



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
2016-2017

Υπεύθυνη καθηγήτρια:
Παγώνα - Νόνη Μαραβελάκη -
Καλαϊτζάκη

Επιμέλεια:
Άννα Μαρία Λαγού

Πράσινα Οικολογικά Υλικά
για εξοικονόμηση ενέργειας κτιρίων



Ευχαριστώ πάρα πολύ την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου Παγώνα (Νόννη) Μαραβελάκη-Καλαϊτζάκη για την πολύτιμη βοήθειά της και την καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας ερευνητικής εργασίας. Ακόμα θέλω να ευχαριστώ πολύ την οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη στήριξη, την βοήθεια και την υπομονή όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ABSTRACT.....	6
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	7

Α' Μέρος

1. ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΠΟΥ ΜΑΣ ΟΔΗΓΗΣΑΝ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

1.1 Η χρονολογική εξέλιξη των πράσινων οικολογικών υλικών.....	11
1.2 Η μελέτη του κλίματος.....	14
1.3 Η εξάντληση των φυσικών πόρων της Γης.....	18
1.4 Το «σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου».....	21
1.5 Οι επιπτώσεις από την χρήση του αμιάντου.....	27
1.6 Το PVC ως επικίνδυνος συγκάτοικος μέσω των κουφωμάτων.....	31

2.ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

2.1 Η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική.....	34
---------------------------------------	----

Β' Μέρος

ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

1.1 Παραδοσιακά υλικά.....	39
1.1.1 Ο ρόλος των λίθων.....	39
1.1.2 Οικολογικά Κονιάματα	41
- Πηλοκονιάματα.....	43
- Ασβεστοκονιάματα	45
1.1.3 Ο ρόλος του Ξύλου	47
1.2 Σύγχρονα υλικά	53
1.2.1 Ο ρόλος των μετάλλων.....	53
1.3 Δομικά υλικά μη φέρουσας κατασκευής.....	57
1.3.1 Ο ρόλος του γυαλιού.....	57

1.3.2 Οικολογικά χρώματα και η πιστοποίηση τους.....	66
1.3.3 Τα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά.....	70

Γ' Μέρος

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1.1 Φυσικός φωτισμός και κατανάλωση ενέργειας.....	74
1.2 Θερμική άνεση στα κτίρια.....	78
1.3 Η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	84
-Ηλιακή Ενέργεια.....	84
-Αιολική Ενέργεια.....	86
1.4 Εφαρμογές σε κτίρια.....	89

Δ' Μέρος

<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	114
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ-ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ</u>	117

«Τα κτίρια είναι κι αυτά παιδιά της Γης και του Ήλιου»

Frank Lloyd Wright, 1867-1959, Αμερικανός αρχιτέκτονας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα ερευνητική εργασία αποσκοπεί στην μελέτη και διεξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά στην διερεύνηση των φυσικών και συνθετικών υλικών , με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας από την εφαρμογή τους στα κτίρια. Το κάθε κτίριο επηρεάζει και επηρεάζεται από το περιβάλλον, δημιουργώντας ένα σύνολο που ονομάζεται «δομημένο περιβάλλον». Ο δομημένος αυτός χώρος που δημιουργείται, αποσκοπεί στην διευκόλυνση του τρόπου ζωής των ανθρώπων ,στη διατήρηση των οικολογικών ισορροπιών της φύσης ,στην προστασία της καθώς στη διατήρηση των ενεργειακών αποθεμάτων της.

Στην Ελλάδα, τα συμβατικά κτίρια μέσω των λανθασμένων υλικών με τα οποία έχουν ήδη κατασκευαστεί ή εξακολουθούν να κατασκευάζονται δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στο περιβάλλον , όπως η υπερκατανάλωση ενέργειας. Συγκεκριμένα, μεγάλα ποσά ενεργειακού αποθέματος διοχετεύονται συχνά για την θέρμανση ή τον αερισμό του κτιρίου. Σε πολλές περιπτώσεις τα υλικά τα οποία έχουν επιλεγεί απελευθερώνουν στο περιβάλλον ουσίες που είναι εξαιρετικά επιβλαβείς για την υγεία του κάθε ανθρώπου. Ως λύση για τις επικίνδυνες συνέπειες στο περιβάλλον και στους χρήστες του, προβάλλεται η χρήση των πράσινων οικολογικών υλικών μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού .Με τον σχεδιασμό αυτό αξιοποιούνται τα οικιστικά σύνολα αφού αντιμετωπίζονται ως μια ενότητα αλληλεξαρτώμενη τόσο από τον χώρο,όσο και από το κλίμα και τις ανάγκες του ανθρώπου, διασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο την ευκολότερη και με μεγαλύτερη άνεση διαβίωση των ανθρώπων. Τα συμπεράσματα της ερευνητικής μελέτης είναι ιδιαίτερα σημαντικά-, καθώς υποδεικνύεται ότι με τη χρήση των πράσινων οικολογικών υλικών, η ενεργειακή εξοικονόμηση είναι άμεση, οικονομική και εφικτή στις καθημερινές εφαρμογές από ειδικούς και μη.

ABSTRACT

This review, aims to studying and drawing conclusions on the investigation of natural and synthetic materials for energy saving upon their application in buildings. Each building both affects and is influenced by the environment, thus creating a complex defined as "built environment". This constructed space is designed to facilitate people's lifestyles, to preserve the ecological balances of nature, to protect it, and to conserve its energy reserves.

In Greece, conventional buildings through inappropriate construction materials already existed or still being used indice serious environmental problems, as among them the over-consumption of energy. In particular, large amounts of energy are often consumed to heat or ventilate the building. In many cases the materials selected have released extremely harmful substances into the environment that also affect the health of every human being. Remediation to the dangerous consequences for the environment and its users, constitutes the introduction of green ecological materials through bioclimatic design. With this design, the residential complexes are being utilized treated as an interdependent unit on space, climate and human needs, thus ensuring the easier and more comfortable living of the people. The conclusions of this review are particularly important, since the use of green eco-materials contributes to, energy savings, economic and feasible daily applications by both experts and non-professionals.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο μελέτης, την παρουσίαση των κυριότερων δομικών υλικών εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να εφαρμοστούν στα κτίρια. Είναι γεγονός, ότι το ζήτημα της εξοικονόμησης ενέργειας σε οποιαδήποτε πτυχή της σύγχρονης κοινωνίας αποτελεί πλέον μια επιτακτική επιδίωξη εξαιτίας συνεχών περιβαλλοντικών προβλημάτων και θεμάτων υγείας που έχουν προκληθεί.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιαστούν όλες αυτές οι αιτίες που οδήγησαν και οδηγούν στην ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας. Στη συνέχεια, θα αναλυθούν τα σημαντικότερα δομικά υλικά καθώς και οι εφαρμογές τους στα κτίρια τα οποία θα αποτελέσουν παραδείγματα οικολογικής δόμησης βασισμένα στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Εν κατακλείδι, θα παρουσιαστεί συμπερασματικά η σπουδαιότητα όχι μόνο της προσπάθειας εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και των υλικών μέσα από εφαρμογές τους σε κτίρια.

ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΠΟΥ ΜΑΣ ΟΔΗΓΗΣΑΝ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Οι δύο τελευταίες δεκαετίες, έφεραν μια πραγματική επανάσταση στις αντιλήψεις για τον σχεδιασμό των κτιρίων. Η συνεχής *αύξηση των καταναλωτικών αγαθών, η υπερβολική αύξηση του πληθυσμού, η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου* οδήγησαν στην ταχεία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης τα τελευταία είκοσι χρόνια με αποτέλεσμα, η επιθυμία για την αντιμετώπιση της ενεργειακής σπατάλης, το σύνδρομο των «άρρωστων κτιρίων», και η ανάδυση νέων τεχνολογιών, δημιούργησαν ένα πραγματικό κίνημα που έχει γίνει γνωστό ως «οικολογική ή αειφορική δόμηση».

Η παραγωγή πετρελαίου έχει πολλαπλασιαστεί τα τελευταία χρόνια, ενώ η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια δεκαπλασιάζεται ανά δέκα χρόνια. Η απερίσκεπτη χρήση των *μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας*, συμβάλλει στην αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων οι οποίοι καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και έχουν υποβαθμίσει το περιβάλλον ραγδαία σε μεγάλο βαθμό καταστρέφοντας σταδιακά τα οικοσυστήματα. Κύριοι υπαίτιοι αυτής της καταστροφής είναι *οι βιομηχανίες, τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής* αλλά και *το ανθρωπογενές περιβάλλον* δηλαδή ο συνολικός χώρος που έχει αναπτυχθεί από τις ανθρώπινες κατασκευές .

Η πρώτη *πετρελαϊκή κρίση το 1973*, οδήγησε τους επιστήμονες στη μελέτη και στην έρευνα νέων μορφών ενέργειας όπως η δημιουργία ενός πιο οικονομικού, πιο πρακτικού και πιο οικολογικού κτιρίου. Έτσι το κτίριο αντιμετωπίζεται ως ένας ζωντανός οργανισμός κι όχι ως αντικείμενο κατανάλωσης. Προς αυτή την κατεύθυνση ο παράγοντας «οικολογικής ισορροπίας» αποτελεί την πρώτη προτεραιότητα σε κάθε σχέδιο, οδηγώντας τους μελετητές στη λύση της άμεσης εφαρμογής των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και της οικολογικής κατασκευής.

Τα κτίρια επηρεάζουν το περιβάλλον με πολλούς τρόπους κατά τη διάρκεια της κατασκευής, της λειτουργίας και της κατεδάφισης τους. Επιπροσθέτως το περιβάλλον έχει μεγάλη επίδραση στα κτίρια καθώς για έναν ορθό σχεδιασμό συνεπάγεται η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του. Τα κτίρια των μεγάλων αστικών κέντρων επηρεάζουν τη δημιουργία του περιβάλλοντος δυστυχώς όμως, προκαλούν αρκετά προβλήματα όπως, η μεταβολή στην ισορροπία των κύριων συστατικών της ατμόσφαιρας, το νερό του εδάφους και του υπεδάφους λόγω των χημικών εκπομπών που προέρχονται από τα αστικά λήμματα και τα απορρίμματα .

Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο στις περισσότερες μεγάλες πόλεις. Παράλληλα, η αλόγιστη χρήση *συμβατικών πηγών ενέργειας* έχει συμβάλει ενεργά στην αύξηση των εκπομπών ρυπογόνων αερίων που καταστρέφουν το όζον της ατμόσφαιρας και υποβαθμίζουν αισθητά το περιβάλλον, αφανίζοντας σταδιακά τα οικοσυστήματα του. Ιδιαίτερη ευθύνη για την αυξανόμενη περιβαλλοντική κρίση πέραν της βιομηχανίας, έχει η *αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας* για ψύξη – θέρμανση στις δομημένες εκτάσεις και στις κτιριακές υποδομές. Η εξάντληση των φυσικών πόρων προκύπτει από την συχνή χρήση ενέργειας για τη δόμηση. Η χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει οδηγήσει στη βαθμιαία αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το CO_2 είναι από τα επιβλαβέστερα αέρια του ατμοσφαιρικού μίγματος και παρ' όλο που αποτελεί μόνο το 0,003% του συνόλου του, παίζει καθοριστικό ρόλο στον προσδιορισμό του γήινου κλίματος, διότι, ενώ το στρώμα του είναι διαπερατό από την ηλιακή ακτινοβολία, έχει ταυτόχρονα την ιδιότητα να παγιδεύει μέρος της θερμικής εκπομπής της γης¹. Έτσι, η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος και της επιφάνειας του πλανήτη διατηρείται σε επίπεδα ανώτερα από αυτά που θα εμφανίζονταν χωρίς την παρουσία του CO_2 και οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ ημέρας και νύχτας αμβλύνονται σημαντικά. Το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο διατηρούν τη μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας στους περίπου 15°C πάνω από το μηδέν, ενώ χωρίς αυτά η μέση θερμοκρασία της γης θα ήταν στους -18 °C συνεπώς η γη θα ήταν παγωμένη παντού και ακατοίκητη. Επικράτησε να λέγεται φαινόμενο του θερμοκηπίου, γιατί, όπως στο θερμοκήπιο τα τζάμια, έτσι και τα αέρια εμποδίζουν τη γη να ψυχθεί, ακτινοβολώντας προς το διάστημα.

Τέλος, η χρήση *ραδιενεργών και μη οικολογικών δομικών υλικών* έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την πρόκληση προβλημάτων στην υγεία των ενοίκων και υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, κάτι που οφείλεται στην εισπνοή τοξικών αερίων.

Τα «*πράσινα κτίρια*» δεν είναι πλέον φουτουριστικές κατασκευές, αλλά προχωρημένα προϊόντα της τεχνολογικής εξέλιξης που υπακούουν στις απαιτήσεις για μια καλύτερη ποιότητα ζωής. Είναι κτίρια που ικανοποιούν σε μεγαλύτερο βαθμό τις ανάγκες των χρηστών, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν στο ελάχιστο τις επιπτώσεις στο περιβάλλον, την

¹ Air Liquid, Gas Encyclopedia: "Carbon Dioxide"

υγεία των ενοίκων και στα οικοσυστήματα. Υπακούουν εν τέλει στις απαιτήσεις της αειφορίας που σιγά-σιγά περνάει από τη θεωρία στην πράξη, από το όραμα στην καθημερινότητα των ανθρώπων. Η ανάγκη για μια διαφορετική διαχείριση της ενέργειας , καθώς και η επιδείνωση του περιβάλλοντος πολλών αστικών κέντρων ,έφεραν στην επικαιρότητα την ανάγκη για μια αλλαγή στην τεχνολογία της δόμησης.

Η χρονολογική εξέλιξη των πράσινων οικολογικών υλικών



Εικόνα 1: Οικισμός Αρχαιότερης Νεολιθικής Εποχής Πηγή: https://ellaniapili.blogspot.gr/2017/05/blog-post_339.html

Η χρήση των πράσινων οικοδομικών υλικών πηγαίνει πίσω πάνω από 10.000 χρόνια για τους πρώτους ανθρώπινους οικισμούς, οι οποίοι αποτελούνταν από κατασκευές ξύλου λίθου ή άλλων φυσικών υλικών. Ωστόσο, οι παρατηρητές ορίζουν τις απαρχές της σύγχρονης πράσινης βιομηχανίας οικοδομικών υλικών από τις αρχές του 1970.

Στη δεκαετία του 1970, μια μικρή ομάδα αρχιτεκτόνων και περιβαλλοντολόγων, εμπνευσμένοι από τα γραπτά των συγγραφέων, όπως ο *Victor Olgyay*², ο *Ralph Knowles*³ και τέλος η *Rachel Carson*⁴ άρχισαν να αναζητούν νέους τρόπους ώστε το κτίριο να παρέχει άνετο, υγιεινό τρόπο ζωής και εργασίας με λιγότερες απαιτήσεις σε ενέργεια και άλλους πόρους. Στη συνέχεια της δεκαετίας και στη μέση της βιομηχανικής επανάστασης ήταν ο *Henri Becquerel*⁵, που είδε για πρώτη φορά την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια, γνωστή ως φωτοβολταϊκή ενέργεια.

Οι πετρελαϊκές κρίσεις του 1973 έως το 1974 και το 1979 έως το 1980 προέβλεπαν περαιτέρω ώθηση στην ανάπτυξη ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και τεχνολογιών. Σε απάντηση στην ενεργειακή κρίση, οι άνθρωποι επικεντρώνουν τις προσπάθειές τους για παθητικά συστήματα κτιρίου, όπως ανακλαστικά υλικά για στέγες, καθώς και προηγμένες τεχνολογικές λύσεις, όπως τριπλά τζάμια στα παράθυρα.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, οι αρχιτέκτονες ήταν οι σημαντικότερες κινητήριες δυνάμεις της ανάπτυξης των πράσινων τεχνολογιών ενός κτιρίου, μέχρι που αντικαταστάθηκαν από διάφορες κυβερνητικές πρωτοβουλίες σε όλο τον κόσμο. Οι ανάγκες για μέτρηση του βαθμού βιωσιμότητας ενός κτιρίου, τόσο στο κατασκευαστικό,

² *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*, σελ 2.

³ *Energy and Form: An Ecological Approach to Urban Growth*, σελ 8.

⁴ *Rachel Carson: A Biography*, σελ 4.

⁵ *Alumni of the École Polytechnique: André-Marie Ampère, Henri Becquerel, Augustin-Louis Cauchy, Joseph Louis Gay-Lussac, Henri Poincaré* σελ 7.

όσο και στο λειτουργικό στάδιο, έχει πια αναγνωριστεί παγκοσμίως⁶. Δύο από τις πιο διαδεδομένες διεθνώς μεθόδους αξιολόγησης είναι το BREEM (Building Research Established Environmental Design)⁷ με χώρα προέλευσης το Ηνωμένο Βασίλειο και το LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, ο ιδιωτικός τομέας άρχισε να λαμβάνει ένα υψηλότερο προφίλ με την ίδρυση του Πράσινου Συμβουλίου Η.Π.Α. ή αλλιώς U.S. Green Building Council (USGBC)⁸, στα μέλη της οποίας περιλαμβάνονται οι κατασκευαστές ενός κτιρίου, οι ιδιοκτήτες, οι χρηματοοικονομικές και ασφαλιστικές εταιρείες, οι αρχιτέκτονες, οι εργολάβοι καθώς και άλλα ενδιαφερόμενα μέλη. Η USGBC ιδρύθηκε το 1993, και η πρώτη σημαντική πρωτοβουλία της ήταν η ανάπτυξη της LEED, ένα από τα πρώτα αποδεκτά πρότυπα για τα πράσινα κτίρια.



CERTIFIED
40 - 49 POINTS



SILVER
50 - 59 POINTS



GOLD
60 - 79 POINTS



PLATINUM
80+ POINTS

Εικόνα 2: Πιστοποίηση LEED, Πηγή: www.LEED.com/

Η μέθοδος BREEAM δημιουργήθηκε στην αρχική της μορφή, το 1991 από το BRE (Building Research Establishment). Η διεθνής έκδοση της μεθόδου BREEAM International κυκλοφόρησε το 2008, ανταποκρινόμενη στην αυξημένη ζήτηση σε Ευρώπη και Μέση Ανατολή, και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση εμπορικών και βιομηχανικών κτιρίων. Το πρώτο κτίριο στο διεθνή χώρο που πιστοποιήθηκε με τη μέθοδο BREEAM είναι το κτίριο της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων (European Investment Bank) στο Λουξεμβούργο.



BREEAM

Εικόνα 3: Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων
στο Λουξεμβούργο, Πηγή: www.eib.org

⁶ Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, Αρχιτεκτονική και ενέργεια, ειδικό τεύχος, σελ 22.

⁷ <http://www.breeam.com/>

⁸ <http://www.usgbc.org/education-at-usgbc>

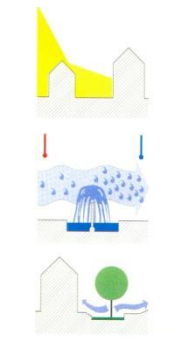
Σήμερα στην Ελλάδα ο όρος «πράσινος σχεδιασμός» εξακολουθεί να είναι μια σχετικά νέα έννοια και η ιστορία του πράσινου κτιρίου πηγαίνει πίσω μόνο μερικές δεκαετίες. Αυτό όμως αναπόφευκτα αλλάζει. Όχι μόνο γιατί οι καταναλωτές θέλουν να έχουν ανέσεις πιο φιλικές προς το περιβάλλον, ασφαλέστερες και καθαρότερες αλλά και επειδή η κοινωνία θα εξαρτάται από την αποτελεσματικότητα και την μακροπρόθεσμη μείωση του βάρους της οικοδόμησης πράσινων κτιρίων. Αυτή η αλλαγή συναρτάται με τις έννοιες της *αειφορίας και του οικολογικού σχεδιασμού* των κτιρίων και των πόλεων⁹. Αναφέρεται στο μικροπεριβάλλον , στη σύσταση των υλικών , στη μείωση της παραγωγής των ρύπων και αποβλήτων και ως αποτέλεσμα στην εξοικονόμηση της ενέργειας. Ωστόσο , δεν αρκεί η υιοθέτηση των νέων αρχών αλλά κρίνεται απαραίτητη η συλλογική προσπάθεια που θα ξεκινά από το χώρο της εκπαίδευσης και θα καταλήγει στο πεδίο αγοράς.



Εικόνα 4: Φουτουριστική Εικόνα Οικολογικής Σκέψης, Πηγή: <https://www.google.gr/>

⁹ Ενεργειακές Τεχνολογίες και Αειφόρος Σχεδιασμός, Νοέμβριος 2013, 8^η Έκδοση

Η Μελέτη του κλίματος

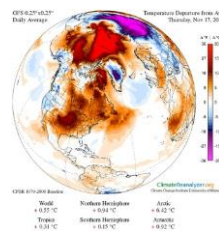


Εικόνα 5: Η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει τον αέρα, όπως και η διεύθυνση και η ένταση του πνέοντος ανέμου, παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. **Πηγή:** Περιοδικό, Κτίριο, Τεύχος 9, 2011

Το κλίμα, όπως και τα διάφορα καιρικά πρότυπα, δεν είναι παρά το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του ήλιου με τη Γη και το νερό¹⁰. Καθώς η Γη περιστρέφεται περί τον άξονά της κατά την διάρκεια μιας ημέρας και γύρω από τον ήλιο κατά την διάρκεια ενός χρόνου, η στεριά και η ατμόσφαιρα θερμαίνονται με ανομοιόμορφο τρόπο τόσο κατά τη διάρκεια της μέρας όσο και κατά τη διάρκεια του έτους. Έτσι, δημιουργούνται διαφορές θερμοκρασίας και πίεσης που προκαλούν τους ανέμους. Ο αέρας με τη σειρά του δροσίζει ή ζεσταίνει τη στεριά και τον αέρα σε διάφορες κατευθύνσεις, δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη ποικιλία τοπικών κλιμάτων και μικροκλιμάτων. Με τον ίδιο τρόπο που οι ηλιακές απολαβές μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια της μέρας, έτσι και τα ρεύματα του αέρα μπορούν να αλλάζουν κατευθύνσεις μέσα στο ίδιο εικοσιτετράωρο, ειδικότερα εκεί που η θάλασσα συναντά τη στεριά. Τέλος, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας μεταβάλλεται με το υψόμετρο.

Οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι ήταν οι πρώτοι, από τον 5^ο αιώνα π.Χ., οι οποίοι πραγματοποίησαν συστηματικές παρατηρήσεις «επί των ατμοσφαιρικών φαινομένων». Οι παρατηρήσεις αυτές γίνονταν όχι μόνο για να γνωρίσουν το κλίμα της περιοχής αλλά και για να μελετήσουν την επίδραση που ασκεί πάνω στην υγεία του ανθρώπου.

Σύμφωνα με νέα μελέτη, ο άνθρωπος με την επίδραση του στο παγκόσμιο κλίμα ήδη από το 1937 ευθύνεται για τις τελευταίες 16 υπερβάσεις των άνευ προηγούμενων θερμοκρασιών που προσδιορίζουν τις θερμές χρονιές που βιώνονται στην Γη με την θερμότερη να είναι το 2016¹¹.



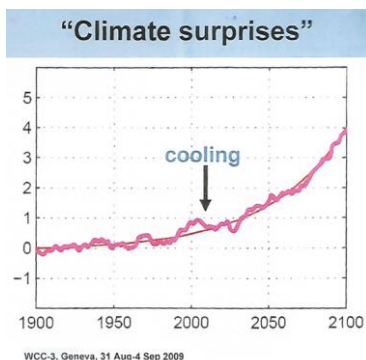
Εικόνα 6: Το 2016 ως η θερμότερη χρονιά **Πηγή:** <http://www.pronews.gr/>

¹⁰ L. N. Greg Masters, «Climate Change and Invasive Alien Species,» 2010.

¹¹ Εφημερίδα 'Τα Νέα', δημοσίευση 18/01/2017

Η μελέτη υποστηρίζει ότι χωρίς την προκαλούμενη από τον άνθρωπο κλιματική αλλαγή, τα πρόσφατα καυτά καλοκαίρια και τα θερμά έτη δεν θα μπορούσαν να συμβούν. Οι ερευνητές, επίσης, βρήκαν ότι αυτό το φαινόμενο καλύπτονταν μέχρι πρόσφατα σε πολλές περιοχές του κόσμου λόγω της ευρείας χρήσης βιομηχανικών αεροζόλ, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση της θερμοκρασίας.

«Οπουδήποτε κοιτάζουμε, το σήμα της κλιματικής αλλαγής για ακραία θερμοκρασιακά γεγονότα γίνεται εντονότερο»¹²



Εικόνα 6: Μέση θερμοκρασία της Υφηλίου μεταξύ 1900-2100. Πηγή: Υλικά για ενεργειακές εφαρμογές, Πρακτικά ημερίδας, Αθήνα 2010

«Τα πρόσφατα παγκοσμίως θερμά χρόνια, με τα ρεκόρ θερμοκρασιών-κάθε φορά-να σπάνε, είναι τόσο εκτός της φυσικής μεταβλητότητας που θα ήταν σχεδόν αδύνατο χωρίς την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας»¹³.

¹² είπε ο ερευνητής Andrew King στο Πανεπιστήμιο της Μελβούρνης και επικεφαλής συγγραφέας της μελέτης το Νοέμβριο του 2015

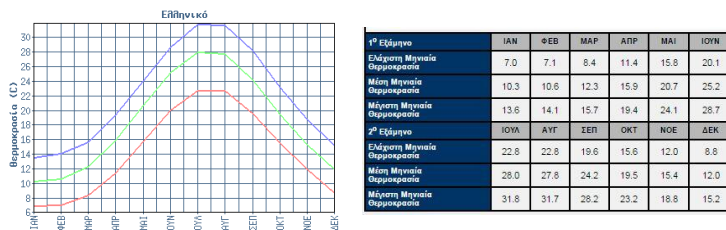
¹³ Όπως προαναφέρθηκε

Οι ερευνητές εξέτασαν καιρικά γεγονότα που παρέκλιναν από το εύρος της φυσικής μεταβλητότητας και χρησιμοποίησαν κλιματικά μοντέλα για να συγκρίνουν αυτά τα γεγονότα, σε ένα κόσμο χωρίς τα προκαλούμενα από τον άνθρωπο αέρια του θερμοκηπίου. Η μελέτη έγινε δεκτή για δημοσίευση στο περιοδικό της *American Geophysical Union, Geophysical Research Letters*.

Σύμφωνα με τη νέα μελέτη, τα έτη που έσπασαν κάθε φορά τα ρεκόρ θερμοκρασίας που αποδίδεται στην κλιματική αλλαγή παγκοσμίως είναι τα: 1937, 1940, 1941, 1943-44, 1980-1981, 1987-1988, 1990, 1997-98, 2010, 2014, 2016.

Όπως υποστηρίζουν οι ερευνητές, η επίδραση της κλιματικής αλλαγής φαίνεται περισσότερο στην Αυστραλία λόγω της θέσης της στο νότιο ημισφαίριο¹⁴. Η οικολογική δόμηση έρχεται να πάρει τις συνέπειες από την παραμόρφωση του κλίματος και να επωφεληθεί από τις ιδιαιτερότητες των τοπικών συνθηκών. Σχεδιάζοντας με βάση το κλίμα σημαίνει, εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας, συμβάλλουμε στην βελτίωση της ευεξίας των κατοίκων. Συνεπώς, η γνώση των τοπικών κλιματικών συνθηκών είναι αναγκαία καθώς πρέπει να γνωρίζονται οι ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε μια συγκεκριμένη περιοχή στην οποία θα κατασκευαστεί ένα κτίριο ή ένα οικιστικό σύνολο.

Η *Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY)*¹⁵ διαθέτει μετεωρολογικά στοιχεία από μετρήσεις για διάφορες πόλεις της Ελλάδας. Επιπροσθέτως, υπάρχουν δημοσιευμένα στατιστικά στοιχεία για διάφορες Ελληνικές πόλεις, ενώ διάφορα υπολογιστικά προγράμματα περιλαμβάνουν αντιπροσωπευτικά στοιχεία των απαραίτητων μετεωρολογικών παραμέτρων για τους υπολογισμούς θερμικών και ψυκτικών φορτίων και ανάλογα να καθορίσουν τη βασική στρατηγική για την κατασκευή του κτιρίου. Ακόμη και σε χώρες με μικρή έκταση όπως η Ελλάδα, υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε βορρά και νότο, νησιωτικές και χερσαίες περιοχές. Επιπλέον δεν πρέπει να παραλείπεται η συλλογή κλιματικών δεδομένων τα οποία θα καθορίσουν τις αποτελεσματικές ενεργειακές στρατηγικές. Ωστόσο είναι αναγκαίος ο σχεδιασμός για τις ακραίες συνθήκες ώστε να προσανατολιστεί η βελτιστοποιημένη λειτουργία του συστήματος στις μέσες τιμές.



Εικόνα 7.8:Τυπικό Παράδειγμα στοιχείων για την Απόλυτη Μέγιστη-Ελάχιστη Θερμοκρασία, Πηγή : <http://www.hnms.gr/>

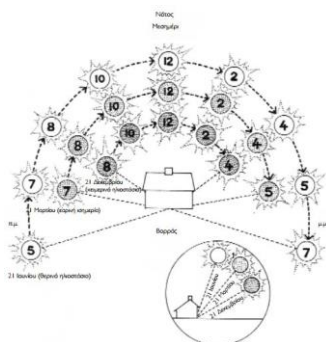
¹⁴ βρίσκεται στη μέση του ωκεανού μακριά από την επίδραση των υψηλών συγκεντρώσεων των βιομηχανικών αεροζόλ

¹⁵ http://www.hnms.gr/hnms/greek/index_html

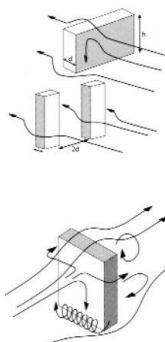
Για την ορθή εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής βασική προϋπόθεση αποτελεί η μελέτη του κλίματος της περιοχής και ειδικότερα η καλή γνώση των παραμέτρων του¹⁶:

- Της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα,
- Της ηλιακής ακτινοβολίας
- Της διεύθυνσης και έντασης του πνέοντος ανέμου
- Της βροχόπτωσης

Η παράμετρος, *κλίμα*, εντάσσεται στο γενικό πλαίσιο, εντός του οποίου θα πρέπει να κινηθούν οι επιλογές του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου. Πρέπει να συσχετιστεί με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα και μέσα από αυτό να εφαρμοστεί. Άλλωστε, κάθε φορά που ένας περιβαλλοντικός παράγοντας υπάρχει στην σκέψη, αποτελεί και αυτό συνεισφορά στην προστασία και στο σεβασμό του περιβάλλοντος, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων με την εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό των παραγόμενων αέριων ρύπων.



Εικόνα 9: Παραστατική διάταξη της θέσης του ήλιου στο ουράνιο στερέωμα στο βόρειο ημισφαίριο και στον 40° παράλληλο κατά τις διαφορετικές εποχές του χρόνου στις διαδοχικές ώρες της ημέρας, **Πηγή:** 'The passive solar house. Using solar design to heat & cool your home', James Kachadotian ,1997



Εικόνα 10: Στο αστικό περιβάλλον τα υψηλά κτίρια ανάλογα με τη θέση τους και τον προσανατολισμό τους μπορεί να ανασκοπούν ή να επιτείνουν την πνοή του ανέμου, **Πηγή:** Ενεργειακός σχεδιασμός, Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

¹⁶ Αρχιτεκτονική και ενέργεια, Κλίμα και βιοκλιματική αρχιτεκτονική, Άρθρο του Δημήτρη Αραβαντινού, Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ

Η εξάντληση των φυσικών πόρων της Γης

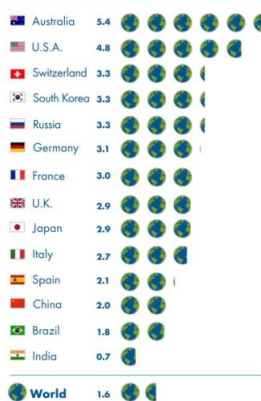


Εικόνα 11 : Η Γη ως φυσικός Πόρος στα χέρια του πολίτη, Πηγή: <https://www.google.gr/>

Με τον όρο *φυσικοί πόροι*, εννοούμε το σύνολο των πρωταρχικών, χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου, βασικών αγαθών της Φύσης, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των βασικών αναγκών του ανθρώπου σήμερα και στο μέλλον. Εναλλακτικά θεωρούμε ότι φυσικοί πόροι είναι οτιδήποτε παίρνει ο άνθρωπος από τη φύση για να ικανοποιήσει τις ανάγκες και τις επιθυμίες του.

Σύμφωνα με τη νέα αντίληψη για τους φυσικούς πόρους, η Γη στο σύνολο της, θεωρείται και ένας ενιαίος φυσικός πόρος. Ο πληθυσμός¹⁷ στη Γη αριθμεί, αισίως, επτά δισεκατομμύρια ανθρώπους, με αποτέλεσμα η αύξηση της ζήτησης φυσικών πόρων και φυσικά υδατικών πόρων να αποτελεί αναπόφευκτη ανάγκη για τη σημερινή εποχή. Γι αυτό ακόμα και σε περιοχές με σχετικά υψηλή διαθεσιμότητα υδατικών πόρων, όπως είναι η Κρήτη¹⁸ παρατηρούνται έντονα φαινόμενα ελλειμματικότητας.

How many Earths do we need if the world's population lived like...



Source: Global Footprint Network National Footprint Accounts 2016

Εικόνα 12 How many Earths we need, if the World's population lived like... Πηγή: global footprint network national footprint accounts

Με τον όρο¹⁹ διαχείριση των φυσικών πόρων εννοούμε την ορθολογική αξιοποίηση και εκμετάλλευση των φυσικών πόρων χωρίς την επιβάρυνση αλλά αντιθέτως με την ταυτόχρονη φροντίδα και προστασία του περιβάλλοντος.

Η ανάπτυξη κάθε χώρας και συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας, εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό όχι μόνον από την ύπαρξη φυσικών πόρων αλλά και από την ορθή διαχείριση αυτών. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα διαφόρων περιοχών ελλειμματικών σε διαθέσιμους υδατικούς πόρους οι οποίοι μόνο με την εφαρμογή ανακύκλωσης νερού, βασισμένη σε τεχνολογίες μεμβρανών, αντιμετώπισαν οριστικά και αποτελεσματικά το πρόβλημα της επάρκειας τους σε νερό. Εάν ο κόσμος εξακολουθήσει να χρησιμοποιεί τους πόρους με τον ίδιο ρυθμό που το κάνει σήμερα, από το 2050, που υπολογίζεται ότι 9 δισεκατομμύρια άνθρωποι θα κατοικούν στον πλανήτη, θα χρειάζονται 180 δισεκατομμύρια τόνοι υλικών ετησίως για να καλύψουν τη ζήτηση, εκτιμά η έκθεση. Πρόκειται για ποσότητα σχεδόν τριπλάσια της

¹⁷<https://el.wikipedia.org/>

¹⁸ μεγαλύτερη από 5.000 m³ / κάτοικο το χρόνο

¹⁹<https://el.wikipedia.org/>

σημερινής κατανάλωσης πόρων που, κατά πάσα πιθανότητα, θα αυξήσει την όξυνση και τον ευτροφισμό των παγκόσμιων εδαφών και των υπόγειων υδάτων, θα πολλαπλασιάσει τη διάβρωση του εδάφους και θα οδηγήσει σε μεγαλύτερες ποσότητες αποβλήτων και ρύπανσης.



Εικόνα 13: Μείωση των οικολογικών μας αποτυπώσεων, Πηγή: ecological Footprint Network

Το 1961, σύμφωνα με το Global Footprint Network, η ανθρωπότητα χρησιμοποίησε μόνο περίπου τα τρία τέταρτα της ετήσιας κατανομής πόρων της Γης. Από τη δεκαετία του 1970, η οικονομική και πληθυσμιακή ανάπτυξη οδήγησε σε ετήσια υπέρβαση. Οι διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις της ανθρωπότητας σε φυσικούς πόρους και οι αυξανόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ασκούν τεράστιες πιέσεις στη βιοποικιλότητα του πλανήτη μας και απειλούν τη μελλοντική μας ασφάλεια, υγεία και ευημερία. Η απληστία με την οποία η ανθρωπότητα απομυζά τη Γη έχει αρχίσει εδώ και δεκαετίες να γίνεται ολόένα και πιο εμφανής, μέσα από ξηρασίες, έλλειψη νερού, διάβρωση εδαφών, απώλεια βιοποικιλότητας, αποψίλωση δασών και συσσώρευσης διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα²⁰.

²⁰ <https://zenithmag.wordpress.com/2015/08/15/>

ΜΕΡΟΣ Α΄

Οι συνέπειες είναι ήδη επώδυνες: παγκόσμιο κύμα «κλιματικών» προσφύγων, έλλειψη πόρων, ανυπολόγιστες οικονομικές ζημιές είναι μερικές μόνο από αυτές.

Το «Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου» («sick building syndrome»)

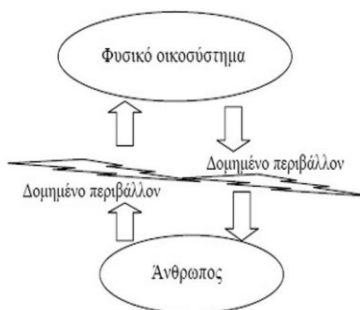
Η αρχιτεκτονική είναι μια δραστηριότητα η οποία οφείλει να ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένες και συχνά δύσκολες συνθήκες της πραγματικότητας. Ο σχεδιασμός οφείλει να είναι ευέλικτος, σε συγκεκριμένο χρόνο και χώρο, όντας συνάμα ικανός να ξεπεράσει τα όρια της πραγματικότητας, αναζητώντας μια άλλη αρχιτεκτονική στους δρόμους της φαντασίας. Διότι η αρχιτεκτονική παίρνει μορφή μέσω της πραγματικότητας και της φαντασίας. Θεωρείται όμως κάποιο κτίριο όμορφο;

Η ανάγκη για την δημιουργία όμορφων κτιρίων, κάποτε αποτελούσε το βασικό καθήκον του αρχιτέκτονα. Με την πάροδο του χρόνου η ομορφιά έχει σιωπηρά εξαλειφθεί από σοβαρές επαγγελματικές συζητήσεις και περιορισμούς από οικοδομικούς κανονισμούς, έχοντας καταλήξει απλά μια προσωπική προτεραιότητα. Ίσως, όμως η ομορφιά να μην είναι αυτό που βλέπουμε καθώς, αναμφισβήτητα, ο κάθε σχετικός χαρακτηρισμός είναι υποκειμενικός για τον καθένα. Πολλές φορές η ομορφιά ενός κτιρίου ίσως να πηγάζει από το εσωτερικό όπως πολλές φορές το ίδιο συμβαίνει και με τους ανθρώπους. Είναι προσωπική άποψη ότι η ομορφιά των κτιρίων προέρχεται μέσα από τον σκελετό του, μέσα από τα υλικά του. Εάν αυτά είναι «άρρωστα», τότε αυτό βγαίνει και προς τα έξω, αλλοιώνοντας κάθε μοντέρνα ιδέα σχεδιασμού, αλλά και κάθε λειτουργική λύση²¹.

Τον περισσότερο χρόνο της ζωής μας τον περνάμε σε εσωτερικούς χώρους, ζούμε στο σπίτι μας και κατ'επέκταση ζει και αυτό χάρης εμάς. Η σχέση μας με αυτό είναι αμφίδρομη. Το προσαρμόζουμε στις ανάγκες μας, αλλά προσαρμοζόμαστε και εμείς σε αυτό. Το δομημένο περιβάλλον είναι μια ζώνη που αλληλεπιδρά με το φυσικό το οποίο περικλείει την ενότητα των στοιχείων της πραγματικότητας και έχει ως στόχο την επίτευξη της ισορροπίας όλου του οικοσυστήματος, στο οποίο ο άνθρωπος αποτελεί αναπόσπαστο μέλος. Επομένως το κέλυφος κάθε στοιχείου του δομημένου περιβάλλοντος αλλοιώνει την αρχικά άμεση επαφή του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον, εισάγοντας επιμέρους ζώνες. Απώτερος στόχος του συστήματος είναι η ισορροπία, και ειδικότερα για τον άνθρωπο, η άνεση (Η άνεση μπορεί να ορισθεί ως η αίσθηση της απόλυτης φυσικής

²¹ Κορωναίος Α., Σεργέντης Φ., 2005, Δομικά υλικά και οικολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αρχιτεκτόνων, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Αθήνα

και πνευματικής ευημερίας όλων των ατόμων που βρίσκονται σε ένα χώρο) του και η διαβίωσή του στον πλανήτη.



Εικόνα 14: : Συσχετισμός ανθρώπου και φυσικού οικοσυστήματος. Πηγή: Κορωναίος Α., Σεργένης Φ., 2005, Δομικά υλικά και οικολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αρχιτεκτόνων, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Αθήνα

Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κυρίως κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτηρίων²² η ποιότητα του εσωτερικού αέρα παίζει καθοριστικό ρόλο τόσο στην υγεία όσο και στην παραγωγικότητα του ανθρώπου. Το μεγάλο ατμοσφαιρικό

πρόβλημα σε συνδυασμό με την με την χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν δημιουργήσει σοβαρά περιβαλλοντικά και ενεργειακά προβλήματα σε κάθε κτίριο.



Εικόνα 15: Σκίτσο του Γιάννη Καλαϊτζή – Πηγή: Ελευθεροτυπία

Ο όρος «άρρωστο κτίριο» χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει τα νεόκτιστα κτίρια που δεν προορίζονται για βιομηχανική χρήση αλλά για να στεγάσουν υπηρεσίες ή κατοικίες και τα οποία παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης»²³.

²² Σανταμούρης Μ., Ενέργεια και Κτήριο (Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων και οι νέες τεχνικές για τη μείωσή της) στο: http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm

²³ Δρίβας Σ., Ειδικός Ιατρός Εργασίας, 2004, Το Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου, Αθήνα, στο δικτυακό τόπο: Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

«Εσωτερική ρύπανση» θεωρείται η κακή ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων.²⁴ Ο όρος «σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου» χρησιμοποιείται για να εκφράσει την κακή κατάσταση της υγείας τουλάχιστον του 50% των ενοίκων, η οποία χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα ενοχλήματα που αποδίδονται αποκλειστικά και μόνο στην εσωτερική ρύπανση του αέρα του κτιρίου. Το «Σύνδρομο άρρωστου κτιρίου» έχει αναγνωριστεί επίσημα από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας από το 1982.



Εικόνα 15: Το άρρωστο κτήριο, **Πηγή:** Δρίβας Σ., Ειδικός Ιατρός Εργασίας, Το Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου, Αθήνα, 2004, στο δικτυακό τόπο: Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ) το 30% των κτιρίων παρουσιάζουν προβλήματα εσωτερικής ρύπανσης, ενώ σε Ευρωπαϊκό επίπεδο μόλις το 20% υποφέρει από άσθμα ή αλλεργίες εξ' αιτίας της ρύπανσης του εσωτερικού αέρα.²⁵ Στη Σουηδία, υπολογίστηκε ότι περίπου 2 εκ. άτομα, από τον συνολικό πληθυσμό των 8 εκατομμυρίων, έχουν υποστεί, ή θα υποστούν σε κάποια φάση της ζωής τους, την επίδρασή του. Το αντίστοιχο ποσοστό για τον Καναδά είναι περίπου 6 εκ., ενώ σε περίπου 500.000 από τους εργαζομένους σε κλειστούς χώρους στη χώρα εκτιμάται ότι αυτό έχει ήδη εκδηλωθεί.

²⁴ Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίππρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική

²⁵ Καρλατηρά Π., Το σύνδρομο του «άρρωστου κτιρίου» στο: <http://www.tovima.gr/>

Στις ΗΠΑ έχει υπολογιστεί ότι από τους περίπου 70 εκατομμύρια εργαζομένους σε κλειστούς χώρους, οι περίπου 21 εκ. εργάζονται σε κτίρια ύποπτα για την εκδήλωση του συνδρόμου.²⁶

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο Αθηνών σε 2.000 κτίρια της Ελληνικής Επικράτειας, πάσης φύσεως, έδειξε ότι στο 70% των κτιρίων υπάρχει ένας τουλάχιστον ρύπος πάνω από τα ανεκτά όρια. Σε αυτό έχει συντελέσει κατά πολύ το γεγονός του τεχνητού κλιματισμού των κτιρίων μέσω των κλιματιστικών συσκευών καθώς πέρα από τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούν, συντελούν και στην ανάπτυξη ασθενειών των ατόμων που ζουν ή εργάζονται στο χώρο.

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕ ΑΜΕΣΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ		ΜΙΚΡΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΜΕΣΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΥΨΗΛΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	ΠΗΓΕΣ
Θερμοκρασία του αέρα	°C	21-23	21-22	<20 >24 >26	Παράπονα για ζέστη, κρύο ξηρασία, ρεύματα αέρα, SBS	Εγκατάσταση αερισμού/θέρμανσης, ηλιακό φως, συσκευές
Ταχύτητα του αέρα	m/s	<0.15	0.15-0.20	>0.2	Παράπονα για ρεύματα αέρα	Εγκατάσταση αερισμού, απώλειες αέρα
Θόρυβος, LAEG	dB	<60	60-65	>65	Παράπονα για θόρυβο,	Εγκατάσταση αερισμού,
Θόρυβος βάθους		<35	35-40	>40	γενικά συμπτώματα	συσκευές, κυκλοφορία
Φωτισμός: γενικός		Κανονικός	Κανονικός	Ανεπαρκής	Προβλήματα στα μάτια	Φυσικό φως, τεχνητό φως
ατομικός		Υπάρχει	Δεν υπάρχει	Δεν υπάρχει	γενικά συμπτώματα	
Στατικός ηλεκτρισμός	kW	<1	1-2	>2	Παράπονα για ηλεκτρικές εκκενώσεις	Επένδυση δαπέδου, συσκευές
Φαρμακευτικά	mg/m	<0.05	0.05-0.10	>0.10	Ερεθισμός των βλεννογόνων	Πολυμερικά χρώματα και βερνίκια, συγκολλητικά, καπνός τσιγάρου
Οργανικά αέρια και ατμοί	mg/m ³				SBS	Βερνίκια, συγκολλητικά, πλαστικά, τυπογραφικό μελάνι
Όζον	mg/m ppm	<0.05 <0.03	0.05-0.1	>0.1 0.15	Ερεθισμός των βλεννογόνων	Φωτοαντιγραφικά, εκτυπωτές, λέιζερ, ηλεκτρο-φίλτρα
Ανόργανες ίνες: αέρας	f/m	<200	200-1000	>1000	Ερεθισμός των βλεννογόνων	Φωτοαντιγραφικά, εκτυπωτές
Επιφάνειες	f/m	<10	10-30	>30	και του δέρματος	λέιζερ, ηλεκτρο-φίλτρα
Μικρομύκητες στον αέρα	col/m				Αλλεργία, αναπνευστικά προβλήματα	Υγρασία

Εικόνα 16, Πηγή: Κώστας & Θέμις Στεφ. Τσίπρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική

²⁶ Νικόλαος Παπαμανώλης, "Δομική Φυσική και Αρχές Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Κτιρίων " Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά συγγράμματα και Βοηθήματα. Σελ 160

Ένα σπίτι ή ένα κτίριο γενικότερα είναι «άρρωστο» όταν κάνει τους ανθρώπους που ζουν ή εργάζονται μέσα σε αυτό να αρρωσταίνουν δημιουργώντας ένα νοσηρό περιβάλλον. Οι κυριότερες ασθένειες και σύνδρομα που παρουσιάζουν οι άνθρωποι κατά την παραμονή τους σε ένα «άρρωστο κτίριο» είναι μολυσματικές ή αλλεργικές ασθένειες, καθώς και σύνδρομα τοξικά ή ερεθιστικά. Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα τα άτομα που ζουν ή εργάζονται μέσα σε ένα τέτοιο χώρο να πάσχουν από ρινικές και αναπνευστικές εκδηλώσεις όπως, φράξιμο μύτης, αίσθημα βάρους στο στήθος, οσφρητικές ενοχλήσεις, οφθαλμολογικές ενοχλήσεις, εκδηλώσεις φαρυγγίτιδας, δερματικές εκδηλώσεις, πονοκέφαλος και λήθαργος, γενικό αίσθημα αδιαθεσίας²⁷

Οι παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για την εσωτερική ρύπανση ενός «άρρωστου» κτιρίου είναι είτε χημικοί, είτε φυσικοί και άλλοτε βιολογικοί παράγοντες. Ένας πολύ σημαντικός χημικός παράγοντας είναι η φορμαλδεΐδη (HCHO) η οποία βρίσκεται σε αρκετά βιομηχανικά προϊόντα.

Η παρουσία της στους εσωτερικούς χώρους οφείλεται στη χρήση ρητινών που την εμπεριέχουν και από τις οποίες απελευθερώνεται. Κατασκευές όπως εκείνες των μονωτικών υλικών, επίπλων από κόντρα πλακέ, νοβοπάν ή άλλα συνθετικά ξύλα, συνθετικών μοκετών, υφασμάτων επιπλώσεως είναι κατασκευές που περιέχουν ρητίνες. Η φορμαλδεΐδη, μαζί με άλλες αλδεΐδες²⁸, αποτελεί επίσης ένα από τα προϊόντα που απελευθερώνονται κατά την καύση των τσιγάρων. Ένας ακόμα βασικός χημικός παράγοντας είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των οχημάτων, εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό και απελευθερώνεται στους εσωτερικούς χώρους κατά την καύση των τσιγάρων, καθώς επίσης και από τη χρήση μαγειρικών συσκευών αερίου. Εν κατακλείδι, υπάρχουν και άλλες οργανικές ουσίες, όπως το τριχλωροαιθυλένιο, το τριχλωροαιθάνιο, το τριχλωρομεθάνιο, ουσίες που εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα, όπως χρώματα, πλαστικά και κόλλες. Επιπροσθέτως, στους φυσικούς παράγοντες κατατάσσεται το ραδόνιο, αέριο ραδιενεργό στοιχείο²⁹ όπου σε ίχνη αποτελεί συστατικό στοιχείο των βράχων και του εδάφους.

²⁷ Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίπρας, *Οικολογική Αρχιτεκτονική* σελ 254

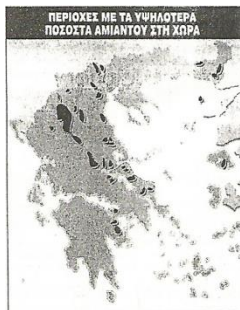
²⁸ Δημητρίου Αν. [Δρ.], 2000, *Το βιβλίο του Εκπαιδευτικού, Αγωγή Υγείας και Περιβάλλοντος*, Έκθεση και Προστασία από τις Επικίνδυνες Ουσίες, Θεσσαλονίκη, σ.22,

²⁹ Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, Ραδόνιο, Αθήνα, 2005

Στους βιολογικούς παράγοντες κατατάσσονται τα βακτήρια, οι ιοί και οι μύκητες οι οποίοι ευθύνονται για την εσωτερική ρύπανση του αέρα των κτιρίων.

Σε μια εποχή οικολογικής κρίσης η εξάπλωση του παγκόσμιου φαινομένου των «άρρωστων» κτιρίων και η επαλήθευση του δεσμού που βρίσκεται ανάμεσα στην παρουσία υλικών, ενδεχομένως επιβλαβής για την υγεία του ανθρώπου, στους χώρους όπου ζουν και εργάζονται, χρήζει αντιμετώπισης. Επομένως οι διαδικασίες πρόληψης θα πρέπει να εστιάζονται στην καλή συντήρηση και στο καθαρισμό των κεντρικών κλιματιστικών συστημάτων, στην εναλλαγή του εσωτερικού αέρα, στη μείωση της χρήσης συνθετικών προϊόντων στην επίπλωση του χώρου, στην αποφυγή χρήσης χημικών καθαριστικών, στην απαγόρευση του καπνίσματος στους κλειστούς εσωτερικούς χώρους, στη χρήση πετροβάμβακα για θερμομόνωση των τοίχων και τέλος στην εφαρμογή της κείμενης νομοθεσίας για την Υγεία και Ασφάλεια και υλοποίηση της γραπτής εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου.

Οι επιπτώσεις από τη χρήση του αμιάντου



Εικόνα 17 Περιοχές με τα Υψηλότερα Ποσοστά Αμιάντου στην Χώρα, Πηγή: Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίτληρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική

Ένα πολύ βασικός χημικός παράγοντας ο οποίος συντελεί στην ρύπανση του εσωτερικού αέρα των κτιρίων είναι ο *αμιάντος*. Ο *αμιάντος* αποτελεί τη συλλογική ονομασία ορισμένων ορυκτών ινώδους μορφής και κρυσταλλικής δομής. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως τις προηγούμενες δεκαετίες σε δομικά υλικά όπως το τσιμέντο, υλικά ηχομόνωσης, πυροπροστασίας καθώς και σε μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Η χρήση του απαγορεύτηκε την δεκαετία του 1970, αλλά αυτό δε συνεπάγεται την εξαφάνιση του υλικού. Το 1988

εμφανίστηκε στην Ελλάδα το 1ο νομοθετικό πλαίσιο για την απαγόρευση των αμιαντούχων υλικών. Η διαπιστωμένη πλέον, ενοχοποίησή του για καρκινογένεση έχει οδηγήσει πολλές χώρες στη λήψη αυστηρών μέτρων για τον περιορισμό της χρήσης του και

σταδιακά την πλήρη απαγόρευσή του. Η Ελλάδα κατείχε την 7η θέση παγκοσμίως σε παραγωγή αμιάντου και τοποθετείται ψηλά στην κατάταξη που αφορούσε στην εξαγωγή του χρυσοτίλη³⁰.

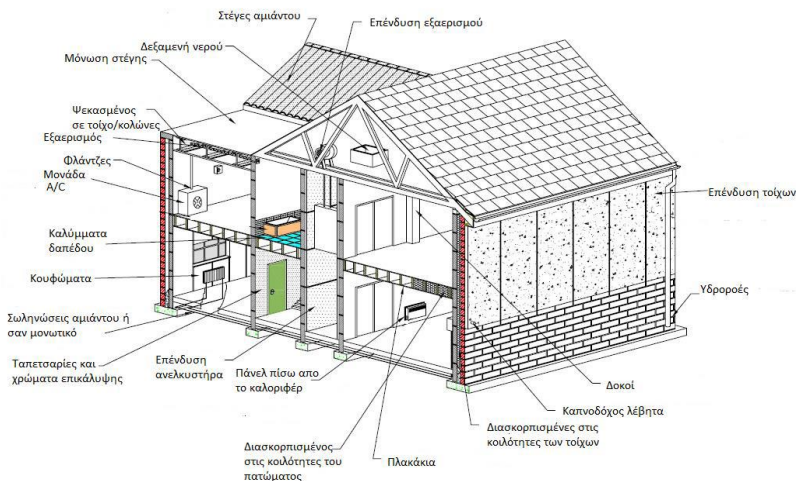
Η απελευθέρωση του στον εσωτερικό χώρο των κτηρίων οφείλεται στη σταδιακή γήρανση του υλικού, καθώς επίσης και στις παρεμβάσεις συντήρησης. Συμπληρωματικά, στην κατηγορία αυτών των παραγόντων συναντούμε τα *οξειδία του αζώτου* (NO-NO_x), κάποιες τεχνητές ορυκτές ίνες οι οποίες χρησιμοποιούνται σαν θερμομονωτικά υλικά σε υποκατάσταση του αμιάντου, όπως ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας. Η μεγάλη τοξικότητα του αμιάντου, από την εποχή που έγινε αντιληπτή (1978), συνέβαλε σε δραστικό περιορισμό της χρήσης του στα κτίρια, ενώ, ήδη, σε πολλές χώρες εφαρμόζονται προγράμματα αντικατάστασης ή ασφαλούς επικάλυψης των εκτεθειμένων στοιχείων του³¹.

³⁰ Master Theses, 'Detoxification of chrysotile asbestos and asbestos cement, via silylation processes, in acidic and alkaline conditions' Aikaterini Valouma, Xekoukoulotakis Nikos, Nikos, Gidarakos Evaggelos, Pagona Maravelaki-Kalaitzaki

³¹ Νικόλαος Παπαμανώλης, "Δομική Φυσική και Αρχές Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Κτιρίων" Έλληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά συγγράμματα και Βοηθήματα. Σελ 158

Ο αμιάντος είναι ένα ινώδες υλικό, μηχανικά ισχυρό και άκρως ανθεκτικό στη θερμότητα και τη χημική επίθεση. Συνήθως είναι υφασμένος σε υφάσματα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση τσιμέντου και πλαστικών υλών³². Σε επτά περιοχές της Ελλάδας όπως παρουσιάζονται και στην παραπάνω εικόνα η επιβάρυνση του αμιάντου στους κατοίκους των περιοχών ήταν σφοδρή γεγονός που μπορεί να προκαλέσει πολύ σοβαρά προβλήματα στην υγεία. Οι ίνες αμιάντου είναι ευρέως διαδεδομένες στη φύση και έχουν την ιδιότητα να επιπλέουν στο νερό. Έχει υπολογιστεί, ότι σχεδόν όλοι οι άνθρωποι έρχονται σε επαφή με αμιάντο τουλάχιστον μια φορά στη ζωή τους. Η επαφή με τον αμιάντο δεν αποτελεί κίνδυνο για την υγεία, παρά μόνο σε υψηλές συγκεντρώσεις και

συνεχή έκθεση για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Οι βασικότεροι υποψήφιοι προς εμφάνιση ασθενειών που οφείλονται στον αμιάντο, είναι όσοι εκτίθενται καθημερινά σε αυτόν, κυρίως στο χώρο εργασίας τους, λόγω των πολλών ωρών που παρευρίσκονται εκεί σε καθημερινή βάση³³.



Εικόνα 19:Πιθανά σημεία εύρεσης αμιάντου σε ένα σπίτι, Πηγή: (<http://www.localidea.co.uk>)

³² Asbestos : The hazardous Fiber ,Melvin A. Benarde σελ 188

³³ Μεταπτυχιακή Διατριβή, "Αποτοξικοποίηση Χρυσοτυλικού αμιάντου και αμιαντοτσιμέντου μέσω διεργασιών πυριτοποίησης, σε όξινες και βασικές συνθήκες", Αικατερίνη Βαλουμά, Χανιά 2014, σελ. 19

«Σε έρευνες που πραγματοποιήσαμε διαπιστώσαμε ότι σε τέσσερα χωριά του Μετσόβου το 70% των κατοίκων από 60 έως 70 ετών παρουσίαζαν αλλοιώσεις στους πνεύμονες και μεταποίηση της καρδιάς, ενώ γενικότερα όσοι ήταν άνω των 50 ετών αντιμετώπιζαν προβλήματα. Επίσης καταγράψαμε 10 περιπτώσεις μεσοθηλιωμάτων (είδος καρκίνου) μέσα σε έξι χρόνια, αριθμός ο οποίος είναι κατά 300 φορές μεγαλύτερος από το κανονικό. Ιδιαίτερη εντύπωση, όμως, μας προκάλεσε το γεγονός ότι ακόμα και Μετσοβίτες οι οποίοι απουσίαζαν από τον τόπο καταγωγής τους 20 ή και 30 χρόνια παρουσίαζαν την ίδια ασθένεια. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως βάφανε τους τοίχους με λούτο-ασπρόχρωμα που περιείχε αμιάντο. Το χρησιμοποιούσαν κυρίως γύρω από το τζάκι, διότι δεν μαύριζαν οι τοίχοι»³⁴.

ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΑΜΙΑΝΤΟ ΚΑΙ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΝΟΥΝ ΙΝΕΣ		
ΤΥΠΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΣ ΑΜΙΑΝΤΟΣ %	ΕΥΘΥΓΙΣΤΟΤΗΤΑ
Ψεκαζόμενες επικαλύψεις και μονωτικές επενδύσεις.	Μέχρι το 85% αμιάντος κυρίως αμοσίτης, ψεκαζόμενος σε φέρουσες ή άλλες επιφάνειες με θερμοακουστική μόνωση.	Υψηλή.
Μονωτικές επενδύσεις σωληνώσεων ή λεβήτων.	Για επενδύσεις σωληνώσεων όλοι οι τύποι του αμιάντου σε μίγμα 6-10% με πυριτικά άλατα του ασβεστίου. Σε υφάσματα, φίλτρα, γεμίσματα, γενικά 100% αμιάντος.	Μεγάλη πιθανότητα απελευθέρωσης, εάν οι επενδύσεις δεν καλύπτονται από σφραγιστική στρώση ενιαία και ανέπαφη.
Σχοινιά, σπάγκοι, υφάσματα.	Στο παρελθόν όλοι οι τύποι του αμιάντου. Στην συνέχεια, μόνο ο χρυσότυλος στο 100%.	Δυνατότητα απελευθέρωσης ινών, όταν αποθηκεύονται μεγάλες ποσότητες υλικών.
Χαρτόνια, χάρτες και συγγενή προϊόντα.	Γενικά μόνο ο χρυσότυλος στο 100%.	Κομμένα και μεταχειρισμένα χαρτιά και χαρτόνια υφίστανται εύκολα εκδορές και φθορές, επειδή δεν έχουν πολύ συμπαγή δομή.
Προϊόντα αμιαντοτσιμέντου.	Σήμερα σε ορισμένους τύπους σωλήνων και πλακών περιέχεται 10-15% αμιάντος.	Μπορούν να απελευθερώσουν ίνες από τρυπήματα ή βουρτσίσματα ή όταν είναι φθαρμένα.
Ασφαλτούχα προϊόντα, πλακίδια από βινύλιο με διάκενα από χαρτί αμιάντου, πλακίδια και δάπεδα βινυλικά, PVC και ενισχυμένα πλαστικά, επικαλύψεις και βερνίκια, μαστίχες, σφραγιστικά, στόκοι, συγκολλητικά που περιέχουν αμιάντο.	Από 0,5% έως 2% για μαστίχες, σφραγιστικά και συγκολλητικά. Στο 10-25% για πλάκες και δάπεδα από βινύλιο.	Απίθανη η απελευθέρωση ινών κατά τη διάρκεια της κανονικής χρήσης. Υπάρχει πιθανότητα απελευθέρωσης ινών από κοψίματα, εκδορές ή τρυπήματα.

Εικόνα 18: Τύποι των υλικών που περιέχουν αμιάντο, Πηγή: Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίτηρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική

³⁴ Από συνέντευξη του κ. Σταύρου Κωνσταντόπουλου στον ημερήσιο Τύπο της Ελβετίας, τον Σεπτέμβριο 2007

Βασική λοιπόν προϋπόθεση για να κατασκευαστεί μια οικολογική κατοικία, είναι να μην υπάρχουν στην περιοχή ίχνη αμιάντου ούτε να τεθεί σε χρήση κατά την διάρκεια της κατασκευής. Το Ορυκτό αυτό υπάρχει σε αφθονία στα 3/4 περίπου του στερεού φλοιού της γης παρόλα αυτά δεν πρέπει ποτέ να ξεχνάμε πόσο επιβλαβές είναι καθώς και αν και σε αφθονία μόνο ελάχιστη ποσότητα ή και μηδαμινή είναι επιτρεπτή. Για το λόγο αυτό, έγιναν πειράματα³⁵ με σκοπό την εξέταση της επίδρασης μετρίως ισχύος και τοξικότητας του οργανικού οξέος, και πιο συγκεκριμένα του οξαλικού οξέος, στην αποδόμηση των καρκινογόνων ινών καθαρού χρυσολιτικού αμιάντου από τα Μεταλλεία Αμιάντου Βορείου Ελλάδος(MABE) και σε κομμάτια αμιαντοτσιμέντου(eternit). Μετά το πέρας των αντιδράσεων, εκτός από την αποσύνθεση του κρυσταλλικού πλέγματος του αμιάντου, έλαβε χώρα ανάκτηση οξειδίου του μαγνησίου (MgO) από τα προϊόντα της αντίδρασης, υλικό με μεγάλη αξία και εξαιρετικά χρήσιμο σε αρκετές βιομηχανικές εφαρμογές.

³⁵ "Chrysotile asbestos detoxification with a combined treatment of oxalic acid and silicates producing amorphous silica and biomaterial", Aikaterini Valouma, Anastasia Verganelaki, Pagona Maravelaki-Kalaitzaki, Evangelos Gidarakos, *Journal of Hazardous Materials*, 305, (2016), 164-170.

Το PVC ως επικίνδυνος συγκάτοικος μέσω των κουφωμάτων

Το Πολυβινυλοχλωρίδιο (Polyvinyl Chloride) γνωστό ως PVC είναι ένα θερμοπλαστικό πολυμερές, δηλαδή μπορεί να μορφοποιηθεί ως τήγμα σε καλούπια. Μπορεί να δώσει προϊόντα με μεγάλη ποικιλία μηχανικών ιδιοτήτων (από εύκαμπτα έως σκληρά), διαθέτει χημική αντοχή και αναφλέγεται δύσκολα. Το PVC συχνά αναφέρεται και ως βινύλιο όπως οι δίσκοι βινυλίου, υπενθυμίζεται όμως ότι ως βινύλιο στην οργανική χημεία αναφέρεται η οργανική ομάδα $-\text{CH}=\text{CH}_2$. Το PVC είναι το πλέον χρησιμοποιούμενο πολυμερές μετά το πολυαιθυλένιο. Οι μεγαλύτερες ποσότητες PVC χρησιμοποιούνται στην οικοδομή (υδραυλικές εγκαταστάσεις, δάπεδα, παράθυρα, πόρτες). Η παγκόσμια παραγωγή του εκτιμάται σήμερα στα περίπου 35 εκατομμύρια τόνους και πιστεύεται ότι στον επόμενο χρόνο θα ξεπεράσει τα 40 εκατομμύρια³⁶.

Στη χώρα μας, η χρήση του PVC ξεκίνησε ήδη από το 1913 ως το πρώτο συνθετικό προϊόν ευρείας κυκλοφορίας. Το 1930 στο πλαίσιο ενός προγράμματος για την ανεξαρτητοποίηση της Γερμανίας από την εισαγωγή βάμβακος, σε περίπτωση που προκληθεί πόλεμος, διατέθηκαν αρκετές ποσότητες χλωρίου. Μεγάλες ποσότητες καυστικής σόδας από την βιομηχανία χλωρίου –αλκαλίου ήταν αναγκαίες διότι το πρόγραμμα στόχευε στην παραγωγή υφαντικών ινών. Μετά από πολλά πειράματα, δόθηκε ως λύση το PVC ως πρώτη ύλη κατασκευής ινών. Έτσι από υποπροϊόν μετατράπηκε σε εμπορεύσιμο αγαθό. Το 1990 το γερμανικό συμβούλιο εμπειρογνομόνων για περιβαλλοντικά θέματα εξηγούσε:

«Χημικοί μηχανικοί στη βιομηχανία και στα πανεπιστήμια δέχονται όλο και περισσότερο ότι η δυναμική ανάπτυξη των χλωριωμένων ενώσεων στις δεκαετίες του '50 και του '60 αποτέλεσε ένα αποφασιστικής σημασίας λάθος στη βιομηχανική ανάπτυξη του 20^{ου} αιώνα, που δεν θα είχε συμβεί, αν η γνώση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία που οφείλονται στο χλώριο»³⁷

Στον χώρο της οικοδόμησης το πλαστικό έχει κατακτήσει με σιγουριά την πρώτη θέση. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο διατηρούν ακόμη τα πρωτεία πριν από τα κουφώματα, οι σωλήνες

³⁶ ορισμός από το Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Αθηνών

³⁷ Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίπτηρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική σελ 310

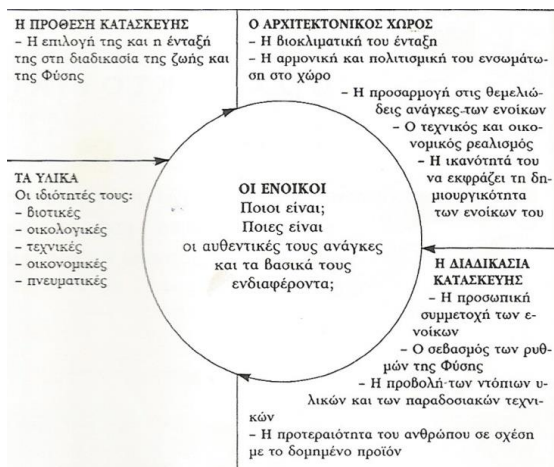
και οι κατασκευές με καλούπια. Στην κατασκευή ενός κουφώματος από πλαστικό υπάρχουν τα ίδια πλεονεκτήματα όπως και στην κατασκευή σωλήνων ύδρευσης, δηλαδή η μεγάλη διάρκεια ζωής είναι και εδώ κανόνας. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί και υποστηρίζει την χρήση των προϊόντων από PVC, κατόπιν και των αποτελεσμάτων επιστημονικών μελετών. Οι Ευρωπαϊκοί νόμοι είναι απαγορευτικοί και περιοριστικοί μόνον όταν πρόκειται να προστατεύσουν τον άνθρωπο και το οικοσύστημα³⁸. Δυστυχώς αυτό γίνεται καθώς το PVC είναι ένα υλικό όμως γίνεται δυσάρεστο όταν για να αποκτήσει ιδιότητες που το καθιστούν εύχρηστο, πρέπει να εμπλουτιστεί με πολλές πρόσθετες χημικές ουσίες.

³⁸ Άρθρο 36 και 100 του συμφώνου της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΡΑΣΙΝΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

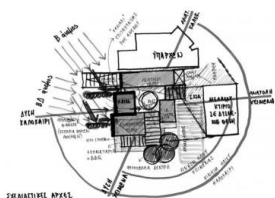
Η επιδείνωση της κατάστασης του περιβάλλοντος πολλών αστικών κέντρων καθώς και η ανάγκη για ορθή διαχείριση της ενέργειας, δημιούργησαν την ανάγκη για μια διαφορετική τεχνολογία δόμησης. Έτσι, αειφορία και οικολογικός σχεδιασμός ενώνονται για να μας επιφέρουν τις αλλαγές που αναζητούμε. Η νέα αρχιτεκτονική δεν αφορά μόνο τις όψεις και τη λειτουργικότητα των κτιρίων αλλά επικεντρώνεται στην ποιότητα των κατασκευών. Αναφέρεται στην σύσταση των υλικών, στην μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων καθώς και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ενεργειακή κατανάλωση και η θερμική οπτική άνεση στα κτίρια καθορίζονται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις πόλεις και τα κτίρια θεωρούνται από τις πιο σημαντικές τεχνικές για την βελτίωση του κλίματος των αστικών περιοχών. Για το λόγο αυτό θα ήταν εύλογο η επιλογή των υλικών να γίνεται με γνώμονα την λιγότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας που προέρχονται από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.



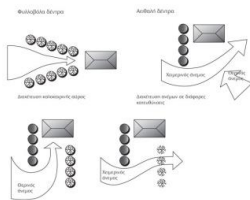
Εικόνα 19: Ο κύκλος της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, Πηγή Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίπτης, Οικολογική Αρχιτεκτονική, σελ 108

Η βιοκλιματική φιλοσοφία



Εικόνα 20: Βιοκλιματικές σχεδιαστικές αρχές σε μελέτη μονοκατοικίας στο Λουτράκι. Πηγή: ARCHITECT-LAB, Νάσια Ροδίτη

διασφαλίζει άνετη και υγιεινή διαβίωση μέσα από αυτά αλλά και τον εξωτερικό τους χώρο.



Εικόνα 21: Διοχέτευση χειμερινών και θερινών ανέμων με την ίδια κατεύθυνση Πηγή: magazine building green³⁹

Ο όρος «βιοκλιματικός σχεδιασμός» ή «βιοκλιματική αρχιτεκτονική» , συχνά προκαλεί απορία στους αρχιτέκτονες που δεν έχουν ασχοληθεί με την προσέγγιση αυτή³⁹. Αν και υπάρχουν και άλλοι όροι όπως «ενεργειακός σχεδιασμός» , «παθητικός ηλιακός σχεδιασμός» ,διεθνώς τα τελευταία χρόνια

θεωρείται επιστημονικά δόκιμος ο όρος «βιοκλιματικός σχεδιασμός» . Με τον όρο αυτό εναρμονίζονται πλήρως με το περιβάλλον και το κλίμα τα κτίρια , καθώς και ο άνθρωπος

Η συλλογιστική αυτή του σχεδιασμού , η βιοκλιματική , θεωρεί απαραίτητη την αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως τη *διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια* για την θέρμανση των κτιρίων , *τους δροσερούς ανέμους* για τη φυσική τους ψύξη , τη *βλάστηση* για τη σκίαση των κτιρίων ή του περιβάλλοντος χώρου, το *φυσικό φώς* για το φωτισμό του κτιρίου. Έτσι, εξασφαλίζονται, άνετες συνθήκες κατοικισιμότητας , τόσο μέσα στα κτίρια όσο και στο αστικό περιβάλλον, με την ελάχιστη κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

Η Εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πλέον ευρωπαϊκό στόχο μέσω της κοινωνικής οδηγίας European Energy Performance of Building Directive(EPBD),καθώς επίσης και εθνικό στόχο με την ψήφιση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων(Κ.Εν.Α.Κ)⁴⁰

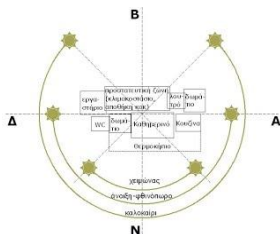
«Ένα βιώσιμο κτίριο ανταποκρίνεται στις ανάγκες του σήμερα, χωρίς να μειώνει τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες»⁴¹

³⁹ Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα , Ελένη Ανδρεάκη, University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2006 σελ 50.

⁴⁰ Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 8, Σεπτέμβριος 2011,σελ 105

⁴¹ Ορισμός που έδωσε ο Brundtland για τα βιώσιμα κτίρια

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:



Εικόνα 23 : Σωστός Προσανατολισμός κατοικίας βάση λειτουργιών, **Πηγή:** magazine building green⁺

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα)
- Το σχεδιασμό των κτιρίων
- Την επιλογή των δομικών υλικών,

λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την ποσά ενέργειας που καταναλώνουν.

Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού συνοψίζονται στα εξής⁴²:

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



Εικόνα 24: Φυσικός Αερισμός , **Πηγή:** SgA group engineering &energy constructions

⁴² Ελένη Ανδρεαδάκη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Περιβάλλον και βιωσιμότητα, εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006, σελ. 124.

Συνεπώς, για να κατασκευαστεί και να λειτουργεί ένα κτίριο βιοκλιματικά, πρέπει να κατανοήσουμε πλήρως τις τοπικές κλιματικές συνθήκες και να σταθμίσουμε τα κλιματικά οφέλη και τους περιορισμούς. Το κτίριο θα πρέπει να είναι ικανό να συλλέγει και να αποθηκεύει θερμότητα όταν υπάρχει ανάγκη για θέρμανση, να λειτουργεί ως φυσικός συλλέκτης δροσισμού και ως αποθήκη ψύξης, όταν χρειάζεται ψυκτικά φορτία και να δρα ως φυσικός ανανεωτής αέρα, προκειμένου να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικό εσωκλίμα.

Επίπροσθέτως, πεδίο μελέτης της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η χρήση τοπικών δομικών υλικών μιας περιοχής, φιλικών προς το περιβάλλον μετά από μελέτη των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων τους. Εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων που οδηγεί στη μείωση των απωλειών, δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης και ελαττώνονται οι απαιτήσεις σε θέρμανση, παράγεται θερμότητα μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους, κάτι που προκαλεί τη μείωση των αναγκών της κατοικίας σε θέρμανση καταφέροντας έτσι να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου οικονομικότερα και χωρίς μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις. Επιπλέον επιτυγχάνεται η μερική διατήρηση της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό στα ιδανικά επίπεδα, ανάλογα την εποχή, υψηλά το χειμώνα και χαμηλά το καλοκαίρι και έτσι δεν υπάρχει ανάγκη για προσάρτηση επιπλέον συστημάτων που βοηθούν στη διατήρηση των ιδανικών επιπέδων.

Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής χωρίζονται σε⁴³:

- *ενεργειακά*, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της εξασφάλισης θερμικής και οπτικής άνεσης
- *οικονομικά*, καθώς μειώνονται οι ανάγκες αλλά και το κόστος από τις ηλεκτρομηχανικές εγκαταστάσεις
- *περιβαλλοντικά*, καθώς μειώνονται οι ρύποι, οι εκπομπές CO₂
- *κοινωνικά*, καθώς βελτιώνεται η ποιότητα της ζωής.

⁴³ Ελένη Ανδρεαδάκη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Περιβάλλον και βιωσιμότητα, εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006, σελ 126

ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Κατά την κατασκευή ενός κτιρίου τα δομικά υλικά χρειάζονται επεξεργασία πριν την χρήση τους. Κατά συνέπεια χρειάζεται ενέργεια και παράγονται απορρίμματα. Η επιλογή των υλικών είναι καθοριστική για τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο ενός κτιρίου, δηλαδή την επιβάρυνση που επιφέρει στο περιβάλλον η παρουσία του, από τη διαδικασία κατασκευής του έως και τη διαχείρισή του όταν πάψει να είναι χρήσιμο⁴⁴. Για τον υπολογισμό της συνολικής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης ενός κτιρίου απαιτείται η ακριβής αποτίμηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου ως αποτέλεσμα της καθημερινής του χρήσης και της παρασκευής και της μεταφοράς των δομικών υλικών. Οι παράγοντες που καθορίζουν την επιβάρυνση του περιβάλλοντος από το υλικό είναι:

- επιπτώσεις στο περιβάλλον του από την παραγωγή του υλικού, ή της πρώτης ύλης για την παραγωγή του, ή την εξόρυξη του
- εμπεριεχόμενη ενέργεια του υλικού, δηλαδή την συνολική ενέργεια που απαιτείται για την αποκομίδη, επεξεργασία και μεταφορά του.
- οι εκπομπές CO₂ που εκλύονται κατά την παραγωγή του
- η τοξικότητα του υλικού

Η μείωση της εμπεριεχόμενης ενέργειας της κατασκευής αποτελεί συνδυασμό διαφόρων παραγόντων. Η χρήση υλικών με χαμηλό κόστος συντήρησης, η χρήση υλικών που μπορούν εύκολα να διαχωριστούν και η αποφυγή κατασκευής κτιρίων μεγαλύτερων από τις πραγματικές ανάγκες, ώστε να ελαχιστοποιείται η άσκοπη χρήση υλικών, αποτελούν αποτελεσματικούς τρόπους για τη μείωση της εμπεριεχόμενης ενέργειας της κατασκευής. Επιπλέον, θα πρέπει να ενθαρρύνεται η ανακαίνιση και η αλλαγή χρήσεων σε υπάρχουσες κατασκευές αντί για την κατεδάφιση τους και τη δημιουργία νέων, όπως επίσης και η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλικών από κατεδαφισμένα κτίρια.

Παρόλα αυτά, για να είναι δυνατό κάτι τέτοιο, θα πρέπει να έχει παραβλεφθεί κατά τη διάρκεια της κατασκευής η επιλογή και χρήση κατάλληλων υλικών. Επειδή, όμως, η

⁴⁴ Sue Roaf, Manuel Fuentes, Stephanie Thomas: *Eco Δομείν*, Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα 2009

επανάχρηση ορισμένων υλικών δεν αρκεί τις περισσότερες φορές για τη δημιουργία νέων κατασκευών, τα υπόλοιπα υλικά θα πρέπει να επιλέγονται από την τοπική αγορά ώστε να αποφεύγεται η κατανάλωση ενέργειας για τη μεταφορά τους.

Φυσικά και Συνθετικά οικολογικά υλικά

Παραδοσιακά Υλικά

Ο ρόλος των Λίθων

Οι λίθοι γνωστοί από την αρχαιότητα έως σήμερα ως αρκετά ανθεκτικοί με μικρή απαίτηση συντήρησης ενώ ταυτόχρονα έχουν μεγάλη θερμική μάζα το οποίο παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξοικονόμηση της ενέργειας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό, ο σχεδιασμός να εκμεταλλεύεται την μεγάλη θερμική μάζα των λίθων και να εγκαθίστανται για παράδειγμα σε πατώματα κοντά σε μεγάλα ανοίγματα.

Τα πέτρινα κτίρια αλλά και εκείνα που έχουν επενδυθεί με πέτρα διαθέτουν πολλά πλεονεκτήματα και καλύπτουν πληθώρα απαιτήσεων⁴⁵:

- Αποτελούν την πιο προσιτή για τον Έλληνα παραδοσιακή μορφή κατασκευής, προσφέρουν διαχρονική ομορφιά και αισθητική, η οποία σέβεται το περιβάλλον και εναρμονίζεται με το φυσικό τοπίο
- Η πέτρα προσφέρει άριστη *ηχομόνωση* και άρα καλύτερη ποιότητα διαβίωσης μέσα στο κτίριο . Επίσης οι πέτρινες κατασκευές *έχουν αυξημένη θερμομόνωση* , που σημαίνει διατήρηση της ζέστης το χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι . Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται και η απαιτούμενη χρήση ενέργειας σε ποσοστό μεγαλύτερο του 20% κάτι που κάνει τις πέτρινες κατασκευές από μόνες τους βιοκλιματικές. Η θερμοχωρητικότητα της πέτρας ως δομικό υλικό είναι πάρα πολύ υψηλή, ώστε το κτίριο να είναι δροσερό κατά τους πρώτους θερινούς μήνες και ζεστό τους πρώτους χειμερινούς μήνες. Τα πέτρινα κτίσματα προσφέρουν ισχυρή *στατικότητα και αντισεισμικότητα*. Η στατική μελέτη έχει κωδικοποιηθεί πλήρως και εφαρμόζονται οι Ευρωκώδικες, σε συνδυασμό με πρόσθετες διατάξεις ανά περίπτωση .

⁴⁵ Δημήτρης Κωνσταντινίδης: « Παραδόσεις Ιστορίας της Αρχιτεκτονικής» (Βιβλιοθήκη Αρχιτεκτονικής Ε.Μ.Π)



Εικόνα 25: Λίθινη βιοκλιματική κατοικία, Πηγή: smallhouseswoon.com

- Ένα άλλο προτέρημα των λίθινων κατασκευών αποτελεί το σχεδόν μηδενικό κόστος συντήρησης (βαφές , επισκευές σοβάδων , μονωτικά υλικά , υγρασία κλπ)
- Η πέτρα είναι ίσως το μόνο φυσικό δομικό οικολογικό υλικό που δένει τόσο αρμονικά με το σοβά, το ξύλο , το γυαλί .



Εικόνα 26: Επένδυση ξύλινου τοίχου με λίθους, Πηγή: www.woohome.com

Οικολογικά Κονιάματα

Ήδη από την Ρωμαϊκή αρχαιότητα με εφαρμογές στην Ιταλική Αναγέννηση αλλά και στη Βυζαντινή αυτοκρατορία, τα «εναλλακτικά κονιάματα» δηλαδή όλα όσα δεν περιέχουν τσιμέντο, έρχονται ξανά στην επικαιρότητα και της Ελλάδας μέσω της αναγκαιότητας της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, της οικολογικής δόμησης, αυτής δηλαδή που σέβεται το φυσικό και ανθρώπινο περιβάλλον και τιμά τις πανάρχαιες και πατρογονικές οικοδομικές παραδόσεις και τεχνικές του ανθρώπινου είδους.

Τα εναλλακτικά κονιάματα δεν είναι τίποτε άλλο από συνδυασμούς κονιάς, κεραμικών προϊόντων και ποζολανών, διαφόρων κοκκομετρικών διαβαθμίσεων, που αποτελούνται, παραδείγματος χάριν, από θηραϊκή γη και κεραμάλευρα και που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρύτατα ως επιχρίσματα σε νέες οικοδομές, ως κονιάματα δόμησης πλινθοδομών, σε εμφανείς τοιχοποιίες, και ούτω καθεξής⁴⁶. Τα βασικά τους πλεονεκτήματα είναι ότι, πρώτα και κύρια, είναι φυσικά προϊόντα χωρίς χημικές προσμίξεις, ότι αντέχουν στο χρόνο και δεν χρειάζονται συντήρηση, καταργούν το βάψιμο χρωματίζοντας τις όψεις του κτιρίου σε διάφορες φυσικές αποχρώσεις και φυσικά, ότι έχουν αποδεδειγμένα μεγαλύτερη αντοχή από τα κοινά επιχρίσματα.

Τα βασικά συστατικά τους είναι :

- **Η θηραϊκή γη**



Εικόνα 27: Θηραϊκή Γη, Πηγή:
<http://www.kourasanit.com/gr/products/pumice>

Η θηραϊκή γη είναι το δημοφιλέστερο ποζολανικό υλικό ήδη από την Αρχαιότητα. Η χρήση του είναι στην ενίσχυση των ασβεστοκονιαμάτων και σήμερα των τσιμεντοκονιαμάτων. Η ενίσχυση αυτή που επιτυγχάνεται με τη προσθήκη της θηραϊκής γης, οφείλεται στην ιδιότητα της να ενώνεται με άσβεστο και να σχηματίζει ασβεστοπυριτικές ενώσεις που σκληραίνουν το κονίαμα, παρουσία νερού. Η θηραϊκή γη περιέχει δραστικό πυρίτιο και την κάνει να ξεχωρίζει από τα άλλα υλικά όπως η μαρμαρόσκονη, το κισσηράλευρο, ο πηλός και διάφορα άλλα.

⁴⁶ "Development and analysis of mineral based coatings for buildings and urban structures", Kolokotsa, D., Maravelaki-Kalaitzaki, P., Papantoniou, S., Vangeloglou, E., Saliari, M., Karlessi, T., & Santamouris, M., *Solar Energy*, Volume 86, Issue 5, 2012, pp. 1648–1659.

Η θηραϊκή γη για να ελαττωθεί το ποσοστό των υδατοδιαλυτών αλάτων, υφίσταται κατεργασία πλυσίματος και αλέθεται για να αυξήσει η λεπτότητα των κόκκων της. Το τελικό προϊόν έχει ειδικό βάρος σε κατάσταση κεκορεσμένης στεγνής επιφάνειας με τιμή που κυμαίνεται από 2,45 έως 2,52 gr/cm³ με μέγιστο κόκκο 0 έως 1 mm⁴⁷.

- **Η ποζολάνη Μήλου**



Εικόνα 28: Ποζολάνη Μήλου, Πηγή:
<http://www.lava.gr/products/prozolani/>

Η φυσική ποζολάνη μαζί με την άσβεστο, το κεραμάλευρο και διάφορα αδρανή εστιάζονταν από την Αρχαιότητα στην κατασκευή μνημείων και κτιρίων τα οποία έχουν διατηρηθεί έως σήμερα. Ορυκτολογικά αποτελείται από άμορφο υλικό με υψηλή περιεκτικότητα σε ενεργό SiO₂ (65%) ενώ παράλληλα το ειδικό βάρος του είναι 2,6 gr/cm³⁴⁸.

Τα ποζολανικά υλικά αντιδρούν με υδροξείδιο του ασβεστίου και σχηματίζουν υδραυλικές ενώσεις που δρουν ως συνδετικά, που ενισχύουν την αντοχή ενυδατωμένων, υδραυλικών και NHL κονιαμάτων⁴⁹.

- **Το κεραμάλευρο**



Εικόνα 29: Το κεραμάλευρο, Πηγή:
<http://www.kourasanit.com/gr/products/ceramic-powder>

Το κεραμάλευρο ήταν γνωστό ήδη από τη ρωμαϊκή αρχαιότητα από την παρασκευή κονιαμάτων υψηλής ποιότητας όπως αυτά που χρησιμοποιήθηκαν και στη Βυζαντινή περίοδο, τον 7^ο μ.Χ αιώνα στην εκκλησία της Αγίας Σοφίας στην Θεσσαλονίκη. Το κεραμάλευρο αυξάνει την αντοχή και την ανθεκτικότητα των κονιαμάτων και λόγω της κοκκώδους υφής και των φυσικών χρωματικών αποχρώσεων του προσδίδει και

επιθυμητή αισθητική απόχρωση.

⁴⁷ Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίππρας, *Οικολογική Αρχιτεκτονική* σελ 290

⁴⁸ Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίππρας, *Οικολογική Αρχιτεκτονική* σελ 291

⁴⁹ "Development and analysis of mineral based coatings for buildings and urban structures", Kolokotsa, D., Marvelaki-Kalaitzaki, P., Papantoniou, S., Vangeloglou, E., Saliari, M., Karlessi, T., & Santamouris, M., *Solar Energy*, Volume 86, Issue 5, 2012, pp. 1648–1659.

Το κεραμάλευρο είναι συνήθως από 0 έως 2mm στην κλίμακα της κοκκομετρικής διαβάθμισης και σε κατάσταση κεκορεσμένης στεγνής επιφάνειας μια μέση τιμή ειδικού βάρους περίπου $2,197 \text{ gr/cm}^2$ ⁵⁰

- **Τεχνικές προσμίξεις**

Στις παραδοσιακές ελληνικές τοιχοποιίες τα παραδοσιακά κονιάματα βασίζονται κυρίως στην άβεστο και σε σύγκριση με τα τσιμεντοκονιάματα είναι χαμηλής αντοχής και χαρακτηρίζονται από τον βραδύ ρυθμό με τον οποίο αναπτύσσεται η αντοχή τους. Ωστόσο εάν σε αμιγή ασβεστοκονιάματα προστεθεί κεραμάλευρο η αντοχή τους πολλαπλασιάζεται. Η αντοχή ενός κονιάματος με ωρίμανση που είναι 28 περίπου ημέρες και αποτελείται από ένα μέρος ασβέστη λόγου χάρη υδράσβεστος ξηρή αλεσμένη και τρία μέρη ποταμίσια άμμο 0-4mm είναι περίπου $5,6 \text{ kg/cm}^2$ ενώ η αντοχή ενός κονιάματος που αποτελείται από ένα μέρος ασβέστη με 1,5 μέρος ποταμίσια άμμο και 1,5 μέρος κεραμάλευρο ξεπερνά τα $18,4 \text{ kg/cm}^2$. Επιπροσθέτως εάν συνδυαστούν και με θηραϊκή γη οι αντοχές φτάνουν στα 20 kg/m^2 ⁵¹.

Εν κατακλείδι ενώ υπάρχουν αρκετά εναλλακτικά κονιάματα στην Ελλάδα ακόμα και σήμερα υπάρχει άρνηση και άγνοια πολλές φορές των τεχνιτών να εφαρμόσουν τις οδηγίες το κατασκευαστή που θα επιφέρει ένα τέλειο χαρμάνι. Επιπλέον η υψηλή περιεκτικότητα κάποιων κονιαμάτων σε υδροδιαλυτά αλκάλια δημιουργεί τον κίνδυνο της εξάνθησης των αλάτων δηλαδή στην τοιχοποιία.

Πηλοκονιάματα

Θα μπορούσαμε να παραδεχτούμε ότι όλοι οι πηλοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην δόμηση αρκεί να μην περιέχουν οργανικές προσμίξεις. Ο πηλός δόμησης πρέπει να έχει σχετικά υψηλή αντοχή σε θλίψη και κάμψη, χαμηλό ποσοστό συστολής ξήρανσης κατά την διάρκεια της διαδικασίας ξήρανσης και σχετικά ικανοποιητική ταχύτητα σκλήρυνσης. Η κοκκομετρική διαβάθμιση και το μέγεθος των κόκκων του πηλού επηρεάζει άμεσα τις φυσικομηχανικές ιδιότητες και την υδραυλικότητα των κονιαμάτων. Στην περίπτωση των

⁵⁰ Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίπηρας, Οικολογική Αρχιτεκτονική σελ 291

⁵¹ Ο.π σελ. 291-292

επιχρισμάτων με βάση τον πηλό πρέπει να έχουν σχετικά υψηλή ταχύτητα σκλήρυνσης, ικανοποιητική υδατοστεγανότητα, χαμηλό ποσοστό μικρορηγματώσεων κατά την διάρκεια της σκλήρυνσης και ιδιαίτερη καλή συνάφεια με το υπόστρωμα .

Η κατασκευή μιας τοιχοποιίας είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο στη δόμηση και εντούτοις τα πηλοκονιάματα, συχνά σκεπασμένα με άχυρο, είναι ένα δημοφιλές υλικό για την κατασκευή οικολογικών κατοικιών. Εκεί , η χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια και η υψηλή θερμική μάζα του υλικού είναι ένα σημαντικό στοιχείο στο σχεδιασμό και στη δόμηση⁵².



Εικόνα 30: Πηλοκονίαμα, **Πηγή:** Clay Mortars for Masonry Buildings, Planners and Owners, Conservation and Heritage Enthusiasts, 01 June 2015



Εικόνα 31: Απομεινάρια σημείου εκκένωσης και προστατευτικών στρωμάτων πηλοκονιαμάτων σε έναν τοίχο στα σύνορα της Σκωτίας που πιθανώς χρονολογείται από τις αρχές του 19ου αιώνα, **Πηγή:** Clay Mortars for Masonry Buildings, Planners and Owners, Conservation and Heritage Enthusiasts, 01 June 2015

⁵² *Clay Mortars for Masonry Buildings*

Ασβεστοκονιάματα



Εικόνα 32: Lime mortar, Πηγή: <http://www.7masonry.com/blog/different-mortars.html>

Ασβεστοκονιάμα⁵³ λέγεται μείγμα από ασβέστη, άμμο και νερό, σε αναλογία ένα προς δύο, τρία ή τέσσερα, που χρησιμοποιείται στην φυσική δόμηση ως συνδετικό υλικό ή για την προστασία των τοίχων με σοβά. Ανάλογα με την χρήση, το χρωματισμό, την αντοχή και την υδατοπροστασία τα παραπάνω υλικά μπορεί να αλλάζουν.

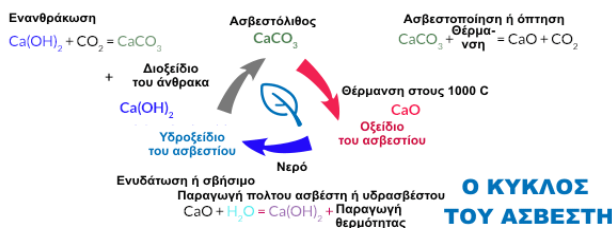
Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμμος θαλασσινή, ποταμίσια ή από λατομείο σε διάφορες αποχρώσεις. Όταν όμως πρέπει ό ασβεστοσοβάς να είναι λευκός, στο μίγμα προστίθεται λευκή νταμαρίσια άμμος ή μαρμαρόσκονη. Με την προσθήκη κεραμάλευρου δίδεται στο σοβά μια γήινη απόχρωση ενώ παράλληλα εξασφαλίζουμε μεγαλύτερη προστασία από το νερό της βροχής. Για να αποφύγουμε τις ρηγματώσεις ενσωματώνουμε στην λάσπη μας κομμένο άχυρο ή βιομηχανικές ίνες (fiber). Ο ασβέστης (κονία = κόλα) συγκολλά τα σωματίδια των διάφορων αδρανών συστατικών σχηματίζοντας ένα σκληρό σταθερό στερεό στρώμα.



Εικόνα 33: Μετά την προσθήκη κεραμάλευρου, Πηγή: <http://www.7masonry.com/blog/different-mortars.html>

⁵³ "Development and analysis of advanced inorganic coatings for buildings and urban structures", Κ. Gobakis D. Kolokotsa, N. Maravelaki-Kalaitzaki, V. Perdikatsis, M. Santamouris, *Energy and Buildings*, Volume 89, 2015, pp. 196–205.

Η διαδικασία αυτή αποτελεί μέρος του κύκλου ασβέστη :



Εικόνα 34: Ο κύκλος του Ασβέστη

Για να χρησιμοποιηθεί η άσβεστος πρέπει να υποβληθεί σε μια διαδικασία στην οποία την σβησμένη άσβεστο όπου βασικό παράγοντα παίζει το νερό. Σε αυτή την διαδικασία παρατηρείται μια εξώθερμη αντίδραση που μπορεί να φθάσει και τους 300 °C. Στην περίπτωση της προετοιμασίας του ασβεστοκονιάματος⁵⁴ χρησιμοποιείται σβησμένη άσβεστος, άμμος ή άλλα αδρανή και νερό. Ανακατεύοντας ομοιόμορφα όλα αυτά τα υλικά, ο ασβέστης με το νερό δημιουργούν μια πάστα που εγκλωβίζει-περιβάλλει τα τεμάχια των αδρανών υλικών. Μετά την εφαρμογή του το κονίαμα αρχίζει να σκληραίνει. Τα ασβεστοκονιάματα είναι ανόργανα προϊόντα χωρίς τσιμέντο, επαναφέρουν την παλαιά παράδοση των επιχρισμάτων ασβεστοκονιάματος, έχουν άριστη διαπνοή, διατίθενται σε ποικίλες κοκκομετρίες, επιπλέον είναι ινοπλισμένα, παρέχουν άριστη πρόσφυση και είναι κατάλληλα για μια ολοκληρωμένη οικολογική δόμηση.



Εικόνα 35: Η χρήση ασβεστοκονιάματος επιτρέπει την αναπνοή στα κτίρια. Αυτό βοηθά στην πρόληψη του «σύνδρομου ασθενούς σπιτιού» που μπορεί να συμβεί με κονίαμα τσιμέντου, η οποία προκαλεί ταχεία επιτάχυνση της αποσύνθεσης λόγω της υπερβολικής υγρασίας, Πηγή: set in stone stonemasons

⁵⁴ "A biomimetic approach to strengthen and protect construction materials with a novel calcium-oxalate-silica nanocomposite", A Verganelaki, V Kilikoglou, I Karatasios, P Maravelaki-Kalaitzaki, *Construction and Building Materials* 62, 2014, 8-17.

Ο ρόλος του Ξύλου



Εικόνα 36: Το Ξύλο, Πηγή:
http://fysiki-domisi.blogspot.gr/p/blog-page_13.html

Η χρήση του ξύλου ως δομικό στοιχείο των κατασκευών υπάρχει στην ελληνική αρχιτεκτονική από την αρχαιότητα έως τις μέρες μας. Οι κατασκευές ξύλου είναι συνυφασμένες στην συνείδηση του λαού μας με την αρχοντιά και την ευημερία, όπως επίσης και με τις τέχνες του χειροποίητου, την ξυλογλυπτική και την ζωγραφική⁵⁵. Το ξύλο ως υλικό έχει την ικανότητα να μην μεταδίδει την θερμότητα, είναι δηλαδή κακός αγωγός της θερμότητας. Αυτή η ιδιότητα του ξύλου έχει ως αποτέλεσμα οι ξύλινες κατασκευές να ανθίσταται στις δυσμενείς καιρικές συνθήκες του περιβάλλοντος, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία στο εσωτερικό τους.

Η γνώση των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων στον σύγχρονο σχεδιασμό δεν είναι καινούργια, αλλά την βλέπουμε να εφαρμόζεται σε κάθε ιστορική περίοδο στην αρχιτεκτονική της χώρας μας και όλων των χωρών της Μεσογείου. Όλες οι μορφές που χρησιμοποιήθηκαν παλαιότερα και προτείνονται σήμερα στον σύγχρονο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό κρύβουν μια σοφία που πηγάζει από έναν ελληνικό τρόπο ζωής. Σήμερα λίγες βιομηχανίες ξύλου έχουν κρατήσει σταθερή την πορεία τους στον ελληνικό χώρο, δημιουργώντας κατασκευές είτε από ολόσωμους κορμούς αντικολητής ξυλείας (κυρίως κορμούς εισαγωγής) είτε από ξύλινα panels.

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός των ξύλινων κατασκευών γίνεται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές μετά από προσεκτική αρχιτεκτονική μελέτη για την ακρίβεια των στοιχείων τους και των Ηλεκτρομηχανολογικών τους εγκαταστάσεων, όπως σχεδιάζεται ένα βιομηχανικό έπιπλο ή ένα κτίριο προκατασκευής. Ο πλήρης αρχιτεκτονικός σχεδιασμός των ξύλινων κτιρίων μας δίνει την δυνατότητα ελέγχου της κατασκευής, μείωση του χρόνου άρα και του κόστος κατασκευής και τέλος μείωση του κόστους της θέρμανσης. Η δε τεχνολογία των βερνικιών του εμποτισμού δίνει μεγάλη διάρκεια ζωής του φυσικού χρώματος και μικρό κόστος συντήρησης. Ο σχεδιασμός των ξύλινων κατασκευών προτείνεται λοιπόν ως η σύγχρονη λύση στην σημερινή οικονομική κρίση, γιατί προσφέρει οικολογικές κατασκευές, ενταγμένες στο περιβάλλον που δεν οδηγούν σε οικονομικά αδιέξοδα.

⁵⁵ Τεχνολογία ξύλινων κατασκευών, Δρ. Ιωάννης Κακαράς, Τόμος 1^{ος}, Κεφάλαιο 2^ο

Ο σωστός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός σήμερα ακολουθεί τις αρχές ενός Βιοκλιματικού Σχεδιασμού με Παθητικά ηλιακά συστήματα. Εάν προτείνεται μια ξύλινη κατασκευή, το αποτέλεσμα δίνει κομψές αρχιτεκτονικές λύσεις με ελαχιστοποίηση του κόστους του κτιρίου και με ασυγκρίτως καλύτερη ποιότητα ζωής.



Εικόνα 37: Ξύλινο Ζευκτό, Πηγή:
<http://www.4myhouse.gr>

Στις μέρες μας, το ξύλο χρησιμοποιείται ευρύτερα, σε πολλές κατασκευές είτε ως φέρον δομικό στοιχείο είτε ως συμπληρωματικό υλικό σε επιμέρους τμήματα ενός κτιρίου. Αρχικά, εδώ και χρόνια η ξυλεία χρησιμοποιείται συνήθως για την κατασκευή ξύλινων ζευκτών. Γι αυτή την κατασκευή επιλέγονται ξύλα τα οποία έχουν αναπτυχθεί ίσα, χωρίς συστροφές και κατά το δυνατόν χωρίς ελαττώματα. Χαρακτηριστική τεχνική ιδιότητα του ξύλου είναι η ανισοτροπία του, δηλαδή η ιδιότητα του να έχει διαφορετική συμπεριφορά κατά τη διεύθυνση των ινών σε σύγκριση με τη διεύθυνση την κάθετη προς τις ίνες του. Απαραίτητη προϋπόθεση ώστε να μην διαβρωθούν τα ξύλα του ζευκτού είναι να ικανοποιούν τις σωστές συνθήκες αερισμού, θερμομόνωσης και στεγάνωσης.

Μια από τις βασικότερες πτυχές στην ιστορία της εξέλιξης της αρχιτεκτονικής είναι η επανεμφάνιση ξύλινων οικολογικών δαπέδων όπως γίνονταν στην αρχαιότητα με χαρακτηριστικά παραδείγματα, τα εξάισια ξύλινα δάπεδα των οικισμών της Βόρειας Ευρώπης.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ξύλινων δαπέδων είναι:

- δεν τα έχουν επεξεργαστεί με χημικές ουσίες, τοξικά, μυκητοκτόνα, λούστρα και ούτω καθεξής.
- Προέρχονται από δάση που δεν έχουν ξυλευτεί άναρχα και που έχουν αποκατασταθεί μετά την ξύλευση

Τα δέντρα που χρησιμοποιούνται είναι κυρίως, το πεύκο, η δρυς και το φελλόδεντρο⁵⁶



Εικόνα 38: Eco-friendly Avalon House is a green-roofed beach getaway that takes only 6 weeks to build

⁵⁶ Είδος δρυός, *Quercus suber*, που ιδίως στην Πορτογαλία, σχηματίζει τεράστια δάση και από το οποίο παράγεται ένα από τα πλέον εξάισια οικολογικά υλικά, ο φελλός.

Οι καταναλωτές προϊόντων ξύλου και δομικής ξυλείας έχουν τη δυνατότητα να επηρεάσουν τη προσπάθεια για την αειφόρο διαχείριση των δασών. Για το σκοπό αυτόν, ένα σύνολο από οικολογικών οργανώσεων, δασολόγων, καταναλωτών, ομάδων ιθαγενών και τροπικών δασών και οργανισμών πιστοποιήσεως δημιούργησαν τον οργανισμό **“Forest Stewardship Council” (FSC)** που συνέταξε κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών στην τροπική, την εύκρατη και την ψυχρή ζώνη. Η πιστοποίηση και το σήμα δεν αφορά την ποιότητα του ξύλου. Παρέχει όμως εγγύηση στον καταναλωτή ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιεί προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν έρχεται σε αντίθεση με τα κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών.



Εικόνα 39 : Πιστοποίηση <https://us.fsc.org/en-us>

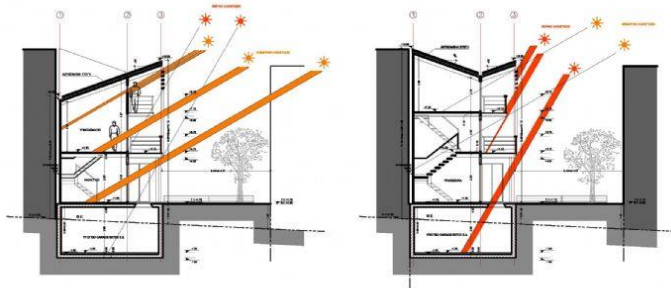
Μια άλλη μεγάλη ενότητα χρήσης της ξυλείας είναι και όταν λειτουργεί ως φέρον υλικό μιας κατασκευής,



Εικόνα 40: Μονοκατοικία στη Διώνη. Βιοκλιματικός σχεδιασμός : Αρχιτέκτονες STUDIO 3+1architects. Κατασκευή: WANDS ΒΑΣΙΛΑΪΝΑΣ – Α. ΒΑΣΙΛΑΪΝΑΣ Ε.Ε www.wands.gr (2009). Τα ανοίγματα στη βορινή όψη είναι μικρότερα για την προστασία από τους Β-ΒΑ ανέμους και διακρίνονται οι φεγγίτες αερισμού για το θέρμα

Έτσι, στην παραπάνω ξύλινη μονοκατοικία έχουν εφαρμοστεί όλες οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού με Παθητικά ηλιακά συστήματα. Η πρόσοψη του κτιρίου στον βοριά έχει μελετηθεί με μικρότερα ανοίγματα για την προστασία του από τους Β-ΒΑ ανέμους και διαθέτει φεγγίτες αερισμού κάτω από την στέγη για διαμπερή θερινό δροσισμό. Σε αντίθεση με αυτήν η νότια όψη του κτιρίου ανοίγεται στον κήπο με μεγάλα ξύλινα ανοίγματα συλλογής του ηλίου που επιτρέπουν να μπαίνει ο ήλιος του χειμώνα στο εσωτερικό του, ενώ προστατεύεται από τον δυνατό ήλιο του θέρους από μεγάλους ξύλινους προβόλους-μπαλκόνια που είναι ειδικά σχεδιασμένοι για τον θερινό σκιασμό.

Επιπροσθέτως, σε μια άλλη ξύλινη Μονοκατοικία στην Αθήνα από timber-frame έχει κατασκευαστεί επάνω σε ένα υπόγειο χώρο στάθμευσης από εμφανές μπετόν. Η θέση του κτιρίου τοποθετήθηκε κάθετα στο δρόμο έτσι ώστε η μεγάλη επιφάνειά του να ανοίγει στον νοτιά με μεγάλα ανοίγματα αλουμινίου στον ήλιο και στη θέα, δημιουργώντας μια διαμπερή εσωτερική αυλή. Στο ισόγειο δημιουργήθηκε υπόστεγο με μια σειρά ξύλινων λεπτών αρχιτεκτονικών στοιχείων που φέρουν ξύλινες περσίδες σκιασμού για το θέρος. Τον χειμώνα επιτρέπουν στον ήλιο να εισέλθει στο εσωτερικό του κτιρίου ενώ το καλοκαίρι τον εμποδίζουν λόγω αλλαγής της κλίσης των ακτίνων του. Μεταλλικό πάνελ με μόνωση δημιουργήσε την αεριζόμενη στέγη.



Εικόνα 41: Μονοκατοικία στο Πανόραμα Αχαρνών. Εγκάρσια Τομή με μελέτη ηλιασμού (χειμώνας) - σκιασμού (καλοκαίρι).

Παρατηρούμε λοιπόν ότι τα δομικά υλικά παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου αφού μπορούν και να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατάταξή του. Έτσι, το ξύλο ως δομικό υλικό έχει αρκετά πλεονεκτήματα στην κατασκευή Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων όπως:



- Οι λεπτές διατομές τοίχων και υποστυλωμάτων που δίνει η σύγχρονη τεχνολογία του ξύλου δίνουν στο κτίριο μεγαλύτερη ευελιξία στο οικοπέδο ώστε η τοποθέτησή του να γίνει με την μεγάλη επιφάνειά του ανοιχτή στον ήλιο και στον νοτιά.

Εικόνα 42:
<https://www.wagnermeters.com/wood-building-material/>

- Η δημιουργία ξύλινων υποστέγων και περιγκολλών από ελεύθερα κατακόρυφα στοιχεία ή ξύλινες περσίδες σκιασμού δεν απαιτούν επιπλέον θερμομόνωση στη σημερινή νομοθεσία κανονισμών του KENAK⁵⁷.
- Η κατασκευή μεγάλων ή συνεχών ξύλινων ανοιγμάτων για ηλιοσυλλογή στον νοτιά, ή φεγγιτών αερισμού όπου απαιτούνται, γίνεται εύκολα με σχετικά λεπτές διατομές ξύλου της βιομηχανίας ξύλινων κουφωμάτων αντικολλητού ξύλου χωρίς να απαιτείται θερμοδιακοπή.
- Επενδύσεις τοίχων από επιφανειακό ξύλο χαμηλού κόστους ή ελαφρά πανέλλα κατασκευάζονται εύκολα και γρήγορα ή προκατασκευάζονται σε πολλά εργοστάσια.
- Η διπλή αεριζόμενη στέγη με θερμομόνωση έχει την δυνατότητα να κατασκευαστεί εύκολα σε μια ξύλινη κατασκευή. Ο αέρας που κινείται με φυσική ροή μέσα στο διπλό κέλυφος της στέγης δίνει δροσισμό το καλοκαίρι και αύξηση της χαμηλής θερμοκρασίας τον χειμώνα στον εσωτερικό χώρο, επιτρέποντας συνθήκες φυσικής άνεσης λόγω του φυσικού air-cooling.



Εικόνα 43:
<https://www.wagnermeters.com/wood-building-material/>

Εν κατακλείδι, η σωστή χρήση του ξύλου όπως και των άλλων υλικών μπορεί να δώσει στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου με Παθητικά ηλιακά συστήματα μια αρμονία στη κατασκευή και ένα υψηλό αισθητικό αποτέλεσμα συνδυάζοντάς τα με έναν υγιεινό τρόπο διαβίωσης. Δεν πρέπει όμως τότε να παραλείπεται ότι το ξύλο ως φυσικός οργανισμός προσβάλλεται από άλλους οργανισμούς ή μη και είναι πιθανόν να υποβαθμίσουν την αντοχή, την υγιεινή και την αισθητική του. Οι κύριοι παράγοντες είναι η υγρασία, τα έντομα, οι μύκητες και η φωτιά.

Για προστασία από την υγρασία, τα ξύλα περνιούνται με στεγανωτικά οικολογικά βερνίκια τα οποία εισχωρούν μέσα στους πόρους του ξύλου.

Η εξυγίανση των προσβεβλημένων ξύλων από έντομα του τύπου, σaráκι, γίνεται με την αφαίρεση όλων των προσβεβλημένων τμημάτων σε βάθος και τον καυτηριασμό με φλόγα. Ακολουθεί βούρτσισμα με μεταλλική βούρτσα ή τρίψιμο με γυαλόχαρτο. Άλλη τεχνική για εξυγίανση από άλλου τύπου έντομα, είναι υπό μορφή ενέσεων ή με αφαίρεση των προσβεβλημένων τμημάτων όπου οι οπές αφήνονται ανοιχτές επί αρκετές ημέρες σε

⁵⁷ Νόμος 3661-Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων

συνθήκες καλού αερισμού, καυτηριάζονται με καυτό αέρα ή ειδικά αέρια και στη συνέχεια κλείνονται με κερί.⁵⁸



Εικόνα 44: Λευκή, Μαλακή,Καστανή σήψη ξύλου από μύκητες.

Όσο αφορά την προσβολή του ξύλου από μύκητες, είναι χαρακτηριστικό ότι δεν εμφανίζονται σε ξύλα με υγρασία μικρότερη από 20%. Οι μύκητες προσβάλλουν το εσωτερικό των κυττάρων του ξύλου και τους προσδίδουν το γαλαζωπό χρώμα. Η προσβολή γίνεται από μέσα προς τα έξω και έτσι δεν γίνεται πάντα αντιληπτή.

Τέλος, η φωτιά είναι ένας μεγάλος εχθρός του ξύλου. Έτσι, ο συνδυασμός ρητινώδους επάλειψης με αφρώδες πυροπροστατευτικό υλικό αποτελεί μια αποτελεσματική επιλογή. Γενικά τα υλικά προστασίας του ξύλου είναι ορισμένες φορές τοξικά και για το λόγο αυτό η εφαρμογή τους πρέπει να γίνεται σε αεριζόμενους χώρους και οι τεχνίτες να φορούν προστατευτικά γάντια και μάσκες.

⁵⁸ Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τεχνολογία Ξύλου, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος

Σύγχρονα Υλικά

Ο ρόλος των Μετάλλων



Εικόνα 45,Μεταλλικός σκελετός,
Πηγή: ehphotos.com

Η κατασκευή κτιρίων με σκελετό από μεταλλικές του τύπου χάλυβα διατομής, ψυχρής διαμόρφωσης ανθεί για πάνω από 15 χρόνια σε Ιαπωνία, Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής καθώς και στην Αυστραλία. Τα τελευταία χρόνια , η μέθοδος διαδίδεται ραγδαία και στη Δυτική Ευρώπη και την Αγγλία. Όλο και περισσότερα “penthhouse” ουρανοξυστών κατασκευάζονται με τη μέθοδο αυτή, γιατί απαιτούν ελαφριά αλλά πολυτελή κατασκευή, ανθεκτική στην υγρασία. Οι μεταλλικές κατασκευές αποτελούν μικρό μόνο μέρος του συνολικού όγκου των κατασκευών στην Ελλάδα, περιορισμένες κυρίως στο χώρο των βιομηχανικών και εμπορικών κτιρίων⁵⁹.

Η Αλήθεια είναι ότι η συμπεριφορά των μεταλλικών στοιχείων και κατασκευών διαφέρει σημαντικά από αυτήν των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος. Από τα πολλά πλεονεκτήματα της μεθόδου, εκείνα που έχουν ιδιαίτερη σημασία για χώρες όπως η Ελλάδα είναι αρχικά το γεγονός ότι ο φέρων οργανισμός , μεταλλικός σκελετός, είναι ενγένει πιο εύκαπτος με μια εξαιρετικά αντισεισμική κατασκευή. Η ελαφριά δόμηση, η δυνατότητα πολυμορφικού σχεδιασμού και τα χαρακτηριστικά του χάλυβα συντελούν στη δημιουργία κτιρίων που κρίνονται ασφαλέστερα σε περίπτωση σεισμού, καθώς επίσης επιτρέπουν τη δημιουργία χώρων με μεγάλα ανοίγματα και ελεύθερα ύψη, οδηγώντας στην ευκολότερη κατασκευή κτιρίων μεγάλων διαστάσεων με σημαντική οικονομία υλικού.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι σημαντική υστέρηση χάλυβα παρουσιάζεται στις χώρες της Ευρώπης, υστέρηση που είναι ακόμα μεγαλύτερη στην Ελλάδα. Παρά την υστέρηση πάντως, η τάση για δημιουργία μεταλλικών κτιρίων στην Ελλάδα είναι ανοδική τα τελευταία χρόνια. Ένα από τα ζητήματα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον είναι η *ενεργειακή συμπεριφορά των μεταλλικών κτιρίων*, ιδιαίτερα μάλιστα εν όψει της εφαρμογής του ν.3661/08 και του κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων, που ενσωματώνουν την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στην ελληνική νομοθεσία.

⁵⁹ Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 10, 2009 σελ. 92

Τα δομικά στοιχεία κάθε μεταλλικής κατασκευής θα πρέπει, πέραν της στατικής και της δυναμικής επάρκειας τους, να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις που αφορούν στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και κατ' επέκταση και στις συνθήκες θερμικής άνεσης που επικρατούν στο εσωτερικό του. Η νομοθεσία ορίζει κατώτατα όρια στον τομέα της θερμομόνωσης, τα οποία θα πρέπει να τηρεί η κάθε κατασκευή. Τα κριτήρια για την επιλογή του περιβλήματος έχουν να κάνουν με τη μορφολογία του κτιρίου και τα κλιματικά χαρακτηριστικά. Υπό αυτή την έννοια η *εξωτερική τοιχοποιία* του κτιρίου, είτε αυτό είναι μεταλλικό είτε είναι συμβατικό, θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

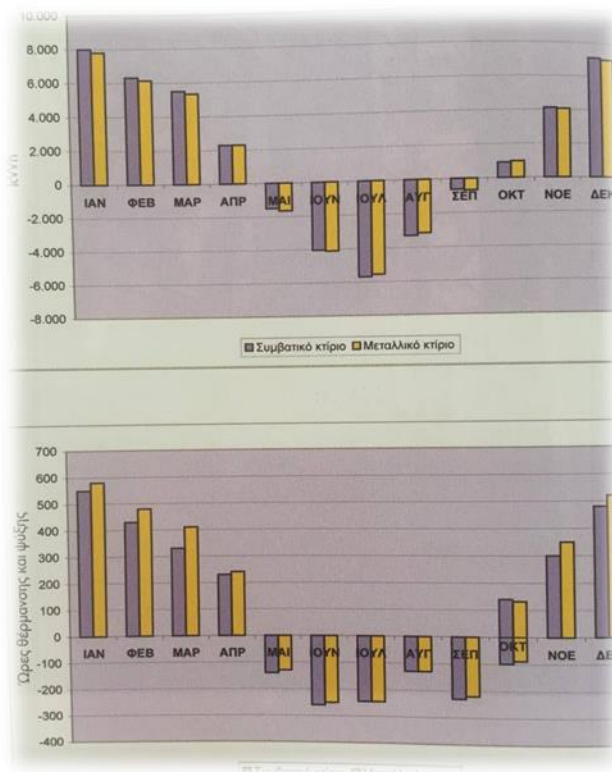
- Θερμική αντίσταση για τη μείωση της απώλειας ενέργειας δια μέσου της μάζας της.
- Μικρή διαπερατότητα αέρα για τη μείωση της απώλειας ενέργειας λόγω διαφυγής στο εξωτερικό περιβάλλον.
- Αποφυγή συγκέντρωσης υγρασίας, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή της μόνωσης ή σε δυσάρεστες συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος.
- Εύκολη εγκατάσταση πρόσθετων στοιχείων, όπως για παράδειγμα κουφωμάτων.
- Διευκόλυνση της διέλευσης αγωγών όπως ηλεκτρικού, θέρμανσης, φυσικού αερίου.

Το ερώτημα που γεννάτε στον καθένα από εμάς που θα σκεφτεί μια μεταλλική κατασκευή σε σχέση με μια συμβατική, είναι κατά πόσο η ενεργειακή συμπεριφορά του μεταλλικού κτιρίου παρουσιάζει ουσιαστική διαφορά σε σχέση με αυτήν του συμβατικού. Για να δοθεί απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα μελετήθηκε⁶⁰ η ενεργειακή συμπεριφορά ενός τυπικού ελληνικού κτιρίου γραφείων, κατασκευασμένου με συμβατικό τρόπο και εναλλακτικά ως μεταλλικής κατασκευής με τη χρήση του λογισμικού EnergyPlus-έκδοση 2.1.0.

Το κτίριο θεωρήθηκε τριώροφο σε ελεύθερη δόμηση και προσανατολισμένο κατά τον άξονα ανατολής-δύσης. Η συνολική επιφάνεια κάθε ορόφου είναι 240m^2 και κάθε όροφος έχει οκτώ γραφεία των 20m^2 το καθένα, χώρους υγιεινής με επιφάνεια 20m^2 , κοινόχρηστο κλιμακοστάσιο εμβαδού 20m^2 και ένα διάδρομο κατά μήκος του άξονα του κτιρίου, που καταλαμβάνει 40m^2 .

⁶⁰ Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, τεχνικές σελίδες, τεύχος 10, 2009

Η μεταλλική κατασκευή που προσομοιώθηκε επιλέχθηκε έτσι ώστε να παρουσιάζει αντίστοιχα χαρακτηριστικά και ιδιότητες με το συμβατικό κτίριο γραφείων.



Εικόνα 45: Μηνιαίες καταναλώσεις ενέργειας για θέρμανση και ψύξη για το συμβατικό και το μεταλλικό κτίριο, Πηγή: ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 10/2009

Η κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκε διακριτά για τη θέρμανση και την ψύξη. Καθώς και στις δύο κατασκευές τα χαρακτηριστικά θερμοδιαπερατότητας του κελύφους και αερισμού των χώρων είναι αντίστοιχα, αυτό που οδηγεί σε διαφοροποιήσεις είναι η θερμοχωρητικότητα του κτιριακού κελύφους. Πράγματι, παρατηρώντας την κατανάλωση ενέργειας για τη χειμερινή και θερινή περίοδο, όπως φαίνονται στο παραπάνω διάγραμμα, δεν εντοπίζεται κάποια ξεκάθαρη διαφοροποίηση. Η μεταλλική κατασκευή φαίνεται ότι απαιτεί ελαφρώς μικρότερα ποσά ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου εν γένει, με εξαίρεση τις μεταβατικές περιόδους της άνοιξης και του φθινοπώρου, κατά τη διάρκεια των οποίων το συμβατικό κτίριο απαιτεί ελαφρώς μικρότερα ποσά ενέργειας. Σε

κάθε περίπτωση οι διαφορές ως προς την κατανάλωση είναι της τάξης του 2% ποσοστό που εμπίπτει στα όρια του υπολογιστικού σφάλματος. Αντίθετα, εκεί που η διαφορά είναι αξιοσημείωτη είναι στη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης.

Δομικά υλικά μη φέρουσας κατασκευής

Ο ρόλος του Γυαλιού

Στο παρελθόν σε πολλές αραβικές και μεσογειακές χώρες η αρχιτεκτονική βασιζόταν σε υλικά όπως η πέτρα, ο πηλός, η λάσπη και σχετικά πρόσφατα υλικά όπως το σκυρόδεμα. Όλα τα παραπάνω υλικά βασίζονταν σε γήινους χρωματικούς τόνους. Η αρχιτεκτονική μορφή εκφραζόταν με λίγα ανοίγματα προκειμένου να παρέχει προστασία και σκιά από τον ήλιο. Κατ' επέκταση στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, όπου ο ήλιος ήταν ελάχιστος σε σχέση με τις μεσογειακές χώρες, συναντούσαμε κτίρια με πολλά ανοίγματα και βαμμένα με έντονα θερμά χρώματα.



Εικόνα 46: Χανιά Κέντρο αρχιτεκτονικής Μεσογείου Παλιό Λιμάνι, Πηγή: Προσωπικό αρχείο



Εικόνα 47: Δανία Κοπεγχάγη Παλιό Λιμάνι, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Το γεγονός της χρήσης του γυαλιού μόνο στις ψυχρές χώρες έχει ανατραπεί και πλέον συναντάμε μια μεταμοντέρνα θεώρηση των υλικών ανακατωμένα σε όλα τα διαφορετικά πολιτιστικά και χωρικά υπόβαθρα, παρά τους κλιματολογικούς περιορισμούς. Η ελεύθερη αγορά και η δυνατότητα άμεσης και γρήγορης μετακίνησης έχει επιτρέψει στους αρχιτέκτονες να συμμετέχουν σε ολοένα και περισσότερα κατασκευαστικά έργα, γεγονός που επιφέρει μετακίνηση ιδεών και κατ' επέκταση νέες κατασκευαστικές αντιλήψεις και χρήση νέων υλικών. Η τεχνολογική πρόοδος επίσης μπορεί να επιτρέψει και να υποστηρίξει ακόμα και γυάλινα κτίρια όπως στο Ντουμπάι αδιαφορώντας για τις ενεργειακές τους απαιτήσεις.⁶¹

⁶¹ Οι αρχιτέκτονες υποστηρίζουν πως τα τεχνολογικά προηγμένα γυαλιά αντέχουν σε υψηλές/χαμηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον οι ίδιοι οι αρχιτέκτονες υποστηρίζουν πως τα κτίρια τους θεωρούνται βιοκλιματικά επικαλούμενοι το ανάλογο αρχιτεκτονικό λεξιλόγιο όπως στην περίπτωση μας με την αίθουσα του Παρθενώνα και την ανάπτυξη του διαλόγου με την Ακρόπολη.



Εικόνα 48: dubai, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

«Η σύγχρονη αρχιτεκτονική αξιοποιεί στον μέγιστο βαθμό τα προϊόντα γυαλιού γιατί εξασφαλίζουν αναβαθμισμένη αισθητική στις κατασκευές, αλλά και μείωση στην κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων»⁶²

Η χρήση μεγάλων ανοιγμάτων και υαλοπετασμάτων στα σύγχρονα κτίρια καθώς και όλες οι κατασκευές με διαφώτιστη επιφάνεια έχουν μια πάρα πολύ μεγάλη ευεργετική ικανότητα , καθώς ο φυσικός φωτισμός ο οποίος εισέρχεται βελτιώνει την απόδοση των εργαζομένων , την ψυχική κατάσταση του κάθε ανθρώπου. Όσον αφορά το αρχιτεκτονικό σκέλος της χρήσης των υαλοπετασμάτων ,το γυαλί δεν εφαρμόζεται απλά στα ανοίγματα αλλά αποτελεί ένα τοίχο ή ακόμη και ένα κάλυμμα που περιβάλλει ολόκληρα τα κτίρια. Είναι κατά συνέπεια απαραίτητο να προστατεύει τους χώρους από το ψύχος, τη θερμότητα, την υγρασία, τον άνεμο, την περίσσεια φωτεινής ακτινοβολίας, τη διείσδυση του φωτός, το θόρυβο, τις επικίνδυνες ακτινοβολίες. Παράλληλα όμως, θα πρέπει να είναι οικονομικό, με μεγάλη διάρκεια ζωής και να δίνει ένα καλό αισθητικό αποτέλεσμα. Η εφαρμογή κανόνων τυποποίησης στις μεγάλες βιομηχανίες και η προσπάθεια ανάπτυξης νέων τύπων γυαλιών έχουν προωθήσει σημαντικά την έρευνα με αποτέλεσμα να αποτελέει ίσως το πιο μελετημένο δομικό υλικό με συνεχείς και συστηματικές εξελίξεις.

Σε όλα τα γυάλινα κτίρια παρουσιάστηκε η ανάγκη για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας ή επιδίωξη προστασίας από αυτήν κυρίως τους θερινούς μήνες , καθώς και η εξοικονόμηση της ενέργειας .Με στόχο την βελτίωση των υπαρχόντων υαλοπετασμάτων χρησιμοποιήθηκαν διάφορες επεξεργασίες οι οποίες αξιοποίησαν τα διαθέσιμα, πλαστικά κυρίως, υλικά ή επινόησαν ειδικές κατασκευές με βάση το γυαλί. Διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες με ενδιάμεσο κενό ή αδρανή αέρια και επιστρώσεις ειδικών υλικών στις εσωτερικές τους επιφάνειες , χρησιμοποιήθηκαν για την εξοικονόμηση της ενέργειας. Η

⁶² Από την Εφημερίδα το Έθνος 19/12/2008

τεχνική πρόοδος έχει προσθέσει στο γυαλί ειδικές ιδιότητες όπως, διαφάνεια, ακαμψία, εύκολη συντήρηση και αντίσταση στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Ας δούμε τα πιο διαδεδομένα είδη των γυαλιών σε σχέση με αυτές τους τις ιδιότητες.

- **Γυαλί τύπου float glass**

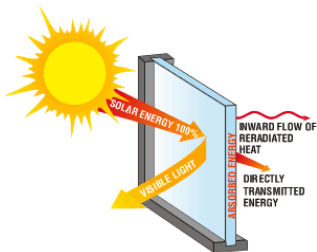


Εικόνα 49: Γυαλί τύπου float glass,
Πηγή: New Scientist, Reflections on glass
research , 31 August 1972 .

Είναι το απλό γυαλί ,το τελείως επίπεδο, καθαρό γυαλί χωρίς άλλες ειδικές ιδιότητες.

Το διεθνές όνομα float glass το έχει πάρει από την παραδοσιακή διαδικασία παραγωγής, που την εισήγαγε ο sir Alastair Pilkington⁶³ στην Αγγλία προς το τέλος της δεκαετίας του '50, με την οποία το 90% του σημερινού επίπεδου γυαλιού κατασκευάζεται. Η ικανότητα μόνωσης είναι σχετικά μικρή⁶⁴ καθώς και μικρή ικανότητα ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας. Γυαλιά τα οποία έχουν μεγάλη σκληρότητα και αφότου σπάσουν παραμένουν στη θέση τους τα κομμάτια αυτών. Είναι τα γυαλιά από συγκολλημένα φύλλα γνωστά ως Triplex, Laminex.

- **Απορροφητικό γυαλί**



γυαλί είναι ένα σημαντικό αρχιτεκτονικό στοιχείο για τις εξωτερικές όψεις κτηρίων. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν επίσης γυαλιά όπως τα σκούρα γυαλιά⁶⁶ και το χυτό γυαλί.

Εικόνα 50: Απορροφητικό Γυαλί, Πηγή: New
Scientist, Reflections on glass research , 31
August 1972

⁶³ New Scientist, Reflections on glass research , 31 August 1972 . Σελ 426

⁶⁴ ($u=1,25 \text{ Watt/m}^2/\text{K}$)

⁶⁵ $u=0,6 \text{ Watt/m}^2/\text{K}$

⁶⁶ Οπαλίνες

- **Ανακλαστικό γυαλί**



Αυτός ο τύπος γυαλιού φέρει μεταλλικό επίστρωμα για τη μείωση της ηλιακής θερμότητας.

Αυτό το ειδικό μεταλλικό επίστρωμα δημιουργεί την αίσθηση καθρέφτη, εμποδίζοντας το να βλέπεις προς τα μέσα. Η μονωτική του ικανότητα είναι αρκετά ικανοποιητική⁶⁷ ενώ έχει ιδιαίτερα μεγάλη ανακλαστικότητα και απορροφητικότητα. Χρησιμοποιείται ευρέως στις όψεις κτηρίων.

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι παραγωγής:

Εικόνα 51: Ανακλαστικό Γυαλί, Πηγή:

New Scientist, Reflections on glass research, 31 August 1972

Παραγωγή πυρόλυσης που γίνεται άμεσα και σε αυτή τη διαδικασία, ημι-αγόμενα μεταλλικά οξειδία τοποθετούνται απευθείας στο γυαλί κατά την παραγωγική διαδικασία όταν το γυαλί είναι ακόμα ζεστό. Πρόκειται για βαριά επιστρώματα που βλάπτουν σχετικά το περιβάλλον.

Έμμεση παραγωγή: σε αυτή τη διαδικασία μία ή περισσότερες επιστρώσεις μεταλλικών οξειδίων τοποθετούνται σε περιβάλλον χαμηλής πίεσης στο είδη έτοιμο γυαλί. Αυτά τα οξειδία είναι ελαφρά και πρέπει να προστατεύονται από τις εξωτερικές συνθήκες. Οπότε εφαρμόζονται στο εσωτερικό μέρος του γυαλιού.

Γενικά, η χρήση υαλοπινάκων με ανακλαστικές επιστρώσεις εξασφαλίζει ευελιξία στη παραγωγή, καλύτερη εν γένει απόδοση από τους χρωματιστούς απορροφητικούς υαλοπίνακες, επιπλέον ο λόγος φωτός/θερμότητας είναι πιο κοντά στη θεωρητική βέλτιστη τιμή και τέλος προσφέρει ποικίλους χρωματικούς συνδυασμούς, προερχόμενους από την ανάκλαση και περατότητα στην επίστρωση.

- **Διαθλαστικό γυαλί**

Ο ρόλος των μικροπρισμάτων επιτρέπει ώστε να αντανάκλασουν και να ανακατευθύνουν και το πιο κάθετο ή άμεσο φως και να αφήσουν το φως να περάσει διάχυτο. Η τεχνολογία πρώτης γενιάς έχει αναπτυχθεί τόσο που οι κατασκευαστές τώρα μπορούν να παρασκευάζουν υλικά και να παράγουν πρισματικές γρίλιες ή περσίδες σε χαμηλότερο κόστος. Αυτές μπορεί να είναι κάθετες ή οριζόντιες.

⁶⁷ $u=0,54 \text{ Watt/m}^2/\text{K}$

Τα μικροσκοπικά γυάλινα πρίσματα τοποθετούνται μεταξύ δύο φύλλων γυαλιού. Αυτά αντανακλούν ή διαχέουν το φως. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και τα κυκλικά πρίσματα, που χρησιμοποιούνται σε γλαυκί ή μουσεία ώστε να επιτυγχάνονται σταθερά επίπεδα φωτισμού σε όλες τις ώρες, επιπλέον και τα τριγωνικά πρίσματα που χρησιμοποιούνται σε χώρους γραφείων ώστε να ανακλάται το φως το καλοκαίρι και να απορροφάται το χειμώνα.

- **Μονωτικό γυαλί**

Το μονωτικό γυαλί είναι ένας συνδυασμός πολλών γυαλιών που συνυπάρχουν με διαφορετικές διατομές και ανάμεσά τους εσωκλείουν αέρα ερμητικά κλεισμένο. Η πιο σημαντική λειτουργία του μονωτικού γυαλιού είναι η μείωση των θερμικών απωλειών. Με αυτόν τον τρόπο προσφέρει πολλά

πλεονεκτήματα όπως χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, απόλυτη διαύγεια και διαφάνεια μειώνοντας την κατακρήση της υγρασίας λόγω του θερμού εσωτερικού αέρα και ταυτόχρονα παρέχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιούνται εκτενέστερα υαλοστάσια χωρίς να αυξάνεται η ενεργειακή κατανάλωση. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι διπλοί υαλοπίνακες οι οποίοι αποτελούν μια κοινή κατασκευή τουλάχιστον για τα νέα κτίρια, ιδιαίτερα σε βόρειες περιοχές. Το διάκενο μεταξύ των γυαλιών κυμαίνεται μεταξύ 6 ως 12 χιλιοστά. Σε περίπτωση που στο διάκενο αυτό περιλαμβάνεται αέρας, αυτός θα πρέπει να είναι τελείως αφυδατωμένος και να ελέγχεται με σύστημα αφύγρανσης. Ωστόσο πρόσθετη βελτίωση στα διπλά γυαλιά αποτελεί η πλήρωση του διακένου με αδρανή αέρια, όπως για παράδειγμα το αργόν. Τα διπλά γυαλιά λειτουργούν πολύ καλύτερα⁶⁸ μονωτικά από ό,τι τα απλά αλλά όχι και όσον αφορά την ανακλαστικότητα και την απορροφητικότητα.

- **Γυαλιά χαμηλής εκπομπής / low-e (emissivity)**



Εικόνα 52: Γυαλί low-e class,
Πηγή: New Scientist, Reflections
on glass research, 31 August 1972

Είναι διπλά γυαλιά με ειδική επικάλυψη από εξαιρετικά λεπτά μεταλλικά φύλλα, συνήθως από άργυρο που προστατεύεται από μεταλλικά οξείδια ή βαφή με ειδικά μίγματα που εκτοξεύονται σε αέρια φάση πάνω σε θερμό γυαλί ή μπορεί να εφαρμοστούν με βαφή υπό κενό σε λεπτό στρώμα στην επιφάνεια του γυαλιού. Τα υλικά αυτά είναι συνήθως υλικά χαμηλής ικανότητας εκπομπής θερμότητας. Αυτό το λεπτό επίστρωμα μεταλλικού οξειδίου επιτρέπει στη θερμότητα και το φως του ήλιου να περάσει μέσω του γυαλιού στο κτήριο. Συγχρόνως εμποδίζει τις θερμικές απώλειες σε μεγάλο βαθμό.

⁶⁸ $u=0,6 \text{ Watt/m}^2/\text{K}$

Ανάλογα με τη θέση του επιστρώματος στο μέσα ή στο έξω γυαλί, προς αυτό είναι μικρή η εκπομπή Θερμότητας και ακτινοβολίας. Ιδανικά θα έπρεπε να αλλάζουν θέση κατά τη διάρκεια του χρόνου δηλαδή το χειμώνα να τοποθετείται το επίστρωμα προς τα μέσα και το καλοκαίρι προς τα έξω. Όσον αφορά τη μόνωση παρουσιάζει καλύτερες ιδιότητες σε σχέση με τα προηγούμενα ήδη γυαλιών⁶⁹.

- **Φωτοβολταϊκά πάνελα.**



Εικόνα 53: φωτοβολταϊκα πανελ, Πηγή: Προσωπικό αρχείο

Το φωτοβολταϊκό γυαλί είναι ένα ειδικό γυαλί με ενσωματωμένες φωτοβολταϊκές μονάδες, για να μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα και από τις όψεις του κτηρίου. Όταν το φως χτυπά σε έναν συνδυασμό υλικών συμπεριλαμβανομένης της σιλικόνης, παράγεται ηλεκτρική τάση. Αυτή ήταν μια επαναστατική ανακάλυψη επειδή από αυτήν προέκυψε η ιδέα ότι κάποιος μπορούσε να παράγει ενέργεια από το ηλιακό φως. Σε ιδανικές συνθήκες τα

φωτοβολταϊκά πάνελα πρέπει να εστιάζουν στον ήλιο όσο αυτός λάμπει. Τα πάνελα μπορεί να γέρνουν σύμφωνα με το ύψος και ύστερα να στρέφονται στην πιο πλεονεκτική κατεύθυνση. Προφανώς, είναι δυνατόν τα φωτοβολταϊκά πάνελα να τοποθετηθούν επίπεδα ή κάθετα σε οροφές και όψεις, αλλά αυτό πάντα θα μειώνει την αποτελεσματικότητα και την απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Στα κτίρια με γυάλινα πετάσματα υπάρχει πάντα μια αντιφατικότητα στο πότε επιβάλλεται να γίνεται δεκτή θετικά η ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό των χώρων και πότε πρέπει να αποφεύγεται. Έτσι είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν γυαλιά που να καλύπτουν κατά το δυνατό όλες τις ανάγκες στη διάρκεια όλου του εικοσιτετραώρου, γυαλιά τα οποία αφήνουν το φως να περάσει αλλά σκουραίνουν όταν αυτό είναι υπερβολικό. Με την διαδικασία αυτή επεμβαίνει κανείς στην θερμοαπορροφητικότητα και όχι στην ανακλαστικότητα. Οι κυριότερες κατηγορίες γυαλιών προκύπτουν από επεξεργασίες που πραγματοποιούνται σε αυτά είναι:

⁶⁹ $u=0,46 \text{ Watt/m}^2\text{K}$

- **Ηλεκτροχρωμικά γυαλιά**



Εικόνα 54 :Ηλεκτροχρωμικά Γυαλιά στην απορροφητική-διαθλαστική τους κατάσταση

Τα γυαλιά αυτά γίνονται ανακλαστικά ή απορροφούν την υπέρυθη ακτινοβολία χωρίς να αλλάζει σημαντικά το χρώμα τους. Αποτελούν στην ουσία ένα σύστημα ανόδου - καθόδου που δημιουργεί η ροή ρεύματος από τη σύνδεση υλικών διαφορετικού δυναμικού. Ηλεκτροχρωμική συμπεριφορά εμφανίζουν πολλές ομάδες οργανικών και ανόργανων υλικών. Είναι γυαλιά στα οποία έχουν διαστρωθεί πολλά στρώματα ηλεκτροχρωμικής βαφής. Το μειονέκτημά τους όμως είναι ότι το σύστημα αυτό έχει περιορισμένη διάρκεια ζωής. Ήδη πραγματοποιούνται έρευνες για τη χρήση υγρών κρυσταλλικών ηλεκτροχρωμικών υλικών. Το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να ενεργοποιηθεί με το χέρι ή από αισθητήρες που αντιδρούν στην ελαφριά ένταση. Το γυαλί που σκουραίνει μειώνει την ηλιακή μετάδοση στο κτήριο καθώς όταν υπάρχει λίγο φως του ήλιου, το γυαλί φωτίζεται περισσότερο, έτσι ώστε η ανάγκη για το τεχνητό φως να ελαχιστοποιείται.

- **Θερμοχρωμικά γυαλιά**

Τα θερμοχρωμικά υλικά αλλάζουν χρώμα βάσει της ανταπόκρισής τους στη θερμότητα. Υπάρχουν πολλά θερμοχρωμικά μίγματα. Σε αυτά περιλαμβάνονται διάφορα ρευστά μεταβλητής πυκνότητας, πολυμερικά υγρά και διαλύματα νερού. Τα υλικά αυτά μεταμορφώνονται από διαφανή σε γαλακτόχρωμα κάτω από μια κρίσιμη θερμοκρασία. Τα υλικά αυτά εφαρμόζονται στα γυαλιά και έχουν την ιδιότητα να μεταβάλλονται από διαφανή σε γαλακτόχρωμα, όταν ανέβει η θερμοκρασία του χώρου.

- **Φωτοχρωμικά γυαλιά**

Τα φωτοχρωμικά γυαλιά αλλάζουν χρώμα με την ένταση του φωτός. Μια κοινή χρήση των φωτοχρωμικών γυαλιών είναι γνωστή από τα γυαλιά ηλίου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται βαφές με μεταλλικά άλατα αλογόνων καθώς και διάφορα οργανικά ή ανόργανα συνθετικά υλικά. Πολλά από αυτά τα συνθετικά υλικά, προκειμένου να γίνουν φωτοχρωμικά, επιβάλλεται να συνδυάζονται με ίχνη βαρέων μετάλλων ή με αλογόνα. Η βραδεία ανταπόκριση στις μεταβολές της ηλιακής ακτινοβολίας δεν αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα για τα κτίρια.

- **Αυτοκαθαριζόμενα γυαλιά**



Εικόνα 55: Αυτοκαθαριζόμενα γυαλιά

Οι αυτοκαθαριζόμενοι είναι υαλοπίνακες, οι οποίοι είναι επικαλυμμένοι με μια ειδική, διάφανη οργανική επίστρωση. Η επίστρωση αυτή είναι *υδρόφιλη* και *φωτοκαταλιζόμενη*. Η επίστρωση αυτή εναποτίθεται πάνω στον υαλοπίνακα εν θερμό με την μέθοδο της πυρόλησης και ως εκ τούτου έχει ιδιαιτέρως αυξημένη μηχανική αντοχή. Η επίστρωση αυτή ενεργοποιείται από το υπεριώδες κομμάτι της ηλιακής ακτινοβολίας και λύει τους δεσμούς συνοχής μεταξύ του υαλοπίνακα και των ανεπιθύμητων εναποθέσεων. Με τους δεσμούς αυτούς εξασθενισμένους το νερό της πρώτης βροχής δημιουργεί ένα στρώμα νερού κατά μήκος της επιφάνειας του γυαλιού και ξεπλένει την αποσυντιθέμενη οργανική βρωμιά. Η δράση αυτή, καθιστά την ανάγκη καθαρισμού του υαλοπίνακα πολύ πιο σπάνια συγκεκριμένα, χρειάζεται καθαρίσμα περίπου 5 με 6 φορές πιο σπάνια από τους κοινούς υαλοπίνακες.

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι οι υαλοπίνακες αυτοί έχουν σχεδιαστεί για εξωτερική χρήση και μάλιστα μόνο στις περιπτώσεις όπου ο υαλοπίνακας θα βρεθεί εκτεθειμένος διαδοχικά τόσο στο φυσικό ηλιακό φως όσο και στο νερό της βροχής. Απεναντίας, είναι ιδανική λύση οπουδήποτε το καθαρίσμα των υαλοπινάκων είναι προβληματικό ή ακόμα και πολύ ακριβό όπως για παράδειγμα:

- Αίθρια
- Στέγαστρα
- Έπιπλα πόλης (στάσεις λεωφορείων, τηλεφωνικοί θάλαμοι και ούτω καθεξής .
- Βιτρίνες καταστημάτων
- Υαλοπετάσματα

Οι αυτοκαθαριζόμενοι υαλοπίνακες, λειτουργούν το ίδιο καλά σε μια ποικιλία περιβαλλοντολογικών συνθηκών όπως :

- Αστικές περιοχές
- Εξοχικές περιοχές
- Παραθαλάσσιες τοποθεσίες
- Περιοχές αυξημένης ρύπανσης (κοντά σε εργοστάσια, πολυσύχναστους δρόμους, αεροδρόμια κλπ)

Η οπτική εμφάνιση της επίστρωσης είναι τελείως διάφανη, άρα δεν είναι δυνατόν να την αντιληφθεί κανείς, εκτός και εάν διαθέτει ειδικό εξοπλισμό. Η αυτοκαθαριζόμενη επίστρωση, εκτός από την εφαρμογή της σε κοινούς λευκούς υαλοπίνακες, υπάρχει

διαθέσιμη στην Ελληνική αγορά πάνω σε ενεργειακούς και ανακλαστικούς υαλοπίνακες επίσης.

Η αυτοκαθαριζόμενη δράση της επίστρωσης είναι σχεδιασμένη και επιδρά κυρίως στους εξής ρύπους :

- Σκόνη
- Θαλασσινό νερό
- Υπολείμματα εντόμων
- Οργανικούς ατμοσφαιρικούς ρύπους

Η μέγιστη απόδοση του υαλοπίνακα επιτυγχάνεται όταν είναι τοποθετημένος κατακόρυφα με την μέγιστη δυνατή έκθεση τόσο στο ηλιακό φώς όσο και στο βρόχινο νερό. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να θεωρήσει κανείς ότι οι υαλοπίνακες αυτοί δεν χρειάζονται απολύτως κανέναν καθαρισμό. Επίσης δεν μπορούν να διαλύσουν μεγάλες περιοχές συμπαγών ορυκτών ρύπων όπως για παράδειγμα τσιμέντο, μπογιά, βερνίκι. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι οι υαλοπίνακες αυτοί απενεργοποιούνται και αδρανοποιούνται μόνιμα, εάν έρθουν σε επαφή με μη συμβατή σιλικόνη.

Οικολογικά χρώματα και η πιστοποίηση τους

Με την βιομηχανική έκρηξη των τελευταίων 150 χρόνων ο άνθρωπος ασέλγησε στη φύση και στους πόρους της, με αποτέλεσμα τώρα πια , να αναζητά διορθωτικές κινήσεις. Οι καταναλωτές συνειδητοποιούν ότι η στάση τους απέναντι στο περιβάλλον πρέπει να διαφοροποιηθεί και να αρχίσουν να σέβονται τη φύση και τους πόρους της. Οι επιχειρήσεις αρχίζουν να αντιλαμβάνονται ότι οι δραστηριότητές τους επηρεάζουν σε πολλές περιπτώσεις το περιβάλλον και ότι είναι υπεύθυνες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που δημιουργούν. Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιέλαβαν στη συνθήκη του Μάαστριχ την προστασία του περιβάλλοντος στους στόχους της ενιαίας Ευρώπης, έχοντας υπόψη ότι η αειφόρος οικονομική ανάπτυξη είναι αδύνατη χωρίς το σεβασμό του περιβάλλοντος. Στόχος είναι ο σχεδιασμός, η παραγωγή και η διακίνηση προϊόντων που επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον σε όλο τον κύκλο της ζωής τους. Με αυτό το γνώμονα, τέθηκε σε εφαρμογή τον Μάρτιο του 1992 το Κοινοτικό Σύστημα Απονομής Οικολογικού Σήματος (EEC Regulation 880/1992) ⁷⁰ το οποίο έρχεται με βάση τεκμηριωμένα, αντικειμενικά και επιστημονικά κριτήρια να αξιολογήσει εάν ένα προϊόν είναι οικολογικό ή όχι.



Εικόνα 56: Οικολογικό Σήμα

Στόχος είναι τα Οικολογικά προϊόντα να μην υστερούν ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά και την απόδοσή τους. Κάθε προϊόν που ικανοποιεί τα κριτήρια, πιστοποιείται με την "Μαργαρίτα", το οικολογικό σήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μόνο κάθε προϊόν που φέρει το οικολογικό σήμα, μπορεί να χαρακτηριστεί ως οικολογικό. Το σύστημα οικολογικού σήματος είναι Πανευρωπαϊκό, επιλεκτικό, εγκρίνεται επίσημα και βασίζεται σε πολλά κριτήρια.

⁷⁰ <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=521>

Σε όλα αυτά τα στάδια λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες⁷¹:

- ποιότητα αέρα, υδάτων
- προστασία εδάφους, μείωση αποβλήτων
- εξοικονόμηση ενέργειας, διαχείριση φυσικών πόρων
- πρόληψη της αύξησης θερμοκρασίας του πλανήτη
- προστασία της στοιβάδας του όζοντος
- περιβαλλοντική ασφάλεια, θόρυβος
- τεχνικά χαρακτηριστικά και επιδόσεις του προϊόντος κατά την εφαρμογή και τη χρήση
- οδηγίες ασφαλούς χρήσης και διάθεσης υπολείμματος προϊόντος στο περιβάλλον

Το χαρακτηριστικό λογότυπο, (μαργαρίτα), χαρακτηρίζει όλα τα προϊόντα στα οποία έχει απονεμηθεί το Οικολογικό σήμα. Τα προϊόντα, τα οποία φέρουν τη μαργαρίτα, αναγνωρίζονται από περισσότερους από 370 εκ. καταναλωτές στην Ευρώπη. Τα κριτήρια απονομής οικολογικού σήματος σε χρώματα και βερνίκια εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών.

Τα Οικολογικά κριτήρια των εσωτερικών και των εξωτερικών χώρων είναι :

- Υψηλή καλυπτικότητα και απόδοση
- Περαιτέρω μείωση στην ήδη χαμηλή περιεκτικότητα Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (VOC) και νέος περιορισμός στη χρήση Ημιπτητικών Οργανικών Ενώσεων (SVOC).
- Μεγάλες αντοχές στο συχνό πλύσιμο (όπου προβλέπεται).
- Υψηλή πρόσφυση, αντοχή στο νερό και στις αλκαλικές επιφάνειες.
- Αντοχή στις καιρικές συνθήκες χωρίς προβλήματα κιμωλίας, ξεφλούδίσματος, φλύκταινων, σκασιμάτων.

⁷¹ <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=521>

- Ισχυρισμοί για ικανοποίηση ιδιοτήτων όπως αδιαβροχοποίηση, αναπνοή, ελαστικότητα και γεφύρωση ρωγμών, αντιμυχλική δράση επαληθεύονται από ανεξάρτητο φορέα/εργαστήριο.
- Δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα ούτε καρκινογόνες και τοξικές ουσίες (APEOS, DINP, DIDP, PFAS, PFCA, PFOA and the related substances listed in the OECD "Preliminary lists of PFOS, PFAS, PFOA " (Αυστηρά όρια).
- Περαιτέρω περιορισμός των επικίνδυνων ουσιών για τον άνθρωπο και το περιβάλλον σε
- " όλο τον κύκλο ζωής τους". Δεν περιέχουν ουσίες ή μείγματα που έχουν χαρακτηριστεί τοξικά, επικίνδυνα για το περιβάλλον, ευαισθητοποιητικά του αναπνευστικού συστήματος ή του δέρματος ή καρκινογόνα , μεταλλαξιογόνα ή τοξικά για την αναπαραγωγή.
- Πολύ χαμηλά όρια στη χρήση βιοκτόνων (π.χ.συντηρητικά δοχείου, υμένα, χρωστικών).
- Πληροφορίες για τον χρήστη με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος (Συστάσεις για τον καθαρισμό εργαλείων και της διαχείρισης των αποβλήτων, προκειμένου να περιοριστεί η ρύπανση των υδάτων. Συμβουλές για τον υπολογισμό της ποσότητας που χρειάζεται και χρήση του σωστού ασταριού με στόχο την μείωση της κατανάλωσης αλλά και της μείωσης των περιρσευμάτων).
- Πτητικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων (VAH).

Ένα κλιματικά ουδέτερο οικολογικό χρώμα το οποίο συνεισφέρει στην υπερθέρμανση του πλανήτη παρουσίασε το 2010 γνωστή βιομηχανία οικοδομικών χρωμάτων για να μας υπενθυμίσει τον σεβασμό που πρέπει να έχουμε απέναντι στη φύση όπως προαναφέρθηκε.Το μοναδικό ανάλογο προϊόν στην Ελληνική αγορά και ένα από τα ελάχιστα παγκοσμίως το οποίο έχει μάλιστα πιστοποιηθεί από τον κορυφαίο οργανισμό αντιστάθμισης ρύπων My Climate σε συνεργασία με το Κέντρο Αειφορίας (CSE)⁷².

⁷² www.vitex.gr

ΜΕΡΟΣ Β'

Τα οφέλη για το περιβάλλον προκύπτουν εξ'αρχής από την κατανόηση των επιβαρυντικών παραμέτρων και τη δρομολόγηση λύσεων για τη μείωσή τους, ενώ παράλληλα για τις αναπόφευκτα εκλυόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου πραγματοποιείται αντιστάθμιση. Οι επιδόσεις των υλικών, ή αντίθετα η περιβαλλοντική τους συμπεριφορά, αναλύεται σε συνιστώσες. Έτσι, ο χρήστης ή ο καταναλωτής, μπορεί να έχει τόσο τη συγκεντρωτική του βαθμολογία, όσο και στοιχεία για την περιβαλλοντική επίπτωση των υλικών στους επιμέρους αποδέκτες όπως το έδαφος, η ατμόσφαιρα και το νερό αλλά επίσης και περιοχές ενδιαφέροντος όπως η υγεία και η ενεργειακή κατανάλωση.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται ένα παράδειγμα ενός πίνακα που συνοψίζει την ανάλυση αυτή για μια ειδική κατηγορία υλικών όπως τα οικοδομικά χρώματα.

Πίνακας 8.4.2.: Κατάταξη των διαφόρων χρωμάτων ανάλογα με την επικινδυνότητά τους και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον		Παραγωγή									Χρήση				
	Παράγον Κόστους	Κατανάλωση Ενέργειας	Κατανάλωση Πόρων (Βιολογικών)	Κατανάλωση Πόρων (μη Βιολογικών)	Φαινόμενο θερμοκηπίου	Καταστροφή Στιβάδας Οζόντος	Τοξικότητα	Όξινη Βροχή	Φωτοχημική Ρύπανση	Άλλες Μορφές Ρύπανσης	Κατανάλωση Ενέργειας	Διάρκεια / Συντήρηση	Ανακύκλωση / Διάθεση	Υγεία	Άλλες Επιπτώσεις
Χρώματα και Βαφές Ξυλείας															
Συνθετικά με οργανικούς διαλύτες		●	●				●	●	●	●			●	●	
Συνθετικά – υδατοδιαλυτά		●	●				●	●	●	●			●	●	
Φυτικής προέλευσης με οργανικούς διαλύτες		●					●		●					●	
Φυτικής προέλευσης - υδατοδιαλυτά		●					●								

Εικόνα 56: Πίνακας κατάταξης, Πηγή: Οικολογική Δόμηση, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα Ιούνιος 2000

	ΕΝΕΡΓΕΙΑ	ΡΥΠΟΙ	ΝΕΡΟ	ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΑΝΤΑ	CO ₂
Οικολογικό χρώμα	1.214 KWh	95.300	46.500	72.600	225.400
Μη οικολογικό	4.567 KWh	177.100	151.800	246.900	782.100

Εικόνα 58: Αποτελέσματα βαφής με οικολογικά χρώματα σε σπίτι 200τμ, Πηγή: Κώστας & Θέμης Τσίττηρας, Οικολογική αρχιτεκτονική, Κεδρος, 2005

Τα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

Ο κλειστός χώρος που θερμαίνεται ακτινοβολεί θερμότητα στο ψυχρότερο περιβάλλον που είναι δίπλα του. Η θερμότητα που διαπερνά από τις ατέλειες του, δημιουργεί απώλειες με αποτέλεσμα οι απώλειες αυτές να διορθώνονται με διάφορους τρόπους μόνωσης χωρίς αυτό να έχει ως αποτέλεσμα το μη αερισμό του χώρου και της ανακύκλωσης του αέρα.

Είναι αναγκαίο όλοι οι χώροι να έχουν ανοίγματα για την είσοδο και την έξοδο του αέρα. Αυτό επιτυγχάνεται με φυσικούς ή τεχνητούς τρόπους με βασική προϋπόθεση η σωστή προστασία ώστε να μην διαφεύγει άσκοπα η θερμική ενέργεια από το κτίριο. Η ιδανική θερμομόνωση σε συνδιασμό με ένα ικανοποιητικό σύστημα κλιματισμού δημιουργεί την άνετη διαβίωση, εξασφαλίζοντας οικονομία στη σωστή στην αρχική δαπάνη εγκατάστασης και στις δαπάνες λειτουργίας της θέρμανσης ,μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμοκρασίας με το εξωτερικό περιβάλλον ή με χώρους που έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Επιπροσθέτως συμβάλλει στην εξοικονόμηση χρημάτων από τα έξοδα συντήρησης, αυξάνοντας τον χρόνο ζωής της κατοικίας .

Τα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά παίζουν πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στη ζωή του κτιρίου και οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να μηνυθεί ένας τοίχος, ποικίλει. Αρχικά, ο πρώτος τρόπος θερμομόνωσης γίνεται από το εσωτερικό μέρος του⁷³. Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα. Ο δεύτερος τρόπος θερμομόνωσης γίνεται από το εξωτερικό μέρος τους και σε αυτή την περίπτωση το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Ο τρίτος τρόπος θερμομόνωσης γίνεται με τη χρήση ειδικών τούβλων που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους ,τις διαστάσεις πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή διαπερατότητας τον οποίο επιβάλει ο κανονισμός θερμομόνωσης⁷⁴.

⁷³ Κώστας Στεφ. Τσίππρας, Θέμης Στεφ. Τσίππρας, 2005 , Οικολογική Αρχιτεκτονική ,Εκδόσεις Κέδρος Α.Ε , σελ 273

⁷⁴ http://www.elinyae.gr/el/category_details.jsp?cat_id=827

Τα *οικολογικά θερμομονωτικά υλικά* είναι ανακυκλώσιμα και δεν περιέχουν τοξικούς ή καρκινογόνους ρύπους ,που θέτουν σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπου ενώ παράλληλα δεν απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την παραγωγή τους ούτε μολύνουν το περιβάλλον.

Όπου :

A= Πηγή προέλευσης.

B= Βιολογική Διάρκεια ζωής.

Γ= Οικολογική συμβατότητα.

Δ= Κατανάλωση ενέργειας.

E= Ραδιενέργεια.

ΣΤ= Ηλεκτρικές Ιδιότητες.

Z= Θερμικές Ιδιότητες.

H= Ακουστικές Ιδιότητες.

Θ= Αντίσταση στα μικροκύματα .

I= Διαπνοή.

ΙΑ= Υγρασία /Χρόνος στεγνώματος.

ΙΒ= Αφομοίωση

ΙΓ= Τοξικές πτητικές ουσίες

ΙΔ= Οσμές

ΙΕ= Τεστ αντίστασης του δέρματος

ΙΖ= Βιολογικό Τεστ

ΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ																
ΥΛΙΚΟ	A	B	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ	Η	Θ	Ι	ΙΑ	ΙΒ	ΙΓ	ΙΔ	ΙΕ	ΙΖ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
1. Ξύλο	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2. Φελλός	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3. Άργιλος	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4. Κερί μέλισσας	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5. Τούβλο	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	1	3	2	3	3	-	2,5
6. Ασβεστο-κονίαμα	2	2	3	2	3	3	1	2	-	2	3	2	2	3	2	-	2,3
7. Φυσικό λινέλαιο	1	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	-	2,3
8. Τσιμέντο τύπου portland	1	0	2	1	0	3	1	2	-	1	2	0	1	3	1	-	1,3
9. Πλάκα αμιάντου	1	0	0	1	1	-	2	2	0	1	2	3	-	3	1	0	1,2
10. Συνθετικός γύψος	0	0	0	1	0	-	1	2	0	2	2	3	-	3	1	0	1,1
11. Γυαλί	0	1	1	0	3	0	0	0	-	0	0	3	0	3	3	-	1
12. Ασφαλτόπανο	1	0	1	1	3	3	-	-	0	0	0	-	-	0	0	-	0,8
13. Πολυεστέρας	0	0	0	0	3	0	3	3	0	1	0	3	0	0	0	0	0,8
14. PVC	0	0	0	0	3	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0,6
15. Συνθετική κόλλα	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	0	0	0	3	0	0	0,4
16. Βετανάμ	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0,4
17. Συνθετικό βερνίκι	0	0	0	0	3	0	-	-	-	0	0	-	0	0	0	-	0,3

Εικόνα 59:Ιδιότητες οικοδομικών υλικών, Πηγή: Κώστας & Θέμης Τσίπτηρας, Οικολογική αρχιτεκτονική, Κεδρος,2005

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Α/Α	Υλικό	Ειδικό βάρος (kg/m ³)	Συντελεστής K	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ		Χρόνος* ενεργειακής απόσβεσης (σε μήνες)
				Συνολική ενέργεια παραγωγής	Ποσοστό της συνολικής ενέργειας που δεν μπορεί να ανανεωθεί	
1	Πολυστυρόλη	15-30	0,035-0,040	530-1050	530-1059	7-20
2	Πολυουρεθάνη	30-35	0,020-0,035	1140-1330	1140-1330	9-23
3	Περλίτης	9-100	0,050	210-235	210-235	3,4
4	Κοκοφοίνικας	75-85	0,045	365-405	95	1,5-2,0
5	Φελλός (σε πανέλα)	90-110	0,045	360-440	35-65	0,5-1,5
6	Υαλοβάμβακας	190-240	0,045-0,053	1510-1705	590-785	8-16

* Ο χρόνος ενεργειακής απόσβεσης δηλώνει τον απαραίτητο χρόνο έως όπου η εξοικονόμηση της ενέργειας φτάνει να ισοδυναμεί με το ενεργειακό κόστος παραγωγής.

Εικόνα 60: Ενέργεια και Μονωτικά Υλικά, Πηγή: Κώστας & Θέμης Τσίτσης, Οικολογική αρχιτεκτονική, Κέδρος, 2005

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα θα διαπιστώσουμε ότι το καλύτερο οικολογικό υλικό είναι ο φελλός (σε πανέλα) καθώς αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ,έχει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του ,επιπροσθέτως είναι ανακυκλώσιμο κατά 100% . Όσον αφορά το αντίκτυπο του στην υγεία του ανθρώπου είναι απόλυτα φιλικό και υγιεινό . Παρ όλα αυτά , το κόστος του είναι αρκετά μεγάλο σε σχέση με τα άλλα υλικά.

Επιπροσθέτως ένα ακόμα οικολογικό θερμομονωτικό υλικό είναι και το heraklith το οποίο είναι ένα αποδεκτό υλικό ,ανανεώσιμο όσο αφορά το ξυλλόμαλλο ,λιγότερο σε ότι αφορά στο μαγνήσιο .Το σημαντικότερο είναι ότι η Ελλάδα αποτελεί χώρα-παραγωγός μαγνησίου έτσι είναι αρκετά πιο εύκολη η εύρεση του σε σχέση με άλλα που πρέπει να εισαχθούν όπως το Eco-Lith που στην Ευρώπη το βρίσκουμε. Επιπλέον το heraklith είναι ανακυκλώσιμο και δεν έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου όπως όλα τα υλικά fibragglos στα οποία ανήκει και το Heraklith. Σε περίπτωση πυρκαγιάς , καίγονται δύσκολα και δεν απελευθερώνουν τοξικές ουσίες. Παρουσιάζουν, όμως, μικρή αγωγιμότητα στα ηλεκτρικά πεδία, εξ 'αιτίας του τιμμέντου και για το λόγο αυτό κρίνονται αναγκαίες οι σωστές γειώσεις του σπλισμού του σκυροδέματος.

Δυστυχώς, στην Ελλάδα δεν μπορεί να βρει κανείς τα εξής εξαιρετα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά ,τα οποία στις άλλες ευρωπαϊκές πόλεις η προμήθεια τους είναι πολύ εύκολη:

- Λιναρόμαλλο
- Ρολό από ίνες κοκοφοίνικα
- Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού (ISO COTTON)
- Τζίβα σε φύλλα και λωρίδες
- Διογκωμένο (σε κόκκους) άργιλο.

Όλα τα παραπάνω κοστίζουν ελάχιστα ,είναι 100% ανακυκλώσιμα και 100% φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και παρόλο που η Ελλάδα διαθέτει και λινάρι και βαμβάκι και άργιλο , δεν διαθέτει ακόμη την κατάλληλη αγορά και δυστυχώς πολλοί μηχανικοί εξακολουθούν να χρησιμοποιούν άμεσα ή έμμεσα αμίαντο στα κτίρια αγνοώντας τις διαστάσεις της οικολογίας στα υλικά.

Εφαρμογές και αποτελέσματα

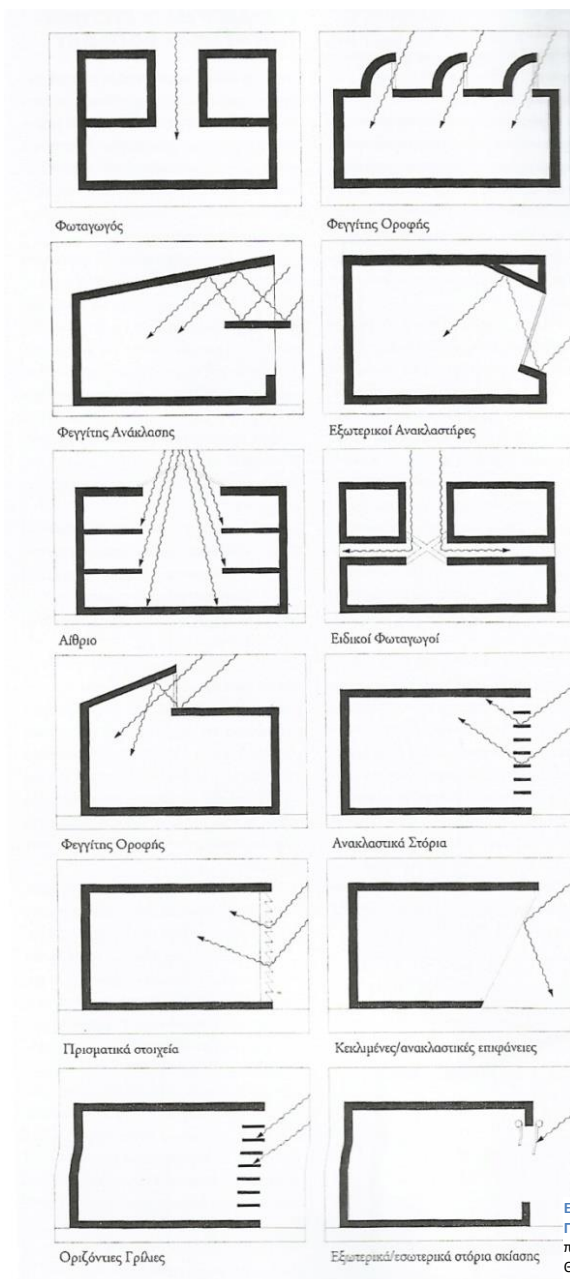
Φυσικός Φωτισμός και κατανάλωση ενέργειας

Η χρήση φυσικού φωτισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά πλεονεκτήματα εξοικονόμησης ενέργειας με τον περιορισμό του ψυκτικού φορτίου που δημιουργείται από τον τεχνητό φωτισμό, καθώς και την επακόλουθη ατμοσφαιρική ρύπανση, συμβάλλοντας έτσι σε ένα πιο υγιεινό περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας⁷⁵. Είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί το ιδανικό περιβάλλον φωτισμού και θέρμανσης απαλλαγμένο από προβλήματα θάμβωσης, υπερθέρμανσης ή υπερβολικής ψύξης. Η μελέτη του καλού φυσικού φωτισμού δε, διαχωρίζεται από την καλή αρχιτεκτονική μελέτη και πρέπει να εξασφαλίζεται από τα πρώτα στάδια της διαδικασίας μελέτης.

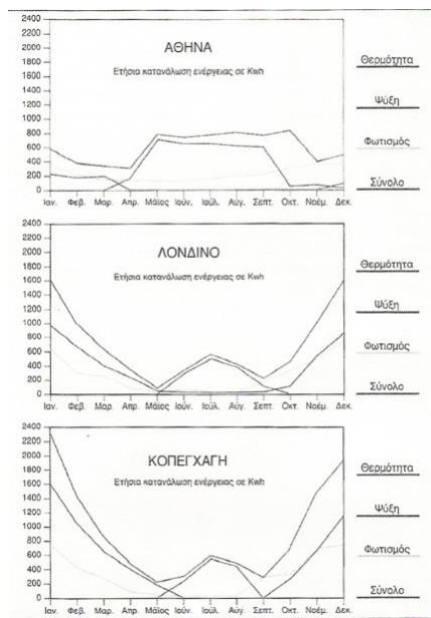
Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού, όσο αφορά τον φυσικό φωτισμό μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης του κτιρίου. Απαιτεί αναδιάταξη των ανοιγμάτων, επιλογή των σωστών υαλοπινάκων, μελέτη της επίδρασης στο σύστημα φωτισμού, στο σύστημα ψύξης, θέρμανσης, και χρειάζεται τις περισσότερες φορές χρήση υπολογιστικών προγραμμάτων. Τα συστήματα φυσικού φωτισμού μπορούν να παρέχουν πάνω απ' όλα σκίαση, αλλά έχουν και μια πρόσθετη δυνατότητα να αναδιανέμουν το φωτισμό στο χώρο.

Η διείσδυση και η κατανομή του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο εξαρτάται κυρίως, από το το μέγεθος και την τοποθέτηση των ανοιγμάτων, τον τύπο του υαλοστασίου, όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, τη διαμόρφωση του χώρου και τις ανακλάσεις που προκαλούνται από τους τοίχους, την οροφή και άλλες επιφάνειες. Η εντάση του εσωτερικού φυσικού φωτισμού μειώνονται με την απόσταση από τα ανοίγματα και επίσης επηρεάζονται από τα ύψη του ανωφλίου και του πάνω μέρος του παραθύρου. Στα παρακάτω σχήματα δίνονται τυπικές διατάξεις φωτισμού από τις πλευρές, τις οροφές και από διάφορες όψεις για την καλή διανομή φωτός.

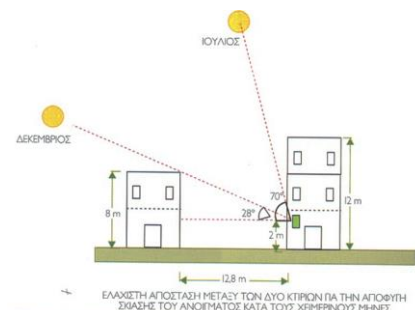
⁷⁵ Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, Μαλλιαρης παιδεία, για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σελ 117



Εικόνα 61: Συστήματα ελέγχου του ηλιακού φωτός
 Πηγή: Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, Μαλλιάρης
 παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή,
 Θεσσαλονίκη, 1996



Εικόνα 62/Πηγή: Ενεργειακός Σχεδιασμός, Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιάρης παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Θεσσαλονίκη 1994



Εικόνα 63: Ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο κτιρίων για την αποφυγή σκίασης του ανοίγματος κατά τους χειμερινούς μήνες
Πηγή: Κτίριο, Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, Ειδικό τεύχος, ISSN 1106-6598

Ας συγκρίνουμε⁷⁶ ένα όμοιο συμβατικά σχεδιασμένο χώρο γραφείου 45τμ στην Αθήνα, το Λονδίνο και την Κοπεγχάγη. Παρατηρούμε ότι, ο τεχνητός φωτισμό τυπικά αντιστοιχεί σε ένα σχεδόν σταθερό ποσό γύρω στο 35% της συνολικής δαπάνης για φωτισμό, θέρμανση και ψύξη στη διάρκεια όλου του έτους. Η καμπύλη χρήσης τεχνητού φωτισμού σε ένα συμβατικό κτίριο διαφέρει, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος. Για παράδειγμα, στην Αθήνα για να προστατευτεί το κτίριο από την υπερθέρμανση λόγω της υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας, γίνεται χρήση πετασμάτων για προστασία από τον ήλιο με αποτέλεσμα να γίνεται περιορισμός φυσικού φωτισμού που εισέρχεται και το κόστος του τεχνητού φωτισμού είναι περίπου ίδιο κάθε μήνα του έτους. Αντιθέτως, στο Λονδίνο και την Κοπεγχάγη, χώρες με λιγότερη ηλιοφάνεια, δεν απαιτούνται πετάσματα προστασίας από τον ήλιο, καθώς και η ανάγκη για τεχνητό φωτισμό μειώνεται κατά τους θερινούς μήνες.

Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι η σωστή μελέτη φυσικού φωτισμού δεν θα περιορίσει μόνο το κόστος για τεχνητό φωτισμό, αλλά και την υποχρέωση χρήσης μηχανικών μέσω ψύξης του χώρου που θερμαίνεται από φωτιστικά σώματα χαμηλής απόδοσης.

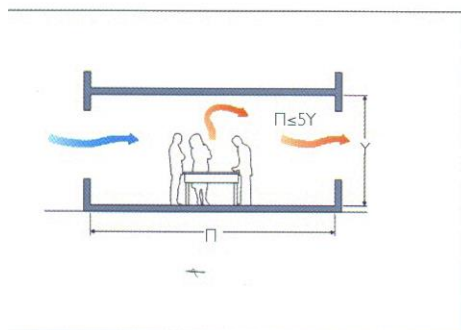
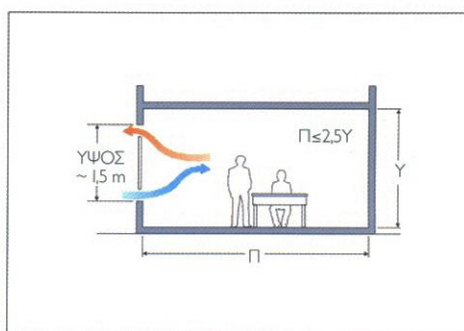
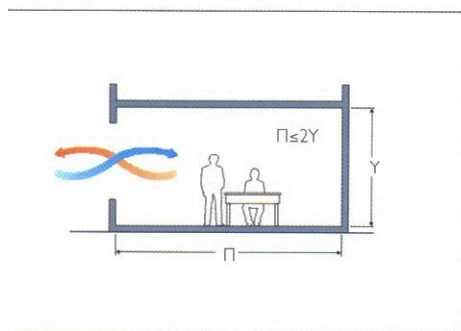
Η προϋπόθεση για να εξασφαλιστεί ένας καλός φυσικός φωτισμός, γίνεται με ορθή μελέτη του υαλοστασίου, που θα προσφέρει ισορροπία μεταξύ των θερμικών κερδών και απωλειών από

⁷⁶ Ενεργειακός Σχεδιασμός, Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιάρης παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Θεσσαλονίκη 1994

τη μετάδοση της θερμικής ακτινοβολίας μέσα και έξω σε σχέση με το φως που εισέρχεται στο κτίριο.

ΔΕΙΚΤΕΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΜΙΑ ΤΥΠΙΚΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ, ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΣΥΝΙΣΤΩΝΤΑΙ ΩΣ ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Χώρος χρήσης	Δείκτης φυσικού φωτισμού
Υπνοδωμάτιο	1,0%
Καθιστικό	1,5%
Κουζίνα	2,0%



Εικόνα 64: Δείκτης φωτισμού για μια τυπική κατοικία
 Πηγή: Κτίριο, Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, Ειδικό Τεύχος, ISSN 1106-6598

Θερμική άνεση στα κτίρια



Εικόνα 65: Παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση.
Πηγή: Οικολογική Δόμηση, Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών

Το κέλυφος του κάθε κτιρίου αποτελεί τον ρυθμιστικό παράγοντα για την δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων, κατάσταση που μπορεί να επιτευχθεί με την αξιοποίηση των θετικών επιδράσεων του κλίματος και την αποφυγή επιζήμιων⁷⁷. Στόχος κάθε ολοκληρωμένου σχεδιασμού είναι η επίτευξη των επιθυμητών τιμών για παραμέτρους, όπως, θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός, ακουστική και ποιότητα αέρα. Ως αποτέλεσμα, ο χρήστης του κτιρίου θα ζει σε πλήρη θερμική, οπτική και ακουστική άνεση μέσα σε ένα υγιεινό περιβάλλον.

Η αξιολόγηση του τοπικού κλίματος καθορίζει τη στρατηγική σχεδιασμού των κτιρίων και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του κελύφους τους, έτσι ώστε να καταναλίσκεται η μικρότερη δυνατή ποσότητα ενέργειας για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια.

Ως θερμική άνεση ορίζονται οι συνθήκες στις οποίες ευρισκόμενο ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή⁷⁸. Είναι ένα υποκειμενικό συναίσθημα, το οποίο εξαρτάται από έναν μεγάλο αριθμό σωματικών και εξωσωματικών παραμέτρων. Έτσι στον ίδιο χώρο είναι δυνατόν κάποιο άτομο να εκφράζει την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες, ενώ κάποιο άλλο άτομο τη δυσανεξία του. Η λέξη άνεση εμπεριέχει ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που την ορίζουν κάθε φορά για κάθε άτομο. Πέρα από τους παράγοντες που συνδέονται με την κοινωνική και ψυχολογική κατάσταση του ατόμου, προκειμένου να αξιολογηθεί επιστημονικά η θερμική άνεση και επομένως να αποκτήσει και αντικειμενικό χαρακτήρα, ορίστηκαν οι φυσικές, οι βιολογικές και εξωτερικές παράμετροι οι οποίες και την επηρεάζουν.

- **Φυσικές παράμετροι:** η θερμοκρασία του αέρα, η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών, η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα, η ατμοσφαιρική πίεση, τα επίπεδα φωτισμού και θορύβου

⁷⁷ Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, Ελένη Ανδρεαδάκη, University Studio Press, Θεσσαλονίκη 2006, σελ. 37

⁷⁸ Οικολογική Δόμηση, Ελληνικά Γράμματα, διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών σελ 122

- **Βιολογικές παράμετροι:** το φύλλο των χρηστών του χώρου, η ηλικία των χρηστών του χώρου, οι συνήθειες των χρηστών του χώρου
- **Εξωτερικές παράμετροι:** το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών του χώρου, ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου.

Όλες οι παραπάνω παράμετροι, και κυρίως οι *φυσικές*, επηρεάζουν τη ροή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας από τον άνθρωπο προς το περιβάλλον. Ο άνθρωπος διαθέτει μηχανισμούς οι οποίοι ως στόχο έχουν να διατηρούν τη θερμική κατάσταση του σώματος σταθερή και να την προσαρμόζουν στις συνθήκες του περιβάλλοντος⁷⁹. Εξισορροπώντας τα θερμικά κέρδη και τις απώλειες θερμότητας όπως αυξομείωση των καύσεων ή εφίδρωση, το σώμα μας καθορίζει την αναφερθείσα ροή θερμότητας.

Οι συνθήκες της θερμικής άνεσης είναι αφενός συνάρτηση της ποιότητας του σχεδιασμού και της κατασκευής του κτιρίου, αφετέρου του τρόπου λειτουργίας του. Επομένως τα ένα συνηθέστερα προβλήματα θερμικής άνεσης σε ένα κτίριο λόγω αυτών είναι :

- Οι πολύ χαμηλές (το χειμώνα), ή υψηλές (το καλοκαίρι) επιφανειακές θερμοκρασίες λόγω των μη θερμομονωμένων επιφανειών των δομικών στοιχείων.
- Ο λανθασμένος σχεδιασμός του συστήματος κλιματισμού (υπερβολικά υψηλή ταχύτητα διάχυσης αέρα ή υπερβολικά χαμηλή θερμοκρασία ή λανθασμένη τοποθέτηση διαχυτών), που μπορεί να δημιουργεί δυσάρεστη αίσθηση σε μέρους των χρηστών.
- Η υπερβολικά υψηλή σχετική υγρασία στο χώρο, που δυσχεραίνει το δροσισμό το καλοκαίρι και επιτείνει την αίσθηση του ψύχους το χειμώνα. Αυτό συμβαίνει κυρίως σε μη κλιματιζόμενα κτίρια.
- Η υπερβολικά χαμηλή σχετική υγρασία στο χώρο, που προκαλεί προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα, ξηροφθαλμία κτλ. Αυτό, απορρέει από την υπερβολική θέρμανση χωρίς παράλληλο αερισμό το χειμώνα.

⁷⁹ Δελλής Ν. και Τραγουδάρας Δ. (2002), *Ενεργειακοί έλεγχοι, ποιότητα εσωτερικού αέρα και θερμική άνεση σε κτίρια γραφείων, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, Οκτώβριος*

Γίνεται, επομένως, αντιληπτό ότι οι συνθήκες θερμικής άνεσης είναι αφενός συνάρτηση της ποιότητας του σχεδιασμού και της κατασκευής του κτιρίου, αφετέρου του τρόπου λειτουργίας του.

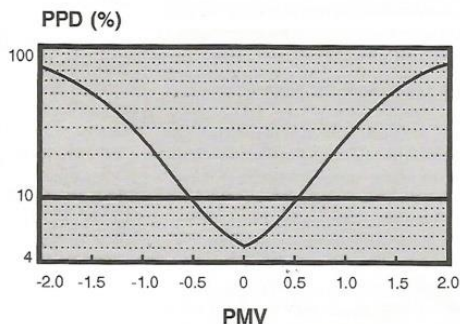
ΕΥΡΟΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ - ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ (ASHRAE Standard 55-2004)		
	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
Καλοκαίρι (ενδυμασία 0.5 clo)	30%	24,5 - 28,0
	60%	23,0 - 25,5
Χειμώνας (ενδυμασία 1 clo)	30%	20,5 - 25,5
	60%	20,0 - 24,0

ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86)		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
Κατοικίες	22	30 - 50
Κτίρια γραφείων	21 - 23	30 - 35
Βιβλιοθήκες και μουσεία	20 - 22	40 - 50
Νοσοκομεία	24	30
Εστιατόρια & κέντρα διασκέδασης	21 - 23	30 - 40

ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86)		
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
Κατοικίες	25 - 26	40 - 50
Κτίρια γραφείων	25 - 26	40 - 50
Βιβλιοθήκες και μουσεία	22	40 - 55
Εστιατόρια και κέντρα διασκέδασης	23 - 26	50 - 60
Εκπαιδευτικά κτίρια	26	45 - 50
Νοσοκομεία	Αίθουσες	24
	Χειρουργεία	20 - 24
	Αναρρωτήρια	24

Εικόνα 66,67,68: Πίνακες ανάλησης Πηγή: Κτίριο, Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, Ειδικό Τεύχος, ISSN 1106-6598

Όπως προαναφέρθηκε, η θερμική άνεση είναι μια κατάσταση η οποία εξαρτάται και επηρεάζεται από έναν μεγάλο βαθμό παραμέτρων που εκδηλώνεται διαφορετικά από ένα άτομο σε ένα άλλο. Ως μέτρο της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο χρησιμοποιείται η προβλεπόμενη μέση ψήφος (*Predicted Mean Vote/PMV*), που αντιπροσωπεύει τις αναμενόμενες μέσες αξιολογήσεις των μελών μιας μεγάλης ομάδας ατόμων, για την αίσθηση ζέστης ή κρύου σε αυτόν⁸⁰. Η μέθοδος βασίζεται και στον δείκτη δυσαρέσκειας των ανθρώπων (*PPD-Predicted Percent of Dissatisfied people*). Οι παράμετροι PMV και PPD πρωτοπαρουσιάστηκαν και εμπειρικά ορίστηκαν από τον P.O Fanger⁸¹ στην δεκαετία του '70. Το PMV είναι μια σύνθετη μαθηματική σχέση μεταξύ των επιπέδων δραστηριότητας, ρουχισμού και τεσσάρων περιβαλλοντικών παραμέτρων. Οι τιμές που παίρνει αυτός ο δείκτης είναι -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3. Οι αρνητικές τιμές αντιστοιχούν σε αίσθημα χαμηλών θερμοκρασιών, οι μεγαλύτερες του μηδενός σε συνθήκες που θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως θερμές, ενώ η τιμή μηδέν αντιστοιχεί σε θερμικά ουδέτερες συνθήκες.



Εικόνα 69: Η Σχέση μεταξύ του PMV και του PPD

Πηγή: Ενεργειακός Σχεδιασμός, Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιάρης παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Είναι άμεσα αντιληπτό πως η βέλτιστη θερμική άνεση είναι ένα στοιχείο που όλοι οι κατασκευαστές θα ήθελαν να χαρακτηρίζει το κτίριο τους. Το μεγαλύτερο μέρος του κτιριακού αποθέματος της χώρας μας, ωστόσο, αποτελείται από παλαιά κτίρια με επίπεδο άνεσης χαμηλό, έως πολύ χαμηλό, γεγονός που οδηγεί είτε στις κακές συνθήκες διαβίωσης, είτε σε αυξημένη ενεργειακή δαπάνη για την αποφυγή των τελευταίων.

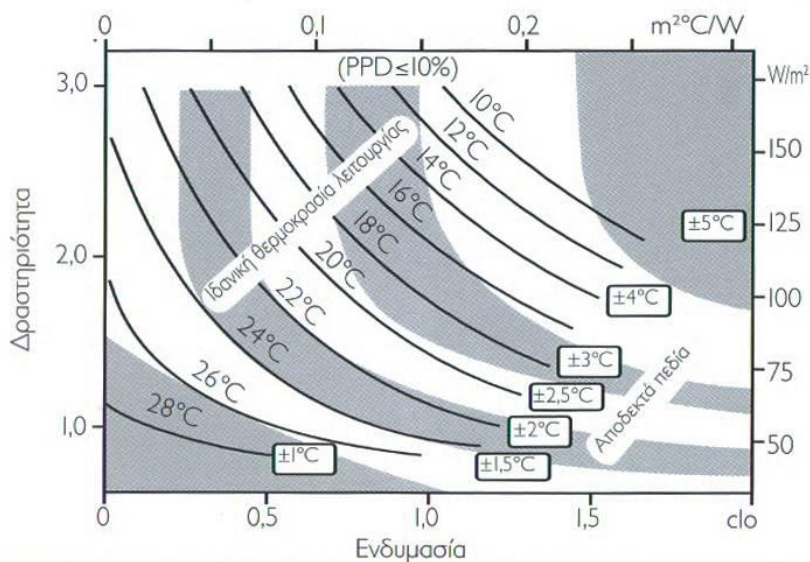
Οι λύσεις που μπορούν να ακολουθηθούν με στόχο τη βελτίωση των επιπέδων άνεσης σε μια υφιστάμενη κατασκευή είναι η *θερμομόνωση* τους κελύφους τόσο των

⁸⁰ Νικόλαος Παπαμανώλης, "Δομική Φυσική και Αρχές Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Κτιρίων" Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά συγγράμματα και Βοηθήματα. Σελ 123

⁸¹ *Climate Considerations in Building and Urban*, By Baruch Givoni, σελ. 29

κατακόρυφων δομικών στοιχείων, όσο και του δώματος ή της στέγης⁸². Αυτή η θερμομόνωση μπορεί να πραγματοποιηθεί, είτε μέσω της τοποθέτησης θερμομονωτικής στρώσης εξωτερικά με κάποιο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης, είτε με συνδυασμό αυτής της στρώσης με τελική επικάλυψη ψυχρών υλικών. Ακολουθώντας τη δεύτερη μέθοδο, επιτυγχάνονται χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας στο εσωτερικό του χώρου κατά τη θερινή περίοδο, μειώνοντας ουσιαστικά την ανάγκη ψύξης του χώρου.

Μια άλλη παρέμβαση στο κτιριακό κέλυφος είναι η αντικατάσταση των κουφωμάτων με νέα υψηλής ενεργειακής απόδοσης (με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας) και χαμηλό συντελεστή εκπομπής στους υαλοπίνακες (low-e), με στόχο τη βελτίωση των εσωκλιματικών συνθηκών⁸³. Εννοείται ότι η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων έχει πολλαπλά οφέλη, καθώς μειώνει ουσιαστικά τον ακούσιο αερισμό, αλλά και αναβαθμίζει την ακουστική άνεση.



Εικόνα 70: Διάγραμμα άνεσης

Πηγή: Ενεργειακός σχεδιασμός, Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Μαλλιάρης παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή

⁸² Θεοδοσίου Θ., Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων, Σημειώσεις για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Ενεργειακός σχεδιασμός και αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στις κατασκευές», 2011.

⁸³ Avgelis A. and Papadopoulos A.M., Application of multicriteria analysis in designing HVAC systems, Energy and Buildings 41, 774-780, 2009.



Τέλος, η εφαρμογή τόσο *φυσικών*, όσο και *τεχνητών μέτρων ηλιοπροστασίας*, όπως η χρήση φυλλοβόλων φυτών για σκίαση, ή η εφαρμογή σταθερών, ή κινητών στοιχείων σκίασης στις περιοχές των ανοιγμάτων, συμβάλλει αποφασιστικά στη μείωση των ηλιακών φορτίων και κατ' επέκταση στη βελτίωση της θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο⁸⁴. Είναι ευνόητο ότι η λήψη μέτρων κατά το στάδιο του αρχικού σχεδιασμού των κτιρίων είναι σαφώς πιο αποδοτική, εύκολα υλοποιήσιμη και κατά συνέπεια και οικονομοτεχνικά σκόπιμη. Τέτοια μέτρα είναι η τοποθέτηση παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου, ή και έμμεσου ηλιακού κέρδους. Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους που εφαρμόζονται ευρέως είναι τα *θερμοκήπια*, αλλά και η ύπαρξη μεγάλων ανοιγμάτων για την εκμετάλλευση του ηλιακού κέρδους. Στην περίπτωση των *έμμεσων παθητικών ηλιακών συστημάτων* τα πιο συχνά εφαρμοζόμενα συστήματα είναι οι *τοιχοί θερμικής αποθήκευσης (Trombe ή μάζας)* και τα προσαρτημένα θερμοκήπια. Ακόμη εφαρμόζονται και λύσεις *δροσισμού*, όπως τα *φυτεμένα δώματα*, τα οποία προσφέρουν αισθητά μειωμένες τιμές θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο⁸⁵.

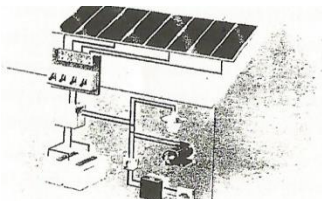
⁸⁴ Παπαδόπουλος Α.Μ., *Θερμική άνεση στα κτίρια. Νέα πρότυπα και βελτίωση θερμικής άνεσης στα κτίρια*, Ιωάννινα 2006.

⁸⁵ Πρεφίτση Φ., *Φυτεμένος τοίχος σε εσωτερικούς χώρους. Κτίριο, 4/2014, 77 - 82.*

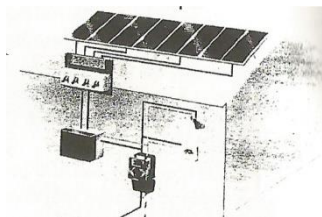
Η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Με την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, μπορεί να επιτευχθούν σημαντικά οφέλη όπως περιβαλλοντικά και οικονομικά. Επιπλέον, χρησιμοποιώντας συστήματα ηλιακής και αιολικής ενέργειας παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση παραγωγής ρύπων καθώς και την μειωμένη δαπάνη του ηλεκτρικού ρεύματος.

Ηλιακή Ενέργεια



Εικόνα 71: Αυτόνομη Εγκατάσταση
Πηγή: Κώστας & Θέμις Στεφ. Τσίπρας,
Οικολογική Αρχιτεκτονική



Εικόνα 72: Διασύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ
Πηγή: Κώστας & Θέμις Στεφ. Τσίπρας,
Οικολογική Αρχιτεκτονική

Η *ηλιακή ενέργεια*, είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω των τεχνολογιών, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά, που εκμεταλλεύονται την θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με την χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της⁸⁶.

Η Ελλάδα ως μια χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες⁸⁷ στην Ευρώπη.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από:

- Το Φωτοβολταϊκό πλαίσιο
- Τα ηλεκτρονικά συστήματα που ελέγχουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει

Οι βασικοί τύποι φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι οι εξής:

⁸⁶ <http://13epal-esp-thess.thess.sch.gr/oldsite/SOLAR/iliaki.htm>

⁸⁷ η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh

- Αυτόνομο σύστημα
- Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο
- Υβριδικό σύστημα
- Σύστημα μικρής ισχύος

Αν και το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι αρκετά μεγάλο, είναι αδιαμφισβήτητο, ότι οποιοδήποτε ποσό και αν ξοδευτεί στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, έπειτα από κάποια χρόνια θα γίνει απόσβεση του επενδεδυμένου ποσού και πολλά επόμενα χρόνια θα εξασφαλιστεί δωρεάν ρεύμα.

Λαμπρό παράδειγμα φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελεί το πιο εκπληκτικό ηλιακό κτίριο, *Solar Ark*, ένα εντυπωσιακό κτίριο στην Ιαπωνία, συλλογής ηλιακών συλλογών 630 kW που διαθέτει πάνω από 5.000 ηλιακούς συλλέκτες και ξεκινά πάνω από 500.000 kWh ενέργειας ετησίως. Ακόμη πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι περισσότερες από τις μονοκρυσταλλικές μονάδες που χρησιμοποιήθηκαν στην ηλιακή κιβωτό ήταν εργοστασιακές απορρίψεις κατευθυνόμενες προς το παλιό σωρό. Βρίσκεται δίπλα στο εργοστάσιο ημιαγωγών της Sanyo στο Gifu της Ιαπωνίας, η ηλιακή κιβωτός είναι ένα από τα καλύτερα παραδείγματα ενσωματωμένης φωτοβολταϊκής σχεδίασης μέχρι σήμερα. Η εταιρεία θέλησε να κατασκευάσει τη μεγαλύτερη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στον κόσμο, μια εγκατάσταση 3,4 MW για την 50ή επέτειό της⁸⁸.



Εικόνα 73: Solar Ark,

Πηγή:

<http://inhabitat.com/solar-ark-worlds-most-stunning-solar-building/sanyo-solar-ark-solar-building-in-japan-japanese-solar-building-photovoltaics-bipv-building-integrated-photovoltaics-solar-ark-by-sanyo-gifu-prefecture-stunning-sanyo-solar-ark-2>

⁸⁸ <http://inhabitat.com/solar-ark-worlds-most-stunning-solar-building/sanyo-solar-ark-solar-building-in-japan-japanese-solar-building-photovoltaics-bipv-building-integrated-photovoltaics-solar-ark-by-sanyo-gifu-prefecture-stunning-sanyo-solar-ark-2>

Αιολική Ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια από τις παλαιότερες μορφές φυσικής ενέργειας. Αξιοποιήθηκε από πολύ νωρίς, για την παραγωγή μηχανικού έργου και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας⁸⁹.

Ο άνθρωπος ξεκίνησε να χρησιμοποιεί την αιολική ενέργεια στα ιστιοφόρα πλοία, γεγονός που συνέβαλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη της ναυτιλίας. Επίσης, μια άλλη εφαρμογή της αιολικής ενέργειας είναι οι ανεμόμυλοι, όπου μαζί με τους νερόμυλους συγκαταλέγονται στους αρχικούς κινητήρες που αντικατέστησαν τους μύς των ζώων ως πηγές ενέργειας. Διαδόθηκαν στην Ευρώπη επί 650 χρόνια, από τον 12^ο μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα, οπότε άρχισε σταδιακά να περιορίζεται η χρήση τους, λόγω κυρίως της ατμομηχανής.

Κατά τη δεκαετία του 1970, το ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες και ανεμόμυλους ανανεώθηκε, λόγω ενεργειακής κρίσης και των προβλημάτων που δημιουργεί η ρύπανση του περιβάλλοντος⁹⁰. Τα συγκροτήματα που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια), σε ηλεκτρική ενέργεια, λέγονται ανεμογεννήτριες ή ανεμοηλεκτρικές γεννήτριες⁹¹.

Οι ανεμογεννήτριες προηγμένης τεχνολογίας που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι κυρίως δύο τύπων:

- ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα με πτερύγια
- ανεμογεννήτριες Νταριέ⁹² με κατακόρυφο άξονα

⁸⁹ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ : ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ ,Δρ. Νίκος Βασιλάκος Αντιπρόεδρος της Ευρωπαϊκής Συνομοσπονδίας Παραγωγών ΑΠΕ (EREF) & Αντιπρόεδρος του Ομίλου για τη Διάδοση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ELFORES)

⁹⁰<http://4lyk-pyrgou.ilei.sch.gr/elpiweb/pgrm/perival/aiolenerg.htm>

⁹¹ <http://www.anemogennitria.gr/>

⁹² από τον Γάλλο, G.J.M.Darrieus που τις εφεύρε το 1925



Εικόνα 74,75: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα/Κατακόρυφου άξονα

Πηγή:

<http://medilab.pme.duth.gr/invonio/turbine-types.html>

<http://medilab.pme.duth.gr/invonio/turbine-types.html>

Οι ανεμογεννήτριες *οριζοντίου άξονα*, που είναι πιο εξελιγμένες και διαδεδομένες, έχουν συνήθως δύο ή τρία πτερύγια και η ισχύς τους κυμαίνεται από λίγα κιλοβάτ έως μερικά μεγαβάτ. Οι ανεμογεννήτριες *Νταριέ* είναι απλούστερες και μικρότερης ισχύος.

Η ραγδαία ανάπτυξη των εφαρμογών αιολικής ενέργειας, τόσο σε απόλυτους ρυθμούς όσο και στο μέγεθος της ίδιας της μονάδας της ανεμογεννήτριας, σε συνδυασμό με τις ιδιαιτερότητες της όσον αφορά τα χαρακτηριστικά της, αυξάνει τη ζήτηση τους⁹³.

Οι ανεμογεννήτριες λειτουργούν ως εξής, η ισχύς που αποδίδει, κατ'έκταση και η ενέργεια που παράγει, μια ανεμογεννήτρια είναι συνάρτηση του κύβου της ταχύτητας του ανέμου, της πυκνότητας του ανέμου και των τεχνικών χαρακτηριστικών του συγκροτήματος. Η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος και γι' αυτό οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται πάντα στην κορυφή υψηλών πύργων στήριξης. Παρ' όλα αυτά οι θεωρητικοί υπολογισμοί δείχνουν ότι για την παραγωγή ωφέλιμου έργου μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο το 53,9 % της συνολικής ενέργειας του ανέμου.



Εικόνα 76: Ανεμογεννήτριες στην κορυφή λόφου Πηγή: <http://www.teamenergy.gr/page14.html>

⁹³ Υλικά για ενεργειακές εφαρμογές, Πρακτική ημερίδα, 27 Νοεμβρίου 2009, Ακαδημία Αθηνών, σελ 127

Η ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα με πτερύγια ανταποκρίνεται στις μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου με αυτόματη αλλαγή της κλίσης των πτερυγίων. Ο άξονας της παραλληλίζεται αυτόματα προς τη διεύθυνση του ανέμου, έτσι ώστε ο άνεμος να προσβάλλει κάθετα την επιφάνεια που διαγράφουν τα πτερύγια. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται τελικά η βέλτιστη παραγωγή ενέργειας από τον άνεμο με συντελεστή μέχρι 46 έως 48% και εξασφαλίζονται ικανοποιητικά όρια στα χαρακτηριστικά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα ενδεχόμενα προβλήματα από την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας είναι ο θόρυβος από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, οι σπάνιες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στο ραδιόφωνο, τηλεόραση, τηλεπικοινωνίες, που επιλύονται όμως με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και επίσης πιθανά προβλήματα αισθητικής.



Εικόνα 77: Παγκόσμιο κέντρο εμπορίου στο Μπαχρέιν. Πηγή: http://www.zeroenergybuildings.org/2012/03/blog-post_16.html

Η αιολική ενέργεια πάνω από όλα έχει φέρει έναν άνεμο αλλαγής στα ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα, ενώ δημιουργεί τις προϋποθέσεις για την οικονομική ανάπτυξη περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό και τη διασφάλιση ενός βιώσιμου μέλλοντος για όλους μας⁹⁴.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αξιοποίησης του ανέμου ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας αποτελεί το Παγκόσμιο κέντρο εμπορίου στο Μπαχρέιν. Πρόκειται για ένα συγκρότημα δίδυμων πύργων, ύψους 240m, οι οποίοι συνδέονται με τρεις διαδρόμους, ο καθένας εκ των οποίων στηρίζει από μία ανεμογεννήτρια ισχύος 225Kw (σύνολο 675Kw). Τα πτερύγια κάθε ανεμογεννήτριας έχουν διάμετρο 29m. Οι ανεμογεννήτριες παράγουν το 11-15% των ενεργειακών αναγκών των δύο πύργων, δηλαδή 1,1-1,3 GWh ετησίως. Η ενέργεια αυτή αντιστοιχεί περίπου στις ετήσιες ανάγκες ενός οικισμού 300 κατοικιών. Οι τρεις ανεμογεννήτριες τέθηκαν σε λειτουργία πρώτη φορά στις 8 Απριλίου 2008 και έκτοτε λειτουργούν κατά μέσο όρο περίπου 12 ώρες το 24ωρο⁹⁵.

⁹⁴ <http://www.sigmalive.com/archive/simerini/environment/170879>

⁹⁵ Νικόλαος Παπαμανώλης, "Δομική Φυσική και Αρχές Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Κτιρίων " Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά συγγράμματα και Βοηθήματα. Σελ 101

Εφαρμογές σε κτίρια

Κτίριο γραφείων SKAGEN ØKONTOR, στο HAUGESUNG της Νορβηγίας, από τους Various Architects⁹⁶.



Το Skagen ØKontor είναι σήμερα το πιο βιώσιμο κτίριο γραφείων που έχει σχεδιαστεί επί του παρόντος στη Νορβηγία. Το συγκεκριμένο κτίριο έχει λάβει πιστοποίηση BREEAM, Excellent, ενώ αποτελεί πρότυπο και θα μπορούσε να εφαρμοστεί και σε άλλες Σκανδιναβικές χώρες, καθώς έχει πρόσφατα πιστοποιηθεί και ως κατασκευή με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα, όπου στα αγγλικά ονομάζεται carbon neutral.

Πολλοί Αρχιτέκτονες πιστεύουν ότι το έργο ØKontor αποδεικνύει ότι οι αρχιτέκτονες, οι μηχανικοί και οι κατασκευαστές νέων κτιρίων που στεγάζουν γραφεία, να προωθούν περισσότερο την ανάπτυξη κτιρίων υψηλής ενεργειακής απόδοσης, με μηδενική κατασκευή καθαρού άνθρακα.

⁹⁶ Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, ΚΤΙΡΙΟ, ειδικό τεύχος, 2011, σελ.97(οι φωτογραφίες που συνοδεύουν την ανάλυση του παραδείγματος αυτού, έχουν ως πηγή το προαναφερθέν περιοδικό



Η ξύλινη πρόσοψη του κτιρίου με μονωτικά μονωμένα πετάσματα είναι το πιο ορατό και δυναμικό χαρακτηριστικό. Τα πετάσματα, με ύψους δαπέδου μπορούν να ανοίγουν κατά τη διάρκεια της ημέρας, έτσι ώστε να επιτρέπεται ο φυσικός φωτισμός με την παθητική ηλιακή θερμότητα. Επιπροσθέτως, έχουν τη δυνατότητα να κλείνουν μετά το ηλιοβασίλεμα, καθώς και τις κρύες ημέρες για επιπλέον μόνωση. Τα ξύλινα πάνελ μπορούν

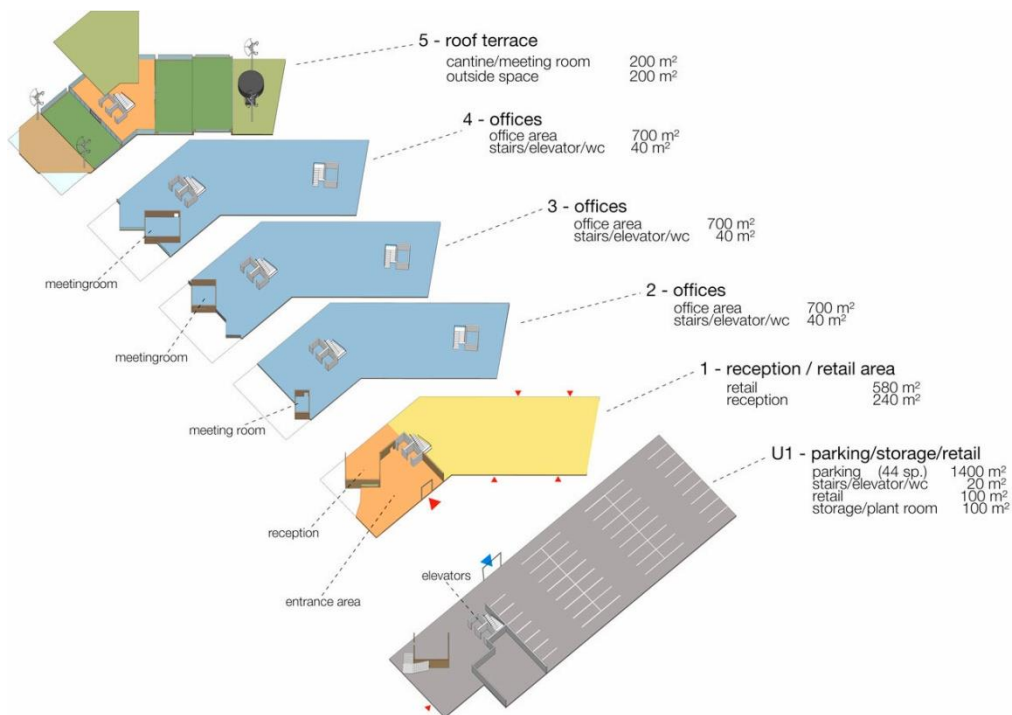
να μετατρέψουν την πρόσοψη από 60% κάλυψη σε 20%. Η εσωτερική επιφάνεια των παραθυρόφυλλων είναι πλακιδωμένη με φώτα LED για την παραγωγή τεχνητού φωτός κατά τη διάρκεια των σκοτεινών χειμερινών μηνών, έτσι ώστε να βοηθήσει στην παροχή ενός καλά φωτισμένου και υγιούς περιβάλλοντος εργασίας όλο το χρόνο. Τα μονωμένα παραθυρόφυλλα υπολογίζονται ότι παρέχουν επιπλέον εξοικονόμηση 15% για την θέρμανση κάθε χρόνο.



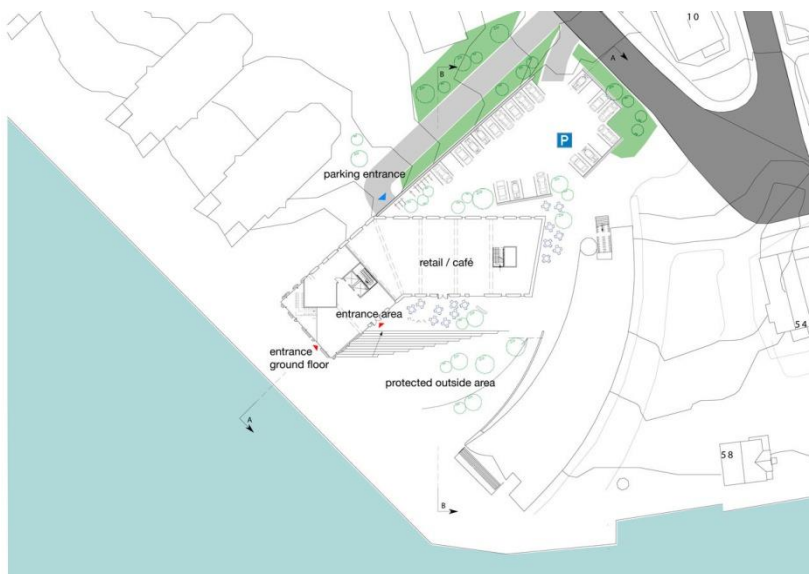
Στο παραθαλάσσιο χώρο οι φυσικοί πόροι του αξιοποιούνται επίσης προσεκτικά από το σχεδιασμό. Οι Ανεμογεννήτριες με ήρεμη επανάσταση στην οροφή παρέχουν 24.000 kWh καθαρής ενέργειας (10% της ενεργειακής ζήτησης του κτιρίου). Ο άνεμος και συχνά ο συννεφιασμένος καιρός στη νορβηγική δυτική ακτή, σε συνδυασμό με τις μακριές σκοτεινές χειμωνιάτικες νύχτες, έκανε την αιολική ενέργεια την πιο αποτελεσματική εναλλακτική λύση, σε ηλιακούς συλλέκτες σε αυτή την περίπτωση.



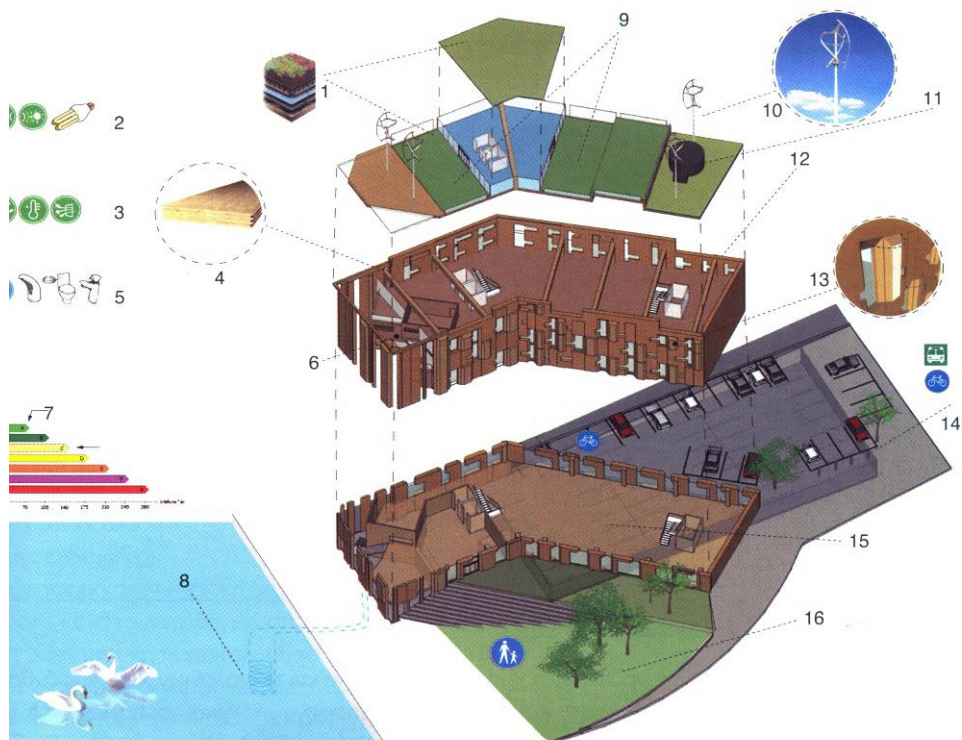
Ο ήλιος ελέγχεται για την ηλιακή σκίαση και την παθητική ζέστη στο χώρο του αίθριου προς τα δυτικά, μέσω των πολλών παραθύρων με νότιο προσανατολισμό. Το θαλασσινό νερό χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας, τόσο για θέρμανση, όσο και για ψύξη μέσω αντλιών θερμότητας. Αυτό, σε συνδυασμό με την υψηλή απόδοση ανάκτησης θερμότητας αέρα, οδήγησε σε υψηλά επίπεδα θερμομόνωσης, τα οποία έχουν μειώσει σημαντικά τη ζήτηση θερμικών εγκαταστάσεων. Οι πράσινες επιφάνειες στέγης συλλέγουν και φιλτράρουν τις πολλαπλές βροχοπτώσεις της περιοχής, σε δεξαμενές νερού στον τελευταίο όροφο για χρήση σε εξαρτήματα χαμηλής κατανάλωσης νερού, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για απόρριψη επεξεργασμένου νερού.



Πρόκειται λοιπόν, για ένα δομικό σύστημα από τοίχους και δάπεδα διατομής πολυστρωματικής ξυλείας (CLT) για την οποία επιλέχθηκε τοπική προμήθεια με υψηλό επίπεδο απομόνωσης άνθρακα. Το CLT αντιπροσωπεύει μια σημαντική μείωση του ενσωματωμένου CO₂ σε σύγκριση με ένα παραδοσιακό πλαίσιο από σκυρόδεμα ή χάλυβα. Τα εξωτερικά και μονωμένα πετάσματα του κτιρίου είναι επενδυμένα με Kebony, ένα νορβηγικό προϊόν ξύλου, που είναι βιώσιμο, χαμηλής συντήρησης και κατάλληλο για το εκτεθειμένο παραθαλάσσιο κλίμα.



Από το 2010 τα κτίρια γραφείων έχουν μέγιστη επιτρεπτή κατανάλωση ενέργειας 165 kWh/m²/έτος (Energy grade C). Ένα τυπικό κτίριο γραφείων σήμερα χρησιμοποιεί περίπου 270 kWh/ m²/ έτος. Στα 72 kWh/m²/ έτος, το ØKOntor θα επιτύχει μια βαθμίδα ενεργειακού βαθμού A, μικρότερη από το ήμισυ του απαιτούμενου μέγιστου.



1.Πράσινες Στέγες, Συλλογή Νερού, Συλλογή Νερού, Μόνωση, Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου **2.Ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός**, Έξυπνα συστήματα διαχείρισης φωτισμού, Έλεγχος σε ζώνες, Ρεοστατικά συστήματα ανίχνευσης φυσικού φωτισμού, Αισθητήρες παρουσίας, **3.Υψηλά επίπεδα ελέγχου από τους χρήστες**, Θερμοστατικός έλεγχος, Ανοιγόμενα παράθυρα **4.Σκελετός από αντικολλητή ξυλεία**, Σύντομος χρόνος κατασκευής, Προκατασκευασμένα στοιχεία, Χαμηλές εκπομπές CO₂ κατά την παραγωγή και επεξεργασία **5.Μέτρα μείωσης κατανάλωσης νερού**, Συστήματα μειωμένης ροής, Βρύσες αυτόματης διακοπής ροής, Συστήματα ανίχνευσης διαρροής, **6.Φυσικά αεριζόμενο αίθριο**, Θερμικό φράγμα καλοκαίρι/χειμώνα, Η δίοδος επιστροφής του αέρα στο αίθριο προσφέρει περιβαλλοντικό έλεγχο **7.Επίδοση με Βάση το Εθνικό Νορβηγικό Ενεργειακό Πρότυπο ECOoffice** 71,28 kWh/m²/έτος TEK2007 απαίτηση για κτίριο γραφείων 165 kWh/m²/έτος **8.Ανταλλαγή θερμότητας με το θαλασσινό νερό**, Υδροψυκτες αντλίες θερμότητας, Ελεύθερη ψύξη από το θαλασσινό νερό **9. Οι προστατευόμενοι εξωτερικοί χώροι** συνδέονται με την καντίνα και τους χώρους συνεδριάσεων **10.Μικρής Κλίμακας**

ανεμογεννήτριες αθόρυβης περιστροφής Παραγωγή περίπου 24.000 kWh ετησίως , Κάλυψη 10% των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου, Ειδικά σχεδιασμένες για αστικές περιοχές, Χαμηλά επίπεδα θορύβου και εύκολες ως προς την συντήρησή τους. **11. Συλλογή και αποθήκευση νερού** Προμήθεια νερού σε τουαλέτες, νιπτήρες και ντουζ, Φυσική διήθηση και καθαρισμός **12. Υψηλά επίπεδα μόνωσης**, Τοιχοποιία: $U=0,15 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, Αεροστεγείς συνδέσεις και αρμοί **13. Μονωμένα Παραθυρόφυλλα**, 20% επιφάνεια υαλοπινάκων, όταν είναι κλειστά για επιπρόσθετη μόνωση, 60% επιφάνεια υαλοπινάκων, όταν είναι ανοιχτά για φυσικό φωτισμό και παθητικά ηλιακά κέρδη. **14. Βιώσιμες μεταφορές**, Μέσα μαζικής μεταφοράς, Περιοχές φιλικές προς το ποδήλατο και θέσεις στάθμευσης ποδηλάτων, Σημεία επαναφόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων **15. Ευελιξία** Χώρος προς ενοικίαση δημιουργεί ευελιξία **16. Προστατευόμενοι εξωτερικοί χώροι**, Θερμοί και με νότιο προσανατολισμό, Εξωτερικοί χώροι καφέ/καθισμάτων, Πράσινος χώρος με εύρωστες τοπικές ποικιλίες.

Πρότυπη κατοικία βιοκλιματικής δόμησης στην Πορτογαλία⁹⁷,

Αρχιτεκτονική μελέτη: Jorge Graça Costa

Ενεργειακή - Περιβαλλοντική μελέτη: Jorge Graça Costa

Κατασκευή: Ecoprojecto, Lda

Εμβαδό: 200 m²

Χρόνος κατασκευής: 2006 - 2007

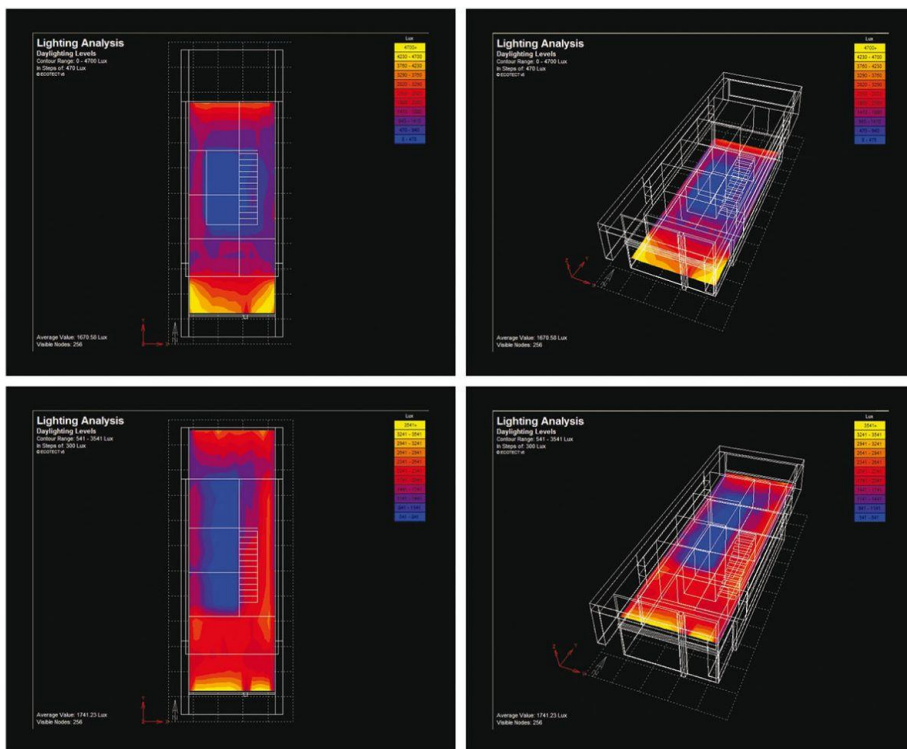
Τοποθεσία: Oeiras, Πορτογαλία



⁹⁷Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, τεχνολογία και υλικά, Ιανουάριος 2009,σελ 54 (οι φωτογραφίες που συνοδεύουν την ανάλυση του παραδείγματος αυτού, έχουν ως πηγή το προαναφερθέν περιοδικό

Η κατοικία είναι χτισμένη σε ένα λόφο της Πορτογαλίας με Θέα τον Ατλαντικό Ωκεανό και αποτελεί ένα παράδειγμα βιοκλιματικής δόμησης μικρής κλίμακας, που βασίστηκε στον εκ των προτέρων σωστό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό για εξασφάλιση της θερμικής άνεσης στους κατοίκους, και όχι στην εκ των υστέρων ενσωμάτωση πράσινων συστημάτων παραγωγής ενέργειας.

Ο αρχιτέκτονας Jose Graça Costa σχεδίασε τον όγκο της κατοικίας, έτσι ώστε, εκμεταλλευόμενος την εποχική κίνηση του ήλιου, να έχει αρκετό ηλιασμό και θερμικά κέρδη το χειμώνα στους χώρους διημέρευσης του ισογείου και των δωματίων του πρώτου ορόφου, ενώ το καλοκαίρι να εξασφαλίζεται επαρκής σκίαση. Το γεγονός ότι ο επάνω όροφος επικάθεται στον κάτω και εκτείνεται ως πρόβολος, συντελεί πολύ στο παραπάνω εγχείρημα. Μάλιστα, προγράμματα προσομοίωσης της πορείας του ήλιου στο συγκεκριμένο οικοπέδο χρησιμοποιήθηκαν για να ελέγξουν τη σωστή λειτουργία του κελύφους του κτιρίου (μέγεθος ανοιγμάτων, πρόβολοι) πριν ακόμη να κατασκευαστεί.

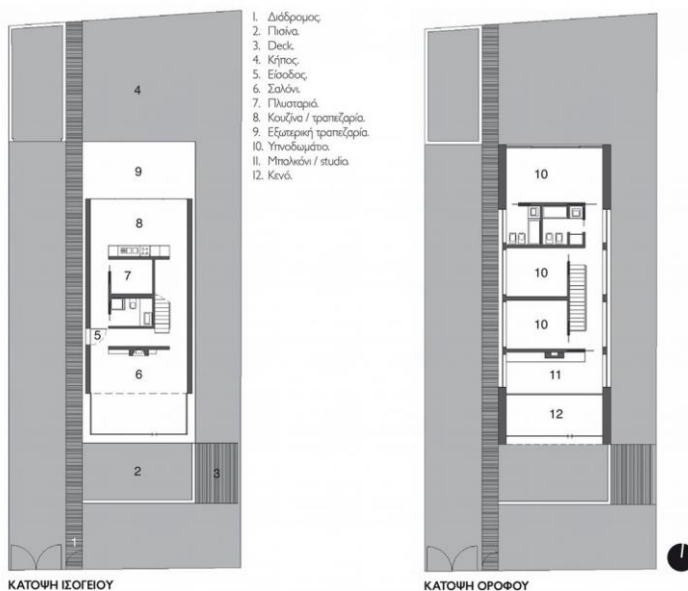


ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

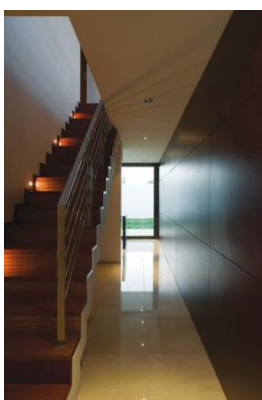
Ακόμη ένα ενδιαφέρον σημείο είναι ότι η πισίνα που βρίσκεται στην πρόσοψη της κατοικίας δεν αποτελεί μόνον ένα διακοσμητικό στοιχείο, αλλά και μέθοδο άμεσου εξατμιστικού δροσισμού. Ένα ποσοστό του σώματος νερού της πισίνας εξατμίζεται από το θερμό εξωτερικό αέρα, που διέρχεται από την επιφάνεια της, με συνέπεια να το γεμίζει με υδρατμούς και παράλληλα να χαμηλώνει τη θερμοκρασία του πριν να εισβάλλει στο κτίριο πιο δροσερός.



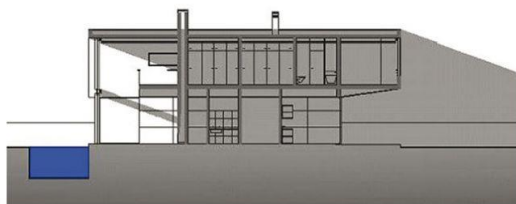
Αυτό το φυσικό σύστημα δροσισμού βρίσκει γενικότερα εφαρμογή σε κλίματα θερμά, με χαμηλή σχετική υγρασία και σε συνδυασμό με τη σωστή τοποθέτηση ανοιγμάτων, μπορεί να επιφέρει πολύ καλά αποτελέσματα παθητικής μείωσης της θερμοκρασίας εσωτερικά. Στην εν λόγω κατοικία, τα ανοίγματα τοποθετήθηκαν στον άξονα βορρά - νότου (όπου βρίσκεται και η πισίνα) και συμβάλλουν στο φυσικό διαμπερή αερισμό της κατοικίας με συνεχή ροή πιο δροσερού αέρα από την πισίνα προς τα μέσα και ύστερα έξω από την πίσω όψη.



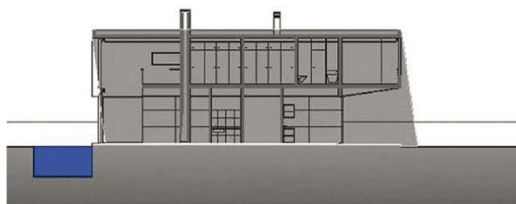
Όλες αυτές οι μέθοδοι έχουν ως αποτέλεσμα η κατοικία να καταναλώνει περίπου το $\frac{1}{4}$ της ενέργειας που καταναλώνουν κτίρια του μεγέθους της στην Πορτογαλία για ψύξη μέσω ενεργητικών συστημάτων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.



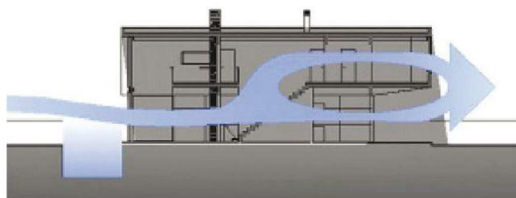
Πρόσθετα στοιχεία που συνθέτουν τον οικολογικό τρόπο δόμησης είναι η επιλογή ανακυκλώσιμων υλικών στην κατασκευή και η χρήση φωτιστικών στοιχείων LED για το τεχνητό σύστημα φωτισμού, που αναμφίβολα είναι λιγότερο ενεργοβόρο από τους κοινούς λαμπτήρες. Επίσης, στο νερό της πισίνας δεν χρησιμοποιούνται χημικά για τη διατήρησή του, έτσι ώστε να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για δευτερεύουσες χρήσεις, όπως το πότισμα του κήπου.



Ηλιακά θερμικά κέρδη.



Σκίαση.



Φυσικός αερισμός και εξεγμιστικός δροσισμός.

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η κατοικία αποτελεί πραγματικά μια πρότυπη κατοικία βιοκλιματικής δόμησης, επειδή από τη αρχή σχεδιάστηκε συναρτήσει των κλιματικών συνθηκών της περιοχής. Βρίσκεται σε ένα συνεχή διάλογο με το φυσικό περιβάλλον και μέσω των παθητικών συστημάτων θέρμανσης, ηλιασμού, δροσισμού και αερισμού χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για να λειτουργήσει.

Βιοκλιματική Οικοδομή στην Αθήνα⁹⁸

Αρχιτεκτονική μελέτη: Κώστας Αντωνόπουλος, αρχιτέκτων

Μελέτη αντιστήριξης: GEOTERRA - Γ. Παπαδάκος, πολιτικός μηχανικός

Στατική μελέτη: Δημήτρης Στύλιος, πολιτικός μηχανικός

Τεχνική εταιρεία κατασκευής: ΑΝΚΟΤ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ Ε.Π.Ε.

Τοποθεσία: Λεωφόρος Αλεξάνδρας 93, Κέντρο Αθήνας

Συνολικό εμβαδό κτιρίου: 2.000 m²

Χρόνος μελέτης: 2007

Χρόνος κατασκευής: 2008 – 2010



⁹⁸Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, Αρχιτεκτονική-Τεχνολογία-Νέα Υλικά, Οκτώβριος 2011,σελ 80 (οι φωτογραφίες που συνοδεύουν την ανάλυση του παραδείγματος αυτού, έχουν ως πηγή το προαναφερθέν περιοδικό

Το "πράσινο" κτίριο στη Λεωφόρο Αλεξάνδρας είναι ένα βιώσιμο οικολογικό κτίριο, από τα λίγα που υπάρχουν στο κέντρο της Αθήνας. Η κατασκευαστική εταιρεία προσπάθησε να συνδυάσει τις απαιτήσεις ενός βιοκλιματικού κτιρίου με τις πιο προωθημένες κατασκευές της σύγχρονης τεχνολογίας στην ανέγερση κτιρίων.

Αποτελείται από 9 ορόφους, ένα ισόγειο και 4 υπόγειους ορόφους, συνολικής επιφάνειας 2.000 m². Η γενική αρχιτεκτονική του κτιρίου, ακολούθησε την αρχή του "παράγωνου", λόγω του ιδιαίτερα στρεβλού σχήματος του οικοπέδου. Έτσι, εκτός της κάτοψης, που υποχρεωτικά ακολουθεί την λοξότητα των πλευρών του οικοπέδου, αυτά τα στοιχεία εμφανίζονται και στην όψη, όπως:



- τα φωτοβολταϊκά "μαύρα" πετάσματα, που τοποθετούνται λοξά
- οι 3 σιδερένιοι στύλοι (HEB 300) σε ύψος 20 m, που δημιουργούν μία "λοξή" αψίδα για την κύρια είσοδο του κτιρίου.



- όλα τα στηθαία των εξωστών, που δεν είναι κατακόρυφα αλλά "εφάπτονται" σε μία νοητή στρεβλή επιφάνεια που ξεκινάει απ' τον 1ο όροφο, στον οποίο ο εξώστης έχει πλάτος 2 m σε κάθε πλευρά, και καταλήγει στον 8ο όροφο, στον οποίο ο εξώστης διατηρεί το ίδιο μήκος στην πρόσοψη, αλλά οι 2 πλευρές του μειώνονται σε 1,00 m και 0,10 m αντίστοιχα.

Όσον αφορά στη στατική αντοχή του κτιρίου, οι διαστάσεις των φερόντων στοιχείων στις γωνίες του, ενισχύθηκαν με μεγάλα υποστυλώματα σε σχήμα Γ και χρησιμοποιήθηκε έτοιμο σκυρόδεμα 25/30 ιδιαίτερης αντοχής. Οι δυσκολίες που έπρεπε να αντιμετωπιστούν στον αρχικό σχεδιασμό του κτιρίου ήταν αυτές του πολύ περιορισμένου επιφανειακά οικοπέδου, του στρεβλού σχήματός του, αλλά και των όρων δόμησης της περιοχής. Το κτίριο εφάπτεται ανατολικά και δυτικά με τα γειτονικά κτίρια, η βόρεια πλευρά του γειτνιάζει με τα πίσω πολυώροφα κτίρια μέσω του ακαλύπτου, ενώ η νότια πλευρά είναι η πρόσοψη στη Λεωφόρο Αλεξάνδρας. Η τοποθέτηση του στο οικοπέδο ήταν ουσιαστικά δεδομένη και περιόριζε τις δυνατότητες αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και αερισμού. Έτσι, η κατασκευαστική εταιρεία αποφάσισε τη πλήρη αξιοποίηση της υπάρχουσας τεχνολογίας αιχμής, ώστε εκτός από τα επιδιωκόμενα περιβαλλοντικά οφέλη, σε συνδυασμό με την επιθυμητή αισθητική του κτιρίου, να υπάρξουν και πολλαπλά οικονομικά οφέλη για τον ιδιοκτήτη του κάθε ορόφου.



Φωτοβολταϊκά πετάσματα: Τα φωτοβολταϊκά πετάσματα τοποθετήθηκαν στην όψη του κτιρίου, ώστε να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη επιφάνεια για ένα αξιόλογο οικονομικό αποτέλεσμα. Επίσης, αποτελούν βασικό στοιχείο της αισθητικής του κτιρίου. Το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από συνολικά 90 πετάσματα αμερικανικής προέλευσης και κατασκευής, με την υψηλότερη απόδοση παγκοσμίως (60 Φ/Β πετάσματα στην πρόσοψη και 30 Φ/Β πετάσματα στην οροφή), τα οποία παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα ισχύος 20 kW, δίνοντας τη δυνατότητα στην οικοδομή να εξοικονομήσει έως και 10.000 ευρώ κάθε χρόνο, από τα οποία επωφελούνται οι ιδιοκτήτες. Το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα το αγοράζει η Δ.Ε.Η. και με τα έσοδα της πώλησης καλύπτονται όλα τα κοινόχρηστα μηνιαία έξοδα. Το βασικότερο όμως περιβαλλοντικό όφελος από το συγκεκριμένο Φ/Β σύστημα, είναι ότι θα παράγει απ' τον ήλιο 27 MWh τον χρόνο, αποτρέποντας με αυτόν τον τρόπο την εκπομπή περισσότερων από 26 τόνους CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Εσωτερικό σύστημα ανακύκλωσης: Στο κτίριο έχει εγκατασταθεί εσωτερικό σύστημα ανακύκλωσης, προέλευσης και κατασκευής γνωστής εταιρείας του Λονδίνου, και το οποίο είναι το μοναδικό στην Ελλάδα και ένα από τα ελάχιστα που υπάρχουν στα Βαλκάνια. Η βασική ιδέα ήταν να ενισχυθεί σε ποσοστό έως και 100% η απευθείας ανακύκλωση των απορριμμάτων στην πηγή, κάτι το οποίο μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση του συγκεκριμένου συστήματος. Η λειτουργία του είναι η ακόλουθη: Υπάρχει ένας σωλήνας συγκεκριμένης διαμέτρου (45 cm), ο οποίος "τρέχει" καθ' ύψος σε όλους τους ορόφους της

οικοδομής και καταλήγει στο πρώτο υπόγειο, όπου βρίσκεται ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός του συστήματος, καθώς και τρεις κάδοι σκουπιδιών, ένας για κάθε είδος. Ο σωλήνας συνδέεται με κάθε όροφο με μια πόρτα ανακύκλωσης, η οποία δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αποθέσει και ταυτόχρονα να ανακυκλώσει τα παραγόμενα απορρίμματα απευθείας από τον προσωπικό χώρο του γραφείου του. Σε κάθε πόρτα υπάρχουν τρεις υποδοχές, μία για κάθε διαφορετικό είδος απορριμμάτων. Οι τρεις κατηγορίες απορριμμάτων είναι:

- χαρτιού, δεδομένου ότι η κύρια χρήση του κτιρίου είναι γραφείων,
- συσκευασιών κάθε είδους, ίδιων με αυτές που αποτίθενται στους μπλε κάδους ανακύκλωσης που υπάρχουν στους δρόμους και λοιπών απορριμμάτων.

Αφού επιλεγεί το είδος των απορριμμάτων που θα αποτεθούν στο σύστημα, στο πρώτο υπόγειο υπάρχει εξοπλισμός του συστήματος που λειτουργεί με μια επιγλωττίδα, η οποία οδηγεί τα σκουπίδια στον αντίστοιχο κάδο. Το όλο σύστημα λειτουργεί με τη βαρύτητα. Οι συσκευασίες και τα λοιπά απορρίμματα θα οδηγούνται στους κάδους της πόλης, ώστε να συλλεχθούν από τα απορριμματοφόρα του δήμου, ενώ το χαρτί θα καταλήγει σε εγκατάσταση ανακύκλωσης χαρτιού.



Θέρμανση – ψύξη: Στη συγκεκριμένη οικοδομή η θέρμανση και η ψύξη σ' όλους τους χώρους παρέχεται με κλιματιστικά σώματα με κατανάλωση φυσικού αερίου.

Θερμομόνωση, ηχομόνωση, φυσικός φωτισμός : Στο κτίριο της οδού Λ. Αλεξάνδρας έχουν τοποθετηθεί πλάκες διογκωμένου πολυστυρενίου με ομοιογενώς χρωματισμένο επίχρισμα για την εξωτερική θερμομόνωση, έχουν μονωθεί οι πλάκες και των 14 επιπέδων με γυψοσανίδες και άλλα μονωτικά υλικά κατά τη σκυροδέτηση των πλακών και έχει εγκατασταθεί εσωτερική θερμομόνωση με ειδικής υψηλής πυκνότητας πλάκες πετροβάμβακα. Επί της προσόψεως στη Λ. Αλεξάνδρας έχουν τοποθετηθεί στα κουφώματα τρεις υαλοπίνακες, που αποτελούνται από δύο σε επαφή μεταξύ τους και ενδιάμεσα ειδική μεμβράνη για την αποτροπή διόδου της υπερϊώδους ηλιακής ακτινοβολίας και έναν τρίτο, σε απόσταση από τους άλλους δύο, που συμβάλλει με το ενδιάμεσο διάκενο αέρα στη θερμομονωτική προστασία. Εξωτερικά έχουν εγκατασταθεί ειδικές ηλεκτρικές περσίδες αλουμινίου πλάτους 6 cm, οι οποίες έχουν τη δυνατότητα ηλεκτρικής και αυτόματης αναδίπλωσής τους, αλλά και περιστροφής τους, ώστε να σκιαζουν τους εσωτερικούς χώρους κατά την επιθυμία των ενοίκων με τηλεχειριστήριο. Εξαιρετικής σημασίας για ένα κτίριο που βρίσκεται σε μια λεωφόρο με μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο είναι η ηχομόνωση. Προς αυτήν την κατεύθυνση, εκτός από τα τριπλά τζάμια, τα οποία ενισχύουν και την ηχομόνωση της πρόσοψης του κτιρίου, έχει εφαρμοσθεί ειδικό σύστημα πριν από τη σκυροδέτηση της θεμελίωσής του, με διάστρωση σε όλη την επιφάνεια του σκάμματος ανακυκλωμένων ελαστικών μικρών διαστάσεων. Έτσι διαμορφώνεται ένα λεπτό στρώμα (≈ 10 cm), το οποίο μονώνει ηχητικά το ασβεστολιθικό υπέδαφος της περιοχής και μειώνει τη μεταφορά των θορύβων, στο φέροντα οργανισμό του κτιρίου.

Κεντρικό σύστημα καθαρισμού: Σε κάθε όροφο του κτιρίου έχει εγκατασταθεί κεντρικό σύστημα καθαρισμού με τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Σημαντική μείωση της ηχορύπανσης, καθώς το σύστημα είναι σημαντικά πιο αθόρυβο από τη χρήση της παραδοσιακής ηλεκτρικής σκούπας.
- Καλύτερη υγιεινή του χώρου, καθώς το 100% των υπολειμμάτων και της σκόνης απομακρύνονται από το χώρο μέσω του δικτύου σωληνώσεων και καταλήγουν στην κεντρική μονάδα που βρίσκεται στο πρώτο υπόγειο.
- Κατάργηση της χρήσης της ανταλλακτικής σακούλας και συνεπώς μείωση της ποσότητας των απορριμμάτων που παράγονται σε κάθε όροφο.

Στην είσοδο του κτιρίου, υπάρχει μονάδα μέτρησης της ποιότητας του ατμοσφαιρικού

αέρα και ειδικότερα: ραδονίου, LEL, O₂, H₂S, CO- .

Αντισεισμικοί ανελκυστήρες: Στους ανελκυστήρες του κτιρίου έχουν εγκατασταθεί ειδικοί αισθητήρες σεισμικής ενεργοποίησής τους, σε δονήσεις προσεισμών 4-5 Ρίχτερ, ώστε εγκαίρως να εξέρχονται τα άτομα από τους θαλάμους των ανελκυστήρων.

Σχολείο με κατάταξη BREEAM "excellent", στη Μεγάλη Βρετανία⁹⁹

Αρχιτεκτονική μελέτη: Allford Hall Monaghan Morris

Στατική μελέτη και κατασκευή: Buro Happold

Η/Μ μελέτη: mott macdonald fulcrum

Αρχιτεκτονική τοπιού: kinnear landscape architects



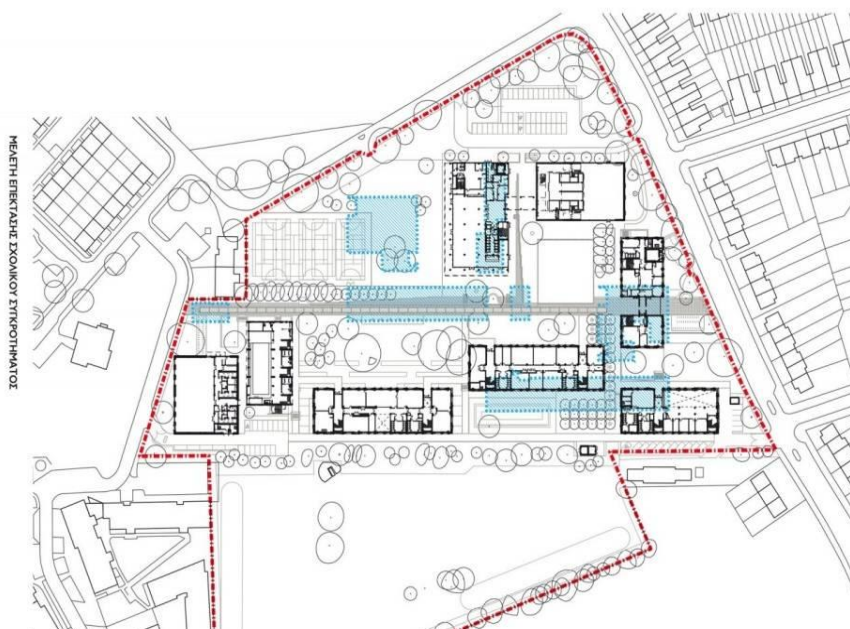
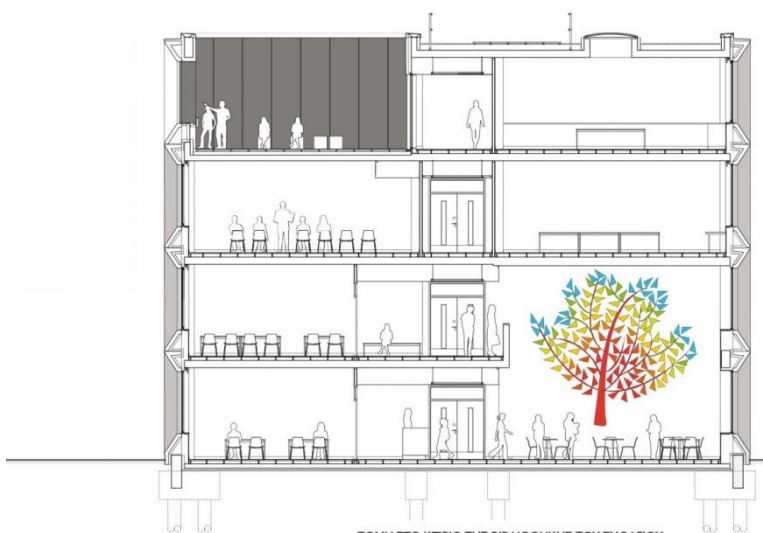
⁹⁹Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, τεχνολογία και υλικά, Μάρτιος 2015,σελ 112 (οι φωτογραφίες που συνοδεύουν την ανάλυση του παραδείγματος αυτού, έχουν ως πηγή το προαναφερθέν περιοδικό

Το σχολείο "Burntwood School" βρίσκεται στην πόλη Wandsworth, νότια του Λονδίνου και έχει μια επιτυχημένη και μακρόχρονη ιστορία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση της Βρετανίας. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών, το αρχιτεκτονικό γραφείο AHMM, σε συνεργασία με τον ανάδοχο κατασκευής Lend Lease, ξεκίνησε μια σειρά επεμβάσεων στο σχολικό συγκρότημα με τη συντήρηση των υπαρχόντων κτισμάτων και την ανέγερση νέων κτιρίων. Το εγχείρημα έγινε με απόλυτο σεβασμό στην αρχιτεκτονική κληρονομιά του αρχικού συγκροτήματος, σχεδιασμένου στις αρχές του μοντερνισμού το 1950 από τον Sir Leslie Martin, στοχεύοντας στην αναδιάρθρωση των λειτουργιών και την αύξηση της δυναμικής του σχολείου κατά 200 μαθητές.

Η μελέτη τοπίου που συνόδευσε την αρχιτεκτονική μελέτη επέκτασης, έδωσε αρμονικά παλαιά και νέα κτίρια και δημιούργησε ένα ευχάριστο περιβάλλον για τους μαθητές με κοινόχρηστους χώρους και χώρους πρασίνου. Το κτίριο κέρδισε το *Riba Stirling Prize 2015*.

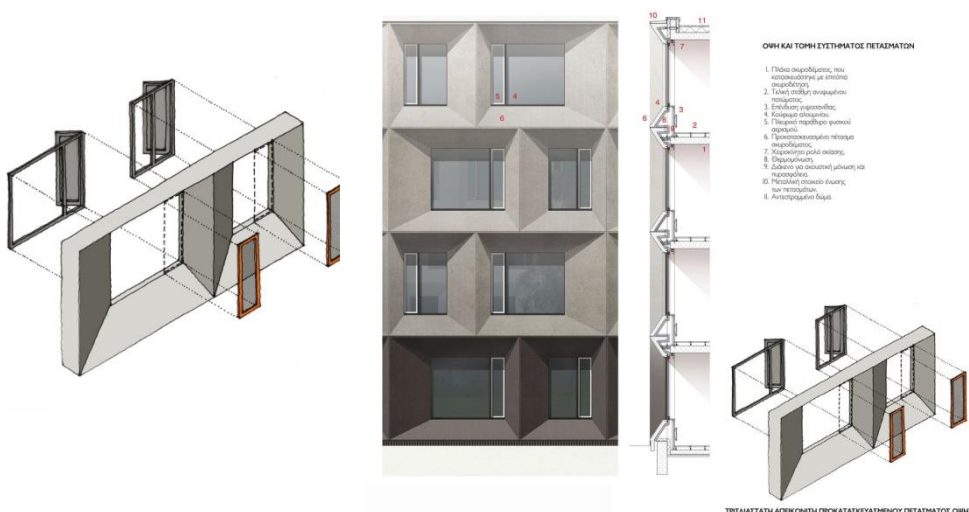
Το κτίριο παρουσιάζει, επένδυση όψης με προκατασκευασμένα πετάσματα σκυροδέματος. Το πιο χαρακτηριστικό στοιχείο του σχεδιασμού είναι η εντυπωσιακή τρισδιάστατη όψη που καλύπτει τα νέα κτίρια. Η πολύπλευρη επένδυση έγινε από προκατασκευασμένα πετάσματα οπλισμένου σκυροδέματος που φέρουν πτυχώσεις. Τα πετάσματα κατασκευάστηκαν στα χυτήρια Techrete στο Lincolnshire της Βρετανίας και έχουν δύο τυποποιημένα μήκη, 3m και 4,5m με σταθερό ύψος. Επαναλαμβανόμενα ταιριάζουν απόλυτα στον κάναβο των 7,5m, βάσει του οποίου σχεδιάστηκαν οι κατόψεις των νέων κτιρίων. Μια τυπική σχολική αίθουσα έχει μήκος 7,5 m οπότε επιλύεται με 2 πετάσματα εν σειρά, ενώ χώροι άλλοι χρήσεων επιλύονται μεμονωμένα ακολουθώντας τα τυποποιημένα μήκη.





Τα ανοίγματα έχουν το κατάλληλο μέγεθος κάθε φορά ώστε να εξισορροπούν τα απαιτούμενα επίπεδα φωτός για τις δραστηριότητες στην τάξη, διασφαλίζοντας παράλληλα τη μείωση κατά το δυνατό των ανεπιθύμητων θερμικών φορτίων. Σ' αυτό συντελεί και η επιλογή τοποθέτησης των υαλοπινάκων στην εσωτερική παρειά κάθε πετάσματος. Με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιείται το πλήρες βάθος κάθε πετάσματος, περίπου 50 cm, για σκίαση.

Για τα ανοίγματα επιλέχθηκαν ενεργειακά κουφώματα αλουμινίου με διπλούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής, με ειδική επίστρωση μεταλλικών οξειδίων, στο ένα από τα δύο κρύσταλλα. Η επίστρωση παρέχει στα τζάμια υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ηλιακής ακτινοβολίας, μπλοκάροντας τα ανεπιθύμητα θερμικά κέρδη αλλά επιτρέποντας το φως να περάσει στο εσωτερικό του κτιρίου, το οποίο παραμένει καλά θερμικά μονωμένο. Τα περισσότερα ανοίγματα των πετασμάτων είναι σταθερά ενώ επικουρικά σε κάποια σημεία υπάρχουν και ανοιγόμενα παράθυρα για φυσικό αερισμό. Άλλωστε ο αερισμός του κτιρίου είναι κατά βάσει τεχνητός ώστε να ρυθμίζεται καλύτερα, με δυνατότητα και φυσικού αερισμού όταν κρίνεται σκόπιμο. Η συναρμολόγηση των κουφωμάτων στα πετάσματα έγινε στο στάδιο της προκατασκευής στο εργοστάσιο ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή υδατοστεγανότητα και αεροστεγανότητα και να αποφευχθούν θερμικές γέφυρες που ευκολότερα δημιουργούνται σε επιτόπιες συναρμογές.



Με κατάλληλη σφράγιση των αρμών μεταξύ του κουφώματος και πετάσματος, επιτεύχθηκε το βέλτιστο αποτέλεσμα σε επίπεδο μόνωσης για ολόκληρο το σύστημα πρόσοψης. Παράλληλα, η μέθοδος της προκατασκευής μείωσε σημαντικά τα απόβλητα στις διαδικασίες κατασκευής και συναρμολόγησης. Ο υπόλοιπος φέροντας οργανισμός των κτιρίων έγινε με επιτόπια σκυροδέτηση και κατά τόπους προκατασκευασμένες τοιχοποιίες και κλιμακοστάσια. Η εκτεθειμένη θερμική μάζα της επένδυσης από σκυρόδεμα στην όψη αποτελεί βασική συνιστώσα της *βιοκλιματικής στρατηγικής του κτιρίου*. Η θερμική μάζα απορροφάει την περίσσεια ενέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας, τόσο από τα εσωτερικά θερμικά φορτία (χρήστες, μηχανήματα) όσο και από τον ήλιο για να την αποδώσει σταδιακά στο χώρο αργότερα, έτσι ώστε να μην υπάρχουν σημαντικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του εικοσιτετράωρου. Τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι, η θερμική μάζα παίζει το ρόλο του "ρυθμιστή" της θερμοκρασίας αποτελώντας ένα σημαντικό παράγοντα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωση του κτιρίου.

Το έργο αυτό αποτελεί ένα καλό παράδειγμα αρχιτεκτονικής πρακτικής όπου η αρχιτεκτονική ομάδα και ο ανάδοχος συνεργάστηκαν άψογα για να παράγουν ένα κτίριο που ξεπέρασε τις προσδοκίες του πελάτη. Η επιλογή να χρησιμοποιηθούν τόσο προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος για την όψη αποδείχθηκε η πιο οικονομική λύση σε χρήμα και χρόνο, χωρίς εκπτώσεις στον προϋπολογισμό τις ανάγκες και τις αισθητικές απαιτήσεις του πελάτη.



Τέλος, το έργο λόγω βιοκλιματικού σχεδιασμού απέσπασε την ανώτερη κατάταξη "excellent – άριστα" στο βρετανικό σύστημα ενεργειακής αξιολόγησης BREEAM. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του πελάτη έπρεπε να επιτευχθεί ένα 20% κατ' ελάχιστο στη μείωση των εκπομπών άνθρακα του υπάρχοντος σχολείου. Για να ικανοποιηθούν αυτοί οι στόχοι, ο σχεδιασμός εστίασε στον προσεκτικό σχεδιασμό της όψης αλλά και σε συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι ο λέβητας βιομάζας, που καλύπτει το 50% των ετήσιων αναγκών σε θέρμανση, καθώς οι ηλιακοί συλλέκτες που εγκατεστημένοι στην οροφή κάθε κτιρίου προμηθεύουν με ζεστό νερό χρήσης ανάλογα με τη ζήτηση.

Συμπεράσματα

Λίθος

Οι λίθοι έχουν μικρή απαίτηση συντήρησης και μεγάλη θερμοχωρητικότητα, που παίζει καθοριστικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας. Όμως, επειδή απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας για την μεταφορά τους, ενώ αντίθετα το κόστος εξόρυξης και επεξεργασίας είναι μικρό, καλό θα ήταν σαν στρατηγική να επιλέγονται τοπικοί λίθοι ή λίθοι από ανακύκλωση.

Οικολογικά Κονιάματα

Τα οικολογικά κονιάματα είναι τέλειοι συνδυασμοί κονιάς, κεραμικών προϊόντων και ποζολανών, δηλαδή φυσικά προϊόντα χωρίς χημικές προσμίξεις, που αντέχουν στον χρόνο, δεν απαιτούν συντήρηση και λόγω των προσμίξεων τους δίνουν φυσικούς χρωματισμούς με φυσικές αποχρώσεις, χωρίς να απαιτούνται χημικά χρώματα για επιχρίσματα.

Έτσι, τα *πηλοκονιάματα* είναι και αυτά αποδεκτά, αρκεί να μην περιέχουν οργανικές προσμίξεις. Όταν είναι σκεπασμένα με άχυρο δίνουν εξαιρετικά βιοκλιματικά αποτελέσματα, αφού η χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια εντείνεται με την υψηλή θερμική μάζα. Τα *ασβεστοκονιάματα* είναι ανόργανα υλικά, χωρίς τσιμέντο άριστης διαπνοής και πρόσφυσης.

Ξύλο

Το ξύλο μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε, είτε ως φέρον δομικό στοιχείο, είτε ως συμπληρωματικό υλικό. Είναι κακός αγωγός θερμότητας με αποτέλεσμα σε μια ξύλινη κατασκευή να διατηρείται σταθερή η εσωτερική θερμοκρασία. Ο σωστός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός με ξύλο μπορεί να μας δώσει αποτελέσματα βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής όταν αναφερόμαστε σε παθητικά ηλιακά συστήματα. Μια τέτοια κατασκευή μπορεί να θεωρηθεί πολύ πιο οικονομική από μια συμβατική. Μια ακόμη χρήση του ξύλου είναι η εφαρμογή του σε *οικολογικά δάπεδα*, τα οποία δεν έχουν επεξεργαστεί με χημικές ουσίες και προέρχονται από δάση τα οποία έχουν πιστοποιηθεί από το FSC. Είναι απαραίτητο το ξύλο να συνδυαστεί με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, καθώς ο προσανατολισμός των κτιρίων παίζει καθοριστικό ρόλο. Ωστόσο, πρέπει πάντα να

εξασφαλίζεται η αντιδιαβρωτική του συμπεριφορά μιας και τα ξύλα προσβάλλονται εύκολα από την υγρασία, τα έντομα, τους μύκητες και τη φωτιά.

Μέταλλο

Ένα από τα ζητήματα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον είναι η *ενεργειακή συμπεριφορά των μεταλλικών κτιρίων*. Τα δομικά στοιχεία κάθε μεταλλικής κατασκευής θα πρέπει, πέραν της στατικής και της δυναμικής επάρκειας τους, να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις που αφορούν στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και κατ' επέκταση και στις συνθήκες θερμικής άνεσης που επικρατούν στο εσωτερικό του. Οι κενοί εξωτερικοί τοίχοι που κατασκευάζονται από μέταλλο προσφέρουν θερμομόνωση και ηχομόνωση. Τέλος, αφού τα μεταλλικά κτίρια δεν περιέχουν σκυρόδεμα δεν ελκύουν ραδιενεργές επιδράσεις από τα εδαφογενή δομικά υλικά.

Γυαλί

Ο φυσικός φωτισμός εισέρχεται λόγω των ανοιγμάτων, με αποτέλεσμα να αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια και να μειώνεται η εξοικονόμησή της. Ανάλογα με τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του κάθε γυαλιού, μειώνονται δραστικά οι θερμικές απώλειες. Χαρακτηριστικός τύπος είναι τα γυαλιά χαμηλής εκπομπής (low-e) , τα φωτοβολταϊκά ή άλλα, που δεν αφήνουν μεγάλες ποσότητες φωτός να περάσουν, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ανάγκη για τεχνητό φως (ηλεκτροχρωμικά), ή άλλα που όταν ανεβαίνει η θερμοκρασία μεταβάλλονται από διαφανή σε γαλακτόχρωμα (θερμοχρωμικά).

Οικολογικά Χρώματα

Οικολογικά χρώματα χαρακτηρίζονται μόνο όσα είναι πιστοποιημένα με το οικολογικό σήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα χρώματα αυτά, αδιαμφισβήτητα εξοικονομούν ενέργεια και προστατεύουν το περιβάλλον, αφού μειώνουν τα απόβλητα και έχουν χαμηλή εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα.

Θερμομονωτικά υλικά

Τα θερμομονωτικά υλικά παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων, αφού δεν διαφεύγει άσκοπα η θερμική Ενέργειά του. Είναι ανακυκλώσιμα και δεν περιέχουν τοξικούς ρύπους. Ως πολύ καλό θερμομονωτικό υλικό

θεωρείται ο φελλός, με μόνο αρνητικό το μεγάλο κόστος. Δυστυχώς, στην Ελλάδα, δεν μπορούμε να βρούμε εξαιρετικά θερμομονωτικά υλικά, που στις άλλες Ευρωπαϊκές πόλεις είναι άφθονα, καθώς δεν διαθέτουμε κατάλληλη αγορά και πολλοί μηχανικοί εξακολουθούν να χρησιμοποιούν ακόμα αμίαντο.

Κανένα από τα παραπάνω υλικά δεν μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια στα κτίρια αν δεν υπάρξει κατάλληλος συνδυασμός με τις τεχνικές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, αφού κανένα δεν θα είχε την προσδόκιμη διάρκεια ζωής. Ακόμη και σήμερα, στη Συντήρηση Μνημείων, η οποία στηρίζεται σε εφαρμογές της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, που τώρα την διαδέχεται η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, απαιτούνται προτάσεις και λύσεις, οι οποίες εξασφαλίζουν την ενεργειακή βιωσιμότητα των μνημείων.

Βιβλιογραφία

1. Ανδρεαδάκη Ελένη, 'Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Περιβάλλον και βιωσιμότητα', εκδόσεις University Studio Press,Θεσσαλονίκη, 2006
2. Ασημακόπουλος, Δ.Ν, "ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ",1997
3. Angelis A. and Papadopoulos A.M., 'Application of multicriteria analysis in designing HVAC systems', Energy and Buildings 41, 2009.
4. André-Marie Ampère, Henri Becquerel, Augustin-Louis Cauchy, Joseph Louis Gay-Lussac Henri Poincaré, 'Alumni of the École Polytechnique' 2010 .
5. Βαλουμά Αικατερίνη, Μεταπτυχιακή Διατριβή, "Αποτοξικοποίηση Χρυσοτυλικού αμιάντου και αμιαντοτσιμέντου μέσω διεργασιών πυριτοποίησης, σε όξινες και βασικές συνθήκες", Χανιά 2014
6. Βασιλάκος Νίκος 'ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ :ΜΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ ΣΤΗ ΧΩΡΑ ΜΑΣ',2012.
7. Baruch Givoni 'Climate Considerations in Building and Urban' January 1998.
8. Γεωργιάδου Έλλη, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη, 1996
9. Conservation and Heritage Enthusiasts, Planners and Owners ' Clay Mortars for Masonry Buildings' 01 June 2015
10. Δημήτρης Κωνσταντινίδης , ' Παραδόσεις Ιστορίας της Αρχιτεκτονικής ' Ιούνιος 1970 Ε.Μ.Π. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ
11. Δρίβας Σ. , Ειδικός Ιατρός Εργασίας, 2004,' Το Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου', Αθήνα, στο δικτυακό τόπο: Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (ΕΛ.ΙΝ.Υ.Α.Ε.)
12. Δελλής Ν. και Τραγουδάρας Δ. (2002), ' Ενεργειακοί έλεγχοι, ποιότητα εσωτερικού αέρα και θερμική άνεση σε κτίρια γραφείων', Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, Οκτώβριος 2002
13. Verganelaki A, V. Kilikoglou, I. Karatasios, P. Maravelaki-Kalaitzaki, "A biomimetic approach to strengthen and protect construction materials with a novel calcium-oxalate–silica nanocomposite", Construction and Building Materials 62, 2014, 8-17.
14. Δημητρίου Αν. [Δρ.], Το βιβλίο του Εκπαιδευτικού, 'Αγωγή Υγείας και Περιβάλλοντος', Έκθεση και Προστασία από τις Επικίνδυνες Ουσίες, Θεσσαλονίκη ,2000
15. Design with Climate: 'Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism' 10 Jul 2009.

16. 'Ενεργειακές Τεχνολογίες και Αειφόρος Σχεδιασμός', Νοέμβριος 2013, 8^η Έκδοση
17. 'Ενεργειακός Σχεδιασμός, Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες', Μαλλιάρης παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Θεσσαλονίκη 1994
18. Κακαράς Ιωάννης, 'Τεχνολογία ξύλινων κατασκευών', Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ, ISBN 978-960-508-046-4 Τόμος 1^{ος}.
19. Kolokotsa, D. Maravelaki Kalaitzaki, P., Papantoniou, S., Vangeloglou, E., Saliari,
20. M., Karlessi, T., & Santamouris, "Development and analysis of mineral based coatings for buildings and urban structures", M., Solar Energy, Volume 86, Issue 5, 2012, pp. 1648–1659.
21. Valouma Aikaterini, Xekoukoulotakis Nikos, Nikos, Gidarakos Evaggelos, Pagona Maravelaki-Kalaitzaki, Master Theses, 'Detoxification of chrysotile asbestos and asbestos cement, via silylation processes, in acidic and alkaline conditions'
22. Stephanie Thomas Sue Roaf, Manuel Fuentes, 'Eco Δομείν', Εκδόσεις Ψύχαλου, Αθήνα 2009
23. Thomas V, Air Liquid, Gas Encyclopedia: "Carbon Dioxide",
24. K. Gobakis D. Kolokotsa, N. Maravelaki-Kalaitzaki, V. Perdikatsis, M. Santamouris, "Development and analysis of advanced inorganic coatings for buildings and urban structures", Energy and Buildings, Volume 89, 2015.
25. Κορωναίος Α., Σεργέντης Φ., 2005, 'Δομικά υλικά και οικολογία', Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αρχιτεκτόνων, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Αθήνα
26. Παπαμανώλης Νικόλαος, "Δομική Φυσική και Αρχές Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Κτιρίων" Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά συγγράμματα και Βοηθήματα.
27. Τσίππρας Κώστας & Θέμης Στεφ., 'Οικολογική Αρχιτεκτονική' εκδόσεις Κέδρος 2005.
28. Θεοδοσίου Θ., Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων, Σημειώσεις για τις απαιτήσεις του μαθήματος «Ενεργειακός σχεδιασμός και αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στις κατασκευές», 2011.
29. Παπαδόπουλος Α.Μ., 'Θερμική άνεση στα κτίρια'. Νέα πρότυπα και βελτίωση θερμικής άνεσης στα κτίρια, Ιωάννινα 2006.
30. 'Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική', Μαλλιάρης παιδεία, για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή 1996.
31. 'Οικολογική Δόμηση', Ελληνικά Γράμματα, διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών

32. Καραβασίλη Μαργαρίτα , 'Κτίρια για έναν Πράσινο Κόσμο (οικολογική δόμηση-βιοκλιματική αρχιτεκτονική) Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη', Αθήνα, 1999
33. Thomas Herzog, ed. 'Solar Energy in Architecture and Urban Planning Prestel', 1996
34. Urban Growth 'Energy and Form An Ecological Approach' to March 15, 1978.
35. Melvin A. Asbestos: 'The hazardous Fiber', Benarde , 1990
36. Rachel Carson: A Biography 1952.
37. 'ΥΛΙΚΑ ΓΙΑ ΕΝΕΓΓΡΙΑΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ' ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ , 27 Νοεμβρίου 2009
38. Troi Alexandra ' ENERGY EFFICIENCY SOLUTIONS FOR HISTORIC BUILDINGS' December 2002

Δημοσιεύσεις Περιοδικών

1. Αρχιτεκτονική και ενέργεια, Κλίμα και βιοκλιματική αρχιτεκτονική, Άρθρο του Δημήτρη Αραβαντινού, Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ ,Σεπτέμβριος 2014
2. Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ ,τεχνικές σελίδες, τεύχος 10,2009
3. Gobakis K. D. Kolokotsa, N. Maravelaki-Kalaitzaki, V. Perdikatsis, M. Santamouris, "Development and analysis of advanced inorganic coatings for buildings and urban structures", Energy and Buildings, Volume 89, 2015.
4. Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 10, 2009
5. Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 8, Σεπτέμβριος 2011
6. "Chrysotile asbestos detoxification with a combined treatment of oxalic acid and silicates producing amorphous silica and biomaterial", Aikaterini Valouma, Anastasia Verganelaki, Pagona Maravelaki-Kalaitzaki, Evangelos Gidaracos, *Journal of Hazardous Materials*, (2016), 164-170
7. Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ,Αρχιτεκτονική και ενέργεια, ειδικό τεύχος,2015
8. L. N. Greg Masters, «Climate Change and Invasive Alien Species,» 2010.
9. Εφημερίδα 'Τα Νέα', δημοσίευση 18/01/2017
10. Αρχιτεκτονική και ενέργεια, Κλίμα και βιοκλιματική αρχιτεκτονική, Άρθρο του Δημήτρη Αραβαντινού, Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, 2007
11. Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, ΚΤΙΡΙΟ, ειδικό τεύχος , 2011,
12. Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, τεχνολογία και υλικά, Ιανουάριος 2009
13. Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, Αρχιτεκτονική-Τεχνολογία-Νέα Υλικά, Οκτώβριος 2014
14. Περιοδικό, ΚΤΙΡΙΟ, τεχνολογία και υλικά, Μάρτιος 2015,
15. New Scientist, Reflections on glass research , 31 August 1972 .
16. Πρεφτίτση Φ., Φυτεμένος τοίχος σε εσωτερικούς χώρους. Κτίριο, 4/2014,

Διαδικτυακές Πηγές

1. <http://www.breeam.com/>
2. <http://www.usgbc.org/education-at-usgbc>
3. <http://www.hnms.gr/hnms/greek/index.html>
4. <https://el.wikipedia.org/>
5. <https://zenithmag.wordpress.com/2015/08/15/>
6. <http://www.tovima.gr/>
7. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=521>
8. <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=521>
9. www.vitex.gr
10. <http://www.sigmalive.com/archive/simerini/environment/170879>
11. http://www.elinyae.gr/el/category_details.jsp?cat_id=827
12. <http://4lyk-pyrqou.ilei.sch.gr/elpiweb/pgm/perival/aiolenerq.htm>
13. <http://www.anemogennitria.gr/>
14. <http://13epal-esp-thess.thess.sch.gr/oldsite/SOLAR/iliaki.htm>
15. <http://4myhouse.gr>
16. http://www.themistsipiras.gr/eco_materials.html
17. http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/143/pol_00496.pdf?sequence=1
18. <http://mamaproject.gr/ta-10-kalutera-prasina-ulika/>
19. <http://ecoaluminumpallets.com/>
20. <http://blogs.sch.gr/8lyk-pat/files/2012/07/bioklimatiko.pdf>
21. <http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf>
22. <http://www.greekarchitects.gr>
23. http://www.cres.gr/kape/education/bioclimate_brochure.pdf