώς την παραγωγή στερών απορριμμάτων και υγρών αποβλήτων, την εκπομπή αερίων θερμοκηπίου, τη ρύπανση του αέρα σε τοπικό επίπεδο, την αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση κ.α.

- Οι σχετιζόμενες κατασκευές με το βιώσιμο δομημένο περιβάλλον:

Οι συγκεκριμένες κατασκευές εξετάζονται στα πλαίσια του δομημένου περιβάλλοντος, το οποίο αναπτύσσεται συνεχώς. Η πρόβλεψη της δημιουργίας αναγκαίων υποδομών (π.χ. για τη διαχείριση των απορριμμάτων) αποτελεί ως ένα επίπεδο εγγύηση της ποιότητας ζωής στα αστικά κέντρα.

- Κοινωνικοοικονομικά και πολιτιστικά ζητήματα:

Ο κατασκευαστικός κλάδος αποτελεί πυλώνα της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης ενός κράτους. Μέσω των βιώσιμων κατασκευών, πρέπει να διασφαλίζεται ο περιορισμός της οικονομικής ανέχειας των πολιτών, η δημιουργία νέων θέσεων εργασίας με υγιείς και ασφαλείς συνθήκες εργασίας και η ίση κατανομή των κερδών και του κόστους του κατασκευαστικού κλάδου.

Αναγκαίο θέμα προς διευθέτηση, αποτελεί ο περιορισμός των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων, στα πλαίσια της ανάπτυξης του τομέα της βιωσιμότητας των κατασκευών, διασφαλίζοντας παράλληλα την οικονομική τους ανταγωνιστικότητα. Οι τακτικές που εφαρμόζονται για την πραγματοποίηση της βιωσιμότητας των κατασκευών ποικίλουν και εμπλέκουν την ομάδα των μηχανικών, των εργολάβων, των ιδιοκτητών, των χρηστών, των αρμοδίων αρχών κ.α.

1.2 Η σημασία και ο σκοπός των βιώσιμων κατασκευών

Η Διεθνής Συνδιάσκεψη για το Περιβάλλον που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο το 1992 (γνωστή και ως Agenda '21, υπήρξε η αφορμή της διατύπωσης σε γενικές γραμμές της έννοιας της Βιώσιμης Ανάπτυξης που αφορά στο σύνολο της κοινωνίας. Παρόλα αυτά, η Agenda '21 παρείχε μόνο γενικές κατευθυντήριες και κρίθηκε αναγκαία η ερμηνεία της προκειμένου να δοθεί συγκεκριμένες κατευθύνσεις σε συγκεκριμένους τομείς δραστηριοποίησης όσο και σε τοπικό επίπεδο (περιοχής ή/και χώρας).

Αναφορικά με τον κατασκευαστικό τομέα η Agenda '21 εκφράστηκε με περισσότερη σαφήνεια από την Agenda Habitat II που υπήρξε προϊόν της Διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών στην Κωνσταντινούπολη το 1996. Η σπουδαιότητα του κατασκευαστικού κλάδου και του δομημένου περιβάλλοντος απορρέει από στοιχεία που δηλώνουν ότι σε κάθε κράτος το δομημένο περιβάλλον συνιστά έως και το ήμισυ του πραγματικού κεφαλαίου (real capital) ενώ ο κατασκευαστικός κλάδος αποτελεί το 10-12% του Α.Ε.Π. που κάτω υπό ορισμένων περιστάσεων για ορισμένα κράτη αγγίζει έως και το 25% του Α.Ε.Π.. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο κατασκευαστικός τομέας παρέχει εργασία σε περίπου 30 εκατομμύρια άτομα και είναι ο ισχυρότερος βιομηχανικός τομέας.

Ταυτόχρονα όμως, ο κατασκευαστικός κλάδος και το δομημένο περιβάλλον εκτιμώνται ως οι σημαντικότεροι καταναλωτές φυσικών πόρων (ενδεικτικά αναφέρονται τα δομικά υλικά και την απαιτούμενη ενέργεια για την κατασκευή και τη λειτουργία των έργων). Στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτιμάται ότι ο κτιριακός τομέας είναι υπαίτιος για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και ότι από τη λειτουργία του εκλύεται ποσοστό 30% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και το 40% των συνολικά παραγόμενων αποβλήτων.

Παράλληλα, το γεγονός ότι ο κατασκευαστικός τομέας συνιστάται κατά κύριο λόγο από ολιγομελείς επιχειρήσεις, στις οποίες δεν απασχολούνται περισσότερα από είκοσι (20) άτομα αποτελεί επίσης έναν πολύ σημαντικό παράγοντα για τη συνολική διαχείριση των ζητημάτων που αφορούν στις βιώσιμες κατασκευές. Το Διεθνές Συμβούλιο Έρευνας για τις Κατασκευές (CIB) επισημαίνει τα ακόλουθα πεδία ως σημαντικά αναφορικά με τη βιωσιμότητα των κατασκευών:

- Εξοικονόμηση ενέργειας στο δομημένο περιβάλλον.
- Υδροληψία και αποχέτευση.
- Περιβάλλον εσωτερικών χώρων.
- Πρόβλεψη κύκλου ζωής των δομικών υλικών και στοιχείων.

Το Συμβούλιο θεωρεί επίσης καίρια τη δημιουργία ενός ενιαίου πλαισίου και μιας ενιαίας αποδεκτής ορολογίας σε παγκόσμιο επίπεδο που θα επιτρέψουν την αξιολόγηση και την περαιτέρω διαμόρφωση στρατηγικών σε εθνικό, αλλά και περιφερειακό επίπεδο (national or regional Agendas).

1.3 Ορισμός - γενικό πλαίσιο και ενδιαφερόμενα μέρη

Η βιωσιμότητα των κατασκευών σχολιάζεται σε πολλά άρθρα του κειμένου της Agenda '21 (4, 5, 9, 10, 18, 19, 20, 21, 30, 36, και 40). Αυτό πραγματοποιείται στην περίπτωση όπου η έννοια της βιωσιμότητας ενέχει την έννοια του χρόνου και οι κατασκευές έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής που είναι πολλαπλάσια του κύκλου ζωής πολλών βιομηχανικών προϊόντων.

Η βιωσιμότητα των κατασκευών αφορά κατά συνέπεια στη δημιουργία και στη διαχείριση ενός υγιούς δομημένου περιβάλλοντος, βασισμένου σε ορθολογιστική χρήση των φυσικών πόρων και σε οικολογικές αρχές.

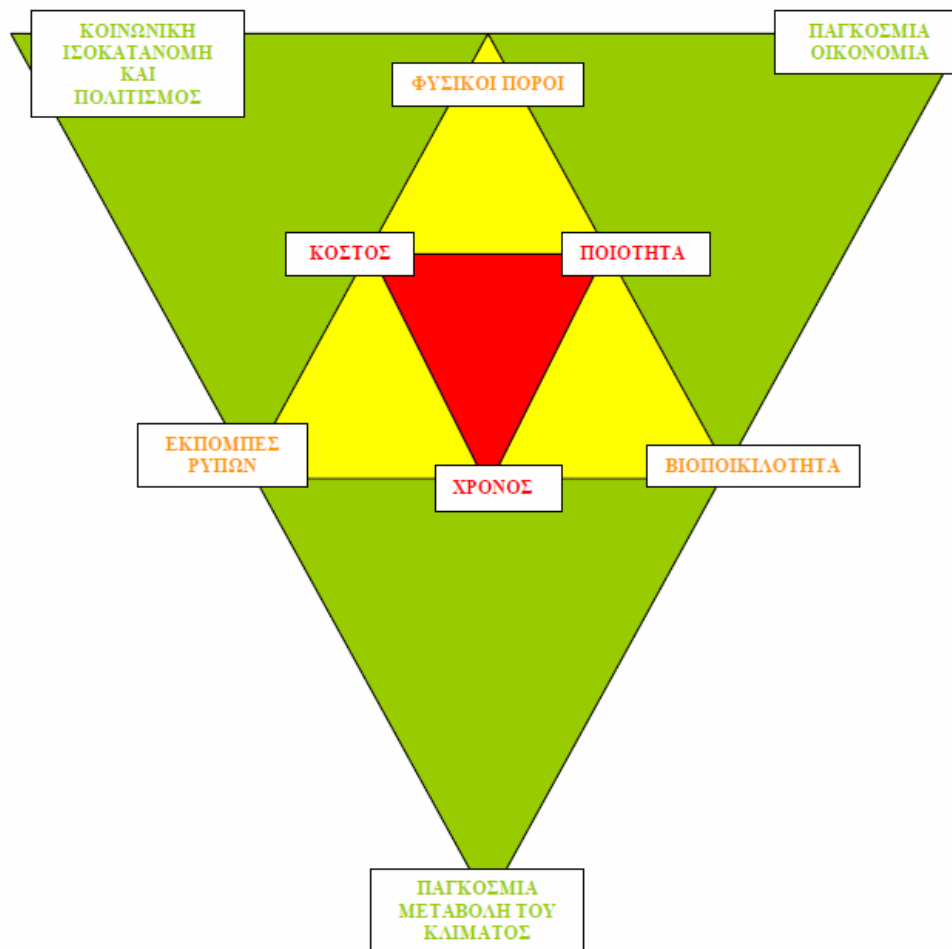
Στο σχήμα 1 παρουσιάζονται η διαφοροποίηση μεταξύ των παραγόντων που λαμβάνονται υπόψη στην παραδοσιακή κατασκευαστική διαδικασία και στη σταδιακή διεύρυνση του πλαισίου που απαιτείται να γίνει για τις βιώσιμες κατασκευές σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Στο παραδοσιακό κατασκευαστικό μοντέλο οι παράγοντες που έχουν σημαντικό ρόλο στην κατασκευαστική διαδικασία είναι το οικονομικό κόστος, η ποιότητα της κατασκευής και ο χρόνος. Η βιωσιμότητα των κατασκευών θέτει την εισαγωγή νέων παραγόντων και δημιουργεί ένα νέο πρότυπο (παράδειγμα) σύμφωνα με το οποίο πρέπει να οδηγηθεί ο κατασκευαστικός τομέας στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης. Οι παράγοντες αυτοί αφορούν στη χρήση των φυσικών πόρων, στις εκπομπές ρύπων στις φάσεις κατασκευής και λειτουργίας και στις επιπτώσεις στα οικοσυστήματα (ενδεικτικά αναφέρεται η μείωση της βιοποικιλότητας). Σε ευρύτερο παγκόσμιο επίπεδο εισέρχονται και άλλες παράμετροι σχετιζόμενες με το κοινωνικό σύνολο, ζητήματα όπως η κοινωνική δικαιοσύνη, τα πολιτιστικά θέματα, το ευρύτερο οικονομικό περιβάλλον και η ποιότητα του περιβάλλοντος.

Είναι προφανές ότι δεν είναι εφικτή η διαμόρφωση γενικών κανόνων σχετικών με τη βιωσιμότητα των κατασκευών που απαντούν εφαρμογή σε όλες τις περιπτώσεις και σε όλες τις κλίμακες με δεδομένο τον διαφορετικό βαθμό οικονομικής ανάπτυξης κάθε χώρας, τις εθνικές ή τοπικές κοινωνικές και πολιτιστικές διαφορές, το εκάστοτε οικονομικό κλίμα και το τοπικό φυσικό περιβάλλον. Παρόλα αυτά, παρά τις επικρατούσες διαφορές είναι δυνατή η επισήμανση κάποιων γενικών στοιχείων που αφορούν στις βιώσιμες κατασκευές σε κρατικό επίπεδο όπως:

- Περιορισμός της ενεργειακής χρήσης.
- Περιορισμός της χρήσης υλικών.

- Διαφύλαξη των φυσικών οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας.
- Διατήρηση της ποιότητας του δομημένου περιβάλλοντος
- Διατήρηση ή διαφύλαξη της ποιότητας του περιβάλλοντος των εσωτερικών χώρων.



Σχήμα 1: Η εξέλιξη της ιδέας των βιώσιμων κατασκευών

Εσωτερικό (κόκκινο) τρίγωνο: Παραδοσιακή κατασκευή. Το κόστος, η ποιότητα και ο χρόνος κατασκευής είναι οι βασικοί παράγοντες.

Μεσαίο (κίτρινο) τρίγωνο: Βιωσιμότητα των κατασκευών σε τοπική κλίμακα. Η χρήση πόρων, οι εκλύομενοι ρύποι και οι επιπτώσεις στα τοπικά οικοσυστήματα είναι οι επιπλέον παράγοντες.

Εξωτερικό (πράσινο) τρίγωνο: Η βιωσιμότητα των κατασκευών σε παγκόσμια κλίμακα. Κοινωνικοί και πολιτιστικοί παράγοντες, η παγκόσμια οικονομία και οι επιπτώσεις σε παγκόσμια κλίμακα διευρύνουν τους παράγοντες βιωσιμότητας των κατασκευών

Σε τοπική κλίμακα εξετάζονται ειδικότερα τα εξής θέματα:

- Η κατασκευαστική ποιότητα σχετικά με την ιδιοκτησιακή αξία.
- Η πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών των χρηστών των κτιρίων, που συνδέεται με την προσαρμοστικότητα του κατασκευαστικού τομέα στα νέα δεδομένα της αγοράς ακινήτων.
- Η επέκταση της χρήσης των ακινήτων

- Η χρήση τοπικών φυσικών πόρων π.χ. δομικών υλικών ή ανθρώπινου δυναμικού.

Επιγραμματικά τα ζητήματα των βιώσιμων κατασκευών είναι:

- ‘Φυσικά’ ζητήματα συνδεδεμένα με τους φυσικούς πόρους, ενέργεια και υλικά.
- ‘Βιολογικά’ ζητήματα συνδεδεμένα με την επιβίωση του ανθρώπου.
- ‘Κοινωνικά’ ζητήματα, όπως κοινωνικοοικονομικά, κοινωνικοπολιτικά, και κοινωνικό- πολιτιστικά.

Η κατασκευαστική διαδικασία που ξεκινά από τη φάση του αρχικού σχεδιασμού, τη λειτουργία και την τελική φάση της κατεδάφισης, αφορά πλήθος ενδιαφερομένων πλευρών ή / και κοινωνικών ομάδων (stakeholders) στις οποίες περιλαμβάνονται οι κυβερνήσεις, τα ερευνητικά ινστιτούτα, οι μηχανικοί, οι κατασκευαστές, οι εργολάβοι, οι προμηθευτές και οι κατασκευαστές υλικών, οι αγοραστές ή / και οι χρήστες κτιρίων και κατασκευών. Τα μέρη αυτά εμφορούνται από διαφορετικές απόψεις σχετικά με τη βιωσιμότητα των κατασκευαστικών υποδομών. Αναφέρεται ότι σε επίπεδο κυβερνήσεων κυρίαρχης σημασίας ζήτημα αποτελεί η ανάπτυξη συγκεκριμένων πολιτικών και σχεδίων για την εφαρμογή των βιώσιμων κατασκευών, ενώ παράλληλα τίθεται το ζήτημα του περιορισμού του φαινομένου της κλιματολογικής μεταβολής. (Ο περιορισμός των επιπτώσεων επιχειρείται μέσω της θέσπισης κατάλληλων νομοθετικών ρυθμίσεων και την εφαρμογή των διατάξεων του πρωτοκόλλου του Κιότο). Σε επίπεδο μελετητών κτιριακών υποδομών και χρηστών το κύριο ενδιαφέρον αφορά στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και ο προσδιορισμός των σχετικών τεχνικών.

1.3.1 Προσεγγίσεις βιώσιμων κατασκευών

Όπως προαναφέρθηκε οι βιώσιμες κατασκευές συνδέονται με διάφορα ζητήματα. Σύμφωνα με το CIB διαχωρίζονται σε:

1. Ζητήματα μάνατζμεντ και οργάνωσης σχετιζόμενα με τις οικονομικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές παραμέτρους των βιώσιμων κατασκευών. Τα ζητήματα αυτά εμπερικλείουν παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στην εξέλιξη των βιώσιμων κατασκευών.
2. Ζητήματα που άπτονται των κτιρίων, της ποιότητας υλικών, της δυνατότητας επαναχρησιμοποίησής τους και της διασφάλισης της δημόσιας υγείας.
3. Ζητήματα που διαπραγματεύονται τη σχέση κατασκευών και φυσικού περιβάλλοντος, όπως την κατανάλωση φυσικών πόρων.

1.3.2 Ζητήματα μανάτζμεντ και οργάνωσης

Ο κατασκευαστικός τομέας επηρεάζεται και προσδιορίζεται από νομικές, οικονομικές, κοινωνικές και πολιτικές παραμέτρους. Κρίνεται αναγκαίο για τη βιωσιμότητα του κατασκευαστικού τομέα να τεθούν οι ακόλουθοι στόχοι (future environment-vision):

1. Υιοθέτηση πολιτικών υψηλότερου επιπέδου ηθικής και σεβασμού των ανθρωπίνων δικαιωμάτων.
2. Υιοθέτηση και εφαρμογή υψηλότερων περιβαλλοντικών κριτηρίων μέσω της προώθησης και εφαρμογής ικανών συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης.
3. Υιοθέτηση περιβαλλοντικών αρχών από τη φάση του αρχικού σχεδιασμού.

Για την πραγματοποίηση των ανωτέρω στόχων απαιτείται η ανάληψη των ακόλουθων δράσεων:

α. Στη φάση του σχεδιασμού, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη εξελιγμένων σχεδιαστικών προγραμμάτων που θα οδηγήσουν στη χρήση περιβαλλοντικών κριτηρίων με σκοπό τον βέλτιστο σχεδιασμό του έργου και τη συνεχή ανταλλαγή πληροφοριών και αναδράσεων κατά τη φάση υλοποίησης του έργου. Στην περίπτωση μελέτης και σχεδιασμού περιβαλλοντικών κτιρίων, θα χρησιμοποιηθούν επίσης στοιχεία σχετικά με την ποιότητα των υλικών και την περιβαλλοντική επίδοση των κτιρίων.

β. Κατά τη φάση της κατασκευής η υιοθέτηση περιβαλλοντικών προτύπων εμφανίζει υψηλότερο επίπεδο δυσκολίας σε σχέση με άλλους βιομηχανικούς κλάδους. Οι παρεμβάσεις κατά τη φάση της κατασκευής ενδέχεται να αφορούν την καλύτερη ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών, τις ανακατασκευές παλαιών κτιρίων, τη χρησιμοποίηση νέων τεχνολογικών εφαρμογών και τον σχεδιασμό νέων προϊόντων.

γ. Οι αναβαθμίσεις της φάσης σχεδιασμού και κατασκευής, απαιτούν την απασχόληση προσωπικού με νέες τεχνικές ειδικότητες, την καλύτερη οργάνωση και διαχείριση των διαδικασιών και την ενίσχυση του τομέα διαχείρισης κινδύνου. Το εξειδικευμένο προσωπικό που θα απασχοληθεί, θα οργανωθεί σε αυτόνομες ομάδες.

δ. Αναμένεται η συμμετοχή του κοινού στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, γεγονός που θα απαιτήσει τη χρήση σύγχρονων υπολογιστικών εργαλείων και εξέλιξης των τεχνικών διαπραγμάτευσης μεταξύ των ενδιαφερόμενων εμπλεκόμενων ομάδων.

ε. Απαραίτητη κρίνεται η συμμετοχή και παρακολούθηση των απασχολούμενων μελετητών και κατασκευαστών μηχανικών σε εξειδικευμένα περιβαλλοντικά ζητήματα. Παράλληλα μέριμνα θα πρέπει να ληφθεί για την ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των

υπολοίπων εμπλεκόμενων ομάδων, συμπεριλαμβανομένου του κοινού.

στ. Η προώθηση των βιώσιμων κατασκευών απαιτεί επίσης τη θέσπιση περιβαλλοντικών προτύπων και κανονισμών όπως της Οικολογικής Σήμανσης και της Πιστοποίησης. Προκειμένου να επιτευχθεί η ποσοτικοποίηση της περιβαλλοντικής επίδοσης και η διευκόλυνση της πιστοποίησης απαιτείται να συμπεριληφθούν περιβαλλοντικά πρότυπα που βασίζονται στον κύκλο ζωής των κατασκευών και να ενσωματωθούν στους κατασκευαστικούς κώδικες.

Η ανάπτυξη και η εξέλιξη της βιωσιμότητας των κατασκευών μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της διεξαγωγής μελετών και ερευνών στον τομέα των περιβαλλοντικών προτύπων των δομικών υλικών και κτιρίων, της βελτίωσης ποιότητας αέρα στα κτίρια, της ελαχιστοποίησης των παραγόμενων αποβλήτων με μεθόδους ανακύκλωσης και της εξοικονόμησης και επαναχρησιμοποίησης δομικών υλικών.

Παρόλα αυτά η εξέλιξη που σημειώθηκε στα ζητήματα διαχείρισης και οργάνωσης του κατασκευαστικού τομέα παρεμποδίζεται από την έλλειψη ευαισθητοποίησης των μηχανικών και κατασκευαστών, την ελλιπή ή μη συμμετοχή των εμπλεκόμενων πλευρών, την έλλειψη ενδιαφέροντος των επαγγελματικών και κρατικών φορέων και την ελλιπή ή μη ενημέρωση των πολιτών.

1.3.3 Ζητήματα υλικών και κτιρίων

Τα κτίρια που κατασκευάζονται σύμφωνα με τις αρχές της βιωσιμότητας χαρακτηρίζονται από ανομοιογένεια, εξαιτίας της διαφορετικότητας των οικονομικών, περιβαλλοντικών, κλιματικών, και πολιτιστικών συνθηκών. Είναι σαφές ότι η επίτευξη της βιωσιμότητας των κτιρίων πραγματοποιείται, λαμβάνοντας υπόψη τοπικά δεδομένα και ιδιαιτερότητες. Παράλληλα η αξιολόγηση της βιωσιμότητας ενός κτιρίου, πραγματοποιείται μέσω δύο παραγόντων:

1. Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον.
2. Ανθρώπινη υγεία.

Το Green Building Challenge Framework (GBC Framework) συνιστά ένα ευρύ πλαίσιο της αξιολόγησης της βιωσιμότητας των κτιρίων στο οποίο εξετάζονται οι ακόλουθες παράμετροι:

- Χρήση ενέργειας.
- Δομικά υλικά.
- Νερό.

- Γη.
- Επενδύσεις κεφαλαίων.
- Λειτουργικότητα ή επίπεδο εξυπηρέτησης.
- Καταλληλότητα κτιρίου.
- Ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων.
- Ποιότητα αέρα και αερισμού.
- Τεχνητός και φυσικός φωτισμός.
- Θόρυβος και η ακουστική.
- Συστήματα ελέγχου.
- Επιπτώσεις φορτίων στην τοπική και ευρύτερη ζώνη του κτιρίου.
- Επιπτώσεις κτιρίου στην τοπική κοινωνία.
- Ρύπανση του αέρα στην ευρύτερη ζώνη.
- Μείωση του παραγόμενου όζοντος.
- Εκπομπή αερίων θερμοκηπίου.
- Σχεδιασμό κατασκευαστικής διαδικασίας.
- Διαχείριση λειτουργιών κτιρίου.
- Συντήρηση κτιρίου.

1.3.3.1 Ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων (Indoor Environment Quality-IEQ)

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το περιβάλλον των εσωτερικών χώρων των κτιρίων είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η χρησιμοποίηση σύγχρονων δομικών υλικών, η ακουστική και ο φωτισμός. Είναι γνωστό ότι η ποιότητα περιβάλλοντος των εσωτερικών χώρων έχει άμεσες και σημαντικές επιδράσεις στην παραγωγικότητα του προσωπικού και είναι δυνατόν να εγκυμονεί κινδύνους στην υγεία τους. Κατά κανόνα, η ποιότητα αέρα των εσωτερικών χώρων είναι κατώτερη αυτής του εξωτερικού περιβάλλοντος λόγω της χρησιμοποίησης συγκεκριμένων δομικών υλικών και εξοπλισμού. Εργασίες όπως το μαγείρεμα, η καθαριότητα και οι χρωματισμοί επιβαρύνουν την ποιότητα του αέρα.

Έχει αποδειχθεί, σύμφωνα με έρευνες που διεξήχθησαν από την USEPA, ότι η ποιότητα αέρα των εσωτερικών χώρων είναι δυνατόν να είναι έως και δέκα φορές χαμηλότερη από την ποιότητα του εξωτερικού αέρα. Η ποιότητα του εξωτερικού αέρα είναι υψηλότερη λόγω της θέσπισης και εφαρμογής αυστηρότερων κανονισμών.

Η ποιότητα αέρα των εσωτερικών χώρων έλαβε ιδιαίτερη αξία, διότι διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, δαπανάται μέσα σε αυτά. Στη χαμηλή ποιότητα του εσωτερικού αέρα αποδίδεται στις μέρες μας η αύξηση των αλλεργικών περιστατικών, των πνευμονικών νοσημάτων και των κρουσμάτων καρκίνου των πνευμόνων. Έχει αποδειχθεί επίσης ότι οι ασφαλιστικές δαπάνες και οι οικονομικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την εμφάνιση των ανωτέρω παθήσεων είναι υψηλότερη του ενεργειακού κόστους κατανάλωσης και των δαπανών καθαριότητας των κτιρίων. Προκειμένου να σταθμιστούν οι κίνδυνοι για την υγεία των εργαζομένων πρέπει να καταγραφούν οι παραγόμενοι ρύποι.

Στη συνέχεια αναφέρονται επιγραμματικά οι παράγοντες που ρυθμίζουν την ποιότητα αέρα των εργασιακών χώρων:

- Σκόνη, αιωρούμενα σωματίδια κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής και ανακατασκευής των κτιρίων.
- Ανεπαρκής αερισμός και αυξημένη εσωτερική υγρασία.
- Ποιότητα και σχεδιασμός εξοπλισμού εγκατάστασης εξαερισμού.
- Επιλογή υλικών του εσωτερικού των κτιρίων και της επίπλωσης.
- Παραγόμενες εκπομπές ρύπων από τα φωτοτυπικά μηχανήματα και τους εκτυπωτές laser.
- Παραγόμενα οξείδια αζώτου από συσκευές θέρμανσης, κουζίνες αερίου και κάπνισμα.
- Επαρκής θέρμανση.
- Ακουστική μόνωση.
- Φωτισμός.

1.3.3.2 Βιομηχανία παραγωγής δομικών υλικών και προϊόντων

Ο βιομηχανικός κατασκευαστικός τομέας είναι ιδιαίτερα ενεργειοβόρος στην παραγωγή βιομηχανικών υλικών όπως του σιδήρου, του ατσαλιού, του τσιμέντου, του γυαλιού και των διαφόρων συνθετικών μονωτικών υλικών.

Δεδομένου ότι τα ανωτέρω βιομηχανικά υλικά χρησιμοποιούνται ευρέως στην κατασκευή κτιρίων, η βιωσιμότητα των κτιρίων εξαρτάται έστω και έμμεσα από αυτά.

Η βιωσιμότητα των κτιρίων είναι δυνατόν να αυξηθεί μέσω:

- Του περιορισμού των ενσωματωμένων υλικών και της περικλειόμενης ενέργειας. Οι ανωτέρω περιορισμοί καθίστανται εφικτοί μέσω της χρησιμοποίησης ανανεώσιμων

δομικών υλικών, μέσω της ανακύκλωσης τους και της αύξησης της ανθεκτικότητας και της διάρκειας ζωής τους.

- Του χαμηλού ή μηδενικού επιπέδου έκλυσης ρύπων μέσω της χρησιμοποίησης χρωμάτων 'φιλικών' προς το περιβάλλον.
- Υλικών επισκευάσιμων και ανακυκλώσιμων (product stewardship).

Οι ανωτέρω περιγραφόμενοι στόχοι είναι εφικτοί μέσω της κατάλληλης συνεργασίας μηχανικών μελετητών και κατασκευαστικών εταιρειών δομικών υλικών. Η Περιβαλλοντική Σήμανση (ecol-label) είναι η καταλληλότερη σήμανση για την επιλογή υλικών με τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, τη χαμηλότερη ενσωματωμένη ενέργεια και δυνατότητα ανακύκλωσης.

Η βιωσιμότητα των κτιρίων είναι δυνατόν να αξιολογηθεί μέσω διαφόρων μεθόδων όπως της Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (Life Cycle Analysis-LCA) ή του συνδυασμού μεθόδων (LCA και Ανάλυση Κινδύνου).

1.3.3.3Κτίρια

Οι κτιριακές υποδομές για να αξιολογηθούν περιβαλλοντικά, απαιτείται να χρησιμοποιηθεί κατάλληλη μεθοδολογία αξιολόγησης. Το πλήθος των παραμέτρων που θα ληφθούν υπόψη και το εύρος των μετρήσεων βοηθά στην υψηλότερη περιβαλλοντική αξιολόγηση. Θα πρέπει όμως να αναφερθεί ότι ο όρος περιβαλλοντική αξιολόγηση δεν είναι πλήρως διασαφηνισμένος, δεδομένου ότι τα διάφορα εμπλεκόμενα μέρη αντιλαμβάνονται κατά τα διαφορετικό τρόπο την περιβαλλοντική αξιολόγηση.

1.3.4 Χρήση πόρων

Οι πόροι που χρησιμοποιούνται στον κατασκευαστικό τομέα επιγραμματικά είναι κυρίως η γη, το νερό, τα δομικά υλικά και η χρήση διαφόρων μορφών ενέργειας. Στις ενότητες που ακολουθούν αναλύεται η χρήση του κάθε πόρου εκτενέστερα.

1.3.4.1Χρήση ενέργειας

Κύρια αιτία της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής αποτελεί η αλόγιστη χρήση ενέργειας. Κατά την παραγωγή ενέργειας από διάφορα συμβατικά καύσιμα εκλύονται αέριοι ρύποι. Η σχετικά χαμηλή τιμή των καυσίμων λειτούργησε ανασταλτικά στην

ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών για την αποδοτικότερη και οικονομικότερη χρήση των ενεργειακών πόρων. Προβλέπεται ότι η σύγκλιση της οικονομίας των κρατών της Ανατολικής Ευρώπης θα επιδεινώσει το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής.

Εκτιμάται ότι παρά τις μεταβολές στην ενεργειακή κατανάλωση κάθε κράτους, ποσοστό 30% της καταναλισκόμενης ενέργειας απορροφάται από τις κτιριακές εγκαταστάσεις ενώ λαμβάνοντας υπόψη και έμμεσους παράγοντες το ποσοστό ενέργειας που αναλώνεται στα κτίρια αγγίζει το ποσοστό 50%. Δυστυχώς, έως τις μέρες μας, το κύριο βάρος για την εξοικονόμηση ενέργειας έχει δοθεί στα νέα κτίρια και σε ελάχιστα κράτη έχουν δρομολογηθεί ενέργειες για την εξοικονόμηση ενέργειας στα παλαιά κτίρια.

1.3.4.2 Μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας

Οι μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας αφορούν κυρίως στην ανάπτυξη μεθόδων υψηλότερης ποιότητας μόνωσης, παθητικής θέρμανσης, ψύξης, εκμετάλλευσης των πηγών φυσικού φωτισμού και εφαρμογής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στα πλαίσια εφαρμογής των συγκεκριμένων τεχνολογικών μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας, απαιτείται σύγχρονος σχεδιασμός των θεμελίων, της πρόσοψης και της οροφής του κτιρίου. Παράλληλα έμφαση θα πρέπει να δοθεί στη δυνατότητα εργασιών επισκευής, αναμόρφωσης και αναβάθμισης του κτιρίου σε όλη τη χρονική διάρκεια λειτουργίας του.

Οι κυριότερες μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας συνοψίζονται ακόλουθα:

- Αποθήκευση και ανάκτηση ενέργειας.
- Τεχνολογικές εφαρμογές παθητικής θέρμανσης και φωτισμού.
- Τεχνολογικές εφαρμογές ανίχνευσης και αυτόματης ρύθμισης θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων και φωτισμού.
- Νέες μέθοδοι θερμομόνωσης και ηχομόνωσης.
- Χρησιμοποίηση υλικών χαμηλής ενσωματωμένης ενέργειας.

Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί η αναγκαιότητα ανάπτυξης τοπικών και ανανεώσιμων σταθμών ενεργειακής τροφοδότησης. Μέριμνα πρέπει επίσης να δοθεί στην ενίσχυση των δικτύων μαζικής μεταφοράς, ώστε να αποτραπεί η κατασκευή νέων αυτοκινητοδρόμων που αφενός παρουσιάζουν υψηλό κόστος κατασκευής, αφετέρου, προωθούν τη χρήση ιδιωτικών μέσων μετακίνησης, τα οποία αποτελούν καταναλωτές ενέργειας και επιβαρύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

1.3.4.3 Δομικά υλικά

Τα κατασκευαστικά έργα επιδρούν εξαρχής αρνητικά στο φυσικό περιβάλλον, διότι αποκόπτουν τη συνέχεια του ιστού του φυσικού περιβάλλοντος και σε ορισμένες περιπτώσεις θέτουν σε κίνδυνο την ισορροπία της βιοποικιλότητας της περιοχής.

Επίσης στις εργασίες κατασκευής ή ανακατασκευής των κτιρίων χρησιμοποιούνται δομικά υλικά χωρίς να έχει προβλεφθεί η δυνατότητα ανακύκλωσής τους ή επαναχρησιμοποίησής τους. Θετική εξαίρεση αποτελεί η χρήση υλικών κατεδάφισης ως υπόστρωμα στην κατασκευή δρόμων. Σε πολλά κράτη υιοθετήθηκε η πρακτική ανακύκλωσης των δομικών υλικών κατά την προαναφερθείσα μέθοδο. Εντούτοις ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί ώστε να μην επαναχρησιμοποιούνται τοξικά ή βλαπτικά δομικά υλικά (αμίαντος, βαριά μέταλλα).

Ευοίωνη προοπτική αποτελεί η περίπτωση της Σουηδίας όπου έχουν υιοθετηθεί αρκετές πρακτικές για την ανακύκλωση ή την επαναχρησιμοποίηση δομικών υλικών. Συγκεκριμένα υλικά όπως ανακυκλωμένο μπετόν, πλίνθοι, ελαστικά και ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιήθηκαν επιτυχώς στην κατασκευή σκυροδέματος. Πιο αναλυτικά, φυσικά πετρώματα, άμμος, χαλίκια επαναχρησιμοποιούνται σε ποσοστό 90%, η άσφαλτος σε ποσοστό 60%, ενώ ποσοστό που ανέρχεται σε 80% του ξύλου αξιοποιείται εκ νέου στην ενεργειακή παραγωγή. Το σκυροδέμα επαναχρησιμοποιείται σε εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό της τάξης του 20%. Εκτιμάται ότι σε ετήσια βάση παράγονται συνολικά, έξη (6) εκατομμύρια τόνοι υλικών από την κατεδάφιση κτιρίων και οδών, από τα οποία ποσοστό 43% αυτών επαναχρησιμοποιείται, ποσοστό 7% ανακυκλώνεται, ποσοστό 5% οδηγείται σε καύση για ενεργειακή παραγωγή ενώ το υπόλοιπο ποσοστό 45% είναι στερεά απορρίμματα.

1.3.4.4 Κριτήρια βιωσιμότητας κατασκευαστικών υλικών

Οι εργασίες κατασκευής κατανέμονται στις φάσεις σχεδιασμού, μελέτης, κατασκευής, επισκευής και κατεδάφισης. Στη συνέχεια αναλύονται τα κριτήρια βιωσιμότητας των κατασκευαστικών υλικών στις προαναφερθείσες φάσεις.

Αρχικές φάσεις και φάσεις μελέτης

Στην αρχική φάση σχεδιασμού και μελέτης η επιλογή των υλικών πραγματοποιείται με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Περιβαλλοντική επίδοση.
- Χρόνος ζωής.
- Επιπτώσεις στην υγεία.

Στη φάση μελέτης, η επιλογή των δομικών υλικών υποβοηθείται μέσω της χρήσης εξειδικευμένων εργαλείων διαχείρισης (eco-balance tools). Ένας δεύτερος καθοριστικός παράγοντας στην επιλογή των κατασκευαστικών υλικών είναι η δυνατότητα αποσυναρμολόγησης (reversible building process).

Φάσεις κατασκευής, επισκευής και κατεδάφισης

Κατά τις φάσεις κατασκευής, επισκευών και κατεδάφισης εγείρονται ζητήματα που αφορούν κατά κύριο λόγο τις εργοληπτικές επιχειρήσεις και αναφέρονται τα εξής:

- Χρήση τοπικών υλικών και επαναχρησιμοποίηση υλικών για επισκευές.
- Αποσυναρμολογούμενα υλικά.
- Ειδική κατάλληλη σήμανση για τη διευκόλυνση της αφαίρεσης και ανακύκλωσης επί μέρους ανταλλακτικών.
- Υιοθέτηση κριτηρίων ποιότητας ανακυκλούμενων υλικών.
- Διαχείριση ολικής ποιότητας κατασκευών.

Συγκεκριμένα στα αναπτυσσόμενα κράτη, ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στις μεθόδους αποκατάστασης των κτιρίων. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η όχληση στους ενοίκους, στους περιοίκους και στο περιβάλλον, χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία. Στον τομέα των κατεδαφίσεων εφαρμόζονται νέες τεχνικές ώστε να καταστεί πιο απλή η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των δομικών υλικών. Στον τομέα των υποδομών ύδρευσης και αποχέτευσης, επιβάλλεται η ανάπτυξη και υιοθέτηση τεχνικών ώστε να είναι εφικτή η επιτόπια επισκευή των δικτύων.

1.3.4.5 Χρήση νερού

Σκοπός των βιώσιμων κατασκευών είναι η ελάττωση της κατανάλωσης νερού. Στα βιώσιμα κτίρια η εξοικονόμηση του νερού επιτυγχάνεται μέσω της εγκατάστασης συστημάτων εξοικονόμησης νερού, συστημάτων εκμετάλλευσης των όμβριων νερών (για άρδευση πρασίνου), βρύσες χαμηλής ροής κ.α.

1.3.4.6 Χρήση γης για κατασκευές

Τα σημαντικότερα θέματα που συνδέονται με τη βιώσιμη χρήση γης στον κατασκευαστικό τομέα είναι τα ακόλουθα:

- Αποδοτική χρήση γης.
- Σχεδιασμός μακροχρόνιας χρήσης κτιρίων.
- Προσαρμογές ή / και μετατροπές υπαρχόντων κτιρίων.

Δεδομένου ότι η χρήση γης συνεπάγεται επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην οικονομία και κοινωνία της περιοχής θα πρέπει να γίνει προσεκτική επιλογή της έκτασης γης. Το πρόβλημα εντείνεται στις περιπτώσεις όπου υπάρχει μεγάλη πυκνότητα αστικού πληθυσμού. Σε αυτές τις περιοχές θα πρέπει να αξιοποιηθούν υπόγειοι χώροι για στάθμευση ή εμπορική και βιομηχανική χρήση. Επίσης, θετική κρίνεται η επαναχρησιμοποίηση γης όπου υπήρχαν κατασκευές (brown field development) σε αντίθεση με περιοχές γεωργικής χρήσης ή φυσικών οικοσυστημάτων (greenfield development). Επίσης υπάρχει η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και αξιοποίησης παλαιών κτιρίων για νέες χρήσεις. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι η υλοτομική δραστηριότητα και η εγκατάσταση και λειτουργία λατομείων συνεπάγεται την καταστροφή φυσικών οικοσυστημάτων.

1.4 Βιώσιμο αστικό περιβάλλον

Σε παγκόσμια κλίμακα, εκτιμάται μετανάστευση σε ετήσια βάση στα αστικά κέντρα είκοσι εκατομμυρίων ατόμων. Ήδη έχουν δημιουργηθεί είκοσι (20) ‘μέγα-πόλεις’ πληθυσμού άνω των δέκα (10) εκατομμυρίων ατόμων.

Το φαινόμενο της αστικοποίησης ευθύνεται για την μετατροπή αγροτικών περιοχών σε αστικές και την καταστροφή της πολύτιμης γεωργικής γης. Παράλληλα παρατηρείται αλόγιστη χρήση των τοπικών ανανεώσιμων φυσικών πόρων, όπως το νερό. Η έντονη αστικοποίηση ευθύνεται επίσης και εγκυμονεί κινδύνους για τη δημόσια υγεία και οξύνει τα κοινωνικά προβλήματα.

Δυστυχώς, οι σύγχρονες πόλεις διαθέτουν ‘γραμμικό μεταβολισμό’. Εκμεταλλεύονται υψηλά αποθέματα νερού, ενέργειας, ορυκτών καυσίμων και τροφίμων. Αντίθετα, μια βιώσιμη πόλη πρέπει να χαρακτηρίζεται από ‘κυκλικό μεταβολισμό’ χρησιμοποιώντας μόνο τοπικούς φυσικούς πόρους, ώστε να περιορίζεται το ‘περιβαλλοντικό της ίχνος’ (environmental footprint) και να παρέχει τη δυνατότητα

ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης όλων των απορριμμάτων και λυμάτων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε σε εφαρμογή το 1992 το Πρόγραμμα για Βιώσιμες Πόλεις (Sustainable Cities Project) που έχει σκοπό εκτός από την αναβάθμιση των οικολογικών και περιβαλλοντικών δεικτών, την αναβάθμιση των αστικών οικονομικών και κοινωνικών δεικτών. Το πρόγραμμα θέτει τέσσερις αρχές προκειμένου να πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση της βιωσιμότητας του αστικού περιβάλλοντος:

1. Αρχή της διαχείρισης του αστικού περιβάλλοντος. Πρόκειται για μια πολιτική διαδικασία που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και μελέτη και αποτελεί την εισαγωγή για την υιοθέτηση της επόμενης αρχής που στοχεύει στην ολοκληρωμένη πολιτική για το αστικό περιβάλλον.
2. Αρχή ολοκληρωμένης πολιτικής αστικού περιβάλλοντος. Αποσκοπεί στην υιοθέτηση μίας πολιτικής που συμπεριλαμβάνει όλα τα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα κατά έναν κοινά αποδεκτό τρόπο.
3. Αρχή οικολογικής σκέψης. Η πόλη αντιμετωπίζεται ως ένα πολύπλοκο οικοσύστημα με ροές ύλης και ενέργειας και αέναες διαδικασίες μεταβολών και εξέλιξης. Τα θέματα που άπτονται των ενεργειακών πόρων, των φυσικών πόρων, των απορριμμάτων και των λυμάτων εξετάζονται με λογικές λειτουργίας οικοσυστήματος. Τα κοινωνικά θέματα επίσης εξετάζονται με οικολογικό τρόπο σκέψης αντιμετωπίζοντας την πόλη ως 'κοινωνικό οικοσύστημα'.
4. Αρχή της συνεργασίας. Αναγκαία κρίνεται επίσης η ομαλή συνεργασία μεταξύ των ενδιαφερομένων πλευρών που συγκροτούν τον κοινωνικοοικονομικό ιστό ενός αστικού κέντρου για την προώθηση της βιωσιμότητας του αστικού περιβάλλοντος. Κατά αυτόν τον τρόπο ενισχύεται η ανταλλαγή απόψεων και η δημιουργία δικτύων πληροφοριών (εκπαιδευτικών, συμβουλευτικών κλπ).

Μέσω του συγκεκριμένου Προγράμματος της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 1997 τέθηκαν διάφοροι στόχοι αναφορικά με τη βιωσιμότητα του αστικού περιβάλλοντος. Ενδεικτικά αναφέρονται η ενίσχυση των οικονομικών δραστηριοτήτων, ο περιορισμός της ανεργίας, η προώθηση των αρχών της ισότητας, η ενσωμάτωση κοινωνικών ομάδων, η αναδιαμόρφωση υποβαθμισμένων περιοχών, κ.α.

1.5 Κοινωνικά, οικονομικά και πολιτιστικά ζητήματα

Η έννοια της βιωσιμότητας λαμβάνει και οικονομικό χαρακτήρα αλλά όχι με τη στενή έννοια του οικονομικού οφέλους, αλλά με την ισοκατανομή του κόστους ανάπτυξης και των οφελών στο σύνολο των κοινωνικών ομάδων. Σε αυτά τα πλαίσια

εντάσσεται η άμβλυνση των οικονομικών διαφορών μεταξύ των διαφόρων κοινωνικών ομάδων, η ενίσχυση και προώθηση τοπικών αναπτυξιακών πρακτικών.

Παράλληλα οι αρχές της κοινωνικής βιωσιμότητας ενθαρρύνουν την εφαρμογή των αρχών της ισότητας των ατόμων και των κοινωνικών ομάδων, το αίσθημα κοινωνικής ευθύνης, τη συλλογική συμμετοχή στις αποφάσεις, τον σεβασμό στα ανθρώπινα δικαιώματα.

1.6 Συστηματική προσέγγιση για τη βιωσιμότητα των κατασκευών

Η περιπλοκή των ζητημάτων, το πλήθος των ενδιαφερομένων και εμπλεκόμενων κοινωνικοοικονομικών ομάδων καθιστούν αναγκαία μια συστηματική παρουσίαση των απαιτούμενων στόχων και στρατηγικών για την επίτευξη της βιωσιμότητας των κατασκευών.

Αναφέρονται δύο φάσεις των κατασκευών: Η παραδοσιακή φάση (που αποτέλεσε έως τις μέρες μας το κύριο πρότυπο λειτουργίας). Στην παραδοσιακή φάση, οι στόχοι του κατασκευαστικού τομέα αφορούν στο οικονομικό όφελος και συνδέονται με το κόστος, την ποιότητα κατασκευής και τον χρόνο περάτωσης και εκμετάλλευσης. Μέσω του συστήματος της βιωσιμότητας των κατασκευών, οι στόχοι μεταβάλλονται από αμιγώς οικονομικοί σε περιβαλλοντικούς και κοινωνικούς.

Οι παράγοντες που ώθησαν σε αυτόν τον μετασχηματισμό είναι εκτός του παραδοσιακού συστήματος κατασκευών και προέκυψαν από διεθνείς συνδιασκέψεις και συνέδρια στα οποία πραγματοποιήθηκαν εργασίες για να ορισθεί το περιεχόμενο της έννοιας της βιωσιμότητας. Αξίζει ενδεικτικά να αναφερθεί πέρα από τη Διεθνή Συνδιάσκεψη του Ρίο το 1992, όπου υπογράφηκε το κλασικό κείμενο της Agenda '21, την Agenda 'Habitat II' όπου υπογράφηκε το 1996, την 'Local Agenda 21' το 1996, το Πρώτο Διεθνές Συνέδριο για την Βιωσιμότητα των Κατασκευών το 1994 στην Τάμπα της Φλόριδας, το Παγκόσμιο Συνέδριο για τις Κατασκευές το 1998 στην Σουηδία και, τέλος, την Agenda 21 on Sustainable Construction το 1999.

Η επίτευξη της διαδικασίας μετασχηματισμού του σύνθετου συστήματος του κατασκευαστικού τομέα είναι εφικτή μέσω τεσσάρων, στρατηγικών:

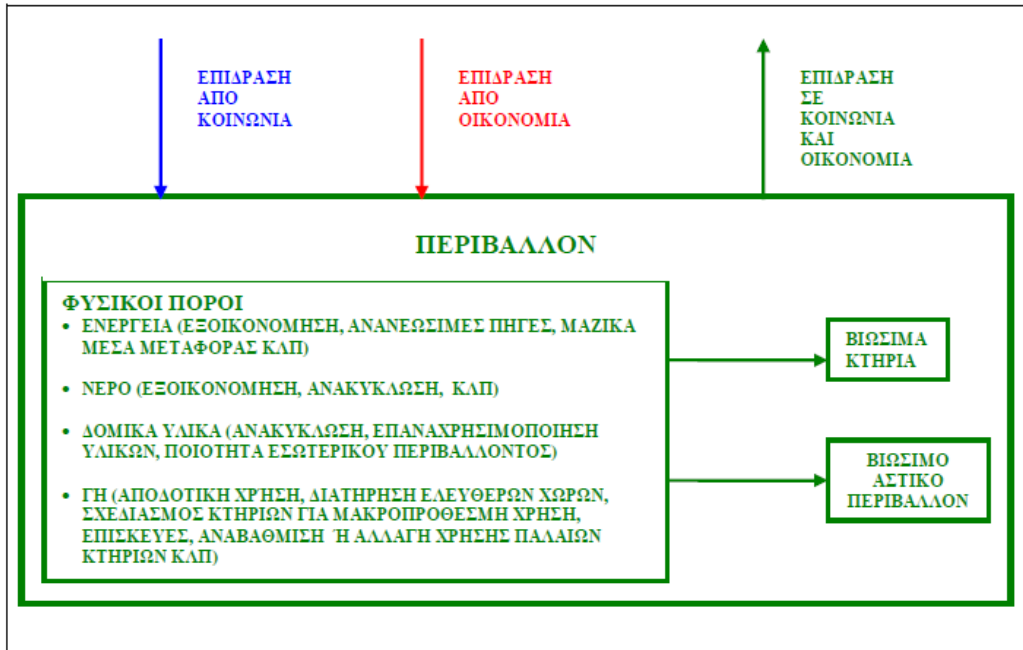
1. Αμυντική στρατηγική - Συμμόρφωση με τους κανονισμούς (defensive strategy). Είναι η εφαρμογή των κανονισμών ή των νόμων. Σε αυτή την περίπτωση το κόστος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων, εκτιμάται ως το κόστος εφαρμογής της ισχύουσας νομοθεσίας και των ελαχίστων απαιτούμενων κριτηρίων ποιότητας.

2. Επιθετική στρατηγική - Υπέρβαση των κανονισμών (offensive strategy). Η συγκεκριμένη επιδιώκει το συγκριτικό πλεονέκτημα που κατακτούν οι φορείς, οι υπηρεσίες και τα προϊόντα που είναι περιβαλλοντικά φιλικά.

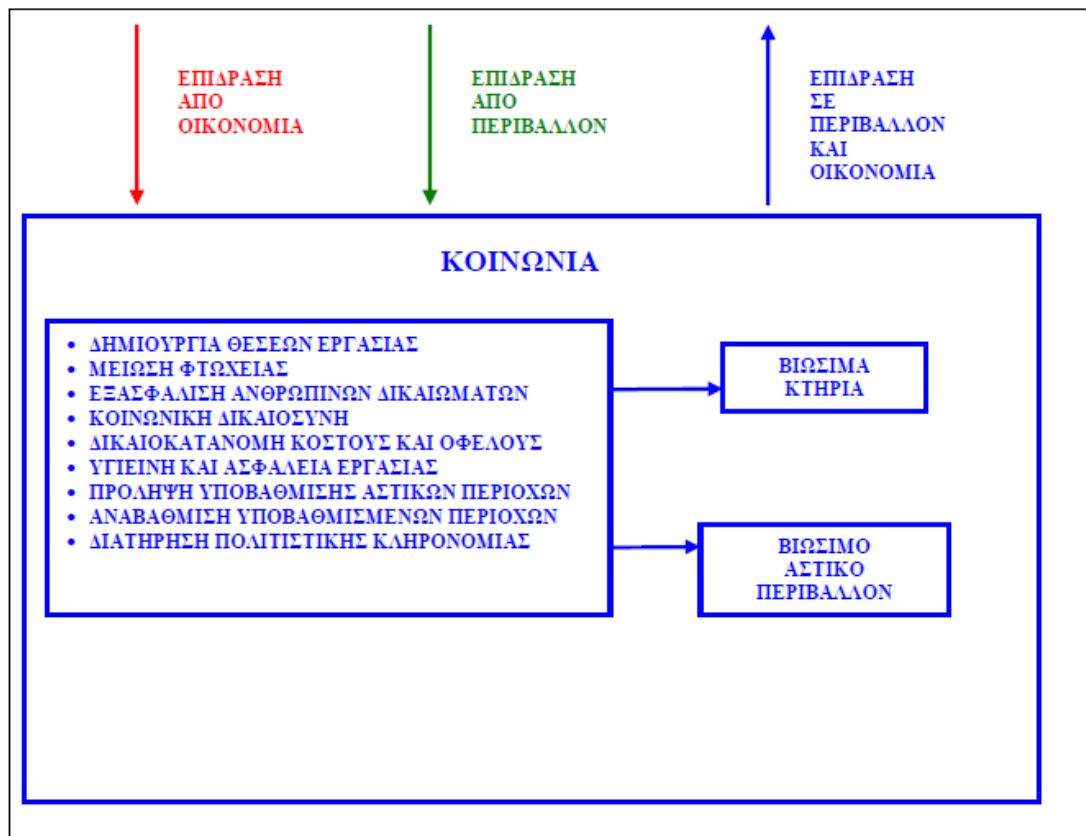
3. Στρατηγική οικολογικής απόδοσης (eco-efficiency strategy). Στα πλαίσια υιοθέτησης αυτής της στρατηγικής, αναζητούνται λύσεις φιλικές προς το περιβάλλον με μειωμένο κόστος. Αφορά έννοιες και εργαλεία όπως τη Διαχείριση της Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management) και τη Βιομηχανική Οικολογία (Industrial Ecology).

Για την επίτευξη αυτής της στρατηγικής, είναι αναγκαία η αμοιβαία κατανόηση, η συνεργασία και το κέρδος από τα μέρη της προσφοράς και της ζήτησης. Από την πλευρά των επιχειρήσεων, η διορατικότητα, η διάθεση αναπροσαρμογής σε νέα δεδομένα της αγοράς και η αποτελεσματική χρήση νέων τεχνολογιών συνιστούν απαραίτητες προϋποθέσεις. Η συνεισφορά του βιομηχανικού τομέα στην εφαρμογή των αρχών της βιωσιμότητας είναι επιτεύξιμη με τη στρατηγική της οικολογικής απόδοσης. Προς αυτή την κατεύθυνση απαιτείται επαρκής εκτίμηση και κοστολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

4. Βιώσιμη στρατηγική (sustainability strategy). Ο κατασκευαστικός τομέας και οι ενδιαφερόμενες πλευρές (κρατικές υπηρεσίες, νομοθεσία, μελετητές, κατασκευαστές, εργολάβοι, εργατικό δυναμικό, ιδιοκτήτες, χρήστες, συντηρητές και το ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον) συνιστούν ένα περίπλοκο δυναμικό σύστημα. Όπως αναφέρθηκε προωτέρα στον τομέα των βιώσιμων κατασκευών υπάρχουν τρία βασικά υποσυστήματα (οικονομία, περιβάλλον, κοινωνία) τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Κατά αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται φαινόμενα ανάδυσης (emergence). Οι καλύτερες λύσεις δεν είναι δυνατόν να προκύψουν από οικονομοτεχνικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές μελέτες και αναλύσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους. Οι βιώσιμες κατασκευές επιβάλλεται να θεωρηθούν ως αδιαίρετο σύνολο. Μια επιχείρηση για να καταστεί βιώσιμη πρέπει να διαθέτει 'ολιστικό' προσανατολισμό. Η επιχείρηση αυτή δε συμπεριφέρεται ανεξάρτητα από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον που υπάγεται, αλλά αναλαμβάνει το μέρος της κοινωνικής ευθύνης που της αναλογεί (Corporate Social Responsibility). Παράλληλα, όπως υποδεικνύεται στα σχήματα 2 και 3 το κάθε υποσύστημα διαθέτει ιδιαίτερους στόχους.



Σχήμα 2: Ο μετασχηματισμός του συστήματος των παραδοσιακών κατασκευών



Σχήμα 3: Επί μέρους ζητήματα και στόχοι που αφορούν το υποσύστημα του φυσικού περιβάλλοντος για τις βιώσιμες κατασκευές

1.6.1 Πεδία εφαρμογής βιώσιμων κατασκευών

Οι τομείς υλοποίησης των βιώσιμων κατασκευών είναι πολλοί και εκτείνονται σε διάφορες κλίμακες:

1. Αστικός, περιφερειακός, χωροταξικός και σχεδιασμός δικτύου μεταφορών.
2. Σχεδιασμός κτιρίων και υποδομών σύμφωνα με τη διάρκεια ζωής τους.
3. Παραγωγή δομικών υλικών και προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον και τους χρήστες των κατασκευών.
4. Οργάνωση και έλεγχος του συνόλου της κατασκευαστικής διαδικασίας χρησιμοποιώντας νέα βιώσιμα κριτήρια.
5. Διαχείριση των κατασκευών με κριτήρια βιωσιμότητας.
6. Ανακύκλωση αποβλήτων και υλικών.
7. Πρόβλεψη για τη διάθεση των παραγόμενων στερεών και υγρών αποβλήτων.

1.6.2 Ανασταλτικοί παράγοντες βιωσιμότητας

Οι ανασταλτικοί παράγοντες στην ανάπτυξη και υιοθέτηση των αρχών της βιωσιμότητας είναι πολλοί. Ενδεικτικά αναφέρονται οι αντιστάσεις που προβάλλονται από οικονομικούς και πολιτικούς φορείς, οι οποίοι και υπεραμύνονται της διατήρησης της υπάρχουσας κατάστασης. Παράλληλα η έλλειψη γνώσης και κατανόησης των γενικών αρχών της βιωσιμότητας, των βιώσιμων λύσεων που συνίστανται για την επίλυση διαφόρων ζητημάτων και η ελλιπής ενημέρωση του κοινού δημιουργούν νέα εμπόδια στην προώθηση της βιωσιμότητας.

1.6.3 Στόχοι και ρόλοι ενδιαφερόμενων πλευρών

Οι αγοραστές, οι ιδιοκτήτες και οι επενδυτές αφορούν στον τομέα κατανάλωσης των κατασκευαστικών προϊόντων. Είναι αναγκαίο από την πλευρά τους ο καθορισμός συγκεκριμένων απαιτήσεων σε όλες τις φάσεις σχεδιασμού. Επίσης πρέπει να τεθούν όροι σχετικά με την εφαρμογή τεχνικών συντήρησης φιλικών προς το περιβάλλον και να ενσωματωθούν στα νομικής φύσης έγγραφα.

Εμπίπτει στην ευθύνη των αρμοδίων αρχών, η ενσωμάτωση των αξόνων της βιωσιμότητας σε κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο. Το συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο εκτός από τη θέσπιση αυστηρότερων όρων για τα κτίρια και τα υλικά, θα πρέπει να

αναφέρεται επίσης στον ολοκληρωμένο σχεδιασμό των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων και υποδομών.

Μέσω της εκπαίδευσης του συνόλου των πολιτών θα πρέπει να προωθηθεί η εφαρμογή των εννοιών της βιωσιμότητας. Συγκεκριμένα, οι σχεδιαστές, οι κατασκευαστές, οι δημόσιοι λειτουργοί θα πρέπει να εκπαιδευτούν αναφορικά με την περιβαλλοντική συμπεριφορά της κατασκευής και των δομικών υλικών.

1.6.4 Έρευνα και ανάπτυξη

Η βιωσιμότητα των κατασκευών αποτελεί ένα αντικείμενο στο οποίο διεξάγονται συνεχώς έρευνες. Τα κύρια αντικείμενα έρευνας είναι τα ακόλουθα:

- Αλληλεπίδραση δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος.
- Εξοικονόμηση ενέργειας. Σε αυτόν τον τομέα ερευνώνται οι μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας στις υφιστάμενες κατασκευές, κατά τη φάση κατασκευής, μέτρηση της ενσωματωμένης ενέργειας στα δομικά υλικά, ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών για χρησιμοποίηση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Υγεία. Διερεύνηση των δυσμενών επιπτώσεων της ποιότητας αέρα εσωτερικών χώρων στον ανθρώπινο οργανισμό.
- Ελαχιστοποίηση παραγωγής αποβλήτων και απορριμμάτων, ανακύκλωση αυτών.
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων. Ενδεικτικά αναφέρονται η αναβάθμιση προβλέψεων λειψυδρίας, η ανάπτυξη τεχνολογικών μεθόδων εξοικονόμησης νερού, η εξέλιξη μεθόδων εξοικονόμησης δομικών υλικών, μεθόδων ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης υλικών, η αποτελεσματικότερη χρήση δομικών υλικών.
- Υφιστάμενες κατασκευές. Αναβάθμιση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των κτιρίων, εξέλιξη μεθόδων μη- καταστρεπτικού ελέγχου, ανάπτυξη νέων τεχνολογικών μεθόδων εργασιών επισκευής και αναβάθμισης.
- Εξέλιξη μεθοδολογιών βιωσιμότητας κατασκευών: Μέθοδοι αποτίμησης, περιβαλλοντικά πρότυπα, περιβαλλοντική σήμανση, περιβαλλοντική αποτίμηση και πιστοποίηση του κύκλου ζωής κτιρίων, συγκρότηση βάσεων δεδομένων.

2.0 Περιορισμός ενεργειακής κατανάλωσης στον τομέα της θέρμανσης

2.1 Εναλλακτική θέρμανση

2.1.1. Βιοδυναμικά τζάκια – Βιοδυναμικές σόμπες

Το ξύλο ήταν ένα από τα πρώτα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για θέρμανση. Σε πρώτου στάδιο, η εστία της φωτιάς τοποθετούνταν σε κεντρικό σημείο της οικίας και ο καπνός διέφευγε από άνοιγμα της σκεπής. Στην περίοδο του μεσαίωνα, ξεκίνησε η κατασκευή πολυώροφων πύργων, η εστία μεταφέρθηκε σε σημείο εξωτερικού τοίχου, με ένα μεταλλικό ή δομικό σκέπαστρο στο πάνω μέρος της. Ο καπνός οδηγήθηκε προς τα έξω μέσω ενός πλάγιου ανοίγματος που αργότερα ονομάστηκε καμινάδα. Στη συνέχεια κατασκευάστηκε το λεγόμενο παραδοσιακό τζάκι.

Δυστυχώς το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας της εστίας χάνεται μέσω της καμινάδας με τα καυσαέρια και ένα μόνο ελάχιστο μέρος αυτής της τάξης του 10% αποδίδεται μέσω άμεσης ακτινοβολίας στον χώρο. Η καμινάδα όμως λόγω φαινομένου ελκυσμού δημιουργεί ισχυρά ρεύματα κρύου αέρα από τα ανοίγματα προς τα νότια των ατόμων.

Πίνακας 1: Θερμογόνος δύναμη ελληνικών καυσόξυλων

Θερμογόνος δύναμη ελληνικών καυσόξυλων	
Ελάτη	4.900
Πεύκη	4.800
Δρυς	4.700
Οξιά	4.700
Άλλα πλατύφυλλα	4.200
Ελαιόδενδρα	4.100
Φρύγανα	4.000

Οι κυριότερες μετατροπές που πραγματοποιήθηκαν στα τζάκια και στις

σόμενες και είχαν ως συνέπεια τη βελτίωση της λειτουργίας τους είναι οι ακόλουθες:

1. Διαμόρφωση κατάλληλης γεωμετρίας και υλικών του χώρου της εστίας ώστε να αυξάνεται η αποδιδόμενη ακτινοβολούμενη θερμότητα στον χώρο.
2. Μείωση της διατομής και εγκατάσταση διαφράγματος (καπνοφράχτη - damper), στη βάση της καπνοδόχου για ρύθμιση της έλξης και της καύσης.
3. Διαμόρφωση αγωγού καθοδικής έλξης καυσαερίων για ανάκτηση θερμότητας.
4. Μείωση των ρευμάτων αέρος από τα ανοίγματα προς την εστία μέσω της παροχής αέρα καύσης από τον εξωτερικό χώρο.
5. Τοποθέτηση ενός εναλλάκτη θερμότητας στην περιφέρεια του θαλάμου καύσης μέσω της παραγωγής θερμού αέρα με την κυκλοφορία αέρα εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου.
6. Αύξηση της θερμοκρασίας καύσης μέσω της τοποθέτησης θυρίδων στο πρόσθιο μέρος του θαλάμου καύσης και παρακολούθηση της φλόγας μέσω τοποθέτησης πυρίμαχου γυαλιού.
7. Προθέρμανση του αέρα καύσης μέσω ειδικής καπνοδόχου "ισορροπημένης έλξης".
8. Χρησιμοποίηση "καταλυτικού καυστήρα" (κυψελοειδές κεραμικό φίλτρο με επικάλυψη καταλύτη από ευγενή μέταλλα) για την μετάκαυση των καυσαερίων.

Ισχύς και απόδοση ισχύος

Στην παρούσα ενότητα παρατίθενται οι ορισμοί σχετικά με τις συσκευές θέρμανσης:

- Προσφερόμενη (πρωτογενής) ισχύς, είναι η ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα χρόνου, η οποία τροφοδοτεί μία συσκευή θέρμανσης.
- Ωφέλιμη ισχύς, είναι η ποσότητα χρήσιμης θερμότητας ανά μονάδα χρόνου, που παράγεται από μια συσκευή θέρμανσης και αποδίδεται σε έναν συγκεκριμένο χώρο. Η προσφερόμενη ή ωφέλιμη ισχύς μετριέται σε χιλιοθερμίδες ανά ώρα (Kcal/h) ή κιλοβατώρες ανά ώρα (kwh/h) ή κιλοβάτ (kW). (1 kW = 860 Kcal/h).
- Απόδοση (βαθμός απόδοσης), είναι η ικανότητα μίας συσκευής θέρμανσης για τη μετατροπή μίας ποσότητας καυσίμου σε χρήσιμη θερμότητα. Ως απόδοση ορίζεται ο λόγος χρήσιμης ισχύος προς την προσφερόμενη ισχύ και μετριέται σε "επί τοις εκατό % ή με δεκαδικό συντελεστή μικρότερο της μονάδας (όπου 1 = 100%, 0,9 = 90% κ.λπ.).

Σύμφωνα με τον Robert Chareye, αρχιτέκτονα και συγγραφέα του βιβλίου "La maison autonome", η απόδοση των διάφορων κατηγοριών τζακιών εκτιμώνται ως εξής:

Πίνακας 2: Απόδοση διαφόρων κατηγοριών τζακιών

Αποδόσεις σε τζάκια και σόμπες			
Τζάκια	Απόδοση	Σόμπες	Απόδοση
Ανοικτής εστίας	0,1	Μη αεροστεγής	0,3
Ανοικτής εστίας με φυσική κυκλοφορία ζεστού αέρα	0,2	Αεροστεγής	0,5
Κλειστής εστίας με φυσική ή τεχνητή κυκλοφορία αέρα ή νερού	0,7	Αντίστροφης έλξης καυσαερίων, με θυρίδες	0,6
Κλειστής εστίας με προθέρμανση αέρα	0,8	Αεροστεγής με καταλυτικό φίλτρο	0,9

Σε κάθε θερμαντική συσκευή, ο βαθμός απόδοσης είναι πρακτικά σταθερός, ενώ η ωφέλιμη ισχύς μεταβάλλεται ανάλογα με την τροφοδοτούμενη ποσότητα καυσίμου (π.χ. ξύλου) και αέρα.

Η εκτίμηση της ωφέλιμης ισχύος και του βαθμού απόδοσης στην περίπτωση των θερμαντικών συσκευών με ξύλο, δεδομένων των μεταβαλλόμενων συνθηκών καύσης, είναι ιδιαίτερα περίπλοκη και απαιτεί σειρά εργαστηριακών μετρήσεων. Πραγματοποιείται είτε έμμεσα, υπολογίζοντας τις θερμικές απώλειες των καυσαερίων και των άκαυστων στερεών υπολοίπων είτε άμεσα υπολογίζοντας την αποδιδόμενη θερμότητα. Προτιμάται η άμεση μέθοδος ως ακριβέστερη διότι δεν απαιτούνται σταθερές συνθήκες.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα στα τζάκια είναι ότι το ανθρώπινο σώμα θερμαίνεται στην εμπρόσθια πλευρά του ενώ ταυτόχρονα ψύχονται τα νώτα του. Το φαινόμενο αυτό που παρατηρείται έχει θερμοδυναμική εξήγηση. Για την αντιμετώπιση αυτού του θέματος είναι αναγκαία η τοποθέτηση θυρίδων στο τζάκι στο άνω επίπεδο του χώρου. Ένα δεύτερο μειονέκτημα είναι τα κορδόνια αμιάντου που τοποθετούνται στον περίγυρο των θυρίδων του θαλάμου καύσης. Δεδομένου ότι ο αμιάντος είναι καρκινογόνος ουσία, προτείνεται η αντικατάστασή του με κορδόνια κεραμικών ινών (μέχρι 1.000°C), πετροβάμβακα (μέχρι 700°C) και ειδικού

υαλοβάμβακα (μέχρι 450°C).

Πίνακας 3: Απαιτούμενη ισχύς και καύσιμα ξύλα μίας κατοικίας 100μ²

Απαιτούμενη ισχύς και καυσόξυλα κατοικίας 100μ ² , για τη χειμερινή περίοδο	
Α) Για τα κλιματικά δεδομένα της Αττικής:	
Με θερμομόνωση	4,2 τόνοι + 6,6 kW
Χωρίς θερμομόνωση	10,6 τόνοι + 16,9 kW
Β) Για τα κλιματικά δεδομένα της Θεσσαλονίκης:	
Με θερμομόνωση	5,7 τόνοι + 7,8 kW
Χωρίς θερμομόνωση	16,6 τόνοι + 22,8 kW

Το προκατασκευασμένο τζάκι

Τα προκατασκευασμένα τζάκια, βασίζονται στη λειτουργία του συστήματος κυκλοφορίας θερμού αέρα, μέσω του οποίου πραγματοποιείται θέρμανση όλων των χώρων της κατοικίας, είτε μέσω αεραγωγών, είτε μέσω ειδικών θυρίδων στο σώμα της καμινάδας. Παράλληλα η χρήση ανεμιστήρα διευκολύνει τη ροή του θερμού αέρα στους εσωτερικούς χώρους.

Το κυριότερο μέρος του προκατασκευασμένου τζακιού είναι η εστία. Η εστία μπορεί να διαμορφωθεί ανοικτή ή κλειστή σύμφωνα με τις απαιτήσεις των χρηστών. Η ανοικτή εστία παραπέμπει σε τυπικό παραδοσιακό τζάκι και η κλειστή εστία παραπέμπει σε σόμπα. Το υλικό κατασκευής τους είναι ο χυτοσίδηρος (μαντέμι), που διαθέτει υψηλό συντελεστή αγωγιμότητας. Επίσης ο συνδυασμός χυτοσιδήρου και χάλυβα έχει υψηλό βαθμό θερμαντικής απόδοσης. Στις ανοικτές εστίες, ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται μεταξύ 25% και 30%, ενώ στις κλειστές εστίες, ο βαθμός απόδοσης βρίσκεται μεταξύ 65% - 80%. Το υλικό των κλειστών εστιών είναι το πυράντοχο γυαλί, υλικό ανθεκτικό στις αναπτυσσόμενες υψηλές θερμοκρασίες.

Σημαντικό πλεονέκτημα αποτελούν οι αναπτυσσόμενες υψηλές θερμοκρασίες στο εσωτερικό της εστίας, χάρη στις οποίες αναφλέγονται πλήρως τα καυσαέρια, χωρίς να αποβάλλονται άκαυτα σαν καπνός.

2.1.2 Γεωθερμική θέρμανση

Η γεωθερμική ενέργεια και τα θερμά νερά ήταν γνωστά και στην αρχαία Ελλάδα. Οι θερμές πηγές θεωρούνταν στην αρχαιότητα ότι είχαν θεραπευτικές ιδιότητες και γι' αυτό τον λόγο, τα Ασκληπεία και άλλοι ιεροί χώροι είχαν κτιστεί

κοντά σε αυτές.

Στη σύγχρονη εποχή, η πρώτη βιομηχανική αξιοποίηση της γεωθερμίας πραγματοποιήθηκε στο Larderello της Ιταλίας, όπου από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα χρησιμοποιούνταν υπέρθερμος ατμός για την παραγωγή βορικού οξέος και για τη θέρμανση κτιρίων. Στην ίδια περιοχή, το 1904, έγινε η πρώτη επιτυχημένη προσπάθεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, με τη χρήση φυσικών ατμών, που εκτοξεύονταν με πίεση. Σήμερα λειτουργούν στην περιοχή μονάδες ηλεκτροπαραγωγής εγκατεστημένης ισχύος > 540MWe. Η πρώτη συστηματική αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών για θέρμανση χώρων, θερμοκηπίων και κτιρίων ξεκίνησε τη δεκαετία του 1920 στην Ισλανδία. Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού της Ισλανδίας (και ολόκληρη η πρωτεύουσα Reykjavík) θερμαίνονται με γεωθερμικά ρευστά, ενώ υπάρχει και πλήθος άλλων εφαρμογών (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θέρμανση θερμοκηπίων και πισινών, υδατοκαλλιέργειες, ξήρανση ορυκτών κ.ά.). Το παράδειγμα της Ισλανδίας μιμήθηκαν πολλές χώρες της Ευρώπης, της Αμερικής αλλά και της Ασίας. Σήμερα, το πλήθος των κρατών που έχουν εμπλακεί στη γεωθερμική ενέργεια με εκμετάλλευση της θερμότητας υπερβαίνει τις εξήντα (60). Στον ηλεκτροπαραγωγικό τομέα, εκτός από την Ιταλία, δραστηριοποιούνται η Νέα Ζηλανδία, οι Η.Π.Α., η Ιαπωνία, το Μεξικό, οι Φιλιππίνες, η Ινδονησία και αρκετές χώρες της Κεντρικής Αμερικής αλλά και της Αφρικής (Κένυα). Η συνολική παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς έφτασε το 2007 τα 9.732 MWe (σε 24 συνολικά χώρες) από 3.887 MWe που ήταν το 1980, 5.832 MWe το 1990 και 7.972 MWe το 2000. Στην Ευρώπη, 6 χώρες (Ιταλία, Ισλανδία, Γαλλία, Πορτογαλία, Αυστρία, Γερμανία) με ηλεκτροπαραγωγή από τη γεωθερμία έχουν εγκατεστημένη ισχύ 1.045 MWe, ενώ σε 32 χώρες με εφαρμογές άμεσων χρήσεων (αξιοποίηση της θερμότητας στη θέρμανση θερμοκηπίων και κτιριακών εγκαταστάσεων, υδατοκαλλιέργειες, ξηραντήρια, λουτροθεραπεία, βιομηχανικές χρήσεις, κ.α.) η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φτάνει τα 12.480 MWt (στοιχεία 2007). Στην Ελλάδα, παρά το πλούσιο γεωθερμικό δυναμικό, δε λειτουργεί καμία εγκατάσταση ηλεκτροπαραγωγής, ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς σε άμεσες χρήσεις είναι μόλις 94 MWt, συμπεριλαμβανομένων και των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, οι οποίες έχουν εγκατεστημένη ισχύ 20 MWt (στοιχεία 2007).

Σύμφωνα με τις επιστημονικές μελέτες, η γεωθερμία εντάσσεται στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.). Παρόλο που αυτή η ταξινόμηση έχει πραγματοποιηθεί πριν από δεκαετίες, συχνά διατυπώνονται κάποια ερωτηματικά

σχετικά με την ανανεωσιμότητα του πόρου της γεωθερμίας.

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από τη θερμότητα του εσωτερικού της Γης και αυτή η θερμότητα θεωρείται πρακτικά ανεξάντλητη. Σύμφωνα με τη σημερινή επιστημονική γνώση, το εσωτερικό της Γης είναι πάρα πολύ θερμό (1.000-3.000 °C στον μανδύα και > 4.000 °C στον πυρήνα) και εκτιμάται ότι οι συγκεκριμένες θερμοκρασίες θα διατηρηθούν και στο μέλλον. Ο ρυθμός και η δυνατότητα πλήρους ενεργειακής επαναφόρτισης ενός γεωθερμικού συστήματος αποτελεί το κρίσιμο κριτήριο στην ταξινόμηση ενός πόρου ως ανανεώσιμου ή όχι.

Οι χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα οικονομικών δραστηριοτήτων και εφαρμογών ανάλογα με τη θερμοκρασία και την ποιότητα των ρευστών. Διακρίνονται επίσης σε ηλεκτρικές και σε άμεσες χρήσεις. Στις άμεσες χρήσεις γίνεται απευθείας εκμετάλλευση της θερμότητας των ρευστών (χωρίς να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια).

Γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασία υψηλότερη των 150°C (υψηλής ενθαλπίας) χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στον ηλεκτροπαραγωγικό τομέα, ενώ οι άμεσες χρήσεις καλύπτουν το εύρος των θερμοκρασιών. Πρέπει όμως να αναφερθεί ότι με την εφαρμογή κατάλληλων διαδικασιών όπως του λεγόμενου 'δυναμικού κύκλου' (ή κύκλου Rankine με οργανικό ρευστό), είναι δυνατή η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρησιμοποίηση ρευστών χαμηλότερης θερμοκρασίας (85-150°C). Στην Ελλάδα υπάρχει η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο με ρευστά υψηλής ενθαλπίας όσο και με τον δυναμικό κύκλο.

Οι κυριότερες άμεσες εφαρμογές της γεωθερμίας, όπου γίνεται αξιοποίηση της θερμότητας των ρευστών, ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Θέρμανση χώρων.
- Αγροτικές χρήσεις.
- Υδατοκαλλιέργειες.
- Βιομηχανικές χρήσεις.
- Λουτροθεραπεία και αντλίες θερμότητας.

Στις περισσότερες γεωθερμικές εφαρμογές απαιτείται η μεταφορά της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών σε ένα ρευστό λειτουργίας (κυρίως γλυκό νερό ή και αέρα) μέσω εναλλακτών θερμότητας και χρησιμοποιείται η αποκτημένη

πλέον θερμότητα αυτού του ρευστού λειτουργίας. Στη συνέχεια παρατίθενται παραδείγματα γεωθερμικών εφαρμογών:

- Θέρμανση κτιρίων με εναλλάκτες θερμότητας αέρα-νερού ή νερού-νερού.
- Θέρμανση χώρων κολυμβητηρίων και πισινών.
- Αντιπαγετική προστασία δρόμων, πεζοδρομίων, πλατειών, χώρων στάθμευσης.
- Τηλεθέρμανση οικισμών

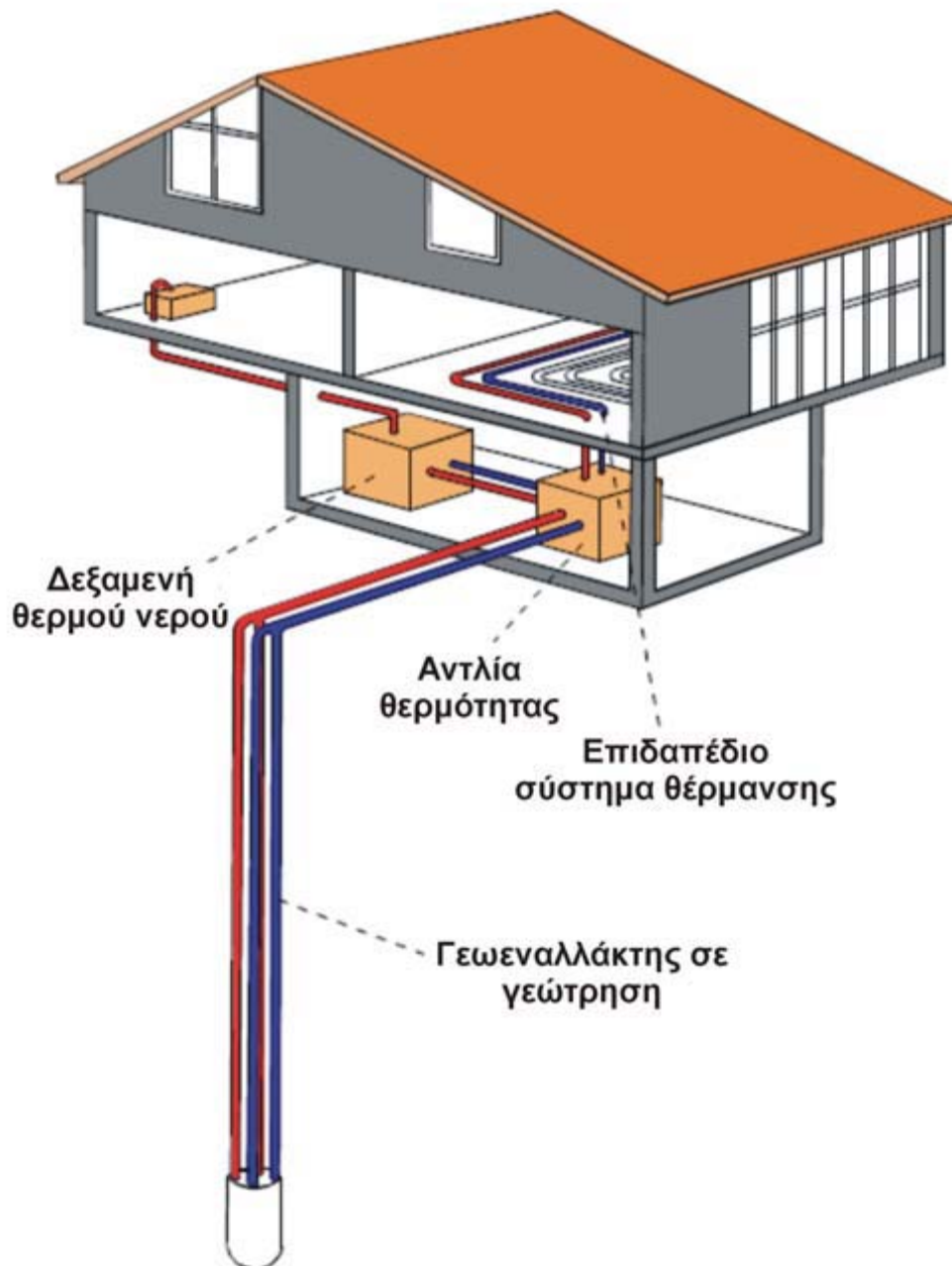
Στην Ελλάδα απαντάται πλήθος γεωθερμικών πεδίων χαμηλής ενθαλπίας (θερμοκρασίας 25-90°C) σε όλη την έκταση της χώρας, με ρευστά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές άμεσες εφαρμογές.

Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας – Αβαθής γεωθερμία

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι διατάξεις που αξιοποιούν την ενέργεια του υπεδάφους λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης ή του νερού από μικρά βάθη ή και επιφανειακά (θερμοκρασίες <25°C), και είτε την αυξάνουν κατά τη χειμερινή περίοδο, παρέχοντας θέρμανση στο εσωτερικό των κτιρίων, είτε την ελαττώνουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, αποδίδοντας δροσισμό και ψύξη. Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι γεωθερμικές αντλίες προσφέρουν αποδοτική θέρμανση, ζεστό νερό και κλιματισμό. Τα συστήματα των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας αποτελούνται από τρία (3) τμήματα: (α) το *γεωεναλλάκτη* (σύστημα σωληνώσεων, τοποθετούμενο μέσα στο έδαφος, που λαμβάνει αφενός τη θερμότητα του εδάφους ή του νερού αφετέρου το νερό από την επιφάνεια ή από κάποια υδρογεώτρηση), (β) την *αντλία θερμότητας*, η οποία προκαλεί αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας, ανάλογα με τις ανάγκες που πρόκειται να καλύψει και (γ) το *σύστημα μεταφοράς και διανομής της θερμότητας* στο κτίριο, δηλ. το σύστημα θέρμανσης ή / και ψύξης (αεραγωγοί ή επιδαπέδια ή fan coils). Στις αντλίες θερμότητας, που τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια, ο συντελεστής απόδοσης COP λαμβάνει τιμές από 1,5 έως 5. Η πλειονότητα των συστημάτων αντλιών θερμότητας έχουν συντελεστή που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 5. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του συντελεστή, τόσο οικονομικότερη καθίσταται η λειτουργία της αντλίας. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε μία (1) μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται θερμότητα 1,5-5 μονάδων. Σε επίπεδο σύγκρισης, αναφέρεται ότι ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων παρουσιάζει απόδοση της τάξης του 78-95%, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας αποδίδει σε επίπεδο 150-500%.

Υπάρχουν διάφορα είδη γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, που σχεδιάζονται για κάθε είδους εφαρμογή. Σημαντική πρόοδο παρουσιάζουν οι γεωθερμικές αντλίες

θερμότητας στα κράτη της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (Γερμανία, Σουηδία, Ελβετία, κ.ά.). Μέχρι τον Νοέμβριο του 2007 είχαν καταγραφεί στην Ελλάδα πάνω από 200 εφαρμογές γεωθερμικών αντλιών θερμότητας με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 20 MW_t οι οποίες σημειώνουν μία γοργή εξέλιξη, πιθανότατα λόγω των διατάξεων της υφιστάμενης νομοθεσίας, δηλαδή της Υπουργικής Απόφασης Υπ. Αρ. Δ9Β,Δ/Φ.166/ΟΙΚ 18508/5552/207 (Φ.Ε.Κ.1595/τ.Β/25-10-2004).



Σχήμα 4: Τυπική εφαρμογή ενός συστήματος γεωεναλλάκτη σε γεώτρηση και αντλίας θερμότητας σε κατοικία



Σχήμα 5: Χρήση συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας (τοποθέτηση οριζόντιου κλειστού κυκλώματος γεωεναλλάκτη) για την κάλυψη θερμικών αναγκών μονοκατοικίας 220 m² στην περιοχή Αγγελοχωρίου Θεσ/νίκης (στάδιο κατασκευής και ανάπτυξης)

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μία καθαρή μορφή ενέργειας, με αμελητέες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εκμετάλλευσή της. Οι τυχόν περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι η εκπομπή μη συμπυκνούμενων αερίων, η θερμική και χημική ρύπανση από επιφανειακή διάθεση αλμολοίπων - πολφού διάτρησης, ο θόρυβος, οι επιφανειακές οχλήσεις, η αλλαγή των χρήσεων γης.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωθερμίας εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πεδίου, το είδος και το μέγεθος των εφαρμογών και τη φυσιογνωμία της περιοχής εκμετάλλευσης.

Τα γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθαλπίας (θερμοκρασία $>150^{\circ}\text{C}$), που χρησιμοποιούνται κυρίως στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής, ανέρχονται υπό πίεση, μέσω βαθιών γεωτρήσεων και αποτελούνται από μίγμα φυσικού ατμού και αερίων, με ή χωρίς νερό. Ο ατμός περιέχει ουσιαστικά μόνο νερό στην αέρια φάση.

Τα μη συμπυκνώσιμα αέρια, που μπορεί να περιέχονται στα γεωθερμικά ρευστά υψηλής ενθαλπίας, είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το υδρόθειο (H_2S),

το μεθάνιο (CH₄), το ραδόνιο (Rn), η αμμωνία (NH₃), ενώ οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) είναι αμελητέες. Τα γεωθερμικά αέρια μπορεί να περιέχουν ίχνη υδραργύρου (Hg), ατμούς βορίου (B) και κάποιους υδρογονάνθρακες.

Οι εκπομπές του CO₂ από γεωθερμικές μονάδες είναι κατά πολύ χαμηλότερες από τις αντίστοιχες εκπομπές των ατμοηλεκτρικών μονάδων και συγκρίνονται ευνοϊκά με τις εκπομπές (έμμεσες ή άμεσες) από άλλες Α.Π.Ε. Οι γεωθερμικές μονάδες νέας γενιάς εκπέμπουν λιγότερο από 0,5 kg CO₂ ανά MWh, συγκρινόμενες με τα περίπου 1.000 kg CO₂ ανά MWh που εκπέμπονται από ατμοηλεκτρικούς σταθμούς που χρησιμοποιούν άνθρακα. Το CO₂ μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιομηχανικό παραπροϊόν. Για περαιτέρω περιορισμό των εκπομπών CO₂ μπορεί να εφαρμοσθεί η λεγόμενη υγρή επανεισαγωγή των αερίων στον ταμειυτήρα (το CO₂ διαλύεται στο θερμό αλμόλοιπο, το οποίο στη συνέχεια επανεισάγεται στον ταμειυτήρα με κατάλληλες γεωτρήσεις).

Μορφή ενέργειας	CO ₂	NO _x	SO _x
Άνθρακας	1042	4,4	11,8
Πετρέλαιο	839	12,4	1,6
Φυσικό αέριο	453	1,4	0,0
Γεωθερμία*	95	0,3	0,1
Φωτοβολταϊκά	135	0,3	0,4
Βιομάζα	20	1,8	0,5

Σχήμα 6: Μέσες εκπομπές επιβλαβών αερίων από διάφορες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (σε kg/MWh παραγόμενης ενέργειας)

Το υδρόθειο (H₂S), λόγω της έντονης οσμής του (γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο ακόμη και σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 0,03 ppmv) και της σχετικής τοξικότητάς του, είναι υπεύθυνο για τις προκαταλήψεις που έχουν δημιουργηθεί κατά της γεωθερμίας. Θα πρέπει όμως να τονισθεί ότι υπάρχει πληθώρα τεχνικών δέσμευσης του H₂S και σχετική τεχνολογία (διεργασία Stretford, καύση και έκπλυση του παραγόμενου SO₂, χρήση χημικών ενώσεων του σιδήρου, καταλυτική οξείδωση με H₂O₂ κ.ά.) για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Το ραδόνιο βρίσκεται σε χαμηλές ή μηδαμινές συγκεντρώσεις και δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα, αφού από φυσικές πηγές εκπέμπονται καθημερινά πολύ μεγαλύτερες ποσότητες.

Το υδροχλώριο, όπου και όταν βρεθεί, απομακρύνεται κατάλληλα. Οξείδια του θείου δεν εκπέμπονται από τις γεωθερμικές χρήσεις. Κατόπιν οξείδωσης του H_2S μπορεί να υπάρχουν ελάχιστες μέχρι μηδενικές εκπομπές SO_2 , σε αντίθεση με τις μονάδες των συμβατικών καυσίμων. Η αμμωνία απαντάται σε μικρές ποσότητες και σε ορισμένου τύπου μονάδες. Ο υδράργυρος είναι ελάχιστος ή δεν υπάρχει καθόλου. Το βόριο μπορεί να παρασυρθεί σε πολύ μικρές ποσότητες στην αέρια φάση, ενώ το μεθάνιο, όπου και όταν ανιχνευθεί, μπορεί να διαχωριστεί και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Ως βέλτιστη πρακτική για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων από τις εκπομπές αερίων από μία γεωθερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας συνιστάται η ολική επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα. Πρέπει να τονισθεί ότι τα γεωθερμικά ρευστά δεν παράγουν αιωρούμενα σωματίδια, ούτε τέφρα, ούτε καπνό.

Μια άλλη ανησυχία από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας υψηλής ενθαλπίας είναι η διάθεση των γεωθερμικών ρευστών μετά τη χρήση τους, τα οποία είναι επιβαρημένα σε άλατα (γι' αυτό ονομάζονται και αλμόλοιπα) και θα μπορούσαν να προκαλέσουν χημική και θερμική ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων ταμιευτήρων, εδάφους-υπεδάφους κ.λπ. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται και αυτό ριζικά με την ολική επανεισαγωγή στον ταμιευτήρα ή εναλλακτικά με τη διαδοχική χρήση σε εφαρμογές μικρότερων θερμοκρασιακών απαιτήσεων για εξοικονόμηση ενέργειας και εκμετάλλευση του θερμικού φορτίου των ρευστών και στη συνέχεια επανεισαγωγή στον ταμιευτήρα.

Ο θόρυβος στις γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι μεγαλύτερος από τον θόρυβο που προκαλείται στις συμβατικές μονάδες. Στο στάδιο κατασκευής των γεωτρήσεων και της μονάδας ο θόρυβος είναι μία προσωρινή κατάσταση, που αντιμετωπίζεται με τη χρήση σιγαστήρων κρούσης και ωτασπίδων, ενώ κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των γεωθερμικών εγκαταστάσεων ο θόρυβος μπορεί να προέρχεται από τις αντλητικές εγκαταστάσεις, τους ατμοστρόβιλους και τους παροδικούς καθαρισμούς των σωλήνων και αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση μόνιμων εγκαταστάσεων σιγαστήρων και άλλων συσκευών μείωσής του.

Οι επιφανειακές οχλήσεις περιορίζονται στο στάδιο κατασκευής των γεωτρήσεων και των μονάδων και σταματούν μετά το πέρας των τεχνικών εργασιών, την απομάκρυνση των μηχανημάτων και την αποκατάσταση του χώρου. Οι οχλήσεις λόγω εκσκαφών ή διάνοιξης νέων δρόμων δεν αποτελούν ιδιαιτερότητα της γεωθερμίας.

Από τις γεωθερμικές εγκαταστάσεις η έκταση της γης που επηρεάζεται συνήθως δεν υπερβαίνει τα 2,5 στρέμματα. Η 'οπτική επιβάρυνση' των εγκαταστάσεων είναι χαμηλή έως αμελητέα και αντιμετωπίζεται με την προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας κατασκευής της μονάδας, την υιοθέτηση της βέλτιστης πρακτικής - τεχνολογίας με γνώμονα τη διατήρηση του τοπίου και το σεβασμό στην ιδιαίτερη φυσιογνωμία μιας περιοχής και με αποκατάσταση του χώρου μετά το πέρας των γεωτρήσεων. Οι σωλήνες μεταφοράς των γεωθερμικών ρευστών είναι συνήθως υπόγειοι, άρα μη ορατοί. Είναι δυνατόν να περιοριστούν στο ελάχιστο με πολλές κεκλιμένες γεωτρήσεις στην ίδια πλατεία (ίδιο κεντρικό σημείο).

Η αφαίρεση υψηλών ποσοτήτων νερού ή ατμού από ένα γεωθερμικό πεδίο με πορώδεις ταμιευτήρες μπορεί να προκαλέσει κατά περίπτωση καθιζήσεις λίγων εκατοστών (cm) μέχρι μερικών μέτρων (m). Ανάλογο περιστατικό μπορεί να παρατηρηθεί κατά την εξόρυξη πετρελαίου ή φυσικού αερίου και κατά τη διαδικασία άντλησης νερού για κάλυψη αναγκών ύδρευσης ή άρδευσης. Οι καθιζήσεις είναι δυνατόν να αποφευχθούν με την επανεισαγωγή των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα.

Η υπεράντληση γεωθερμικών ρευστών από τον ταμιευτήρα μπορεί να προκαλέσει πτώση στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα, γεγονός που έχει ως πιθανό αποτέλεσμα τη μίξη ρευστών από διάφορους ταμιευτήρες, εξαφάνιση ατμών και ατμοπιδάκων και διαφοροποίηση της επιφανειακής δραστηριότητας. Όλες αυτές οι ενδεχόμενες επιπτώσεις αντιμετωπίζονται με ορθό προγραμματισμό των αντλήσεων και επανεισαγωγή των ρευστών στον ταμιευτήρα.

Με την επανεισαγωγή των ρευστών στον ταμιευτήρα, την υπερβολική άντληση και την εισπίεση ρευστών σε περιοχές θερμών ξηρών πετρωμάτων υπάρχει πιθανότητα πρόκλησης μικροσεισμών στην περιοχή. Πρόκειται για σπάνια φαινόμενα και δεν εμπνέουν καμιά ανησυχία γιατί δεν προκαλούνται σεισμοί μεγέθους μεγαλύτερου των 3 βαθμών της κλίμακας Richter. Παράλληλα όμως, συμβάλλουν στην εκτόνωση της σωρευμένης σεισμικής ενέργειας σε μια περιοχή και στην αποτροπή ενός μεγαλύτερου σεισμού, επειδή τα περισσότερα γεωθερμικά πεδία

συνδέονται με την παρουσία ενεργών ρηγμάτων και άρα βρίσκονται σε σειсмоγενείς περιοχές. Εξάλλου, αντίστοιχα φαινόμενα μικροσεισμών παρατηρούνται κατά την εισαγωγή νερού σε ταμειυτήρες πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την αξιοποίηση γεωθερμικών ρευστών χαμηλής ενθαλπίας (θερμοκρασίας 25-90^ο C) σε διάφορες άμεσες εφαρμογές (όπως θέρμανση χώρων, αγροτικές χρήσεις, λουτροθεραπεία, παγοπροστασία, υδατοκαλλιέργειες, παροχή ζεστού νερού χρήσης κλπ) είναι εξαιρετικά χαμηλή έως αμελητέα. Τα ρευστά αυτά έχουν περιορισμένη ή μηδενική περιεκτικότητα σε μη συμυκνώσιμα αέρια, εκτός από την περίπτωση όπου υπάρχουν ορισμένες ποσότητες CO₂, το οποίο όμως μπορεί να ανακτηθεί ως χρήσιμο παραπροϊόν. Ιδιαίτερα προβλήματα καθιζήσεων ή δημιουργίας μικροσεισμικότητας δεν έχουν καταγραφεί σε πεδία χαμηλής ενθαλπίας. Επιπτώσεις από τη γεωθερμία στο έδαφος ή το υπέδαφος μπορεί να υπάρξουν κατά τη διάτρηση από την απόθεση υγρών ή στερεών αποβλήτων, όπως ο πολφός διάτρησης, που είναι πολτός με μπεντονίτη (φυσικό προϊόν χωρίς ιδιαίτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον). Αλλά και αυτή η πρόσκαιρη περιβαλλοντική όχληση αντιμετωπίζεται με την προσωρινή αποθήκευση σε δεξαμενές ή φρεάτια σε χώρο παρακείμενο της γεώτρησης, όπου γίνεται εξάτμιση του νερού και καθίζηση του στερεού κλάσματος ως φυσικού στερεού υπολείμματος, απόλυτα συμβατού και φιλικού προς το περιβάλλον.

Ενδεχόμενη θερμική ή χημική ρύπανση μπορεί να προκληθεί από τη μη κατάλληλη διάθεση των υγρών - στερεών αποβλήτων και τις διαρροές κατά την ανόρυξη των γεωτρήσεων, προκαλώντας θερμική επιβάρυνση (αφού η θερμοκρασία των αποβαλλόμενων ρευστών είναι 30-35^οC) και επίδραση στη βλάστηση της περιοχής (ανάπτυξη θερμόφιλων φυτών) και στα οικοσυστήματα των επιφανειακών αποδεκτών. Αντιμετωπίζεται με τον κατάλληλο σχεδιασμό των γεωτρήσεων και την επανεισαγωγή των ρευστών στο γεωθερμικό ταμειυτήρα.

Το κύριο περιβαλλοντικό ζήτημα από τα ρευστά χαμηλής ενθαλπίας εντοπίζεται στη διάθεση των υδάτων μετά την απόληψη της θερμότητάς τους. Τα ρευστά αυτά περιέχουν συνήθως αβλαβή διαλυμένα άλατα, των οποίων η περιεκτικότητα κυμαίνεται από 500 μέχρι 30.000mg/l, αν και στην Ελλάδα παρατηρούνται αρκετά υψηλότερες περιεκτικότητες σε νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές, εξαιτίας της συμμετοχής του θαλασσινού νερού στην τροφοδοσία των γεωθερμικών συστημάτων. Επίσης, η περιεκτικότητά τους σε τοξικά

κα επιβλαβή συστατικά (As, H₂S, B, βαρέα μέταλλα, κλπ) είναι χαμηλή έως αμελητέα και, επειδή συνήθως βρίσκονται κάτω από τα επιτρεπτά όρια για τη διάθεσή τους σε φυσικούς επιφανειακούς αποδέκτες, συχνά διατίθενται σε λίμνες, χείμαρρους, ποταμούς και θάλασσα. Όμως η βέλτιστη πρακτική είναι η επανεισαγωγή τους στον ταμιευτήρα.

Θόρυβος προκαλείται μόνο στο στάδιο των τεχνικών εργασιών-αντλήσεων και είναι παρόμοιος με αυτόν που προκαλείται από οποιαδήποτε άλλη τεχνική κατασκευή. Είναι προσωρινός και εντός των επιτρεπτών ορίων, ενώ στη φάση λειτουργίας της μονάδας είναι μηδαμινός. Ακόμη και αυτή η προσωρινή ακουστική επιβάρυνση αντιμετωπίζεται με τη χρήση ωτασπίδων και ενδεχομένως ειδικών σιγαστήρων κρούσης.

Από την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας επηρεάζεται μικρή έκταση γης. Οι επιφανειακές οχλήσεις, λόγω των τεχνικών έργων, παύουν μετά των πέρας αυτών και την αποκατάσταση του χώρου. Η οπτική επιβάρυνση λόγω παρουσίας της γεωθερμικής μονάδας είναι σχεδόν ανύπαρκτη (υπόγειες σωληνώσεις - αρμονία με το μοντέλο χρήσης της περιοχής).

Η αβαθής γεωθερμία, η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση, με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας, της θερμικής κατάστασης που παρουσιάζεται σε μικρά βάθη (αφορά θερμοκρασίες χαμηλότερες των 25°C) έχει μηδενικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στις περισσότερες περιπτώσεις πρόκειται για κλειστό κύκλωμα κυκλοφορίας αέρα - νερού. Δεν παράγονται κανενός είδους ρύποι. Υπάρχουν μόνο προσωρινές οχλήσεις κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των τεχνικών εργασιών, ενώ στο τέλος υπάρχει πλήρης αποκατάσταση του τοπίου και απουσιάζει οποιαδήποτε εξωτερική μονάδα.

Κατόπιν όσων αναφέρθηκαν προηγουμένως προκύπτει ότι:

- Ύπαρξη σημαντικού συγκριτικού περιβαλλοντικού πλεονεκτήματος της γεωθερμικής ενέργειας σε σχέση με τη χρήση των συμβατικών καυσίμων.
- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις ελάχιστες και αντιμετωπίσιμες.
- Επανεισαγωγή των ρευστών στον ταμιευτήρα, όπως προβλέπεται και επιβάλλεται από τη σχετική Νομοθεσία.

Η γεωθερμική ενέργεια, σε οποιαδήποτε μορφή, παρουσιάζει σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Συγκρινόμενη

με τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η γεωθερμία δεν υστερεί σε περιβαλλοντικά οφέλη.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη της γεωθερμικής ενέργειας και τα πλεονεκτήματά της σε σχέση με άλλα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

(α) Συνεχής παροχή ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη 24 ώρες την ημέρα, 365 ημέρες το χρόνο, σε αντίθεση με άλλες Α.Π.Ε. (αιολική, ηλιακή, κύματα), οι οποίες δεν μπορούν να παρέχουν συνεχώς ενέργεια και η χρήση τους προϋποθέτει αξιόπιστες τεχνολογίες αποθήκευσης ενέργειας.

(β) Μικρό λειτουργικό κόστος

Παρόλο που το κόστος παγίων είναι σημαντικά αυξημένο σε σχέση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας, το λειτουργικό κόστος των γεωθερμικών μονάδων είναι σχεδόν μηδαμινό ή αρκετά χαμηλότερο από τις άλλες μορφές ενέργειας.

(γ) Σπάνιες ή πολύ χαμηλές εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα

Είναι πολύ χαμηλότερες από τις εκπεμπόμενες από την καύση των συμβατικών καυσίμων. Δεν εκπέμπονται καθόλου σωματίδια.

(δ) Απαίτηση για μικρή χρήση γης

Απαιτούν πολύ μικρότερης έκταση γης από αυτή που απαιτούνται για τα ηλιακά, φωτοβολταϊκά και αιολικά συστήματα. Δεν απαιτούνται αποθηκευτικοί χώροι, όπως συμβαίνει με άλλες Α.Π.Ε. (βιομάζα, υδροηλεκτρικά) και με τα συμβατικά καύσιμα.

(ε) Μικρή κυκλοφοριακή επιβάρυνση

Από τη στιγμή αποπεράτωσης της κατασκευής της γεωθερμικής μονάδας δεν απαιτείται η μεταφορά υλικών ή καυσίμων, σε αντίθεση με τις μονάδες συμβατικών καυσίμων, στις οποίες υπάρχει πάντα ο κίνδυνος ατυχημάτων (ανάφλεξη καυσίμων, διαρροές κλπ) και η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από την κίνηση των μεταφορικών μέσων.

(στ) Αξιόπιστη και ασφαλής ενεργειακή πηγή

Η γεωθερμική ενέργεια παράγεται εικοσιτέσσερις ώρες την ημέρα, με γνωστή και καθιερωμένη τεχνολογία.

(ζ) Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης μιας χώρας ή μιας περιοχής

Περιορισμός της εισαγωγής συμβατικών ορυκτών καυσίμων.

(η) Τοπική παροχή ενέργειας

Η ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας σε μια περιοχή οδηγεί στην οικονομική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, αφού παρέχει οικονομική ενέργεια και δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας. Δημιουργούνται κατά αυτόν τον τρόπο τοπικά, αυτόνομα, ενεργειακά κέντρα.

(θ) Συμβολή στην επίτευξη των στόχων της Λευκής Βίβλου της Ε.Ε. και του Πρωτοκόλλου του Κιότο

Περιορισμός των εκπομπών CO₂ και άλλων αερίων.



Σχήμα 7: Ανάπτυξη οριζόντιου κυκλώματος γεωεναλλάκτη για εγκατάσταση συστήματος γεωθερμικής αντλίας θερμότητας σε μικρή κατοικία στη Σκόπελο



Σχήμα 8: Η αντλία θερμότητας που τοποθετήθηκε για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ψύξης αυτής της κατοικίας. Είναι χαρακτηριστικός ο μικρός όγκος που καταλαμβάνει

2.2. Θερμομόνωση

2.2.1 Εισαγωγή

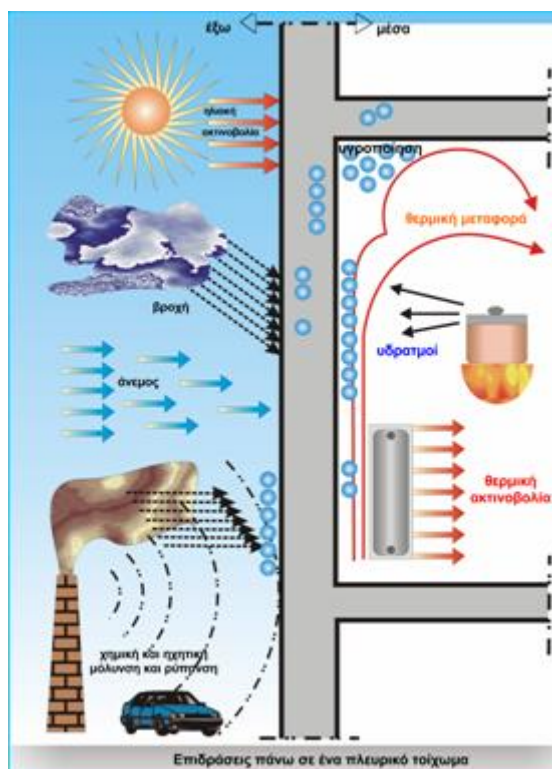
Οι θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτίριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα. Είναι γνωστό ότι, ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μία συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο, κάτι που συμβαίνει το χειμώνα από το εσωτερικό του κτιρίου προς τον εξωτερικό κρύο αέρα, αλλά και το καλοκαίρι, από τον εξωτερικό θερμό αέρα προς το δροσερότερο εσωτερικό του κτιρίου. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο, να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκειά της. Αυτό γίνεται κατορθωτό με την θερμομόνωση του κτιρίου η οποία επιβραδύνει την ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας

μέσα από τις επιφάνειες (τοίχους, στέγες, πατώματα, κουφώματα) που χωρίζουν περιοχές ή χώρους διαφορετικής θερμοκρασίας.

Στη σύγχρονη εποχή όπου οι κτιριακές κατασκευές είναι πλέον σύνθετες και ελαφρές από τα παραδοσιακά πέτρινα κτίρια του παρελθόντος, την προστασία από τις θερμικές μεταβολές ανέλαβαν τα διάφορα τεχνητά συστήματα ελέγχου, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για την λειτουργία τους δεν αποτελούσε πρόβλημα, μέχρι την Ενεργειακή Κρίση. Οι ενεργειακές πηγές – ουσιαστικά το πετρέλαιο – έπαψαν να είναι οικονομικές και πλέον αναγνωρίστηκε η ιδιαίτερη σημασία της θερμομόνωσης στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Το σύνολο των κτιρίων που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα μετά το 1980 είναι μονωμένα βάσει του Κανονισμού Θερμομόνωσης, όμως σχεδόν όλα τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 (σχεδόν το 82% των κτιρίων στην Ελλάδα) δε διαθέτουν μόνωση.

Η αναλογία κατανάλωσης ενέργειας (και του κόστους της φυσικά) για τις ανάγκες θέρμανσης-ψύξης μεταξύ κτιρίων με και χωρίς μόνωση είναι 1 προς 3.



Σχήμα 9: Επιδράσεις πάνω σε ένα πλευρικό τοίχωμα

2.2.2 Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου

Πριν τη λήψη οποιωνδήποτε μέτρων θερμομόνωσης θα πρέπει να εξεταστούν οι βασικοί παράγοντες που προκαλούν τη μείωση θερμικών απωλειών:

- Τοποθεσία και προσανατολισμός του κτιρίου στον περιβάλλοντα χώρο.

Όσο υψηλότερη είναι η έκθεση ενός κτιρίου στα ανεμικά φορτία, τόσο υψηλότερες απώλειες θερμότητας παρουσιάζει. Επίσης, όσο υψηλότερη είναι η προσβολή του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία τόσο υψηλότερες είναι οι απώλειες ψύξης των εσωτερικών χώρων του.

- Μέγεθος επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου άμεσα εκτεθειμένων στις καιρικές συνθήκες, σε συνάρτηση με τον όγκο του κτιρίου.

Ένα κτίριο ελεύθερο στον χώρο, εμφανίζει πολύ υψηλότερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.

- Βαθμός έκθεσης στο περιβάλλον των διαφόρων χώρων του κτιρίου.

Οι εσωτερικοί χώροι θεωρείται ότι δεν παρουσιάζουν καμία θερμική μεταβολή. Αντίθετα, οι χώροι που εκτείνονται σε δύο ή περισσότερους ορόφους, όπως για παράδειγμα τα κλιμακοστάσια, παρουσιάζουν υψηλές απώλειες.

- Τα εξωτερικά κουφώματα

Τα εξωτερικά κουφώματα ανάλογα με το μέγεθος, το πλήθος και τη θέση τους στις όψεις ενός κτιρίου, επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας και η κακή συναρμογή τους επιτρέπει τη διείσδυση ρευμάτων αέρα.

2.2.3 Κτιριακά στοιχεία ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή

Στην παρούσα ενότητα, παρουσιάζονται τα πλέον ευάλωτα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου, τα οποία χρήζουν θερμικής προστασίας.

- Η οροφή (επίπεδη ή κεκλιμένη) και η στέγη.

Παρουσιάζουν υψηλές θερμικές απώλειες, δεδομένου ότι είναι τα τμήματα εκείνα που δέχονται άμεσα όλες τις επιδράσεις των καιρικών συνθηκών.

- Τα εξωτερικά τοιχώματα.

Υπόκεινται σε μια σειρά επιδράσεων και τα οποία ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, προκαλούν υψηλές θερμικές απώλειες. Η προστασία των εξωτερικών τοιχωμάτων μπορεί να γίνει εσωτερικά ή εξωτερικά, ανάλογα με τη χρήση των χώρων που προστατεύουν και το βασικό μέρος της δομής τους. Υπάρχουν επίσης

περιπτώσεις τοιχωμάτων στις οποίες η θερμική μόνωση τοποθετείται ανάμεσα σε δυο κατακόρυφα στρώματα ομοιογενών ή ανομοιογενών υλικών και είναι σχετικά απλή λύση. Γενικά σε όλες τις περιπτώσεις πλευρικών εξωτερικών τοιχωμάτων λαμβάνονται μέτρα για:

- ο Προστασία του θερμομονωτικού υλικού από συμπύκνωση και δρόσο, με φράγμα υδρατμών.
- ο Παρεμπόδιση της διείσδυσης βρόχινων υδάτων, που θα έχει ως συνέπεια την πρόκληση ανεπανόρθωτης ζημιάς στο θερμομονωτικό υλικό.
- ο Αποφυγή της δημιουργίας θερμογεφυρών που αυξάνουν τις θερμικές απώλειες και δημιουργούν θερμικές τάσεις στα επιμέρους υλικά που συνθέτουν την κατασκευή.
- ο Επιπλέον πρέπει να αποφεύγεται η διάτρηση των εξωτερικών τοιχωμάτων για να διέλθουν σωληνώσεις εγκαταστάσεων ή άλλου είδους κατασκευές. Όπου αυτό είναι απαραίτητο, τότε επιβάλλεται ιδιαίτερη μέριμνα για την προστασία των ευάλωτων αυτών στοιχείων, τόσο από τη θερμότητα όσο και από την υγρασία.

- Τα ανοίγματα.

Είναι από τα πλέον ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου. Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών πρέπει οι αρμοί συναρμογής των πλαισίων να είναι απόλυτα αδιαπέραστοι από τον αέρα. Τα υλικά που συγκροτούν το κούφωμα (ξύλο, αλουμίνιο, πλαστικό) πρέπει να είναι αρίστης ποιότητας ώστε να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις των φύλλων. Για ξύλινα παράθυρα ή πόρτες, αυτό δεν είναι εύκολα εφικτό εξαιτίας της φύσης του υλικού. Στην περίπτωση όμως κουφωμάτων αλουμινίου, η πρόβλεψη ειδικών παρεμβυσμάτων στους αρμούς επαφής δίνει συνήθως άριστα αποτελέσματα. Επιπλέον τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων θα πρέπει να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας.

- Το κατώτερο δάπεδο του κτιρίου.

Δε χρειάζεται πάντα θερμική προστασία, εκτός εάν χρησιμοποιείται ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης (δάπεδο ισογείου σε επαφή με το έδαφος). Οποσδήποτε όμως, απαιτείται θερμική προστασία στις περιπτώσεις δαπέδου εκτεθειμένου προς το εξωτερικό περιβάλλον (π.χ. κτίριο σε πυλωτή).

- Τα στηθαία των παραθύρων.

Τα στηθαία των παραθύρων, όπου συνήθως τοποθετούνται θερμαντικά σώματα επειδή λειτουργικοί λόγοι επιβάλλουν συχνά τη μείωση του πάχους του τοιχώματος στις θέσεις αυτές. Επίσης, η έντονη θερμική ακτινοβολία προκαλεί συμπύκνωση στις θέσεις αυτές γρηγορότερα παρά στις υπόλοιπες επιφάνειες του χώρου, με αποτέλεσμα να καταπονούνται περισσότερο τα δομικά στοιχεία που γειτονεύουν με σώματα θέρμανσης.

- Τα μπαλκόνια και οι προεξοχές της πλάκας.

Όταν δεν προστατεύονται από τη θερμότητα, λειτουργούν σαν θερμογέφυρες, με αποτέλεσμα να μην ελέγχονται απόλυτα οι θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων και να προκαλούνται βλάβες στις κατασκευές λόγω συμπύκνωσης. Όμως η μόνωσή τους είναι συχνά προβληματική γιατί αυξάνει υπέρμετρα το ολικό κόστος για τη θερμομόνωση του κτιρίου.

2.2.4 Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών

Τα κριτήρια που εξετάζονται για την επιλογή θερμομονωτικών υλικών είναι τα ακόλουθα:

α. Θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ .
- Η εξάρτηση του συντελεστή λ από τη θερμοκρασία.
- Η εξάρτηση του συντελεστή λ από την υγρασία. Η τιμή του λ αυξάνει σημαντικά με τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει θερμομονωτική δράση.
- Η ειδική θερμότητα.
- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανώσεων.

β. Τρόπος Εφαρμογής

- Προκατασκευασμένα προϊόντα ή κατασκευή επί τόπου.
- Απαιτούμενα προστατευτικά μέτρα (για προστασία από μηχανικές βλάβες ή δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις).
- Δυνατότητα ελέγχου κατά την κατασκευή.

γ. Μηχανικές Ιδιότητες.

- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.

- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση).
 - Πυκνότητα.
 - Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.
- δ. Χημική συμπεριφορά – ανθεκτικότητα.
- Αντίσταση στη διάβρωση, στους μικροοργανισμούς, έντομα, κ.λπ.
 - Συμπεριφορά στην υγρασία (τυχόν μεταβολή των διαστάσεων, διαπερατότητα στους υδρατμούς, απορροφητικότητα νερού).
 - Συμπεριφορά στη φωτιά και μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.
 - Βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια και σε διάφορους διαλύτες ή το θαλασσινό νερό, κ.λπ.
- ε. Οικονομικά Στοιχεία
- Επιπρόσθετο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης.
 - Χρόνος απόσβεσης δαπάνης.
 - Ποσοστό προστιθέμενης αξίας στην όλη κατασκευή.

2.2.5 Συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά

Σήμερα στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών όπως:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη.
- Διογκωμένη πολυστερίνη.
- Υαλοβάμβακας.
- Πολυουρεθάνη.
- Αφρώδες Γυαλί.
- Περλιτοειδή.
- Πετροβάμβακας.
- Φελλός.
- PVC.
- Κυψελωτό σκυρόδεμα.
- Θερμομονωτικά τούβλα.
- Πλάκες περλιτοϋάλου.

2.2.6 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας – δοκών –υποστλωμάτων

Οι βασικοί τρόποι θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας, δοκών και

υποστυλωμάτων είναι οι ακόλουθοι:

Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας:

- Θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια.
- Θερμομόνωση στην εξωτερική επιφάνεια.
- Θερμομόνωση στον πυρήνα.
- Χρήση θερμομονωτικών τούβλων.

Στις περιπτώσεις θερμομόνωσης τοίχου, σε όποια θέση και να τοποθετηθεί η θερμομόνωση θα πρέπει:

- Παροχή επαρκούς θερμικής αντίστασης ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης.
- Παροχή ενός συνεχούς θερμομονωτικού στρώματος χωρίς θερμογέφυρες.
- Αντίσταση στη διείσδυση νερού.

Η θερμομόνωση δοκών –υποστυλωμάτων πραγματοποιείται μέσω:

- Θερμομόνωση στην εσωτερική παρειά.
- Θερμομόνωση στην εξωτερική παρειά.

Ενίσχυση Θερμομόνωσης πραγματοποιείται με χρήση θερμοσοβά.

2.2.7 Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών - υποστυλωμάτων

Η εσωτερική θερμομόνωση τοποθετείται σε κτίρια στα οποία σημασία έχει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης / ψύξης χωρίς χρονική καθυστέρηση, και δεν απασχολεί ιδιαίτερα η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία μετά τη διακοπή των εφαρμογών κλιματισμού. Εφαρμόζεται κυρίως σε παραθεριστικές κατοικίες, σχολεία και κτίρια γραφείων ημερήσιας λειτουργίας.

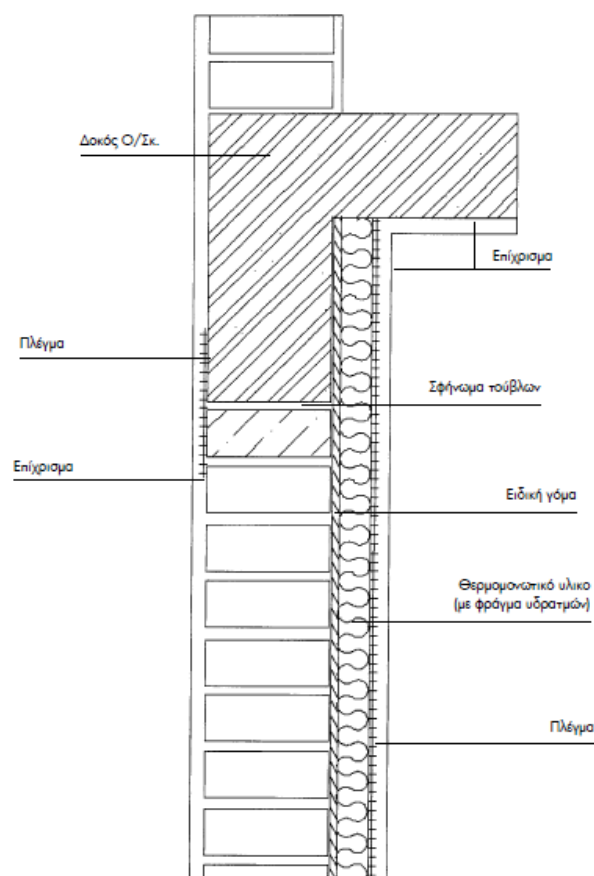
Η εσωτερική θερμομόνωση καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος, με γυψοσανίδα.

Τα πλεονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Απλή και ταχεία κατασκευή.
- Οικονομικότερη κατασκευή σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση.
- Άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης / ψύξης.
- Τα μονωτικά υλικά δε χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία κ.λπ.)

Τα μειονεκτήματά της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Πρόβλημα θερμογεφυρών (κυρίως στα σημεία όπου υπάρχουν συναρμογές εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων).
- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης.
- Αδυναμία προστασίας δομικών στοιχείων από συστολές - διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Πιθανότητα δημιουργίας επιφανειακής υγρασίας από συμπύκνωση υδρατμών που για να αποφευχθεί απαιτείται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών (φύλλα αλουμινίου, ασφαλτόπανο, νάιλον κ.λπ.) μπροστά από το μονωτικό υλικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου.
- Δυσκολία, όχι ανυπέρβλητη, στο να ανρτηθούν ράφια, πίνακες κ.λπ. μεγάλου βάρους και τοποθέτηση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.
- Στην περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια εμποδίζει την ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.



Σχήμα 10: Εσωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό με φράγμα υδρατμών

2.2.8 Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών - υποστυλωμάτων

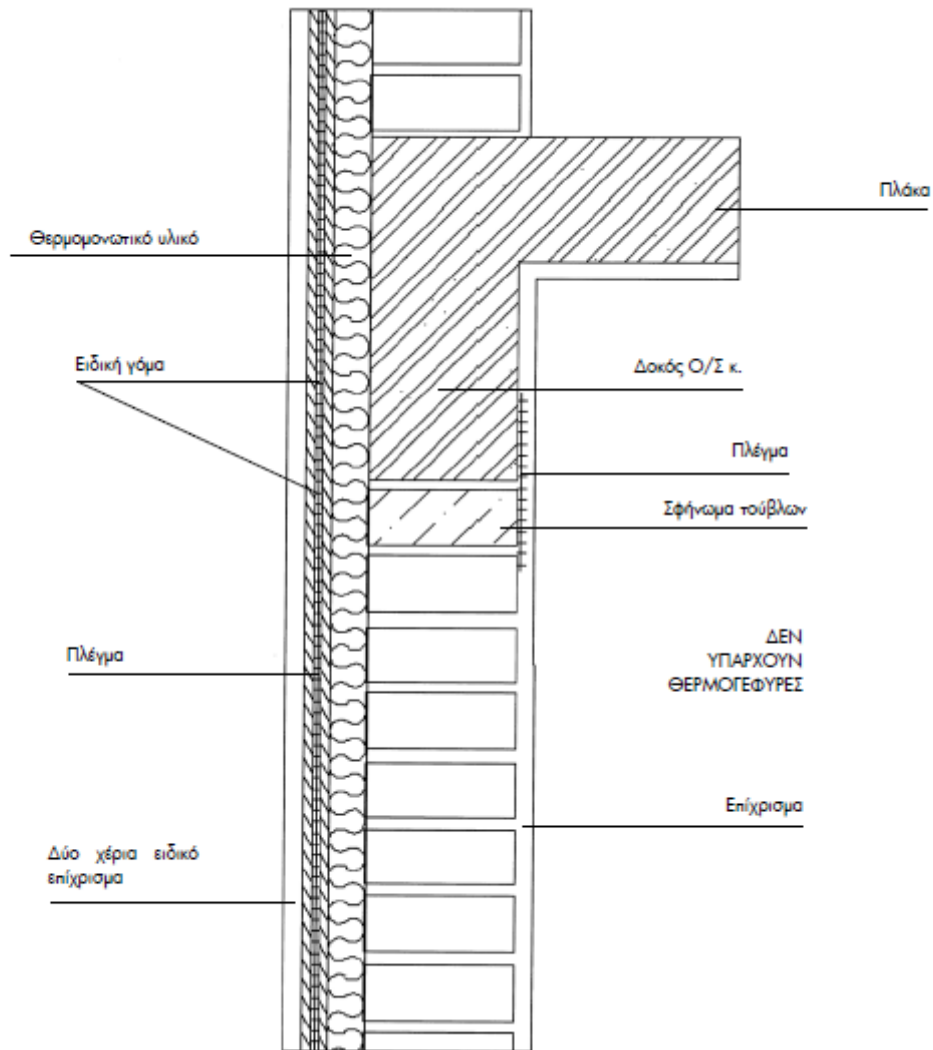
Τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ ψύξης, ενώ ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού, δηλαδή σε κατοικίες μόνιμης διαμονής, νοσοκομεία κ.λπ. Η χρήση της σε υφιστάμενα μη θερμομονωμένα κτίρια πρέπει να γίνεται με προσοχή, λόγω δυσκολίας κατασκευής, υψηλού κόστους και αύξησης περιμέτρου του κτιρίου που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα συντελεστή δόμησης.

Τα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων.
- Υψηλότερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρονικά χρήσης του συστήματος θέρμανσης / ψύξης εξαιτίας της αποθήκευσης ενέργειας στα νότια κυρίως δομικά στοιχεία από τον ήλιο εφόσον εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα με την κατασκευή τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων επαρκούς πάχους.
- Προστασία εξωτερικών επιφανειών τοίχων από συστολές και διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Ελαχιστοποίηση έως μηδενισμός των θερμογεφυρών.
- Σε περίπτωση που εφαρμοστεί σε υφιστάμενα κτίρια αφενός μεν δεν εμποδίζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του.
- Προστασία από καιρικές συνθήκες

Τα μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Αυξημένο κόστος κατασκευής.
- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή (ορθή επιλογή υλικών, ορθή τοποθέτηση) για αποφυγή δημιουργίας ρωγμών στην όψη.
- Δυσκολία / αδυναμία εφαρμογής σε κτίρια με έντονες εξωτερικές μορφολογικές όψεις.



Σχήμα 11: Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου με μονωτικό υλικό

2.2.9 Θερμομόνωση πυρήνα εξωτερικής τοιχοποιίας

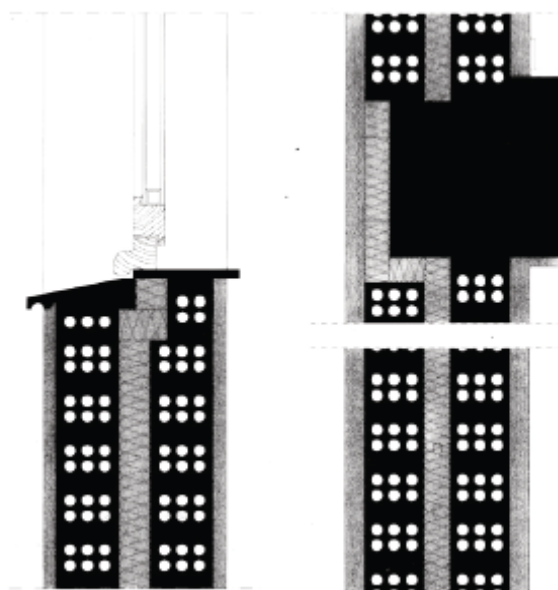
Η εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο, συνήθως αποτελείται από δύο επιμέρους τοίχους που ενώνονται μεταξύ τους. Ο εξωτερικός τοίχος είναι, συνήθως, από τούβλο όπως και ο εσωτερικός, παρόλο που χρησιμοποιούνται και κατασκευές τούβλου / μπλοκ και μπλοκ/μπλοκ. Για συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης που ισχύουν, θα πρέπει να τοποθετηθεί θερμική μόνωση στο διάκενο.

Ο εσωτερικός επιμέρους τοίχος από τούβλο θα απορροφήσει και θα συγκρατήσει τη θερμική ενέργεια ενώ το κτίριο θερμαίνεται. Ο τοίχος θα επιστρέψει τη θερμότητα αυτή στα δωμάτια όταν το κτίριο δε θερμαίνεται, διατηρώντας έτσι μια πιο ομοιόμορφη εσωτερική θερμοκρασία.

Ο τοίχος από τούβλα είναι πορώδης. Σε μακρές περιόδους βροχοπτώσεων, το νερό της βροχής θα διεισδύσει από τον εξωτερικό τοίχο και μπορεί να τρέξει στο εσωτερικό μέτωπο του τοίχου αυτού.

Για να αποφευχθεί το πέρασμα της υγρασίας από τον εξωτερικό τοίχο στο θερμομονωτικό υλικό, θα πρέπει να υπάρχει ένα σαφές διάκενο μεταξύ του εξωτερικού τοίχου και των θερμομονωτικών πλακών. Ένα καθαρό κενό πάχους 5 cm, είναι κατάλληλο για όλους τους βαθμούς έκθεσης. Για ορισμένες περιπτώσεις, ένα καθαρό κενό των 2,5 cm θα είναι αρκετό για να αποτρέψει την είσοδο της υγρασίας στο θερμομονωτικό υλικό.

Η χρήση θερμομονωτικών υλικών εντός ενός διακένου που δεν αερίζεται, δεν προδικάζει τις ιδιότητες πυραντοχής του τοίχου. Οι πλάκες του θερμομονωτικού υλικού είναι απίθανο να αναφλεγούν αν η φωτιά διεισδύσει σε ένα κενό που δεν αερίζεται. Η εξάπλωση της φλόγας θα είναι ελάχιστη αφού δεν θα υπάρχει αρκετός αέρας για να διατηρήσει την καύση.



Σχήμα 12: Θερμομόνωση τοιχοποιίας στο διάκενο μεταξύ των δύο τοίχων

2.2.10 Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα

Στις περιπτώσεις αυτές δεν τοποθετούνται μονωτικά υλικά καθότι τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της τοιχοποιίας είναι ειδικά τούβλα που εμφανίζουν θερμομονωτικές ιδιότητες (τούβλα από κυψελωτό σκυρόδεμα, ειδικά θερμομονωτικά τούβλα), ή τούβλα που περιλαμβάνουν στην

εργοστασιακή κατασκευή τους θερμομονωτικά υλικά. Δοκοί και υποστυλώματα μονώνονται εσωτερικά ή εξωτερικά.

Πλεονεκτήματα:

- Ευκολία κατασκευής.
- Εξοικονόμηση ωφέλιμου εσωτερικού χώρου.
- Ταυτόχρονη εξασφάλιση ικανοποιητικού επιπέδου ακουστικής άνεσης.

Μειονεκτήματα:

- Δυσκολία κρεμάσματος πινάκων, ραφιών κ.λπ. σε κατασκευές με κυψελωτό σκυρόδεμα.
- Χρήση σε ελαφριές κατασκευές.
- Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλή θερμοχωρητικότητα.

2.2.11 Ενίσχυση θερμομόνωσης τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων με θερμοσοβά

Ο θερμοσοβάς κυρίως χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα της θερμομόνωσης.

2.2.12 Θερμομόνωση κουφωμάτων

Η τοποθέτηση, διαστασιολόγηση και τυπολογία των κουφωμάτων κατά τη διάρκεια του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα με πολλές παραμέτρους, όπως:

- Θέα.
- Ηλιοφάνεια.
- Σκιασμός.
- Φωτισμός.
- Αερισμός.
- Δροσισμός.
- Μορφή.
- Ενεργειακά οφέλη.
- Ενεργειακές απώλειες.

Τα κουφώματα έχουν σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί μέσω αυτών μεταφέρονται υψηλά ποσά

ενέργειας. Τη χειμερινή περίοδο αποβάλλεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ κατά τη θερινή περίοδο εισέρχεται θερμότητα από το θερμό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων. Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζεται η διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά.

Υπάρχουν κουφώματα ξύλινα, μεταλλικά, αλουμινίου και συνθετικά πλαστικά σε διάφορες τυπολογίες ανοίγματος (επάλληλα, συρόμενα εσωτερικά σε τοίχο ή εξωτερικά, ανοιγόμενα, περιστρεφόμενα περί οριζόντιο ή κατακόρυφο άξονα) και σταθερά.

Από ενεργειακής πλευράς καλό είναι να αποφεύγονται τα εσωτερικά σε τοίχο συρόμενα κουφώματα λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών.

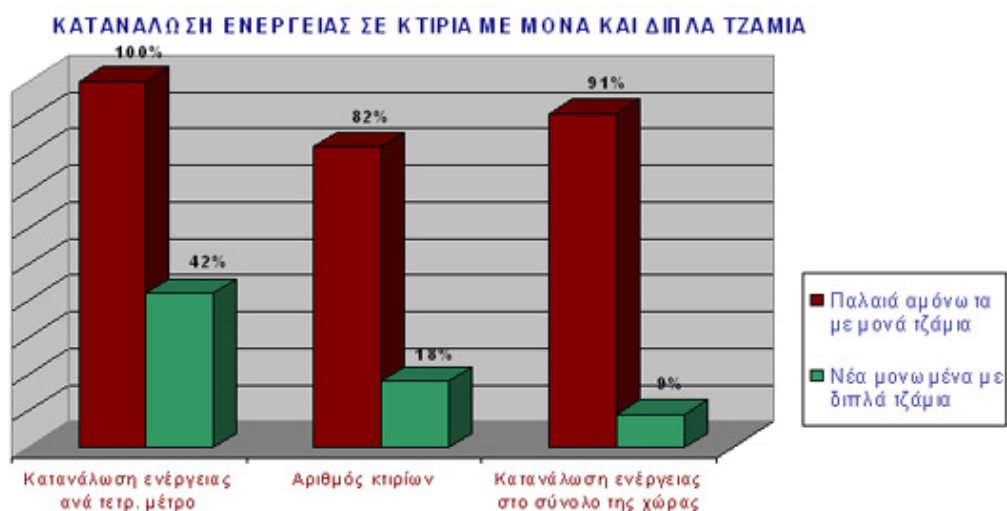
Πλαίσια: Από πλευράς υλικού κατασκευής των πλαισίων των κουφωμάτων, τα πλαίσια αλουμινίου έχουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, εκτός αν υπάρχει φράγμα ροής θερμότητας (thermal break) τοποθετημένο στον πυρήνα του προφίλ του αλουμινίου. Τα ξύλινα και συνθετικά πλαστικά πλαίσια παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και ως εκ τούτου εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας.

Παντζούρια: Τα παντζούρια που χρησιμοποιούνται στα παράθυρα, όποτε χρησιμοποιούνται, είναι ομοίως ξύλινα, αλουμινίου και πλαστικά συνθετικά σε τυπολογίες όπως εξωτερικά ή εσωτερικά ανοιγόμενα, συρόμενα και ρολά. Τα κουτιά των ρολών καλό είναι να μονώνονται εσωτερικά και τα φύλλα των ρολών εάν είναι πλαστικά να έχουν γέμιση με μονωτικό αφρό. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στη θέση τους σε σχέση με το πάχος της τοιχοποιίας. Έτσι προτιμώνται παράθυρα τα οποία βρίσκονται σε συνέχεια με το θερμομονωτικό υλικό των τοίχων.

Υαλοστάσια: Η χρήση των διπλών υαλοστασίων με ή χωρίς χαμηλό συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ή/ και με θερμομονωτικό αέριο στο διάκενο, προσφέρουν εκτός από θερμομόνωση και ηχοπροστασία.

Πρέπει επιπλέον όμως να τονιστεί ότι η ορθολογική χρήση των κουφωμάτων και των παντζουριών από τους χρήστες μπορεί να συνεισφέρει πολλαπλάσια οφέλη στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, καθώς και στον δροσισμό τους σε συνδυασμό με διάφορα άλλα αρχιτεκτονικά στοιχεία του κτιρίου όπως πέργκολες, σκίαστρα κ.λπ.

Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, έτσι ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά.



Σχήμα 13: Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονούς και διπλούς υαλοπίνακες

Η εξοικονόμηση ενέργειας από κάθε επέμβαση στο κέλυφος του κτιρίου, εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, τα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά και το κλίμα της περιοχής. Ενδεικτικά το Κ.Α.Π.Ε. προσομοίωσε ένα τυπικό διαμέρισμα εκατόν (100) τετραγωνικών μέτρων σε τέσσερις (4) πόλεις με χαρακτηριστικό κλίμα στην Ελλάδα και υπολόγισε την εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιφέρει η αντικατάσταση παλαιών παραθύρων με μονά τζάμια με νέα, τα οποία θα έχουν διπλούς υαλοπίνακες τριών τύπων (συνήθη διπλό με διάκενο 4 και 6 χιλιοστά και διπλό χαμηλής εκπομπής με υλικό πλήρωσης αργό).

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΕ 4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Σχήμα 14: Εξοικονομούμενη ενέργεια για κάθε τύπο υαλοπίνακα και του αντίστοιχου πετρελαίου

2.2.13 Απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου [απαιτήσεις θερμομόνωσης]

Οι απαιτήσεις για θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου καθορίζονται στο εκάστοτε περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Απαιτήσεις Ελάχιστης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου) Διάταγμα, που εκδίδεται από τον Υπουργό Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού δυνάμει του άρθρου 15(1) των περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων Νόμων του 2006 και 2009 και δημοσιεύεται στην Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας.

Οι πρόνοιες του προεδρικού διατάγματος θα πρέπει να εφαρμόζονται για κάθε νέο κτίριο, καθώς και για κάθε κτίριο συνολικής ωφέλιμης επιφάνειας άνω των χιλίων τετραγωνικών μέτρων που υφίσταται ριζική ανακαίνιση.

Το διάταγμα καθορίζει μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας U για:

- Τους εξωτερικούς τοίχους και στοιχεία της φέρουσας κατασκευής του κτιρίου (κολόνες, δοκοί και τοιχία) που συνιστούν μέρος του κελύφους¹ του κτιρίου.

$$[U \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}]$$

Σημείωση:

Επιτρέπεται υπερκάλυψη του συντελεστή θερμοπερατότητας U για τοίχους θερμικής αποθήκευσης στις περιπτώσεις χρήσης Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (π.χ. τοίχοι Trombe, τοίχοι μεγάλης θερμικής μάζας).

- Τα εξωτερικά οριζόντια δομικά στοιχεία (δώματα, στέγες, εκτεθειμένα δάπεδα) και οροφές που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου.

[$U \leq 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$]

- Δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου υπόγειου ή ημιυπόγειου χώρου.

[$U \leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$]

- Τα εξωτερικά κουφώματα (πόρτες, παράθυρα) που συνιστούν μέρος του κελύφους του κτιρίου.

[$U \leq 3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$]

Σημείωση: Εξαιρούνται οι βιτρίνες των καταστημάτων.

Σημείωση:

1. 'κέλυφος του κτιρίου' είναι το σύνολο των επιφανειών των δομικών στοιχείων που διαχωρίζουν το θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος ή νερό) ή από επαπτόμενα κτίρια ή μη θερμαινόμενους χώρους.
2. 'θερμαινόμενος χώρος' είναι η κλειστή περιοχή για την οποία απαιτείται ενέργεια για επίτευξη και διατήρηση συνθηκών θερμικής άνεσης (θέρμανση, ψύξη).
3. 'φέρουσα κατασκευή κτιρίου' είναι το τμήμα που μεταφέρει άμεσα ή έμμεσα στο έδαφος τα μόνιμα και τα ωφέλιμα φορτία του κτιρίου, καθώς και τις επιρροές γενικά των δυνάμεων που επενεργούν σε αυτό, όπως οι δοκοί, οι κολώνες, τα τοιχεία, οι οριζόντιες πλάκες οροφής και δαπέδων.

Από 1/1/2010 τίθενται σε ισχύ πρόσθετες απαιτήσεις ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, ως ακολούθως:

1. Η κατηγορία ενεργειακής απόδοσης κτιρίου στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, για όλα τα νέα κτίρια, πρέπει να είναι ίση ή καλύτερη από B.
2. Ο μέγιστος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m κελύφους εξαιρουμένων δαπέδων δωματίων στεγών και οροφών που συνιστούν μέρος του κελύφους:
 - Για κτίρια που χρησιμοποιούνται ως κατοικίες [$U_m \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$].
 - Για κτίρια που δε χρησιμοποιούνται ως κατοικίες [$U_m \leq 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$].

Νοείται ότι για κτίρια που έχουν μικτή χρήση το μέρος του κτιρίου που χρησιμοποιείται ως κατοικία πρέπει να ικανοποιεί την απαίτηση για κατοικίες και το κτίριο στο σύνολο του να ικανοποιεί την απαίτηση για μη κατοικίες. Στους υπολογισμούς πρέπει να συμπεριλαμβάνονται και οι προθήκες των καταστημάτων.

3. Σε όλα τα νέα κτίρια πρέπει να τοποθετείται πρόνοια για χρήση συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) π.χ. φωτοβολταϊκά συστήματα, ανεμογεννήτριες, κ.ά.

Σημείωση

Η πρόνοια να τοποθετείται σε συνεννόηση με τον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας (Α.Η.Κ. ή άλλος) και να περιλαμβάνει: (α) την τοποθέτηση στο κτίριο μεγαλύτερου κιβωτίου μετρητών ηλεκτρισμού ώστε να υπάρχει πρόσθετος διαθέσιμος χώρος για εγκατάσταση του μετρητή Α.Π.Ε., και (β) την τοποθέτηση κατάλληλης σωλήνωσης η οποία να ξεκινά από το κιβώτιο μετρητών και να καταλήγει στη μελλοντική πιθανή θέση εγκατάστασης του συστήματος Α.Π.Ε.

4. Σε όλες τις νέες κατοικίες πρέπει να εγκαθίσταται ηλιακό σύστημα για ικανοποίηση των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης, σύμφωνα με τον Τεχνικό Οδηγό Ηλιακών Συστημάτων που ετοίμασε η Υπηρεσία Ενέργειας (Κέντρο Εφαρμογών Ενέργειας, τηλ. 22442592).

Σημείωση

Σε περίπτωση που η εγκατάσταση ηλιακού συστήματος δεν είναι εφικτή, ο μελετητής θα πρέπει να ετοιμάζει τεχνικοοικονομική ανάλυση που να τεκμηριώνει το γεγονός αυτό, την οποία θα αποστέλλει στην Υπηρεσία Ενέργειας του Υπουργείου Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού για έγκριση.

Πίνακας 4: Συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικών υλικών

A/A	Ομάδα Υλικού ή Εφαρμογή	Πυκνότητα ρ [kg/m ³]	Θερμική Αγωγιμότητα Σχεδιασμού - λ [W/(mK)]	Εδική Θερμότητα C _p [kJ/(kgK)]
7.	ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ			
7.1.1	Πλάκες υαλοβάμβακα βακελιτούχες και εκ λιθοβάμβακος(ορυκτοβάμβακος)		0.041	
7.1.2	Υαλοβάμβακος/Ορυκτοβάμβακος	40	0.041	
7.2	Υαλοβάμβακος μη μορφοποιημένος	50	0.041	
7.3	Πλάκες ελαφρών κατασκευών εκ ξυλόμαλλου μετά ανόργανου συνδετικής κονίας πάχους	15mm 25 –35mm ≥50 mm	570 460-415 <390	0.14 0.093 0.081
7.4	Πλάκες εκ διογκωμένου φελλού	120 160 200	0.041 0.044 0.046	
7.5	Πλακίδια εκ φελλού	450	0.064	
7.6	Διογκωμένα συνθετικά υλικά		0.041	
7.7	Σκληροί αφροί εκ συνθετικών υλικών		0.041	
7.8	Διογκωμένη πολυστερίνη	min 20	0.041	
7.9	Εξηλασμένη πολυστερίνη	>20	0.030	
7.10	Πολυουρεθάνη αφρός	70	0.05	2.3

3.0 Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα

3.1 Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα

3.1.1 Εισαγωγή

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών υπαίθριων) σύμφωνα με το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια αλλά και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στο κτίριο με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και γενικότερα των περιβαλλοντικών πηγών γενικότερα μέσω των παθητικών ηλιακών συστημάτων επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου-περιβάλλοντος. Πρόκειται για μία δυναμική κατάσταση, η οποία εξαρτάται από:

- Τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (ηλιοφάνεια, θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, σχετική υγρασία, άνεμο, βλάστηση, σκιασμό από άλλα κτίρια) αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία).
- Βασίζεται στην ανοικτή ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του κτιρίου, των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων αλλά και του ενεργειακού προφίλ που προκύπτει από τη λειτουργία του κτιρίου.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη τη γη, θεωρείται από πολλούς ως μία νέα θεώρηση στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει. Παρά ταύτα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη αποτελεί πλέον βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους αρχιτέκτονες μελετητές και μηχανικούς. Αυτό λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση τον δροσισμό και των φωτισμό των κτιρίων, που προκύπτουν από την εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής κατ τα πολλαπλά οφέλη που επιφέρει: ενεργειακά (εξοικονόμηση και

θερμική – οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά.

Το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους παρακάτω τρόπους:

- Εξοικονόμηση ενέργειας από τη σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων.
- Παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου.
- Δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι).
- Διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά τη χρήση του κτιρίου.

Αντίθετα με τον ‘ηλιακό σχεδιασμό’, ο βαθμός στον οποίο ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σήμερα αξιοποιεί το τοπικό κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα, γεγονός που αποδεικνύεται και από την καταγραφή των βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα.

Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, γεγονός που τον καθιστά ευαίσθητο σε εξωγενείς και μη τεχνικούς παράγοντες. Για τον λόγο αυτό, βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι:

- Η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών.
- Η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων.
- Η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων.
- Η χρήση τεχνικο-οικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών.

3.1.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα και τεχνικές

Με στόχο τη μείωση των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, τη βελτίωση του μικροκλίματος, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων καθώς και την εξασφάλιση της θερμικής και οπτικής άνεσης, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών. Περιλαμβάνει διαφορετικές ανά θερμική εποχή τεχνικές και εστιάζεται σε δύο επίπεδα σχεδιασμού: πολεοδομικό και αρχιτεκτονικό.

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού είναι συστήματα τα οποία αξιοποιούν τις φυσικές πηγές (ήλιο, άνεμο) για τη θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την κατάλληλη αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους. Τα παθητικά συστήματα αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου και εντάσσονται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Εφόσον τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα μικρής χαμηλής κατανάλωσης (ανεμιστήρα) ονομάζονται υβριδικά. Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσον το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης έως 30° ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου.

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στον χώρο. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) στηρίζεται στην αξιοποίηση ανοιγμάτων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας τον χειμώνα. Επί πλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στον χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας κατά αυτόν τον τρόπο

της κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τέλος θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων θέρμανσης

- Σύστημα άμεσου κέρδους.
- Συστήματα έμμεσου κέρδους – Ηλιακοί τοίχοι.
 - α. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (έμμεσου κέρδους).
 - Απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγείς, είτε αποτελούμενοι από δοχεία που περιέχουν νερό ή υλικά αλλαγής φάσης.
 - Τοίχοι μάζας Trombe-Michel (θερμοσιφωνικής ροής, με θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος τους).
 - β. Θερμοσιφωνικό πάνελο (απομονωμένου κέρδους).
- Σύστημα έμμεσου κέρδους – Ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο).



Σχήμα 15: Ηλιακό θερμοκήπιο σε κατοικία

- Σύστημα έμμεσου κέρδους – Ηλιακό αίθριο.
- Συστήματα απομονωμένου κέρδους – Θερμοσιφωνικό πάνελο (εκτός του κτιριακού περιβλήματος).

Ειδικά συστήματα προστασίας του κελύφους και μείωσης του θερμικού φορτίου

Εκτός των παθητικών ηλιακών συστημάτων, υπάρχουν διάφορα συστήματα που

εφαρμόζονται για φυσικό δροσισμό, τα οποία λειτουργούν θετικά και τον χειμώνα, ενισχύοντας της θερμομονωτική ικανότητα του κτιριακού κελύφους, όπως:

- Φράγμα ακτινοβολίας.
- Αεριζόμενο κέλυφος.
- Φυτεμένο δώμα.

Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσισμού βασίζεται σε τέσσερις στρατηγικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- Στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου.
- Στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή/αγωγή, προς τη γη με αγωγή, προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης).
- Στην αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως ρυθμιστή της εσωτερικής θερμοκρασίας.
- Στη βελτίωση της θερμικής άνεσης των ενοίκων, ανεξάρτητα από την ψύξη αυτού καθεαυτού του κτιρίου, επηρεάζοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους στους εσωτερικούς χώρους.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων και τεχνικών φυσικού δροσισμού

α. Ηλιοπροστασία – θερμική προστασία

- Σκίαση ανοιγμάτων.



Σχήμα 16: Περσίδες μόνιμης σκίασης

- Ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών.
- Φράγμα ακτινοβολίας.
- Φυτεμένο δώμα.

β. Φυσικός αερισμός

- Διαμετρής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός).
- Υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρας οροφής και άλλοι).
- Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός).
- Ηλιακή καμινάδα.
- Αεριζόμενο κέλυφος.

γ. Δροσισμός μέσω εδάφους

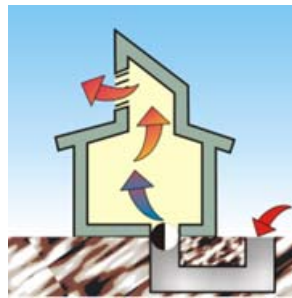
- Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια.
- Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους – αέρα).

δ. Δροσισμός μέσω νυκτερινής ακτινοβολίας

- Μεταλλικός ακτινοβολητής.

ε. Εξατμιστικός δροσισμός

- Πύργος δροσισμού.
- Ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης).



Σχήμα 17: Δροσισμός μέσω εδάφους



Σχήμα 18: Ηλιακή καμινάδα

Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια. Αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά τον σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης, θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο '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).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

- Υαλοπινάκας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο.
- Πλαίσιο.
- Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο).

Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης.

Κατηγορίες συστημάτων

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία.
- Ανοίγματα οροφής.
- Αίθρια.
- Φωταγωγοί.



Σχήμα 19: Ανοίγματα οροφής

Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

α. Υαλοπίνακες

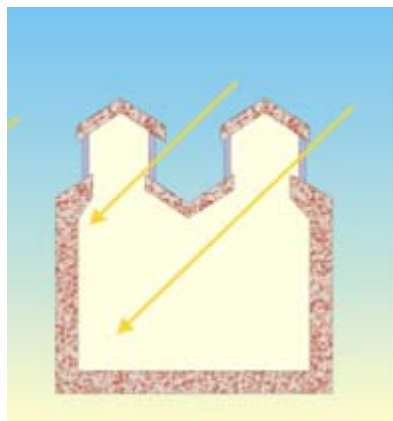
- Έγχρωμοι και ανακλαστικοί υαλοπίνακες.
- Απορροφητικοί υαλοπίνακες.
- Υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e).
- Ηλεκτροχημικοί.
- Φωτοχρωμικοί.
- Θερμοχρωμικοί.

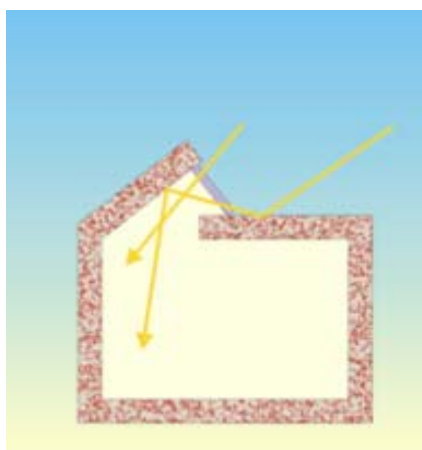
β. Πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία.

γ. Διαφανή μονωτικά υλικά.

δ. Ανακλαστήρες (ράφια φωτισμού).

ε. Ανακλαστικές περσίδες.



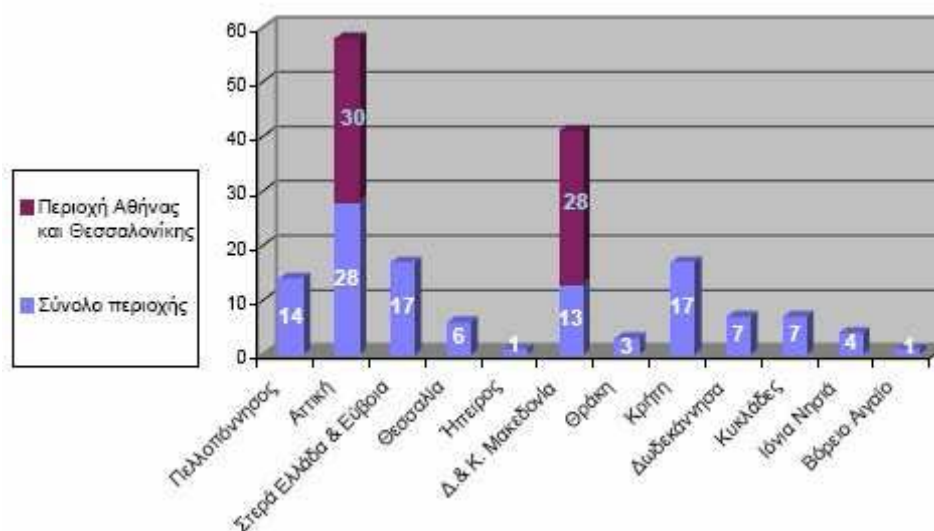


Σχήμα 20: Τεχνικές φυσικού φωτισμού

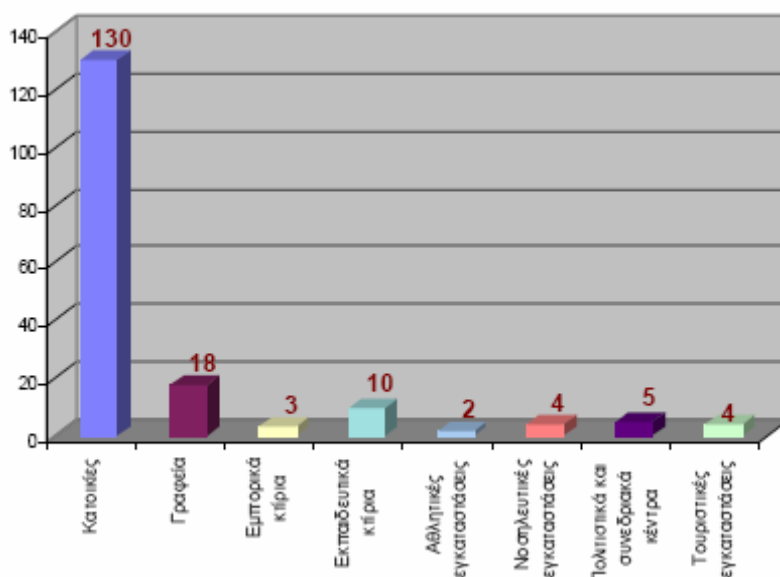
3.2 Εφαρμογές και απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα

3.2.1 Εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, σήμερα, υπάρχουν 180 εφαρμογές βιοκλιματικών κτιρίων, από τα οποία 2 αποτελούν οικιστικά σύνολα. Από αυτά, το μεγαλύτερο πλήθος των κτιρίων βρίσκεται στην περιοχή της Αττικής (58 περιπτώσεις συμπεριλαμβανομένου του Ηλιακού Χωριού) και στη Μακεδονία (41 περιπτώσεις κτιρίων). Με ένα μέσο πλήθος εφαρμογών έχουν καταγραφεί βιοκλιματικά κτίρια στην υπόλοιπη Στερεά Ελλάδα και Εύβοια (17), στην Κρήτη (17) και στην Πελοπόννησο (14) και μικρότερο πλήθος στις υπόλοιπες περιοχές.



Σχήμα 21: Πλήθος βιοκλιματικών κτιρίων ανά γεωγραφική περιοχή



Σχήμα 22: Πλήθος βιοκλιματικών κτιρίων ανά χρήση

Η εφαρμογή παθητικών συστημάτων στο κέλυφος των κτιρίων για τη μεγιστοποίηση των κερδών από την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, αφορά κυρίως σε κτίρια με χρήση κατοικίας ενός ή δύο ορόφων. Σε κτίρια άλλων χρήσεων, η χρήση παθητικών συστημάτων για κάλυψη αναγκών θέρμανσης και ψύξης δεν έχει βρει ιδιαίτερη εφαρμογή. Στην Ελλάδα, την τελευταία δεκαετία έχει αρχίσει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σε κτίρια του τριτογενούς τομέα. Όπως είναι εμφανές και από το παραπάνω σχήμα, το 74% των βιοκλιματικών κτιρίων αφορά σε κτίρια κατοικίας.

3.2.2 Παθητικά συστήματα στα κτίρια

Η εφαρμογή παθητικών συστημάτων στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, στην Ελλάδα, χρησιμοποιείται κατά τη χειμερινή περίοδο για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης, ενώ κατά τη θερινή περίοδο για την εξασφάλιση θερμικής άνεσης μέσω απλών μεθόδων και τεχνικών φυσικού δροσισμού.

Μεταξύ των συστημάτων και των τεχνικών που έχουν ευρύτερα εφαρμοστεί σε βιοκλιματικά κτίρια, τα κυριότερα αφορούν σε απλές τεχνικές για μεγιστοποίηση νότιων ανοιγμάτων (παθητικά συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους για θέρμανση) τα οποία έχουν εφαρμοστεί στο 81% των κτιρίων και η χρήση ηλιακών χώρων έμμεσου κέρδους (κυρίως θερμοκήπια που έχουν εφαρμοστεί στο 42% των κτιρίων). Ηλιακοί τοίχοι (Trombe, μάζας και θερμοσιφονικά πανέλα), εμφανίζονται στο 27% των

κτιρίων που καταγράφηκαν. Από τους ηλιακούς τοίχους, το 68% είναι τοίχοι Trombe, 11% τοίχοι μάζας, 4% τοίχοι νερού και 17% θερμοσιφωνικά πανέλα. Μία μόνο κατασκευή χρησιμοποίησε rock bed, το οποίο λειτουργεί σε συνδυασμό με θερμοσιφωνικό πανέλο. Επί πλέον, η αυξημένη θερμομόνωση, η διαφοροποιημένη μη συμβατική κατασκευή των εξωτερικών τοιχοποιιών, τα φυτεμένα δώματα και η ελαχιστοποίηση των βορινών ανοιγμάτων προσφέρουν επιπρόσθετη προστασία κατά τον χειμώνα.

Αντίστοιχα, κατά τη θερινή περίοδο, ο σκιασμός, η ελαχιστοποίηση των δυτικών ανοιγμάτων και ο διαμεπής αερισμός αποτελούν τις κύριες τεχνικές φυσικού δροσισμού. Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με εξωτερικά ή εσωτερικά συστήματα σκιασμού και συγκεκριμένα, ειδικά συστήματα ηλιοπροστασίας αναφέρονται στο 29% των περιπτώσεων και φύτευση του περιβάλλοντος χώρου στο 9% των περιπτώσεων. Άλλα παθητικά συστήματα που έχουν εφαρμοστεί στην Ελλάδα είναι τα ηλιακά αίθρια, φεγγίτες οροφής για βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, καμινάδες δροσισμού και σωλήνες εδάφους.

3.2.3 Ενεργειακή απόδοση βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τις προσομοιώσεις που εκπονήθηκαν, οι ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν για τη θέρμανση των βιοκλιματικών κτιρίων (κτιρίων συνεχούς χρήσης) στην Α' κλιματική ζώνη κυμαίνονται από 25 έως 42 kWh/m², στη Β' κλιματική ζώνη από 28 έως 55 kWh/m², ενώ στη Γ' κλιματική ζώνη από 44 έως 90 kWh/m² ετησίως. Εκτιμάται δε ότι σε σχέση με τα συνήθη συμβατικά κτίρια κατασκευής μετά το 1979 (έτος εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης) τα βιοκλιματικά κτίρια παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30%, ενώ σε σχέση με παλαιότερα αμόνωτα κτίρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%.

Εκτός από τα σημαντικά θερμικά οφέλη των συστημάτων άμεσου κέρδους, η συμβολή άλλων συστημάτων έμμεσου κέρδους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά των βιοκλιματικών κτιρίων είναι εξίσου σημαντική.

Ειδικότερα από την προσομοιωτική ανάλυση προκύπτει ότι στην υφιστάμενη κατάσταση των κτιρίων:

- Οι θερμοκηπιακοί χώροι αποδίδουν έως 30%.
- Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (ηλιακοί) μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση

ενέργειας που ξεπερνά το 40% σε κτίρια κατοικιών στην Α και Β κλιματική ζώνη, ενώ στη Γ κλιματική ζώνη αγγίζει το 12%.

Η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των αυξημένων νότιων ανοιγμάτων εξαρτάται από την επιφάνεια των ανοιγμάτων, αλλά και τη συνολική λειτουργία του κτιρίου (μόνωση, εσωτερικά κέρδη, κλίμα της περιοχής). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αυξημένη υάλινη επιφάνεια, λόγω των μεγάλων νυχτερινών απωλειών θερμότητας σε περιοχές με ψυχρές νύχτες, συντελεί στην αύξηση του φορτίου θέρμανσης του κτιρίου. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση νυχτερινής μόνωσης στα ανοίγματα.

Τα θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) είναι το πιο διαδεδομένο παθητικό ηλιακό σύστημα στα κτίρια στην Ελλάδα. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το μέγεθός τους και τον τρόπο χρήσης τους και είναι παρόμοια και στις τρεις κλιματικές ζώνες της χώρας.

Όλα τα θερμοκήπια έχουν σύστημα σκίασης, είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά και έχουν ανοιγόμενα τμήματα για τον θερινό αερισμό τους. Η θερινή αυτή προστασία των θερμοκηπίων έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ιδιαίτερη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου από τα θερμοκήπια. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα θερμοκήπια έχουν αδιαφανή οροφή, ή η οροφή τους είναι απόλυτα σκιαζόμενη κατά τους θερινούς μήνες. Η θερμική επιβάρυνση από την οροφή είναι σημαντική το καλοκαίρι και για τον λόγο αυτό, συνιστώνται τα θερμοκήπια με αδιαφανή στέγη.

Η απόδοση των ηλιακών τοίχων εξαρτάται από το μέγεθός τους σε σχέση με το κτίριο, αλλά και από τη χρήση του κτιρίου. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και θερμοσιφωνικά πανέλα μικρά σε μέγεθος έχουν μικρή συνεισφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Οι ηλιακοί τοίχοι όταν δε σκιάζονται και δεν αερίζονται, επιβαρύνουν εν γένει το κτίριο το καλοκαίρι. Μπορούν όμως να συνεισφέρουν και θετικά εφόσον σκιάζονται και ιδιαίτερα όταν αξιοποιούνται για τον φυσικό αερισμό του κτιρίου.

Διαφοροποίηση της κατασκευής ή χρήσης από τη μελέτη

Η υλοποίηση της μελέτης ενός κτιρίου με σωστή κατασκευή και εφαρμογή των τεχνικών δόμησης και των παθητικών συστημάτων αποτελεί σημαντική παράμετρο απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Στις περισσότερες των περιπτώσεων κτιρίων που μελετήθηκαν, η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτιρίου αποτελεί τον βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η

μειωμένη απόδοση των παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Γενικά, μικρές αποκλίσεις της μελέτης από την κατασκευή (π.χ. τροποποιήσεις στην κατασκευή της οροφής ή της τοιχοποιίας), συνεπάγονται μικρές αποκλίσεις της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου. Η μεταβολή του μεγέθους των ανοιγμάτων, η ενσωμάτωση ή μη παθητικών συστημάτων, η κακής ποιότητας κατασκευή π.χ. ελλιπής μόνωση, αλλά ιδιαίτερα η κακή λειτουργία των παθητικών συστημάτων και του κτιρίου (υπερβολικός χειμερινός αερισμός, σκίαση των παθητικών συστημάτων, αδρανοποίηση των ηλιακών τοίχων) οδηγούν σε σημαντικές αποκλίσεις της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου από την αναμενόμενη.

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η επίδραση της μη σωστής εφαρμογής της μελέτης στη συμπεριφορά του κτιρίου τους θερινούς μήνες, όπου συχνά παρουσιάζεται σημαντική υπερθέρμανση. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε ανεπαρκή σκίαση ή αερισμό. Συχνά, ο κυριότερος παράγοντας που οδηγεί στην ελλιπή εφαρμογή και κακή χρήση των παθητικών συστημάτων είναι η άγνοια ή η έλλειψη ενδιαφέροντος των χρηστών σχετικά με τη λειτουργία των παθητικών συστημάτων.

Θερμική άνεση

Από τις ενεργειακές καταγραφές, προέκυψε το συμπέρασμα ότι το καλοκαίρι επιτυγχάνεται θερμική άνεση σε αρκετά υψηλές θερμοκρασίες, όταν στα κτίρια εφαρμόζεται κατάλληλος αερισμός. Οι θερμοκρασίες άνεσης στα κτίρια αυτά, όταν υπάρχει φυσικός αερισμός και ειδικά κατακόρυφος φθάνει έως τους 31,5°C. Σε κτίρια όμως με μη αποδοτικό αερισμό και σκίαση, τα όρια άνεσης είναι πολύ χαμηλότερα (κάτω των 29°C), με αποτέλεσμα τη θερμική δυσφορία των ενοίκων.

Ηλιοπροστασία

Η ηλιοπροστασία στα βιοκλιματικά κτίρια είναι αναπόσπαστο στοιχείο της σωστής λειτουργίας τους και βασική προϋπόθεση για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια τη θερινή περίοδο. Η ηλιοπροστασία στην Ελλάδα επιτυγχάνεται τόσο με τα δομικά στοιχεία του κτιρίου (προβόλους) όσο και με σκίαστρα. Συνήθως υπάρχουν εξωτερικά σκίαστρα σταθερά ή κινητά. Αν και τα κινητά συχνά συνιστώνται από τους μελετητές, κατά την κατασκευή σε πολλές περιπτώσεις τοποθετούνται σταθερές περσίδες σκιασμού. Επίσης χρησιμοποιούνται εξωτερικά ρολά και παντζούρια, αλλά και εσωτερικές κουρτίνες, συνήθως σε συνδυασμό με κάποια εξωτερική σκίαση.

Στα θερμοκήπια συνήθως υπάρχουν υφασμάτινα ρολά, τα οποία είναι εξωτερικά ή και εσωτερικά, ενώ η οροφή τους είναι απόλυτα σκιασμένη. Αντίστοιχα και οι ηλιακοί τοίχοι συχνά σκιάζονται με εξωτερικά ρολά.

Αερισμός

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται σε όλα τα βιοκλιματικά κτίρια, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται στις περισσότερες περιπτώσεις σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες μέσα στα κτίρια και συνθήκες θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο. Σε περιπτώσεις όπου ο αερισμός δεν εφαρμόζεται (για λόγους κατασκευής ή κακής χρήσης), συνήθως παρατηρείται υπερθέρμανση. Παράλληλα, τα όρια της θερμικής άνεσης περιορίζονται σημαντικά. Ο φυσικός αερισμός των κτιρίων, ο οποίος γενικά εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας, επιτυγχάνεται είτε με διαμπερή ανοίγματα είτε με ανοίγματα καθ' ύψος του κτιρίου, οπότε και παρατηρείται το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, με αποτέλεσμα περισσότερες εναλλαγές αέρα ανά ώρα. Η μείωση του ψυκτικού φορτίου λόγω του φυσικού αερισμού αγγίζει και το 75%, γεγονός που πρακτικά σημαίνει (για τα κτίρια κατοικιών τουλάχιστον) ότι αίρεται η ανάγκη χρήσης συστήματος κλιματισμού. Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στα βιοκλιματικά κτίρια όταν υπάρχουν ανεμιστήρες οροφής, αυτοί χρησιμοποιούνται ελάχιστα.

Παθητικά συστήματα στην οροφή

Συχνά στα βιοκλιματικά κτίρια εφαρμόζονται παθητικά συστήματα θέρμανσης ή δροσισμού και τεχνικές μείωσης του φορτίου στην οροφή του κτιρίου, όπως η αεριζόμενη οροφή, η εφαρμογή ηλιακών ή αιολικών καμινάδων και το φυτεμένο δώμα. Η αεριζόμενη οροφή και το φυτεμένο δώμα μειώνουν τόσο το φορτίο θέρμανσης όσο και το φορτίο ψύξης του κτιρίου και επιπλέον βελτιώνουν τις συνθήκες άνεσης μέσα στα κτίρια. Η ηλιακή καμινάδα, εφόσον λειτουργεί σωστά, μειώνει το φορτίο θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, όταν όμως δε λειτουργεί σωστά (δε συνδυάζεται με επαρκές άνοιγμα παραθύρων για κατάλληλο αερισμό), επιβαρύνει θερμικά το κτίριο το καλοκαίρι. Η αιολική καμινάδα συνεισφέρει στη μείωση του ψυκτικού φορτίου του κτιρίου και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης, λόγω αυξημένου αερισμού, τον χειμώνα δε, αυξάνει ελαφρά το φορτίο θέρμανσης.

4.0 Δομικά υλικά οικοδομικού τομέα

4.1 Υλικά και μέθοδοι οικοδόμησης

Τα τελευταία έτη, η συνεχής ανάπτυξη του κατασκευαστικού τομέα έχει οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ο τρόπος εξασφάλισης και χρησιμοποίησης των δομικών υλικών και των πρώτων υλών εγκυμονεί κινδύνους για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Για αυτούς τους λόγους καθίσταται σημαντική η δημιουργία οικολογικής συνείδησης στους πολίτες αναφορικά με τη χρήση ανακυκλώσιμων και νέων οικολογικών υλικών. Η χρήση δομικών υλικών προκαλεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες εξετάζονται ως ακολούθως:

- Το υψηλό επίπεδο κατανάλωσης συγκεκριμένων υλικών ενδέχεται να οδηγήσει στην εξάντλησή τους. Για το λόγο αυτό, σκόπιμο είναι να χρησιμοποιούνται υλικά τα οποία βρίσκονται σε αφθονία (π.χ. ξυλεία).
- Η καταναλισκόμενη ενέργεια κατά τη διαδικασία κατασκευής των δομικών υλικών και οι εκπεμπόμενοι ρύποι στην ατμόσφαιρα. Προτιμάται η χρησιμοποίηση υλικών χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Την καταλληλότερη ενεργειακή συμπεριφορά διαθέτουν τα πετρώδη υλικά (άμμος, αμμοχάλικο και πέτρα), το ξύλο, ενώ το πλαστικό και τα μέταλλα (ιδιαίτερα το αλουμίνιο) είναι λιγότερο κατάλληλα από άποψης ενεργειακής συμπεριφοράς. Τα μέταλλα και τα πλαστικά καταναλώνουν υψηλά ποσά ενέργειας κατά την κατασκευαστική τους διαδικασία. Θα πρέπει όμως να αναφερθεί ότι τα μέταλλα διαθέτουν πολύ υψηλή αντίσταση και τα πλαστικά εμφανίζουν σημαντικές μονωτικές ιδιότητες.
- Απελευθέρωση εκπομπών αέριων ρύπων. Παλαιότερα, μια κατηγορία ρύπων με υψηλό συντελεστή συνεισφοράς στην καταστροφή του όζοντος ήταν οι χλωροφθοράνθρακες ή διαφορετικά CFC's, που έβρισκαν εφαρμογή στα μονωτικά υλικά του κατασκευαστικού τομέα. Οι ενώσεις αυτές προσέδιδαν αφρώδη χαρακτηριστικά στα υλικά. Στην παρούσα φάση, νέα οικολογικά μονωτικά προϊόντα έχουν εμφανιστεί στην αγορά. Από την άλλη πλευρά, προϊόντα PVC υψηλής περιεκτικότητας σε χλωρίνη και υψηλής παραγωγής σημαντικών εκπομπών ρύπων διοξινών και φουρανίου, έχουν σταδιακά αποσυρθεί όπως στην περίπτωση των σωλήνων υδροδότησης πόσιμου νερού.

- Επιπτώσεις στο οικοσύστημα. Προκειμένου να πραγματοποιηθεί περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, απαιτείται η εξασφάλιση υλικών από οικοσυστήματα μη ευαίσθητα και ευάλωτα. Για τον λόγο αυτό, υλικά όπως ξυλεία ή βωξίτης (για παραγωγή αλουμινίου) από τροπικά δάση, ή σύμφυρμα ορυκτών σωματιδίων από ορυχεία αμμοχάλικα που απαντώνται σε φυσικά προστατευόμενες περιοχές δεν πρέπει να επιλέγονται εάν δεν υφίστανται εγγυήσεις φιλικότητας προς το περιβάλλον κατά τη διαδικασία κατασκευής τους.
- Διαχείριση των υλικών μετά το πέρας της χρησιμοποίησής τους. Η μεταφορά και η διάθεσή τους, είτε είναι άμεση επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, απόρριψη σε χωματερή ή αποτέφρωση, θα προκαλέσει περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Μέταλλα όπως παλιοσιδερικά, παλαιά κεραμικά αετώματα, ή ακόμα και ξύλινες δοκοί κάποιων τμημάτων, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ακόμα και μετά την αποδόμηση ενός κτιρίου.
- Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η πλήρης ανάλυση της συμπεριφοράς ενός υλικού σε όλη τη διάρκεια ζωής του, πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφορες παραμέτρους:
 - ο Στάδιο εξαγωγής υλικών.
 - ο Στάδιο παραγωγής (μετάλλων και πλαστικού).
 - ο Στάδιο μεταφοράς.
 - ο Εργασιακός κόπος και πιέσεις.
 - ο Αποδόμηση/ κατεδάφιση.

Από τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων από διάφορα υλικά καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

Πίνακας 5: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα κύρια υλικά κατασκευής, βάσει της ανάλυσης κύκλου ζωής υλικών Simapro

Υλικό	Φαινόμενο του Θερμοκηπίου	Οξυνση (Acidification)	Ατμοσφαιρική Ρύπανση	Σπιράδα του Οζοντος	Βαρέα Μέταλλα	Ενέργεια	Στερεά Υπολείμματα
Κεραμικό	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Πετρώδες	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Ατσάλι	++	++	+	+++	++	++	+++
Αλουμίνιο	+	+	++	+++	+	+	+++
PVC	++	++	+	+++	++	++	++
Πολυστερίνη	++	+	+	++	+	+	++
Πολιουρεθάνη	+	++	+	+	++	++	+++
Πεύκος	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++

+++ Μικρή επίπτωση; ++ Μέτρια επίπτωση; + Υψηλή επίπτωση

Για να θεωρηθούν αειφόρα ή βιώσιμα, τα υλικά πρέπει να χαρακτηρίζονται από τα ακόλουθα κριτήρια:

- Προέλευση από άφθονες ή ανανεώσιμες πηγές.
- Να μην προκαλούν ρύπανση.
- Χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.
- Αντοχή στον χρόνο.
- Προτυποποίηση.
- Εύκολη αξιοποίηση.
- Προέλευση από παραγωγή με δίκαιους όρους.
- Πολιτιστική αξία ή ταυτότητα εντός του περιβάλλοντος χώρου.
- Χαμηλό οικονομικό κόστος και κόστος συντήρησης.

4.1.1 Πετρώδη υλικά

Η χρήση πετρωδών υλικών έχει πολύ χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις ανά Kg υλικού. Παρόλα αυτά, οι επιπτώσεις τους αυξάνονται αισθητά με την αυξημένη ποσότητα των υλικών αυτών. Συγκεκριμένα, οι κυριότερες επιπτώσεις προκαλούνται κατά τη διαδικασία εξόρυξης. Η εξόρυξη και η μεταφορά απαιτούν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, και για τον λόγο αυτό προτείνεται η χρήση ντόπιων υλικών. Αναφέρεται ότι τα πετρώδη υλικά διαθέτουν ανθεκτικότητα στο χρόνο, απαιτούμενο χαρακτηριστικό των αειφόρων ή βιώσιμων υλικών.

Η άφθονη χρήση των υλικών αυτών είναι ο κύριος λόγος καθίζησης των χώρων διάθεσης απορριμμάτων. Στην παρούσα φάση, κυριαρχεί μια αυξανόμενη τάση ανακύκλωσης των αδρανών δομικών υλικών ως υλικό 'πλήρωσης', καθώς και στη διαδικασία κατασκευής κονιάματος και σκυροδέματος. Επιπλέον, το σκυροδέμα είναι δυνατόν να επηρεάσει την υγεία των εργατών και για τον λόγο αυτό επιβάλλεται η υιοθέτηση προληπτικών μέτρων αναφορικά με τον χειρισμό αυτών των υλικών με σκοπό τον έλεγχο της εισπνοής μικροσωματιδίων, του εξανθήματος και των επιδερμικών εγκαυμάτων. Παράλληλα πρέπει να ενισχυθεί η χρήση υλικών που δεν περιέχουν εξασθενές χρώμιο.

4.1.2 Μέταλλα

Η κύρια περιβαλλοντική επίπτωση των μετάλλων υφίσταται κατά το στάδιο της μετατροπής και κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της επεξεργασίας για φινίρισμα και

προστασία. Τα μέταλλα είναι υλικά τα οποία απαιτούν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, με αποτέλεσμα να απελευθερώνονται αέριοι ρύποι στην ατμόσφαιρα. Από την άλλη πλευρά, τα μέταλλα είναι υλικά, που έχουν τη δυνατότητα υψηλής φόρτισης με μικρότερη χρήση υλικού. Επιπλέον τα παλιοσιδερικά μπορούν να ανακυκλωθούν μετά τη διαδικασία αποδόμησης. Πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι είναι αναγκαίο, να προστατευθούν τα μέταλλα με σιδηρικές ή γαλβανισμένες μπογιές οι οποίες έχουν υψηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Στην παρούσα φάση, πολλές από αυτές τις βαφές και επιχρίσματα περιλαμβάνουν φυσικά προϊόντα.

4.1.3 Ξύλο

Το ξύλο είναι ένα από τα πλέον 'βιώσιμα/αειφόρα' υλικά που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν αρκεί να προέρχεται από δάση που τυχαίνουν βιώσιμης διαχείρισης (σε αυτή την περίπτωση θα φέρει σφραγίδα πιστοποίησης αειφόρου διαχείρισης). Τα προστατευτικά επιχρίσματα περιέχουν φυτικές ρητίνες αντί τοξικές ουσίες που είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία. Το μειονέκτημα των φυτικών ρητινών είναι ότι το επεξεργασμένο ξύλο έχει χαμηλότερη απόδοση/ αντοχή από ότι στην περίπτωση άλλων ουσιών (χημικά, τοξικά) δεδομένου ότι η επεξεργασία με ρητίνες διατηρεί ανοικτούς τους πόρους.

Στο τέλος του κύκλου ζωής του, το ξύλο έχει τη δυνατότητα ανακύκλωσης για βιομηχανική επεξεργασία σανίδων (μοριοσανίδων) ή ακόμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως βιομάζα. Προκειμένου να περιοριστεί η περιττή κατανάλωση ενέργειας λόγω μεταφοράς, ενδείκνυται η χρήση ξύλου από γειτονικές περιοχές.

4.1.4 Μονωτικά υλικά

Τα πλέον διαδεδομένα μονωτικά υλικά απαντώνται σε μορφή panel ή ψεκαζόμενων αφρών που παλαιότερα περιείχαν χλωροφθοράνθρακες (CFC's) ενώσεις υπαίτιες για την καταστροφή του μανδύα του όζοντος. Το τελευταίο διάστημα οι ενώσεις αυτές έχουν αντικατασταθεί από άλλες ενώσεις όπως τα HCFC ή HFC. Το μειονέκτημα των νέων αυτών ενώσεων είναι η ενίσχυση της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας και συνεπώς του φαινομένου του θερμοκηπίου. Εναλλακτικές λύσεις αποτελούν οι μεταλλικές ίνες όπως ο πετροβάμβακας ή το fibreglass, το cell glass ή άλλα πλέον οικολογικά υλικά όπως ο φελλός, υλικό από κάνναβη και κυτταρίνη.

4.1.5 Πλαστικά υλικά

Το πλαστικό προέρχεται από επεξεργασία του πετρελαίου και η συμπεριφορά του είναι ανάλογη με αυτή των μετάλλων. Η παραγωγή των πλαστικών υλικών χαρακτηρίζεται από υψηλή ενεργειακή κατανάλωση και υψηλές εκπομπές αέριων ρύπων. Παράλληλα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη ενδεχόμενοι κίνδυνοι έκχυσης του υλικού κατά τη θαλάσσια μεταφορά του, καθώς επίσης και οι πολιτικές διαστάσεις και προβλήματα που ενδεχομένως προκύψουν σχετικά με τον έλεγχο του πετρελαίου.

Αναφορικά με τον τομέα των κατασκευών, τα πλαστικά υλικά διαθέτουν ανθεκτικότητα, σταθερότητα, μειωμένο βάρος και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως μονωτικά υλικά. Σε αυτή τη λογική, ορισμένα υλικά, τα οποία παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν, όπως ο χαλκός και ο μόλυβδος, είναι δυνατόν να αντικατασταθούν από πλαστικά (πολυαιθυλένιο και πολυβουτυλένιο) λόγω καλύτερης περιβαλλοντικής συμπεριφοράς.

4.1.6 Βαφές και επιχρίσματα

Οι βαφές και τα επιχρίσματα περιέχουν διάφορες ουσίες όπως για παράδειγμα χρωστικές, ρητίνες, διαλύτες κλπ, πετρελαϊκής προέλευσης. Οι υδρογονάνθρακες που αρχικά χρησιμοποιούνταν, αντικαταστάθηκαν σταδιακά από φυσικά συστατικά, δημιουργώντας τις αποκαλούμενες οικολογικές και φυσικές βαφές. Στην παρούσα φάση, διατίθενται στην αγορά διάφοροι τύποι επιχρισμάτων ικανών να περιορίσουν την περιρρέουσα ρύπανση καθώς οι ρυπαντές ουδετεροποιούνται όταν έρθουν σε επαφή με τα επιχρίσματα, είτε αυτά έχουν εφαρμοσθεί σε εξωτερικούς τοίχους ή ακόμα και σε προσόψεις.

Η σημαντικότερη περιβαλλοντική επίπτωση των επιχρισμάτων προκύπτει από τη διάθεση των υπολειμμάτων που προέρχονται μετά τη χρήση και επάλειψή τους, δεδομένου ότι υπάρχει τάση απόρριψής τους σε ακατάλληλα μέρη με τον ενδεχόμενο κίνδυνο απελευθέρωσης στην ατμόσφαιρα εκπομπών ρύπων.

4.1.7 Υλικά συντελεστών κατασκευής

Τα φιλικά υλικά προς το περιβάλλον ως μέρος των διαφορετικών συντελεστών κατασκευής μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

4.1.7.1 Θεμέλια και δομή

Με το πέρασμα του χρόνου το σκυρόδεμα έχει γίνει το δημοφιλέστερο υλικό του κατασκευαστικού τομέα. Πρόκειται για υλικό πετρώδες κατασκευασμένο από σκυρόδεμα τύπου Portland, αδρανή υλικά, νερό και προαιρετικά, προσθετικά τα οποία βελτιώνουν τις ιδιότητες του μίγματος. Αυτό το μίγμα ονομάζεται κοινώς σκυρόδεμα. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται οπλισμένο σκυρόδεμα το οποίο συμπεριλαμβάνει και ατσάλι, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την αντίσταση του σκυροδέματος. Η χρήση αυτού του τύπου σκυροδέματος απαιτείται και από τις πρότυπες (Standards) κατασκευαστικές διαδικασίες. Η παρουσία του ατσαλιού έχει ως συνέπεια να προκαλούνται υψηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, γεγονός που ωστόσο είναι δυνατόν να περιοριστεί με τη χρησιμοποίηση ανακυκλωμένων αδρανών κατά την παραγωγική διαδικασία, τα οποία είναι δυνατόν να προέρχονται από κατεδαφισμένα κτίρια.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι δυνατόν επίσης να περιοριστούν με προσθετικά που περιέχουν ίνες προπυλενίου, μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο τον απαιτούμενο όγκο ατσαλιού δεδομένου ότι αυξάνουν την αντίσταση του σκυροδέματος. Επιπλέον, διατίθενται άλλα φιλικά προς το περιβάλλον προσθετικά τα οποία επαυξάνουν τον ρυθμό σκλήρυνσης του σκυροδέματος και την επιτάχυνση της ανάπτυξης των αντοχών του, τα οποία δεν περιλαμβάνουν τοξικά υπολείμματα.

Αναφορικά με τη φιλικότητα προς το περιβάλλον, τα καταλληλότερα υλικά είναι τα πετρώδη. Το πλιθάρι είναι αργιλώδης πλίνθος που δεν έχει ψηθεί, παρά μόνο έχει στεγνώσει σε συνθήκες ηλιασμού. Διαθέτει πολλά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, δεδομένου ότι είναι γηγενές υλικό, καταναλώνει ελάχιστη ενέργεια, ρυπαίνει ελάχιστα και εμφανίζει μονωτικές ιδιότητες. Σχετικά με τη δομή, υπάρχουν άλλες επιλογές τούβλων που είναι κατασκευασμένα από κεραμικό ή άλλα φυσικά υλικά με μονωτικές ιδιότητες. Στην περίπτωση αρμών, δοκών και στύλων η πλέον οικολογική λύση είναι η χρήση ξύλου. Τέλος, στην περίπτωση αποκατάστασης των ανυψωτικών πλακών αναγκαία είναι η χρήση ελαφρών, θερμομονωτικών και ηχομονωτικών υλικών.

4.1.7.2 Οροφή

Οι οροφές αποτελούνται από διάφορα στρώματα τα οποία παρέχουν ιδιότητες, όπως θερμομόνωση, υδατοστεγάση και εξωτερική κάλυψη. Η μόνωση της οροφής είναι

ιδιαίτερα σημαντική διότι το επάνω μέρος οποιασδήποτε οικοδομής έχει απώλειες θερμότητας σε όλη την έκταση της επιφάνειας. Χρησιμοποιώντας την κατάλληλη θερμική μόνωση περιορίζονται οι θερμικές απώλειες κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

Προκειμένου να καθοριστεί το κατάλληλο πάχος μόνωσης, είναι σημαντικό να καταστεί γνωστό ότι η μόνωση αυξάνεται με μειωμένο ρυθμό σε σχέση με το πάχος. Δηλαδή, το πρώτο εκατοστό της μόνωσης είναι πιο αποδοτικό από ότι το δεύτερο, και το δεύτερο εκατοστό πιο αποδοτικό από το τρίτο και ούτω καθεξής. Το πάχος της μόνωσης επίσης διαφέρει από περιοχή σε περιοχή.

Από την άλλη πλευρά, οι οροφές (ιδιαίτερα οι επίπεδες ή αυτές με ελαφριά κλίση) έχουν την τάση υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου διότι εκτίθενται σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Για την αποφυγή τέτοιων καταστάσεων συστήνεται η κατασκευή οροφών με πλήρη ή μερικό αερισμό. Το τελευταίο διάστημα σχεδιάζονται πολυ-λειτουργικές οροφές, φιλικές προς το περιβάλλον όπως οι πράσινες οροφές και οι οικολογικές. Σε αυτές όμως τις περιπτώσεις είναι σημαντικός ο έλεγχος της απαιτούμενης ποσότητας νερού.

Επιπρόσθετα, συνιστάται και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών panels στις οροφές. Η εγκατάσταση τέτοιων panels, πρέπει να θεωρηθεί ως μια μακροπρόθεσμη επένδυση δεδομένου ότι απαιτούνται αρκετά έτη έως ότου αποσβεσθεί η επένδυση.

Μεταξύ των υλικών επικάλυψης, διατίθενται διάφορες εναλλακτικές λύσεις εξαρτώμενες από την κλίση της οροφής και την ομαλότητά της. Η βέλτιστη λύση είναι η εγκατάσταση πλακιδίων ενωμένων με εισδοχές χωρίς ήλους. Παράλληλα υπάρχουν παραδοσιακά αετώματα κατασκευασμένα από κεραμικό ή σκυρόδεμα. Βασικό πλεονέκτημά τους είναι η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησής τους. Επιπλέον συνιστάται και η χρήση πλακών από σχιστόλιθο εφόσον το υλικό αυτό απαντάται στην περιοχή.

4.1.7.3 Υδατοστέγαση

Δυστυχώς τα υλικά που χρησιμοποιούνται περισσότερο για υδατοστέγαση παρουσιάζουν τις υψηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως το PVC ή η επίστρωση ασφαλτικού υλικού. Ωστόσο, αναφορικά με τα θεμέλια ή άλλους συντελεστές που εφάπτονται άμεσα του εδάφους, το καταλληλότερο υλικό είναι ο μπεντονίτης, ενώ αναφορικά με τις οροφές το προπυλένιο και το EPDM.

4.1.7.4 Μόνωση

Προτιμάται η χρήση φυσικών υλικών έναντι των συνθετικών. Μεταξύ των συνθετικών υπάρχουν τρία είδη υλικών σύμφωνα με τα διαστελλόμενα συστατικών τους που επιτυγχάνουν μονωτικές ιδιότητες: α) Τα υλικά που προσλαμβάνουν αέρα, όπως τα διογκωμένα πολυστυρένια (EPS), β) Τα υλικά που περιέχουν CO₂, όπως μερικά εξωθούμενα πολυστυρένια ή HCFC, οι χειρότερες εναλλακτικές λύσεις, και γ) Τα περισσότερα εξωθούμενα πολυστυρένια και πολυουρεθάνια.

4.1.7.5 Εξωτερικό περίβλημα κτιρίου

Η καλύτερη λύση είναι η χρήση παραδοσιακών συστημάτων όπως ο πηλός, το πλιθάρι και οι λίθινοι τοίχοι. Παραδοσιακά κεραμικά στοιχεία είναι δυνατόν να βελτιωθούν με τη χρήση μεγαλύτερων και ελαφρύτερων τεμαχίων (τούβλων) υψηλότερων μονωτικών αποδόσεων αναφορικά με τη θερμότητα και την ακουστική.

4.1.7.6 Μόνωση πρόσοψης

Η ποσότητα της απαιτούμενης ενέργειας σε μία οικία για τη διασφάλιση μίας άνετης θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων εξαρτάται από τη θερμομόνωση. Στην περίπτωση όπου η πρόσοψη είναι κακώς μονωμένη, απαιτείται πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση μίας οικίας. Από την άλλη πλευρά, πλημμελής μόνωση οδηγεί στην ανάπτυξη συνθηκών υγρασίας. Η μόνωση πρέπει να είναι συνεχής τόσο στους εξωτερικούς τοίχους όσο και στις μεσοτοιχίες.

Η βέλτιστη λύση είναι η κατασκευή των εξωτερικών τοίχων από ξύλο αρκεί να προέρχεται από την περιοχή και να έχει επεξεργαστεί με φυσικά προϊόντα.

Η χρήση επικαλυμμένων τούβλων αποτελεί επίσης μια καλή εναλλακτική διότι η χρησιμοποίηση ενός μόνου υλικού επιτυγχάνει εσωτερική και εξωτερική furring (μόνωση).

Οι πλέον διαδεδομένες χρήσεις είναι οι συνεχείς μονώσεις, επιχρίσεις, σοβατίσματα, και μονές στρώσεις ασβεστοκονιάματος. Ωστόσο, πρόπον είναι να αντικατασταθεί σταδιακά το τσιμεντοκονίαμα από το ασβεστοκονίαμα λόγω υψηλότερων περιβαλλοντικών και υδροθερμικών χαρακτηριστικών.

Μια άλλη κατάλληλη επιλογή είναι η κατασκευή πράσινων προσόψεων, οι οποίες διαθέτουν αρκετά πλεονεκτήματα. Προσφέρουν φυσικό τόπο διαμονής άγριας ζωής, αυξάνουν τη βιοποικιλότητα, μειώνουν τις απώλειες θερμότητας το χειμώνα και

διατηρούν δροσερή θερμοκρασία στην οικία το καλοκαίρι. Σε τέτοιους τύπους προσόψεων χρησιμοποιούνται φυτικά είδη όπως λειχήνες, βρύα, γρασίδι, και άλλα αναρριχώμενα και καλλωπιστικά φυτά. Πρέπει επίσης να εξασφαλίζεται ασφαλής πρόσβαση στην επιφάνεια των τοίχων ή και σε οποιεσδήποτε άλλες παροχές (σωληνώσεις, υδρορροές, καπναγωγοί, κλπ) βάσει ορθού προγραμματισμού. Για την υποστήριξη μη αναρριχητικών φυτών προτείνεται η χρήση καφασωτού ή πέργκολας που πρέπει να τοποθετηθεί σε απόσταση από τους τοίχους. Τα φυτά που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι αυτόχθονα.

4.1.7.7 Συστήματα ηλιακής προστασίας

Προκειμένου να αποφευχθούν οι καταστροφικές επιπτώσεις της ηλιακής ακτινοβολίας στα υλικά, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν συστήματα τα οποία ποικίλουν από απλά δέντρα ή σκιάδια παραθύρων σε πιο εξεζητημένες λύσεις όπως τα brise-soleil.

4.1.7.8 Υαλοβερνίκωμα

Το υαλοβερνίκωμα πρέπει να πληρεί δύο προϋποθέσεις. Να επιτρέπει τη διέλευση του φυσικού φωτός και να συντελεί στη μείωση των απωλειών θερμότητας μέσω των προσόψεων (εξωτερικών τοίχων). Μια καλή λύση είναι η χρησιμοποίηση ανθεκτικότερων παραθύρων, με διπλό γυαλί (στο ενδιάμεσο διάκενο έχουν αέρα) για μείωση των θερμικών απωλειών. Από την άλλη πλευρά, το πολύφυλλο γυαλί ασφαλείας (laminated glass) έχει υψηλότερη ακουστική συμπεριφορά.

4.1.7.9 Δάπεδα

Το ξύλο, το λινόλαιο, ο φελλός και τα φυσικά υφάσματα αποτελούν τα πλέον προτεινόμενα υλικά από περιβαλλοντικής άποψης για τους εσωτερικούς χώρους. Ωστόσο, σε όλες τις περιπτώσεις οι κόλλες/γόμες και τα τελειώματα πρέπει να είναι ελεγχόμενα. Επίσης, συνιστώνται και τα πετρώδη δάπεδα, όπως είναι τα λίθινα, τα κεραμικά, και τα μωσαϊκά. Στην περίπτωση που πρέπει να χρησιμοποιηθεί λούστρο ή βερνίκι, προτείνεται η χρήση αυτών που περιέχουν φυσικά συστατικά.

4.1.7.10 Βαφές και επιχρίσματα

Στην Ευρώπη, διατίθεται ευρεία ποικιλία αναφορικά με τις εταιρείες που παράγουν οικολογικές βαφές. Στην περίπτωση όπου δεν είναι δυνατή η χρήση τους, προτείνεται η χρήση αυτών που έχουν ως βάση το νερό είτε οι πλαστικές βαφές.

4.1.7.11 Επεξεργασία ξυλείας

Διατίθεται ευρεία ποικιλία υλικών κατάλληλων για την επεξεργασία και προστασία της ξυλείας, τα οποία περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων έλαια και φυσικές ρητίνες. Λόγω του ότι αυτές οι επεξεργασίες είναι ανοικτών πόρων το μειονέκτημά τους είναι ότι χρήζουν περισσότερης συντήρησης από ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι επεξεργασίας.

4.1.7.12 Επεξεργασία μετάλλων

Προτείνεται η χρήση επιχρισμάτων που περιέχουν φυσικά συστατικά (οικολογικές βαφές). Ηλεκτρολυτικά υλικά ή υλικά γαλβανισμένα σε ζεστό λουτρό είναι τα λιγότερο 'βιώσιμα' λόγω της υψηλής ενεργειακής τους κατανάλωσης. Βαφές και επιχρίσματα που περιέχουν μόλυβδο πρέπει επίσης να αποφεύγονται.

4.2 Χρήση ανακυκλωμένων υλικών

Η πλειονότητα των υπολειμμάτων κατασκευής ή αποδόμησης είναι δυνητικά ανακυκλώσιμη, εκτός αυτών που απαιτούν συγκεκριμένη επεξεργασία. Πρακτικά μόνο τα υπολείμματα εκείνα, που σε μεταγενέστερο στάδιο είναι εμπορεύσιμα είναι αυτά που ανακυκλώνονται.

Η διοίκηση, οι εταιρίες και οι τεχνικοί σε ελάχιστες περιπτώσεις απαιτούν, τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών λόγω της υψηλής ανομοιογένειας και της έλλειψης διαθέσιμων υλικών υψηλής ποιότητας. Μερικά από αυτά τα υλικά χρησιμοποιούνται σε κατασκευαστικά τμήματα που δεν είναι υψίστης σημασίας (όπως για παράδειγμα για γέμισμα πλαισίων, σε σκυρόδεμα εκτός της βασικής δομής).

Οι διοικητικές αρχές θα πρέπει να δημιουργήσουν ένα αυστηρότερο περιοριστικό νομικό πλαίσιο που θα οδηγήσει στην πραγματική αξιοποίηση αυτού του είδους των προϊόντων.

4.2.1 Κεραμικά υλικά

Τα κεραμικά υλικά είναι ιδιαίτερα αδρανή και σταθερά. Τα παραγόμενα υπολείμματα στα διαφορετικά στάδια της παραγωγής του υλικού μπορούν να επανεισέλθουν στη διαδικασία παραγωγής πρώτης ύλης. Γενικώς, τα υπολείμματα από την τουβλοποιεία καταλήγουν στις χωματερές, αλλά θα ήταν δυνατόν να θρυμματιστούν και να χρησιμοποιηθούν ως υλικό στην οδοποιία ή στην παραγωγή σκυροδέματος.

Μεταξύ των κεραμικών υλικών, χρησιμοποιούνται πολύ συχνά τα αετώματα, τα παλαιά κεραμικά πλακίδια κατόπιν περίπλοκης και δαπανηρής διαδικασίας αφαίρεσής τους.

Αναφορικά με τα ανακυκλωμένα αδρανή, υπάρχουν υλικά κεραμικής φύσης που χρησιμοποιούνται σε υπαίθρια μονοπάτια, υλικά κατασκευασμένα από σκυρόδεμα που χρησιμοποιούνται ως υλικά αποχέτευσης ή ως συμπληρωματικά υλικά πλήρωσης.

4.2.2 Σκυρόδεμα

Τα υπολείμματα που παράγονται από μεγάλη ποσότητα σκυροδέματος κατά την πλήση του μηχανήματος ζύμωσης είναι αμελητέα και δεν ανακυκλώνονται, αν και είναι απαραίτητος ο έλεγχος του τύπου διάθεσης αυτών. Τα υπολείμματα των προκατασκευασμένων στοιχείων του εργοστασίου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως συμπληρωματικά υλικά στην κατασκευή δρόμων και λατομείων. Τα υπολείμματα από κατεδάφιση είναι δυνατόν να ανακυκλωθούν ως αδρανή για την κατασκευή απλού ή ενισχυμένου σκυροδέματος ή ακόμα και για πλήρωση (padding). Ο διαχωρισμός των ενισχυμένων υλικών καθιστά εξαιρετικά δυσχερή τη διαδικασία.

4.2.3 Γύψος

Στην περίπτωση των ασβεστοκονιαμάτων, δεν υπάρχουν διαθέσιμες τεχνικές διαχωρισμού γύψου από τις λιθοδομές. Στις γυψοσανίδες, τα δύο υλικά πρέπει να διαχωριστούν. Ο γύψος επιστρέφει στην κάμινο και η σανίδα αποστέλλεται στην χαρτοβιομηχανία.

4.2.4 Μόνωση με μεταλλικές ίνες

Τα υπολείμματα που προκύπτουν από την ένωση ή την κατεδάφιση απορρίπτονται σε χωματερές. Είναι επίσης δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στην

κατασκευή νέου υλικού, αλλά σε αυτή την περίπτωση, τα υπολείμματα πρέπει να είναι ομοιογενή, χωρίς αλουμίνιο ή προσκολλημένη γυψοσανίδα.

4.2.5 Γυαλί

Η ανακύκλωση του γυαλιού αφορά μία πολύ απλή διαδικασία σύντηξης. Το έγχρωμο γυαλί καθώς και το πολυστρωματικό γυαλί ανακυκλώνονται πιο δύσκολα.

4.2.6 Ξύλο

Τα υπολείμματα ξύλου είναι δυνατόν να ανακυκλωθούν εύκολα και να διατιμηθούν. Μόνο τα τμήματα που αποτελούνται από ένα μεγάλο τεμάχιο ξύλου υψηλής ποιότητας είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθούν, καθώς επίσης και οι σανίδες οι οποίες χρησιμοποιούνται ως βιομάζα. Η αποτέφρωση ξύλων που έχουν δεχθεί χημική επεξεργασία εγκυμονεί κινδύνους για τον ανθρώπινο οργανισμό.

4.2.7 Μέταλλα

Τα μέταλλα αποτελούν το πλέον αξιοσημείωτο παράδειγμα ανάκτησης υλικών λόγω της μετατροπής τους σε νέο υλικό. Λόγω της τοποθεσίας τους στο κτίριο είναι εύκολος ο διαχωρισμός τους από τα άλλα είδη υλικών.

Το σύμφυρμα ατσαλιού και σιδήρου είναι αποτέλεσμα ανακύκλωσης μετάλλων, και χρησιμοποιούνται ως βάση, υπο-βάση, υλικό αποχέτευσης και σε άλλες μηχανικές εργασίες. Αποκτώνται κατόπιν της παραμονής τους στην κάμινο για χρονικό διάστημα μετά την ολοκλήρωση της θερμικής διαδικασίας και τον διαχωρισμό των κλασμάτων σιδήρου (slag).

4.2.8 Πλαστικά υλικά

Το κύριο χαρακτηριστικό του πλαστικού είναι η υψηλή του ανθεκτικότητα. Αυτός είναι και ο λόγος που τα υπολείμματά του είναι ελάχιστα. Τα μόνα πλαστικά υλικά που δεν ανακυκλώνονται είναι το PVC, το πολυστυρένιο, και τα πλαστικά υλικά συσκευασίας. Η αποτέφρωση δεν συνίσταται λόγω των εκπεμπόμενων επικίνδυνων ρύπων, διοξινών και φουρανίων.

4.2.9 Ανακυκλωμένη άσφαλτος

Στην περίπτωση ανάμειξης των αδρανών υλικών με ασφατικό συνδετικό υλικό προκύπτει παράγωγο υψηλών τεχνικών χαρακτηριστικών λόγω της ομοιογένειάς του και της εξαιρετικής αποστραγγιστικής του συμπεριφοράς. Επιπλέον, τα περιεχόμενα χαρακτηριστικά του συνδετικού υλικού, αυξάνουν τη σκληρότητα του υλικού σε υψηλές θερμοκρασίες, τυπικές της θερινής περιόδου, βελτιώνοντας εμφανώς τη αντοχή του.

Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ως:

- Υλικό υπό-βάσης και οδών.
- Υλικό αποστραγγιστικό ή αποχετευτικό.
- Υλικό για οδούς και συντήρηση μονοπατιών.

5.0 Επιπτώσεις κτιρίων στην υγεία και την άνεση

Είναι γνωστό ότι διάφορα κατασκευαστικά υλικά ενέχουν κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και ειδικότερα των ενοίκων / ιδιοκτητών των κτιρίων. Παρόλο που τα περισσότερα από αυτά έχουν απαγορευτεί πλέον, είναι πιθανή η εύρεσή τους σε εργασίες επισκευών και αποκαταστάσεων. Εκτός από αυτή την κατηγορία των υλικών, υπάρχουν επίσης άλλα υλικά, χημικά στοιχεία που δε σχετίζονται με την κατασκευή του κτιρίου, αλλά με τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά. Ένα από αυτά τα χημικά στοιχεία είναι το ραδόνιο.

Τα επικίνδυνα υλικά και στοιχεία διαχωρίζονται ως ακολούθως:

- Αμίαντος.
- Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs).
- Ανιχνευτές Καπνού.
- Ραδόνιο.
- Κρεόζωτο.

5.1 Αμίαντος

Ο αμίαντος έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως λόγω της ανθεκτικότητας και της θερμικής μόνωσης που παρέχει σε περίπτωση πυρκαγιάς. Αποτελείται από σίδηρο, αλουμίνιο και metasilicates μαγνήσιου, σχηματισμένες ίνες. Η εισπνοή αυτού του υλικού είναι δυνατόν να προκαλέσει προβλήματα και καρκίνο στους πνεύμονες. Οι κυριότερες ασθένειες που σχετίζονται με την εισπνοή ινών αμιάντου είναι:

- Βρογχοπνευμονικός καρκίνος.
- Αμιάντωση ή διάχυση πνευμονικής ίνωσης.
- Μεσοθηλίωμα πλευρών ή περιτόναιου.
- Κακοήθη μεσοθηλιώματα.

5.2 Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)

Τα προϊόντα αυτά είναι άφλεκτα και διαθέτουν διηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Το μειονέκτημά τους είναι ότι στην περίπτωση όπου η θερμοκρασία υπερβεί τους 350°C, όπως σε μια πυρκαγιά, μετατρέπονται σε ιδιαίτερα τοξικές ουσίες, απελευθερώνοντας επικίνδυνα αέρια όπως διοξίνες. Τα προϊόντα PCB δεν είναι βιοδιασπώμενα, επομένως, ρυπαίνουν το νερό, τους ποταμούς και τις θάλασσες. Τα PCBs θεωρούνται υπεύθυνα

για την ανάπτυξη καρκινικών όγκων στα ζώα, και ότι έχουν ανάλογη επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Στην παρούσα φάση, έχουν κατηγοριοποιηθεί ως πιθανοί καρκινογόνοι παράγοντες. Επίσης, το PCB έχει αρνητικές επιπτώσεις στο ανοσοποιητικό, το νευρικό, το αναπαραγωγικό και ενδοκρινολογικό σύστημα.

5.3 Ανιχνευτές καπνού

Πρόκειται για εξαιρετικά ραδιενεργές διατάξεις. Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία δεν είναι απαραίτητα προβληματική, αλλά πάντα ενέχεται ο κίνδυνος συνδυασμού ραδιενεργών ισοτόπων με τον αέρα σε περίπτωση ατυχήματος. Οι ανιχνευτές αυτοί είναι δυνατόν να αντικατασταθούν από οπτικούς και θερμοταχυμετρικούς ανιχνευτές.

5.4 Ραδόνιο

Ορισμένα πετρώδη υλικά όπως ο γρανίτης απελευθερώνουν ακτινοβολία ραδονίου. Τα ραδιενεργά μόρια του ραδονίου είναι πιθανόν να παγιδευτούν στους πνεύμονες, να βλάψουν τους ιστούς και να προκαλέσουν καρκίνο. Δεδομένου ότι το στοιχείο του ραδονίου είναι ένα αέριο το οποίο εκλύεται από το έδαφος, είναι δυνατόν να εισέλθει στα κτίρια μέσω μικρών ρωγμών των θεμελίων του κτιρίου καθώς επίσης και των δαπέδων, και να διαχυθεί στους υπόγειους χώρους και στους άνω ορόφους του κτιρίου. Για τον λόγο αυτό, συστήνεται ο διαχωρισμός του πατώματος του κτιρίου από το έδαφος και η δημιουργία ενός χώρου με άριστο εξαερισμό.

5.5 Κρεόζωτο

Ο όρος αυτός περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων όπως την ορυκτή πίσσα, το κρεόζωτο του ξύλου συν την ορυκτή πίσσα, την πίσσα άνθρακα και τις πτητικές ενώσεις τους. Τα προϊόντα αυτά προέρχονται από την επεξεργασία του ξύλου, τον ορυκτό άνθρακα και τη ρητίνη που λαμβάνονται από τον θάμνο κρεόζωτου στις υψηλές θερμοκρασίες. Το κρεόζωτο ταξινομείται ως πιθανή καρκινογόνος ουσία στην ομάδα 2Α από τη Διεθνή Επιτροπή Έρευνας για τον καρκίνο, το οποίο σημαίνει ότι δεν υπάρχουν αρκετά αποδεικτικά στοιχεία ότι προκαλεί καρκίνο στους ανθρώπους αλλά αρκετές αποδείξεις ότι προκαλεί καρκίνο στα ζώα.

5.6 Σύνδρομο αρρώστιας εντός κτιρίων (Sick building syndrome)

Τα συμπτώματα του συγκεκριμένου συνδρόμου περιλαμβάνουν εξανθήματα στο δέρμα, στους οφθαλμούς και στον λαιμό, καθώς επίσης και άλλες ενοχλήσεις σχετικά με την όσφρηση και τη γεύση. Αυτό συνήθως προκαλείται από τον ανεπαρκή εξαερισμό, τα αιωρούμενα σωματίδια, και τα ιοντικά και ηλεκτρομαγνητικά φορτία. Τα αεροστεγή γραφεία είναι πιθανόν να προκαλέσουν αυτό το σύνδρομο. Ο εξαερισμός σε αυτά τα κτίρια είναι τεχνητός, και εάν δεν έχει υπολογιστεί επαρκώς, ευνοείται η εμφάνιση αλλεργιών και η μετάδοση ασθενειών όπως η γρίπη. Αφετέρου, η υγρασία, η σκόνη και οι χώροι με ανεπαρκή εξαερισμό ευνοούν την εμφάνιση των ψειρών και της μούχλας, και είναι δυνατόν να προκαλέσουν αλλεργικές ενοχλήσεις. Επιπλέον, υπάρχουν ορισμένα υλικά σε γραφειακούς χώρους που απελευθερώνουν ορυκτές ίνες με πτητικές οργανικές ενώσεις και απελευθερώνουν τοξικά αέρια που συμβάλλουν στην εμφάνιση του συνδρόμου.

Συστήνεται:

- Αποφυγή χρήσης προϊόντων που περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις (χρώματα, βερνίκια, χαλιά και κουρτίνες).
- Περιορισμός των χώρων καπνιστών.
- Ενίσχυση του φυσικού εξαερισμού έναντι του μηχανικού.
- Καλή συντήρηση κλιματιστικών, με συχνό καθαρισμό των φίλτρων και σημείων επαφών.
- Διατήρηση καθαριότητας ταπήτων και επιφανειών από μολυσματικούς παράγοντες.
- Διαχωρισμός χώρων ειδικής ατμοσφαιρικής ποιότητας, ειδικών χώρων καύσης και μηχανημάτων με ανεξάρτητο εξαερισμό.
- Μείωση εκπομπών ραδονίου με χρήση υλικών χωρίς ραδόνιο ή δημιουργία χώρων εξαερισμού πάνω από το έδαφος έδρασης.

5.7 Άνεση

Η άνεση επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο συνδυασμό διάφορων παραμέτρων όπως της θερμοκρασίας (25°-26°C κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου και 18°-20°C κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου), της πίεσης, της υγρασίας, του εξαερισμού, της ατμοσφαιρικής ποιότητας, των χαμηλών επιπέδου ήχου και του φωτισμού. Στόχος είναι η δημιουργία ενός άνετου περιβάλλοντος με τη λιγότερη κατανάλωση ενέργειας. Η θερμική μάζα είναι το κύριο χαρακτηριστικό των υλικών που βοηθά να αγγίξουν τη

σωστή θερμοκρασία. Ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες, η σωστή επιλογή των υλικών ποικίλει. Στις οικίες, συστήνονται τα υλικά (πλινθοδομές) με υψηλή θερμική μάζα (που συνδέεται με την υψηλή μάζα). Απαιτείται περισσότερος χρόνος για τη συσσώρευση της ενέργειας θερμότητας από το περιβάλλον στη μάζα τους, και απαιτείται επίσης περισσότερος χρόνος για την απελευθέρωσή της στο περιβάλλον όταν η θερμοκρασία των τοίχων είναι υψηλότερη από αυτή των εσωτερικών χώρων. Οι οικίες που χρησιμοποιούνται μόνο το Σαββατοκύριακο εξυπηρετούνται καλύτερα από τη χρήση υλικών χαμηλής θερμικής μάζας (υλικών που ενισχύουν την ενέργεια στη μάζα τους ταχύτερα και την απελευθερώνουν ταχύτερα στο περιβάλλον όπως ξύλο).

Μία άλλη τεχνική διατήρησης μιας άνετης θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, και παρεμπόδισης εισόδου της υπερβολικής θερμότητας στο κτίριο κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου είναι η χρήση υλικών με θερμική μόνωση, όπως το πολυστυρένιο. Με την κατάλληλη και προσεκτική εγκατάσταση της θερμικής μόνωσης είναι εφικτή η διατήρηση μιας ευχάριστης θερμοκρασίας με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Η θερμική μόνωση εφαρμόζεται στις προσόψεις, στις στέγες, στις πλάκες, και στα παράθυρα, επιφάνειες οι οποίες θεωρούνται σημαντικές για την απώλεια θερμότητας.

Εκτός από τη θερμική μάζα, ένας άλλος τρόπος ελέγχου της θερμοκρασίας είναι ο εξαερισμός, που προκαλείται από διαφορά της πίεσης μεταξύ των αντιταγμένων προσόψεων. Εξαερισμός επίσης δημιουργείται από φυτά. Τα φυτά είναι δυνατόν να δημιουργήσουν μικροκλίματα που συμβάλλουν στη δημιουργία συνθηκών δροσιμού από την εξάτμιση λόγω της φωτοσύνθεσης και με τη δημιουργία σκιάς στα κτίρια δίπλα τους.

Ο ήχος ελέγχεται επίσης με τη χρήση ορθών υλικών μόνωσης, όπως ο πετροβάμβακας και τα διπλά παράθυρα που είναι πολύ αποδοτικά στη μείωση του ήχου. Επιπλέον τα φυτά είναι δυνατόν να δημιουργήσουν ηχομόνωση.

Πίνακας 6: Επίπεδα ήχου σε διάφορα τμήματα οικίας

	ΗΜΕΡΑ (07:00-22:00)	ΝΥΚΤΑ (22:00-19:00)
Υπνοδωμάτιο	35 dB	30 dB
Καθιστικό	40 dB	35 dB
Κουζίνα, μπάνιο, κλπ.	55 dB	40 dB

6.0 Θεσμικό πλαίσιο

6.1 Ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο

Το γενικό θεσμικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και την ενεργειακή απόδοση κτιρίων και δομικών προϊόντων περιγράφεται παρακάτω:

- Σχέδιο Δράσης ΕΕ (1/2).
- COM(2006) 545 Σχέδιο δράσης για την ενεργειακή αποδοτικότητα: Αξιοποίηση του δυναμικού.
- COM(2005) 265 ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ για την ενεργειακή απόδοση ή περισσότερα αποτελέσματα με λιγότερα μέσα.
- Οδηγία 2006/32/ΕΚ ‘για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες’.
- Οδηγία 2005/32/ΕΚ ‘για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια’.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ ‘για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων’.
- Οδηγία 89/106/ΕΟΚ ‘για την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών όσον αφορά τα προϊόντα του τομέα των δομικών κατασκευών’.

Οι παραπάνω ευρωπαϊκές διατάξεις, περιγράφουν διατάξεις για την αύξηση της απόδοσης των ενεργειοβόρων συσκευών, κτιρίων, συστημάτων μεταφορών και συστημάτων παραγωγής ενέργειας.

Συγκεκριμένα στην κατηγορία των κτιριακών κατασκευών:

- Καθορισμός ελάχιστων ενεργειακών απαιτήσεων σε νέα και ανακαινιζόμενα κτίρια.
- Προσανατολισμός στην πολύ χαμηλή κτιριακή κατανάλωση ενέργειας.

Η ευρωπαϊκή Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, [ΕΕ L 1, 04.1.2003, σ. 65]), θέτει ως όρο την κάλυψη ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης που καθορίζονται από κάθε κράτος μέλος. Τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας μεγαλύτερης των 1.000τ.μ. στα οποία εκτελούνται εργασίες ριζικής ανακαίνισης, πρέπει να καλύπτουν τις ελάχιστες αυτές απαιτήσεις και, κατά τη φάση κατασκευής, πώλησης ή μίσθωσης αυτών, να εκδίδεται πιστοποιητικό επιδόσεων.

Πλέον συγκεκριμένα μέσω της οδηγίας αυτής:

- Τίθενται οι βάσεις ανάπτυξης κοινής μεθοδολογίας αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων.
- Καθορισμός ελάχιστων ενεργειακών απαιτήσεων στα νέα κτίρια, όπως επίσης στην ανακατασκευή παλαιών κτιρίων υψηλής επιφάνειας.
- Δεσμευτική η ενεργειακή σήμανση κτιρίων.
- Έλεγχος απόδοσης καυστήρων και θερμομόνωσης.
- Οι κάτοχοι ακινήτων (συνολικής επιφάνειας μεγαλύτερης των 1.000τ.μ.) υποχρεούνται να εγκαταστήσουν μέτρα εξοικονόμησης στις περιπτώσεις όπου ο προϋπολογισμός ανακατασκευής υπερβαίνει το 25% της αξίας του ακινήτου.
- Εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων, συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), συστημάτων συμπαραγωγής ενέργειας και συστημάτων τηλεθέρμανσης-τηλεψύξης.

Η Επιτροπή επίσης προώθησε σχέδιο οδηγίας, ώστε να ενισχυθεί η ευρεία ανάπτυξη της ενεργειακής απόδοσης και οι φορείς παροχής στον τομέα της ενέργειας να μην είναι απλώς πωλητές ενέργειας, αλλά να συνδράμουν παράλληλα τους πελάτες τους να αναβαθμίσουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και τη διαχείριση των ενεργειακών τους αναγκών. Σε μακροπρόθεσμο επίπεδο, η οδηγία θέτει ως στόχο τη μεταβολή διανομής ενέργειας στην αγορά και υποχρεώνει τα κράτη μέλη στην εξοικονόμηση τουλάχιστον ποσοστού 9% της ενέργειας που παρέχεται στους τελικούς χρήστες.

Τα κράτη μέλη υποχρεώθηκαν επίσης στη σύνταξη τριών πολυετών Σχεδίων Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης. Το πρώτο σχέδιο, με καταληκτική ημερομηνία υποβολής τις 30 Ιουνίου 2007, περιελάμβανε επίσης τη θέσπιση ενός ενδιάμεσου εθνικού ενδεικτικού στόχου εξοικονόμησης ενέργειας για το τρίτο έτος εφαρμογής της οδηγίας. Το δεύτερο σχέδιο είχε καταληκτική ημερομηνία υποβολής τις 30 Ιουνίου 2011 και το τρίτο σχέδιο έχει καταληκτική ημερομηνία τις 30 Ιουνίου 2014. Τα κράτη μέλη υποχρεώνονται στη σύνταξη των σχεδίων δράσης, να αναφέρουν τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που θα ληφθούν για την υλοποίηση της οδηγίας.

6.2 Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο

Το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο για την προστασία του κτιριακού κελύφους περιλαμβάνει:

-Κανονισμοί Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων:

- 1979: Π_ 01.06/04.07.79 'Κανονισμός για τη Θερμομόνωση των Κτιρίων' (ΚΘΚ).
- 1995: Σχεδιασμός από το ΥΠΕΧΩΔΕ του Προγράμματος Δράσης 'Ενέργεια 2001'.
- 1998: ΚΥΑ 21475/4707 για 'τον περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων' - ΦΕΚ 880/Β/1998 για τη συμμόρφωση με την Κοινοτική Οδηγία SAVE 93/76/EC.
- 2002: Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την 'Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων'.
- 2006: Οδηγία 2006/32/ΕΚ για την Ενεργειακή Απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ.
- 2008: Ν. 3661 'Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις' (ΦΕΚ 89/Α'/1-5-2008) με τον οποίο ενσωματώνεται η Οδηγία 2002/91.
- 2008: ΥΑ οικ. 16094/08-04-2008 (ΦΕΚ 917/Β'/19-5-2008): Συμπλήρωση της με αρ. πρωτ. 1945/134/17-1-2003 απόφασης Γενικού Γραμματέα Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 'Εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων'.
- 2008: ΥΑ οικ. 16095/08-04-2008 (ΦΕΚ 925/Β'/20-5-2008): Συμπλήρωση της με αρ. πρωτ. 5219/03-02-2004 απόφασης Υφυπουργού Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

-Κτιριοδομικοί Κώδικες

- 1985: Άρθρο 26 του Ν. 1577/85 'Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός' (ΓΟΚ).
- 2000: Ν. 2831/00 - Τροποποίηση ΓΟΚ (Ν.1577/85) (ΦΕΚ 140/13- 06-2000).

-Κανονισμοί Ενεργειακής Απόδοσης για συσκευές - εξοπλισμό

- 1986: ΚΥΑ 54678/86 (αναθεωρήθηκε με την ΚΥΑ 10315/93).
- 1993: ΠΔ 335/93 περί 'Απαιτήσεων απόδοσης των νέων λεβητών' (αναθεωρήθηκε με το ΠΔ 59/95) εκδόθηκε για τη συμμόρφωση με την Κοινοτική Οδηγία 92/42/EC (η οποία αναθεωρήθηκε με την Οδηγία 93/68/EC).
- 1994: ΠΔ 180/1994 για 'τον Ενεργειακό χαρακτηρισμό των συσκευών', σε συμμόρφωση με την Κοινοτική Οδηγία 92/75/EEC.
- Σταδιακά ενσωματώνονται στην Ελληνική νομοθεσία οι Κοινοτικές Οδηγίες για τις εσωτερικές συσκευές.

- Ν. 3661/08, ΦΕΚ 89 Α'/19.05.2008.
- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, Φ.Ε.Κ.407/9-4-2010.

Στο παράρτημα ΙΙ επισυνάπτεται το προεδρικό διάταγμα με το οποίο εγκρίθηκε ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

7.0 Εικόνες ενεργειακών κτιρίων





8.0 Συμπεράσματα

Αντικείμενο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η ενασχόληση με τον τομέα της βιωσιμότητας των κατασκευών και η διερεύνηση θεμάτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρατέθηκαν γενικά στοιχεία για τη βιωσιμότητα των κατασκευών στα πλαίσια σύνταξης της Agenda 21.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάστηκαν οι κυριότερες μέθοδοι περιορισμού της καταναλισκόμενης ενέργειας στον τομέα κάλυψης των θερμαντικών αναγκών των κατοικιών. Έμφαση δόθηκε στην εναλλακτική θέρμανση, στη αξιοποίηση της γεωθερμίας, δεδομένου ότι η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο γεωθερμικό δυναμικό και στις μεθόδους και τεχνικές θερμομόνωσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν γενικά στοιχεία για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα και την ενσωμάτωση παθητικών συστημάτων στα κτίρια ώστε να επιτευχθεί εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας για τη λειτουργία τους.

Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά στα δομικά υλικά και τις μεθόδους οικοδόμησης που χρησιμοποιούνται ευρέως στον οικοδομικό τομέα, τα κύρια χαρακτηριστικά των δομικών υλικών και τις δυνατότητες ανακύκλωσής τους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρατίθενται τα κυριότερα δομικά στοιχεία και χημικές ουσίες που θεωρούνται υπαίτιες ή έχουν ενοχοποιηθεί για την ανάπτυξη ασθενειών στον ανθρώπινο οργανισμό.

Στο έκτο κεφάλαιο, παρατίθενται επιγραμματικά, οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τις μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας των κτιρίων και της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και δομικών προϊόντων. Επίσης αναφέρεται το εθνικό θεσμικό πλαίσιο για την προστασία του κελύφους των κτιρίων, ενώ στο Παράρτημα II επισυνάπτεται ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

9.0 Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

Σημειώσεις ΘΨΚ Ι

Σημειώσεις ΘΨΚ ΙΙ

Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική – Ε. Χρονάκη

Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Έλλη Γεωργιάδη

Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων ΕΕ L 258A/16.10.93, Παράρτημα της Οδηγίας της Επιτροπής 93/72/ΕΟΚ.

Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων ΕΕ L 383A/29.12.1992, Παράρτημα της Οδηγίας της Επιτροπής 92/69/ΕΟΚ.

Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων τεύχος L 381 της 31.12.1994 (τόμοι Ι και ΙΙ): Παράρτημα Ι και Παράρτημα ΙΙ της Οδηγίας της Επιτροπής 94/69/ΕΚ.

Καστοριάδης Κ., Ανθρωπολογία Πολιτική Φιλοσοφία, Ύψιλον βιβλία, Αθήνα 2001.

Ξανθόπουλος Θ., Κουτσογιάννης Δ., Κλιματική Επιδείνωση: Αντικειμενικές αδυναμίες αξιοποίησης πρόβλεψης, ΤΕΕ τεύχος 2206, Αθήνα 2002.

Οδηγία 75/324/ΕΟΚ.

Οδηγία 93/21/ΕΟΚ.

Οικολογική Δόμηση, συντ. Η. Ευθυμιόπουλος, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2000.

Παπαδόπουλος Α.Μ., Μπούρας Α. Δ., «Οικονομικά κτήρια»: Ανάλυση κύκλου ζωής και ενεργειακό ισοζύγιο, www.ktirio.gr

Τρικαλινός Χ., Μοριακή Φυσική, Θερμοδυναμική, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 1996.

Χατζημπίρος Κ., Ανδρεαδάκης Α., Οικολογία για Μηχανικούς, Ε.Μ.Πολυτεχνείο, Αθήνα 2000.

Χατζημπίρος Κ., κ.α., Περιβαλλοντική Τεχνολογία, Γ' έκδοση, ΕΜΠ, 2000.

Κ.Σ.ΤΣΙΠΗΡΑ: "ΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΠΙΤΙ" (ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. Α. ΛΙΒΑΝΗ ΝΕΑ ΣΥΝΟΡΑ, ΑΘΗΝΑ 2001, 8Η ΕΚΔΟΣΗ)

Κ.Σ.ΤΣΙΠΗΡΑ: "ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ" (ΕΚΔΟΣΗ π - SYSTEMS, ΑΘΗΝΑ 2001, 2Η ΕΚΔΟΣΗ)

ALPHA BANK, Οικονομικό δελτίο, Σεπτέμβριος 2003, Αθήνα.

Ξένη Βιβλιογραφία

Ενεργειακός Σχεδιασμός – J.O. Lewis

Παθητικά – Ηλιακά Κτίρια – J.O. Lewis

Agenda '21 on Sustainable Construction. CIB Report Publication 237, 1999.

Kibert, C.J. Sendzimir, Jan and G. Brandley Guy (editors). Construction Ecology.

Nature as the basis for green buildings. SPON Press, NY. 2002.

UN Indicators on Sustainable Development.

United Nations Johannesburg Summit 2002.

International Initiative for Sustainable Built Environment.

International Initiative of Sustainable Built-Energy and Environmental Performance of Building

Sustainable Building and Construction Forum Index page

Barnett D. L. and Browning W. D. A Primer on Sustainable Building, Rocky Mountain Institute 1996.

Beardsley, M. C., Aesthetics from classical Greece to the present: A short history, εκδ. The Macmillan Company, New York 1976.

Booth N.K., Basic Elements of Landscape, Architectural Design, Waveland Press. USA 1990.

Cutter Information Corp Energy Products Directory: The Sourcebook for Commercial Buildings.

Cutter Information Corp. 1996.

Environmental Building News, Vol 9., February 2001.

Gage M., Hard Landscape in Concrete, The Architectural Press, London 1977.

Harvey M. Rubenstein A Guide to Site Planning and Landscape Construction, John Wiley & Sons 1996.

Hydro B. C., Design Smart: Energy Efficient Design Strategies, Iris Communications.

Laurine M., An Introduction to Landscape Architecture, Prentice Hall, NJ 1986.

Lawson B., Building Materials Energy and the Environment: Towards Ecologically Sustainable.

Development, Royal Australian Institute of Architects 1996.

Lotka, A. J., Elements of physical biology, Baltimore Williams & Wilkins Co., 1925.

Lyle J. T., Design for Human Ecosystems: Landscape, Land Use and Natural Resources, Island.

Press 1999.

McHarg I., Design With Nature, John Wiley & Sons, 1995.

Muir R., Approaches to Landscape, Macmillan Press LTD, London 1999.

Nobel J.B., Wright T.R., Environmental science, Upper Saddle River, N.J., 1981.

Sustainable Building Technical Manual, Green Building Design, Construction and Operations, Public Technology Inc.1996.

Wilson A. and Morrill J., Consumer Guide to Energy Savings, American Council for an Energy-Efficient Economy 1998.

Wolley T., Kimmins S., Green Building Handbook, E & F N Spon, 1999.

Zougra A., Life Cycle analysis of buildings, the aspects of embodied energy, indoor environment quality and environmental impacts, University College Dublin, Dublin 2000.

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

<http://www.infohabitat.org/agenda21>.

<http://habitat.unchs.org>.

www.cibworld.nl.

IISD's portal to the World Summit on Sustainable Development.

<http://www.sustainablebuilding.info>-

(www.oikos.com)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Λεξικό όρων για ενεργειακά κτίρια

Φυσικό Αέριο: Πρόκειται για μια οικονομική, περιβαλλοντικά φιλική, πλην όμως μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Υπάρχουν σεβαστά αποθέματα φυσικού αερίου για δεκαετίες. Πρόκειται όμως για πεπερασμένο πόρο, οπότε θεωρείται πιθανή η άνοδος της τιμής του. Η χρήση του προκαλεί την εκπομπή επιβλαβών αερίων, σε χαμηλότερο όμως επίπεδο από άλλα συμβατικά καύσιμα.

Αερισμός: Αερισμός ονομάζεται η διαδικασία προσαγωγής ή απαγωγής αέρα προς και από οποιοδήποτε χώρο. Οι συνθήκες επαρκούς αερισμού είναι αναγκαίες προκειμένου να διασφαλιστεί μία ικανοποιητική ποιότητα αέρα για την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού. Ανάλογα με τη χρήση του χώρου, τίθεται μια συγκεκριμένη τιμή που καθορίζει τις απαιτούμενες εναλλαγές αέρα. Ο αερισμός πραγματοποιείται με φυσικά ή με μηχανικά μέσα.

Αντλίες θερμότητας: Η αρχή λειτουργίας των αντλιών θερμότητας είναι αυτή των ψυγείων. Εξάγεται θερμότητα από μια πηγή χαμηλής θερμοκρασίας, στη συνέχεια αυξάνεται σε επιθυμητά επίπεδα, παρέχοντας θερμότητα που κυμαίνεται από μερικά kW μέχρι αρκετά MW. Οι αντλίες θερμότητας είναι δυνατόν να λειτουργήσουν χρησιμοποιώντας ως πηγή θερμότητας το έδαφος ή και τον εξωτερικό αέρα. Οι αντλίες θερμότητας βρίσκουν εφαρμογή στους τομείς της ψύξης και θέρμανσης σε πολλά είδη κτιρίων.

Ενεργειακοί επιθεωρητές ή ελεγκτές: Πρόκειται για εξειδικευμένους επιστήμονες όπως καθορίζονται από τον κανονισμό ενεργειακών επιθεωρήσεων και τις σχετικές υπουργικές αποφάσεις που εκδίδονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης. Οι συγκεκριμένοι ενεργειακοί επιθεωρητές είναι αρμόδιοι για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων για την πιστοποίηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα (Ε.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού: Πρόκειται για συστήματα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για την κάλυψη αναγκών θέρμανσης ή δροσισμού των κτιρίων αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Εξωτερική Θερμομόνωση: Πρόκειται για μόνωση που εφαρμόζεται εξωτερικά σε όλο το κτίριο. Επενδύοντας το κτίριο με θερμομονωτικό υλικό συνήθως διογκωμένη πολυστερίνη ή πετροβάμβακα, οι εξωτερικοί τοίχοι 'σοβατίζονται' με ένα ειδικό

ελαστικό στεγανό επίχρισμα. Με αυτή τη μέθοδο ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου. Επίσης παρεμποδίζεται η εισροή θερμότητας από το περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο.

Ηλιακό κέρδος θερμότητας: Στην παθητική ηλιακή θέρμανση, ηλιακό κέρδος θερμότητας ονομάζεται το μέγεθος των θερμικών κερδών από τα υαλοστάσια στο σύνολο της περιόδου θέρμανσης (Solar Heat Gain). Προκειμένου να υπολογιστεί το καθαρό ηλιακό κέρδος αφαιρούνται από το ηλιακό θερμικό κέρδος οι απώλειες θερμότητας από τα υαλοστάσια.

Βιοκλιματικός σχεδιασμός: Ο αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα. Στοχεύει στην προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες, προκειμένου να περιοριστούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου σε όλη τη διάρκεια του έτους και να επιτευχθεί μείωση της καταναλισκόμενης συμβατικής ενέργειας.

Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας κτιρίου (ΔΕΤΑ): Πρόκειται για ειδικό έντυπο που περιλαμβάνει το σύνολο των ενεργειακών παραμέτρων κάθε κτιρίου, είτε όπως ορίζεται από τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας σύμφωνα με τον οποίο μελετάται και κατασκευάζεται κάθε νέο κτίριο είτε σύμφωνα με τις διαπιστώσεις του ενεργειακού ελέγχου, όπως επίσης ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία υπάγεται.

Ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίου: Η βαθμολογική κατάταξη ενός κτιρίου, σύμφωνα με το ΔΕΤΑ υλοποιείται ανάλογα με τα αποτελέσματα της ενεργειακής πιστοποίησης, στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τα όρια που τίθενται από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας των ειδικών ενεργειακών αποδόσεων ανά κατηγορία.

Ενεργειακή επίδοση κτιρίου: Ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου κατά τη λειτουργία του (μέσω του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων) για την κάλυψη σε ετήσια βάση του συνόλου των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης και λειτουργία συσκευών, επιτυγχάνοντας τις αναγκαίες συνθήκες άνεσης.

Ενεργειακή επιθεώρηση ή ενεργειακή αυτοψία ή ενεργειακή διάγνωση: Η διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών ενεργειακών καταναλώσεων, των παραγόντων από τις οποίες επηρεάζεται καθώς και των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα,

συνοδευόμενων από προτάσεις για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι δυνατόν, να είναι συνοπτική ή εκτενής.

Ενεργειακή μελέτη: Η μελέτη στην οποία εξετάζονται συνολικά οι απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες κτιρίων ή οικισμών για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης, ώστε να διασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμική άνεση κατά τη διάρκεια του έτους. Υποδεικνύονται οι βέλτιστες, κατά περίπτωση, λύσεις για τη διασφάλιση των ανωτέρω συνθηκών μέσω της εγκατάστασης τεχνικών, ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας συστημάτων ή μέσω της εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίου: Η διαδικασία ελέγχου και διάγνωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κάθε κτιρίου και της καταναλισκόμενης ενέργειας για την κάλυψη του συνόλου των αναγκών του, που προκύπτουν κατόπιν της διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων.

Ηλιακός θερμοσίφωνας: Το πλέον διαδεδομένο σύστημα αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας. Διαθέτει μια μαύρη επιφάνεια όπου κυκλοφορούν αγωγοί και καλύπτεται από μία υάλινη επιφάνεια (collector). Περιλαμβάνει μια μικρή δεξαμενή όπου πραγματοποιείται η αποθήκευση της θερμότητας. Το σύνολο του συστήματος εγκαθίσταται στην ταράτσα ή στην οροφή του κτιρίου. Το υγρό που κυκλοφορεί στους αγωγούς θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και μέσω φυσικής μεταγωγής ανέρχεται προς τη δεξαμενή αποθήκευσης. Η θερμότητα που συλλέγεται με αυτή τη μέθοδο, χρησιμοποιείται για τη θέρμανση νερού οικιακής χρήσης.

Παθητικά ηλιακά συστήματα (Π.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού: Τα Π.Η.Σ. βοηθούν στη συλλογή της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση κτιρίων, καθώς και στην εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων για τη φυσική ψύξη των κτιρίων. Οι βασικές κατηγορίες των Π.Η.Σ. είναι: α) Π.Η.Σ. άμεσου ηλιακού κέρδους, (νότια ανοίγματα), β) Π.Η.Σ. έμμεσου ηλιακού κέρδους (ηλιακός χώρος, θερμοκήπιο, ηλιακό αίθριο, ηλιακός τοίχος, θερμοσιφωνικό πέτασμα, γ) συστήματα δροσισμού (σκίαστρα, ηλιακή καμινάδα, υδάτινη οροφή, συστήματα αερισμού).

Πράσινες στέγες: Πρόκειται για μία τεχνική ηλιοπροστασίας της οροφής. Διαμορφώνεται με τοποθέτηση φυτών ανθεκτικών στην ξηρασία, τα οποία λόγω της εξατμισοδιαπνοής συμβάλλουν στη μείωση έως και έξη (6) βαθμών της θερμοκρασίας του κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο αλλά και στον περιορισμό περιβαλλοντικών θεμάτων, όπως του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας.

Προσανατολισμός: Προσανατολισμός μιας επιφάνειας είναι η απόκλιση (σε μοίρες) από τον ηλιακό νότο, προς την κατεύθυνση της ανατολής ή της δύσης. Ο νότιος προσανατολισμός του κτιρίου αποτελεί μία από τις κυριότερες αρχές της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής, ώστε να παρέχεται η μέγιστη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ