

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ

ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ



Πτυχιακή Εργασία

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ



ΓΚΟΥΜΑ ΕΥΦΡΟΣΥΝΗ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΛΙΟΛΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2017

Περιεχόμενα

Ιστορική αναδρομή	Σελ. 3-4
Οικολογική δόμηση	Σελ. 5
Τύποι φυτεμένων δωμάτων	Σελ. 6-7
Βασικά περιβαλλοντικά οφέλη	Σελ. 8-10
Οικολογικά δομικά υλικά	Σελ. 11-22
Ήλιος και εσωτερικός χώρος	Σελ. 23-34
Αισθητική και ενεργειακή αναβάθμιση όψεων των κτιρίων	Σελ. 35-41
Τα προκατασκευασμένα πάνελ από ξύλο και άχυρο	Σελ. 42-47
Ρολοκουρτίνες και εξοικονόμηση ενέργειας	Σελ. 48-50
Φυτεμένες όψεις	Σελ. 51
Ανακαίνιση, επισκευή και ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων	Σελ. 52-53
Οικολογικό σπίτι	Σελ. 54-55
Επιλογή δομικών υλικών με οικολογικά κριτήρια	Σελ. 56-57
Ο κύκλος ζωής ενός υλικού	Σελ. 58-59
Πρώτες ύλες	Σελ. 60-65
Η ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών	Σελ. 66-67
Θερμικές και οπτικές ιδιότητες των υλικών	Σελ. 68-69
Μέθοδοι αξιολόγησης και επιλογής των δομικών υλικών με οικολογικά κριτήρια	Σελ. 70-72
Κριτήρια αξιολόγησης περιβαλλοντικά ήπιων οικοδομικών τεχνικών και περιβαλλοντικά φιλικών δομικών υλικών	Σελ. 73-87
Φυσικά χρώματα	Σελ. 88-93
Θόρυβος και καθημερινότητα	Σελ. 94-98
Κύκλος ζωής δομικών υλικών	Σελ. 99-102
Τα νέα Βιολογικά απορροφητικά και θερμομονωτικά υλικά	Σελ. 103-107

Η « ΗΧΟΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ ISELCO II»	Σελ. 108-111
Τα διαπνεόμενα υλικά και διαχείριση υγρασίας	Σελ. 112-115
Εξοικονόμηση ενέργειας	Σελ. 116-117
Συμπέρασμα	Σελ. 118
Βιβλιογραφία	Σελ. 119-120

Ιστορική αναδρομή

Οι πράσινες στέγες χρονολογούνται χιλιάδες χρόνια πριν. Παρά την καταγεγραμμένη ύπαρξη τους δεν έχουν σωθεί κάποια στοιχεία που να μαρτυρούν τη μορφή τους και περιοριζόμαστε μόνο σε περιγραφές τους που έχουν διασωθεί.

Το αρχαιότερο φυτεμένο δώμα αναφέρεται στα ζιγκουράτ της αρχαίας Μεσοποταμίας, τους μεγάλους βαθμιδωτούς πυραμιδοειδείς πύργους που στο ανώτατο επίπεδο τους υπήρχαν φυτεμένοι θάμνοι και δένδρα, στην σκιά των οποίων αναπαύονταν αυτοί που ανέβαιναν επάνω και δροσίζονταν από τη ζέστη της Βαβυλώνας.

Ο βασιλιάς Ναβουχοδονόσορ II για να παρηγορήσει τη σύζυγο του Αμύτις που νοσταλγούσε το πράσινο ανάγλυφο της πατρίδας της κατασκεύασε τους περίφημους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας. Ο Βηρωσσός, Βαβυλώνιος Ελληνιστής ιερέας και συγγραφέας, τους περιγράφει ως βαθμιδωτές πεζούλες που δημιουργούσαν την αίσθηση του ορεινού τοπίου συμπληρωμένου με τη φύτευση όλων των ειδών των δένδρων, φυτών και λουλουδιών.

Καταγραφές για πράσινες στέγες αφορούν στα μαυσωλεία των Ρωμαίων αυτοκρατόρων Αυγούστου και Αδριανού σύμφωνα με τον αρχαίο ιστορικό Πλίνιο.

Τον 9^ο μ.Χ. αιώνα ο αυτοκράτορας Καρλομάγνος διέταξε να φυτέψουν ένα φυτό σε κάθε στέγη για να προστατεύει τα κτίρια από τις πυρκαγιές και τους κεραυνούς. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα και της Αναγέννησης οι πράσινες στέγες ήταν προνόμιο των πλουσίων και των Βενεδικτίνων μοναχών. Περιγράφονται βαθμιδωτά πράσινα δώματα στην πόλη της Γένοβας.

Το 17^ο και 18^ο αιώνα οι Νορβηγοί χρησιμοποιούσαν χώμα στις στέγες για μόνωση και το 19^ο αιώνα η Γερμανία θεωρήθηκε η γενέτειρα των σύγχρονων πράσινων στεγών, καθώς με την ταχεία εκβιομηχάνιση και αστικοποίηση χρησιμοποιήθηκε η πίσσα, ένα εύφλεκτο υλικό, για τις στέγες φθηνών κατοικιών. Δημιουργήθηκε τότε η ανάγκη προσθήκης υποστρώματος άμμου και χαλικιών για τη μείωση του κινδύνου της πυρκαγιάς. Στις Ηνωμένες Πολιτείες η πρώτη πράσινη στέγη είναι του Rockefeller Center στη Ν. Υόρκη το 1931. Σταδιακά τον 20^ο αιώνα εξελίχθηκε η τεχνολογία και η τεχνογνωσία για τα φυτεμένα δώματα σε πολλές χώρες.

Οικολογική Δόμηση

Η οικολογική δόμηση είναι η δόμηση που προσεγγίζει το κτίριο ολιστικά, ώστε να είναι φιλικό προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Ο σχεδιασμός του κτιρίου είναι

βιοκλιματικός, λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό, ηλιασμό, σκιασμό και αερισμό, το σχήμα, τη θερμομόνωση του κελύφους.

Οι λύσεις θέρμανσης και ψύξης βασίζονται σε εναλλακτικές και ανανεώσιμες πηγές και όχι με ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα.

Στην επιλογή θέσης του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη το υπέδαφος, τα γεωμαγνητικά, πεδία, το ραδόνιο, τα καλώδια και οι πυλώνες υψηλής τάσης.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται δε ρυπαίνουν τον εσωτερικό αέρα και καταναλώνουν τη λιγότερη δυνατή ενέργεια στην παραγωγή, μεταφορά και κατεδάφιση τους. Στο εργοτάξιο γίνεται εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων και ανακύκλωση.

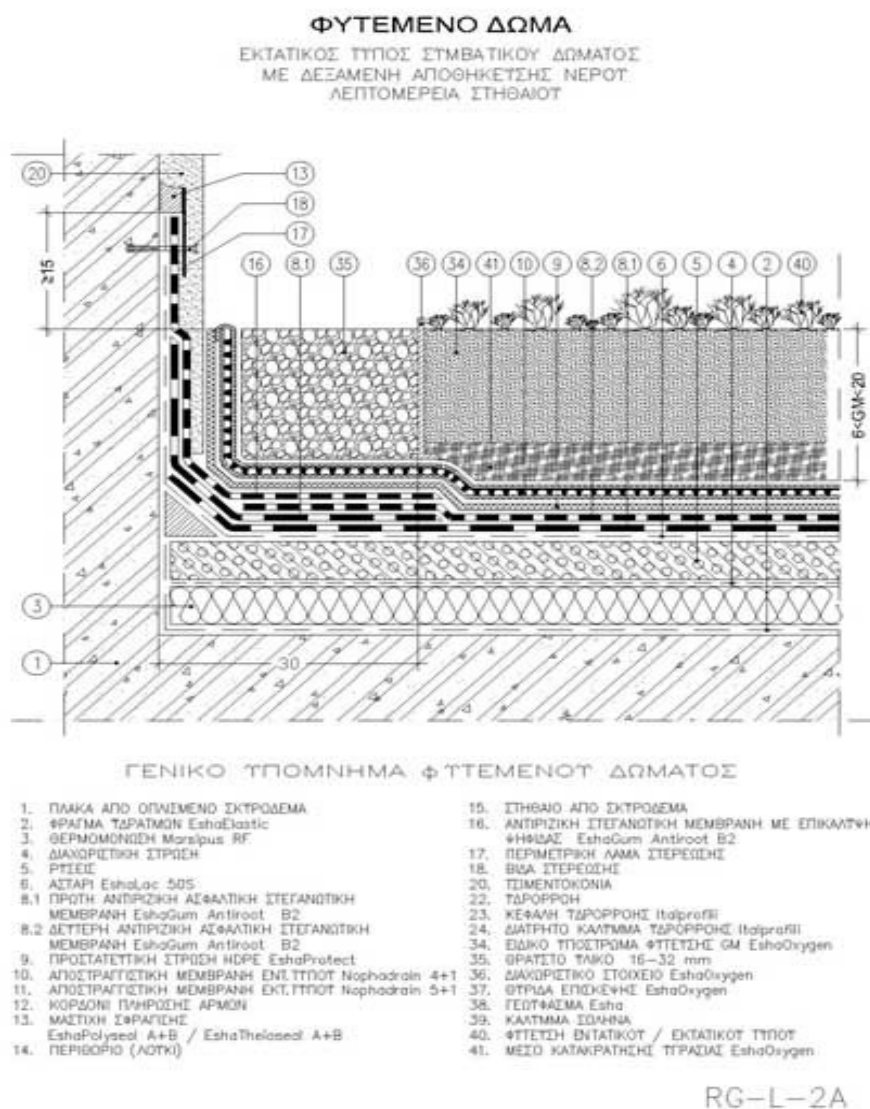
Ένα οικολογικό κτίριο μπορεί να έχει οικονομία από 50-100%, ενώ σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο υπεύθυνα κατασκευασμένο, το κόστος κατασκευής δεν είναι πολύ υψηλότερο.

Ο σχεδιασμός του είναι απόλυτα συμβατός με την τοπική παράδοση αλλά και πλήρως εναρμονισμένος με το κλίμα της εκάστοτε περιοχής, εξοικονομώντας ενέργεια στη λειτουργία του.

Τύποι Φυτεμένων δωματίων

Ανάλογα με την αντοχή της πλάκας του δώματος στο πρόσθετο φορτίο επιλέγεται κάποιος από τους τρεις τύπους πράσινου δώματος.

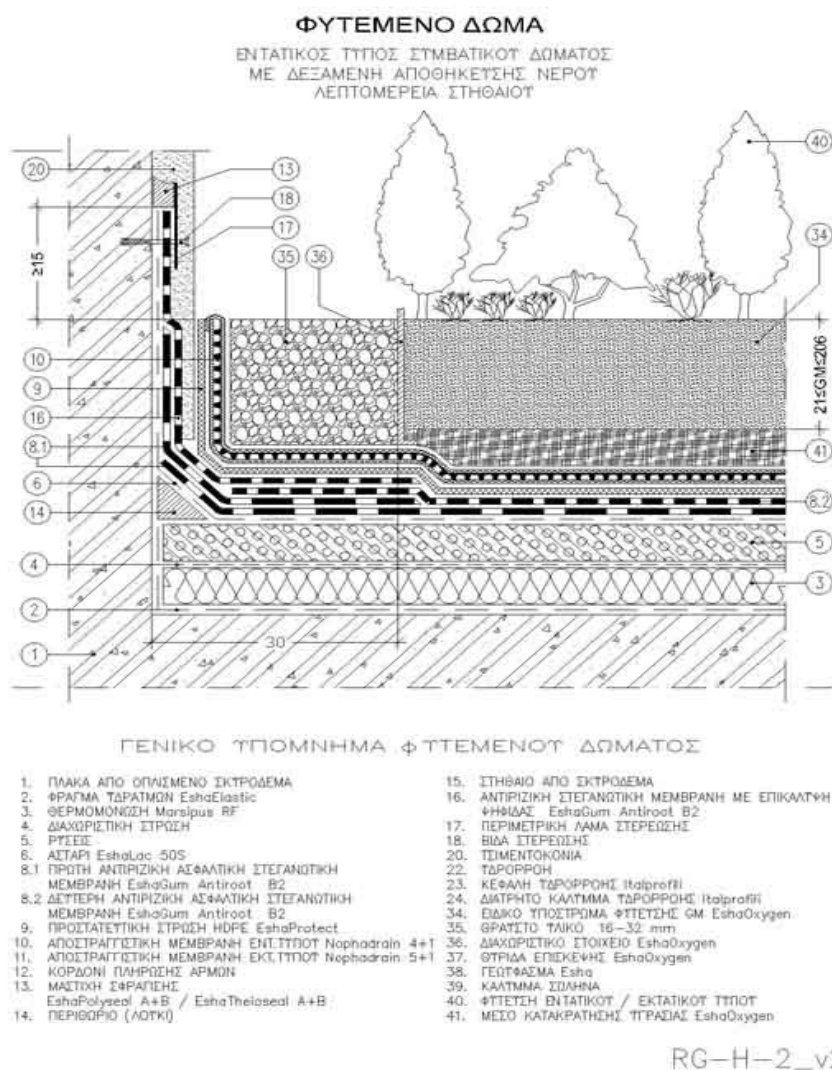
Εκτατικός τύπος: σε πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση με ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών ύψους 10 έως 15εκ., ελάχιστη φροντίδα συντήρησης και μικρό φορτίο κατασκευής. Κατάλληλα τα φυτά της χαμηλής βλάστησης, οι φυτικοί τάπητες, τα αγριολούλουδα και τα φυτά εδάφους. (Εικόνα 1)



Εικόνα 1. Φυτεμένο Δώμα, Εκτατικός τύπος

Ημιεντατικός τύπος: με σύστημα υποδομής και ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών ύψους 10 έως 25εκ., με μέτριο φορτίο κατασκευής. Κατάλληλα φυτά οι φυσικοί τάπητες, οι χλοοτάπητες, τα ποώδη φυτά και οι μικροί έως μεσαίοι θάμνοι. Είναι ο ενδιάμεσος τύπος εντατικού και εκτατικού τύπου και απαιτεί συντήρηση.

Εντατικός τύπος: είναι κήπος, με σύστημα υποδομής και υπόστρωμα ανάπτυξης ύψους 15 έως 150 εκ. και μεγάλο φορτίο κατασκευής. Περιλαμβάνει διάφορα φυτά, μικρά δένδρα και θάμνους. Απαιτεί τακτική συντήρηση. Μπορεί να προβλεφτεί ένα πλέγμα μονοπατιών για τη δημιουργία ενός ευχάριστου περιβάλλοντος στο δώμα. (Εικόνα 2)



Εικόνα 2. Φυτεμένο Δώμα, Εντατικός τύπος

Βασικά περιβαλλοντικά οφέλη

Τα φυτεμένα δώματα

- Συμβάλλουν στη μείωση της απορροής των ομβρίων που, με τη σειρά τους, μειώνουν το φόρτο των αστικών δικτύων αποχέτευσης και τις επιφανειακές απορροές που σχετίζονται με τη ρύπανση των φυσικών υδάτινων πόρων
- Προσφέρουν μονωτικές ιδιότητες ενισχύοντας τη θερμομόνωση των κτιρίων που σημαίνει μείωση του ενεργειακού κόστους για τους ιδιοκτήτες
- Βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα – οι χαμηλότερες θερμοκρασίες στον τελευταίο όροφο σημαίνουν λιγότερη ρύπανση από το φαινόμενο της “θερμής αστικής νησίδας”
- Μειώνουν την ηχορύπανση
- Συμβάλλουν στη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του συστήματος μόνωσης της οροφής, καθώς μετριάζουν τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας
- Εμπλουτίζουν τον ατμοσφαιρικό αέρα με οξυγόνο

Κατασκευή

Η κατασκευή του φυτεμένου δώματος απαιτεί ειδικά υλικά, τεχνογνωσία και εμπειρία εφαρμογής. Επιλέγεται ο κατάλληλος τύπος αφού προηγηθεί έλεγχος για την αντοχή της υποκείμενης πλάκας. Προηγείται προετοιμασία της επιφάνειας που περιλαμβάνει σχολαστικό καθαρισμό. (Εικόνα 3)



Εικόνα 3. Προετοιμασία της επιφάνειας

Ακολουθεί δημιουργία φράγματος υδρατμών με ασφαλικό γαλάκτωμα ή ασφαλική στεγανωτική μεμβράνη.

Στη συνέχεια τοποθετείται η θερμομονωτική στρώση που αποτελείται από πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης.

Ακολουθεί στρώση ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος min πάχους 8 εκ. για τη διαμόρφωση κλίσεων απορροής των ομβρίων.

Γίνεται επάλειψη της επιφάνειας και των στηθαίων με ασφαλτικό βερνίκι.

Ακολουθεί η στεγάνωση της επιφάνειας που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή στεγανωτικών και αντιριζικών ασφαλτικών μεμβρανών συγκολλημένων μεταξύ τους και στο υπόστρωμα, που εξασφαλίζουν προστασία από τις ρίζες των φυτών και στεγάνωση και πολυστρωματικών μεμβρανών αποστράγγισης για επαρκή αποστράγγιση, αερισμό του ριζικού συστήματος. (Εικόνα 4)



Εικόνα 4. Στεγάνωση επιφάνειας

Τοποθετείται το ειδικό υπόστρωμα για τη φύτευση και την καλλιέργεια των φυτών και ακολουθεί η φύτευση. (Εικόνα 5)



Εικόνα 5. Φύτευση

Οικολογικά δομικά υλικά

Το ξύλο

Το ξύλο ιδιαίτερα στην Αμερική αποτέλεσε κατασκευαστική λύση για πολλές δεκαετίες. Υπάρχουν πολλά εναλλακτικά συστήματα δόμησης με ξύλο. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως η αυξανόμενη τιμή του ξύλου η όχι και τόσο καλή ποιότητά του στην αγορά, οδήγησαν τους κατασκευαστές σε έναν προβληματισμό έναντι του ξύλου. Επίσης η αυξανόμενη οικολογική ευαισθησία για την καταστροφή των δασών αποτέλεσε συμπληρωματικό κριτήριο για τη χρήση άλλων υλικών έναντι του ξύλου. Το ξύλο είναι ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί πολύ μικρή επεξεργασία έτσι ώστε να φτάσει στην τελική του προς χρήση μορφή. Τα οικολογικά κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την χρήση του ξύλου είναι η προέλευση, η διαδικασία παραγωγής, ο τύπος επεξεργασίας καθώς και η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά. Γενικά το ξύλο είναι ένα ζωντανό υλικό και εξακολουθεί να ζει ακόμη και όταν έχει ενσωματωθεί σε μία κατασκευή. Η ιδιότητά του αυτή καθορίζει και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στη χρήση του. Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη προστασία του ξύλου περιέχουν εκτός από τους οργανικούς διαλύτες βιοκτόνα συστατικά που προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα. (Εικόνα 6)



Εικόνα 6. Ξύλο

Οι δομικοί λίθοι

Οι δομικοί λίθοι ταξινομούνται σε τρεις κυρίως κατηγορίες: - Πυριγενή πετρώματα (γρανίτες) είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και σκληρά. - Ιζηματογενή πετρώματα

(ασβεστόλιθοι) λιγότερο ανθεκτικά από τα πυριγενή πετρώματα. - Μεταμορφωσιγενή πετρώματα (μάρμαρο) είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά αλλά ολιγότερο των πυριγενών. Οι λίθοι έχουν πολλές και διαφορετικές εφαρμογές στην κατασκευή και χρησιμοποιούνται σαν φέροντες οργανισμοί αλλά και ως δάπεδα ή διακοσμητικά στοιχεία. Οι λίθοι συνδέονται στενά με την έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής εφ' όσον και λόγω της μεγάλης τους θερμικής μάζας συμπεριφέρονται σαν θερμική αποθήκη στο κτήριο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για κτήρια που βρίσκονται σε ακραίες καιρικές συνθήκες καθώς η θερμική μάζα του κτηρίου ισορροπεί τις ακραίες εναλλαγές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος. (Εικόνα 7)



Εικόνα 7. Δομικοί λίθοι

Το σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα αποτελείται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από αδρανή (σκόρα και άμμο), τσιμέντο και νερό. Μία ενδεικτική αναλογία είναι (53+26), 14, 7 %. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με το σκυρόδεμα εντοπίζονται κυρίως στα

προβλήματα που συνεπάγεται η εξόρυξη των πρώτων υλών και η παραγωγή του τσιμέντου. Τα προκατασκευασμένα στοιχεία είναι μάλλον τα πλέον οικολογικά για τους εξής λόγους:

- Αξιοποιείται όλο το υλικό (μείωση του χαμένου υλικού) αφού το υλικό χυτεύεται με ακρίβεια σε καλούπια σε σχέση με τον ξυλότυπο της οικοδομής
 - Δεν είναι απαραίτητη η κοπή ξύλου για την κατασκευή ξυλοτύπων.
 - Είναι ευκολότερη η παραγωγή του δομικού στοιχείου και το υλικό περιέχει λιγότερη ενσωματωμένη ενέργεια (περίπου 4 MJ/Kg)
- (Εικόνα 8)



Εικόνα 8. Σκυρόδεμα

Χάλυβας

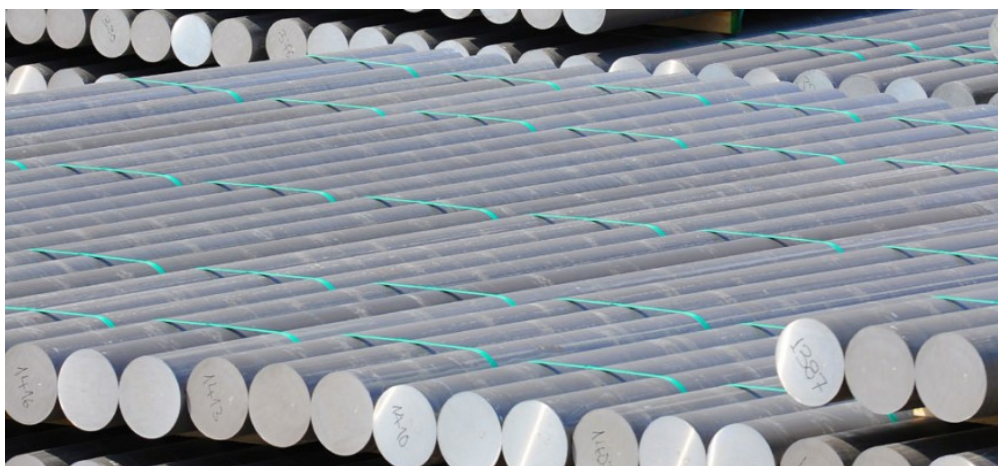
Ο χάλυβας που χρησιμοποιείται για το οπλισμένο σκυρόδεμα, μπορεί να έχει ραδιενέργεια, ιδιαίτερα όταν προέρχεται από ανακύκλωση παλαιού σιδήρου. Επιπλέον, ο δομικός χάλυβας προκαλεί μια μεταβολή του γήινου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, με επιδράσεις και στον ανθρώπινο οργανισμό. (Εικόνα 9)



Εικόνα 9. Χάλυβας

Αλουμίνιο

Η παραγωγή του είναι αρκετά ενεργοβόρα και ελευθερώνει μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου και φθόριο υψηλής τοξικότητας. Είναι ανακυκλώσιμο, αλλά η διεργασία είναι επίσης ενεργοβόρα. Είναι από τα πλέον ρευματοβόρα προϊόντα. Δεν είναι τυχαίο ότι η ΠΕΣΙΝΕ για παραγωγή σε πρώτο στάδιο αλουμίνιας και στη συνέχεια αλουμινίου, καταναλώνει το 5% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας μας. Επιπλέον η εξόρυξη του βωξίτη προκαλεί τεράστια καταστροφή στο περιβάλλον, με εμφανές παράδειγμα τις καταστροφές των βουνών της Γκιόνας και του Παρνασσού. Παρ' όλα αυτά θεωρείται «πράσινο» υλικό επειδή ανακυκλώνεται. (Εικόνα 10)



Εικόνα 10. Αλουμίνιο

Η παραγωγή κεραμικών τούβλων

Η παραγωγή κεραμικών τούβλων, από τα οποία συνήθως γίνεται η τοιχοποιία είναι μία διαδικασία που απορροφά αρκετή ενέργεια. Τα κεραμικά τούβλα αντικαθίστανται συνήθως με αερικά σκυροδέματα τα οποία όμως χρησιμοποιούν διάφορα πρόσθετα για να επιτύχουν τις επιδιωκόμενες ιδιότητές τους. Επειδή η εφαρμογή των υλικών αυτών είναι πρόσφατη δεν έχουν πιστοποιηθεί ακόμη για την τοξικότητά τους.

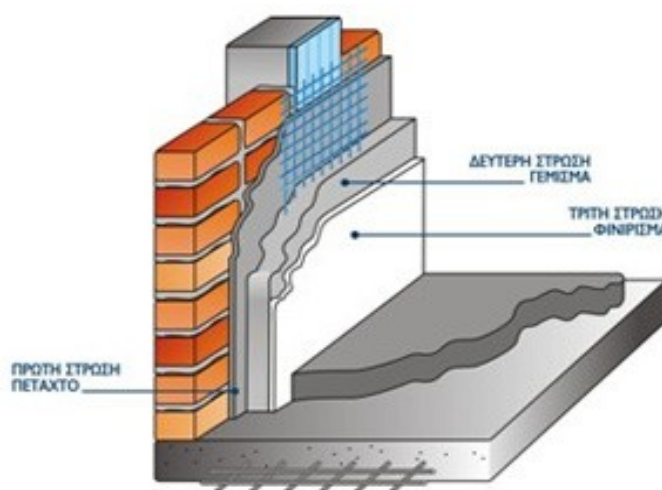
Στις ΗΠΑ παράγονται δομικά στοιχεία τοιχοποιίας από άχυρο. Τα στοιχεία αυτά είναι ελεγχόμενα εύκολα και επειδή είναι ελαφριά μπορεί να τα χειριστεί και ο πλέον ανειδίκευτος χρήστης. Εξάλλου με την ένταξη του άχυρου στην κατασκευή αποφεύγεται η καύση του που συνηθίζεται σε πολλές χώρες του κόσμου και μολύνει ιδιαίτερα την ατμόσφαιρα με μονοξείδιο του άνθρακα. Κύριο μειονέκτημα των στοιχείων αυτών είναι ότι έχουν μικρή αντοχή στο χρόνο και στην πυρκαγιά. Η στοίβαξη όμως των άχυρων είναι τέτοια ώστε να προκύπτει ένα στοιχείο με πυκνότητα 0,08 ton/m³ με ελάχιστα διάκενα. Λόγω των μικρών διάκενων δεν υπάρχει το απαιτούμενο οξυγόνο στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου και το δομικό στοιχείο είναι ανθεκτικότερο από το ξύλο στη πυρκαγιά. Τα δομικά στοιχεία αυτά έχουν πολύ καλή θερμική συμπεριφορά. (Εικόνα 11)



Εικόνα 11. Κεραμικά τούβλα

Το επίχρισμα

Νέο είδος επιχρίσματος τοιχοποιίας που λειτουργεί ως «κλιματιστικό» σύστημα. Το επίχρισμα, περιέχει πλαστικά σφαιρίδια γεμάτα με μίγμα ρητίνης παραφίνης. Οι ρητίνες αυτές λιώνουν όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 24 °C έτσι ώστε η μετάβαση από την στερεά στην υγρή κατάσταση να απορροφά θερμότητα και να ψύχει με αυτό τον τρόπο τον εσωτερικό αέρα του κτηρίου. Η ενσωμάτωση τέτοιων μικροσφαιριδίων κατά 10-25% σε ένα κοινό επίχρισμα αρκεί για να δροσίσει μία κατοικία στις μεγάλες θερμοκρασίες του θέρους. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, η επίστρωση με ένα τέτοιο υλικό, εξασφαλίζει δροσιά ανάλογη με εκείνη που θα είχε ένα κτήριο αν τα τούβλα στους τοίχους είχαν πολλαπλάσια μεγαλύτερο πάχος. (Εικόνα 12)



Εικόνα 12. Επίχρισμα

Νέες βαφές

Νέες βαφές αναπτύσσονται για τα εξωτερικά κελύφη των κτηρίων. Οι νέες βαφές απορροφούν τα καυσαέρια λειτουργώντας κατασταλτικά στην ανάπτυξη νέφους και ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Η βαφές αυτές περιέχουν πολυμερές πυριτίου, σφαιρικά νανοσωματίδια διοξειδίου του τιτανίου καθώς και ανθρακικό ασβέστιο με διάμετρο 30 νανόμετρα. Η βάση της βαφής είναι αρκετά πορώδης για να επιτρέπει την διάχυση των οξειδίων του αζώτου (που προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα και συμμετέχουν στην ανάπτυξη νέφους) μέσα στην βαφή και την συνένωσή τους με τα σωματίδια του τιτανίου. Τα σωματίδια αυτά απορροφούν την ηλιακή υπεριώδη

ακτινοβολία και τη χρησιμοποιούν για να μετατρέψουν τα οξείδια του αζώτου σε νιτρικό οξύ.

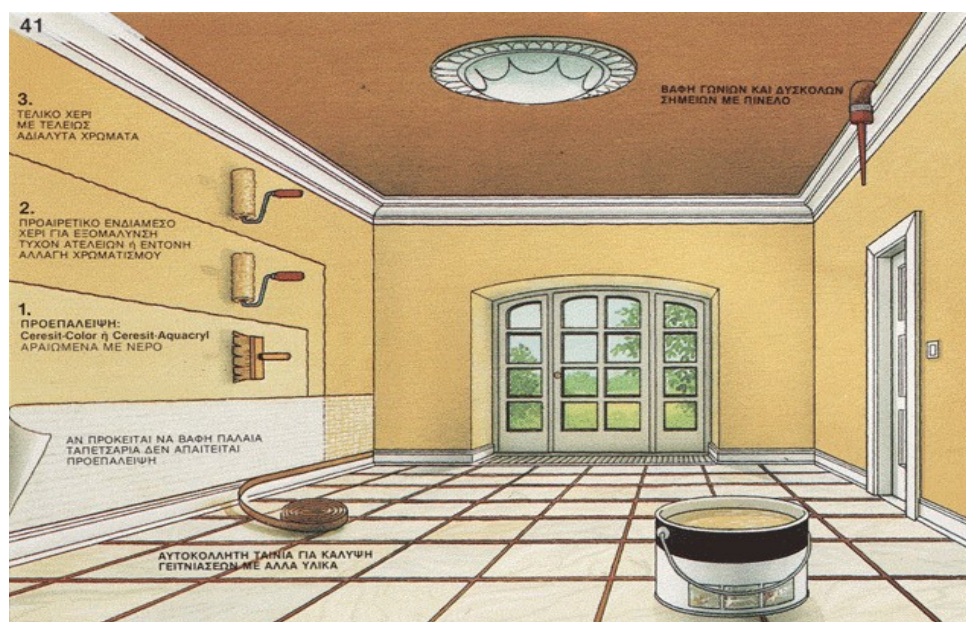
Το οξύ στην συνέχεια θα αποβληθεί από την βροχή είτε θα αδρανοποιηθεί από τα σωματίδια αλκαλικού ασβεστίου παράγοντας ποσότητες «ακίνδυνου» διοξειδίου του άνθρακα, νερού και νιτρικού οξέως, που επίσης θα απομακρυνθούν από την βροχή. Κατ' εκτίμηση, μετά από πέντε χρόνια, οι ποσότητες του ανθρακικού άλατος θα έχουν εξαντληθεί. Όταν οι ποσότητες του ανθρακικού άλατος έχουν εξαντληθεί το διοξείδιο τιτανίου θα συνεχίσει να διαλύει τα οξείδια του αζώτου με αποτέλεσμα όμως επιπτώσεις στο χρώμα της βαφής από το οξύ που θα παράγεται από την όλη χημική διαδικασία.

Χρώματα-Βαφές-Βερνίκια

Η συντριπτική πλειοψηφία των βερνικιών και των χρωμάτων που κυκλοφορούν στην αγορά, ακόμα και με «πράσινες» ετικέτες, έχουν παρασκευαστεί με πρώτη ύλη που έχει υποστεί αλληπάλληλες χημικές διασπάσεις και με τη βοήθεια τοξικών ουσιών όπως τουλουόλιο, ανιλίνη, ενώσεις αρσενικού, πενταχλωροφενόλη, πολυουρεθάνες, εποξικές ρητίνες και άλλες. Για παράδειγμα το τουλουόλιο που χρησιμοποιείται σαν διαλύτης σε λάκες και χρώματα, έχει χαρακτηριστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας ως ιδιαίτερα καρκινογόνο με επιτρεπόμενο όριο εσωτερικού χώρου το 0,1 ppm.

Όσον αφορά στις «πράσινες» ετικέτες, για να πάρει ένα χρώμα πιστοποίηση ως οικολογικό, απλώς θα πρέπει να περιέχει διαλύτες, σε ποσοστό μικρότερο του 10% και μηδενική ποσότητα βαρέων μετάλλων. Αν το χρώμα αποτελείται από χημικά συστατικά, τότε ο καταναλωτής δεν είναι σε θέση να γνωρίζει εάν και πόσο αυτά είναι ακίνδυνα.

Η ασφαλέστερη και ουσιαστικά οικολογική επιλογή είναι τα χρώματα από φυσικά συστατικά, που έχουν ως πρώτη ύλη φυτικές ρητίνες και έλαια, κεριά, ορυκτά υλικά όπως κιμωλία, βόρακας, ώχρα, που είναι απόλυτα ασφαλή για τον άνθρωπο, φιλικά προς το περιβάλλον, πλήρως ανακυκλώσιμα και με αποτέλεσμα ισάξια με τα αντίστοιχα χημικά. (Εικόνα 13)



Εικόνα 13. Χρώματα και βαφές

Πλαστικά – Συνθετικά

Εκτιμάται ότι το 4% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή συνθετικών υλικών. Οι διεργασίες που απαιτούνται για την παραγωγή των πλαστικών και των πρώτων υλών τους απαιτούνται σημαντικά ποσά ενέργειας λόγω της δύσκολης αποικοδόμησης τους, αν και τα τελευταία χρόνια κυκλοφορούν τα θερμοπλαστικά που ανακυκλώνονται. (Εικόνα 14)



Εικόνα 14. Πλαστικά συνθετικά

Το Πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο: Είναι θερμοπλαστικά και ανακυκλώσιμα.

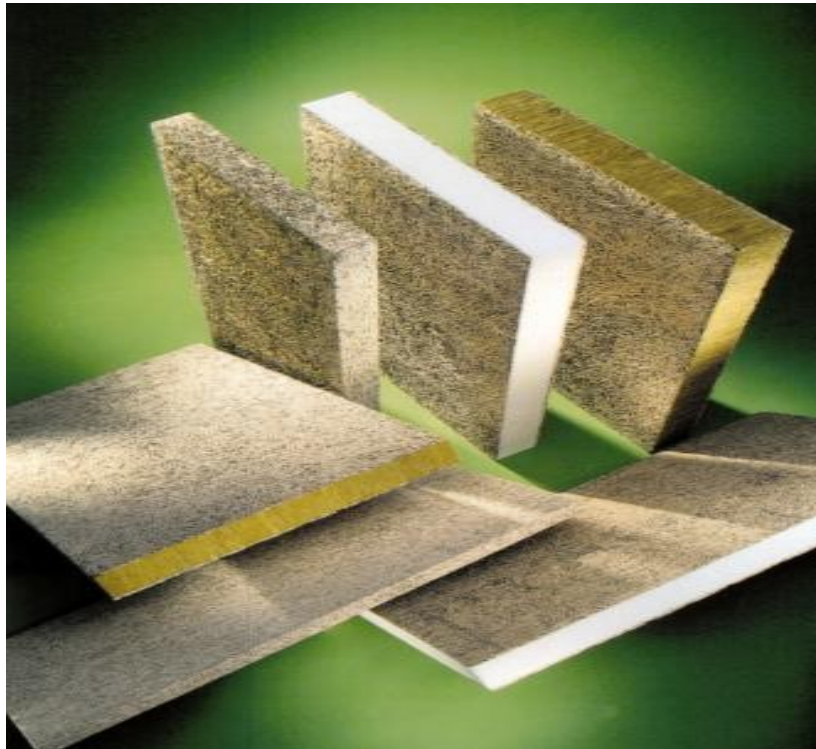
Πολυβινυλωρίδιο (PVC)

Το πολυμερές που χρησιμοποιείται ευρέως είναι καρκινογόνο, ακόμα και τα διάφορα βελτιωτικά του έχουν ουσίες όπως το κάσμιο που είναι επικίνδυνες για την υγεία του ανθρώπου. Το θετικό είναι τα τελευταία χρόνια ανακυκλώνεται και επίσης προτείνεται να αντικαθίστανται όπου αυτό είναι δυνατό.

Ο Ηρακλείτης (Heraklith)

Ο Ηρακλείτης ή ξυλόμαλλο είναι ένα μονωτικό υλικό που παράγεται από πρόσμιξη τσιμέντου και ινών ξύλου. Σε αντίθεση με τα περισσότερα μονωτικά υλικά χημικής προελεύσεως το ξυλόμαλλο είναι ανακυκλώσιμο, αβλαβές για την υγεία και παράγεται χωρίς μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.

Τα τελευταία χρόνια, ολοένα και περισσότερα φυσικά μονωτικά υλικά εμφανίζονται στην αγορά με βάση το φελλό, το λινάρι κλπ. Επίσης ο υαλοβάμβακας και ο πετροβάμβακας είναι φυσικά-μονωτικά υλικά με βάση τις φυσικές ορυκτές ίνες. Το μειονέκτημά των τελευταίων προι είναι ότι απελευθερώνουν μικρές ίνες που θεωρούνται βλαβερές για την υγεία. Κατά συνέπεια απαιτούν προσοχή κατά την τοποθέτησή τους αλλά και άριστο εγκλεισμό μέσα στους τοίχους. (Εικόνα 15)



Εικόνα 15. Ηρακλείτης

Ο Ασβέστης

Ο ασβέστης είναι φυσικό υλικό που αφήνει το κτίριο να αναπνέει και χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια στο άσπρισμα των αυλών και των σπιτιών. Επίσης, προσδίδει στους τοίχους την χαρακτηριστική ομαλή υφή με τις καμπυλωμένες γωνίες, λόγω των απανωτών επαλείψεων.

Τέλος, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι τα οικολογικά υλικά δεν είναι απαραίτητα ακριβά. Πολλές φορές μάλιστα αποτελούν ιδανικές επιλογές για μια φθηνή ανακαίνιση. Έτσι, για παράδειγμα, τα κεραμικά πλακάκια διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία τιμών. Επιπλέον, απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και έχουν μεγάλο χρόνο ζωής και μεγάλη αντοχή στις φθορές και στις καταπονήσεις. (Εικόνα 16)



Εικόνα 16. Ασβέστης

Τσιμέντο

Novacem

Το τσιμέντο Novacem, χρησιμοποιεί πυριτικά μαγνήσια τα οποία δεν εκπέμπουν καθόλου CO_2 κατά την καύση. Επιπλέον, η διαδικασία παραγωγής του γίνεται σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες γύρω στους $650^{\circ}C$. Για κάθε τόνο τσιμέντου Portland που αντικαθίσταται από τσιμέντο Novacem, οι εκπομπές CO_2 μειώνονται κατά 850 kg.



Εικόνα 17. Τσιμέντο Novacem

Extreme Concrete

Αυτό το υλικό είναι μια μοντέρνα ενισχυμένη μορφή τσιμέντου, η οποία είναι χρωματισμένη σε όλο του τον όγκο. Αποτελείται από 70% ανακυκλώσιμα υλικά και ειδικά μείγματα με φυσικό χρώμα που δίνουν αυτό το χρωματιστό αποτέλεσμα. Χρησιμοποιείται για δάπεδα, πάγκους, πλακάκια και τζάκια. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον Φέροντα Οργανισμό μιας κατασκευής. (Εικόνα 18)



Εικόνα 18. Τσιμέντο Extreme Concrete

Ήλιος και εσωτερικός χώρος

Το φως του ήλιου για τους θετικούς επιστήμονες, δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα φυσικό φαινόμενο με απόλυτα μετρήσιμα χαρακτηριστικά. Για τους βιολόγους οι ακτίνες του ήλιου αποτελούν ένα από τα βασικά συστατικά της ζωής στον πλανήτη. Για τους ψυχολόγους, το φως του ήλιου επηρεάζει τη διάθεσή των ανθρώπων και έχει άμεσες επιπτώσεις στη ψυχική τους υγεία.

Ωστόσο, ο άνθρωπος της σημερινής εποχής ζει πολύ διαφορετικά σε σχέση με τους προγόνους τους και εκτίθεται με διαφορετικό τρόπο στην ηλιακή ενέργεια. Για παράδειγμα, ξυπνάει μερικές ώρες αργότερα από την ανατολή του ήλιου και κοιμάται αρκετές ώρες αργότερα απ' τη δύση του ήλιου. Λόγω της ηλεκτρικής ενέργειας και του τεχνητού φωτισμού μπορεί να εργάζεται ακόμα και σε σκοτεινούς χώρους ή κατά τις νυχτερινές ώρες. (Εικόνα 19)



Εικόνα 19. Ήλιος και εσωτερικός χώρος

Το φως του ήλιου θεωρείται από όλους τους ειδικούς ως ένα από τα βασικότερα συστατικά της ζωής τόσο για το ζωικό όσο και για το φυτικό βασίλειο. Ωστόσο, ο ήλιος έχει τρομακτικά μεγάλη ενέργεια που αν άγγιζε "αφιλτράριστος" τη γη, τότε θα κατέστρεφε κάθε ίχνος ζωής. Ευτυχώς, οι ηλιακές ακτίνες πριν φτάσουν στη γη περνούν μέσα από διάφορα φίλτρα, όπως είναι η ατμόσφαιρα και τα σύννεφα. Τα φίλτρα αυτά αμβλύνουν την ισχύ του ήλιου και μετατρέπουν τις ακτίνες από καταστροφική ενέργεια σε πηγή ζωής για όλον τον πλανήτη. Ακόμη και τα δέντρα που προσφέρουν τη σκιά τους, μπορούν να θεωρηθούν ως ένα είδος φίλτρου που προφυλάσσει τα ζωντανά πλάσματα από τον ήλιο.

Η ψυχή του ανθρώπου, τα ζώα και τα φυτά φαίνεται να αναζητούν τον ήλιο και να επηρεάζονται από αυτόν. Εκτός όμως από την επίδραση στην ψυχολογία, ο ήλιος φαίνεται να επηρεάζει την υγεία των ανθρώπων και να έχει ακόμη και απολυμαντικές ιδιότητες. Το 1890, ο Ρόμπερτ Κοχ, ιατρός και θεμελιωτής της μικροβιολογίας και της βακτηριολογίας απέδειξε ότι το φως του ήλιου σκοτώνει τα βακτήρια της φυματίωσης. Οι απόψεις του βρήκαν εφαρμογή στο σχεδιασμό των σανατορίων, που άρρισαν να χωροθετούνταν σε ευήλια μέρη και να σχεδιάζονται με μεγάλα παράθυρα, έτσι ώστε οι εσωτερικοί χώροι να είναι ηλιόλουστοι. Ωστόσο, το 1950 και μετά, η ιατρική άρχισε να βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στα αντιβιοτικά και να ξεχνάει τις θετικές επιδράσεις του ηλιακού φωτός. Βέβαια, το 1965, αποδείχτηκε ότι ο ήλιος απάλυνε τα συμπτώματα του ίκτερου στα βρέφη. Ενδέχεται, μάλιστα, ο ίκτερος στα βρέφη να εμφανίζεται ακριβώς λόγω της έλλειψης ηλίου στις μονάδες των νοσοκομείων και στις μαιευτικές κλινικές.

Η ήλιος επιταχύνει την αποβολή των τοξινών, βοηθάει τον οργανισμό να απορροφήσει το ασβέστιο και να παράγει τη βιταμίνη D, ενώ σχετίζεται άμεσα και με τη λειτουργία του ήπατος. Πολλά όργανα του ανθρώπου ρυθμίζονται από ορμόνες και η λειτουργία τους επωφελείται ιδιαίτερα από την έκθεση στον ήλιο, ενώ αντίθετα η έλλειψη ηλίου μπορεί να προκαλέσει ορμονικές διαταραχές και κατάθλιψη. Το φως είναι επίσης σημαντικό για τον κωνοειδή αδένα. Ο κωνοειδής αδένας ή αλλιώς τρίτο μάτι, είναι υπεύθυνος για την παραγωγή μελατονίνης. Είναι γνωστό επίσης ότι πολλά ζώα που βρίσκονται σε κλειστούς χώρους ασθενούν λόγω της έλλειψης ηλίου, ενώ τα πρόβατα δεν μπορούν να ζευγαρώσουν σε κλειστό χώρο. Οι διαταραχές που οφείλονται στην αλλαγή των εποχών (Seasonal affective disorder (SAD)) επηρεάζουν ένα μεγάλο ποσοστό των ανθρώπων ενώ ένα ποσοστό της κατάθλιψης και των αυτοκτονιών μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη ηλίου. Ολόκληρη η ζωή στον πλανήτη, εξαρτάται από τον ήλιο, ακόμη και ένα μέρος της τροφής μας φαίνεται να περιλαμβάνει ήλιο.

Φως που παράγεται από τη φλόγα VS φως που παράγεται από τις λάμπες φθορίου

Οι περισσότεροι άνθρωποι αισθάνονται υπέροχα όταν βλέπουν το φως της φωτιάς ή των κεριών. Αντίθετα το φως που παράγεται από τεχνητές πηγές, όπως για παράδειγμα από λάμπες φθορίου, θεωρείται ψυχρό. Το φως από τις λάμπες φθορίου,

αναβοσβήνει συνεχώς σε κλάσματα δευτερολέπτου και ενημερώνει το μάτι κατά διαστήματα. Έχει επίσης περιορισμένο φάσμα σε σχέση με το φως της φλόγας. Σε αντίθεση λοιπόν με το κερί, το τεχνητό φως που παράγεται από τις λάμπες φθορίου δεν μπορεί να πυροδοτήσει ζωή.

Φυσικό φως VS τεχνητό φως

Το φυσικό φως μοιάζει με ζωντανό οργανισμό που αλλάζει και πάλλεται ανάλογα με την εποχή και την ώρα της ημέρας. Και όταν λέμε αλλάζει, εννοούμε τα χαρακτηριστικά του όπως η απόχρωση, η κατεύθυνση, η ένταση, το φάσμα, κτλ. Το φως αλλάζει τόσο σε σχέση με το χρόνο όσο και με τον τόπο. Αντίθετα τα χαρακτηριστικά του τεχνητού φωτός δεν αλλάζουν κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τα ζωντανά πλάσματα αλλά και τα επιμέρους στοιχεία όπως οι ιστοί, οι μυς και τα μάτια χρειάζονται τους βιορυθμούς και τις αλλαγές του ζωντανού φωτός, προκειμένου να αναπτυχθούν, στοιχεία που δυστυχώς δεν παρέχει το τεχνητό φως.

Φως και αρχιτεκτονική

Καταρχήν, αν τα κτίρια στα οποία κατοικούμε και εργαζόμαστε αξιοποιούσαν πλήρως το φυσικό φως, τότε τα οφέλη στην υγεία μας αλλά και τα οικονομικά οφέλη θα ήταν ιδιαίτερα σημαντικά. Εκμετάλλευση του φωτός, δε σημαίνει μόνο εκμετάλλευση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας αλλά και εκμετάλλευση του διάχυτου φωτός (δηλαδή του φωτός, που δημιουργείται από την αντανάκλαση των ηλιακών ακτίνων από τις διάφορες επιφάνειες προς όλες τις κατευθύνσεις).

Ωστόσο, στις σημερινές πόλεις τα περισσότερα διαμερίσματα είναι σκοτεινά, ιδιαίτερα τα διαμερίσματα των κατώτερων ορόφων. Άλλες πάλι φορές, η κατοικία δεν ταιριάζει στον τρόπο ζωής των ιδιοκτητών. Για παράδειγμα, ένα σπίτι μπορεί να είναι ανατολικό, να φωτίζεται δηλαδή το πρωί. αλλά οι ιδιοκτήτες του να εργάζονται πολλές ώρες και να το απολαμβάνουν μόνο κατά τις απογευματινές ώρες.

Το φως που εισέρχεται σε κάθε δωμάτιο διαφέρει ανάλογα με τον προσανατολισμό του δωματίου. Για αυτόν το λόγο, τα δωμάτια που έχουν δύο ή και περισσότερα παράθυρα, είναι ευχάριστα, ευήλια και απολαμβάνουν πλήρως το παιχνίδι των αλλαγών του φωτός. Επίσης, διαθέτουν καλύτερη ποιότητα φωτισμού, χωρίς φαινόμενα θάμβωσης και σκοτεινά σημεία. Τα τρισδιάστατα αντικείμενα σχηματοποιούνται καλύτερα και δημιουργούνται απαλότερες σκιές. Όταν υπάρχουν περισσότερα από ένα ανοίγματα σε ένα δωμάτιο, τότε το φως πάλλεται, όπως άλλωστε πάλλεται και αλλάζει και στον εξωτερικό χώρο, τρέφοντας τα φωτοευαίσθητα όργανά του ανθρώπου. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε, ότι οι περισσότεροι άνθρωποι επιθυμούν να μένουν σε ολόφωτα δωμάτια με πολλά παράθυρα.

Εκτός από την ένταση του φωτός ακόμη και η απόχρωση αλλάζει ανάλογα με τον προσανατολισμό και την ώρα της ημέρας. Τα νότια δωμάτια απολαμβάνουν ζεστό φωτισμό, ενώ αντίθετα στα βορινά δωμάτια το φως είναι σταθερό και ψυχρό. Το φως της ανατολής είναι αναζωογονητικό ενώ της δύσης υπερβολικά φλογερό.

Φυσικά, εκτός από το χρώμα σημαντικό στοιχείο αποτελεί και η γωνία πρόσπτωσης στην επιφάνεια της γης. Στις περιοχές του πλανήτη, που βρίσκονται κοντά στην τροπική ζώνη, ο ήλιος πέφτει σχεδόν κατακόρυφα, δημιουργώντας μικρές και σκληρές σκιές. Αντίθετα, ο ήλιος στις βόρειες περιοχές δημιουργεί μεγαλύτερες αλλά και απαλότερες σκιές. Αυτό σημαίνει ότι ο ήλιος επηρεάζει την ψυχή και του ρυθμούς της κάθε περιοχής και χώρας.

Όλα τα παραπάνω, μπορούν να βρουν άμεση εφαρμογή στην αρχιτεκτονική αλλά και στον τρόπο που χωροθετούμε τις λειτουργίες στον εσωτερικό χώρο. Για παράδειγμα οι χώροι διαμονής, όπως το καθιστικό και η τραπεζαρία χρειάζεται να απολαμβάνουν το ζεστό φως του νότου, για αυτό ενδείκνυται να χωροθετούνται νότια ή νοτιοανατολικά. Οι δευτερεύοντες χώροι, όπως οι αποθήκες, οι διάδρομοι και τα μπάνια συνιστάται να χωροθετούνται βόρεια. Ένα χώρος μελέτης, μπορεί να τοποθετηθεί δίπλα σε ένα φωτεινό παράθυρο, ενώ ο χώρος ύπνου και χαλάρωσης, μπορεί να έχει απαλότερο φως.

Τα νότια ανοίγματα χρειάζονται ένα εξωτερικό σκίαστρο (κινητό ή σταθερό). Το σκίαστρο αυτό επιτρέπει στις ακτίνες του ήλιου να εισέρχονται στον εσωτερικό

χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα (η ήλιος είναι χαμηλά και έτσι οι ακτίνες εισέρχονται στο εσωτερικό), ενώ τις αποτρέπει κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών (οι ακτίνες του ήλιου είναι ψηλά).

Τα δυτικά παράθυρα είναι πιο δύσκολο να σκιαστούν καθώς ο δυτικός ήλιος συμπίπτει με τις θερμότερες ώρες της ημέρας. Αποδεκτές λύσεις είναι τα εξωτερικά σκίαστρα, οι περσίδες, τα στέγαστρα αλλά και οι δενδροφυτεύσεις. Όσον αφορά στα σκίαστρα, αυτά είναι πιο αποδοτικά όταν τοποθετούνται εξωτερικά. Αυτό σημαίνει ότι τα εξωτερικά στέγαστρα, οι εξωτερικές περσίδες και τα παντζούρια είναι πιο αποδοτικά σε σχέση με τις κουρτίνες και τα ρολά.

Μια έξυπνη λύση είναι τα ράφια φωτισμού (light shelves). Τα ράφια αυτά είναι στην ουσία μια οριζόντια επιφάνεια που τοποθετείται στο παράθυρο, πάνω από το επίπεδο του ματιού. Η πάνω πλευρά της επιφάνειας είναι έντονα ανακλαστική και ανακλά το φως στον εσωτερικό χώρο. Τα στοιχεία αυτά προσφέρουν σκίαση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού μειώνουν το φαινόμενο της θάμβωσης ενώ αντανακλούν τον ήλιο προς την οροφή του εσωτερικού κατά τους χειμερινούς μήνες.

Τα παράθυρα οροφής, αποτελούν επίσης μια καλή λύση για την είσοδο άπλετου φυσικού φωτός στον εσωτερικό χώρο. Ωστόσο, οι απώλειες θερμότητας είναι περισσότερες από τα κοινά παράθυρα τοίχου, καθώς ο θερμός αέρας έχει την τάση να ανεβαίνει προς τα πάνω.

Θερμομόνωση και φυσικός φωτισμός

Το φυσικό φως είναι απαραίτητο να εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο, μέσω μεγάλων παραθύρων. Ωστόσο, όσο μεγαλύτερα είναι τα παράθυρα τόσο δυσκολότερη είναι η μόνωση του κελύφους και ο περιορισμός των θερμικών απωλειών. Για αυτόν το λόγο, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μονωτικά κουφώματα με διπλά ή και τριπλά τζάμια.

Μια ικανοποιητική ισορροπία μεταξύ φυσικού φωτισμού και απωλειών θερμότητας επιτυγχάνεται όταν η επιφάνεια των παραθύρων είναι περίπου το 20% της επιφάνειας του δωματίου (το ποσοστό διαφέρει από περιοχή σε περιοχή). Ωστόσο, με κατάλληλη σκίαση και με τη δυνατότητα φυσικού αερισμού, το ποσοστό αυτό μπορεί να αυξηθεί αρκετά. Σημειώνεται επίσης, ότι όσο πιο ψηλά βρίσκεται ένα παράθυρο, τόσο βαθύτερα στέλνει τις ακτίνες στο εσωτερικό.

Παραδοσιακή αρχιτεκτονική και ηλιακό φως

Η παραδοσιακή ή λαϊκή αρχιτεκτονική είναι προσαρμοσμένη στο περιβάλλον και τον τόπο. Καθώς λοιπόν, το φως του ήλιου αλλάζει από τόπο σε τόπο έτσι και η παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι προσαρμοσμένη στις αλλαγές αυτές. Για παράδειγμα, στα θερμά κλίματα τα κτίρια είναι σχεδόν πάντοτε βαμμένα με φωτεινά χρώματα, συνήθως ψυχρά, ενώ οι εσωτερικοί χώροι είναι εξοπλισμένοι με λιγιστά έπιπλα. Αυτό συμβαίνει γιατί το φως του ήλιου έχει μεγάλη ένταση και έχει θερμό χρώμα και ως εκ τούτου τα φωτεινά και ψυχρά χρώματα εξισορροπούν την ένταση του ήλιου. Αντίθετα στα ψυχρά κλίματα, οι χρωματισμοί είναι ζεστοί, γήινοι και σκούροι, ενώ οι εσωτερικοί χώροι είναι γεμάτοι έπιπλα και χαλιά. Στα θερμά κλίματα το ζητούμενο είναι ο φυσικός φωτισμός του εσωτερικού, χωρίς να προκαλείται υπερθέρμανση. Για αυτόν το λόγο η αρχιτεκτονική των περιοχών αυτών χαρακτηρίζεται από τα μικρά ανοίγματα.

Ηλιοπροστασία κτιρίων και σκίαση

Η ηλιοπροστασία αποτελεί σημαντικό κεφάλαιο της αρχιτεκτονικής, όχι μόνο για τις χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως οι Μεσογειακές αλλά και για τις βόρειες χώρες.

Η οικονομική κρίση οδηγεί στην εξοικονόμηση ενέργειας είτε για θέρμανση το χειμώνα, είτε για ψύξη των κτιρίων το καλοκαίρι. Η σωστή αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στα κτίρια συνεισφέρει στην εξοικονόμηση και επιτυγχάνεται με το σωστό μέγεθος και προσανατολισμό των ανοιγμάτων στα κτίρια.

Τα νότια ανοίγματα δέχονται τη μέγιστη ετήσια μέση ηλιακή ακτινοβολία και ενέργεια. Συνιστάται να έχουν μεγάλο μέγεθος για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση το χειμώνα, χωρίς τον κίνδυνο υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Τα βορεινά ανοίγματα παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες κατά το χειμώνα και πρέπει να έχουν μικρό μέγεθος. Πλεονέκτημα τους είναι ότι επιτρέπουν το διάχυτο φως να εισέλθει στο χώρο και όχι το άμεσο με αποτέλεσμα την αποφυγή θάμβωσης. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δέχονται μεγάλη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του χώρου και μικρή το χειμώνα, οπότε δεν είναι ιδιαίτερα πλεονεκτικά. Επιλέγονται μόνο για την αξιοποίηση της θέας και την βελτίωση του φυσικού φωτισμού.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων εξαρτάται από τον προσανατολισμό τους. Στα νότια ανοίγματα αποτελεσματική σκίαση προσφέρουν τα απλά οριζόντια σκίαστρα (σταθερά ή κινητά), καθώς οι ηλιακές ακτίνες το καλοκαίρι προσπίπτουν από ψηλότερο σημείο από ότι το χειμώνα. Στα βορινά ανοίγματα δεν απαιτείται ηλιοπροστασία. Για τα ανατολικά και ιδιαίτερα τα δυτικά ανοίγματα που δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία μετά το μεσημέρι, όπου οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν από χαμηλά συνιστώνται κάθετα σκίαστρα υπό κλίση. (Εικόνα 20)



Εικόνα 20. Σκίαστρα υπό κλίση

Τα συστήματα ηλιοπροστασίας κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη θέση τους σε εξωτερικά-εσωτερικά-περιεχόμενα στα υαλοστάσια, ανάλογα με τη γεωμετρία τους σε οριζόντια-κατακόρυφα, ανάλογα με τον χειρισμό τους σε σταθερά-κινητά. Επίσης ποικίλουν και κατά το υλικό κατασκευής τους. Σε περίπτωση ανακαίνισης θα πρέπει οπωσδήποτε να συμπεριλαβετε συστήματα ηλιοπροστασίας.

Συστήματα εξωτερικών στοιχείων ηλιοπροστασίας

Αποτελούν την καλύτερη λύση για εξοικονόμηση ενέργειας και εκμετάλλευση του φυσικού φωτός. Αποτελούνται από στοιχεία οριζόντια ή κατακόρυφα, σταθερά ή κινητά (περσίδες). Μπορούν να κατασκευαστούν από ποικίλα υλικά, όπως σκυρόδεμα, μέταλλο, γυαλί, ξύλο. Εναλλακτικά κατασκευάζονται πάνω από PVC, ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία για τις νότιες όψεις που προσφέρουν καλή οπτική επαφή με το περιβάλλον, αλλά το καλοκαίρι έχουν μεγάλη αντανακλαστικότητα που προκαλεί θάμβωση. Λόγω της θέσης τους συμμετέχουν καθοριστικά στη διαμόρφωση των όψεων του κτιρίου και η τοποθέτηση τους λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό. (Εικόνα 21)



Εικόνα 21. Συστήματα εξωτερικών στοιχείων ηλιοπροστασίας

Εσωτερικά συστήματα ηλιοπροστασίας

Η εσωτερική σκίαση επιτυγχάνεται με διαφόρων ειδών κουρτίνες, κατακόρυφες ή οριζόντιες περσίδες, βενετικά στόρια, στόρια περιτυλισσόμενα σε κύλινδρο στο επάνω μέρος του ανοίγματος. Τα συστήματα εσωτερικής σκίασης υπάρχουν σε πολλά μεγέθη, χρώματα και υλικά, για τις συγκεκριμένες ανάγκες κάθε χώρου εργασίας ή κατοικίας. Δεν προσφέρουν κάποιο αξιόλογο βαθμό θερμομόνωσης, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία φτάνει σε όλο το κέλυφος του κτιρίου (τοιχοποιίες και ανοίγματα). Ωστόσο προσφέρουν σημαντική άνεση στους ένοικους του χώρου. (Εικόνα 22)



Εικόνα 22. Εσωτερικά συστήματα ηλιοπροστασίας

Συστήματα περιεχόμενα στα υαλοστάσια

Τα υαλοστάσια των κουφωμάτων μπορούν να αποτελέσουν ταυτόχρονα και συστήματα σκίασης με την τοποθέτηση μηχανισμών ηλιοπροστασίας (βενετικά στόρια, γρίλιες ή πανό) μεταξύ των δύο τζαμιών και εφαρμογή ειδικών μεμβρανών ή επιλεκτικών βαφών στα τζάμια του υαλοστασίου. Η κλίση και το ύψος τους ελέγχεται από το εσωτερικό του χώρου, ανάλογα με τη θέση του ήλιου και την επιθυμητή ποσότητα εισερχόμενης ακτινοβολίας. (Εικόνα 23)



Εικόνα 23. Συστήματα περιεχόμενα στα υαλοστάσια

Μεμβράνες ηλιοπροστασίας

Προσφέρουν σταθερό αποτέλεσμα σκίασης όλο το χρόνο. Διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, όπως θερμοανакλαστικές μεταλλικού χρώματος, που αντανακλούν μέχρι και το 80% της ηλιακής ενέργειας, φιλτράρουν την υπεριώδη (UV) ακτινοβολία (99%) και προσφέρουν προστασία της ιδιωτικότητας (βλέπουμε δεν μας βλέπουν), αντιθαμβωτικές που φιλτράρουν το ηλιακό φως, απορρίπτουν τους διαβρωτικούς παράγοντες (ακτινοβολίες UVA και UVB) και απορροφητικές που φιλτράρουν την ηλιακή ακτινοβολία, μειώνουν τη θερμότητα και τη φωτεινότητα, την ορατότητα από έξω.

Καταλήγοντας για να εξασφαλιστούν η ευεξία των χρηστών κάθε κτιρίου και η οπτική άνεση και επιτευχθούν ενεργειακά οφέλη θα πρέπει να γίνει προσεκτική μελέτη των ανοιγμάτων στα κτίρια (μέγεθος, προσανατολισμός) και να ακολουθήσει η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης, ώστε να ελέγχει την ποσότητα εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι και συγχρόνως να εξασφαλίζει φυσικό φωτισμό, αερισμό και απρόσκοπτη θέα, χωρίς να μειώνει τον επιθυμητό ηλιασμό το χειμώνα.

Οι πράσινες στέγες και τα οφέλη τους

Φυτεμένο ή πράσινο δώμα είναι η επιφάνεια της επιστέγασης των κτιρίων ή τμήμα αυτής που καλύπτεται με φυτά. Αναφέρονται και ως πράσινες στέγες, δωματόκηποι και green roofs. Τα φυτεμένα δώματα αποτελούν μία από τις πιο συναρπαστικές εξελίξεις στον αειφόρο και βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων. (Εικόνα 24)



Εικόνα 24. Πράσινες στέγες

Σύμφωνα με τους μέχρι πριν λίγα χρόνια ισχύοντες τρόπους δόμησης τα νέα κτίρια ορθώνονταν με αδιάφορα γκριζα δώματα, επιφάνειες κενές, αχρησιμοποίητες, χωρίς ζωή εκτεθειμένες σε έντονες περιβαλλοντικές μεταβολές.

Αν και τα φυτεμένα δώματα δεν είναι καινούργια πρακτική, τις τελευταίες δεκαετίες οι αρχιτέκτονες, οι πολεοδόμοι και οι κατασκευαστές όλο και περισσότερο στρέφονται προς τους ταρατσόκηπους όχι τόσο για την αισθητική τους, αλλά για την πρακτικότητα και για τις πολλαπλά πλεονεκτήματά τους. Με την ανάπτυξη της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, του ενεργειακού σχεδιασμού και τις Κοινοτικές Οδηγίες τα τελευταία χρόνια αυξάνεται ο ρυθμός κατασκευής των φυτεμένων δωματίων.

Αισθητική και ενεργειακή αναβάθμιση όψεων των κτιρίων

Κτίρια προηγούμενων δεκαετιών αντιμετωπίζουν σήμερα διάφορα προβλήματα: παρωχημένη αισθητική, φθορά στα υλικά κατασκευής, υπέρμετρη κατανάλωση ενέργειας, με αποτέλεσμα να μην είναι ελκυστικά για πώληση ή ενοικίαση.

Παράλληλα η ευαισθητοποίηση όλων μας για την προστασία του περιβάλλοντος και την πράσινη ανάπτυξη οδηγούν στην αναβάθμιση των όψεων τόσο αισθητικά όσο και ενεργειακά. Συγχρόνως και η εξέλιξη στην τεχνολογία των δομικών υλικών συμβάλλει στην αναβάθμιση αυτή.

Συστήματα αναβάθμισης όψεων

- Εξωτερική θερμομόνωση
- Αεριζόμενες προσόψεις

Εξωτερική θερμομόνωση

Είναι η εφαρμογή ενός κελύφους στην εξωτερική πλευρά του υφισταμένου κτιρίου, για την προσθήκη ή βελτίωση της μόνωσης του.

Η κατασκευή γίνεται με την τοποθέτηση διογκωμένης ή εξηλασμένης πολυστερίνης και σε ειδικές περιπτώσεις πετροβάμβακα στους εξωτερικούς τοίχους και την τελική επικάλυψη του κελύφους με πολυμερισμένο κονίαμα, που προσφέρει ισχυρή μηχανική αντοχή και στεγανοποίηση. Για την εφαρμογή χρησιμοποιούνται ειδικά πρόσθετα τεμάχια για την προστασία των γωνιών, νεροσταλάκτες, υαλόπλεγμα για τον οπλισμό της επιφάνειας εφαρμογής του επιχρίσματος.

Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου από τους εξωτερικούς τοίχους και επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας. (Εικόνα 25)



Εικόνα 25. Εξωτερική Θερμομόνωση

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

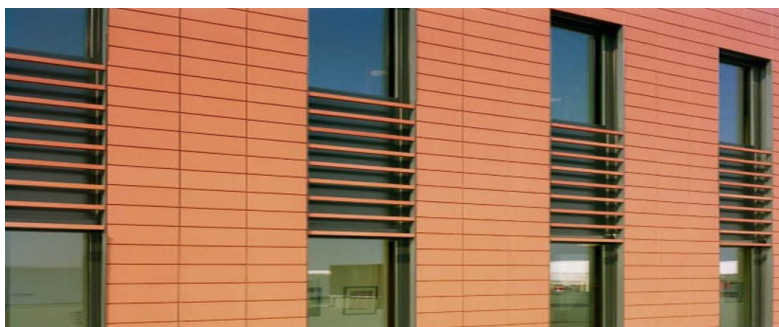
- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| 1. ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ | 7. ΚΟΛΛΑ |
| 2. ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑ | 8. ΠΛΕΓΜΑ |
| 3. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΣΟΒΑΣ (ΑΝ ΥΠΑΡΧΕΙ) | 9. ΚΟΛΛΑ |
| 4. ΚΟΛΛΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ | 10. ΑΣΤΑΣΡΙ |
| 5. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ | 11. ΤΕΛΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ |
| 6. ΒΥΣΜΑΤΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ | 12. ΒΑΣΗ ΣΤΗΡΙΞΗΣ |

Πλεονεκτήματα

- Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου
- Αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών στα στοιχεία από σκυρόδεμα (υποστυλώματα, δοκάρια, τοιχία), που δημιουργούν συμπύκνωση υδρατμών (μούχλα, μύκητες, στίγματα κλπ) και συμβάλλουν κατά σημαντικό ποσοστό στις ολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου
- Ενίσχυση της θερμοχωρητικότητας του τοίχου με αποτέλεσμα τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας στο εσωτερικό για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα μετά την διακοπή της θέρμανσης ή του κλιματισμού
- Πλήρης εκμετάλλευση του χώρου χωρίς μείωση του εμβαδού του, καθώς η τοποθέτηση γίνεται εξωτερικά
- Μείωση του κόστους συντήρησης του κτιρίου
- Η τοποθέτηση στα υφιστάμενα κτίρια γίνεται χωρίς όχληση των ενοίκων, καθώς οι εργασίες γίνονται εξωτερικά του κτιρίου χωρίς να δημιουργούνται μπάζα

Αεριζόμενες προσόψεις

Αποτελούν σύνθετα συστήματα κατασκευής, που προσφέρουν αισθητική ποιότητα και αποτελεσματική μόνωση με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας. Αποτελούνται από μια εξωτερική επικάλυψη, έναν θάλαμο αέρα ελάχιστου βάθους 4εκ., σκελετό κυρίως από αλουμίνιο που στερεώνεται στο κτίριο και μία μονωτική στρώση στερεωμένη στον εξωτερικό τοίχο του κτιρίου. (Εικόνα 26)



Εικόνα 26. Αεριζόμενες προσόψεις

Για την εξωτερική επικάλυψη χρησιμοποιούνται διάφορα υλικά και κύριος σκοπός της είναι η αισθητική και η προστασία.

Το κενό είναι απαραίτητο για την ενεργοποίηση του φυσικού αερισμού μέσω εφελκυσμού, που εξασφαλίζει τη λειτουργία του συστήματος ως σύνολο και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο σκελετός αλουμινίου εξασφαλίζει τη στερέωση και σταθερότητα της εξωτερικής επικάλυψης.

Η μονωτική στρώση εξασφαλίζει τη θερμομόνωση. (Εικόνα 27)



Εικόνα 27. Σκελετός αλουμινίου

Πλεονεκτήματα

- Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου

- Συμβολή στη ψύξη του κτιρίου το καλοκαίρι και στον έλεγχο των θερμικών απωλειών το χειμώνα
- Προστασία από υπερθέρμανση του κτιρίου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού
- Εξάλειψη του κινδύνου ρηγματώσεων
- Αυξημένη ηχομονωτική συμπεριφορά
- Εύκολη και ταχεία τοποθέτηση χωρίς να υπάρχει ανάγκη παρέμβασης στο εσωτερικό του κτιρίου και χωρίς να απαιτείται τροποποίηση των εσωτερικών τελειωμάτων
- Δυνατότητα ‘αναπνοής’, αερισμού της μονωτικής στρώσης και εκτόνωση των υδρατμών με φυσικό τρόπο
- Δυνατότητα πλήρους εκμετάλλευσης της αισθητικής που προσφέρει η ποικιλία στα υλικά των εξωτερικών πλακών κάλυψης. (Εικόνα 28, 29)



Εικόνα 28. Υλικό εξωτερικής κάλυψης



Εικόνα 29. Υλικό εξωτερικής κάλυψης

Κτίρια_με_αχυρένιους_τοιίχους

Το άχυρο θα μπορούσε να διεκδικήσει μια περίοπτη θέση στη σημερινή δόμηση ή ακόμα καλύτερα στη δόμηση του μέλλοντος. (Εικόνα 30)



Εικόνα 30. Κονάκια των Σαρακατσάνων

Το άχυρο έχει χρησιμοποιηθεί κατά το παρελθόν, πολλές φορές στη δόμηση: Μερικά παραδείγματα αποτελούν οι αχυρένιες καλύβες ή η κατασκευή των τσατμάδων (τοιχών μικρού πάχους και βάρους) των σπιτιών της μακεδονικής αρχιτεκτονικής.

Το άχυρο είναι ένα από τα φιλικότερα προς το περιβάλλον δομικά υλικά, καθώς είναι πλήρως ανανεώσιμο και απορροφά CO₂ κατά την ανάπτυξή του. Οπότε τα κτίρια που κατασκευάζονται με αυτό το υλικό αφήνουν μικρό ή ακόμη και αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα. Η επεξεργασία του άχυρου δεν είναι καθόλου ενεργοβόρα ενώ η ποσότητα του υλικού που συλλέγεται και δεν χρησιμοποιείται, μπορεί να επιστραφεί στη γη, να δοθεί ως ζωική τροφή ή να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη υλη.

Πέρα όμως από το γεγονός ότι πρόκειται για ένα απόλυτα φυσικό υλικό, το άχυρο έχει ένα μοναδικό πλεονέκτημα που μπορεί να το καταστήσει ως ένα από τα πλεονεκτικότερα δομικά υλικά. Διαθέτει εξαιρετικές θερμομονωτικές ιδιότητες και συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό τοιχοποιίας.

Τα ενεργειακά οφέλη από τη χρήση ενός τέτοιου υλικού είναι πολλαπλά. Για παράδειγμα η εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου, μπορεί να φτάσει και το 80%. Βέβαια, η επίτευξη ενός τέτοιου υψηλού ποσοστού προϋποθέτει ότι θα έχουν ληφθεί και μια σειρά άλλων μέτρων, όπως χρήση θερμομονωτικών κουφωμάτων και σωστός προσανατολισμός κτιρίου.

Τα προκατασκευασμένα πάνελ από ξύλο και άχυρο.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι χρήσης του άχυρου στη δόμηση και θα αναλυθεί η μέθοδος των προκατασκευασμένων πάνελ με τον τρόπο αυτό τα πάνελ μπορούν να έχουν τυποποιημένες ιδιότητες και διαστάσεις. (Εικόνα 31)



Εικόνα 31. Κτίριο Straw Bale Cafe με πάνελ της εταιρείας ModCell

Από τι αποτελούνται τα πάνελ

Τα πάνελ κατασκευάζονται από ξύλινο σκελετό που στη συνέχεια γεμίζεται με άχυρο. Το άχυρο συμπιέζεται καλά και στο τέλος το ξύλινο κουτί σφραγίζεται. Το κλειστό κουτί μπορεί είτε να επιχριστεί με ασβεστοκονίαμα (όπως και ένας τυπικός τοίχος) είτε να αφεθεί ανεπίχριστο και να καλυφθεί με επένδυση ξηρής δόμησης. (Εικόνα 32)



Εικόνα 32. Κατασκευή του κτιρίου Inspire Bradford Business Park με πάνελ της εταιρείας Modcell

Πως κατασκευάζονται

Τα πάνελς κατασκευάζονται σε ειδικό χώρο προκειμένου να πληρούνται κάποιοι στοιχειώδεις κανόνες ποιότητας και προτυποποίησης. Γενικά, όμως η κατασκευή τους δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις και έτσι ο χώρος αυτός, μπορεί να στηθεί οπουδήποτε, κοντά στον τόπο κατασκευής του κτιρίου.

Για παράδειγμα η εταιρεία Modcell που κατασκευάζει τέτοια πάνελ, προμηθεύεται το άχυρο από αγρότες που δραστηριοποιούνται στην περιοχή, οργανώνει ένα χώρο κοντά στο εργοτάξιο και έτσι ενισχύει την τοπική οικονομία αλλά και εξοικονομεί πόρους από τη μεταφορά και μετακίνηση των προϊόντων. (Εικόνα 33)



Εικόνα 33. Κατασκευή του κτιρίου Inspire Bradford Business Park με πάνελ της εταιρείας Modcell

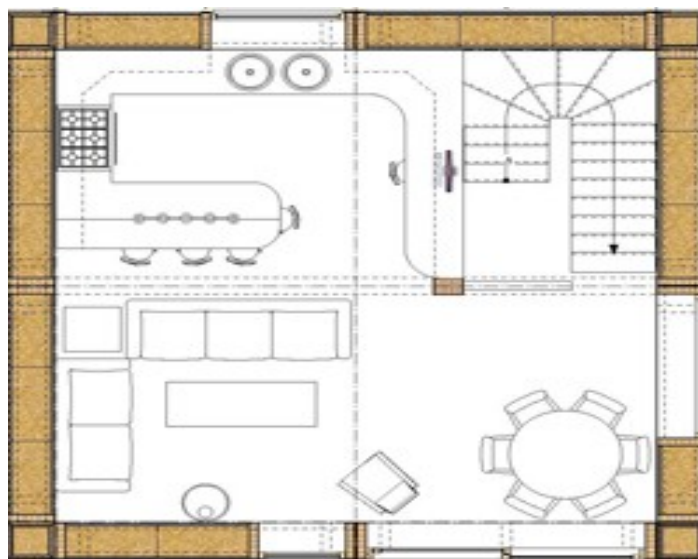
Πως κατασκευάζεται το κτίριο με αυτά τα πάνελ

Τα ξύλινα κουτιά με το άχυρο, κατασκευάζονται εξολοκλήρου εκτός εργοταξίου. Ο τρόπος αυτός ονομάζεται προκατασκευή. Στη συνέχεια τα τεμάχια αυτά μεταφέρονται στον τόπο κατασκευής και συναρμολογούνται επιτόπου με τη βοήθεια γερανών. (Εικόνα 34)



Εικόνα 34. Το διώροφο κτίριο BaleHaus, στο χώρο του πανεπιστημίου του Bath με πάνελ της εταιρείας ModCell

Η κάτοψη του ισογείου του διώροφου κτιρίου BaleHaus. Αξιοσημείωτο είναι το μεγάλο πάχος των τοίχων που προσφέρει θερμομόνωση και θερμοχωρητικότητα. (Εικόνα 35)



Εικόνα 35. Κάτοψη του κτιρίου BaleHaus

Πόσο αντέχει το κτίριο από άχυρο στη φθορά του χρόνου

Ο χρόνος ζωής του υλικού ξεπερνάει τα 100 έτη. Το σημαντικότερο όμως είναι ότι τα κτίρια από άχυρο, μπορούν να αποσυναρμολογηθούν και να ανακυκλωθούν από τη φύση χωρίς σπατάλη ενέργειας, γεγονός που δεν ισχύει για πολλά από τα δομικά υλικά.

Στατικότητα

Τα πάνελ, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως φέροντα δομικά στοιχεία (δηλαδή χωρίς σκελετό) όμως χρειάζεται ειδική μελέτη, και επιπλέον το ύψος του κτιρίου περιορίζεται στους τρεις ορόφους. Παρόλα αυτά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικό πλήρωσης αν ο σκελετός του κτιρίου κατασκευαστεί από μπετόν ή από μέταλλο. (Εικόνα 36)



Εικόνα 36. Εσωτερικό του κτιρίου BaleHaus με πάνελ της εταιρείας ModCell

Τι γίνεται σε περίπτωση πυρκαγιάς ή υγρασίας:

Τα πάνελ μπορούν να επιχριστούν εξωτερικά με ασβεστοκονίαμα και έτσι αποκτούν αντοχή στη φωτιά (περίπου 2 ώρες). Άλλωστε τα άχυρα βρίσκονται καλά σφραγισμένα μέσα στα κουτιά τους και δεν κινδυνεύουν από μύκητες και έντομα. Βέβαια, αν δημιουργηθούν τρύπες στο ξύλο τότε ενδεχόμενα κάποια ζώδια να μπορέσουν να αναπτυχτούν μέσα στο άχυρο.

Τα ξύλινα πάνελ με το άχυρο, αναπνέουν και συνεπώς δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα υγρασίας και μούχλας.

Το βασικό μειονέκτημα:

Ο τοίχος θα πρέπει να έχει μεγάλο πάχος (μεταξύ 41 έως 46 εκατοστά) ενώ ένας απλός τοίχος με διπλή σειρά τούβλων και ενδιάμεση μόνωση έχει πάχος 25 εκατοστά (στη Μεγάλη Βρετανία, οι τοίχοι έχουν πάχος 35-38 εκατοστά προκειμένου να πληρούν τους εκεί κανονισμούς). (Εικόνα 37)



Εικόνα 37. Εσωτερικό του σχολείου Castle Park με πάνελ της εταιρείας ModCell

Ρολοκουρτίνες και εξοικονόμηση ενέργειας

Οι ρολοκουρτίνες (roller) αποτελούν μια πρακτική λύση, καθώς με την τοποθέτησή τους εμποδίζονται οι ακτίνες του ηλίου να εισέλθουν στον εσωτερικό χώρο χωρίς όμως να εμποδίζεται η θέα προς τα έξω.

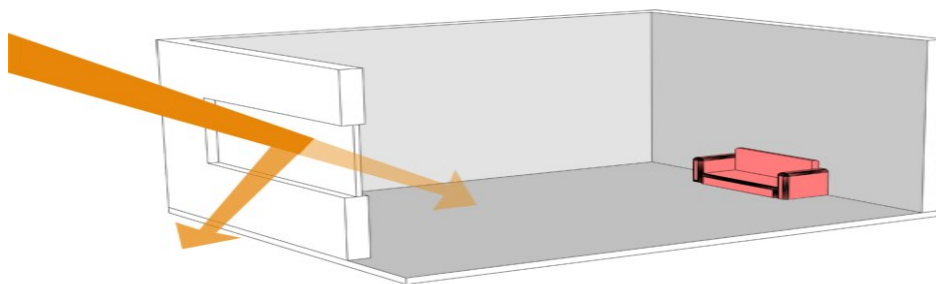
Τα κτίρια, είτε πρόκειται για κατοικίες είτε για εργασιακούς χώρους, καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας για θέρμανση, φωτισμό, κλπ. Αναπόφευκτα λοιπόν, το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας έχει αρχίσει να απασχολεί και τους μελετητές του εσωτερικού χώρου, οι οποίοι γνωρίζουν πλέον ότι με κατάλληλες παρεμβάσεις μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας, να εξοικονομήσουν χρήματα στους ιδιοκτήτες και να κάνουν τη ζωή των χρηστών μέσα στα κτίρια ποιοτικότερη.

Ένα από τα σημαντικότερα σημεία του κτιρίου, στο οποίο μπορούν να γίνουν επεμβάσεις αποτελεί το κέλυφος του. Πράγματι, από το κέλυφος, μεταφέρεται η θερμότητα από μέσα προς τα έξω κατά τη διάρκεια του χειμώνα και από έξω προς τα μέσα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ως εκ τούτου, ένα κτίριο που δεν είναι καλά μονωμένο καταναλώνει πολύ ενέργεια τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι προκειμένου να διατηρεί τη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου, άνετη. Ένα μεγάλο τμήμα του κελύφους καταλαμβάνουν τα κουφώματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες, κλπ) ενώ από αυτά γίνεται τις περισσότερες φορές η σημαντικότερη μεταφορά θερμότητας.

Το καλοκαίρι, λοιπόν, οι ακτίνες του ηλίου εισέρχονται από τα υαλοστάσια (τζάμια) στο εσωτερικό του κτιρίου και θερμαίνουν το χώρο. Συνεπώς, θα πρέπει να εμποδιστούν με διάφορα συστήματα σκίασης (κουρτίνες, πατζούρια, περσίδες, κλπ). Αντίθετα το χειμώνα, οι ακτίνες του ηλίου είναι καλοδεχούμενες. Τα συστήματα σκίασης, ακόμα κι αν τοποθετούνται από την εσωτερική πλευρά του κτιρίου, μειώνουν αποδεδειγμένα την ενέργεια που καταναλώνεται για την ψύξη του χώρου κατά τους θερινούς μήνες.

Τα συστήματα σκίασης θα πρέπει να ανοιγοκλείνουν ώστε να προσαρμόζονται στις εποχές και στις ανάγκες των χρηστών. Από όλα τα συστήματα οι ρολοκουρτίνες (ρόλλερ) διαθέτουν ένα βασικό πλεονέκτημα:

Σκιάζουν το χώρο και τον διατηρούν δροσερό, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν σε ένα μεγάλο μέρος του φωτός να εισέρχεται στο εσωτερικό. (Εικόνα 38)



Εικόνα 38. Ρολοκουρτίνες

Το ποσοστό διαφάνειας των κουρτινών αυτών διαφέρει και έτσι υπάρχουν ρολοκουρτίνες που δεν εμποδίζουν καθόλου τη θέα προς τα έξω και άλλες που είναι σχεδόν αδιαφανής. Συνεπώς, ο μελετητής του χώρου θα πρέπει αν ελέγξει όλες τις παραμέτρους, όπως:

- ο Τον προσανατολισμό των παραθύρων
- ο Τη θέα
- ο Το είδος της εργασίας που γίνεται στο χώρο
- ο Τα επίπεδα του φυσικού φωτός

Αν για παράδειγμα τα παράθυρα βρίσκονται στην δυτική πλευρά, τότε θα πρέπει να επιλεγούν μεμβράνες που θα φιλτράρουν αποτελεσματικά τον ήλιο, ακόμα και αν πρέπει να μειωθεί, σε ένα σημαντικό ποσοστό, το φυσικό φως. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να βρεθεί η βέλτιστη ισορροπία μεταξύ της ανάγκης για σκίαση και της ανάγκης για φυσικό φωτισμό.

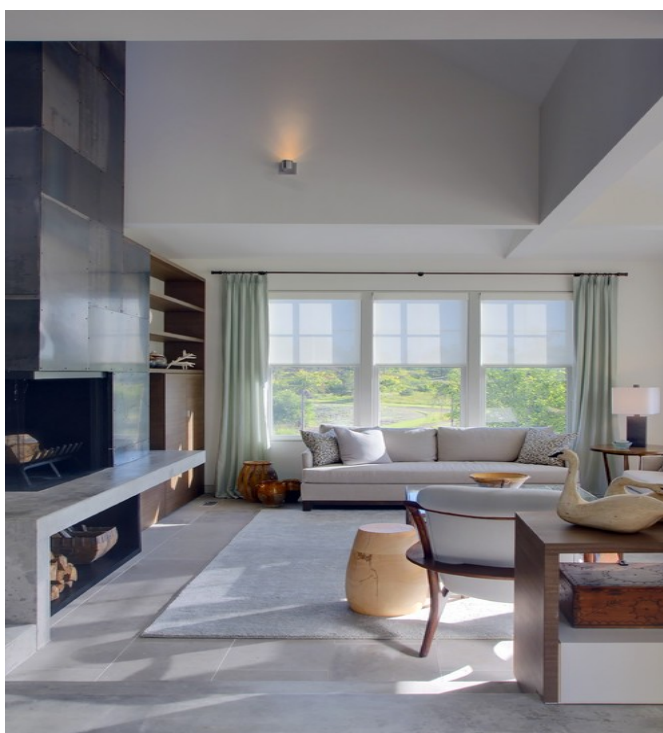
Οι μεμβράνες των ρολών αυτών, κατασκευάζονται σε πολλά σχέδια και χρώματα. Μπορεί ακόμα και να γίνει εκτύπωση πάνω στην επιφάνειά τους. Επίσης μπορούν να ανοιγοκλείνουν με μηχανικό τρόπο ή με τηλεχειρισμό. Τα υλικά κατασκευής τους είναι κυρίως νήματα από fiberglass ή από pvc. Υπάρχουν και πιο εξελιγμένα νήματα, όπου οι ίνες επικαλύπτονται με σωματίδια αλουμινίου.

Ένα σημαντικό στοιχείο που καθορίζει, τις ιδιότητες της μεμβράνης (αντανάκλαση, διαφάνεια, κλπ) είναι η πλέξη των ινών και τα ποσοστά κενού/ πλήρους.

Αν η πλέξη είναι πυκνή τότε η διαπερατότητα του φωτός και του ηλίου είναι μικρότερη και το αντίστροφο.

Πέρα όμως από την πλέξη και το υλικό της μεμβράνης, το σημαντικότερο στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη, αποτελεί το χρώμα της μεμβράνης. Οι σκουρόχρωμες μεμβράνες προστατεύουν καλύτερα από τον ήλιο και διαθέτουν καλύτερη διαφάνεια. Οι ανοιχτόχρωμες μεμβράνες αντανακλούν καλύτερα τη θερμότητα και αφήνουν το φυσικό φως να εισέρχεται στο χώρο.

Συνεπώς, αν σε ένα χώρο είναι σημαντική η συνεχής ύπαρξη άπλετου φυσικού φωτός θα πρέπει να επιλέξετε ανοιχτόχρωμες μεμβράνες. Η πυκνότητα της πλέξης παίζει μικρό ρόλο. Αν όμως, ο προσανατολισμός είναι δυτικός και κατά συνέπεια η επιβάρυνση από τον ήλιο μεγάλη, ίσως θα πρέπει να επιλέξετε σκουρόχρωμες μεμβράνες. (Εικόνα 39)



Εικόνα 39. Σκουρόχρωμες μεμβράνες

Φυτεμένες όψεις ή αλλιώς ζωντανοί τοίχοι

Τα φυτά προσφέρουν σκίαση, δροσιά, ηχομόνωση και θέα. Η οικονομική ανακαίνιση σπιτιών ή επαγγελματικών χώρων μπορεί να περιλαμβάνει λύσεις με φυτά μικρής η μεγάλης κλίμακας.

Οι φυτεμένες όψεις, ονομάζονται αλλιώς και κατακόρυφοι κήποι. Η πρώτη αναφορά σε φυτεμένες όψεις μπορεί να θεωρηθεί ή περίπτωση των κρεμαστών κήπων της Βαβυλώνας. Στην ουσία πρόκειται για την κάλυψη των κατακόρυφων όψεων ενός κτίσματος με φυτά και βλάστηση ή ακόμη και τη δημιουργία κατακόρυφων τοίχων από φυτά (φυτοφράχτες). (Εικόνα 40)



Εικόνα 40. Φυτεμένες όψεις

Ανακαίνιση, επισκευή και ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίων

Η συντήρηση και η επισκευή των κτιρίων και των διαμερισμάτων αποτελούν απαραίτητες ενέργειες για τη διατήρηση της αντοχής τους και την εξασφάλιση της παράτασης του χρόνου ζωής τους. Συγχρόνως το υψηλό κόστος αγοράς νέου διαμερίσματος σε συνδυασμό με το χαμηλό εισόδημα και τον περιορισμό των στεγαστικών δανείων οδηγούν τους ιδιοκτήτες στην ανακαίνιση των παλαιών διαμερισμάτων τους, για πώληση ή ενοικίαση σε καλύτερες τιμές ή ακόμη για καλύτερη διαβίωση μέσα σ' αυτά. Επιτακτική επίσης προβάλλει η ανάγκη για ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, καθώς τα παλαιά ενεργοβόρα κτίρια και κατοικίες απαιτούν μεγάλο κόστος χρήσης.

Το μέγεθος της ανακαίνισης εξαρτάται από τις ανάγκες, την επιθυμία και την οικονομική δυνατότητα του ιδιοκτήτη. Σε περιπτώσεις ολικής ανακαίνισης υπάρχει δυνατότητα λειτουργικής αναβάθμισης, δηλαδή νέας διαρρύθμισης του χώρου σύμφωνα με το σύγχρονο τρόπο διαβίωσης και αισθητικής αναβάθμισης, καθώς και επιλογής καινοτόμων δομικών υλικών. (Εικόνα 41)



Εικόνα 41. Ανακαίνιση και επισκευή

Τέσσερα δομικά υλικά με οικολογικό χαρακτήρα

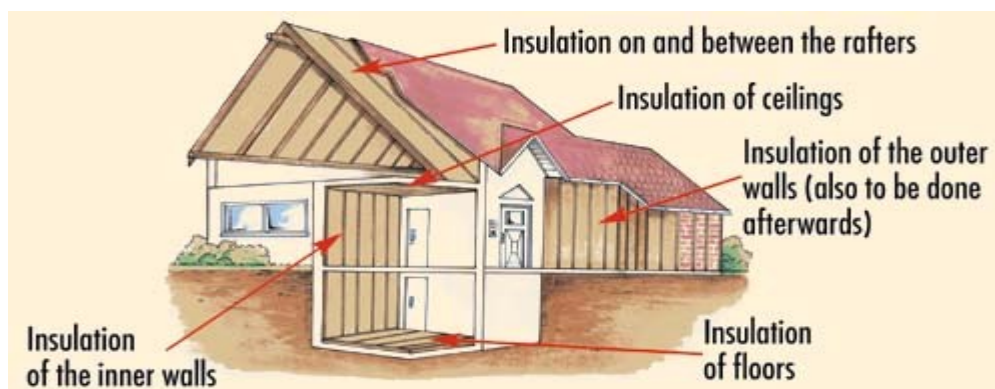
Ένα υλικό θεωρείται οικολογικό, όταν πληροί τις περισσότερες ή ιδανικά το σύνολο των παρακάτω παραμέτρων:

- Είναι ανακυκλώσιμο και αφομοιώσιμο από το περιβάλλον.
- Δεν απαιτεί μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή και επεξεργασία του.
- Δεν καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών, πρώτων υλών, ιδιαίτερα εκείνων που έχουν αρχίσει να μειώνονται αισθητά από τον πλανήτη.
- Δεν είναι τοξικό ή βλαβερό για την υγεία των χρηστών και για το περιβάλλον.

Η κλωστική κάνναβη στην οικολογική δόμηση

Τα τελευταία χρόνια εφαρμοσμένη έρευνα γίνεται για την χρήση της κάνναβης σε δομικές εφαρμογές. Ένα τέτοιο παράδειγμα εφαρμοσμένης έρευνας για δομικές εφαρμογές είναι το έργο GROW2BUILD. Στα πλαίσια του έργου μελετάται η κατασκευή ενός ανανεώσιμου σπιτιού από την κλωστική κάνναβη στην Γαλλία και την Αγγλία.

Η προσθήκη κλωστικής κάνναβης δοκιμάζεται στο σκυρόδεμα, στις μονώσεις της οροφής, στις μονώσεις των εσωτερικών τοίχων του σπιτιού. (Εικόνα 42)



Εικόνα 42. Κλωστική κάνναβη στο σκυρόδεμα

Οικολογικό σπίτι

Το σπίτι χτίστηκε το 85% φυσικά υλικά, τις ανανεώσιμες πηγές, ανακυκλώσιμα και βιοδιασπώμενα βιοβάση. Αποτελείται εξ ολοκλήρου από ξύλο, με ένα συμπαγές ξύλινο κύτος χρησιμοποιείται από Nur Holz, ένα σύστημα χωρίς αρμούς κόλλας. Οι

συμπαγείς τοίχους ξύλο είναι ανεπεξέργαστο εφαρμοσμένη στην πλειοψηφία. Η χρήση των πτητικών ουσιών είναι ελάχιστη. Φυσικά, το σπίτι είναι πολύ καλά μονωμένο. Αν μόνωση χρησιμοποιείται μαλλί προβάτου. Η στέγη είναι καλυμμένη με γρασίδι με βάση την τύρφη. Επιπλέον, το σπίτι είναι διαπερατό από τους υδρατμούς, η οποία κάνει για ένα καλό φυσικό ενυδατικό. (Εικόνα 43, 44)



Εικόνα 43. Οικολογικό σπίτι



Εικόνα 44. Οικολογικό σπίτι

Για τη θέρμανση της κατοίκου χρήση της παθητικής ηλιακής ενέργειας και τη συσσώρευση wood burner της Tigchelaar. Το σπίτι είναι προσανατολισμένο νότια, επιτρέποντας το φως του ήλιου το χειμώνα διεισδύει βαθιά. Με μια μεγάλη προεξοχή ο ήλιος το καλοκαίρι παραμένει έξω. Σε συνδυασμό με το χόρτο οροφή, αυτό εξασφαλίζει ότι το σπίτι παραμένει δροσερό. Ζεστό νερό παράγεται από ένα ηλιακό

Πτυχιακή εργασία
Οικολογικά Δομικά Υλικά

λέβητα σε συνδυασμό με ηλιακούς συλλέκτες. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από 12 φωτοβολταϊκά πάνελ. Ως εκ τούτου, το σπίτι είναι ουδέτερη ενέργεια.

Πρόσοψη κατασκευής : Nur Holz πάνελ τοίχου μασίφ ξύλο 155 χιλιοστά

μόνωση τοίχων : Doscha μαλλί 140 χιλιοστά

Επένδυση : χωρίς θεραπεία (γήρανση) τμήματα της Δυτικής Red Cedar τοποθετημένα σε οριζόντιες γραμμές, και της Δυτικής Red Cedar.

Πλαίσια, εκτός : Robinia πλαισίων

στεγών, λοξή : δοκάρια ερυθρελάτης, πιστοποίηση FSC.

Στέγες : χόρτο οροφή με βάση Nittedal Torvindustri τσάντες τύρφη

Μόνωση οροφής : Doscha μαλλί, 280 χιλιοστά πάχος

τοίχων Εσωτερικών φέρουν Nur Holz πάνελ τοίχου μασίφ ξύλο 155 χιλιοστά

εσωτερικοί τοίχοι δεν είναι φέροντες Nur Holz μασίφ ξύλο πάνελ τοίχου 120 χιλιοστά πάχους

πλαίσια μέσα : μη επεξεργασμένο πεύκο, FSC πιστοποιημένο

κρεμασμένο και η οροφή τελειώνει : οι τοίχοι της κουζίνας, μπάνιο και τουαλέτα καλύπτεται με Allbäck lijnolievax. Άλλες τοίχους και οροφές είναι χωρίς θεραπεία.

Δάπεδα, ισόγειο : ανακυκλωμένο δοκάρια | 18 χιλιοστά ECOBOARD | ανακυκλωμένο έλατο συμβούλια

μόνωση Όροφος : Doscha μαλλί 140 χιλιοστά

παρκέ δάπεδο : στοιχεία του ξύλινου δαπέδου Nur Holz 208 χιλιοστά

Δάπεδα : Osmo παρκέ πετρελαίου

επιχρίσματα, χρώματα και κόλλες : Uula Roslagin πετρελαίου στέγη προεξοχή

Επιλογή Δομικών Υλικών με Οικολογικά Κριτήρια

Η επιλογή των υλικών ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά οικονομικών, περιβαλλοντικών, ενεργειακών και άλλων παραμέτρων. Ο κύκλος των εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή, τη διακίνηση αλλά και τη χρήση των

δομικών υλικών, είναι πολυσύνθετος και κατ' επέκταση τα κριτήρια για την οικολογική συμπεριφορά των υλικών δεν είναι ιδιαίτερα εύκολο να εκφραστούν ποσοτικά.

Όταν αναφέρεται κανείς σήμερα στην οικολογική (πράσινη) αρχιτεκτονική, εκτός από την αξιοποίηση των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής (προσανατολισμού κτιρίου, φυσικού αερισμού κ.ά.), θα πρέπει να συμπεριλάβει και την αξιολόγηση των δομικών υλικών με οικολογικά κριτήρια. Η επιλογή των υλικών ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά οικονομικών, περιβαλλοντικών, ενεργειακών και άλλων παραμέτρων. Ο κύκλος των εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή, τη διακίνηση αλλά και τη χρήση των δομικών υλικών είναι πολυσύνθετος και κατ' επέκταση τα κριτήρια για την οικολογική συμπεριφορά των υλικών δεν είναι ιδιαίτερα εύκολο να εκφραστούν ποσοτικά. Η διαδικασία παραγωγής των υλικών, ο κύκλος ζωής τους και η τελική τους διάθεση (απόρριψη) έχει σημαντικές επιπτώσεις στο ευρύτερο περιβάλλον. Παράλληλα, τα υλικά διαμορφώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτιρίων και μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία των χρηστών. Επίσης καθορίζουν τη θερμική συμπεριφορά των κτιρίων και επηρεάζουν το εξωτερικό περιβάλλον. Στα νέα αναπτυσσόμενα υλικά γίνεται προσπάθεια να εισαχθούν στο σκεπτικό της παραγωγής τους διάφορα περιβαλλοντικά κριτήρια. Επειδή όμως ιδεατά υλικά δεν υπάρχουν, ο μηχανικός θα πρέπει να εντάσσει στο κτίριο οικοδομικά υλικά που να μπορούν να ικανοποιούν ολικά ή και μερικά ορισμένους δείκτες (κριτήρια) σε στάδια του κύκλου ζωής του κτιρίου όπως:

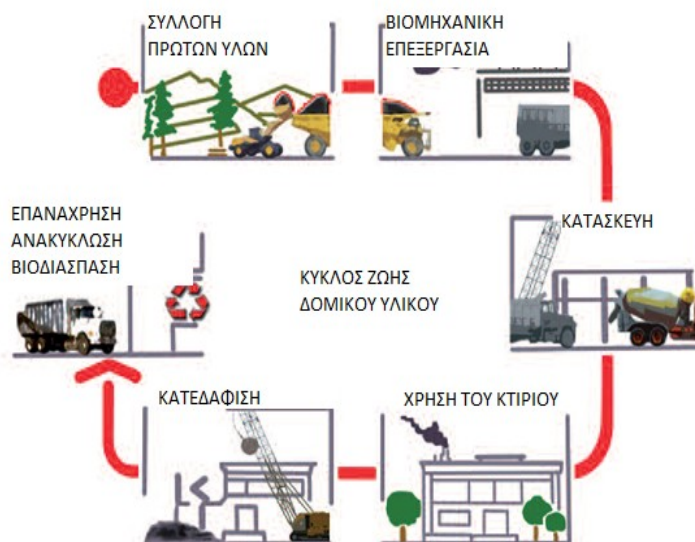
- Την εξοικονόμηση, την επανάχρηση και την ανακύκλωση των πρώτων υλών,
- Το χρόνο ζωής,
- Τον έλεγχο της τοξικής συμπεριφοράς σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής,
- Την παρουσία ραδιενέργειας στα υλικά του κτιρίου,
- Την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών (εξαρτάται κυρίως από τη διαδικασία παραγωγής αλλά και μεταφοράς στην κατασκευή),
- Την εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη λειτουργία του κτιρίου,
- Άλλες παραμέτρους όπως τις εκπομπές των υλικών σε CO₂ και NO_x κατά τη διάρκεια παραγωγής τους

Ο κύκλος ζωής ενός υλικού

Ο κύκλος ζωής ενός οικοδομικού υλικού περιέχει τα εξής στάδια:

- Συλλογή - εξόρυξη.
- Βιομηχανική παραγωγή - επεξεργασία.

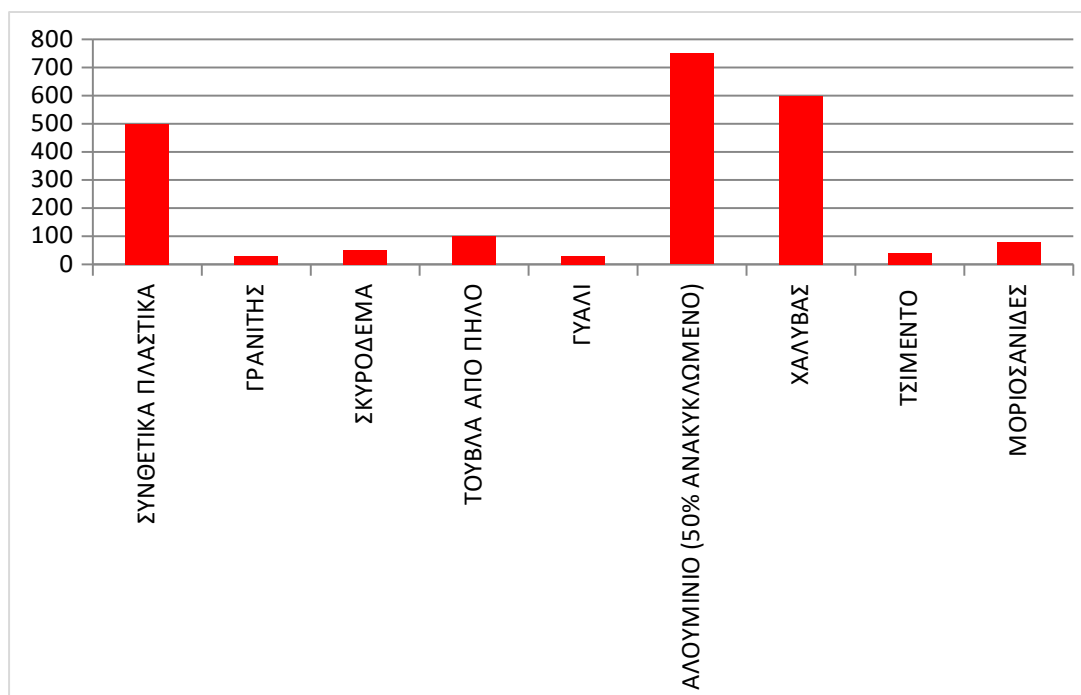
- Κατασκευή.
- Χρήση της κατασκευής.
- Κατεδάφιση.
- Επανάχρηση, ανακύκλωση, βιοδιάσπαση. (Εικόνα 45)



Εικόνα 45. Κύκλος ζωής ενός υλικού

Στο εγχείρημα της οικολογικής δόμησης η κάθε προσπάθεια ελέγχου των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούν τα κτίρια θα ήταν απαραίτητο να εκτιμηθεί σε όλο το φάσμα του κύκλου ζωής τους και των υλικών τους. Σ' αυτό το πλαίσιο το κτίριο, ως λίκνο της μετενσάρκωσης των υλικών, πλεονεκτεί σε σχέση με άλλες διεξόδους. Γι' αυτό κριτήριο επιλογής είναι και ο προβλεπόμενος χρόνος ζωής του κτιρίου και των υλικών του και η δυνατότητα επανάχρησής του. Για παράδειγμα, σε μια προσωρινή κατασκευή η περιβαλλοντική επίπτωση των υλικών με μικρό χρόνο ζωής είναι πολύ μικρότερη από ότι υλικών που έχουν μεγάλο χρόνο ζωής. Σε ένα κτίριο όμως με ευέλικτο κέλυφος, που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί αντί να κατεδαφιστεί, ισχύει το αντίστροφο. Ένα επιπλέον πρόβλημα που προκύπτει σ' αυτές τις μελέτες είναι η αναγνώριση της αντοχής των υλικών στο χρόνο, διότι τα υλικά δεν έχουν

πιστοποιηθεί στις νέες συνθήκες του περιβάλλοντος, πράγμα που δυσκολεύει πλέον τον προσδιορισμό του χρόνου ζωής τους. (Σχεδιάγραμμα 1)



Σχεδιάγραμμα 1. Χρόνος ζωής των υλικών

Πρώτες ύλες

Συλλογή, επεξεργασία και ανακύκλωση. Ο τρόπος διαχείρισης των πρώτων υλών, δηλαδή ποιες και πόσες πρώτες ύλες συλλέγονται, πώς επεξεργάζονται και πώς "γίνονται σκουπίδια", αποτελεί έναν από τους βασικούς δείκτες για την οικολογική συμπεριφορά των υλικών. Οι πρώτες ύλες διακρίνονται σε ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες. Έτσι, το ξύλο θεωρείται ανανεώσιμη πρώτη ύλη μιας και η ορθολογική

υλοτόμηση μπορεί να δώσει αέναα αποθέματα ξύλου σε βάθος χρόνου (αν και η εντατική υλοτόμηση που απαιτείται για να καλύψει τις σημερινές ανάγκες δεν το καθιστά ανανεώσιμο), ενώ τα μεταλλεύματα δεν αποτελούν ανανεώσιμη πρώτη ύλη μιας και υπάρχουν όρια και συγκεκριμένα αποθέματα στη φύση. Ένα από τα προβλήματα που προκύπτει στη διαδικασία της παραγωγής των υλικών είναι η σπατάλη της πρώτης ύλης κατά τη διαδικασία παραγωγής τους. Ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής του κάθε υλικού, η διαδικασία παραγωγής καταναλώνει μεγάλο μέρος των πρώτων υλών που συλλέγονται ή εξορύσσονται. Αφού παραχθούν τα υλικά, τοποθετηθούν στην κατασκευή και ολοκληρώσουν τον κύκλο ζωής τους σ' αυτήν, προκύπτουν τα ερωτήματα:

- Διάλυση και επανάχρηση
- Κατεδάφιση και ανακύκλωση
- Ή κατεδάφιση και απόρριψη

Η επανάχρηση οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά 95% την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών και να ελαχιστοποιήσει τα απόβλητα της κατασκευής. Κατασκευαστικά στοιχεία που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν με ευχέρεια είναι:

- δομικά στοιχεία από λίθους χωρίς κονίαμα (ξερολιθιά).
- ορισμένα μονωτικά (εφόσον δεν έχουν υποστεί γήρανση και είναι σε καλή κατάσταση).
- ξυλεία φέροντος οργανισμού κτλ.
- προϊόντα γύψου (γυψοσανίδες κτλ.)

Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν δομικά στοιχεία όπως πόρτες, παράθυρα αλλά και είδη υγιεινής και έπιπλα

- ✓ Τα προϊόντα κατεδάφισης μιας κατασκευής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ανακυκλωμένων υλικών κατόπιν επεξεργασίας.
- ✓ Η επανάχρηση οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά 95% την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών και να ελαχιστοποιήσει τα απόβλητα της κατασκευής. Εύκολα "σκουπίδια" δημιουργούνται στα εργοτάξια από μη χρησιμοποιούμενα υλικά.

Τούβλα, τσιμέντο και σκυρόδεμα είναι βέβαιο ότι δεν ανακυκλώνονται εύκολα ούτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές. Είναι δυνατή όμως η επεξεργασία τους και η επανάχρησή τους ως υλικών διαμόρφωσης οριζόντιων επιφανειών και υλικών οδοποιίας.

Τα ανακυκλωμένα υλικά διακρίνονται σε:

- πρωτογενή υλικά, που ανακτώνται από υλικά "απορρίματα" - κατεδάφισης.
- δευτερογενή υλικά, που προκύπτουν ως παραπροϊόντα άλλων διεργασιών (σκωρίες, πριονίδι). Με τη διαδικασία της δευτερογενούς ανακύκλωσης η κατασκευή γίνεται δέκτης υλικών "απορριμάτων" και τα υλικά που εντάσσονται σ' αυτήν έχουν προκύψει από κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία. Για παράδειγμα, έχουν αξιοποιηθεί τα πριονίδια του ξύλου για την παραγωγή ινοσανίδων και μοριοσανίδων, ενώ γίνονται προσπάθειες να απορροφηθούν και άλλα υλικά, έτσι ώστε το κτίριο να αποτελέσει μία αποθήκη άχρηστων υλικών και να μην απαιτείται εξόρυξη, συλλογή και παραγωγή νέων υλικών. Άρα, όσον αφορά στις πρώτες ύλες, ζητούμενο είναι η ορθολογική χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλών με τις ελάχιστες απώλειες και η χρήση υλικών που θα επαναχρησιμοποιούνται και θα ανακυκλώνονται με ευχέρεια.

Τοξικότητα

Τοξικότητα είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, τα οποία αποτελούνται από τοξικές ουσίες ή περιέχουν τέτοιες ουσίες. Οι τοξικές ουσίες, όταν απελευθερώνονται κατά την παραγωγή ή τη χρήση τους, επηρεάζουν το περιβάλλον, την ποιότητα του εσωτερικού αέρα ενός κτιρίου και την υγεία των ανθρώπων. Από έρευνες προέκυψε ότι το 37% των δομικών προϊόντων είναι επιβλαβή για την υγεία (μέση τοξικότητα), ενώ το 2% είναι τοξικά ή λίαν τοξικά. Στα επιβλαβή για την υγεία περιλαμβάνονται προϊόντα που περιέχουν ουσίες ύποπτες ως

καρκινογόνες και με δυνατότητα να μεταλλάσσονται. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι το 8% των δομικών προϊόντων εμπίπτει στην κατηγορία των διαβρωτικών και ερεθιστικών ουσιών, που φέρουν στη συσκευασία τους το σχετικό σήμα που προβλέπεται από την οδηγία 67/548/ΕΟΚ για τις επικίνδυνες ουσίες. Η ποιότητα του αέρα του εσωτερικού χώρου εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής. Πολλές φορές χρώματα, συγκολλητικές ουσίες και άλλα υλικά που μπαίνουν στην τελική φάση της κατασκευής περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις, οι οποίες είναι ιδιαίτερα τοξικές. Γι' αυτό το λόγο είναι ιδιαίτερα σημαντική η σταθεροποίηση των βαφών, που περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις, να γίνεται πριν να κατοικηθεί το κτίριο. Άλλο πρόβλημα του εσωτερικού χώρου του κτιρίου είναι ότι σε ορισμένες ξύλινες κατασκευές περιέχονται φορμαλδεΐδες, οι οποίες είναι δυνατόν να εκπέμπονται από το ξύλο έως και επτά χρόνια μέχρι να απαλειφθούν. Τότε το κτίριο παίρνει το χαρακτήρα του "άρρωστου κτιρίου". Τα πετροχημικά που χρησιμοποιούνται για τα περισσότερα πλαστικά και τις συγκολλητικές ουσίες είναι συχνά τοξικά. Σχεδόν όλες οι πετροχημικές βαφές, κόλλες και ρητίνες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οικοδομικών υλικών είναι από δομικές αλυσίδες του στυρενίου και της βενζίνης, οι οποίες είναι υψηλά τοξικές και θεωρούνται καρκινογόνες κατά τη διάρκεια της κατασκευής και της χρήσης τους. Αυτό γίνεται αντιληπτό και από τις έντονες οσμές (αρωματικοί υδρογονάνθρακες) που διαχέονται στις φάσεις αυτές.

Έμμεσες ενδείξεις για την τοξικότητα μιας ουσίας εκτός από την τοξική της δράση είναι:

- η κινητικότητα της στα διάφορα μέσα,
- ο χρόνος παραμονής στο περιβάλλον,
- η βιοσυσσωρευτική τάση,
- η τασιενεργός δράση.

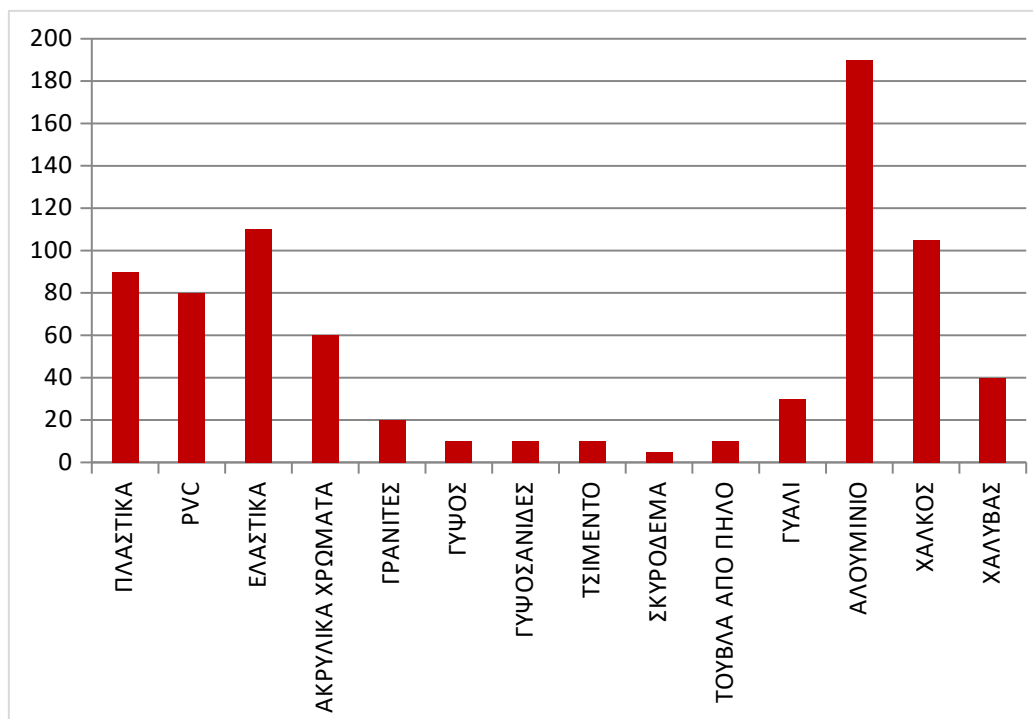
Η κινητικότητα, η χημική σταθερότητα, η τασιενεργός δράση και η τοξική δράση, είναι ιδιότητες ανεπιθύμητες για το περιβάλλον, αλλά επιθυμητές σε ορισμένες χρήσεις στις κατασκευές. Μεγάλη κινητικότητα, πτητικότητα, χημική αδράνεια και σταθερότητα, είναι ιδιότητες επιθυμητές για τους διαλύτες, όπως είναι ορισμένοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (διχλωρομεθάνιο κτλ.). Αυτές οι ουσίες έχουν τοξική, καρκινογόνο και μεταλλαξιογόνο δράση και ο μεγάλος χρόνος παραμονής τους και η

βιοσυσσωρευτική τους τάση τις καθιστά ιδιαίτερα τοξικές. Μεγάλη χημική σταθερότητα, άρα και χρόνο παραμονής στο περιβάλλον, έχουν ουσίες που χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές ασταθών υλικών (προστασία από τη διάβρωση και την οξείδωση), ως αντιπυρικά για το ξύλο και τα συνθετικά υλικά, ως πρόσθετα στα συνθετικά προϊόντα, τα βερνίκια, τις κόλλες για τη βελτίωση των ελαστικών και των πλαστικών ιδιοτήτων τους. Τέτοιου είδους ουσίες είναι τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB) που είναι ταυτόχρονα βιοσυσσωρεύσιμα, τοξικά, καρκινογόνα και μεταλλαξιογόνα. Προϊόντα που περιλαμβάνουν τασιενεργές ουσίες είναι προϊόντα καθαρισμού και γαλακτοματοποιητές (που επιτρέπουν την καλύτερη δυνατή μείξη διαφορετικών υλικών) και μέσα διαχωρισμού επιφανειών. Τασιενεργές ουσίες χρησιμοποιούνται επίσης για την αύξηση της ρευστότητας του σκυροδέματος και τη βελτίωση της αντοχής του. Τέτοιου τύπου ουσίες είναι τα ορυκτέλαια, τα ορυκτέλαια με πρόσθετα, τα γαλακτώματα ορυκτελαίου σε νερό και του νερού σε ορυκτέλαιο. Οι τασιενεργές ουσίες είναι ιδιαίτερα τοξικές στο υδάτινο περιβάλλον, επειδή μειώνουν την επιφανειακή τάση του νερού και καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς που ζουν στην επιφάνειά του. Η τοξικότητα, είναι ιδιότητα επιθυμητή για τα βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά του ξύλου, ως συστατικά μυκητοκτόνων επιχρισμάτων και ως βιοσταθεροποιητές σε συνθετικά προϊόντα που περιέχουν "βιοαποικοδομήσιμα" συστατικά (πλαστικοποιητές, φωτοσταθεροποιητές, ενισχυτικά της αντοχής). Ως βιοκτόνα χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων η φορμαλδεΐδη, φαινολικές ενώσεις, ανόργανες και οργανικές ενώσεις κασσίτερου. Η πλειονότητα των δομικών προϊόντων δεν περιέχει μόνον ένα, αλλά δύο ή περισσότερα συστατικά που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και δρουν σωρευτικά. Το ίδιο ισχύει και για προϊόντα που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα ή σχεδόν ταυτόχρονα στις κατασκευές. Έτσι, η κινητικότητα των βαρέων μετάλλων αυξάνεται μέσα σε όξινο περιβάλλον, ο χρόνος των βιοαποικοδομήσιμων ουσιών επιμηκύνεται παρουσία βιοκτόνων, η τοξικότητα ορισμένων ουσιών αυξάνεται όταν η δράση τους συνδυαστεί με τη δράση άλλων ουσιών (προσθετική δράση, συνεργία) και η παρουσία διαλυτών προκαλεί την απελευθέρωση τοξικών συστατικών που μπορεί να είναι δεσμευμένα στο πλέγμα ενός πολυμερούς. Ενδεχόμενη χρήση τοξικών ουσιών δεν γίνεται σκόπιμα αλλά λόγω άγνοιας της συμπεριφοράς των ουσιών. Για την τοξικολογική εξέταση των δομικών προϊόντων, καθώς και για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων υπάρχουν διάφορες τυποποιημένες μέθοδοι χωρών και οργανισμών (DIN 38414, μέθοδος TCLP Toxicity

Characteristic Leaching Procedure) κ.ά. Όμως η επίδραση των περισσότερων υλικών στον άνθρωπο, σε βάθος χρόνου δεν είναι ακόμη γνωστή και η ύπαρξη μη πιστοποιημένων υλικών στην κατασκευή υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο να είναι τοξική. Γι' αυτό το λόγο αναπτύσσονται και σήμερα νέοι κανονισμοί και πειραματικές διατάξεις, στην προσπάθεια να εντοπιστεί και να ταξινομηθεί κατά κατηγορίες η τοξικότητα διαφόρων ουσιών και των υλικών που τις περιέχουν. Λόγω όμως της ασάφειας των πειραμάτων, της δυσκολίας αναγωγής αποτελεσμάτων σε βάθος χρόνου κ.ά. παραμέτρων υπάρχουν γενικά επιφυλάξεις για τα αποτελέσματα μετρήσεων της τοξικότητας.

Ραδιενέργεια

Η φυσική ραδιενέργεια που παράγεται από ραδόνιο, αλλά κυρίως η ευρεία χρήση της (ερευνητική, διαγνωστική, θεραπευτική, τεχνολογική κτλ.) επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στον τομέα της υγείας. Η ανεξέλεγκτη αποβολή ραδιενεργών υλικών ή/και αποβλήτων δημιουργεί τα τελευταία χρόνια προβλήματα στις βιομηχανίες χάλυβα και ιδιαίτερα στις χαλυβουργίες ανακύκλωσης παλαιού σιδήρου. Η πιθανότητα ύπαρξης ραδιενεργών υλικών στον παλαιό σίδηρο ενδέχεται να έχει ως επακόλουθο την παρουσία ραδιενέργειας σε προϊόντα και παραπροϊόντα της βιομηχανίας. Στην Ελλάδα έχει καταγραφεί εντοπισμός ραδιενεργού υλικού. Η χώρα μας εισάγει μεγάλες ποσότητες προϊόντων χάλυβα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος, στους οποίους οι εισαγωγές καλύπτουν το 35% περίπου της εγχώριας ζήτησης. Αυτοί οι χάλυβες προέρχονται σε μικρό ποσοστό από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε μεγαλύτερο ποσοστό από άλλες χώρες. Αν θεωρηθεί ότι τα προϊόντα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξάγονται διά μέσου ενός συστήματος υψηλού επιπέδου ποιότητας και ελέγχου, δεν μπορεί κανείς να ισχυριστεί το ίδιο και για τα προϊόντα άλλων χωρών. Η αυξανόμενη αποβολή ραδιενεργών υλικών στον παλαιό σίδηρο ανάγει το θέμα της ραδιενέργειας του χάλυβα σε ένα από τα σοβαρότερα μελλοντικά προβλήματα της χαλυβουργικής βιομηχανίας, του ελέγχου του οπλισμού του σκυροδέματος και άλλων μεταλλικών στοιχείων των κατασκευών. Ο εντοπισμός της ραδιενέργειας σε διάφορα υλικά είναι εύκολος από κατάλληλα όργανα, τα οποία όμως δεν έχουν ευρεία χρήση στην καθημερινή εφαρμογή. (Σχεδιάγραμμα 2)



Σχεδιάγραμμα 2. Εντοπισμός ραδιενέργειας στα υλικά

Η ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών

Ενσωματωμένη ενέργεια είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα προϊόν. Η κατανάλωση της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή, τη δημιουργία και τη μεταφορά του προϊόντος ορίζουν την ενσωματωμένη ενέργειά του. Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού είναι ένας από τους δείκτες που καθορίζουν τον "οικολογικό χαρακτήρα" ενός υλικού, μιας και υλικά με μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια προκαλούν κατά τη διαδικασία παραγωγής μεγάλες εκπομπές CO₂ και διάφορα απόβλητα. Οι τιμές της ενσωματωμένης ενέργειας είναι ενδεικτικές και προκύπτουν από αποτελέσματα ερευνών που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία και διαφοροποιούνται σύμφωνα με τις παρακάτω παρατηρήσεις:

- ✓ Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού, που παράγεται με συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία, είναι πολύ πιθανόν να διαφέρει από την ενσωματωμένη ενέργεια του ίδιου υλικού, που παράγεται με διαφορετική παραγωγική διαδικασία.
- ✓ Στην ενσωματωμένη ενέργεια περιλαμβάνεται και η ενέργεια μεταφοράς του υλικού στην τελική του θέση και αυτό εξαρτάται από τον τόπο της κάθε κατασκευής.

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού εξαρτάται κυρίως από την επεξεργασία που δέχεται αυτό το υλικό. Γι' αυτό το λόγο διαφορετική είναι η ενσωματωμένη ενέργεια που περιέχεται σε διαφορετικές μορφές του ίδιου υλικού. Για να αξιολογηθεί το κριτήριο της ενσωματωμένης ενέργειας ενός υλικού, πρέπει πρώτα και κύρια να αξιολογηθεί η ποσότητα των υλικών που χρειάζεται για να κατασκευαστεί π.χ. το κούφωμα από αλουμίνιο σε σχέση με το ίδιο κούφωμα από ξύλο. Αυτή η σύγκριση, και όχι η αναφορά ότι το αλουμίνιο έχει μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια ανά κιλό παραγωγής του, μπορεί να εξαγάγει ορθά αποτελέσματα αξιολόγησης. Ένα υλικό που δεν επιβαρύνει περιβαλλοντικά με τη συλλογή των πρώτων υλών του από τη φύση, μπορεί να προκαλέσει οικολογική ζημιά μέσω της παραγωγικής του διαδικασίας. Για παράδειγμα, τα μέταλλα και το γυαλί έχουν μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια κατά τη διαδικασία παραγωγή τους και απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας, ενώ οι φυσικοί λίθοι που απαιτούν μικρή σχετικά ενέργεια για την παραγωγή τους απαιτούν μεγάλη ενέργεια για τη μεταφορά τους. Η μεταφορά ενός υλικού από τη θέση παραγωγής στη θέση εφαρμογής είναι επίσης ένα κριτήριο που επηρεάζει την αξιολόγησή του. Επιλέγοντας υλικά που παράγονται κοντά στο τόπο της κατασκευής, μειώνεται το ποσό των καυσίμων που θα απαιτηθούν για τη μεταφορά τους. Δείκτης αυτού είναι τα έξοδα καυσίμων των εργοταξίων. Από διάφορες μελέτες έχει προκύψει ότι ο σιδηρόδρομος είναι οκτώ φορές οικονομικότερος από τη μεταφορά των υλικών με αυτοκίνητα. Με δείκτη την ενσωματωμένη ενέργεια του υλικού σε σχέση με την ενσωματωμένη ενέργεια του ίδιου υλικού, όταν αυτό προκύπτει από ανακυκλωμένα υλικά, μπορεί να ποσοτικοποιηθεί η ενεργειακή εξοικονόμηση λόγω της χρήσης ανακυκλώσιμων υλικών. Όμως σε κάποιες περιπτώσεις τα υλικά απαιτούν μεγαλύτερη ενέργεια και κόστος για να ανακυκλωθούν παρά για να δημιουργηθούν εξ αρχής. Γι' αυτό το λόγο η ανακύκλωση δεν βρίσκει πάντα εφαρμογή και η διαδικασία της αναφέρεται σε "ηθικά

πλαίσια" οικολογικής διαχείρισης και όχι σε οικονομοτεχνικά. Τέλος, σ' ένα κτίριο, χρησιμοποιούνται ποσότητες διαφόρων υλικών. Ανάγοντας την ποσότητα του κάθε υλικού σε ενέργεια, επιμερίζοντας την ενσωματωμένη ενέργεια του κάθε υλικού στην κατασκευή και ανάγοντας κοστολόγια καυσίμων σε ενέργεια κατά τη διάρκεια της κατασκευής του, είναι δυνατό να προσδιοριστεί γενικά η συνολική ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών του κτιρίου.

Θερμικές και οπτικές ιδιότητες των υλικών

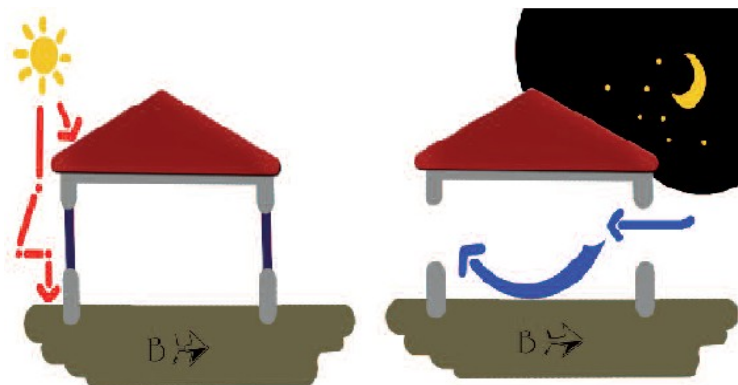
Τα υλικά, ο σχεδιασμός και ο τρόπος κατασκευής του κελύφους καθορίζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του κτιριακού κελύφους πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

- ✓ Θερμική άνεση του κτιρίου και ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο.
- ✓ Βελτιστοποίηση του μικροκλίματος της περιοχής χρήσης τους. Για τις ελληνικές κλιματικές συνθήκες ενδείκνυται η χρήση "ψυχρών υλικών", δηλαδή υλικών που παρουσιάζουν μεγάλη ανάκλαση στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και μεγάλο συντελεστή εκπομπής, χωρίς όμως να υποβαθμίζουν το οπτικό περιβάλλον και χωρίς να δημιουργούν θάμβωση και υπερφωτισμό σε γειτονικά κτίρια (όπως προκαλούν τα γυάλινα κτίρια).

Η θερμική ενέργεια που χάνεται περιορίζεται με τη χρήση θερμομονωτικών υλικών και τη χρήση διπλών υαλοπινάκων. Η εκμετάλλευση των υλικών με καλή θερμική συμπεριφορά, καθώς επίσης και ο συνολικός σχεδιασμός ενεργειακής εκμετάλλευσης των κτιρίων βιοκλιματική συμπεριφορά, εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας, εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας κτλ. είναι στοιχεία που χαρακτηρίζουν το κτίριο ως έξυπνο και οικολογικό. Για να επιλεγούν τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο κέλυφος ενός κτιρίου με κριτήριο τη βέλτιστη θερμική συμπεριφορά του, πρέπει να γίνουν σενάρια και για κάθε μία από αυτές τις υποθέσεις, να επιλυθεί η θερμική συμπεριφορά του κτιρίου με τα κατάλληλα λογισμικά επεξεργασίας.

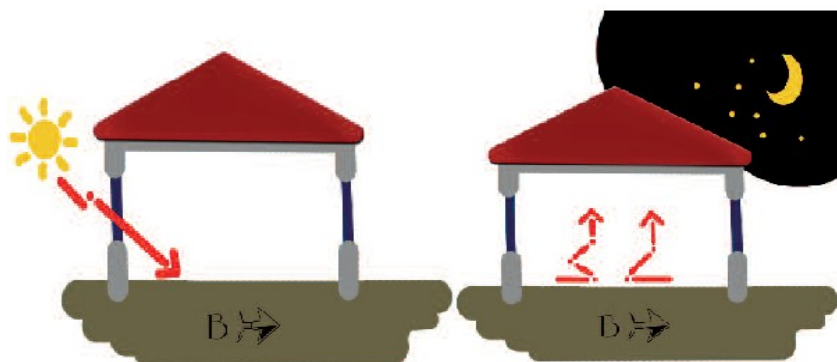
Άλλα κριτήρια

Εκπομπές αέριων ρύπων στη διάρκεια του κύκλου ζωής του υλικού Η διαδικασία παραγωγής ενός υλικού καταναλώνει ενέργεια. Αυτή η ενέργεια σημαίνει γενικά αέριους ρύπους, εκτός των περιπτώσεων που προέρχεται από Α.Π.Ε. Κατά τη διαδικασία όμως του μετασχηματισμού των πρώτων υλών προκύπτουν και άλλοι αέριοι ρύποι, όπως το CO₂ και οξείδια άλλων οξειδωτικών μέσων (SO₂, NO_x), οι οποίοι διαταράσσουν τους φυσικούς κύκλους του αζώτου, του άνθρακα κ.ά. Η δημιουργία των SO₂, NO_x είναι γενικά μικρότερη αναλογικά, μιας και οι εκπομπές του CO₂ αποτελούν το 90% των εκπεμπόμενων ρύπων. Αλλά το SO₂, είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο της όξινης βροχής παρ' όλο το μικρό ποσοστό συμμετοχής του. Όμως, σε όσο μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοκότητας αναφέρεται το κάθε κριτήριο, τόσο περισσότερο ασαφές και επισφαλές γίνεται. Έτσι, ενώ υπάρχουν ορισμένες εκφράσεις ποσοτικοποίησης των εκπομπών αέριων ρύπων ανά ποσότητα παραγόμενου υλικού, η υποκειμενικότητά τους δεν αφήνει περιθώρια αξιολόγησής τους. (Εικόνα 46, 47)



Λειτουργία της θερμικής μάζας του δαπέδου

Εικόνα 46. Λειτουργία θερμικής μάζας του δαπέδου



Λειτουργία της θερμικής μάζας δαπέδου το χειμώνα

Εικόνα 47. Λειτουργία θερμικής μάζας δαπέδου το χειμώνα

Μέθοδοι αξιολόγησης και επιλογής των δομικών υλικών με οικολογικά κριτήρια

Για την εύρεση της κοινής συνισταμένης σε ένα πρόβλημα διακριτά διαφορετικών κριτηρίων, όπως η "οικολογικότητα" των δομικών υλικών, υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται: η μέθοδος της ανάλυσης οφέλους, κόστους και η πολυκριτηριακή ανάλυση.

Η ανάλυση οφέλους και κόστους

Ένας συνηθισμένος τρόπος για την αποτίμηση της χρησιμότητας του κάθε κριτηρίου είναι να μεταφραστεί σε χρηματικές μονάδες. Αν θεωρηθεί ότι αυτό μπορεί

να γίνει σε κάποια κριτήρια επιλογής, είναι πολύ δύσκολο να μετρηθούν οι φυσικές παράμετροι όπως και η "ηθική" πλευρά της οικολογικής προτίμησης σε χρηματικές μονάδες. Μία συνήθης μέθοδος είναι η WTP (Willingness To Pay), στην οποία μέσω της χρήσης ερωτηματολογίων σε έναν πληθυσμό τίθεται κάποιο ερώτημα, όπως, για παράδειγμα, πόσο είναι διατεθειμένος να πληρώσει για να ζει μακριά από τοξικά απόβλητα. Αθροίζοντας την αύξηση και μείωση του μέσου όρου των προτάσεων σε κάθε κριτήριο εξάγεται η "βέλτιστη" επιλογή. Μία άλλη μέθοδος ανάλυσης κόστους είναι η HPM (Hedonic Price Method). Σύμφωνα μ' αυτήν τη μέθοδο η τιμή των αγοραστικών αγαθών εξαρτάται από το σύστημα αποφάσεων που θα ακολουθηθεί. Έτσι, η αξιολόγηση γίνεται π.χ. με το ερώτημα: αν πετάξουμε τοξικά απόβλητα σ' αυτήν την περιοχή, πόσο θα μειωθεί η αξία των οικοπέδων; Διάφορες έρευνες, έδειξαν ότι υπάρχει μεγάλη αμφιβολία στην αξιοπιστία των παραπάνω μεθόδων, διότι δεν αντανακλούν τις πραγματικές προθέσεις του κόσμου, ο οποίος τελικά δεν είναι σωστά ενημερωμένος και δεν αξιολογεί αποφάσεις, οι οποίες σαφώς εμπεριέχουν και ηθικές παραμέτρους, όπως οι "οικολογικές" σε χρήμα.

Πολυκριτηριακή ανάλυση

Στην πολυκριτηριακή ανάλυση MCDA (MultiCriteria Decision Analysis) κάθε κριτήριο βαθμολογείται ξεχωριστά, η βαρύτητά του αξιολογείται με ένα συντελεστή και δημιουργείται μια συνάρτηση χρησιμότητας, η οποία οδηγεί σε ένα αριθμητικό αποτέλεσμα. Όμως σ' αυτήν την περίπτωση οι βαθμοί, οι συντελεστές βαρύτητας και τελικά η ίδια η σύνθεση της συνάρτησης, είναι στοιχεία υποκειμενικά. Έτσι, οι κλασικές προσεγγίσεις πολυκριτηριακής ανάλυσης έχουν λίγα πρακτικά οφέλη, αλλά σε περιπτώσεις που τα κριτήρια δεν είναι δυνατόν να "μετρηθούν" ή να "αξιολογηθούν", η ανθρώπινη εμπειρία και η βαθύτερη γνώση είναι ουσιαστικά αυτή που θα συνθέσει τις όποιες παραμέτρους.

Ανάλυση του κύκλου ζωής

Με την ανάλυση του κύκλου ζωής (A.K.Z.) εκτιμώνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών, καθώς και των αποβλήτων κατά την παραγωγή, χρήση και αποβολή ενός υλικού σε όλη τη διάρκεια της ζωής του.

Στην Ευρώπη η ανάπτυξή της συνδυάστηκε με την εξάπλωση του οικολογικού σήματος (κανονισμός Ε.Ο.Κ. 880/92) και σε διεθνές επίπεδο αναμένεται ακόμη μεγαλύτερη εξάπλωσή της μέσω της ένταξής της στη σειρά προτύπων ISO 14040. Σύμφωνα με τον ορισμό της μεθόδου ανάλυσης κύκλου ζωής, για την εφαρμογή της στην περίπτωση ενός κτιρίου απαιτείται ο προσδιορισμός των στοιχείων κατανάλωσης μάζας και ενέργειας για ολόκληρο τον κύκλο ζωής του, από την κατασκευή έως την κατεδάφισή του. Για την αξιολόγηση της οικολογικής συμπεριφοράς ενός υλικού υπάρχει σχετική διεθνής βιβλιογραφία, αλλά δεν υπάρχει αντίστοιχη αξιολόγηση των υλικών που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα. Η έλλειψη μιας τέτοιας βάσης δεδομένων για την Ελλάδα καθιστά υποχρεωτική την προσφυγή σε βάσεις δεδομένων άλλων χωρών, κατά προτίμηση, ευρωπαϊκών. Σ' αυτήν την περίπτωση τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή ποιοτικών συμπερασμάτων και τη συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών δομικών υλικών, όχι όμως απαραίτητα για την εξαγωγή απόλυτων μεγεθών.

Οικολογική προτίμηση

Η "οικολογική προτίμηση" χρησιμοποιείται στην Ολλανδία από το 1991 για την ταχεία ενημέρωση του κοινού και των κατασκευαστών σχετικά με τα δομικά υλικά που κρίνονται φιλικά προς το περιβάλλον με βάση ένα ή περισσότερα οικολογικά κριτήρια. Η οικολογική προτίμηση βασίζεται σε ένα συχνά ενημερωμένο εγχειρίδιο που περιλαμβάνει συγκριτικούς πίνακες, που επιτρέπουν την κατάταξη των δομικών υλικών με οικολογικά κριτήρια. Η μέθοδος της οικολογικής προτίμησης δεν είναι τόσο αυστηρή, όσο θα ήταν η υποβολή όλων των δομικών προϊόντων σε πλήρη ανάλυση του κύκλου ζωής. Είναι όμως εύκολη στη χρήση, διότι διευκολύνει το μελετητή ή τον καταναλωτή να επιλέξει το δομικό υλικό για τη χρήση που επιθυμεί, ελαχιστοποιώντας τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Σε μια περισσότερο γενική θεώρηση της κατασκευής ενιαίο κριτήριο της αξιολόγησης του οικολογικού χαρακτήρα της επιτυγχάνεται με τη μείωση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Υλικά που αγοράζονται χωρίς ποτέ να χρησιμοποιούνται, κτίρια που σχεδιάζονται για να καλύψουν ανάγκες που δεν υπάρχουν, δεν συνάδουν στον οικολογικό σχεδιασμό, εφόσον είναι άχρηστα, προκύπτουν ως απόβλητα, ενώ ταυτόχρονα δαπανάται σημαντική ενέργεια. Σ' αυτό το πλαίσιο η "οικολογικά βέλτιστη" επιλογή αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως τα τέσσερα R (Reuse, Reduce, Repair, Recycling) επανάχρηση, εξοικονόμηση, επισκευή

και ανακύκλωση. Τέλος, επειδή το αντικείμενο είναι αρκετά εξειδικευμένο, είναι πολύ δύσκολο ένας μελετητής να προσεγγίσει αξιόπιστα τα γνωστικά κενά που θα προέκυπταν στη διαδικασία μιας τέτοιας μελέτης. Γι' αυτό το λόγο ενδεχόμενα προβλήματα, που θα προέκυπταν από διάφορα δομικά υλικά, θα έπρεπε να εξετάζονται και να πιστοποιούνται από φορείς με κατάλληλα εργαστήρια (π.χ. τοξικότητας) και με δυνατότητα σχετικών ελέγχων στην παραγωγή (π.χ. για τις εκπομπές αέριων ρύπων ή τον έλεγχο της ενσωματωμένης ενέργειας). Δυστυχώς όμως, τέτοιοι φορείς στην Ελλάδα δεν υπάρχουν.

Κριτήρια αξιολόγησης περιβαλλοντικά ήπιων οικοδομικών τεχνικών και περιβαλλοντικά φιλικών δομικών υλικών.

Εισαγωγή

Για την παραγωγή του δομημένου περιβάλλοντος συναντώνται τρεις τομείς τεχνολογικής έρευνας και ανάπτυξης που μπορούν να ονομαστούν ως 'οικοδομικές τεχνολογίες':

- οι τεχνολογίες οικοδομικών υλικών
- οι τεχνολογίες παραγωγής οικοδομικών υλικών, και
- οι τεχνολογίες δόμησης κτιρίων.

Οι τεχνολογίες οικοδομικών υλικών αναφέρονται στην προέλευση, στη σύσταση και στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται στη δόμηση. Οι περιβαλλοντικές ιδιότητες των οικοδομικών υλικών είναι αυτές που

καθορίζουν την ποιότητα του δομημένου χώρου και θα έπρεπε να καθορίζουν και τις τεχνολογίες παραγωγής, όπως και τις τεχνολογίες δόμησης.

Οι τεχνολογίες παραγωγής οικοδομικών υλικών αναφέρονται σε μεθόδους και συστήματα παραγωγής, οι οποίες είναι άρρηκτα δεμένες με τη βιομηχανία και τη χημική βιομηχανία συνολικά. Κατά συνέπεια, το ζήτημα της καθαρότητας των τεχνολογιών παραγωγής οικοδομικών υλικών δεν μπορεί να εξεταστεί χωριστά από την επιδίωξη ανάπτυξης καθαρών τεχνολογιών στο σύνολο της βιομηχανίας.

Οι τεχνολογίες δόμησης των κτιρίων καθορίζονται από τα υλικά δόμησης, καθώς αποτελούν συγκεκριμένες κατασκευαστικές μεθόδους και συστήματα κατασκευών, που διαφοροποιούνται από υλικό σε υλικό. Παρ' όλα αυτά, θα πρέπει με στόχο την εξασφάλιση της καθαρότητάς τους να υπόκεινται σε ορισμένες αρχές.

Τα οικοδομικά υλικά σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους αποτελούν κρίσιμη παράμετρο για την υλοποίηση των περιβαλλοντικά φιλικών δομικών κατασκευών. Για τον προσδιορισμό της περιβαλλοντικής ποιότητας των υλικών είναι απαραίτητο να έχουμε στη διάθεσή μας πληροφορίες για τη διαθεσιμότητα και την επάρκεια των φυσικών πόρων από τους οποίους προέρχονται, την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή και στα υπόλοιπα στάδια του κύκλου ζωής τους, τις ανάγκες συντήρησης, την περιεκτικότητά τους σε υλικά που προέρχονται από ανακύκλωση, καθώς και τη δυνατότητά τους για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση. Το επιθυμητό είναι να υπάρχουν πλήρη στοιχεία για κάθε οικοδομικό υλικό, για όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους, ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση και επιλογή των υλικών εκείνων που έχουν τη μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση.

Η φιλικότητα των οικοδομικών τεχνολογιών προς το περιβάλλον εξαρτάται από τέσσερις βασικούς παράγοντες :

- από την ποσότητα ενέργειας ορυκτών καυσίμων που καταναλώνουν σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους,
- από την ανανεωσιμότητα και επάρκεια των φυσικών πόρων από τους οποίους προέρχονται,
- από τις ποσότητες των ανακυκλώσιμων απορριμμάτων που παράγονται,
- από το βαθμό τοξικών και οικοτοξικών επιδράσεων που ασκούν στην εσωτερική ποιότητα του αέρα των κτιρίων, στην υγεία των χρηστών και στο περιβάλλον.

Η οικολογική δόμηση σκοπό έχει την ελάττωση των πιέσεων στους μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους που μακροπρόθεσμα τείνουν να εξαντληθούν και τον περιορισμό των

αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον σε κάθε στάδιο της ζωής των υλικών και των προϊόντων που χρησιμοποιούνται σε ένα κτίριο (ΔΙΠΕ-ΥΠΕΧΩΔΕ, 2000).

Οι βασικές αρχές συνοψίζονται ως εξής (ΔΙΠΕ-ΥΠΕΧΩΔΕ, 2000):

- αποφυγή χρήσης περιττών υλικών,
- αποδοτική χρήση υλικών,
- χρήση υλικών από ανανεώσιμες πηγές και δευτερογενών (ανακυκλωμένων) υλικών,
- επιλογή των υλικών με τις μικρότερες δυνατές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Σημαντικές επιλογές για την οικολογική δόμηση είναι (ΔΙΠΕ-ΥΠΕΧΩΔΕ, 2000) :

- η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων,
- η χρήση δομικών στοιχείων με μεγάλο χρόνο ζωής,
- η χρήση δομικών στοιχείων με υψηλό περιεχόμενο σε ανακυκλωμένα υλικά,
- ο σχεδιασμός ευέλικτων κτιρίων κατάλληλων για πολλαπλές χρήσεις,
- η ανακύκλωση μετά την κατεδάφιση.

Τα ορυκτά καύσιμα που καταναλώνονται στον κατασκευαστικό τομέα δεν περιορίζονται μόνο στις ποσότητες που απαιτούνται για τη λειτουργία των κατασκευών (λειτουργία ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού) αλλά ενέργεια ορυκτών καυσίμων καταναλώνεται επίσης κατά την παραγωγή των δομικών προϊόντων όπως και κατά την ανέγερση και την κατεδάφιση των κατασκευών.

Στην ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή των οικοδομικών υλικών συμπεριλαμβάνεται η ενέργεια εξόρυξης, παραγωγής και μεταφοράς τους από την πηγή των πρώτων υλών μέχρι το εργοτάξιο. Για τα ντόπια υλικά οι αποστάσεις μεταφοράς είναι σχετικά μικρές – της τάξης των 0 – 500 χιλ. Αυτά είναι συνήθως απλά υλικά, όπως το ξύλο, οι λίθοι ή οι πλίνθοι. Για τα υλικά υψηλής τεχνολογίας, όπως τα μέταλλα και τα πλαστικά οι αποστάσεις μπορεί να είναι πολύ μεγάλες - της τάξης των 4.000 – 5.000 χιλ.

Στην ενέργεια που απαιτείται για την ανέγερση και κατεδάφιση ενός κτίσματος, συμπεριλαμβάνεται η ενέργεια του μηχανικού εξοπλισμού δόμησης, της μεταφοράς των οικοδομικών απορριμμάτων και της διαχείρισής τους.

Η ενέργεια ορυκτών καυσίμων που περιέχεται στα οικοδομικά υλικά και στη διαδικασία ανέγερσης και κατεδάφισης ενός σύγχρονου κτιρίου ισοδυναμεί με την ενέργεια που καταναλώνεται για τη θέρμανση και το δροσισμό του για περίπου 7 – 8 χρόνια.

Η κατανάλωση ενέργειας ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή της οικοδομής μπορεί να μειωθεί με τρεις τρόπους :

α) με την αντικατάστασή της στην παραγωγή των οικοδομικών υλικών και των κτιρίων από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,

β) με την επιλογή οικοδομικών υλικών και μεθόδων παραγωγής κτιρίων χαμηλής περιεκτικότητας σε ενέργεια ορυκτών καυσίμων, καθώς και

γ) με την ανάπτυξη τεχνολογιών εξόρυξης, παραγωγής και κατασκευής χαμηλής ενέργειας.

Φυσικοί πόροι

Φυσικοί πόροι είναι το σύνολο των υλών που βρίσκονται στη φύση και μπορούν να αξιοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία.

Η προσπάθεια ανακάλυψης, κατοχής και εκμετάλλευσης των πηγών των φυσικών πόρων αποτέλεσε μία από τις βασικές κινητήριες δυνάμεις των εξερευνήσεων, της εξάπλωσης του ανθρώπινου είδους πάνω στον πλανήτη καθώς και τη βασική αιτία των πολέμων. (Πίνακας 1)

Οικοδομικά υλικά	Kwh/t	Οικοδομικά προϊόντα	Kwh/t
Λίθοι	100	Σκυρόδεμα	200 – 300
Άμμος	5	Οπλισμένο σκυρόδεμα	450 – 600
Ασβέστης	1.200	Κισσηρόδεμα	300 – 350
Τσιμέντο	1.000	Οπτόπλινθοι διάτρητοι	450
Σίδηρος	3.500	Οπτόπλινθοι ελαφρείς	500 – 600
Χάλυβας	8.000 – 9.000	Κέραμοι	550
Αλουμίνιο	72.500	Πλακίδια πυρίμαχα	1.730
Χαλκός	15.000	Υαλοπίνακες	15.000
Ψευδάργυρος (τσιγκος)	12.000	Μοριοσανίδες/ Ινοσανίδες	800 – 1500
Μόλυβδος	10.000	Ξύλινα κουφώματα	20 kwh/m ³
Κασσίτερος	6.500	Πολυαιθυλένιο	8.200 – 13.700
Περλίτης	2.400 kwh/m ³	Πολυπροπυλένιο	8.200 – 13.700
Ξυλεία οικοδομική	300	Μονώσεις ορυκτών ινών	5.000
Υαλοβάμβακας			2.000 – 14.000

Πίνακας 1. Παρουσίαση της ενέργειας που καταναλώνεται για την παραγωγή βασικών οικοδομικών υλικών και προϊόντων. (Πηγή Greiff-Werner, στο Γεωργιάδου, 1996)

Σήμερα το πρόβλημα της εξάντλησης πολύτιμων φυσικών πόρων αποτελεί ένα από τα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι πρώτες ύλες των οικοδομικών υλικών προέρχονται από φυσικούς πόρους και μπορούν να διακριθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες :

- α) φυσικοί πόροι φυτικής προέλευσης,
- β) φυσικοί πόροι ζωικής προέλευσης,
- γ) φυσικοί πόροι εδάφους και υπεδάφους.

Φυσικοί πόροι φυτικής προέλευσης

Οι σημαντικότεροι πόροι φυτικής προέλευσης που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές είναι το ξύλο, ο φελλός, οι φυτικές ίνες και οι φυτικές ρητίνες.

Πηγή της οικοδομικής ξυλείας είναι τα τροπικά δάση που παρέχουν ξυλεία υψηλής μηχανικής αντοχής και μεγάλης ανθεκτικότητας στις καιρικές συνθήκες, καθώς και τα τοπικά δάση που τα είδη και η ποιότητα της ξυλείας ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, το υψόμετρο, το έδαφος της περιοχής.

Ο φελλός προέρχεται από τον εξωτερικό φλοιό ενός δένδρου της οικογένειας των δρυών, φελλοφόρος δρυς, που αναπτύσσεται σε περιοχές της Δυτικής Μεσογείου (Πορτογαλία, Ισπανία, Αλγερία). Έχει πολύ καλές θερμομονωτικές και ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Χρησιμοποιείται κυρίως σε μορφή φύλλων ή πλακών που παράγονται από τους κόκκους άλεσης του φελλού.

Φυτικές ίνες ονομάζονται όλα τα υλικά φυτικής προέλευσης που η μάζα τους παρουσιάζει ινώδη μορφή. Οι σημαντικότερες φυτικές ίνες που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές είναι τα καλάμια, τα φύκια, το άχυρο, το ξυλόμαλλο, η γούτα (είδος λινάτσας), το βαμβάκι, κ.α. Χρησιμοποιούνται κυρίως στον τομέα των μονώσεων, αεροστεγανώσεων, ως οπλισμός δομικών στοιχείων (π.χ. του πηλού), ως επιστρώσεις και στην παραγωγή υφασμάτων οικοδομικής χρήσης.

Οι φυτικές ρητίνες που μαζί με τα έλαια και τους εστέρες, τις κόλλες, τα διαλυτικά, τις χρωστικές, τα στεγανωτικά, τα συντηρητικά, και τις συμπληρωματικές ουσίες φυτικής προέλευσης προσφέρονται σε μεγάλη ποικιλία ειδών, χρησιμοποιούνται όμως περιορισμένα κυρίως στον τομέα των βαφών και των στεγανώσεων.

Φυσικοί πόροι ζωικής προέλευσης

Στην παραγωγή ή παρασκευή οικοδομικών υλικών χρησιμοποιούνται επίσης οι ζωικοί πόροι, που περιορίζονται κυρίως στον τομέα των ρητινών (π.χ. ρητίνες πρωτεΐνης και ουρίας) και των ζωικών ινών (π.χ. μαλλί ζώων).

Η έρευνα και η τεχνολογία παραγωγής και χρήσης των υλικών αυτών διακόπηκε απότομα στις αρχές του 20^{ου} αιώνα με την εισβολή στην αγορά των συνθετικών ρητινών και των πολυμερών. Σήμερα κάτω από την πίεση των περιβαλλοντικών προβλημάτων επανέρχεται στο προσκήνιο η χρήση τους, κυρίως μέσα από τις προσπάθειες ανάπτυξης της ήπιας χημείας.

Φυσικοί πόροι εδάφους και υπεδάφους

Είναι τα συστατικά του φλοιού του σώματος της γης που αποτελούνται από στοιχεία ή ανόργανες ενώσεις, δηλαδή τα πετρώματα και τα μεταλλεύματα.

Τα πετρώματα αποτελούνται από ένα ή περισσότερα ορυκτά (ουσίες με καθορισμένη χημική σύνθεση) και ανάλογα με τη γεωλογική τους προέλευση διαιρούνται σε πυριγενή ή εκρηξιγενή, σε ιζηματογενή ή στρωσιγενή και σε μεταμορφωσιγενή ή κρυσταλλοσχιτώδη. Θραύσματα πετρωμάτων συγκολλημένα με ορυκτό συγκολλητικό υλικό αποτελούν τους φυσικούς λίθους.

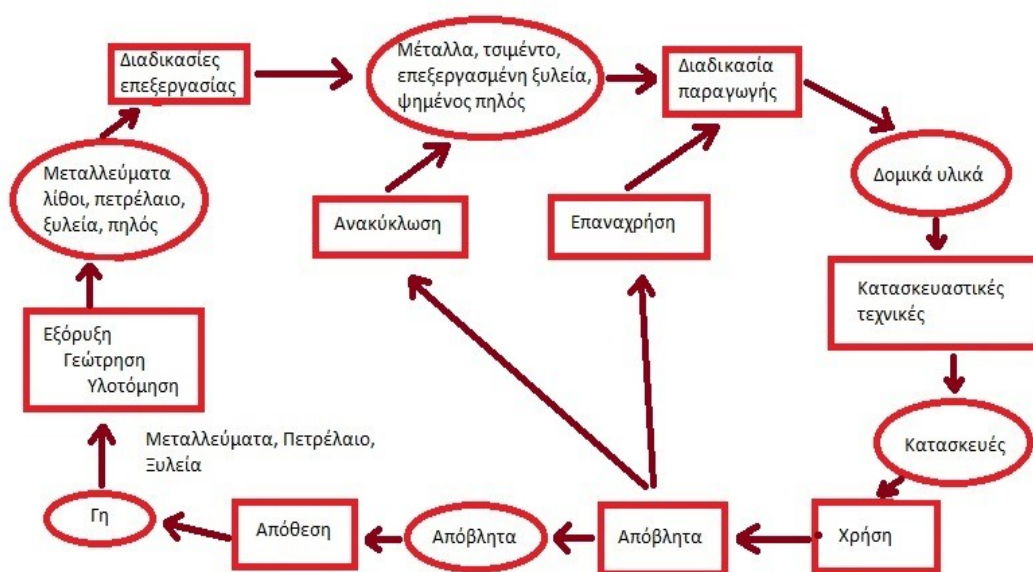
Τα μεταλλεύματα είναι εδαφικά υλικά, από τα οποία με κατάλληλη επεξεργασία (πυρομεταλλουργία, ηλεκτρομεταλλουργία ή υδρομεταλλουργία) λαμβάνονται τα μέταλλα.

Αποθέματα υλικών

Τα αποθέματα της γης διακρίνονται σε ‘ανανεώσιμα’ και ‘μη ανανεώσιμα’. Τα ανανεώσιμα αποθέματα είναι αυτά που μπορούν να ανανεώνονται διαρκώς. Ο κύκλος ζωής των υλικών παρουσιάζεται διαγραμματικά στο σχήμα 1.

Η κατασκευαστική βιομηχανία είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ακατέργαστων πρώτων υλών μετά τη βιομηχανία τροφίμων. Μία σημαντική αρχή για τη διατήρηση των αποθεμάτων είναι :

- η μείωση της χρήσης των φυσικών πόρων, ιδιαίτερα των μη ανανεώσιμων,
- η μείωση των απωλειών υλικών κατά τη διάρκεια της παραγωγής, της κατασκευής και κατά τη διάρκεια ζωής των κτιρίων,
- η επανάχρηση των υλικών μετά από κατεδαφίσεις, και
- η ανακύκλωση των υλικών.



Σχήμα 1. Διαγραμματική απεικόνιση του κύκλου των υλικών

Ανανεούμενα φυσικά υλικά φυτικής προέλευσης

Τα ανανεούμενα φυσικά υλικά αναπαράγονται διαρκώς με φυσικούς μηχανισμούς εφόσον δεν διαταράσσεται το οικολογικό ισοζύγιο. Για την εκμετάλλευσή τους πρέπει να οργανώνεται η καλλιέργεια τους ώστε η ταχύτητα της συγκομιδής τους να μην

υπερβαίνει την ταχύτητα βιολογικής παραγωγής τους, το οποίο σημαίνει ότι απαιτείται οργάνωση και έλεγχος της δασικής παραγωγής.

Ένα κριτήριο λοιπόν θα πρέπει να είναι η επιλογή των υλικών που έχουν καλλιεργηθεί με αυτόν τον τρόπο, ενώ πρέπει να αποφεύγεται η χρήση υλικών που λαμβάνονται σε μεγάλες ποσότητες χωρίς φροντίδα για την ανανέωσή τους. Η δυσκολία έγκειται στο πως βεβαιώνεται ο τρόπος παραγωγής τους π.χ. στην ξυλεία υπάρχουν διάφορα συστήματα σήμανσής τους, τα οποία είναι δύσκολο να ελεγχθούν. Τα προβλήματα με την εκμετάλλευση των τροπικών δασών είναι γνωστά και γίνεται αρκετή συζήτηση για διαφορετικούς τρόπους διαχείρισης, επιβολή φόρων, κ.α. Επίσης, το πρόβλημα της όξινης βροχής είναι ιδιαίτερα καταστροφικό στα δάση, καθώς στη Ευρώπη, υπολογίστηκε ότι το 1990, περισσότερα από 30% των υφιστάμενων δασικών εκτάσεων υπέστη σημαντικές ζημιές.

Επίσης, η ανάπτυξη της τεχνολογίας προωθεί την εκμετάλλευση φυσικών πόρων σε μεγάλη κλίμακα, με αποτέλεσμα μικρότερα αποθέματα να μένουν ανεκμετάλλευτα. Η βιομηχανία ξύλου έχει καταστήσει την εκμετάλλευση ξυλείας μικρών δύσβατων δασικών εκτάσεων σχεδόν ανεκμετάλλευτη καθώς προτιμά την εκμετάλλευση περιοχών με εύκολη πρόσβαση μηχανημάτων.

Φυσικοί πόροι εδάφους και υπεδάφους

Τα φυσικά μη ανανεούμενα υλικά πρέπει να χρησιμοποιούνται με μέτρο ώστε να συνεχίσουν να υφίστανται. Οι ποσότητες των φυσικών πόρων που υπάρχουν στη γη, παρόλο που για την ανθρώπινη κλίμακα φαίνονται μεγάλες ώστε να θεωρούνται ανεξάντλητες, είναι σαφώς περιορισμένες. Επιπλέον, ο παράγοντας που περιορίζει καθοριστικά τη δυνατότητα εκμετάλλευσης του συνόλου των φυσικών πόρων είναι το γεγονός ότι όλα τα κοιτάσματά τους δεν είναι προσιτά, αλλά μόνο μικρές ποσότητές τους, και μάλιστα αυτά που βρίσκονται στην ανώτερη ζώνη του γήινου φλοιού. Τα τμήματα αυτά ονομάζονται αποθέματα των φυσικών πόρων, τα οποία είναι περιορισμένες και εξαντλήσιμες ποσότητες του συνόλου των φυσικών πόρων.

Η αύξηση των αποθεμάτων είναι δυνατή:

α) όταν γεωλογικά φαινόμενα μεγάλης κλίμακας π.χ. σεισμοί, φέρνουν στην επιφάνεια του φλοιού νέες ποσότητες φυσικών πόρων από μεγαλύτερα βάθη. Αυτός

είναι ένας αστάθμητος παράγοντας, τόσο ως προς την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων του αλλά και ως προς τις συνέπειες.

β) με τον εντοπισμό σε προσιτές περιοχές, νέων, μεγάλων αποθεμάτων που δεν ήταν γνωστά, αν και οι πιθανότητες είναι μικρές, καθώς οι έρευνες έχουν προχωρήσει με την πρόοδο της τεχνολογίας των γεωλογικών ερευνών.

γ) με την εξέλιξη της εξορυκτικής τεχνολογίας μπορεί να γίνει καλύτερη εκμετάλλευση των κοιτασμάτων.

Συνεπώς, ο χρόνος ζωής των αποθεμάτων πρέπει να εκτιμηθεί κυρίως με κριτήριο το ρυθμό της τρέχουσας κατανάλωσής τους, καθώς η επιμήκυνση του χρόνου ζωής τους εξαρτάται κυρίως από το βαθμό ορθολογικής διαχείρισης και εξοικονόμησης των ποσοτήτων τους που χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο.

Όσον αφορά τα αποθέματα των πετρωμάτων δεν υπάρχει οξύ πρόβλημα εξάντλησης, παρόλο ότι για ορισμένα από αυτά παρατηρείται αξιοσημείωτη μείωση π.χ. για τα ασβεστολιθικά πετρώματα που αποτελούν το 80% της μάζας του σκυροδέματος. Υλικά που υπάρχουν σε αφθονία στην κλίμακα του τοπικού περιβάλλοντος μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπό τον όρο ότι η εξόρυξή τους δεν προκαλεί αισθητική υποβάθμιση. Οι εξορύξεις άμμου και η παραγωγή σκύρων για την οικοδομική δραστηριότητα το 1950 πλησίαζαν τα 17 εκατ. τόνους στη Γαλλία, και το 2000 ξεπέρασαν τα 400 εκατ. τόνους, προκαλώντας σημαντική αισθητική υποβάθμιση του φυσικού τοπίου.

Σε περιπτώσεις οργανωμένης εκμετάλλευσης, η αποκατάσταση του τοπίου θα πρέπει να είναι συνεχής και να μη γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αλλοιώνει το τοπικό οικοσύστημα της αποκαταστημένης περιοχής. Η υπερβολική εκμετάλλευση οδηγεί συνήθως σε μεγάλη περιβαλλοντική υποβάθμιση και αλλαγή του τοπίου. Μονάδες παραγωγής δομικών υλικών που παράγουν όχι μόνο για τοπική χρήση αλλά και για εξαγωγές, δημιουργούν προβλήματα περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Η οργανωμένη εκμετάλλευση των πόρων πρέπει να συνοδεύεται από μελέτες για την εκτίμηση των επιπτώσεων στο άμεσο περιβάλλον, όπως πτώση στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα, καταστροφή ευαίσθητων τοπικών οικοσυστημάτων, κλπ.

Όσον αφορά τα αποθέματα μεταλλευμάτων, το πρόβλημα είναι οξύτερο. Για τουλάχιστον 18 από τα 80 μέταλλα υπάρχει ένα μάλλον σημαντικό πρόβλημα αποθεμάτων ακόμη και αν ληφθούν υπόψη οι δυνατότητες ανακύκλωσής τους.

Ορισμένα από αυτά πρέπει να χαρακτηριστούν ως προστατευμένοι πόροι, επειδή ενώ παίζουν καίριο και αναντικατάστατο ρόλο σε σημαντικούς βιομηχανικούς τομείς, τα αποθέματά τους εξαντλούνται με ταχύτατους ρυθμούς. Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται ο χρόνος ζωής των αποθεμάτων βασικών μετάλλων. Η ορθολογική διαχείριση και η εξοικονόμηση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων που προέρχονται από τη γη, επιβάλλει τη λήψη μέτρων που πρέπει να βασίζεται στις ακόλουθες αρχές :

- περιορισμός της χρήσης τους μόνο στους τομείς όπου είναι αναντικατάστατοι,
- αντικατάστασή τους όπου είναι δυνατόν από ανανεώσιμους φυσικούς πόρους,
- πλήρης αξιοποίηση των ιδιοτήτων τους, των ποσοτήτων τους (αξιοποίηση υπολειμμάτων κατεργασίας), επιμήκυνση του χρόνου χρήσης τους, ανακύκλωση και επανάχρηση.

Μεταλλεύματα και μέταλλα	Αποθέματα (εκατ. τόνοι)	Χρόνος ζωής ¹ (έτη)	Χρόνος ζωής ² (έτη)
Βωξίτης	20.300	260	220
Χαλκός	505	65	36
Χρυσός	0,037	30	22
Σιδηρομεταλλεύματα	108.000		410

Πτυχιακή εργασία
Οικολογικά Δομικά Υλικά

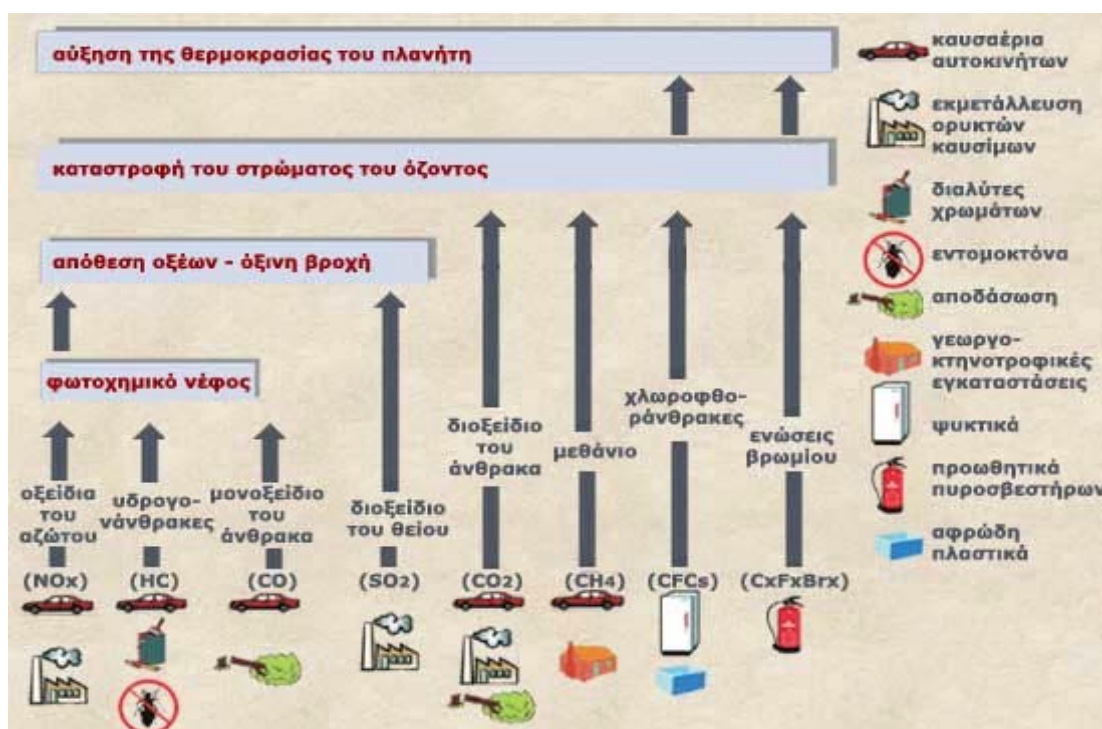
Μόλυβδος	165	48	20
Μαγγάνιο	5.000		186
Νικέλιο	54	76	55
Πλατίνα	0,037		176
Ασήμι	0,262		24
Κασσίτερος	10	40	28
Ουράνιο	4.3		πολύ μεγάλος
Ψευδάργυρος (τσιγκος)	240	41	21
Κάδμιο	0,7	39	27
Χρώμιο	3.350	374	105
Κοβάλτιο	3,1		116
Γερμάνιο	πολύ μεγάλα		πολύ μεγάλος
Τιτάνιο	660	138	70
Αρσενικό			21
Βορικά άλατα			295
Αργίλος			πολύ μεγάλος
Γύψος			πολύ μεγάλος
Σίδηρος			119
Ασβεστος			πολύ μεγάλος
Ορυκτά άλατα			πολύ μεγάλος
Περλίτης			πολύ μεγάλος
Χαλαζίας			πολύ μεγάλος
Πυρίτιο			πολύ μεγάλος
Θείο			24

Πίνακας 2. Ο χρόνος ζωής των αποθεμάτων βασικών μετάλλων

Κατανάλωση ενέργειας κατά τα διαφορετικά στάδια παραγωγής δομικών υλικών

Η πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1973, με την ανάδειξη της απειλής για εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων, συνέβαλε στη συνειδητοποίηση των ενεργοβόρων παραγωγικών διαδικασιών των δομικών υλικών και έδωσε ώθηση, στη διάρκεια της δεκαετίας του 70, στη συστηματική έρευνα για την ενέργεια που εμπεριέχεται στα

δομικά υλικά και προϊόντα. Αρχικός στόχος ήταν ο περιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας. Από τη δεκαετία του 90 όμως, το κέντρο βάρους μετατοπίστηκε στην επάρκεια των φυσικών πόρων και στη μείωση της ατμοσφαιρικής και περιβαλλοντικής επιβάρυνσης που προκαλείται από την αλόγιστη χρήση πρωτογενούς ενέργειας, δίνοντας έμφαση στα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται, σε τοπικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, από τις εκπομπές CO₂ (φαινόμενο θερμοκηπίου), των οξειδίων του αζώτου και θείου (όξινη βροχή) καθώς και των χλωροφθορανθράκων (εξασθένιση της στιβάδας του όζοντος) στη διάρκεια του κύκλου ζωής των δομικών υλικών (Σχήματα 2, 3).



Σχήμα 2. Οι κυριότερες πηγές παραγωγής αερίων ρύπων που ευθύνονται για την ατμοσφαιρική ρύπανση (Πηγή: MADER S., 1997)



Σχήμα 3. Σχηματική αναπαράσταση της δημιουργίας της όξινης βροχής
(Πηγή : www.geography.learnontheinternet.co.uk/.../acid.jpg - Προσαρμογή από το ΚΠΕ Καστοριάς)

Ένα σημαντικό μέγεθος που χαρακτηρίζει τα υλικά είναι το ποσό της ενέργειας που καταναλώθηκε για την παραγωγή τους, από το στάδια της λήψης των πρώτων υλών από τη φύση, τη μεταφορά τους στο εργοστάσιο, τη βιομηχανική κατεργασία τους έως τη μεταφορά και τοποθέτησή τους στην κατασκευή. Το χαρακτηριστικό αυτό μέγεθος αναφέρεται ως **‘εμπριεχομένη ενέργεια δομικών υλικών και στοιχείων’** και αποτελείται από την:

- Κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή των δομικών υλικών
 - ✓ άμεση κατανάλωση ενέργειας για την εξόρυξη των πρώτων υλών και την παραγωγική διαδικασία, η οποία εξαρτάται από τους διαφορετικούς τύπους μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία,
 - ✓ δευτερογενής κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία, η οποία αναφέρεται στην κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία της παραγωγικής μονάδας, π.χ. του συστήματος θέρμανσης, δροσισμού, φωτισμού, συντήρηση των μηχανημάτων,
 - ✓ ενέργεια για τη μεταφορά των πρώτων υλών και των επεξεργασμένων δομικών υλικών, η οποία εξαρτάται από την ύπαρξη των πρώτων υλών σε τοπική κλίμακα και τον τρόπο και την απόσταση μεταφοράς τους. Ο πίνακας 3 παρουσιάζει την ενέργεια

που καταναλώνεται για τη μεταφορά ενός τόνου υλικών στη Νορβηγία.

Ενέργεια που καταναλώνεται ανά τόνο υλικού και χιλιόμετρο μεταφοράς τους, στη Νορβηγία. Χρόνος αναφοράς: 1990. (Πίνακας 3)

Πίνακας 3. Κατανάλωση ενέργειας ανά τόνο

Μεταφορικό μέσο / καύσιμο	MJ / ton/ km
Οδικώς : ντίζελ	1,6
Ακτοπλοϊκώς : ντίζελ	0,6
Σιδηροδρομικώς : ντίζελ	0,6
Σιδηροδρομικώς : ηλεκτρισμός	0,2

Ενέργεια κατά την κατασκευή, χρήση και κατεδάφιση των κτιρίων

- ο Ενέργεια για τη μεταφορά των δομικών προϊόντων από τον τόπο παραγωγής τους στον τόπο της κατασκευής. Η ενέργεια αυτή είναι σημαντικά μικρότερη για υλικά που παράγονται σε τοπική κλίμακα σε σχέση με υλικά που εισάγονται από μακρινές χώρες.
- ο Ενέργεια κατά την κατασκευή, η οποία απαιτείται από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στα διάφορα στάδια κατασκευής.
- ο Ενέργεια για τη συντήρησή τους καθώς υπάρχει η φυσική φθορά των δομικών υλικών με το χρόνο.
- ο Ενέργεια για την αποσύνδεση ή απομάκρυνση των υλικών κατά την κατεδάφιση, η οποία εκτιμάται ότι είναι περίπου το 10% της ενέργειας που εμπεριέχεται στα διαφορετικά δομικά υλικά.

Η εμπεριεχόμενη ενέργεια εκφράζεται ως kWh ή MJ, και συνοδεύεται από τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν την ποσότητα αερίων ρύπων CO₂ και SO₂ που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα.

Ο πίνακας 3 παρουσιάζει την εμπεριεχόμενη ενέργεια και τα ισοδύναμα των εκπομπών του CO₂ και SO₂ βασικών οικοδομικών υλικών.

Εμπεριεχόμενη ενέργεια και ισοδύναμα εκπομπών CO₂ και SO₂ οικοδομικών υλικών

Δομικό Υλικό	Εμπεριεχόμενη ενέργεια (MJ/kg)	Ισοδύναμο CO ₂ (g CO ₂ /kg)	Ισοδύναμο SO ₂ (g SO ₂ /kg)	Πηγή δεδομένων
Φυσική πέτρα	0,5		45	BRE-1
Φύλλο αλουμινίου	312,7	11.815	94,83	SIA
Ασφαλτ. στεγαν. μεμβράνη	50	1.038	6,41	SIA
Άσφαλτος	51		400	Ecobian
Θερμή άσφαλτος	52,4	489	3,94	SIA
Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1,9	271	0,66	SIA
Τσιμεντόλιθοι	0,8	119	0,48	SIA
Τσιμεντόπλακες			1,2	
Ελαφροσκυρόδεμα	4,1	445	1,33	SIA
Σκυρόδεμα κλίσεων	0,4	68	0,25	SIA
Σκυρόδεμα γενικά	0,7	123	0,40	SIA
Πλαστικά χρώματα			98,1	
Υδροχρώματα			88,5	
Χάλυβας οπλισμού	9,9	474	1,79	SIA
Ινοσανίδες μαλακές	15	894	3,35	SIA
Επικολητή ξυλεία	8,6	564	3,21	SIA
Μαλακή ξυλεία	7		600	Ecobian
Μοριοσανίδες	5,1	372	2,37	SIA
Σανίδωμα	2,9	274	1,55	SIA
Τετραγωνισμένη ξυλεία	3,5	281	1,49	SIA
Γυαλί	18,4		1.300	Ecobian
Αφρώδες γυαλί	67	3.689	22,92	SIA
Διογκ. Πολυστερίνη	94,9	1.914	20,07	SIA
Σελλουλόζη (νιφάδες)	2,8	112	1,4	SIA
Ορυκτόμαλλο	15,9		1.042	4,22
Υαλοβάμβακας	42,7	2.130	15,5	SIA
Ασβεστοκονιάματα	1,9	271	0,66	SIA
Επιχρίσματα γύψου	0,7	106	0,91	SIA
Οργανικά επιχρίσματα	5,1	241	1,44	SIA
Συμβατικά επιχρίσματα	1,4	181	0,61	SIA
Μεμβράνες PVC	51,6	2.043	14,27	SIA
Διακοσμητικοί οπτόπλινθοι	4,5		300	Ecobian
Κεραμίδια	3,3	329	1,09	SIA

Πίνακας 4. Εμπεριεχόμενη ενέργεια

Φυσικά χρώματα

Οι σπουδαιότερες κατηγορίες πρώτων υλών των γνήσιων φυσικών χρωμάτων είναι:

- Φυτικές ρητίνες και φυτικά έλαια π.χ. δάμμαρη, ρητίνη λάρικα (είδος κωνοφόρου του βορείου ημισφαιρίου) και λινέλαιο.
- Φυτικά κεριά και φυτικές μαστίχες, π.χ. κεριά Carnauba (από φύλλα φοινικόδεντρου) και φυσικό γάλα καουτσούκ.
- Φυτικά αιθέρια έλαια και φυτικές χρωστικές π.χ. αιθέριο έλαιο φλούδας πορτοκαλιού και ίντιγκο.
- Στα φυσικά υλικά ανήκουν επίσης και ουσίες ζωϊκής προέλευσης όπως καζεΐνη γάλακτος και κεριά μέλισσας.
- Φυσικά και επεξεργασμένα ορυκτά υλικά, όπως η κιμωλία, ο βόρακας, η ώχρα και το Ultramarine.

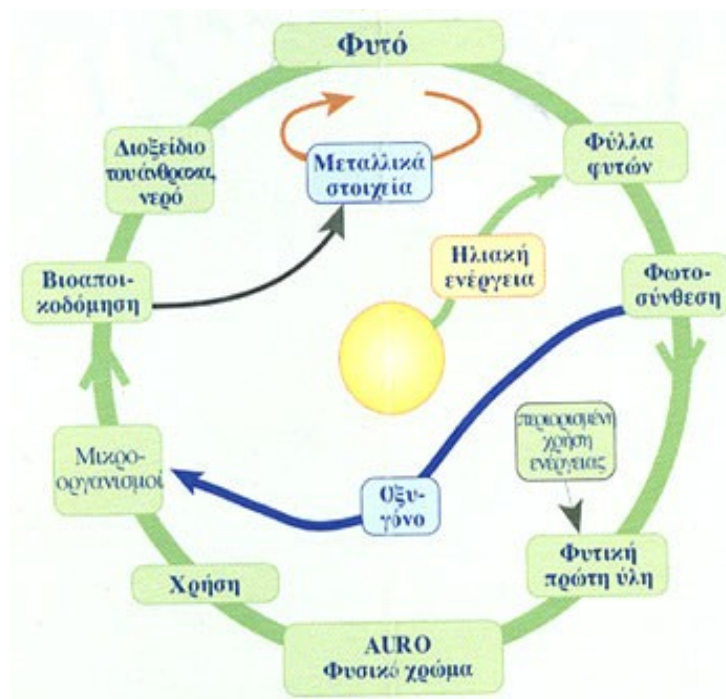
Από πολύ παλιά ήδη ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε για βαφές φυσικές πρώτες ύλες. Οι άνθρωποι της λίθινης εποχής ζωγράφιζαν τους τοίχους των σπηλαίων με γήινα χρώματα. Πριν από 4000 χρόνια χρησιμοποιήθηκε το ίντιγκο ως βαφή και ήδη πριν 3000 χρόνια οι ινδοί γνώριζαν τη γομαλάκα (κόμμιο λάκκη).

Τα σημερινά φυσικά χρώματα βασίζονται μεν σ' αυτή την παλιά γνώση, είναι όμως εξ' αιτίας εντατικής έρευνας και εξέλιξης, προϊόντα υψηλής τεχνικής αξίας και γι' αυτό θεωρούνται τα προϊόντα του μέλλοντος. Είναι προϊόντα που αξιοποιούν την μεγάλη ποικιλία των διαφόρων ιδιοτήτων των φυσικών υλών.

Οι χρησιμοποιημένες φυσικές πρώτες ύλες μας προσφέρουν προς το παρόν τις καλύτερες προϋποθέσεις για μια αειφορική χρήση της ύλης και έτσι διαρκή εξέλιξη ("sustainable development").

Φυσικά χρώματα και προϊόντα της ήπιας χημείας

Ένα ουσιαστικό μέρος της παραγωγής των φυσικών χρωμάτων συντελείται ήδη κατά την ανάπτυξη των φυτών. Επεξεργαζόμαστε τις φυσικές πρώτες ύλες σε φυσικά χρώματα με μικρή δαπάνη ενέργειας και με τρόπο απλό και ελεγχόμενο χωρίς να δημιουργούνται απόβλητα που επιβαρύνουν το περιβάλλον. (Εικόνα 48)



Εικόνα 48. Φυσικά χρώματα και προϊόντα ήπιας χημείας

Λινέλαιο τοπικής παραγωγής

Η κύρια πρώτη ύλη μας, το λινάρι, καλλιεργείται στο μεγαλύτερο μέρος του στην περιοχή που βρίσκεται το εργοστάσιό μας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ελεγχόμενης βιοκαλλιέργειας. Έτσι έχουμε λιγότερες μεταφορές και εγγυημένη οικολογική ποιότητα. Λιπαρό σπορέλαιο του λιναριού, ψυχρής και χλιαρής σύνθλιψης, με ήπιο διαχωρισμό του ιζήματος και χρωματικός καθαρισμός με φυσικό τρόπο. Βρασμένο σε παχύρευστη μορφή αποτελεί μέρος της συνδετικής ύλης με μεγάλη ελαστικότητα και προσαρμοστικότητα στις αλλαγές. Μέρος των αναγκών μας καλύπτεται από τοπική, βελτιωμένη συμβατική καλλιέργεια και επίσης από βιολογική καλλιέργεια. (Εικόνα 49)



Εικόνα 49. Λινέλαιο τοπικής παραγωγής

Τροπική ρητίνη δένδρων δάμμαρη

Η τροπική ρητίνη δένδρων δάμμαρη αποτελεί βασικό συνδετικό συστατικό των προϊόντων μας. Σε στενή επαφή με τους προμηθευτές μας μπορούμε να θέτουμε οικολογικά και κοινωνικά κριτήρια για την εκμετάλλευσή της. Η αειφορική διαχείριση των δασών διατηρεί το οικοσύστημα και προσφέρει στους κατοίκους της περιοχής μια διαρκή και σίγουρη πηγή εισοδήματος. (Εικόνα 50)



Εικόνα 50. Τροπική ρητίνη δένδρων δάμμαρη

Ρικκινέλαιο (ρετσινόλαδο)

Φυτικό έλαιο από τους σπόρους του τροπικού θάμνου, του ρίκκινου. Επεξεργασμένο με νερό μπορεί να στεγνώσει εύκολα χωρίς προσθήκη στεγνωντικών. Σε βρασμένη μορφή είναι μέρος της συνδετικής πρώτης ύλης. (Εικόνα 51)



Εικόνα 51. Ρικκινέλαιο

Ηλιέλαιο: Ανοιχτόχρωμο φυτικό έλαιο από τους σπόρους του ηλίανθου. (Εικόνα 52)



Εικόνα 52. Ηλιέλαιο

Εστέρας κολοφωνίου-γλυκερίνης: Φυσική ρητίνη πεύκου βρασμένη με τα λιπαρά οξέα της γλυκερίνης. Χρησιμοποιείται ως συνδετική ουσία υψηλής ποιότητας, ανθεκτική σε καιρικές συνθήκες και μεγάλη ελαστικότητα.

Ορυκτές διογκωτικές ουσίες: Ήπιες ορυκτές ουσίες όπως πηλός, κιμωλία, каоλίνη, ταλκ που προστίθενται ως γομωτικά υλικά.

Σακχαροτασιενεργό, τασιενεργό: Βοηθητική ουσία για τις ιδιότητες του υλικού από φυτικές ουσίες πλούσιες σε σάκχαρα (πχ. πατάτες) με φυτικά έλαια (κραμβέλαιο, ρικκινέλαιο) επεξεργάζονται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 100 °C υπό την επιρροή ποτάσας.

Κυτταρίνη: Διογκωτική και βοηθητική ουσία για τη καταλληλότητα στην εφαρμογή του υλικού από κυτταρίνη ξύλου.

Λιπαρά οξέα: Βοηθητική ουσία βασισμένη σε ένα μέρος υδρόφιλης και ένα μέρος υδρόφοβης βάσης που διατηρεί τα υλικά σε κατάλληλη ρευστότητα. Από φυτικές ουσίες επεξεργασμένες με νάτριο ή κάλιο.

Στεγνωτικές ουσίες: Βοηθητικές ουσίες για το ταχύτερο στέγνωμα των συνδετικών φυτικών ελαίων και ρητινών από τα άλατα των ορυκτών και μεταλλικών στοιχείων όπως ασβεστίου, κοβαλτίου, ζirkονίου, μαγγανίου ή σιδήρου.

Κερί μέλισσας: Εύκαμπτο καθαρό κερί μέλισσας υψηλής ποιότητας, χωρίς λεύκανση και ελεγχόμενο για πιθανά κατάλοιπα.

Κερί Carnauba: Σκληρό υδατοαπωθητικό φυτικό κερί βραζιλιάνικου φοινικόδενδρου. Το κερί ξεχωρίζεται από τα φύλλα των ψηλών φοινικόδεντρων μετά από συνεχές πλύσιμο και βράσιμο. Στο τέλος φιλτράρεται με φυσικό τρόπο (με κατάλληλο πηλό).

Βαλσαμική ρητίνη λάρυκα: Αιθέριο απόσταγμα ρητίνης κωνοφόρων δένδρων. Αφαιρείται από τον κορμό των δένδρων με προσεκτικό τρύπημά τους. Είναι άχρωμη ρητίνη και λειτουργεί στα προϊόντα ως συνδετική ουσία.

Πορτοκαλέλαιο: Αιθέριο έλαιο των πορτοκαλιών που προκύπτει από τη παραγωγή των χυμών πορτοκαλιού. Τα αποστάγματα με έντονη οσμή προορίζονται για τη παραγωγή αρωμάτων και για αρωματοθεραπεία. Τα αδύναμα σε οσμή πορτοκαλιού αλλά πιο έντονα σε οσμή τερπενίου χρησιμοποιούνται ως διαλυτικό για ρητίνες και λάδια.

Ορυκτές χρωστικές: Είναι ανόργανα πιγμέντα από φυσικά γήινα χρώματα ή οξείδια σιδήρου πχ. ώχρα, κόκκινο Αγγλίας, κόκκινο Περσίας, ορυκτό μαύρο, καθώς και

Πτυχιακή εργασία
Οικολογικά Δομικά Υλικά

επιλεγμένα χρωστικά πιγμέντα μεταλλικών στοιχείων πχ. διοξείδιο τιτανίου, μπλε Ultramarin, πράσινο οξειδίο χρωμίου.

Στεατικό οξύ: Ουσία από λίπη και έλαια που χρησιμοποιείται ως βοηθητική ουσία στα χρώματα.

Λεκιθίνη: Φυσικό φωσφολιπίδιο από απόσταξη σόγιας με ζεστό νερό. Υλικό συνοχής και γαλακτωματοποίησης.

Πυριτικό οξύ: Καθαρά λεπτόκοκκα άλατα χωρίς κρυσταλλική μορφή από χαλαζία και ασβέστη μέσω υδρόλυσης. Λειτουργεί ως θαμβωτικό γομωτικό υλικό ή επίσης ως φίλτρο ή ως συνδετική ουσία.

Καζεΐνη γάλακτος: Πρωτεΐνη αγελαδινού γάλακτος που προκύπτει από το διαχωρισμό των λιπαρών συστατικών του. Συνδετική και γαλακτωματοποιητική ουσία υψηλής ποιότητας.

Καολίνη: Φυσικός άργιλος, η πορσελάνη. Ως γομωτικό υλικό στα χρώματα και σοβάδες τοιχοποιίας, καθώς και στις λάκες.

Ασβεστίτης: Ο γνωστός σε όλους ασβέστης, σε μορφή σκόνης. Ως γομωτικό υλικό στις λάκες, στα χρώματα τοίχου, σοβάδες και κόλλες.

Θόρυβος και καθημερινότητα

Μετά την επικράτηση του νέου αντισεισμικού κανονισμού που εφαρμόζεται

από το 2003 , απεδείχθη ότι τα προβλήματα μεταφοράς στερεόφερτου θορύβου στα κτίρια αυξήθηκαν δραματικά. Το γεγονός οφείλεται στη μεγάλη αύξηση της ποσότητας του σιδήρου (49%) στο σκελετό των κτιρίων από σκυροδέμα αλλά και στην αυξημένη συμπύκνωση του ίδιου του σκυροδέματος. Όπως είναι γνωστό, η ταχύτητα του ήχου σε ατμοσφαιρικό ξηρό αέρα στους 20 οC και πίεση 1 ATM είναι 343 m/sec, στο χάλυβα είναι περίπου 5500 m/sec δηλαδή δεκαπενταπλάσια.

Παράλληλα τα τελευταία 15 χρόνια παρατηρήθηκε υπερβολική αύξηση σε κρούσματα άσθματος και επίσης αύξηση (τα τελευταία 10 χρόνια περίπου 38 %) σε δερματικές παθήσεις κυρίως σε νέους και παιδιά γεγονός που οφείλεται στο σημερινό τρόπο κατασκευής των κτιρίων. Αυτό το αποδίδουμε στην μη ύπαρξη του αναγκαίου αερισμού στις κατοικίες και στα υπόλοιπα κτίρια, σχολεία-γραφεία κλπ. Ένας βασικός κατασκευαστικός παράγοντας μη αερισμού είναι η τοποθέτηση θερμομονωτικών υλικών τύπου εξηλασμένης ή διογκωμένης πολυστερίνης εντός του διάκενου της τοιχοποιίας με παντελή έλλειψη διαπνοής της. Επίσης ένας βασικός κοινωνικός παράγοντας μη αερισμού είναι το ότι οι οικίες παραμένουν πλέον κλειστές, τα κλινοσκεπάσματα δεν αερίζονται ούτε παραμένουν στον ήλιο όπως γινόταν παλαιότερα. Έτσι τα ακάρεα βρίσκουν ιδανικό πεδίο πολλαπλασιασμού τους με τα προαναφερόμενα προβλήματα (αλλεργίες, άσθμα , δερματοπάθειες κλπ).

Η πολιτεία λοιπόν θα πρέπει να θέσει στο επίκεντρο της προσοχής της το πρόβλημα του θορύβου σαν ουσιαστική παράμετρο της ποιότητας ζωής των πολιτών, ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον. Θα πρέπει να θεσμοθετήσει νέα μέτρα στην κατεύθυνση αυτή. Σε αντίθετη περίπτωση θα πρέπει να ασκήσουμε εμείς πίεση για τη θεσμοθέτηση. Η θεσμοθέτηση και η εφαρμογή του νόμου για την εξοικονόμηση ενέργειας με τη βελτίωση της θερμομόνωσης των παλαιών κτιρίων, θα έπρεπε να συνδυαστεί με την ουσιαστική βελτίωση της ηχομονωτικής ικανότητας τουλάχιστον του εξωτερικού κελύφους τους και ιδιαίτερα των όψεων, με στόχο την ταυτόχρονη αντιμετώπιση της ιδιαίτερα αυξημένης τα τελευταία χρόνια ηχορύπανσης κυρίως στις αστικές περιοχές.

Στο πλαίσιο λοιπόν του προγράμματος “Εξοικονομώ κατ' οίκον” θα πρέπει να προδιαγραφεί εκτός από την τοποθέτηση θερμό-ηχομονωτικών υαλοπινάκων και πλαισίων κουφωμάτων και ένα ελάχιστο επίπεδο βελτίωσης της ηχομονωτικής ικανότητας των τοιχωμάτων των όψεων των κτιρίων. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί

αποτελεσματικά να συνδυαστεί η εξοικονόμηση ενέργειας με την εξασφάλιση της αναγκαίας ακουστικής άνεσης στα κτίρια σε σχέση με τους εξωτερικούς θορύβους. Πριν από περίπου 20 χρόνια, είχαμε παρουσιάσει τα οικολογικά ηχοαπορροφητικά – θερμομονωτικά υλικά από πολυεστερικές ίνες. (Εικόνα 39)



Εικόνα 39. Πρωτοποριακό σύστημα θερμομόνωσης και ηχομόνωσης κτιρίων

Μειονεκτήματα υλικών προηγούμενης τεχνολογίας

Διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη, η οποία παρέχει μόνο θερμομόνωση και καθόλου ηχοαπορρόφηση, ενώ συχνά υποβαθμίζει την ηχομόνωση όταν έρχεται σε πλήρη επαφή με τις τοιχοποιίες (τουβλοδομή). Μπορεί να χρησιμοποιηθούν στο εσωτερικό των τοίχων ή εξωτερικά του κελύφους του κτιρίου. Ο συντελεστής διαπνοής για την μεν εξηλασμένη είναι $\mu = 140 \sim 250$, ο δε της διογκωμένης είναι $\mu = 80 \sim 100$.

Ορυκτοβάμβακας – Υαλοβάμβακας, υλικά αποδεδειγμένα μικρής διάρκειας ζωής και επισημασμένα ως ύποπτα καρκινογενέσεων. Ο υαλοβάμβακας, το rockwool, το slagwool και η κεραμική ίνα έχουν ταξινομηθεί από την IARC (International Agency for Research on Cancer – Διεθνής Υπηρεσία για την Έρευνα για τον Καρκίνο) στην

ομάδα 2B. (Στην ομάδα 2B εντάσσονται οι χημικές ουσίες οι οποίες είναι ενδεχομένως καρκινογόνες για τους ανθρώπους). Τα συνδεδεμένα υλικά των ινών τους έχουν ταξινομηθεί στην ομάδα 3. (Στην ομάδα 3 εντάσσονται οι χημικές ουσίες που δεν μπορεί να ταξινομηθούν ως καρκινογόνες για τους ανθρώπους λόγω των ανεπαρκών δεδομένων ή ανεπαρκών πληροφοριών). Μπορεί να χρησιμοποιηθούν στο εσωτερικό των τοίχων ή εξωτερικά του κελύφους του κτιρίου.

Πλεονεκτήματα υλικών νέας τεχνολογίας

Αξιοποιεί τα νέα ηχοαπορροφητικά – θερμομονωτικά υλικά από ίνες πολυεστέρα (IZITHERM, TERMOBOND, FIBERFOAM, ECO ZERO , EDILFIBER κλπ) ή βιολογικών ινών (BIOFIBER, FELTKENAF , NATURTHERM , RECYCLETHERM κλπ) τα οποία:

- Είναι πλήρως ανακυκλώσιμα
- Παρέχουν εξαιρετική θερμομόνωση και ηχοαπορρόφηση, ιδιαίτερα στις χαμηλές συχνότητες
- Είναι υποαλλεργικά, μη καρκινογόνα (σε αντίθεση με άλλα ινώδη υλικά)
- Δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη βακτηριδίων, μυκητών μικροοργανισμών, εντόμων κ.λπ. (μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε εγκαταστάσεις κλιματισμού)
- Είναι διαπερατά από τους υδρατμούς και επιτρέπουν στα δομικά στοιχεία να αποβάλλουν την υγρασία τους («αναπνέουν»). Συντελεστής διαπνοής $\mu=1$ έως 3

Για τη θερμομόνωση και τη βελτίωση της ηχομονωτικής αξίας των εξωτερικών δομικών στοιχείων των κτιρίων στα οικοδομικά διάκενα (στο κενό διπλών τοίχων κ.λπ.) και στη στέγη μεταξύ κεραμιδιών και πετσώματος ή πλάκας οροφής, προβλέπεται η τοποθέτηση θερμομονωτικών – ηχοαπορροφητικών φύλλων πάχους από 30 έως 50mm.

Οι τοίχοι από οπτοπλινθοδομές πρέπει να είναι δομημένοι με τούβλα με τα διάκενα στο επίπεδο των τοίχων και όχι κάθετα σ' αυτό (όχι διαμπερείς τρύπες,) οι αρμοί να έχουν το ελάχιστο δυνατό πλάτος, το κονίαμα δόμησης να γεμίζει πλήρως τους αρμούς, χωρίς να αφήνει κενά και να είναι σωστά επιχρισμένοι.

Τα δύο δομικά τμήματα των διπλών δομικών τοίχων δεν θα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους και τα σενάζ θα πρέπει να κατασκευάζονται χωριστά σε κάθε

δρομικό τοίχο. Όπου για λόγους κατασκευαστικούς το ένα σενάζ χρησιμεύει ως ξυλότυπος για την κατασκευή του άλλου (π.χ. πρέκια ανοιγμάτων), προηγουμένως θα πρέπει να επενδύεται η επιφάνεια επαφής με ειδική αντικραδασμική αυτοκόλλητη λωρίδα κατάλληλου πάχους και πλάτους.

Στις επιφάνειες επαφής των οπτοπλινθοδομών με το φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα (στο κάτω μέρος οριζόντια μεταξύ οπτοπλινθοδομής και πλάκας δαπέδου, κατακόρυφα μεταξύ οπτοπλινθοδομής και υποστυλωμάτων και στο πάνω μέρος μεταξύ οπτοπλινθοδομής και δοκού πλάκας οροφής) προβλέπεται να παρεμβάλλεται αντικραδασμική λωρίδα κατάλληλου πάχους και πλάτους για την αποφυγή μεταφοράς στερεόφερτου θορύβου από το φέροντα οργανισμό στις οπτοπλινθοδομές και αντίστροφα.

Για την ηχομόνωση του δαπέδου προβλέπεται η διάστρωση μιας στρώσης σύνθετου αντικραδασμικού υλικού συνολικού πάχους 8,0mm, ηχομονωτικής αξίας 28db ή βιολογικού υλικού όπως Naturtherm-KE από Kenaf ή κάνναβη. Το φύλλο θα πρέπει να ανυψώνεται στην επιφάνεια των περιμετρικών τοίχων σε ύψος τουλάχιστον 3cm πάνω από την προβλεπόμενη τελική στάθμη του δαπέδου. Το πλεονάζον υλικό θα πρέπει κόβεται μετά την τελική επίστρωση του δαπέδου και πριν από την τοποθέτηση του σοβατεπιού.

Στη συνέχεια προβλέπεται η διάστρωση γαρμπιλομετόν πάχους τουλάχιστον 4cm έως 5cm. Τέλος στην επιφάνεια του γαρμπιλομετόν τοποθετείται το τελικό δάπεδο.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά την τοποθέτηση των σοβατεπιών έτσι ώστε να μην έρχονται σε επαφή με το υλικό τελικής επίστρωσης των δαπέδων και να δημιουργούνται έτσι ηχογέφυρες. Θα πρέπει να διαμορφώνεται, με την βοήθεια κατάλληλου αποστάτη, μεταξύ των σοβατεπιών και του δαπέδου αρμός 1 έως 2mm ο οποίος θα σφραγίζεται με ελαστοπλαστική μαστίχη ή διαφανή σιλικόνη ή αυτοκόλλητη ταινία.

Ενίσχυση της ηχομόνωσης υφιστάμενων διαχωριστικών τοίχων πολύ μικρού πάχους

Επίσης για την βελτίωση της ηχομονωτικής ικανότητας υφιστάμενων ή νέων διαχωριστικών τοίχων, μπορεί να τοποθετηθεί ειδικό οικολογικό ηχομονωτικό

αυτοκόλλητο υλικό πάχους 10 mm με μία γυψοσανίδα και άρα τελικού πάχους στα 2,25 εκατοστά. ($\Delta R_w=10$ dB)

Εναλλακτικά μπορεί να τοποθετηθεί ειδικό οικολογικό σύνθετο ηχομονωτικό υλικό πάχους 8 mm με μία γυψοσανίδα και άρα τελικού πάχους στα 2,05 εκατοστά. ($\Delta R_w=14$ dB) (Εικόνα 40)



Εικόνα 40. Σύστημα θερμομόνωσης και ηχομόνωσης

Κύκλος ζωής δομικών υλικών

Ο κύκλος ζωής δομικών υλικών, από το αρχικό στάδιο εξόρυξης πρώτων υλών μέχρι το τελικό στάδιο της διάθεσής τους (απόρριψης), έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τα κριτήρια επιλογής των υλικών αυτών έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα και σημασία, όχι μόνο κατασκευαστικά και λειτουργικά, αλλά κυρίως περιβαλλοντικά.

Για την επιλογή των δομικών υλικών με περιβαλλοντικά κριτήρια, απαιτούνται γνώσεις σχετικές με τη διαθεσιμότητα και επάρκεια των φυσικών πρώτων υλών, την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή καθώς και για τις υπόλοιπες φάσεις του κύκλου ζωής των υλικών, τα παραγόμενα απορρίμματα (στερεά-υγρά-αέρια), την τοξικότητα, την ανθεκτικότητα τους, τις ανάγκες συντήρησης, την περιεκτικότητά τους σε ανακυκλωμένα υλικά, καθώς και τη δυνατότητα επανάχρησης ή ανακύκλωσης των ιδίων μετά το τέλος του κύκλου ζωής τους. Σε κάθε περίπτωση, ο μηχανικός που θα επιλέξει τα δομικά υλικά μιας κατασκευής οφείλει να είναι καλός γνώστης των ιδιοτήτων των υλικών, κυρίως εκείνων που επιδρούν αρνητικά στο περιβάλλον και κατ'επέκταση στην ανθρώπινη υγεία.

Οι παράμετροι που προσδιορίζουν τους στόχους της εναρμονισμένης με το περιβάλλον δόμησης, αναφορικά με την παραγωγή, διάθεση, μεταφορά και εφαρμογή των δομικών υλικών στον κατασκευαστικό τομέα, συνοψίζονται στα παρακάτω:

- Περιβαλλοντικά ορθός σχεδιασμός υλικών.
- Τυποποίησή τους.
- Ενσωμάτωση ανακυκλωμένων προϊόντων στην κατασκευή.
- Εξασφάλιση εύκολου διαχωρισμού των επιμέρους συστατικών ενός δομικού υλικού.
- Πρόνοια για απλοποίηση της συντήρησης ή επισκευής τους, με αποφυγή χρήσης τοξικών ουσιών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση των ιδιοτήτων τους.
- Πρόνοια για τις φάσεις μετά το τέλος του κύκλου ζωής των υλικών και κυρίως όσον αφορά την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησή τους.
- Μείωση των παραγόμενων απορριμμάτων (αερίων, στερεών και υγρών) και της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά τα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής των δομικών υλικών, καθώς και
- Χρήση φιλικών προς το περιβάλλον μέσων μεταφοράς για τη διάθεση των προϊόντων.

Μέχρι πρότινος η επιλογή των δομικών υλικών επηρεαζόταν από παράγοντες, όπως το κόστος, η διαθεσιμότητα και ο λειτουργικός σκοπός της κατασκευής. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια η καταλληλότητα των υλικών από περιβαλλοντική σκοπιά αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα.

Το ζήτημα της μόνωσης μιας κατασκευής είναι κρίσιμο και αρκετά περίπλοκο. Η σωστή μόνωση του κελύφους είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου, τόσο στο εσωτερικό όσο και το εξωτερικό του περιβάλλον.

Στην παρούσα εργασία αξιολογούνται δύο βασικά θερμομονωτικά υλικά, η εξηλασμένη πολυστερίνη και ο πετροβάμβακας, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως σε κατασκευαστικά έργα. Η αξιολόγηση των υλικών αυτών βασίζεται σε πληθώρα κριτηρίων που σχετίζονται άμεσα με τα διάφορα στάδια του κύκλου ζωής των προϊόντων αυτών.

Ανάλυση Κύκλου Ζωής

Μια από τις τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για τη βελτίωση και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι η ανάλυση κύκλου ζωής ενός προϊόντος (Life Cycle Analysis-LCA). Η ανάλυση κύκλου ζωής αποτελεί μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν ή δραστηριότητα ή διεργασία. Προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, μπορούν να εκτιμηθούν οι επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών, καθώς και από την απελευθέρωση των αποβλήτων. Επίσης με τον τρόπο αυτό αναγνωρίζονται και εκτιμώνται οι δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων.

Η μέθοδος αυτή αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων που άπτονται της προστασίας του περιβάλλοντος. Ο στόχος, τα σύνορα και το επίπεδο των λεπτομερειών μιας μελέτης ανάλυσης κύκλου ζωής εξαρτάται από το θέμα και την προβλεπόμενη χρήση της μελέτης. Επίσης το βάθος και το πλάτος ανάλυσης μιας μελέτης ανάλυσης κύκλου ζωής μπορεί να διαφέρει αρκετά από τη μια μελέτη στην άλλη, ανάλογα με το σκοπό που έχει η συγκεκριμένη μελέτη. Εντούτοις όμως σε κάθε περίπτωση, οι αρχές και το πλαίσιο που καθιερώνονται από πλευράς Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης με το Διεθνές Πρότυπο ISO14040:1997 [2] πρέπει να ακολουθηθούν ως ελάχιστη προϋπόθεση.

Το πλαίσιο μεθοδολογίας της ανάλυσης κύκλου ζωής (AKZ) που προτείνεται από τον SETAC(society of Environmental Toxicology and applied Chemistry) αποτελείται από τέσσερα βασικά στάδια:

- Προσδιορισμός του στόχου και του σκοπού της ανάλυσης.
- Καταγραφή δεδομένων, δηλαδή εισροών και εκροών του υπό μελέτη συστήματος, τα οποία στην περίπτωση μας είναι πρώτες ύλες ενέργεια, απόβλητα και θόρυβος.
- Ανάλυση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Βελτιστοποίηση του κύκλου ζωής.

Η μέθοδος της ανάλυσης κύκλου ζωής αποτελεί ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και η εφαρμογή της σε οποιαδήποτε παραγωγική διεργασία είναι ιδιαίτερα σημαντική για την περαιτέρω επιβίωση των ανθρώπων σε ένα καθαρό και υγιές περιβάλλον. Ωστόσο η ανάλυση κύκλου ζωής είναι ένας από τους πολλούς μηχανισμούς περιβαλλοντικής διαχείρισης, διότι δεν είναι ο πλέον ενδεικνύομενος μηχανισμός για κάθε περίπτωση.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις πετροβάμβακα

Ο πετροβάμβακας αποτελεί μη αναλώσιμο υλικό (εκτός της υάλου), που προέρχεται όμως από υλικά που βρίσκονται σε αφθονία στη φύση όπως η άμμος, ο βασάλτης κλπ. Η κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή του ανέρχεται στα 92,38MJ/Kg. Η κύρια ρύπανση που προκαλεί εμφανίζεται και περιορίζεται στις μονάδες παραγωγής (λόγω του διοξειδίου του άνθρακα CO₂ και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς του. Παράλληλα, μειονέκτημά του είναι ότι απελευθερώνει ίνες που θεωρούνται επιβλαβείς για την υγεία, γι' αυτό θέλει προσοχή κατά την τοποθέτηση και καλό εγκλωβισμό στα δομικά στοιχεία της κατασκευής. Σε αντίθεση με τις ίνες αμιάντου, οι ίνες του πετροβάμβακα δεν διαχωρίζονται κατά μήκος τους, αλλά σπάνε κάθετα στη μάζα τους και σύμφωνα με το I.A.R.C. η επικινδυνότητά τους έγκειται στις διαστάσεις τους (μήκος ανώτερο των 5 μm και διάμετρος μικρότερη των 3μm).

Τέλος ο πετροβάμβακας μπορεί να ανακυκλωθεί κατά 16-30% οδηγώντας σε σημαντική εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας κάνοντας χρήση ενός σπαστήρα και ενός φούρνου (χαμηλής ισχύος) για την προθέρμανση του υλικού.

Όσον αφορά στην μέθοδο Ανάλυσης Κύκλου Ζωής, γίνεται διάκριση της ζωής των δομικών υλικών στα παρακάτω στάδια:

- 1.Εξόρυξη πρώτων υλών.
- 2.Παραγωγή.
- 3.Μεταφορά.
- 4.Χρήση και
- 5.Διάθεση μετά το τέλος του κύκλου ζωής.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις εξηλασμένης πολυστερίνης

Όπως ισχύει και με άλλα συνθετικά υλικά, ένα τμήμα της ρύπανσης από την εξηλασμένη πολυστερίνη είναι αποτέλεσμα της εξαγωγής του πετρελαίου και της παρασκευής ενδιάμεσων προϊόντων στην πετρελαϊκή βιομηχανία. Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδατάνθρακες), ενώ η κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή της ανέρχεται στα 24,90 MJ/Kg. Η εξηλασμένη πολυστερίνη προκαλεί ρύπανση λόγω της διαφυγής τοξικών πτητικών αερίων στο περιβάλλον, όπως CFC (χλωροφθοράνθρακες), πεντανίου (καταστρέφουν την στοιβάδα του όζοντος και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου) και στυρενίου (ουσία νευροτοξική, που ενοχοποιείται για καρκινογένεσεις). Ποσοτικά μπορεί να ανακυκλωθεί σε ποσοστό 20% της αρχικής πρώτης ύλης.

Τα νέα Βιολογικά απορροφητικά και θερμομονωτικά υλικά

Τα νέα βιολογικά υλικά, παράγονται από θερμοσυγκολλητές ίνες πολυγαλακτικού οξέως προερχόμενου από τη ζύμωση κόκκων καλαμποκιού ή ίνες κέναφ (καναβιού) ή ίνες μαλλιού προβάτου και είναι κατάλληλα για θερμο-ηχομόνωση εξωτερικών τοίχων, τοποθετούμενα είτε στα διάκενα είτε εξωτερικά.

Πρόβειο μαλλί

Το πρόβειο μαλλί είναι από τα αρχαιότερα μονωτικά που χρησιμοποιούσαν στις πρωτόγονες κατοικίες, είναι το ιδανικό υλικό για την κατασκευή σύμφωνα με τις αρχές της βιοκλιματικής δόμησης. Είναι ελαστικό και έχει άριστη κλιματιστική συμπεριφορά σε κρύο και ζέστη ενώ χαρακτηρίζεται για την αξιόλογη υγροσκοπική του συμπεριφορά. Η ιδιαιτερότητα του συνίσταται στο ότι απωθεί το νερό στην υγρή του μορφή και παράλληλα έχει την ικανότητα να απορροφήσει υδρατμούς έως και το 33% του βάρους του χωρίς αυτοί να υγροποιηθούν. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η φυσική ρύθμιση της υγρασίας στο εσωτερικό των κατοικιών και μειώνεται ο κίνδυνος υγροποίησης των υδρατμών που φέρνει μακροπρόθεσμα σοβαρές φθορές στα δομικά στοιχεία των κτιρίων. (Εικόνα 42)



Εικόνα 42. Πρόβειο μαλλί

Για την κατασκευή του NATURTHERM-WO χρησιμοποιούνται κατά 85% ίνες από μαλλί και κατά 15% από ίνες πολυεστέρα. Το κουρεμένο χωριάτικο πρόβειο μαλλί, πλένεται με φυσικό σαπούνι και υποβάλλεται σε αντισκωρική επεξεργασία. Στην συνέχεια ξαίνεται αναμιγνύεται με ίνες πολυεστέρα και δένεται θερμικά στους 180°C, θερμοκρασία που παράλληλα εξασφαλίζει την αποστείρωση του υλικού.

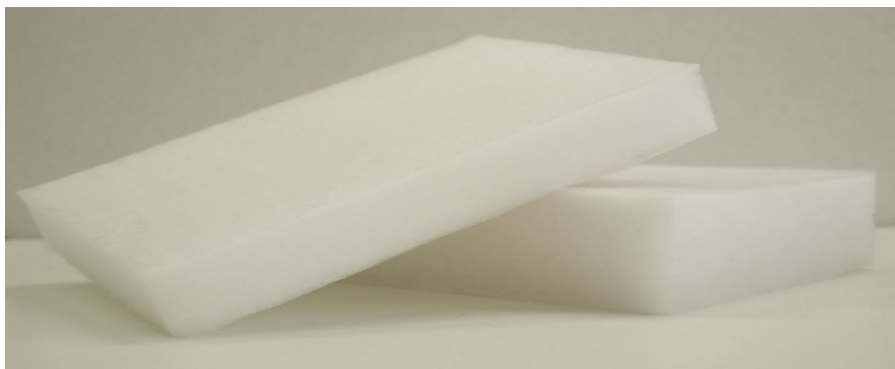
Χάρη στην ιδιαίτερη μοριακή δομή του, το πρόβειο μαλλί προτείνεται ως άριστη και φυσική θερμοηχητική μόνωση, εναλλακτική στις ορυκτές ίνες. Επίσης, το

μαλλί είναι μια ανανεώσιμη και ανακυκλώσιμη πρώτη ύλη και η διαδικασία μεταποίησης της σε μονωτική πλάκα απαιτεί ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Φύλλα από ίνες καλαμποκιού BIOFIBER

Οι ίνες καλαμποκιού προέρχονται από την εξέλαση και στη συνέχεια το λανάρισμα πολυγαλακτικού οξέος (PLA), ενός πολυμερούς του γαλακτικού οξέος προϊόντος της ελεγχόμενης ζύμωσης των κόκκων του καλαμποκιού. Το PLA είναι απλή γραμμική αλυσίδα και έχει δείκτη πρόσληψης οξυγόνου (LOI), περίπου 26, γεγονός που το καθιστά φυσικά αυτοσβενύμμενο υλικό με περιορισμένη έκλυση καπνού κατά την καύση του.

Τα φύλλα από ίνες καλαμποκιού όταν ολοκληρώσουν τον κύκλο της ζωής τους μπορούν εύκολα να ανακυκλωθούν επειδή είναι πλήρως βιοαποδομήσιμα. Θαλασσινό νερό και χώμα που περιέχει μικροοργανισμούς το μετατρέπουν σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Μπορεί επίσης να μετατραπεί σε λίπασμα (compost) μαζί με τα οικιακά απορρίμματα. (Εικόνα 43)



Εικόνα 43. Φύλλα από ίνες καλαμποκιού

Φύλλα από ίνες κέναφ – κάνναβη

Τα πάνελ από κέναφ είναι θερμομονωτικό και ηχοαπορροφητικό ινώδες υλικό αποτελούμενο κατά το 85% από ίνες Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) και κατά το 15% από ίνες πολυεστέρα. Χρησιμοποιείται στην οικοδομική, ανάμεσα ή πάνω από τα δοκάρια της στέγης, στα διάκενα των εσωτερικών και εξωτερικών τοίχων, των επενδύσεων και

τοίχων από γυψοσανίδες ή από ξύλο, στις ψευδοροφές ή και κάτω από τα δάπεδα και πατώματα. Μετά την τοποθέτησή του δεν έχει ανάγκη από οποιαδήποτε συντήρηση.

Το κέναφ είναι ένα είδος καλαμιού που προέρχεται από την Ασία αλλά καλλιεργείται πλέον συστηματικά στην Ευρώπη και ειδικά στην Ιταλία κυρίως στην πεδιάδα του Πάδου. Είναι φυτό ετήσιο με κύκλο άνοιξη - καλοκαίρι. Ευδοκίμει σε μέτριας σύστασης, αμμώδη εδάφη με ουδέτερο pH. Η καλλιέργεια του κέναφ καθαρίζει το έδαφος, από τοξικά στοιχεία όπως βαριά μέταλλα και προσφέρει σ' αυτό μεγάλες ποσότητες οξυγόνου. Αντέχει στην ξηρασία, δεν απαιτεί τη χρήση ζιζανιοκτόνων και φυτοφαρμάκων και είναι βιοδιασπώμενο. Πρόσφατα χρησιμοποιήθηκε σαν πρώτη ύλη στην θέση πολτού ξύλου και χαρτιού ενώ αξιοποιήθηκε και στην υφαντουργεία.

Τα φυτά κέναφ κόβονται με κατάλληλο μηχανικό εξοπλισμό, μαζεύονται με ειδικά εξαρτήματα και μεταφέρονται στην εγκατάσταση πρώτης επεξεργασίας. Η εγκατάσταση αυτή είναι σχεδιασμένη με τις ίδιες προδιαγραφές που χρησιμοποιούνται για το λινάρι, προσαρμοσμένη όμως στην υψηλότερη αντοχή της κάνναβης.

Τα κοτσάνια καθαρίζονται από το φλοιό και τα ξυλώδη μέρη, διαχωρίζονται σε ίνες οι οποίες στη συνέχεια καθαρίζονται με ειδικούς απορροφητήρες από τις σκόνες. Οι καθαρές ίνες αποτελούν το 30% του συλλεγμένου φυτού. Το περίσσειμα, κατά το 60% είναι υπολείμματα (και θα μετατραπούν σε απορροφητικό και λειαντικό υλικό), και το 10% είναι σκόνες (φυτική βιομάζα).

Συνολικά αξιοποιείται το 100% της παραγωγής. (Εικόνα 44)



Εικόνα 44. Φύλλα κενάφ

Θετικά και αρνητικά της εξωτερική θερμομόνωσης (θερμοπρόσοψη)

Τα τελευταία χρόνια έγινε πολύ της μόδας η εξωτερική θερμομόνωση (θερμοπρόσοψη) η οποία έχει και θετικά αλλά και πολλά αρνητικά σημεία.

Θετικά σημεία:

1. καταργεί την θερμογέφυρα στα σενάζια που ιδίως μετά τον νέο αντισεισμικό νόμο είναι υποχρεωτικά
2. έχει σχετικά καλό δείκτη θερμομόνωσης
3. αύξηση του χρόνου ζωής του κτιρίου διότι προστατεύει τα δομικά στοιχεία από υγρασίες, μούχλες, ρηγματώσεις κ.λπ.
4. γρήγορη εξωτερική ανακαίνιση παλαιών κτισμάτων
5. σχετικά όχι μεγάλη όχληση των ενοίκων διότι δουλεύεται εξωτερικά
6. μικρό πάχος όπου απαιτούνται λεπτά πάχη.

Αρνητικά σημεία:

1. Τα υπάρχοντα συστήματα με διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη σταματούν πλήρως την διαπνοή των κτιρίων, ιδιαίτερα των παλαιών, αφού οι συντελεστές “μ” διαπνοής (συντελεστής υδρατμοπερατότητας) κυμαίνεται από 80 έως 250 όταν ο αντίστοιχος συντελεστής των βιολογικών ή οικολογικών υλικών είναι max 3, δηλαδή πλήρης διαπνοή.
2. Τα υπάρχοντα συστήματα με διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη δεν παρέχουν σχεδόν καμία βελτίωση της ηχομόνωσης, ιδιαίτερα στις παλαιότερες κατοικίες, οι οποίες όταν κατασκευάστηκαν (δεκαετίας του '70 και πριν) το ακουστικό περιβάλλον ήταν εντελώς διαφορετικό από αυτό που επικρατεί σήμερα.
3. Τα υπάρχοντα συστήματα με διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη έχουν μικρή διάρκεια ζωής λόγω της φύσεως των υλικών που χρησιμοποιούν και του πολύ μικρού πάχους τελικού σοβά
4. Τα υπάρχοντα συστήματα με διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη πολύ εύκολα συμπιέζονται ιδιαίτερα σε κρούσεις, σε χτυπήματα κλπ, άρα καταστρέφονται και δύσκολα επιδιορθώνονται.
5. Τα υπάρχοντα συστήματα με διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη περιέχουν καρκινογόνες ουσίες. Κλπ

Η “ΗΧΟΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ ISELCO II ”

Όλοι οι ως άνω αρνητικοί παράγοντες μας ανάγκασαν να επινοήσουμε ένα νέο σύστημα το οποίο να αντιμετωπίζει όλα τα αρνητικά που μέχρι τώρα προαναφέραμε για νέες κατοικίες αλλά ιδιαίτερα για τα παλαιότερα κτίρια, τα οποία μπαίνουν και στο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον».

Εμείς πετύχαμε, μετά από πολύ σκληρές και επίπονες δοκιμές, να εφαρμόσουμε το σύστημα “ΗΧΟΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ ISELCO II” με μαλακά υλικά μικρής πυκνότητας με υψηλές τιμές θερμομόνωσης αλλά ταυτόχρονα και καλής σχετικά ηχομόνωσης και ηχοαπορρόφησης αλλά πάντα με πλήρη διαπνοή των κτιρίων που ίσως είναι και το σπουδαιότερο σε όλη αυτή την διαδικασία.

Το πρώτο “Σύστημα ISELCO I ” απέδειξε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για νέες κατοικίες πλησιάζει ή ξεπερνά ίσως και το 70%. Πράγματι είτε οι πειραματικές μετρήσεις οι οποίες συνεχίζονται στα ειδικά ινστιτούτα αλλά πάνω απ' όλα τα πραγματικά αποτελέσματα από τις πλείστες εφαρμογές έως τώρα είναι άκρως εντυπωσιακά.

Η κατάλληλη για την τόσο μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας προέρχεται όχι μόνο από τους υψηλούς δείκτες λ των υλικών αλλά βασικά από την εξισορρόπηση που φέρνει η διαπνοή δηλαδή ο αερισμός . (Εικόνα 45, 46)



Εικόνα 45. Ηχοθερμοπρόσοψη

Το νέο σύστημα “ΗΧΟΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ ISELCO II” παρέχει:

1. πολύ υψηλό δείκτη θερμομόνωσης
2. υψηλό δείκτη ηχομόνωσης
3. πλήρη διαπνοή των κτιρίων
4. μη καρκινογόνα υλικά
5. απεριόριστη διάρκεια ζωής
6. υψηλές αντοχές σε κρούσεις, χτυπήματα κλπ
7. εύκολη επιδιόρθωση



Εικόνα 46. Ηχοθερμοπρόσοψη

Τρόπος εφαρμογής του συστήματος

1. Τοποθέτηση μέσω στερέωσης των οικολογικών ή βιολογικών υλικών επί του υπάρχοντος εξωτερικού τοίχου αφού βελτιώσουμε σαθρά τμήματα ή υπάρχουσες μικρορωγμές.
2. Επί των υλικών εφαρμόζεται με πλαστικά βλήτρα ειδικό μεταλλικό γαλβανισμένο πλέγμα ή νευρομετάλλ
3. Επί του νευρομετάλλ ειδικός διαπνέον σοβάς ο οποίος αποτελείται από δύο στρώσεις. Η 1η στρώση (πεταχτό) αποτελείται από α) τσιμέντο καθαρό χωρίς τέφρα, β) υδράσβεστο σε σκόνη, γ) κεραμάλευρο, δ) άμμο ποταμίσις ή νταμαρίσις από υψηλής ποιότητας πέτρα, ε) ίνες (εμπορίου ή από το ίδιο το Kenaf (κάνναβη) κλπ, στ) 1 ασπράδι αυγού ανά τετραγωνικό μέτρο. Η 2η στρώση (χοντρό) αποτελείται από 1 μέρος λιγότερου τσιμέντου καθαρό χωρίς τέφρα για αύξηση της ελαστικότητας και όλα τα υπόλοιπα παραμένουν όπως παραπάνω. Κάθε στρώση σοβά είναι πάχους περίπου 2 εκατοστών, εφαρμόζεται με το χέρι ή εκτοξευόμενος, είναι υψηλής σκληρότητας , πλήρους διαπνοής

αλλά και ελαστικότητας και έχει βάρος 20 kg/m². Ήτοι συνολικά περίπου 40 kg/m².

4. Τελική στρώση από μαρμαροκονίαμα ή κουρασάνι βάρους περίπου 10 kg/m². (Εικόνα 47, 48)



Εικόνα 47. Τρόπος εφαρμογής



Εικόνα 48. Τρόπος εφαρμογής

Επίσης πρέπει όλοι μας να πιστέψουμε τις σημαντικές εξελίξεις που πραγματοποιούνται με ταχύτατους ρυθμούς στην παγκόσμια βιομηχανία που πλέον λαμβάνουν υπόψη τους παράγοντες όπως Περιβάλλον, Βιολογική και Οικολογική

Δόμηση σε συνάρτηση με την Υγιεινή Διαβίωση, την Εξοικονόμηση Ενέργειας, την Ακουστική Άνεση κλπ.

Σε πολύ λίγο χρόνο περάσαμε από μονωτικά υλικά προερχόμενα από εξόρυξη των εδαφών π.χ. πετροβάμβακας και συνδετικά για την παραγωγή τους χημικές ουσίες, στο σήμερα που εντελώς φυτικά ή ζωικά υλικά μπορούν, πέραν των πλεονεκτημάτων που αναφέραμε, να βοηθήσουν είτε με τη γεωργική τους καλλιέργεια είτε με την κτηνοτροφία, εκατομμύρια ανθρώπους για την παγκόσμια παραγωγή θερμοηχομονωτικών πλήρως ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ & ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ.

Σε αυτή την κατεύθυνση εμείς πρέπει να μπορούμε μπροστά και να πείσουμε την πολιτεία, τους διάφορους φορείς κλπ ότι μπορούμε να ενισχύσουμε την ελληνική οικονομία είτε με καλλιέργειες, είτε με προϊόντα κτηνοτροφίας μη χρησιμοποιούμενα μέχρι σήμερα και παράγοντας αυτά τα υλικά που μας δίνει η μάνα φύση, να το εκμεταλλευτούμε προς το καλό όλων μας.

Τα διαπνεόμενα υλικά και η διαχείριση υγρασίας

Οι συνθήκες ανέσεως και υγιεινής

Οι συνθήκες ανέσεως σχετίζονται με τις θερμικές απώλειες του ανθρωπίνου σώματος, αισθητές ή λανθάνουσες (υγρασία). Οι αισθητές απώλειες γίνονται μέσω συναγωγής και ακτινοβολίας του ανθρωπίνου δέρματος προς το περιβάλλον και είναι ανάλογες με την διαφορά θερμοκρασίας του δέρματος με τον εσωτερικό αέρα. Τον χειμώνα η ύπαρξη υψηλής σχετικής υγρασίας ευνοεί τις αισθητές απώλειες του δέρματος προς τον αέρα μέσω ακτινοβολίας λόγω της αυξημένης συγκεντρώσεως των υδρατμών. Ο υδρατμός στον αέρα συμβάλει εις την αύξηση του συντελεστή εκπομπής ϵ και απορροφητικότητας α του αερίου μείγματος και ένεκα αυτού αυξάνει η θερμική απώλεια θερμότητας του δέρματος προς τον αέρα η οποία δύναται να προσεγγιστεί διά του τύπου θερμικής ακτινοβολίας μεταξύ αερίου και στερεού) : $Q \sim \sigma (\epsilon T_a^4 - \alpha T_d^4)$, όπου T_a η θερμοκρασία του αέρα ($\sim 21^\circ\text{C}$) και T_d η θερμοκρασία του δέρματος ($\sim 37^\circ\text{C}$). Για ξηρή ατμόσφαιρα οι συντελεστές ϵ και α είναι πρακτικά μηδενικοί ενώ για υψηλή σχετική υγρασία, αυτοί αυξάνονται αισθητά.

Κατά το θέρος η υψηλή σχετική υγρασία στην ατμόσφαιρα δυσχεραίνει την εφίδρωση, ήτοι την αποβολή λανθάνουσας θερμότητας από το σώμα, γεγονός που αυξάνει το αίσθημα της δυσφορίας.

Επομένως οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τις συνθήκες και το αίσθημα της ανέσεως περιλαμβάνουν την θερμοκρασία αέρα χώρου, την θερμοκρασία επιφανειών χώρου, την σχετική υγρασία ως και την ταχύτητα του αέρα.

Υψηλή σχετική υγρασία προκαλεί :

- Αίσθημα ψύχρας κατά τον χειμώνα
- Αίσθημα αποπνικτικής ατμόσφαιρας κατά το θέρος
- Ευνοεί την ανάπτυξη μούχλας

Η βέλτιστη σχετική υγρασία του χώρου κυμαίνεται μεταξύ 40 έως 60%. Η ανάπτυξη της υγρασίας και της μούχλας αποτελεί σοβαρή αιτία διαβρώσεως των υλικών και της υποβαθμίσεως των συνθηκών υγιεινής, προκαλώντας το σύνδρομο του «αρρώστου κτιρίου».

Τα δομικά υλικά και η διακύμανση της υγρασίας

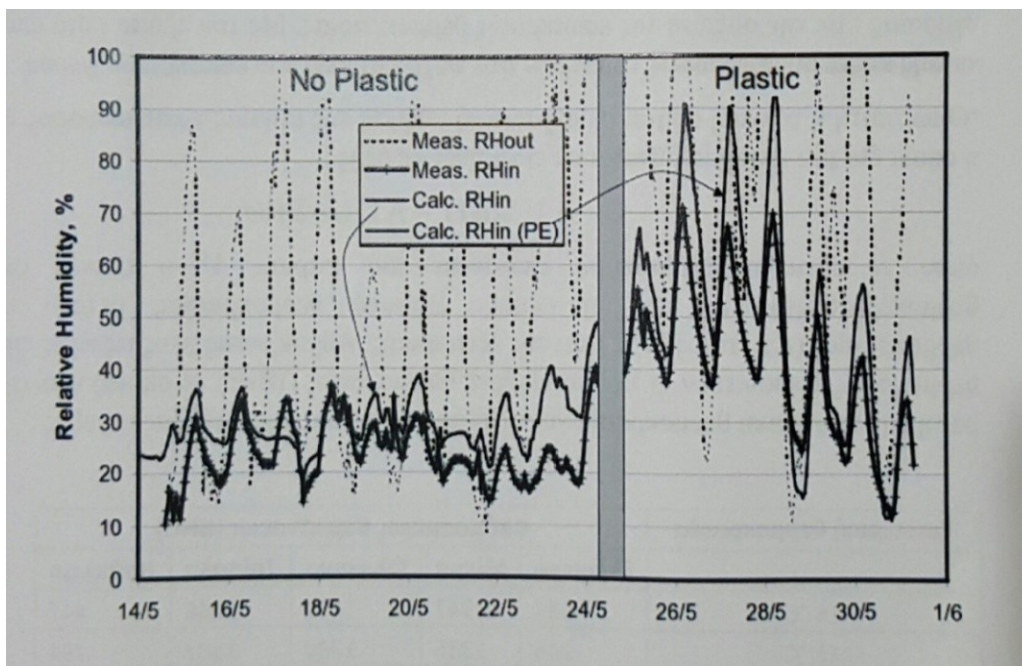
Η υγρασία εντός της κατοικίας διακυμαίνεται αφ' ενός μεν α) λόγω της διακυμάνσεως της εξωτερικής υγρασίας του αέρα η οποία εισέρχεται εις το κτίριο μέσω του αέρα αερισμού και β) λόγω της παραγωγής υγρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου από την διαπνοή των ανθρώπων, την κουζίνα και το λουτρό.

Τα φαινόμενα αυτά έχουν ενταθεί κατά την τελευταία εικοσαετία με την ευρεία διάδοση κονιαμάτων και σοβάδων με τσιμέντο Portland τουλάχιστον κατά 15% αντί για τα παραδοσιακά ασβεστοκονιάματα και λοιπά δομικά υλικά τα οποία ήταν πολύ περισσότερο υδροσκοπικά από τα νέα κονιάματα των οποίων μάλιστα η σύσταση προστατεύεται από τους νόμους περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Συχνά τα σύγχρονα κονιάματα έχουν ελαχίστη υδροσκοπιμότητα και μεγάλη αντίσταση στην διάχυση υδρατμών.

Το πρόβλημα της υγρασίας επιδεινώνεται με την χρήση πλαστικών φραγμάτων και μη υδροσκοπικών επιχρισμάτων. Εις την σημερινή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλά άρθρα που ασχολούνται με τα θέματα αυτά και παρουσιάζουν μετρήσεις για την διακύμανση της εσωτερικής υγρασίας αναλόγως της «διαπνοής» των οικοδομικών υλικών. Σε μετρήσεις που έγιναν σε οικολογικό σπίτι στο Ελσίνκι 1 διαπιστώθηκε ότι τα οικολογικά οργανικά υλικά συμβάλλουν εις την εξομάλυνση της διακυμάνσεως της υγρασίας στο εσωτερικό ενός κτιρίου γεγονός που δεν συμβαίνει με τα πλαστικά φράγματα υδρατμών όπως φαίνεται στο γράφημα που ακολουθεί.

Οι μετρήσεις έγιναν σε δύο διαφορετικά δωμάτια το ένα εκ των οποίων έφερε πλαστικό φράγμα υδρατμών (plastic) ενώ το έτερο ήταν κατασκευασμένο αποκλειστικώς από οργανικά οικολογικά υλικά.

Στο παρακάτω σχήμα 5 παρατηρείται ότι και στις δύο περιπτώσεις (Plastic και No Plastic) η διακύμανση της εξωτερικής υγρασίας ήταν εντονότατη καθ' όλη την διάρκεια των δεκαέξι ημερών των μετρήσεων. Όμως στο οικολογικό δωμάτιο η διακύμανση της υγρασίας παρέμενε σταθερή περί το 30% σε αντίθεση με το έτερο δωμάτιο όπου η υγρασία ακολουθούσε τις διακυμάνσεις του εξωτερικού αέρα. (Σχήμα 5)



Σχήμα 5. Διακύμανση υγρασία στο οικολογικό δωμάτιο

Λόγω ακριβώς αυτών των διακυμάνσεων αυξάνεται συνεχώς η χρήση ηλεκτρικών αφυγραντών στις κατοικίες. Οι περισσότεροι εξ' αυτών λειτουργούν με την αρχή της ψύξεως του αέρα και υγροποίησης του περιεχομένου υδρατμού, και ένεκα αυτού έχουν συμβάλουν σε σημαντική αύξηση της καταναλώσεως ηλεκτρικής ενέργειας (κατά 5 έως 15%).

Αντίθετα η με την χρήση οικολογικών και διαπνεομένων υλικών, η διακύμανση της υγρασίας διατηρείται εντός των βέλτιστων ορίων (40 έως 60%), διότι τα υλικά αυτά δρουν ως «ρυθμιστική αποθήκη αντισταθμίσεως της υγρασίας» (moisture buffer). Δηλαδή όταν η υγρασία στον χώρο αυξάνεται κατά την διάρκεια της ημέρας, τα υγροσκοπικά κονιάματα και υλικά επιτρέπουν την προσρόφιση και την διάχυση και αποθήκευση της υγρασίας στο εσωτερικό αυτών. Εάν όμως η υγρασία στον εσωτερικό χώρο μειωθεί τις επόμενες ώρες, τότε αυτά αποδίδουν την αποθηκευμένη υγρασία στον αέρα του χώρου. (Εικόνα 49)



Εικόνα 49. Ηλεκτρικός αφυγραντής

Εξοικονόμηση ενεργείας

Με την επερχόμενη σταθεροποίηση της εσωτερικής από τα διαπνεόμενα υλικά, επιτυγχάνεται και σημαντική εξοικονόμηση ενεργείας για την θέρμανση των χώρων.

Και τούτο διότι οι ένοικοι ενός κτιρίου έχουν την τάση να αυξάνουν την εσωτερική θερμοκρασία προκειμένου να αντιμετωπίσουν την δυσφορία που προκαλείται από την εσωτερική υγρασία. Π.χ. εάν σε ένα χώρο η εσωτερική υγρασία είναι 80% σε θερμοκρασία 20°C, θα χρειαστεί ο θερμοστάτης της θερμοκρασίας να ανέλθει στους 24,5 °C προκειμένου η σχετική υγρασία να μειωθεί στο 60% λόγω θέρμανσης του αέρα. Αυτό είναι το σύνηθες μέσο καταπολέμησης της υγρασίας : με την αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται επίσης και οι συμπυκνώσεις υδρατμών στα ψυχρά σημεία του εσωτερικού χώρου.

Όμως αυτή η τακτική οδηγεί σε σημαντική αύξηση της ετησίας καταναλώσεως θερμότητας η οποία δια μία κατοικία δύναται να εκτιμηθεί ως εξής :

$$Q = A U \Sigma(\Delta T) = A U (24 \text{ BH}\Theta)$$

όπου A είναι η παράπλευρη επιφάνεια του κτιρίου, U ο ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας και ΔT η ωριαία διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικής θερμοκρασίας (π.χ. στους 18°C) και της εξωτερικής. Αθροίζοντας όλες τις ώρες της περιόδου θέρμανσεως προκύπτουν οι Βαθμο-Ημέρες Θερμάνσεως (BHΘ) οι οποίες υπολογίζονται με βάση την εσωτερική θερμοκρασία για τις διάφορες πόλεις της Ελλάδας ως εξής :

Εσωτερική θερμοκρασία	Βαθμοημέρες θέρμανσεως (BHΘ)				
	Ελληνικό	Μίκρα	Φλώρινα	Τρίπολη	Ηράκλειο
16 °C	584	947	1418	1145	447
18 °C	946	1336	1780	1507	794
20 °C	1320	1711	2154	1882	1168
22 °C	1785	2175	2619	2346	1632
Αύξηση(%) από 18 σε 20°C	39,5%	28,1%	21,0%	24,9%	47,1%
Αύξηση (%) από 18 σε 22°C	88,7%	62,8%	47,1%	55,7%	105,5%

Πίνακας 5. Εσωτερική θερμοκρασία για τις διάφορες πόλεις της Ελλάδας

Βάσει του παραπάνω τύπου και του παραπάνω πίνακα 5 προκύπτει ευθέως η τεράστια σημασία της υγρασίας εις την αύξηση της καταναλώσεως ενεργείας. Π.χ. εάν σε ένα σπίτι με υψηλή σχετική υγρασία οι ένοικοι αυξάνουν το θερμοστάτη κατά 2°C κατά μέσο όρο, αυτό σε ετήσια βάση συνεπάγεται μία αύξηση της καταναλώσεως θερμότητας κατά 39% στην Αττική, 28% στην Θεσσαλονίκη ενώ στο Ηράκλειο η

αύξηση αγγίζει το 47%. Μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας του θερμοστάτη οδηγεί σε δραματικές αυξήσεις της καταναλώσεως ενέργειας.

Συμπέρασμα

Τα οικολογικά υλικά αποτελούν σήμερα μία βιώσιμη τεχνικώς και οικονομικώς λύση για την κατασκευή ενός νέου κτιρίου ή την θερμομόνωση ενός υφισταμένου. Επιπλέον παρέχουν ένα χαμηλό ενεργειακό αποτύπωμα, συνθήκες ανέσεως, υγιεινής και σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας έναντι των συμβατικών συγχρόνων υλικών,

λόγω ακριβώς της υγροσκοπικότητας και της χαμηλής αντιστάσεως εις την διάχυση των υδρατμών, λόγω δηλαδή της «διαπνοής» την οποία επιτρέπουν. Μέχρι σήμερα εις του κρατικούς κανονισμούς ενεργειακής πιστοποίησης δεν έχει εισέτι περιληφθεί αυτή η ευνοϊκή επίδραση των οικολογικών υλικών εις την εξοικονόμηση ενεργείας.

Βιβλιογραφία

Βασική πηγή πληροφοριών: Spirit & Place - Healing our environment- Healing environment, Christopher Day, Architectural press, Elsevier 2002.

<http://www.ulmapolimero.com/en/novedades-ulma-hormigon-polimero/art-in-ventilated-fa-ade/16/>

<http://www.thermohouse.gr/facade.html>

<http://www.architectureanddesign.com.au/Article/New-Integrated-Thermal-Facade-System-by-Dulux-AcraTex/533469.aspx>

<http://export.wienerberger.com/argeton/about-argeton>

<http://www.euroclad.ie/products/rslinear.asp>.

<http://www.bcee.concordia.ca/>

<http://world-most-beautiful-houses.blogspot.com/2012/01/timber-ventilated-facade-house.html>

<http://www.biobasedbouwen.nl/>

www.ecologicalbuildingsystems.com

• Γεωργιάδου Ε., Βιοκλιματικός σχεδιασμός - Καθαρές τεχνολογίες δόμησης, Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη, 1996.

• Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών

(Δ.Ι.Π.Ε.) & Υ.Πε.Χω.Δ.Ε., Δ/ση Οικιστικής Πολιτικής και Κατοικίας, Οικολογική δόμηση, (συντάκτης Η. Ευθυμίουπουλος) Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, Ιούνιος 2000.

• Κορωναίος, Αιμ., Γ. - Φοίβος Σαργέντης., Δομικά υλικά και οικολογία, εκδ. Ε.Μ.Π., Σχολή Αρχιτεκτόνων, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Αθήνα 2005.

• Καραβασίλη Μ., Κτίρια για έναν πράσινο κόσμο (οικολογική δόμηση - βιοκλιματική αρχιτεκτονική), Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, Π systems International A.E., Αθήνα, 1999. • Τσίπηρας Κ. & Τσίπηρα Θ., Οικολογική αρχιτεκτονική, ΚΕΔΡΟΣ, Αθήνα, 2005.

• Khalili, N., Emergency Sandbag Shelter and EcoVillage, CalEarth Press, USA, 2008.

• Mobbs M., Sustainable House, University of Otago Press, 1999.

• Sargentis, G.-F., K. Bartsioika, N. Symeonidis, and K. Hadjibiros, Evaluation method regarding the effect of building design in the context of sustainable development, 10th International Conference on Environmental Science and Technology, Kos island, Department of Environmental Studies, University of the Aegean, 2007.

Πτυχιακή εργασία
Οικολογικά Δομικά Υλικά

- ECO-DOME, αστική, μη κερδοσκοπική εταιρεία για την αειφόρο αρχιτεκτονική,
www.eco-dome.gr

www.iselco.blogspot.gr

www.teepelop.gr