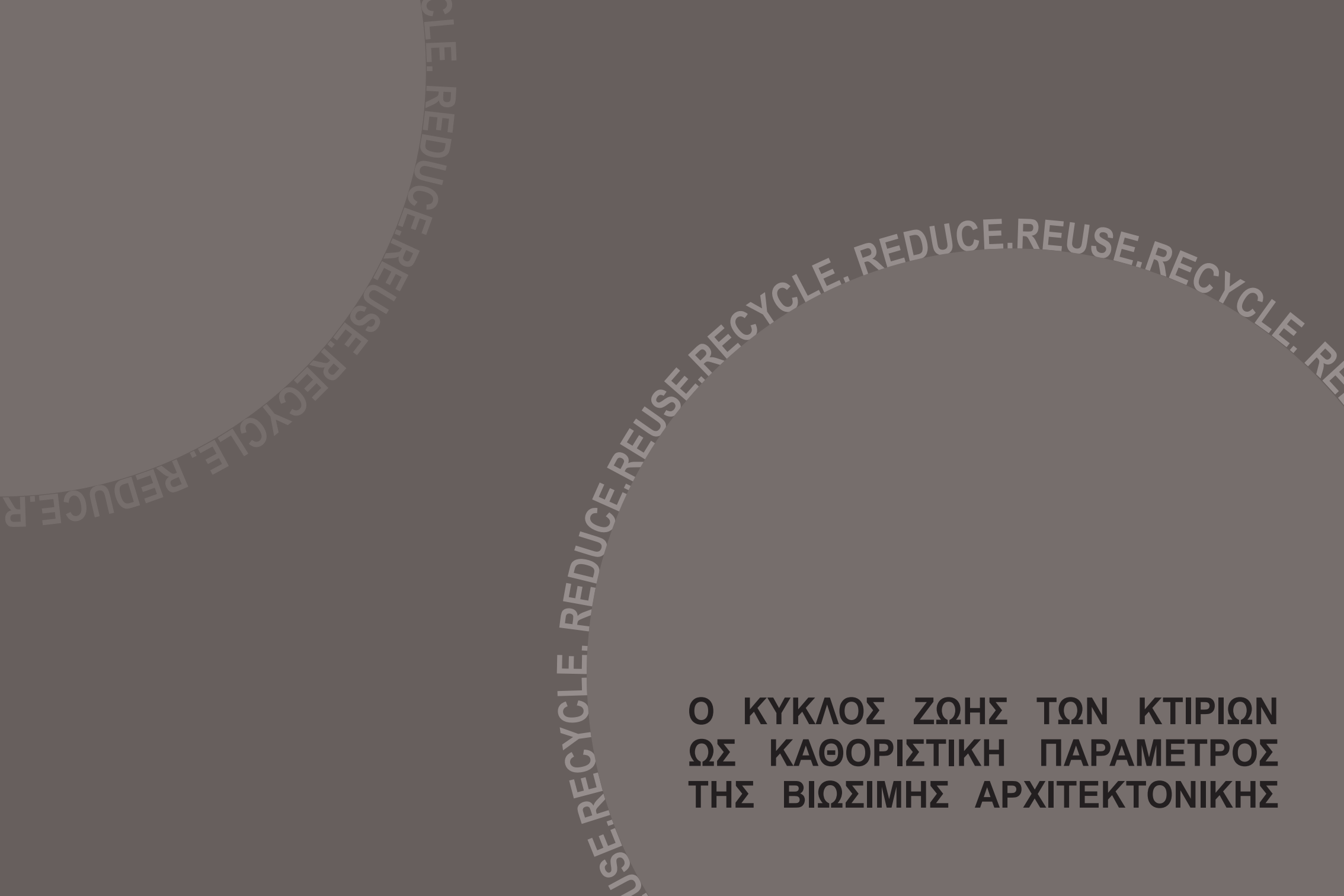


ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ- ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ





**Ο ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ  
ΩΣ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ  
ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ**



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	12
ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΝΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	16
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	22
ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ.....	24
ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	30
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	38
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	39
ΤΕΛΟΣ ΖΩΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	42
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΟΦΕΛΗ.....	48
ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	50
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	52
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ.....	54
ΡΟΤΕΡΝΤΑΜ,ΟΛΛΑΝΔΙΑ.....	56
JUBILEE CAMPUS, UNIVERSITY OF NOTTINGHAM.....	57
CROUCH HILL PARK, ΛΟΝΔΙΝΟ.....	60
“THE GREEN”, UNIVERSITY OF BRADFORD.....	62
ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΑΡΟ, BRISTOL.....	64
BARNIM ADMINISTRATION CENTRE, EBERSWALDE.....	66
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΩΝ NORMAND, SPEYER.....	72
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ NIROSAN.....	74
THE XX OFFICE BUILDING, DELFT.....	76
ARMSTRONG WORLD INDUSTRIES HQ, PENNSYLVANIA.....	78
ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ, ΙΔΡΥΜΑ ΣΤΑΥΡΟΣ ΝΙΑΡΧΟΣ, ΦΑΛΗΡΟ.....	80
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:** ΑΝΘΙΜΟΥ ΕΛΕΝΑ

ΜΑΚΑΝΤΑΣΗ ΑΡΕΤΗ- ΜΑΡΙΑ

**ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:** Ε. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ

**ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΔΙΑΛΕΞΕΩΝ:** ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2012

ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ- ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

Τα σημερινά δεδομένα που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας δείχνουν ότι οι φυσικοί πόροι και η ομαλή λειτουργία του περιβάλλοντος βρίσκονται σε οριακό σημείο. Το δομημένο περιβάλλον είναι ο βασικός καταναλωτής ενέργειας και επομένως ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό για τα περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και για τις τεράστιες οικονομικές επιβαρύνσεις που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες. Ειδικότερο για τη χώρα μας η κατανάλωση της ενέργειας από τα κτίρια είναι η μεγαλύτερη σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης και έχει ελλιπές θεσμικό πλαίσιο στον τομέα αυτό.

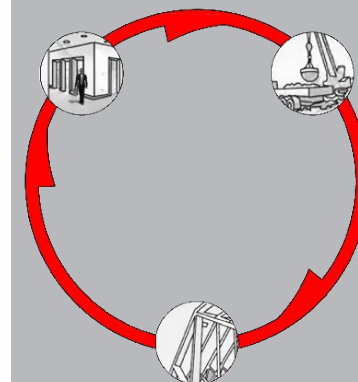
Αναδεικνύεται η αναγκαιότητα της βιώσιμης ανάπτυξης, ώστε οι μελλοντικές κοινωνίες να διαθέτουν τουλάχιστον τα ίδια οικονομικά, κοινωνικά και πολιτιστικά κεφάλαια με τις σημερινές γενιές. Ο συμβατικός τρόπος προσέγγισης του σχεδιασμού του δομημένου χώρου αφορούσε κυρίως μεμονωμένες φάσεις του, κυρίως τη φάση της λειτουργίας του, παρακάμπτοντας τις επιπτώσεις των φάσεων της ανέγερσης και του τέλους ζωής του κτιρίου. Ο στόχος, λοιπόν, της εργασίας είναι η προσέγγιση ενός συνολικού σχεδιασμού που να περιλαμβάνει όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου, ώστε να διασφαλίζεται πως κάθε επιλογή είναι συμβατή με την επίτευξη της βιωσιμότητας. Η ένταξη στο σχεδιασμό της λογικής ενός κλειστού βρόγχου σχετίζεται με τα ενεργειακά

οφέλη που αφορούν το κτίριο ως σύνολο αλλά και τα επιμέρους τμήματά του. Η έννοια της βιωσιμότητας συνδέεται με τη λογική αυτή διότι η λειτουργία των κλειστών βρόγχων περιλαμβάνει τις έννοιες της ανακύκλωσης και της επανάχρησης. Τα κτίρια είναι τα προϊόντα του ανθρώπου με τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και επομένως ο βιώσιμος σχεδιασμός του κύκλου ζωής τους θεωρείται αναγκαίος, ώστε να αντιμετωπιστούν τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα και να επιτευχθεί η βελτίωση της ποιότητας ζωής σε δομημένα περιβάλλοντα.

Παράλληλα με την ανάλυση του σχεδιασμού του κύκλου ζωής των κτιρίων γίνεται παρουσίαση του θεσμικού πλαισίου που σχετίζεται με τη βιωσιμότητα σε διεθνές επίπεδο και στην Ελλάδα. Η παρουσίαση αυτή γίνεται με στόχο τη σύγκριση της ελληνικής και της διεθνούς νομοθεσίας. Θεωρούμε απαραίτητη την εξέταση του θεσμικού πλαισίου, γιατί είναι αυτό που καθορίζει και δίνει κίνητρα για αλλαγές στον τρόπο δόμησης, μπορεί δηλαδή να λειτουργήσει ως μέσο υιοθέτησης της έννοιας του κύκλου ζωής στην πράξη.

Η διάρθρωση της εργασίας γίνεται με βάση τις φάσεις του κύκλου ζωής των κτιρίων, ανέγερση λειτουργία και τέλος ζωής, προκειμένου να αξιολογηθούν τόσο τα ενεργειακά οφέλη όσο και η περιβαλλοντική τους συμπεριφορά. Σε πρώτο στάδιο

αποσαφηνίζονται οι όροι του κύκλου ζωής των κτιρίων και της βιωσιμότητας, η σχέση τους με το δομημένο περιβάλλον και οι βασικές αρχές που τους διέπουν. Ακολουθεί η ανάλυση ανά στάδιο του κύκλου ζωής του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη την ενεργειακή απόδοση και τη δημιουργία καλύτερης ποιότητας ζωής και έπεται η αξιολόγηση ως προς τα οικονομικά οφέλη της εφαρμογής αυτού του σχεδιασμού. Στη συνέχεια γίνεται παράθεση παραδειγμάτων που έχουν σχεδιαστεί με βάση τον κύκλο ζωής είτε στο σύνολο τους είτε σε επιμέρους τμήματά τους. Καταληκτικά μελετάται το ισχύον θεσμικό πλαίσιο σε διεθνές επίπεδο και στην Ελλάδα και η δυνατότητα εφαρμογής του συγκεκριμένου τρόπου σχεδιαστικής και κατασκευαστικής προσέγγισης στη χώρα μας.



#### ΕΙΚΟΝΑ 1

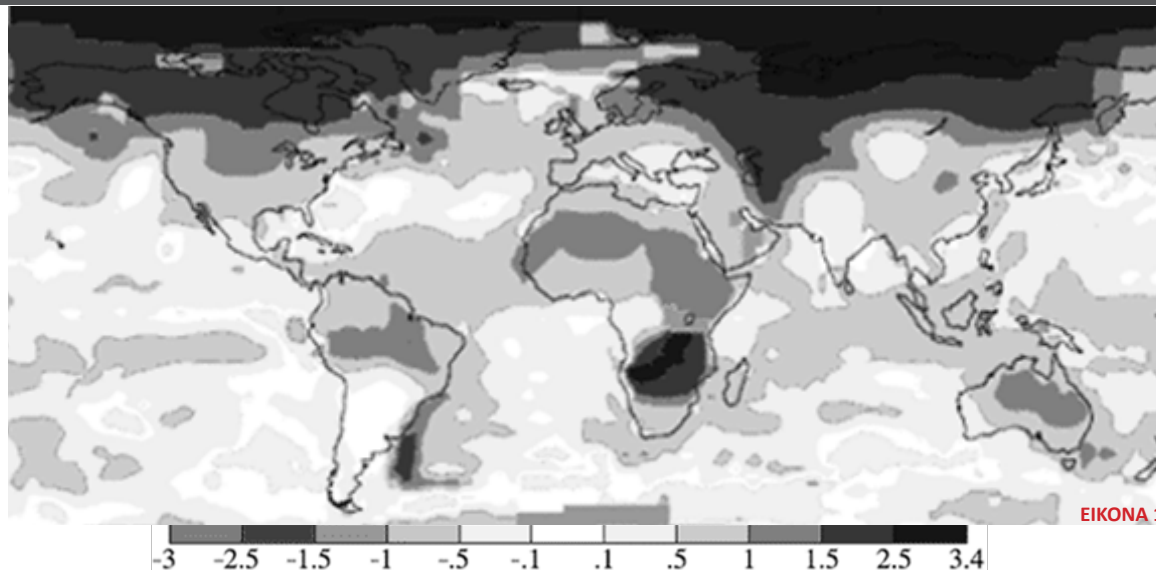
ΧΑΡΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ- 2005

Πηγή: www.nrdc.org

«Το δομημένο περιβάλλον δεν είναι απλά ένα σύνολο κτιρίων αλλά ένα μείγμα οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών διαδικασιών που είναι συνδεδεμένες με το βαθμό ανάπτυξης και τις ανάγκες κάθε κοινωνίας.» «Οι παράγοντες που το καθορίζουν πρέπει να λαμβάνονται ως σύνολο διότι η λύση ενός μόνο προβλήματος μπορεί να αποτελέσει την αιτία ενός άλλου.»<sup>1</sup>

Τα βασικά περιβαλλοντικά προβλήματα που απαντώνται σε αστικά περιβάλλοντα είναι η ποιότητα του αέρα, η αύξηση της θερμοκρασίας, οι οχλήσεις και η έντονη κυκλοφορία. Τα κτίρια, με βάση τις έως τώρα σχεδιαστικές και κατασκευαστικές πρακτικές, αποτελούν μια από τις βασικότερες πηγές των ενεργειακών και περιβαλλοντικών προβλημάτων καθώς συνυπολογίζονται στα αίτια που προκαλούν την κλιματική αλλαγή. Συμβάλλουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, μέσω της αύξησης των θερμοκρασιών στις αστικές περιοχές εξαιτίας της κατανάλωσης ενέργειας, της αυξημένης χρήσης ακατέργαστων υλικών, της μόλυνσης και της μετατροπής της καλλιεργήσιμης γης σε δομημένη.

Τα κτίρια είναι ο βασικότερος καταναλωτής ενέργειας μεταξύ των κλάδων της οικονομίας. Η παγκόσμια ημερήσια κατανάλωση ενέργειας αντιστοιχεί σε

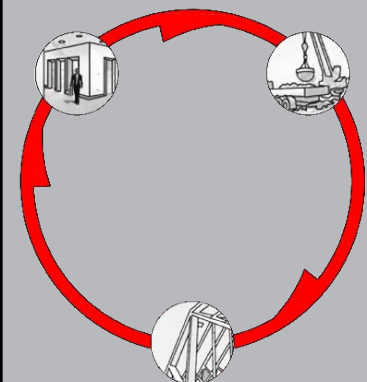


ΕΙΚΟΝΑ 1

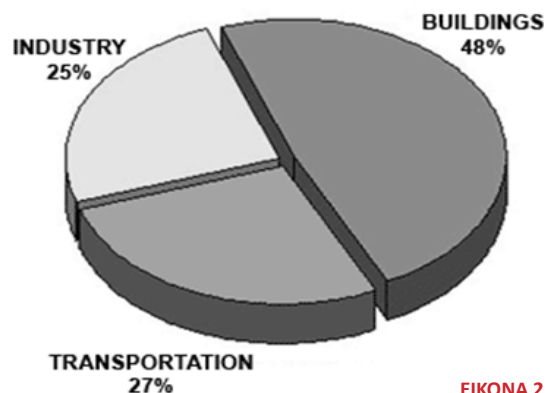
ολόκληρη την ημερήσια παραγωγή πετρελαίου των χωρών του OPEC, ενώ ειδικότερα τα κτίρια στην Ευρώπη καταναλώνουν γύρω στο 40% της συνολικής ενέργειας. Οι ανάγκες σε ενέργεια κάθε κοινωνίας διαφέρουν. Η κατανάλωση καθορίζεται από τις συνθήκες ζωής και το βιωτικό επίπεδο, το ρυθμό ανάπτυξης, το πραγματικό κόστος της ενέργειας, την τεχνολογική ανάπτυξη και τις καιρικές συνθήκες. Σύμφωνα με έρευνα στις αναπτυσσόμενες χώρες η αύξηση του ΑΕΠ κατά 1% οδηγεί σε αύξηση κατά 1,03% στην κατανάλωση ενέργειας. Επίσης η αύξηση του αστικού πληθυσμού κατά 1% συνεπάγεται αύξηση 2,2% στην κατανάλωση ενέργειας. Επομένως είναι αναγκαία η στροφή προς πρακτικές που

στοχεύουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, λαμβάνοντας υπόψη για παράδειγμα ότι μια μεγαβατόρα ενέργειας είναι 8 φορές πιο ακριβή να παραχθεί παρά να εξοικονομηθεί διότι τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας έχουν μικρό κεφαλαιακό κόστος και σχεδόν καθόλου λειτουργικό κόστος σε αντίθεση με τη παραγωγή (κατασκευή νέων μονάδων παραγωγής ενέργειας) που συνεπάγεται τόσο κεφαλαιακά όσο και λειτουργικά κόστη.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών καθορίζουν την ανάγκη για κατανάλωση ενέργειας και επηρεάζουν τις συνθήκες άνεσης τόσο μέσα στα κτίρια όσο και στους ανοιχτούς χώρους. Περιλαμβάνονται στους βασικότερους ρυθμιστές της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς του







ΕΙΚΟΝΑ 2

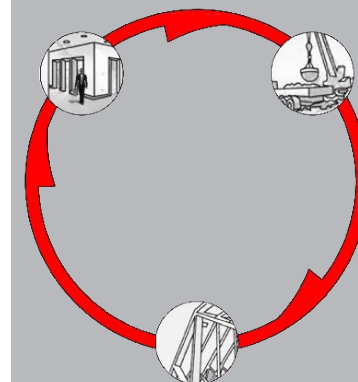
κτιρίου και σχετίζονται με παράγοντες όπως θερμοχωρητικότητα, η ανακλαστικότητα και η απορροφητικότητα τους, αποτελούν βασικό κριτήριο για το σχεδιασμό. Παράλληλα με τα παραπάνω, η εμπεριεχόμενη ενέργεια των υλικών, που σχετίζεται με την ενέργεια που απαιτείται για την εξόρυξη, την επεξεργασία, τη μεταφορά, την τοποθέτησή τους, την ανακύκλωση ή την απόρριψή τους, καθορίζει το ενεργειακό αποτύπωμα του κτιρίου. Το στοιχείο αυτό εισάγει ένα ακόμη κριτήριο επιλογής, αφού τονίζει όχι μόνο τα ενεργειακά οφέλη ενός υλικού κατά τη λειτουργία του κτιρίου, αλλά και το κόστος ενέργειας που απαιτείται για τη παραγωγή του, τη συντήρηση, τη διάρκεια ζωής του και τη δυνατότητα του για ανακύκλωση. Για το λόγο αυτό, νέες τεχνολογίες, όπως τα φωτοβολταϊκά, πρέπει να αντιμετωπίζονται με σκεπτικισμό, αφού δεν μπορούν να αποτελέσουν απόλυτη λύση του ενεργειακού προβλήματος διότι «η

ενέργεια για την παραγωγή τους υπερβαίνει την ενέργεια που μπορούν αυτά να αποδώσουν κατά τη διάρκεια της ζωής τους.»<sup>2</sup>

Στα κτίρια διοχετεύεται το 50% των υλικών που εξορύσσονται, με αποτέλεσμα η σωστή επιλογή των υλικών να έχει οικολογικό και οικονομικό όφελος. Κάθε χρόνο 3 δισεκατομμύρια τόνοι ακατέργαστων υλικών χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για να παραχθούν δομικά υλικά, που αντιστοιχούν στο 40% της συνολικής οικονομίας. Ωστόσο το 20% του συνόλου των υλικών αυτών σπαταλάται κατά τη διάρκεια της κατασκευής, γεγονός που καταδεικνύει το λανθασμένο τρόπο διαχείρισής τους. Αυτή η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων κρίνει επιτακτική την ανάγκη για μία νέα αντιμετώπιση και την εφαρμογή τεχνικών όπως η ανακύκλωση και επανάχρηση από την κλίμακα του υλικού μέχρι αυτήν του κτιρίου.

Με βάση τα παραπάνω κρίνεται αναγκαία η εισαγωγή ενός συνολικού σχεδιασμού του κτιρίου σε όλες τις φάσεις του. Πρέπει να λαμβάνεται δηλαδή υπόψη εξ αρχής το ενεργειακό κόστος κάθε σχεδιαστικής επιλογής σε κάθε μία από τις φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου. Ο σχεδιασμός αυτός πρέπει να λαμβάνει το κτίριο ως μέρος ενός ευρύτερου συνόλου, μιας αστικής ενότητας. Σύμφωνα με τον Thomas Herzog «Πρέπει να εφαρμόσουμε

τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζουμε την ενέργεια που αφορά ένα μεμονωμένο κτίριο σε ολόκληρες πόλεις. Πρέπει να υπάρχει αντίστοιχη προσέγγιση όπως στα κτίρια, να εντοπιστούν οι σχετικοί παράγοντες και πώς αυτοί επιδρούν και να αναπτυχθούν μοντέλα που να μπορούν να ενταχθούν στα υπάρχοντα συστήματα».<sup>3</sup> Δεν είναι επαρκής δηλαδή ο σχεδιασμός ενός κτιρίου υψηλής ενεργειακής απόδοσης, που όμως έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον του. «Απαιτείται, λοιπόν, μια νέα θεώρηση της αρχιτεκτονικής... Το κόστος της εμπεριεχόμενης ενέργειας των υποδομών, των εκσκαφών, της μεταφοράς των υλικών, της απόρριψης υλικών ή της ανακύκλωσής τους καθώς και η μειωμένη ευελιξία στις μετατροπές που μπορούν να δεχτούν οι κατόψεις των κτιρίων ανήκουν στο παρελθόν, όπως επίσης παρελθόν αποτελούν και οι δαπάνες ενέργειας για θέρμανση και κλιματισμό του κτιρίου.»<sup>4</sup>



### ΕΙΚΟΝΑ 3

ΝΕΦΟΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΛΟΝΔΙΝΟΥ

Πηγή: www.christopherfowler.co.uk

Ο όρος βιωσιμότητα εκφράζει ταυτόχρονα την οικονομική ανάπτυξη και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Ο στόχος της βιώσιμης κατασκευής σύμφωνα με το "Conseil International du Batiment": «η δημιουργία και η λειτουργία ενός υγιούς δομημένου περιβάλλοντος που βασίζεται στη σωστή διαχείριση των φυσικών πηγών...». Η βιωσιμότητα μπορεί να λάβει ένα ευρύ φάσμα διαστάσεων. «Την οικολογική διάσταση που περιλαμβάνει τον περιορισμό της εκμετάλλευσης των φυσικών πηγών, την οικονομική που αφορά τις διαδικασίες παραγωγής και κατανάλωσης, οι οποίες πρέπει μακροπρόθεσμα να πληρούν τις προϋποθέσεις ώστε οι επόμενες γενιές να έχουν τουλάχιστον τα ίδια κεφάλαια που έχουμε και σήμερα. Με τον όρο κεφάλαιο εννοούμε τις φυσικές πηγές αλλά και τις δυνατότητες παραγωγής που δίνει η τεχνολογία, η γνώση και τα μη υλικά αγαθά. Έπεται η κοινωνική διάσταση που σχετίζεται με την ανθρώπινη υγεία και την ποιότητα ζωής καθώς και η διατήρηση των πολιτιστικών αξιών σε σχέση με το κτισμένο περιβάλλον.»<sup>5</sup>

Το ζητούμενο μιας βιώσιμης ανάπτυξης αποδίδει ιδιαίτερη σημασία στον τομέα της κατασκευής. Η κατασκευή δημιουργεί την υλική βάση της ζωής, δημιουργώντας τους χώρους διαβίωσης και απασχόλησης. Η λειτουργία των κτιρίων μπορεί να δημιουργήσει

μεγάλους περιβαλλοντικούς κινδύνους μέσα από τη συνεχόμενη κατανάλωση ενέργειας. Τα υπάρχοντα κτιριακά κελύφη αποτελούν το μεγαλύτερο οικονομικό, φυσικό και πολιτιστικό κεφάλαιο. «Οι αρχές της βιώσιμης κατασκευής πρέπει να αντιστοιχούν σε όλο το κύκλο ζωής και να αποσκοπούν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, στη χρήση ανανεώσιμων πηγών, στην προστασία της φύσης, τον περιορισμό των τοξικών υλικών, την εφαρμογή της μελέτης κόστους του κύκλου ζωής και την έμφαση στην ποιότητα.»<sup>6</sup> Οι φάσεις του κύκλου ζωής των κτιρίων αντιστοιχούν στην ανέγερση νέου κτιρίου, στη χρήση και τη λειτουργία του, την επανάχρηση και την κατεδάφιση ή την αποδόμηση της κατασκευής.



ΕΙΚΟΝΑ 3

Η μεθοδολογία που βασίζεται στον κύκλο ζωής χρονολογείται από τη δεκαετία του '60, όταν η μειωμένη διαθεσιμότητα ακατέργαστων υλικών και φυσικών πηγών ενέργειας, οδήγησε σε νέους τρόπους υπολογισμού του ενεργειακού κόστους και των επιπτώσεων του. Στη δεκαετία του '90 χρησιμοποιούνταν για εμπορικούς σκοπούς ενώ σήμερα η εφαρμογή του είναι πιο ευρεία και περιλαμβάνει τόσο δομικά υλικά και κτίρια όσο και χημικά προϊόντα, αυτοκίνητα και ηλεκτρονικές συσκευές. Το γεγονός αυτό προήλθε ως αποτέλεσμα της θέσπισης αρχών του κύκλου ζωής (LCA) από το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (UNEP) και του Οργανισμού SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), το 2002.<sup>7</sup>

«Η αξιολόγηση με βάση τον κύκλο ζωής (Life Cycle Assessment) είναι μια μεθοδολογία αξιολόγησης της περιβαλλοντικής λειτουργίας μιας υπηρεσίας, μιας διαδικασίας, ενός προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων και των κτιρίων, καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.»<sup>8</sup> Με την ένταξή της στη σχεδιαστική διαδικασία οι αρχιτέκτονες μπορούν να αξιολογήσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των επιλογών τους και να καταλήξουν σε εκείνο το συνδυασμό που να διασφαλίζει τη μείωση των συνολικών επιπτώσεων σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου.<sup>9</sup>

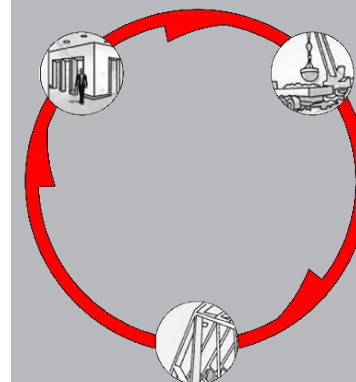
Η σειρά 14040 ISO (International Organization for Standardization) περιλαμβάνει δεδομένα που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής των κτιρίων. Τα δεδομένα αυτά αφορούν την τεχνική και τη διαχειριστική πλευρά της σύνταξης της αξιολόγησης του κύκλου ζωής. Το κυριότερο στοιχείο είναι ότι περικλείει μια ευρεία σειρά κριτηρίων, προχωρώντας πέρα από επιφανειακές μετρήσεις, όπως για παράδειγμα οι αξιολογήσεις δεν αναφέρονται μόνο σε κάποιο ανακυκλώσιμο υλικό, σύμφωνα με τους όρους του πιστοποιητικού ISO, αλλά συνυπολογίζει και τις επιπτώσεις του συνόλου της διαδικασίας της ανακύκλωσης, συμπεριλαμβανομένης και της μεταφοράς.

Παρόλο που η Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής (LCA) είναι ευρύτατα διαδεδομένη μετά το 1990, είναι λιγότερο ανεπτυγμένη σε σχέση με άλλους τομείς παραγωγής. Η σημασία των πληροφοριών για την περιβαλλοντική συμπεριφορά των υλικών κατά τον κύκλο ζωής τους είναι μεγάλη και διεθνώς αναγνωρισμένη. Η Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής (LCA) είναι ένα υποστηρικτικό εργαλείο στη λήψη αποφάσεων από τους αρχιτέκτονες και πρέπει να λειτουργεί παράλληλα με άλλους παράγοντες όπως το κόστος και οι λειτουργικές απαιτήσεις κάθε κτιρίου.



#### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 1- Energy and Climate in the Urban Built Environment
- 2- Energy and Climate in the Urban Built Environment
- 3,4- A primer on sustainable design, σελ. 7
- 5,6- A life cycle approach to buildings
- 8- Integrating LCA Tools in Green Building Rating Systems
- 9- Integrating LCA into Green Building Design



## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

### ΕΙΚΟΝΑ 4

ΧΡΗΣΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ  
ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ- ΕΝΤΑΣΗ  
ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

Πηγή: Το Ελληνικό Παραδοσιακό Σπίτι,  
Κ. Πασιγιάννου

Παλαιότερα, από τις πρώτες απόπειρες του ανθρώπου για στέγαση μέχρι και τη βιομηχανική επανάσταση, το κτίσμα αποτελούσε μία φυσική συνέχεια του τοπίου, απόλυτα εναρμονισμένο με τις κλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής, κατασκευασμένο με τα τοπικά υλικά, που χαρακτηρίζονται από μικρή εμπεριεχόμενη ενέργεια, «... **οι ανθρώπινες κοινωνίες βρίσκονταν απόλυτα εναρμονισμένες με τα φυσικά οικοσυστήματα, χωρίς να εμποδίζουν την λειτουργία και εξέλιξή τους, ...**»<sup>10</sup> Η σύγχρονη αρχιτεκτονική μπορεί να εμπνευστεί απ' αυτές τις βασικές κατασκευαστικές και τυπολογικές πρακτικές του παρελθόντος ώστε να συσχετιστεί ξανά ο δομημένος χώρος με το περιβάλλον του και να εξασφαλιστεί μια βιώσιμη ανάπτυξη.

«Τα γεωγραφικά, γεωλογικά και κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε συγκεκριμένης περιοχής μελετούνταν προσεκτικά σε όλη τη διάρκεια της μακράς ιστορίας της κατοίκησης. Παραδοσιακές τεχνικές για τη χρήση της ενέργειας του ήλιου και του αέρα, της γεωθερμίας, τη χρήση του νερού και του φυσικού φωτισμού, πρέπει να βρουν ξανά τη φυσική τους θέση στη διδασκαλία και πρακτική της αρχιτεκτονικής.»<sup>11</sup>



ΕΙΚΟΝΑ 4

Ανατρέχοντας στην ιστορία, παρατηρούμε πως **η έννοια της βιωσιμότητας αποτελούσε το αυτονόητο και όχι το ζητούμενο** όπως συμβαίνει σήμερα, μετά την αλλαγή που επέφερε στον κατασκευαστικό τομέα η βιομηχανική επανάσταση. Εξετάζοντας συγκεκριμένα την ελληνική παράδοση εντοπίζουμε πρακτικές που εκμεταλλεύονται τις φυσικές πηγές με σεβασμό. Όσον αφορά τα υλικά ο αρχαιολόγος Βάλτερ Χ. σημειώνει χαρακτηριστικά « Όποιος όμως δεν υποτιμά το λιθάρι και το βότσαλο που... μάζεψαν από τους αγρούς και την παραλία, τις ακατέργαστες πέτρες από το λατομείο... όποιος δεν υποτιμά τον πηλό και το χώμα, το χορτάρι και τα κλαδιά σαν υλικά, όποιος μάλιστα αναγνωρίζει στην πέτρα και τον πηλό των τοίχων μια λογικά

δομημένη ύλη, αυτός είναι σε θέση να δει όλα τούτα τα απλά υλικά σαν ζωντανούς μάρτυρες του πρώιμου ανθρώπου...»<sup>12</sup> Τα υλικά αυτά, όσο ευτελή κι αν φαίνονται στον σύγχρονο άνθρωπο, είχαν τέτοιες ιδιότητες και χρησιμοποιούνταν με τέτοιο τρόπο ώστε για παράδειγμα να προσφέρουν στους χώρους την απαιτούμενη θερμομόνωση όπως ο πηλός. Τα διαθέσιμα υλικά ήταν αυτά που καθόριζαν τη μορφή και τους τρόπους δόμησης στην αρχιτεκτονική κάθε τόπου. Οι κατασκευαστικές πρακτικές προσαρμόζονταν ανάλογα με τα υλικά που ήταν διαθέσιμα σε αφθονία ενώ υπήρχε σύνεση στη χρήση των δυσεύρετων υλικών που οδηγούσε στην ανάπτυξη ανάλογων τεχνικών για την ορθολογική χρήση τους.

Στο παρελθόν όπου δεν υπήρχε η δυνατότητα παρέμβασης του ανθρώπου στο περιβάλλον, ο ήλιος, ο άνεμος και το νερό αποτελούσαν τις βασικότερες πηγές τις οποίες μπορούσε να εκμεταλλευτεί ο άνθρωπος ώστε να διαμορφώσει ευνοϊκές συνθήκες στο εσωτερικό των κτιρίων. Οι τεχνικές που αποκαλούμε σήμερα ως παθητικά συστήματα θέρμανσης, ηλιασμού και αερισμού, αποτελούσαν κοινές πρακτικές. Μείζονος σημασίας ήταν ο τρόπος διάταξης των χώρων και ο προσανατολισμός τους, ώστε να έχουν τον απαιτούμενο ηλιασμό το χειμώνα και να παραμένουν δροσεροί το καλοκαίρι. Αυτή η αρχή σχεδιασμού εκφράζεται μέσα από τυπολογίες που διατρέχουν την ελληνική ιστορία, από τις κατοικίες και τις αγορές της αρχαίας εποχής, έως τις κατοικίες της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, με τα χαγιάτια και τα λιακωτά.<sup>13</sup>

Κατά την περιοδο των αρχαίων χρόνων, η έλλειψη της τεχνικής δυνατότητας όσον αφορά τα δίκτυα διανομής νερού οδήγησε στην ένταξη στην κατασκευή της κατοικίας τεχνικών συλλογής νερού της βροχής. Συνέλεγαν το νερό από τη στέγη και το αποθήκευαν συνήθως σε μία υπόγεια δεξαμενή.

«Κατά το παρελθόν παρατηρείται ευρύτερα μια **διαφορετική θεώρηση της διάρκειας ζωής του κτιρίου** που μπορεί να παραλληλιστεί με αυτό που σήμερα αποκαλούμε κύκλο ζωής.»<sup>14</sup> Τα κτίρια βρίσκονταν συνεχώς σε χρήση και υφίσταντο μετατροπές, ενώ στην περίπτωση κατασκευής νέων κτιρίων ήταν συνήθως η πρακτική επανάχρησης υλικών που προέρχονταν από παλαιότερα κτίρια. Η αντιμετώπιση αυτή των κτιρίων αποτελούσε κοινή πρακτική και όχι ενσυνείδητη πράξη βάση της θεωρίας του κύκλου ζωής. Τα

κτίρια ήταν κατασκευές που προορίζονταν να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και οι διαδικασίες επιδιορθώσεων και αλλαγών γίνονταν συνεχώς, σε αντίθεση με τις σημερινές πρακτικές. Η αλλαγή σ' αυτό τον τρόπο διαχείρισης των κτιρίων προήλθε κατά τις αρχές του 20ου αιώνα, όπου με την τεχνολογική εξέλιξη και τη μεγαλύτερη κατασκευαστική ανάπτυξη, η κατεδάφιση των υφιστάμενων κελυφών και η συνεχής ανέγερση νέων έγινε οικονομοτεχνικά εφικτή.

#### ΕΙΚΟΝΑ 5

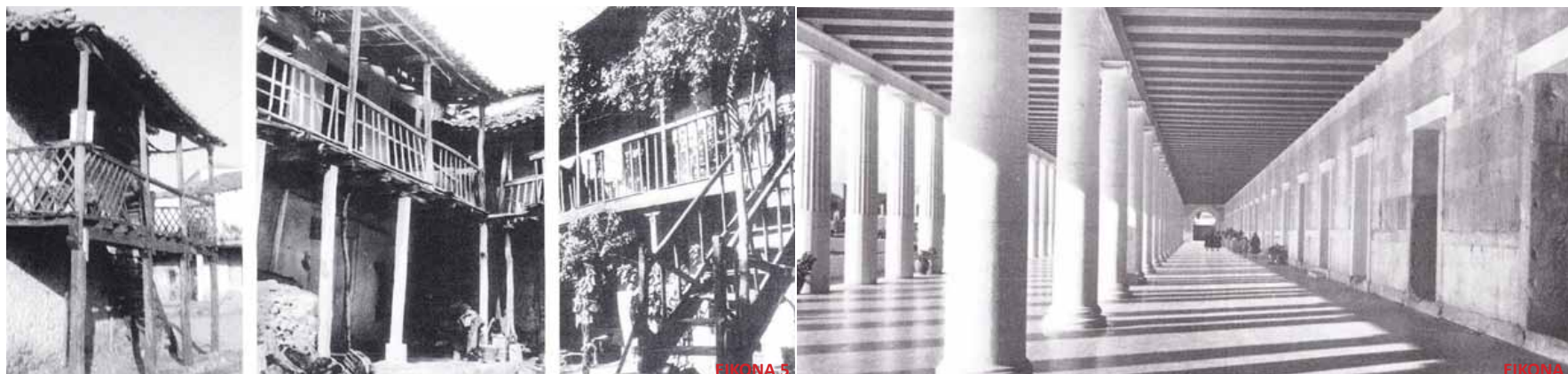
ΔΙΩΡΟΦΑ ΣΠΙΤΙΑ ΜΕ ΧΑΓΙΑΤΙ ΣΤΗΝ ΑΧΑΪΑ, ΣΤΟ ΛΟΥΤΡΑΚΙ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ

Πηγή: Το Ελληνικό Παραδοσιακό Σπίτι, Κ. Παπαϊωάννου

#### ΕΙΚΟΝΑ 6

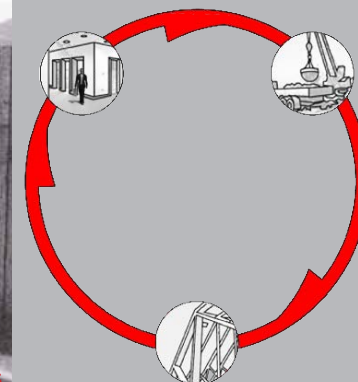
ΣΤΟΑ ΤΟΥ ΑΠΤΑΛΟΥ

Πηγή: Πολεοδομική Εξέλιξη των Αθηνών, Ι. Τραυλός



ΕΙΚΟΝΑ 5

ΕΙΚΟΝΑ 6



Μέσα από τη παραπάνω σύντομη αναδρομή, γίνεται αντιληπτό πως η σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον του ήταν σχέση αλληλεξάρτησης και σεβασμού. Με τη βιομηχανική επανάσταση και την τεχνολογική εξέλιξη, ωστόσο, εδραιώθηκε η άποψη ότι ο άνθρωπος μπορεί να παρέμβει στη φύση στο βαθμό που αυτός θέλει, πράγμα που οδήγησε σε μια στρεβλή διαχείριση και στην υπερεκμετάλλευση του φυσικού περιβάλλοντος. Σήμερα λοιπόν έχουμε φτάσει σε ένα κρίσιμο σημείο, όπου οι φυσικοί πόροι τείνουν να εξαντληθούν, με συνέπεια να κρίνεται επιτακτική η αναθεώρηση της στάσης του ανθρώπου απέναντι στο περιβάλλον.

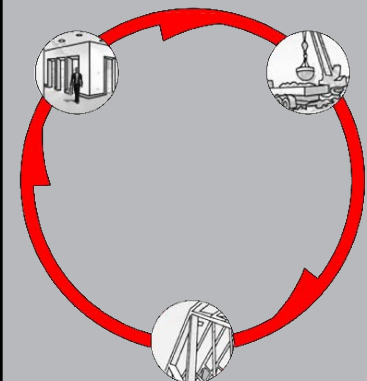
Αναγκαία προϋπόθεση αποτελεί η **ορθολογική διαχείριση των φυσικών πηγών** και η **επαναφορά της ισορροπίας** μεταξύ φυσικού και δομημένου χώρου. Όσον αφορά τη χρήση των υλικών οι κατασκευές του παρελθόντος βασίζονταν σε τοπικά διαθέσιμα φυσικά υλικά, σε αντίθεση με σήμερα, όπου είναι διαθέσιμη μια ευρεία γκάμα υλικών, χωρίς γεωγραφικούς περιορισμούς ως προς την προέλευση και με τη δημιουργία νέων τεχνιτών υλικών με ποικίλα τεχνικά χαρακτηριστικά. Η δυνατότητα που υπάρχει για τεχνητό φωτισμό, αερισμό και θέρμανση, απέκοψε το δομημένο χώρο από τις φυσικές πηγές, καταστρατηγώντας τη σχέση

αλληλεξάρτησης που υπήρχε στο παρελθόν, κάνοντας τα κτίρια εσωστρεφή. Η σημερινή τάση δηλαδή του βιοκλιματικού σχεδιασμού δεν είναι κάτι καινούριο αλλά πηγάζει από τις κατασκευαστικές πρακτικές του παρελθόντος. Σήμερα η χρήση της υψηλής τεχνολογίας μας βοηθάει προς αυτή την κατεύθυνση, αλλά ο τρόπος που ο άνθρωπος χειρίστηκε τις δυνατότητες που του έδωσε η τεχνολογία ευθύνεται για την παρέκκλιση απ' τη βιωσιμότητα.

« Η κυρίαρχη αυτή σχέση με τη φύση που εξασφαλίζει την επαφή, δηλαδή την ταύτιση με την φύση, είναι δυνατή όταν ο άνθρωπος ακολουθεί το νόμο της φύσης. Και αυτός ο νόμος οδηγεί σε μια « ψυχική θεώρηση της ζωής, μια πνευματική και θρησκευτική επικοινωνία με όλη την εσωτερικότητα του εξωτερικού κόσμου, που στέκει και θεωρεί την πορεία του μέσα στο χρόνο». Με άλλα λόγια η ταύτιση με τη φύση συντελείται μέσα από εσωτερικές διεργασίες, εκείνο που ο ίδιος ( Α.Κωνσταντινίδης) ονομάζει αλλού « βλέμματα της ψυχής» και « εσωτερικός κόσμος».<sup>15</sup>

### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 10- Το φυσικό περιβάλλον στην αρχαία Ελλάδα, Κεφάλαιο 5
- 11- Sustainable Design, Towards a new ethic in Architecture and Town Planning, σελ. 8
- 12- Τέχνες Ι: Ελληνικές Εικαστικές Τέχνες, σελ. 168
- 13- Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα, Λ. Μάντζιου
- 14- A life cycle approach to buildings
- 15- Τέχνες Ι: Ελληνικές Εικαστικές Τέχνες, επισκόπηση της Ελληνικής Αρχιτεκτονικής και Πολεοδομίας Τόμος Δ, σελ. 142-143

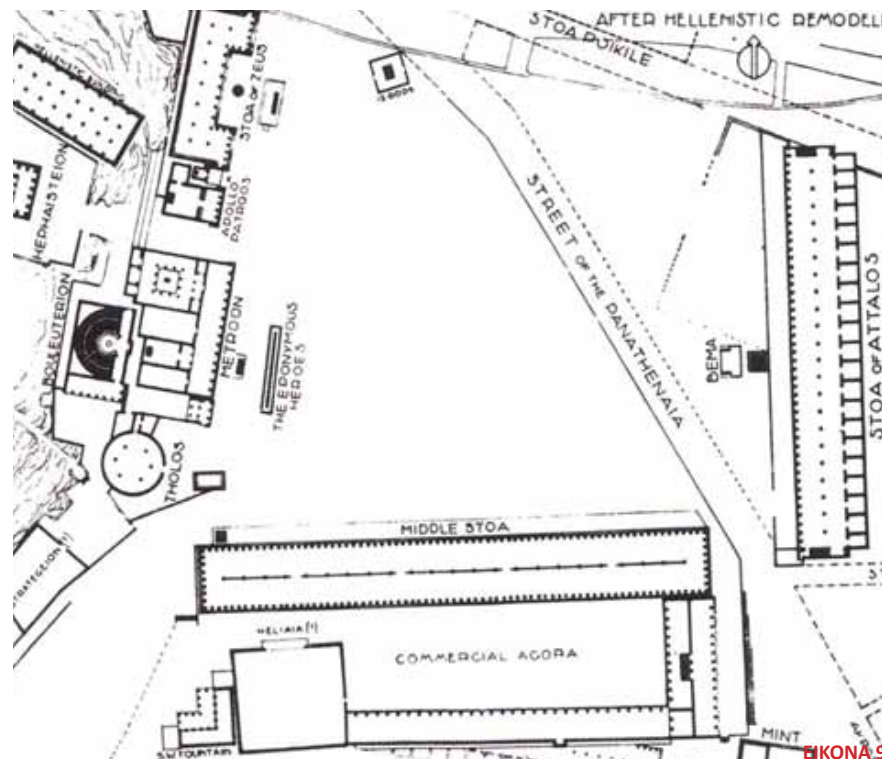




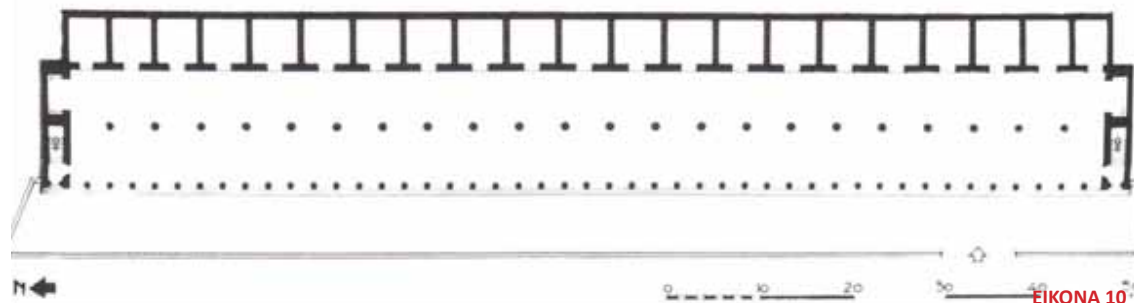
ΕΙΚΟΝΑ 7



ΕΙΚΟΝΑ 8



ΕΙΚΟΝΑ 9



ΕΙΚΟΝΑ 10

ΕΙΚΟΝΑ 7

ΔΙΩΡΟΦΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕ ΧΑΓΙΑΤΙ ΣΤΗ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗ

Πηγή: [blog.moudaniwn.gr](http://blog.moudaniwn.gr)

ΕΙΚΟΝΑ 8

ΧΡΗΣΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ-ΕΝΛΟΔΕΣΙΕΣ

Πηγή: [blog.moudaniwn.gr](http://blog.moudaniwn.gr)

ΕΙΚΟΝΑ 9

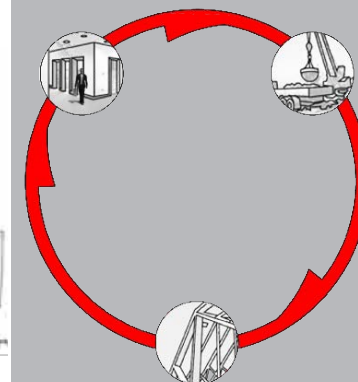
ΔΙΑΤΑΞΗ ΣΤΟΩΝ ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΣΤΙΚΩΝ ΧΡΟΝΩΝ

Πηγή: Πολεοδομική Εξέλιξ των Αθηνών, Ι.Τραυλός

ΕΙΚΟΝΑ 10

ΣΤΟΑ ΤΟΥ ΑΤΤΑΛΟΥ

Πηγή: Πολεοδομική Εξέλιξ των Αθηνών, Ι.Τραυλός



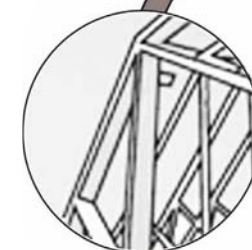
## ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΝΕΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Η πρώτη φάση του κύκλου ζωής των κτιρίων αφορά την ανέγερση νέων κατασκευών. Σε αυτή τη φάση λαμβάνονται όλες οι κρίσιμες αποφάσεις που αφορούν τόσο το κτίριο ως μονάδα αλλά και ως μέρος μιας ευρύτερης αστικής ενότητας στην οποία αυτό επιδρά αλλά και επηρεάζεται. Οι σχεδιαστικές επιλογές πρέπει να κατευθύνονται με βάση τη βιώσιμη ανάπτυξη, η οποία σύμφωνα με τον ορισμό του βιώσιμου σχεδιασμού τοπίου (1998, Council of Educators in Landscape Architecture) πρέπει «...να συμβάλει στην ποιότητα ζωής του ανθρώπου και παράλληλα στην αρμονία με το φυσικό περιβάλλον. Δεν καταστρέφει τα άλλα οικοσυστήματα. Ενώ οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν αλλάξει τις ιδιότητες του κάθε τόπου, ο βιώσιμος σχεδιασμός του τοπίου συνεργάζεται μέσα από τη κατασκευή και τις λειτουργίες του με τις τοπικές συνθήκες. Πολύτιμες πηγές και ενέργεια θα διασφαλίζονται και η ποικιλία των ειδών θα διατηρείται και θα αυξάνεται.» Η κατασκευή νέων κτιρίων πρέπει να γίνεται με όρους προσαρμογής στο εκάστοτε περιβάλλον. Τα κτίρια πρέπει να είναι

πλήρως ενταγμένα στο τοπικό οικοσύστημα και να σέβονται τη γεωλογία του τόπου, την τοπογραφία, την ηλιοφάνεια, το νερό και τις κατευθύνσεις του ανέμου. Η επιλογή της θέσης ανέγερσης, επίσης, πρέπει να πληρεί κριτήρια εγγύτητας σε δίκτυα μεταφορών και υποδομές παροχής ενέργειας. Τα στοιχεία λοιπόν που καθορίζουν, σε αυτή την πρώτη φάση της ανέγερσης, το βιώσιμο κύκλο ζωής είναι: η διαδραστική σχέση του κτιρίου με το περιβάλλον του, οι επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά τη φάση της κατασκευής και η διαχείριση των χρήσεων γης με βιώσιμο τρόπο, ώστε να αποφεύγεται η αστική διάχυση.<sup>16</sup>

ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗ ΣΧΕΣΗ ΠΟΛΗΣ -  
ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ  
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ



ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΤΟΠΟΥ  
ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ





Προσανατολισμός - σχήμα - διάταξη χώρων του κτιρίου  
Υλικά κτιρίου - δομημένου χώρου  
Πράσινοι χώροι



Μεταφορά υλικών- χρήση μηχανικού εξοπλισμού - διαχείριση των αποβλήτων

Περιορισμός αστικής διάχυσης  
Εγγύτητα σε υποδομές

# ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΝΕΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΙΚΟΝΕΣ 11,12

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΚΕΛΥΦΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ "SOLAR ENVELOPES" ΠΟΥ ΣΤΟΧΕΥΕΙ ΣΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΗΛΙΑΣΜΟΥ

Πηγή: [www.energybulletin.net](http://www.energybulletin.net)

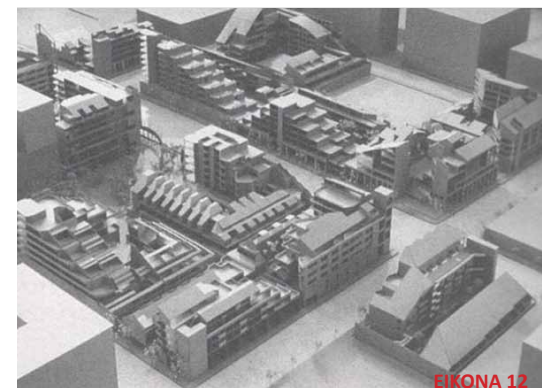
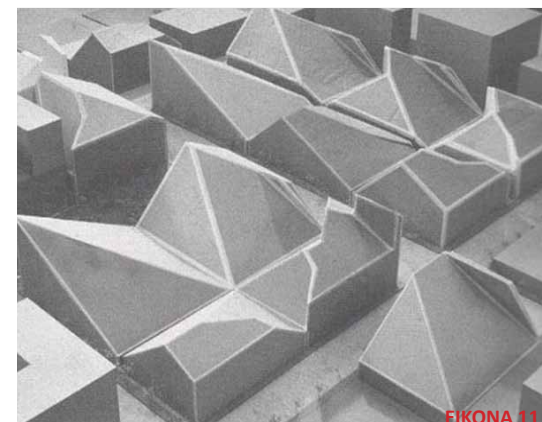
Κατά την ανέγερση καθορίζονται οι οικονομικές, ενεργειακές και οικολογικές επιπτώσεις των σχεδιαστικών επιλογών. Αποσαφηνίζονται οι περιορισμοί που θέτει στο σχεδιασμό το περιβάλλον στο οποίο εντάσσεται το κτίριο, λαμβάνονται υπόψη η διάταξη και η χρήση του χώρου ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή οικονομική εκμετάλλευση. Μέγιστης σημασίας είναι και ο υπολογισμός του κόστους που συνεπάγεται η εγγύτητα ή μη του κτιρίου ως προς τα μέσα μεταφοράς και τα δίκτυα. Βασικό στόχο αποτελεί επίσης η μείωση της ανάγκης για κατανάλωση ενέργειας και η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Όσον αφορά την ίδια τη διαδικασία της ανέγερσης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι επιπτώσεις στο τοπικό περιβάλλον και να τηρούνται οι προϋποθέσεις βιωσιμότητας και στην κατασκευαστική διαδικασία. Ειδικότερα υπεισέρχεται η κοινωνική διάσταση της βιωσιμότητας όσον αφορά τη μόλυνση και τους κινδύνους που μπορεί να αφορούν τους εργαζόμενους στο πεδίο της κατασκευής σε πρώτη φάση, τους μελλοντικούς χρήστες του κτιρίου αλλά και το άμεσο περιβάλλον του κτιρίου.

Η επιλογή της θέσης του κτιρίου και ο τρόπος που εντάσσεται σ' αυτή είναι παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό

αξιοποίησης των φυσικών πηγών και επομένως την ενεργειακή συμπεριφορά του και την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος. Κτίριο και αστική ενότητα, αποτελούν ένα δίπολο, που λειτουργεί διαδραστικά, οι επιλογές που αφορούν το ένα επηρεάζουν άμεσα και το άλλο. Η τοποθεσία, τα υλικά του κελύφους, ο προσανατολισμός και το σχήμα του κτιρίου αλλά και του περιβάλλοντα χώρου του επηρεάζουν τα θερμικά φορτία του κτιρίου, κατ' επέκταση τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση ή κλιματισμό. Ο τρόπος δόμησης των σημερινών αστικών τοπίων έχει οδηγήσει στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, στην αύξηση δηλαδή της θερμοκρασίας που οφείλεται στα υλικά του δομημένου περιβάλλοντος και την έλλειψη πρασίνου και τις υψηλές πυκνότητες δόμησης. Τα υλικά του εξωτερικού περιβλήματος, επίσης, επηρεάζουν την οπτική ποιότητα του δομημένου περιβάλλοντος.<sup>17</sup>

Το οδικό δίκτυο, οι κοινόχρηστοι χώροι και τα κτίρια πρέπει να έχουν τέτοιο προσανατολισμό ώστε να μειώνεται η ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία από τις προσόψεις των γειτονικών κτιρίων και να αυξάνεται ο φυσικός αερισμός. Ο σχεδιασμός του κελύφους του κτιρίου πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει η μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία τόσο στο ίδιο το κτίριο όσο

και στους ανοιχτούς χώρους που το περιβάλλουν. Αυτό έχει επιτευχθεί με τη μελέτη "solar envelopes": ορίζεται ο μέγιστος όγκος που μπορεί να κτιστεί έτσι ώστε να μην σκιάζονται οι γειτονικοί σ' αυτό χώροι διασφαλίζοντας τη δυνατότητα πρόσβασης της ηλιακής ενέργειας σε αυτούς.



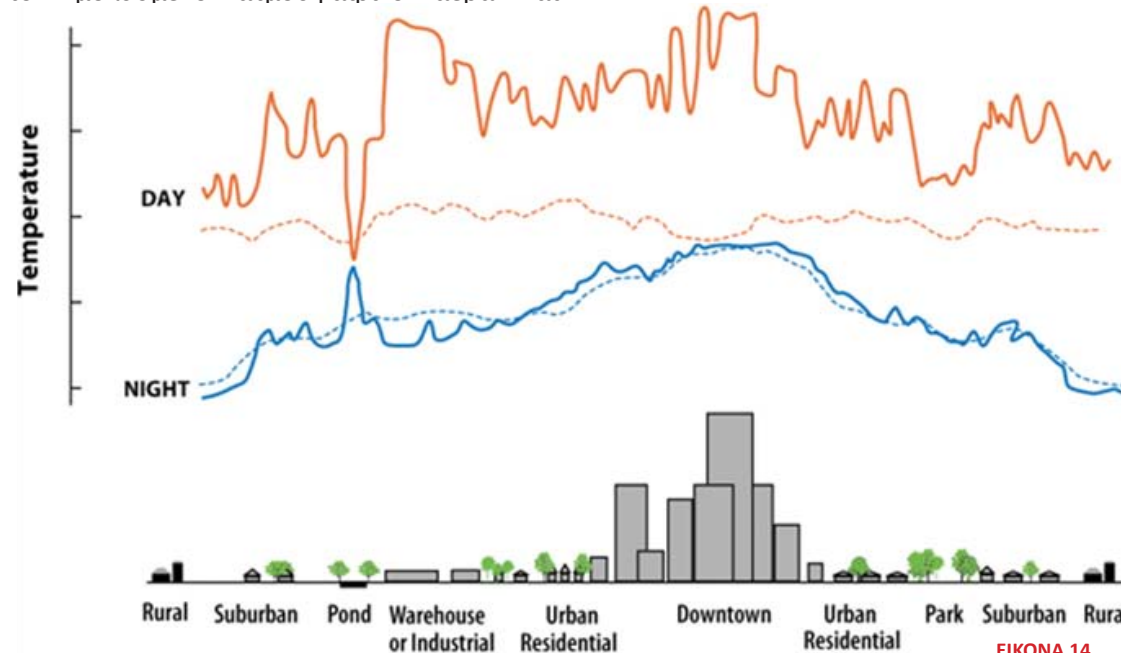
Το μέγεθος και το σχήμα του κελύφους που έχει προκύψει με βάση τον παραπάνω σχεδιασμό διαφοροποιείται ανάλογα με το μέγεθος του χώρου ανέγερσης, του προσανατολισμού και των συντεταγμένων του τόπου, των ωρών της ημέρας που απαιτείται η πρόσβαση της ηλιακής ενέργειας και το ποσοστό σκιασμού και το επιθυμητό ποσοστό σκιασμού στα γειτονικά κτίρια και ελεύθερους χώρους. Το ποσοστό του φυσικού φωτισμού που είναι διαθέσιμο στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου εξαρτάται από την αναλογία του ύψους του κτιρίου προς το πλάτος του δρόμου, την ανακλαστικότητα των εξωτερικών τοίχων και το ποσό των υαλοστασίων στους εξωτερικούς τοίχους.<sup>18</sup>



ΕΙΚΟΝΑ 13

Ένα άλλο συστατικό στοιχείο του αστικού τοπίου, αυτό το πράσινο, αποτελεί έναν ακόμα παράγοντα που επηρεάζει την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και την ποιότητα του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Συμβάλει σημαντικά στο δροσισμό των πόλεων και τον σκιασμό. Σύμφωνα με μετρήσεις η φύτευση σε κατάλληλες θέσεις δίπλα στα κτίρια μπορεί να μειώσει το ενεργειακό κόστος για κλιματισμό το καλοκαίρι 15%-35% ή και 50% σε κάποιες περιπτώσεις. Τα δέντρα φιλτράρουν τον μολυσμένο ατμοσφαιρικό αέρα και

μειώνουν τους αστικούς θορύβους. Λειτουργούν, επίσης, ως διάφραγμα προστασίας από τον αέρα καθώς η αύξηση κατά 10% της κάλυψης σε δέντρα σε μία περιοχή κατοικίας συνεπάγεται μείωση της ταχύτητας του ανέμου κατά 10-20%, στοιχείο που συμβάλλει στη μείωση του κόστους θέρμανσης. Τα πλεονεκτήματα του πρασίνου στις πόλεις δεν περιορίζονται μόνο στη βιοκλιματική λειτουργία του, αλλά επηρεάζει και ψυχολογικά τους κατοίκους και συμβάλει στην αισθητική αναβάθμιση της πόλης.



ΕΙΚΟΝΑ 14

ΕΙΚΟΝΑ 13

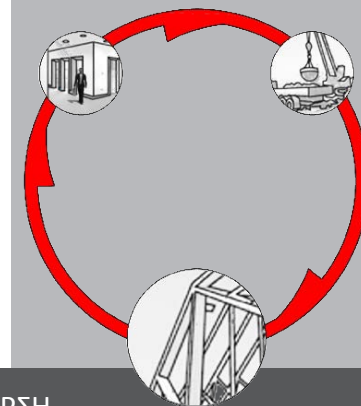
ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΥΨΟΥΣ ΚΤΙΡΙΩΝ- ΠΛΑΤΟΥΣ ΔΡΟΜΟΥ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΕΙ ΤΟ ΣΩΣΤΟ ΗΛΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ

Πηγή: panoramio.com

ΕΙΚΟΝΑ 14

ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ΣΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ- ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΣΤΙΚΗ ΝΗΣΙΔΑ

Πηγή: epa.gov

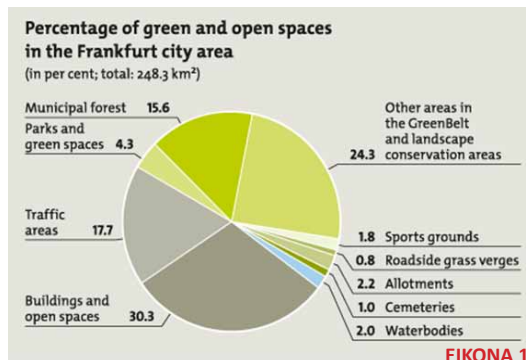


# ΑΝΕΓΕΡΣΗ ΝΕΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΙΚΟΝΕΣ 15,16  
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ  
ΦΡΑΝΚΦΟΥΡΤΗΣ

Πηγή: www.frankfurt-greencity.de

Γενικά, στις πράσινες περιοχές παρατηρούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες το καλοκαίρι και σχετικά υψηλότερες το χειμώνα συγκριτικά με τις περιοχές πυκνής δόμησης. Προσφέρει σκιασμό σε ανοιχτούς χώρους και σε κτίρια και αναλόγως με το αν είναι φυλλοβόλα επιτρέπουν την απαιτούμενη ηλιακή ακτινοβολία και το χειμώνα. Το φαινόμενο της διαπνοής των φυτών βοηθά στην ψύξη του εισερχόμενου αέρα στα κτίρια και επομένως στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς επίσης και στην περίπτωση πυκνής φύτευσης λειτουργεί σαν φίλτρο προστασίας από τη σκόνη και στην ηχοπροστασία.<sup>19</sup>



ΕΙΚΟΝΑ 16

Παράλληλα η επιλογή της τοποθέτησης πρασίνου στο κτιριακό κέλυφος επηρεάζει εξίσου την ενεργειακή κατανάλωση του ίδιου και του περιβάλλοντός του. Στην περίπτωση έλλειψης πρασίνου στα κτίρια, στο γειτονικό αστικό περιβάλλον παρατηρούνται υψηλότερες θερμοκρασίες από το υπόλοιπο αστικό περιβάλλον. Γενικώς η επιφάνεια των δωματίων τείνει να έχει υψηλότερη θερμοκρασία, λόγω της μεγάλης ακτινοβολίας που δέχεται. Στην περίπτωση πρασίνου δώματος, η φύτευση παρέχει χαμηλότερες θερμοκρασίες στο γειτονικό αστικό περιβάλλον. Με την φύτευση μίας επιφάνειας οι ημερήσιες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις είναι πολύ πιο ήπιες. Η επιρροή της φύτευσης του δώματος είναι σημαντική και όσον αφορά τις θερμοκρασίες μεταξύ των κάθετων επιφανειών των κτιρίων. Παρατηρούνται θερμοκρασιακές

διαφορές της τάξεως των 0.5°C έως 4°C στον αέρα μεταξύ των κάθετων επιφανειών του αστικού περιβάλλοντος και μειώνονται τα ενεργειακά κόστη του κτιρίου κατά 10%, γεγονός που αντισταθμίζει το διπλάσιο κόστος κατασκευής τους σε σχέση με τις συμβατικές στέγες. Συμβάλουν επίσης στο φιλτράρισμα του νερού της βροχής που μπορεί να συλλεχθεί, από τη μόλυνση και τα βαρέα μέταλλα. Τέλος στην περίπτωση πράσινων τοίχων, επηρεάζονται σημαντικά οι θερμοκρασίες στο χώρο μεταξύ των κτιρίων, αγγίζοντας τη μείωση μέχρι και 9.8°C στην Αθήνα, σύμφωνα με πειραματικές μετρήσεις.<sup>20</sup>

Η φάση της κατασκευής είναι εξίσου σημαντική στο ενεργειακό αποτύπωμα του κτιρίου και στην επίπτωση του στο περιβάλλον. Η διαδικασία μεταφοράς υλικών και προϊόντων στο σημείο κατασκευής, η χρήση εργαλείων και εξοπλισμού, η κατασκευή στοιχείων στο χώρο της ανέγερσης και η χρήση της ενέργειας είναι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Επιπλέον το δομικό σύστημα που έχει επιλεγεί και οι κατασκευαστικές πρακτικές έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον για παράδειγμα η διάβρωση του εδάφους που μπορεί να προκληθεί ως αποτέλεσμα μη σωστού σχεδιασμού της διαδικασίας εκσκαφών. Τέλος κατά τη φάση της ανέγερσης πρέπει να υπάρχει ιδιαίτερη μέριμνα ως προς τη



ΕΙΚΟΝΑ 15

διαχείριση των αποβλήτων που προκύπτουν από την κατασκευαστική διαδικασία, ώστε να μην επηρεάζουν το περιβάλλον.

Ο βιώσιμος σχεδιασμός αφορά επίσης και τη διαχείριση των χρήσεων γης. Η επιλογή της θέσης ανέγερσης ενός νέου κτιρίου δεν θα πρέπει να οξύνει το φαινόμενο της αστικής διάχυσης, που αποτελεί πηγή περιβαλλοντικών προβλημάτων. Η αστική διάχυση διαβρώνει τις υπάρχουσες κοινότητες, μετατρέπει την αρχικά αγροτική γη σε περιοχή κατοικίας, απαιτεί μεγάλους κόστους νέους οδικούς άξονες και ασκεί μεγάλες πιέσεις στο περιβάλλον. Με άλλα λόγια πρέπει να υπάρχει μια ιεράρχηση δίνοντας προτεραιότητα στην επανάχρηση κελυφών ή τμημάτων αυτών και η ανέγερση νέων κτιρίων να επιδιώκεται να γίνει σε περιοχές ήδη δομημένες.



#### EIKONA 17

ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Πηγή: frombulator.com

#### EIKONA 18

ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΟΥ ΑΜΒΟΥΡΓΟΥ  
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ  
ΠΡΑΣΙΝΟΥ

Πηγή: ec.europa.eu

#### EIKONA 19

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ  
ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Πηγή: ec.europa.eu

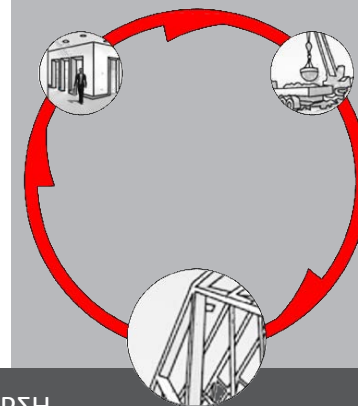
#### EIKONA 20

ΠΡΑΣΙΝΟ ΔΩΜΑ

Πηγή: environmentalgraffiti.com

#### ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 16- Energy and Climate in the Urban Built Environment
- 17- Sustainable Construction: a green building design and delivery
- 18- Sun, Wind and Light
- 19- Energy and Climate in the Urban Built Environment
- 20- PLEA 2004 NL- Sustainable Architecture- Built Environment & Environmental Buildings, The thermal effects of green roofs and green facades on an urban canyon



## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η δεύτερη φάση του κύκλου ζωής αφορά τη λειτουργία του κτιρίου. Η μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας που δαπανάται κατά τη φάση αυτή είναι από τους βασικότερους στόχους που θέτει ο βιώσιμος σχεδιασμός, καθώς το ποσό αυτής ολοένα και αυξάνεται δημιουργώντας σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, εξαιτίας της εξάντλησης των φυσικών πηγών. Ταυτόχρονα τα ενεργοβόρα κτίρια επιβαρύνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό και το οικονομικό κόστος που συνεπάγεται η λειτουργία τους. Ειδικότερα για τις ασθενέστερες οικονομικά ομάδες, που πλήττονται περισσότερο από τις σημερινές οικονομικές συνθήκες, η ελάφρυνση του προϋπολογισμού τους από το φορτίο του κόστους λειτουργίας του κτιρίου είναι ζωτικής σημασίας. Αρχικά λοιπόν η φάση αυτή του κύκλου ζωής του κτιρίου αναφέρεται στην επιλογή των υλικών και το πώς αυτά επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται, ωστόσο, στον κύκλο ζωής του

ίδιου του υλικού, ώστε η επιλογή του καταλληλότερου να γίνεται με βάση, όχι μόνο την απόδοσή του, αλλά σύμφωνα με τις επιπτώσεις που συνεπάγονται οι διάφορες φάσεις του. Επιπρόσθετα συμπεριλαμβάνει παράγοντες όπως η χρήση παθητικών ενεργειακών συστημάτων, η χρήση των οποίων είναι αναγκαία για τη μείωση του λειτουργικού κόστους.

Τέλος παράγοντες όπως οι συνθήκες του εσωτερικού περιβάλλοντος και η διαχείριση του νερού και των αποβλήτων, παίζουν καθοριστικό ρόλο στα πλαίσια του βιώσιμου σχεδιασμού, προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος της εξοικονόμησης ενέργειας και της ταυτόχρονης βελτίωσης της ποιότητας ζωής μέσα στα κτίρια. «Μέχρι τώρα η κατασκευαστική βιομηχανία έχει δώσει μεγαλύτερη έμφαση στην τιμή ενός δομικού υλικού παρά στο ποσό της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του. Η εμπεριεχόμενη ενέργεια των υλικών ήταν ένας παράγοντας που αφορούσε τη μειοψηφία των εμπλεκόμενων στην κατασκευή και αποτέλεσε το τίμημα που πλήρωσε το περιβάλλον»<sup>21</sup>

ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ

ΠΑΘΗΤΙΚΑ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ  
ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



## ΕΙΚΟΝΑ 21

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ  
ΒΙΩΣΙΜΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

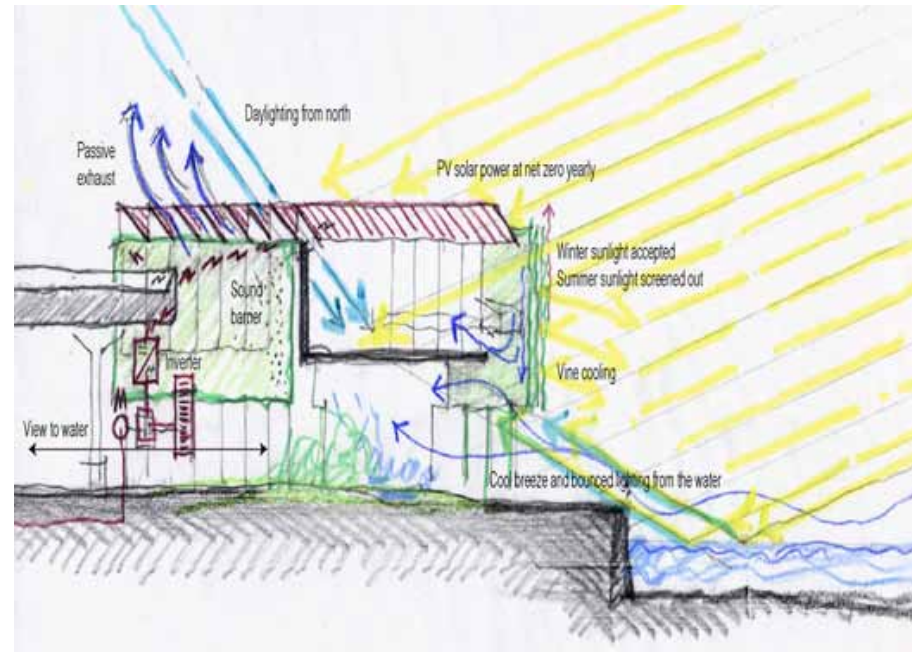
Πηγή: archinspire.org

Ο κύκλος ζωής σε επίπεδο υλικού

Ηλιασμός - αερισμός - φυσικός φωτισμός -  
σκιασμός

Οι εσωτερικές συνθήκες στα κτίρια - επιτώσεις  
στην ανθρώπινη υγεία - παράγοντες που τις  
επηρεάζουν

Συλλογή του νερού της βροχής  
Ορθολογική διαχείριση - ανακύκλωση των υγρων  
αποβλήτων



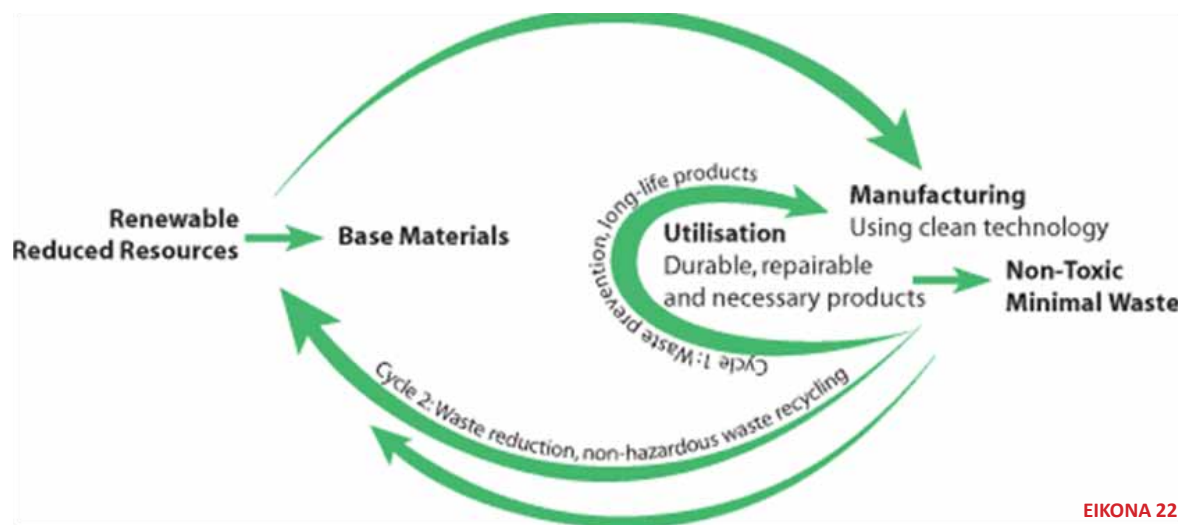
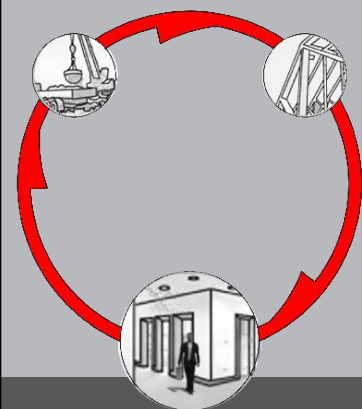
Σήμερα, μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις κατά το σχεδιασμό κτιρίων υψηλής ενεργειακής απόδοσης είναι η επιλογή υλικών και προϊόντων που να συμβάλλουν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κτιρίου. «Τα συμβατικά κριτήρια επιλογής υλικών μέχρι σήμερα είναι η αντοχή, το κόστος και η εμφάνιση. Η κατασκευή κτιρίων φιλικών προς το περιβάλλον προσέθεσε στα παραπάνω τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τη διάρκεια ζωής και την τοξικότητα.»<sup>22</sup> Στόχος είναι η δημιουργία υλικών με χαμηλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, τόσο κατά τη διάρκεια της κατασκευής όσο και κατά τη λειτουργία τους, που να έχουν ταυτόχρονα τη δυνατότητα «αποσυναρμολόγησης» ώστε τα συστατικά τους στοιχεία να μπορούν να ανακυκλωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν. Τα υλικά ενός κτιρίου στη βάση ενός βιώσιμου ενεργειακού σχεδιασμού είναι αυτά που προέρχονται από φυσικές πηγές με τρόπο που σέβεται το περιβάλλον. Πρέπει κατά την κατασκευή των δομικών υλικών να λαμβάνονται υπόψη οι περιορισμένες ποσότητες των μη ανανεώσιμων πηγών, όπως ο άνθρακας και τα μέταλλα, ενώ παράλληλα αυτά να λειτουργούν σύμφωνα με το κύκλο ζωής των φυσικών οικοσυστημάτων. Ως κατάλληλα θεωρούνται τα μη τοξικά υλικά

που συγχρόνως συμβάλουν στην ορθολογική διαχείριση ενέργειας και νερού. Όπως έχει ήδη επισημανθεί η επιλογή ενός υλικού δεν αφορά μόνο τη συμπεριφορά του ως προς το ίδιο το κτίριο αλλά παίζει σημαντικό ρόλο και στη σχέση του με τα κτίρια και τους ανοιχτούς χώρους που το περιβάλλουν.<sup>23</sup>

Η διαχείριση των πηγών που σχετίζονται με την κατασκευή δομικών υλικών αναφέρεται στις επιπτώσεις που προκαλεί στο φυσικό περιβάλλον. Οι επιπτώσεις αυτές σχετίζονται είτε με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών, όπως η ξυλεία και το χώμα, είτε με τη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών όπως τα καύσιμα, ο άνθρακας και τα μέταλλα. Η βιώσιμη

διαχείριση των πηγών πρέπει να βασίζεται στις αρχές της μείωσης, της επανάχρησης, της ανακύκλωσης και της ανανέωσης. **Η μείωση των πηγών που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του κτιρίου επιτυγχάνεται με τις εξής πρακτικές:**

1. χρήση των υλικών με οικονομική σύνθεση
2. μείωση της ποσότητας των υλικών που χάνεται κατά τη φάση της κατασκευής
3. χρήση των υλικών με τέτοιο τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η διάρκεια ζωής τους
4. μεγιστοποίηση της δυνατότητας των επαναχρησιμοποιήσιμων και ανακυκλώσιμων υλικών κατά την κατεδάφιση



ΕΙΚΟΝΑ 22



Για τη μείωση της ποσότητας των υλικών που απαιτούνται σε μια κατασκευή πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η απώλεια των υλικών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, της μεταφοράς και της εγκατάστασης στην τελική τους θέση. Έχει παρατηρηθεί, ωστόσο, ότι η προκατασκευή μειώνει αυτή τη ποσότητα χαμένου υλικού.

#### **Η διάρκεια ζωής ενός υλικού**

επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

1. τα χαρακτηριστικά του ίδιου του υλικού, η φυσική δομή και η χημική του σύσταση
2. τον τρόπο χρήσης του στην κατασκευή
3. τις συνθήκες του τοπικού περιβάλλοντος
4. τη διαχείριση και τη συντήρησή του<sup>24</sup>

**Η εμπεριεχόμενη ενέργεια ενός υλικού είναι το συνολικό ποσό ενέργειας που έχει χρησιμοποιηθεί για την εξόρυξη του υλικού, την διαδικασία επεξεργασίας σε προϊόν και της εγκατάστασης του στην τελική του θέση. Το 80% αυτής της ενέργειας αποτελεί το ποσό ενέργειας που απαιτείται για τη διαδικασία επεξεργασίας.<sup>25</sup> Αποτελεί τη βασική έννοια που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή υλικών σε ένα βιώσιμο σχεδιασμό.**

Οι διάφορες μελέτες που έχουν γίνει σχετικά με την περιβαλλοντική και ενεργειακή συμπεριφορά των υλικών, έχουν καταλήξει σε διαφορετικά συμπεράσματα, ανάλογα με τα δεδομένα αξιολόγησης που λαμβάνουν υπόψη.<sup>26</sup>

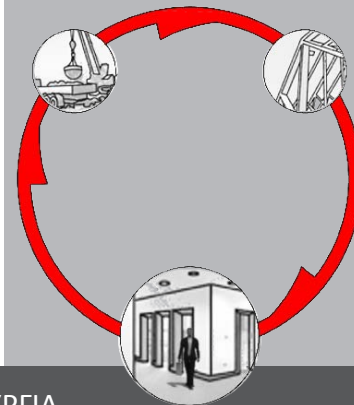
Ο Borjesson συνέκρινε την έκλυση CO<sub>2</sub> κατά την κατασκευή ενός πολυώροφου κτιρίου, με φέρων οργανισμό από ξύλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα, από τη σκοπιά του κύκλου ζωής. Στην περίπτωση του σκυροδέματος παρατηρείται ότι το πρωτεύον ποσό ενέργειας που χρησιμοποιείται (primary energy consumption, αναφέρεται κυρίως σε καύσιμα) για την παραγωγή των υλικών ήταν κατά 60-80% υψηλότερο σε σχέση με το φέροντα οργανισμό από χάλυβα.

Με βάση μια συγκριτική μελέτη που έγινε στην Κίνα ανάμεσα σε ένα κτίριο με φέροντα οργανισμό από χάλυβα και σε ένα από σκυρόδεμα παρατηρήθηκε ότι η ενέργεια που καταναλώνεται, κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής, των υλικών κατασκευής, ανά μονάδα επιφάνειας, είναι για τη μεταλλική κατασκευή το 24,9% μικρότερη σε σχέση με το κτίριο από σκυρόδεμα. Ωστόσο, στη φάση λειτουργίας του κτιρίου, η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές του κτιρίου με μεταλλικό φέροντα οργανισμό είναι μεγαλύτερες σε σχέση με το κτίριο από σκυρόδεμα. Σαν

αποτέλεσμα διαπιστώθηκε λοιπόν ότι η κατανάλωση ενέργειας και οι εκπομπές στο περιβάλλον που σημειώθηκαν στο από οπλισμένο σκυρόδεμα, κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, είναι χαμηλότερες συγκριτικά με το κτίριο από χάλυβα.

Ο Asif et al. υπολόγισε τις εκπομπές CO<sub>2</sub> για οκτώ κατασκευαστικά υλικά για κατοικίες στη Σκωτία: ξύλο, σκυρόδεμα, γυαλί, αλουμίνιο, σχιστόπλακες, κεραμικά πλακίδια, plasterboard, damp course, mortar. Η έρευνα κατέληξε στο ότι το 61% της εμπεριεχόμενης ενέργειας της κατοικίας σχετιζόταν με τα σκυρόδεμα. Ακολουθεί το ξύλο και τα κεραμικά πλακίδια με 14 και 15%, αντίστοιχα, της συνολικής εμπεριεχόμενης ενέργειας. Το σκυρόδεμα ευθυνόταν για το 99% των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά τη φάση της κατασκευής, κυρίως λόγω της διαδικασίας παραγωγής του.

Μελέτη στην Αγγλία, το 1995, για την αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών έδειξε ότι η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή τους είναι μεγαλύτερη από αυτή που μπορούν να παράγουν. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, προκειμένου να ενισχύσει την προσπάθεια μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υλικών, θέσπισε την ενιαία πολιτική προϊόντων (Integrated Product Policy), που στόχευσε



στην ενίσχυση παραγωγής προϊόντων που να έχουν χαμηλές ενεργειακές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Ο κύκλος ζωής των υλικών κατασκευής είναι μεγάλος και αφορά διαφορετικές ομάδες που σχετίζονται με το κτίριο, όπως αρχιτέκτονες, κατασκευαστές, παράγοντες της αγοράς και τους τελικούς χρήστες του κτιρίου. Το παραπάνω Ευρωπαϊκό πρόγραμμα στοχεύει στη βελτίωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς κάθε παραγωγικής φάσης.<sup>27</sup>

Ο κύκλος ζωής των υλικών έρχεται στο επίκεντρο των μελετών το 1990 και αφορά τη λειτουργία ενός κλειστού βρόγχου στον τρόπο διαχείρισης των υλικών, σε αναλογία με τα φυσικά οικοσυστήματα. Ένα προϊόν φιλικό προς το περιβάλλον θα έπρεπε να αποτελείται, ιδανικά, και από αντίστοιχα φιλικά προς το περιβάλλον υλικά. Αυτό δεν μπορεί να συμβεί πάντα, αφού ένα προϊόν μπορεί να έχει από μόνο του θετικές επιπτώσεις για το περιβάλλον, χωρίς απαραίτητα να συμβαίνει αυτό και για τα υλικά που το αποτελούν. Υπάρχουν έτσι διαφορετικές απόψεις για το συνιστά πραγματικά ένα περιβαλλοντικά φιλικό υλικό. Με βάση την προσέγγιση του κύκλου ζωής λοιπόν τα δομικά υλικά θα πρέπει να

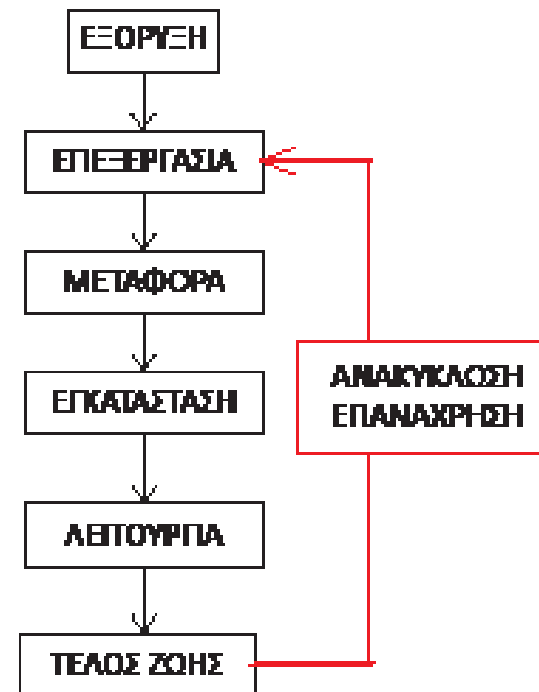
δεν επιτρέπει, όσο είναι δυνατόν, τις απώλειες.

**Οι βασικοί κανόνες που πρέπει να ακολουθούνται ώστε να επιτυγχάνονται οι κλειστοί βρόγχοι είναι οι εξής:**

1. Τα υλικά πρέπει να τοποθετούνται με τις κατάλληλες πρακτικές ώστε να μπορούν να αφαιρεθούν από το κτίριο, όταν αυτό κριθεί απαραίτητο
2. Τα προϊόντα πρέπει να έχουν τη δυνατότητα αποσυναρμολόγησης
3. Τα υλικά πρέπει να είναι ανακυκλώσιμα. Ένα προϊόν όταν αποτελείται από πολλά διαφορετικά υλικά είναι πιο δύσκολο να ανακυκλωθεί.
4. Τόσο τα προϊόντα όσο και τα υλικά πρέπει να μην είναι επιβλαβή προς το περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους
5. Τα υλικά που προκύπτουν από τη διαδικασία της ανακύκλωσης δεν πρέπει να είναι επιβλαβή προς το περιβάλλον

**Οι προτεραιότητες που πρέπει να ισχύουν κατά την επιλογή των υλικών μιας κατασκευής είναι οι εξής:**

1. Σε σχέση με την ενέργεια και τις πηγές νερού, πρέπει να δοθεί έμφαση στη μείωση των ποσοτήτων των υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή
2. Επανάχρηση υλικών και προϊόντων από υπάρχοντα κτίρια
3. Χρήση προϊόντων και υλικών που



είναι ανακυκλώσιμα, ή που συντίθενται από ανακυκλωμένα υλικά, καθώς και υλικά που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές (ξύλο).

Υποστηρίζεται ότι, με βάση την προσέγγιση του κύκλου ζωής, αν η ενέργεια και οι εκπομπές είναι υψηλότερες για την παραγωγή ενός ανακυκλωμένου υλικού σε σύγκριση με ένα νέο υλικό, τότε η παραγωγή του νέου υλικού είναι προτιμότερη. Αυτό που είναι σημαντικό δηλαδή κατά την αξιολόγηση του κύκλου ζωής ενός υλικού είναι ότι όχι μόνο λαμβάνει υπόψη τη δυνατότητα ανακύκλωσης του υλικού, αλλά αξιολογεί και τις επιπτώσεις της ίδιας της διαδικασίας ανακύκλωσης. Πρέπει επίσης να επιδιώκεται η χρήση τοπικών υλικών, καθώς η μείωση της απόστασης μεταφοράς των υλικών από το σημείο παραγωγής στο πεδίο της κατασκευής συμβάλλει σε σημαντικό βαθμό στη μείωση της συνολικής επίπτωσης της κατασκευής στο περιβάλλον.

Ακολουθεί μια αξιολόγηση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των βασικών δομικών υλικών.<sup>27</sup>

### ΞΥΛΟ

Τα δομικά υλικά από ξύλο πρέπει να προέρχονται από ειδικές δασικές καλλιέργειες. Ειδικότερα στην Αμερική έχει δοθεί έμφαση στην κατηγορία των «γρήγορα ανανεώσιμων πηγών» (rapidly renewable resources), όπου τα είδη αναπτύσσονται σε δέκα χρόνια ή και λιγότερο. Ωστόσο αυτό αμφισβητείται ως προς τον περιβαλλοντικό του αντίκτυπο, γιατί απαιτεί τη χρήση χημικών ουσιών που επιταχύνει τη διαδικασία ανάπτυξης. Τα δομικά υλικά που προέρχονται από ξύλο παίζουν σημαντικό ρόλο σε μια κατασκευή που στοχεύει στη βιωσιμότητα.



ΕΙΚΟΝΑ 23

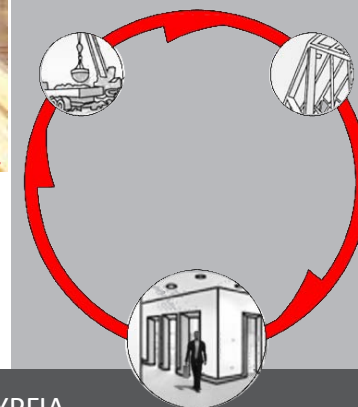


ΕΙΚΟΝΑ 24

ΕΙΚΟΝΕΣ 23,24

ΞΥΛΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Πηγή: archdaily.com



## ΕΠΙΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ

### ΕΙΚΟΝΑ 25

ΧΡΗΣΗ ΘΡΑΥΣΤΟΥ  
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΕΧΕΙ  
ΠΡΟΚΥΨΕΙ ΑΠΟ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΗ ΓΙΑ  
ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ

Πηγή: newbuild.co.uk

### ΕΙΚΟΝΕΣ 26,27

ΘΡΑΥΣΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Πηγή: newbuild.co.uk

### ΕΙΚΟΝΑ 28

ΧΡΗΣΗ ΘΡΑΥΣΤΟΥ  
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΠΟΥ ΕΧΕΙ  
ΠΡΟΚΥΨΕΙ ΑΠΟ ΚΑΤΕΔΑΦΙΣΗ ΓΙΑ  
ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ

Πηγή: newbuild.co.uk

### ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Αποτελεί το πιο διαδεδομένο δομικό υλικό και παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα κατά τη χρήση του σε κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης, όπως υψηλή αντοχή, θερμική μάζα, μεγάλη διάρκεια ζωής και υψηλή ανακλαστικότητα. Επιπρόσθετα είναι τις περισσότερες φορές τοπικά διαθέσιμο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς εσωτερικά ή εξωτερικά τελειώματα. Δεν επηρεάζει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, μπορεί να καθαριστεί και έχει μεγάλη αντοχή σε καταπονήσεις και φωτιά. Στοιχείο που μπορεί να θεωρηθεί ως μειονέκτημα είναι η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα κατά την παραγωγή του τσιμέντου, ωστόσο κατά τη διάρκεια ζωής ενός δομικού στοιχείου από σκυρόδεμα, το τσιμέντο απορροφά πίσω περίπου το 20% του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύθηκε κατά την παραγωγή του. Η μείωση της περιεκτικότητας του σκυροδέματος σε τσιμέντο είναι μια πρακτική επίλυσης του παραπάνω προβλήματος και μπορεί να επιτευχθεί με μερική αντικατάστασή του με εναλλακτικά υλικά που παρουσιάζουν φιλικότερη προς το περιβάλλον συμπεριφορά. Τέλος η δυνατότητα ανακύκλωσης του σκυροδέματος θεωρείται ικανοποιητική (crushed concrete), αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επιχωμάτωση για την κατασκευή δρόμων,

πεζοδρομίων και χώρων στάθμευσης. Στην Ολλανδία το ανακυκλωμένο σκυρόδεμα έχοντας υποστεί θραύση υποκαθιστά το 1/3 των στερεών υλικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σκυροδέματος.



## ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα μέταλλα έχουν μεγάλη δυνατότητα ανακύκλωσης και τα περισσότερα μεταλλικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται στις συμβατικές κατασκευές αποτελούνται από ανακυκλώσιμα υλικά. Τα μεταλλικά στοιχεία μιας κατασκευής παρουσιάζουν εξαιρετική απόδοση όσον αφορά τις μηχανικές αντοχές τους, τη διάρκεια ζωής τους και το σχετικά χαμηλό βάρος τους. Αν και η εμπεριεχόμενη ενέργειά τους στη διάρκεια του κύκλου ζωής μπορεί να είναι υψηλότερη σε σχέση με άλλα δομικά υλικά, η δυνατότητά τους για ανακύκλωση, η μεγάλη διάρκεια ζωής τους και οι μικρές απαιτήσεις συντήρησης τα καθιστά εξαιρετικά ανταγωνιστικά σε κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης.



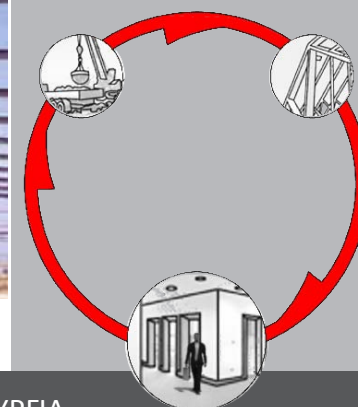
## ΠΛΑΣΤΙΚΑ

Αποτελούν ένα από τα βασικά συστατικά στοιχεία που συνθέτουν τα δομικά υλικά και έχουν μεγάλη δυνατότητα ανακύκλωσης.<sup>28</sup>



EΙΚΟΝΕΣ 29,30,31,32  
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

centrepompidou.fr



ΕΙΚΟΝΑ 33

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

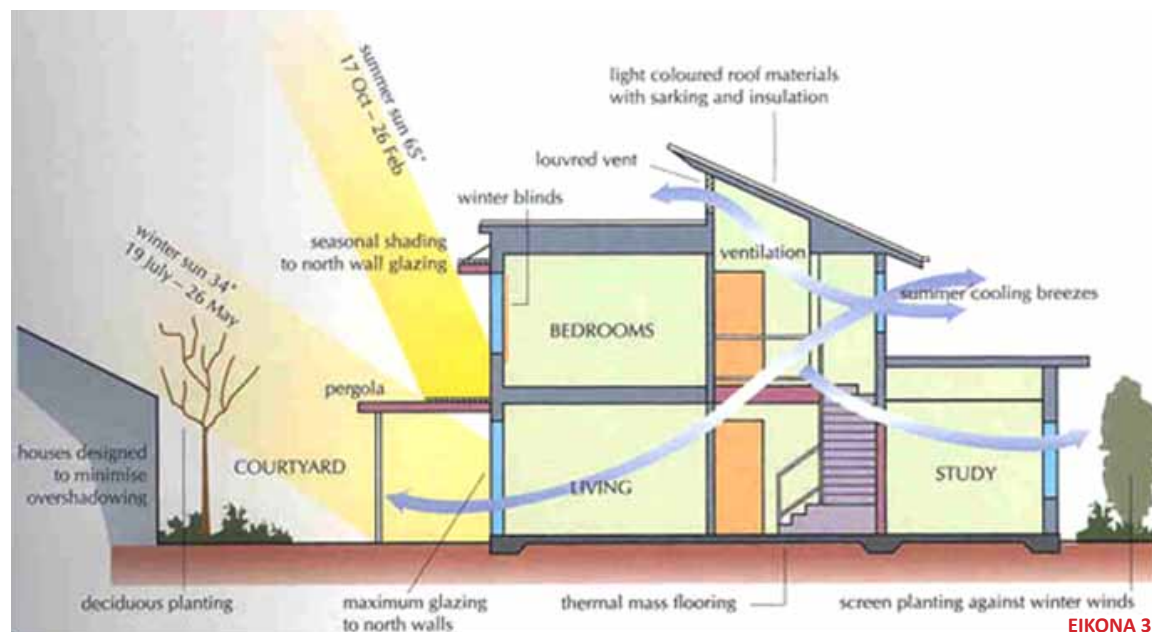
Πηγή: sustainableenergyz.wordpress.com

Σήμερα κρίνεται απαραίτητη η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που σχετίζεται με το δομημένο περιβάλλον, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη σχεδιασμού παθητικών συστημάτων ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη ορθολογική ενεργειακή διαχείριση για ένα βιώσιμο μέλλον. Οι συνέπειες του δομημένου περιβάλλοντος στην κατανάλωση ενέργειας αναφέρονται κυρίως στην εξόρυξη φυσικών πόρων και την υπερεκμετάλλευση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι νέες τεχνολογίες όπως τα φωτοβολταϊκά και τα «έξυπνα» υλικά δεν μπορούν να αποτελέσουν τη λύση του παραπάνω προβλήματος γιατί η ενέργεια που χρειάζεται για την παραγωγή τους είναι υψηλότερη απ' αυτή που παράγουν. Υπολογίζεται ότι μέχρι το τέλος της τρέχουσας δεκαετίας η εξόρυξη πετρελαίου θα φτάσει σε κρίσιμο σημείο όπου η αύξηση της τιμής του και τα ποσά ενέργειας που θα απαιτούνται για την εξόρυξη θα δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα σε όλες τις οικονομίες που στηρίζονται σε αυτό. Καλούνται, λοιπόν, τα παθητικά συστήματα να παρέχουν την απαιτούμενη ενέργεια εκμεταλλευόμενα τις φυσικές πηγές όπως ο ήλιος και ο αέρας, με στόχο να μειώσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση, αερισμό και φωτισμό, χωρίς μηχανική υποστήριξη ή την ελάχιστη δυνατή.<sup>29</sup>

**Οι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό παθητικών συστημάτων είναι οι εξής:**

1. Το τοπικό κλίμα: η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο συγκεκριμένο τόπο, η δυνατότητα ηλιασμού, η κατεύθυνση του ανέμου, η ατμοσφαιρική θερμοκρασία και η υγρασία κατά τη διάρκεια του έτους.
2. Οι συνθήκες του οικοπέδου: το είδος του εδάφους, η φύτευση, ο υδροφόρος ορίζοντας, το μικροκλίμα και η σχέση με τα γύρω κτίρια.
3. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου: αναλογία μήκους- πλάτους

4. Ο προσανατολισμός του κτιρίου
5. Η θερμοχωρητικότητα των υλικών του κτιρίου
6. Η χρήση του κτιρίου
7. Η στρατηγική φυσικού φωτισμού
8. Το κτιριακό κέλυφος: η γεωμετρία, η θερμομόνωση, τα ανοίγματα, τον αερισμό, τη σκίαση, τη θερμική μάζα και το χρώμα του.
9. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη του κτιρίου: ο φωτισμός, ο εξοπλισμός, οι συσκευές και οι χρήστες του.
10. Οι στρατηγικές αερισμού.<sup>30</sup>



ΕΙΚΟΝΑ 33

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΙΑΣΜΟΥ

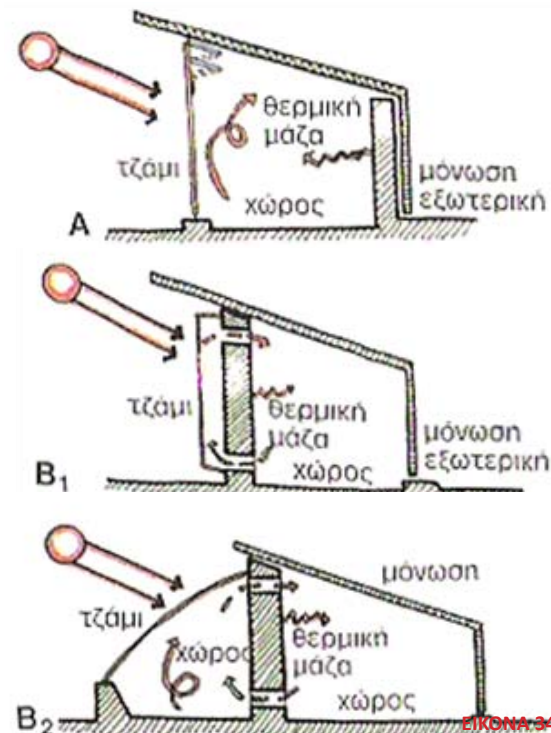
«Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αναφέρονται σε σύγχρονες μεθόδους εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας με σκοπό τη θέρμανση κτιρίων... Ο χαρακτηρισμός σύστημα χρησιμοποιείται επειδή η λειτουργία της κάθε μεθόδου στηρίζεται στην οργάνωση δομικών στοιχείων και κατασκευών του κελύφους με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η συλλογή, η αποθήκευση και η μετάδοση της θερμότητας... Το επίθετο παθητικό προσδιορίζει το γεγονός ότι η ροή θερμότητας στο σύστημα γίνεται με φυσικό τρόπο, χωρίς μηχανική υποστήριξη.»<sup>31</sup>

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τον τρόπο της θερμικής τους λειτουργίας ως συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους στα οποία ανήκουν τα ανοιγμάτα προσανατολισμένα στο νότο, ως συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους στα οποία ανήκουν οι ηλιακοί τοίχοι και οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και ως συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους, στα οποία ανήκουν οι ηλιακοί χώροι ή θερμοκήπια, καθώς και τα λεγόμενα «υβριδικά» συστήματα στα οποία η συλλεκτήρια επιφάνεια διαχωρίζεται από το κτίριο και για τη μεταφορά της θερμότητας χρησιμοποιούνται απλά μηχανικά μέσα

Οι παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματικότητα των συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους είναι οι εξής:

1. Οι γυάλινες επιφάνειες να έχουν νότιο προσανατολισμό
2. Η θερμική μάζα του κτιρίου να είναι επαρκής έτσι ώστε να απορροφάται και να αποθηκεύεται η συλλεγείσα θερμότητα
3. Το κελύφος του κτιρίου να είναι θερμικά προστατευμένο στην εξωτερική πλευρά
4. Ο εξοπλισμός των ανοιγμάτων με νυχτερινή μόνωση, δηλαδή κινητά εξώφυλλα μονωμένα ή έστω με εσωτερική θερμική προστασία

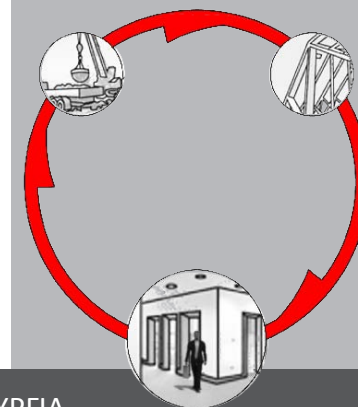
Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους συνδέονται με τον προσδιορισμό των επιφανειών θερμικής αποθήκευσης. Αυτό συμβαίνει διότι η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται στη διάρκεια της ημέρας αποδίδεται σταδιακά τη νύχτα, καθορίζοντας έτσι αφενός την απόδοση των συστημάτων και αφετέρου τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας, κατ' επέκταση τις συνθήκες θερμικής άνεσης. Επιδιώκεται, επομένως, η μεγαλύτερη κατά το δυνατόν επάρκεια θερμικής μάζας ώστε να εξομαλύνονται οι θερμικές διακυμάνσεις στο εσωτερικό. Τα κριτήρια που ρυθμίζουν την αποθηκευτική ικανότητα των δομικών στοιχείων της κατασκευής είναι η θέση της μάζας αποθήκευσης, το μέγεθος



ΕΙΚΟΝΑ 34  
ΤΥΠΟΙ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Πηγή: Στοιχεία Βιοκλιματικού  
Σχεδιασμού

της και η κατανομή της στον εσωτερικό χώρο. Σύμφωνα με έρευνες η επιφάνεια της θερμικής αποθήκευσης πρέπει να είναι έως και 9 φορές μεγαλύτερη της γυάλινης και τα υλικά της να έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα. Το μειονέκτημα του συστήματος είναι ο κίνδυνος να παρουσιαστούν μέσα στο χώρο μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασίας που οφείλονται στη ποσότητα της διαθέσιμης μάζας αποθήκευσης θερμότητας.



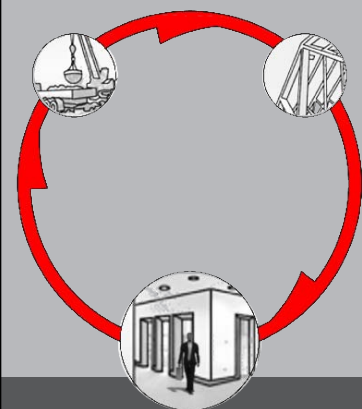
Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους βασίζονται στην εξής θερμική λειτουργία: μια γυάλινη επιφάνεια του κτιρίου συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία και έπειτα αυτή αποθηκεύεται σε μία επιφάνεια θερμικής μάζας και εκλύεται στον εσωτερικό χώρο. Οι κατηγορίες των συστημάτων αυτών είναι οι ηλιακοί τοίχοι μάζας και οι τοίχοι Trombe. Τα δύο αυτά συστήματα βασίζονται στη λειτουργία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας σε μία γυάλινη επιφάνεια η οποία θερμαίνει το διάκενο μεταξύ της επιφάνειας αυτής και ενός τοίχου μεγάλης θερμικής μάζας μέσω του οποίου γίνεται η ροή θερμότητας στον εσωτερικό χώρο. Η διαφορά του τοίχου Trombe είναι ότι έχει επιπλέον ανοίγματα, θυρίδες, στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου θερμικής μάζας που επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας και μέσω αγωγής.

Στα συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους ανήκουν οι ηλιακοί χώροι, τα θερμοκήπια και τα ηλιακά αίθρια. Ο ηλιακός χώρος αποτελεί κατά κάποιον τρόπο ένα συνδυασμό παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχου θερμικής αποθήκευσης, ο οποίος μεταφέρει έμμεσα τη θερμότητα στον κατοικημένο χώρο. Στη διάρκεια της ημέρας η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνώντας τις γυάλινες επιφάνειες του

ηλιακού χώρου μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια η οποία αποθηκεύεται στο δάπεδο ή στους τυχόν υπάρχοντες τοίχους, θερμαίνοντας έτσι τον εσωτερικό χώρο. Η λειτουργία του τη νύχτα είναι η αντίστροφη αφού οι γυάλινες επιφάνειες αποβάλουν μεγάλα ποσά θερμότητας στο εξωτερικό περιβάλλον. Απαιτείται η διαχείριση του ηλιακού χώρου ώστε να προσαρμόζεται στις ανάγκες τόσο της ημέρας και της νύχτας, όσο και θερμοκρασιακών αλλαγών κατά τη διάρκεια του χρόνου, ώστε να προσφέρει την απαιτούμενη θερμική άνεση.<sup>32</sup>

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η μελέτη δροσισμού κτιρίων πραγματεύεται το σχεδιασμό και τις δράσεις που αποσκοπούν στη διατήρηση τις εσωτερικής τους θερμοκρασίας μέσα στα όρια της θερμικής άνεσης, όταν οι εξωτερικές συνθήκες τα υπερβαίνουν. Το θερμό ελληνικό κλίμα οδηγεί σε μεγάλη ανάγκη δροσισμού στα κτίρια, κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες. Σύμφωνα με τα μέχρι τώρα δεδομένα αυτό επιτυγχάνεται με μηχανικά μέσα, αυξάνοντας τα ενεργειακά κόστη. Για το λόγο αυτό καθίσταται αναγκαίος ο σχεδιασμός των κτιρίων με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εφικτός δροσισμός με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται το παραπάνω αποτέλεσμα καθορίζει τις κατηγορίες δροσισμού: ο φυσικός δροσισμός, που βασίζεται στην εκμετάλλευση των φυσικών φαινομένων που δρουν στο περιβάλλον, ο παθητικός δροσισμός που βασίζεται στη διοχέτευση της πλεονάζουσας θερμότητας του κτιρίου με φυσικούς τρόπους σε περιβαλλοντικούς απαγωγείς θερμότητας. Τέλος ο τεχνητός δροσισμός που χρησιμοποιεί τεχνητά μέσα. Η χρήση μηχανικών συστημάτων ωστόσο δεν μπορεί να θεωρηθεί απαγορευτική, αφού ορισμένες διατάξεις λειτουργούν υποστηρικτικά ως προς το φυσικό αερισμό





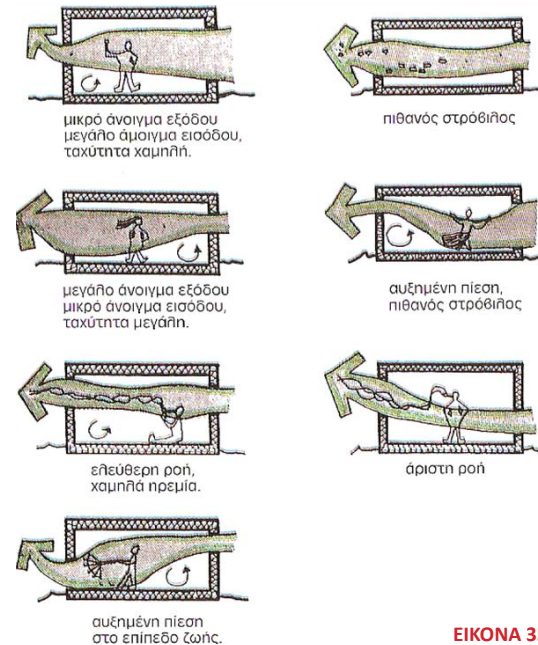
και τελικά λειτουργούν θετικά για τη ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών, χωρίς μεγάλη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Βασική συνθήκη για να λειτουργήσει ο φυσικός δροσισμός είναι ο περιορισμός των θερμικών προσόδων, ο οποίος επιτυγχάνεται με τον έλεγχο παραγόντων όπως το μικροκλίμα οικοπέδου, ο αυτοσκιασμός του κτιριακού όγκου, ο περιορισμός της μετάδοσης θερμικών προσόδων από στοιχεία του κελύφους και ο περιορισμός των εσωτερικών θερμικών προσόδων. Επίσης, ο προσανατολισμός του κτιρίου, το σχήμα, η μάζα, η θερμομόνωση, το χρώμα της οροφής και η φύτευση στον περιβάλλοντα χώρο, είναι παράγοντες που επηρεάζουν τα θερμικά φορτία, και κατ'επέκταση το δροσισμό. Ο φυσικός αερισμός προσφέρει ταχεία αποβολή θερμότητας από ένα χώρο επειδή παρακάμπτεται το κέλυφος του κτιρίου στη διαδικασία απόρριψης της θερμότητας στο εξωτερικό περιβάλλον και μπορεί να προκληθεί είτε λόγω διαφοράς θερμοκρασίας στα στρώματα του αέρα, είτε λόγω ανεμοπίεσης στις θέσεις όπου υπάρχουν ανοιγμάτα του κτιρίου. Κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου προκειμένου να επιτευχθεί φυσικός αερισμός είναι απαραίτητη η ύπαρξη ανοιγμάτων σε δύο απέναντι πλευρές ώστε να επιτρέπεται η κίνηση του ρεύματος αέρα.

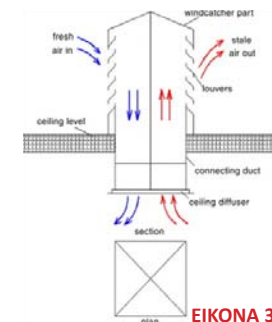
Το «φαινόμενο καμινάδας» βασίζεται στη κατακόρυφη κίνηση του θερμού αέρα

που εξάγεται μέσω της καμινάδας και αντικαθίσταται από ψυχρότερο αέρα που εισέρχεται στο κτίριο. Στο φαινόμενο αυτό στηρίχθηκε η δημιουργία των ηλιακών καμινάδων τα τοιχώματα των οποίων σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουν αυξημένες ηλιακές προσόδους που ενισχύουν το φαινόμενο. Οι καμινάδες αυτές συνδυάζονται με συσκευές που ψύχουν τον εισερχόμενο αέρα χρησιμοποιώντας τη θερμοχωρητικότητα του εδάφους ή του νερού. Δροσισμός επιτυγχάνεται και όταν παράλληλα με την κατακόρυφη κίνηση του αέρα υπάρχει και κίνηση νερού.

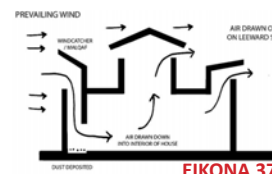
Δύο επιπλέον τεχνικές δροσισμού επιτυγχάνονται μέσω της διάταξης αιθρίου και με την τοποθέτηση δεξαμενών στα δώματα των κτιρίων. Ένα αίθριο μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στη παροχή φυσικού δροσισμού σε ένα κτίριο μέσα από την κατάλληλη τοποθέτηση ανοιγμάτων σε συνδυασμό με τον απαιτούμενο σκιασμό. Οι δεξαμενές νερού σε δώματα λειτουργούν μειώνοντας τις ανάγκες δροσισμού του κτιρίου εξαιτίας του φαινομένου της εξάτμισης του νερού της δεξαμενής κατά τη διάρκεια της νύχτας. Πρέπει, ωστόσο, να λαμβάνεται υπόψη η ακουστική των χώρων του κτιρίου ώστε να μη διαταράσσεται από τα συστήματα δροσισμού.<sup>33</sup>



EIKONA 35



EIKONA 36



EIKONA 37



EIKONA 38

EIKONA 35  
ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

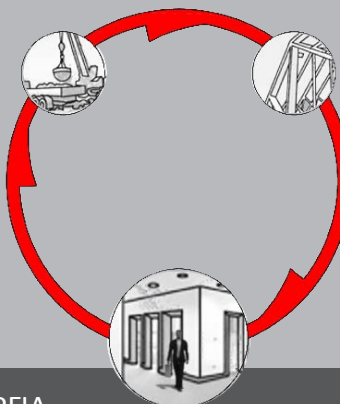
Πηγή: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

EIKONES 36,37  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ

Πηγές: studentaward-middleeast.com  
sciencedirect.com

EIKONA 38  
ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΙΡΑΝ

Πηγή: africanarchitecture.blogspot.com



## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΚΙΑΣΜΟΥ

Ιδιαίτερα στην Ελλάδα, μια χώρα μεσογειακή με μεγάλο ποσοστό ηλιοφάνειας, τα συστήματα σκιασμού παίζουν καθοριστικό ρόλο όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Τα κριτήρια επιλογής του κατάλληλου συστήματος σκιασμού είναι η χρήση του κάθε χώρου, ο προσανατολισμός της όψης, η μορφή των ανοιγμάτων, η αισθητική και η μορφολογία του κτιρίου καθώς και η οικονομία της κατασκευής. Όταν τα συστήματα σκιασμού τοποθετούνται σε συνδυασμό με το γυαλί μπορούν να διαμορφώσουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό τις θερμικές επιπτώσεις των ανοιγμάτων του κτιρίου. Τα συστήματα σκιασμού μπορούν να τοποθετηθούν είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά ή ακόμα ανάμεσα σε διπλό γυαλί. Ελέγχουν τα θερμικά φορτία που εισέρχονται στο κτίριο είτε μόνιμα είτε περιοδικά.

Η διάταξη των συστημάτων σκιασμού καθορίζεται από τον προσανατολισμό του ανοίγματος. Ο νότιος προσανατολισμός απαιτεί οριζόντια σταθερά ή κινητά συστήματα. Σε ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες διότι είναι πιο αποτελεσματική, αφού ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά. Η σταθερή σκίαση ωστόσο παρεμποδίζει τον ηλιασμό το



ΕΙΚΟΝΑ 39



ΕΙΚΟΝΑ 40

την κινητή ηλιοπροστασία. Όσον αφορά, τέλος, νοτιοδυτικό ή νοτιοανατολικό προσανατολισμό τα στοιχεία σκιασμού πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων υπό μορφή εσχάρας.

Η αποτελεσματικότητα των κινητών συστημάτων σκιασμού εξαρτάται από τη θέση τους σε σχέση με το γυαλί, το χρώμα τους και τις συνθήκες αερισμού. Τα εξωτερικά συστήματα είναι πολύ πιο αποτελεσματικά σε σχέση με τα εσωτερικά, τα οποία μειώνουν μεν την θάμβωση από το ηλιακό φως, δεν απαλλάσσουν όμως από την υπερθέρμανση. Η διαφορά στην αποτελεσματικότητα μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών συστημάτων εντείνεται καθώς το χρώμα των σκιάστρων γίνεται πιο σκούρο. Για τα εξωτερικά συστήματα η αποτελεσματικότητά τους αυξάνεται όταν το χρώμα τους είναι σκούρο, σε αντίθεση με τα εσωτερικά. Έχοντας ένα αποτελεσματικό σύστημα σκιασμού σε ένα κτίριο είναι δυνατόν να μειωθεί πάνω από 90% η θερμική επίπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αντίθετα ο αναποτελεσματικός σκιασμός συνεπάγεται είσοδο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας κατά 75-80%.

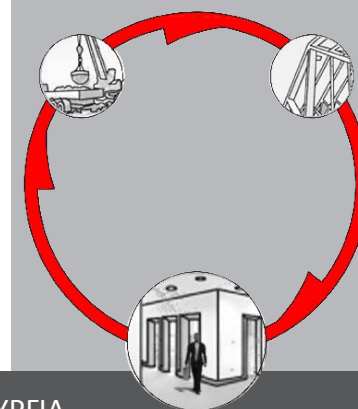
Όσον αφορά τα σταθερά συστήματα σκιασμού, η τοποθέτηση του συστήματος ακριβώς μπροστά από το άνοιγμα δεν επιτρέπει την άμεση είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας. Σύμφωνα με τη μέθοδο των Olgay και

Olgay, οι διαστάσεις του συστήματος σκιασμού καθορίζονται έτσι ώστε να εμποδίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας τις θερμές περιόδους του χρόνου και να την αφήνουν να εισέλθει στις ψυχρές περιόδους. Αυτό μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο στα νότια ανοίγματα.

Εκτός από τα συστήματα σκιασμού, καθοριστικής σημασίας, είναι και ο ρόλος του γυαλιού στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο. Μία επιφάνεια γυαλιού εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία προκαλεί αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας πέρα αυτής που θα προκαλούσαν αν ηλιακή ακτινοβολία έμπαινε στο χώρο απευθείας χωρίς να μεσολαβεί το γυαλί, ακόμα και αν έχει προβλεφθεί ο κατάλληλος αερισμός. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό του γυαλιού είναι ότι έχει διαφορετική διαπερατότητα ως προς την ακτινοβολία μικρού και μεγάλου μήκους. Τέλος, τα είδη γυαλιού διαχωρίζονται ανάλογα με την οπτική διαφάνεια, την απορροφητικότητα ή την ανακλαστικότητά τους σε πλήρως διαφανή, αυτά που απορροφούν θερμότητα, αυτά που αντανακλούν την ακτινοβολία και γκρι ή άλλου χρώματος γυαλιά.<sup>34</sup>

ΕΙΚΟΝΑ 40  
ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΚΙΑΣΜΟΥ

Πηγή: gaia.lbl.gov



### ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Η πλειονότητα των σημερινών κτιρίων, κυρίως μεγάλης κλίμακας, βασίζονται στον τεχνητό φωτισμό, αυξάνοντας έτσι την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και τα θερμικά φορτία μέσα στο κτίριο. Είναι αναγκαίος, λοιπόν, ο σωστός σχεδιασμός των κτιρίων σε σχέση με τον προσανατολισμό, ώστε να στρέφεται στην αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, και να πάψει να δημιουργεί εσωστρεφή κτίρια.

Το συνολικό ποσό της εξωτερικής φωτεινότητας κάθε περιοχής εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και τις συντεταγμένες του τόπου. Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα σε ένα κτίριο εξαρτάται από το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων, το ποσοστό της ηλιοφάνειας σε κάθε τόπο, το είδος του υαλοστασίου ως προς τη διαπερατότητά του και τις εσωτερικές επιφάνειες αντανάκλασης.<sup>35</sup>

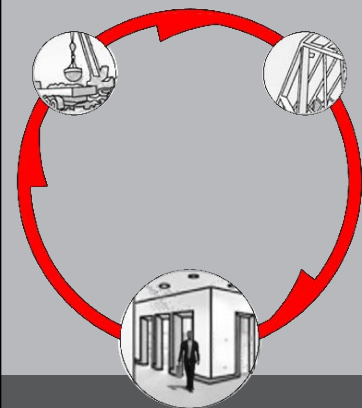
Τα πλεονεκτήματα του φυσικού φωτισμού είναι η σημαντική μείωση του κόστους, η μείωση της ανάγκης για ψύξη του χώρου εξαιτίας της θέρμανσης που προκαλεί ο τεχνητός φωτισμός και μείωση της ατμοσφαιρικής μόλυνσης και η δημιουργία καλύτερων συνθηκών υγείας και εργασίας μέσα στο κτίριο. Το κόστος το οποίο απαιτεί ο σχεδιασμός

φυσικού φωτισμού σε ένα κτίριο σχετίζεται με τον τύπο των υαλοστασίων που χρησιμοποιούνται, το μέγεθος και το σχήμα του κτιρίου, τα εμπόδια του περιβάλλοντος του κτιρίου ως προς το φως και την αποφυγή της θάμβωσης, της υπερθέρμανσης και της υπερβολικής ψύξης του κτιρίου.<sup>36</sup>

Οι βασικές μέθοδοι που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτισμού χωρίς να προκαλείται θάμβωση στο εσωτερικό των κτιρίων είναι οι φωτιστικές κουπώλες, τα ανοίγματα οροφής, τα «ράφια» φωτισμού, οι εξωτερικοί ανακλαστήρες, τα αίθρια, οι δίοδοι φωτισμού, τα συστήματα σκιασμού με ανακλαστικές επιφάνειες, τα απορροφητικά ή ανακλαστικά στοιχεία και τα εσωτερικά ή τα εξωτερικά σκίαστρα. Οι ανακλαστικές επιφάνειες όταν είναι ανοιχτόχρωμες αυξάνουν το επίπεδο φωτισμού σε ένα χώρο. Είναι σημαντικό η πρώτη επιφάνεια στην οποία θα ανακλαστεί το φυσικό φως, εισερχόμενο σε ένα χώρο, να είναι ανοιχτόχρωμη έτσι ώστε να αυξάνεται η ποσότητα του φωτός στο χώρο. Η επιφάνεια αυτή συνήθως είναι το δάπεδο όπου το φως προσπίπτει είτε απευθείας από το εξωτερικό περιβάλλον μέσω του ανοίγματος είτε έπειτα από αντανάκλαση στην οροφή είτε στην εξωτερική επιφάνεια του εδάφους. Όταν υπάρχει μικρή διαφοροποίηση του μεγέθους και του χρώματος μεταξύ του κουφώματος και των γύρω τοίχων μειώνεται η θάμβωση και

βελτιώνεται η οπτική μέσα σε ένα χώρο. Τα «ράφια» φωτός μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για το σκιασμό του υαλοστασίου όσο και για τη διανομή του φωτός στο εσωτερικό του χώρου και για να μειώσουν την θάμβωση.

Οι διαφορετικές λειτουργίες στους χώρους ενός κτιρίου καθορίζουν και διαφορετικές ανάγκες στο επίπεδο του φωτισμού. Βασικό μέγεθος που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό ενός συγκεκριμένου χώρου του κτιρίου, όπου εκτελείται μια εργασία ώστε να υπολογιστεί η επάρκεια του φυσικού φωτισμού και η τυχόν ανάγκη για τεχνητό φωτισμό σε σχέση με το είδος της εργασίας, είναι το κρίσιμο σημείο φωτισμού.<sup>37</sup>



Η προσέγγιση των κτιρίων με βάση τον κύκλο ζωής τους, δίνει ιδιαίτερη έμφαση στις εσωτερικές συνθήκες και στοχεύει στη βελτίωσή τους. «Παρόλο που δεν υπάρχουν επαρκείς μελέτες που να παρέχουν ακριβή στοιχεία για τις επιπτώσεις των εσωτερικών συνθηκών των κτιρίων στην ανθρώπινη υγεία, δεν υπάρχει αμφιβολία για την άμεση σχέση ασθενειών, όπως οι πονοκέφαλοι και τα προβλήματα στα μάτια, με τον ανεπαρκή φωτισμό, φυσικό αερισμό και το θόρυβο στους χώρους εργασίας.»<sup>38</sup> Η διατήρηση της θερμικής ισορροπίας ανάμεσα στο ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον του συμβάλει στη διατήρηση της υγείας, της ποιότητας ζωής και της άνεσης. Οι παράγοντες που την καθορίζουν είναι η θερμότητα που παράγεται από το μεταβολισμό, η μεταφορά θερμότητας μέσω επαφής και ακτινοβολίας καθώς και η θερμικές απώλειες λόγω εξάτμισης.

Ο προσανατολισμός ενός κτιρίου επηρεάζει τις εσωτερικές συνθήκες με βάση τους εξής παράγοντες: την ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμότητα που αυτή προκαλεί στους τοίχους και τα δωμάτια, τα προβλήματα αερισμού που σχετίζονται με την κατεύθυνση των ανέμων και τον προσανατολισμό του κτιρίου. Η επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στις εσωτερικές θερμοκρασίες μπορεί να χωριστεί σε σχέση με την άνεση σε δύο μέρη: την επίδραση στις θερμοκρασίες των

εξωτερικών επιφανειών και της οροφής, που έχουν ως αποτέλεσμα την εισροή θερμότητας στον εσωτερικό χώρο και τη θερμότητα που προκαλείται από την είσοδο της ακτινοβολίας μέσω υαλοστασίων και ανοιγμάτων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν το εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου μπορούν να διαχωριστούν σε τρεις κατηγορίες: φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί.

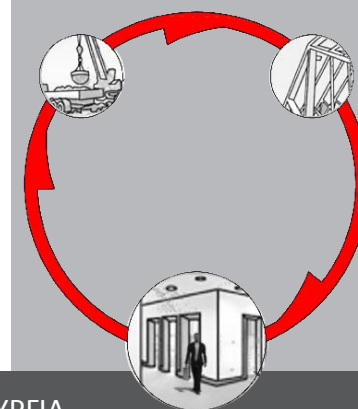
### ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Ο έλεγχος του ήχου και του θορύβου μέσα σε ένα κτίριο είναι ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα. Βασική προϋπόθεση για τη δημιουργία ενός ανεχτού ακουστικού επιπέδου στο εσωτερικό είναι να διασφαλιστεί ότι τα επίπεδα του ήχου σε συγκεκριμένες περιοχές του κτιρίου είναι κάτω απ' αυτό το ανεχτό επίπεδο για μια συγκεκριμένη λειτουργία. Η ακουστική ενός χώρου είναι θέμα σωστού σχεδιασμού αφού πρέπει να υπάρχει ειδική πρόβλεψη ώστε χώροι του κτιρίου με μεγάλο θόρυβο να απομονώνονται ακουστικά από τους

υπόλοιπους. Συγκεκριμένα η λανθασμένη διαχείριση της ακουστικής σε χώρους εργασίας μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερη παραγωγικότητα αλλά και γενικότερα σε προβλήματα υγείας.

Τα προβλήματα που σχετίζονται με τη ποιότητα φωτισμού είναι αντίστοιχα με αυτά που σχετίζονται με το θόρυβο αφού η αιτία έγκειται στον ελλειπή σχεδιασμό. Σαν μια προϋπόθεση για υψηλή ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος το φως λαμβάνεται περισσότερο υπόψη σε σχέση με τον ήχο, ωστόσο συχνά παραβλέπεται κατά το σχεδιασμό. Είναι ευρύτερα γνωστό ότι το φυσικό φως του ήλιου είναι η καλύτερη πηγή φωτισμού για το ανθρώπινο μάτι. Σήμερα, ωστόσο, οι περισσότεροι εργαζόμενοι περνούν την πλειονότητα της ημέρας τους σε εσωτερικούς χώρους και μακριά από το φυσικό φωτισμό.

Οι κλιματικές συνθήκες, ειδικότερα οι θερμικές, μέσα στις οποίες εργάζεται ένα άτομο έχουν σοβαρή επίδραση στη συμπεριφορά και στην απόδοση της δουλειάς του. Οι γενικές αποδεκτές διακυμάνσεις της άνεσης είναι για το χειμώνα μεταξύ των 20-24° C και τη σχετική υγρασία μεταξύ 30-60% και για το καλοκαίρι θερμοκρασίες μεταξύ 22-27° C και σχετική υγρασία μεταξύ 30-60%. Η σχετική υγρασία κάτω από 30% θεωρείται



ότι δημιουργεί πολύ ξηρό περιβάλλον. Η ταχύτητα του αέρα είναι ένας ακόμη παράγοντας που καθορίζει τις συνθήκες του εσωτερικού κλίματος. Η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου είναι αναγκαία. Η υψηλή ταχύτητα του αέρα, ωστόσο, μπορεί να προκαλέσει δυσάρεστες συνθήκες στην περίπτωση ψυχρού κλίματος ενώ να είναι επιθυμητή στα θερμά κλίματα.

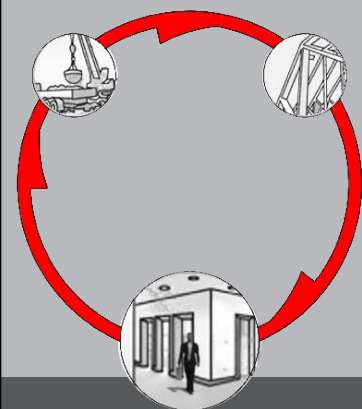
Οι οσμές είναι ένα από τα πιο κοινά και ενοχλητικά προβλήματα του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων, δημιουργούν συνθήκες δυσαρέσκειες και δεν είναι εύκολη η διαχείριση τους λόγω υποκειμενικότητας και διαφορετικότητας του βαθμού ενόχλησης μεταξύ των χρηστών του κτιρίου.

### ΧΗΜΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Υπάρχουν ποικίλοι χημικοί παράγοντες που επηρεάζουν το εσωτερικό περιβάλλον και παρατηρούνται κυρίως σε χημικά που περιέχουν οι βαφές των επιφανειών, ως συστατικό ορισμένων δομικών στοιχείων, στην εγκατάσταση χαλιών, στα προϊόντα καθαρισμού ενώ τέλος μπορεί να προέρχονται από τα συστήματα αερισμού και κλιματισμού.

### ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Περιλαμβάνουν τα βακτήρια, τους μύκητες, τους ιούς και τη σκόνη που μπορεί να οδηγήσουν σε αλλεργιογόνες και παθογόνες αντιδράσεις. Οι πηγές είναι πολλές για παράδειγμα, εξωτερικές μολύνσεις, ιοί και βακτήρια από τους χρήστες του κτιρίου κλπ. Χαρακτηριστικά όπως η υγρασία και η κυκλοφορία του αέρα επηρεάζουν σε πολύ σημαντικό βαθμό τις συγκεντρώσεις των βιολογικών αυτών παραγόντων μέσα στο κτίριο. Ένας σωστός και ολοκληρωμένος σχεδιασμός περιλαμβάνει τον αποτελεσματικό σύστημα αερισμού, τον έλεγχο των εσωτερικών μολύνσεων, τον σωστό σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού και τεχνητού φωτισμού και την εξασφάλιση της θερμικής και ακουστικής άνεσης, ώστε να δημιουργούνται οι κατάλληλες συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια.<sup>39</sup>



Η μείωση στην κατανάλωση νερού στα κτίρια και η αλλαγή στην αντίληψη διαχείρισης των υγρών αποβλήτων στο δομημένο περιβάλλον μπορεί να αυξήσει σε μεγάλο βαθμό τις διαθέσιμες ποσότητες νερού, να βελτιώσει την ανθρώπινη υγεία και να μειώσει τους κινδύνους για τα οικοσυστήματα. Τα επιπλέον οφέλη που συνεπάγεται ο σχεδιασμός που προβλέπει τη σωστή διαχείριση νερού είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, η μείωση των υγρών αποβλήτων, η μείωση του κόστους κατασκευής δικτύων νερού και υγρών αποβλήτων, η αύξηση της παραγωγικότητας των χρηστών του κτιρίου, το μικρότερο οικονομικό ρίσκο και τα γενικότερα περιβαλλοντικά οφέλη.

## Τα στάδια σχεδιασμού ορθολογικής διαχείρισης νερού και υγρών αποβλήτων στα κτίρια είναι τα εξής:

1. Επιλογή της πηγής νερού για κάθε σκοπό κατανάλωσης: Το πόσιμο νερό πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο για κατανάλωση από τους ανθρώπους ενώ για τους άλλους σκοπούς είναι δυνατή η χρήση εναλλακτικών πηγών νερού
2. Για κάθε σκοπό να εγκατασταθούν τεχνολογίες που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας
3. Εφαρμογή συστήματος διαχωρισμού υγρών αποβλήτων ανάλογα με το βαθμό καθαρότητάς τους και για

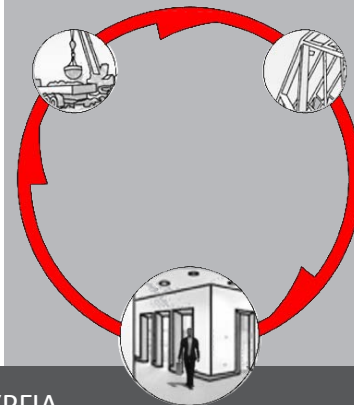
δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης

4. Εξέταση δυνατότητας εφαρμογής καινοτόμων συστημάτων διαχείρισης υγρών αποβλήτων
5. Αξιολόγηση του κόστους εφαρμογής τέτοιων τεχνικών κατά τον κύκλο ζωής του κτιρίου: Αν ληφθούν μέτρα μόνο για το πόσιμο νερό τα οφέλη και απόσβεση του κόστους υπολογίζονται μετά από 10 με 20 χρόνια, ενώ αν ληφθούν μέτρα και τη διαχείριση των υγρών αποβλήτων ο χρόνος απόσβεσης μειώνεται στα 7 χρόνια

Βασική πρακτική της ορθολογικής διαχείρισης του νερού αποτελεί η συλλογή του νερού της βροχής. Στο παρελθόν υπήρχαν συστήματα συλλογής και αποθήκευσης του νερού στα κτίρια αλλά με την εγκατάσταση των κεντρικών συστημάτων παροχής νερού αυτά εξαφανίστηκαν μέχρις ότου θεωρήθηκε και πάλι αναγκαία η εκμετάλλευσή τους. Οι δύο κυριότεροι λόγοι που κατέστησαν αναγκαία τη χρήση του νερού της βροχής είναι: τα ολοένα αυξανόμενα οικονομικά και περιβαλλοντικά κόστη που προέρχονται από τα κεντρικά συστήματα διανομής νερού και οι λόγοι υγείας που αφορούν τις πηγές και τη διαχείριση των μολυσμένων νερών.

Ένα σύστημα συλλογής του νερού της βροχής απαιτεί αρχικά μια επιφάνεια συλλογής του νερού που

κατά βάση τοποθετείται στην οροφή του κτιρίου, ένα σύστημα που να φιλτράρει το νερό ώστε να διακρατούνται η σκόνη και τα τυχόν στοιχεία μόλυνσης και να μην φτάνουν στη δεξαμενή αποθήκευσης ενώ παράλληλα ελέγχει την υπερχειλίση του νερού κατά τη βροχόπτωση. Ακολουθεί άλλο ένα στάδιο φιλτραρίσματος και στη συνέχεια η διοχέτευση του νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης. Αυτή αποτελεί το βασικό κόστος του όλου συστήματος, μπορεί να είναι κατασκευασμένη από γαλβανισμένο χάλυβα, μπετόν, fiberglass, πολυαιθυλένιο και ξύλο υψηλής αντοχής και η διάρκεια ζωής της εξαρτάται από την επιλογή υλικού. Η τοποθέτησή της μπορεί να γίνει στο υπόγειο του κτιρίου, να τοποθετηθεί μέσα στο χώμα του εξωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου ή στην επιφάνεια του χώματος, λαμβάνοντας υπόψη ότι δεν εκτίθεται στο φως για την αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών. Ακολουθεί η διανομή του νερού μέσω ειδικής αντλίας που διοχετεύει το νερό στα απαιτούμενα σημεία όπου προηγείται ένα φιλτράρισμα ανάλογα με τη χρήση που πρόκειται να λάβει το νερό.



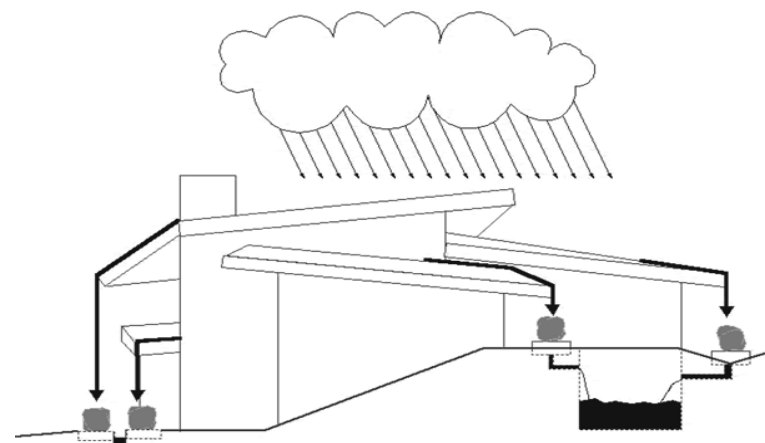
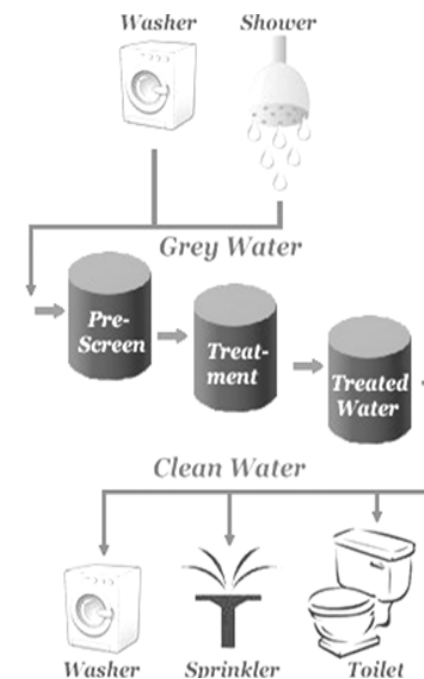
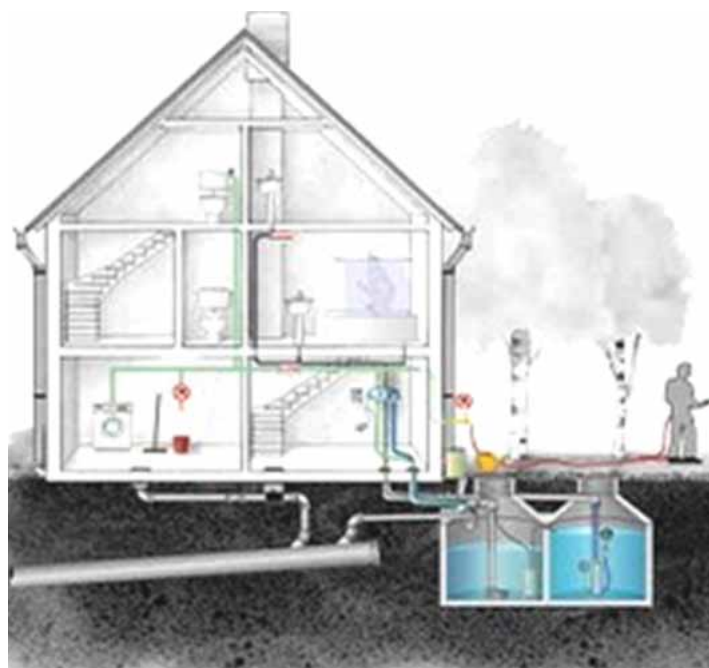
# ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 41

ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

Πηγές: cpm-group.com, pages.uoregon.edu, greenbuildingenergysavings.com

Εκτός από τη συλλογή του νερού της βροχής και την εκμετάλλευσή του, ο βιώσιμος ενεργειακός σχεδιασμός περιλαμβάνει και τη σωστή διαχείριση των υγρών αποβλήτων. Η απόρριψη των αποβλήτων δεν αποτελεί τη μοναδική λύση, καθώς αυτά μπορούν υπό προϋποθέσεις να επαναχρησιμοποιηθούν μειώνοντας έτσι την κατανάλωση νερού στα κτίρια. Δεν μπορούν, ωστόσο, όλες οι κατηγορίες υγρών αποβλήτων να θεωρηθούν κατάλληλες για επαναχρησιμοποίηση. Τα υγρά απόβλητα διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες, σε αυτά που προέρχονται από ντουζιέρες, βρύσες, νιπτήρες και πλυντήρια και δεν περιέχουν οργανικά κατάλοιπα (greywater) και σε αυτά που περιέχουν οργανικά κατάλοιπα και είναι ακατάλληλα για οποιαδήποτε περαιτέρω χρήση (black-water). Η πρώτη κατηγορία είναι δυνατόν έπειτα από φιλτράρισμα να αποτελέσει πηγή νερού για χρήσεις που δεν περιλαμβάνουν, ωστόσο, το πόσιμο νερό, αλλά αναφέρονται σε χρήσεις όπως το πότισμα, το καθάρισμα και σε τουαλέτες. Συνεπώς η παραπάνω πρακτική έχει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και νερού.<sup>40</sup>

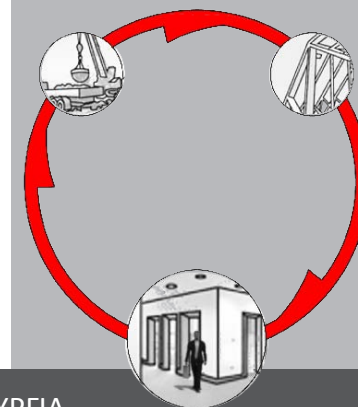


ΕΙΚΟΝΑ 41



## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 21- A Primer on Sustainable Building, σελ. 51
- 22- A Primer on Sustainable Building, σελ.49
- 23- Sustainable Construction: a green building design and delivery
- 24- The Ecology of Building Materials
- 25- Building with reclaimed components and materials: a design handbook for reuse and recycling
- 26- AIA Guide to Building Life Cycle Assessment in Practice, The American Institute of Architects
- 27- Life-Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review
- 28- Sustainable Construction: a green building design and delivery
- 29- Sustainable Construction: a green building design and delivery
- 30- Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα
- 31- Στοιχεία Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, σελ. 28
- 32- Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα
- 33- Στοιχεία Βιοκλιματικού Σχεδιασμού
- 34- Man, Climate and Architecture
- 35- Sun, Wind and Light
- 36- Energy and Climate in the Urban Built Environment
- 37- Sun, Wind and Light
- 38- A Primer on Sustainable Building, σελ.11
- 39- Sustainable Construction: a green building design and delivery
- 40- Sustainable Construction: a green building design and delivery

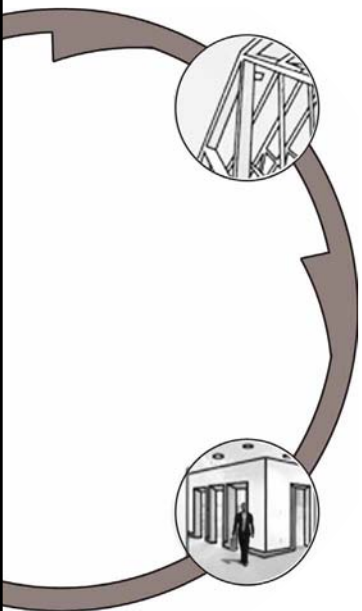


## ΤΕΛΟΣ ΖΩΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το τρέχον μοντέλο σχεδιασμού, κατασκευής, λειτουργίας και κατεδάφισης ενός κτιρίου είναι γραμμικό. Τα νέα υλικά, τα προϊόντα και τα συστήματα δημιουργούνται στην αρχή της διαδικασίας και απορρίπτονται στο τέλος της. Για να επιτευχθεί, όμως, ο στόχος της βιωσιμότητας, πρέπει να προχωρήσουμε σε ένα κυκλικό μοντέλο, όπου τα στοιχεία που αποτελούν το κτίριο, ακόμα και το ίδιο το κτίριο στο σύνολό του είναι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν να δεχτούν μεταβολές, να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και να δίνουν τη δυνατότητα ανακύκλωσης. Η κατασκευαστική βιομηχανία ευθύνεται για σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η εξάντληση των μη ανανεώσιμων φυσικών πηγών όπως το νερό και τα καύσιμα, Η ατμοσφαιρική ρύπανση από την κατασκευαστική διαδικασία και τις μεταφορές και η αλλοίωση του φυσικού τοπίου και μείωση των δασικών περιοχών είναι ορισμένα από τα δυσμενή αποτελέσματά της. Στη Βρετανία στα μέσα του '90 καταναλώθηκαν πάνω από 250 εκατομμύρια τόνοι επεξεργασμένης πέτρας και χαλκιού, 3.5 εκατομμύρια τόνοι μετάλλου και

0.5 εκατομμύρια τόνοι πολυμερών. Στα τέλη της δεκαετίας του '90, παρήχθησαν 10 εκατομμύρια τόνοι υπολειμμάτων από κατασκευαστικές διαδικασίες και περίπου 30 εκατομμύρια τόνοι υλικού προερχόμενο από κατεδαφίσεις. Επιπρόσθετα, 3.5 δισεκατομμύρια νέα τούβλα το χρόνο χρησιμοποιούνται στη Βρετανία με τα 2.5 να καταστρέφονται κατά τη κατεδάφιση. Τα παραπάνω στοιχεία καταδεικνύουν την ανάγκη ανακύκλωσης και επανάχρησης των δομικών υλικών.<sup>41</sup>





ΑΝΑΚΥΛΩΣΗ - ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ

ΑΠΟΔΟΜΗΣΗ - ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ



ΕΙΚΟΝΑ 42  
ΦΟΥΣΚΩΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ- ΠΕΡΙΠΤΕΡΟ  
ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΜΟΝΤΕΡΝΑΣ  
ΤΕΧΝΗΣ ΤΗΣ ΛΙ

Πηγή: inflate.co.uk

## ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ- ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΗ

Το ποσοστό των επαναχρησιμοποιήσιμων υλικών έχει αυξηθεί κατά 50% τα τελευταία χρόνια. Ωστόσο, το να σχεδιαστεί ένα κτίριο ώστε να δεχτεί ανακυκλώσιμα υλικά είναι μια διαφορετική διαδικασία σε σχέση με τις συμβατικές κατασκευές, αφού ο αρχιτέκτονας πρώτα καθορίζει τα διάφορα στοιχεία του κτιρίου και μετά συγκεκριμενοποιεί τα υλικά που ανταποκρίνονται στην απαιτούμενη συμπεριφορά και ποιότητα του κτιρίου. Ο κύκλος ζωής των υλικών αφορά τη λειτουργία ενός κλειστού βρόγχου, στο τρόπο διαχείρισης των υλικών, σε αναλογία με τα φυσικά οικοσυστήματα.

Τρεις είναι οι βασικοί τύποι επανάχρησης και ανακύκλωσης:

1. Η επανάχρηση ολόκληρου κτιρίου ή τμημάτων του,
2. Η επανάχρηση στοιχείων που έχουν απομακρυνθεί και έπειτα από επεξεργασία επαναπροωθούνται για χρήση σε άλλα κτίρια και
3. Η χρήση υλικών που προέρχονται από ανακύκλωση.

Η επανάχρηση κτιρίου συντελεί στην αποφυγή της κατεδάφισης και του κόστους κατασκευής νέου κτιρίου. Με την επανάχρηση υλικών που έχουν προέλθει από την κατεδάφιση επιτυγχάνεται η μείωση του κόστους το οποίο συνεπάγεται η μεταφορά αυτών των υλικών σε χωματερές. Η επανάχρηση κτιρίου μπορεί να

αποτελέσει το μοναδικό τρόπο αδειοδότησης σχεδιασμού σε προστατευμένες περιοχές. Τέλος, η διαδικασία επανάχρησης και ανακύκλωσης, σε όλα τα επίπεδα, παρουσιάζει σημαντικό περιβαλλοντικό όφελος.<sup>42</sup>

## ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

Στις δεκαετίες του 1970 και 1980 το περιβαλλοντικό ενδιαφέρον εστιαζόταν στην παραγωγική διαδικασία και τα διάφορα μέτρα και οι μελέτες στόχευαν στη μείωση της μόλυνσης που προκαλούσαν οι βιομηχανίες. Ωστόσο, στα τέλη της δεκαετίας του '80 και κατά τις αρχές του άρχισε να δίνεται έμφαση τόσο και στη φάση της χρήσης, όσο στο τέλος της ζωής και την απόρριψη ενός υλικού. Το γεγονός αυτό απαιτεί μια νέα προσέγγιση στο σχεδιασμό των προϊόντων και κατ' επέκταση στον κτιριακό σχεδιασμό, που να περιλαμβάνει κάθε φάση του κύκλου ζωής. Τα συστήματα που σχεδιάζονταν με σκοπό να μπορούν να αποσυναρμολογηθούν ήταν μέχρι πριν λίγα χρόνια μόνο ηλεκτρονικοί υπολογιστές, αυτοκίνητα ή άλλα τεχνολογικά προϊόντα. Τα τελευταία χρόνια όμως το ζητούμενο της αποσυναρμολόγησης και της ανακύκλωσης απαντάται και στον κατασκευαστικό τομέα, λαμβάνοντας ολοένα και αυξανόμενη σημασία.

Εγείρεται το ερώτημα αν ένας σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση είναι προτιμότερος από το **σχεδιασμό ενός ευέλικτου και ευμετάβλητου κτιρίου** που μπορεί να υποστεί τις απαιτούμενες



ΕΙΚΟΝΑ 42



ΕΙΚΟΝΑ 43

αλλαγές ώστε να συνεχίσει να βρίσκεται σε χρήση. Η βέλτιστη περιβαλλοντικά λύση θα ήταν ένα κτίριο σχεδιασμένο ώστε να συνδυάζει τις παραπάνω ιδιότητες, ωστόσο αυτό δεν είναι απόλυτα εφικτό, αφού η ιδιότητα της ευελιξίας συχνά δεν μπορεί να συνδυαστεί με αυτή της αποσυναρμολόγησης. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι ο σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση

με στόχο την επανάχρηση προϋποθέτει συγκεκριμένη διαστασιολόγηση, περιορίζοντας έτσι το βαθμό ελευθερίας του σχεδιασμού.

Ο όρος **αποσυναρμολόγηση** (dis-assembly) αναφέρεται στην ικανότητα απόσπασης από ένα κτίριο κάποιων υλικών, προϊόντων ή συστημάτων που υπάρχουν σε αυτό, ώστε είτε το κτίριο να μπορεί να ανταποκριθεί σε μια διαφορετική λειτουργία, είτε ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν, ή να ανακυκλωθούν, στην περίπτωση κατεδάφισης

του κτιρίου. Ο σχεδιασμός που στοχεύει στην αποσυναρμολόγηση του κτιρίου μειώνει τα υλικά που προκύπτουν από την κατεδάφιση του κτιρίου, τις εκπομπές αερίων που ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και εξομαλύνουν την πίεση που δέχονται οι φυσικές πηγές εξαιτίας της υπερεκμετάλλευσής τους. Οι βασικοί κανόνες που διέπουν την αποσυναρμολόγηση και την ανακύκλωση δομούνται σε τρεις κατηγορίες: επιλογή του υλικού, κατασκευή των δομικών στοιχείων, επιλογή του είδους των συνδέσεων.



ΕΙΚΟΝΑ 44

#### ΕΙΚΟΝΑ 43

##### BARCELONA PAVILION

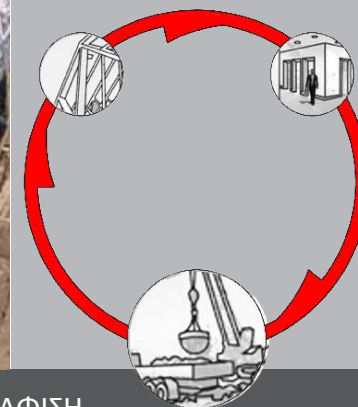
Αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα κτιρίου που αποσυναρμολογήθηκε μετά το τέλος της λειτουργίας του

Πηγή: en.wikipedia.org, fantasticjournal.

#### ΕΙΚΟΝΑ 44

ΤΟ ΟΛΥΜΠΙΑΚΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΟΥ ΛΟΝΔΙΝΟΥ ΕΧΕΙ ΣΧΕΔΙΑΣΤΕΙ ΩΣΤΕ ΝΑ ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΘΕΙ ΜΕΤΑ ΤΟΥΣ ΟΛΥΜΠΙΑΚΟΥΣ ΑΓΩΝΕΣ ΤΟΥ 2012 ΚΑΙ ΝΑ ΔΙΑΘΕΤΕΙ ΛΙΓΟΤΕΡΕΣ ΘΕΣΕΙΣ

Πηγή: abrahamgarcia.co.uk



## ΤΕΛΟΣ ΖΩΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΙΚΟΝΑ 45  
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΚΤΙΡΙΟ ΠΟΥ ΜΠΟΡΕΙ  
ΝΑ ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΘΕΙ

Οι αρχές της αποσυναρμολόγησης ανάγονται στο γνωστό δόγμα «**μείωση, επανάχρηση, ανακύκλωση**» (**reduce, reuse, recycle**), και περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Προσβασιμότητα: αναφέρεται στα στοιχεία του κτιρίου που απαιτούν συντήρηση ή αντικατάσταση, ιδίως αυτά με μικρό χρόνο χρήσης
2. Καταγραφή των πληροφοριών που σχετίζονται με τη διαδικασία της αποσυναρμολόγησης, υλικά που θα χρησιμοποιηθούν και προτεινόμενες μέθοδοι αποσυναρμολόγησης
3. Διάρκεια ζωής των υλικών
4. Σχεδιασμός απλών, εύκολης προσβασιμότητας συνδέσεων, ώστε

να διευκολύνεται η διαδικασία της αποσυναρμολόγησης. Καταλληλότερες είναι οι μηχανικές σε σχέση με τις χημικές συνδέσεις.

5. Ανεξαρτησία των διαφόρων στοιχείων που αποτελούν το κτίριο, ώστε να μην υπάρχουν συσχετισμοί μεταξύ τους που να εμποδίζουν την απομάκρυνση του ενός από το άλλο.
6. Δυνατότητα ανακύκλωσης ή επανάχρησης
7. Αποφυγή τοξικών και επικίνδυνων υλικών
8. Διαχωρισμός του φέροντος οργανισμού από τα στοιχεία πλήρωσης
9. Χρήση κατασκευαστικού καννάβου που να ορίζει ένα συγκεκριμένο εμβάτη για το σχεδιασμό
10. Χρήση υλικών και στοιχείων με σχετικά μικρό βάρος

Πολλές από τις παραπάνω αρχές προτείνουν ένα είδος σχεδιασμού που στρέφεται περισσότερο στην προκατασκευή των δομικών στοιχείων του κτιρίου.<sup>43</sup>

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 41- Building with reclaimed components and materials : a design handbook for reuse and recycling
- 42- Building with reclaimed components and materials : a design handbook for reuse and recycling
- 43- Recycling Potential and Design for Disassembly in Buildings



ΕΙΚΟΝΑ 45



Τα κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης προσφέρουν πλεονεκτήματα για τους ιδιοκτήτες τους, όσον αφορά την ενέργεια που καταναλώνουν, το νερό, τη διαχείριση των αποβλήτων, την υγεία και την παραγωγικότητα των χρηστών, το κόστος συντήρησης και τέλος τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αυτά τα κτίρια συνήθως απαιτούν αυξημένη αρχική επένδυση. Μια τέτοια αύξηση κατά 2% για την κατασκευή ενός κτιρίου υψηλής ενεργειακής απόδοσης μπορεί να παράγει οικονομικά οφέλη, κατά τον κύκλο ζωής του κτιρίου, έως και 10 φορές μεγαλύτερα της αρχικής επένδυσης. Οι λόγοι για τους οποίους υπάρχει επιπλέον αρχικό κόστος κατασκευής είναι η χρήση συστημάτων που τυπικά δεν υπάρχουν στα συμβατικά κτίρια, όπως συστήματα συλλογής του νερού της βροχής, σχεδιασμός του φυσικού φωτισμού κτλ, το γεγονός ότι η ενεργειακή πιστοποίηση επιφέρει επιπλέον κόστος και ότι πολλά από τα υλικά που είναι φιλικά προς το περιβάλλον και συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια δεν είναι εύκολα διαθέσιμα στην αγορά και έχουν μεγάλο κόστος.

**Τα οικονομικά πλεονεκτήματα των κτιρίων υψηλής ενεργειακής απόδοσης είναι τα εξής:**

1. Απόσβεση του αρχικού κόστους. Με τη χρήση ενός καθολικού σχεδιασμού μειώνονται τα αρχικά κόστη και με τη χρήση νέων τεχνολογιών επιτυγχάνεται γρήγορα κέρδη
2. Αυτά τα κτίρια είναι σχεδιασμένα για την εξοικονόμηση ενέργειας
3. Ενισχύουν την παραγωγικότητα των εργαζομένων
4. Βελτιώνουν την υγεία των χρηστών και την ποιότητα ζωής
5. Αυξάνουν την αξία του ακινήτου
6. Μπορούν να λάβουν χρηματοδότηση από σχετικά προγράμματα της πολιτείας
7. Έχουν μειωμένο επενδυτικό ρίσκο, αφού η ενεργειακή τους απόδοση είναι σε πολύ μεγάλο βαθμό προβλεπόμενη<sup>44</sup>

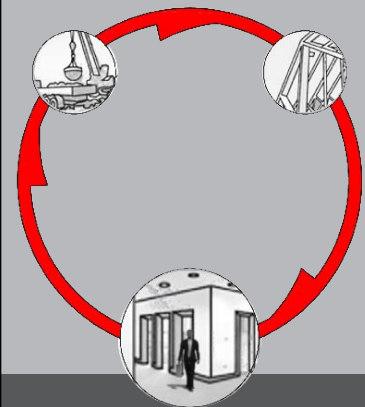
Η κλασική προσέγγιση των ενεργειακών κτιρίων, από οικονομικής πλευράς, περιλαμβάνει το λεγόμενο κόστος κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου (Life Cycle Cost) δηλαδή λαμβάνει ταυτόχρονα υπόψη τόσο το αρχικό κόστος κατασκευής, όσο και το κόστος λειτουργίας

Η μελέτη αξιολόγησης του κύκλου ζωής των κτιρίων, το LCA (Life Cycle Assessment), είναι ένα εργαλείο που προσφέρει

πληροφορίες για τις πηγές, τις εκπομπές και τις άλλες επιπτώσεις που σχετίζονται με τη χρήση των υλικών κατά τη διάρκεια της ζωής τους, από τη εξόρυξη μέχρι την απόρριψή τους. Είναι δηλαδή ένα σύστημα επιλογής και λήψης αποφάσεων που βασίζεται σε επιστημονικά δεδομένα.

Το αποτέλεσμα της αξιολόγησης αυτής μπορεί να θεωρηθεί ως το περιβαλλοντικό αποτύπωμα ενός κτιρίου, περιλαμβάνοντας τη συμπεριφορά του ως προς την ενεργειακή κατανάλωση, την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας, την καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος, την υπερεκμετάλλευση των φυσικών πηγών και τις εκπομπές τοξικών αερίων. Αυτό το εργαλείο δίνει τη δυνατότητα στον αρχιτέκτονα να εισάγει στο σχεδιασμό παραμέτρους που οδηγούν στη δημιουργία κτιρίου υψηλής ενεργειακής απόδοσης, που σέβεται το περιβάλλον.

Ένας από τους θεμελιώδεις στόχους της ανάλυσης του κύκλου ζωής των κτιρίων είναι η περιγραφή και η αξιολόγηση των οικονομικών προσόδων των διαφόρων επενδύσεων και των διαφορετικών σχεδιαστικών αποφάσεων. Η ανάλυση του κύκλου ζωής χρησιμοποιείται κυρίως από τον αρχιτέκτονα και τον ιδιοκτήτη, επειδή αναφέρεται κυρίως στη φάση λήψης των σχεδιαστικών αποφάσεων.





**Η μέθοδος της αξιολόγησης του κόστους κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του κτιρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:**

1. Την παροχή πληροφοριών στους επενδυτές μέσα από την ανάλυση εναλλακτικών λύσεων όσον αφορά το σύνολο του κτιρίου, τμημάτων αυτού και τεχνικών συστημάτων προκειμένου να επιλεγούν τα οικονομικά αποδοτικότερα.
2. Την κατανόηση της αναλογίας μεταξύ της αρχικής επένδυσης και του λειτουργικού κόστους.
3. Τη θέσπιση των βασικών αρχών αξιολόγησης μεταξύ των διαφορετικών λύσεων που αφορούν τις διάφορες κλίμακες του σχεδιασμού.

Στην κατασκευαστική βιομηχανία της Ευρώπης υπάρχουν ήδη εργαλεία αξιολόγησης της απόδοσης του κτιρίου, όπως “design to life cycle cost” (σχεδιασμός για το κόστος του κύκλου ζωής) και “life cycle target costing” (σχεδιασμός κύκλου ζωής με προεπιλεγμένη οικονομική βάση). Αυτά τα εργαλεία χρησιμοποιούνται κατά το σχεδιασμό και συμβάλουν στον υπολογισμό του κόστους του συνόλου του κύκλου ζωής του κτιρίου.

Οι όροι Life Cycle Costing (LCC) και Life Cycle Cost Analysis (LCCA) χρησιμοποιούνται για την περιγραφή μιας μεθόδου συστηματικού υπολογισμού και αξιολόγησης του κόστους ενός

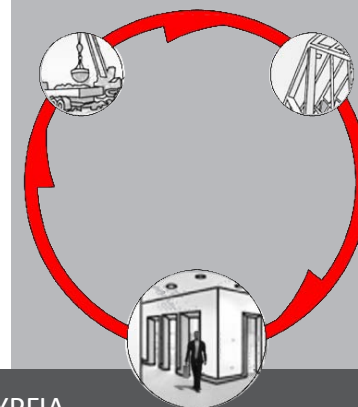
ακινήτου καθ’ όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του ή μια συγκεκριμένη περίοδο μελέτης.

Στο εξωτερικό οι παραπάνω μέθοδοι αξιολόγησης του κόστους αποτελούν θεσμοθετημένα εργαλεία σχεδιασμού και διαφοροποιούνται ανάλογα με το θεσμικό πλαίσιο κάθε χώρας. Σε ευρύτερη κλίμακα αυτό ισχύει και για το LCA, που αξιολογεί το σύνολο της συμπεριφοράς του κτιρίου στον κύκλο ζωής.

Για την αξιολόγηση του κόστους του κύκλου ζωής σε κάθε φάση αυτού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παράγοντες που παίζουν ρόλο στη διαμόρφωσή του. Στη φάση της ανέγερσης αυτοί είναι η μορφή και το είδος του κτιρίου, οι κατασκευαστικές δυσκολίες που μπορεί να προέρχονται από τη φύση του χώρου ανέγερσης, τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά, οι ιδιομορφίες της περιοχής και οι διακυμάνσεις των οικονομικών συνθηκών. Κατά τη λειτουργία είναι το είδος και η χρήση του κτιρίου, η ένταση της χρήσης, η κάλυψη των αναγκών των χρηστών και του κτιρίου, το κόστος διαχείρισης των αποβλήτων και της συντήρησης του κτιρίου. Τέλος κατά την κατεδάφιση του κτιρίου οι παράγοντες αυτοί αντιστοιχούν στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαδικασίας, στη δυνατότητα επανάχρησης και ανακύκλωσης του κτιρίου ή τμημάτων του ή δομικών του στοιχείων και στη διαχείριση των προϊόντων της κατεδάφισης.<sup>45</sup>

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- 44- Sustainable Construction: a green building design and delivery
- 45- A life cycle approach to buildings

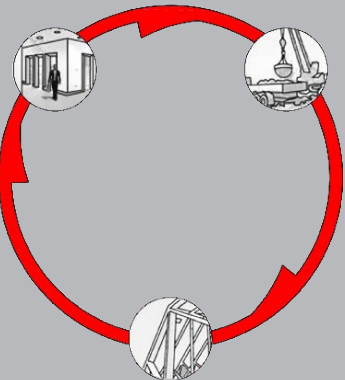


Κατά τη σχεδιαστική διαδικασία μια διευρυμένη ομάδα ανθρώπων, όπως οι αρχιτέκτονες, οι δομοστατικοί, οι ιδιοκτήτες, λαμβάνουν μέρος στη λήψη αποφάσεων για την κατασκευή του κτιρίου. Πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις επιπτώσεις των διαφόρων επιλογών τους συνυπολογίζοντας μια σειρά κριτηρίων, όπως το κόστος, η λειτουργία, η άνεση, η ασφάλεια και η αισθητική. Ο σχεδιασμός κτιρίων υψηλής ενεργειακής απόδοσης απαιτεί μια συνολική προσέγγιση για την αξιολόγηση και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τη βελτίωση της απόδοσης των παραπάνω κριτηρίων.

Τα περισσότερα, αν όχι όλα, τα συστήματα αξιολόγησης συνυπολογίζουν τα κριτήρια επιλογής του τύπου ανέγερσης, την αποτελεσματικότητα στη χρήση ενέργειας και νερού, την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, την εγγύτητα σε μέσα μεταφοράς και την επιλογή υλικών που σέβονται το περιβάλλον. Περιλαμβάνουν τη σχέση μεταξύ της κατασκευής και λειτουργίας του κτιρίου και της επίπτωσής τους στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, μια σχέση που μπορεί να παραλληλισθεί με τα πολύπλοκα φυσικά οικοσυστήματα, όπου οποιαδήποτε λειτουργία ή αλλαγή έχει αντίκτυπο σε κάποιο άλλο στοιχείο του συστήματος. Οι θεσπισμένες προδιαγραφές και τα

συστήματα αξιολόγησης ορίζουν πρακτικές μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων και πιστοποιούν αυτά που πληρούν τους αντίστοιχους όρους. Η πλειονότητα αυτών των συστημάτων περιλαμβάνει την **Αξιολόγηση του Κύκλου Ζωής**, προκειμένου να αναπτύξουν κατανοητούς τρόπους απεικόνισης της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς του κτιρίου στον κύκλο ζωής του, να συγκρίνουν τις επιπτώσεις διαφορετικών επιλογών και να αξιολογήσουν τη συμπεριφορά διαφορετικών υλικών. Το γεγονός της πρόσφατης εμφάνισης του LCA στον τομέα των κατασκευών οφείλεται για την έλλειψη των κατάλληλων βάσεων δεδομένων, που απαιτούνται στους υπολογισμούς. Αυτές οι βάσεις δεδομένων περιλαμβάνουν στοιχεία για την περιβαλλοντική συμπεριφορά υλικών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους και χρησιμοποιούνται από ειδικά εργαλεία σύνταξης της Αξιολόγησης του Κύκλου Ζωής (LCA). Τα εργαλεία αυτά διαφέρουν ανά χώρα (Invest, για τη Μ.Βρετανία, ATHENA για τη Β. Αμερική και EcoQuantum για την Ολλανδία). Ωστόσο η ευρεία αναγνώριση της αποτελεσματικότητας της LCA και η υιοθέτησή της από πολλές χώρες έχουν συμβάλει στη σταδιακή εξάλειψη του παραπάνω προβλήματος, μέσα από τη δημιουργία δημόσιων βάσεων δεδομένων σε διάφορα κράτη. Ειδικότερα για τη Β.Αμερική έχει συνταχθεί μια

βάση δεδομένων που αφορά τα κοινώς χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά, σαν αποτέλεσμα σύμπραξης δημόσιου και ιδιωτικού τομέα (U.S. LCI Database Project). Επιπρόσθετα σε διεθνές επίπεδο το πρόγραμμα SETAC/UNEP initiative ασχολείται με θέματα διαθεσιμότητας αυτών των βάσεων δεδομένων διακρατικά.



Τα πιο γνωστά συστήματα αξιολόγησης του κύκλου ζωής είναι τα εξής:



• **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design): είναι το πλέον ευρέως αναγνωρισμένο σύστημα αξιολόγησης περιβαλλοντικής συμπεριφοράς κτιρίων στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε διεθνές επίπεδο. Η μεγάλη αναγνώρισή του συντέλεσε στην ανάγκη συνεχών ανανεώσεων των διατάξεών του με πιο πρόσφατη αυτή που έγινε στα πλαίσια του συνεδρίου "Beyond LEED" που διοργανώθηκε τον Ιανουάριο του 2011 στο πανεπιστήμιο του Τέξας. Σύμφωνα με τις αποφάσεις αυτού του συνεδρίου προστέθηκαν κριτήρια που αφορούν τα κοινωνικά χαρακτηριστικά της βιωσιμότητας και ειδικότερα τονίστηκαν οι παράγοντες της ανθρώπινης υγείας και των εσωτερικών συνθηκών των κτιρίων. Έχει παρατηρηθεί ότι τα κτίρια που έχουν λάβει αυτή την πιστοποίηση καταναλώνουν κατά μέσο όρο 28% λιγότερη ενέργεια από τα συμβατικά κτίρια και γενικά παρατηρείται μειωμένη κατανάλωση ενέργειας που βασίζεται σε καύσιμα κατά 30%.

breeam

• **BRE Environmental Assessment Method** (BREEAM): είναι ένα σύστημα αξιολόγησης του επιπέδου της βιωσιμότητας των κτιρίων και εγκαθιδρύθηκε το 1990 στη Μ.Βρετανία.



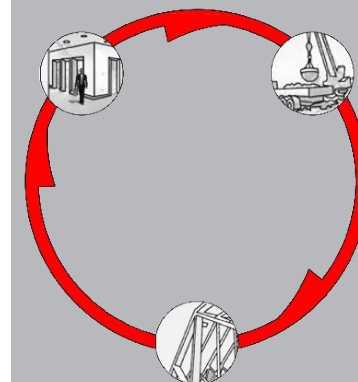
• **Green Star**: ιδρύθηκε το 2003 στην Αυστραλία από το Green Building Council of Australia. Το σύστημα περιλαμβάνει μια σειρά πρακτικών που μειώνουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο του κτιρίου καθώς και προωθεί καινοτόμες πρακτικές που οδηγούν στη βιωσιμότητα λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη την υγεία των χρηστών και τη παραγωγικότητα καθώς και τα οικονομικά οφέλη.



• **HQE** (Haute Qualite Environnementale): είναι ένα πρότυπο αξιολόγησης στη Γαλλία που βασίζεται στις αρχές της βιωσιμότητας όπως αυτές τέθηκαν το 1992 από τη συνδιάσκεψη για την περιβαλλοντική ανάπτυξη των Ηνωμένων Εθνών.

Η Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (World Commission on Environment and Development) διατύπωσε τη θέση: «παραμένουμε πεπεισμένοι ότι υπάρχει η δυνατότητα για ένα μέλλον που να παρέχει ευημερία, δικαιοσύνη και ασφάλεια. Η δυνατότητα αυτή εξαρτάται από το αν τα κράτη υιοθετήσουν τη βιώσιμη ανάπτυξη σαν τον πρωτεύοντα στόχο τους και να δεχθούν τη διεθνή συνεργασία».

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ο περιβαλλοντικός ενεργειακός σχεδιασμός προωθείται με μια σειρά ρυθμίσεων και προτάσεων εφαρμογής τεχνικών που συμβάλλουν στη βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς και μια σειρά κινήτρων που ενισχύει την εφαρμογή φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών. Στον άξονα αξιολόγησης του κύκλου ζωής των κτιρίων, σε αρκετές χώρες μέλη της Ε.Ε., συναντούμε θεσμικό πλαίσιο που καθιστά την αξιολόγηση αυτή βασικό εργαλείο σχεδιασμού και επιλογών. Η αξιολόγηση βασίζεται στην ενεργειακή απόδοση και την εμπεριεχόμενη ενέργεια του κτιρίου ή των δομικών του μελών, στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και στη διαχείριση νερού και αποβλήτων σε όλες τις φάσεις της ζωής του κτιρίου και γίνεται με τη χρήση βάσεων δεδομένων που έχουν συνταχθεί στα πλαίσια κάθε χώρας.



Στις 16 Δεκεμβρίου 2002, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την οδηγία “**Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)**”, το οποίο ορίζει τέσσερις βασικές απαιτήσεις όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας από τα κτίρια ώστε να επιτευχθεί μια συνολική προσέγγιση. Οι απαιτήσεις αυτές περιλαμβάνουν μια κοινή μεθοδολογία υπολογισμού, τα επιτρεπόμενα όρια ενεργειακής απόδοσης, τα συστήματα πιστοποίησης και τον έλεγχο των μηχανικών συστημάτων των κτιρίων. Η οδηγία αυτή έχει τροποποιηθεί. Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε την οδηγία 2010/31/ΕΕ της 19ης Μαΐου 2010, την οποία καλούνται να εφαρμόσουν τα κράτη μέλη.

Όσον αφορά την αρχική κοινοτική οδηγία, η Ελλάδα ανταποκρίθηκε σ’ αυτή με μεγάλη καθυστέρηση, φτάνοντας στα όρια κινδύνου παραπομπής από την Ένωση, εκδίδοντας τον νόμο 3661/2008.

Στην Ελλάδα ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στο κτιριακό τομέα θεσμοθετείται στην τρέχουσα νομοθεσία με τον **KENAK (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) του 2010** με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- 1) Εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου
- 2) Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίου
- 3) Ενεργειακή κατάταξη κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
- 4) Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού

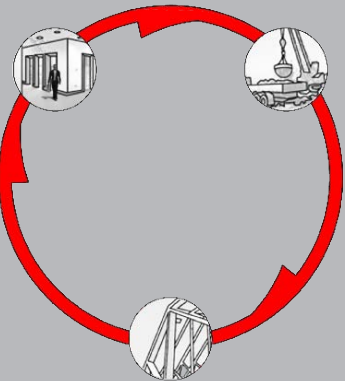
Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται μεθοδολογία σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα και με βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ενώ λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα των τεσσάρων κλιματικών ζωνών, στις οποίες διαιρείται πλέον η ελληνική επικράτεια. Η μεθοδολογία βασίζεται στην ταυτόχρονη απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών και ποσοτικής σύγκρισης του κτιρίου με κτίριο αναφοράς. Δηλαδή, κάθε κτίριο πρέπει:

- Να τηρεί ελάχιστες προδιαγραφές που περιλαμβάνουν:

1. Το σχεδιασμό κτιρίου( χωροθέτηση και προσανατολισμός, περιβάλλοντα χώρο, χωροθέτηση των ανοιγμάτων και λειτουργιών, ενσωμάτωση Παθητικού Ηλιακού Συστήματος, τεχνικές φυσικού αερισμού και φωτισμού)

2. Το κτιριακό κέλυφος( θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων)
3. Τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

- Να γίνει σύγκριση με κτίριο αναφοράς (ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο) Η ενεργειακή επιθεώρηση για την πιστοποίηση των κτιρίων και η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης με ευθύνη του ιδιοκτήτη ή διαχειριστή.



Μέσα από σύγκριση της Κοινοτικής Οδηγίας 2010/31/ΕΕ, των κριτηρίων που θέτουν τα βασικά συστήματα αξιολόγησης και του ΚΕΝΑΚ 2010 εξάγονται τα επόμενα συμπεράσματα όσον αφορά τις **ελλείψεις της ελληνικής νομοθεσίας:**

- Βασική διαφορά αποτελεί ο τρόπος αντιμετώπισης των κριτηρίων επιλογής των δομικών υλικών. Ο ΚΕΝΑΚ δεν λαμβάνει υπόψη την προέλευσή τους, την εμπειροχόμενη ενέργεια και την ενεργειακή συμπεριφορά στον κύκλο ζωής τους. Το στοιχείο αυτό υπάρχει στην Ευρωπαϊκή οδηγία στο άρθρο 10 καθώς και η έννοια του οικονομικού κύκλου ζωής στο άρθρο 14. Όπως έχει τονιστεί η έννοια του κύκλου ζωής των υλικών και κατ' επέκταση των κτιρίων είναι θεμελιώδης για την επίτευξη της βιώσιμης ανάπτυξης, με αποτέλεσμα η έλλειψη αυτών των εννοιών από τον ΚΕΝΑΚ να τον καθιστά αναποτελεσματικό. Το ελληνικό θεσμικό πλαίσιο περιλαμβάνει κυρίως την παράμετρο του βιοκλιματικού σχεδιασμού, που όμως αποτελεί μία μόνο πτυχή της βιώσιμης ανάπτυξης, η οποία είναι μια πολύ ευρύτερη έννοια που εκλείπει από τη φιλοσοφία της ελληνικής νομοθεσίας ή έχει παρερμηνευτεί.

- Οι στόχοι αφορούν κυρίως τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη φάση της λειτουργίας του κτιρίου,

παραγνωρίζοντας τις υπόλοιπες. Δεν λαμβάνονται δηλαδή υπόψη οι επιπτώσεις στο περιβάλλον τόσο της διαδικασίας της ανέγερσης όσο και της κατεδάφισης

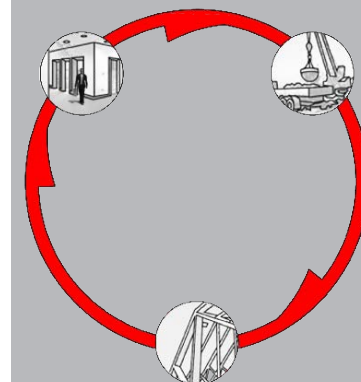
- Ο όλος τρόπος προσέγγισης δείχνει να αποκλίνει από την αρχιτεκτονική σκοπιά, ενώ τονίζεται περισσότερο ο ρόλος άλλων ειδικοτήτων, όπως των μηχανολόγων, στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια

- Ο παράγοντας της διαχείρισης των υγρών αποβλήτων των κτιρίων δεν έχει συμπεριληφθεί στον ΚΕΝΑΚ.

- Παρατηρείται επίσης έλλειψη του ΚΕΝΑΚ ως προς τα οικονομικά κίνητρα για την εφαρμογή των διατάξεών του καθώς και ευνοϊκές φορολογικές διατάξεις. Η αντίστοιχη κοινοτική οδηγία για τις χρηματοδοτήσεις είναι ο κανονισμός 1080/2006 και για τη φορολογία η οδηγία 2009/47/ΕΚ. Ταυτόχρονα σε άλλες χώρες της Ε.Ε. όπως Αγγλία και Ολλανδία υπάρχουν φορολογικές επιβαρύνσεις για τη μη διαχείριση των οικοδομικών αποβλήτων από κατεδαφίσεις.

- Η Ευρωπαϊκή οδηγία τονίζει ότι τα δημόσια κτίρια πρέπει να δίνουν το παράδειγμα και να εφαρμόζουν τις συστάσεις που περιέχονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, να χρησιμεύουν ως εμφανές πρότυπο του τρόπου με τον οποίο λαμβάνονται υπόψη τα περιβαλλοντικά και

ενεργειακά ζητήματα και κατά συνέπεια τα εν λόγω κτίρια θα πρέπει να υπόκεινται σε τακτική ενεργειακή πιστοποίηση. Ωστόσο στην Ελλάδα οι δημόσιες υπηρεσίες στη μεγάλη πλειοψηφία τους εξακολουθούν να στεγάζονται σε εξαιρετικά ενεργοβόρα κτίρια που μόνο παράδειγμα προς αποφυγή μπορούν να αποτελέσουν. Δημόσια κτίρια υψηλής ενεργειακής απόδοσης δεν σημαίνουν κατ' ανάγκη ανέγερση νέων, κάτι που είναι πρακτικά ανέφικτο με βάση τα τρέχοντα οικονομικά δεδομένα, αλλά μπορεί να επιτευχθεί με πρακτικές αναβάθμισης της ενεργειακής συμπεριφοράς των υφισταμένων κτιρίων.



## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ



ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΥ ΑΝΕΓΕΡΣΗΣ ΜΕ ΒΙΩΣΙΜΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ



ΒΙΩΣΙΜΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ



ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΕΓΓΥΤΗΤΑ ΣΕ ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ



ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΥΛΙΚΩΝ



ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

**Ρότερνταμ,** Ολλανδία,  
παράδειγμα πόλης με  
βιώσιμο σχεδιασμό

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ BREEAM**

1. Jubilee Campus, University of Nottingham
2. Crouch Hill Park
3. “The Green”, University of Bradford
4. Δικαστικό Μέγαρο, Bristol

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ LCA**

5. Barnim Administration Centre, Eberswalde
6. Επανάχρηση στρατοπέδων Normand, Speyer
7. Βιομηχανικό κτίριο NiroSan, Schmiedefeld
8. Κτίριο γραφείων XX, Delft

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ LEED**

9. Armstrong World Industries, Corporate HQ, Pennsylvania
10. Πολιτιστικό Κέντρο- Ίδρυμα Πολιτισμού Σταύρος Νιάρχος, Αθήνα

## Ρότερνταμ, Ολλανδία

Όπως έχει αναφερθεί το κτίριο αποτελεί συστατικό στοιχείο ενός ευρύτερου συνόλου, του δομημένου περιβάλλοντος στο οποίο εντάσσεται. Για το λόγο αυτό το δομημένο περιβάλλον πρέπει να έχει σχεδιαστεί και να λειτουργεί ως ένα κατάλληλο υπόβαθρο που πληρεί τις προϋποθέσεις τις βιώσιμης ανάπτυξης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας πόλης αποτελεί το Ρότερνταμ στην Ολλανδία. Με περισσότερους από δέκα χιλιάδες κατοίκους αποτελεί τη δεύτερη σε πληθυσμό πόλη της χώρας και ταυτόχρονα ένα παγκόσμιο λιμάνι, το μεγαλύτερο της Ευρώπης. Περιβάλλεται από νερό και περίπου το 90% αυτής είναι κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, πράγμα που την καθιστά άμεσο δέκτη της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, λόγω της κλιματικής αλλαγής.

Το Ρότερνταμ είναι μια πόλη που στοχεύει στη βιωσιμότητα, που καλείται να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις που επιφέρει η κλιματική αλλαγή, για το καλό των κατοίκων της. Οι αρχές της πόλης, ο φορέας διαχείρισης του λιμανιού και ο οργανισμός περιβαλλοντικής προστασίας του δέλτα ίδρυσαν το “Rotterdam Climate Initiative” το 2007, ένα κίνημα όπου κρατικοί και ιδιωτικοί φορείς συνεργάζονται ώστε να πετύχουν τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 50% μέχρι το 2025 και την πλήρη προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

μέχρι το 2025, όπου παράλληλα ενισχύεται η οικονομία. Παράλληλα με τους παραπάνω στόχους δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη βιώσιμη διαχείριση των συγκοινωνιών, ενισχύοντας τα μέσα μεταφοράς και κυρίως τη χρήση του ποδηλάτου, το οποίο έχει την προτεραιότητα. Ακόμα και το ίδιο το λιμάνι διαθέτει βιώσιμα χαρακτηριστικά, ενισχύοντας τον αντίστοιχο χαρακτήρα της πόλης. Συγκεκριμένα για τη διαχείριση του νερού λαμβάνονται τα εξής μέτρα:

- Κατασκευή εγκαταστάσεων για τη συλλογή νερού, όπως χώρων στάθμευσης όπου συγκεντρώνεται το νερό της βροχής σε υπόγειες δεξαμενές.
- Βελτίωση στο σύστημα αποστράγγισης της πόλης
- Δημιουργία “water plazas”, χώρων που λειτουργούν τους καλοκαιρινούς μήνες ως χώροι αναψυχής και το χειμώνα ως χώροι συλλογής νερού, που έπειτα οδηγείται στο σύστημα αποστράγγισης
- Ενθαρρύνεται η κατασκευή «πράσινων» δωματίων, τόσο για τη συλλογή νερού της βροχής, όσο και για την απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα.

Η παραπάνω περιβαλλοντική πολιτική της πόλης καθιστά το δομημένο περιβάλλον σύμμαχο στη δημιουργία κτιρίων υψηλής ενεργειακής απόδοσης.

ΕΙΚΟΝΑ 46

ΠΡΑΣΙΝΟ ΔΩΜΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΤΟΥ ΡΟΤΕΡΝΤΑΜ

Πηγή: oecd.org

ΕΙΚΟΝΑ 47

ΧΡΗΣΗ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Πηγή: youth-project.eu

ΕΙΚΟΝΑ 48

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΧΩΡΩΝ

Πηγή: news.bbc.co.uk





# 1. Jubilee Campus, University of Nottingham, Μ.Βρετανία

Το έργο περιλαμβάνει την επέκταση των βασικών εγκαταστάσεων του πανεπιστημίου και καλύπτει τις ανάγκες περίπου χιλίων φοιτητών και μελών του προσωπικού, παρέχοντας κτίρια για διδασκαλία, υποστηρικτικές υπηρεσίες και εγκαταστάσεις στέγασης 750 φοιτητών και ανατέθηκε στον M.Horkins. Το παράδειγμα αυτό επιλέχτηκε γιατί παρουσιάζει ένα συνολικό σχεδιασμό με χρήση καινοτόμων συστημάτων που αποσκοπούν σε υψηλή ενεργειακή απόδοση και σέβονται το περιβάλλον, με άξονα τη βιωσιμότητα.

Οι νέες εγκαταστάσεις κατέλαβαν το χώρο στον οποίο προϋπήρχαν εργοστάσια, μετατρέποντας τον σε ένα βιώσιμο εκπαιδευτικό πάρκο. Βρίσκονται μέσα στον αστικό ιστό, έχοντας εύκολη πρόσβαση είτε με τα πόδια, από τις βασικές εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου, είτε από τα μέσα μεταφοράς. Το συγκρότημα λειτουργεί σαν μια μεταβατική ζώνη ανάμεσα στα ψηλά κτίρια του κέντρου και την περιοχή κατοικίας στα προάστια. Η συστηματική ανάλυση των δεδομένων του περιβάλλοντος του κτιρίου, κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη μεγιστοποίηση της ενεργειακής του απόδοσης.



ΕΙΚΟΝΑ 49

Για παράδειγμα γίνεται εκμετάλλευση των νοτιοδυτικών ανέμων καθώς και μεγιστοποίηση του ηλιακού κέρδους, μέσα από την κατάλληλη διάταξη των κτιρίων. Οι νέες αυτές εγκαταστάσεις, είναι συνολικά κατά 60% πιο αποδοτικές ενεργειακά σε σχέση με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου.



ΕΙΚΟΝΑ 49

Η ΛΙΜΝΗ ΤΟ ΒΑΣΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πηγή: ucd.com

# 1. Jubilee Campus, University of Nottingham, Μ.Βρετανία

Jubilee Campus, University of Nottingham

ΠΕΛΑΤΗΣ: Πανεπιστήμιο του Nottingham

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΑΣ: M. Hopkins and Partners

ΚΟΣΤΟΣ: £ 140/sq.ft.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 400.000 sq.ft.

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1998-1999

Η διαμόρφωση του τοπίου έπαιξε καθοριστικό ρόλο στον περιβαλλοντικό χαρακτήρα του έργου. Το τοπίο λειτουργεί ως φίλτρο για τον ατμοσφαιρικό αέρα που φτάνει στα κτίρια και οι φυτεύσεις επίσης συνεχίζονται στα δώματα των κτιρίων, αυξάνοντας έτσι την θερμομονωτική ικανότητά τους και μειώνοντας τη αύξηση της θερμοκρασίας, λόγω της αντανάκλασης της ακτινοβολίας στα δώματα. Το τοπίο λειτουργεί επιπλέον σαν ένα στοιχείο που φιλτράρει το νερό, στα δώματα, στους δρόμους και τις περιοχές στάθμευσης. Το σύνολο του νερού της βροχής που συλλέγεται οδηγείται στην κεντρική λίμνη της που καλύπτει όλο το μήκος της έκτασης που καταλαμβάνουν οι εγκαταστάσεις και αποτελεί το συνδεδεμένο στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης.

Το κόστος αυτού του κτιριακού συγκροτήματος απέδειξε ότι ένα κτίριο που στοχεύει στη βιωσιμότητα δεν είναι κατ' ανάγκη πιο ακριβό από τις συμβατικές κατασκευές, έχοντας παράλληλα μεγάλα κέρδη τόσο οικονομικά, όσο και περιβαλλοντικά. Όλα τα κτίρια που αποτελούν το συγκρότημα έχουν σχεδιαστεί ώστε να επιτυγχάνεται ο φυσικός αερισμός τους και να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Στοχεύουν στην παροχή ενός ποιοτικού και άνετου χώρου εργασίας και μάθησης.

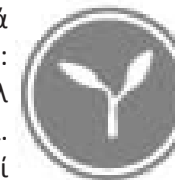


ΕΙΚΟΝΑ 50

Υπάρχουν 312 φωτοβολταϊκά πάνελ στις γυάλινες επιφάνειες των αιθρίων, που συντελούν στην παροχή ενέργειας που απαιτούν τα συστήματα αερισμού. Ένα επιπλέον καινοτόμο στοιχείο αποτελούν οι ηλιακές καμινάδες, με δυνατότητα περιστροφής, που προωθούν τον αέρα που συλλέγουν σε θερμικούς δίσκους και έπειτα στο εσωτερικό των κτιρίων θερμαίνοντας το. Για το σκοπό αυτό έχει διεξαχθή ιδιαίτερη έρευνα που κατέληξε στο σχεδιασμό των «στομίων» της οροφής, ένα χαρακτηριστικό του συστήματος αερισμού. Ο σχεδιασμός προβλέπει επίσης άλλη μια βιώσιμη πηγή ενέργειας, αυτή που προέρχεται από τη θερμική μάζα του σκυροδέματος.

Επιπλέον περιβαλλοντικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιρίου είναι τα εξής:

1. Χρήση θερμομονωτικών πάνελ κατασκευασμένων από ανακυκλωμένο χαρτί.
2. Το ξύλο που έχει χρησιμοποιηθεί προέρχεται από ειδικές δασικές καλλιέργειες.
3. Ο σχεδιασμός των κτιρίων στοχεύει στη μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού. Μόνιμες προστατεύουν από την ηλιακή ακτινοβολία και τη θάμβωση και υποβοηθούνται από χειροκίνητα πετάσματα.
4. Ιδιαίτερη σημασία έχει δοθεί στην ηλιακή ποιότητα των χώρων, ώστε να επιτυγχάνονται ποιοτικές εσωτερικές συνθήκες.



ΕΙΚΟΝΑ 50

ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΕΝΤΑΣΣΟΝΤΑΙ ΟΙ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ – Ο ΤΡΟΠΟΣ ΠΟΥ ΑΥΤΕΣ ΔΙΑΤΑΣΣΟΝΤΑΙ ΚΑΙ Η ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΚΑΙ ΔΟΜΗΜΕΝΟΥ ΧΩΡΟΥ

Πηγή: archdaily.com

ΕΙΚΟΝΑ 51

ΑΠΟΨΗ ΕΝΟΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΟΠΟΥ ΠΑΡΑΤΗΡΕΙΤΑΙ Η ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΞΥΛΟΥ

Πηγή: flickriver.com



ΕΙΚΟΝΑ 51

## 2. Crouch Hill Park, Λονδίνο, Μ.Βρετανία

### CROUCH HILL PARK

ΠΕΛΑΤΗΣ: London Borough of Islington

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: Penoyre & Prasad LLP

ΚΟΣΤΟΣ: £ 13 ΕΚ.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 26.322 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2013

Το έργο αναφέρεται στην ανάπλαση μιας περιοχής στο βόρειο Λονδίνο, που περιλαμβάνει ένα σχολικό κτίριο και ένα παιδικό σταθμό μέσα σε μια έκταση πάρκου. Στην έκταση αυτή προϋπήρχε ένα κτίριο που στέγαζε έναν υποσταθμό ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο ανακαινίζεται, επεκτείνεται και επαναχρησιμοποιείται για να στεγάσει το κέντρο νεότητας. Το σύνολο του σχεδιασμού αποκτά βιώσιμο χαρακτήρα και έλαβε τη μέγιστη αξιολόγηση στο σύστημα BREEAM. Στόχος που τέθηκε από τις τοπικές αρχές ήταν το έργο να χαρακτηρίζεται από μηδενικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και ελαχιστοποίηση των αποβλήτων κατά τις φάσεις της ανέγερσης και της κατεδάφισης. Το παράδειγμα επιλέχτηκε γιατί παρουσιάζει βιώσιμο ενεργειακό σχεδιασμό τοπίου σε συνδυασμό με κτιριακό σχεδιασμό και αναφέρεται στη μεταξύ τους σχέση και αλληλεπίδραση.

Πρωτεύον στόχο αποτέλεσε ο σχεδιασμός του συνόλου του έργου με τρόπο ώστε η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που απορροφάται να είναι μεγαλύτερη από αυτή που παράγει, καθιστώντας μηδενικές τις εκπομπές. Τα κτίρια ενσωματώνουν παθητικά συστήματα θέρμανσης

και ηλιασμού, ενώ χαρακτηρίζονται και από υψηλή θερμομονωτική ικανότητα και θερμική μάζα.

Ταυτόχρονα έχει δοθεί έμφαση στον φυσικό αερισμό. Συνδυάζεται ο διαμπερής αερισμός με χρήση του φαινομένου των καμινάδων. Στο σχολικό κτίριο, ειδικότερα, δεν υπάρχουν καθόλου μηχανικά συστήματα αερισμού. Οι καμινάδες που χρησιμοποιούνται στις αίθουσες διδασκαλίας, στοχεύουν στο να ελαχιστοποιούνται τα ψυχρά ρεύματα αέρα το χειμώνα, αλλά και να ενισχύεται ο αερισμός τους το καλοκαίρι. Έχει επιτευχθεί μεγάλη μείωση στην κατανάλωση νερού, μέσω συστημάτων ανακύκλωσης και συλλογής νερού της βροχής. Το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από μια κεντρική μονάδα βιομάζας που βρίσκεται στο κτίριο του κέντρου νεότητας και έπειτα μέρος της θερμικής ενέργειας που παράγεται μεταφέρεται και στο σχολικό κτίριο και το νοσοκομείο μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων μέσα στο έδαφος.

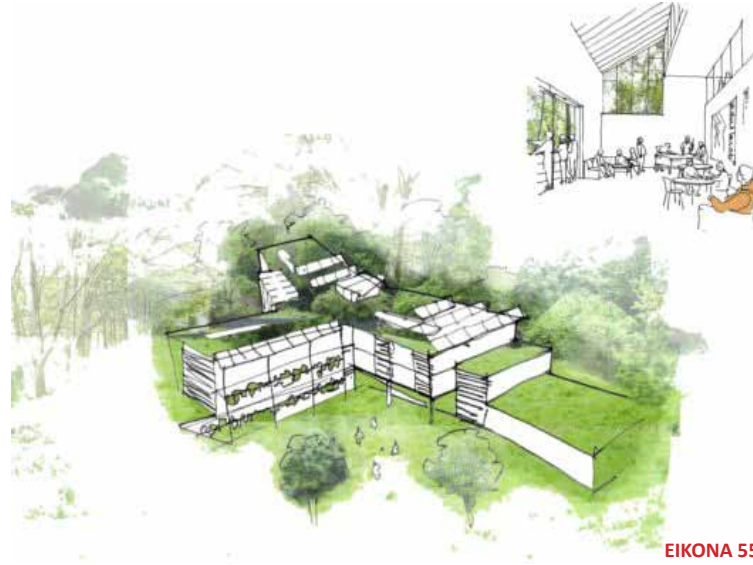
Στο έργο αυτό δόθηκε σημασία εκτός από την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων ως μονάδες αλλά και στο ρόλο που θα μπορούσε να παίξει σε αυτήν το τοπίο. Η διαμόρφωση του τοπίου έχει γίνει με σεβασμό στο υπάρχον οικοσύστημα και συμβάλει στην ομαλότερη διασύνδεση των γύρω περιοχών. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε



στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της κατασκευαστικής διαδικασίας. Τα υλικά που προήλθαν από την κατεδάφιση των υφιστάμενων κτιρίων χρησιμοποιήθηκαν στη διαμόρφωση του τοπίου μειώνοντας έτσι τις επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ο σχεδιασμός λοιπόν του έργου αυτού στοχεύει στη βιωσιμότητα και την ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



ΕΙΚΟΝΑ 53



ΕΙΚΟΝΑ 55



ΕΙΚΟΝΑ 54



ΕΙΚΟΝΑ 56



ΕΙΚΟΝΑ 52  
ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πηγή: ukgbc.org

ΕΙΚΟΝΑ 53  
ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ  
ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΟΥ  
ΤΟΠΙΟΥ

Πηγή: worldarchitecturenews.

ΕΙΚΟΝΑ 54  
ΣΚΙΤΣΑ ΤΟΥ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΙΚΟΝΑ 55  
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Πηγή: makewealthhistory.org

ΕΙΚΟΝΑ 56  
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ

Πηγή: penoyreprasad.com

### 3. “The Green” Φοιτητικές Εστίες στο Πανεπιστήμιο Bradford, Μ.Βρετανία

#### THE GREEN

ΠΕΛΑΤΗΣ: Hayaat Group Ltd and Welbeck Land Ltd

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: GWP Architecture Ltd

ΚΟΣΤΟΣ: £ 30.4 ΕΚ.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 324.800 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2011

Το συγκρότημα περιλαμβάνει ένα σύνολο δέκα κτιρίων, που στεγάζουν 1026 φοιτητές, καθώς και άλλα κτίρια κοινόχρηστων λειτουργιών. Έλαβε τη μέγιστη διάκριση από το πρόγραμμα πιστοποίησης ενεργειακής απόδοσης BREEAM.

Τα κτίρια κατοικίας έχουν κατασκευαστεί από ξύλο που προέρχεται από ειδικές βιώσιμες καλλιέργειες και παρουσιάζουν υψηλή θερμομονωτική ικανότητα. Τα διάφορα δομικά στοιχεία ήταν προκατασκευασμένα, μειώνοντας έτσι τα απόβλητα και την απώλεια υλικού κατά τη φάση της κατασκευής. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στη χρήση του νερού. Κάθε φοιτητική κατοικία περιλαμβάνει συστήματα που ρυθμίζουν τη χρήση του νερού, ώστε να αποφεύγεται η κατασπατάλησή του.

Στη βιώσιμη διαχείριση του νερού επίσης συντελεί και το σύστημα συλλογής νερού της βροχής, το οποίο εξυπηρετεί πλήρως τις ανάγκες σε νερό, πέραν του πόσιμου. Οι εσωτερικοί χώροι χαρακτηρίζονται από υψηλή ακουστική ποιότητα και προστατεύονται από τους εξωτερικούς θορύβους. Το συγκρότημα επίσης περιλαμβάνει την αναδιαμόρφωση του τοπίου και ταυτόχρονα ο σχεδιασμός των νέων εγκαταστάσεων σέβεται τα χαρακτηριστικά του.

Στόχος του σχεδιασμού, επίσης, είναι να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας τόσο για θέρμανση, όσο και για δροσισμό. Έχει υπολογιστεί ότι πραγματοποιείται εξοικονόμηση ενέργειας κατά 80%. Έχουν, τέλος, ακολουθηθεί στρατηγικές μεγιστοποίησης του φυσικού φωτισμού. Η διαμόρφωση των ανοιγμάτων έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται αυτή η μεγιστοποίηση, σε συνδιασμό με στοιχεία σκιασμού στα νότια ανοίγματα, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση το καλοκαίρι.



ΕΙΚΟΝΑ 57



ΕΙΚΟΝΑ 58



EIKONA 59



EIKONA 60



EIKONA 61



EIKONA 57  
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΣΤΑ ΝΟΤΙΑ  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Πηγή: flickriver.com



EIKONA 58  
"THE GREEN" BRADFORD UNI-  
VERSITY, UK

Πηγή: inbuilding.org



EIKONA 59  
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΠΙΟΥ-  
ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Πηγή: www.thetelegraphandargus.co.uk



EIKONA 60  
"THE GREEN" BRADFORD UNI-  
VERSITY

flickr.com



EIKONA 61  
ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ  
ΛΙΜΝΗ ΟΠΟΥ ΓΙΝΕΤΑΙ Η ΣΥΛΛΟΓΗ  
ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

Πηγή: inbuilding.org



## 4. Δικαστικό Μέγαρο, Bristol, Μ.Βρετανία

### ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΑΡΟ

ΠΕΛΑΤΗΣ: Scottish Widows Investment Partnership c/o Hanover Cube LLP

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: Associated Architects LLP

ΚΟΣΤΟΣ: £ 25 ΕΚ.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 9.750 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2010

Το έργο περιλαμβάνει εννιά δικαστικές αίθουσες και έξι ανακριτικά γραφεία και ο σχεδιασμός του στοχεύει στην παροχή φυσικού φωτισμού και αερισμού. Βασικό οργανωτικό στοιχείο της σύνθεσης αποτελεί το κεντρικό τριγωνικό αίθριο, το οποίο συγκεντρώνει τις κινήσεις προς τις αίθουσες. Η μελέτη και αξιολόγηση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης του κτιρίου σύμφωνα με το σύστημα BREEAM ήταν απαραίτητη σύμφωνα με τη Βρετανική νομοθεσία που αφορά τη χρηματοδότηση δημόσιων κτιρίων.

Η ανέγερση του κτιρίου γίνεται σε έναν ήδη δομημένο χώρο, αντικαθιστώντας ένα παλαιότερο κτίριο. Έχουν ήδη αναφερθεί οι επιπτώσεις επέκτασης του κτισμένου χώρου στο μη δομημένο περιβάλλον και πως η αποφυγή μιας τέτοιας πρακτικής συνιστά βιώσιμη διαχείριση των χρήσεων γης. Η περιοχή περιλαμβάνει σημαντικά κτίρια της πόλης και η τοποθέτηση του νέου κτιρίου έγινε με σεβασμό προς αυτά. Έχει μελετηθεί επίσης η εύκολη πρόσβαση στο κτίριο μέσω του συστήματος μέσων μεταφοράς.

Βασικός στόχος του σχεδιασμού είναι η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό στις αίθουσες, μεγιστοποιώντας την πρόσβαση στους χώρους του φυσικού φωτισμού. Η

παροχή φυσικού αερισμού ήταν επίσης βασική προτεραιότητα, ελαχιστοποιώντας τις απαιτήσεις μηχανικού αερισμού. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στη διαχείριση του νερού, με ένα σύστημα συλλογής του νερού της βροχής. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί, τέλος, η μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον του κτιρίου κατά τη φάση της κατασκευής, μέσω του σχεδιασμού διαχείρισης των αποβλήτων της φάσης αυτής.







ΕΙΚΟΝΑ 65



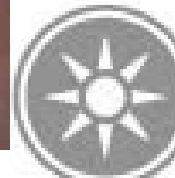
ΕΙΚΟΝΑ 66



ΕΙΚΟΝΑ 67



ΕΙΚΟΝΑ 68



ΕΙΚΟΝΕΣ 62,64,65,67

ΤΟ ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΑΡΟ ΚΑΙ Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥ ΜΕ ΤΑ ΓΥΡΩ ΚΤΙΡΙΑ

Πηγή: kirhammond.wordpress.com, associated-architects.co.uk, clippings.com

ΕΙΚΟΝΑ 63

ΘΕΞΕΙΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΛΑΤΕΙΑ ΠΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΝΕΤΑΙ ΜΠΡΟΣΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΚΑΣΤΙΚΟ ΜΕΓΑΡΟ

Πηγή: bristolculture.wordpress.com

ΕΙΚΟΝΕΣ 66,68

Ο ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πηγή: clippings.com

## 5. Barnim Administration Centre, Eberswalde, Γερμανία

Barnim Administration Centre

ΠΕΛΑΤΗΣ: Administrative District of Barnim

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: Gesellschaft für Architektur & Projektmanagement mbH (GAP), Berlin (Thomas Winkelbauer, Wolfgang von Hender)

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Pavillonplatz 1, 16225 Eberswalde, Γερμανία

ΚΟΣΤΟΣ: 24,9 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ € / 1300 €/m<sup>2</sup>

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 22.000 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2005- 2007

Το 2001 το τοπικό συμβούλιο αποφάσισε να κτίσει ένα διαχειριστικό κέντρο υπηρεσιών στο Eber, στα βορειοανατολικά του Βερολίνου. Η καρδιά της πόλης είχε καταστραφεί τις τελευταίες μέρες του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Μεταπολεμικά, το κέντρο της πόλης Eberswalde αναδομήθηκε αλλά μόνο στα βασικά του σημεία και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να μένουν αναξιοποίητες πολλές εκτάσεις γης στο κέντρο της πόλης μέχρι το 2000. Αποτελεί παράδειγμα σχεδιασμού συγκροτήματος σε περιοχή με ιστορικό χαρακτήρα που έλαβε χαρακτηριστικά βιωσιμότητας, ενεργειακής απόδοσης και περιβαλλοντικής συμπεριφοράς. Τα χαρακτηριστικά αυτά τέθηκαν από τις τοπικές αρχές θέλοντας να ενισχύσουν τον κοινωνικό χαρακτήρα του έργου, το οποίο είχε βρεθεί στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος λόγω της θέσης του.

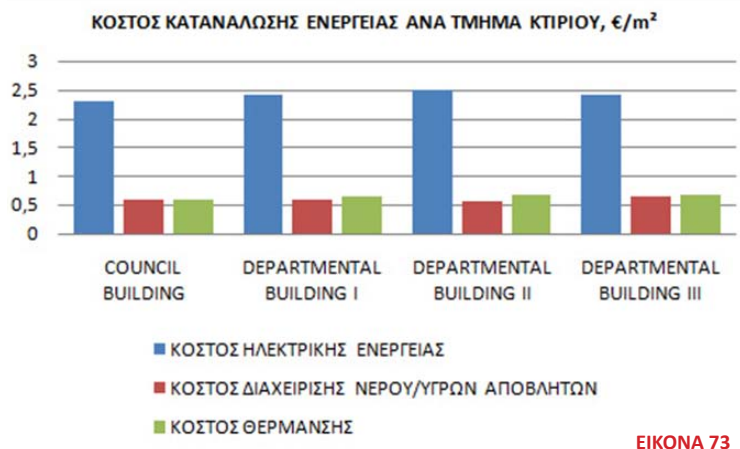
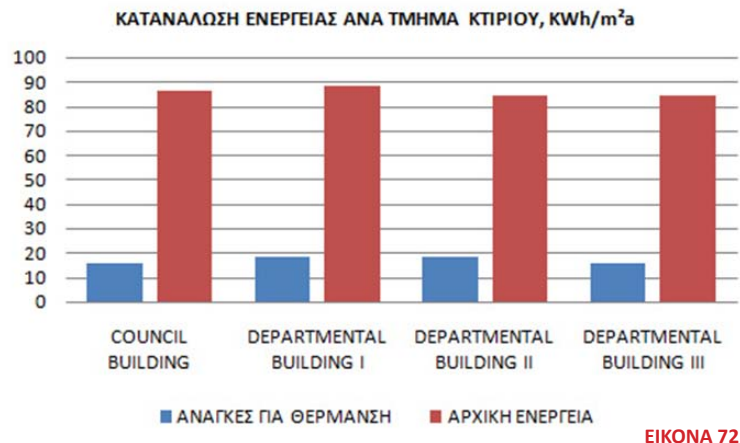
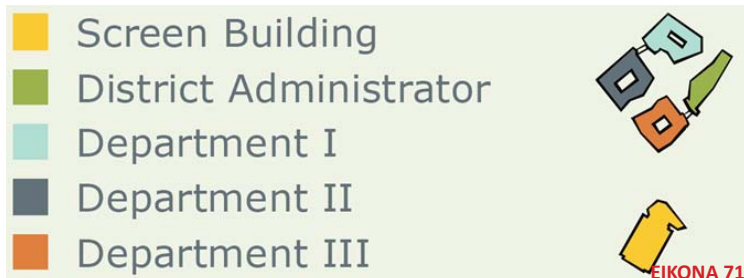
Το κτιριακό συγκρότημα αυτό θα κτιζόταν σε μία πολύ μεγάλη έκταση στο κέντρο της πόλης. Εξαρχής, με ένα πανευρωπαϊκό διαγωνισμό, το ζητούμενο ήταν ο σχεδιασμός ενός βιώσιμου κτιρίου με υψηλές ενεργειακές αποδόσεις. Οι νικητές του διαγωνισμού, ένα αρχιτεκτονικό γραφείο του Βερολίνου, GAP Gesellschaft für Architektur & Projektmanagement mbH, προσπάθησαν να συντονίσουν μία ομάδα ευρείας κλίμακας ενώ αυτοί θα έπαιζαν ρόλο του συντονιστή.



Το 2004 το τοπικό συμβούλιο αποφάσισε να προχωρήσει με την κατασκευή του κτιρίου που κέρδισε στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό μετονομάζοντας όμως το κτίριο σε Paul Wunderlich House, ενώ θα υπήρχε μόνιμη έκθεση έργων του καλλιτέχνη στους χώρους του κέντρου. Η λύση έγινε δεκτή από το Γερμανικό Υπουργείο Οικονομίας και Τεχνολογίας (BMW) στα πλαίσια του προγράμματος του που σχετίζεται με τα ενεργειακά κτίρια και θα έπρεπε να ικανοποιεί περαιτέρω προϋποθέσεις σε σχέση με το κόστος, τη συμπεριφορά προς το περιβάλλον και τις συνθήκες άνεσης. Οι προϋποθέσεις αυτές σχετίζονται με:

1. Τις απαιτήσεις για θέρμανση, αερισμό, κλιματισμό και φωτισμό.
2. Τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση, αερισμό, κλιματισμό και φωτισμό κάτω από 70 kWh/m<sup>2</sup>a
3. Ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση κάτω από 40 kWh/m<sup>2</sup>a
4. Χρήση του φυσικού φωτισμού
5. Χρήση ανανεώσιμων πηγών για την ενεργειακή τροφοδότηση του κτιρίου.

Το κτιριακό αυτό συγκρότημα, χρησιμοποιεί συστήματα υψηλής ενεργειακής απόδοσης και αποτελεί μία «ανοιχτή» κατασκευή όπου διαχωρίζονται ξεκάθαρα οι χώροι ανάλογα με τη χρήση τους.



**ΕΙΚΟΝΑ 69**  
ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ, ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2006

Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)

**ΕΙΚΟΝΑ 70**  
ΑΕΡΙΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΣΤΟ EBERSWALDE

Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)

**ΕΙΚΟΝΑ 71**  
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Πηγή: [iisbe.org](http://iisbe.org)

**ΕΙΚΟΝΑ 72**  
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

**ΕΙΚΟΝΑ 73**  
ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΑΝΑ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

## 5. Barnim Administration Centre, Eberswalde, Γερμανία

Barnim Administration Centre

ΠΕΛΑΤΗΣ: Administrative District of Barnim

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: Gesellschaft für Architektur & Projektmanagement mbH (GAP), Berlin (Thomas Winkelbauer, Wolfgang von Hender)

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Pavillonplatz 1, 16225 Eberswalde, Γερμανία

ΚΟΣΤΟΣ: 24,9 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ € / 1300 €/m<sup>2</sup>

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 22.000 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2005- 2007

Ακολουθήθηκαν τα εξής μέτρα κατά την κατασκευή:

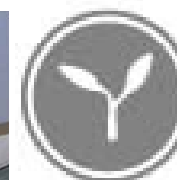
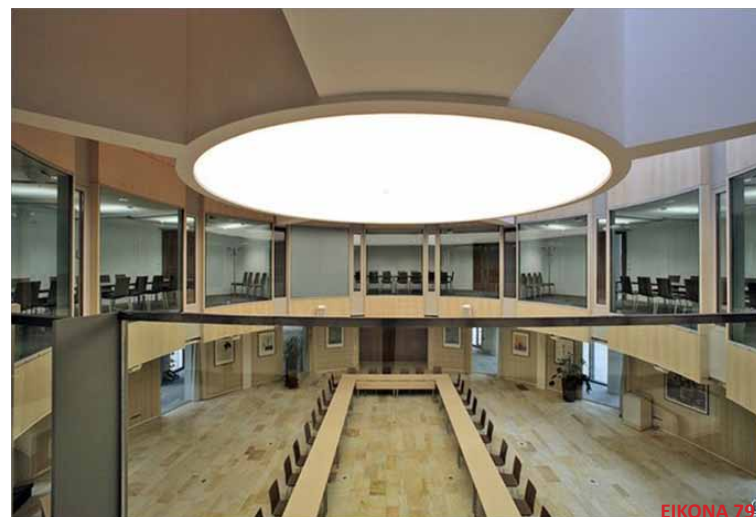
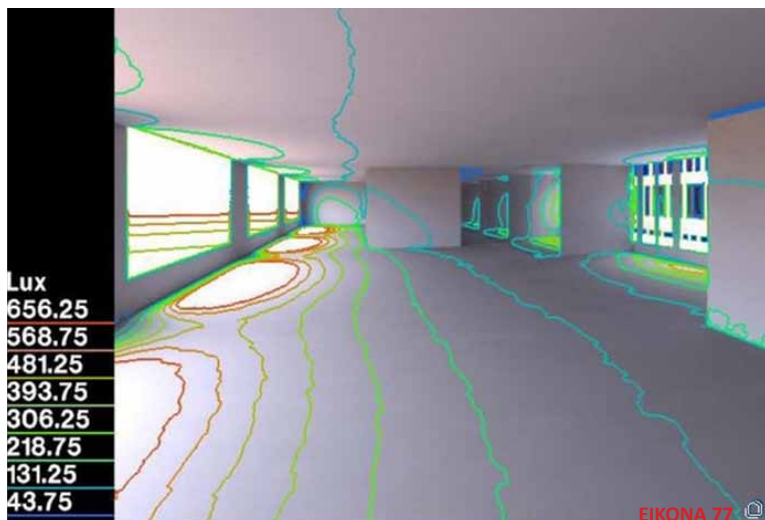
1. Οπλισμένο σκυρόδεμα για το σκελετό του κτιρίου με χαμηλό ποσοστό οπλισμού
2. Όψεις με τμήματα προκατασκευασμένα σε ένα μεγάλο βαθμό όπως ξύλινα πλαίσια με μόνωση κλπ.
3. Οροφή από οπλισμένο σκυρόδεμα με μόνωση από φελλό
4. Εσωτερικοί γυάλινοι τοίχοι με τον κατάλληλο έλεγχο του φυσικού φωτός
5. Χρήση ξύλινων ηχομονωτικών πανέλων στους διαδρόμους του κτιρίου.

Χρησιμοποιήθηκαν και περαιτέρω πρωτοποριακές τεχνικές για την κατασκευή του κτιρίου. Ο κλιματισμός στους μεγάλους χώρους επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός συστήματος παραγωγής ενέργειας που βρίσκεται στα θεμέλια του κτιρίου και στη συνέχεια διοχετεύει θερμό ή ψυχρό αέρα στην οροφή του κτιρίου και έτσι ελέγχεται η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου.

Η επιτυχία του κτιρίου αυτού βασίζεται στην έμφαση που δίνεται στη βιωσιμότητα και την κοινωνικοοικονομική του καταλληλότητα. Τα δομικά υλικά με υψηλή θερμοχωρητικότητα, η συμπαγής γεωμετρία του κτιριακού όγκου, η χρήση φυσικών πηγών για θέρμανση, κλιματισμό και αερισμό αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά του Paul Wunder

lich House και καθιστούν την ενεργειακή του κατανάλωση 70% λιγότερη σε σχέση με την πλειονότητα των κτιρίων της δικής του κλίμακας. Επίσης, στοιχεία του κτιρίου που αναφέρονται στο ιστορικό πλαίσιο συνεισφέρουν στην ενσωμάτωσή του με τη γύρω περιοχή της παλιάς πόλης.





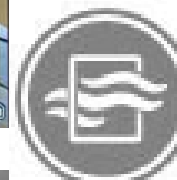
#### EΙΚΟΝΑ 74

ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΟΥ ΠΑΛΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΝΕΟ- ΑΠΟΨΗ  
ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΛΙΑ ΑΓΟΡΑ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ  
Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)



#### EΙΚΟΝΑ 75

«ΜΙΑ ΠΟΛΗ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ»  
Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)



#### EΙΚΟΝΑ 76

ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ  
Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)



#### EΙΚΟΝΑ 77

ΜΕΛΕΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ  
ΣΤΟΥΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ  
Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)



#### EΙΚΟΝΑ 78

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΟΦΕΩΝ ΜΕ ΞΥΛΙΝΑ  
ΠΑΝΕΛΛΑ  
Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)



#### EΙΚΟΝΑ 79

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΥΣ  
ΣΥΝΔΕΣΤΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ  
Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)

#### EΙΚΟΝΑ 80

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ  
ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ  
Πηγή: [www.endo.info](http://www.endo.info)

## 6. Επανάχρηση των στρατοπέδων Normand, Speyer, Γερμανία

Στρατόπεδα Normand, Speyer

ΠΕΛΑΤΗΣ: Osika GmbH for 12 Condominium parties μαζί με 55 ιδιώτες

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: AAg Loebner Schaefer Weber, Heidelberg

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Frak-Schoberl-Str. 1,2,3,5,7,9,11,13,15, Rulandstr. 2, Seekatzstr. 1, 67346 Speyer, Γερμανία

ΚΟΣΤΟΣ: 10,75 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ €/ 1061 €/m<sup>2</sup>

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 10.136 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2004- 2008

Με την αποχώρηση του Γαλλικού στρατού η πλειονότητα των κτιρίων των παλιών στρατοπέδων του 19ου αιώνα του Speyer κατεδαφίστηκαν. Το κεντρικό κτιριακό συγκρότημα, ωστόσο, που είχε κτιστεί το 1888, διατηρήθηκε. Η απαίτηση ήταν η δημιουργία ενός οικιστικού συγκροτήματος με τις ελάχιστες δυνατές επεμβάσεις στο κέλυφος του υφιστάμενου κτιρίου, ένα έργο με αρκετές δυσκολίες. Στο παράδειγμα αυτό συναντούμε τη φάση του κύκλου ζωής των κτιρίων που σχετίζεται με την επανάχρηση στα πλαίσια της βιωσιμότητας.

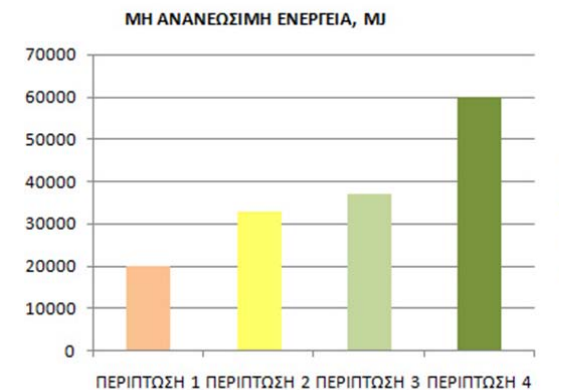
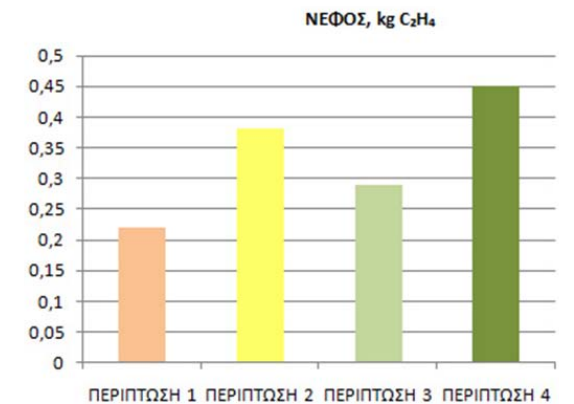
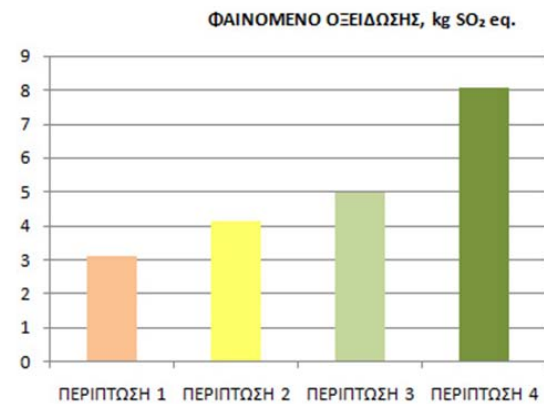
Η διατήρηση των εξωτερικών τούβλινων όψεων παρουσίαζε μια ιδιαίτερη δυσκολία αφού ο σχεδιασμός θα έπρεπε να ακολουθεί τους ενεργειακούς κανονισμούς της κρατική τράπεζας ανάπτυξης KfW και τις επιτρεπόμενες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ώστε να μπορέσει να πάρει τις αντίστοιχες χρηματοδοτήσεις.

Η σχεδιαστική ομάδα θα έπρεπε να αναπτύξει ένα πλαίσιο φυσικών κτιριακών λύσεων και να ελέγχει την κατασκευαστική διαδικασία επιτόπου για να διασφαλιστεί η σωστή του εκπόνηση. Ο στρατηγικός σχεδιασμός θα έπρεπε να συμπεριλαμβάνει τα παρακάτω σενάρια:

1. Πώληση
2. Αποδόμηση
3. Επανάχρηση
4. Εκσυγχρονισμός

ΑΣΕΙΣ ΣΕ €	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1: ΑΠΟΔΟΜΗΣΗ	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2: ΑΠΟΔΟΜΗΣΗ ΜΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΝΕΟ ΚΤΙΡΙΟ	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 3: ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ EnEV 2007	ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 4: ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ
ΕΤΗΣΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	31497	36714	40288	75296
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ/ΕΤΟΣ	50599	69912	37284	41360
ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ/ΕΤΟΣ	14452	10658	2678	3251
ΚΟΣΤΟΣ ΑΠΟΔΟΜΗΣΗΣ	1585201	2121987	1266068	1359537

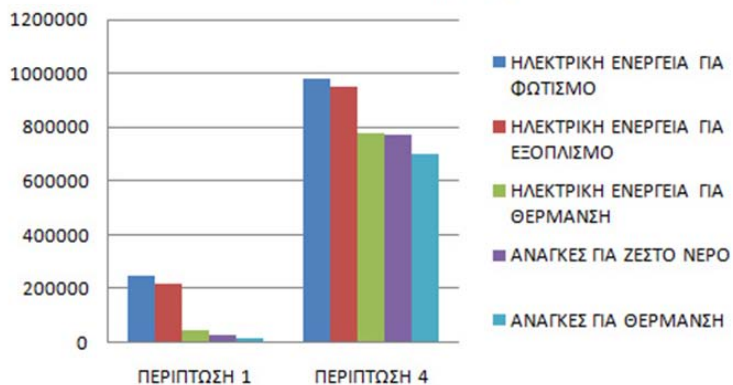
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΥΣ



ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

Στην περίπτωση της πώλησης, η τιμή της καθορίζεται από κριτήρια αξιολόγησης σύμφωνα με τις αρχές του γερμανικού Υπουργείου Μεταφορών, Κατασκευών και Πολεοδομικής Ανάπτυξης (BMVBS). Το σενάριο της αποδόμησης δεν προχώρησε αφού θεωρήθηκε αναγκαία η διατήρηση των κτιρίων. Η δυνατότητα αποδόμησης με αντικατάσταση από ένα νέο κτίριο μελετήθηκε απλά για συγκριτικούς λόγους, υπολογίζοντας το κόστος της κατεδάφισης και το κόστος ανέγερσης του νέου κτιρίου. Η περίπτωση της επανάχρηση του υφιστάμενου κτιρίου ως έχει, δεν θεωρείται πλέον επιτρεπτή γιατί πρέπει να υπάρξει αντικατάσταση του 20% του κτιριακού συνόλου σύμφωνα με το γερμανικό ενεργειακό πρωτόκολλο αξιολόγησης, EnEV, για να χαρακτηρίζεται ένα κτίριο ενεργειακό. Οι ανάγκες για θέρμανση και μόνο απαιτούν τόσο μεγάλη ενεργειακή κατανάλωση που καθιστά το υφιστάμενο κτίριο μη οικονομικό. Στο σενάριο της επέμβασης στο κτίριο με βάση το EnEV μειώνεται το κόστος θέρμανσης για το χρήστη γεγονός που αυξάνει τη ζήτηση και αντισταθμίζει έτσι το κόστος της αρχικής επένδυσης. Το τελευταίο σενάριο περιλαμβάνει τον εκσυγχρονισμό της κατασκευής, όπου οι εσωτερικές κατόψεις και τα δίκτυα του κτιρίου επανασχεδιάζονται και ανανεώνονται.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, kWh/a



ΕΙΚΟΝΑ 81  
ΑΕΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1997

Πηγή: [http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08\\_world/SBC08\\_Germany/SBC08\\_Germany\\_RES\\_QuartieNormand.pdf](http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08_world/SBC08_Germany/SBC08_Germany_RES_QuartieNormand.pdf)

ΕΙΚΟΝΑ 82  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

Πηγή: [http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08\\_world/SBC08\\_Germany/SBC08\\_Germany\\_RES\\_QuartieNormand.pdf](http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08_world/SBC08_Germany/SBC08_Germany_RES_QuartieNormand.pdf)

ΕΙΚΟΝΕΣ 83,84  
ΠΑΛΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΩΝ

Πηγή: [http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08\\_world/SBC08\\_Germany/SBC08\\_Germany\\_RES\\_QuartieNormand.pdf](http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08_world/SBC08_Germany/SBC08_Germany_RES_QuartieNormand.pdf)

## 6. Επανάχρηση των στρατοπέδων Normand, Speyer, Γερμανία

Μετά από αξιολόγηση του κύκλου ζωής του κτιρίου σε κάθε ένα από τα ανωτέρω σενάρια και λαμβάνοντας υπόψη τις δυνατότητες της αγοράς, αποφασίστηκε ένας σχεδιασμός που συνδύαζε τον επανασχεδιασμό των κατόψεων με βάση την ενεργειακή τους απόδοση. Οι απαιτήσεις για θέρμανση και η αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας υπολογίστηκαν με βάση το EnEV 2007. Οι κατασκευαστικές διαδικασίες περιλάμβαναν την ανανέωση τόσο του κτιριακού κελύφους όσο και των δικτύων με τη χαμηλότερη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση.



Αυτό έγινε δυνατό με τις εξής πρακτικές:

1. Μείωση των θερμικών απωλειών του κτιρίου:

- Εσωτερική μόνωση των εξωτερικών τοίχων
- Μόνωση της οροφής και των δωματίων
- Αντικατάσταση των υαλοστασίων

2. Βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου:

- Ελεγχόμενος αερισμός με μόλις 20% θερμικές απώλειες
- Σύστημα θέρμανσης με καύσιμα από ανανεώσιμες πηγές (ξύλο)

Η μετατροπή των στρατοπέδων αυτών δείχνει ότι ακόμα και η μετάλλαξη ενός κτιριακού συνόλου 120 ετών σε ένα υψηλής ποιότητας οικιστικό συγκρότημα είναι δυνατή. Χρησιμοποιήθηκαν κατασκευαστικές διαδικασίες με χαμηλό ενεργειακό κόστος που ταυτόχρονα έδειχναν σεβασμό στο υφιστάμενο κέλυφος.



Στρατόπεδα Normand, Speyer

ΠΕΛΑΤΗΣ: Osika GmbH for 12 Condominium parties μαζί με 55 ιδιώτες

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: AAg Loebner Schaefer Weber, Heidelberg

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Frak-Schoberl-Str. 1,2,3,5,7,9,11,13,15, Rulandstr. 2, Seekatzstr. 1, 67346 Speyer, Γερμανία

ΚΟΣΤΟΣ: 10,75 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ €/ 1061 €/m<sup>2</sup>

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 10.136 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2004- 2008





ΣΧΕΔΙΑ ΟΨΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΟΨΗΣ ΕΝΟΣ ΕΚ ΤΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ-  
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΟΨΗ ΣΤΡΑΤΟΠΕΔΩΝ



ΕΙΚΟΝΑ 88



ΕΙΚΟΝΑ 89



ΕΙΚΟΝΑ 89



### ΕΙΚΟΝΑ 85

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ- ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ  
ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Πηγή: [http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08\\_world/SBC08\\_Germany/SBC08\\_Ger](http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08_world/SBC08_Germany/SBC08_Ger)

### ΕΙΚΟΝΑ 86

ΠΑΡΚΟ- ΠΑΙΧΝΙΔΟΤΟΠΟΣ

Πηγή: [http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08\\_world/SBC08\\_Germany/SBC08\\_Germany\\_RES\\_QuartieNormand.pdf](http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08_world/SBC08_Germany/SBC08_Germany_RES_QuartieNormand.pdf)

### ΕΙΚΟΝΑ 87

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ  
ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ

Πηγή: [http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08\\_world/SBC08\\_Germany/SBC08\\_Germany\\_RES\\_QuartieNormand.pdf](http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08_world/SBC08_Germany/SBC08_Germany_RES_QuartieNormand.pdf)

### ΕΙΚΟΝΕΣ 88,89,90

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ  
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ

Πηγή: [http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08\\_world/SBC08\\_Germany/SBC08\\_Germany\\_RES\\_QuartieNormand.pdf](http://iisbe.org/iisbe/sbc2k8/teams/SBC08_world/SBC08_Germany/SBC08_Germany_RES_QuartieNormand.pdf)

## 7. Βιομηχανικό κτίριο NiroSan, Schmiedefeld, Γερμανία

Βιομηχανικό κτίριο NiroSan

ΠΕΛΑΤΗΣ: NiroSan Multift GmbH & Co. KG, Schmiedefeld

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: Jühr Architekturburo fur Industriebau- und Gesamtplanung

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Schmiedefeld κοντά στη Δρέσδη

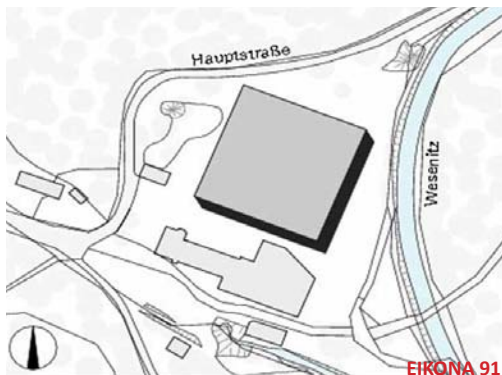
ΚΟΣΤΟΣ: 2,16 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ €/ 667 €/m<sup>2</sup>

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 3.007 m<sup>2</sup>

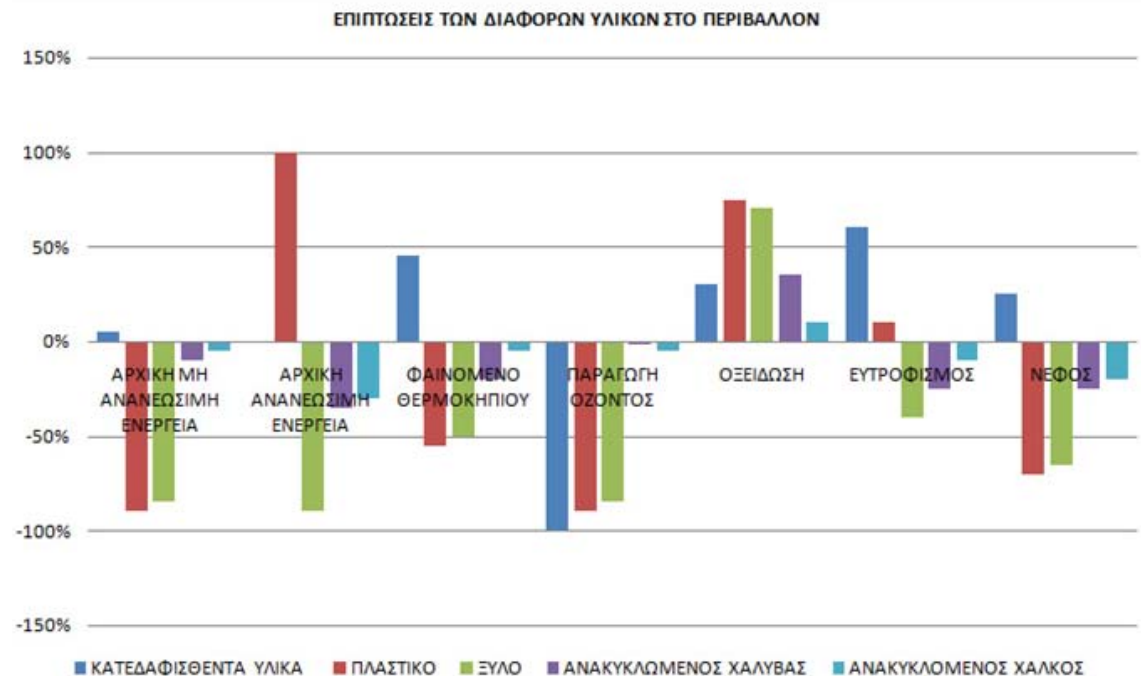
ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 2004

Το κτίριο αυτό βρίσκεται δίπλα σε ένα μικρό ποτάμι, σε μια περιοχή με βιομηχανική ανάπτυξη τα τελευταία 100 χρόνια. Η περιοχή ανακηρύχτηκε υψηλής σημασίας από την Ευρωπαϊκή Ένωση έτσι ήταν αναγκαίος ο σχεδιασμός ενός κτιρίου που να σέβεται το περιβάλλον του. Η κατασκευή και η διαχείρισή του έγιναν με την λιγότερη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση.

Η ομάδα του Jühr Architektur buro fur Inustriebau-und Gesamtplanung σχεδίασε ένα διάτρητο κτίριο με ένα πλαίσιο φτιαγμένο από τοπική ξυλεία. Η κατασκευή στηρίζεται εσωτερικά και εξωτερικά σε υποστυλώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τα υαλοστάσια είναι διπλά με ηλιακή προστασία και επιτρέπουν μεγάλα ποσοστά φυσικού φωτισμού, καθώς και τα ανοίγματα της οροφής επιτρέπουν το συνολικό φωτισμό του κτιρίου.



Το κτίριο θερμαίνεται από ένα ενδοδαπέδιο σύστημα με τη χρήση νερού. Τα βιομηχανικά συστήματα από ανοξείδωτο ατσάλι διατηρούν τη θερμοκρασία τους με τη χρήση του νερού από το ποτάμι. Κατά τους χειμερινούς μήνες το νερό του ποταμιού θερμαίνεται και χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του πατώματος. Το καλοκαίρι το κρύο νερό χρησιμοποιείται άμεσα για το κλιματισμό του εσωτερικού χώρου μέσω του συστήματος του πατώματος. Οι πρωτοποριακές τεχνικές θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου χρησιμοποιούν την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση. Υπάρχουν πολλές δυνατότητες χρήσης του ξύλου με την ανανεώσιμη αρχική ενέργεια που εμπεριέχεται σ' αυτό να αντισταθμίζει τη χρήση καυσίμων για τη θερμική ανακύκλωση που θα υποστεί μετά το τέλος της λειτουργίας του κτιρίου.



ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ



ΕΙΚΟΝΑ 92



ΕΙΚΟΝΑ 93



ΕΙΚΟΝΑ 94



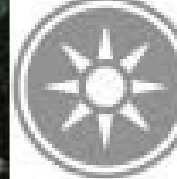
ΕΙΚΟΝΑ 95



ΕΙΚΟΝΑ 96



ΕΙΚΟΝΑ 97



**ΕΙΚΟΝΑ 91**  
ΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΔΙΠΛΑ ΑΠΟ ΤΟ ΠΟΤΑΜΙ

Πηγή: [www.dbz.de](http://www.dbz.de)

**ΕΙΚΟΝΑ 92**  
ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΕ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ

Πηγή: [www.dbz.de](http://www.dbz.de)

**ΕΙΚΟΝΑ 93**  
ΞΥΛΙΝΑ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

Πηγή: [www.dbz.de](http://www.dbz.de)

**ΕΙΚΟΝΑ 94**  
ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΣΥΝΔΕΞΗΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ- ΔΟΚΑΡΙΟΥ

Πηγή: [www.dbz.de](http://www.dbz.de)

**ΕΙΚΟΝΕΣ 95,96**  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ- ΞΥΛΙΝΑ ΠΑΝΕΛΛΑ

Πηγή: [www.dbz.de](http://www.dbz.de)

**ΕΙΚΟΝΑ 97**  
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ- ΞΥΛΙΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ- ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ

Πηγή: [htw-ingenieure.de](http://htw-ingenieure.de)

## 8. Κτίριο γραφείων XX, Delft, Ολλανδία

Κτίριο γραφείων XX

ΠΕΛΑΤΗΣ: Wereldhave N.V.

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: xxArchitecten

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ: Delftechpark 22, Delft

ΚΟΣΤΟΣ: 2ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ €

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 2.000 m<sup>2</sup>

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1999

Αποτελεί προϊόν ενός πειραματικού σχεδιασμού όπου εξετάζεται η μέγιστη δυνατότητα εκμετάλλευσης των οικοδομικών υλικών ενώ παράλληλα διασφαλίζονται οι συνθήκες άνεσης των εργαζομένων. Η διάρκεια ζωής του κτιρίου έχει υπολογιστεί στα είκοσι χρόνια και στη συνέχεια προβλέπεται να αποδομηθεί και το σύνολο των υλικών και των δομικών του στοιχείων θα επαναχρησιμοποιηθούν ή θα ανακυκλωθούν. Ο σχεδιασμός του κτιρίου είναι «ανοικτός» και «ευέλικτος», ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί τις μεταβαλλόμενες ανάγκες των εταιριών που στεγάζει.

Κύριος στόχος του σχεδιασμού ήταν η μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του κτιρίου στο περιβάλλον. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της διαδικασίας της εξόρυξης των υλικών, της κατασκευής και κατεδάφισης λαμβάνονται υπόψη. Σημαντικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν το κτίριο αυτό είναι:

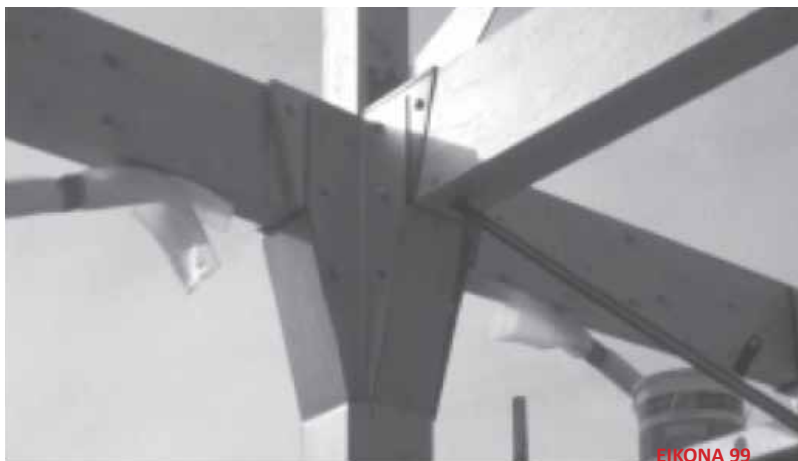
1. Η τεχνική ποιότητα της κατασκευής
2. Η λειτουργική ποιότητα της κατασκευής
3. Το χαμηλό κόστος συντήρησης

Η αρχική πρόταση αφορούσε τη θεμελίωση του κτιρίου σε μεταλλικά στοιχεία αλλά τελικά για οικονομικούς λόγους επιλέχθηκε θεμελίωση από σκυρόδεμα

που περιλαμβάνει αδρανή υλικά που έχουν προέλθει από ανακύκλωση. Για την οργάνωση των εσωτερικών χώρων χρησιμοποιήθηκαν ξύλινα πανέλα με ηχομόνωση, προκειμένου να επιτευχθεί η απαιτούμενη ευελιξία στην κάτοψη και η μετέπειτα δυνατότητα «αποσυναρμολόγησης», ανακύκλωσης και επανάχρησης των υλικών μετά το τέλος της ζωής του κτιρίου. Το γυάλινο κέλυφος του κτιρίου είναι αυτοφερόμενο, από ένα ξύλινο σκελετό που βρίσκεται σε απόσταση από τον κύριο φέροντα οργανισμό. Η απόσταση αυτή επιτρέπει τη διευκόλυνση της αποσυναρμολόγησης.



Οι παραπάνω αποφάσεις είναι αποτέλεσμα συγκριτικών μελετών διαφορετικών σεναρίων ως προς τον κύκλο ζωής του κτιρίου. Σύμφωνα με την αξιολόγηση του κύκλου ζωής του κτιρίου στην περίπτωση του τέλους της λειτουργίας του μετά από 25 χρόνια παρατηρείται υψηλή δυνατότητα ανακύκλωσης των υλικών: μέχρι και 90% των υλικών μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Στην περίπτωση του τέλους της λειτουργίας του μετά από 50 χρόνια παρατηρείται μειωμένη δυνατότητα ανακύκλωσης των υλικών: μόνο το 10% των υλικών κρίνονται επαναχρησιμοποιήσιμα.



#### ΕΙΚΟΝΑ 98

ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ XX

Πηγή: [www.design4deconstruction.org](http://www.design4deconstruction.org)

#### ΕΙΚΟΝΕΣ 99,100

ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΞΥΛΙΝΟ ΣΚΕΛΕΤΟ

Πηγή: [www.design4deconstruction.org](http://www.design4deconstruction.org)

#### ΕΙΚΟΝΑ 101

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΞΥΛΙΝΑ ΔΟΚΑΡΙΑ

Πηγή: [www.design4deconstruction.org](http://www.design4deconstruction.org)

## 9. Armstrong World Industries, Corporate HQ, Pennsylvania, ΗΠΑ

Armstrong World Industries, HQ

ΠΕΛΑΤΗΣ: Armstrong World Industries

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: Gensler

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 126000 sq.f

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1998

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ: 2007

Το κτίριο είχε αρχικά κτιστεί το 1998 και αποτελείτο από δύο πτέρυγες που συνδέονται με ένα αίθριο. Το 2007 έγινε ανακαίνιση του κτιρίου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που θέτει το σύστημα αξιολόγησης LEED, λαμβάνοντας τη μέγιστη διάκριση.

Οι παρεμβάσεις στο κτίριο περιλαμβάνουν φυτεύσεις, που συντελούν στην αύξηση του πρασίνου στην περιοχή όπου βρίσκεται, μια αστική περιοχή μεγάλης πυκνότητας. Ο σχεδιασμός επίσης λειτουργεί ενισχυτικά ως προς τη χρήση ποδηλάτου, το οποίο σε συνδυασμό με την εγγύτητά του σε μέσα μεταφοράς, συμβάλλει στη βιώσιμη κινητικότητα. Κατά τη διαμόρφωση του τοπίου έχει γίνει πρόβλεψη προστασίας από πλημμύρες, προστατεύοντας έτσι όχι μόνο το ίδιο το κτίριο αλλά και τη γύρω περιοχή. Επιπρόσθετα κατά τη διαδικασία της ανακαίνισης λήφθηκαν τα κατάλληλα μέτρα ώστε να μειωθεί η όχληση στη γύρω περιοχή και να γίνει σωστή διαχείριση των αποβλήτων, κατά τη διαδικασία της αποδόμησης, της κατασκευής και της ανακαίνισης.

Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στη μείωση της κατανάλωσης νερού, που αποτέλεσε τον πρωτεύοντα στόχο. Πραγματοποιείται συλλογή νερού της βροχής μέσα από την κατάλληλη διαμόρφωση του τοπίου, ενώ ταυτόχρονα έχουν ενταχθεί στο κτίριο συστήματα

ανακύκλωσης των υγρών αποβλήτων ώστε να επιτευχθεί η μείωση των αναγκών νερού.

Όσον αφορά τις απαιτήσεις σε ενέργεια, το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές και ειδικότερα από συστήματα αιολικής ενέργειας που παρέχουν το 75% της συνολικής ενέργειας που απαιτεί η λειτουργία του κτιρίου. Ταυτόχρονα, ειδικά συστήματα ενημερώνουν τους χρήστες για τα επίπεδα της κατανάλωσης, ώστε να τα ελέγχουν. Έχουν χρησιμοποιηθεί υλικά που προέρχονται από ανακύκλωση και υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν μετά την απομάκρυνσή τους από το κτίριο.

Βασικός επίσης στόχος της ανακαίνισης στα πλαίσια του LEED ήταν η δημιουργία ενός ευχάριστου και υγιούς περιβάλλοντος για τους εργαζομένους. Ένα τέτοιο περιβάλλον είναι επιθυμητό από τις εταιρίες διότι η αύξηση της παραγωγικότητας και η διατήρηση της καλής υγείας του προσωπικού συνδέονται με τις εσωτερικές συνθήκες του χώρου εργασίας. Έτσι επιλέχσαν μη τοξικά υλικά, έγινε μελέτη ακουστικής ποιότητας, βελτιώθηκε η εισροή φυσικού αερισμού στο εσωτερικό του κτιρίου και παράλληλα αυξήθηκαν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού. Το υπάρχον κτίριο είχε μικρό πλάτος, γεγονός που συνδυάστηκε με διατάξεις ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού στα ανοίγματα (lightselves). Τα δύο τελευταία στοιχεία λειτουργούν θετικά και για τη μείωση



της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, παράλληλα με την ευεργετική τους επίπτωση στις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος.



EIKONA 102

ΟΨΗ

Πηγή: [midatlantic.construction.com](http://midatlantic.construction.com)



EIKONA 103

ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΨΗΣ

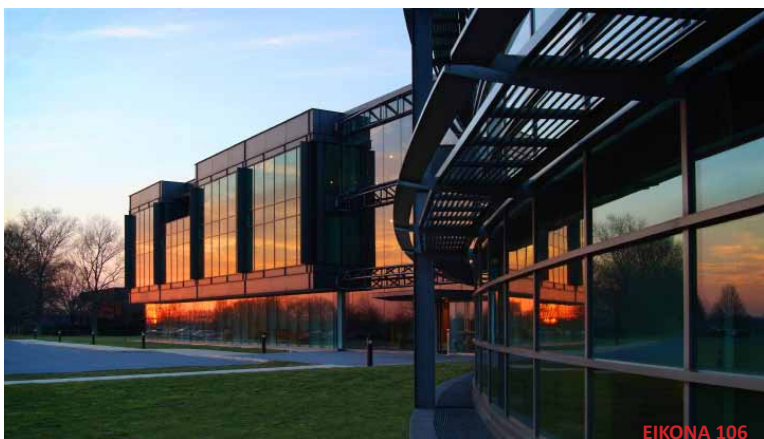
Πηγή: [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)



EIKONES 104,105

ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟΥΣ  
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Πηγή: [armstrong.ru](http://armstrong.ru)



EIKONA 106,107

ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΟΨΕΙΣ

Πηγή: [continuingeducation.construction.com](http://continuingeducation.construction.com)



## 10. Πολιτιστικό κέντρο-Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος, Αθήνα, Ελλάδα

Πολιτιστικό Κέντρο  
ΠΕΛΑΤΗΣ: Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΑΣ: Renzo Piano  
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ: 170, 000 m<sup>2</sup>  
ΚΟΣΤΟΣ: 566 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ €

Η παρουσίαση των σχεδίων του πολιτιστικού κέντρου έγινε τον Ιούνιο του 2009 και η αποπεράτωση του αναμένεται το 2015. Βρίσκεται στο παραλιακό μέτωπο της Αθήνας και θα στεγάσει την Εθνική Λυρική Σκηνή και την Εθνική Βιβλιοθήκη. Κυρίαρχο στοιχείο της σύνθεσης είναι το πάρκο μεγάλης έκτασης που περικλείει το παραπάνω συγκρότημα. Το συγκρότημα καλύπτεται από πράσινο δώμα μεγάλης έκτασης που συμβάλει στην ένταξή του στο τοπίο. Βασικός στόχος του σχεδιασμού είναι να συμπεριλάβει εκείνες τις βιώσιμες πρακτικές ώστε να λάβει τη μέγιστη αξιολόγηση (platinum) στο σύστημα LEED και θα είναι το πρώτο κτίριο που έχει λάβει αντίστοιχη αξιολόγηση στην Ελλάδα. Βιώσιμο χαρακτηριστικό του αποτελεί το κανάλι που θα λειτουργεί ως αντιπλημμυρική προστασία, αλλά και ως σύστημα ανακύκλωσης των υγρών αποβλήτων του κτιρίου. Το πράσινο δώμα προσφέρει επίσης σκιασμό και δροσισμό και περιλαμβάνει ένα σύστημα φωτοβολταϊκών για την ηλεκτροδότηση της Βιβλιοθήκης και της Λυρικής Σκηνής.







ΕΙΚΟΝΑ 108  
Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ  
ΣΤΟ ΠΑΡΑΛΙΑΚΟ ΜΕΤΩΠΟ  
ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ  
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ



ΕΙΚΟΝΑ 109  
ΜΑΚΕΤΑ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ ΤΟΥ  
ΕΡΓΟΥ



ΕΙΚΟΝΑ 110  
ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΚΑΝΑΛΙΟΥ



ΕΙΚΟΝΕΣ 111,112  
ΤΟ ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ- ΠΑΡΚΟ  
Πηγή: Ιστοτόπος του Ιδρύματος  
Σταύρος Νιάρχος



Η κλιματική αλλαγή, η υπερεκμετάλλευση των φυσικών πηγών και των ορυκτών πόρων, η αλλοίωση του φυσικού τοπίου και η μόλυνση του περιβάλλοντος οφείλονται σε έναν αρκετά μεγάλο βαθμό στο δομημένο περιβάλλον και στον τρόπο λειτουργίας του. Όπως έχει ήδη διαπιστωθεί τα κτίρια σήμερα είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας μεταξύ των τομέων της οικονομίας, καθιστώντας αναγκαία την αλλαγή στον τρόπο σχεδιασμού και διαχείρισής τους. Ο ρόλος του αρχιτέκτονα είναι καθοριστικός σε αυτή τη μετάβαση προς ένα βιώσιμο δομημένο περιβάλλον.

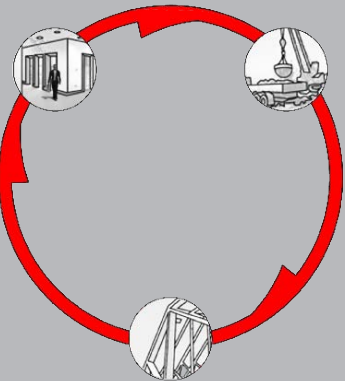
Μέσα από την παραπάνω ανάλυση καταλήγουμε στην αναγκαιότητα της ένταξης της έννοιας του κύκλου ζωής στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, καθώς η βιωσιμότητα δεν επιτυγχάνεται με μεμονωμένο σχεδιασμό κάθε φάσης αλλά απαιτεί μια συνολική διαδικασία όπου εξετάζονται οι επιπτώσεις κάθε σχεδιαστικής απόφασης. Κατά τη φάση της ανέγερσης νέου κτιρίου, συμπεραίνουμε ότι, αυτό δεν θα πρέπει να λαμβάνεται ως μονάδα αλλά ως μέρος ενός δομημένου περιβάλλοντος, το οποίο επηρεάζει, αλλά και δέχεται επιρροές απ' αυτό. Τα χαρακτηριστικά του δομημένου χώρου επηρεάζουν την ενεργειακή

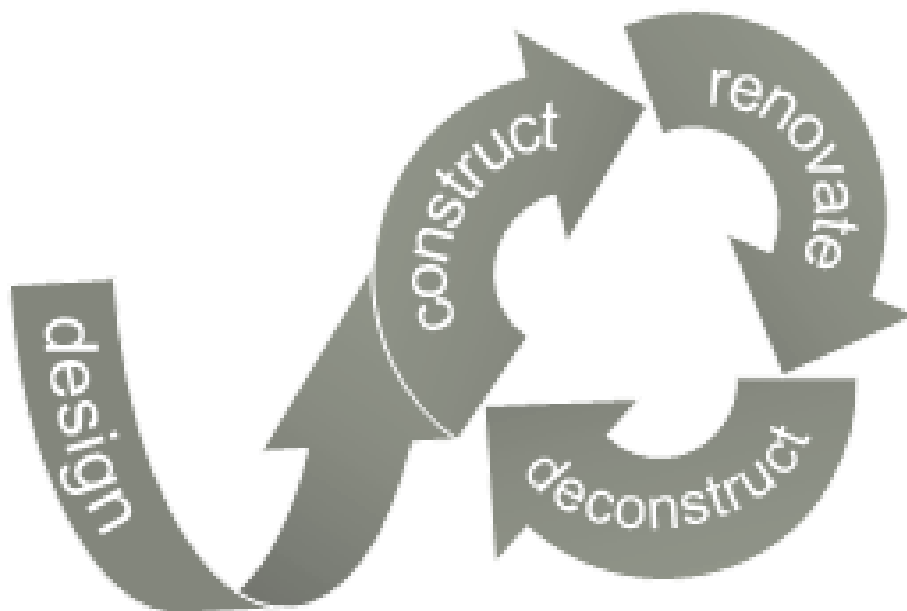
συμπεριφορά του κτιρίου και αντίστοιχα οι επιλογές σε επίπεδο κτιρίου επηρεάζουν το περιβάλλον του. Παράλληλα και η κατασκευαστική διαδικασία θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο προγραμματισμό ώστε να αποφεύγονται οι δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον. Τέλος, κατά την ανέγερση νέου κτιρίου είναι σημαντική η επιλογή της θέσης του, ώστε αυτή να περιλαμβάνει περιοχές ήδη δομημένες και να μην εντείνει την εξάπλωση της αστικής διάχυσης.

Η λειτουργία του κτιρίου αποτελεί εκείνη τη φάση της ζωής του με τις μεγαλύτερες ενεργειακές απαιτήσεις και επομένως τις μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό καθιστά τις επιλογές που αναφέρονται στη χρήση των υλικών, στους τρόπους με τους οποίους το κτίριο θερμαίνεται ή ψύχεται, καταναλώνει νερό και παράγει απόβλητα, καθοριστικής σημασίας για ένα βιώσιμο σχεδιασμό. **Το βασικό δόγμα που πρέπει να διέπει το σχεδιασμό είναι αυτό της επανάχρησης, της ανακύκλωσης, της ανανέωσης και της μείωσης σε όλα τα επίπεδα, από την κλίμακα του υλικού έως την κλίμακα του κτιρίου στο σύνολό του.** Όλα αυτά γίνονται με γνώμονα τη βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου και την παροχή ενός υγιούς περιβάλλοντος στους χρήστες του.

Η έννοια του κύκλου ζωής αναφέρεται στη λειτουργία ενός κλειστού βρόγχου, όπου η λήξη της λειτουργίας του κτιρίου δεν συνεπάγεται απαραίτητα και κατεδάφισή του. Νέες κατασκευαστικές και σχεδιαστικές πρακτικές δίνουν τη δυνατότητα αποσυναρμολόγησης, επανάχρησης και ανακύκλωσης είτε του συνόλου του κτιρίου είτε τμημάτων ή δομικών του στοιχείων. Το γεγονός αυτό είναι μείζονος σημασίας για τη βιώσιμη ανάπτυξη γιατί σημαίνει ότι ένα υλικό ή ένα στοιχείο δεν απορρίπτεται αλλά επανεισάγεται στη λειτουργική διαδικασία.

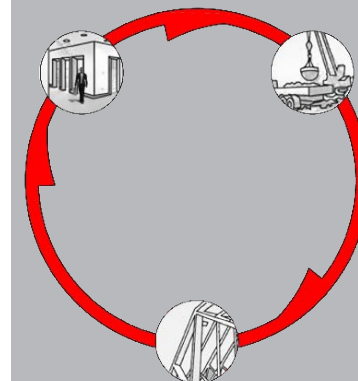
Ο βιώσιμος σχεδιασμός σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής των κτιρίων συνεπάγεται τόσο ενεργειακά όσο και οικονομικά οφέλη. Όπως έχει σημειωθεί παραπάνω η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου είναι κρίσιμης σημασίας, λαμβάνοντας υπόψη τα περιβαλλοντικά προβλήματα που οφείλονται στο δομημένο περιβάλλον, ωστόσο εξίσου σημαντική είναι η μείωση των οικονομικών δαπανών ειδικά στα πλαίσια της σημερινής οικονομικής κατάστασης.





Τα παραπάνω στοιχεία έχουν συμπεριληφθεί στις νομοθεσίες αρκετών κρατών σε διεθνή κλίμακα, αλλά και στην Ε.Ε. Η μελέτη και η αξιολόγηση του κύκλου ζωής των κτιρίων θεωρείται, πλέον, ένα θεσμοθετημένο εργαλείο που παρέχει επιστημονικές πληροφορίες στους αρχιτέκτονες συντελώντας στη λήψη των περιβαλλοντικά σωστότερων επιλογών. Αντίστοιχη αναγνώριση πρέπει να λάβει και στην ελληνική νομοθεσία έτσι ώστε να ενταχθεί στην κατασκευαστική πρακτική, με στόχο **την ουσιαστική ενεργειακή και περιβαλλοντική αναβάθμιση** του δομημένου χώρου της Ελλάδας, καθώς και τη **βιώσιμη ανάπτυξη**.

Συνεπώς η **βιωσιμότητα οφείλει να αποτελεί το βασικό κριτήριο των αρχιτεκτονικών επιλογών σε όλα τα επίπεδα**, εξασφαλίζοντας τη διατήρηση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών κεφαλαίων στο μέλλον.





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. BILL ADDIS, Building with Reclaimed Components and Materials: A Design Handbook for Reuse and Recycling, EARTHSCAN, London, 2007
2. CHARLENE BAYER, AIA Guide to Building Life Cycle Assessment in practice, The American Institute of Architects, Washington, 2010
3. BJORN BERNS, The Ecology of Building Materials, Architectural Press, Oxford, 2001
4. G.Z.BROM, MARK DEKAY, Sun, Wind and Light: Architectural Design Strategies, John Willey and sons, New York, 2001
5. MARIE HELENE CONTAL, JANA REVEDIN, Sustainable Design, Towards a new Ethic in Architecture and Town Planning, Birkhauser, Basel, 2009
6. B.GIVONI, Man, Climate and Architecture, Elsevier Science, Amsterdam, 1969
7. DIANNA LOPEZ MARNETT, WILLIAM T. BROWNING, A Primer on Sustainable Building, Rocky Mountain Institute, 1995
8. MOHAMAD MONKIZ KHARSEEN, PHILIP F.G. BANFILL, GILLIAN F. MENZIES, Life Cycle Assessment and the Environmental Impact of Buildings: A Review, HERIOT WATT UNIVERSITY, EDINBURG, 2009
9. CHARLES J. KIBERT, Sustainable Construction: A Green Building Design and Delivery, Hoboken, John Willey and sons, New York, 2008
10. KOHLER, KNIG, KREISSING, A Life Cycle Approach to Buildings, DETAIL, MUNICH 2010
11. M.SANTAMOURIS, Energy and Climate in the Urban Built Environment, James and James, London, 2001
12. CATARINA THOMARK, Recycling Potential and Design in Buildings, Lund Institute of Technology, Lund, Sweden, 2001
13. WAYNE B. TRUSTY, SCOT HORST, Integrating LCA Tools in Green Building Rating Systems, The ATHENA Sustainable Materials Institute, Ontario
14. PLEA 2004 NL- SUSTAINABLE ARCHITECTURE- BUILT ENVIRONMENT AND ENVIRONMENTAL BUILDINGS, TECHNISCHE UNIVERSITEIT EINDHOVEN, 2004
15. ΕΛΕΝΗ ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗ, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, UNIVERSITY STUDIO PRESS, Θεσσαλονίκη, 2006
16. Ε.ΕΥΑΓΓΕΛΙΝΟΣ, Η.ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ, Στοιχεία Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, ΕΜΠ, 2009
17. ΛΕΝΑ ΜΑΝΤΖΙΟΥ, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα, Έργον ΙV, Αθήνα, 2009
18. ΤΕΧΝΕΣ Ι: ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΕΙΚΑΣΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ, ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ, Τόμος Δ΄, ΕΑΠ, Πάτρα, 2001
19. ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ- <http://appliedmaths2.ee.duth.gr/TO%20PHYSIKO%20PERIVALLON%20STIN%20ARCHAIA%20ELLADA.pdf>

[www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)

[www.ktizontastomellon.gr](http://www.ktizontastomellon.gr)

[www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)

[www.breeam.org](http://www.breeam.org)