



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΘΝΙΚΟ
ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΟΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΤΟΣ Π. ΚΟΝΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2012

Επιτροπή:

Εισηγητής:

Δ. Μανωλάκος (Καθηγητής)

Μέλη:

Δ. Παντελής (Καθηγητής)

Γ.-Χ. Βοσνιάκος (Αν. Καθηγητής)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Μανωλάκο Δημήτριο, επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας αυτής, για την άψογη συνεργασία που είχα μαζί του, τον υποψήφιο διδάκτορα Πιερράκο Ηλία, για την βοήθειά του και τον χρόνο που μου διέθεσε, ενώ ταυτόχρονα θα ήθελα να ευχαριστήσω εκ των προτέρων τον κ. Παντελή και τον κ. Βοσνιάκο, οι οποίοι θα κληθούν να με αξιολογήσουν.

Τέλος θα ήθελα να αφιερώσω την διπλωματική εργασία στην μνήμη του πατέρα μου, Παναγιώτη, ο οποίος είναι η αιτία για να βρίσκομαι στη θέση αυτή σήμερα και αποτελεί κίνητρο και προτυπό μου για την συνέχεια.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
2. ΟΙΚΟ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	8
2.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗΣ	8
2.1.1 Πετρώδη Υλικά	10
2.1.2 Μέταλλο	11
2.1.3 Ξύλο	11
2.1.4 Μονωτικά Υλικά	12
2.1.5 Πλαστικό	12
2.1.6 Μπογιές και Επιχρίσματα	12
3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΝΕΣΗ	13
3.1 ΑΜΙΑΝΤΟΣ	14
3.2 ΠΟΛΥΧΛΩΡΙΩΜΕΝΑ ΔΙΦΑΙΝΥΛΙΑ (PCBS)	14
3.3 ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΚΑΠΝΟΥ	15
3.4 ΡΑΔΟΝΙΟ	15
3.5 ΚΡΕΟΖΩΤΟ	15
3.6 ΣΥΝΔΡΟΜΟ ΑΡΡΩΣΤΙΑΣ ΕΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (SICK BUILDING SYNDROME)	15
4. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	17
4.1 ΘΕΜΕΛΙΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ	17
4.2 ΟΡΟΦΗ	18
4.3 ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΣΗ	21
4.4 ΜΟΝΩΣΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	21
4.5 ΞΥΛΟΥΡΓΙΚΗ	26
4.6 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ- ΥΑΛΟΒΕΡΝΙΚΩΜΑ	27
4.7 ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ	31
4.8 ΔΑΠΕΔΑ	31
4.9 ΜΠΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ	31
4.10 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΞΥΛΕΙΑΣ	32
4.11 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΛΛΩΝ	32
4.12 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	32
5. ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	35
5.1 ΤΙΤΑΝΙΑ ΚΑΙ ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΣΗ	36
5.2 ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΤΙΤΑΝΙΑΣ	38
5.3 ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΙΤΑΝΙΑΣ	40
6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟ-ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	45
6.1 ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	46
6.2 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟ	46
6.3 ΒΛΑΣΤΗΣΗ	46
6.3.1 Φυτεμένο δώμα	47
6.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΘΕΣΗ: ΥΨΟΜΕΤΡΟ, ΚΛΙΣΗ, ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ	51
6.5 ΣΧΗΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	51
6.6 ΣΚΙΑΣΕΙΣ ΣΕ ΆΛΛΑ ΚΤΙΡΙΑ	52
6.7 ΘΕΣΗ ΉΛΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ	52
6.8 ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ	57
6.9 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	60
6.10 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ/ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ	62
6.11 ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ	74
7. ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	74
7.1 ΚΕΡΑΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	74
7.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	74
7.3 ΓΥΨΟΣ	74
7.4 ΜΟΝΩΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΪΝΕΣ	75

7.5	ΓΥΑΛΙ.....	75
7.6	ΞΥΛΟ.....	75
7.7	ΜΕΤΑΛΛΟ.....	75
7.8	ΠΛΑΣΤΙΚΟ.....	75
7.9	ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΗ ΑΣΦΑΛΤΟΣ.....	76
8.	ΧΡΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΦΙΛΙΚΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ (ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)	
	76	
8.1	ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	76
8.1.1	<i>Ζεστό Νερό από τον Ήλιο.....</i>	77
8.1.2	<i>Ηλιακή Ενέργεια μέσω Φωτοβολταϊκών.....</i>	78
8.2	ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ.....	92
8.3	ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	95
8.4	ΒΙΟΜΑΖΑ.....	96
9.	ΕΠΙΛΟΓΟΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	97

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΚΥΡΙΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΑΠΕΙΛΟΥΝ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	18
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ.....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 Η ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΥΑΛΟΒΕΡΝΙΚΟΜΕΝΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	29
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΥΛΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥΣ ΤΥΠΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΣΕ ΔΟΜΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΡΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΤΙΟ ₂ *.....	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 10 ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	59
ΠΙΝΑΚΑΣ 11 ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΚΙΑΣΗΣ	62
ΠΙΝΑΚΑΣ 12 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΤΥΠΟΣ ΣΚΙΑΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ.....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 13 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	73
ΕΙΚΟΝΑ 52 CIS SOLAR CELL ΠΙΝΑΚΑΣ 14 ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ - ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 15 ΣΥΓΚΡΙΣΗ Φ/Β ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ – ΛΕΠΤΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ.....	86

Κατάλογος Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ	20
ΕΙΚΟΝΑ 2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΟΝΩΣΗΣ.....	23
ΕΙΚΟΝΑ 3 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ	23
ΕΙΚΟΝΑ 4 ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ	30
ΕΙΚΟΝΑ 5 ΡΟΥΤΙΛΙΟ ΑΝΑΤΑΣΗΣ	36
ΕΙΚΟΝΑ 6 ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΟΥ ΜΟΡΙΟΥ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΠΑΝΩ ΣΕ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΟΞΕΙΔΙΟΥ.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 7 ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΣΗ ΠΑΝΩ ΣΕ ΕΝΑ ΜΟΡΙΟ ΤΙΤΑΝΙΑΣ	38
ΕΙΚΟΝΑ 8 ΝΕΡΟ ΠΑΝΩ ΣΕ (Α) ΓΥΑΛΙΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ (Β) ΓΥΑΛΙΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΛΥΜΕΝΗ ΜΕ.....	39
ΕΙΚΟΝΑ 9 ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΙΤΑΝΙΑΣ.....	40
ΕΙΚΟΝΑ 10 ΦΩΤΟΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΠΑΝΩ ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΙΤΑΝΙΑΣ.....	43
ΕΙΚΟΝΑ 11	44
ΕΙΚΟΝΑ 12 ΕΚΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ, ΗΜΙΕΝΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ, ΕΝΤΑΤΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	49
ΕΙΚΟΝΑ 13 ΔΙΑΣΤΡΩΜΑΤΩΣΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ.....	50
ΕΙΚΟΝΑ 14 ΤΡΟΧΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΕΝΟΣ ΕΤΟΥΣ	52
ΕΙΚΟΝΑ 15 ΟΙ ΓΩΝΙΕΣ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΑΖΙΜΟΥΘΙΟΥ ΟΡΙΖΟΥΝ ΤΗΝ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ	53
ΕΙΚΟΝΑ 16 Η ΟΡΘΗ ΠΡΟΒΟΛΗ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΣΤΟΝ ΧΑΡΤΗ.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 17 ΗΛΙΑΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ 32° Β.Γ.Π.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 18 ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΣΧΗΜΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	57
ΕΙΚΟΝΑ 19 Η ΗΛΙΑΚΗ ΤΡΟΧΙΑ ΤΗΝ 21 ^η ΔΕΚ ΕΙΚΟΝΑ 20 ΟΡΙΑΚΗ ΓΩΝΙΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ ΤΗΝ 21 ^η ΔΕΚ	58
ΕΙΚΟΝΑ 21 Η ΗΛΙΑΚΗ ΤΡΟΧΙΑ ΤΗΝ 21 ^η ΙΟΥΝ ΕΙΚΟΝΑ 22 ΟΡΙΑΚΗ ΓΩΝΙΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΠΡΟΣΠΤΩΣΗΣ ΤΗΝ 21 ^η ΙΟΥΝ	58
ΕΙΚΟΝΑ 23 ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΕΡΑΣ ΚΑΙ ΝΥΚΤΑΣ.....	60
ΕΙΚΟΝΑ 24 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥΣ.....	61
ΕΙΚΟΝΑ 25 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ.....	61
ΕΙΚΟΝΑ 26 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟΙ ΧΩΡΟΙ	61
ΕΙΚΟΝΑ 27 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΚΙΑΣΗΣ	62
ΕΙΚΟΝΑ 28 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	63
ΕΙΚΟΝΑ 29 ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ΣΤΕΓΑΣΗΣ (ΕΜΜΕΣΟΣ) ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΙΚΟΝΑ 30 ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΣ ΣΤΕΓΑΣΗΣ (ΑΜΕΣΟΣ) ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 31 ΜΟΡΦΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΣΚΙΑΣΤΡΩΝ ΓΙΑ ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 32 ΜΟΡΦΕΣ ΠΕΡΣΙΔΩΝ.....	65
ΕΙΚΟΝΑ 33 Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΕΙ ΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ Η ΕΚΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ.....	66
ΕΙΚΟΝΑ 34 ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ	67
ΕΙΚΟΝΑ 35 ΔΙΑΜΠΕΡΗΣ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ	67
ΕΙΚΟΝΑ 36 ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΣΑ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	67
ΕΙΚΟΝΑ 37 ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΦΡΕΑΤΙΩΝ.....	68
ΕΙΚΟΝΑ 38 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΕΣΕΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ.....	69
ΕΙΚΟΝΑ 39 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΕΛΚΥΣΜΟΥ.....	69
ΕΙΚΟΝΑ 40 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΙΟΔΩΝ ΦΡΕΑΤΙΩΝ.....	70

ΕΙΚΟΝΑ 41 ΗΛΙΑΚΗ ΚΑΜΙΝΑΔΑ	70
ΕΙΚΟΝΑ 42 ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ	71
ΕΙΚΟΝΑ 43 ΠΥΡΓΟΣ ΨΥΞΗΣ	71
ΕΙΚΟΝΑ 44 ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ	78
ΕΙΚΟΝΑ 45 ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟ.....	78
ΕΙΚΟΝΑ 46 ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ Ε- ΚΑΙ ΟΠΩΝ ΠΕΡΙ ΤΗ ΔΙΕΠΑΦΗ N – P	80
ΕΙΚΟΝΑ 47 ΣΥΝΔΕΣΗ ΗΜΙΑΓΩΓΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.....	81
ΕΙΚΟΝΑ 48 ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	83
ΕΙΚΟΝΑ 49 ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ.....	83
ΕΙΚΟΝΑ 50 ΑΜΟΡΦΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	84
ΕΙΚΟΝΑ 51 HIT (HETEROJUNCTION WITH INTRINSIC THIN LAYER)	84
ΕΙΚΟΝΑ 52 CIS SOLAR CELL	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 14 ΑΠΟΔΟΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ - ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	84
ΕΙΚΟΝΑ 53 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ - ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	84
ΕΙΚΟΝΑ 54 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΕ Φ/Β ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΜΟΡΦΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ	85
ΕΙΚΟΝΑ 55 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΚΥΤΤΑΡΑ, ΥΠΟΜΟΝΑΔΕΣ, ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	87
ΕΙΚΟΝΑ 56 ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	88
ΕΙΚΟΝΑ 57 ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	89
ΕΙΚΟΝΑ 58 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ	91
ΕΙΚΟΝΑ 59 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ	91
ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΌΨΗ	91
ΠΛΑΓΙΑ ΌΨΗ.....	91
ΕΙΚΟΝΑ 60 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΕ ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΟΡΟΦΕΣ ΤΗΣ.....	92
ΕΙΚΟΝΑ 61 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ	94
ΕΙΚΟΝΑ 62 ΜΙΑ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΜΙΚΡΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	96

1. Εισαγωγή

Θέλοντας κανείς να συγκεντρώσει σε λίγες μόνο γραμμές το περιεχόμενο της συγκεκριμένης εργασίας, θα μπορούσε να παρουσιάσει τη δομή της ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια παρουσίαση των υλικών και των μεθόδων δόμησης για την οικο-κατασκευή. Ακολουθεί κεφάλαιο με τις επιπτώσεις των υλικών στην υγεία και την άνεση του ανθρώπου. Συνεχίζουμε με την ανάλυση και την σημασία των υλικών κατασκευής στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Ακολουθεί κεφάλαιο με την παρουσίαση και τον ρόλο των φωτοκαταλυτικών δομικών υλικών. Συνεχίζουμε με εφαρμογή και την σημασία των υλικών στο Βιο-κλιματικό σχεδιασμό. Ακολουθεί κεφάλαιο με την χρήση και την σημασία των ανακυκλωμένων υλικών. Στο τελευταίο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά για την σημασία των υλικών στις περιβαλλοντικά φιλικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο Βιο-κλιματικό σχεδιασμό.

2. Οικο-Κατασκευή

2.1 Υλικά και Μέθοδοι Οικοδόμησης

Τα τελευταία έτη η ολοένα αυξανόμενη ανάπτυξη στον κατασκευαστικό τομέα έχει οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Ο τρόπος με τον οποίο εξασφαλίζονται αλλά και χρησιμοποιούνται τα υλικά και οι πρώτες ύλες επηρεάζουν όχι μόνο το περιβάλλον, αλλά και την ανθρώπινη υγεία. Για το λόγο αυτό είναι υψίστης σημασίας η ενημέρωση και η δημιουργία συνείδησης στους πολίτες όσον αφορά θέματα ανάπτυξης και χρήσης φιλικών προς το περιβάλλον υλικών, συμπεριλαμβανομένων των ανακυκλώσιμων. Ο τρόπος με τον οποίο τα υλικά επηρεάζουν το περιβάλλον μπορούν να μελετηθούν από διαφορετικές απόψεις:

- Κατανάλωση των φυσικών πόρων: υψηλά επίπεδα κατανάλωσης συγκεκριμένων υλικών ενδεχομένως να οδηγήσει στην εξάντλησή τους, και για το λόγο αυτό είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται υλικά τα οποία βρίσκονται σε αφθονία ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ. ξυλεία).
- Κατανάλωση ενέργειας: μιας και η κατασκευαστική διαδικασία περιλαμβάνει ένα σημαντικό ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας συμπεριλαμβανομένων των αναμενόμενων εκπομπών ρύπων στην ατμόσφαιρα, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται υλικά που έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Η καταλληλότερη ενεργειακή συμπεριφορά απαντάται σε πετρώδη υλικά (π.χ. άμμος, αμμοχάλικο και πέτρα) και στο ξύλο, ενώ το πλαστικό και τα μέταλλα (ιδιαίτερα το αλουμίνιο) είναι τα λιγότερο αποδοτικά. Τα μέταλλα και τα πλαστικά απαιτούν τεράστια ποσά ενέργειας κατά τη διαδικασία

κατασκευής τους. Παρ' όλα αυτά όμως, τα μέταλλα έχουν πολύ καλή αντίσταση και τα πλαστικά πολύ σημαντικές μονωτικές ιδιότητες.

- Απελευθέρωση εκπομπών αέριων ρύπων: στο παρελθόν, μια οικογένεια ρύπων που είχε υψηλό συντελεστή συνεισφοράς στην καταστροφή του όζοντος ήταν οι χλωροφθοράνθρακες ή αλλιώς τα CFC's, που τοποθετούνταν πολύ συχνά στα περισσότερα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνταν στον κατασκευαστικό τομέα. Οι ενώσεις αυτές προσέδιδαν αφρώδη χαρακτηριστικά στα υλικά. Στο παρόν στάδιο, αφρώδεις συντελεστές δεν συμπεριλαμβάνουν τα CFC's μιας και νέα οικολογικά μονωτικά προϊόντα έχουν κάνει την εμφάνισή τους στην αγορά. Από την άλλη μεριά, ή χρήση προϊόντων PVC τα οποία έχουν υψηλή περιεκτικότητα χλωρίνης και παράγουν σημαντικές εκπομπές ρύπων διοξινών και φουρανίου, έχουν σταδιακά απαγορευτεί όπως στην περίπτωση των σωλήνων υδροδότησης πόσιμου νερού.
- Επιπτώσεις στο οικοσύστημα: για να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις όσο το δυνατόν περισσότερο, απαιτείται η εξασφάλιση υλικών από οικοσυστήματα τα οποία δεν είναι ευαίσθητα και ευάλωτα. Για το λόγο αυτό, υλικά όπως ξυλεία ή βοξίτης (για παραγωγή αλουμινίου) από τροπικά δάση, ή σύμφυρμα ορυκτών σωματιδίων από ορυχεία αμμοχάλικα που βρίσκονται σε προστατευόμενες περιοχές δεν πρέπει να είναι επιλέξιμα εάν δεν υφίστανται εγγυήσεις φιλικότητας προς το περιβάλλον κατά τη διαδικασία κατασκευής τους.
- Η τύχη των υλικών ως υπολείμματα: όταν τα υλικά έχουν ολοκληρώσει τη διάρκεια ζωής τους, μπορούν να δημιουργήσουν πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η μεταφορά και η τύχη τους, είτε είναι άμεση επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, απόρριψη σε χωματερή ή σε αποτέφρωση, θα έχει κάποια αντίστοιχη επίπτωση. Μέταλλα όπως για παράδειγμα τα παλιοσιδερικά, παλαιά κεραμικά αετώματα, ή ακόμα και ξύλινες δοκοί κάποιων τμημάτων, μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν ακόμα και μετά την αποδόμηση ενός κτιρίου.
- Για να γίνει πλήρη ανάλυση της συμπεριφοράς ενός υλικού καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του, πρέπει να ληφθούν υπόψιν διάφορες διαστάσεις:
- Στάδιο εξαγωγής υλικών: ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην μεταβολή του περιβάλλοντος χώρου, με άλλα λόγια, στις οικολογικές επιπτώσεις συμπεριλαμβανομένων και των επιπτώσεων στο τοπίο.
- Στάδιο παραγωγής (μετάλλων και πλαστικού): η σημασία αυτού του σταδίου έγκειται στην παραγωγή εκπομπών ρύπων και στην κατανάλωση της ενέργειας.
- Στάδιο μεταφοράς: η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται ραγδαία όταν τα υλικά ταξιδεύουν μεγαλύτερες αποστάσεις.
- Εργασιακός κόπος και Πιέσεις: κίνδυνος ανθρώπινης υγείας και παραγωγή υπολειμμάτων.

- Αποδόμηση/ κατεδάφιση: εκπομπές αέριων ρύπων και μετατροπή του περιβάλλοντος χώρου.

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

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

Πίνακας 1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα κύρια υλικά κατασκευής

Για να θεωρηθούν αειφόρα ή βιώσιμα, τα υλικά πρέπει να ακολουθούν τα εξής κριτήρια:

- Να προέρχονται από άφθονες ή-και ανανεώσιμες πηγές
- Να μην ρυπαίνουν
- Να έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους
- Να αντέχουν στο χρόνο
- Να έχουν προτυποποίηση
- Να αξιοποιούνται εύκολα
- Να προέρχονται από παραγωγή με δίκαιους όρους
- Να έχουν πολιτιστική αξία ή ταυτότητα εντός του περιβάλλοντος χώρου
- Να έχουν γενικά μικρό οικονομικό κόστος και κόστος συντήρησης

2.1.1 Πετρώδη Υλικά

Η χρήση πετρωδών υλικών έχει πολύ μικρή επίπτωση στο περιβάλλον ανά Kg υλικού. Παρ' όλα αυτά, οι επιπτώσεις τους αυξάνονται αισθητά με την αυξημένη ποσότητα των υλικών αυτών. Συγκεκριμένα, οι σημαντικότερες επιπτώσεις οφείλονται στη διαδικασία εξόρυξης λόγω

της μετατροπής των οικοσυστημάτων καθώς και του τοπίου. Η εξόρυξη και η μεταφορά απαιτούν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, και για το λόγο αυτό προτείνεται η χρήση ντόπιων υλικών. Ανάμεσα στα πολλά τους πλεονεκτήματα τα πετρώδη υλικά είναι και ανθεκτικά στο χρόνο, χαρακτηριστικό που απαιτείται να έχουν τα αειφόρα ή βιώσιμα υλικά. Η άφθονη χρήση των υλικών αυτών είναι ο κύριος λόγος της καθίζησης των χώρων απόρριψης σκουπιδιών. Στο παρόν στάδιο, κυριαρχεί μια αυξανόμενη τάση ανακύκλωσης των αδρανών δομικών υλικών ως υλικό “γεμίματος”, καθώς και στην κατασκευή κονιάματος και σκυροδέματος. Επιπλέον, το τσιμέντο μπορεί να επηρεάσει την υγεία των εργατών και για το λόγο αυτό πρέπει να υιοθετηθούν προληπτικά μέτρα όσον αφορά το χειρισμό τέτοιων υλικών με στόχο τον έλεγχο της εισπνοής μικροσωματιδίων, του εξανθήματος και των επιδερμικών εγκαυμάτων. Επίσης πρέπει να ενισχυθεί η χρήση υλικών που δεν περιέχουν εξασθενές χρώμιο. Ακόμη ένα υλικό της ίδιας κατηγορίας που χρησιμοποιείται ευρέως είναι το σκυρόδεμα, το οποίο αποτελείται από τσιμέντο και αδρανή υλικά διαφόρων μεγεθών. Για να αποφευχθεί πιθανή υπερεκτίμηση των διαστάσεων των υλικών υποδομής, και ως εκ τούτου, υπέρμετρη χρήση σκυροδέματος, απαιτείται η γνώση της δυνατότητας αντίστασης του εδάφους πάνω στο οποίο θα κτιστεί το κτίριο.

2.1.2 Μέταλλο

Η κύρια επίπτωση των μετάλλων στο περιβάλλον 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 μεριά όμως τα μέταλλα είναι πολύτιμα υλικά, μιας και μπορούν να αντέξουν βάρη με μικρότερες ποσότητες υλικού, βοηθούν στη μείωση των τμημάτων που αποτελούνται από σκυρόδεμα, και επιπλέον τα παλιοσιδερικά μπορούν να ανακυκλωθούν μετά τη διαδικασία αποδόμησης. Παρ’ όλα αυτά, τα υλικά χρειάζεται να προστατευθούν με σιδηρικές ή γαλβανισμένες μπογιές οι οποίες έχουν μεγάλες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

2.1.3 Ξύλο

Το ξύλο είναι ένα από τα πιο “βιώσιμα/αειφόρα” υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκεί να προέρχεται από δάση που τυχαίνουν βιώσιμης διαχείρισης (σε αυτή την περίπτωση θα φέρει σφραγίδα πιστοποίησης αειφόρου διαχείρισης) και τα προστατευτικά επιχρίσματα περιέχουν φυσικές ρητίνες αντί τοξικές ουσίες που βλάπτουν την ανθρώπινη υγεία. Το μειονέκτημα των φυσικών ρητινών είναι ότι το επεξεργασμένο ξύλο έχει χαμηλότερη απόδοση / αντοχή από ότι στην περίπτωση άλλων ουσιών (χημικά, τοξικά) μιας και η επεξεργασία με ρητίνες διατηρεί ανοικτούς τους πόρους.

Στο τέλος του κύκλου ζωής του το ξύλο μπορεί να ανακυκλωθεί προς βιομηχανική επεξεργασία σανίδων (μοριοσανίδων) ή ακόμα να χρησιμοποιηθεί ως βιομάζα. Για να αποφευχθεί περιττή κατανάλωση ενέργειας λόγω μεταφοράς, συστήνεται η χρήση ξύλου από γειτονικές περιοχές.

2.1.4 Μονωτικά Υλικά

Τα πιο ευρέως διαδεδομένα μονωτικά υλικά βρίσκονται υπό μορφή panel ή ψεκαζόμενων αφρών που στο παρελθόν περιείχαν χλωροφθοράνθρακες (CFC's) ενώσεις εν μέρει υπεύθυνες για την καταστροφή του μανδύα του όζοντος. Τον τελευταίο καιρό οι ενώσεις αυτές έχουν αντικατασταθεί από άλλες ενώσεις όπως τα HCFC ή HFC. Ωστόσο, το μειονέκτημα των καινούργιων αυτών ενώσεων είναι ότι ενισχύουν την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας και συνεπώς το φαινόμενο το θερμοκηπίου. Άλλες επιλογές θα μπορούσαν να είναι οι μεταλλικές ίνες όπως για παράδειγμα ο πετροβάμβακας ή το fibreglass, το cell glass ή άλλα ακόμα πιο οικολογικά όπως ο φελλός, υλικό από κάνναβη και κυτταρίνη.

2.1.5 Πλαστικό

Το πλαστικό προέρχεται από το πετρέλαιο και είναι γνωστό για τις εξαιρετικές του μηχανικές ιδιότητες, όπως είναι η στρέψη, η ευκαμψία και η ηλεκτρική μόνωση. Η παραγωγή του χαρακτηρίζεται από υψηλή ενεργειακή κατανάλωση και υψηλές εκπομπές αέριων ρύπων. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν πιθανοί 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. Οι πολύ καλές τεχνικές του ιδιότητες, η μεγάλη του αντοχή στις καιρικές συνθήκες, στις υπεριώδης ακτίνες και την διάβρωση, το μικρό του βάρος, η απλή κατεργασία, η δύσκολη ανάφλεξη, η θερμό-ηχομόνωση, καθώς επίσης και η ιδιαίτερη καταλληλότητά του στην ανακύκλωση το οδήγησαν στο να αντικαταστήσει άλλα υλικά στην οικοδομική δραστηριότητα. Σε αυτό το πλαίσιο, κάποια υλικά τα οποία παραδοσιακά χρησιμοποιούντο σε εγκαταστάσεις, όπως για παράδειγμα ο χαλκός και ο μόλυβδος, αντικαθίστανται από πλαστικά (πολυαιθυλένιο και πολυβουτυλένιο) λόγω καλύτερης περιβαλλοντικής συμπεριφοράς και άλλων χαρακτηριστικών.

2.1.6 Μπογιές και Επιχρίσματα

Οι μπογιές και τα επιχρίσματα περιέχουν διάφορες ουσίες όπως για παράδειγμα χρωστικές, ρητίνες, διαλύτες κλπ, που προέρχονται από το πετρέλαιο. Οι υδρογονάνθρακες που αρχικά χρησιμοποιούνταν, σταδιακά αντικαταστάθηκαν από φυσικά συστατικά, δημιουργώντας τις ούτω καλούμενες οικολογικές και φυσικές μπογιές. Στο παρόν στάδιο, προσφέρονται στην αγορά διάφοροι τύποι επιχρισμάτων ικανά να μειώσουν 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 επίπτωση των επιχρισμάτων στο περιβάλλον προκύπτει από τα υπολείμματα που προέρχονται μετά τη χρήση και επάλειψή τους, μιας και υπάρχει τάση απόρριψής τους σε ακατάλληλα μέρη με τον πιθανό κίνδυνο να απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα εκπομπές ρύπων.

3. Επίπτώσεις των Υλικών στην Υγεία και την Άνεση

Είναι γνωστό ότι διάφορα υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές είναι επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία και ειδικά των ενοίκων/ιδιοκτητών των κτιρίων. Αν και τα περισσότερα από αυτά έχουν απαγορευτεί πλέον, είναι πιθανόν να τα βρεις σε επισκευές και αποκαταστάσεις. Ο πιο κάτω πίνακας δείχνει τα υλικά τα οποία τυπικά θέτουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία.

ΥΛΙΚΟ	ΧΡΗΣΕΙΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ
Αμίαντος	Πίνακες τσιμεντοκονιάματος και πλάκες, επεξεργασίες επιφανειών, μονώσεις, σωληνώσεις	Άμεση επαφή όταν οι ίνες αποκολλώνται ή κατά τη διάρκεια πυρκαγιάς
		Αμιαντίαση, καρκίνος των πνευμόνων, μεσοθηλώμα ή καρκίνος των πνευμόνων
Μόλυβδος	Οροφές, ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, σωληνώσεις, ηλεκτροσυγκόλληση, μπουγιές	Λήψη τροφής, εισπνοή, απορρόφηση από το δέρμα
		Δηλητηρίαση που βιοσυσσωρεύεται στο σώμα
Προστατευτικά Ξύλου	Επεξεργασία προστασίας, εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα	Τοξικοί και ερεθιστικές αναθυμιάσεις
		Καρκινογενέσεις
Πλαστικά	Τα πτητικά πλαστικά είναι τα πιο επικίνδυνα: PVC, φορμαλδεΐδη και άλλα	Λήψη τροφής ή εισπνοή
Μεταλλικές Ίνες	Οροφές, προσόψεις και μονώσεις σωληνώσεων	Παθήσεις όρασης, δερματικός ερεθισμός, αναπνευστικά
		προβλήματα, καρκίνος του πνεύμονα

Πίνακας 2 Υλικά που απειλούν την υγεία

Εκτός από αυτά τα υλικά, υπάρχουν και άλλα που δεν εξαρτώνται από το κτίριο καθεαυτό, αλλά μάλλον από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά. Μια από αυτές τις ουσίες είναι το ραδόνιο. Η

επίδραση αυτής της ουσίας είναι αισθητή στα κτίρια εκείνα που είναι κτισμένα σε περιοχή όπου η συγκεκριμένη ουσία περιέχεται στο χώμα.

Τα επικίνδυνα υλικά και ουσίες διαχωρίζονται ως ακολούθως:

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

3.1 Αμίαντος

Ο αμίαντος έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως λόγω της ανθεκτικότητας και της θερμικής μόνωσης που παρέχει σε περίπτωση πυρκαγιάς, και ως πηγή ανθεκτικότητας για τα προϊόντα ινών σκυροδέματος. Πρόκειται για ένυδρα πυριτικά άλατα του μαγνησίου, τα οποία περιέχουν και ασβέστιο, σίδηρο, νάτριο σε διαφορετικούς χημικούς τύπους, καθώς και ελεύθερο πυρίτιο, σε σχηματισμένες ίνες. Η εισπνοή αυτού του υλικού μπορεί να προκαλέσει προβλήματα και καρκίνο στους πνεύμονες. Οι κυριότερες ασθένειες που προκαλούνται από τον αμίαντο είναι:

- Βρογχοπνευμονικός καρκίνος
- Αμιάντωση ή διάχυση πνευμονικής ίνωσης
- Μεσοθελίωμα πλευρών ή περιτόναιου
- Κακοήθη μεσοθελιώματα

3.2 Πολυχλωριωμένα Διφαινύλια (PCBs)

Αυτά τα προϊόντα είναι άφλεκτα και έχουν διηλεκτρικά χαρακτηριστικά. Το μειονέκτημά τους είναι ότι όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 350°C, όπως σε μια πυρκαγιά, μετατρέπονται σε ιδιαίτερα τοξικές ουσίες, απελευθερώνοντας επικίνδυνα αέρια όπως οι διοξίνες. Τα προϊόντα PCB δεν είναι βιοδιασπώμενα, επομένως, η ρύπανση από αυτές τις ουσίες αυξάνεται στο περιβάλλον, και μπορεί να παραμείνει στο νερό όπως σε ποταμούς ή θάλασσες επ' αόριστο, μολύνοντας το. Τα PCBs προκαλούν καρκίνο στα ζώα, και θεωρείται ότι έχουν την ίδια επίδραση και στους ανθρώπους. Αυτή τη στιγμή κατηγοριοποιούνται ως πιθανοί καρκινογόνοι παράγοντες. Επίσης, το PCB έχει επιπτώσεις στο ανοσοποιητικό, το νευρικό, το αναπαραγωγικό και ενδοκρινολογικό σύστημα.

3.3 Ανιχνευτές Καπνού

Είναι πολύ ραδιενεργοί ανιχνευτές οι πυρκαγιάς. Η ακτινοβολία που εκπέμπεται δεν είναι απαραίτητα προβληματική, αλλά υπάρχει πάντα ο κίνδυνος συνδυασμού ραδιενεργών ισοτόπων με τον αέρα σε περίπτωση ατυχήματος. Αυτή η κατάσταση θεωρείται σημαντική απειλή για ραδιενεργό ρύπανση τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για το περιβάλλον. Η ένταση των ραδιενεργών εκπομπών τους δεν είναι βλαβερή στα 5 εκατ. μακριά από την πηγή τους. Αυτοί οι ανιχνευτές μπορούν να αντικατασταθούν από οπτικούς και θερμοδοαφορικούς ανιχνευτές.

3.4 Ραδόνιο

Μερικά πετρώδη υλικά όπως ο γρανίτης απελευθερώνουν ακτινοβολία ραδονίου. Τα ραδιενεργά μόρια από το ραδόνιο μπορεί να παγιδευτούν στους πνεύμονες, να βλάψουν τους ιστούς και να προκαλέσουν καρκίνο. Καθώς το ραδόνιο είναι ένα αέριο το οποίο προέρχεται από το χώμα, μπορεί να εισέλθει στα κτίρια μέσω μικρών ρωγμών στα θεμέλια του κτιρίου καθώς επίσης και τα πατώματα, και μπορεί να διαχυθεί στα υπόγεια και στους επάνω ορόφους του κτιρίου. Για αυτό το λόγο, συστήνεται ο διαχωρισμός του πατώματος του κτιρίου από το έδαφος και η δημιουργία ενός χώρου με αρκετά καλό εξαερισμό.

3.5 Κρεόζωτο

Ο όρος περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων όπως την ορυκτή πίσσα, το κρεόζωτο του ξύλου, την ορυκτή πίσσα, την πίσσα άνθρακα και τις πηκτικές ενώσεις τους. Το κρεόζωτο ταξινομείται ως πιθανή καρκινογόνος ουσία στην ομάδα 2A 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.

3.6 Σύνδρομο Αρρώστιας Εντός Κτιρίων (Sick Building Syndrome)

Πρόσφατα, ένα νέο σύνδρομο σχετικό με τα χαρακτηριστικά οικοδόμησης έχει εντοπιστεί σε εκείνους που περνούν μεγάλες χρονικές περιόδους στο συγκεκριμένο κτίριο. Τα συμπτώματα περιλαμβάνουν εξανθήματα στο δέρμα, τα μάτια και το λαιμό, καθώς επίσης και άλλες ενοχλήσεις σχετικά με τη μυρωδιά και τη γεύση. Αυτό συνήθως οφείλεται στον ανεπαρκή εξαερισμό, αιωρούμενα σωματίδια, και στα ιοντικά και ηλεκτρομαγνητικά φορτία. Τα γραφεία με αεροστεγής τοίχους είναι πιθανόν να προκαλέσουν αυτό το σύνδρομο. Ο εξαερισμός σε αυτά τα κτίρια είναι τεχνητός, και εάν δεν υπολογίζεται επαρκώς, θα ευνοήσει την εμφάνιση αλλεργιών και τη 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 μπορεί να

προκαλέσουν αλλεργικά προβλήματα. Επιπλέον, υπάρχουν μερικά υλικά σε γραφεία που απελευθερώνουν ορυκτές ίνες που περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις και απελευθερώνουν τοξικά αέρια που συμβάλλουν στην εμφάνιση του συνδρόμου.

Συστήνεται:

- Η αποφυγή χρήσης προϊόντων που περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις (χρώματα, βερνίκια, χαλιά και κουρτίνες).
- Περιορισμός, όσο το δυνατόν, των χώρων για τους καπνιστές
- Ενίσχυση του φυσικού εξαερισμού παρά του μηχανικού
- Καλή συντήρηση των κλιματιστικών, με το συχνό καθαρισμό των φίλτρων και των σημείων επαφών
- Διατήρηση καθαριότητας των χαλιών και των επιφανειών από μολυσματικούς παράγοντες
- Διαχωρισμός χώρων με ειδική ατμοσφαιρική ποιότητα, ειδικά δωμάτια καύσης και μηχανημάτων, λουτρά και κουζίνες, που επιτρέπουν ανεξάρτητο εξαερισμό
- Μείωση των εκπομπών ραδονίου με τη χρήση υλικών χωρίς ραδόνιο ή τη δημιουργία χώρων εξαερισμού πάνω από το έδαφος που στηρίζονται

4. Υλικά Κατασκευής

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

4.1 Θεμέλια και Δομή

Με τον καιρό το σκυρόδεμα έχει γίνει το προτιμότερο υλικό στον κατασκευαστικό τομέα. Υλικό πετρώδες κατασκευασμένο από σκυρόδεμα τύπου Portland, αδρανή υλικά, νερό και προαιρετικά, προσθετικά τα οποία βελτιώνουν τα χαρακτηριστικά του μίγματος. Αυτό το μίγμα ονομάζεται κοινώς σκυρόδεμα, όμως τις περισσότερες φορές χρησιμοποιείται οπλισμένο σκυρόδεμα το οποίο συμπεριλαμβάνει και ατσάλι, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την αντοχή και η ευστάθεια της κατασκευής ειδικά σε περιπτώσεις έντονων δονήσεων (σεισμοί, φυσικά φαινόμενα, κλπ). Η χρήση αυτού του τύπου σκυροδέματος απαιτείται κι από τις Πρότυπες (Standards) κατασκευαστικές διαδικασίες. Η παρουσία του ατσαλιού κάνει το οπλισμένο σκυρόδεμα να δημιουργεί μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, γεγονός που μπορεί να μειωθεί χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένα αδρανή κατά την παραγωγική του διαδικασία, τα οποία μπορούν να αποκτηθούν από κατεδαφισμένα κτίρια.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από το οπλισμένο σκυρόδεμα μπορούν επίσης να μειωθούν με προσθετικά που περιέχουν ίνες προπυλενίου, μειώνοντας έτσι τον απαιτούμενο όγκο ατσαλιού μιας και βελτιώνουν την αντίσταση του σκυροδέματος. Επιπλέον, υπάρχουν διαθέσιμα και άλλα φιλικά προς το περιβάλλον προσθετικά τα οποία επιταχύνουν το ρυθμό σκλήρυνσης του σκυροδέματος και την επίσπευση της εμφάνισης των αντοχών του τα οποία μάλιστα δεν περιλαμβάνουν τοξικά υπολείμματα. Όσον αφορά τη φιλικότητα προς το περιβάλλον, τα καταλληλότερα υλικά είναι τα πετρώδη. Το πλιθάρι είναι αργιλώδης πλίνθος που δεν έχει ψηθεί, παρά μόνο έχει στεγνώσει υπό τον ήλιο. Έχει πολλά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα μιας και είναι γηγενές υλικό, απαιτεί λίγη ενέργεια, ρυπαίνει πολύ λίγο και έχει μονωτικές ιδιότητες. Όσον αφορά τη δομή, υπάρχουν άλλες επιλογές τούβλων που είναι φτιαγμένα από κεραμικό ή άλλα φυσικά υλικά με μονωτικές ιδιότητες. Στην περίπτωση αρμών, δοκών και σύλων η πιο οικολογική λύση είναι η χρήση ξύλου. Τέλος, για αποκατάσταση πλακών ελεύθερης εναπόθεσης είναι αναγκαία η χρήση ελαφρών, θερμομονωτικών και ηχομονωτικών υλικών.

4.2 Οροφή

Οι οροφές αποτελούνται από διάφορα στρώματα τα οποία παρέχουν τις διαφορετικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα τη θερμομόνωση, την υδατοστέγαση και την εξωτερική κάλυψη. Η μόνωση της οροφής είναι πολύ σημαντική διότι το επάνω μέρος οποιασδήποτε οικοδομής έχει απώλειες θερμότητας σε όλη του την επιφάνεια. Χρησιμοποιώντας τη σωστή ποσότητα θερμικής μόνωσης μειώνονται οι απώλειες κατά τη διάρκεια του χειμώνα και συνεπώς το κτίριο θα γίνει πιο αποδοτικό μιας και η ενέργεια που θα απαιτείται θα είναι λιγότερη. Για να καθοριστεί το κατάλληλο πάχος της μόνωσης, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε 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 διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Η χώρα μας έχει διαιρεθεί σε τρεις ζώνες διαφορετικών θερμομονωτικών απαιτήσεων με κριτήριο τόσο την ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία, όσο και την διάρκεια του χειμώνα και της περιόδου θερμάνσεως. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η εν λόγω διαίρεση :

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
ΖΩΝΗ Β	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος, Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Πίνακας 3 Κλιματικές ζώνες

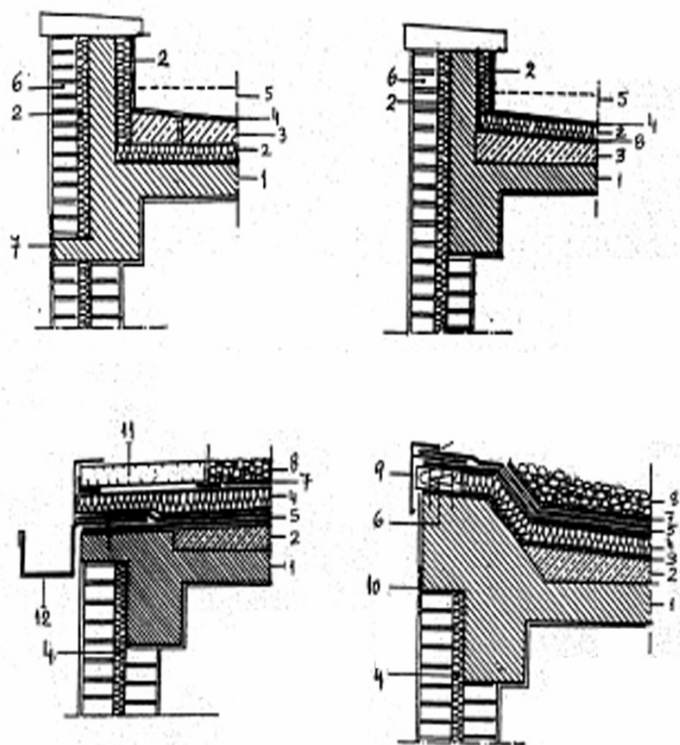
Υπάρχουν δύο τρόποι μόνωσης της οροφής:

α. Η εξωτερική μόνωση. Υπάρχει η κλασική θερμομόνωση δωματίων (ή και στεγών) που τοποθετείται κάτω από τη στεγανωτική στρώση και, συνήθως, πάνω από ένα λεπτό φράγμα υδρατμών για την αποφυγή συμπυκνώσεων εντός της μάζας της. Υπάρχει όμως και η «ανεστραμμένη» θερμομόνωση η οποία τοποθετείται (κυρίως στα δώματα) πάνω από την στεγανωτική στρώση, επομένως πρέπει να μην βλάπτεται από την διαβροχή και, συνήθως, προστατεύεται από πάνω με υλικά ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία και με αντίσταση στην υφαρπαγή (π.χ. στρώση από τεχνητές ή φυσικές λιθόπλακες εν ξηρώ τοποθετημένες ή στρώση καταλλήλου πάχους από εμφανές θραυστό υλικό). Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τα δώματα πρέπει να είναι αδιαπέραστα από το νερό

(μη υδρόφιλα). Το πάχος της θερμομονωτικής στρώσης για τη ζώνη Γ μπορεί να είναι 5 – 7 εκ. ενώ για τις ζώνες Β και Α το πάχος των 5 εκ. είναι επαρκές.

β. Η εσωτερική μόνωση. Η θερμομόνωση εκ των έσω ενός δώματος (ή και από κλίση πλακών) από οπλισμένο σκυρόδεμα πρέπει σε κάθε περίπτωση να αποφεύγεται. Δημιουργεί έντονα σημάδια στην οροφή λόγω διαφοροποίησης συμπυκνώσεων στους αρμούς. Επιτρέπει επί πλέον θερμοσυσσώρευση στην πλάκα του δώματος και μεταφορά του θερμικού φορτίου όλη τη νύκτα μέσω τυχόν θερμογεφυρών στο εσωτερικό, επιβαρύνοντας συγχρόνως το άμεσο εξωτερικό περιβάλλον με αποβολή του συγκεντρωθέντος την ημέρα φορτίου. Εάν η στέγη κάτω από τον πρισματικό σχηματισμό της δε διαθέτει οριζόντια οροφή(ταβάνι) τότε πάλι είναι προτιμότερο η θερμομόνωση να τοποθετείται πάνω από το πέτσωμα και το σχετικό φράγμα υδρατμών και κάτω από την στεγανωτική στρώση. Τα διάφορα είδη κεραμιδιών δεν θεωρούνται πλέον επαρκής στεγάνωση και απαιτούν μια τέτοια στρώση ακριβώς από κάτω. Εάν υπάρχει ταβάνι τότε η θερμομόνωση μπορεί να τοποθετηθεί εντός του πρισματικού χώρου της στέγης θεωρούμενου ως ενδιάμεσου θερμοθαλάμου.

Και στις δύο περιπτώσεις (εξωτερικής και εσωτερικής μόνωσης) η εξοικονόμηση ενέργειας είναι της ίδιας τάξης. Η εξωτερική μόνωση όμως, λόγω της διατήρησης θερμικής μάζας στο εσωτερικό του κτιρίου, συμβάλλει στη θερμική άνεση το καλοκαίρι. Παράλληλα, συνιστάται διότι προστατεύει την κατασκευή από καταστροφές λόγω μεγάλων διακυμάνσεων της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του χρόνου, και, όπως αναφέρθηκε, δεν επιβαρύνει το περιβάλλον.



1. Φέρουσα πλάκα δώματος 2. Θερμομόνωση 3. Στρώση κλίσης από γαρμπλοσκυρόδεμα 4. στεγανωτική στρώση 5. ενδεχόμενη στρώση προστασίας 6. Εξωτερική πλινθοδομή 7.μεταλλικό πλέγμα από ανοξείδωτο χάλυβα ρομβοειδούς οπής για εξασφάλιση επιχρίσματος από ρηγμάτωση 8. φράγμα υδρατμών

1.Φέρουσα πλάκα δώματος 2. Στρώση κλίσης από γαρμπλοσκυρόδεμα 3.φράγμα υδρατμών 5.στεγανωτική στρώση 6. Ξύλινο στοιχείο πάχους ίσου της θερμομόνωσης και πλάτους 20 εκ.στερεωμένο με στρυφώνια στο σκυρόδεμα 7.στρώση προστασίας 8.χαλίκια 9.μεταλλική κατάληξη για σχηματισμό νεροσταλάκτη 10. Μεταλλικό πλέγμα από ανοξείδωτο χάλυβα ρομβοειδούς οπής για εξασφάλιση επιχρίσματος από ρηγμάτωση 11. Πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα 12.Συλλεκτήρας ομβρίων νερών από ανοξείδωτη λαμαρίνα

Εικόνα 1 Παραδείγματα θερμογεφυρών

Από καθαρά ενεργειακή άποψη και λόγω των μεγάλων απωλειών από αερισμό αλλά και λόγω της σχετικά μικρής επιφάνειας της οροφής, η απόδοση της μόνωσης οροφής είναι μικρή, ανερχόμενη σε ποσοστό 8% για την Α κλιματική ζώνη, 7% για τη Β κλιματική ζώνη και 5% για τη Γ. Από θερμική όμως άποψη, η μόνωση της οροφής εντείνει το αίσθημα της θερμικής άνεσης στις αίθουσες του τελευταίου ορόφου, τόσο κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αλλά κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όπου και δεν προβλέπεται μηχανικό σύστημα δροσισμού-κλιματισμού. Από την άλλη πλευρά, οι οροφές (ιδιαίτερα οι επίπεδες ή αυτές με ελαφριά κλίση) έχουν την τάση να υπερθερμαίνονται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού διότι δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια. Για την αποτροπή τέτοιων καταστάσεων μια καλή λύση είναι η κατασκευή οροφών με πλήρη ή μερικό αερισμό. Σήμερα σχεδιάζονται πολυ-λειτουργικές οροφές, φιλικές προς το περιβάλλον όπως για παράδειγμα οι πράσινες οροφές και οι οικολογικές. Σε αυτές όμως τις περιπτώσεις είναι πολύ σημαντικό να ελέγχεται η ποσότητα του νερού που απαιτούνε.

Ανάμεσα στα υλικά επικάλυψης, υπάρχουν διάφορες πιθανές λύσεις που εξαρτώνται από το εάν η οροφή είναι επίπεδη ή με κλίση, ή εάν είναι ομαλή ή όχι η επιφάνειά της. Η καλύτερη λύση είναι η εγκατάσταση πλακιδίων που είναι ενωμένα με εισδοχές το ένα με το άλλο χωρίς καρφιά. Υπάρχουν επίσης και παραδοσιακά αετώματα φτιαγμένα από κεραμικό ή σκυρόδεμα.

Ένα από τα πλεονεκτήματά τους είναι ότι μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Επιπλέον συνίσταται και η χρήση πλακών από σχιστόλιθο εάν το υλικό αυτό βρίσκεται εύκολα στην περιοχή.

4.3 Υδατοστέγαση

Δυστυχώς τα υλικά που χρησιμοποιούνται περισσότερο για υδατοστέγαση είναι αυτά που έχουν και τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως το PVC ή η επίστρωση ασφαλτικού υλικού. Ωστόσο, όσον αφορά τα θεμέλια ή άλλους συντελεστές που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, τότε το καταλληλότερο υλικό είναι ο μπεντονίτης λόγω της ιδιότητά του να αυτοσφραγίζεται σε περίπτωση τραυματισμού, ενώ για τις οροφές είναι το προπυλένιο και το EPDM.

4.4 Μόνωση κελύφους

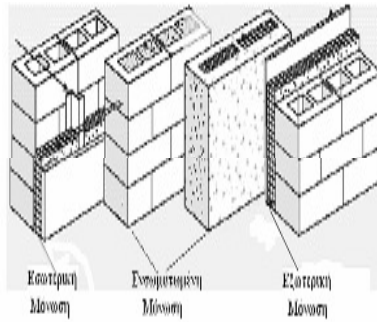
Η θερμομόνωση είναι ένας από τους κύριους παράγοντες εξοικονόμησης ενέργειας. Η κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης σε προσόψεις, οροφές και στη δομή του κτιρίου βοηθά σημαντικά στην μείωση των απωλειών θερμότητας, επιτρέποντας στο κτίριο να διατηρεί τη θερμότητα για μεγαλύτερη χρονική διάρκεια, δηλαδή μικρότερη πτώση της θερμοκρασίας δωματίου καθώς και λιγότερη ενεργειακή κατανάλωση. Είναι πολύ σημαντική η σωστή εφαρμογή της θερμομόνωσης, αποτρέποντας την παρουσία θερμικών γεφυρών όπου λαμβάνουν χώρα μεγάλες θερμικές απώλειες μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα να αχρηστεύεται η θερμομόνωση. Η ποσότητα της ενέργειας που απαιτείται από ένα σπίτι για να υπάρχει μια άνετη θερμοκρασία δωματίου εξαρτάται από τη θερμομόνωση στην πρόσοψη, το δώμα, τα ανοίγματα και τον προσανατολισμό. Εάν η πρόσοψη είναι κακώς μονωμένη, θα χρειαστεί πολλή περισσότερη ενέργεια για να θερμάνει ένα τέτοιο σπίτι, ενώ θα ψυχθεί και πολύ πιο γρήγορα όταν σταματήσει να λειτουργεί η θέρμανση. Η ανεπαρκής μόνωση οδηγεί στην υγραποίηση στο εσωτερικό των τοίχων, και συνεπώς στην υγρασία. Η μόνωση πρέπει να είναι μια συνεχής διαδικασία τόσο στους εξωτερικούς τοίχους ενός σπιτιού όσο και στις μεσοτοιχίες.

Κάθε κτίριο αποτελεί ένα κέλυφος μέσω του οποίου μπορούν να διέρχονται ποσά θερμότητας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό του ή και αντίστροφα. Η μεταφορά της θερμότητας μέσω του κελύφους, η κατεύθυνση και το μέγεθος της ροής της θερμότητας επηρεάζεται από την ηλιακή πρόσπτωση και την εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία. Ένας από τους παράγοντες που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας στο σχεδιασμό ώστε να επιτύχουμε μέγιστη θερμική άνεση με την ελάχιστη δαπάνη ενέργειας είναι η μόνωση. Θερμομόνωση ενός χώρου μπορεί να επιτευχθεί με άμεσο ή έμμεσο τρόπο. Όταν λέμε άμεσο τρόπο εννοούμε τη χρήση

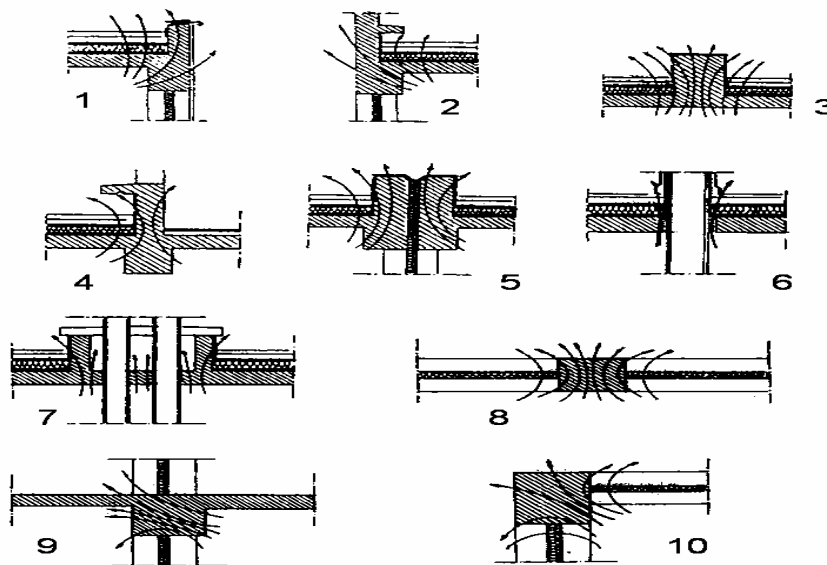
θερμομονωτικών υλικών στην κατασκευή, είτε αυτά προβλεφθούν από το σχεδιασμό είτε αυτά προστεθούν εκ των υστέρων. Η άμεση μόνωση των υφισταμένων κτιρίων μπορεί να επιτευχθεί με :

α. Εξωτερική θερμομόνωση γίνεται από υλικά μη υδρόφιλα πάχους όσου απαιτηθεί από την εκάστοτε μελέτη και θα περιβάλλει όλα τα δομικά φέροντα στοιχεία καθώς και τοίχους από τούβλο, υποστρώματα και δοκούς από σκυρόδεμα. Η άλλη λύση για την περίπτωση επεμβάσεων σε υφιστάμενα κτίρια, όπου ενδεχόμενα μπορεί να κριθεί ασύμφορη η τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης είναι η τοποθέτηση μιας στρώσης θερμοσοβά που θα συμβάλει σε κάποιο βαθμό στον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Όταν πρόκειται για προστασία εσωτερικού χώρου από υψηλότερες θερμοκρασίες του εξωτερικού τότε η εσωτερική μόνωση αποδίδει καλύτερα διότι αποφεύγεται η θερμοσυσσώρευση του εξωτερικού περιβάλλοντος επ' ωφελεία τόσο των εσωτερικών χώρων όσο και του άμεσου εξωτερικού περιβάλλοντος όπου η ενέργεια αυτή θα αποδίδεται τις νυκτερινές ώρες. Η θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας ετησίως σε ποσοστό 42% για την Α κλιματική ζώνη, 24% για τη ζώνη Β και 17% για τη ζώνη Γ.

β. Εσωτερική θερμομόνωση. Συνιστάται όπου δεν είναι δυνατή ή εύκολη η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης. Η θερμομόνωση της εσωτερικής τοιχοποιίας συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας ετησίως σε ποσοστό 57% για την Α κλιματική ζώνη, 38% για την Β και 27% για την Γ. Η εσωτερική μόνωση δίνει μεγαλύτερα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά μπορεί να συντελέσει στη συμπύκνωση υδρατμών στο εσωτερικό μέρος των τοίχων. Εξάλλου η εξωτερική μόνωση αποτελεί πληρέστερη λύση διότι προστατεύει το εξωτερικό περίβλημα από τις καιρικές μεταβολές, αλλά και διότι εξασφαλίζει μικρότερη διακύμανση εσωτερικών θερμοκρασιών και μεγαλύτερη θερμική άνεση την θερμή περίοδο. Η λύση της ενδιάμεσης θερμομόνωσης ανάμεσα σε δύο σειρές τούβλων, η οποία και συνήθως εφαρμόζεται είναι επίσης δυνατή. Αυτό το είδος θερμομόνωσης βέβαια εάν δεν ληφθεί σχετική μέριμνα αφήνει πλήθος θερμογεφυρών στα στοιχεία από σκυρόδεμα (π.χ. υποστηλώματα, δοκάρια, πλάκες, πρέκια κλπ).



Εικόνα 2 Παραδείγματα μόνωσης



1,2: Περιμετρικά ολόσωμα στηθαία με τις δοκούς τους. 3: Ανεστραμμένη δοκός. 4: Τοίχος υπερκατασκευής στο δώμα. 5: Δοκός διαμόρφωσης αρμού διαστολής. 6,7: Διελεύσεις αγωγών. 8,9,10: Στοιχεία φέροντος οργανισμού χωρίς θερμομόνωση.

Εικόνα 3 Παραδείγματα θερμογεφυρών

Η επιλογή του σωστού υλικού πρέπει να γίνεται με γνώμονα:

- 1) Τον χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας
- 2) Να έχει αντίσταση στους υδρατμούς ώστε να μην έρχονται οι υδρατμοί σε επαφή με την κρύα επιφάνεια και παρουσιάζεται η «μούχλα»
- 3) Ευκολία στον χειρισμό και την κοπή ώστε να προσαρμόζεται με ακρίβεια
- 4) Εύκολη συναρμολόγηση των κομματιών του υλικού μόνωσης ώστε να αποφεύγονται οι πολλοί αρμοί και οι ρηγματώσεις στον τοίχο.

Με την σωστή θερμομόνωση μπορούμε να πετύχουμε:

- 1) Μικρές απώλειες θερμότητας
- 2) Μεγαλύτερη οικονομία στο πετρέλαιο ή στο ρεύμα
- 3) Οικολογικότερη κατανάλωση των φυσικών πόρων
- 4) Μικρότερη καταπόνηση των κλιματιστικών συσκευών
- 5) Αγορά μικρότερων και λιγότερων θερμαντικών σωμάτων
- 6) Αποφυγή μυκήτων (μούχλας) στα ταβάνια και στα δοκάρια (η μούχλα δημιουργείται γιατί υγρασιούνται στην παγωμένη επιφάνεια του ταβανιού οι υδρατμοί του χώρου. Συναντάμε πιο συχνά μούχλα στο ταβάνι, από στους τοίχους, διότι το ταβάνι σκυρόδεμα είναι πιο παγωμένο, από τα τούβλα του τοίχου

Προτιμώνται πάντα τα φυσικά υλικά έναντι των συνθετικών. Μεταξύ των συνθετικών υπάρχουν τρία είδη υλικών βάσει των διαστελλόμενων συστατικών τους που επιτυγχάνουν μονωτικές ιδιότητες:

- α) Αυτά που προσλαμβάνουν αέρα, όπως τα διογκωμένα πολυστυρένια (EPS),
- β) αυτά που περιέχουν CO₂, όπως για παράδειγμα μερικά εξωθούμενα πολυστυρένια ή HCFC, που είναι οι χειρότερες πιθανές επιλογές, και
- γ) τα περισσότερα εξωθούμενα πολυστυρένια και πολυουρεθάνια.

Για το εξωτερικό περίβλημα κτιρίου, η καλύτερη λύση είναι τα παραδοσιακά συστήματα που χρησιμοποιούνται όπως ο πηλός, το πλιθάρι και οι λίθινοι τοίχοι. Παραδοσιακά κεραμικά στοιχεία μπορούν να βελτιωθούν χρησιμοποιώντας μεγαλύτερα και ελαφρύτερα τεμάχια (τούβλα) με καλύτερες μονωτικές αποδόσεις όσον αφορά τη θερμότητα και την ακουστική και τα οποία μπορεί να είναι φτιαγμένα από κεραμικό, σκυρόδεμα, αφρώδες σκυρόδεμα, κλπ. Η καλύτερη λύση για την μόνωση της πρόσοψης, είναι η κατασκευή των εξωτερικών τοίχων από ξύλο αρκεί να προέρχεται από την περιοχή και να τύχει επεξεργασίας με φυσικά προϊόντα. Τα επικαλυμμένα τούβλα είναι επίσης μια καλή λύση γιατί χρησιμοποιώντας μόνο ένα υλικό επιτυγχάνεται τόσο εσωτερικό όσο και εξωτερικό furring (μόνωση). Οι πιο διαδεδομένες χρήσεις είναι οι συνεχείς μονώσεις, επιχρίσεις, σοβατίσματα, και μονές στρώσεις ασβεστοκονιάματος. Ωστόσο, θα πρέπει σταδιακά το τσιμεντοκονίαμα να αντικαθίσταται από το ασβεστοκονίαμα λόγω καλύτερων περιβαλλοντικών και υδροθερμικών χαρακτηριστικών.

Μια άλλη επιλογή είναι η κατασκευή πράσινων προσόψεων τα οποία έχουν αρκετά πλεονεκτήματα, εκτός από το ότι προσφέρουν φυσικό τόπο διαμονής άγριας ζωής και για το λόγο αυτό αυξάνουν τη βιοποικιλότητα, μειώνουν τις απώλειες θερμότητας το χειμώνα και διατηρούν δροσερή θερμοκρασία στο σπίτι το καλοκαίρι. Σε τέτοιους τύπους προσόψεων

χρησιμοποιούνται φυτικά είδη όπως λειχήνες, βρύα, γρασίδι, και άλλα αναρριχώμενα και καλλωπιστικά φυτά. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ασφαλής πρόσβαση στην επιφάνεια των τοίχων ή και 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.

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

ΥΛΙΚΑ	Ειδικό βάρος kg/m ³	Αγωγιμότητα W/m.K	Ειδική θερμότητα Wh/kg.K
ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ			
Λίθοι			
• Γρανίτης	2,600	2.50	(0.25)
• Ασβεστόλιθος	2,180	1.49	(0.20)
• Ψαμμόλιθος	2,000	1.30	(0.20)
• Μάρμαρο	2,500	2.00	(0.22)
Οπτοπλινθοδομή			
• Ελαφρά	1,300	0.49	
• Μέση	1,700	0.84	(0.22)
• Βαριά	1,900	1.09	
ΥΛΙΚΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ			
Υαλοπίνακες	2,500	1.05	(0.5)
Σκληρό PVC	1,350	0.16	
Μέταλλα			
• Αλουμίνιο	2,800	160	(0.25)
• Χαλκός	8,900	200	(0.12)
• Κοινός χάλυβας	7,800	50	(0.14)
Ασφαλτική επικάλυψη	2,325	1.15	(0.28)
ΤΕΛΕΙΩΜΑΤΑ			
Δάπεδα από ξύλο			
• Παρκέ ή σανίδωμα	650	0.14	(0.33)
Πλακοστρώσεις			
• Κεραμικά πλακίδια	1,900	0.85	(0.22)

Επιχρίσματα			
• Γύψος	1,120	0.38	(0.28)
• Βερμικουλίτης	640	0.28	(0.28)
• Σιμεντοκονία	1,570	0.53	(0.28)

ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Ορυκτές ίνες			
• Υφαντές ίνες σε στρώσεις	25	0.04	(0.27)
• Ημιάκαμπτο πύλημα	130	0.036	
• Χύδην, σε πλάκες από πύλημα ή υφαντές	180	0.042	(0.28)
Αφροί			
• Φύλλο από αφρό φαινόλης	30	0.038	(0.39)
• Φύλλο διογκωμένης πολυστερίνης	150	0.037	(0.39)
• Φύλλο διογκωμένης πολυστερίνης	25	0.034	(0.34)
• Κόκκοι βερμικουλίτη	100	0.065	
• Κυψελωτό γυαλί	175	0.17	(0.28)
• Αφρώδης διογκωμένος φελλός	110	0,05	
• Προβατόμαλλο	50	0,034	
• Βαμβακόμαλλο	40	0,035	
• Ξυλόμαλλο	470	0,055	

Πίνακας 4 Θερμικές ιδιότητες των υλικών

4.5 Ξυλουργική

Τα παράθυρα διαδραματίζουν πολύ μεγάλο ρόλο όσον αφορά τη συνολική μεταφορά ενέργειας. Επιτρέπουν να εισέλθει στα δωμάτια το φυσικό φως, με το πλεονέκτημα της επιπλέον θέρμανσης του εσωτερικού χώρου, μέσω ενός πολύ σημαντικού χαρακτηριστικού τους: του συντελεστή παγκόσμιας μεταφοράς θερμότητας. Η θερμότητα εισέρχεται στο σπίτι πιο εύκολα μέσω των παραθύρων παρά από τους τοίχους. Για το λόγο αυτό τα παράθυρα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψιν, παρά το γεγονός ότι η συνολική τους επιφάνεια είναι μικρότερη από αυτή των τοίχων. Ο συντελεστής μεταφοράς εξαρτάται από δύο παράγοντες: (α) τον τύπο του γυαλιού και (β) τον τύπο της ξυλείας των κουφωμάτων.

Για να μειωθεί η επιπλέον θερμότητα που διαπερνά τα παράθυρα συνίσταται η χρήση ειδικού γυαλιού με φίλτρα ή αντηλιακών καλυμμάτων για έλεγχο της απώλειας ή περίσσειας θερμότητας και φωτός, βάσει των κλιματικών συνθηκών της εκάστοτε περιοχής. Είναι πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών έτσι ώστε να κάνουμε την

καταλληλότερη επιλογή. Μια άλλη λύση είναι να χρησιμοποιηθούν σκιάδια παραθύρων ιδιαίτερα από την εξωτερική πλευρά έτσι ώστε να προστατευθούν και τα ξύλινα κουφώματα.

Στην περίπτωση της εξωτερικής ξυλείας η πιο “βιώσιμη” επιλογή είναι η χρήση ξυλείας που έχει επεξεργαστεί με φυσικά μέσα, παρά με PVC ή αλουμίνιο.

4.6 Υαλοπίνακες- Υαλοβερνίκωμα

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες. Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, είναι:

Ανακλαστικοί υαλοπίνακες: Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.

Έγχρωμοι υαλοπίνακες: Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.

Απορροφητικοί υαλοπίνακες: Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.

Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e): Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Οι υαλοπίνακες αυτοί είναι σχεδόν αδιαπέρατοι από την υπέρυθρη ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία προερχόμενη κυρίως από γειτονικά κτίρια). Όπως είναι γνωστό λιγότερη από τη μισή ακτινοβολία του ήλιου είναι ορατή. Ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος από την ορατή είναι η υπέρυθρη ακτινοβολία, η οποία γίνεται αισθητή ως θερμότητα, ενώ ακτινοβολία μικρότερου μήκους κύματος είναι η υπεριώδης. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε ένα παράθυρο, ορατό φως, θερμότητα και υπεριώδης ακτινοβολία αντανακλώνται, απορροφώνται, ή εκπέμπονται στο εσωτερικό του κτιρίου. Με την τοποθέτηση κρυστάλλων χαμηλής εκπομπής, σε θερμά κλίματα, αντανακλάται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος, αλλά επιτρέπεται η διέλευση της ορατής ακτινοβολίας.

Συνεπώς, τα κρύσταλλα αυτά λειτουργούν αποδοτικότερα, όταν σε θερμά κλίματα τοποθετηθούν στην εξωτερική επιφάνεια ενός παραθύρου. Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται

Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες: αποτελούνται από ένα σύστημα δύο ή τριών, είτε απλών, είτε ανακλαστικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διατηρούνται σε απόσταση μεταξύ τους μέσω μεταλλικού profile (η συνήθης απόσταση είναι 12mm). Ο εγκλωβισμένος στο διάκενο αέρας βελτιώνει εξαιρετικά τη θερμομονωτική συμπεριφορά του υαλοπίνακα. Το μεταλλικό profile περιέχει πυριτικά άλατα, με σκοπό την αφύγρανση του εγκλωβισμένου αέρα και κατ' επέκταση την αποφυγή του φαινομένου της συμπύκνωσης υδρατμών. Τέλος, αξίζει να επισημάνουμε τη δυνατότητα προσθήκης κατάλληλων μιγμάτων αερίων στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων, τα οποία βελτιώνουν την απόδοση του συστήματος, όσον αφορά τόσο στις θερμομονωτικές, όσο και στις ηχομονωτικές ιδιότητές του. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

Ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες: μετατρέπονται από αδιαφανείς σε διαφανείς και αντίστροφα, μέσω της εφαρμογής ηλεκτρικής τάσης. Εμπεριέχουν ένα φιλμ υγρών κρυστάλλων, οι οποίοι όντας σε άτακτη διάταξη, επιτρέπουν μεν τη διόδο του φωτός, προκαλούν δε διάχυση του τελευταίου, με αποτέλεσμα ο υαλοπίνακας να καθίσταται αδιαφανής. Η εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης συνεπάγεται τον προσανατολισμό των κρυστάλλων και κατ' επέκταση τη διαφάνεια του υαλοπίνακα. Έτσι έχουμε μεταβαλλόμενες ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος. Έχουν το πλεονέκτημα να έχουν άπειρες καταστάσεις ανάμεσα στη διαφανή και τη χρωματισμένη τους κατάσταση, να εμποδίζουν την είσοδο τόσο της άμεσης όσο και της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας, να γίνετε καλύτερη χρήση του φυσικού φωτός και να απαιτούν μικρή κατανάλωση ενέργειας. Η λειτουργία των παραθύρων το χειμώνα αφήνει τις ακτίνες να περάσουν, και το καλοκαίρι πατώντας ένα κουμπί σκουραίνουν μπλοκάροντας έως και το 96,5% του φωτός και της θερμότητας που μεταφέρουν.

Φωτοχρωμικοί υαλοπίνακες: Μεταβαλλόμενες οπτικές ιδιότητες ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.

Θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες: Μεταβαλλόμενες οπτικές ιδιότητες ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία.

Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων: Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

Το υαλοβερνίκωμα πρέπει να επιτρέπει στο φυσικό φως να διαπερνά και να συντελεί στη μείωση των απωλειών θερμότητας μέσω των προσόψεων (εξωτερικών τοίχων). Μια καλή λύση είναι να χρησιμοποιούνται ανθεκτικότερα παράθυρα, με διπλό γυαλί (που στο μεταξύ τους διάστημα θα έχουν αέρα) για μείωση της απώλειας θερμότητας. Από την άλλη πλευρά, το πολύφυλλο γυαλί ασφαλείας (laminated glass) έχει καλύτερη ακουστική συμπεριφορά. Για τη μείωση της απώλειας θερμότητας μέσω της υαλοβερνικομένης επιφάνειας, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να έχουν χαμηλή U-value ή αλλιώς k-value που εκφράζει τον ρυθμό απώλειας θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο υαλοπίνακα για θερμοκρασιακή διαφορά 1° βαθμού Κέλβιν/Κελσίου μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Στον πιο κάτω πίνακα φαίνονται διάφορες τιμές-U για διαφορετικούς τύπους υαλοβερνικομένης επιφάνειας:

Τύπος υαλοβερνίκωσης	Τυπική τιμή-U
Διπλό γυαλί (με αέρα) κενό 12 mm	2.8
Αντικατάσταση απλού γυαλιού με γυαλί επίστρωσης χαμηλής εκπομπής	2.0 = ισχύοντες κανονισμοί
Αντικατάσταση του αέρα με αργό	1.8
Πρόσθεση τρίτου στρώματος υάλου – Τριπλή επίστρωση	1.4

Πίνακας 5 Η αυξανόμενη απόδοση της υαλοβερνικομένης επιφάνειας

Η επίστρωση χαμηλής εκπομπής επιτρέπει σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων ακτινοβολίας να περάσει, αλλά αποτρέπει τις υπέρυθρες συχνότητες (που προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας) ανακλώντας τις. Οι στρώσεις χαμηλής εκπομπής αποτελούνται από πολύ λεπτές εναποθέσεις μετάλλων ή οξειδίων μετάλλων πάνω στους υαλοπίνακες. Είναι τόσο λεπτές οι εναποθέσεις αυτές ώστε η διαφάνεια του υαλοπίνακα μένει πρακτικά ανεπηρέαστη. Οι δύο βασικοί τύποι επιστρώσεων είναι:

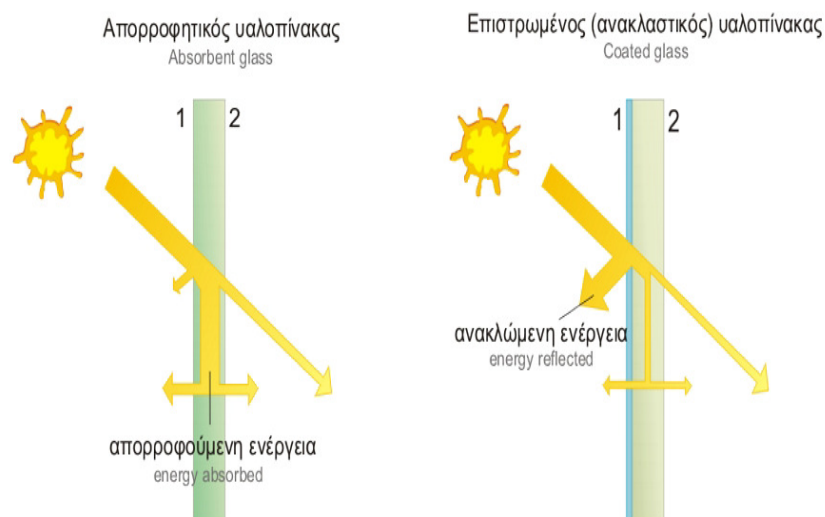
α. Υαλοπίνακες πυρολυτικής επίστρωσης (ή σκληρής επίστρωσης όπως λέγονται) των οποίων η επίστρωση γίνεται υπό θερμοκρασίες της τάξεως των 5000C, κατά την διάρκεια της παραγωγής τους, εν σειρά, γι' αυτό και αποκαλούνται επίσης on line. Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι το ότι η ενσωματούμενη στην επιφάνεια του γυαλιού επίστρωση, είναι ανθεκτική σε μηχανικές καταπονήσεις, πράγμα το οποίο μας παρέχει την δυνατότητα να τοποθετούμε τα γυαλιά με την επιστρωμένη επιφάνεια στην θέση 1 στην οποία το γυαλί αποδίδει τις χρωματικές του ιδιότητες για τις οποίες το έχουμε άλλωστε επιλέξει.

β. Υαλοπίνακες εν κενώ επίστρωσης (ή μαλακής επίστρωσης όπως λέγονται) των οποίων η επίστρωση γίνεται σε χωριστή φάση από την παραγωγή, γι' αυτό και αποκαλούνται off line.

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η παραγωγή επιστρώσεων μη ανθεκτικών σε μηχανικές καταπονήσεις, κάτι που απαιτεί προσεκτικό χειρισμό των γυαλιών καθ' όλα τα στάδια της περαιτέρω επεξεργασίας των, την χρήση τους μόνο σε διπλές υαλώσεις και την τοποθέτηση της επιστρωμένης επιφάνειάς τους μόνο στις θέσεις 2 και 3 (όχι στην εσωτερική επιφάνεια).

Μία πολύ σημαντική παράμετρος των επιστρωμένων (ανακλαστικών) γυαλιών είναι το οπτικό αποτέλεσμα που μας δίνουν οι χρωματισμοί τους. Η δημιουργία τους στηρίζεται στους διαφορετικούς δείκτες διάθλασης που έχουν δυο διαφορετικά υλικά αλλά και δυο διαφορετικού πάχους στρώματα του ίδιου υλικού. Συνδυάζοντας λοιπόν οι παραγωγοί των επιστρωμένων γυαλιών τόσο διαφορετικά υλικά (Οξειδίο Τιτανίου, Οξειδίο Χρωμίου, Οξειδίο Χαλκού κλπ) όσο και διαφορετικού πάχους επιστρώσεις του ίδιου υλικού, παράγουν ανακλαστικά γυαλιά με διαφορετικό οπτικό-χρωματικό αποτέλεσμα (Fume, Bronze, Green, Blue, Silver, Gold, Green κλπ) αλλά και διαφορετικό βαθμό ανακλαστικότητας.

Οι μαλακές επιστρώσεις πρέπει να μπαίνουν στο εσωτερικό των διπλών υαλοπινάκων για να προστατεύονται από οξείδωση και μηχανική κατάχρηση, πράγμα που δεν ισχύει για τις σκληρές επιστρώσεις και θεωρούνται πιο κατάλληλες για τα ζεστά κλίματα, γιατί μπλοκάρουν περισσότερο την ηλιακή ακτινοβολία. Οι πυρολυτικές επιστρώσεις είναι πιο κατάλληλες για κρύα κλίματα, γιατί επιτρέπουν μεγαλύτερη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 4 Είδη υαλοπινάκων

4.7 Διαχωριστικά Τοιχώματα

Υπάρχουν δύο τύποι διαχωριστικών τοίχων:

- α) παραδοσιακοί τοίχοι από τούβλα, με διακλαδώσεις μηχανισμών υγρασίας, και μικρή προσαρμοστικότητα, και
- β) προκατασκευασμένα panels, με διακλαδώσεις μηχανισμών ξηρασίας και μεγάλη προσαρμοστικότητα.

Ανάμεσα στα πρώτα, συγκαταλέγονται και αυτά που είναι φτιαγμένα από μεγάλα τεμάχια.

Τα προκατασκευασμένα panels είναι φτιαγμένα από πλαίσια γαλβανισμένου ατσάλιου ή από ξύλινα panels στερεωμένα με βίδες. Οι πιο “βιώσιμες” λύσεις είναι αυτές που έχουν ως βάση το ξύλο, συμπεριλαμβανομένων των πετρελαισμένων και των κοντραπλακέ. Στο παρόν στάδιο, χρησιμοποιούνται ευρέως οι γυψοσανίδες, οι οποίες είναι φτιαγμένες από ένα φύλλο χαρτονιού και δύο εξωτερικά φύλλα γύψου.

Όσον αφορά τα panels της οροφής, η πιο πολυχρησιμοποιημένη και προτεινόμενη επιλογή είναι η γυψοσανίδα, εκτός από αυτές που είναι φτιαγμένες από μεταλλοβάμβακες. Επίσης, υαλοβάμβακες και ελαφριοί άργιλοι όπως για παράδειγμα το cryocarbide, βελτιώνουν τη μόνωση.

Υπάρχουν επίσης και προσθαφαιρούμενα διαχωριστικά τα οποία είναι φτιαγμένα από προκατασκευασμένα και πρότυπα συναρτησιακά στοιχεία. Τα εν λόγω στοιχεία επιτρέπουν το πέρασμα σωληνώσεων στο εσωτερικό τους μιας και είναι πολύ πρακτικά και προσβάσιμα, και για το λόγο αυτό αποτελούν μια καλή επιλογή στην ανακατασκευή των εσωτερικών χώρων.

4.8 Δάπεδα

Το ξύλο, το λινόλαιο, ο φελλός και τα φυσικά υφάσματα αποτελούν τα πιο προτεινόμενα υλικά από περιβαλλοντικής απόψεως 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.

4.9 Μπογιές και Επιχρίσματα

Στην Ευρώπη, υπάρχει μεγάλη ποικιλία όσον αφορά τα ονόματα των παραγωγών που προσφέρουν στο εμπόριο οικολογικές μπογιές. Σίγουρα αυτές οι μπογιές είναι προτεινόμενες, όμως εάν είναι αδύνατη η χρήση τους τότε ανάμεσα στις παραδοσιακές μπογιές προτιμώνται είτε αυτές που έχουν ως βάση το νερό είτε οι πλαστικές μπογιές.

4.10 Επεξεργασία Ξυλείας

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία όσον αφορά τα ονόματα των παραγωγών που προσφέρουν στην αγορά υλικά για επεξεργασία/προστασία ξυλείας, τα οποία περιλαμβάνουν 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.

4.11 Επεξεργασία Μετάλλων

Σε όλες τις περιπτώσεις, προτείνεται η χρήση επιχρισμάτων που περιέχουν φυσικά συστατικά (οικολογικές μπογιές). Ηλεκτρολυτικά υλικά ή υλικά γαλβανισμένα σε ζεστό λουτρό είναι τα λιγότερο “βιώσιμα” λόγω της υψηλής ενεργειακής τους κατανάλωσης. Μπογιές και επιχρίσματα που περιέχουν μόλυβδο πρέπει να αποφεύγονται οπωσδήποτε.

ΥΛΙΚΟ	ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ		ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ		ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΤΣΑΛΕΝΙΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ		ΑΤΣΑΛΙ ΚΑΙ ΓΥΑΛΙ ΑΤΣΑΛΟ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	
	Kg/m ²	%	Κg/m ²	%	Kg/m ²	%	Kg/m ²	%
Ξύλινη ψευδοροφή	920,0	94,7						
Τούβλα	25,2	2,6	349,0	38,4	389,0	34,7		
Ασβεστοκονίαμα	13,1	1,3						
Ξύλο	12,0	1,2	5,2	0,6	1,6	0,1	27,5	8,2
Γυαλί	0,7	0,2	2,0	0,2	1,6	0,1	28,3	8,4
Σκυρόδεμα	539,0	59,3	711,0	63,6	153,0	45,5		
Μέταλλα	12,2	1,3	16,0	1,4	25,5	7,6		
Πλαστικά	1,6	0,2	0,8	0,1	0,6	0,2		
Πέτρα	85,0	25,3						
Πετρο-βάμβακας	4,8	1,4						
Γυψοσανίδα	11,3	3,4						
ΣΥΝΟΛΟ	971,0	100	909,0	100	1.120	100	336,0	100

Πίνακας 6 Υλικά που χρησιμοποιούνται σε διαφορετικούς τύπους κατασκευών

4.12 Οικολογικά υλικά κατασκευής

Η επιλογή των δομικών υλικών σχετίζεται με την αειφορική ή μη διάσταση των κατασκευών, αφού η χρήση δομικών υλικών που δεν πληρούν φιλοπεριβαλλοντικά κριτήρια μπορεί να επιφέρει:

- Κατασπατάληση φυσικών πόρων και ενέργειας
- Διαταραχή του περιβάλλοντος από την εξόρυξη – ξύλωση των πρώτων υλών, την παραγωγή, μεταφορά και χρήση των δομικών υλικών
- Επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων
- Επιδείνωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο

Για ορισμένα δομικά υλικά παρέχεται μια σήμανση, η οποία δίνει στον καταναλωτή ορισμένα εχέγγυα για την περιβαλλοντική φερεγγυότητα του προϊόντος.

Η σήμανση αυτή μπορεί να δίδεται είτε από εθνικούς και διακριτικούς φορείς, είτε και από ανεξάρτητους μη κυβερνητικούς φορείς.

Για δομικά υλικά που δεν διαθέτουν κάποια οικολογική σήμανση, ακολουθείται μια μεθοδολογία τα τελευταία χρόνια σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες. Δηλαδή προτείνεται η χρήση κάποιων υλικών ενώ συνιστάται η αποφυγή κάποιων άλλων.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΙΛΟΓΩΝ ΣΕ ΔΟΜΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Εφαρμογή	1 ^η προτίμηση	2 ^η προτίμηση	3 ^η προτίμηση	Δεν συνιστάται
Μόνωση τοίχων	Φελλός Κυτταρίνη Ξυλόμαλλο Biofiber (βιοπολυμερές από καλαμπόκι)	Πετροβάμβακας	Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) Υαλοβάμβακας	Εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) Πολυουρεθάνη
Εσωτερικοί αγωγοί αποχέτευσης	Κεραμικοί σωλήνες	Πολυαιθυλένιο (PE) Πολυπροπυλένιο (PP)	-	PVC
Σωληνώσεις νερού	Πολυπροπυλένιο (PP) Πολυαιθυλένιο (PE) Πολυβουτυλένιο	Ανοξειδωτο ασάλι	Χαλκός	PVC
Εξωτερικές πόρτες	Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης Ξυλεία κωνοφόρων χωρίς συντηρητικά	Ξυλεία κωνοφόρων με εμφυτεύματα βορικών αλάτων Κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης	Αλουμίνιο Ξυλεία κωνοφόρων με συντηρητικά	Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία PVC

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

Πίνακας 7 Ενδεικτικά παραδείγματα επιλογών σε δομικά προϊόντα

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΡΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ	
Καλωδιώσεις	Προϊόντα ελεύθερα αλογόνων (halogen-free) πολυαιθυλενίου (PE), πολυπροπυλενίου (PP) ή καουτσούκ, αντί του προβληματικού από περιβαλλοντική άποψη PVC
Προϊόντα ξύλου	Υλικά μηδενικών ή εξαιρετικά χαμηλών εκπομπών φορμαλδεΐδης
Στεγάνωση κεκλιμένων στεγών	Μεμβράνες πολυολεφίνης ή πολυπροπυλενίου-πολυαιθυλενίου, αντί των συμβατικών ασφαλτόπανων
Υαλοστάσια	Διπλοί υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπιμότητας (low-e) με θερμοδιακοπή για βέλτιστα θερμικά αποτελέσματα και προστασία κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Στα πλαίσια παραθύρων προτιμώνται ξύλινα κουφώματα ή ξύλου-αλουμινίου, αντί των πλασίων από PVC
Χρώματα	Προϊόντα που φέρουν κάποια οικολογική σήμανση (όπως π.χ. το 'Οικολογικό Σήμα' της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το 'Γαλάζιο Άγγελος' του Γερμανικού Υπουργείου Περιβάλλοντος, το 'Green Seal' των ΗΠΑ κ.λπ), ή ισοδύναμα προϊόντα με φυσικά συστατικά

Πίνακας 8 Ενδεικτικές προκρινόμενες επιλογές

5. Φωτοκαταλυτικά δομικά υλικά

Πολλά δομικά υλικά έχουν κατηγορηθεί πολλές φορές στο παρελθόν (και όχι άδικα) ως γκρίζα υλικά, χαμηλής αισθητικής με μειωμένη ανθεκτικότητα στις περιβαλλοντικές συνθήκες, τα οποία έχουν μεγάλες απαιτήσεις σε ενέργεια για να κατασκευαστούν, αλλά και συμβάλλουν αρνητικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Είναι γνωστό άλλωστε ότι η παραγωγή ενός τόνου συμβατικού τσιμέντου έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός τόνου αέριου CO₂ το οποίο διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα ως ρύπος. Παρόλα αυτά, η βιομηχανία τσιμέντου αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες παγκοσμίως, με το τσιμέντο να είναι το δεύτερο μεγαλύτερο σε ποσότητα υλικό που καταναλώνει ο άνθρωπος ετησίως – με πρώτο σε ποσότητα να είναι το νερό. Σε μια εποχή που χαρακτηρίζεται από την οικονομική κρίση που επηρεάζει κυρίως το χώρο των κατασκευών, η βιομηχανία δομικών υλικών συνεχίζει τις δράσεις βελτίωσης των προϊόντων της έχοντας ως τελικό στόχο τη παροχή βελτιωμένων δομικών υλικών, φιλικών προς το περιβάλλον που θα ομορφύνουν τη πόλη αντί να συνεχίσουν να τη γεμίζουν με γκρίζα κτίρια. Με άλλα λόγια, τα τελευταία χρόνια συντελείται μια επανάσταση στο χώρο των δομικών υλικών που μπορεί μεν να επιβραδύνθηκε λόγω της κρίσης αλλά συνεχίζει να πραγματοποιείται με θαυμαστά αποτελέσματα για τον τελικό δέκτη, δηλαδή τον καταναλωτή.

Κατά κύριο λόγο, τέσσερις είναι οι άξονες πάνω στους οποίους σχεδιάστηκε και υλοποιείται η αλλαγή αυτή στην βιομηχανία των δομικών υλικών:

1. Μείωση του CO₂ στην παραγωγή
2. Δημιουργία «Πράσινων» Κτιρίων
3. Καλύτερη Αισθητική
4. Καλύτερες και Περισσότερες Εφαρμογές

Η επανάσταση αυτή στην βιομηχανία δομικών υλικών συνέπεσε χρονικά και με μια επανάσταση σε έναν τελείως διαφορετικό χώρο. Το 1972 οι Fujishima και Honda ανακάλυψαν την φωτοκαταλυτική διάσπαση του νερού πάνω σε ηλεκτρόδια διοξειδίου του Τιτανίου (TiO₂). Η ανακάλυψη αυτή αποτέλεσε την αυγή μιας νέας εποχής στον χώρο της Ετερογενούς Φωτοκατάλυσης, καθώς το διοξείδιο του τιτανίου ή αλλιώς Τιτανία προέκυψε να είναι ένα εύχρηστο υλικό με πολλές φωτοκαταλυτικές εφαρμογές.

Αν και οι ιδιότητες της Τιτανίας θα αναπτυχθούν σε επόμενη παράγραφο, αναφέρεται χαρακτηριστικά πως το συγκεκριμένο υλικό χαρακτηρίζεται από αυτοκαθαριζόμενες ιδιότητες τις οποίες προσδίδει σε υλικά στα οποία ενσωματώνεται. Οι ιδιότητες αυτές λειτουργούν καταστρεπτικά για την πλειονότητα των οργανικών και ανόργανων ρύπων, για βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς, κάνοντας τα αντίστοιχα υλικά ιδανικά για την μείωση των ρυπογόνων ή και βλαβερών ουσιών σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Αποτέλεσμα των δύο σημαντικών αλλαγών που πραγματοποιήθηκαν στους χώρους των δομικών υλικών και της

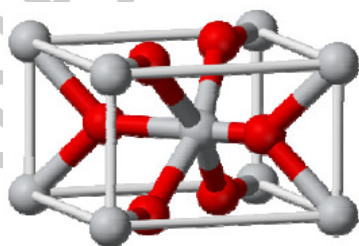
ετερογενούς φωτοκατάλυσης είναι ο συνδυασμός της ανακάλυψης των φωτοκαταλυτικών ιδιοτήτων της Τιτανίας και της τάσης για βελτίωση των δομικών υλικών γενικότερα. Έτσι δημιουργούνται δομικά υλικά τα οποία έχουν τη δυνατότητα να καταστρέφουν αέριους και υγρούς, ανόργανους και οργανικούς ρύπους και βλαβερούς μικροοργανισμούς που έρχονται σε επαφή με την επιφάνειά τους. Δεδομένου, ότι η διεργασία της φωτοκατάλυσης απαιτεί υπεριώδες φως (το οποίο υπάρχει στο φως του ηλίου), το μόνο που απαιτείται για την επίτευξη του αυτοκαθαρισμού είναι το ηλιακό φως. Συνεπώς, τα αυτοκαθαριζόμενα δομικά υλικά υπόσχονται όχι μόνο καθαρότερες επιφάνειες αλλά και χώρους απαλλαγμένους από ρύπους και βλαβερές ουσίες. Είναι χαρακτηριστικό ότι μια από τις πρώτες εφαρμογές των υλικών αυτών, υπήρξε η χρήση φωτοκαταλυτικών πλακών στα εσωτερικά των ιατρείων για την βέλτιστη αποστείρωση των χώρων.

Τα αυτοκαθαριζόμενα δομικά υλικά αποτελούν λοιπόν ένα λαμπρό παράδειγμα διεπιστημονικής συνεργασίας ανάμεσα σε δύο τελείως διαφορετικούς χώρους της έρευνας και μπορούν να αποτελέσουν ένα πολύ σημαντικό αν όχι αναγκαίο συστατικό των μελλοντικών κατασκευών που θα πραγματοποιηθούν στις έντονα ρυπογόνες κοινωνίες μας. Στις επόμενες παραγράφους θα αναφερθούν τα χαρακτηριστικά της Τιτανίας και οι ιδιότητες της με ιδιαίτερη έμφαση στη Φωτοκατάλυση.

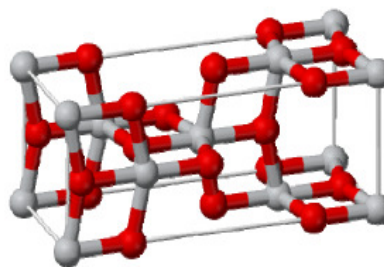
5.1 Τιτανία και Φωτοκατάλυση

Το Διοξείδιο του Τιτανίου ή Τιτανία (TiO_2) είναι γνωστό στον άνθρωπο εδώ και πολλά χρόνια καθώς χρησιμοποιείται από νωρίς στη παραγωγή λευκών χρωμάτων ως πιγμέντο. Η Τιτανία είναι το φυσικό οξείδιο του Τιτανίου και συνήθως συναντάται σε τρεις κρυσταλλικές μορφές:

- Ρουτίλιο (τετραγωνική συμμετρία)
- Ανατάσης (τετραγωνική συμμετρία)
- Βρουκίτης (ορθορομβική συμμετρία)



Εικόνα 5 Ρουτίλιο



Ανατάσης

Από τις κρυσταλλικές αυτές φάσεις πιο κοινή είναι το ρουτίλιο, ενώ ο ανατάσης είναι η φωτοκαταλυτικά βέλτιστη φάση. Συνήθως η Τιτανία δεν συναντάται σε καθαρή μορφή στη φύση αλλά σε μικρές συγκεντρώσεις σε άλλα ορυκτά όπως ο σίδηρος, ή σε άμμο πλούσια σε ρουτίλιο. Βιομηχανικά η παραγωγή της Τιτανίας πραγματοποιείται συνήθως με μετατροπή του ακατέργαστου οξειδίου του Τιτανίου σε τετραχλωροπιτάνιο (TiCl₄) με τη μέθοδο της χλωρίωσης. Συγκεκριμένα, η ακατέργαστη πρώτη ύλη (που πρέπει να περιέχει τουλάχιστον 90% TiO₂) αρχικά ανάγεται με άνθρακα και έπειτα οξειδώνεται με χλώριο για παραγωγή τετραχλωροπιτάνιου. Έπειτα το τετραχλωροπιτάνιο διηθείται και επανοξειδώνεται με οξυγόνο για την παραγωγή καθαρού οξειδίου του Τιτανίου. Οι φυσικές ιδιότητες της Τιτανίας παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 8. Να σημειωθεί ότι όλες οι κρυσταλλικές φάσεις της Τιτανίας είναι μη τοξικές και αδιάλυτες στο νερό, ενώ έχουν το ίδιο σημείο τήξης και βρασμού καθότι και ο ανατάσης και ο βρουκίτης μετατρέπονται σε ρουτίλιο μετά τους 95°C. Πέραν των αναφερθέντων στον πίνακα ιδιοτήτων, η Τιτανία χαρακτηρίζεται και από υπερυδροφιλικές και φωτοκαταλυτικές ιδιότητες, οι οποίες θα αναφερθούν αναλυτικά στη συνέχεια.

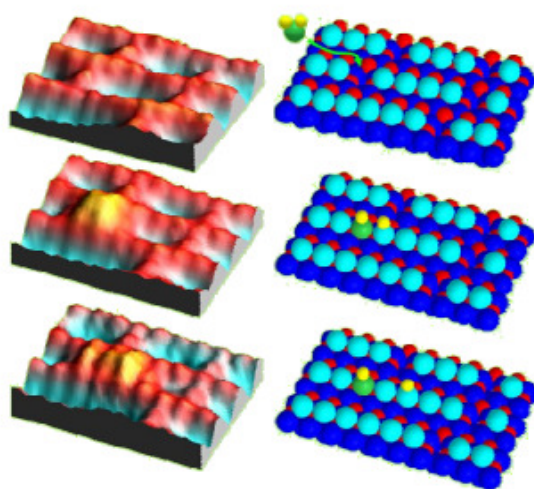
Μοριακό Βάρος	79,87 g/mol
Πυκνότητα	4,23* – 3,84** g/ml
Σημείο Τήξης	1850 ⁰ C
Σημείο Βρασμού	2500 ⁰ C
Διαλυτότητα στο νερό στους 20 ⁰ C	0,01 g / 100 g H ₂ O
Τοξικότητα	ΟΧΙ

*Πυκνότητα ρουτιλίου, **Πυκνότητα ανατάσης

Πίνακας 9 Φυσικά Χαρακτηριστικά του TiO₂*

Όπως αναφέρθηκε ήδη, μέχρι πρόσφατα η κύρια χρήση της Τιτανίας ήταν ως λευκό πιγμέντο. Χαρακτηρίζεται από υψηλή φωτεινότητα και μεγάλο δείκτη διάθλασης του φωτός (n=2,7), γεγονός που την κάνει ιδανική για δημιουργία λευκών χρωμάτων αλλά και για τον χρωματισμό τροφίμων, καλλυντικών ειδών, οδοντοπαστών, φαρμάκων, πλακών, πλαστικών, μελανιών και χαρτιών. Ένας ακόμα λόγος που κάνει την Τιτανία ιδανική για χρωματισμό είναι και ο υψηλός δείκτης αδιαφάνειας. Το λευκό χρώμα που προσφέρει η Τιτανία θεωρείται υψηλής ποιότητας και υψηλής καλυπτικότητα. Πέραν από τα προαναφερθέντα, η Τιτανία βρίσκει μεγάλη εφαρμογή και στα αντιηλιακά, καθότι συνδυάζει τον υψηλό δείκτη διάθλασης, την απορρόφηση των βλαβερών υπεριώδων ακτίνων (UV) και την πολύ καλή αντίσταση σε αποχρωματισμό. Λαμβάνοντας υπόψη και την έλλειψη τοξικότητας, η Τιτανία συμβάλλει στην δημιουργία ασφαλέστατων αντιηλιακών που όχι μόνο μπλοκάρουν τις ακτίνες UV αλλά και παρουσιάζουν ελάχιστη πιθανότητα αλλεργικής αντίδρασης για τους χρήστες. Οι πρόσφατες εξελίξεις στον ερευνητικό χώρο έμελλαν να προσθέσουν και άλλες χρήσεις στις ήδη υπάρχουσες για την Τιτανία.

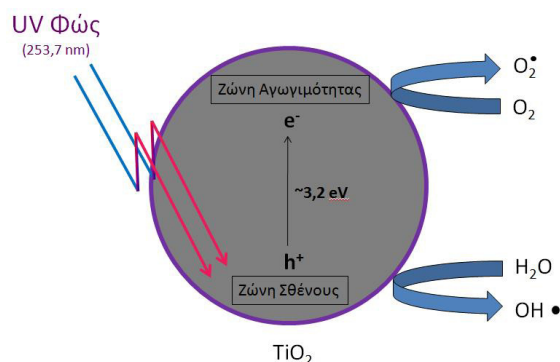
5.2 Φωτοκαταλυτικές Ιδιότητες της Τιτανίας



Εικόνα 6 Φωτοκαταλυτική διάσπαση του μορίου του νερού πάνω σε υπόστρωμα οξειδίου του Τιτανίου σε τρία στάδια.

Η ανακάλυψη των Fujishima – Honda το 1972 επέκτεινε αισθητά τις εφαρμογές της Τιτανίας. Οι φωτοκαταλυτικές ιδιότητες της ξεκίνησαν με την διάσπαση του νερού σε ηλεκτρόδια οξειδίου του Τιτανίου υπό την επίδραση υπεριώδους φωτός, όπως φαίνεται στην Εικόνα 6.

Η διεργασία της φωτοκατάλυσης παρουσιάζεται στην Εικόνα 7. Όπως παρατηρείται στο σχήμα, ένα φωτόνιο συγκεκριμένης ενέργειας – μεγαλύτερης από το εύρος της απαγορευμένης ζώνης του ημιαγωγού – απορροφάται από τη ζώνη σθένους του μορίου του TiO_2 . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία θετικών οπών στη συγκεκριμένη ζώνη και την απορρόφηση ενός ηλεκτρονίου από την ζώνη αναγωγής. Το υψηλό δυναμικό οξειδωσης της θετικής οπής μπορεί να οξειδώσει μόρια νερού (ή και ιόντα υδροξυλίου) ώστε να δημιουργηθούν δραστικές ρίζες υδροξυλίου οι οποίες μπορούν να διασπάσουν σχεδόν οποιοδήποτε οργανικό ρύπο. Αντίστοιχα, τα ηλεκτρόνια στη ζώνη αναγωγής μπορούν να αντιδράσουν με μόρια οξυγόνου ώστε να δημιουργηθούν δραστικές ανιονικές ρίζες οξυγόνου οι οποίες μπορούν να αντιδράσουν με ανόργανα υλικά.



Εικόνα 7 Φωτοκατάλυση πάνω σε ένα μόριο Τιτανίας

Τα φωτοκαταλυτικά υλικά με λείες επιφάνειες, όπως το γυαλί, επωφελούνται και λόγω μίας άλλης φωτοεπαγώμενης ιδιότητας της Τιτανίας, αυτή της υπερυδροφιλικότητας. Το φαινόμενο αυτό ανακαλύφθηκε το 1995 από τον Akira Fujishima και την ομάδα του και οδήγησε αρχικά στη δημιουργία αντιθολωτικών αυτοκαθαριζόμενων γυαλιών. Συγκεκριμένα το φαινόμενο ονομάζεται φωτοεπαγώμενη υπερυδροφιλικότητα και ο μηχανισμός του παραμένει υπό εξέταση. Και σε αυτήν τη περίπτωση παράγονται ηλεκτρόνια και οπές, αλλά αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο συγκριτικά με το φωτοκαταλυτικό φαινόμενο.

Σύμφωνα με την Εικόνα 6 τα ηλεκτρόνια τείνουν να μειώσουν τα κατιόντα (Ti^{4+} σε Ti^{3+}) και οι θετικές οπές αλληλεπιδρούν με τα επιφανειακά οξυγόνα που γεφυρώνουν κατιόντα τιτανίου (Ti^{4+}). Η γεφυρωτική αυτή δομή είναι υπαρκτή σε μεγάλο βαθμό τόσο στην κρυσταλλική φάση του ανατάση όσο και του ρουτιλίου. Επομένως δημιουργούνται κενές θέσεις οξυγόνου (oxygen vacancies) λόγω της απόσπασης ενός υδρογονοκατιόντος. Το κενό συμπληρώνεται από ένα μόριο νερού, με τελικό αποτέλεσμα την εμφάνιση πολλαπλάσιου αριθμού υδροξυλομάδων σε σχέση με την αρχική επιφανειακή αναλογία. Με τον τρόπο αυτό τα μόρια του νερού βρίσκονται σε στενή «χημική συγγένεια» με την επιφάνεια του υμενίου αναπτύσσοντας ισχυρούς διαμοριακούς δεσμούς υδρογόνου και κατά συνέπεια υπερυδρόφιλη συμπεριφορά.



Εικόνα 8 Νερό πάνω σε (α) Γυάλινη Επιφάνεια και (β) Γυάλινη Επιφάνεια καλυμμένη με Τιτανία και ακτινοβολημένη με υπεριώδη ακτινοβολία.

Επομένως, ένα λεπτό υμένιο διοξειδίου του τιτανίου έχει την ικανότητα να μεταβάλει την γωνία επαφής μεταξύ αυτού και μιας υδατικής σταγόνας, σε τιμές πολύ χαμηλότερες των 5° , όταν υποστεί ακτινοβολία με υπεριώδες φως. Όσο περισσότερο η επιφάνεια ακτινοβολείται με υπεριώδες φως, τόσο μικρότερη γίνεται η γωνία επαφής μεταξύ της σταγόνας ύδατος και της επιφάνειας, προσεγγίζοντας μετά από συνεχή ακτινοβολία στο UV τις μηδέν μοίρες, κάτι που σημαίνει ότι το νερό διαδίδεται τέλεια πάνω στην επιφάνεια, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8-β για γυάλινη επιφάνεια καλυμμένη με Τιτανία. Έτσι το ακτινοβολούμενο υμένιο διοξειδίου του τιτανίου χαρακτηρίζεται ως υπερυδρόφιλο υλικό.

Είναι χαρακτηριστικό ότι αν και η ανάπτυξη της υπερυδρόφιλης συμπεριφοράς είναι φωτοεπαγόμενη, τα υμένια διατηρούν την υπερυδρόφιλη συμπεριφορά τους για αρκετά 24ωρα

σε συνθήκες απόλυτου σκότους. Φυσικά, το παραπάνω φαινόμενο παρατηρείται μετά από μία αρχική ακτινοβόληση. Η συμπεριφορά αυτή δικαιολογείται αν ληφθεί υπόψη ότι ουσιαστικά πρόκειται για μία φωτοεπαγόμενη δομική μεταβολή και όχι για μία φωτοεπαγόμενη χημική ισορροπία.

5.3 Φωτοκαταλυτικές Εφαρμογές της Τιτανίας

Πέραν της υψηλής δυνατότητας διάσπασης ανόργανων και οργανικών ουσιών και της υπερυδροφιλικής συμπεριφοράς, η Τιτανία χαρακτηρίζεται από χαμηλό κόστος, ευκολία χρήσης και υψηλή αντίσταση στη φωτοδιάσπαση. Ως εκ τούτου απέκτησε σύντομα μια σειρά από φωτοκαταλυτικές εφαρμογές όπως φαίνεται στην Εικόνα 9:



Εικόνα 9 Φωτοκαταλυτικές Εφαρμογές της Τιτανίας.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η Τιτανία παρουσιάζει έντονη φωτοκαταλυτική δράση η οποία έχει λίγους περιορισμούς στην εφαρμογή της. Δεδομένου ότι πρόκειται για καταλύτη, η φωτοκαταλυτική αντίδραση πραγματοποιείται μόνο εφόσον μια ουσία που μπορεί να αποδομηθεί έρθει σε επαφή με την επιφάνεια του TiO_2 . Επίσης, η αντίδραση είναι εφικτή μόνο εάν ορατό ή υπεριώδες φως απορροφηθεί από την επιφάνεια. Αν και οι δύο αυτές προϋποθέσεις είναι προφανείς, ωστόσο είναι και ουσιώδεις. Βέβαια, πολύ λίγες είναι οι ουσίες εκείνες που παρουσιάζουν αντίσταση στη φωτοδιάσπαση, με το διοξείδιο του άνθρακα να είναι μία από αυτές. Από την άλλη, βακτήρια, ιοί, μύκητες και άλλοι μικροοργανισμοί φωτοδιασπώνται πλήρως πάνω σε μια φωτοκαταλυτική επιφάνεια. Επομένως, η φωτοκατάλυση μπορεί και έχει αποδειχθεί ότι είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στον τομέα της υγιεινής.

Αν και χώροι όπως κουζίνες, μπάνια, και ιατρεία δεν είναι σημεία από τα οποία προέρχονται αρχικά βλαβεροί μικροοργανισμοί, ωστόσο είναι χώροι όπου εάν βρεθούν αυτοί οι οργανισμοί τότε μπορούν να αναπτυχθούν (συνήθως με ταχύτατους ρυθμούς) επιφέροντας σοβαρές επιπτώσεις στην υγιεινή. Η χρήση φωτοκαταλυτικών υλικών, όπως πλακάκια ή παράθυρα έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να οδηγήσει σε ολική αποδόμηση των βλαβερών οργανισμών ή να βοηθήσει σημαντικά στον έλεγχο του πληθυσμού τους. Αξίζει να αναφερθεί ότι η φωτοκαταλυτική αντίδραση δεν περιορίζεται από την αντίσταση που παρουσιάζουν ορισμένοι οργανισμοί σε αντιβιοτικές ουσίες.

Με παρόμοιο τρόπο πραγματοποιείται ο φωτοκαταλυτικός καθαρισμός του αέρα. Στην προκειμένη περίπτωση, πέραν των βλαβερών μικροοργανισμών, η Τιτανία αποδομεί και άλλες ουσίες εξίσου βλαβερές, όπως τον καπνό του τσιγάρου, την αιθάλη, το νέφος, την πλειονότητα των ρύπων αλλά και εξουδετερώνει τις δυσοσμίες. Ιδιαίτερη εφαρμογή για το καθαρισμό του αέρα έχουν βρει τα φωτοκαταλυτικά χρώματα και τα φωτοκαταλυτικά δομικά υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους. Φωτοκαταλυτικά πλακάκια, λαμπτήρες, τσιμέντα, παράθυρα και άλλα υλικά ήδη χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Χαρακτηριστικό είναι ότι στην Ιαπωνία, όπου οι ιδιότητες της Τιτανίας ανακαλύφθηκαν αρχικά, κυκλοφορούν στο εμπόριο φωτοκαταλυτικά είδη ρουχισμού.

Χάρη στις αντιβακτηριδιακές της ιδιότητες, η Τιτανία έχει βρει εφαρμογή και στον καθαρισμό του νερού από βλαβερούς οργανισμούς. Συνήθως αυτό πραγματοποιείται με την ροή του νερού από ειδικά διαμορφωμένα δοχεία (φωτοαντιδραστήρες), η εσωτερική επιφάνεια των οποίων έχει καλυφθεί με διοξειδίο του Τιτανίου το οποίο ακτινοβολείται με υπεριώδες φως. Με αυτό τον τρόπο αποδομείται η πλειονότητα των βλαβερών ουσιών που βρίσκονται στο νερό, ενώ για μεγάλους χρόνους έκθεσης πραγματοποιείται ολικός καθαρισμός.

Όσον αφορά την υδρόλυση, η οποία αποτελεί την πρώτη φωτοκαταλυτική εφαρμογή της Τιτανίας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διάσπαση του νερού σε οξυγόνο και υδρογόνο. Στη περίπτωση αυτή, το συλλεχθέν υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

Σε μορφή νανοσωματιδίων, η Τιτανία μπορεί να παράξει ηλεκτρική ενέργεια. Απορροφώντας το φως του ήλιου, προκαλείται η παραγωγή ηλεκτρονίων τα οποία μπορούν να διοχετευθούν σε ένα συσσωρευτή ή να χρησιμοποιηθούν κατευθείαν ως ηλεκτρικό ρεύμα. Πρόσφατα, η ιδιότητα αυτή της Τιτανίας εφαρμόσθηκε και για την δημιουργία οθονών τύπου LCD, οι οποίες λειτουργούν χωρίς τη παροχή ρεύματος αλλά με ηλιακό φως.

Χάρη στις υπερυδροφιλικές ιδιότητες της, η Τιτανία λειτουργεί και ως αντιθολωτικό ή και αποτρέπει την δημιουργία κρυστάλλων πάγου πάνω σε λείες επιφάνειες (συνήθως γυαλί). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, όταν μια λεία επιφάνεια καλυμμένη με σωματίδια Τιτανίας ακτινοβοληθεί με ορατό ή υπεριώδες φως τότε η επιφάνειά της γίνεται υπερυδροφιλική. Εξαιτίας της ιδιότητας αυτής, το διερχόμενο νερό αποκτά σχεδόν μηδενική γωνία επαφής με

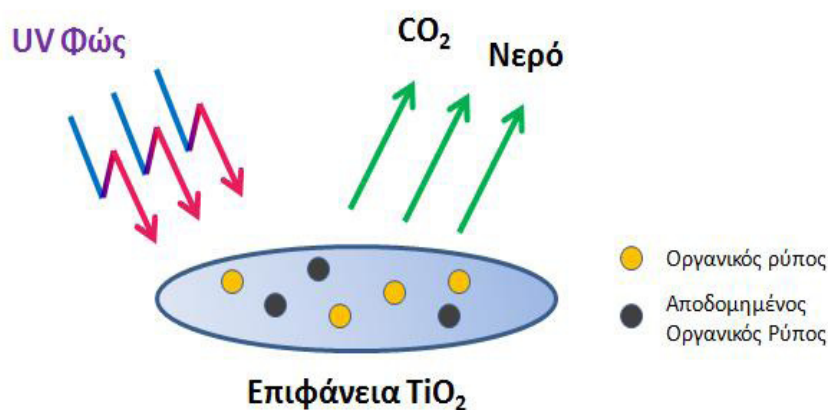
την επιφάνεια και ως εκ τούτου σχηματίζει λεπτά στρώματα πάνω σε αυτήν. Με το τρόπο αυτό το νερό δεν θολώνει την επιφάνεια, ενώ λόγω των ισχυρών διαμοριακών δεσμών υδρογόνου το νερό παρουσιάζει αντίσταση σε αλλαγές φάσεις, περιορίζοντας έτσι σημαντικά το σχηματισμό πάγου πάνω στην επιφάνεια. Η ιδιότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και έχει μεγάλη εφαρμογή καθότι λόγω του σχηματισμού των λεπτών στρωμάτων του νερού αποφεύγεται η συσσώρευση βρωμιάς και λεκέδων, μειώνοντας στο ελάχιστο την ανάγκη για καθαρισμό.

Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει και στην φωτοκαταλυτική εφαρμογή της Τιτανίας για την καταπολέμηση του καρκίνου. Έχει αποδειχθεί ότι τα καρκινικά κύτταρα αποδομούνται με την φωτοκατάλυση. Χάρη στο γεγονός ότι η Τιτανία διατηρεί τις φωτοεπαγώμενες ιδιότητες της για αρκετό χρόνο (τουλάχιστον 24 ώρες) μετά την ακτινοβολήση της στο υπεριώδες φως, είναι δυνατή η στοχευμένη έγχυση σωματιδίων Τιτανίας σε όργανα που έχουν καρκίνο με σκοπό την καταστροφή των όγκων. Δυστυχώς η μέθοδος αυτή φαίνεται να έχει αποτέλεσμα για όγκους ορισμένου μεγέθους, πάνω από το οποίο η φωτοδιάσπαση δεν καταφέρνει να περιορίσει το ρυθμό ανάπτυξης των καρκινικών κυττάρων. Ωστόσο, τα μέχρι τώρα αποτελέσματα έχουν προκύψει από εργαστηριακές μελέτες σε ζωικά δείγματα, ενώ η έρευνα συνεχίζεται στο τομέα αυτό με γοργούς ρυθμούς. Πιθανότατα, δεν θα αργήσει η μέρα που θα είναι δυνατόν να καταπολεμηθεί η μάστιγα του 20ου αιώνα μέσω της φωτοκατάλυσης.

Η έννοια της Αυτοκαθαριζόμενης Συμπεριφοράς προκύπτει συνδυάζοντας την υπερυδροφιλική ιδιότητα της Τιτανίας αλλά και την ικανότητα διάσπασης των περισσοτέρων ρύπων και μικροοργανισμών. Υλικά στα οποία έχει ενσωματωθεί η Τιτανία αποκτούν αυτοκαθαριζόμενο χαρακτήρα τον οποίο διατηρούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, σε ορισμένες περιπτώσεις και καθόλη της διάρκειας ζωής τους. Το ότι τα υλικά αυτά έχουν τη δυνατότητα του αυτοκαθαρισμού θεωρείται δεδομένο (εφόσον πληρούνται οι προαναφερθείσες βασικές προϋποθέσεις). Τίθεται ωστόσο ένα ζήτημα για το κατά πόσον και με ποιό τρόπο επηρεάζονται οι ιδιότητες των υλικών αυτών λόγω της ενσωμάτωσης της τιτανίας.

Είναι κατανοητό λοιπόν ότι οι φωτοκαταλυτικές ιδιότητες της Τιτανίας είναι πολυποίκιλες και ιδιαίτερα χρήσιμες ενώ έχουν εφαρμογή σε μερικούς από τους σπουδαιότερους τομείς της ζωής μας. Από τη προστασία του περιβάλλοντος, την επίτευξη της άνεσης στην καθημερινότητα μας έως και την θεραπεία του καρκίνου, η Τιτανία και η Φωτοκατάλυση είναι σίγουρο ότι θα παίξουν σημαντικό ρόλο στις μελλοντικές κοινωνίες, ενώ ήδη αποτελούν κομμάτι της Έρευνας και Τεχνολογίας που λαμβάνει ιδιαίτερη προσοχή τα τελευταία χρόνια.

7.4 Ενσωμάτωση Τιτανίας σε δομικά Υλικά – Αυτοκαθαριζόμενα Δομικά Υλικά



Μικροκλίμακα

Εικόνα 10 Φωτοκαταλυτική διάσπαση οργανικών ρύπων πάνω σε επιφάνεια Τιτανίας

Τα τελευταία χρόνια ξεκίνησε η ενσωμάτωση της Τιτανίας σε δομικά υλικά, όπως πλακάκια, γυαλιά, τσιμέντο, άσφαλτο κ.α., για την δημιουργία φωτοκαταλυτικών αυτοκαθαριζόμενων δομικών υλικών. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα υλικά αυτά επωφελούνται των φωτοκαταλυτικών ιδιοτήτων της Τιτανίας και ως εκ τούτου συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος καταστρέφοντας τους ανόργανους ή οργανικούς ρύπους της ατμόσφαιρας. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ειδικά για τους οργανικούς ρύπους, όπως οι πτητικοί (Volatile Organic Compounds – VOC's) ή και οι αέριοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες, τα προϊόντα της φωτοκατάλυσης είναι νερό και διοξείδιο του άνθρακα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 10.

Όσον αφορά τους ανόργανους ρύπους, η μέχρι τώρα μελέτη έχει δείξει ότι αποδομούνται με την φωτοκατάλυση και παράγονται ακίνδυνα, μη τοξικά προϊόντα. Σε κάθε περίπτωση, τα αποδομημένα προϊόντα συνήθως παραμένουν πάνω στην επιφάνεια και φεύγουν με έκπλυση ή με το νερό της βροχής. Για αυτό το λόγο τα υλικά αυτά ονομάζονται και αυτοκαθαριζόμενα, καθότι απαιτείται ελάχιστη ή καθόλου προσπάθεια για τον καθαρισμό τους.

Αν ως κριτήριο ταξινόμησης χρησιμοποιηθεί ο τρόπος ενσωμάτωσης της Τιτανίας (ή κάποιου άλλου φωτοκαταλύτη), τότε τα Φωτοκαταλυτικά Δομικά Υλικά μπορούν να χωρισθούν σε δύο κατηγορίες:

1. Υλικά των οποίων η επιφάνεια έχει επικαλυφθεί με Τιτανία.
2. Υλικά στα οποία η Τιτανία έχει αντικαταστήσει μέρος του δομικού υλικού.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα δομικά υλικά στα οποία η Τιτανία (ή κάποιο άλλο φωτοκαταλυτικό υλικό) εναποτίθεται πάνω στην επιφάνειά τους με τεχνικές Εμβάπτισης (Dip Coating), Περιστροφής (Spin Coating) και τεχνικές Ημίτηξης (Sintering). Στη κατηγορία αυτή

ανήκουν τα αυτοκαθαριζόμενα γυαλιά, πλακάκια, λάμπες φωτισμού και άλλα αντίστοιχα υλικά ή προϊόντα. Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, τα υλικά αυτά παρουσιάζουν έντονη φωτοκαταλυτική δράση αλλά λόγω της επιφανειακής υφής της Τιτανίας, έχει βρεθεί ότι μετά από χρονικό διάστημα μερικών ετών μειώνεται το ποσοστό του φωτοκαταλύτη στην επιφάνεια. (Η τεχνική του Dip Coating περιλαμβάνει την εμβάπτιση της επιφάνειας με υγρό που περιέχει το υλικό της επικάλυψης με επακόλουθη ξήρανση. Η τεχνική του Spin Coating έχει περισσότερο εργαστηριακή εφαρμογή και αφορά την περιστροφή της επιφάνειας με μεγάλη ταχύτητα ώστε η επικάλυψη να πραγματοποιηθεί ομοιόμορφα λόγω εφαρμογής της φυγόκεντρου δύναμης της περιστροφής. Τέλος η τεχνική του Sintering πραγματοποιείται με την έψηση της επιφάνειας σε θερμοκρασίες κοντά στους 800° C έτσι ώστε τα σωματίδια της Τιτανίας να επικολληθούν πάνω στην επιφάνεια λόγω ελεγχόμενης τήξης αυτών.)

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα δομικά υλικά στα οποία η Τιτανία αποτελεί αντικατάστατο της πρώτης ύλης και συνήθως αντικαθιστά έως ενός ποσοστού τα υπόλοιπα υλικά. Η τιτανία μπορεί να ενσωματωθεί σε μια σειρά από δομικά υλικά, όπως τσιμέντο, ασβέστη, σκυρόδεμα, άσφαλτο και άλλα. Μια σειρά από εργασίες σε διεθνή περιοδικά και συνέδρια έχουν αποδείξει τις φωτοκαταλυτικές δυνατότητες αυτών των υλικών.

Ειδικά τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει μεγάλοι πρόοδοι στο τομέα αυτό, που αποσκοπούν στην βελτίωση της φωτοκαταλυτικής απόδοσης αλλά και στη δημιουργία και χρήση εμπλουτισμένων φωτοκαταλυτών οι οποίοι θα ενεργοποιούνται με το ορατό φως. Συγκεκριμένα ο εμπλουτισμός του διοξειδίου του τιτανίου με άργυρο, χρυσό, νικέλιο ή άλλα στοιχεία έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της ενεργειακής απαίτησης το οποίο αντιστοιχεί σε μεγαλύτερα μήκη κύματος, ήτοι στο ορατό φως.



α



β

Εικόνα 11

(α) Η πυραμίδα του Λούβρου αποτελεί μια από τις πιο γνωστές εφαρμογές εξωτερικής επικάλυψης με Τιτανία. (β) Η εκκλησία της Misericordia στην Ρώμη αποτελεί το πρώτο κτίριο που κατασκευάστηκε με φωτοκαταλυτικό τσιμέντο.

Ωστόσο, μικρή προσπάθεια έχει αφιερωθεί στην εκτίμηση της επίδρασης που έχει η Τιτανία στις φυσικοχημικές ιδιότητες των δομικών υλικών στα οποία προστίθεται. Ειδικά για το τσιμέντο στη βιβλιογραφία υπάρχουν διαφορετικές απόψεις πάνω στο τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρά η Τιτανία. Ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν την ύπαρξη ποζολανικής αντίδρασης οφειλόμενη στο TiO₂ ενώ άλλοι διαφωνούν με αυτό. Ο λόγος για την έλλειψη ικανοποιητικής εξήγησης της

συμπεριφοράς της Τιτανίας στο τσιμέντο έγκειται κατά κύριο λόγο στο ότι οι περισσότεροι ερευνητές που ασχολούνται με το θέμα αυτό δίνουν περισσότερο βάρος στις φωτοκαταλυτικές ιδιότητες και επιδόσεις των υλικών αυτών παρά στις φυσικοχημικές τους ιδιότητες.

Η επίδραση της τιτανίας στην ενυδάτωση του τσιμέντου σε δείγματα παστών λευκού τσιμέντου, προέκυψε ότι η τιτανία συμπεριφέρεται ως πληρωτικό υλικό καθότι αυξάνει τη συνεκτικότητα και την ομοιογένεια των δειγμάτων παστών και κονιών. Ωστόσο, λόγω της έλλειψης υδραυλικών ιδιοτήτων δεν συνεισφέρει στην διεργασία της ενυδάτωσης και κατ'επέκταση στην ανάπτυξη αντοχών και στη μείωση του πορώδους. Όπως αποδείχθηκε, σε αυτό συμβάλει σημαντικά η υδροφιλική συμπεριφορά της τιτανίας, λόγω της οποίας τα σωματίδια TiO_2 συγκρατούν το απαιτούμενο νερό της ενυδάτωσης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι κόκκοι του τσιμέντου να ενυδατώνονται με πιο αργό ρυθμό στα δείγματα με τιτανία.

Σε δεύτερη φάση, παρήχθησαν και μελετήθηκαν αυτοκαθαριζόμενα επιχρίσματα τοιχοποιίας με λευκό τσιμέντο, υδράσβεστο, άμμο, τιτανία και περλίτη. Η περιορισμένη προσθήκη τιτανίας οδήγησε στην παραγωγή υλικών με αποδεκτές ιδιότητες, εντός των ορίων που θέτει το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1015. Αν και η ιδιαίτερη συμπεριφορά της τιτανίας παρατηρήθηκε και στην προκειμένη περίπτωση, δεν αλλοίωσε σημαντικά τα χαρακτηριστικά των επιχρισμάτων. Τέλος, παρήχθησαν και μελετήθηκαν αυτοκαθαριζόμενα κονιάματα αποκατάστασης με υδράσβεστο και τιτανία. Ο συνδυασμός των δύο υλικών οδήγησε στην παραγωγή βελτιωμένων αυτοκαθαριζόμενων δομικών υλικών, καθώς αποδείχθηκε ότι η φωτοκαταλυτική αντίδραση συνεισφέρει στην διεργασία της ενανθράκωσης μέσω της παραγωγής CO_2 . Ως εκ τούτου, παρήχθησαν υλικά με αυτοκαθαριζόμενες ιδιότητες αλλά και βελτιωμένα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά που δύναται να συμβάλουν όχι μόνο στην αποτελεσματική προστασία των κτιρίων της ιστορικής κληρονομιάς αλλά και στην προστασία του περιβάλλοντος

6. Εφαρμογή Βιο-κλιματικού Σχεδιασμού

Εάν εφαρμοστεί μια σειρά συγκεκριμένων στρατηγικών, τότε τα κτίρια μπορούν να είναι ενεργειακά αποδοτικότερα με παθητικό τρόπο, δηλαδή με ορθά και καλά αρχιτεκτονικά σχέδια. Οι παθητικές στρατηγικές που θα ακολουθηθούν θα εξαρτηθούν κυρίως από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες του μελλοντικού κτιρίου (λαμβάνοντας υπόψιν παράγοντες όπως την έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία, το αιολικό δυναμικό, τη βροχόπτωση), καθώς επίσης και σε άλλους παράγοντες, μεταξύ άλλων, η χλωρίδα ή οι σκιάσεις από τα γειτονικά κτίρια. Είναι πολύ σημαντικό να κατανοήσουμε ότι ο παρόν ή ο μελλοντικός αστικός σχεδιασμός θα επηρεάσουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Μερικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι:

- Να διατηρείται μια φυσιολογική οικιστική πυκνότητα
- Να δημιουργηθούν μικτοί τύποι ανάπτυξης
- Οι προσανατολισμοί των προσόψεων βάσει του σχεδιασμού των οδών
- Να εξασφαλίζουν τα κτίρια ένα ικανοποιητικό βαθμό ηλιακής έκθεσης

6.1 Αειφόρος Αστικός Σχεδιασμός

Ένας σημαντικός παράγοντας για να επιτευχθεί συνολικά η απόδοση τόσο των κτιρίων όσο και των αστικών χώρων είναι ο Αειφόρος αστικός σχεδιασμός. Μερικά από τα προτεινόμενα κριτήρια που πρέπει να εφαρμοστούν από αυτό το σχεδιασμό είναι η δημιουργία μιας συμπαγούς πόλης που θα εξασφαλίζει την αειφόρο αστική μετακίνηση, θα σέβεται τις περιβαλλοντικές παρεμβάσεις, θα μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην περιοχή (φυσικοί και βελτιωμένοι χώροι), θα χρησιμοποιεί αυτόχθονα φυτικά είδη, και θα γίνεται σωστός σχεδιασμός αστικών εγκαταστάσεων ελεύθερων χώρων και παιχνιδότοπων.

6.2 Ενσωμάτωση του Κτιρίου στον Περιβάλλοντα Χώρο

Πριν αρχίσει η κατασκευή, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τα φυσικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντα χώρου, όπως για παράδειγμα την τοπογραφία, τη βλάστηση και το μικρόκλιμα (το αιολικό δυναμικό, βροχόπτωση, θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία, και σχετική υγρασία). Αυτές οι παράμετροι πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου έτσι ώστε να αυξηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η περιβαλλοντική και ενεργειακή του απόδοση. Είναι επίσης πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε τις ακουστικές παραμέτρους της περιοχής έτσι ώστε να προβλεφθούν οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές ήχου στο εσωτερικό του κτιρίου. Επιπλέον, οι επιπτώσεις που θα έχει η ίδια η κατασκευή στην περιοχή πρέπει να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο, προσπαθώντας όσο το δυνατόν λιγότερο να αλλάξουν τις φυσικές συνθήκες. Σε αυτό το πλαίσιο προτείνεται η βοήθεια ειδικών επιστημόνων που θα προτείνουν μια σειρά παραμέτρων για την ελαχιστοποίηση των οικολογικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε φυσικούς βιοτόπους ή ακόμα και την αύξηση της οικολογικής αξίας της περιοχής με το πέρας της κατασκευής. Είναι πολύ σημαντικό να διατηρηθεί μια καλή σχέση μεταξύ αστικού και αγροτικού περιβάλλοντος.

6.3 Βλάστηση

Ο ρόλος της βλάστησης σε έναδομημένο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Τα φυτά σκιάζουν το κτίριο και έτσι παρέχουν πολύτιμη ηλιοπροστασία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μειώνοντας τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Επίσης, μέσω των βασικών λειτουργιών

των φυτών για φωτοσύνθεση, διαπνοή και εξάτμιση, παρέχεται σημαντικός δροσισμός. Η αποβολή νερού από τα φύλλα με τη μορφή υδρατμών γίνεται με τη βοήθεια θερμότητας που αντλείται από τον αέρα περιβάλλοντος με αποτέλεσμα την τοπική μείωση της θερμοκρασίας. Χαρακτηριστικό είναι ότι ένα μεσαίου μεγέθους δέντρο, στη διάρκεια μιας καλοκαιρινής μέρας, εξατμίζει περίπου 1.460 kg νερού και ο δροσισμός που πετυχαίνεται είναι πολύ σημαντικός. Συνεπώς, ο αέρας κοντά στο έδαφος σε δεντροφυτεμένες περιοχές είναι πιο δροσερός από άλλες δομημένες περιοχές. Πειραματικές μετρήσεις έχουν δείξει ότι η διαφορά θερμοκρασίας δεντροφυτεμένων περιοχών και δομημένων αντίστοιχα, μπορεί να φτάσει μέχρι και 5°C .

Η Αρχιτεκτονική του τοπίου φροντίζει την αξιοποίηση των λειτουργικών ιδιοτήτων των φυτών με σκοπό την ουσιαστική βελτίωση των εξωτερικών χώρων τόσο αισθητικά όσο και λειτουργικά. Ανάλογα λοιπόν με την αισθητική και τη λειτουργία ενός χώρου, γίνεται η κατάλληλη διαμόρφωση και η φύτευση επιλεγμένων φυτών. Προκειμένου να περιορίσουμε την άμεση ηλιακή ακτινοβολία καθώς και την αντανάκλαση σε ένα κτίριο, τοποθετούμε φυτά κατάλληλου ύψους. Τα αειθαλή δένδρα πρέπει να χρησιμοποιούνται στη βόρεια πλευρά των κτιρίων ή εκεί όπου μεταβάλλουν την τοπική ροή των ανέμων και προστατεύουν τη ζώνη από τους ψυχρούς ανέμους. Στα μεσογειακά κλίματα η δυτική πλευρά προσφέρεται για τη φύτευση αειθαλών δένδρων. Τα φυτά που επιλέγονται πρέπει να έχουν ύψος μεγαλύτερο από 1,80m και να διαφέρουν σε υφή χρώμα και μέγεθος, για να αποφευχθεί η μονοτονία. Η βλάστηση είτε σαν επιφάνεια χλόης είτε σαν φύλλωμα δένδρου αυξάνει σημαντικά την ανάκλαση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, αντίθετα η άσφαλτος, το σκυρόδεμα ή άλλες σκουρόχρωμες επιφάνειες, μειώνουν την ανάκλαση και αυξάνουν την απορρόφηση, καθώς επίσης αλλάζουν την κατεύθυνση αέρα και των ροών αέρα της περιοχής γενικότερα, αυξάνοντας τον αερισμό ή ακόμα και προστατεύοντας το κτίριο από υπέρμετρους αέρηδες. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου είναι πιθανό να δημιουργηθούν ακόμα και προστατευτικά ηχορρύπανσης σε περιοχές που χρειάζονται σχετική προστασία. Η ενσωμάτωση βλάστησης και συστημάτων άρδευσης συμβάλλουν στη δημιουργία ενός βελτιωμένου μικροκλίματος και βοηθά επίσης στην απορρόφηση ακτινοβολίας, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό τη θερμοκρασία αέρα και εδάφους λόγω της συνεχούς εξατμισοδιαπνοής που λαμβάνει χώρα.

6.3.1 Φυτεμένο δώμα

Ιδιαίτερα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, όπου εμφανίζεται το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, η βλάστηση είναι αναγκαία. Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, η θερμοκρασία του αέρα είναι ιδιαίτερα υψηλή στις πόλεις λόγω του μικροκλίματος που δημιουργείται από το υπερδομημένο περιβάλλον και τις ανθρώπινες επεμβάσεις. Οι αστικές περιοχές με χαμηλή ποιότητα κλίματος, που είναι περιοχές που χαρακτηρίζονται από υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, μεγάλο πληθυσμό, κυκλοφοριακό πρόβλημα, αυξημένο δομημένο περιβάλλον και

μειωμένους πράσινους χώρους, χρησιμοποιούν περισσότερο ποσό ενέργειας για κλιματισμό από τις μη αστικές περιοχές. Η πόλη της Αθήνας χαρακτηρίζεται από έντονο φαινόμενο θερμικής νησίδας, λόγω της αυξημένης βιομηχανικής δραστηριότητας και της αστικοποίησης των τελευταίων χρόνων. Το φαινόμενο εμφανίζεται τόσο το καλοκαίρι, όσο και το χειμώνα, με μέση ημερήσια ένταση που κυμαίνεται μεταξύ 6°C 12°C για τις κεντρικές ζώνες. Οι φυτεμένες στέγες και η φύτευση βλάστησης μπορούν να επιδράσουν θετικά στο κλίμα της πόλης και στο εσωτερικό κλίμα των κτιρίων, προστατεύοντας τα από την ηλιακή ακτινοβολία και μειώνοντας το φαινόμενο της θερμικής νησίδας

Το φυτεμένο δώμα είναι ένα πολύπλοκο θερμικό σύστημα που έχει σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες για το καλοκαίρι, αλλά και για το χειμώνα. Τη θερινή περίοδο, έχει την ιδιότητα να ανακλάει 20- 30% της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο δώμα και απορροφάει το υπόλοιπο τμήμα της στην επιφάνεια των φύλλων. Επίσης το χώμα, λόγω της θερμοχωρητικότητάς του, επιβραδύνει τη ροή θερμότητας προς το εσωτερικό του κτιρίου. Το φυτεμένο δώμα αποτελεί, άρα, μέσο θερμικής μόνωσης του κτιρίου, λόγω των υλικών που το αποτελούν (χώμα ικανού πάχους και αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ των φυλλωμάτων των φυτών). Γενικότερα, η φύτευση βλάστησης στο δώμα, πέρα από τη μείωση των καλοκαιρινών θερμικών φορτίων, συμβάλλοντας έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας, βελτιώνει την ποιότητα της ατμόσφαιρας, καθαρίζοντας των αέρα από ρύπους και παρέχοντας οξυγόνο, αλλάζει το μικροκλίμα της περιοχής, μειώνει την ηχορύπανση, τη σκόνη και το νέφος. Επιπροσθέτως, προστατεύει τα υποκείμενα μονωτικά υλικά από φθορές που θα προκαλούσε η έκθεσή τους στον ήλιο, στην υπεριώδη ακτινοβολία και στις μεγάλες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας. Επίσης, τα φυτεμένα δώματα συμβάλλουν και στη συγκράτηση των νερών της βροχής.

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

- **Εκτατικός Τύπος:** Το σύστημα αποτελείται από πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση υλικών με ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών ύψους έως 20 εκατοστών. Το φορτίο του συστήματος είναι μικρό (περίπου 120 kg/m² –κορεσμένο) και το ριζικό σύστημα των φυτών επιφανειακό. Επιλέγονται φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία, ώστε να μην απαιτείται πολύ συχνός ποτισμός, αλλά και φυτά ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος. Το sedum, είναι για παράδειγμα, φυτό που αντέχει 60-80 μέρες χωρίς πότισμα. Εκτατικός τύπος φυτεμένου δώματος μπορεί να εφαρμοσθεί σε κλίσεις μέχρι και 33%.
- **Ημιεντατικός Τύπος:** Είναι το σύστημα που αποτελείται από υπόστρωμα ύψους μέχρι 25 εκατοστών και περιλαμβάνει φυτική κάλυψη με χλοοτάπητα, θάμνοι, ή φυτά εδαφοκάλυψης.

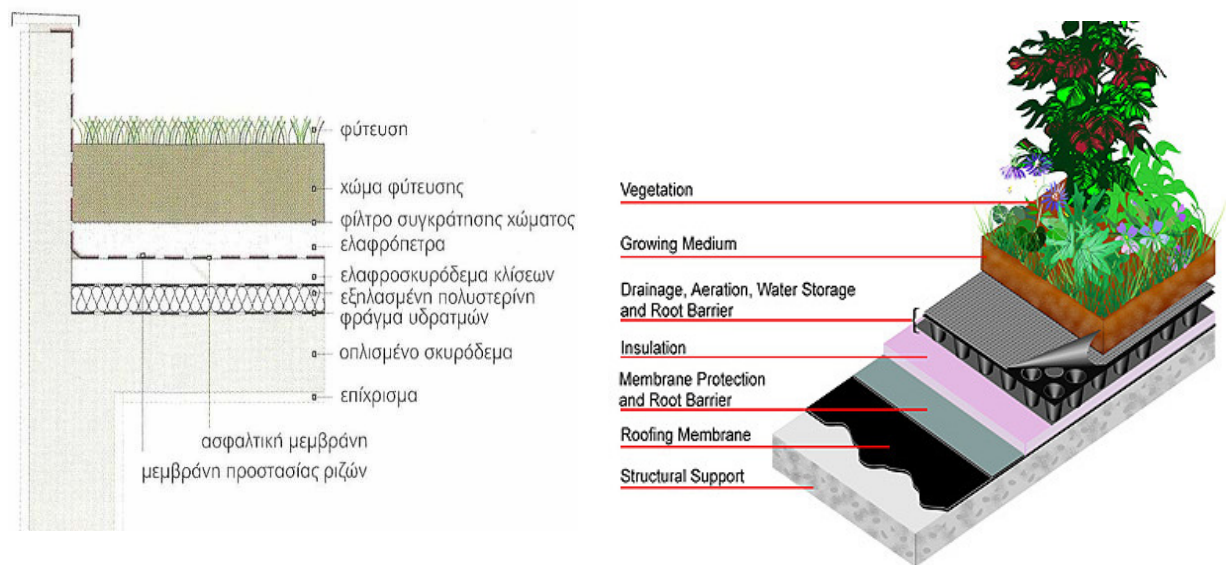
Το φορτίο κυμαίνεται στα 100-270 kg/m² και σχέση με τον προηγούμενο τύπο, συγκρατεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού.

- **Εντατικός Τύπος:** Πρόκειται για φύτευση με θάμνους, ποικιλία φυτών, ακόμη και δέντρα, πράγμα που σημαίνει ότι το φορτίο είναι μεγαλύτερο των 300 kg/m². Ο τύπος αυτός φυτεμένης στέγης απαιτεί τακτική συντήρηση και παρουσιάζει την μορφή ολοκληρωμένου κήπου.



Εικόνα 12 Εκτατικός τύπος, Ημιεντατικός τύπος, Εντατικός τύπος

Ένα τυπικό φυτεμένο δώμα ή στέγη αποτελείται κυρίως από ένα ελαφρύ εδαφολογικό μίγμα και ένα στρώμα αποστράγγισης (αποξήρανσης), τα οποία διαχωρίζονται με ένα στρώμα συγκράτησης του χώματος της φύτευσης. Η στρώση αποστράγγισης, η οποία αποτελείται συνήθως από χαλίκι ή ελαφρόπετρα, ελέγχει την υγρασία του χώματος επιτρέποντας την κατάλληλη αποξήρανση του, ενώ, συνήθως, είναι σχεδιασμένη ώστε να συγκρατεί το βρόχινο νερό ή το νερό της άρδευσης, προκειμένου να κρατηθεί το εδαφολογικό μίγμα υγρό, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο τις κατάλληλες συνθήκες (ως προς την υγρασία) για την ανάπτυξη της φύτευσης. Στη βάση του δώματος, τοποθετείται ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων, που συμβάλλει, στην απορροή των όμβριων υδάτων, το οποίο διαχωρίζεται, με τη σειρά του, από το υλικό θερμομόνωσης και το οπλισμένο σκυρόδεμα της πλάκας του δώματος με ένα φύλλο πολυαιθυλενίου. Όσον αφορά τις κατασκευαστικές ιδιότητες του φυτεμένου δώματος, το πάχος κάθε στρώσης εξαρτάται από τις απαιτήσεις της επιλεγμένης βλάστησης.



Εικόνα 13 Διαστρωμάτωση φυτεμένου δώματος.

Όσον αφορά την άρδευση, τα αποδοτικότερα συστήματα είναι βασισμένα στο ράντισμα παρά το πότισμα καθώς η ποσότητα του νερού μπορεί να ρυθμιστεί από ένα σύνολο κινητών συσκευών που συνδέονται με μια δευτερεύουσα διανομή νερού από ένα πηγάδι ή μια γεώτρηση. Το νερό διανέμεται με βαρύτητα ή άντληση. Ωστόσο, αυτό το σύστημα έχει διάφορα μειονεκτήματα εάν συγκριθεί με το σύστημα αργής στάλαξης ή το σύστημα μικρο-άρδευσης καθώς απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση νερού και οι αποστάσεις μεταξύ των ψεκαστήρων πρέπει να είναι σταθερές στο 80% της επιφάνειας. Το σύστημα αργής στάλαξης ή μικρο-άρδευσης παρέχει νερό με ένα πιο σταθερό τρόπο και σε μικρές ποσότητες στις ρίζες, διατηρώντας την υγρασία σταθερή. Καθώς το νερό παρέχεται υπογείως, οι απώλειες λόγω της εξάτμισης αποφεύγονται, μεγιστοποιώντας τη χρήση του νερού. Αυτό το σύστημα αποτελείται από σωλήνες μικρών διαμέτρων με βαλβίδες δίπλα από κάθε σημείο άρδευσης, που συνδέεται με μια οπή στάλαξης. Αυτές οι οπές ελέγχονται ηλεκτρονικά.

Τα σημαντικότερα οφέλη των φυτεμένων δωματίων ή στεγών μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη.
- Επέκταση της διάρκειας ζωής των δομικών υλικών της στέγης, αύξηση της μόνωσης του κτιρίου και βελτίωση της στεγανοποίησης του κτιρίου.
- Μείωση του φαινομένου της "αστικής νησίδας".
- Απορρόφηση των αέριων ρύπων και της σκόνης.
- Βελτίωση του μικροκλίματος και του αερισμού των πόλεων.
- Αύξηση της προστασίας έναντι της ηχορρύπανσης κατά 8 dB και μείωση της αντανάκλασης του ήχου κατά 3 dB.
- Μείωση της απορροής των όμβριων υδάτων από 50-90% στο αποχετευτικό δίκτυο.

- Εκμετάλλευση ελεύθερων δωματίων που αποτελούν κενούς διαθέσιμους χώρους (βελτίωση του αισθητικού χαρακτήρα του κτιρίου).
- Δημιουργία οικοσυστημάτων μέσα στις αστικές περιοχές, στα οποία αναβιώνουν φυτά και ζώα που απωθήθηκαν λόγω της ανεξέλεγκτης επέκτασης των πόλεων.

6.4 Σχετική Θέση: Υψόμετρο, Κλίση, Αιολικό Δυναμικό

Οι καιρικές συνθήκες ενδεχομένως να αλλάξουν τοπικά, δημιουργώντας αλλαγές στο μικρόκλιμα μιας συγκεκριμένης περιοχής, βάσει διαφόρων παραγόντων οι οποίοι πρέπει να ληφθούν υπόψιν για πιθανή τους εκμετάλλευση. Οι πιο σχετικοί παράγοντες είναι το σχετικό υψόμετρο, η κλίση της περιοχής, και το αιολικό δυναμικό. Άλλοι παράγοντες όπως η γεινίαση σε βλάστηση ή σε υδροφόρο σώμα, η τοποθεσία εντός πόλεως, το σχήμα των δρόμων, και η θέση των γειτονικών κτιρίων έχουν επιπτώσεις όσον αφορά την υγρασία, τις μέσες θερμοκρασίες.

Ο άνεμος μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό παράγοντα επηρεάζοντας την ενεργειακή κατανάλωση με το να ψύχει την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου ή με τη δυνατότητά του να εισέρχεται στο σπίτι. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει ανεξέλεγκτα ρεύματα αέρα μεταξύ κτιρίων διαφορετικού ύψους. Όλοι αυτοί οι παράγοντες είναι πιο σημαντικοί σε απομονωμένα κτίρια ή κτίρια που βρίσκονται μακριά από αστικές περιοχές.

6.5 Σχήμα Κτιρίου και Αρχιτεκτονικό Σχέδιο

Το σχήμα ενός κτιρίου συχνά καθορίζεται από τον συντελεστή σχήματος, που είναι η σχέση επιφάνειας/όγκου. Η εξωτερική επιφάνεια είναι ένας δείκτης της ενεργειακής απώλειας ή ωφέλειας του κτιρίου σε σχέση με το περιβάλλον, και ο όγκος είναι ο δείκτης του ποσοστού της ενέργειας που συγκεντρώνει ένα κτίριο.

Η έννοια του “σχήματος κτιρίου” σχετίζεται άμεσα με το αρχιτεκτονικό του σχέδιο. Ως εκ τούτου, είναι μεγάλη η σημασία της αύξησης ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των αρχιτεκτόνων όσον αφορά τη δημιουργία σχεδίων ικανών να αυξήσουν την μελλοντική απόδοση του κτιρίου. Ωστόσο, αυτό ενδεχομένως να μην είναι τόσο απλό. Το πιο κατάλληλο σχήμα για ένα κτίριο εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της περιοχής, και το μικρόκλιμα το οποίο προκύπτει από την κατασκευή του κτιρίου σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο και τα γειτονικά κτίρια. Στην πραγματικότητα όμως τα σχήματα των κτιρίων καθορίζονται από τους αστικούς περιορισμούς και τα χαρακτηριστικά του οικοπέδου. Για να εξασφαλιστεί η μέγιστη απόδοση των κτιρίων, ο αστικός σχεδιασμός πρέπει να λάβει υπόψιν παραμέτρους από την αρχή, έτσι ώστε ο συνολικός σχεδιασμός να επιτρέπει αποδοτικές ενεργειακές και περιβαλλοντικές

κατασκευές (π.χ. κατάλληλος προσανατολισμός κτιρίων σε νεοσχηματισμένους δρόμους και σχεδιασμός βάσει της ηλιακής τροχιάς).

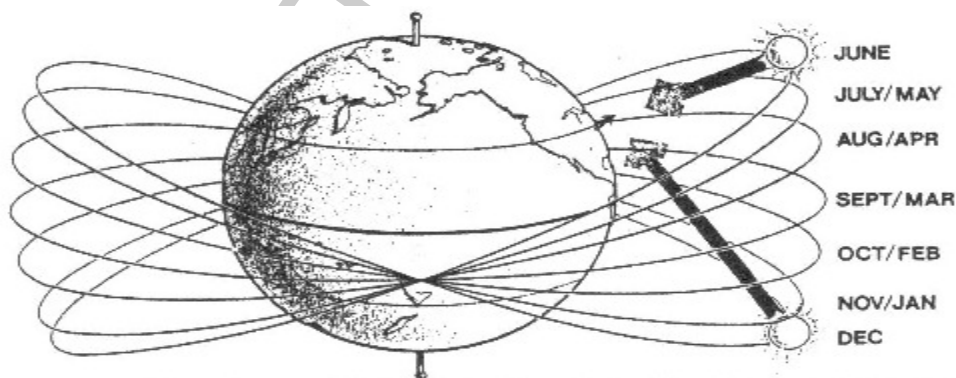
6.6 Σκιάσεις σε Άλλα Κτίρια

Υπάρχουν μερικά απλά κριτήρια που πρέπει να ληφθούν υπόψιν κατά την κατασκευή του νέου κτιρίου, όπως η αποτροπή της σκίασης των γειτονικών κτιρίων πάνω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο, ή τουλάχιστον να μην χειροτερεύσει η παρούσα κατάσταση. Η ευθύνη για τα ανωτέρω οφείλεται περισσότερο στον αστικό σχεδιασμό μιας και οι περισσότεροι κατασκευαστές ή αρχιτέκτονες είναι απίθανο να σχεδιάσουν κατασκευές πέραν του επιτρεπτού ορίου ύψους. Προτείνεται η αποφυγή στεγών με μεγάλο ύψος και κλίση έτσι ώστε να μην υπερσκιάζουν τα γειτονικά κτίρια.

6.7 Θέση Ήλιου και Προσανατολισμός Πρόσοψης

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο ηλιασμός ενός κτιρίου ή ενός οικοπέδου προβαίνουμε στην παραδοχή των φαινόμενων τροχιών του ήλιου, δηλαδή θεωρούμε ότι η γη παραμένει σταθερή, ενώ ο ήλιος κινείται. Αυτή η παραδοχή διευκολύνει στη γεωμετρική απεικόνιση των φαινόμενων τροχιών του ήλιου, οι οποίες ακολουθούν μια μεγάλη συνεχή σπείρα.

Οι φαινόμενες τροχιές του ήλιου ταυτίζονται ανά δύο μήνες (Εικ. 14), εκτός του 4 Δεκεμβρίου και του 17 Ιουνίου. Ο μήνας Δεκέμβριος έχει την χαμηλότερη τροχιά, ενώ ο Ιούνιος την υψηλότερη.



Εικόνα 14 Τροχιά του Ήλιου στο διάστημα ενός έτους

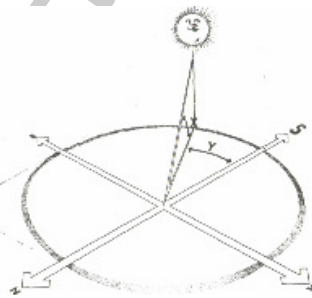
Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι το μοναδικό τμήμα ηλιακής ακτινοβολίας ικανό να προσδώσει θερμική ενέργεια. Για το λόγο αυτό, είναι πολύ ενδιαφέρον να σχεδιάζονται εσωτερικοί χώροι με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να τη δεσμεύουν, να την αποθηκεύουν, και να την χρησιμοποιούν. Αυτό εύκολα επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων αυτών προς την ακτινοβολία έτσι ώστε να υπάρχει συνεχής ακτινοβολία. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, πριν το σχεδιασμό του κτιρίου πρέπει να είναι γνωστή η θέση του ήλιου και η τροχιά του. Αυτή η παράμετρος ποικίλει

κατά τη διάρκεια του χρόνου βάσει του γεωγραφικού πλάτους και της μέρας του χρόνου. Στο Βόρειο Ημισφαίριο ο ήλιος διατρέχει τη μικρότερη και χαμηλότερη τροχιά κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο (22 Δεκεμβρίου) και επιτυγχάνει το μέγιστο ύψος του την 21η Ιουνίου, θερινό ηλιοστάσιο (η μεγαλύτερη μέρα του χρόνου). Η θέση του ήλιου το μεσημέρι δηλώνει νότιο προσανατολισμό. Κατά τη χειμερινή περίοδο, οι χώροι που είναι προσανατολισμένοι στο νότο δέχονται ηλιακή ακτινοβολία λόγω του ότι η τροχιά του ήλιου είναι χαμηλή και η γωνία πρόσπτωσης μικρή. Για το λόγο αυτό οι εν λόγω χώροι θα έχουν ηλιακή ακτινοβολία και θερμική ενέργεια.

Κατά την καλοκαιρινή περίοδο, η γωνία αυτή είναι μεγαλύτερη μιας και ηλιακή τροχιά είναι υψηλότερη. Το γεγονός αυτό δυσκολεύει την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στους εσωτερικούς χώρους, αποτρέποντας με τον τρόπο αυτό την υπερθέρμανση. Το επιθυμητό αποτέλεσμα δροσισμού μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση πέργκολας, ομπρέλας, perguis, κλπ.

Για να κατανοηθεί η επίδραση του ήλιου στο σχεδιασμό κτιρίων και συνόλων, πρέπει να είναι γνωστή η θέση του στον ουρανό και στον οριζόντα αντιστοίχως.

Η θέση αυτή προσδιορίζεται από την στερεά γωνία, η οποία αναλύεται σε δύο επίπεδες γωνίες (Εικ. 15) : τη γωνία ύψους (γωνία x) που ορίζεται από τη θέση του ήλιου στον ουρανό ως προς το οριζόντιο επίπεδο και τη γωνία αζιμούθιου (γωνία y), η οποία ορίζεται από την ορθή προβολή της θέσης του ήλιου στο οριζόντιο επίπεδο, σε σχέση με την πραγματική κατεύθυνση του Νότου. Οι γωνίες του ήλιου (ύψος και αζιμούθιο) μπορούν να προσδιοριστούν αναλυτικά ή γραφικά (Εικ. 16)



Εικόνα 15 Οι γωνίες ύψους και αζιμούθιου ορίζουν την θέση του ήλιου

Σε κάθε ηλιακό χάρτη απεικονίζονται επτά (7) φαινόμενες τροχιές του ήλιου, από τις οποίες αυτή του Δεκεμβρίου έχει την μικρότερη & χαμηλότερη τροχιά, ενώ του Ιουνίου έχει τη μεγαλύτερη & υψηλότερη. Οι υπόλοιπες φαινόμενες τροχιές αντιστοιχούν σε δύο μήνες, φθινόπωρο και άνοιξη. Η εκάστοτε θέση του ήλιου ορίζεται από τη γωνία αζιμούθιου και τη γωνία ύψους. Στην κάτω οριζόντια ευθεία 19 του ηλιακού χάρτη καταγράφονται οι γωνίες αζιμούθιου ως προς τον ηλιακό νότο, που βρίσκεται στο κέντρο, με γωνία 0° . Αριστερά του νότου, στη γωνία των 90° ορίζεται η ανατολή και δεξιά, πάλι στη γωνία των 90° , ορίζεται η δύση. Η κάθετη ευθεία (τεταγμένη) προσδιορίζει τις γωνίες ύψους του ήλιου, για όλες τις ώρες της ημέρας και για όλους τους μήνες. Οι διακεκομμένες καμπύλες προσδιορίζουν τις ηλιακές ώρες, από την ανατολή μέχρι τη δύση. Για παράδειγμα, αν θέλουμε να προσδιορίσουμε τη θέση του ήλιου την 21η Ιανουαρίου, στις 10.0 π.μ., σε ένα τόπο με 32° γεωγραφικό πλάτος, ακολουθούμε την εξής πορεία:

- Επιλέγουμε τον ηλιακό χάρτη που αντιστοιχεί σε 32° Β.Γ.Π.
- Βρίσκουμε την τροχιά του ήλιου που αντιστοιχεί στην 21η Ιανουαρίου και την καμπύλη της 10ης πρωινής ώρας.
- Στο σημείο όπου τέμνονται η τροχιά του ήλιου και η καμπύλη της ώρας, χαράζουμε μία ευθεία κάθετη προς την οριζόντια και διαβάζουμε τη γωνία αζιμούθιου, η οποία είναι 32° ανατολικά του νότου.
- Με τρόπο ανάλογο προσδιορίζουμε και τη γωνία ύψους του ήλιου, χαράζοντας μία παράλληλη προς την οριζόντια ευθεία και διαβάζουμε ότι το ύψος του ήλιου είναι 30° επάνω από τον ορίζοντα.

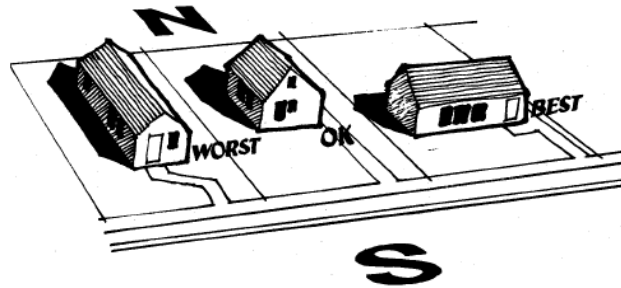
Ένας τρόπος να γίνουν πιο αποδοτικά τα συστήματα θέρμανσης σε ένα κτίριο είναι προσανατολίζοντας ορθά τους εσωτερικούς χώρους. Όσον αφορά τις προσόψεις προτείνεται νότιος προσανατολισμός. Βασικά, το μεγαλύτερο μέρος των προσόψεων πρέπει να είναι προσανατολισμένο είτε στο νότο είτε στο βορρά, αποφεύγοντας όσο το δυνατόν περισσότερο τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό. Για μια πιο ενεργειακά αποδοτική κατανομή, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν τα εξής κριτήρια:

- **Νότος:** είναι ο καλύτερος προσανατολισμός διότι έχει τη μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τη μικρότερη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ο προσανατολισμός αυτός προτείνεται για τους χώρους που προορίζονται για περισσότερη χρήση όπως π.χ. το καθιστικό. Τα κύρια υαλοβερνικωμένα στοιχεία πρέπει να έχουν αυτό τον προσανατολισμό (η προτεινόμενη αναλογία παραθύρων προς δάπεδο για αυτό τον προσανατολισμό είναι 8%). Ωστόσο, εάν είναι πολύ μεγάλα τα παράθυρα, η απώλεια θερμότητας μέσω των επιφανειών τους θα είναι πιο σημαντική

από τις θετικές επιπτώσεις του παθητικού ηλιακού οφέλους. Επιπλέον, θα χρειαστεί η εγκατάσταση κουρτινών ή περσίδων για ιδιωτικό χώρο ή στιγμές.

- **Ανατολή:** είναι επίσης ένας καλός προσανατολισμός γιατί υπάρχει ήλιος το πρωί, και είναι επαρκής για τα υπνοδωμάτια.
- **Βορράς:** είναι ο ψυχρότερος προσανατολισμός, και επίσης ο λιγότερο εκτεθειμένος στο φως της ημέρας. Οι προσόψεις με βόρειο προσανατολισμό λαμβάνουν πολύ λίγη ηλιακή ακτινοβολία και έχουν πολλές θερμικές απώλειες. Οι χώροι που παράγουν θερμότητα όπως οι κουζίνες και τα μπάνια μπορούν να τοποθετηθούν με αυτό τον προσανατολισμό, καθώς επίσης και παράθυρα έτσι ώστε να διευκολυνθεί ο αερισμός, όμως δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλο το μέγεθός τους. Παράθυρα που τοποθετούνται με βόρειο, ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό πρέπει να καταλαμβάνουν περίπου το 15% της έκτασης του εδάφους του δωματίου, γιατί εάν τα παράθυρα είναι πολύ μικρά δεν θα λαμβάνουν αρκετό φως, και σε αυτή την περίπτωση οι κάτοικοι θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τεχνητό φωτισμό. Ως εκ τούτου, οι ενεργειακή οικονομία λόγω της παθητικής ηλιακής ενέργειας θα μειωθεί αισθητά.
- **Δύση:** Οι προσόψεις με δυτικό προσανατολισμό λαμβάνουν την ίδια ηλιακή ακτινοβολία με τις προσόψεις με ανατολικό προσανατολισμό, με μόνη διαφορά ότι η ανατολική πλευρά λαμβάνει την ακτινοβολία το πρωί και η δυτική πλευρά το απόγευμα. Επομένως, είναι το χειρότερο είδος προσανατολισμού κατά την καλοκαιρινή περίοδο μιας και μπορεί να εκτίθεται στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία για πολλές ώρες, έχοντας ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανση. Για το λόγο αυτό, δεν προτείνονται παράθυρα με δυτικό προσανατολισμό.

Γενικά, οι προηγούμενοι προσανατολισμοί μπορούν να θεωρηθούν με μια απόκλιση $\pm 30^\circ$. Βάσει των χαρακτηριστικών κάθε τύπου προσανατολισμού πρέπει να προταθεί ένα τέτοιο είδος εσωτερικής κατανομής έτσι ώστε η εκμετάλλευση λόγω προσανατολισμού να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Ωστόσο, υπάρχει μια τάση να σχεδιάζονται συμμετρικά κτίρια, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα πλεονεκτήματα που μπορεί να προσφέρει ένας καλός προσανατολισμός.



Εικόνα 18 Βέλτιστο σχήμα και προσανατολισμός κτιρίου

6.8 Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θερμικά κέρδη

Τα κτίρια δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία περνάει κυρίως μέσα από τα ανοίγματα (παράθυρα) στους εσωτερικούς χώρους και τους θερμαίνει. Το πιο σημαντικό στοιχείο στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα, αλλά και για αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι, είναι ο σωστός προσανατολισμός των ανοιγμάτων. Για την αποτελεσματική αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, θα πρέπει να υπάρχουν επαρκείς επιφάνειες ανοίγματα, που να βλέπουν απ' ευθείας τον ήλιο για αρκετές ώρες την ημέρα το χειμώνα.

Πρέπει να τονισθεί εδώ, ότι ο ορισμός καλοκαίρι ή χειμώνας, διαφοροποιείται δραματικά από περιοχή σε περιοχή της Ευρώπης. Η έννοια του κρύου χειμώνα με ανάγκη μέγιστης εκμετάλλευσης της ηλιοφάνειας στην Αγγλία ή τη Γερμανία ισχύει από τον Οκτώβριο όταν στην Ελλάδα ακόμα και τον Ιανουάριο παρατηρούνται σε ορισμένες περιπτώσεις θερμοκρασίες που φτάνουν τους 20°C.

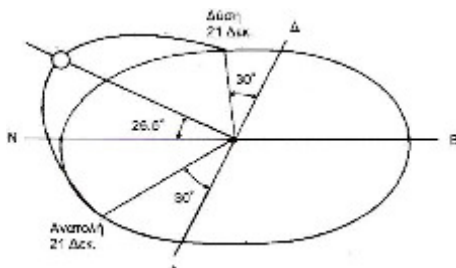
Επομένως, σε νότιες περιοχές της Βαλκανικής, ιδιαίτερα με τις ήδη εν εξελίξει 20 κλιματικές αλλαγές, η επιπόλαιη εφαρμογή των οδηγιών για ηλιασμό των χώρων που συντάχθηκαν από βορειότερες ευρωπαϊκές χώρες μπορεί να προκαλέσει το τακτικά παρατηρούμενο αβίωτο, υπερθερμασμένο περιβάλλον χώρων νότια προσανατολισμένων σε κτίρια, συνήθως χωρίς κάποια ηλιοπροστασία.

Για το λόγο αυτό χρειάζεται να προσδιορίζει κανείς συγκεκριμένα σε ποια περίοδο του χρόνου είναι επιθυμητό να εισέρχεται το ηλιακό φως στους χώρους του κτιρίου και σε ποια είναι προτιμότερο να ελέγχεται η είσοδος του με τη χρήση των κατάλληλων μέσων σκίασης.

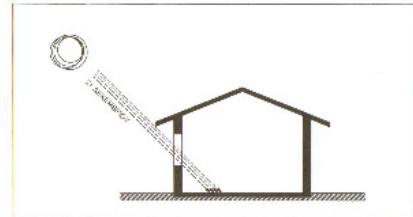
Ανάλογα με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων θα πρέπει να παρατηρήσουμε τα εξής: Τα νότια ανοίγματα εξασφαλίζουν τις περισσότερες ώρες αποτελεσματικού ηλιασμού των κτιρίων κατά τη χειμερινή περίοδο. Σύμφωνα με όσα είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, το χειμώνα ο ήλιος ανατέλλει και δύει νοτιότερα της ανατολής και της δύσης· διαγράφει μικρή τροχιά, κινείται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα και προς την πλευρά του νότου (Εικ. 19). Το

καλοκαίρι ο ήλιος ανατέλλει και δύει βορειότερα της ανατολής και της δύσης, διαγράφει μεγάλη τροχιά, κινείται πάλι προς την πλευρά του νότου, αλλά ψηλά στο στερέωμα (Εικ. 21).

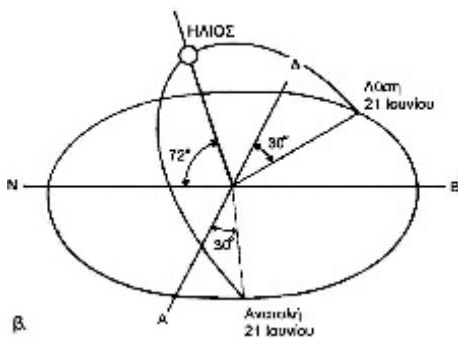
Από τα παραπάνω προκύπτει πως τα κτίρια ενδείκνυται να είναι στραμμένα προς το νότο, ώστε να δέχονται τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία βαθιά στο εσωτερικό τους κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Εικ. 20). Ταυτόχρονα, όμως, η επιλογή αυτή παρέχει τη δυνατότητα πλήρους σκίασης με μικρές σχετικά οριζόντιες προεξοχές κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Εικ. 22).



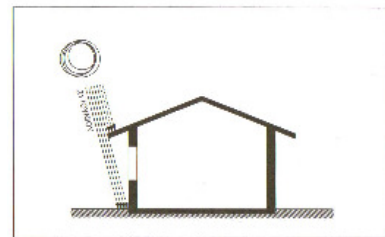
Εικόνα 19 Η ηλιακή τροχιά την 21η Δεκ



Εικόνα 20 Οριακή γωνία ηλιακής πρόσπτωσης την 21η Δεκ



Εικόνα 21 Η ηλιακή τροχιά την 21η Ιουν



Εικόνα 22 Οριακή γωνία ηλιακής πρόσπτωσης την 21η Ιουν

Για να αποθηκευτεί η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση κατάλληλων υλικών στα σημεία όπου επηρεάζει η ακτινοβολία (δάπεδα, οροφές, ή τοίχους). Η ποσότητα θερμότητας που αποθηκεύεται στο σώμα είναι ανάλογη της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του στοιχείου και του περιβάλλοντος αέρα, της τιμής της ειδικής θερμοχωρητικότητας του υλικού και της μάζας του υλικού. Η ειδική θερμοχωρητικότητα c ή ειδική θερμότητα είναι η ποσότητα θερμότητας ενός σώματος που απαιτείται για να ανυψωθεί η θερμοκρασία της μονάδας μάζας του σώματος αυτού κατά 1°K . Γνωρίζοντας τη συμπεριφορά των υλικών μπορεί να ελεγχθεί η ποσότητα ενέργειας που συσσωρεύεται σε αυτά και οι μετέπειτα μεταφορά της στο εσωτερικό περιβάλλον. Η αλληλουχία της ενεργειακής συνεισφοράς, αποθήκευσης και της μετέπειτα μεταφοράς της ποικίλλει σε χρόνο και ποσότητα, και η καταλληλότητά της θα εξαρτηθεί από τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης.

Για παράδειγμα, οι πέτρες και τα τούβλα χρειάζονται πολύ μεγαλύτερες χρονικές περιόδους για να συσσωρεύσουν και να απελευθερώσουν ενέργεια σε σχέση με τα μέταλλα τα οποία

θερμαίνονται πολύ γρήγορα και ψύχονται επίσης γρήγορα. Το ξύλο μεταφέρει θερμική ενέργεια με δυσκολία και δεν είναι πολύ αποδοτικό όσον αφορά τη διατήρησή της. Η διαδικασία της μετέπειτα μεταφοράς της ενέργειας είναι πολύ αργή.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, η ηλιακή ακτινοβολία προσκρούει στα υλικά και τα θερμαίνει. Όταν ο ήλιος δύει, η θερμοκρασία περιβάλλοντος ελαττώνεται και τα υλικά, των οποίων η θερμοκρασία είναι υψηλότερη, θα ελευθερώσουν τη συσσωρευμένη ενέργεια στο περιβάλλον μέχρις ότου επέλθει θερμοκρασιακή ισορροπία. Εάν το υλικό έχει μεγάλη μάζα, η διαδικασία απελευθέρωσης ενέργειας θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο, και λέγεται ότι το υλικό έχει μεγάλη θερμική μάζα. Όσο μεγαλύτερη μάζα έχει ένα υλικό, τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμική του μάζα. Αυτό το γεγονός είναι μέρος μιας σειράς παθητικών στρατηγικών που βοηθούν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Επιπλέον, τα πιο σκούρα χρώματα και οι τραχιές/ανώμαλες επιφάνειες αυξάνουν την ενεργειακή δέσμευση.

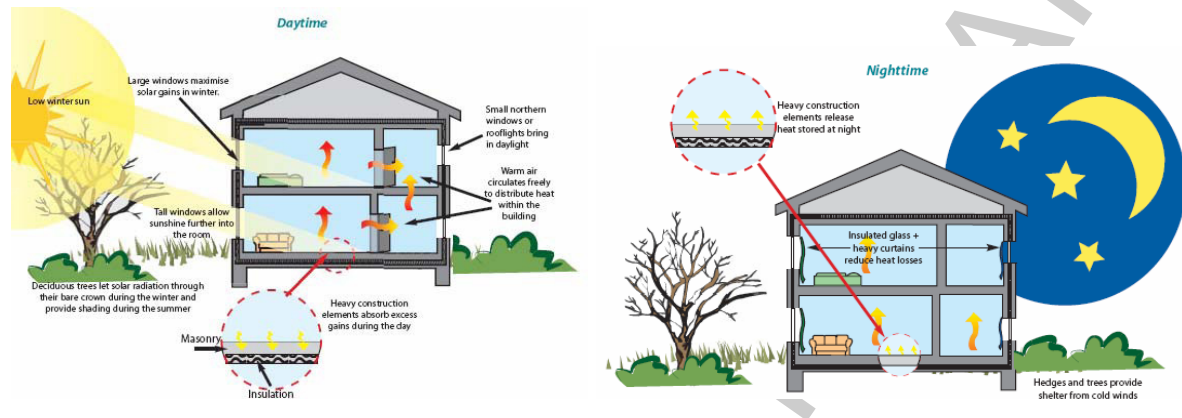
Χρώμα	Απορρόφηση
Πολύ ανοικτό	0,10-0,20
Ανοικτό	0,50
Μέτριο	0,80
Σκούρο	0,90
Πολύ σκούρο	0,92-0,95

Πίνακας 10 Σχέση μεταξύ χρώματος και απορρόφησης των υλικών

Τα υψηλότερα ποσοστά απορρόφησης από την ακτινοβολία εξασφαλίζονται από τα πιο σκούρα χρώματα, με το μαύρο να εξασφαλίζει ποσοστό 100% (απορρόφηση 1). Τα ανοικτά χρώματα βρίσκονται στην αντίθετη πλευρά με ποσοστά χαμηλότερα του 50%. Η απορρόφηση του λευκού χρώματος είναι κοντά στο 0. Από την άλλη μεριά, όσο πιο λεία είναι μια επιφάνεια τόσο ευκολότερα αντανακλάται το φως, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό την ενέργεια που θα απορροφηθεί.

Βάσει της χρήσης για την οποία σχεδιάστηκε το κτίριο, ο καταλληλότερος τύπος υλικού όσον αφορά τη θερμική μάζα θα διαφέρει. Για παράδειγμα, σε περιοχές με σημαντικές θερμοκρασιακές αλλαγές κατά τη διάρκεια της μέρας, μεταξύ των εποχών, και της χρήσης των νοικοκυριών σε ημερήσια βάση, τα υλικά με μεγάλη μάζα όπως η φυσική πέτρα ή τα τούβλα, θα προσδώσουν καλύτερες συνθήκες άνεσης από ότι τα υλικά με μικρότερη μάζα όπως για παράδειγμα το ξύλο. Ο λόγος είναι ότι, αν και οι πέτρες και τα τούβλα χρειάζονται περισσότερο χρόνο να συσσωρεύσουν θερμική ενέργεια, κρατάνε την ενέργεια για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και την απελευθερώνουν πολύ αργά στο περιβάλλον. Ωστόσο, σε μια κατοικία που χρησιμοποιείται μόνο τα Σαββατοκύριακα, όπου η θέρμανση θα λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια

της ημέρας όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί ένα υλικό ικανό να συσσωρεύει γρήγορα ενέργεια έτσι ώστε να διατηρείται ζεστό το εσωτερικό περιβάλλον. Συνοψίζοντας, η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θερμικά κέρδη και η αποθήκευση της, προσφέρονται με μονοκόμματος συμπαγείς τοίχους που μειώνουν τις θερμικές αυξομειώσεις και προσφέρουν πιο δροσερές συνθήκες το καλοκαίρι.



Εικόνα 23 Ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ μέρας και νύκτας.

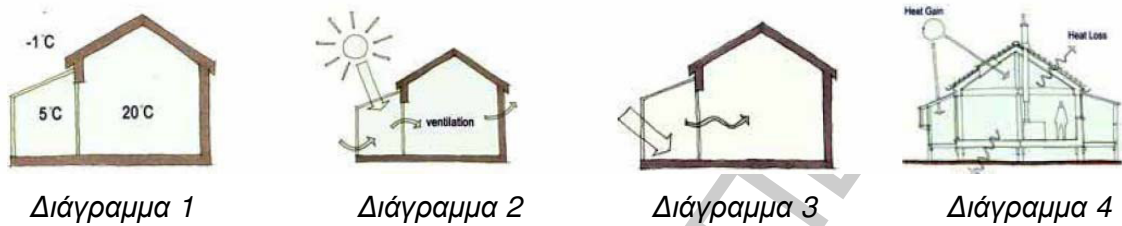
6.9 Μέθοδοι Παθητικής Θέρμανσης

Μια άλλη μέθοδος συσσώρευσης ενέργειας είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο επιτυγχάνεται με ένα χώρο ο οποίος περιτοιχίζεται από υαλοεπίστρωση. Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται διά μέσου του γυαλιού και προσπίπτει σε μια επιφάνεια ικανή να συσσωρεύσει την ενέργεια στη μάζα της. Όταν η ενέργεια αυτή απελευθερώνεται στο περιβάλλον, εγκλωβίζεται από το γυαλί. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε ένα σταδιακό ζέσταμα του αέρα μέσα στο θερμοκήπιο, και με τη σειρά του αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ζεστάνει και τα διπλανά δωμάτια μέσω φυσικής διάδοσης. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, είναι αναγκαίο να εξασφαλιστεί αερισμός, καθώς επίσης και στοιχεία ηλιακής προστασίας με στόχο την εμπόδιση της υπερθέρμανσης τέτοιων δωματίων στο εσωτερικό. Στοιχεία που βασίζονται σε αυτή την αρχή περιλαμβάνουν θερμοκήπια, σέρες και ηλιακούς χώρους. Προσφέρουν θερμική ζώνη λειτουργώντας ως ένα επιπλέον στρώμα το οποίο λειτουργεί ως μονωτικό υλικό στους εξωτερικούς τοίχους και τα παράθυρα (διάγραμμα 1). Σε αυτούς τους χώρους, ο αέρας ζεσταίνεται πριν εισέλθει το κτίριο μέσω των παραθύρων, των πορτών ή των αεραγωγών (διάγραμμα 2). Επίσης, λειτουργούν και ως ξηροί προθάλαμοι, εγκλωβίζοντας αέρα όταν οι εξωτερικές πόρτες ανοίγουν, αποτρέποντας πιθανές απώλειες θερμότητας από το κύριο μέρος του κτιρίου (διάγραμμα 3). Τέλος, μπορούν να αποθηκεύσουν και να επανα-ακτινοβολήσουν τη

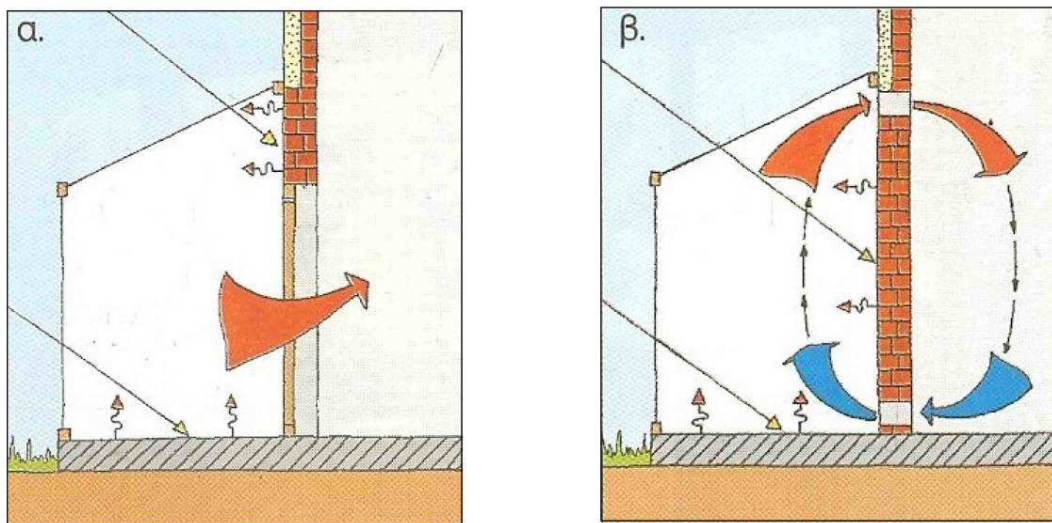
θερμότητα που έχει αποθηκευτεί στους τοίχους όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη (διάγραμμα 4).

Τα θερμοκήπια πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό και να μην σκιάζονται σε μεγάλο βαθμό από δέντρα ή άλλα κτίρια. Συστήνεται επίσης ο πλήρης διαχωρισμός τους από το κυρίως κτίριο. Οι τοίχοι, τα παράθυρα και οι πόρτες που αντικρίζουν το εσωτερικό του θερμοκηπίου πρέπει να έχουν την ίδια μόνωση με το υπόλοιπο κτίριο.

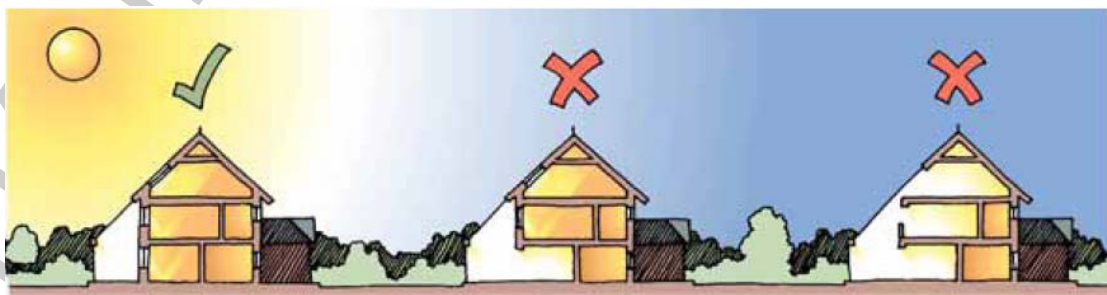
Διαγράμματα από τον Borer



Εικόνα 24 Θερμοκήπια και η συμπεριφορά τους.



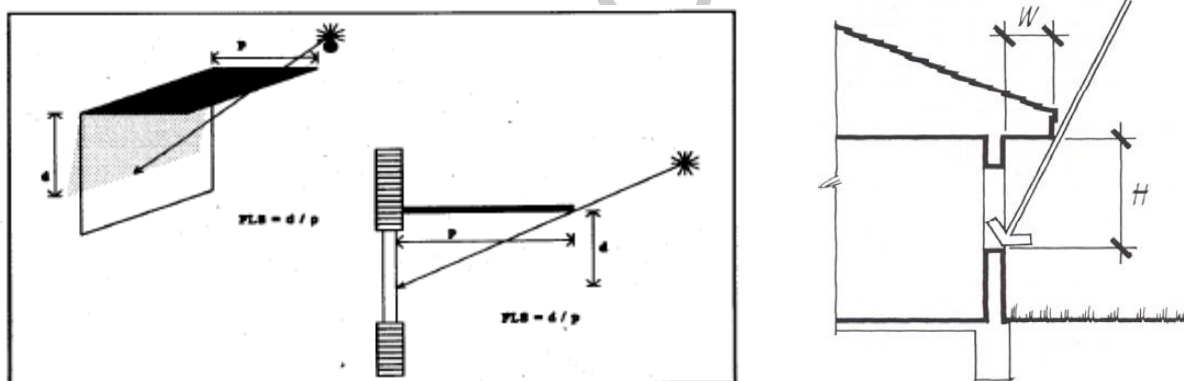
Εικόνα 25 Σχηματική διάταξη λειτουργίας θερμοκηπίου



Εικόνα 26 Θερμοκήπια και ηλιακοί χώροι

6.10 Μέθοδοι Παθητικής Ψύξης/ Δροσισμού

Η μείωση της θερμοκρασίας συγκεκριμένων χώρων μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση παθητικών τεχνικών κλιματισμού. Υλικά με υψηλή θερμική μάζα μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της θερμοκρασίας με το να απορροφούν την θερμική ενέργεια του δωματίου που θερμαίνεται. Είναι επίσης σημαντικό η ηλιακή ακτινοβολία να μην εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους, και οι εξωτερικοί τοίχοι που θα βοηθήσουν να μειωθεί η θερμοκρασία είναι κρύοι και υπό σκιά, έτσι ώστε να είναι σε θέση να απορροφήσουν τη συσσωρευμένη ενέργεια. Μιας και οι τοίχοι δρουν ως αποθήκες ενέργειας, θα υπάρχει μεγαλύτερη απόδοση εάν επιτραπεί η ροή αέρα γύρω από αυτούς. Με τον τρόπο αυτό, κατά τη διάρκεια της νύκτας η συσσωρευμένη ενέργεια θα εκλυθεί, για να επαναληφθεί η διαδικασία την επόμενη μέρα. Ο συντελεστής της γραμμής σκίασης (shade line factor) είναι η σχέση d/p όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του μήκους της προεξοχής που παρέχει το κατάλληλο ποσοστό σκίασης βάσει του γεωγραφικού πλάτους και του προσανατολισμού.



Εικόνα 27 Συντελεστής της γραμμής σκίασης.

Συντελεστής γραμμής σκίασης				
Διεύθυνση	Μοίρες Βόρειου γεωγραφικού πλάτους			
Κατακόρυφη στο παραθυρο	32°	36°	40°	44°
Ανατολική	0.8	0.8	0.8	0.8
Νοτιοανατολική	1.6	1.4	1.3	1.1
Νότια	5.0	3.4	2.6	2.1
Νοτιοδυτική	1.6	1.4	1.3	1.1
Δυτική	0.8	0.8	0.8	0.8

Πίνακας 11 Τιμές συντελεστή της γραμμής σκίασης

Μπορεί να υπολογιστεί επιλέγοντας συντελεστή γραμμής σκίασης (SLF) από τον πιο πάνω πίνακα και τοποθετώντας στην φόρμουλα:

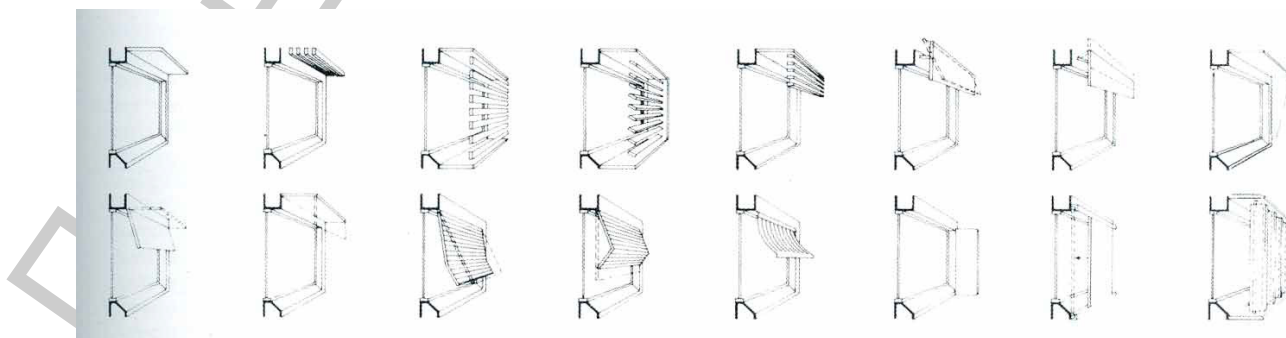
$$W \text{ (διάσταση προεξοχής)} = H / SLF$$

Η σκίαση μπορεί να επιτευχθεί με σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (τα οποία μπορεί να είναι δομικά στοιχεία του κτιρίου, όπως πρόβολοι), με κινητά εξωτερικά σκίαστρα, εσωτερικά σκίαστρα και με συνδυασμό εξωτερικών /εσωτερικών σκιάστρων. Όπως προαναφέρθηκε, η σκίαση είναι πιο αποτελεσματική όταν γίνεται πριν εισέλθει η ηλιακή ακτινοβολία και εγκλωβισθεί μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους, άρα τα εξωτερικά σκίαστρα προτιμώνται των εσωτερικών.

Παράλληλα, η χρήση κινητών σκιάστρων δίνει τη δυνατότητα σκίασης των ανοιγμάτων όταν κρίνεται απαραίτητη, όταν δηλαδή οι εσωτερικές θερμοκρασίες υπερβαίνουν τα όρια άνεσης, ανεξάρτητα από την εποχή του έτους και τη θέση του ήλιου. Συνεπώς, ο πιο ενδεδειγμένος τρόπος σκιασμού των ανοιγμάτων είναι η χρήση εξωτερικών κινητών σκιάστρων.

Επειδή, όμως, τα εξωτερικά σκίαστρα με κινητές περισίδες είναι εν γένει ιδιαίτερα ακριβά, προτείνεται εναλλακτικά η σταθερή εξωτερική σκίαση σε συνδυασμό με εσωτερικά στόρια. Η εξωτερική σταθερή σκίαση με τις κατάλληλες αναλογίες εξασφαλίζει τη στοιχειώδη ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων τη θερινή περίοδο και τον ηλιασμό κατά το χειμώνα, ενώ τα εσωτερικά στόρια συμπληρώνουν τη λειτουργία της όταν αυτή δεν επαρκεί, και παράλληλα συντελούν και στην αποφυγή της θάμβωσης. Τα κινητά σκίαστρα θα πρέπει τις θερμές περιόδους να μένουν χαμηλά και κατά τις ώρες μη λειτουργίας.

Όποτε σχεδιάζεται κάποιο είδος πετάσματος ελέγχου φωτισμού, θερμοπροσβολής αέρα ή συνδυασμού των, πρέπει πάντοτε να υπολογίζεται η δυνατότητα επίσκεψης, καθαρισμού και συντήρησης της εξωτερικής όψης των κουφωμάτων καθώς και της εσωτερικής, προς το κτίριο, όψης των ετασμάτων. Για τον υπολογισμό της σκιάς που πέφτει στο παράθυρο από τα προτεινόμενα μέσα σκίασης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαγράμματα της τροχιάς του ήλιου ή κατάλληλο λογισμικό (π.χ. τύπου "Solar tool").



Εικόνα 28 Διατάξεις σκιασμού ανοιγμάτων

Ανάλογα με τον προσανατολισμό του ανοίγματος συνιστώνται διαφορετικοί τύποι σκίασης.

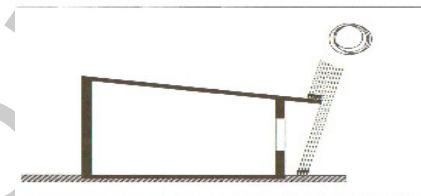
Σκίαση νότιων ανοιγμάτων

Στην περίπτωση ανοιγμάτων που βλέπουν προς το νότο ενδείκνυται η χρήση οριζόντιων στοιχείων σκίασης. Έτσι λοιπόν, παράθυρα προς το νότο μπορούν να σκιάζονται από πρόβολο πάνω από το γυάλινο στοιχείο.

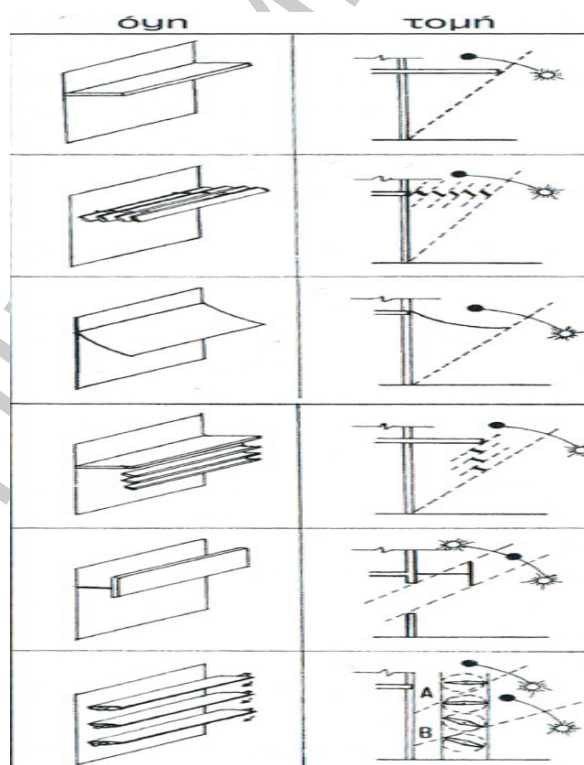
Για να εξασφαλίζεται το μέγιστο όφελος από τις ηλιακές ακτίνες το χειμώνα - όταν μπορούν να έχουν μια χρήσιμη συμβολή στις θερμικές απαιτήσεις - είναι λογικό να εφαρμόζεται ο πρόβολος σε τέτοια θέση ώστε οι ακτίνες να μπορούν να περάσουν δια του ανοίγματος, όταν ο ήλιος είναι χαμηλά στον ουρανό, στον βαθμό και στους μήνες του χρόνου που θα θεωρηθεί ωφέλιμο και όχι επιβαρυντικό. Στον υπολογισμό του βάθους του προβόλου δεν θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη μόνο η απόσταση του πάνω από το παράθυρο, αλλά και το ύψος του ανοίγματος, το εκπέτασμα του καθώς και η τυχόν κλίση του. Το μήκος του προβόλου καθορίζεται από το πλάτος του παραθύρου (Εικ.29-30).



Εικόνα 29 Υπερύψωση στέγασης (έμμεσος) φωτισμός



Εικόνα 30 Υποβιβασμό στέγασης (άμεσος) φωτισμός

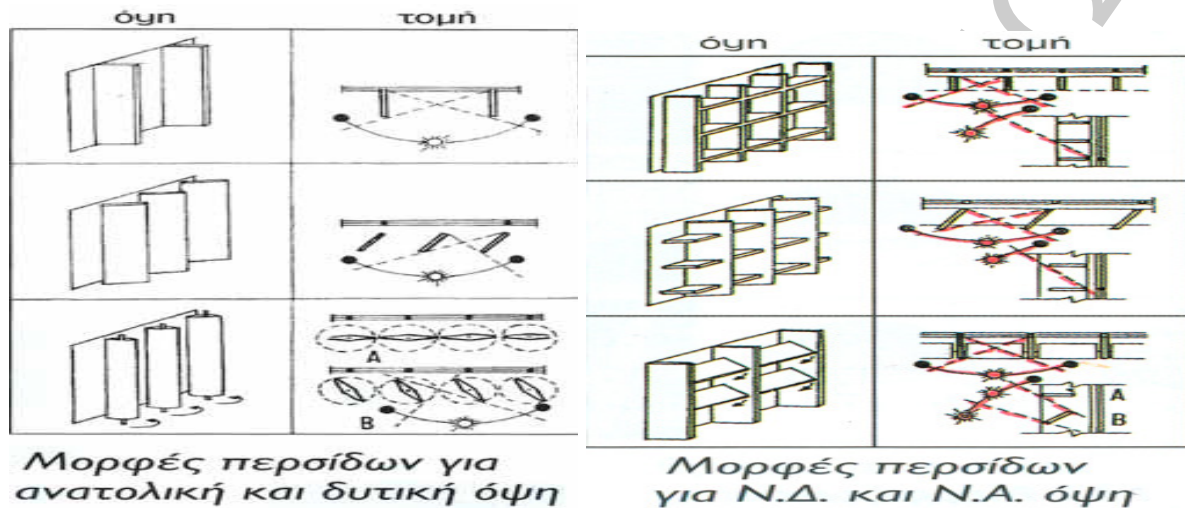


Μορφές οριζόντιων σκιάστρων για νότια όψη

Εικόνα 31 Μορφές οριζόντιων σκιάστρων για νότια όψη

Σκίαση ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων

Παράθυρα που βλέπουν προς την ανατολή και τη δύση μπορούν να ωφεληθούν από την κατακόρυφη σκίαση. Επειδή η θέση του ήλιου αλλάζει, ένα κινητό κατακόρυφο πέτασμα μπορεί να αποτελέσει τον πιο αποτελεσματικό τρόπο για την εξασφάλιση σκίασης, αν και μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα σταθερότητας και συντήρησης.



Εικόνα 32 Μορφές περσίδων

Αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ένα σταθερό πέτασμα, οι διαστάσεις του θα πρέπει να καθοριστούν από το πλάτος και το ύψος του παραθύρου και από την απόσταση του πετάσματος από αυτό.

Πιο συγκεκριμένα θα μπορούσαμε να αναφερθούμε στους παρακάτω τρόπους σκίασης.

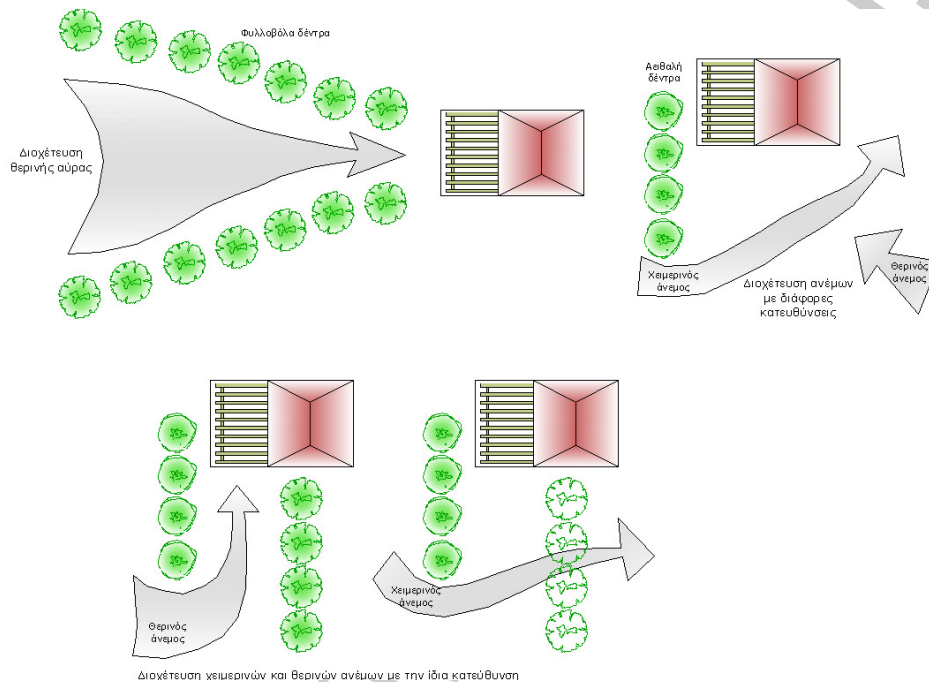
Οριζόντια εξωτερικά σταθερά σκίαστρα. Συνιστώνται για νότιο προσανατολισμό. Τα σκίαστρα μπορεί να έχουν τη μορφή προβόλου ή ανακλαστικών ραφιών ή περσίδων, με αναλογίες τέτοιες ώστε να σχηματίζεται μεταξύ του εξωτερικού σκίαστρου και της ποδιάς του ανοίγματος γωνία ύψους 55ο μοιρών για γεωγραφικό πλάτος 40ο και 60ο για γεωγραφικό πλάτος 36ο.

Κατακόρυφα εξωτερικά σταθερά σκίαστρα. Συνιστώνται για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό. Μπορεί να είναι κάθετα ή κεκλιμένα ως προς το επίπεδο της κάτοψης του ανοίγματος. Το μήκος της προεξοχής καθορίζεται από τη γωνία των 55ο για όλα τα γεωγραφικά πλάτη της χώρας

Εξωτερικά κινητά σκίαστρα. Πρόκειται εν γένει για μεταλλικές περσίδες, οριζόντιες για νότιο προσανατολισμό ή κατακόρυφες για ανατολικό/δυτικό, κινούμενες σε οδηγούς, με χειροκίνητο ή αυτόματο μηχανισμό ρύθμισης.

Εσωτερικά Κινητά σκίαστρα. Συνιστώνται για νότιους, ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς. Η προτεινόμενη λύση για τα κτίρια είναι βενετικά στόρια, κατά προτίμηση κινούμενα σε οδηγούς, για λόγους καλής λειτουργίας και μεγαλύτερου χρόνου ζωής.

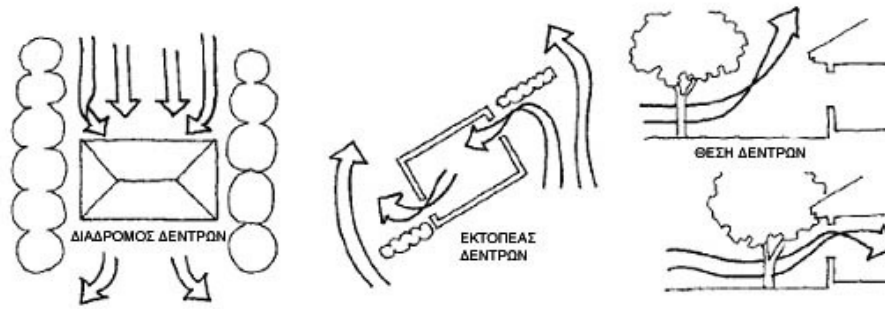
Σκίαση από δέντρα. Στον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό πολύ αποτελεσματική είναι η σκίαση, η οποία επιτυγχάνεται με φυλλοβόλα δέντρα. Πρέπει όμως να σημειωθεί και η σημασία της βλάστησης για τη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος γύρω από τα κτίρια, σημαντικό τόσο για την επίτευξη της θερμικής άνεσης μέσα στους χώρους, όσο και για την εξασφάλιση καλών και ευχάριστων συνθηκών στον αύλειο χώρο.



Εικόνα 33 Η βλάστηση διευκολύνει τη διείσδυση ή εκτροπή του ανέμου από το κτήριο

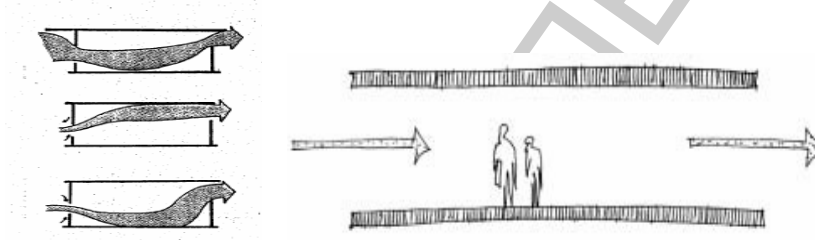
Η βασική αρχή κίνησης της ροής του ανέμου μέσα στο κέλυφος με διαμπερή αερισμό οφείλεται στις διαφορετικές κατανομές πιέσεων που δημιουργούνται γύρω από το κτήριο. Η εισροή του ανέμου στο κτήριο γίνεται από τα ανοίγματα της προσήνεμης επιφάνειας και εξέρχεται από την υπήνεμη επιφάνεια και την οροφή. Προκειμένου να επιτύχουμε καλύτερο φυσικό αερισμό του κτιρίου με διαμπερή αερισμό θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε τις εξής αρχές σχεδιασμού:

1. Τοποθέτηση του κτιρίου κατά τη μέγιστη κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου.
2. Τοποθέτηση των ανοιγμάτων εισόδου του αέρα στην προσήνεμη περιοχή και των ανοιγμάτων εξόδου στην απάνεμη περιοχή.
3. Διατάξεις πρασινάδας, ανεμοφρακτών, αρχιτεκτονικές προεξοχές, πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα προκειμένου να δημιουργηθούν περιοχές θετικών και αρνητικών πιέσεων ευνοώντας τον αερισμό.
4. Αποφυγή τοποθέτησης εμποδίων στην είσοδο των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου.



Εικόνα 34 Κίνηση του ανέμου γύρω από το κτίριο

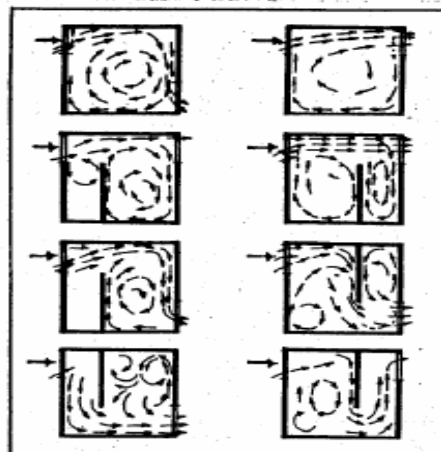
5. Η ταχύτητα του ανέμου μέσα στον κλειστό χώρο μεταβάλλεται σε σχέση με την θέση των ανοιγμάτων. Η επικρατέστερη τακτική είναι τα ανοίγματα εισόδου του αέρα και εξόδου να βρίσκονται στους αντικριστούς τοίχους.



Εικόνα 35 Διαμπερής κίνηση του ανέμου

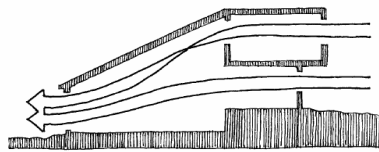
6. Η θέση των ανοιγμάτων εισόδου είναι σημαντικότερη από τη θέση ανοιγμάτων εξόδου. Εάν τα ανοίγματα εισόδου τοποθετηθούν σε πολύ μεγάλο ύψος υπάρχει η πιθανότητα ο αέρας που θα εισαχθεί να οδηγηθεί στο άνω μέρος του χώρου και να προσπεράσει το χώρο συγκέντρωσης των ανθρώπων.

7. Για μικρούς χώρους όπου τα ανοίγματα εξόδου του αέρα δεν είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στον αντίκρου τοίχο, μπορούμε να τοποθετήσουμε το άνοιγμα σε παρακείμενη θέση και να δημιουργηθεί ένα είδος φυσικού αερισμού (η εφαρμογή αυτή γίνεται σε πολύ μικρούς χώρους).



Εικόνα 36 Κίνηση του ανέμου μέσα στους χώρους του κτιρίου

8. Κατά το σχεδιασμό του φυσικού αερισμού του κτιρίου καλό είναι να λάβουμε υπόψη μας και τις συνθήκες που επικρατούν κατά τις νυχτερινές ώρες προκειμένου να επωφεληθούμε από το φυσικό αερισμό τις ώρες αυτές.
9. Τα ανοίγματα πρέπει να είναι ευκόλως προσβάσιμα από τους ενοίκους.
10. Η επιφάνεια εισόδου και η επιφάνεια εξόδου πρέπει να είναι ίσες. Υψηλές ταχύτητες μέσα στον κλειστό χώρο μπορούν να επιτευχθούν εάν αυξήσουμε την επιφάνεια ανοιγμάτων εξόδου κατά 25% σε σχέση με τα ανοίγματα τις επιφάνειας εισόδου.
11. Σημαντικό είναι να αποφύγουμε τα ανοίγματα να βρίσκονται στην ίδια στάθμη και αντικριστά.
12. Οριζόντια φρεάτια και διατάξεις μπορούν οδηγήσουν τον αέρα στο εσωτερικό του χώρου με κάποια ταχύτητα.



Εικόνα 37 Κίνηση του ανέμου μέσα από οριζόντιους χώρους φρεατίων

13. Πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας την τοπογραφία, την τοπική αρχιτεκτονική προκειμένου να επαναπροσανατολίσουμε τη ροή του ανέμου και να δημιουργήσουμε τις κατάλληλες συνθήκες έκθεσης στους τοπικούς ανέμους της περιοχής

Προσανατολισμός	Προτεινόμενος τρόπος σκίασης
Νότιος	Σταθερά ή ρυθμιζόμενα σκίαστρα τοποθετημένα οριζόντια πάνω από ένα παράθυρο
Ανατολικός & Δυτικός	Ρυθμιζόμενα κατακόρυφα πετάσματα εξωτερικά των παραθύρων
Νοτιοανατολικός & Νοτιοδυτικός	Ρυθμιζόμενη σκίαση
Βορειοανατολικός & Βορειοδυτικός	Φύτευση βλάστησης

Πίνακας 12 Προτεινόμενος τύπος σκίασης ανάλογα με τον προσανατολισμό

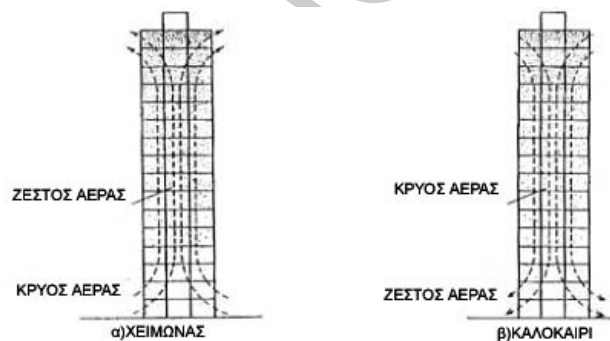
Η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του ζεστού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου και του ψυχρού αέρα στο εξωτερικό προκαλούν τη συσσώρευση του θερμού αέρα στο υψηλότερο σημείο του δωματίου και την έξοδο του από την οροφή. Ο αέρας θερμαινόμενος από εσωτερικά θερμικά φορτία (ανθρώπους, φώτα, θέρμανση) διαστέλλεται και ανέρχεται. Η μετακίνηση του αέρα δημιουργεί διαβάθμιση της πίεσης και άνοδο του προς τα επάνω. Τα ανοίγματα του κτιρίου

κάνουν το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού ποιο έντονο. Το βάρος του αέρα εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την πυκνότητα (ο κρύος αέρας είναι βαρύτερος από τον ζεστό αέρα στις ίδιες συνθήκες).



Εικόνα 38 Κατανομή πιέσεων μέσα στον χώρο

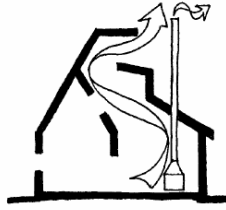
Το φαινόμενο του ελκυσμού έχει εφαρμογή κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες, όπου η διαφορά θερμοκρασίας είναι η μέγιστη. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες το φαινόμενο του ελκυσμού δεν έχει εφαρμογή γιατί απαιτεί η εσωτερική θερμοκρασία να είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική, γεγονός αδύνατον κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Κατά τις νυχτερινές ώρες του καλοκαιριού ο αερισμός όμως είναι πολύ σημαντικός και βοηθά στην απόρριψη της θερμότητας που έχει συσσωρευτεί στο κτίριο κατά τις ώρες της ημέρας.



Εικόνα 39 Βασικές αρχές σχεδιασμού φυσικού αερισμού με το φαινόμενο του ελκυσμού

Προκειμένου να επιτύχουμε καλύτερο φυσικό αερισμό του κτιρίου με ελκυσμό θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε τις εξής αρχές σχεδιασμού:

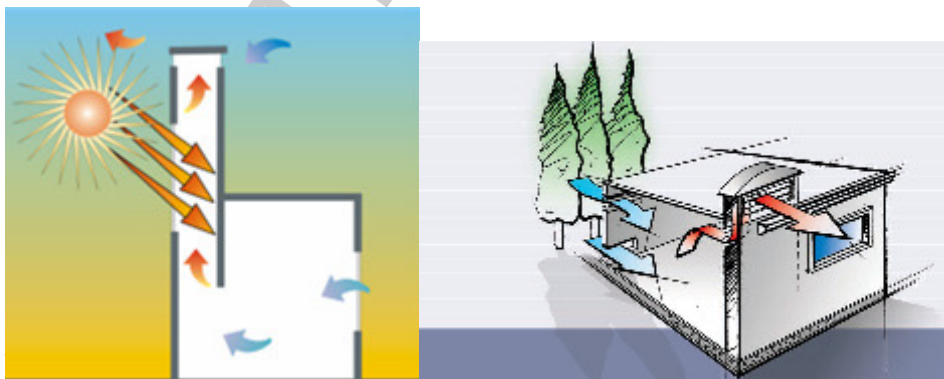
1. Εάν τα ανοίγματα εισόδου και εξόδου έχουν ίσο εμβαδόν, δημιουργείται ισορροπημένος και μέγιστος αερισμός του χώρου.
2. Ο λόγος πλάτους –ύψους των ανοιγμάτων πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 1 (τα ανοίγματα πρέπει να τοποθετούνται οριζόντια).
3. Η ελάχιστη κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου προκειμένου να δημιουργηθεί το φαινόμενο της καμινάδας είναι 1,5m. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ύψους που υπάρχει, τόσο καλύτερη ροή του ανέμου παρατηρείται.
4. Κατακόρυφα φρεάτια και ανοιχτά κλιμακοστάσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να αυξηθεί το φαινόμενο της καμινάδας.



Εικόνα 40 Δημιουργία κατακόρυφων διόδων φρεατίων

5. Τα ανοίγματα πρέπει να χρησιμοποιούνται σωστά ανάλογα με τις θερμοκρασίες του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος
6. Κάθε μηχανισμός που υπάρχει στην είσοδο και την έξοδο πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση και καθαρός προκειμένου ο αέρας εισόδου να διατηρεί τις συνθήκες υγιεινής.
7. Κατά τον σχεδιασμό του κτιρίου πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η σωστή λειτουργία του φυσικού αερισμού με τον τεχνητό κλιματισμό του χώρου.
8. Τα ανοίγματα που προκαλούν το φυσικό αερισμό πρέπει να παραμένουν κλειστά όταν ο μηχανικός τρόπος κλιματισμού είναι σε λειτουργία.
9. Τα ανοίγματα εισόδου του αέρα δεν πρέπει να τοποθετούνται σε χώρους στάθμευσης.

Η ηλιακή καμινάδα έχει όμοιες βασικές αρχές λειτουργίας με το φαινόμενο ελκυσμού (φαινόμενο Venturi) κατά συνέπεια ενισχύει τον αερισμό στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Η ηλιακή καμινάδα κατασκευάζεται από υαλοπίνακα στη νότια ή τη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου. Ο εντός καμινάδας εγκλωβισμένος αέρας υπερθερμαίνεται (σε σχέση με τον εσωτερικό αέρα του κτιρίου) από την παγίδευση των ηλιακών ακτινών μέσω του υαλοστασίου και οδηγείται από την καμινάδα προς την σχεδιασμένη κορυφή, δημιουργώντας υποπίεση χαμηλότερα. (Εικ. 41)



Εικόνα 41 Ηλιακή καμινάδα

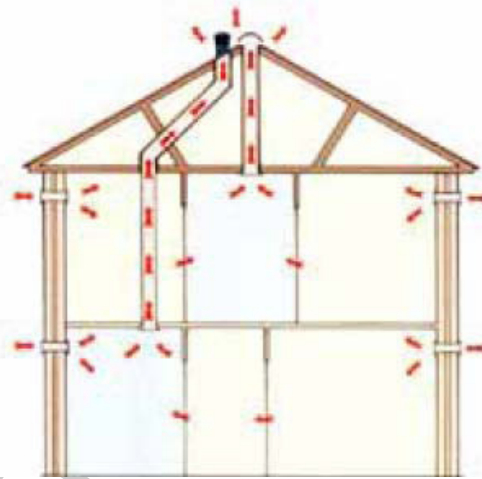
Προκειμένου να επιτύχουμε καλύτερο φυσικό αερισμό του κτιρίου με ηλιακή καμινάδα θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε τις εξής αρχές σχεδιασμού:

1. Η ηλιακή καμινάδα βρίσκεται εφαρμογή κατά τους θερινούς μήνες. Θερμός αέρας διαφεύγει από την κορυφή της καμινάδας και αντικαθίσταται από τα ανοίγματα εισόδου του αέρα με φρέσκο αέρα.

2. Συνιστάται σε περιοχές με υψηλή υγρασία.

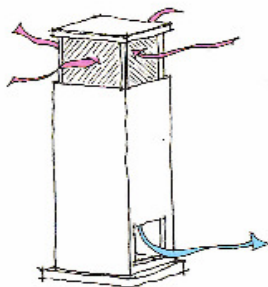
3. Κατά τους χειμερινούς μήνες ο ζεστός αέρας που παράγεται στην ηλιακή καμινάδα, μπορεί με κατάλληλη διάταξη ανεμιστήρα να οδηγηθεί μέσα στο κτίριο και να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση του χώρου.

Ο άνεμος και ο αερισμός είναι επίσης χρήσιμα εργαλεία για χώρους παθητικού δροσισμού. Οι συνεχόμενες ροές επιτυγχάνονται συνδυάζοντας συντελεστές όπως η πίεση και οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ αντίθετων προσόψεων, εγκατάσταση καμινάδων, που επιτρέπουν την αύξηση των φυσικών ρευμάτων, ακόμα και με την ύπαρξη εσωτερικών αίθριων χώρων οι οποίοι θα επιτρέπουν την ανανέωση του αέρα. Η ανανέωση του αέρα είναι απαραίτητη όχι μόνο για λόγους άνεσης (αποτροπή υπερθέρμανσης) αλλά επίσης και για την καλή υγιεινή του χώρου. Οι τοπικοί άνεμοι μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στον έλεγχο της θερμοκρασίας εάν ληφθούν υπόψιν κατά το σχεδιασμό του κτιρίου. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στις παράκτιες περιοχές



Εικόνα 42 Αναπαράσταση ενός παθητικού συστήματος εξαερισμού

Ο πύργος ψύξης είναι στοιχείο του κτιρίου που χρησιμοποιεί τη δυναμική του ανέμου. Η μορφή του πύργου είναι συνήθως τετράγωνη, ορθογώνια, ή τριγωνική. Τοποθετείται πάνω στην οροφή του κτιρίου ή δίπλα, σαν ξεχωριστή κατασκευή (Εικ.43).



Εικόνα 43 Πύργος Ψύξης

Προκειμένου να επιτύχουμε καλύτερο φυσικό αερισμό του κτιρίου με πύργο ψύξης θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε τις εξής αρχές σχεδιασμού:

1. Πλευρές του πύργου ψύξης έχουν συνήθως πλάτος 3m και το ύψος είναι 7m
2. Το τελευταίο κομμάτι του πύργου ψύξης είναι ανοιχτό από όλες τις πλευρές του σε όλες τις διευθύνσεις του ανέμου. Κατά συνέπεια εκεί παγιδεύεται η ροή του ανέμου και διάμεσου καναλιού οδηγεί τον εξωτερικό αέρα στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου.
3. Παράλληλα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και σαν καμινάδα. Έτσι, όταν δεν υπάρχουν τοπικοί άνεμοι ο χώρος μπορεί να αεριστεί με το φαινόμενο του ελκυσμού.

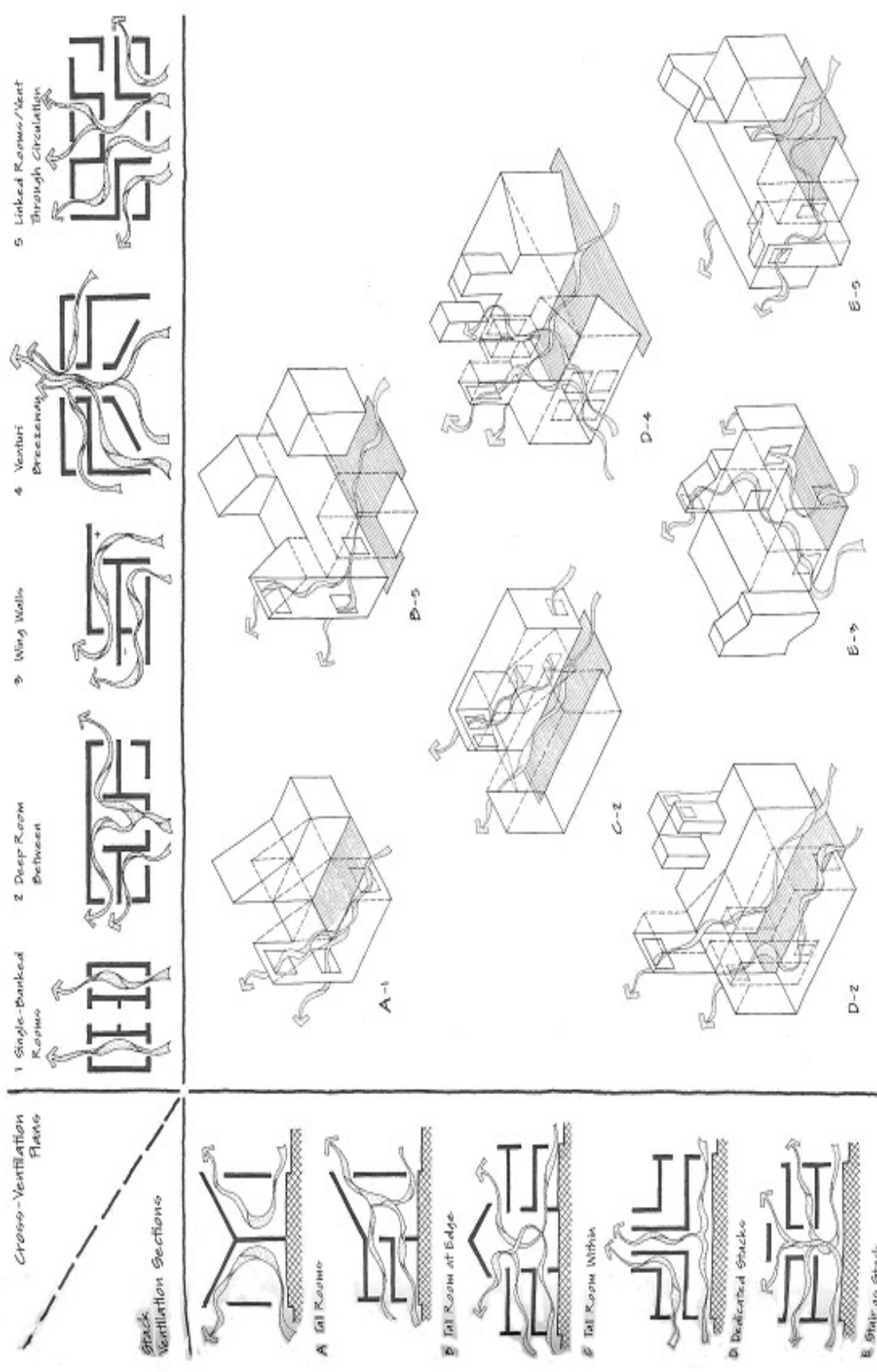
Στον πίνακα 12 γίνεται μια συγκέντρωση των αρχών λειτουργίας αερισμού με το φαινόμενο της καμινάδας και το διαμπερή αερισμό. Επίσης παρουσιάζονται προτάσεις για το πως θα μπορούσε να γίνει συνδυασμός και των δύο μεθόδων.

Σε θερμά κλίματα και σε περιπτώσεις όπου ακόμα και ο προσανατολισμός τείνει να προκαλέσει υπερθέρμανση στις προσόψεις είναι πολύ σημαντικό να ληφθούν υπόψιν κατασκευαστικές λύσεις που να δημιουργούν κοιλότητες εξαερισμού μεταξύ του εξωτερικού υλικού που δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία και των εσωτερικών τοίχων. Αυτή η προτεινόμενη λύση αποτελεί έναν πολύ αποτελεσματικό τρόπο μείωσης της εισερχόμενης στο κτίριο θερμότητας.

Ένα άλλο αποδοτικό εργαλείο είναι η δημιουργία αίθριων χώρων εκεί που το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες. Οι μικροί αίθριοι χώροι βοηθούν στη δημιουργία μικροκλίματος λόγω της ικανότητας του αέρα να στρωματοποιείται, έχοντας τα δροσερά στρώματα στο κατώτερο τμήμα, και ως εκ τούτου τα δωμάτια που βρίσκονται πλησίον ενός τέτοιου χώρου μπορούν να είναι πιο δροσερά ευκολότερα.

Μια άλλη αποτελεσματική στρατηγική ονομάζεται latent cooling, η οποία συνδυάζει την κίνηση του αέρα με το τρεχούμενο νερό. Όταν ρεύματα ξηρού αέρα έρχονται σε επαφή με νωπή/ υγρή επιφάνεια, βλάστηση ή συντριβάνια ή λίμνες, ο αέρας υγραίνεται (βελτιώνοντας την ποιότητά του) και ψύχεται (χαμηλώνοντας της θερμοκρασία περιβάλλοντος).

Λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους ανωτέρω παράγοντες, μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι τα κτίρια μπορούν να είναι πιο αποδοτικά ενεργειακά εάν τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος κατανοηθούν και συμπεριληφθούν στα αρχιτεκτονικά σχέδια. Εάν αυτά αγνοηθούν τότε εξυπακούεται ότι θα απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας για συνθήκες άνεσης.



Room Organization Strategies That Facilitate Both Cross and Stack-Ventilation

Πίνακας 13 Αρχές λειτουργίας αερισμού

6.11 Ακουστική

Όταν ο εξωτερικός θόρυβος είναι σε μεγάλη ένταση, η εσωτερική κατανομή πρέπει να προσαρμόζεται στην πηγή του θορύβου και θα πρέπει να συνδυάζεται με τα κατάλληλα επιπρόσθετα ηχομονωτικά στοιχεία, όπως ειδικά πετάσματα εμπόδισης ήχου, βλάστηση, διπλό γυαλί στα παράθυρα, κλπ.

7. Χρήση Ανακυκλωμένων Υλικών

7.1 Κεραμικά Υλικά

Τα κεραμικά υλικά είναι πολύ αδρανή και σταθερά και αυτός ο λόγος τα καθιστά σε υψηλό βαθμό ανακυκλώσιμα. Τα παραγόμενα υπολείμματα στα διαφορετικά στάδια της παραγωγής του υλικού μπορούν να επανεισέλθουν στη διαδικασία παραγωγής πρώτης ύλης. Γενικώς, τα υπολείμματα από την τουβλοποιεία πάνε κατευθείαν στις χωματερές, αλλά θα μπορούσαν να θρυμματιστούν και να χρησιμοποιηθούν ως υλικό για κατασκευή δρόμων ή στην παραγωγή σκυροδέματος. Μεταξύ των άλλων κεραμικών υλικών, τα αετώματα χρησιμοποιούνται πολύ συχνά, τα παλιά κεραμικά πλακάκια μπορούν επίσης να επαναχρησιμοποιηθούν μετά από μια πολύπλοκη και ακριβή διαδικασία αφαίρεσής τους. Όσον αφορά τα ανακυκλωμένα αδρανή, υπάρχουν κεραμικής φύσεως που χρησιμοποιούνται σε υπαίθρια μονοπάτια, και αυτά που είναι φτιαγμένα από σκυρόδεμα που χρησιμοποιούνται ως αποχετευτικά υλικά ή ακόμα και ως συμπληρωματικά υλικά για γέμισμα.

7.2 Σκυρόδεμα

Τα υπολείμματα που παράγονται από μεγάλη ποσότητα σκυροδέματος κατά την πλήση του μηχανήματος ζύμωσης είναι αμελητέα και δεν ανακυκλώνονται, αν και είναι απαραίτητο να ελέγχεται το μέρος στο οποίο αδειάζονται. Τα υπολείμματα από τα προκατασκευασμένα στοιχεία εντός του εργοστασίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συμπλήρωμα για την κατασκευή δρόμων ή λατομείων. Τα υπολείμματα από κατεδάφιση μπορούν να ανακυκλωθούν ως αδρανή για την κατασκευή απλού ή ενισχυμένου σκυροδέματος ή ακόμα και για γέμισμα. Ο διαχωρισμός των ενισχυμένων υλικών κάνει πολύ δύσκολη τη διαδικασία.

7.3 Γύψος

Στα ασβεστοκονιάματα, δεν υπάρχουν διαθέσιμες τεχνικές διαχωρισμού γύψου από τις λιθοδομές. Στις γυψοσανίδες, και τα δύο υλικά πρέπει να διαχωριστούν. Τότε ο γύψος επιστρέφει στην κάμινο και η σανίδα αποστέλλεται στην χαρτοβιομηχανία.

7.4 Μόνωση με Μεταλλικές Ίνες

Τα υπολείμματα που προκύπτουν από την ένωση ή την κατεδάφιση απορρίπτονται σε χωματερή. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή νέου υλικού, αλλά σε αυτή την περίπτωση, πρέπει τα υπολείμματα να είναι ομοιογενή, χωρίς αλουμίνιο ή προσκολλημένη γυψοσανίδα.

7.5 Γυαλί

Η ανακύκλωση του γυαλιού είτε από την κατασκευή είτε από την ένωση είναι πολύ απλή με σύντηξη. Το γυαλί τείνει να καταλήγει σε χωματερές. Το χρωματιστό γυαλί καθώς και το γυαλί που αποτελείται από διάφορα στρώματα ανακυκλώνονται πολύ πιο δύσκολα.

7.6 Ξύλο

Τα υπολείμματα ξύλου μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν και να διατιμηθούν. Μόνο τα τμήματα που αποτελούνται από ένα μεγάλο κομμάτι ξύλο καλής ποιότητας μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, καθώς επίσης και οι σανίδες οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως βιομάζα. Η αποτέφρωση ξύλων που έχουν τύχει χημικής επεξεργασίας είναι δυνητικά επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία.

7.7 Μέταλλο

Τα μέταλλα είναι το πιο αξιοσημείωτο παράδειγμα ανάκτησης υλικών λόγω της μετατροπής τους σε νέο υλικό. Λόγω της τοποθεσίας τους στο κτίριο είναι εύκολος ο διαχωρισμός τους από τους άλλους τύπους υλικών. Ένας από τους λόγους που ανακυκλώνονται τα μέταλλα είναι επειδή εάν αποκτηθούν απευθείας από πρώτες ύλες η διαδικασία είναι πολύ πιο δαπανηρή.

Το σύμφυρμα ατσαλιού και σιδήρου είναι αποτέλεσμα ανακύκλωσης μετάλλων, και χρησιμοποιούνται ως βάση, υπο-βάση, υλικό αποχέτευσης και άλλες μηχανικές εργασίες. Αποκτώνται αφού παραμείνουν στην κάμινο για μια χρονική περίοδο μετά την ολοκλήρωση της θερμικής διαδικασίας και τα κλάσματα σιδήρου διαχωριστούν (slag).

7.8 Πλαστικό

Το κύριο χαρακτηριστικό του πλαστικού, η υψηλή του ανθεκτικότητα, είναι ο λόγος που τα υπολείμματά του είναι πολύ λίγα. Τα μόνα πλαστικά υλικά που δεν ανακυκλώνονται είναι το

PVC, το πολυστυρένιο, και τα πλαστικά υλικά συσκευασίας. Η αποτέφρωση δεν συνίσταται λόγω των εκπομπών επικίνδυνων ρύπων, ιδιαίτερα διοξινών και φουρανίων.

7.9 Ανακυκλωμένη Ασφαλτος

Όταν τα αδρανή αναμιγνύονται με ασφαλτικό συνδετικό υλικό από κατεδάφιση, η αποκατάσταση ή η βελτίωση των πεζοδρομίων από ασφαλτο θεωρούνται ως παράγωγο με υψηλά τεχνικά χαρακτηριστικά λόγω της ομοιογένειάς του και της εξαιρετικής αποστραγγιστικής του συμπεριφοράς. Επιπλέον, τα χαρακτηριστικά του συνδετικού υλικού που περιέχει, κάνει το υλικό να σκληραίνει σε υψηλές θερμοκρασίες, τυπικές της καλοκαιρινής περιόδου, βελτιώνοντας εμφανώς τη αντοχή του. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως:

- Υλικό υπό-βάσης και δρόμων
- Υλικό αποστραγγιστικό ή αποχετευτικό
- Υλικό για δρόμους και συντήρηση μονοπατιών

8. Χρήση Περιβαλλοντικά Φιλικών Τεχνολογιών (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας)

Χρησιμοποιώντας ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές μπορεί να μειωθεί σημαντικά η ενεργειακή κατανάλωση, καθώς επίσης και οι εκπομπές θερμοκηπιακών ρύπων. Τέτοιες πηγές είναι:

- Ηλιακή ενέργεια: χρησιμοποιώντας ηλιακά panels, μπορεί να θερμανθεί το νερό και ακόμα να παραχθεί ενέργεια.
- Γεωθερμική ενέργεια: χρησιμοποιεί την ενέργεια που συσσωρεύεται στο εσωτερικό της γης.
- Βιομάζα: το καύσιμο αποκτάται από φυτικό υλικό και οργανικά υπολείμματα, όπως τα καυσόξυλα.
- Αιολική ενέργεια: χρησιμοποιείται για παραγωγή ηλεκτρισμού και άντληση νερού.

8.1 Χρήση Τεχνολογιών Ηλιακής Ενέργειας

Τα οικιακά κτίρια καταναλώνουν ενέργεια καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους για τις καθημερινές και φυσικές δραστηριότητες, π.χ. κατασκευή, θέρμανση, φωτισμό, ακόμα και μετακινήσεις, των οποίων οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο σημαντικές αναλόγως του σχεδιασμού της κατασκευής. Οι αστικές κατασκευές πρέπει να είναι

προγραμματισμένες έτσι ώστε να προωθούν την κατασκευή και μετακίνηση χαμηλών ενεργειακά μορφών. Οι σχεδιαστές πρέπει να εφαρμόζουν τοπικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για θέρμανση και εκπόνηση των δραστηριοτήτων εντός του χώρου. Οι εκπομπές άνθρακα από την ενεργειακή κατανάλωση αποτελούν υψηλό ποσοστό των θερμοκηπιακών εκπομπών. Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της.

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

την άμεση παραγωγή θερμότητας, με ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα.

την άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με την εκμετάλλευση του φωτοβολταϊκού φαινομένου

8.1.1 Ζεστό Νερό από τον Ήλιο

Σε πολλές περιοχές του πλανήτη, τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού χρήσης γνωστά και ως ηλιακά συστήματα Ζ.Ν.Χ. (Ζεστό Νερό Χρήσης) μπορούν να καλύψουν από 50 έως 100% της ζήτησης ζεστού νερού στις κατοικίες. Αποτελούνται από δύο βασικά μέρη: τον συλλέκτη και το δοχείο αποθήκευσης. Διαφοροποιούνται όμως αρκετά στο σχεδιασμό και διακρίνονται συνήθως σε ανοικτού (άμεσα) ή κλειστού (έμμεσα) κύκλου, παθητικά (με φυσική κυκλοφορία) ή ενεργητικά (με αντλίες για κυκλοφορία του νερού). Σχεδόν όλα τα ηλιακά συστήματα απαιτούν και βοηθητική πηγή θερμότητας για τις περιόδους με μικρή ηλιακή ακτινοβολία σχετικά με τη ζήτηση. Τα ηλιακά συστήματα έχουν μεγάλο αρχικό κόστος αγοράς και εγκατάστασης σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα αλλά έχουν μικρό έως μηδενικό κόστος λειτουργίας. Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης νερού χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια άμεσα για την θέρμανση είτε νερού είτε άλλου θερμικού υγρού, όπως π.χ. μίγματος νερού με αντιψυκτικό. Αυτό επιτυγχάνεται με ηλιακούς συλλέκτες οι οποίοι συνήθως εγκαθίστανται στις οροφές κτιρίων. Το ζεστό νερό στη συνέχεια αποθηκεύεται σε δεξαμενή όπως και στα άλλα συστήματα θέρμανσης νερού. Αυτά τα συστήματα είναι ανταγωνιστικά για την θέρμανση νερού οικιακής χρήσης και νερού σε πισίνες.



Εικόνα 44 Ηλιακός συλλέκτης



Εικόνα 45 Θερμοδοχείο.

8.1.2 Ηλιακή Ενέργεια μέσω Φωτοβολταϊκών

Ο όρος ηλιακή ενέργεια περιλαμβάνει όλη την ενέργεια, που φτάνει στη γη από τον ήλιο και χωρίζεται σε δύο τύπους χρήσης, την ηλιακή θέρμανση και το ηλιακό ρεύμα. Η σημαντικότερη χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι ο ηλιακός ηλεκτρισμός, ο οποίος παράγεται απευθείας από το ηλιακό φως με τη χρήση φωτοβολταϊκών κυττάρων.

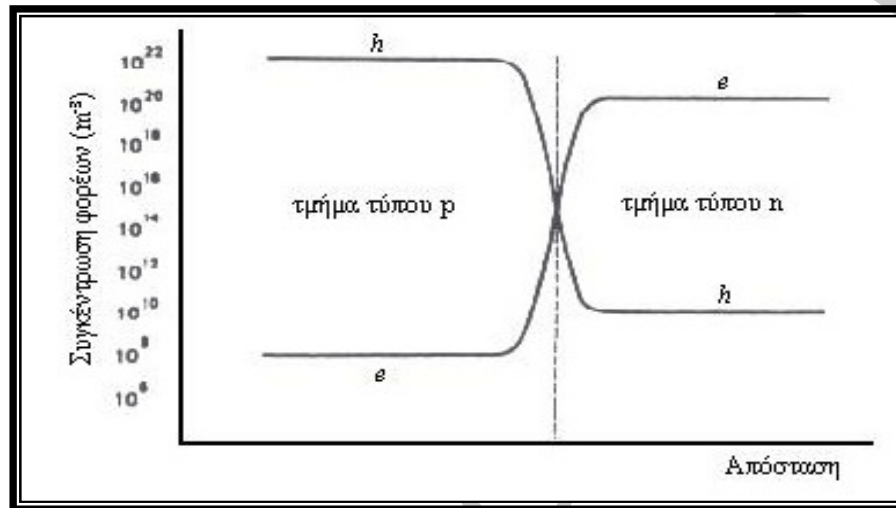
Η λέξη ‘φωτοβολταϊκά’ αναφέρεται σε μια ηλεκτρική τάση, που προκαλείται από το φως. Τα περισσότερα ηλιακά κύτταρα φτιάχνονται από ένα είδος πυριτίου. Καθώς το ηλιακό φως εκπέμπεται στην επιφάνεια του πυριτίου, παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από μια διαδικασία, η οποία είναι γνωστή ως φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Κάθε ηλιακό κύτταρο πυριτίου παράγει περίπου 0.5 - 0.6V. Τα ηλιακά κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους σε συστοιχίες για να παράγουν υψηλή τάση. Συνδεδεμένα κατά αυτόν τον τρόπο, πολύ συχνά ονομάζονται ηλιακά πλαίσια, αλλά τα ονόματα που χρησιμοποιούνται από τους προμηθευτές είναι συνήθως υπομονάδες ηλιακού κυττάρου, φωτοβολταϊκές υπομονάδες, ή Φ/Β υπομονάδες. Μόνο τους τα φωτοβολταϊκά κύτταρα ή αλλιώς “ηλιακά κύτταρα” ενώνονται ηλεκτρικά για να σχηματίσουν φωτοβολταϊκές υπομονάδες, που είναι οι οικοδομικοί λίθοι των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Η υπομονάδα είναι η μικρότερη φωτοβολταϊκή υπομονάδα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει σημαντικό ποσό φωτοβολταϊκής ενέργειας και κατασκευάστηκε με διαφορετικές ηλεκτρικές αποδόσεις, που κυμαίνονται από μερικά watts ως και περισσότερα από 100 watts συνεχούς ρεύματος (DC). Οι υπομονάδες μπορούν να συνδέονται σε φωτοβολταϊκές διατάξεις, για να τροφοδοτούν μία ευρεία ποικιλία ηλεκτρικού εξοπλισμού.

Δύο βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών τεχνολογιών, που είναι διαθέσιμοι εμπορικά, είναι το κρυσταλλικό πυρίτιο και η λεπτή μεμβράνη. Όσον αφορά την τεχνολογία του κρυσταλλικού πυριτίου, κάθε ένα κύτταρο είναι κομμένο σε μεγάλα μονά κρύσταλλα ή σε ράβδους από κρυσταλλικό πυρίτιο. Στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών του άμορφου πυριτίου, το υλικό των φωτοβολταϊκών είναι τοποθετημένο σε γυαλί ή σε λεπτό μέταλλο, που μηχανικά υποστηρίζει το κύτταρο ή την υπομονάδα. Επιπροσθέτως, στις φωτοβολταϊκές υπομονάδες, η σύνθεση που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί ένα φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να συμπεριλαμβάνει έναν ελεγκτή της φορτιζόμενης μπαταρίας, μπαταρίες, έναν μετατροπέα συνεχούς - εναλλασσόμενης τάσης ή μονάδα προσαρμογής ηλεκτροπαραγωγής PCU – Power Conditioning Unit (για εναλλακτική - συνεχή φόρτιση), διακόπτες ασφαλείας και ηλεκτρικές ασφάλειες, ηλεκτρικό κύκλωμα εδάφους και ηλεκτρικές συνδέσεις.

Η τεχνολογία των ηλιακών κυττάρων είναι μία διάταξη ηλεκτρικής μετατροπής, η οποία είναι ικανή να μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια (βομβαρδισμό φωτονίων) σε ηλεκτρική ενέργεια, παράγοντας μια ροή ηλεκτρονίων, όταν είναι συνδεδεμένη με συσκευή φόρτισης. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο είναι πολύ εντονότερο στα μέταλλα που είναι αγωγοί, ενώ πραγματοποιείται δυσκολότερα σε υλικά που χαρακτηρίζονται ως μονωτές. Κάτι τέτοιο συμβαίνει γιατί το φράγμα δυναμικού, που χωρίζει την ζώνη σθένους από τη ζώνη αγωγιμότητας, είναι πολύ μικρότερο στους αγωγούς από ότι στους μονωτές. Έτσι, τα ηλεκτρόνια των αγωγών απελευθερώνονται με την ελάχιστη ενέργεια, ενώ αυτά των μονωτών απαιτούν τεράστια ποσά ενέργειας. Η ενδιάμεση κατάσταση περιγράφεται από υλικά γνωστά ως ημιαγωγοί, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως για την κατασκευή φωτοβολταϊκών κυττάρων. Οι κυριότεροι ημιαγωγοί είναι τετρασθενή στοιχεία (έχουν δηλαδή τέσσερα e^- στην εξωτερική τους στιβάδα), όπως το πυρίτιο (Si), το γερμάνιο (Ge) ή χημικές ενώσεις όπως το αρσενικούχο γάλλιο (GaAs), το θειούχο κάδμιο (CdS), με τετραεδρική κρυσταλλική δομή. Όταν φωτόνιο ενέργειας $h\nu$ μεγαλύτερης της διαφοράς ενέργειας E_g , αλληλεπιδράσει με ηλεκτρόνιο της Ζώνης Σθένους, το αναβαθμίζει ενεργειακά και το μεταφέρει στη Ζώνη Αγωγιμότητας. Το ηλεκτρόνιο αφήνει πίσω του μια «οπή». Στη Ζώνη Αγωγιμότητας, το ηλεκτρόνιο κινείται ελεύθερα και το σύστημα δύναται να άγει ηλεκτρισμό, μετατρεπόμενο υπό κατάλληλες συνθήκες σε γεννήτρια ρεύματος.

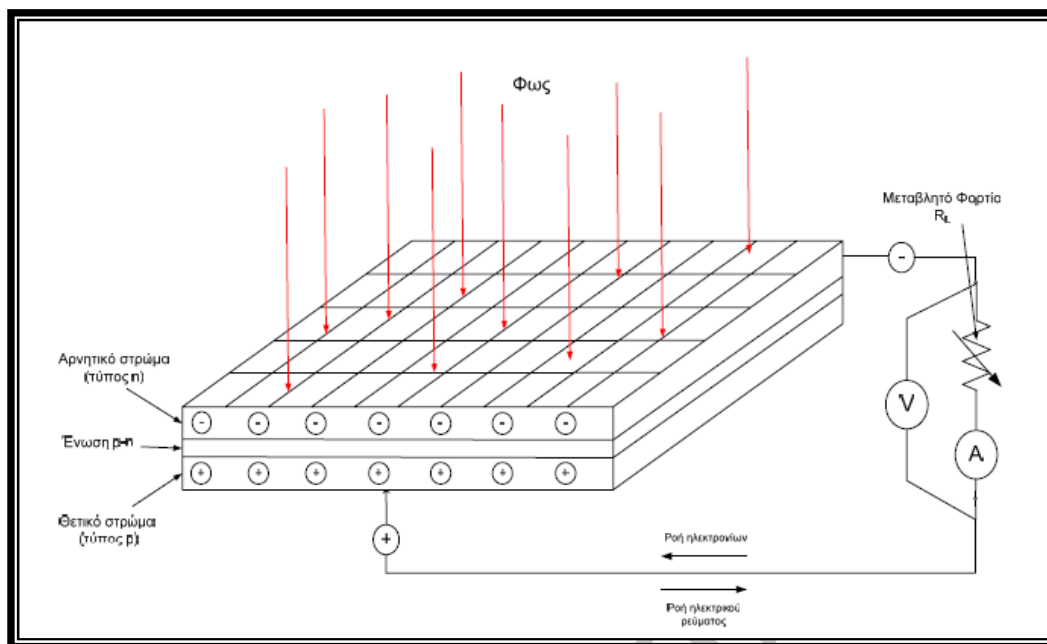
Πριν από τη χρήση των ημιαγωγών για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών κυττάρων, απαραίτητος είναι ο εμποτισμός τους από ξένα σώματα. Ανάλογα με το είδος της πρόσμιξης που θα χρησιμοποιηθεί, ο ημιαγωγός χαρακτηρίζεται είτε ως τύπου n (negative-αρνητικού), είτε ως τύπου p (positive-θετικού). Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή του n - τύπου χρησιμοποιείται ο φώσφορος, ενώ ως πρώτη ύλη για την παραγωγή του p - τύπου χρησιμοποιείται το βόριο. Οι ημιαγωγοί τύπου p διαθέτουν περίσσεια θετικών φορτίων ή οπών, ενώ στους ημιαγωγούς τύπου n πλειοψηφούν τα αρνητικά φορτία, δηλαδή τα ηλεκτρόνια. Όταν τα δύο αυτά

διαφορετικά στρώματα των ημιαγωγών έρθουν σε επαφή, στο σημείο επαφής δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο, καθώς από τη μια πλευρά υπάρχουν ελεύθερα θετικά φορτία (τύπου p) και από την άλλη ελεύθερα αρνητικά (τύπου n). Όταν φωτόνιο ικανής ενέργειας προσπέσει στην επαφή n - p, έχει μεγάλη πιθανότητα να αλληλεπιδράσει με ένα ηλεκτρόνιο της ζώνης σθένους και να το ανεβάσει στη ζώνη αγωγιμότητας δημιουργώντας συγχρόνως και μία οπή.



Εικόνα 46 Δυναμική ισορροπία συγκέντρωσης e⁻ και οπών περι τη διεπαφή n - p

Το e⁻ οδεύει προς το χώρο του n ημιαγωγού και η οπή στον p. Με τη πρόσπτωση του φωτός στις δύο περιοχές p και n, δημιουργούνται επιπλέον ηλεκτρόνια και οπές, που διαταράσσουν τη δυναμική ισορροπία, που είχε σχηματισθεί. Λόγω των προσπιπτόντων φωτονίων, ηλεκτρόνια μεταπηδούν στη ζώνη αγωγιμότητας και τότε αυτά, που βρίσκονται στον ημιαγωγό p, κινούνται προς την περιοχή n, ενώ οι οπές από την n κινούνται προς την p, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες των δύο τμημάτων της διόδου. Αν αυτές οι δύο επιφάνειες των ημιαγωγών συνδεθούν μεταξύ τους μέσω κάποιων ακροδεκτών και παρεμβληθεί ανάμεσά τους μία αντίσταση φορτίου, είναι προφανές, ότι τα ηλεκτρόνια, που έχουν μαζευτεί στον ημιαγωγό τύπου n, θα κινηθούν μέσω των καλωδίων προς τον ημιαγωγό τύπου p, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος .



Εικόνα 47 Σύνδεση ημιαγωγών για τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος

Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα μπορούν να κατασκευαστούν με πολλούς τρόπους, αλλά και με διάφορα υλικά. Το πιο διαδεδομένο υλικό κατασκευής είναι το πυρίτιο (Silicon). Έτσι, κατασκευάζονται φωτοβολταϊκά κύτταρα από μονόκρυσταλλικό ή πολύκρυσταλλικό πυρίτιο, όπως και από άμορφο πυρίτιο. Φωτοβολταϊκά κύτταρα όμως κατασκευάζονται και από συνδυασμούς άλλων υλικών, όπως γαλλίου Αρσενίου (GaAs), καδμίου-τελλουρίου (CdTe) και χαλκού-ινδίου-δισεληνίου (CuInSe₂ ή CIS). Έτσι, παρέχεται μια μεγάλη γκάμα φωτοβολταϊκών, που διαφέρουν τόσο σε κόστος, όσο και σε βαθμό απόδοσης. Ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής τους, τα φωτοβολταϊκά κύτταρα μπορούν να διακριθούν σε δύο διαφορετικές ομάδες. Η πρώτη ομάδα, η οποία χρησιμοποιείται συνήθως σε οικιακές εφαρμογές, χρησιμοποιεί την τεχνολογία thick film και υλοποιεί τα φωτοβολταϊκά από συνδυασμό διακριτών κυττάρων, ενώ η δεύτερη ομάδα χρησιμοποιεί την τεχνολογία των λεπτών μεμβρανών (thin film). Τα πλαίσια λεπτής μεμβράνης αυτά κατασκευάζονται από την απόθεση εξαιρετικά λεπτών στρωμάτων φωτοβολταϊκών υλικών πάνω σε ένα χαμηλού κόστους στήριγμα, όπως γυαλί, ανοξειδωτο χάλυβα ή πλαστικό. Τα ξεχωριστά φωτοβολταϊκά κύτταρα μορφοποιούνται εκείνη τη στιγμή με τη χρησιμοποίηση δεσμών laser. Προσφέρουν τη δυνατότητα ελάττωσης του κόστους κατασκευής και μπορούν να κατασκευασθούν χρησιμοποιώντας:

- poly-Si, λεπτού υμένα τεχνολογίας ZMR: Zone Melting Recrystallization
- CdTe
- ένωση χαλκού – ινδίου σεληνίου (CIGS ή CIS, με απόδοση περίπου 18%, για μικρή σειρά εφαρμογών)

Η απόδοση της τεχνολογίας thick film μπορεί να πλησιάσει αυτές που χρησιμοποιούνται στα ηλιακά κελιά, τα οποία είναι εκατοντάδες έως πολλές εκατοντάδες μικρά σε πάχος. Αυτές οι

προσεγγίσεις βασίζονται γενικά στην τεχνολογία του πυριτίου. Η απόδοση της λεπτής φωτοβολταϊκής μεμβράνης συνήθως πλησιάζει αυτές που χρησιμοποιούν ενεργά ημιαγώγιμα υλικά σε πάχος περίπου των 10μm ή και μικρότερα σε πάχος.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που κυκλοφορούν στο εμπόριο, αποτελούνται από στοιχεία, τα οποία προστατεύονται από πάνω με φύλλο γυαλιού ή διαφανούς πλαστικού και από κάτω με φύλλο ανθεκτικού υλικού, συνήθως μετάλλου ή ενισχυμένου πλαστικού. Το πάνω και κάτω προστατευτικό φύλλο συγκρατούνται μεταξύ τους στεγανά και μόνιμα. Στο εμπόριο συνήθως τα πλαίσια παρουσιάζουν τάσεις από 4V έως 22V, ρεύμα 0,5A έως 2,5A, ισχύ αιχμής (παραγόμενη μέγιστη ισχύς όταν το πλαίσιο δεχτεί ηλιακή ακτινοβολία με πυκνότητα ισχύος 1kW/m²) 2WP έως 200Wp και συντελεστή απόδοσης 6% έως 17%. Επίσης, συχνά χρησιμοποιούνται στα πλαίσια δίοδοι για την προστασία (δίοδοι απομόνωσης, blocking diodes) και τη βελτίωση της απόδοσης τους (δίοδοι παράκαμψης, bypass diodes).

Οι κυριότεροι τύποι κυψελών φωτοβολταϊκών, που διατίθενται στην αγορά, διακρίνονται σε:

Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου (x-Si):

- Μέγιστη απόδοση (σε εργαστήριο): ~24%
- Παρούσα απόδοση στη μαζική παραγωγή: ~14% - 17%
- Παρόν μερίδιο αγοράς: ~20%

Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου (P-Si) (με λιγότερο καλή κρυσταλλογραφική ποιότητα και μικρότερη καθαρότητα από το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο):

- Μέγιστη απόδοση (σε εργαστήριο): ~18%
- Παρούσα απόδοση στη μαζική παραγωγή: ~13% - 15%
- Παρόν μερίδιο αγοράς: 70%

Άμορφου Πυριτίου (a-Si):

- Μέγιστη απόδοση (σε εργαστήριο): ~13%
- Παρούσα απόδοση στη μαζική παραγωγή: ~5% - 7%
- Παρόν μερίδιο αγοράς: 10%

Θειούχου Καδμίου:

- Άμεσος ημιαγωγός (CdS)
- Χαμηλό κόστος
- Μικρή Απόδοση ($\leq 10\%$)

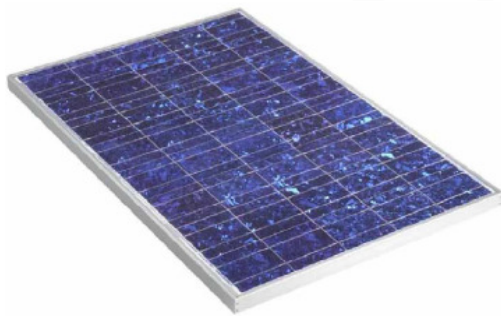
Αρσενικούχου Γάλλιου:

- Άμεσος ημιαγωγός (GaAs)
- Μεγάλο κόστος
- Μεγάλη Απόδοση (~20%)

HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer- Ετεροεπαφή με Εσωτερικό λεπτό στρώμα): Οι κυψέλες τεχνολογίας HIT αποτελούνται από ένα λεπτό δίσκο μονοκρυσταλλικού πυριτίου, ο οποίος περιβάλλεται από εξαιρετικά λεπτά στρώματα άμορφου πυριτίου.

- Μεγαλύτερη απόδοση
- Καλύτερες επιδόσεις σε υψηλές θερμοκρασίες
- Υψηλότερη ετήσια παραγωγή ανά μονάδα επιφάνειας από τις συμβατικές κυψέλες

Τα μονοκρυσταλλικά κύτταρα πυριτίου είναι τα παλαιότερα και τα πιο ακριβά, αλλά με την πιο αποδοτική τεχνολογία. Τα πολυκρυσταλλικά κύτταρα πυριτίου είναι κατασκευαστικά φτηνότερα και έχουν μικρότερη απόδοση μετατροπής σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά κύτταρα, η οποία κυμαίνεται μεταξύ 12-13%. Όσον αφορά την τεχνολογία του άμορφου πυριτίου έχει κερδίσει πολύ έδαφος. Το άμορφο πυρίτιο δεν είναι συνήθως κοντά στην απόδοση με το μονοκρυσταλλικό ή το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο. Ο βαθμός της απόδοσής του πολύ μικρότερος από ότι στο μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Εν τούτοις, με τα νέα ημιαγώγιμα υλικά και τις τεχνικές σχεδίου των κυττάρων έχει γίνει δυνατό για τα a-Si λεπτής μεμβράνης φωτοβολταϊκά κύτταρα να συναγωνίζονται την απόδοση μετατροπής με άλλες τεχνολογίες, με πολύ μικρότερο κόστος. Οι αποδόσεις στην κορυφή των 5-10%, και το άμεσο μελλοντικό κόστος να κυμαίνεται από 1 έως 2 ευρώ για τη μέγιστη ισχύ τους, κάνει την τεχνολογία αυτή πολύ ελκυστική και πρακτική, όταν την ίδια στιγμή τα κόστη για τις άλλες τεχνολογίες κυμαίνονται από 3 ως 10 ευρώ.



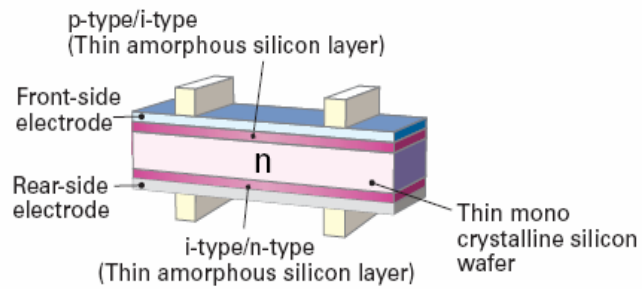
Εικόνα 48 Πολυκρυσταλλικού πυριτίου



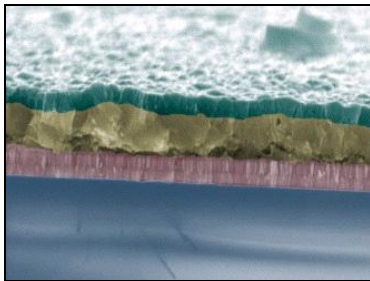
Εικόνα 49 Μονοκρυσταλλικού πυριτίου



Εικόνα 50 Άμορφου πυριτίου



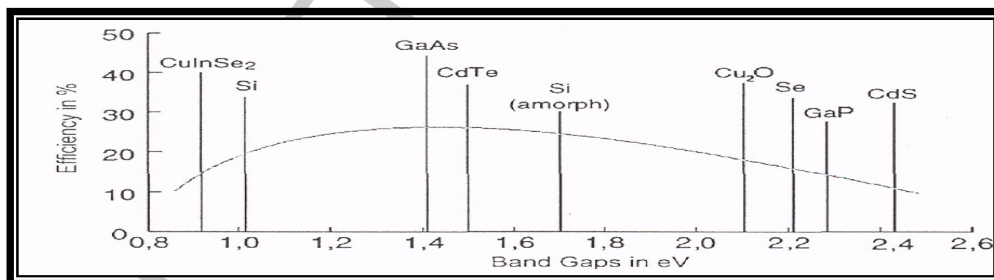
Εικόνα 51 HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin layer)



Εικόνα 52 CIS Solar Cell

Τύπος χρησιμοποιούμενου υλικού	Τυπική απόδοση φ/β πλαισίου [%]	Μέγιστη καταγραφείσα απόδοση φ/β πλαισίου [%]	Μέγιστη καταγραφείσα εργαστηριακή απόδοση φ/β πλαισίου [%]
Μονοκρυσταλλικό Si	12-15	22,7	24,7
Πολυκρυσταλλικό Si	11-14	15,3	19,8
Άμορφο Si	5-7	-	12,7
CdTe	-	10,5	16,0
CIGS	-	12,1	18,2

Πίνακας 14 Απόδοση φωτοβολταϊκών - συνάρτηση υλικού κατασκευής



Εικόνα 53 Διάγραμμα απόδοσης φωτοβολταϊκών - συνάρτηση υλικού κατασκευής

Ανεξάρτητα από το μέγεθος, ένα χαρακτηριστικό φωτοβολταϊκό κύτταρο πυριτίου παράγει περίπου συνεχές ρεύμα της τάξεως των 0,5 - 0,6 Volt σε ανοικτό κύκλωμα, χωρίς κάποιο αρχικό φορτίο. Η έξοδος ρεύματος (ισχύος) ενός φωτοβολταϊκού κυττάρου εξαρτάται από την αποδοτικότητα και το μέγεθος (της περιοχής της επιφάνειας), και είναι ανάλογη της έντασης του ηλιακού φωτός, που χτυπά την επιφάνεια του κυττάρου. Ακόμα και κατά τις περιόδους συννεφιάς, ένα φωτοβολταϊκό κύτταρο εξακολουθεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, έχοντας όμως κατά πολύ μειωμένη απόδοση. Από την άλλη μεριά, σε περιόδους καύσωνα η απόδοση

ενός φωτοβολταϊκού κυττάρου ελαττώνεται επίσης αισθητά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι, σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας, που μετατρέπεται από το φωτοβολταϊκό κύτταρο σε ηλεκτρικό ρεύμα, μειώνεται σημαντικά. Πιο συγκεκριμένα, ο βαθμός απόδοσης ενός ηλιακού κυττάρου είναι ίσος με τη μονάδα στους 20°C, ενώ σε περίπτωση αύξησης της θερμοκρασίας έχουμε μείωση της απόδοσης κατά 0.004 - 0.005 ανά βαθμό °C. Το τελευταίο αποτελεί και ένα βασικό μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Σε μια κατάσταση αιχμής, αν ένα χαρακτηριστικό εμπορικό φωτοβολταϊκό κύτταρο με μια περιοχή επιφάνειας 160 cm² (~25 ip²) παράγει περίπου μέγιστη ισχύ 2 Watt και κάποια άλλη στιγμή μειωθεί η ένταση του ηλιακού φωτός στο 40% της μέγιστης έντασής του, τότε αυτό το κύτταρο θα παράγει περίπου 0,8 Watts.

Κάνοντας σύγκριση μεταξύ κρυσταλλικών και άμορφων φωτοβολταϊκών πλαισίων πυριτίου προκύπτει, ότι η απόδοση των κρυσταλλικών (13 – 18%) είναι σαφώς μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή των άμορφων (5 – 8%). Επίσης η διάρκεια ζωής των κρυσταλλικών υπερβαίνει τα 25 χρόνια, ενώ των άμορφων τα 20 χρόνια. Σημαντικά πλεονεκτήματα όμως έχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια άμορφου πυριτίου έναντι των κρυσταλλικών όσον αφορά το κόστος και την απλότητα κατασκευής, καθώς τα πλαίσια άμορφου πυριτίου κατασκευάζονται από φθηνή πρώτη ύλη. Επίσης η επίδραση της θερμοκρασίας στα πλαίσια άμορφου πυριτίου είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τα κρυσταλλικά πλαίσια.



Εικόνα 54 Επίδραση θερμοκρασίας σε Φ/Β κρυσταλλικού και άμορφου πυριτίου

Κάθε φωτοβολταϊκή γεννήτρια κρυσταλλικού πυριτίου αποτελείται συνήθως από 30 έως 36 ηλιακά κύτταρα, τα οποία είναι εν σειρά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Τα ηλιακά κύτταρα αυτά εγκλείονται με θερμική διεργασία μέσα σε διαφανή ερμητικά σφραγισμένη πολυμερή μεμβράνη, που στην εμπρός πλευρά προσαρμόζεται ανθεκτικό γυαλί ειδικών προδιαγραφών. Το πάχος της όλης κατασκευής μαζί με το γυαλί δεν ξεπερνά τα 5 χιλιοστά και συνήθως τοποθετείται σε πλαίσιο αλουμινίου για εύκολη τοποθέτηση και για να αποκτήσει μηχανική αντοχή. Η διαδικασία παραγωγής του κρυσταλλικού πυριτίου έχει πολλά και ενεργειοφόρα βήματα.

Η διαδικασία παραγωγής των φωτοβολταϊκών γεννητριών λεπτών μεμβρανών χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη δυνατότητα αυτοματισμού της παραγωγής και οικονομία πρώτων υλών, λόγω του μικρού πάχους των ενεργών υλικών. Ομοίως, τα ηλιακά κύτταρα λεπτών μεμβρανών εγκλείονται σε ερμητικά σφραγισμένη συσκευασία για προστασία από την υγρασία. Βασική διαφορά με τα ηλιακά κύτταρα κρυσταλλικού πυριτίου αποτελεί το γεγονός, ότι στα ηλιακά κύτταρα λεπτών μεμβρανών η επίστρωση των υλικών γίνεται κατ' αρχήν σε ολόκληρη την επιφάνεια της ηλιακής γεννήτριας, συνήθως σε κατάλληλα προετοιμασμένη γυάλινη επιφάνεια, και κατόπιν με ακτίνες λέιζερ αφαιρούνται λεπτές λωρίδες υλικού και δημιουργούνται τα ηλιακά κύτταρα, τα οποία ύστερα συνδέονται ηλεκτρικά μεταξύ τους και συνθέτουν τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια.

Στον πίνακα 14 παρουσιάζονται συνοπτικά συγκριτικά χαρακτηριστικά των τεχνολογιών φωτοβολταϊκών κρυσταλλικού πυριτίου και φωτοβολταϊκών λεπτών μεμβρανών

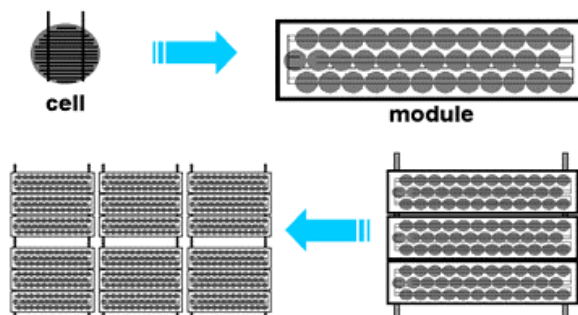
	Κρυσταλλικό πυρίτιο	Λεπτή μεμβράνη
Πάχος ηλιακών στοιχείων	200 - 350 μm	2 - 10 μm
Χρήση πρώτων υλών για τα ηλιακά στοιχεία	Υψηλή	Χαμηλή
Διαδικασία παραγωγής	Πολλών ξεχωριστών βημάτων	Ολοκληρωμένη διαδικασία παραγωγής
Αρχική επένδυση εξοπλισμού ολοκληρωμένης γραμμής παραγωγής (>10MWp/έτος)	3-8 Euro/Wp	0,5-3 Euro/Wp
Απόδοση Φ/Β γεννητριών	12-16%	4-10%
Συνήθης εγγύηση από τους κατασκευαστές για την ισχύ των Φ/Β γεννητριών	20-25 χρόνια	5-10 χρόνια

Πίνακας 15 Σύγκριση Φ/Β κρυσταλλικού πυριτίου – Λεπτής μεμβράνης

Για να αυξηθεί η παραγόμενη τάση στο επιθυμητό επίπεδο, που συνήθως είναι από 14V μέχρι 18V ανά υπομονάδα, τα φωτοβολταϊκά κύτταρα θα πρέπει να συνδέονται σε σειρές, με τον αρνητικό πόλο του ενός κυττάρου να είναι ενωμένο με τον θετικό πόλο του επόμενου κυττάρου. Έπειτα, αυτές οι υπομονάδες μπορούν να συνδυαστούν σε μια παράλληλη καλωδίωση, για να πετύχουν μια υψηλότερη τάση ρεύματος, που είναι γνωστά ως πλαίσια.

Οι υπομονάδες των πλαισίων μπορούν να καλωδιωθούν σε συστοιχίες και να πετύχουν μια ακόμα υψηλότερη τάση, εάν αυτό είναι επιθυμητό. Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα συνδέονται ηλεκτρικά σε σειρά διάταξης ή / και παράλληλα σε κυκλώματα με τα υψηλότερα επίπεδα

ηλεκτρικών τάσεων, ρευμάτων και επιπέδων ισχύος. Μια φωτοβολταϊκή συστοιχία είναι μια πλήρης μονάδα ισχύος, που αποτελείται από οποιοδήποτε αριθμό φωτοβολταϊκών πλαισίων



Εικόνα 55 Φωτοβολταϊκά κύτταρα, υπομονάδες, πλαίσια και διατάξεις

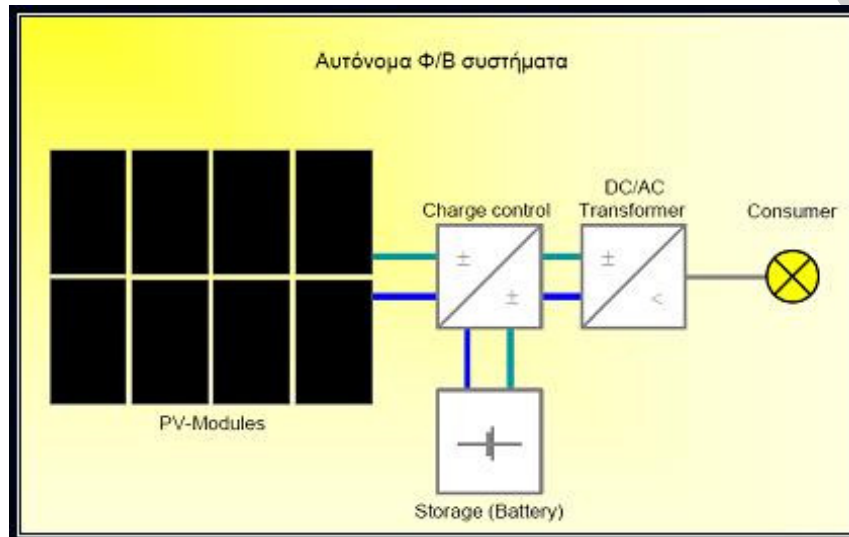
Ανάλογα με τη διάταξη υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων:

- Τα αυτόνομα ή μη διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα
- Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα με το δίκτυο και
- Τα υβριδικά φωτοβολταϊκά συστήματα

Μία εγκατεστημένη φωτοβολταϊκή διάταξη περιλαμβάνει όλα τα συστήματα ηλεκτρικών καλωδίων, ηλεκτρικών συνδέσμων και μέσα αποθήκευσης ενέργειας (μπαταρίες). Η ισχύς που δίδεται από μία φωτοβολταϊκή διάταξη έχει τάση συνεχούς ρεύματος DC. Ένας ρυθμιστής φόρτισης χρησιμοποιείται, για να ελέγχει το ποσό του φορτίου, που αποταμιεύεται στους συσσωρευτές (μπαταρίες). Η αποθήκευση ενέργειας στις μπαταρίες γίνεται με σκοπό την ύπαρξη διαθέσιμης ενέργειας κατά τη διάρκεια της νύχτας ή τις ημέρες, κατά τις οποίες η ηλιοφάνεια είναι περιορισμένη και δεν επαρκεί για την κάλυψη των προβλεπόμενων αναγκών. Ο μετατροπέας χρησιμοποιείται για να μετατρέψει το συνεχές ρεύμα DC των μπαταριών σε κατάλληλο εναλλασσόμενο ρεύμα AC και στη συχνότητα, που απαιτείται για τις ηλεκτρικές συσκευές, τα φώτα, κτλ. Ένα τέτοιο σύστημα συνήθως αναφέρεται ως αυτόνομο σύστημα (stand - alone, SA). Οι συσσωρευτές αποτελούν «τον αδύναμο κρίκο» κάθε αυτόνομου συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, διότι ενώ είναι από τα πιο βασικά στοιχεία ενός τέτοιου συστήματος, ταυτόχρονα είναι το πιο ευαίσθητο από όλα τα υπόλοιπα. Αν και το κόστος τους δεν είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες ή τους αντιστροφείς ισχύος, μπορεί να αποβεί μεγάλο αν δεν γίνεται προσεκτική χρήση τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται δραστικά η αναμενόμενη διάρκεια ζωής τους και να χρειάζονται συνεχώς αντικατάσταση. Μελέτες δείχνουν ότι για ένα διάστημα 20 ετών η δαπάνη για τους συσσωρευτές ανέρχεται στο 55% του κόστους ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Τα αυτόνομα ή μη διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται για τις παρακάτω χρήσεις:

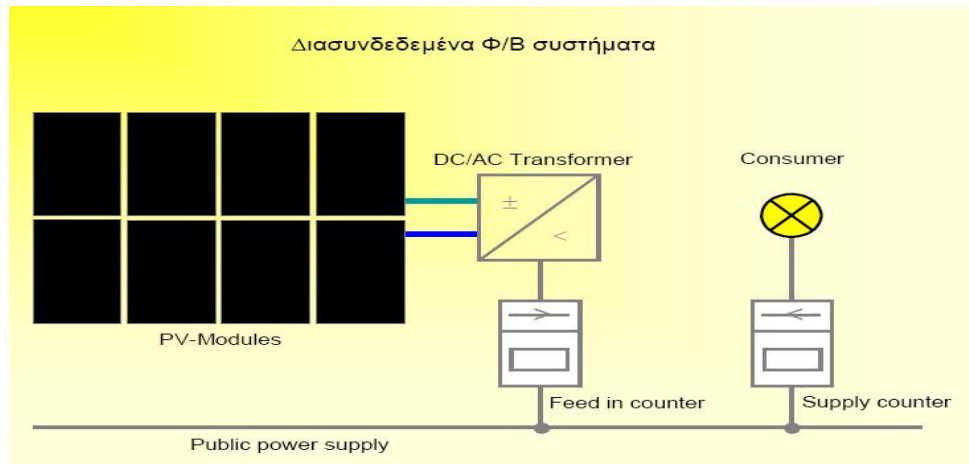
- Μη συνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, προορισμένα για οικιακές χρήσεις (Off - grid domestic)
- Μη συνδεδεμένα με το κεντρικό δίκτυο (Off-grid non-domestic), για εφαρμογές, όπως τηλεπικοινωνίες, άντληση νερών με ηλιακές αντλίες, βοηθήματα πλοήγησης σκαφών, καταγραφή μετεωρολογικών δεδομένων.



Εικόνα 56 Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα με μπαταρία αποθήκευσης ενέργειας

Σε περιοχές, όπου υπάρχει δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού, αυτό μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος. Στην περίπτωση αυτή, το παραγόμενο ρεύμα τροφοδοτεί κατευθείαν την κατανάλωση μέσω κατάλληλου μετατροπέα ισχύος δικτύου, ενώ η τυχόν περίσσεια ηλιακής ηλεκτρικής ενέργειας διοχετεύεται στο δίκτυο. Όταν η παραγωγή ρεύματος από τα φωτοβολταϊκά δεν καλύπτει τη ζήτηση, τότε αυτή συμπληρώνεται από το δίκτυο.

Ο μετατροπέας ισχύος τοποθετείται μεταξύ της φωτοβολταϊκής διάταξης και της επιχείρησης ηλεκτρισμού, που δίνει την ενέργεια. Ο μετατροπέας μετατρέπει τη συνεχή τάση DC από την φωτοβολταϊκή διάταξη σε εναλλασσόμενη AC, στην κατάλληλη τάση και συχνότητα, και τροφοδοτεί αυτή την τάση, μέσω του μετρητή ενέργειας, στις γραμμές της επιχείρησης ηλεκτρισμού. Καθώς, ο μετατροπέας τάσης συγχρονίζεται με τη συχνότητα του δικτύου του εναλλασσόμενου AC ρεύματος, η ποσότητα της μετρούμενης ποσότητας ενέργειας ελαττώνεται ή σταματά, ή στις περιπτώσεις, που η απαιτούμενη ενέργεια στο σπίτι είναι πολύ χαμηλή, η μετρούμενη ποσότητα στην πραγματικότητα αντιστρέφεται. Όταν η ακτινοβολία του ήλιου είναι ισχυρή, η ενέργεια επιστρέφει στην επιχείρηση ηλεκτρισμού. Το βράδυ ή τις μέρες με συννεφιά, η ενέργεια ανακτάται από την εταιρία ηλεκτροδότησης.



Εικόνα 57 Διασυνδεδεμένο με το δίκτυο φωτοβολταϊκό σύστημα

Στα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια, που δίνεται στο δίκτυο, και ο άλλος την ενέργεια, που παρέχει το δίκτυο. Στην περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης, καθώς και το κόστος συντήρησης. Για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας του δικτύου και της ασφάλειας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης θα πρέπει να ικανοποιούνται διάφορες τεχνικές απαιτήσεις, τόσο από την πλευρά του δικτύου, όσο και από την πλευρά του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η ονομαστική τάση και συχνότητα για ένα μονοφασικό κύκλωμα είναι 230V και 50Hz στην Ευρώπη. Η ονομαστική τάση και συχνότητα για ένα τριφασικό κύκλωμα είναι 380 / 400V και 50Hz στην Ευρώπη. Τα πλεονεκτήματα, που προκύπτουν από την τοποθέτηση διασυνδεδεμένων φωτοβολταϊκών συστημάτων στο δίκτυο είναι:

- Μείωση της ετήσιας ηλεκτρικής κατανάλωσης
- Παραγωγή «καθαρής» ηλεκτρικής ενέργειας
- Προβολή και διάδοση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας και των εφαρμογών της στα κτίρια
- Εξοικονόμηση καυσίμων και ρύπων προς το περιβάλλον
- Αποφυγή συστήματος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας
- Ενίσχυση του ηλεκτρικού δικτύου κατά τις ώρες αιχμής

Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι πιο απλά στο σχεδιασμό και στην κατασκευή σε σχέση με τα αυτόνομα, αλλά και πιο οικονομικά, διότι αποφεύγεται το κόστος των συσσωρευτών. Προϋποθέτουν όμως σύνδεση με κάποιο υπάρχον δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού. Για λόγους ασφαλείας, σε περίπτωση απώλειας του δικτύου, διακόπτεται η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα. Στην περίπτωση αυτή η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν χρησιμοποιείται. Τεχνολογικά βέβαια υπάρχει δυνατότητα χρήσης της ενέργειας αυτής, π.χ. για τη φόρτιση

συσσωρευτών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται εφεδρικά για επιλεγμένα φορτία. Το κόστος όμως ενός τέτοιου συστήματος είναι εξαιρετικά υψηλό.

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε κτίρια γίνεται συνήθως με την ενσωμάτωσή τους στην οροφή ή στην πρόσοψη ενός κτιρίου και πραγματοποιείται με πολλούς τρόπους. Στις καινοτόμες λύσεις, που έχουν υιοθετηθεί κατά καιρούς, περιλαμβάνεται και η χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων στη θέση άλλων δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου ή στα σκίαστρα. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε ένα κτίριο:

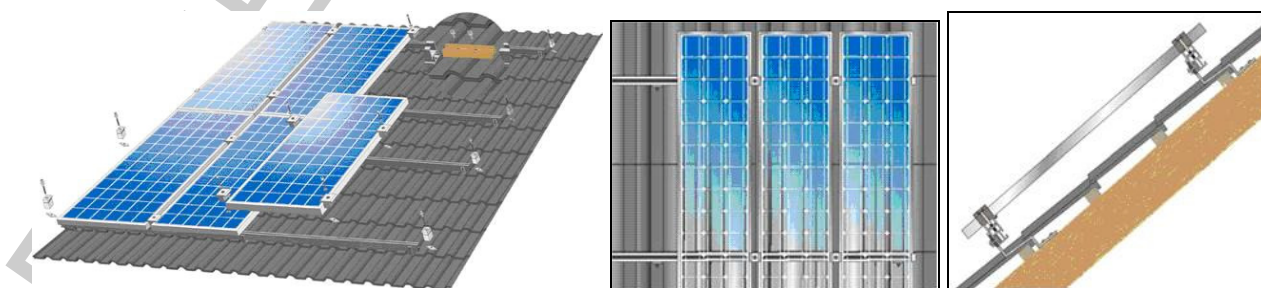
- Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από ξύλινα ή μεταλλικά είδη στηριγμάτων και οι περισσότεροι κατασκευαστές φωτοβολταϊκών συστημάτων προσφέρουν στηρίγματα, που ταιριάζουν ακριβώς στα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Σε μερικές περιπτώσεις η κλίση είναι ρυθμιζόμενη. Η τοποθέτηση αυτή προσφέρει εύκολη πρόσβαση, τόσο στο εμπρός, όσο και στο πίσω μέρος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ώστε να είναι δυνατή η συντήρησή τους. Εντούτοις, το κόστος είναι σχετικά υψηλό, γιατί απαιτείται η χρήση πρόσθετων υλικών και επιπλέον εργασία.
- Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους, η οποία εξέρχεται από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου. Η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου. Χρειάζεται, όμως, προσοχή για την καλή μόνωση των σημείων, στα οποία στηρίζεται η βάση. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει επίσης τον καλό αερισμό και την ψύξη των Φ/Β στοιχείων. Το κόστος είναι συνήθως μικρότερο σε σύγκριση με το κόστος, που απαιτεί η τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα, αλλά μεγαλύτερο από το κόστος των μεθόδων που περιγράφονται στη συνέχεια. Αποτελεί μια καλή λύση, ειδικά σε ανακαινιζόμενα κτίρια, στα οποία δεν είναι δυνατόν να γίνουν μεγάλες αλλαγές στο εξωτερικό του κελύφους.
- Απευθείας τοποθέτηση. Στην περίπτωση αυτή, η εξωτερική επίστρωση του κτιρίου αντικαθίσταται με φωτοβολταϊκά πλαίσια. Συχνά τα φωτοβολταϊκά στοιχεία τοποθετούνται με τρόπο, που το ένα να επικαλύπτει εν μέρει το άλλο, όπως ακριβώς τα κεραμίδια. Το φωτοβολταϊκό κάλυμμα προστατεύει το κτίριο, αλλά δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα για τη στεγανοποίησή του. Το κόστος όμως αυτής της μεθόδου είναι σχετικά χαμηλό, γιατί απαιτεί ελάχιστα πρόσθετα υλικά. Επίσης, η υποκατάσταση ορισμένων δομικών υλικών, που χρησιμοποιούνται για την εξωτερική κάλυψη του κελύφους από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια μειώνει το συνολικό κόστος



Εικόνα 58 Φωτοβολταϊκά πλαίσια σε κτίρια

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, που εγκαθίστανται σε οροφές διακρίνονται σε:

- Συστήματα φωτοβολταϊκών οροφής εγκατεστημένα σε επικλινείς οροφές : Για επικλινείς οροφές, υπάρχουν ποικίλα συστήματα αναχωρητών διαθέσιμα σε αλουμίνιο, τα οποία γαντζώνονται στην οροφή των κτιρίων. Η εγκατάσταση του συστήματος αλουμινίου γίνεται απ' ευθείας στη δομή της οροφής, είτε μέσω της ελασματοποίησης και αντικαθιστώντας τα κεραμίδια της οροφής, είτε μέσω ενός μεταλλικού συστήματος αγκίστρωσης, το οποίο τοποθετείται κάτω από τα ήδη υπάρχοντα κεραμίδια. Στην πρώτη περίπτωση, μεμβράνες και υλικά στεγανοποίησης χρησιμοποιούνται, για να εξασφαλίσουν την απαραίτητη μόνωση. Στην τελευταία περίπτωση οι ελασματοποιήσεις έχουν εγκατασταθεί σαν μια μετασκευή, με την τελική κατασκευή να καταλαμβάνει μια επίπεδη επιφάνεια πάνω από τα ήδη υπάρχοντα κεραμίδια. Στις παρακάτω φωτογραφίες παρουσιάζεται το σύστημα στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε επικλινείς στέγες. Το σύστημα αυτό βασίζεται στη χρήση πατενταρισμένων βασικών αλουμινένιων ραγών, οι οποίες μπορούν να τοποθετηθούν επάνω σε κεραμίδια, και επιτρέπει μια ιδιαίτερα εύκολη τοποθέτηση. Συμπεριλαμβάνονται άγκιστρα στέγης, ράγες, στηρίγματα στοιχείων και βίδες και κατασκευάζεται από αλουμίνιο και ανοξείδωτο χάλυβα

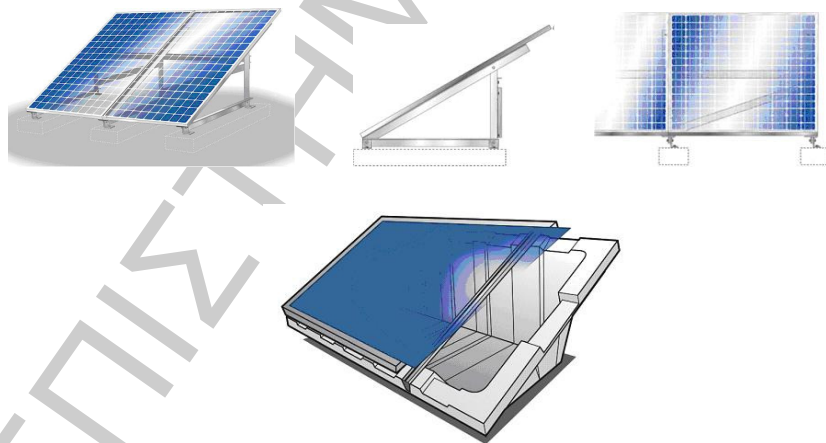


Εικόνα 59 Σύστημα τοποθέτησης Φ/Β πλαισίων

Μπροστινή Όψη

Πλάγια Όψη

- Συστήματα φωτοβολταϊκών οροφής εγκατεστημένα σε επίπεδες οροφές : Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στοιχείων σε επίπεδες οροφές είναι πιο απλή και εύκολη σε σχέση με τις επικλινείς. Το πλαίσιο των φωτοβολταϊκών υπομονάδων αποτελείται από μια αλουμινένια κατασκευή, η οποία αγκιστρώνεται στην επίπεδη οροφή, συνήθως υπό κλίση. Ένας τρόπος τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε επίπεδες οροφές είναι με την κατασκευή οριζόντιων τσιμεντένιων δοκαριών και την αγκίστρωση των πλαισίων σε αυτά. Τα τσιμεντένια δοκάρια κατασκευάζονται με σκοπό την σταθερή τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων, έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η ανατροπή τους λόγω της κλίσης τους από δυνατούς ανέμους. Προσοχή βέβαια χρειάζεται στον υπολογισμό του στατικού φορτίου όλης της κατασκευής τοποθέτησης, ώστε η συνολική στατική καταπόνηση της οροφής να βρίσκεται εντός επιτρεπτών ορίων. Ο τρόπος αυτός τοποθέτησης φωτοβολταϊκών πλαισίων χαρακτηρίζεται από το χαμηλό κόστος κατασκευής της βάσης. Στις επόμενες φωτογραφίες παρουσιάζεται το σύστημα στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε επίπεδες οροφές Solar Famulus της εταιρείας Conergy Ε.Π.Ε. Η σειρά Solar Famulus δημιουργεί μία κλίση 30° στην τοποθέτηση των πλαισίων και προσφέρει ταχύτητα στην εγκατάσταση καθώς και στιβαρότητα της κατασκευής. Όλα τα εξαρτήματα κατασκευάζονται, είτε από αλουμίνιο, είτε από ανοξείδωτο χάλυβα.



Εικόνα 60 Συστήματα τοποθέτησης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε επίπεδες οροφές της

8.2 Γεωθερμική Ενέργεια Τεχνολογίες Θερμικής Αντλησης

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά

τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμό σε μια περιοχή πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσης του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους υδροφόρους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια. Τα θερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού όπως προαναφέρθηκε είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση. Έτσι ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος. Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

- Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m²
- Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

- Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια 12×10⁶ kWh/yr.
- Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).
- Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

Τα γεωθερμικά συστήματα, εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι η γη διατηρεί σε σχετικά μικρό βάθος τη θερμοκρασία της σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Με τη χρήση ενός γεωεναλλάκτη, ενός συστήματος δηλαδή σωληνώσεων που τοποθετούμε στο υπέδαφος, μιας αντλίας γεωθερμίας όπου το νερό φτάνει από το δίκτυο του γεωθερμικού εναλλάκτη, σε σταθερή θερμοκρασία και ενός ενδοδαπέδιου συστήματος, μπορούμε να θερμάνουμε το χειμώνα και να δροσίσουμε το καλοκαίρι οποιαδήποτε κατοικία. Το χειμώνα το μίγμα νερού- γλυκόλης του εξωτερικού κυκλώματος απορροφά την αποθηκευμένη ενέργεια του εδάφους και με τη βοήθεια της αντλίας πετυχαίνουμε θερμοκρασίες νερού 35-45°C, αρκετές για τη λειτουργία της θέρμανσης του δαπέδου. Το καλοκαίρι το σύστημα ακολουθεί την αντίστροφη διαδικασία,

δηλαδή απάγει θερμότητα από το κτίριο και τη μεταφέρει στο γεωεναλλάκτη. Οι ανάγκες του κτιρίου, η έκταση του, ο περιβάλλον χώρος και ο γεωλογικός του χαρακτήρας ορίζουν τη μορφή και την επιλογή του γεωεναλλάκτη. Σύμφωνα με τα παραπάνω τα συστήματα γεωθερμίας είναι τα εξής:

- Οριζόντιο σύστημα, στο οποίο κυκλοφορεί ένα μίγμα νερού-γλυκόλης και το οποίο τοποθετείται σε μικρό βάθος (κλειστό κύκλωμα), όπου δεν υπάρχουν θερμοκρασιακές εναλλαγές λόγω καιρικών συνθηκών, καλύπτοντας επιφάνεια διπλάσια των τετραγωνικών μέτρων που θέλουμε να θερμάνουμε.
- Κατακόρυφο σύστημα, το οποίο το τοποθετείται σε μεγαλύτερο βάθος (κλειστό κύκλωμα) και όταν ο εξωτερικός χώρος δεν επαρκεί για τη δημιουργία οριζόντιου δικτύου. Στην περίπτωση αυτή εγκαθίστανται ζευγάρια σωληνώσεων τα οποία βυθίζονται σε γεώτρηση 60-100 μέτρων για να δεσμεύσουν την ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία της θέρμανσης και του δροσισμού.

Ανοιχτό σύστημα, το οποίο εκμεταλλεύεται τη θερμοκρασία των υπόγειων υδάτων αντλώντας νερό και επιστρέφοντας το στον ίδιο υδροφόρο ορίζοντα.



Εικόνα 61 Συστήματα γεωθερμίας

Ιδιαίτερα σημαντικές για τη λειτουργία των γεωθερμικών συστημάτων είναι οι αντλίες θερμότητας νερού/νερού, ή αλλιώς αντλίες γεωθερμίας. Εκμεταλλεύονται το γεωθερμικό δυναμικό του υπεδάφους, δηλαδή τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στο έδαφος, και τη μεταφέρουν στο νερό της ενδοδαπέδιας θέρμανσης ή στα ζεστά νερά χρήσης. Μπορούν να συνδυαστούν με όλες τις μορφές γεωθερμίας (οριζόντια, κάθετη ή ανοιχτού τύπου) παράγοντας ζεστό ή κρύο νερό για θέρμανση ή δροσισμό, αντίστοιχα. Ο υψηλός βαθμός απόδοσης των γεωθερμικών αντλιών τις καθιστά εξαιρετικά οικονομικές ως προς τη χρήση τους και εγγυάται τη συνεχή λειτουργία τους όλο το χρόνο. Η λειτουργία τους είναι η εξής. Το μίγμα νερού-γλυκόλης που κυκλοφορεί στο κύκλωμα του γεωεναλλάκτη απορροφά ενέργεια από το έδαφος και οδηγείται στον εξατμιστή ο οποίος δεσμεύει την ενέργεια αυτή. Μέσω του εξατμιστή μεταδίδεται στο ψυκτικό μέσο της αντλίας το οποίο μετατρέπεται από υγρό σε αέριο. Το ψυκτικό μέσο, το οποίο κινείται σε ένα κλειστό κύκλωμα, περνάει από το συμπιεστή και συμπιέζεται ώστε να αυξηθεί η πίεση και η θερμοκρασία του στην επιθυμητή τιμή. Έπειτα, οδηγείται στο συμπυκνωτή

όπου και αποβάλλει όλη τη θερμότητα που έχει αποθηκεύσει στο νερό του κυκλώματος της ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Το ψυκτικό μέσο μεταφέρεται στη βαλβίδα εκτόνωσης και εκτονώνεται, ώστε να επιστρέψει στον εξατμιστή και να επαναλάβει την ίδια διαδικασία. Η λειτουργία του δροσισμού είναι η αντίστροφη διαδικασία. Οι γεωθερμικές αντλίες έχουν πλήθος πλεονεκτημάτων μεταξύ των οποίων είναι:

- Ο μεγάλος συντελεστής απόδοσης (COP έως 5,7), δηλαδή, με 1KW καταναλισκόμενης ενέργειας, παράγονται 5,7KW χρηστικής ενέργειας. Αυτό σημαίνει οικονομικότερη λειτουργία σε σχέση με όλα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης.
- Η αυτονομία τους. Μια αντλία γεωθερμίας αντικαθιστά πλήρως τα κλασικά συστήματα θέρμανσης (λέβητας πετρελαίου, φυσικού αερίου, κ.α.). Τροφοδοτείται μόνο με ηλεκτρικό ρεύμα και η ίδια μονάδα παράγει θέρμανση, δροσισμό και ζεστά νερά χρήσης.
- Οι αντλίες στην λειτουργία τους είναι φιλικές προς το περιβάλλον, αφού χρησιμοποιούν ψυκτικό υγρό R410A και έχουν μηδενικές εκπομπές ρύπων.
- Το μικρό μέγεθος τους και η αθόρυβη λειτουργία τους.

Συμπερασματικά τα κύρια πλεονεκτήματα των γεωθερμικών συστημάτων είναι:

- Χαμηλό κόστος λειτουργίας, το 70% έως 80% της ενέργειας που απαιτείται για θέρμανση-δροσισμό απορροφάται από το γεωεναλλάκτη, το κόστος λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος είναι εξαιρετικά μειωμένο
- Φιλικότητα προς το περιβάλλον, καθώς δεν εξαντλεί τους ενεργειακούς πόρους και δεν παράγει ρύπους (μηδενικές εκπομπές CO₂)
- Ελευθερία χώρων, καθώς το μόνο που χρειάζεται είναι μία μικρή και συμπαγής αντλία.
- Μηδενική συντήρηση, ο γεωεναλλάκτης δεν χρειάζεται συντήρηση, ενώ η αντλία γεωθερμίας μόνο έναν περιοδικό έλεγχο
- Αθόρυβη και ασφαλής λειτουργία.

Σήμερα, οι πιο σημαντικές θερμικές εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας που είναι διαθέσιμη όλο το χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας, είναι η θέρμανση κτιρίων και θερμοκηπίων.

8.3 Αιολική Ενέργεια

Η παραγωγή ηλεκτρισμού μπορεί να είναι μικρής ή μεγάλης κλίμακας. Σε ιδιόκτητες μεμονωμένες κατοικίες σε αγροτικές περιοχές μπορούν να εγκατασταθούν μικροί ανεμόμυλοι, ενώ μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες ομαδοποιούνται φτιάχνοντας αιολικά πάρκα τα οποία είναι συνδεδεμένα με το ηλεκτροπαραγωγικό δίκτυο. Οι πρόσφατες βελτιώσεις όσον αφορά το

θόρυβο και άλλες επιπτώσεις μεγαλύτερων ανεμογεννητριών μπορεί να επιτρέψουν την εισαγωγή τους σε αστικές περιοχές στο εγγύς μέλλον.



Εικόνα 62 Μια ανεμογεννήτρια μικρής παραγωγής

8.4 Βιομάζα

Τα οργανικά υπολείμματα ανέκαθεν χρησιμοποιούνταν ως πηγή θέρμανσης στις αγροτικές περιοχές. Στο παρελθόν, η τεχνολογία έχει ενσωματωθεί σε αυτή τη χρήση. Στο παρόν στάδιο υπάρχουν δύο πιθανοί τρόποι εκμετάλλευσης της βιομάζας:

- Σε μεγάλη κλίμακα, μπορεί να προσδώσει θέρμανση και ζεστό νερό από τον ήλιο σε μεγάλη έκταση σε αστική περιοχή. Ένα παράδειγμα τέτοιας χρήσης είναι ο σταθμός κεντρικής θερμικής παραγωγής στο Cuéllar (Ισπανία) που τροφοδοτεί διαφορετικές γειτονιές, τα δημοτικά αθλητικά συμπλέγματα και τις θερμαινόμενες πισίνες. Επιπλέον, έχει ένα δίκτυο αστικής διανομής που ενώνει τους θερμαντήρες και τις αποθήκες του αποστειρωμένου ζεστού νερού των νοικοκυριών με εναλλάκτες θερμότητας.
- Μεμονωμένοι βραστήρες (boilers) που τροφοδοτούνται από μικρά κομμάτια ξύλου ή corrices. Τα μικρά κομμάτια ξύλου (pellets) είναι μικρά συσσωματωμένα οργανικά υπολείμματα με υψηλή θερμιδική ενέργεια, ενώ τα corrices είναι ταχέως αυξανόμενες εκτάσεις με ιπιές ή λεύκες που κόβονται κάθε τρία χρόνια. Αυτοί οι βραστήρες τοποθετούνται εύκολα και απαιτούν μικρή συντήρηση. Επιτρέπουν την εγκατάσταση καλοριφέρ, υπεδαφών συστημάτων θέρμανσης και την παραγωγή ζεστού νερού από μια ανανεώσιμη, μη συμβατική πηγή ενέργειας το διοξείδιο του άνθρακα το οποίο είναι ουδέτερο κατά τη λειτουργία. Το CO₂ από την καύση απορροφάται από τη νέα ανάπτυξη των δέντρων και ως εκ τούτου δεν υπάρχει αύξηση των εκπομπών διοξειδίου στην ατμόσφαιρα. Όσον αφορά τις πρώτες ύλες, τα κομματάκια ξύλου (pellets) είναι πιο εύκολο να μεταφερθούν από ότι οι πλάκες ξύλου. Και τα δύο δεν χρειάζονται καθημερινή επιτήρηση μιας και μπορούν να αυτοματοποιηθούν οι διαδικασίες. Η στάχτη που παράγεται από την καύση τους είναι ελάχιστη και επίσης οι απαιτήσεις συντήρησης είναι

πολύ χαμηλές. Αυτή η τεχνολογία έχει χρησιμοποιηθεί στις σκανδιναβικές χώρες, καθώς επίσης και στις Η.Π.Α εδώ και δεκαετίες.

9. Επίλογος και συμπεράσματα

Είναι προφανές, ότι τα υλικά παίζουν κυρίαρχο ρόλο στην ενσωμάτωση στρατηγικών βιοκλιματικού σχεδιασμού από τα πρώτα στάδια της μελέτης του. Συμβάλουν στο οικολογικό προφίλ της κατασκευής όπως και στην άνεση της λειτουργίας. Μπορούν να μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και κατά επέκταση στην ανθρώπινη υγεία. Συντελούν στην μη ελάττωση της κατανάλωσης των φυσικών πόρων, της ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, της απελευθέρωσης εκπομπών αέριων ρύπων και τις επιπτώσεις στο οικοσύστημα

Κλείνοντας, αξίζει να σημειωθεί ότι αποτελεί έντονη ανάγκη η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας των υλικών, ώστε να είναι ολοένα και πιο προσιτό σε όλους ο σχεδιασμός και η κατασκευή των κατοικιών σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού..

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. I.M. Arabatzis, T. Stergiopoulos, M.C. Bernard, D. Labou, S.G. Neophytides, P. Falaras, Applied Catalysis B: Environmental, 2003
2. Papadopoulos, A., Bartzis, J., Maggos, T., Imhat P., CIB World Building Congress, May 2004, Toronto.
3. Μ.Σ. Κατσιώτης, «Μελέτη του πορώδους νανοκρυσταλλικών υλικών και της ενυδάτωσης φωτοκαταλυτικών κονιαμάτων που περιέχουν Τιτανία με Φασματοσκοπία Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού και Μικροσκοπία Ατομικών Δυνάμεων», Διδακτορική Διατριβή, Ε.Μ.Π., Αθήνα 2009.
4. Fujishima A., Honda K., Nature, 1972
5. ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ, Αιμ.Γ.Κορωναίος καθηγητής Ε.Μ.Π., Γ.Φοίβος Σαργέντης Υπ.Δρ.Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005
6. ΚΤΙΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Κοσμόπουλος Π., Θεσσαλονίκη 2008
7. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΖΕΡΒΟΣ Α., Αθήνα 2005
8. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική, Κώστας και Θέμης Στεφ.Τσιππής, Εκδόσεις Κέδρος, 2005
9. ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Ηλίας Ευθυμιόπουλος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005
10. Παπαδόπουλος, Μ. Αξαρλή, Κ, «Δομική Φυσική II: Ενεργειακός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα κτηρίων», Αφοι Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 1982.
11. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, Ελένη Ανδρεαδάκη, 2006, University Studio Press
12. Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κώστας και Θέμης Στεφ. Τσιππής, 2006, Εκδόσεις Κέδρος
13. ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Ηλίας Ευθυμιόπουλος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005

14. Ανδραδάκη- Χρονάκη Ε., 1985, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική Παθητικά ηλιακά συστήματα, ,University Studio Press, Θεσσαλονίκη

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ