



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Βιομηχανική και Δυνητικές Εφαρμογές σε Χώρους Υγείας



Επιβλέπων:

Ιωάννης Τζουβαδάκης

Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπουσα:

Ευαγγελία Σκλάβου

Υποψήφια Διδάκτορας Ε.Μ.Π

ΜΠΑΡΜΠΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2013

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας εμπεριέχει πολλή προσωπική προσπάθεια και αφοσίωση, αλλά θα ήταν αδύνατη χωρίς την βοήθεια και καθοδήγηση πολλών ανθρώπων.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη, αναπληρωτή καθηγητή του τομέα Δομοστατικής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση αυτής της διπλωματικής εργασίας και για την συνεχή καθοδήγησή του.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα την συνεπιβλέπουσα Ευαγγελία Σκλάβου, αρχιτέκτονα μηχανικό και υποψήφια Διδάκτορα του ΕΜΠ, για τη συνεχή υποστήριξη, την ουσιαστική βοήθεια και τις πληροφορίες, καθώς και για τη γνωριμία με το συγκεκριμένο θέμα.

Τέλος θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω την κ. Ανδρέου Ασημίνα από την Τεχνική Υπηρεσία Γεν. Νοσ. «Αμαλία Φλέμινγκ», τον κ. Βασίλη Υφαντή από την Τεχνική Υπηρεσία του Παθολογικού Νοσ. Αθηνών «Αγία Ελένη», τον κ. Ιωάννη Γαλάτη από την Τεχν. Υπ. του Αρεταίειου Πανεπιστημιακού Νοσ., τον κ. Κουντούρη Θεόδωρο και την κ. Ψιμούλη Γεωργία από την Τεχν. Υπ. του Γεν. Νοσ. Παίδων Πεντέλης, τον κ. Ιωάννη Παπαδόπουλο από την Τεχν. Υπ. του Ευγενίδειου Θεραπευτηρίου, τον κ. Νικόλαο Αραπάκη από την Τεχν. Υπ. του Σισμανόγλειου Γεν. Νοσ. και τον κύριο Βαλαβάνη από την Τεχν. Υπ. Του Αιγινήτειου Πανεπ. Νοσ. για τη συνεργασία τους και την παροχή πληροφοριών και σχεδίων .

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μία προσπάθεια προσέγγισης του θέματος της βιομηχανικής και τους πιθανούς τρόπους εφαρμογής του σε χώρους υγείας. Με δεδομένα τα οφέλη της ολιστικής προσέγγισης των ασθενών και σε συνδυασμό με το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για τον ενεργειακό σχεδιασμό, δημιουργήθηκε αυτή η μελέτη. Η βιομηχανική είναι μία επιστήμη που προωθεί τη διεπιστημονική προσέγγιση των σύγχρονων προβλημάτων καθώς και την αναζήτηση λύσεων στη φύση.

Αρχικά, γίνεται μία εισαγωγή στις έννοιες της βιομηχανικής. Πότε εμφανίστηκε αυτή η έννοια, τι πρεσβεύει, γιατί είναι αναγκαία σήμερα, σε ποιους τομείς βρίσκει εφαρμογή, όλα αυτά είναι ερωτήματα που απαντώνται στο πρώτο μέρος.

Στο δεύτερο κομμάτι, γίνεται η σύνδεση της βιομηχανικής επιστήμης και της αρχιτεκτονικής. Είναι μία σχέση που πάει πολύ πίσω στο χρόνο και, με τα σημερινά περιβαλλοντικά δεδομένα, είναι πιο αναγκαία από ποτέ. Η φύση έχει λύσει πολλά από τα προβλήματα μηχανικής του σήμερα με πολύ έξυπνο και αποτελεσματικό τρόπο, το μόνο που μένει στον άνθρωπο είναι να εντοπίσει τις ομοιότητες και να βρει τη σωστή μεθοδολογία να εφαρμόσει αυτές τις λύσεις στα δικά του προβλήματα. Εδώ, παρουσιάζονται και ορισμένες από τις πιο γνωστές στρατηγικές και προσεγγίσεις που εφαρμόζονται, που η βάση όλων έχει να κάνει με την έννοια της βιολογικής ενότητας.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η έρευνα πεδίου, που αφορά στη μελέτη των θαλάμων νοσηλείας συγκεκριμένων νοσοκομείων της Αττικής. Γίνεται περιγραφή των χαρακτηριστικών που ερευνήθηκαν, παρουσίαση των νοσοκομείων που μελετήθηκαν, επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν και τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

Τέλος, αναφέρονται και αναλύονται ορισμένοι τρόποι και τεχνολογίες εμπνευσμένες από τη βιομηχανική, που θα μπορούσαν να βρουν εφαρμογή στους χώρους που μελετήθηκαν.

Σκοπός της παρούσας εργασίας δεν είναι η υπόδειξη συγκεκριμένων λύσεων, αλλά η ανάδειξη της σημασίας της βιομηχανικής και της βοήθειας που μπορεί να προσφέρει η ενσωμάτωση της φύσης και των γνώσεων της στο περιβάλλον που κατασκευάζει ο άνθρωπος.

ABSTRACT

This thesis is an attempt to approach the issue of biomimetics and their potential application in the health area. Given the benefits of a holistic approach to patients and in combination with the growing interest in energy planning this study was created. The biomimetics is a science that promotes an interdisciplinary approach to contemporary problems and the search for solutions in nature.

First, there is an introduction to the concepts of biomimetics. When did this notion appear, what does it stand for, why is it necessary today, in what areas applies, all these are questions are answered in the first part.

In the second part, the link between science of biomimetic and architecture is presented. It is a relationship that goes far back in time and, with the current environmental circumstances, it is more necessary than ever. Nature has solved many of the contemporary engineering problems in a very smart and effective way, the only thing left to humans is to identify the similarities and find the correct methodology to apply these solutions to their own problems. Here are presented some of the most popular strategies and approaches applied, that are all based on the concept of organic unity.

Then, the research, that involves the study of wards of specific hospitals in Attica, is presented. A description of the characteristics investigated follows, presentation of the hospitals studied, the process of the collected data and the conclusions drawn.

Finally, some ways and technologies inspired biomimetics, which could find application in the areas studied, are being mentioned and analyzed in.

The purpose of this paper is not to propose concrete solutions, but to highlight the importance of biomimetics and the assistance that can be provided, with the integration of nature and its knowledge, to the built environment.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περιεχόμενα	9
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στη βιομηχανική	13
1.1 Εισαγωγικές Έννοιες	15
1.1.1 Το περιεχόμενο της έννοιας	16
1.1.2 Αντί ορισμού	18
1.1.3 Γιατί βιομηχανική;	19
1.2 Ιστορικές καταβολές και σημερινή αναγκαιότητα	20
1.2.1 Η απαρχή και ιστορική αναδρομή	20
1.2.2 Οι εξελίξεις που μας οδηγούν εκεί και πώς	24
1.2.3 Συσχέτιση φυσικής και μηχανικής μορφής	30
1.3 Πεδία εφαρμογής	34
1.3.1 Διάφορες προσεγγίσεις της βιομηχανικής	34
1.3.2 Πεδία εφαρμογής και επιτυχημένα παραδείγματα	45
Κεφάλαιο 2: Βιομηχανική και αρχιτεκτονική	53
2.1 Η σχέση τους στο χρόνο	53
2.1.1 Ιστορικά	53
2.1.2 Η αρχιτεκτονική του 20 ^{ου} αι. και το περιβαλλοντικό σκηνικό	59
2.2 Σύγχρονα προβλήματα	61
2.2.1 Αναποτελεσματικότητα	63
2.2.2 Απώλεια τοπικών χαρακτηριστικών	64

2.3	Γιατί ψάχνουμε για λύσεις στη φύση	67
2.3.1	Η φύση έχει τις απαντήσεις	68
2.3.2	Επιφανειακή και εις βάθος μίμηση	69
2.3.3	Μίμηση φυσικών δερμάτων	72
2.3.4	Μεθοδολογία σωστής μίμησης	73
2.3.5	Προσπάθειες εφαρμογής φυσικών συστημάτων	74
2.4	Διάφορες μεθοδολογίες και προσεγγίσεις	76
2.4.1	Βιολογική έναντι «Μηχανικής» μορφής	76
2.4.2	Η μορφή ακολουθεί τη λειτουργία	78
2.4.3	Μελέτη του κορμού του δέντρου	79
	2.4.3.1 Αντιστοιχία πρόσοψης κτιρίου με φλοιό δέντρου	80
	2.4.3.2 Λειτουργίες του φλοιού	81
2.4.4	Η έννοια της βιολογικής ενότητας	82
2.4.5	Οικολογική προσέγγιση του κτιρίου	84
2.5	Στρατηγικές που εφαρμόζονται και παραδείγματα	87
2.5.1	Η στρατηγική της μεταφοράς, τι μεταφέρεται και πώς	87
2.5.2	Πεδία εφαρμογής	90
2.5.3	Εφαρμογή στις προσόψεις κτιρίων	93
Κεφάλαιο 3: Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης στις νοσηλευτικές μονάδες δημόσιων νοσοκομείων.		99
3.1	Οργάνωση έρευνας και μεθοδολογία καταγραφής	99
3.2	Καταγραφικό υλικό	100
3.3	Στατιστική επεξεργασία - Ανάλυση κάθε χαρακτηριστικού	100

Κεφάλαιο 4: Παρουσίαση νοσοκομείων (Επιτόπια έρευνα)	103
4.1 Γενικό Νοσοκομείο Αττικής Σισμανόγλειο	103
4.2 Γενικό Νοσοκομείο Παιδων Πεντέλης	107
4.3 Γενικό Νοσοκομείο «Αμαλία Φλέμινγκ»	108
4.4 Εθνικό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο «Αρεταίειο»	110
4.5 Εθνικό Πανεπιστημιακό Ψυχιατρικό Νοσοκομείο «Αιγινήτειο»	110
4.6 Παθολογικό Νοσοκομείο Αθηνών «Αγία Ελένη»	112
4.7 Ευγενίδειο Θεραπευτήριο	113
Κεφάλαιο 5: Επεξεργασία στοιχείων επιτόπιας έρευνας	115
5.1 Γενικός πίνακας στοιχείων των νοσοκομείων	115
5.2 Συμπεράσματα	118
Κεφάλαιο 6: Προτάσεις- Δυνητικές εφαρμογές βιομημητικής	123
6.1 Δυνητικές εφαρμογές	123
6.2 Προτάσεις	136
6.3 Συμπεράσματα	140
Βιβλιογραφία	145
Εικονογραφία	147

What could Nature teach us?



Κεφάλαιο 1ο: εισαγωγή στη βιομιμητική

« χειροτέχνημα είναι ίδιος ο δημιουργός» αναφέρει ο Αριστοτέλης στο έργο του «ηθικά Νικομάχεια» υπονοώντας ότι τα όρια μιας οντότητας δεν είναι το άμεσο σώμα του, αλλά ότι τα σπίτια και τα μηχανήματα για παράδειγμα είναι μέρη των έμβιων όντων, προεκτάσεις του ανθρώπου. Μετά από αυτή την πρόταση τα σπίτια θα πρέπει να μελετώνται όχι ως νεκρή υλη , ούτε ως φυσική οντότητα, αλλά ως φυσική έκκριση ενός προσώπου με την ίδια έννοια που ένα σαλιγκάρι εκκρίνει το κέλυφος του.

Κεφάλαιο 1ο: εισαγωγή στη βιομιμητική

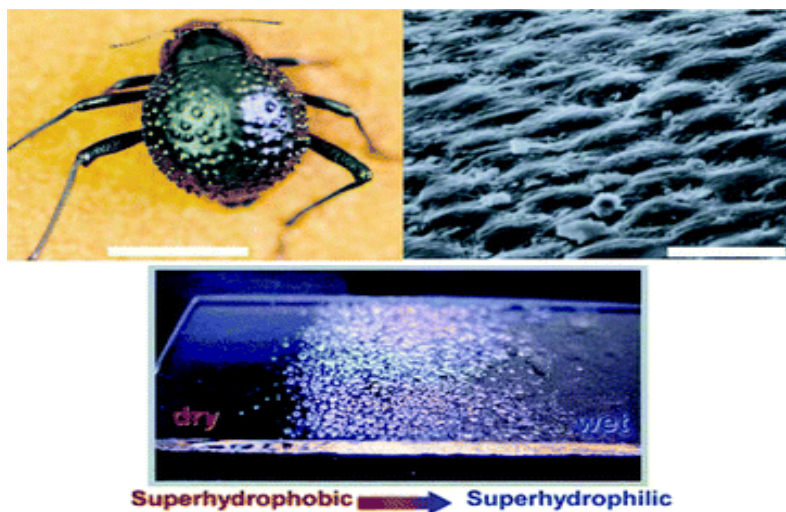
1.1: εισαγωγικές έννοιες

Σαράντα πέντε εκατομμύρια χρόνια πριν, μια ατυχής μύγα κόλλησε στο χυμό κάποιου δέντρου και είχε ένα.... κολλώδες τέλος. Σήμερα, η ίδια μύγα είναι υπεύθυνη για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε ηλιακά κύτταρα. Με τη μελέτη του ματιού της μύγας, οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει ένα νέο είδος υλικού για τη σύλληψη του φωτός.

Εν τω μεταξύ, στη Ναμίμπια, ένα ανυποψίαστο σκαθάρι της ερήμου έχει, εν αγνοία του, βοήσει τους αγρότες να ποτίζουν τα χωράφια και τα αεροδρόμιά να καθαρίζουν τους διαδρόμους από την ομίχλη. Όταν πέφτει ομίχλη σε όλη την έρημο της Ναμίμπια το σκαθάρι συλλέγει σταγονίδια ομίχλης στο ειδικά προσαρμοσμένο κέλυφος του. Τα σταγονίδια κυλούν κάτω στο στόμα του σκαθαριού, παρέχοντας του ένα έξυπνα κερδισμένο ποτό. Με τη μελέτη της δομής του κελύφους του σκαθαριού, οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει ένα συνθετικό υλικό που είναι επίσης σε θέση να καθαρίζει την ομίχλη.



Εικ.1.1: Ο μηχανισμός που χρησιμοποιεί η *stenocara* για να συλλέξει σταγόνες ομίχλης για να πιει.



Εικ.1.2: το σκαθάρι της ερήμου της Ναμίμπια και το υλικό που αναπτύχθηκε από το κέλυφός του.

Αυτές οι ανακαλύψεις είναι μόνο μερικά παραδείγματα από ένα συνεχώς αναπτυσσόμενο επιστημονικό πεδίο, που είναι γνωστό ως βιομημητική - αντιγραφή καλών σχεδίων από τη φύση. Όλο και περισσότεροι επιστήμονες και μηχανικοί συνειδητοποιούν ότι η φύση, με το όφελος των εκατομμυρίων ετών της εξέλιξης, κρατά το κλειδί για μερικές από τις καλύτερες ιδέες.

Και η φύση δεν έχει μόνο τις καλύτερες ιδέες, αλλά δεν σπαταλά τίποτα και χρησιμοποιεί ελάχιστη ενέργεια. Σε αντίθεση με τα ανθρώπινα εργοστάσια, η φύση συνήθως δε χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες ή πιέσεις για να κάνει τα περισσότερα από τα προϊόντα της, αλλά έχει βρει τρόπους να αξιοποιεί στο έπακρο ότι έχει διαθέσιμο.

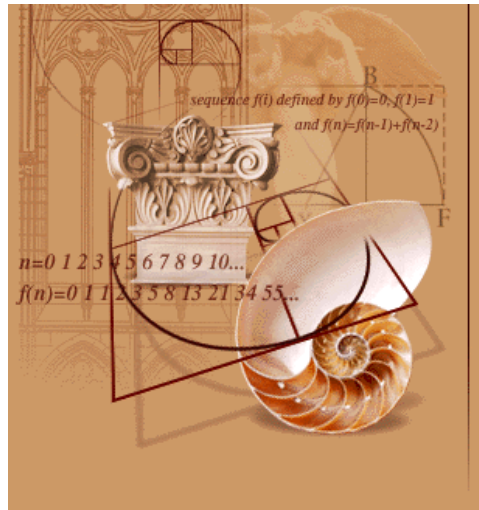
Άρα λοιπόν ποια είναι τα πιο ελπιδοφόρα βιομημητικά σχέδια; Τι θα γίνει στο μέλλον, όπου οι ιοί και τα βακτήρια μπορούν να εργάζονται στη γραμμή παραγωγής, δημιουργώντας από λαμπερά κραγιόν μέχρι εξειδικευμένο γυαλί. Μπορούμε άραγε να εκμεταλλευτούμε τη δύναμη της φύσης; [1]

1.1.1 Το περιεχόμενο της έννοιας

Κατά τα τελευταία 3,6 δισεκατομμύρια χρόνια, η φύση έχει περάσει από μια διαδικασία δοκιμής και λάθους για να βελτιώσει τους ζωντανούς οργανισμούς, τις διαδικασίες και τα υλικά στον πλανήτη Γη. Το αναδυόμενο πεδίο της βιομημητικής έχει δώσει αφορμή για νέες τεχνολογίες, που δημιουργήθηκαν από τη βιολογικά εμπνευσμένη μηχανική και εφαρμόζονται τόσο σε μεγάλη κλίμακα όσο και σε νανοκλίμακα. Η βιομημητική δεν είναι μια νέα ιδέα. Οι άνθρωποι αναζητούν στη φύση απαντήσεις όχι μόνο σε σύνθετα αλλά και απλά προβλήματα, σε όλη τη διάρκεια της ύπαρξής μας. Η φύση έχει λύσει πολλά από τα προβλήματα μηχανικής του σήμερα, όπως της υδροφοβικότητας, της αντίστασης του αέρα, της αυτο-οργάνωσης, και της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας μέσω των εξελικτικών μηχανισμών επιλογής πλεονεκτημάτων.

Βιομίμηση ή βιομημητική είναι η εξέταση της φύσης, των μοντέλων, των συστημάτων, των διαδικασιών, καθώς και στοιχείων για να μιμηθούμε ή να μας εμπνεύσουν για την επίλυση ανθρώπινων προβλημάτων. Ο όρος βιομίμηση και βιομημητική προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις βίος, που σημαίνει ζωή, και μίμηση, δηλαδή να μιμηθούν. Παρόμοιοι όροι περιλαμβάνονται στη βιονική. [2]

Αυτή η φαινομενικά νέα επιστήμη, βασίζει μεγάλο μέρος της στην έννοια του organicism. Η βασική ιδέα του organicism, να θεωρεί τη φύση πρότυπο, είναι από τις παλαιότερες και πιο θεμελιώδεις έννοιες της αισθητικής στη δυτική τέχνη κ την ιστορία της αρχιτεκτονικής. Από την αναγέννηση φαίνεται μια αδιάκοπη συνέχεια που επηρεάζει την αρχιτεκτονική σε εννοιολογικά και μεταφορικά επίπεδα. Όχι μόνο οι κλασικοί, αλλά και οι σύγχρονοι αρχιτέκτονες προσπάθησαν να μιμηθούν μορφές της φύσης στα σχέδια τους. Παρόλο που η επιρροή των κλασικών φιλόσοφων εξασθένησε κατά τη διάρκεια του Διαφωτισμού αλλά και αργότερα, η τάση για έκκληση προς τη φύση μόνο εντάθηκε.



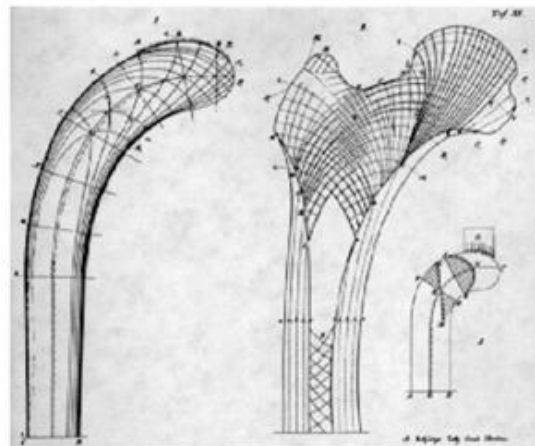
Εικ.1.3: Στην Αναγέννηση οι μαθηματικοί εμπνευσμένοι από τους αρχαίους Έλληνες και το σπειροειδές κοχύλι, κατέληξαν στη σειρά Fibonacci και την έννοια της χρυσής τομής που χρησιμοποιήθηκε πολύ στην τέχνη της εποχής.

Η βασική ιδέα του βιομορφισμού, της βιομιμητικής, της βιονικής, του organicism στην αρχιτεκτονική είναι να λάβει τη φύση ως πρότυπο. Αυτό αποτελεί μια από τις πιο παλιές και θεμελιώδεις έννοιες αισθητικής στη δυτική τέχνη και στην αρχιτεκτονική θεωρία. Από την Αναγέννηση έχει δείξει μια αδιάκοπη συνέχεια, που επηρεάζει την αρχιτεκτονική τόσο σε εννοιολογικό όσο και σε μεταφορικό επίπεδο. Όπως το 1747, ο Γάλλος φιλόσοφος και γνώστης της αισθητικής Charles Batteux έθεσε σα βάση, ακόμα και στις καλές τέχνες, μια ενιαία αρχή, αυτή του *ars imitator naturam*.

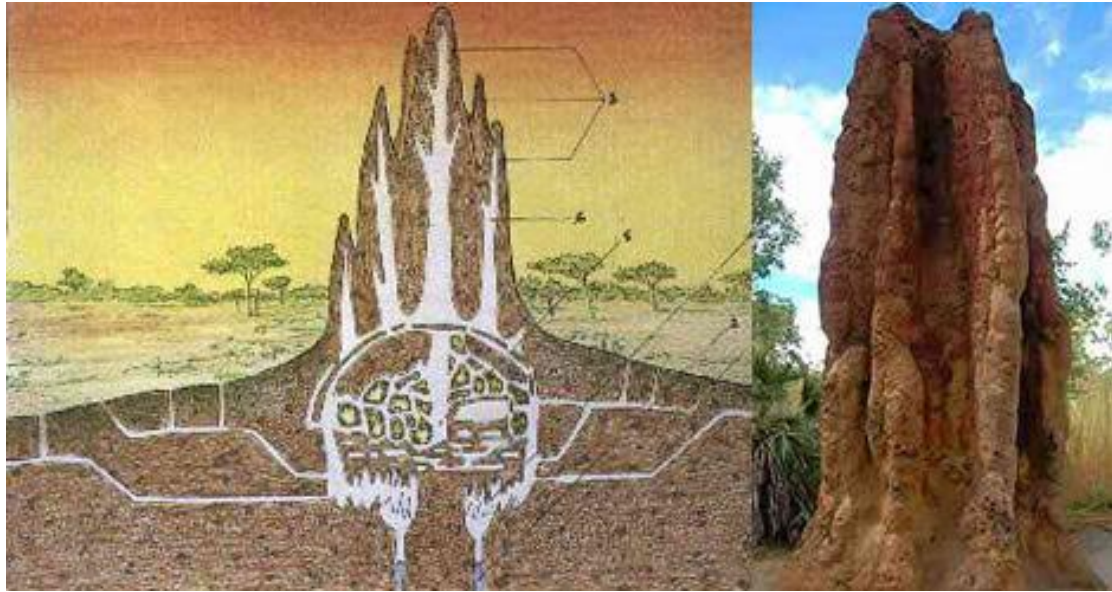
Η Αριστοτελική θεωρία της οργανικής μορφής, όπως ορίζεται από τους Friedrich Schlegel και Samuel Taylor Coleridge, σημαίνει ότι η εξέλιξη της εσωτερικής ουσίας ενός όντος, είναι η πηγή της αξίας και πως οποιαδήποτε εξωτερική επιρροή θα μπορούσε μόνο να είναι επιβλαβής. Ο Αριστοτέλης δε διστάζει να το δικαιολογήσει με το εξής παράδειγμα, ότι «αν η κίνηση της ψυχής δεν είναι η ουσία του, τότε η κίνηση της ψυχής πρέπει να είναι αντίθετη της φύσης του». Αυτή η πλευρά του organicism προσφέρει λειτουργικότητα και φυσικά οδηγεί το ενδιαφέρον σε ζωομορφικές στρατηγικές, στη λαϊκή παράδοση και σχεδιασμό με βάση τον χρήστη, κάτι που έχει διερευνηθεί από πολλούς αρχιτέκτονες τις τελευταίες δεκαετίες. Αποτελεί επίσης τη βάση για πιο πρόσφατα πρωτοποριακά σενάρια όπως το «θάνατο του συγγραφέα» που επαναπροσδιορίζει το ρόλο του αρχιτέκτονα και παρέχει ένα φιλοσοφικό θεμέλιο για τις σύγχρονες μεθόδους σχεδιασμού. [3]

1.1.2: αντί ορισμού

Βιομίμηση σημαίνει στην κυριολεξία τη μίμηση της ζωής. Ο Συνδυασμός των ελληνικών ριζών βίος, η ζωή, και μίμηση, προκαλεί τον όρο. Ο Vogel σημειώνει ότι η ανθρωπότητα κοίταξε να μιμηθεί, να αντιγράψει και γενικά να εμπνευστεί από τη φύση για να καθοδηγηθεί στην καινοτομία μέσα από το παρελθόν. Δηλώνει ότι (1) η αντίληψη «ανωτερότητας," της φύσης (2) η συγγένεια με τη φύση, και (3) οι υποσχέσεις για πλεονεκτήματα σε θέματα οικονομικά, στρατιωτικά ή υγείας έδωσαν κίνητρο για προηγούμενες στροφές στον φυσικό κόσμο προς αναζήτηση της καινοτομίας. Από την αρχιτεκτονική μέσω της βίο-ρομποτικής στην υλική επιστήμη και τη χημεία, η μίμηση της ζωής και παρείχε και συνεχίζει να παρέχει νέες γνώσεις σχετικά με τα προβλήματα μηχανικής. Η δομή των οστών του ανθρώπινου σώματος επηρέασε το σχεδιασμό του πύργου του Άιφελ [εικ.1.4]. Ένας ουρανοξύστης με ένα σύστημα εξαερισμού εμπνευσμένο από ένα ανάχωμα τερμιτών, διατηρεί μια "ενιαία δροσιά" στο εσωτερικό, εξοικονομώντας παράλληλα το 90% του κόστους ενός αντιστοίχου συμβατικά κλιματιζόμενου κτιρίου [εικ.1.5]. Θηλαστικά, ερπετά, έντομα και άλλα είδη οργανισμών ενέπνευσαν για πάνω από 30 χρόνια έρευνες ρομποτικής σχετικά με τους χειριστές, συσκευές σύλληψης και κίνησης. Η παραμόρφωση των φτερών των πουλιών ενέπνευσε το σύστημα ελέγχου της Flyer Wright. Η γεωμετρία του πρόσθιου άκρου του πτερύγιου της Μεγάπτερης φάλαινας, συνέβαλε στην αύξηση της ανύψωσης και μείωση της αντίσταση στην αεροδυναμική σήραγγα σε δοκιμές μοντέλων.



Εικ.1.4: Η κατασκευή του πύργου του Eiffel επηρεάζεται από τη δομή των οστών.



Εικ.1.5: Σύστημα εξαερισμού των αναχωμάτων των τερμιτών

Ο τεχνητός κόσμος, υποστηρίζουν όλο και περισσότεροι, θα μπορούσε να ωφεληθεί από την καθοδήγηση της φύσης λαμβάνοντας επίσης υπ' όψιν και το περιβάλλον. Ας σκεφτούμε λοιπόν τη Βιομίμηση ως μια προσέγγιση που διατηρεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα μέσω της καινοτομίας, ενώ κατευθύνει τους μηχανικούς προς ευνοϊκά για το περιβάλλον σχέδια. [4]

1.1.3 γιατί βιομιμητική?

Υπάρχουν, λοιπόν, ακόμα κάποιοι που αναρωτιούνται, γιατί πρέπει να στραφούμε στη βιομίμηση; Η φύση είναι μια ιδιοφυΐα. Για να επιβιώσει, η φύση πρέπει να λύσει πολλά προβλήματα. Η εξελικτική επιβίωση του ισχυρότερου κάνει τα ζώα, τα φυτά και τα μικρόβια, τους αυθεντικούς και τέλειους μηχανικούς. Έχουν ήδη βρει τι λειτουργεί, τι είναι κατάλληλο, και το πιο σημαντικό, έχουν βρει αυτό που μπορεί να έχει διάρκεια εδώ στη Γη.

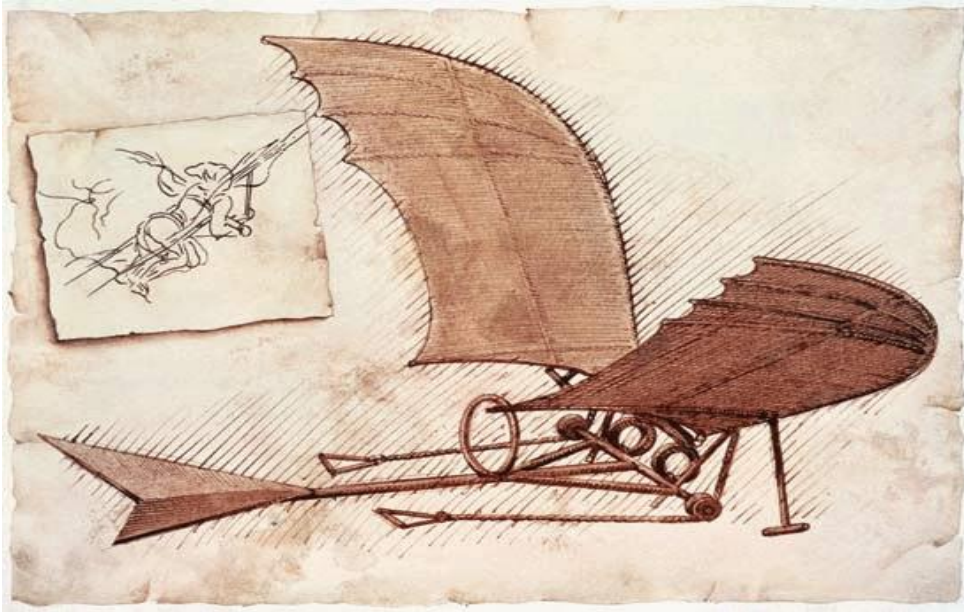
Ήδη μαθαίνουμε από τη φύση, για παράδειγμα, πώς να αξιοποιήσουμε την ενέργεια σαν ένα φύλλο, να καλλιεργήσουμε τρόφιμα όπως ένα λιβάδι, να κατασκευάσουμε κεραμικά όπως τα όστρακα της θάλασσας, να αποθεραπευτούμε σαν ένας χιμπατζής, να δημιουργήσουμε χρωματισμούς όπως το παγώνι και να διευθύνουμε μια επιχείρηση σαν ένα δάσος. Η συνειδητή αφομοίωση της ιδιοφυΐας της ζωής είναι μια στρατηγική επιβίωσης για το ανθρώπινο γένος, μια πορεία προς ένα βιώσιμο μέλλον. Όσο περισσότερο λειτουργεί ο κόσμος μας, όπως ο φυσικός κόσμος, τόσο πιο πιθανό είναι να αντέξουμε/διαρκέσουμε σε αυτό το σπίτι που είναι και δικό μας, αλλά όχι μόνο δικό μας. [5]

1.2 Ιστορικές καταβολές και σημερινή αναγκαιότητα

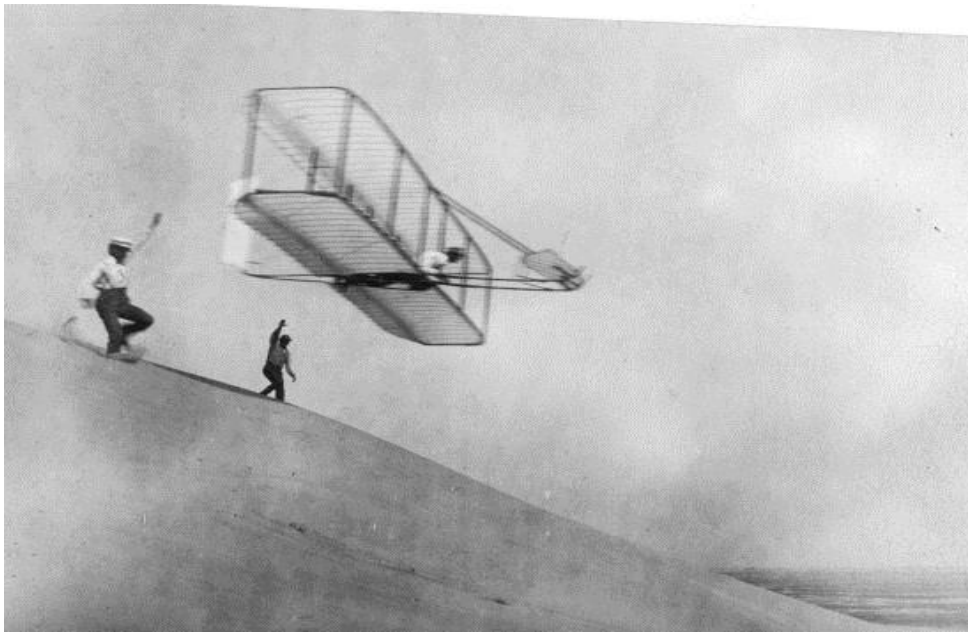
1.2.1 Η απαρχή και ιστορική αναδρομή

Ένα σαφές σημείο εκκίνησης στο χρόνο για τη βιομιμητική δεν μπορεί να οριστεί. Έμπνευση από τη φύση στην αρχιτεκτονική υπήρχε κάθε στιγμή. Οι πρώτες ανθρώπινες κατοικίες ήταν φυσικά καταφύγια, και αρχέτυπα, όπως οι σπηλιές και τα δέντρα που έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως μοντέλα για αρχιτεκτονικό σχεδιασμό σε όλη την ιστορία. Βιομορφικά σχέδια που μιμούνται τις τυπικές μορφές των βιολογικών μοντέλων χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς σε πολλά αρχιτεκτονικά στυλ. Φυσικά υλικά χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευάσουν καταφύγια και σπίτια, και εφευρέθηκαν τεχνολογίες για τη συγκομιδή και την επεξεργασία υλικών και αναπτύσσονται συνεχώς περαιτέρω μέχρι σήμερα. Η τεχνολογία είναι από τις κύριες κινητήριες δυνάμεις στην αρχιτεκτονική εξέλιξη. Η επίσημη μεταφορά των κατασκευών από εφήμερα οικοδομικά υλικά σε ανθεκτικά, όπως η πέτρα, είναι ένα πολύ γνωστό φαινόμενο στην ιστορία της αρχιτεκτονικής, και είναι μια πηγή πληροφοριών σχετικά με την ιστορία της κτιριακής τεχνολογίας. Σε αιγυπτιακούς ναούς, αναλογίες και μορφές σχετικές με τα φυτά, τα οποία βρέθηκαν σε λίθινες στήλες, δείχνουν τη χρήση του καλαμιού και δέσμες από κορμούς φοινίκων ως δομικά στοιχεία. Αυτό και πολλά άλλα παραδείγματα αναφέρονται σε συμβολική καθώς και πρακτική χρήση των μοντέλων της φύσης.

Ένα από τα πρώτα παραδείγματα της βιομίμησης ήταν η μελέτη των πουλιών ώστε να καταστεί δυνατή η ανθρώπινη πτήση. Η ιδιοφυΐα της Αναγέννησης Leonardo da Vinci (1452-1519), παρόλο που ποτέ δεν κατάφερε να δημιουργήσει μια «ιπτάμενη μηχανή», ήταν ένας ένθερμος παρατηρητής της ανατομίας και των πτηνών, και έκανε πολλές σημειώσεις και σκίτσα από τις παρατηρήσεις του, καθώς και σκίτσα "ιπτάμενων μηχανών" [εικ.1.6]. Χάρη σε αυτό συχνά θεωρείται ο πρώτος χρήστης της βιομιμητικής. Οι αδελφοί Wright, οι οποίοι κατάφεραν να πετάξουν το πρώτο αεροσκάφος το 1903, εμπνεύστηκαν από παρατηρήσεις των περιστερών κατά την πτήση [εικ.1.7].

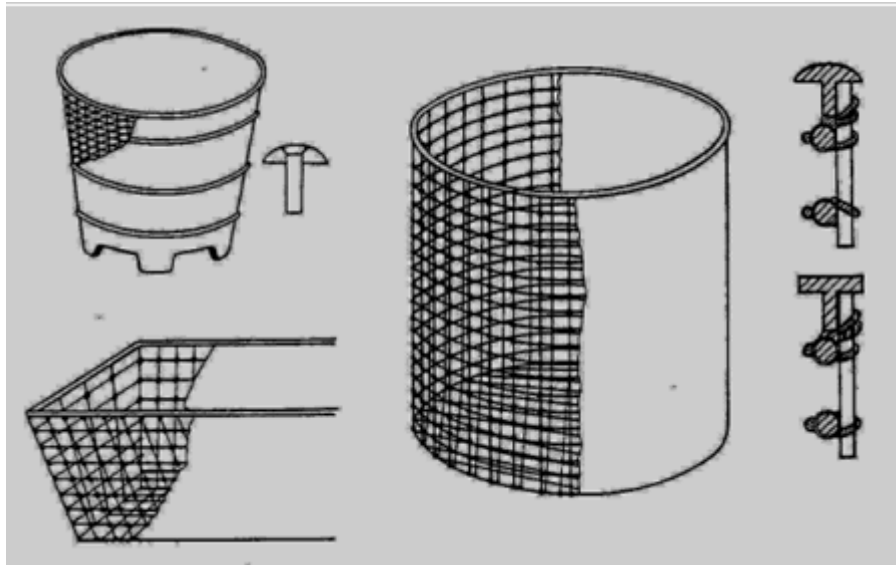


Εικ.1.6: Σχέδιο ιπτάμενης μηχανής του Leonardo Da Vinci



Εικ.1.7: Η πρώτη ιπτάμενη μηχανή από τους αδελφούς Wright

Η ιστορική ανάλυση των ευρεσιτεχνιών που προέρχονταν από φυσικά μοντέλα αποκάλυψαν ότι το οπλισμένο σκυρόδεμα, ένα από τα πιο κοινά σύγχρονα οικοδομικά υλικά, επινοήθηκε από το γάλλο κηπουρός Joseph Monier. αφού παρατήρησε την δομή των ινών και την ενίσχυση των ιστών, των σάπιων μέρων της φραγκοσυκιάς, Πειραματίστηκε με συρματοπλέγμα για να κάνει γλάστρες πιο ανθεκτικές [εικ.1.8]. Αυτή η μεγάλης επιρροής βιομηχανική εφεύρεση επέτρεψε σε αρχιτέκτονες και σχεδιαστές του περασμένου αιώνα να επεξεργαστούν τη φύση.



Εικ.1.8: Σχέδια του Joseph Monier για να αυξήσει την ανθεκτικότητα των γλαστρών.

Ο Otto Schmitt, ένας Αμερικανός ακαδημαϊκός και εφευρέτης, επινόησε τον όρο βιομιμητική για να περιγράψει τη μεταφορά των ιδεών από τη βιολογία στην τεχνολογία. Ο όρος βιομιμητική εγγράφεται το Λεξικό Webster's το 1974 και ορίζεται ως «η μελέτη του σχηματισμού, της δομής, ή της λειτουργίας βιολογικά παραγόμενων ουσιών και υλικών (όπως τα ένζυμα ή μετάξι) και βιολογικών μηχανισμών και διεργασιών (όπως σύνθεση πρωτεΐνης ή φωτοσύνθεση) ειδικά με σκοπό τη σύνθεση με τεχνητούς μηχανισμούς προϊόντων που μιμούνται τα φυσικά ».

Το 1960, επινοήθηκε ο όρος βιονική από τον ψυχίατρο και μηχανικό Jack Steele που σημαίνει "η επιστήμη των συστημάτων που έχουν κάποια λειτουργία αντιγραμμένη από τη φύση». Η Βιονική μπήκε στο λεξικό Webster το 1960 ως «μια επιστήμη ασχολείται με την εφαρμογή δεδομένων, σχετικών με λειτουργίες βιολογικών συστημάτων, στην επίλυση προβλημάτων μηχανικής ". Ο όρος βιονικό, αργότερα, συνδέθηκε με «τη χρήση της ηλεκτρονικής λειτουργίας τεχνητών μελών του σώματος» και «στο να υπάρχουν αυξημένες οι συνηθισμένες ανθρώπινες δυνάμεις με τη βοήθεια αυτών των συσκευών». Επειδή ο όρος βιονικό συνδέθηκε με τις υπερφυσικές δυνάμεις, η επιστημονική κοινότητα των αγγλόφωνων χώρων τον εγκατέλειψαν σε μεγάλο βαθμό. [6]

Ο όρος Βιομίμηση εμφανίστηκε ήδη από το 1982 . Η Βιομίμηση διαδόθηκε από την επιστήμονα και συγγραφέα Benyus Janine το 1997 στο βιβλίο της «Βιομίμηση: Καινοτομία εμπνευσμένα από τη φύση». Βιομίμηση ορίζεται στο βιβλίο η «νέα επιστήμη που μελετά τα μοντέλα της φύσης και στη συνέχεια τα μιμείται ή εμπνέεται από αυτά τα σχέδια και τις διαδικασίες για την επίλυση ανθρώπινων προβλημάτων». Η Benyus προτείνει να μελετήσουμε τη Φύση ως ένα "μοντέλο, μέτρο, και μέντορα» και τονίζει τη βιωσιμότητα ως στόχο της Βιομίμηση. [2]

Όπως και στο τωρινό πρωτοποριακό ρεύμα, αρχιτέκτονες του παρελθόντος κατέφυγαν σε συζητήσεις για τη φιλοσοφία και τις φυσικές επιστήμες ώστε να αναπτύξουν

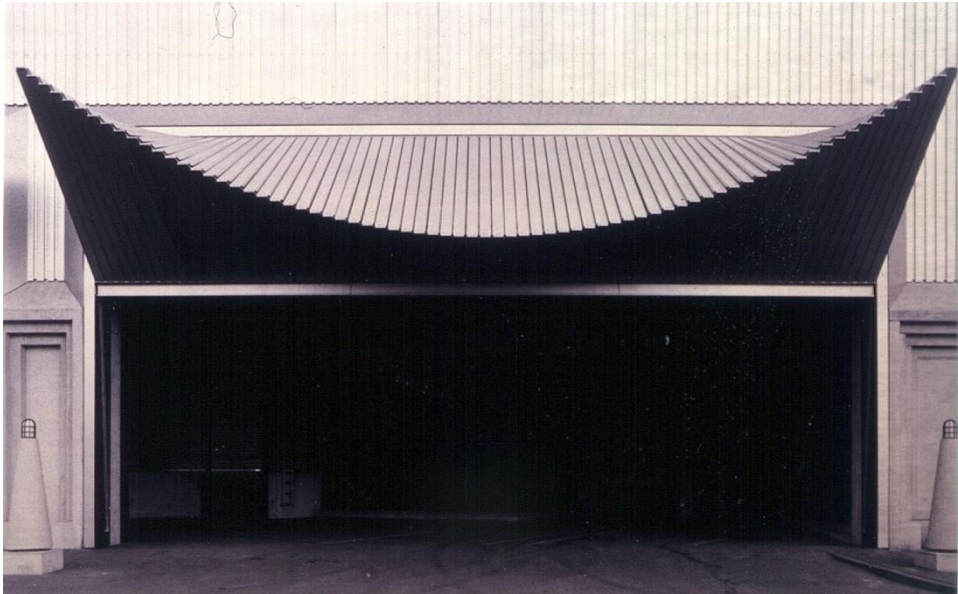
νέες στρατηγικές σχεδιασμού. Στην αρχιτεκτονική, οι έννοιες του organicism οδήγησαν στη μάλλον πλατωνική μίμηση των φυσικών μορφών. Ο Καλλίμαχος, ο υποτιθέμενος εφευρέτης του κορινθιακού ρυθμού, θεωρείται ότι σχεδίασε μια χάλκινη καμινάδα, με τη μορφή ενός φοίνικα στο Ερέχθειο. Η εφαρμογή των φυτικών και ζωικών σχημάτων ως στολίδια, αποτελεί ίσως την πιο προφανή περίπτωση της αρχιτεκτονικής που μιμείται τη φύση, αλλά δεν ήταν πάντα περιορισμένη σε μικρές λεπτομέρειες. Ο Claude-Nicolas Ledoux σχεδίασε μια γαλακτοκομική μονάδα με τη μορφή μιας αγελάδας (1790). Αργότερα ο Herb Greene έχτισε το εξοχικό του σε ένα σχήμα που θυμίζει ένα βουβάλι (1960) και ο Imre Makovecz έδωσε στους φεγγίτες των κτιρίων του βλεφαρίδες (1982) [εικ.1.9].



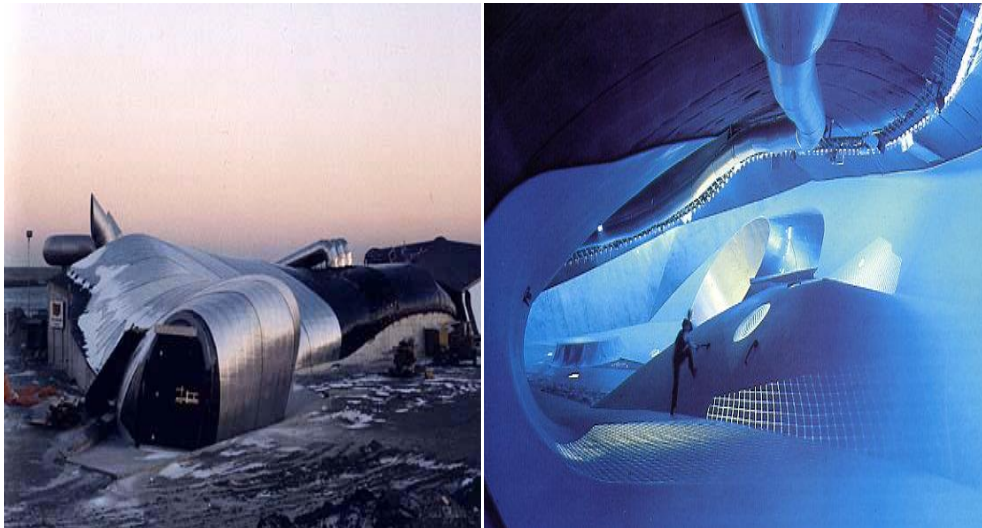
Εικ.1.9: Το κτίριο με βλεφαρίδες του Imre Makovecz

Παρόλο που η σύγχρονοι λειτουργικοί αρχιτέκτονες απορρίπτουν στολίδια φυσιολατρικά, αυτά εξακολουθούν να βρίσκονται στη φύση ως "αιώνιο παράδειγμα για κάθε ανθρώπινο δημιούργημα," σημειώνει ο Walter Gropius. Όχι μόνο για τον Frank Lloyd Wright, αλλά και για τον αιώνιο εχθρό του Le Corbusier, η Μητέρα Φύση ήταν ο "μεγάλος αιώνιος δάσκαλος».

Ωστόσο, τα πιο πρόσφατα σχέδια του Frank Gehry, Future Systems, Renzo Piano, και άλλων δείχνουν επίσης έντονη συγγένεια με τις δομές των φυσικών οργανισμών. ο Σαντιάγο Καλατράβα και ο Nicholas Grimshaw, για παράδειγμα, σχεδίασαν εκφραστικούς σκελετούς που διπλώνουν και λυγίζουν σαν τα μέρη του σώματος, όπως μπορεί να δει κανείς και στην πόρτα του γκαράζ Καλατράβα που διπλώνει σαν ένα βλέφαρο [εικ.1.10]. Ακόμη πιο σαφές μπορεί να είναι το σχήμα του H2O Pavillon των αρχιτεκτόνων Nox και Oosterhuis, που παραπέμπει σε κλώνο φάλαινας, ενώ το εσωτερικό του δίνει την ψευδαίσθηση της ρευστότητας ενός εικονικού [εικ.1.11]. [3]



Εικ.1.10: Πόρτα garage που διπλώνει σαν βλέφαρο, Santiago Calatrava

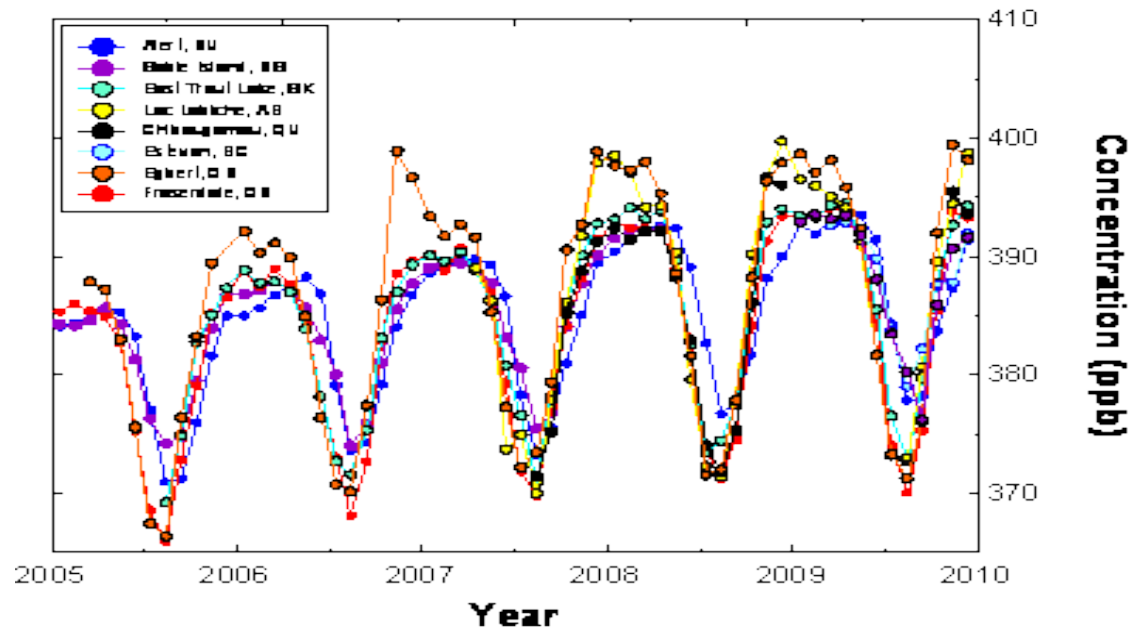


Εικ.1.11: Το κτίριο H2O σχεδιασμένο σαν φάλαινα

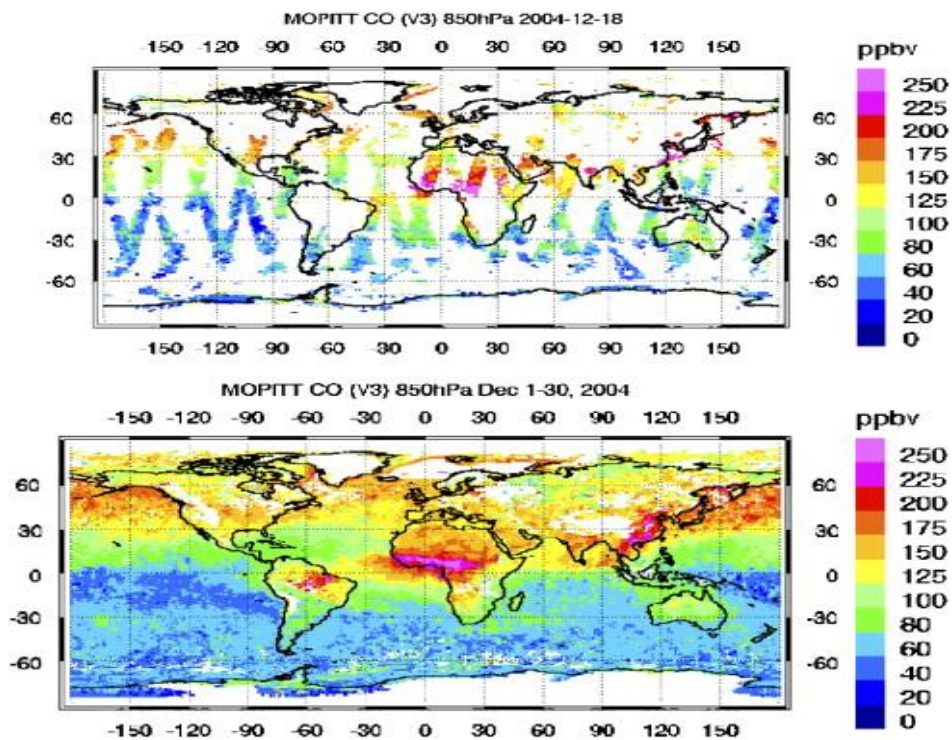
1.2.2 Ποιες εξελίξεις μας οδηγούν εκεί και πως

Το επάγγελμα του αρχιτέκτονα βρίσκεται σε μια κρίσιμη καμπή της ιστορίας του όσον αφορά στη μείωση των επιπτώσεών του στο φυσικό περιβάλλον. Η σύγχρονη τεχνολογία αποκαλύπτει αυτές τις επιπτώσεις. Μια πραγματικότητα που έγινε αντιληπτή από δορυφορικές εικόνες, εξελιγμένο εξοπλισμό μέτρησης και ισχυρά μικροσκόπια φανερώνει μια νέα πρόκληση στην οποία οι αρχιτέκτονες πρέπει να ανταποκριθούν. Οι άνθρωποι μπορούν πια να δουν και να μετρήσουν το μέγεθος των αρνητικών επιπτώσεων που έχουν τα κτίρια σε τομείς όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η μόλυνση του νερού, εξόρυξη των φυσικών υλικών και τη συσσώρευση απορριμμάτων. Ωστόσο, υπάρχει ελπίδα. Είτε λέγεται πράσινη, οικολογική, περιβαλλοντική, βιώσιμη ή κοινή λογική σχεδιασμού, οι

αρχιτέκτονες βλέπουν αυτή την πρόκληση ως μια μεγάλη ευκαιρία. Κάτι στο οποίο ακόμα και κατασκευαστές προϊόντων ανταποκρίνονται. Ανακυκλωμένα υλικά, χαμηλής εκπομπής τζάμια, εξαρτήματα εξοικονόμησης νερού, συσκευές φωτισμού υψηλής ενεργειακής απόδοσης και ανακλαστικές στέγες αρχίζουν καταλαμβάνουν όλο και μεγαλύτερο έδαφος στην αρχιτεκτονική βιομηχανία. [7]



Εικ.1.12: Μετρήσεις διοξειδίου του άνθρακα σε οκτώ σταθμούς του Καναδά.



Εικ.1.13: Μετρήσεις της μόλυνσης στην τροπόσφαιρα.

Η δίψα της ανθρωπότητας για ενέργεια έχει αυξηθεί εξαιρετικά από τη βιομηχανική επανάσταση και μετά, ιδιαίτερα μετά την συνειδητοποίηση των τεράστιων οφελών της ηλεκτρικής ενέργειας που οδήγησε στην κατασκευή των πρώτων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατά το τελευταίο τρίμηνο του δέκατου ένατου αιώνα. Η μηχανοκίνητη μεταφορά προστίθεται στην ήδη μεγάλη έκρηξη που γίνεται στη χρήση της ενέργειας στις αρχές του εικοστού αιώνα, που ήδη τροφοδοτείται από την ανακάλυψη της τεράστιας δυνατότητας του πετρελαίου, το οποίο συνοδεύεται από την ανακάλυψη των πλεονεκτημάτων του φυσικού και τεχνητού αερίου.

Οι πηγές, και οι εκπομπές, επιπτώσεις αυτής της ταχέως διευρυνόμενης χρήσης της ενέργειας αγνοήθηκαν για τα τρία τέταρτα του αιώνα. Το ενδεχόμενο της Νέμεσης στη χρήση της ενέργειας και την εξάντληση των πόρων, όπως και σε πολλές άλλες πτυχές της ανθρώπινης δραστηριότητας, ήρθε στο φως πολύ καθαρά στην έκθεση «τα όρια της ανάπτυξης», που δημοσιεύθηκε το 1972. Η συνειδητοποίηση του βαθμού εξάρτησης του αναπτυσσόμενου κόσμου, ιδίως, από τη διαθεσιμότητα και την τιμή της ενέργειας πραγματοποιήθηκε περίπου την ίδια ώρα που εφαρμόζονται και τα εμπόδια πετρελαίου από κάποια έθνη που τα προμηθεύουν, το 1973 και το 1974. οι πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970 ενισχύουν την ανησυχία για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της παραγωγής ενέργειας, εφόσον εξαρτάται από τα ορυκτά καύσιμα, αλλά αυτό ήταν περισσότερο από ανησυχία για τις τιμές και την ασφάλεια του εφοδιασμού και όχι από οποιονδήποτε επιθυμία για διατήρηση του περιβάλλοντος με αποτέλεσμα την εμφάνιση όλων των προβλημάτων που έχουμε να αντιμετωπίσουμε σήμερα.

- Υποβάθμιση των φυσικών πόρων

Εδώ και αρκετές δεκαετίες, οι ειδικοί έχουν τεθεί σε επιφυλακή ώστε να αντιμετωπίσουν μη αναστρέψιμες βλάβες για τον πλανήτη και τους ανθρώπους. Αυτές συνδέονται με τέσσερα σημαντικά φαινόμενα :

1. Ταχεία αύξηση του πληθυσμού
2. Σπάταλη των πρώτων υλών και αποθεμάτων των φυσικών πόρων ενεργείας
3. Υποβάθμιση του αέρα του νερού και του εδάφους
4. Αύξηση του όγκου των απορριμμάτων

Από το 1900 έως το 2000 ο πληθυσμός της γης από 1,5 δισεκατομμύριο έφτασε να ξεπεράσει τα 6. Αυτό το γεγονός θέτει μεταξύ άλλων το πρόβλημα της διατροφής, της κατοικίας και τις ποιότητας ζωής. Την ίδια στιγμή η χρήση των πρώτων υλών και των πηγών ορυκτών καυσίμων έχει σημειώσει προοδευτική αύξηση που βραχυπρόθεσμα θέτει σε κίνδυνο την ανάπτυξη των μελλοντικών γενεών, αφού αναμένεται εξάντληση των πηγών σε 50-200 έτη. Η υποβάθμιση της ποιότητας του γλυκού νερού και του αέρα στις αστικές ζώνες θέτει σε κίνδυνο την υγεία του πληθυσμού. Τα απορρίμματα σε αυτές τις περιοχές γειμίζουν τις πόλεις και τις πεδιάδες και μολύνουν τα εδάφη φέροντας ολέθριες συνέπειες στην αγροτική παράγωγη και ποιότητα των τροφίμων.



Εικ.1.14: Μολυσμένη ακτή στον Ινδικό ωκεανό

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναγνωρίστηκε επισήμως ως πρόβλημα το 1988 με τη δημιουργία της διακυβερνητικής ομάδας για την αλλαγή του κλίματος (IPCC). Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ουσιαστικά καλοήθες, και χρησιμεύει στη διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας, εξισορροπώντας την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία με τις απώλειες ακτινοβολίας από τη γη με τέτοιο τρόπο ώστε να διατηρείται ό, τι γνωρίζουμε ως βιώσιμες θερμοκρασίες. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου που παράγονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα, έχουν διαταράξει αυτή την ισορροπία και είναι ευρέως γνωστό ότι είναι υπεύθυνες για τη σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας. Αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη θα οδηγήσει στην θερμική διαστολή των ωκεανών του πλανήτη και το λιώσιμο των πολικών πάγων, με αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας σε όλη την υδρόγειο [εικ.1.15]. Το αποτέλεσμα αυτού, σε ορισμένα μέρη του κόσμου, όπου ζουν μεγάλοι πληθυσμοί της γης με τοπογραφία πολύ κοντά στη στάθμη της θάλασσας, θα είναι καταστροφικό. Με την αλλαγή των ωκεάνιων ρευμάτων, τα οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη σταθεροποίηση των καιρικών συστημάτων, μπορεί να διαταραχτεί περαιτέρω το κλίμα. Μπορεί να υπάρχουν και επιπτώσεις στην ανάπτυξη των καλλιεργειών, καθώς και στην τοπογραφική κατανομή των παρασίτων και ασθενειών.

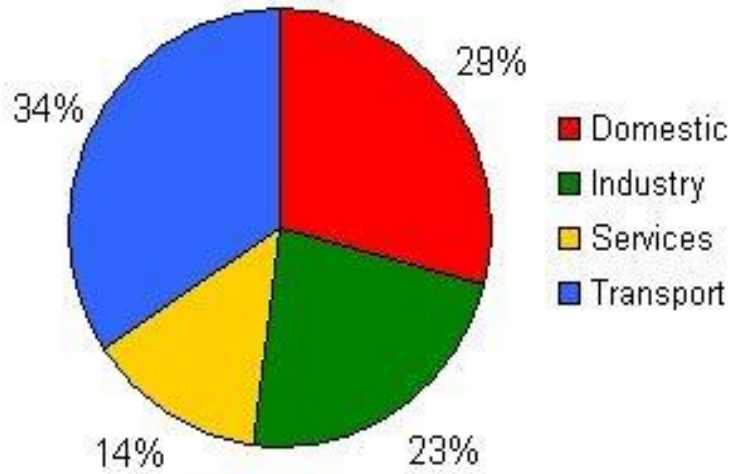


Εικ.1.15: Η αλλαγή της ακτογραμμής της Γροιλανδίας λόγω του λιώσιμου των πάγων.

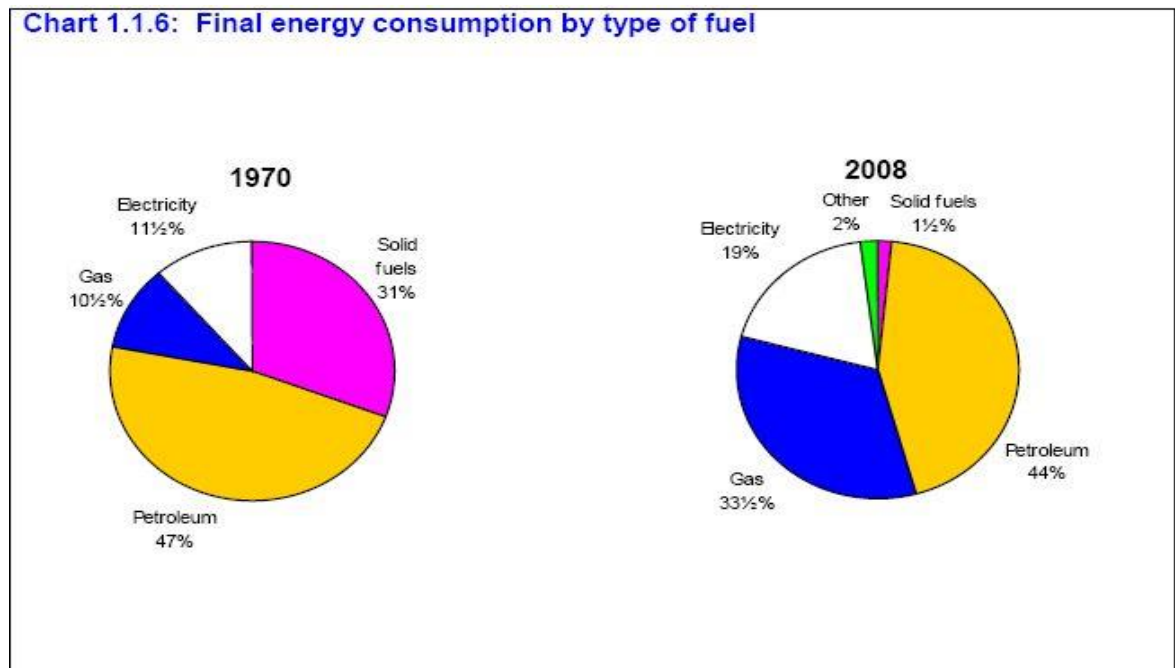
Η κύρια ανθρωπογενής πηγή των αερίων του θερμοκηπίου είναι η καύση των ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο. Η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού και με την ανάλογη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και των πόρων, την αύξηση της εκβιομηχάνισης και την εντατικοποίηση της γεωργίας επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το πρόβλημα επιβαρύνεται και από την καταστροφή των φίλτρων του διοξειδίου του άνθρακα, που προκαλούνται από την μαζική αποψίλωση, ιδιαίτερα στα τροπικά δάση. Πρόσφατα, ανησυχία σε σχέση με το κλίμα και το περιβάλλον έχει προκύψει μέσω της αυξημένης προσοχής στην παγκόσμια αειφόρο ανάπτυξη, η οποία αφορά σε σημαντικό βαθμό τα κτίρια και την ενέργεια.

Σχετικά πρόσφατα η κυβέρνηση της Αγγλίας πρότεινε μια τρίμερη προσέγγιση για τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Οι μεταφορές είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος καταναλωτής ενεργείας μετά τα κτίρια και μια ολοκληρωμένη στρατηγική για τις μεταφορές θεωρείται ουσιαστικής σημασίας για την επίτευξη των στόχων μείωσης [εικ.1.16]. Προτείνεται επίσης ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, καθώς και την αυξημένη χρήση συστημάτων συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, μπορεί να χρησιμεύσει στη μείωση των εκπομπών από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μέχρι σήμερα κυριαρχείται από τη σχετικά αναποτελεσματική καύση των ορυκτών καυσίμων [εικ.1.17]. Τέλος, υπάρχει η πεποίθηση ότι η επέκταση του προγράμματος ενεργειακής απόδοσης της κυβέρνησης θα συμβάλει σημαντικά στη μείωση της αλόγιστης κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Έχει υπολογιστεί ότι τα κτίρια μπορούν να συμβάλλουν κατά το ένα τρίτο στη συνολική στοχευόμενη μείωση. Μια από τις πιο σημαντικές εισφορές μπορούν να κάνουν τα κτίρια για το περιβάλλον είναι να μειώσουν την εξάρτησή τους από την κατανάλωση των μη ανανεώσιμων πόρων, μέσω

της πιο αποτελεσματικής χρήσης της ενέργειας, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη συντήρησή τους. [8]



Εικ.1.16: Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στους χρήστες (Αγγλία, 2010)



Εικ.1.17: Κατανάλωση ενέργειας ανά είδος στην Αγγλία.

1.2.3 Συσχέτιση Φυσικής και Μηχανικής Μορφής

Το τεχνητό περιβάλλον, που δημιούργησαν οι άνθρωποι, θεωρείται όλο και περισσότερο υπεύθυνο για παγκόσμια περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα λόγω των τεράστιων ποσοστών σπατάλης, σε χρήση υλικών και ενέργειας, και της εκπομπής αέριων του θερμοκηπίου (Doughty and Hammond, 2004) [εικ.1.18]. Η ανάγκη για αλλαγή στον τρόπο δημιουργίας και διατήρησης του τεχνητού περιβάλλοντος γίνεται όλο και πιο φανερή [εικ.1.19]. Η μίμηση της ζωής και της φύσης, συμπεριλαμβανομένου των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ζωντανών οργανισμών που αποτελούν το οικοσύστημα, αποτελεί τόσο ένα έτοιμο διαθέσιμο παράδειγμα, απ' το οποίο μπορούν οι άνθρωποι να διδαχτούν, όσο και μια πολλά υποσχόμενη προοπτική για το μέλλον του οικιστικού περιβάλλοντος. Αυτό θα τους δώσει τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν με τους υπόλοιπους ζωντανούς οργανισμούς που ζουν στο ίδιο περιβάλλον με ένα αμοιβαία επωφέλη τρόπο. Η χρήση ενός πλαισίου, μπορεί να διευκολύνει ακόμα περισσότερο τη διαδικασία, με το να διακριθούν και να κατηγοριοποιηθούν τα διάφορα είδη οργανισμών και να επιτευχθούν έτσι πιο αποτελεσματικά οι αναγεννητικές αλληλεπιδράσεις τους. Ακόμα δεν έχει δοκιμαστεί κάτι σε κατασκευαστική μορφή που να μπορεί να μιμείται τον τρόπο που επιβιώνει και αναγεννάτε ένα οικοσύστημα.



Εικ.1.18: Κατασκευασμένο οικιστικό περιβάλλον

Αυτή η συζήτηση μπορεί να είναι σε θεωρητικό επίπεδο, προς το παρόν ,με πολλές ιδέες που σχετίζονται με το συνδυασμό της αρχιτεκτονικής και της βιομίμησης του οικοσυστήματος, έχει όμως πολλές δυνατότητες να μετασχηματίσει θετικά την περιβαλλοντική απόδοση του δομημένου περιβάλλοντος. Αυτό μπορεί να ενισχυθεί ακόμα περισσότερο αν περιληφθεί ένα σύστημα, που βασίζεται στη μίμηση των λειτουργιών της φύσης, στις παραμέτρους του αρχικού σχεδιασμού και χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς καθ' όλη τη διάρκεια της υλοποίησης του έργου.



Εικ.1.19: Μία αντίληψη για τα κτίρια του μέλλοντος

Σύμφωνα με τις αρχές της βιομιμητικής, που μιμούνται τις δομές των ζωντανών συστημάτων, δέχονται ένα σημαντικό πλήγμα οι επιστήμονες που υποστηρίζουν τη θεωρία της εξέλιξης. Σύμφωνα με αυτούς, είναι εντελώς απαράδεκτο για τους ανθρώπους-που θεωρητικά βρίσκονται στην υψηλότερη βαθμίδα της εξελικτικής κλίμακας-να προσπαθούν να αντλήσουν έμπνευση (πολύ λιγότερο δε να μιμηθούν) από άλλα έμβια όντα τα οποία, υποτίθεται, είναι πολύ πιο πρωτόγονο από αυτούς.

Αν πιο προηγμένα έμβια όντα λαμβάνουν τα σχέδια των "πρωτόγονων" μοντέλων ως υπόδειγμα, αυτό σημαίνει ότι θα βασιζόμαστε ένα μεγάλο μέρος της μελλοντικής τεχνολογίας μας στη δομή «κατωτέρων» οργανισμών. Αυτό, με τη σειρά του, είναι μία θεμελιώδης παραβίαση της θεωρίας της εξέλιξης, της οποίας η λογική υποστηρίζει ότι τα έμβια όντα που ήταν πολύ πρωτόγονα για να προσαρμοστούν στην εξέλιξη του περιβάλλοντός τους σύντομα εξαφανίστηκαν, ενώ τα υπόλοιπα εξελίχθηκαν και πέτυχαν.[9]

Κατά τη διάρκεια της ζωής του πλανήτη, η συλλογή των διαδικασιών που εξημέρωσαν και διατηρήσαν οργανισμούς στην κάποτε εχθρική επιφάνεια της Γης πέρασε κρίσιμες δοκιμασίες ώστε να αντέξει στον χρόνο. Η λέξη "βιώσιμη" κυριολεκτικά σημαίνει ικανό να αντέξει. Η ζωή διαρκεί ήδη 3,85 δισεκατομμύρια χρόνια. Η Βιομίμηση, αν κάποιος επιστρέψει στις ρίζες της λέξης, είναι μια προσπάθεια να μιμηθεί τη ζωή. Είναι εύκολο, λοιπόν, να γίνει κατανοήσουν το ενδιαφέρον του μηχανικού για το περιβάλλον. Μαθαίνοντας τις μεθόδους με τις οποίες βιοτικά συστήματα έφτασαν σε περιβαλλοντικά βιώσιμη κατάσταση, μπορεί να επιτρέψει την δημιουργία βιώσιμων προϊόντων, διαδικασιών και συστημάτων.

Ωστόσο, υπάρχουν παραδείγματα που μας δείχνουν ότι δεν μπορεί κανείς να κινηθεί με αξιοπιστία σε αυτή την κατεύθυνση με αναγωγική μεταφορά τεχνολογίας και μόνο. Αντ' αυτού, μια πιο ολιστική προσέγγιση κρίνεται απαραίτητη. Οι Allen και Starr ορίζουν την ολιστική προσέγγιση ως: Μια περιγραφική και ερευνητική στρατηγική, η οποία επιδιώκει να βρει το μικρότερο αριθμό των επεξηγηματικών αρχών, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις ιδιότητες του συνόλου, σε αντίθεση με τις συμπεριφορές των απομονωμένων τμημάτων.



Εικ.1.20: Ψηφιακή βοτανική αρχιτεκτονική του Dennis Dollens

Λαμβάνοντας την αντοχή του βιοτικού συστήματος ως απόδειξη επιτυχίας, η ολιστική βιομίμηση γίνεται αντικείμενο αναζήτησης εφαρμογών και ερμηνευτικών αρχών στο πλαίσιο της μηχανικής. Η έρευνα περιλαμβάνει την προσεκτική παρατήρηση του βιοτικού συστήματος για τον εντοπισμό αρχών υπεύθυνων για την εγγενή του αειφορία. Η εφαρμογή περιλαμβάνει τη μετάφραση αυτών των αρχών σε έννοιες σημαντικές για τους μηχανικούς και την ενσωμάτωσή τους στο προϊόν, τη διαδικασία, την εγκατάσταση και σε άλλες δραστηριότητες σχεδιασμού.

Ο πίνακας 1 περιλαμβάνει μια λίστα με τις βιολογικές αρχές και περιγραφές, σε ορισμένες περιπτώσεις, που σχετίζονται με θέματα μηχανικής. Ο κατάλογος είναι προσαρμοσμένος από τους Benyus και Baumeister και αντιπροσωπεύει μια προσπάθεια να διατυπώσει «ευνοϊκές συνθήκες για τη ζωή». Κάθε ένα στοιχείο φέρει την ετικέτα ενός χαρακτηριστικού της ζωής. Τα στοιχεία του πίνακα 1 χρησιμεύουν ως σημείο εκκίνησης για την αναζήτηση αυτών των αρχών και τη μετάφρασή τους σε έννοιες της μηχανικής. [4]

Πίνακας 1: Περιγραφή των χαρακτηριστικών της ζωής και η συσχέτισή τους με τη μηχανική

#	Χαρακτηριστικά	Περιγραφή
1	Η ζωή αναπτύσσεται από τη βάση προς τα πάνω	Αυτή η κατασκευή αναφέρεται στην ικανότητα της ζωής να συγκεντρώνει υλικά και κατασκευές με το χειρισμό και την οργάνωση μεμονωμένων θεμελιωδών κτιριακών δομών. Δομικά στοιχεία όπως πρωτεΐνες ή ιόντα σε υδατικά διαλύματα, τυπικά αποτελούν μικρότερες κλίμακες από το τελικό υλικό ή δομή. Βιολογική στοιχεία για αυτό υπάρχει στη λειτουργία των κυττάρων, στην ιεραρχική οργάνωση των οργανισμών, καθώς και στη δομή του οικοσυστήματος.
2	Η ζωή ταιριάζει τη μορφή στη λειτουργία	Η αντιστοίχιση της μορφής στη λειτουργία αναφέρεται στη χρήση των περιορισμένων υλικών και της ενέργειας μόνο για τη δημιουργία δομών και την εκτέλεση μόνο των διαδικασιών που απαιτούνται για τις απαραίτητες λειτουργίες ενός οργανισμού σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Βιολογικά παραδείγματα για την αντιστοίχιση της μορφής στη λειτουργία υπάρχουν στις πρωτεΐνες, τα κύτταρα και μακροσκοπικά σε ζώα και φυτά.
3	Η ζωή εξαρτάται από το νερό	Η εξάρτηση από το νερό υπογραμμίζει την κυριαρχία της υδατικής χημείας (π.χ. το νερό ως διαλύτης) σε οργανισμούς. Υπογραμμίζει, επίσης, τη σημασία του νερού ως ρευστό εργασίας για φαινόμενα μεταφοράς, ακόμη και ως δομικό υλικό.
4	Η ζωή είναι κύκλος (διαδικασίες) και ανακύκλωση (υλικών πόρων)	Οι κυκλικές διαδικασίες αναφέρονται σε αλλαγές ως απόκριση σε περιορισμούς όπως ο κύκλος μέρας-νύχτας, εποχές και μακροπρόθεσμοι κύκλοι όπως η ξηρασία. Η ανακύκλωση αναφέρεται στην αποσύνθεση, την αναδιανομή και επαναχρησιμοποίηση της οργανικής ύλης. Και τα δύο αναγνωρίζονται ως κρίσιμα χαρακτηριστικά της βιόσφαιρας.
5	Η ζωή είναι τοπικά προσαρμοσμένη και πολυμήχανη.	Το πρώτο χαρακτηριστικό τονίζει την ικανότητα της ζωής να χρησιμοποιεί υλικά και ενέργεια που είναι διαθέσιμα εντός της εμβέλειάς της, όπως και το να αναγνωρίζει τις τοπικές συνθήκες. Αναγνωρίζει ότι οι τοπικές ελλείψεις δημιούργησαν εξελικτικές πιέσεις, που προώθησαν τη διατήρηση των οργανισμών με ποιο αποτελεσματική χρήση των τοπικών πόρων.
6	Η ζωή προσαρμόζεται και εξελίσσεται	Η προσαρμογή και η εξέλιξη επιτρέπει στους οργανισμούς να υπάρχουν εντός των περιορισμών που επιβάλλονται από το περιβάλλον τους. Η προσαρμογή αναφέρεται στη συμπεριφορά και τις υλικές αλλαγές που κάνουν οι οργανισμοί στη διάρκεια της ζωής τους. Για παράδειγμα, οι οργανισμοί μαθαίνουν να φεύγουν στο χαρακτηριστικό ήχο ενός αρπακτικού ζώου, και οι ρίζες των δέντρων μεγαλώνουν γύρω από βράχους για να φθάσουν στο υγρό έδαφος. Η εξέλιξη αναφέρεται σε πιο αργές, θεμελιώδης, γενετικές αλλαγές που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια πολλών γενεών. Και οι

		δύο αναγνωρίζονται ως χαρακτηριστικά της ζωής
7	Η ζωή συνυπάρχει σε ένα συνεργατικό πλαίσιο	Αυτό αναφέρεται στις ποικίλες αλληλεπιδράσεις που επηρεάζουν πληθυσμούς, διευκολύνουν τη μεταφορά πόρων, εξασφαλίζουν πλεόνασμα και γενικά τη διατήρηση της βιόσφαιρας.

1.3 ΠΕΔΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

1.3.1 Διάφορες Προσεγγίσεις της Βιομιμητικής

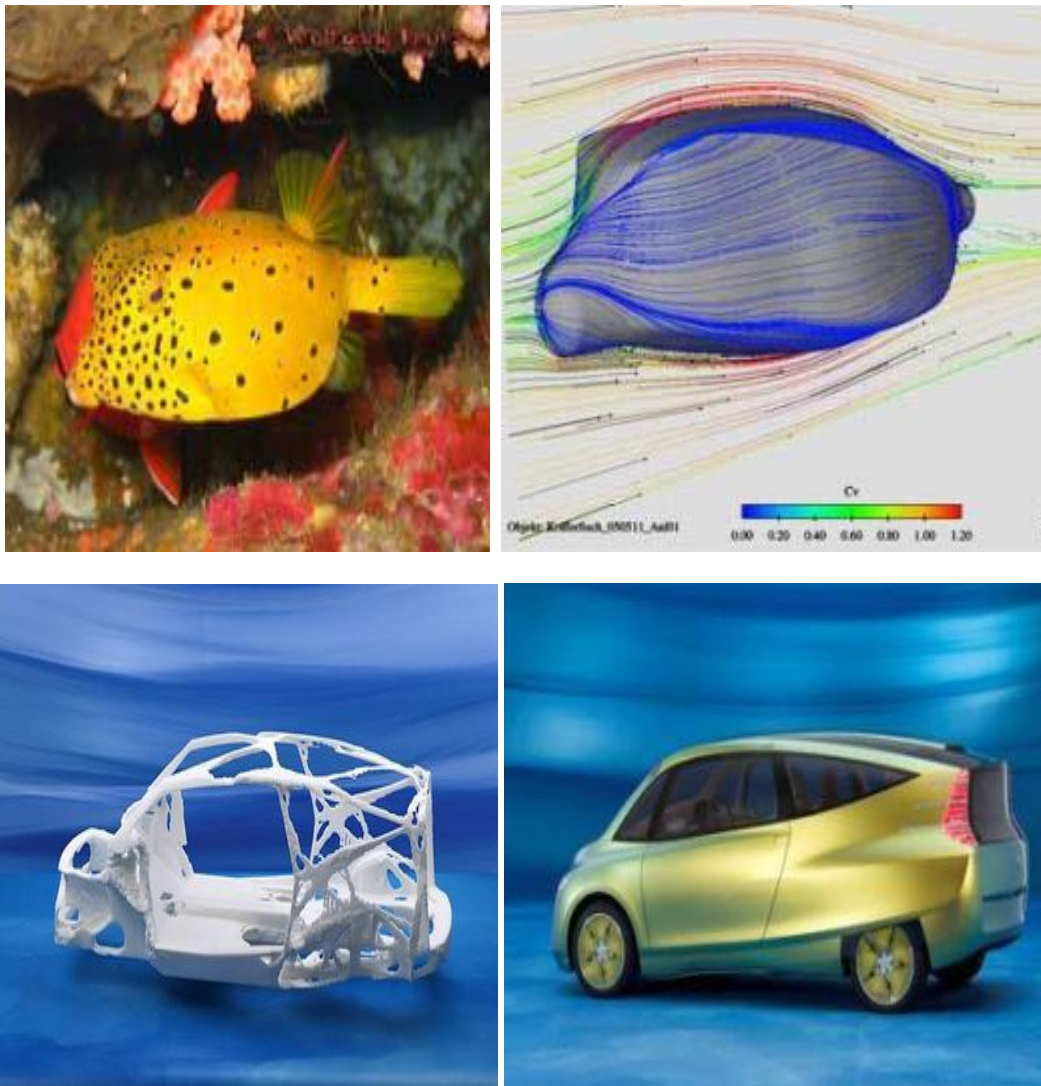
Οι Προσεγγίσεις της βιομιμητικής, ως μια διαδικασία σχεδιασμού, συνήθως χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1)στον Καθορισμό μιας ανθρώπινης ανάγκης ή ενός σχεδιαστικού προβλήματος και την αναζήτηση του τρόπου που άλλοι οργανισμοί ή οικοσυστήματα το λύνουν, κάτι που εδώ αναφέρεται ως «ο σχεδιασμός ψάχνει στη βιολογία»,

2)την αναγνώριση ενός ιδιαίτερου χαρακτηριστικού, μιας συμπεριφοράς ή λειτουργίας σε έναν οργανισμό ή οικοσύστημα και τη μετάφραση αυτού σε ανθρώπινα σχέδια, όπως αναφέρεται στο «η βιολογία επηρεάζει το σχεδιασμό» (Biomimicry Guild, 2007).

«ο σχεδιασμός ψάχνει στη βιολογία»

Η προσέγγιση όπου οι σχεδιαστές ψάχνουν στον φυσικό κόσμο για λύσεις, απαιτεί σχεδιαστές για να διαπιστώσουν τα προβλήματα και βιολόγους για να τα ταιριάξουν με τους οργανισμούς που έχουν λύσει παρόμοια ζητήματα. Αυτή η προσέγγιση καθοδηγείται αποτελεσματικά από σχεδιαστές που προσδιορίζουν τους αρχικούς στόχους και τις παραμέτρους για το σχεδιασμό. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας προσέγγισης είναι το πρωτότυπο του βιονικού αυτοκινήτου της Daimler Chrysler (εικ. 1.21). Προσπαθώντας να δημιουργήσει ένα μεγάλο όγκου, με μικρό μεταξόνιο, αυτοκίνητο ο σχεδιασμός του βασίστηκε στο boxfish (*ostracion meleagris*), ένα εκπληκτικά αεροδυναμικό ψάρι που μοιάζει το σχήμα του με κουτί. Το πλαίσιο και η δομή του αυτοκινήτου είναι επίσης βιομιμητική, έχοντας σχεδιαστεί με τη χρήση μιας μεθόδου μοντελοποίησης στον υπολογιστή, με βάση τον τρόπο που τα δέντρα μπορούν να αναπτύσσονται με τρόπο που να ελαχιστοποιεί τις συγκεντρώσεις των τάσεων. Η προκύπτουσα δομή μοιάζει σχεδόν σκελετική, καθώς το υλικό κατανέμεται μόνο στους χώρους όπου είναι περισσότερο απαραίτητο (Vincent et al., 2006).



Εικόνα 1.21: DaimlerCrysler βιονικό αυτοκίνητο εμπνευσμένο από το boxfish και τα σχέδια ανάπτυξης των δένδρων.

Οι πιθανές επιπτώσεις του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, όπου οι βιολογικές αναλογίες αντιστοιχίζονται στα ανθρώπινα προσδιορισμένα προβλήματα σχεδιασμού είναι ότι η βασική προσέγγιση για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος και του ζητήματος του πώς τα κτίρια σχετίζονται μεταξύ τους και με τα οικοσυστήματα αποτελούν μέρος που δεν εξετάζεται. Οι βασικές αιτίες της κατασκευής ενός μη-βιώσιμου ή ακόμη και εκφυλιστικού περιβάλλοντος δεν αντιμετωπίζονται απαραίτητα με μια τέτοια προσέγγιση. Το βιονικό αυτοκίνητο (εικ. 1.21) είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα. Είναι πιο αποδοτικό όσον αφορά στη χρήση καυσίμων, επειδή το σχήμα του είναι πιο αεροδυναμικό λόγω της μίμησης του boxfish. Επίσης, είναι πιο αποτελεσματικό από άποψη υλικών χάρη στη μίμηση των πρότυπων ανάπτυξης των δένδρων ώστε να προσδιοριστεί η ελάχιστη ποσότητα του υλικού που χρειάζεστε στη δομή του αυτοκινήτου. Το ίδιο το αυτοκίνητο όμως δεν είναι μια νέα προσέγγιση στον τομέα της μεταφοράς. Αντ' αυτού, έχουν γίνει μικρές βελτιώσεις στην υπάρχουσα τεχνολογία χωρίς να γίνεται εκ νέου εξέταση της ιδέας του ίδιου του αυτοκινήτου ως μέσου προσωπικής μεταφοράς.

Οι σχεδιαστές είναι σε θέση να ερευνήσουν πιθανές βιομμητικές λύσεις, χωρίς σε βάθος επιστημονική κατανόηση ή χωρίς ακόμη συνεργασία με βιολόγος ή οικολόγος, αν είναι σε θέση να παρατηρήσουν οργανισμούς ή τα οικοσυστήματα ή είναι σε θέση να έχουν πρόσβαση στις διαθέσιμες βιολογικές έρευνες. Με μια περιορισμένη επιστημονική κατανόηση, ωστόσο, η μετάφραση μιας τόσο μεγάλης βιολογικής γνώσης στις ρυθμίσεις του ανθρωπίνου σχεδιασμού θα παραμένουν σε επιφανειακό επίπεδο. Είναι για παράδειγμα εύκολο να μιμούνται μορφές και ορισμένες μηχανικές πτυχές των οργανισμών, αλλά είναι εξαιρετικά δύσκολο να μιμούνται άλλες πτυχές, όπως χημικές διεργασίες, χωρίς επιστημονική συνεργασία.

Παρά τα μειονεκτήματα αυτά, μια τέτοια προσέγγιση θα μπορούσε να είναι ένας τρόπος για να ξεκινήσει η μετάβαση του δομημένου περιβάλλοντος από ένα μη βιώσιμο σε ένα αποτελεσματικό και αποδοτικό πρώτο δείγμα (McDonough, 2002).

«η βιολογία επηρεάζει το σχεδιασμό»

Όταν η βιολογική γνώση επηρεάζει το σχεδιασμό του ανθρώπου, η συνεργατική διαδικασία σχεδιασμού είναι αρχικά εξαρτώμενη από τους ανθρώπους που έχουν γνώση των σχετικών βιολογικών ή οικολογικών ερευνών και όχι στα καθορισμένα ανθρώπινα προβλήματα σχεδιασμού. Ένα παράδειγμα είναι η επιστημονική ανάλυση του λωτού ο οποίος αναδύεται καθαρός από βαλτώδη υδάτων, κάτι που οδήγησε σε πολλές σχεδιαστικές καινοτομίες, όπως περιγράφεται στο Baumeister (2007α), που συμπεριλαμβάνει το Lotusan Sto, βαφή η οποία επιτρέπει στα κτίρια να είναι αυτοκαθαριζόμενα (εικ. 1.22).



Εικόνα 1.22: Lotusan βαφή εμπνευσμένη από τον λωτό.

Παρά το γεγονός ότι ο Hawken (2007) επισημαίνει ότι ο άνθρωπος, ως είδος, είναι παρών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ό, τι τα πιο παλιά δάση που υπάρχουν ακόμα, και είναι αναμφισβήτητα ένα είδος που μαθαίνει και προσαρμόζεται, ομοιότητες

μεταξύ λύσεων σχεδιασμένων από ανθρώπους και τακτικών που χρησιμοποιούνται από άλλα είδη, έχουν μια εκπληκτικά μικρή επικάλυψη λαμβάνοντας υπ' όψη ότι υπάρχουν στο ίδιο περιβάλλον και με τους ίδιους τους διαθέσιμους πόρους. Συνεπώς, ένα πλεονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι η βιολογία μπορεί να επηρεάσει τους ανθρώπους με τρόπους που θα μπορούσαν να είναι έξω από ένα προκαθορισμένο πρόβλημα σχεδιασμού, καταλήγοντας σε προηγουμένως απροσδόκητες λύσεις, δεδομένης της τεχνολογίας ή των συστημάτων. Η δυνατότητα για πραγματικές αλλαγές στον τρόπο που σχεδιάζουν οι άνθρωποι και σε ότι θεωρούνταν λύση σε ορισμένα προβλήματα, παρέχεται με μια τέτοια προσέγγιση βιομιμητικού σχεδιασμού.

Το μειονέκτημα, από σχεδιαστικής άποψης με αυτή την προσέγγιση, είναι ότι η βιολογική έρευνα πρέπει να διεξάγεται και στη συνέχεια να αναγνωρίζεται ως σχετική με το πλαίσιο του σχεδιασμού. Άρα, οι βιολόγοι και οι οικολόγοι θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τις δυνατότητες των ερευνών τους στη δημιουργία καινοτόμων εφαρμογών.

Εντός των δύο προσεγγίσεων που συζητήθηκαν πριν, τρία επίπεδα βιομίμησης μπορούν να εφαρμοστούν σε ένα πρόβλημα σχεδιασμού τα οποία αναφέρονται ως η μορφή, η διαδικασία και το οικοσύστημα (Biomimicry Guild, 2007) Κατά τη μελέτη ενός οργανισμού ή ενός οικοσυστήματος, η μορφή και οι διαδικασίες είναι οι πτυχές ενός οργανισμού ή οικοσυστήματος μπορούν να μιμηθούν. Οικοσύστημα ωστόσο, είναι ό, τι θα μπορούσε να μελετηθεί για να βρεθούν συγκεκριμένες πτυχές να μιμηθούν. Με τον καθορισμό των ειδών της βιομίμησης που έχουν αναπτυχθεί, το πλαίσιο αυτό μπορεί να επιτρέψει στους σχεδιαστές που επιθυμούν να εφαρμόσουν τη βιομίμηση ως μεθοδολογία για τη βελτίωση της βιωσιμότητας του δομημένου περιβάλλοντος, να εντοπίσει μια αποτελεσματική προσέγγιση που θα ακολουθήσουν. Το πλαίσιο που θα περιγραφεί εδώ μπορεί να εφαρμοστεί για τις δύο προσεγγίσεις (ο σχεδιασμός ψάχνει στη βιολογία, η βιολογία επηρεάζει το σχεδιασμό). Το πρώτο μέρος του πλαισίου καθορίζει ποια πτυχή της «βίο» (βιολογίας) έχει «μιμηθεί». Αυτό αναφέρεται εδώ ως επίπεδο.

Μέσα από την εξέταση των υφιστάμενων βιομιμητικών τεχνολογιών, είναι προφανές ότι υπάρχουν τρία επίπεδα μιμητισμού: ο οργανισμός, η συμπεριφορά και το οικοσύστημα. Το επίπεδο του οργανισμού αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο οργανισμό, όπως ένα φυτικό ή ζώο και ίσως περιλαμβάνει μέρος ή ολόκληρο τον οργανισμό. Το δεύτερο επίπεδο αναφέρεται στη μίμηση της συμπεριφοράς, και μπορεί να περιλαμβάνει την μετάφραση μιας πτυχής του πώς ένας οργανισμός συμπεριφέρεται, ή σχετίζεται με ένα ευρύτερο πλαίσιο. Το τρίτο επίπεδο είναι η μίμηση ολόκληρων οικοσυστημάτων και των κοινών αρχών που τους επιτρέπουν να λειτουργούν με επιτυχία. Μέσα σε κάθε ένα από αυτά τα επίπεδα, υπάρχουν ακόμη πέντε δυνατές διαστάσεις μιμητισμού. Ο σχεδιασμός μπορεί να είναι βιομιμητικός, για παράδειγμα σε σχέση με το πως μοιάζει (μορφή), από τι αποτελείται (υλικό), πώς κατασκευάζεται (κατασκευή), πώς λειτουργεί (διαδικασία) ή με ό, τι είναι σε θέση να κάνει (λειτουργία). Οι διαφορές ανάμεσα σε κάθε είδος βιομίμησης περιγράφονται στον Πίνακα 2 και δίδονται παραδειγματικά με κοιτάζοντας πώς διαφορετικές πτυχές τερμιτών, ή ενός οικοσυστήματος τερμιτών αποτελούν κομμάτι που θα μπορούσε να μιμηθεί.

Σε επίπεδο οργανισμού (μίμηση συγκεκριμένου οργανισμού)	Μορφή	Το κτίριο μοιάζει με τερμίτη
	Υλικό	Το κτίριο φτιάχνεται με το ίδιο υλικό όπως ο τερμίτης/ένα υλικό που μιμείται το δέρμα του τερμίτη
	Κατασκευή	Το κτίριο φτιάχνεται όπως ένας τερμίτης/έχει διαφόρους κύκλους ανάπτυξης
	Διαδικασία	Το κτίριο λειτουργεί με το ίδιο τρόπο όπως ένας ανεξάρτητος τερμίτης/παράγει αρκετό υδρογόνο μέσω της μεταγονιδιωματικής
Λειτουργία	Το κτίριο λειτουργεί σαν ένα τερμίτη σε ένα ευρύτερο πλαίσιο/ανακυκλώνει κυτταρικά απόβλητα	
Σε επίπεδο συμπεριφοράς (μίμηση του πώς ο οργανισμός συμπεριφέρεται ή σχετίζεται με το ευρύτερο πλαίσιο)	μορφή	Το κτίριο μοιάζει με φύλλια τερμίτη
	Υλικό	Το κτίριο φτιάχνεται με τα ίδια υλικά με της φωλιάς του τερμίτη
	Κατασκευή	Το κτίριο κατασκευάζεται με την ίδια διαδικασία που θα έχτιζε ο τερμίτης/συγκεντρώνοντας χώμα σε ορισμένα σημεία
	Διαδικασία	Το κτίριο δουλεύει όπως η φωλιά/με προσεκτικό προσανατολισμό, σχήμα, επιλογή υλικών και φυσικό αερισμό, ή μιμείται τον τρόπο που οι τερμίτες συνεργάζονται.
λειτουργία	Το κτίριο λειτουργεί όπως το ανάχωμα των τερμιτών/Οι εσωτερικές συνθήκες ρυθμίζονται ώστε να είναι οι βέλτιστες και θερμικά σταθερό (εικ. 6).	
Σε επίπεδο οικοσυστήματος (μίμηση ενός οικοσυστήματος)	Μορφή	Το κτίριο μοιάζει με οικοσύστημα
	Υλικό	Το κτίριο είναι κατασκευασμένο από το ίδιο είδος των υλικών που κατασκευάζεται ένα οικοσύστημα τερμιτών/ χρησιμοποιεί κοινές φυσικές ενώσεις, και νερό ως πρωτεύον χημικό μέσο
	Κατασκευή	Το κτίριο συναρμολογείται με τον ίδιο τρόπο όπως ένα οικοσύστημα τερμιτών. Χρησιμοποιούνται τις αρχές της κληρονομικής διαδοχής και της αύξησης της πολυπλοκότητας στην πάροδο του χρόνου που χρησιμοποιείται.
	Διαδικασία	Το κτίριο λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως και ένα οικοσύστημα τερμιτών. Συλλαμβάνει και μετατρέπει την ενέργεια από τον ήλιο, και αποθηκεύει νερό
Λειτουργία	Το κτίριο μπορεί να λειτουργήσει με τον ίδιο τρόπο με ένα οικοσύστημα τερμιτών και Θα αποτελεί μέρος ενός πολύπλοκου συστήματος με τη χρήση των σχέσεων μεταξύ των διαδικασιών. είναι σε θέση να	

		συμμετάσχει στους κύκλους νερού, άνθρακα, αζώτου
--	--	--

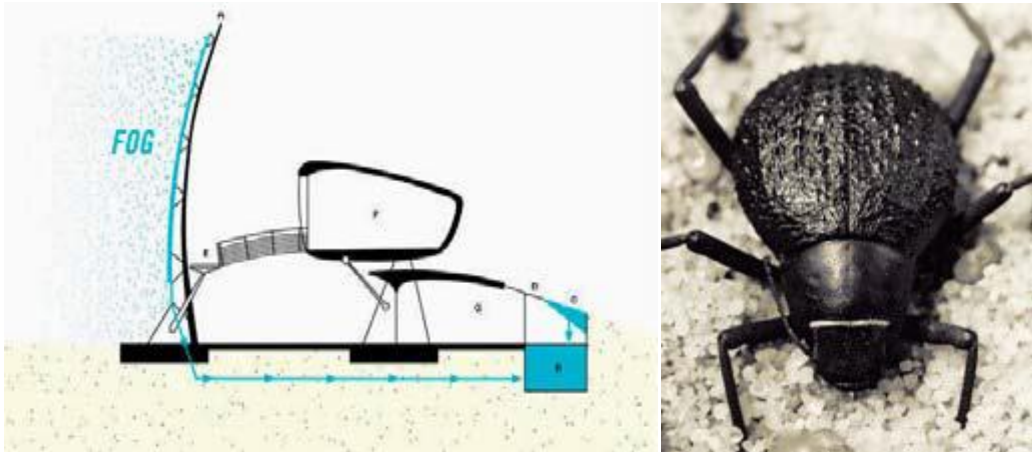
Πίνακας 2: Ένα πλαίσιο για την εφαρμογή του Βιομίμηση (προσαρμοσμένο από Zari Pedersen, 2007).

Αναμένεται ότι κάποια επικάλυψη μεταξύ των διαφόρων ειδών βιομίμησης θα υπάρχει και ότι κάθε είδους βιομίμηση δεν είναι αμοιβαία αποκλειόμενη. Για παράδειγμα, μία σειρά από συστήματα που είναι σε θέση να αλληλεπιδρούν σαν ένα οικοσύστημα θα είναι λειτουργικά σε επίπεδο οικοσυστήματος της βιομίμησης. Οι επιμέρους λεπτομέρειες ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να βασίζονται σε ένα μόνο οργανισμό ή μίμηση συμπεριφοράς, όπως ένα βιολογικό οικοσύστημα αποτελείται από τις πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ πλήθους μεμονωμένων οργανισμών.

- Επίπεδο οργανισμός

Είδη ζωντανών οργανισμών εξελίσσονται εδώ και εκατομμύρια χρόνια. Οι οργανισμοί που παραμένουν στη Γη έχουν πλέον τους μηχανισμούς επιβίωσης έχοντας αντέξει και προσαρμοστεί στις συνεχείς αλλαγές με την πάροδο του χρόνου. Όπως τονίζεται στο Baumeister (2007α) «η έρευνα και η ανάπτυξη έχει γίνει». Οι άνθρωποι έχουν συνεπώς μεγάλο απόθεμα παραδειγμάτων για να αντλήσουν για την επίλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν από την κοινωνία, που οι οργανισμοί μπορεί να έχουν ήδη αντιμετωπίσει (συνήθως στον τομέα της ενέργειας και των υλικών) με αποτελεσματικούς τρόπους. Αυτό είναι χρήσιμο για τον άνθρωπο, ιδίως ως πρόσβαση σε αλλαγές πόρων, τις κλιματικές αλλαγές και γίνεται περισσότερο κατανοητό σχετικά με τις αρνητικές συνέπειες που έχουν οι τρέχουσες ανθρώπινες δραστηριότητες στο περιβάλλον και σε πολλά από τα οικοσυστήματα του πλανήτη (Alberti et al., 2003).

Ένα παράδειγμα είναι η μίμηση του σκαθαριού της ερήμου Ναμίμπια, *stenocara* (Garrod et al., 2007). Το σκαθάρι ζει σε μια έρημο με αμελητέες βροχοπτώσεις. Είναι σε θέση να συλλάβει την υγρασία, ωστόσο από την ταχεία κινούμενη ομίχλη που κινείται πάνω από την έρημο με την κλίση του σώματος του προς τον άνεμο. Σταγονίδια σχηματίζονται στην εναλλασσόμενη υδρόφιλη -υδρόφοβη τραχιά επιφάνεια των πίσω φτερών του σκαθαριού για να κυλήσουν μέσα στο στόμα του (Parker και Lawrence, 2001). Ο Matthew Parkes, αρχιτέκτονας του KSS, παρουσιάζει τη βιομιμητική διαδικασία σε επίπεδο οργανισμού, εμπνευσμένη από το σκαθάρι, με το προτεινόμενο σχέδιο του για σύλληψη ομίχλης για το Υδρολογικό Κέντρο του Πανεπιστημίου της Ναμίμπια (εικ. 1.23) (Killeen, 2002). Οι Ravilious (2007) και Knight (2001) συζητούν μια πιο συγκεκριμένη μέθοδο βιομιμητισμού σε επίπεδο οργανισμού, όπου η επιφάνεια του σκαθαριού έχει μελετηθεί και μιμήθηκε, ώστε να χρησιμοποιηθεί για άλλες πιθανές εφαρμογές, όπως να καθαρίζει η ομίχλη από διαδρόμους αεροδρομίων και τη βελτίωση της αφύγρανσης Εξοπλισμού για παράδειγμα.



Εικόνα 1.23: Το σκαθάρι stenocara της ερήμου της Ναμίμπια.



Εικόνα 1.24: Nicholas Grimshaw & Partners Waterloo International Terminal και το είδος μυρμηγκοφάγου.

Ο Σχεδιασμός των Nicholas Grimshaw & Partners' για το Waterloo International Terminal δείχνει ένα παράδειγμα της βιομίμησης σε επίπεδο μορφής και διαδικασίας σε επίπεδο οργανισμού (εικ. 1.24). Το terminal απαιτείται να είναι σε θέση που να μπορεί να ανταποκριθεί στις μεταβολές της πίεσης του αέρα, όπως τα τρένα εισέρχονται και αναχωρούν από τον τερματικό. Οι στερεώσεις πάνελ από γυαλί κάνουν την κατασκευή να μιμείται την ευέλικτη ρύθμιση κλίμακας του Pangolin, έτσι ώστε να είναι σε θέση να κινούνται σε απόκριση προς τις επιβάλλουσες δυνάμεις πίεσης του αέρα.

Όμως, η μίμηση ενός οργανισμού μόνο χωρίς τη μίμηση του τρόπου που αυτό είναι σε θέση να συμμετάσχει και να συνεισφέρει στο ευρύτερο πλαίσιο του οικοσυστήματος που ανήκει, έχει τη δυνατότητα να παράγει σχέδια που παραμένουν συμβατικά ή ακόμη και κάτω του μέσου όρου όσον αφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Rear et al., 2005). Επειδή η μίμηση των οργανισμών τείνει να είναι από ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, παρά από ένα ολόκληρο σύστημα, το θέμα παραμένει ότι η βιομίμηση γίνεται τεχνολογία που προστίθεται σε κτίρια αντί να είναι αναπόσπαστο μέρος τους, ιδιαίτερα αν οι σχεδιαστές έχουν μικρή βιολογική γνώση και δεν υπάρχει συνεργασία με βιολόγους ή οικολόγους κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων του σχεδιασμού. Ενώ αυτή η μέθοδος μπορεί να οδηγήσει σε νέες και καινοτόμες τεχνολογίες κτιρίων ή υλικών, μέθοδοι για την αύξηση της βιωσιμότητας δεν διερευνούνται απαραίτητα.

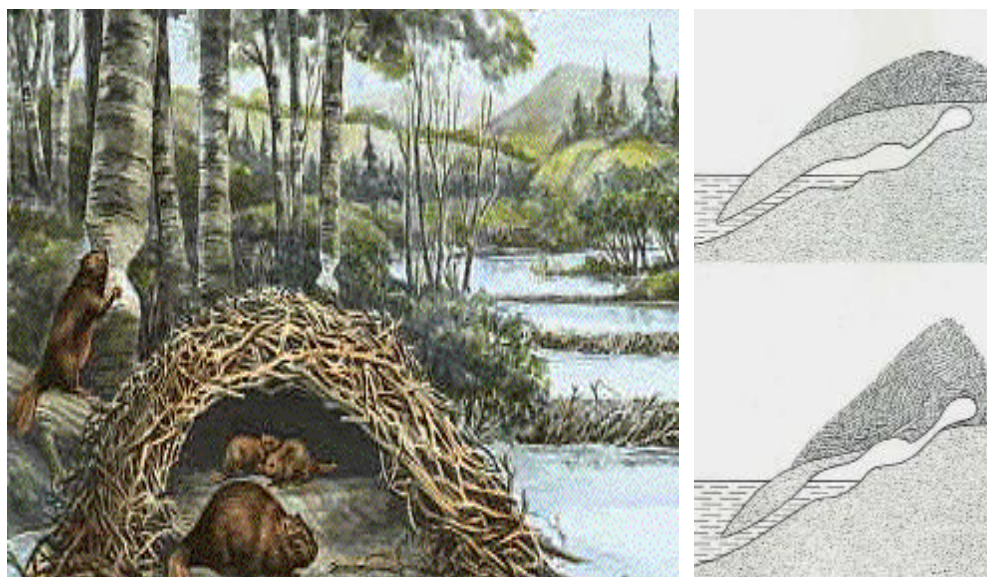
- Επίπεδο Συμπεριφοράς

Ένας μεγάλος αριθμός των οργανισμών αντιμετωπίζει τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες με τους ανθρώπους, και πρέπει να λύσει παρόμοια θέματα που και οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν. Όπως αναφέρθηκε, οι οργανισμοί αυτοί έχουν την τάση να λειτουργούν στο πλαίσιο της ικανότητας μεταφοράς ενός συγκεκριμένου τόπου και εντός των ορίων της διαθεσιμότητας ενέργειας και υλικών. Τα όρια αυτά καθώς και οι πιέσεις που δημιουργούν οι οικολογικές προσαρμογές στα οικοσυστήματα δείχνουν, όχι μόνο καλά προσαρμοσμένα οργανισμούς που συνεχίζουν να εξελίσσονται, αλλά επίσης καλά προσαρμοσμένες συμπεριφορές και πρότυπα σχέσεων μεταξύ των οργανισμών ή διαφορετικών ειδών (rear et al, 2005).

Οργανισμοί, που είναι σε θέση άμεσα ή έμμεσα να ελέγχουν τη ροή των πόρων σε άλλα είδη και οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές σε βιοτικά ή αβιοτικά (μη ζώντα) υλικά ή συστήματα, καλούνται μηχανικοί των οικοσυστημάτων (Jones και Lawton, 1995, Rosemond και Anderson, 2003). Οι Μηχανικοί των οικοσυστημάτων αλλάζουν τους οικότοπους είτε μέσω της δικής τους δομής (όπως οι κοραλλιογενείς) ή με μηχανικά ή άλλα μέσα (όπως οι κάστορες και δρυοκολάπτες). Οι άνθρωποι είναι αναμφίβολα αποτελεσματικοί μηχανικοί του οικοσυστήματος, αλλά μπορούν να αποκτήσουν πολύτιμες γνώσεις εξετάζοντας το πώς άλλα είδη είναι σε θέση να αλλάξουν το περιβάλλον τους, ενώ παράλληλα αυξάνουν τη χωρητικότητα για τη ζωή στο εν λόγω σύστημα. Πολλοί συγγραφείς δίνουν παραδείγματα και λεπτομέρειες οργανισμών που αλλάζοντας τους δικούς τους οικότοπους τους, ενώ διευκολύνουν την παρουσία των άλλων ειδών, αυξάνοντας την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων και τη δημιουργία αμοιβαία επωφελών σχέσεων μεταξύ των ειδών. Η κατασκευαστική συμπεριφορά άλλων ειδών συχνά ονομάζεται «αρχιτεκτονική των ζώων» (von Frisch και von Frisch, 1974, Hansell, 2005) και μπορεί να παρέχει περαιτέρω παραδείγματα τέτοιων μηχανικών των οικοσυστημάτων.

Το παράδειγμα του κάστορα της Βόρειας Αμερικής (*castor canadensis*) (εικ.1. 25) καταδεικνύει πώς, μέσω της αλλοίωσης του τοπίου, δημιουργούνται υγρότοποι και

αυξάνονται τα θρεπτικά συστατικά και η διατήρηση της ποικιλομορφίας των φυτών και των ζώων, βοηθώντας εν μέρει το οικοσύστημα να γίνει πιο ανθεκτικό στις διαταραχές (Rosemond και Anderson, 2003).



Εικόνα 1.25: ο βορειοαμερικανικός κάστορας

Σε επίπεδο βιομιμητικής συμπεριφοράς, δεν είναι ο ίδιος ο οργανισμός που μιμήθηκε, αλλά η συμπεριφορά του. Μπορεί να είναι δυνατόν να μιμούνται και τις σχέσεις μεταξύ των οργανισμών ή ειδών με παρόμοιο τρόπο. Ένα αρχιτεκτονικό παράδειγμα της διαδικασίας και της λειτουργίας της βιομίμησης σε επίπεδο συμπεριφοράς αποδεικνύεται από το κτίριο Eastgate στο Χαράρε της Ζιμπάμπουε του Mick Pearce και το κτίριο CH2 στη Μελβούρνη, Αυστραλία. Και τα δύο κτίρια είναι βασισμένα εν μέρει στις τεχνικές του παθητικού εξαερισμού και της ρύθμισης της θερμοκρασίας που παρατηρείται σε φωλιές τερμιτών, προκειμένου να δημιουργήσουν ένα σταθερό, θερμικά, εσωτερικό περιβάλλον. Το νερό που εξορύσσεται (και καθαρίζεται) από τους υπονόμους κάτω από το κτίριο CH2 χρησιμοποιείται κατά παρόμοιο τρόπο όπως ορισμένα είδη τερμιτών θα χρησιμοποιήσουν την εγγύτητα ενός υδροφόρου ορίζοντα ως μηχανισμό ψύξης.

Σε επίπεδο μίμησης της συμπεριφοράς απαιτούνται ηθικές αποφάσεις που πρέπει να γίνουν σχετικά με την καταλληλότητα του τι μιμείται, για το ανθρώπινο πλαίσιο. Δεν εμφανίζουν όλοι οι οργανισμοί συμπεριφορές οι οποίες είναι κατάλληλες για τους ανθρώπους να μιμηθούν και υπάρχει ο κίνδυνος, τα μοντέλα κατανάλωσης ή εκμετάλλευσης να δικαιολογηθούν με βάση το πώς ένα άλλο είδος συμπεριφέρεται. Για παράδειγμα, η μίμηση της συμπεριφοράς του αναχώματος των τερμιτών μπορεί να είναι κατάλληλη για τη δημιουργία των παθητικά ρυθμιζόμενων θερμικών άνετων κτιρίων. Ωστόσο, η μίμηση της κοινωνικής δομής των τερμιτών σε αποικίες δεν θα ήταν κατάλληλη, αν αποτιμώνται τα οικουμενικά ανθρώπινα δικαιώματα. Ίσως θα ήταν πιο κατάλληλο να μιμηθούμε συγκεκριμένες συμπεριφορές κατασκευής και επιβίωσης που θα αυξήσουν τη βιωσιμότητα και την αναγεννητική ικανότητα του ανθρώπινου δομημένου περιβάλλοντος και όχι να μιμηθούμε κάτι που θα μπορούσε να εφαρμόζεται σε κοινωνικό ή οικονομικό τομέα, χωρίς προσεκτική εξέταση. Μπορεί να είναι πιο ενδεδειγμένο να μιμούνται

ολόκληρα συστήματα και όχι μεμονωμένοι οργανισμοί στον τομέα αυτό. Ένα παράδειγμα είναι ο ισχυρισμός του Benyus »(1997) ότι εμείς θα πρέπει να «λειτουργούμε επιχειρηματικά σαν ένα δάσος»

- Επίπεδο οικοσυστήματος

Η μίμηση οικοσυστημάτων αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του βιομημητισμού, όπως περιγράφεται από τους Benyus (1997) και Vincent (2007). Ο όρος οικομίμηση (ecomimicry) έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει τη μίμηση οικοσυστημάτων στο σχεδιασμό (Lourenci et al., 2004, Russell, 2004), ενώ ο Marshall (2007) χρησιμοποιεί τον όρο για να σημάνει μια βιώσιμη μορφή βιομίμησης, όπου ο στόχος είναι η ευημερία των οικοσυστημάτων και των ανθρώπων, και όχι «η εξουσία, το κύρος ή το κέρδος ». Οι υποστηρικτές της βιομηχανικής, κατασκευαστικής και οικοδομικής οικολογίας συνηγορούν στη μίμηση των οικοσυστημάτων (Graham, 2003, Kibert et al., 2002, Korhonen, 2001) και τη σημασία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού με βάση την κατανόηση της οικολογίας (Reed, 2006).

Ένα πλεονέκτημα του σχεδιασμού σε αυτό το επίπεδο της βιομίμησης είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα επίπεδα (οργανισμού και συμπεριφοράς). Είναι επίσης δυνατόν να ενσωματωθεί σε υπάρχουσες εγκατεστημένες βιώσιμες κατασκευαστικές μεθόδους, που δεν είναι ειδικά βιομημητικές όπως διασυνδεδεμένα ή βιο-υποβοηθούμενα συστήματα, όπου τα ανθρώπινα και μη ανθρώπινα συστήματα συγχωνεύθηκαν προς αμοιβαίο όφελος και των δύο. Οι αυστραλιανοί ανέπτυξαν το σύστημα Biolytix[®] που μιμείται το έδαφος με βάση την αποσύνθεση για τη θεραπεία του γκρι και μαύρο νερό και την ενσωμάτωση πραγματικών σκουληκιών και μικρόβιων του εδάφους στη διαδικασία (Allen, 2005, Baumeister, 2007a).

Ένα περαιτέρω πλεονέκτημα σχεδιασμού βασισμένου στη μίμηση οικοσυστήματος είναι ότι είναι εφαρμόσιμη σε ένα φάσμα χρονικών και χωρικών κλιμάκων (Reap et al., 2005) και μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα αρχικό σημείο αναφοράς ή στόχος για ό, τι αποτελεί πραγματικά βιώσιμο ή ακόμη και αναγεννητικό σχεδιασμό για ένα συγκεκριμένο τόπο, όπως αποδεικνύεται από το Lloyd Crossing Project (εικ. 1.26).





Εικόνα 1.26:Lloyd Crossing Project, Portland, USA

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής για το βιομημητικό σχεδιασμό, ωστόσο μπορεί να είναι οι πιθανές θετικές επιπτώσεις στη συνολική περιβαλλοντική απόδοση. Η βιομίμηση με βάση το οικοσύστημα μπορεί να λειτουργήσει τόσο σε μεταφορικό επίπεδο, όσο και σε πρακτικό λειτουργικό. Σε μεταφορικό επίπεδο, οι γενικές αρχές του οικοσυστήματος (βασισμένα στο πώς λειτουργούν τα περισσότερα οικοσυστήματα) είναι σε θέση να εφαρμόζονται από τους σχεδιαστές με λίγες ειδικές οικολογικές γνώσεις. Αρκετοί συγγραφείς έχουν καταγράψει αυτές τις γενικές αρχές (Benyus, 1997, McDonough και Braungart, 2002, de Groot et al., 2002). Ένα σύνολο αρχών οικοσυστημάτων που προέρχεται από τη σύγκριση αυτών των διεπιστημονικών κατανοήσεων του πώς λειτουργούν τα οικοσυστήματα περιγράφεται λεπτομερώς από τους Pedersen Zari και Storey (2007). Εάν το κτιριακό περιβάλλον σχεδιάστηκε για να είναι ένα σύστημα και αναμένεται να συμπεριφέρονται σαν ένα τέτοιο, ακόμη και μόνο σε μεταφορικό επίπεδο, οι περιβαλλοντικές επιδόσεις του δομημένου περιβάλλοντος μπορεί να αυξηθούν (Korhonen, 2001).

Σε λειτουργικό επίπεδο, η μίμηση οικοσυστήματος θα μπορούσε να σημαίνει ότι, μια σε βάθος κατανόηση της οικολογίας, καθοδηγεί το σχεδιασμό ενός δομημένου περιβάλλοντος, που είναι σε θέση να συμμετέχει στους μεγάλους βιογεωχημικούς κύκλους των υλικών του πλανήτη (υδρολογικών, άνθρακα, άζωτο κλπ) σε ενίσχυση και όχι σε βλάβες (Charest, 2007). Ότι μια καλύτερη κατανόηση της οικολογίας και σχεδιασμού συστημάτων απαιτείται από την πλευρά της ομάδας σχεδιασμού είναι φανερό. Επίσης, θα απαιτείται αυξημένη συνεργασία μεταξύ των επιστημονικών κλάδων, όπως η αρχιτεκτονική, η βιολογία και η οικολογία, που παραδοσιακά σπάνια συνεργάζονται. Μια τέτοια προσέγγιση αποτελεί πρόκληση για το συμβατικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, ιδιαίτερα όσον αφορά στα τυπικά όρια ενός οικοπέδου και τις χρονικές κλίμακες στις οποίες ένα σχέδιο μπορεί να λειτουργήσει. [9]

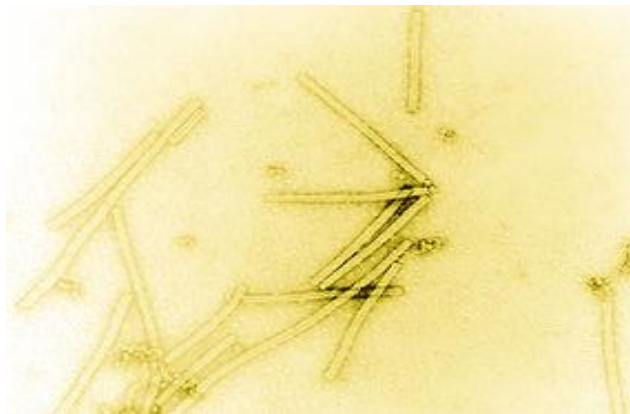
1.3.2 πεδία εφαρμογής και επιτυχημένα παραδείγματα

Η Βιομίμηση είναι ενδιαφέρουσα για τους πρωτοπόρους από όλους τους διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους, όπως μηχανικούς, διευθυντές, σχεδιαστές, αρχιτέκτονες, τους ηγέτες των επιχειρήσεων, και πολλά άλλα. Η Janine Benison αναφέρει στο βιβλίο της τη διαφοροποίηση της βιομηχανίας τροφίμων (χημεία), της αειφορίας, της μεταποιητικής βιομηχανίας (βιομηχανικός σχεδιασμός, αρχιτεκτονική), της ιατρικής βιομηχανίας, των πληροφοριών της επιστήμης και της διαχείρισης. Στην μοντέρνα αρχιτεκτονική οι αρχιτέκτονες προσπαθούν να βρουν τους περιορισμούς, και συχνά μαθηματικά μοντέλα αποδεικνύονται να είναι η απάντηση σε πολλά προβλήματα. [5]

Nanobiomimicry (νανοβιομιμητική)

Βιολογική μίμηση δομών και διαδικασιών σε νάνο-και μακρό κλίμακα nanobiomimicry. Η φύση παρέχει μια μεγάλη ποικιλία από νανο-μεγέθη υλικά που προσφέρονται ως πιθανά πρότυπα για τη δημιουργία των νέων υλικών, όπως βακτήρια, ιοί, διάτομα, και βιομόρια. Μέσα από τη μελέτη της νανοβιομιμητικής, οι βασικές συνιστώσες των νανοσυσκευών όπως νανοςύρματα, κβαντικές τελείες, και νανοσωλήνες έχουν παραχθεί με τρόπο αποτελεσματικό και απλό, σε σύγκριση με πιο συμβατικές τεχνικές λιθογραφίας. Πολλά από αυτές τις βιολογικά προερχόμενες δομές, στη συνέχεια αναπτύσσονται σε εφαρμογές για τα φωτοβολταϊκά, αισθητήρες, φίλτρα, μονώσεις, και ιατρικές χρήσεις. Το πεδίο της νανοβιομιμητικής είναι ιδιαίτερα διεπιστημονικό και απαιτεί τη συνεργασία μεταξύ των βιολόγων, μηχανικών, των φυσικών, επιστημόνων υλικών, νανοτεχνολόγους και άλλους συναφείς τομείς. Τον περασμένο αιώνα, ο αυξανόμενος τομέας της νανοτεχνολογίας έχει παραγάγει πολλά καινοτόμα υλικά και επέτρεψε στους επιστήμονες να παράγουν βιολογικά αντίγραφα σε νανοκλίμακα.

Κατασκευάσματα



Εικόνα 1.27: Τμήματα του ιού tobacco

Βιομορφική ανοργανοποίηση είναι μια τεχνική που παράγει υλικά με τις μορφολογίες και δομές που μοιάζουν με αυτές των φυσικών ζωντανών οργανισμών, με τη

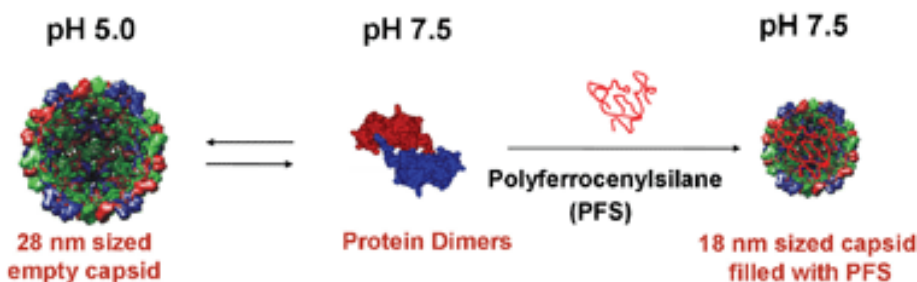
χρήση βιο-δομών ως πρότυπα για ανοργανοποίηση. Σε σύγκριση με άλλες μεθόδους παραγωγής υλικού, η Βιομορφική ανοργανοποίηση είναι εύκολη, περιβαλλοντικά καλοήγησ και οικονομική. Η Βιομορφική ανοργανοποίηση κάνει αποδοτική χρήση των φυσικών και άφθονων υλικών όπως ασβεστίου, σιδήρου, άνθρακα, φωσφόρου και πυριτίου με δυνατότητα στροφής απόβλητα βιομάζας σε χρήσιμα υλικά. Βιολογικές τυπικές νανοδομές κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας είτε χημικές ή φυσικές τεχνικές. Τυπικές χημικές τεχνικές κατασκευής είναι ο ψεκασμός πλάσματος, η χημική εναπόθεση ατμού, η φυσική εναπόθεση ατμού, ψυχρός ψεκασμός και αυτό-συναρμολόγηση. Φυσικές τεχνικές τροποποιήσεις περιλαμβάνουν χαρακτηριστικό λέιζερ, αμμοβολή, φυσική επιμετάλλωση, και φυσική εξάτμιση και απόθεσης. Οι μέθοδοι κατασκευής με υψηλή απόδοση, ελάχιστη περιβαλλοντική ζημία, και το χαμηλό κόστος είναι περιζήτητες.

Βιολογικά Εμπνευσμένη Μηχανική

Η χρήση των ανόργανων βιολογικών δομών είναι τεράστια και προέρχεται από την αφθονία της φύσης. Από τη μελέτη της νανο-μορφολογίας των ζωντανών οργανισμών πολλές εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί μέσα από διεπιστημονική συνεργασία μεταξύ βιολόγοι, χημικοί, bioengineers, nanotechnologists, και οι επιστήμονες υλικό.

Νανοσύρματα, νανοσωλήνες και κβαντικές τελείες

Ένας ιός είναι ένα μη ζωντανό σωματίδιο που κυμαίνεται από το μέγεθος των 20 έως 300 nm, μία κάψουλα που περιέχει γενετικό υλικό και χρησιμοποιείται για να μολύνει τον ξενιστή του. Το εξωτερικό στρώμα των ιών είναι εξαιρετικά ανθεκτικό και ικανό να αντέξει σε θερμοκρασίες τόσο υψηλές όσο 60 ° C και να παραμείνει σταθερό σε ένα ευρύ φάσμα της περιοχής του pH από 2-10. Ιογενή καψίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία διαφόρων συνιστωσών νάνο-συσκευών όπως νανοσύρματα, νανοσωλήνες και κβαντικές τελείες. Σωληνοειδή σωματίδια ιού, όπως ο ιός μωσαϊκό thetobacco (TMV) μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως πρότυπα για να δημιουργηθούν νανοϊνες και νανοσωλήνες δεδομένου ότι τόσο η εσωτερική και εξωτερική στοιβάδα του ιού είναι φορτισμένη επιφάνεια και μπορεί να επάγει πυρήνες ανάπτυξης κρυστάλλων. Ένας σφαιρικός ιός φυτών που ονομάζεται cowpea chlorotic mottle virus (CCMV) έχει ενδιαφέρουσες ιδιότητες επέκτασης όταν εκτίθενται σε περιβάλλοντα με pH μεγαλύτερο από 6,5. Πάνω από αυτό το pH, 60 ανεξάρτητοι πόροι με διαμέτρους περίπου 2 nm αρχίζουν να ανταλλάσσουν ουσίες με το περιβάλλον. Η δομική μετάβαση του υικίου καψιδίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε Βιομορφική ανοργανοποίηση για επιλεκτική πρόσληψη και απόθεση των μετάλλων με το να ελέγχουν το διάλυμα του pH. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν τη χρήση του κλωβού του ιού για την παραγωγή ομοιόμορφου σχήματος και μεγέθους κβαντικών ημιαγωγών νανοσωματιδίων μέσα από μια σειρά πλύσεων pH. Αυτό είναι μια εναλλακτική λύση στην τεχνική κλωβού thearoferritin που χρησιμοποιείται σήμερα για τη σύνθεση ομοιόμορφων νανοσωματιδίων CdSe. Τέτοια υλικά θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για στοχευόμενη παράδοση των φαρμάκων δεδομένου ότι τα σωματίδια απελευθερώνουν το περιεχόμενό τους κατά την έκθεσή τους σε συγκεκριμένα επίπεδα pH.



Εικόνα 1.28 : ο ιός cowpea chlorotic mottle virus και πώς ανταλλάσει ουσίες ανάλογα με το pH του περιβάλλοντός του.

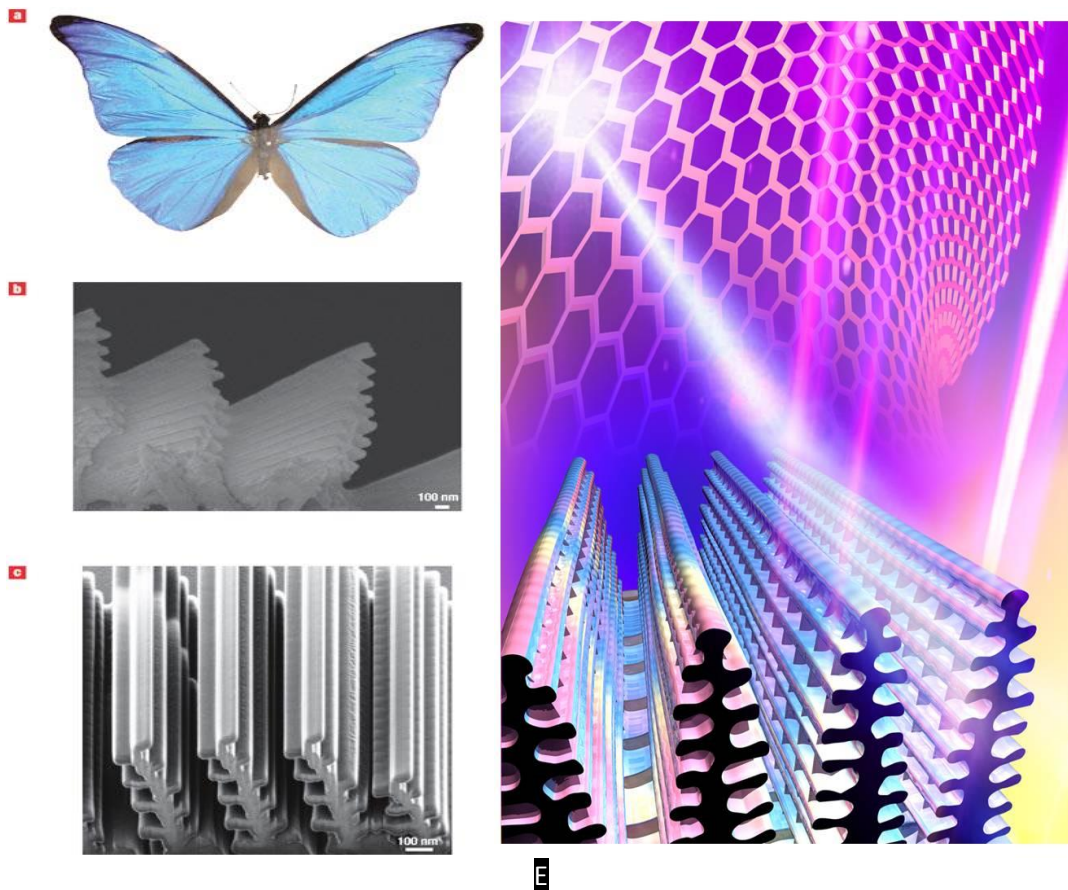
απεικόνιση τεχνολογίας



Εικόνα 1.29 : Το ζωντανό μπλε χρώμα της πεταλούδας Morpho λόγω διαρθρωτικών χρωματισμών.

Τα φτερά της πεταλούδας Morpho περιέχουν μικροδομές που δημιουργούν το χρωματικό αποτέλεσμα της μέσω των διαρθρωτικών χρωματισμών και όχι με μελάγχρωση. Τα περιστασιακά κύματα φωτός αντανακλώνται σε συγκεκριμένα μήκη κύματος για να δημιουργήσουν τα ζωντανά χρώματα, λόγω των πολλαπλών παρεμβολών, περίθλασης, συμβολής του λεπτού φιλμ και των ιδιοτήτων σκέδασης. Οι κλιμακώσεις αυτών των πεταλούδων αποτελούνται από μικροδομές, όπως ράχες, εγκάρσιες νευρώσεις, και μικρονευρώσεις που έχουν αποδειχθεί ότι είναι υπεύθυνα για χρωματισμό. Το διαρθρωτικό χρώμα έχει εξηγηθεί απλά ως την παρεμβολή των εναλλασσόμενων στρώματων της επιδερμίδας και του αέρα.

Οι ίδιες αρχές, που βρίσκονται πίσω από τον χρωματισμό των φυσαλίδων σαπουνιού, εφαρμόζονται και στα φτερά της πεταλούδας. Το χρώμα των φτερών της πεταλούδας οφείλεται σε πολλαπλές περιπτώσεις εποικοδομητικής παρέμβασης δομών όπως αυτές. Η φωτονική μικροδομή των φτερών της πεταλούδας μπορεί να αναπαραχθεί μέσω βιομορφικής ανοργανοποίησης και να δώσει παρόμοιες ιδιότητες. Οι φωτονικές μικροδομές μπορούν να αναπαραχθούν με τη χρήση οξειδίων μετάλλων ή αλκοξειδίων μετάλλων όπως θειικό τιτάνιο (TiSO_4), οξείδιο ζirkονίου (ZrO_2), και οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3). Μια εναλλακτική μέθοδος αέριας φάσης οξείδωσης του SiH_4 στην επιφάνεια πρότυπο βρέθηκε να διατηρεί τα λεπτά διαρθρωτικά χαρακτηριστικά της μικροδομής. Τώρα, εταιρείες, όπως η Qualcomm που ειδικεύεται στη δημιουργία έγχρωμων οθόνων με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, βασίζονται σε αυτές τις αρχές. [2]



Εικόνα 1.30: Λεπτομέρειες τις δομής των φτερών σε νανοκλίμακα

Με λίγα λόγια η βιομημητική ανοίγει νέους δρόμους, σε κάθε είδους επιστήμονα και ερευνητή, είτε για την επίλυση προβλημάτων είτε για νέες εξελίξεις. Εξελίξεις που οδηγούν σε καινοτομίες και βρίσκουν εφαρμογές σχεδόν σε όλους τους τομείς όπως στην ιατρική, στη νανοτεχνολογία, τη ρομποτική, αρχιτεκτονική, στην τεχνολογία υλικών και κατασκευών αλλά ακόμα και στην καθημερινότητα.



Εικόνα 1.31 : Το μαγικό του Michael Phelps στους Ολυμπιακούς αγώνες του 2008 ήταν εμπνευσμένο από δέρμα καρχαρία.

Χρησιμοποιώντας τη φύση ως πρότυπο για την ανάπτυξη της βιοτεχνολογίας παρέχει στους επιστήμονες και μηχανικούς όσο τα σχέδια των φυσικών μηχανισμών, που έχουν τελειοποιηθεί μέσα από εκατομμύρια χρόνια της φυσικής επιλογής. Αν και δεν μπορούμε ποτέ να επιτύχουμε την τελειότητα στη δημιουργία τεχνολογιών που εκτελούν, καθώς και τα φυσικά συστήματα, μπορούμε πάντα να προσπαθήσει να έρθει κοντά. Στην προσπάθεια για την επίτευξη της τελειότητας θα συνεχίσει να βελτιώνει την υγεία και το περιβάλλον διαβίωσης του πληθυσμού αυξάνοντας τη βιωσιμότητα και την ποιότητα ζωής σε εναρμόνιση με τη φύση. Βιομιμητική είναι η πιο πρακτική και βιώσιμη τομέα της βιοτεχνολογίας, επειδή η φύση έχει τα εκατομμύρια των φυσικών μηχανισμών που να προσφέρουν, που έχουν εξελιχθεί σε βιώσιμες μορφές. Τελικά, μέσα από βιομιμητική, μπορούμε να κάνουμε τις τεχνολογίες μικρότερα, πιο αποτελεσματική, πιο εύκολο να κατασκευαστούν, και λιγότερο σπάταλη.



Εικόνα1.32 : Πτερύγια ανεμογεννητριών που ενισχύουν σημαντικά την ποσότητα της ενέργειας που δημιουργείται ανά στρόβιλο, εμπνευσμένα από τα εξογκώματα στο μπροστινό άκρο ενός πτερυγίου φάλαινας.

Αναφορές σε αυτό το κεφάλαιο:

- [1] Kate Ravilious, Borrowing from nature's best ideas, www.guardian.co.uk, 16/03/2013
- [2] en.wikipedia.org/wiki/Biomimetics
- [3] Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011
- [4] John Reap, Dayna Baumeister, Bert Bras; Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering, ASME, Orlando, 2005
- [5] Monique Blacha, Anne Bots, Nature's experiences for building technology, www.arnopronk.com, 16/03/2013
- [6] Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013
- [7] John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011
- [8] Michael Wigginton, Jude Harris, Intelligent Skins, Elsevier Science & Technology, 2000
- [9] Janine M. Benyus, Biomimetics: Technology imitates nature, harunyahya.com, 16/03/2013
- [10] Maibritt Pedersen Zari, Biomimetic Approaches to architectural design for increased sustainability, www.victoria.ac.nz, 16/03/2013



Κεφάλαιο 2^ο : Βιομημητική και Αρχιτεκτονική

Κεφάλαιο 2^ο : Βιομημητική και Αρχιτεκτονική

Η Βιομημητική στην Αρχιτεκτονική [Architekturbionik] είναι ένας αναδυόμενος τομέας που προσπαθεί σήμερα να ορισθεί και να διερευνηθεί. Η εφαρμογή των παρατηρήσεων, που διατυπώθηκαν στη φύση, στην αρχιτεκτονική ήταν πάντα μια πρόκληση για τους αρχιτέκτονες και σχεδιαστές. Η στρατηγική αναζήτησης για μοντέλα πρότυπα στη φύση είναι αυτό που διακρίνει τη βιομημητική από την πάντοτε υπάρχουσα έμπνευση από τη φύση. Ενώ η «βιο-έμπνευση» μπορεί να περιορίζεται σε μία μορφολογική αναλογία, η βιομημητική κάνει χρήση των λειτουργικών αναλογιών, διαδικασιών, μηχανισμών, στρατηγικών ή πληροφοριών που προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς. Ο όρος "βιομημητική" εμφανίστηκε στο δεκαετία του 1960, περίπου την ίδια ώρα που επινοήθηκε ο όρος "βιονικός". Εν τω μεταξύ η Βιομημητική είναι ευρέως αποδεκτή ως μια διεπιστημονική επιστήμη που παραδίδει την καινοτομία σε ένα ευρύ φάσμα τομέων εφαρμογής. Η αρχιτεκτονική, ο σχεδιασμός και η οικοδόμηση είναι ελπιδοφόροι τομείς για βιομημητικές καινοτομίες.

2.1: Η ΣΧΕΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΧΡΟΝΟ

2.1.1: Ιστορικά

Οι αλληλοεπικαλύψεις μεταξύ της βιολογίας και της αρχιτεκτονικής είναι πολλαπλές, και η παρατήρηση των αλληλεπιδράσεων βασίζεται στη δυτική κουλτούρα που φέρνει σε αντίθεση τη φύση και την τεχνολογία, συχνά αγνοώντας την προοπτική της διαλλακτικής αλληλεπίδρασης και της αμοιβαίας επιρροής. Όπως το θέτει ο Portoghesi : «Με το να είμαστε εμείς οι ίδιοι ένα αναπόσπαστο μέρος της φύσης, δεν θα πρέπει ποτέ να είμαστε σε θέση να μιλήσουμε γι 'αυτή από έξω». Οι τρέχουσες εξελίξεις χρησιμοποιούν όλο και περισσότερα βιολογικά παραδείγματα για να ξεπεραστεί αυτός ο διαχωρισμός. Πολλές κινήσεις στην ιστορία της αρχιτεκτονικής έχουν τις δικές τους προσεγγίσεις στη φύση, και διάσημοι αρχιτέκτονες όπως οι Alvar Alto, Frank Lloyd Wright και Le Corbusier έχουν δώσει έμφαση σε αυτή τη σύνδεση.

Ένα σαφές σημείο εκκίνησης στο χρόνο για τη βιομημητική δεν μπορεί να οριστεί. Έμπνευση από τη φύση στην αρχιτεκτονική υπήρχε κάθε στιγμή. Οι πρώτες ανθρώπινες κατοικίες ήταν φυσικά καταφύγια, και αρχέτυπα, όπως οι σπηλιές και τα δέντρα που έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς ως μοντέλα για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό σε όλη την ιστορία. Βιομορφικά σχέδια που μιμούνται τις τυπικές μορφές των βιολογικών μοντέλων

χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς σε πολλά αρχιτεκτονικά στυλ. Φυσικά υλικά χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευάσουν καταφύγια και σπίτια, και εφευρέθηκαν τεχνολογίες για τη συγκομιδή και την επεξεργασία υλικών και αναπτύσσονται συνεχώς περαιτέρω μέχρι σήμερα. Η τεχνολογία είναι από τις κύριες κινητήριες δυνάμεις στην αρχιτεκτονική εξέλιξη. Η επίσημη μεταφορά των κατασκευών από εφήμερα οικοδομικά υλικά σε ανθεκτικά, όπως η πέτρα, είναι ένα πολύ γνωστό φαινόμενο στην ιστορία της αρχιτεκτονικής, και είναι μια πηγή πληροφοριών σχετικά με την ιστορία της κτιριακής τεχνολογίας. Σε αιγυπτιακούς ναούς, αναλογίες και μορφές σχετικές με τα φυτά, τα οποία βρέθηκαν σε λίθινες στήλες, δείχνουν τη χρήση του καλαμιού και δέσμες από κορμούς φοινίκων ως δομικά στοιχεία. Αυτό και πολλά άλλα παραδείγματα αναφέρονται σε συμβολική καθώς και πρακτική χρήση των μοντέλων της φύσης. [1]

Ο κύριος εκπρόσωπος της Αναγέννησης, Leonardo Da Vinci, δήλωσε, «Εκείνοι που εμπνέονται από κάποιο μοντέλο εκτός της Φύσης, ερωμένη όλων των δασκάλων, εργάζονται μάταια.» Πολλά από τα σχέδιά του, η επανδρωμένη πτήση για παράδειγμα, εμπνεύστηκαν από τη φύση. Επιπλέον, τον 19ο αιώνα ο αρχιτέκτονας Antonio Gaudí μελέτησε τις κατασκευαστικές δυνατότητες σε φυσικές δομές. Κοιτάζοντας τα έργα του, όπως αυτό στην Εικόνα 2.1, είναι εύκολο να δούμε ότι Γκαουντί εμπνεύστηκε από ό, τι ανακάλυπτε στη φύση.



Εικ. 2.1: Λεπτομέρεια της Sagrada Familia του Γκαουντί.

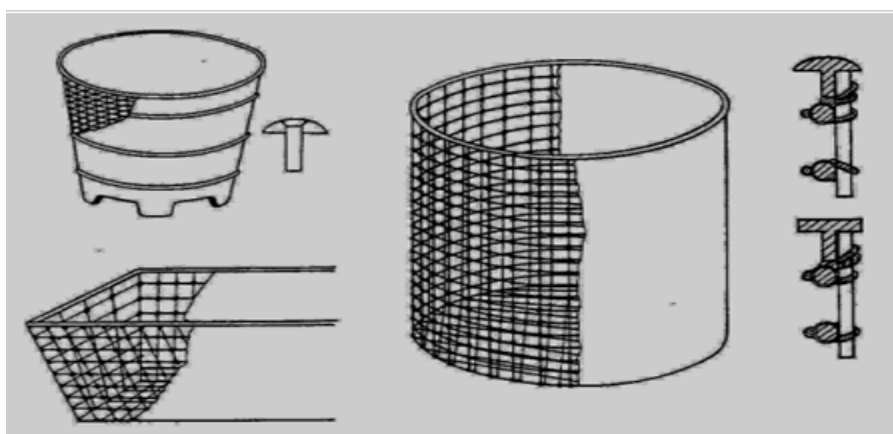
Μεταβαίνοντας από τα γλυπτά ισπανικά σχέδια του Γκαουντί το 1800, οι Ηνωμένες Πολιτείες στη δεκαετία του 1950 είχαν μια πιο μηχανική προσέγγιση που βασίζεται σε βιο-εμπνευσμένο σχεδιασμό. «Υπάρχει μια άλλη προσέγγιση στις κατασκευές που έχει ισχυρές ρίζες στη φύση: και ξεκίνησε με τον Buckminster Fuller. Οι γεωδαιτικοί του θόλοι, που δημιουργήθηκαν από σύνθετα πλέγματα τριγωνικών ή εξαγωνικών και πενταγωνικών μονάδων, έχουν βρει πολλές αντιστοιχίες σε φυσικές δομές» (Forbes, 2005, σελ.. 216). Ο Richard Buckminster Fuller ήταν ένας Αμερικανός μηχανικός, συγγραφέας, εφευρέτης και

μελλοντολόγος και είναι περισσότερο γνωστός για τους γεωδαιτικούς θόλους που φαίνονται στην εικόνα 2.2.



Εικ. 2.2: Χαρακτηριστικός γεωδαιτικός θόλος του Buckminster Fuller.

Την ίδια περίοδο, η φύση δεν επηρεάζει μόνο τη μορφή των κτιρίων, αλλά εμπνέει και την ανακάλυψη νέων υλικών που μπορεί να έχουν εφαρμογή στην αρχιτεκτονική. Η ιστορική ανάλυση των ευρεσιτεχνιών που προέρχονταν από φυσικά μοντέλα αποκάλυψε ότι το σπλισμένο σκυρόδεμα, ένα από τα πιο κοινά σύγχρονα οικοδομικά υλικά, επινοήθηκε από το γάλλο κηπουρός Joseph Monier. αφού παρατήρησε την δομή των ινών και την ενίσχυση των ιστών, των σάπιων μέρων της φραγκοσυκιάς, Πειραματίστηκε με συρματοπλέγμα για να κάνει γλάστρες πιο ανθεκτικές [εικόνα 2.3]. Αυτή η μεγάλη επιρροής βιομιμητική εφεύρεση επέτρεψε σε αρχιτέκτονες και σχεδιαστές του περασμένου αιώνα να επεξεργαστούν τη φύση.

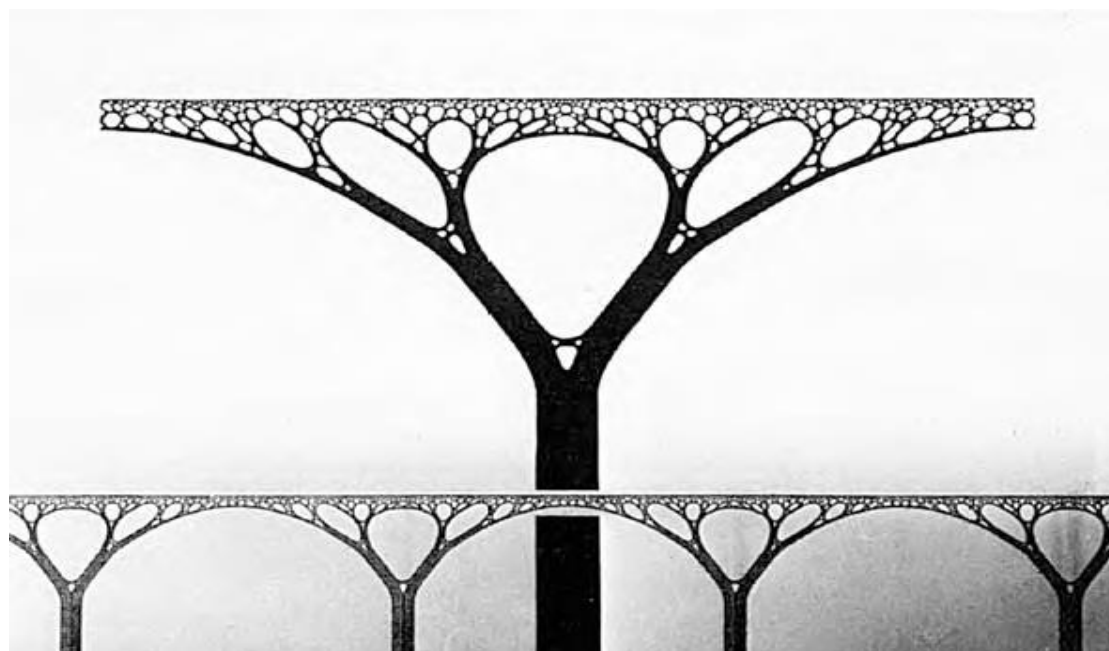


Εικ.2.3: Σχέδια του Joseph Monier για να αυξήσει την ανθεκτικότητα των γλαστρών.

Ως εκ τούτου, στη δεκαετία του 1950, οι Pier Luigi Nervi, Gio Ponti και Oscar Niemeyer εκμεταλλεύτηκαν τις κατασκευαστικές δυνατότητες του σκυροδέματος, ενώ

άλλοι, όπως, για παράδειγμα, ο Eero Saarinen με το TWA Terminal και ο Jørn Utzon με την Όπερα του Σίδνεϊ ακολούθησαν πιο βιομορφικές κατεύθυνσεις. Το ασύμπτωτο του σχεδιασμού οργανικού χώρου ήταν του Frederic Kessler το λεγόμενο Ατελείωτο σπίτι [Endless house].

Αυτή η σύγχρονη προσέγγιση για την βιο-εμπνευσμένη αρχιτεκτονική συνεχίστηκε το 1960 στη Γερμανία. Ο Gruber (2008) εξηγεί τη σημασία του Γερμανού αρχιτέκτονα Frei Otto λέγοντας ότι, «Η δομική λειτουργία των φυσικών μοντέλων είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό που έχει διερευνηθεί. Η λεγόμενη "Sonderforschungsbereich230 Biologie und Bauen", το οποίο ήταν το πλαίσιο για πολλές προσπάθειες, εν μέρει αποτέλεσε βάση για την ενεργό βιονική κοινότητα στη σημερινή Γερμανία». Ο Otto και η βιολογική μονάδα έρευνας του εμπνεύστηκαν από σαπουνόφουσες και φυτικά κύτταρα μαζί με άλλες φυσικές μορφές όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.4. Αλλά κοίταξε βαθύτερα από το τι τα απαρτίζει. Ο Gruber (2008) περιγράφεται αυτή την προσέγγιση, ως « Η ομάδα του Frei Otto χρησιμοποίησε μια πειραματική προσέγγιση με στόχο την κατανόηση των φυσικών δομές και διαδικασιών, και, τέλος, τη χρήση των φυσικών νόμων, που ανακαλύφθηκαν, για να σχεδιάσει νέες δομές ... ».



Εικόνα 2.4: Μοντέλο του Frei Otto εμπνευσμένο από σαπούνι

Εν κατακλείδι, «Στη βιολογία, ο Otto βρήκε γόνιμο πεδίο έρευνας για την αναζήτηση ανθεκτικών και ορθολογικών δομών» (Lee, nd, σ.. 5). Αν καινοτόμοι ιστορικοί σχεδιαστές όπως ο Leonardo da Vinci, Antonio Gaudi, Buckminster Fuller, και Frei Otto έψαξαν στη φύση για έμπνευση δεν θα έπρεπε οι αρχιτέκτονες σήμερα να κάνουν το ίδιο;

Η έρευνα αποκαλύπτει ότι υπάρχει κάποια ακολουθία στα χνάρια εκείνων που χρησιμοποίησαν τη φύση για έμπνευση. Ένας τέτοιος καινοτόμος είναι ο Cecil Balmond. «Κατά την τελευταία δεκαετία, ο Balmond - σχεδιαστής, μουσικός, καθηγητής

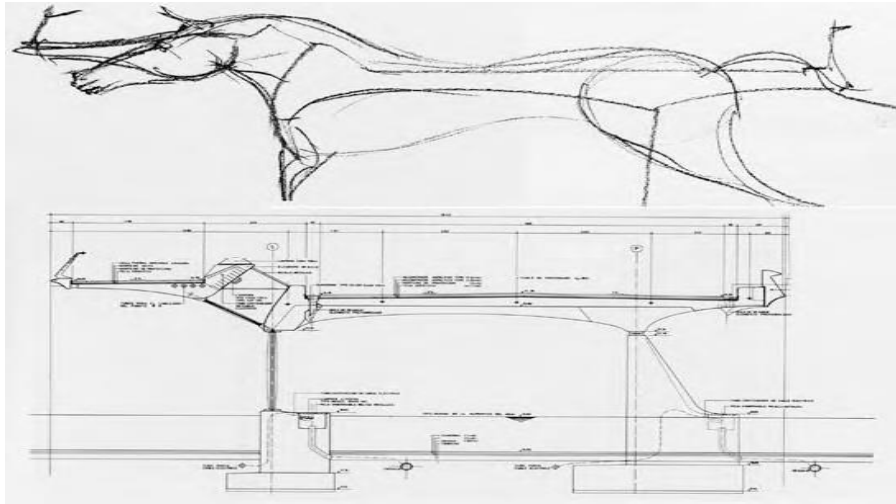
πανεπιστημίου και συγγραφέας, καθώς και μηχανικός - έχει συνεργαστεί με μερικούς από τους πιο τολμηρούς αρχιτέκτονες στον κόσμο για τη δημιουργία ριζοσπαστικών νέων κτιρίων »(Glancey, 2007,para. 3). Πολλά από τα πρωτοποριακά σημερινά κτίρια έγιναν πραγματικότητα μόνο μέσω της εφευρετικότητάς του. Σχέδιά του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.5, χρησιμοποιούν υψηλά επίπεδα γεωμετρίας καθώς και ανάλυση των αρχών της βιολογίας.



Εικ.2.5: Seattle Public Library - Cecil Balmond & Rem Koolhaas.

Η επιρροή της φύσης εκφράζεται με μια δήλωση του Balmond, «... ότι η αρχιτεκτονική ενδιαφέρεται πολύ για τη βιολογία, πάντα ενδιαφερόταν. Η βιολογία είναι περίπλοκη σε πολλά επίπεδα: είναι σε μεγάλο βαθμό διαρθρωτική, ιδιαίτερα δυναμική και περιέχει όλα τα είδη της αρχιτεκτονικής. Η φύση αποτελούσε πάντα το παράδειγμα για την αρχιτεκτονική. " (Abruzzo, Ellingsen, & Solomon, 2007, σ.. Xlv).

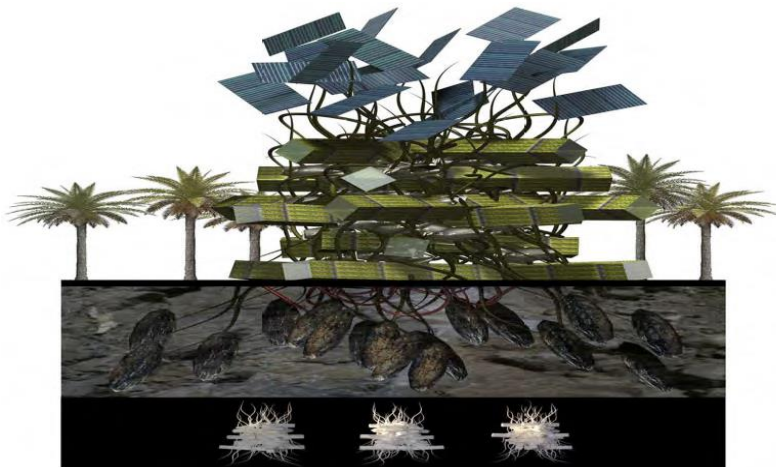
Ένας άλλος μηχανικός, ο Santiago Calatrava, χρησιμοποιεί τη φύση να εμπνευστεί μορφές για τα σχέδιά του, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.6. Ο Καλατράβα είναι επίσης ένας αρχιτέκτονας και καλλιτέχνης ο οποίος «Ακολουθεί την παράδοση του πολιτικού μηχανικού της Nervi, Candela και άλλων. Τα κυριότερα έργα του Καλατράβα είναι γέφυρες, κτίρια για την κυκλοφορία, τα οποία ενώνουν τολμηρές κατασκευές με διαφορετικές αρχιτεκτονικές μορφές. »(Gruber, 2008, σ.. 74).



Εικόνα 2.6: Σκίτσο για τη γέφυρα της 9ης Οκτωβρίου

Ωστόσο, δεν εμβαθύνει, όπως έκανε ο Otto για να κατανοήσει τις φυσικές αρχές, τονίζει ο Gruber: «Η κίνηση και η μετακίνηση ως μια ενδιαφέρουσα πτυχή του έργου του Καλατράβα, ως επί το πλείστον εκφράζεται μόνο μέσω της μορφής».

Ένας μοναδικός σύγχρονος αρχιτέκτονας που διερευνεί αυτές τις αρχές είναι ο Dennis Dollens. Ο Dollens, ένας αρχιτέκτονας, χρησιμοποιεί αυτό που περιγράφεται ως «biodigital, η οποία λαμβάνει βιολογικές αρχές, και τις μεταφράζει σε αλγόριθμους υπολογιστών, και στη συνέχεια, χρησιμοποιεί τους αλγόριθμους αυτούς ως βάση για τη δημιουργία αρχιτεκτονικών μορφών» (Brennen, 2010, παράγρ. 3). Ο Dollens έχει γράψει ένα έγγραφο με τίτλο Ψηφιακή Βοτανική Αρχιτεκτονική II (2009), όπου απεικονίζονται: «Αυτή η σειρά των πειραμάτων με προσομοιώσεις ψηφιακών δέντρων, που υβριδοποιούνται σε αρχιτεκτονικά στοιχεία, δείχνει βοτανικές μορφές και μορφολογικά χαρακτηριστικά και μαθηματικές αναλύσεις που εφαρμόζονται στο σχεδιασμό συστημάτων και δομών». Ένα παράδειγμα φαίνεται στην Εικόνα 2.7.



Εικ.2.7: ArizonaTower

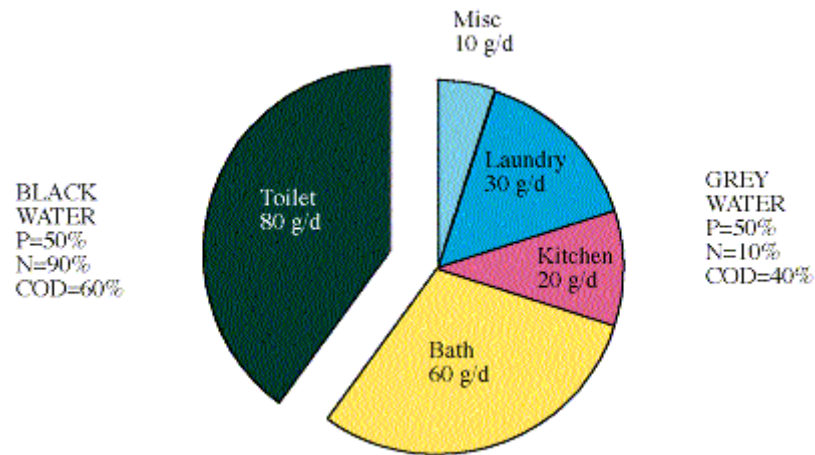
Αυτό δεν είναι μια πλήρης λίστα, αλλά ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα που αποδεικνύει ότι υπάρχει ενδιαφέρον στη βιολογία και στη σύγχρονη αρχιτεκτονική και τη μηχανική. [2]

2.1.2 Σύγχρονα/Η Αρχιτεκτονική του 20ου αιώνα και το Περιβαλλοντικό σκηνικό

Η ιστορία της αρχιτεκτονικής του 20ου αιώνα μπορεί να θεωρηθεί ως μια ιστορία κτιρίων που μιμούνται τα μηχανήματα και την τεχνολογία. Το μηχάνημα, όπως ο κινητήρας εσωτερικής καύσης ήταν το σύμβολο της προόδου και της κυριαρχίας της ανθρωπότητας πάνω στη φύση για τα τελευταία εκατό χρόνια. Τα μηχανήματα μας επέτρεψαν να επιτύχουμε την άνεση σε οποιοδήποτε κλίμα, να διασχίσουμε μεγάλες αποστάσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα, και έχουν φέρει επανάσταση στα πάντα, από την παραγωγή τροφίμων μέχρι την κατασκευή ειδών ένδυσης. Δεν είναι έκπληξη το γεγονός ότι οι μηχανές είναι η απόλυτη μεταφορά για τα κτίρια του σήμερα. Ο Le Corbusier, ένας από τους μεγαλύτερους αρχιτέκτονες του 20ού αιώνα, προχώρησε τόσο πολύ ώστε να πει ότι, "τα σπίτια ήταν μηχανήματα για να ζούμε μέσα"

Όπως τα μηχανήματα, και τα κτίρια μας άρχισαν να μοιάζουν όλο και περισσότερο μεταξύ τους, ανεξάρτητα από τον πολιτισμό ή το κλίμα. Τα κτίρια μας πήραν τα χαρακτηριστικά της κλινικής γραμμής παραγωγής. Ένα κτίριο γραφείων στη Σιγκαπούρη φαίνεται τώρα το ίδιο με ένα κτίριο γραφείων στο Μανχάταν και οι δύο μοιράζονται το ίδιο "τέλειο", κλιματικό, ελεγχόμενο, εσωτερικό περιβάλλον. Την ίδια στιγμή, η απώλεια των τοπικών διαφορών, άρχισε να υπονομεύει την μοναδικότητα του τόπου, αφαιρώντας από εμάς την δυνατότητα για την κατανόηση του τι τοπική κουλτούρα και κλίμα πρέπει να προσφέρουν. Η αρχιτεκτονική του 20ου αιώνα, είδε τη μείωση της σημασίας της τέχνης στην οικοδόμηση, ενώ παράλληλα εμφανίζονται μηχανικές και τεχνολογικές λύσεις, ως κυρίαρχος παράγοντας στο σχεδιασμό των κτιρίων, που να ταιριάζουν στις «μηχανές που ζουν μέσα".

Δυστυχώς, όπως και οι μηχανές της εποχής μας, τα κτίρια μας χρησιμοποιούν την ενέργεια και τα υλικά επιτόλεια, εξαντλώντας τους πόρους και τη χρήση ενέργειας με τρόπους που αρχίζουν να αλλάζουν πολύ το κλίμα από το οποίο όλοι εξαρτόμαστε. Σύμφωνα με το US Green Building Council τα κτίρια στις Ηνωμένες Πολιτείες καταναλώνουν το 30% της συνολικής ενέργειας μας και το 60% της ηλεκτρικής ενέργειας μας. 5 δισεκατομμύρια γαλόνια του νερού χρησιμοποιούνται ανά μέρα σε κτίρια μόνο για τα καζανάκια στις τουαλέτες (εικόνα 2.8)! Η ρίζα του προβλήματος ήταν η κοντόφθαλμη πεποίθησή μας ότι η τεχνολογία σε συνδυασμό με μεγάλη κατανάλωση ενέργειας ήταν η απάντηση σε οποιοδήποτε σχεδιαστικό πρόβλημα. Και όμως, όχι πολύ καιρό πριν είχαμε ένα διαφορετικό μοντέλο για τα κτίρια μας και μια διαφορετική σχέση με τη φύση.



Εικ.2.8 : Διαφορετικοί τύποι λυμάτων, με χαρακτηριστική ποσότητες (US greywater.com)

Μέχρι τη σύγχρονη εποχή, τα κτίρια θα μπορούσαν να συγκριθούν με ζωντανούς οργανισμούς, που εξελίσσονταν σε απάντηση στην αλλαγή του κλίματος και της τοπογραφίας, αλλάζοντας μορφή και σύνθεση, όπως θα ήταν αναγκαία για την προστασία των στοιχείων που ήταν μέσα, ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία και την υγρασία στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Η εξέλιξη αυτή παρήγαγε λαϊκές μορφές που διέφεραν από τόπο σε τόπο με παρόμοιο τρόπο που τα φυτά και τα ζώα διαφέρουν από βιότοπο σε βιότοπο. Μόνο να συγκρίνει κανείς τα ιγκλού των Ινουίτ με τις πλίνθινες δομές νοτιοδυτικά, καταλαβαίνει ότι το κλίμα και ο πολιτισμός δίνουν σχήμα στην αρχιτεκτονική (εικόνα 2.9.). Τόσο τα ιγκλού όσο και τα πλίνθινα σπίτια χτίστηκαν για να μετριάσουμε τα σκληρά ακραία καιρικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας μόνο τα υλικά που ήταν διαθέσιμα. Ούτε ο τύπος του κτιρίου επηρέασε σημαντικά το περιβάλλον και σε συνδυασμό βοήθησαν να καθοριστεί η κουλτούρα των ανθρώπων που το έφτιαξαν.



Εικ.2.9: Ομάδα Ινουίτ χτίζει ιγκλού με κομμάτια πάγου.

Αλλά η δυτική κοινωνία δεν ήταν ποτέ απόλυτα ικανοποιημένη με μια στενή σχέση με τη φύση και έσπευσε να ακολουθήσει τις ιδέες των ατόμων, όπως ο Francis Bacon ο οποίος ζήτησε «κυριαρχία πάνω στη φύση», χρησιμοποιώντας την επιστημονική οδό. Ήδη από τον 17ο αιώνα αρχίσαμε να αναζητούμε τρόπους για να θέσουμε απόσταση μεταξύ των εξωτερικών στοιχείων και των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται στους εσωτερικούς χώρους, με άλλα λόγια να είναι ζεστό ανεξάρτητα από το πόσο κρύο ήταν έξω και δροσερό ανεξάρτητα από το πόσο ζεστό. Με νέες σχεδιαστικές ελευθερίες κατέστη δυνατό από τεχνολογίες, όπως μόνωση γυαλί, κλιματισμό και συστήματα κεντρικής θέρμανσης, η αρχιτεκτονική να απομακρυνθεί γρήγορα από μοντέλα ζωντανών οργανισμών χάρη στα μηχανήματα που έκαναν δυνατές αυτές τις αλλαγές.

Δυστυχώς, στη βιασύνη μας να προχωρήσουμε μπροστά με "πρόοδο" χάσαμε την ικανότητα να διακρίνουμε μεθόδους και πρακτικές που βλάπτουν την περιβαλλοντική υγεία. Ξεχάσαμε το σκληρό μάθημα που διδαχθήκαμε ότι το πώς μπορεί κανείς να πάει κάπου είναι τόσο σημαντικό όσο και το να πάει εκεί. Ο Amory Lovins, ιδρυτής του Rocky Mountain Institute, μας θυμίζει ότι αυτό που θέλουμε είναι η άνεση, όχι υψηλότεροι λογαριασμοί ενέργειας και πετρελαιοκηλίδες. Δεν είναι οι προθέσεις μας, που είναι λάθος, αλλά μάλλον ο δρόμος που επιλέξαμε για να φτάσουμε εκεί. Αυτό που χρειάζεται είναι μια επιστροφή στην παλιά πραγματικότητα, όπου ήταν σεβαστές περιφερειακές/ τοπικές διαφορές και η περιβαλλοντική υγεία, ενώ παράλληλα αποδέχεται κατάλληλες τεχνολογίες που μπορούν να μας δώσουν την άνεση, την εξυπηρέτηση και την ασφάλεια περιμένουμε τώρα. [3]

2.2 Σύγχρονα προβλήματα

Το αρχιτεκτονικό επάγγελμα βρίσκεται σε μια κρίσιμη καμπή στην ιστορία του σε σχέση με την μείωση των επιπτώσεων του στο φυσικό περιβάλλον. Η σύγχρονη τεχνολογία αποκαλύπτει αυτές τις επιπτώσεις. Ο κόσμος μπορεί πια να δει και να μετρήσει τις αρνητικές επιπτώσεις που έχουν τα κτίρια σε τομείς όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση, η μόλυνση του νερού, εξόρυξη των φυσικών υλικών και τη συσσώρευση απορριμμάτων. Ωστόσο, υπάρχει ελπίδα, είτε λέγεται πράσινη, οικολογική, περιβαλλοντική, βιώσιμη ή κοινή λογική σχεδιασμού. Οι αρχιτέκτονες βλέπουν αυτή την πρόκληση ως μια μεγάλη ευκαιρία.



Εικ.2.10: 20 Watt LED Downlight



Εικ.2.11: Low-e γυαλί

Στόχος πολλών ερευνών έχει γίνει η εύρεση τρόπων ώστε να μπορέσουν οι αρχιτέκτονες να έχουν την ευκαιρία να σχεδιάσουν καλύτερες προσόψεις κτιρίων με τη μίμηση του πολύ φυσικού συστήματος πάνω στο οποίο προσπαθούν να μειώσουν τις επιπτώσεις τους. Τρέχουσες καινοτομίες, όπως αυτές που φαίνονται στις εικόνες 2.10 και 2.11 αποτελούν ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση. Ωστόσο, για την πραγματική ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων ενός κτιρίου, χρειάζεται να αλληλεπιδράσει πιο ολιστικά με τον περιβάλλοντα χώρο και όχι μόνο με μεμονωμένες διορθώσεις που επικεντρώνονται σε ένα πρόβλημα, όπως λιγότερα απόβλητα. Αν και η τεχνολογία επιτρέπει στους σχεδιαστές να λύσουν τέτοια προβλήματα, αποκαλύπτει επίσης τις επιπτώσεις της ανθρωπότητας στον πλανήτη. Επιπροσθέτως, επιστημονικές ανακαλύψεις αποκαλύπτουν πώς η φύση λύνει αυτά τα προβλήματα. Τα μαθήματα αντλήθηκαν από φυσικά συστήματα και μπορούν να εφαρμοστούν στην αρχιτεκτονική για να ελαττωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και αυτό είναι ένα κρίσιμο σημείο για να αναρωτηθούμε: Οι σχεδιαστές θα χρησιμοποιήσουν την κατασκευαστική τεχνολογία και την προηγμένη επιστημονική γνώση για τη δημιουργία ενός αρχιτεκτονικού επιτεύγματος που συμπεριφέρεται σαν τη φύση; [2]

Πρώτα θα πρέπει να προσδιοριστούν οι πραγματικές προκλήσεις στον τομέα της αρχιτεκτονικής σήμερα, που είναι η αναποτελεσματικότητα και η έλλειψη χώρου.

2.2.1 Αναποτελεσματικότητα.

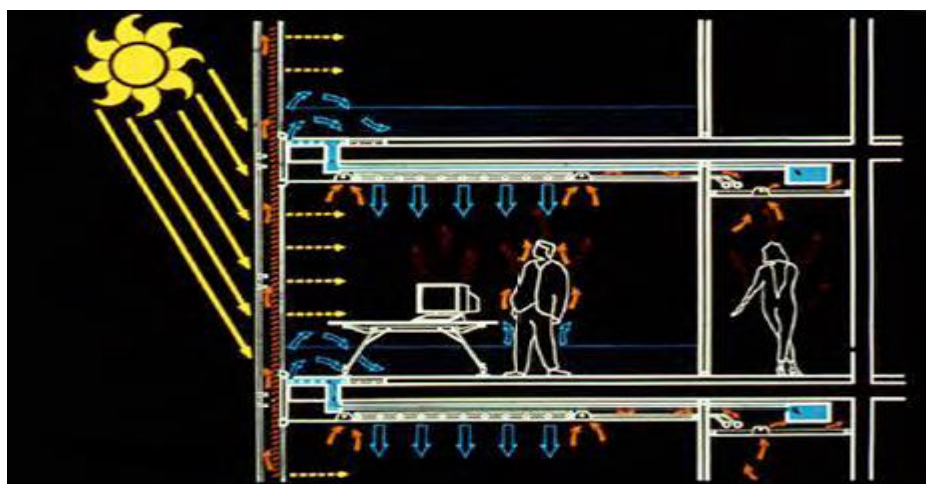
Η κατανάλωση ενέργειας είναι μια αυξανόμενη παγκόσμια ανησυχία. Σύμφωνα με την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος (2009), «Τα κτίρια αντιστοιχούσαν στο 72 τοις εκατό της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των ΗΠΑ το 2006 ... 51 τοις εκατό του οποίου αποδόθηκε σε οικιακή κτιριακή χρήση, ενώ το 49 τοις εκατό αποδόθηκε σε εμπορική χρήση του κτιρίου ». Δεδομένου ότι τα κτίρια συμβάλλουν σημαντικά στην κατανάλωση ενέργειας, οι αρχιτέκτονες έχουν την ευθύνη να αναζητήσουν τρόπους για τη μείωση της κατανάλωσης. Με την αναζήτηση λύσεων, οι σχεδιαστές επιστρέφουν στις βασικές αρχές παθητικού σχεδιασμού, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούν εξελιγμένα συστήματα υψηλής τεχνολογίας.

Μια συγκεκριμένη περιοχή που χρειάζεται περαιτέρω έρευνα, γιατί καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την αποτελεσματικότητα μιας κατασκευής είναι το περίβλημα του κτιρίου, ή πρόσοψη, όπως είναι συχνά αναφέρεται.

Το περίβλημα του κτιρίου αποτελεί το εξωτερικό σύνολο του κτιρίου, που χωρίζει το εξωτερικό και των εσωτερικό περιβάλλον, και «... με την κατάλληλη διαχείριση, το κέλυφος του κτιρίου μπορεί να μειώσει σημαντικά την ζήτηση ενός κτιρίου σε ενέργεια ... το περίβλημα του κτιρίου μπορεί να σπαταλήσει τεράστια ποσά ενέργειας, αν δεν παρακολουθηθεί σωστά »(The Structural Group, 2008).

Όταν ρωτήθηκε για τις πιο επείγουσες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι αρχιτέκτονες σήμερα, ο Peter Busby Busby της Perkins + Will δήλωσε ότι, «Το δύσκολο κομμάτι έρχεται τώρα, που πρέπει πραγματικά να βελτιώσουμε την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων μας. Εμείς πρέπει να επενδύσουν στην «επένδυση» του κτιρίου, και αυτό πρόκειται να αποτελέσει μεγάλη πρόκληση για τα επόμενα τρία με τέσσερα χρόνια » (Weeks, 2010, παράγρ. 7).

Ο σχεδιασμός του «δέρματος» κτιρίου επηρεάζει σημαντικά το ποσό της ενέργειας απαιτείται για φωτισμό, μηχανικά συστήματα, και συντήρηση. Η σύνδεση της πρόσοψης του κτιρίου με τα συστήματα αυτά φαίνεται στην Εικόνα 2.12. [2]



Εικ.2.12: Διάγραμμα δομικών συστημάτων

2.2.2 Απώλεια Τοπικών Χαρακτηριστικών.

Εκτός από το πρόβλημα της ενεργειακής απόδοσης, ο Christopher Alexander (2007) με ακρίβεια τόνισε «... ότι το μεγαλύτερο πρόβλημα με την αρχιτεκτονική είναι η απώλεια της σύνδεσης μεταξύ των ανθρώπων και του φυσικού κόσμου». Η βιομηχανία στον κατασκευαστικό τομέα έχει επιτρέψει τεχνολογικές εξελίξεις στα κτίρια, όπως κλιματισμό, για το διαχωρισμό των ανθρώπων από το φυσικό τους περιβάλλον, χάνοντας την επαφή με τον τόπο. Οι άνθρωποι πηγαινούν από το ένα σφραγισμένο, κλιματιζόμενο σπίτι σε ένα σφραγισμένο, κλιματιζόμενο αυτοκίνητο, στη συνέχεια, θα περάσουν την ημέρα σε σφραγισμένο, κλιματιζόμενο γραφείο ή σχολείο και στη συνέχεια θα αντιστραφεί η διαδικασία μέχρι το τέλος της ημέρας. Με το να βασίζονται σε καλά σφραγισμένα κτίρια διώχνοντας τον αέρα με τη σωστή θερμοκρασία, για την άνεσή τους, οι άνθρωποι έχουν ξεχάσει ότι είναι όντα συνδεδεμένα με το εξωτερικό περιβάλλον, όπως είναι και τα κτίρια όπου κατοικούν.

Κοιτάζοντας το πώς τα φυσικά δέρματα προστατεύουν το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον, τα αρχιτεκτονικά δέρματα ωχριούν σε σύγκριση. Τι θα συνέβαινε αν οι φάκελοι των κτιρίων μας αλληλεπιδρούσαν καλύτερα με το εξωτερικό περιβάλλον; Και τι, αν θα μπορούσαν να κατασκευάζονται με τρόπο που να χρησιμοποιεί λιγότερα εξαρτήματα και πραγματικά να ενσωματώνει μέσα του τα συστήματα του κτιρίου; Αν απαιτούνταν λιγότερη ενέργεια για τον κατασκευαστή χωρίς τη χρήση δραστικών χημικών ουσιών; Φανταστείτε ένα κέλυφος κτιρίου που θα ήταν καταλληλότερο για το τοπικό κλίμα της περιοχής του και θα μπορούσε πραγματικά να παράγει ενέργεια για το κτίριο. Τα τωρινά κελύφη των κτιρίων μας δεν αλληλεπιδρούν με τη φύση και είναι επιβλαβή για το περιβάλλον, λόγω της κατασκευής, εγκατάστασης και συντήρησής τους. Εκτός από την ανεπάρκεια της ενέργειας, ένα άλλο πρόβλημα με τα τωρινά κελύφη των κτιρίων είναι ότι είναι κατασκευασμένα από πολλαπλές ανόμοιες συνιστώσες. Κάτι που δημιουργεί πάρα πολλές ευκαιρίες για αστοχία του υλικού και οδηγεί σε συμπύκνωση, θερμική γεφύρωση και σπατάλη σε χρήση υλικών.

Σε μια προσπάθεια επίλυσης αυτών των πιθανών αποτυχιών, το περίβλημα έχει σχεδιαστεί ως ένα κλειστό, στεγανό σύστημα. Αυτός ο τύπος συστήματος κάνει το δέρμα του κτιρίου να λειτουργεί ως ένα φράγμα για το εξωτερικό περιβάλλον, όχι ως ένα φυσικό φίλτρο, όπως πρέπει τα δέρματα να κάνουν.

Ο σχεδιασμός με αυτή τη νοοτροπία δεν απαιτεί μόνο τεράστια ποσά ενέργειας, για να λειτουργήσουν τα κτίρια που βρίσκονται συνεχώς σε αντίθεση με το εξωτερικό περιβάλλον, κάνει επίσης τις κοινότητές μας να φαίνονται δυσδιάκριτες. Με μεγάλα ποσά θέρμανσης ή ψύξης, ένα κτίριο μπορεί να φανεί το ίδιο είτε είναι στο Φοίνιξ ή στη Βοστώνη. Αντίθετα, με το κτίριο που φαίνεται στην Εικόνα 2.13, όπου κάποιος καταλαβαίνει σχεδόν αμέσως που βρίσκεται. Το ύφος του εξελίχτηκε με την πάροδο του χρόνου σε μια προσπάθεια ελέγχου της ηλιοφάνειας και προστασίας από τη βροχή, σε συνδυασμό με τις τοπικές κτιριακές παραδόσεις. Αγνοώντας τις τοπικές επιρροές στην

κατασκευή των κτιρίων, η ανθρωπότητα χάνει την πολιτιστική της ταυτότητα και τη θέση του φυσικού κόσμου στην ανθρώπινη κοινωνία.



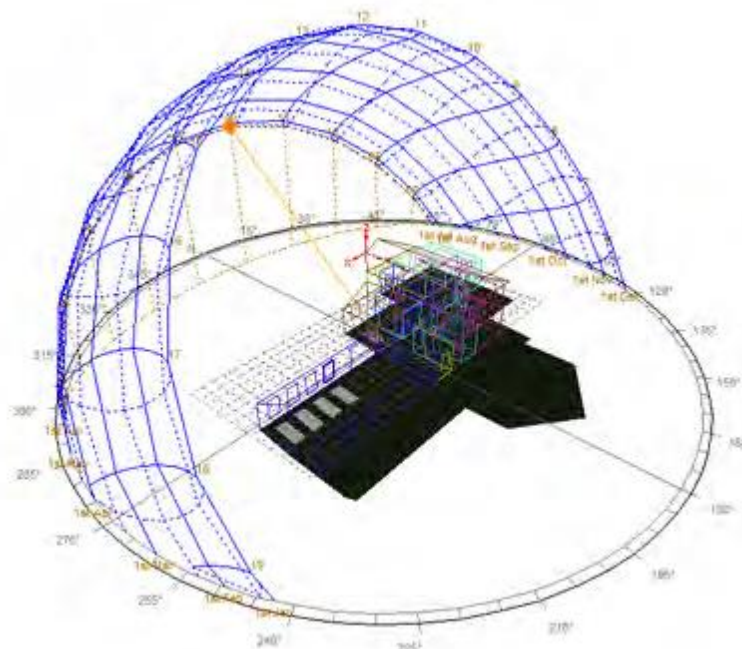
Εικόνα 2.13: Παραδοσιακή ιαπωνική αρχιτεκτονική

Άρα, πώς είναι να έχει θέση ο φυσικός κόσμος στην ανθρώπινη κοινωνία; Αν οι αρχιτέκτονες ακολουθήσουν αυτά τα παραδείγματα, θα συνειδητοποιήσουν ότι δεν χρειάζεται να ψάχνουν πιο μακριά παρά στο άμεσο περιβάλλον τους. Ή να το θέσουμε απλά ότι το παράδειγμα προς μίμηση είναι το περιβάλλον στο οποίο ζουν.

Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική δεν βασίζεται σε υλικά που βρέθηκαν σε ένα κατάλογο, που θα μπορούσαν να έχουν αποσταλεί από οπουδήποτε στον κόσμο. Χρησιμοποιεί ό, τι ήταν διαθέσιμο σε τοπικό επίπεδο. Ακόμα σημαντικότερα, τα κτίρια δεν βασίζονται σε συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού για να παρέχουν άνεση. Αντ' αυτού, ο προσανατολισμός του κτιρίου, η μορφή και οι λεπτομέρειες δημιουργούν άνετα μέρη για να ζήσουν και να εργαστούν. Αυτά τα ιστορικά παραδείγματα εμφανίζουν το πνεύμα του τόπου.

Ψάχνοντας στη φύση για έμπνευση, βλέπει κανείς ότι δεν έχει καμία επιλογή παρά να συνδεθεί με τον τόπο. Οι οργανισμοί δεν επιβιώνουν απλώς, αλλά ευδοκιμούν όταν είναι στο σωστό μέρος. Ενώ ένας κάκτος είναι αποθήκη νερού και ένα μεγάλο παράδειγμα αντοχής σε ακραίες καιρικές συνθήκες, εάν τεθεί σε βάλτους, πεθαίνει. Μερικοί κριτικοί θεωρούν ότι η επιστροφή στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική δεν είναι κατάλληλη για το σύγχρονο κόσμο του σήμερα και ότι οι σχεδιαστές θα πρέπει να αξιοποιήσουν πλήρως την τεχνολογία. Κοιτάζοντας τη λαϊκή αρχιτεκτονική, δεν υπονοούμε ότι η ανθρωπότητα πρέπει να επιστρέψει στην εποχή που ζούσαν σε καλύβες ή σε ιστορικά μόνο στυλ, αλλά είναι ανάγκη να κατανοήσουμε τις αρχές αυτών των πρώτων σχεδίων. Ένα παράδειγμα είναι ότι

οι σχεδιαστές πρέπει πραγματικά να θυμηθούν ότι διαφορετικές όψεις απαιτούν διαφορετικές εξωτερικές επεξεργασίες για τον ήλιο. Η έντονη εξάρτηση από θέρμανση και κλιματισμό καθιστά εμφανές ότι οι αρχιτέκτονες έχουν ξεχάσει τη βασική ηλιακή διαδρομή όπως φαίνεται στην Εικ.2.14.



Εικ.2.14: Διάγραμμα της διαδρομής του ήλιου

Οι σειρές ακολουθιών της φύσης μας παρέχουν γνωστές καταστάσεις, τις οποίες οι σχεδιαστές μπορούν με ακρίβεια να προβλέψουν και να αξιοποιήσουν. Η υπενθύμιση και η εφαρμογή απλών, αλλά συχνά ξεχασμένων, αρχών δεν κάνουν μόνο ένα κτίριο πιο αποτελεσματικό, αλλά και πιο άνετο για τους χρήστες του. Αν η κατασκευαστική βιομηχανία είναι η μίμηση της φύσης, η κατανόηση ότι τα κτίρια και οι άνθρωποι συνδέονται με τον τόπο, μπορεί να αποτελέσει την πιο σημαντική αρχή για κατανόηση. Αν οι αρχιτέκτονες λύσουν το ζήτημα του χώρου, μπορούν επίσης να λύσουν και το πρόβλημα ενεργειακής απόδοσης.

Επιπλέον, αντί απλά να βασίζονται στην τεχνολογία για την επίτευξη της ανθρώπινης ευεξίας, η επιστήμη μας δείχνει ότι η υγεία και η ευημερία μας βασίζονται στη σύνδεση της ανθρωπότητας με το φυσικό κόσμο.

Οι οικολογικό-πολιτιστική λογική εμπνέεται από μια φαινομενολογική ένταξη του περιβάλλοντος. Αυτή η λογική δίνει στην αρχιτεκτονική μια περιβαλλοντική και πολιτισμική σύνδεση με τον τόπο για τον οποίο είναι σχεδιασμένο το κάθε τι. [2]

2.3 Γιατί Ψάχνουμε για Λύσεις στη Φύση

Γιατί μίμηση της φύσης; Πριν προχωρήσουμε περαιτέρω, είναι σημαντικό να αναρωτηθούμε γιατί θα πρέπει να κοιτάξουν οι αρχιτέκτονες στη φύση για έμπνευση και να τη μιμηθούν; Για να μιμηθούν κάτι σημαίνει ότι το έχουν σε μεγάλη εκτίμηση. Και είναι σημαντικό να εξετάσουμε αν αυτό που μιμούνται αξίζει αυτή την εκτίμηση. Η απάντηση συνδέεται με την άποψη κάποιου για τη φύση. Γιατί οι σχεδιαστές μελετούν και εκτιμούν τα ερείπια Anasazi στο Chaco Canyon στο Νέο Μεξικό; Ή γιατί οι παρατηρητές δείχνουν σεβασμό σε έναν πίνακα ζωγραφικής του Βαν Γκογκ σε ένα μουσείο με το να στέκονται σε μια ορισμένη απόσταση από αυτό; Οι άνθρωποι δεν σέβονται απαραίτητα ό,τι βρέθηκε από ανασκαφές ή ένα οποιοδήποτε τυχαίο ζωγράφο. Όχι, αυτά τα στοιχεία χαίρουν μεγάλης εκτίμησης, επειδή ήταν καλά σχεδιασμένα και έχουν σχεδιαστεί με σκοπό. Μας δίνουν μια αντίληψη για το μυαλό του σχεδιαστή και τις σκέψεις του και η ομορφιά ξεπερνά κάθε τυχαίο περιστατικό.

Αρχαίοι πολιτισμοί, από τους Αβορίγινες μέχρι τους Έλληνες και από τις κέλτικες φυλές στους Ινδιάνους, έδειχναν ευλάβεια για τη φύση. Ήξεραν ότι δεν ήταν χαστική, αλλά ότι είχε τάξη και σκοπό. Και δεν είναι μόνο οι πολιτισμοί χιλιάδων χρόνων. Η πρόσφατη ιστορία δείχνει ότι οι φιλόσοφοι, επιστήμονες, συγγραφείς και αρχιτέκτονες επίσης είχαν τη φύση σε μεγάλη εκτίμηση. Η άποψη του Heidegger για τα μυστήρια του φυσικού κόσμου έχει οδηγήσει σε ένα περιβαλλοντικό ήθος για τη διατήρησης της φύσης.

Στο βιβλίο *Biophilic Design*, η Benyus εξήγησε την άποψή της σχετικά με το γιατί οι αρχιτέκτονες θα πρέπει να επιδιώκουν να μιμηθούν τη φύση, «Όπως όλα τα καλά σχέδια, η [φύση] ποτέ δε σταματά να εμπνέει θαύματα, και, τελικά τη μίμηση. Όπου και αν κοιτάξεις, θα βρεις υπέροχες μορφές και συστήματα - σχέδια που κατέστησαν δυνατή τη ζωή ». Η φύση υπήρξε η έμπνευση των σχεδιαστών για χιλιετίες, και οι προηγμένες γνώσεις μας για τη φύση, σήμερα μας αποκαλύπτουν συνεχώς αυτό που είχε πει ο Βρετανός αστροφυσικός Paul Davies (1988): « Για μένα υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις ότι κάτι συμβαίνει πίσω από όλα ... Φαίνεται σαν κάποιος να έχει τελειοποιήσει τους αριθμούς της φύσης για να κάνει το Σύμπαν ... Η εντύπωση που δίνει ο σχεδιασμός της είναι συντριπτική » [2]

2.3.1 Η Φύση έχει τις Απαντήσεις

Για να βελτιωθεί ο σημερινός μας τρόπος σχεδιασμού, οι αρχιτέκτονες πρέπει να αρχίσουν να αναζητούν ιδέες στη φύση. Η Benyus πιστεύει ότι η αρχιτεκτονική και ο σχεδιασμός βρίσκονται στην κρίσιμη άκρη της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Επίσης λέει: «Όταν ψάχνω το πού η βιομίμηση θα μπορούσε να έχει το μεγαλύτερο αντίκτυπο, αυτό είναι στο δομημένο κόσμο ».

Για να λύσουν την αναποτελεσματικότητα και την απώλεια μέρους των προβλημάτων, οι σχεδιαστές χρειάζονται νέες λύσεις, όχι μία από τα ίδια. Οι αρχιτέκτονες πρέπει να θυμόμαστε τα λόγια του Άλμπερτ Αϊνστάιν, «Δεν μπορείς ποτέ να λύσεις ένα πρόβλημα στο επίπεδο που δημιουργήθηκε». Απλά αναθεωρώντας την ισχύουσα κτιριακή τεχνολογία δεν θα φτάσουμε ποτέ στο στόχο της δημιουργίας μιας βιώσιμης δομής. Η κατασκευαστική βιομηχανία θα πρέπει να κοιτάξει πέρα από τον εαυτό της και να ψάξει στη φύση.

Γιατί θα πρέπει οι σχεδιαστές που ενδιαφέρονται για τον βιώσιμο σχεδιασμό να κοιτάζουν στη φύση για έμπνευση; Ένας λόγος είναι ότι η φύση έχει ήδη πολλές λύσεις για δικά μας προβλήματα. Για παράδειγμα, τα φύλλα σε κάθε δέντρο μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ενέργεια καλύτερα από οποιοδήποτε φωτοβολταϊκό πάνελ που δημιουργήθηκε ποτέ. Και το κάνουν αυτό χωρίς να βλάπτουν τη γη όπου αναπτύσσονται. Επίσης, η φύση λειτουργεί καλύτερα στην περιοχή, στην οποία βρίσκεται, που σημαίνει ότι χρησιμοποιεί τα κατάλληλα συστήματα για την επιβίωση. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική βασίστηκε στην έννοια της τοπικής καταλληλότητας και αναζήτησε έμπνευση στη φύση. Οι αυτόχθονες άνθρωποι γνώριζαν την έννοια του «Μίλα στη γη, και άστη να σε διδάξει» (Ιωβ 12:08 α, New American Standard Αγία Γραφή). Και οι αρχιτέκτονες καλά θα κάνουν να το θυμούνται αυτό στη σύγχρονη εποχή.

Και πάλι, με το να ξαναέρθουν σε επαφή με τον τόπο δεν σημαίνει ότι θα πρέπει οι σχεδιαστές να εγκαταλείψουν την τεχνολογία και να ζήσουν ακριβώς όπως οι πρόγονοί μας σε πρωτόγονες καλύβες. Αγκαλιάζοντας τη σύγχρονη τεχνολογία πραγματικά μας βοηθά να κατανοήσουμε το φυσικό κόσμο περισσότερο από ποτέ άλλοτε. Οι επιστήμονες από διάφορους τομείς μαθαίνουν πώς η φύση λειτουργεί με τη χρήση υψηλής ταχύτητας υπολογιστών και μικροσκόπια ακριβείας. Και αυτό που βλέπουν αυτοί οι επιστήμονες μπορεί να εφαρμοστεί για την επίλυση των ανθρώπινων προβλημάτων.

Στην πραγματικότητα, το Ινστιτούτο Βιομίμησης δημιουργήσει μια ηλεκτρονική βάση δεδομένων των βιολογικών πληροφοριών για να βοηθήσει τους σχεδιαστές σε αυτό το εγχείρημα που ονομάζεται AskNature. Περιγράφεται ως 'ένα ελεύθερο, με ανοικτές πηγές, πρόγραμμα, που δημιουργήθηκε «από εμάς για εμάς». Στόχος μας είναι να συνδέσουμε προοδευτικά μυαλά με τις καλύτερες ιδέες της ζωής, και στη διαδικασία, να εμπνεύσουμε τεχνολογίες που δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για τη ζωή». [2]

2.3.2 Επιφανειακή και εις βάθος Μίμηση της Φύσης/ Σε ποιο Επίπεδο είναι Σωστή η Μίμηση της Φύσης

Η διαπίστωση ότι η φύση αξίζει να μιμηθεί, δεδομένου ότι κατανοούμε τους σχεδιασμούς της, σημαίνει περισσότερο από απλά να αντιγράψουμε τις μορφές της. Ο πρωτοποριακός αρχιτέκτονας Buckminster Fuller υπέδειξε την κατεύθυνση που θα πρέπει να ακολουθήσουν οι σχεδιαστές, «Εμείς δεν επιδιώκουμε να μιμηθούμε τη φύση, αλλά κυρίως να βρούμε τις αρχές που χρησιμοποιεί».

Για να συνδεθεί η αρχιτεκτονική με την τοποθεσία και να κάνει σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας, θα πρέπει να προχωρήσουμε πέρα από ό,τι ο Kellert (2005) περιγράφει ως, «Η πρώτη βασική διάσταση του βιοφιλικού σχεδιασμού είναι μία οργανική ή φυσιοκρατική διάσταση, που ορίζεται ως σχήματα και μορφές στο δομημένο περιβάλλον που άμεσα, έμμεσα, ή συμβολικά αντικατοπτρίζουν την έμφυτη συγγένεια του ανθρώπου με τη φύση».

Για να υπάρξει μια βαθύτερη επίδραση, οι αρχιτέκτονες πρέπει να επικεντρωθούν σε μια άλλη περιοχή που ο Kellert ορίζει ως «Η δεύτερη βασική διάσταση του βιοφιλικού σχεδιασμού είναι μία βασισμένη στο χώρο ή λαϊκή διάσταση, που ορίζεται ως κτίρια και τοπία που έχουν συνδεθεί με τον πολιτισμό και την οικολογία μιας τοποθεσίας ή γεωγραφικής περιοχής». Εργαζόμενοι σε αυτή τη δεύτερη διάσταση, οι αρχιτέκτονες μπορούν να ξεκινήσουν την εξεύρεση λύσεων που θα βοηθήσουν στην επίλυση του προβλήματος της έλλειψης χώρου.

Πολύ κακό γίνεται στο αρχιτεκτονικό επάγγελμα, όταν μορφές αντιγράφονται χωρίς την κατανόηση των αρχών που οδηγούν σε αυτές. Φυσικά είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι τα παραδείγματα που βρίσκονται στη φύση είναι όμορφα. Η ομορφιά τους είναι δευτερεύουσα όμως, η πραγματική ομορφιά βρίσκεται στην λειτουργικότητά τους. Δεν είναι απλά άλλο είδος αρχιτεκτονικών μορφών που αντιγράφονται, αλλά υπάρχουν πολλά παραδείγματα μορφών της φύσης που εφαρμόζονται σε κτίρια. Τα πουλιά έχουν αυτή τη μορφή επειδή έχουν σχεδιαστεί για να πετούν, τα κτίρια δεν πετούν. Τα ψάρια έχουν πτερύγια και είναι αεροδυναμικά, έτσι ώστε να μπορούν να κινούνται γρήγορα μέσα στο νερό, τα κτίρια δεν πρέπει να κινούνται στο νερό με υψηλές ταχύτητες. Μερικά κτίρια που δημιουργήθηκαν έμοιαζαν με ζώα, αλλά στην πραγματικότητα, δεν λειτουργούν σαν τον οργανισμό που μιμήθηκαν.

Η φυσική μορφή είναι συνήθως μόνο ένα περίβλημα για το συνηθισμένο κτίριο. Το βιβλίο Ζωομορφές, των Aldersey-Williams (2003) παρουσιάζει μια έκθεση με τον ίδιο τίτλο που αναδεικνύει την τάση των κτιρίων που μοιάζουν με ζώα. Μερικές από αυτές τις κατασκευές φαίνονται στις εικόνες 2.15-2.17.



Εικ.2.15: Παραθαλάσσια Σπίτια από το Michael Sorkin Studio



Εικ.2.16: Vila Olimpica από Gehry Partner

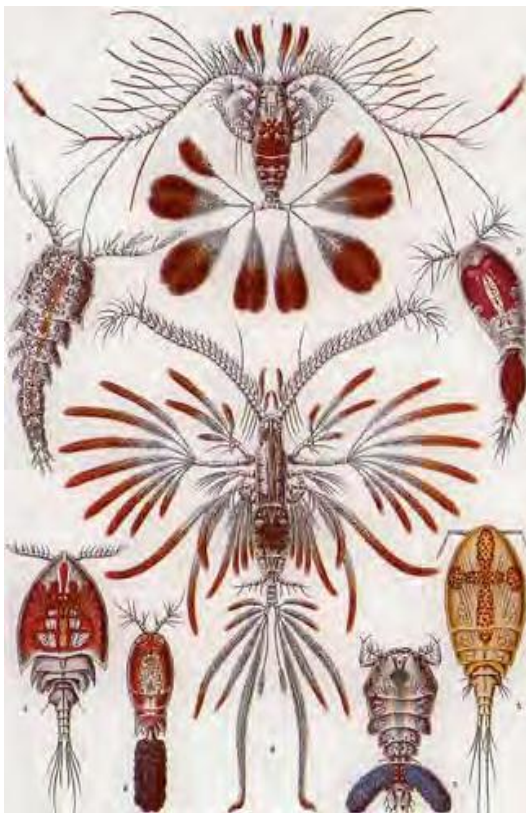


Εικ.2.17: Το μουσείο τέχνης του Milwaukee από τον Santiago Calatrava

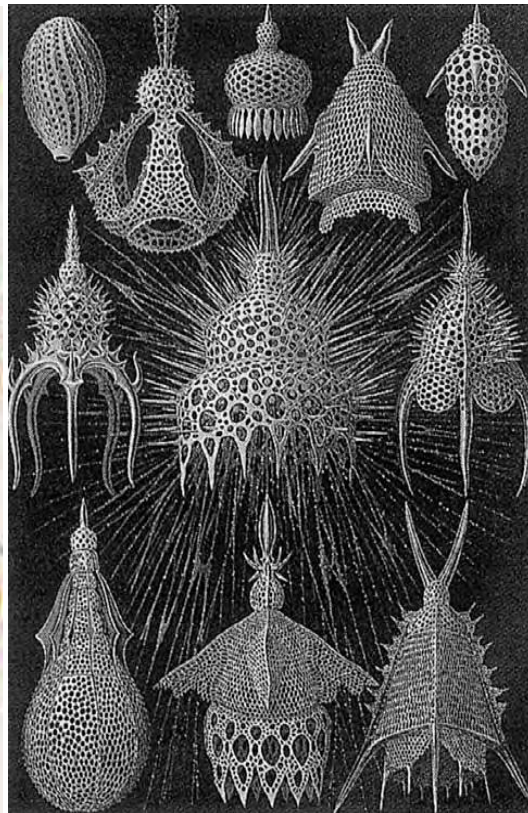
Παρά το γεγονός ότι αυτά τα παραδείγματα θεωρούνται γενικά καλή αρχιτεκτονική, αποτελούν μίμηση της φύσης μόνο σε μορφή. Για να είναι η βιομίμηση μια πραγματικά επιτυχής μεθοδολογία και να έχει νόημα στην αρχιτεκτονική, χρειάζεται να εφαρμοστεί σε περισσότερα επίπεδα από μόνο της μορφής. Ο συγγραφέας Peter Forbes (2005) σημείωσε ότι: ο Julian Vincent, καθηγητής Βιομηχανικής στο Bath University, ήταν καυστικός σχετικά το ότι βλέπει συχνά επιφανειακές αντιμετωπίσεις της εξωτερικής μορφής ζωντανών οργανισμών, χωρίς να μαθαίνουν από τον τρόπο που η φύση πραγματικά λειτουργεί. Στη χειρότερη περίπτωση, λέει, η προσέγγιση του αρχιτέκτονα καταλήγει στο: «Θα πω ότι πήρα τη δομή από ένα ζώο. Ο καθένας θα αγοράσει ένα, επειδή εμπνέει ένα ρομαντισμό. »

Κτίρια που ακολουθούν αυτή τη λογική μπορεί να μοιάζουν με τη φύση, αλλά σε αντίθεση με τους φυσικούς οργανισμούς, δεν είναι κατ' ανάγκην συνδεδεμένος με την περιοχή για την οποία είχαν σχεδιαστεί. Μια οικολογική-αισθητική λογική βασίζεται σε μια ρομαντική άποψη για τη φύση και καταλήγει σε εικονικά στοιχεία που δίνουν προτεραιότητα στη μορφή, περισσότερο από την απόδοση και την αποτελεσματικότητα.

Δεν είναι μόνο οι φυσικές μορφές που οι άνθρωποι μπορούν να δουν με γυμνό μάτι, αλλά επίσης, και ό, τι υπάρχει σε μικρότερη κλίμακα, που είναι μαγευτικό. Εικόνες που με τον Ernst Haeckel, κατέστησαν δυνατές μέσω της βελτίωσης των μικροσκοπίων στα μέσα του 1800. Εξετάζοντας τις εικόνες στις εικόνες 2.18-2.19, είναι εύκολο να καταλάβει κανείς γιατί οι σχεδιαστές θέλουν τα κτίρια τους να αντανακλούν την ομορφιά που βλέπουν στη φύση.



Εικ.2.18: Μικρά οστρακόδερμα σχεδιασμένα από τον Ernst Haeckel



Εικ.2.19: Cyrtoidea από τον Ernst Haeckel

Ωστόσο, είναι πιο σημαντικό να αναζητήσει κανείς τις αρχές πίσω από φυσικές μορφές. Ένα παράδειγμα μιας βαθύτερης μέθοδου εύρεσης μορφής απεικονίζεται εδώ: «Ο Frei Otto επινόησε τον όρο «Selbstbildung, η διαδικασία του αυτο-σηματισμού που κρύβεται πίσω από τα περισσότερα πειράματά του ... Αυτή η μέθοδος σχεδιασμού εύρεσης μορφής ... είναι εντελώς διαφορετική από τον πιο διαδεδομένο ορισμό της μορφής» (Hensel, Menges & Weinstock, 2010, σελ.48, 49).

Έτσι, για να αποφευχθεί η εξέταση μόνο της μορφής και να γίνει η κατανόηση των αρχών που διέπουν τα δέρματα της φύσης, η πρόκληση πρέπει να εξεταστεί πιο συγκεκριμένα. Κάτι το οποίο σημαίνει ότι οι αρχιτέκτονες πρέπει πρώτα να κατανοήσουν τα κοινά στοιχεία μεταξύ κτιρίου και φυσικών οργανισμών.[2]

2.3.3 Μίμηση Φυσικών Δερμάτων

«Αν η αρχιτεκτονική έχει σκοπό να ευχαριστήσει μέσω της μίμησης, τότε θα πρέπει να μιμηθεί τη φύση.» - Laugier

Τα φυσικά δέρματα, είτε μιλάμε για τη χλωρίδα ή την πανίδα, σε βρεγμένο, στεγνό, ζεστό ή κρύο κλίμα, πάνω από το έδαφος ή κάτω από το νερό, όλα πρέπει να είναι αποτελεσματικά από άποψη ενέργειας για να επιβιώσουν. Ο οργανισμός δεν μπορεί να έχει την πολυτέλεια να σπαταλά ενέργεια, εξαιτίας του δέρματός του. Η Δρ Petra Gruber (2008) είναι αρχιτέκτονας και καθηγήτρια στο Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας της Βιέννης και επέκτεινε αυτή την ιδέα: «Οι οργανισμοί χρησιμοποιούν ό, τι είναι διαθέσιμο στο περιβάλλον τους, όσον αφορά τη διαθεσιμότητα της πηγής ενέργειας, το υλικό, συνεργασίες κλπ.». Οι Αρχιτέκτονες θα ήταν σοφό να μάθουν πώς καταφέρνουν οι οργανισμοί να λειτουργούν έτσι. Η Gruber (2008) συμφώνησε ότι: «Η μελέτη των αλληλοεπικαλυπτόμενων τομέων της βιολογίας και της αρχιτεκτονικής παρουσιάζει καινοτόμες δυνατότητες για αρχιτεκτονικές λύσεις. Προσεγγίσεις που έχουν γίνει για να μεταφερθούν οι αρχές της φύσης στην αρχιτεκτονική έχουν παράσχει επιτυχείς εξελίξεις». Επιπλέον, ο αρχιτέκτονας Frei Otto (1971) δήλωσε, «Όχι μόνο έχει γίνει η βιολογία απαραίτητη για την οικοδόμηση κτιρίων αλλά και η οικοδόμηση για τη βιολογία». [2]

Ένας από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας είναι να δείξει πώς είναι απαραίτητη η βιολογία για τα κτίρια. Και υπάρχουν διάφορες στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Οι όροι βιομίμηση, βιομιμητική, και βιονικό χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα εδώ, δεδομένου ότι υπάρχει μόνο μια ελαφρά παραλλαγή στον ορισμό τους, (που έχει δωθεί προηγουμένως στα πλαίσια της εργασίας) που δεν μας επηρεάζει. Για

όσους εργάζονται σε αυτούς τους τομείς τονίζεται ότι η κάθε επιστήμη δεν επιχειρείται να αντιγραφεί, αλλά να αποτελέσει πηγή εμπνευσης για ιδέες και νέα σχέδια που θα βελτιώσουν τα υφιστάμενα.

2.3.4 Μεθοδολογία Σωστής Μίμησης

Το Ινστιτούτο Βιομίμησης (2009) δήλωσε ότι «μπορεί να χρησιμεύσει ως οδηγός για να βοηθήσει καινοτόμους να χρησιμοποιήσουν τη βιομίμηση για να ανταποκριθούν σε μια πρόκληση, να ψάξουν στο φυσικό κόσμο για έμπνευση και ύστερα να αξιολογήσουν τα ευρήματα ώστε να εξασφαλιστεί ότι ο τελικός σχεδιασμός μιμείται τη φύση σε όλα τα επίπεδα, τις διαδικασίες και το οικοσύστημα. »Οι πρώτες τέσσερις φάσεις: Αναγνώριση, Ερμηνεία, Ανακάλυψη και Περίληψη, επικεντρώνονται στο χαρτί.

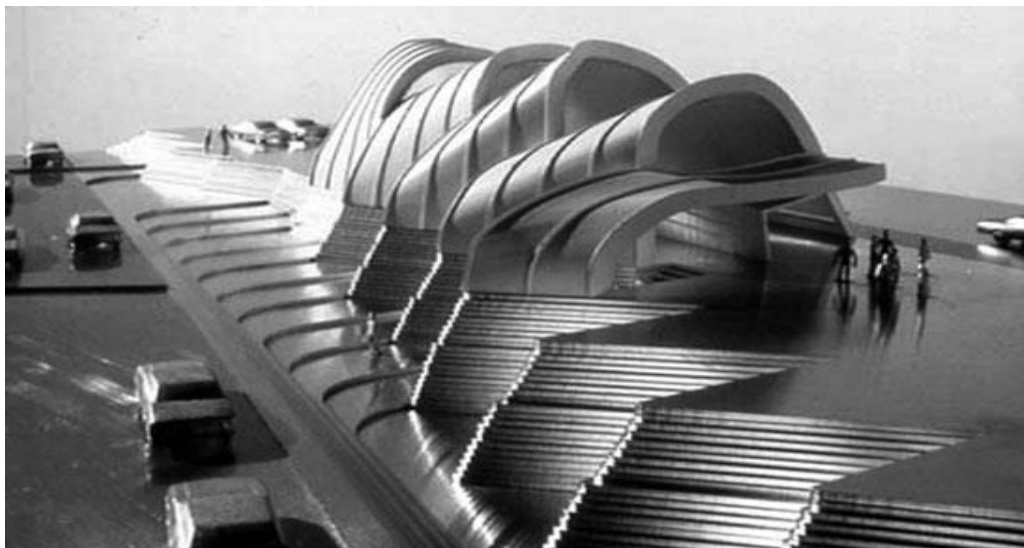
Για να εντοπιστεί η λειτουργία του σχεδιασμού τους, η μεθοδολογία αυτή ρωτά, "Τι θέλετε αυτός ο σχεδιασμός να κάνει για εσάς; ". Επόμενη είναι η φάση της ερμηνείας, η οποία προκαλεί στους σχεδιαστές να αναρωτηθούν, "Τι θα έκανε η φύση σε αυτή την περίπτωση;" Η αναζήτηση απαντήσεων οδηγεί στην ανακάλυψη των φυσικών μοντέλων. Το τελικό βήμα είναι να προσαρμόσουν τις λειτουργίες τους στην αρχιτεκτονική. [2]



Εικ.2.20: Σχεδιάγραμμα της Spiral μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται στο Ινστιτούτο Βιομίμησης

2.3.5 Προσπάθειες Εφαρμογής Φυσικών Συστημάτων

Στο έργο του Hydrogen House για τη Βιέννη, ο Greg Lynn για παράδειγμα, ξεκίνησε με ένα απλό, συμμετρικά τριγωνικό όγκο ο οποίος παραμορφώνεται σε μια διαδικασία με ηλιακές ακτίνες και τις σκιές που πέφτουν στο κτίριο. Ο Lynn υπολόγισε κάθε φάση της διαδικασίας μετασχηματισμού με έναν υπολογιστή και προσομοίωσε την αλλαγή του σχήματος του κτιρίου (Εικόνα 2.21).



Εικ.2.21: Greg Lynn, Hydrogen House, Βιέννη

Το αποτέλεσμα είναι μια μεταμόρφωση της μορφής σαν κίνηση στη διάρκεια της μέρας με τον ήλιο να περνάει από την ανατολή στη δύση. Ο Lynn εξηγεί: "Η αρχιτεκτονική μορφή συμβατικά συλλαμβάνεται σε ένα τρισδιάστατο χώρο εξιδανικευμένης στάσης, που ορίζεται από σταθερά σημεία με καρτεσιανές συντεταγμένες. Ένα αντικείμενο που ορίζεται ως ένα φορέα του οποίου η τροχιά είναι σε σχέση με άλλα αντικείμενα, δυνάμεις, τομείς και ροές, ορίζει τη μορφή του μέσα σε έναν ενεργό χώρο δυναμικής και κίνησης. Αυτή η μετάβαση από ένα παθητικό χώρο στατικών συντεταγμένων σε έναν ενεργό χώρο αλληλεπιδράσεων συνεπάγεται μια κίνηση από την αυτόνομη καθαρότητα σε συνδυαστική εξειδίκευση".

Για το Hydrogen House και άλλα σχέδια, ο Lynn έχει φτιάξει κάποια βίντεο σε υπολογιστή, που εξηγούν την παραγωγή μορφών από την δυναμική αλληλεπίδραση των συναφών δυνάμεων. Η σειρά κινουμένων σχεδίων δείχνει έντονα τον δυναμισμό, αλλά σε κάποιο σημείο, ο Lynn σταματά πάντα τη διαδικασία και επιλέγει μια στατική εικόνα καθώς το τελικό σχέδιο για το κτίριο δεν είναι αυτό που θα πρέπει να κινείται. Πολλοί κριτικοί έχουν παραπονεθεί ότι ο Lynn εξοραίζει τα βίντεο δυναμικών κινουμένων σχεδίων, αλλά στη συνέχεια αφαιρεί την κίνηση από την πραγματική αρχιτεκτονική κατασκευή. Ωστόσο, είναι πιθανό το Hydrogen House να μην είναι το καλύτερο παράδειγμα κινούμενης μορφής: επειδή η δουλειά για μια στιγμή προοριζόταν κατασκευαστεί, ο Lynn ίσως να χρειάστηκε να κάνει συμβιβασμούς όσον αφορά την κατασκευή, το κόστος, ή άλλους παράγοντες. Το έργο του Long Island House Project, από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να θεωρείται ως εκπρόσωπος της δουλειάς που τον ενδιέφερε, καθώς δεν υπάρχουν εξωτερικές παρεμβάσεις στη διαδικασία σχεδιασμού. Είναι αξιοσημείωτο το πόσο πολύ το έργο μοιάζει με τα τελευταία γλυπτά του Umberto Boccioni.

Μερικά από τα σχέδια του Lygh καταλήγουν με τον ίδιο τρόπο όπως και τα γλυπτά του Boccioni : ως συμβολικές απεικονίσεις κίνησης ή δυναμικών καταπονήσεων. Τα αντικείμενα δεν είναι κινούμενα (animated) εκτός και αν η λέξη «κινούμενα» νοείται με ειδικό τρόπο. Πράγματι, ο Lygh χρησιμοποίησε αυτή την έννοια για να εξηγήσει ότι «animation» είναι ένας όρος που διαφέρει, αλλά συχνά συγχέεται με την κίνηση. Αν και η κίνηση συνεπάγεται μετακίνηση και δράση, το animation συνεπάγεται την εξέλιξη της μορφής και τη διαμόρφωση των δυνάμεων της. Ενώ ο χαρακτηρισμός του Lygh "animation" (το οποίο κατά πάσα πιθανότητα προορίζεται να εφαρμοστεί και στην "κίνηση») διαφέρει από τις ερμηνείες των πρότυπων λεξικών, είναι παρ'όλα αυτά διαφωτιστικός. Οι περισσότερες από τις λέξεις στο παραπάνω απόσπασμα μπορούν να θεωρηθούν ως συντομογραφίες για ιδέες του Lygh που συζητήθηκαν σε προηγούμενες εργασίες του.

Πολύ πριν τον Lygh, ο Frei Otto διερευνεί διαφορετικούς τρόπους για εκ νέου ερμηνεία των φυσικών συστημάτων για την ανάπτυξη αρχιτεκτονικών σχήματα και δομών. Σε αντίθεση με τον Lygh, ενδιαφερόταν για τη μορφή αντί για τη διαδικασία ή την κίνηση. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, ο Frei Otto άρχισε να εμπνέεται από μορφές που βρίσκονται στη φύση και να τις συνδυάζει με τις σύγχρονες τεχνικές οικοδόμησης και με προγράμματα υπολογιστών. Στο βιβλίο του *Biology and Building 2* (1972) εξέτασε τρόπους στους οποίους η ελαφριά κατασκευή «sandwich» των κranίων των πτηνών μπορεί να εφαρμοστεί στην αρχιτεκτονική. Ένας ακόμα τόμος δημοσιεύθηκε το επόμενο έτος που ασχολήθηκε με τη δύναμη και την ομορφιά του ιστού της αράχνης. Ο στόχος του Otto ήταν να εκτείνει στα όριά τους τις ανθρώπινες κατασκευές, με μια πιο οικονομική χρήση υλικών. Περαιτέρω έρευνα εξέτασε τις δυνατότητες της δόμησης και των κτιρίων, για παράδειγμα, φυσαλίδων σαπουνιού και μπαμπού (Εικόνα 2.22).



Εικ.2.22: Frei Otto

Ο Otto παρατήρησε ότι αν δωθεί ένα σύνολο σταθερών σημείων, η επιφάνεια της φούσκας του σαπουνιού θα εξαπλωθεί φυσικά μεταξύ τους ώστε να επιτευχθεί η μικρότερη δυνατή επιφάνεια. Ακολούθησαν αρκετά πειράματα και ο Otto εδραίωσε τη θέση του ανάμεσα σε αρχιτέκτονες, καλλιτέχνες, και μηχανικούς.

Η αναζήτησή του για να ανακαλύψει ελαφρές, ισχυρές, ευέλικτες, κομψές και διαρθρωτικές λύσεις για κτίρια επέστησε την έρευνα προς τη φύση του, όπως φαίνεται στην μελέτη του 1995 *Pneu and Bone*, η οποία εξέτασε τις δομικές ιδιότητες των οστρακόδερμων. Μία άλλη πολύ πολλά υποσχόμενη κατεύθυνση έχει πιο πρόσφατα δοθεί από τον Shigeru Ban, ο οποίος ήταν σίγουρα επηρεασμένος από τον Frei Otto, με τον οποίο αργότερα συνεργάστηκε κιάλας, αναπτύσσοντας αρχιτεκτονικές μορφές σε σχέση με την φυσική φούσκα και παραβολικές δομές. [4]

2.4 Διάφορες Μεθοδολογίες και Προσεγγίσεις

2.4.1 Βιολογική έναντι "Μηχανικής" Μορφής

Οι οργανικές μορφές συχνά έρχονται σε αντίθεση με τα γεωμετρικά σχήματα. Το βιβλίο του Peter Sloterdijk «Sphären» έχει θεωρηθεί από πολλούς αρχιτέκτονες ως ένα έργο αναφοράς για οργανικά σχήματα και πνευματικά αρχιτεκτονήματα, όπως παρουσιάζονταν στις αρχές της δεκαετίας του 1970 από τους Cedric Price, Coop Himmelb ή Haus-Rucker, για να αναφέρουμε ορισμένους (Εικόνες 2.23 και 2.24). Η ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένα νέο είδος περιβάλλοντος διαβίωσης που δεν θα είναι μόνο ένα δεύτερο «δέρμα» για τους ανθρώπινους που το κατοικούν, αλλά περισσότερο μία βιολογικά σχηματισμένη κατασκευή. Ωστόσο, κάτω από την επίδραση της αεροδιαστημικής βιομηχανίας, τέτοιες ιδέες συχνά συνδέονται με ουτοπικά οράματα ενός μελλοντικού κόσμου με νέα κτίρια, υλικά, μελλοντικές τεχνικές, και φυσικά μια διαφορετική κοινωνία, που ακόμα δεν έχει έρθει. Ο Reyner Banham περιγράφει με κριτικό πνεύμα αυτούς τους αρχιτέκτονες ως «Zoom Wave Newcomers» οι οποίοι παρουσιάζουν μια εναλλακτική αρχιτεκτονική - που θα ήταν απολύτως δυνατή, μόνο εάν το σύμπαν ήταν διαφορετικά οργανωμένο.



Εικ.2.23: Haus Rucker & Co



Εικ.2.24: Εγκατάσταση von Haus Rucker & Co am Friedericanium στο Kassel

Παρά το γεγονός ότι τα πειράματα του Frei Otto είχαν μια πολύ πιο λογική αφετηρία, ήταν ακόμα μια πρόκληση για το κίνημα του μοντερνισμού (εικ. 8,7 και 8,8). Ωστόσο, οργανικά και γεωμετρικά σχήματα δεν θεωρούνταν πάντα αντιθετικά. Ο Louis Sullivan, για παράδειγμα, ξεκίνησε με ένα απλό τετράγωνο που τέμνονταν από διαγώνιους

και ορθογώνιους άξονες για τη δημιουργία λεπτεπίλεπτων floral μοτίβων. Στο «Essay on Inspiration,» περιγράφει τη συγχώνευση των γεωμετρικών και οργανικές μορφές, ως αρχή του σχεδιασμού της φύσης, βρίσκοντας σ' αυτήν μια υπερβατική, θρησκευτική διάσταση. Επηρεασμένος από τον Emanuel Swedenborg, ένα Σουηδό επιστήμονα, φιλόσοφο και θεολόγο, ο Sullivan αναγνωρίζει τη "θηλυκή" αρχή σε άνθινες, οργανικές μορφές που αναδύονται από την υποκείμενη γεωμετρική "αρσενική" μορφή. Η πεποίθηση ότι η ζωή δημιουργείται από αυτές τις αντιθέσεις και ότι το σύμπαν στηρίζεται σε δυαδική βάση, αποτελεί θεμελιώδη ιδέα στην αρχιτεκτονική του.

Αρκετό ενδιαφέρον έχει το ότι ο Sullivan δεν είδε καμία αντίφαση μεταξύ διακοσμητικού στοιχείου και λειτουργικού, παρά τη φήμη του ως πρόδρομος της μοντέρνας θεωρίας. Μάλλον, αυτός θεώρησε τη διακόσμηση ως απαραίτητο στοιχείο. Η αντίθεση γεωμετρικών έναντι άμορφων σχεδίων, η οποία δεν ήταν ένα ζήτημα για τον Sullivan, δίχασε αργότερα τους θεωρητικούς. Ένα πρόβλημα που αφορά τον ορισμό της οργανικής μορφής. Ο Claude Bragdon είδε δύο βασικές δυνατότητες, της σχεδιασμένης ενάντια της οργανικής αρχιτεκτονικής, και αναγνώρισε αυτή η δυαδικότητα ως βασική αρχή της ζωής. Η σχεδιασμένη αρχιτεκτονική είναι εννοιολογική και τεχνητή, δημιουργημένη από το ταλέντο και επηρεάζεται από το ατομικό γούστο, ενώ η οργανική αρχιτεκτονική ανεξάρτητη, ελεύθερη και ευφάνταστη. Ωστόσο, ο ίδιος αναγκάστηκε να παραδεχτεί ότι τα δύο αυτά είδη της αρχιτεκτονικής δεν θα μπορούσαν πάντα να είναι σαφώς διαχωρισμένα.



Εικ.2.25: Frei Otto, Ολυμπιακό Στάδιο, Wien



Εικ.2.26: Frei Otto, Ολυμπιακό Στάδιο

Παρά τις πολλές προσπάθειες για τον περιορισμό της οργανικής θεωρίας σε γνωστά φαινόμενα, μόνες τους δεν μπόρεσαν να εξεταστούν σε μεγαλύτερο βάθος και στην πράξη οδήγησαν σε ένα μη συνεκτικό σύνολο διαφορετικών παραλλαγών. Οι θέσεις του Antoni Gaudi ή του Hermann Finsterlin, για παράδειγμα, επικρίθηκαν από τον Bruno Zevi που θεώρησε ότι η οργανική αρχιτεκτονική ποτέ δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ως η εφαρμογή των μορφών που προέρχονται ή εμπνέονται από τα φυτά και τα ζώα ούτε ως την πιο μεταφορική αναπαράσταση της φύσης. Ξανά και ξανά στο έργο του *Towards an Organic Architecture*, αποκηρύσσει τη χρήση βιομορφικών εικόνων που στο μυαλό του μειώνουν την αισθητική απόλαυση σε φυσιολογικές ή σεξουαλικές αισθήσεις.

Μια νέα λύση για το πανάρχαιο δίλημμα της βιολογικής έναντι μηχανικής μορφής εμφανίστηκε στη δεκαετία του 1970 με την εκλαΐκευση της κλασματικής γεωμετρίας. Αυτός ο κλάδος των μαθηματικών διαδόθηκε από τον Benoit Mandelbrot, ο οποίος τον προώθησε ως γεωμετρία της φύσης. Απογοητευμένοι με την ανεπάρκεια των μαθηματικών να διαμορφώσουν ορισμένα φυσικά φαινόμενα, ο Mandelbrot διαπίστωσε ότι η εμφανής διαταραχή της φύσης αποκαλύπτει, με μια πιο προσεκτική εξέταση, επαναλήψεις ορισμένων δομών. Ήταν σε θέση να φτιάξει εξισώσεις που αναπαρήγαγε τις παράτυπες, κατακερματισμένες μορφές των φυσικών φαινομένων, μέσω της χρήσης επαναληπτικών διαδικασιών: κλαδιά των δέντρων που κατασκευάζονται από αναρίθμητα μικρότερα κλαδάκια, το σχήμα ενός φτερού που δημιουργήθηκε από μυριάδες μικρότερα "φτερά" σε όλο μικρότερες κλίμακες. Ο Mandelbrot εντοπίζει αυτή την παρατήρηση πίσω στον Eugene Delacroix, που με τη σειρά του αναφέρεται στην αξίωση του Swedenborg «ότι οι πνεύμονες αποτελούνται από έναν αριθμό μικρότερων πνευμόνων, το ήπαρ από μικρά ήπατα, η σπλήνα από μικρές σπλήνες» και ούτω καθεξής. [4]

2.4.2 Η Μορφή Ακολουθεί τη Λειτουργία

Για να πληρούνται οι προϋποθέσεις της οργανικής ενότητας ή του οργανικού συνόλου, η δυτική αρχιτεκτονική κάνει χρήση των αναλογιών των φυσικών όντων αντί να αναπαράγει τις μορφές τους. Ο Βιτρούβιος υποστήριξε, βασίζοντας τις αναλογίες ενός κτιρίου με εκείνες ενός τέλει άνδρα, την ίδρυση μιας παράδοσης που ενέπνευσε πολλές ανακατασκευές και αναθεωρήσεις, η πιο γνωστή στη σύγχρονη αρχιτεκτονική είναι η *Le Modulor* του Corbusier του 1948, όπου αποκαλύπτεται η εικόνα ενός ανθρώπου στις σειρές Fibonacci, που βρίσκονται στο κέλυφος του σπειροειδούς ναυτίλου και που απετέλεσαν τη βάση της χρυσής τομής.

Ωστόσο, στο δέκατο όγδοο αιώνα, Βρετανοί εμπειριστές τάχθηκαν κατά της ιδέας ότι η αρχιτεκτονική θα πρέπει να μιμηθεί τις αναλογίες των φυσικών οργανισμών. Στο *A Philosophical Enquiry into the Origin of Our Ideas of the Sublime and Beautiful*, ο Edmund Burke υποστήριξε ότι η αναλογία δεν είναι η αιτία της ομορφιάς στα λαχανικά, ούτε μπορεί η έννοια της αρχιτεκτονικής αναλογίας να προέρχεται από το Βιτρούβιου άνδρα. Βασικά επιχειρήματα του έναντι του Βιτρούβιου δόγματος είχαν ως εξής: «Οι άνδρες δεν στέκονται ποτέ σε τόσο άβολη στάση, δεν είναι φυσικό για αυτούς, ούτε είναι καθόλου εφικτό- η θέα της ανθρώπινης μορφής τόσο εκτεταμένης, δεν δίνει φυσικά την ιδέα ενός τετραγώνου, αλλά μάλλον ενός σταυρού - διάφορα κτίρια δεν πλησιάζουν με κανένα τρόπο τη μορφή

του συγκεκριμένου τετραγώνου, τα οποία έχουν προγραμματιστεί από τους καλύτερους αρχιτέκτονες, και παράγουν ένα πολύ καλό σύνολο. [Τέλος, κατέληξε στο συμπέρασμα ο Burke,] δεν υπάρχουν δύο πράγματα που να έχουν λιγότερη ομοιότητα ή αναλογία, από ό,τι ένας άνθρωπος, και ένα σπίτι ή ναός: χρειάζεται να επισημάνουμε, ότι οι σκοποί τους είναι εντελώς διαφορετικοί; ".

Η σιωπηρή παραδοχή του Burke ήταν ότι αν ο σκοπός ενός άνδρα και ενός σπιτιού είναι διαφορετικοί, τότε οι μορφές τους πρέπει να είναι διαφορετικές επίσης. Για αυτό, στηρίζεται σε μια άλλη Αριστοτελική θεωρία: ότι μια οντότητα ορίζεται από το τέλος ή το στόχο της. Για τον Αριστοτέλη, *ars imitatur naturam* σήμαινε ότι οι καλλιτέχνες πρέπει να λειτουργήσουν όπως η φύση - όχι με το να μιμούνται την εμφάνιση των φυσικών οργανισμών, αλλά αφήνοντας τις δημιουργίες τους να ξεδιπλώνουν τη δική τους φύση. Αν ο Αριστοτέλης είναι σωστός, η φύση δεν κάνει τίποτα μάταια, "Ο Θεός και η φύση δε δημιουργούν τίποτα που δεν έχει κάποιο σκοπό ". [4]

2.4.3 Μελέτη του κορμού του δέντρου

Εκτός από την ανάγκη για νέο λογισμικό, έτσι ώστε να λύσουμε τα προβλήματα της αναποτελεσματικότητας του κτιριακού κελύφους και της έλλειψης χώρου, η αρχιτεκτονική έχει ανάγκη νέων μεταφορών. Η ανθρωπότητα επικοινωνεί και μαθαίνει μέσα από αλληγορίες και μεταφορές και τις χρησιμοποιεί συχνά στην αρχιτεκτονική. Ο αρχιτέκτονας Le Corbusier εφαρμόζεται τις μηχανές ως μεταφορά του στη δεκαετία του 1930. Ωστόσο, για να λύσει τα προβλήματα του σήμερα και να σχεδιάσει με τρόπο πιο κατάλληλο για την φύση, μια νέα μεταφορά είναι απαραίτητη. Ο Benyus (1997) συμφώνησε, «Για να μιμηθούμε τη φύση, η πρώτη πρόκληση είναι να την περιγράψουμε μέσα στα όριά της. Την ημέρα που οι μεταφορές θα αρχίσουν να ρέουν με τον σωστό τρόπο, θεωρώ ότι τα μοντέλα βασισμένα στις μηχανές θα αρχίσουν να χάσουν τη δυναμική τους ». Ο σωστός τρόπος είναι να καθοριστεί μια νέα μεταφορά που είναι ριζωμένη σε ένα τόπο και είναι αποτελεσματική με τους πόρους της.

Για μια νέα βιομιμητική πρόσοψη κτιρίου, έχει προταθεί η χρήση ενός δέντρου ως μια νέα μεταφορά. Γιατί να χρησιμοποιήσουμε ένα δέντρο; Τα δέντρα παρέχουν καταφύγιο για πολλούς οργανισμούς που αναζητούν προστασία από τα φυσικά στοιχεία και είναι κυριολεκτικά ριζωμένα στην θέση του. Σε έρευνα για τα δέντρα που έγινε στο Πανεπιστήμιο της Οκλαχόμα, ανακάλυψαν ότι τα δέντρα:

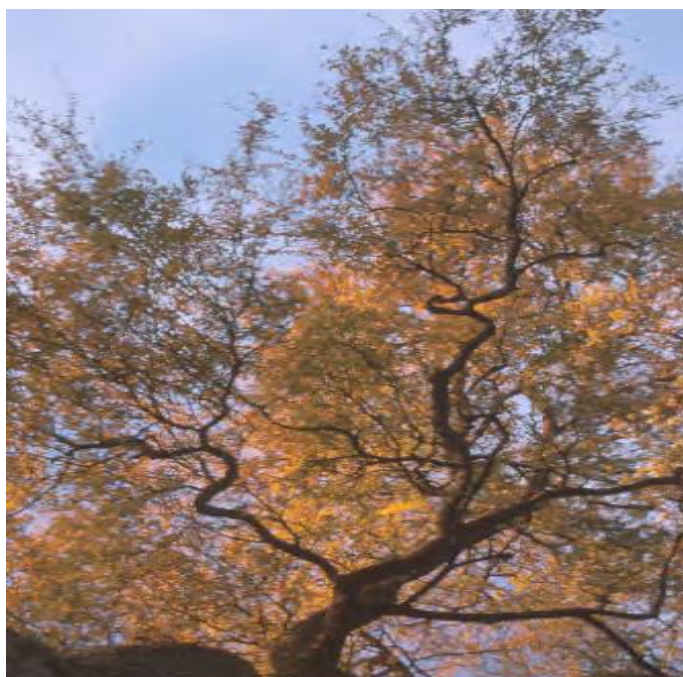
- Είναι προσαρμοσμένα στις τοπικές κλιματικές συνθήκες
- Προσλαμβάνουν το διοξείδιο του άνθρακα και παράγουν οξυγόνο
- Χρησιμοποιούν μόνο το νερό που χρειάζονται
- Μετατρέπουν αποτελεσματικά το ηλιακό φως σε ενέργεια

- Παράγουν απόβλητα, που είναι ευεργετικά για το οικοσύστημα

- Έχουν όμορφες δομές

Φανταστείτε ένα κτίριο ικανό να κάνει το ίδιο, να λειτουργεί όπως τα δέντρα στην παραπάνω λίστα και να είναι τόσο όμορφο όσο αυτά στο σχήμα 33. Μάλιστα τα δέντρα είναι σε θέση να τα κάνουν όλα αυτά με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

Εγκαταλείποντας τις μεταφορές που οι σχεδιαστές έχουν μάθει να εξετάζουν, ίσως τελικά ο συνδυασμός των μεταφορών θα είναι ο πιο επιτυχημένος τρόπος. Άλλωστε, όσο περισσότερο οι άνθρωποι ανακαλύπτουν πώς λειτουργεί η φύση, τόσο περισσότερο φαίνεται ότι πλησιάζουν τη λειτουργία της μηχανής. Αλλά αυτό είναι μια «μηχανή» που δεν βλάπτει το περιβάλλον, λειτουργεί μέσα σε αυτό!



Εικ.2.27: Cedar Elm

2.4.3.1 Αντιστοιχία πρόσοψης κτιρίου με φλοιό δέντρου

Έτσι, χρησιμοποιώντας το δέντρο ως μεταφορά, μία μελέτη για την πρόσοψη θα πρέπει να διερευνήσει τον τρόπο που το δέρμα ενός δέντρου λειτουργεί. Ποιο είναι το «δέρμα» του δέντρου; Ενώ υπάρχουν πολλαπλά στρώματα στο «δέρμα» ενός δέντρου, για λόγους απλούστευσης, τα ονομάζουμε φλοιό. Ο φλοιός του δέντρου προσφέρει μια ποικιλία λειτουργιών, αλλά χρησιμεύει επίσης ως ένας τρόπος για να εντοπιστούν τα είδη των δέντρων, ακόμη και τον τόπο τους.

Άλλα φυσικά δέρματα θα μπορούσαν να έχουν χρησιμοποιηθεί για την έρευνα. Έχουν διερευνηθεί τα δέρματα ανθρώπων, ερπετών, αμφίβιων και πουλιών ως μοντέλα για

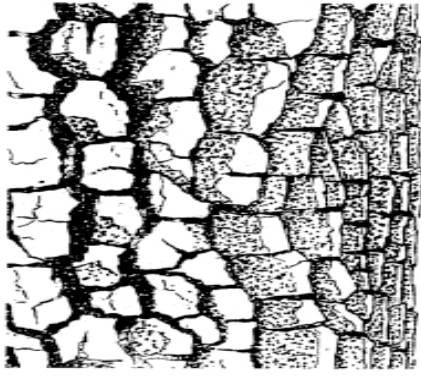
τη δημιουργία κτιριακών κελυφών. Ωστόσο, κάθε ένας από αυτούς τους οργανισμούς χρειάζονται καταφύγιο, επειδή το δέρμα τους δεν είναι επαρκές για να αντιμετωπίσει τα φυσικά στοιχεία. Ο άνθρωπος, επειδή αναζητά προστασία από τα σκληρά εξωτερικά στοιχεία, δημιούργησε και την ανάγκη για κτίρια εξ αρχής. Χωρίς προστασία, το ανθρώπινο δέρμα θα πάρει εγκαύματα από την παρατεταμένη έκθεση στον ήλιο ή θα παγώσει από τις χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα κτίριά μας είναι η προστασία μας και δεν έχουν τη δυνατότητα να απομακρύνονται από τα ακραία στοιχεία. Το «δέρμα» ενός κτιρίου πρέπει να είναι σε θέση να αντέχει σε ακραίες θερμοκρασίες και συνθήκες υγρασίας, ενώ παραμένει στην ίδια θέση κάθε μέρα, όλο το χρόνο. Γι αυτό η έρευνα έγινε γύρω από το δέρμα ενός φυσικού οργανισμού που ήταν ικανή να προστατέψει το εσωτερικό του από τα στοιχεία, ενώ ταυτόχρονα παρέμενε στη θέση του: ένα δέντρο.

2.4.3.2 Λειτουργίες του φλοιού των δέντρων

Με το δέντρο τον οργανισμό που επιλέχθηκε για το μοντέλο, είναι σημαντική η καλύτερη κατανόηση του δέρματός του, το φλοιό. Προσπαθώντας να κατανοήσουν το σκοπό του φλοιού των δέντρων οι αρχιτέκτονες, θέτουν το ερώτημα: Γιατί έχουν φλοιό τα δέντρα; «Ο φλοιός χρησιμεύει ως ένα αδιάβροχο πανωφόρι για το δέντρο, το βοηθά να μη χάνει νερό λόγω εξάτμισης ...μονώνει το δέντρο από δραστικές αλλαγές της θερμοκρασίας, και σε μερικές περιπτώσεις, προστατεύει το δέντρο από την πυρκαγιά».

Στο βιβλίο του για το φλοιό των δέντρων, ο Vaucher (2003) εξήγησε, επίσης, τη σημασία του φλοιού του δέντρου στο ότι, «... το προστατεύει από τις εξωτερικές απειλές ... Λόγω της προστασίας που παρέχει ο φλοιός η βροχή, το χιόνι, το χαλάζι και (για να μην αναφέρουμε τη θερμότητα, παγετό και υπεριώδεις ακτίνες) δεν μπορούν να φτάσουν και να βλάψουν το ευαίσθητο και ευάλωτο εσωτερικό του ». Εκτός από την προστασία, ο Vaucher (2003) υπογράμμισε ότι, «... Φλοιός έχει τουλάχιστον δύο συμπληρωματικές λειτουργίες. Χρησιμεύει ως ένα έδαφος στο οποίο το δέντρο μπορεί να απαλλαγεί από τα απόβλητά του ... κατανέμοντάς τα σε ζώνες που πρόκειται να πεθάνουν. Από την άλλη μεριά, οι μεγάλες ποσότητες θρεπτικών ουσιών μεταφέρονται μέσω των ζωντανών ιστών (φλοιώμα) του φλοιού. Προστασία από τα στοιχεία, μόνωση, πυροπροστασία, προστασία των υδάτων με διαπερατότητα, καθώς και ικανότητα να αποθηκεύουν τα απόβλητα και να μεταφέρουν θρεπτικά συστατικών: φαίνεται σαν περιγραφή μιας πετυχημένης πρόσοψης κτιρίου. Τα σχέδια στην Εικόνα 60 φαίνονται σαν τούβλα σε μια πρόσοψη κτιρίου. Ωστόσο, οι τυπικές όψεις των κτιρίων αποτελούνται από πολλά στοιχεία στην κατασκευή, την εγκατάσταση και τη συντήρηση, που είναι επιβλαβή για το περιβάλλον. [2]



Type 5. Bark divided into square or rectangular blocks by deep fissures; thick and hard. Examples: *Diospyros kaki*, *D. virginiana*, *Ehretia dicksonii*, *Quercus garryana*.



Type 6. Corky bark with raised rhytidomes; thick and hard. Examples: *Casuarina torulosa*, *Phellodendron amurense*, *Quercus suber*.

Copyrighted Material

Εικ.2.28: Εικόνες της σχισμής και φελώδης φλοιός.

2.4.4 Η έννοια της βιολογικής Ενότητας

Στην αρχιτεκτονική θεωρία, η έννοια της οργανικής ενότητας ήταν αποδεκτή μαζί με τις αρχές του Αριστοτέλη μέχρι το δέκατο ένατο αιώνα, όταν νέες ερμηνείες προτάθηκαν για βάση της σύγχρονης βιολογίας. Παραφράζοντας τον βιολόγο Georges Cuvier, ο αρχιτέκτονας Eugene-Emmanuel Viollet-le-Duc έγραψε: "Ακριβώς όπως όταν βλέπουμε το φύλλο ενός φυτού, καταλαβαίνουμε από αυτό ολόκληρο το φυτό, από το οστό ενός ζώου, το είδος του ζώου, έτσι βλέποντας μια διατομή μπορούμε να καταλάβουμε τα αρχιτεκτονικά μέλη, και από τα μέλη, το συνολικό μνημείο ».

Αυτό το επιχείρημα επαναλήφθηκε αργότερα από τον Adolf Loos, ο οποίος ισχυρίστηκε ότι θα μπορούσε κανείς να ανακατασκευάσει μια ολόκληρη κοινωνία από ένα μόνο κουμπί. Τόσο ο Gottfried Semper όσο και ο Viollet-le-Duc στράφηκαν προς τη βιολογία για να υποστηρίξουν τις θέσεις τους σε συζητήσεις ως προς το εάν η μορφή ακολουθεί τη λειτουργία ή το αντίστροφο. Αυτή η συζήτηση ξεκίνησε στη δεκαετία του 1830 με την ίδρυση της μορφολογίας και της συγκριτικής ανατομίας. Ενώ ο Cuvier πρότεινε τα θεωρία ότι η "μορφή ακολουθεί τη λειτουργία», ο αντίπαλος του Etienne Geoffroy Saint-Hilaire επέμεινε ότι κανείς δεν θα μπορούσε να αντλήσει συμπεράσματα για τη δομή εξετάζοντας τη λειτουργία, με το επιχείρημα ότι δεν έχει σημασία ποια είναι η λειτουργία τους, όλες οι οργανικές μορφές θα μπορούσαν να καταλήξουν πίσω στην αρχική τους μορφή. Σε αυτή την πεποίθηση, ήρθε πιο κοντά στη θεωρία του Goethes της Urpflanze, το αρχικό φυτό.



Εικ.2.29: Santiago Calatrava, ArtMuseumMilwaukee, εσωτερικό

Από τη δεκαετία του 1840, οι βιολόγοι απέρριψαν τις θέσεις και του Cuvier και του Saint-Hilaire και αμφισβήτησαν εν γένει την εγκυρότητα των τελεολογική ερμηνειών των φυσικών φαινομένων. Σε αντίθεση με τις θέσεις των Viollet-le-Duc και Cuvier, μια έρευνα οποιουδήποτε οργανισμού αποκαλύπτει αμέσως έναν αυθαίρετο αριθμό τμημάτων, σχημάτων, δομών, ή λειτουργιών τα οποία δεν επιτρέπουν την περεταίρω εξήγηση. Ωστόσο, παρά τις προσπάθειες ενός αιώνα Δαρβινισμού, να παρουσιάσει την εξέλιξη ως μια διαδικασία που περιλαμβάνει την τυχαία μετάλλαξη των γονιδίων, πολλοί συγγραφείς υποστηρικτές της οργανικής συνεχίζουν να βλέπουν την εξέλιξη ως μία τελεολογική διαδικασία βελτίωσης στην οποία οι οργανισμοί έχουν επιτύχει μια τέλεια προσαρμογή στο περιβάλλον τους – επιτρέποντας σε κάποιους οικολόγους να το πάρουν ως αξίωμα ότι όλα τα οικοσυστήματα είναι σε τέλεια ομοιόσταση, που αναστατώνεται μόνο από τις αλόγιστες παρεμβάσεις της ανθρωπότητας. Μια τέτοια ιδέα για τη φύση, ότι είναι ένα τέλει λειτουργικά οικολογικό σύμπλεγμα, δεν προέρχεται από την εμπειρική παρατήρηση, αλλά μάλλον από συνήθως θεολογικές πηγές.

Το αριστοτελικό ιδεώδες ενός οργανικού συνόλου έχει εισχωρήσει στη μοντέρνα αρχιτεκτονική, ακόμη και σε θεωρίες αρχιτεκτόνων που δεν χρησιμοποίησαν ποτέ φυσικές μορφές στα σχέδιά τους. Έτσι, ο Ludwig Hilberseimer, για παράδειγμα, απαίτησε ότι «όλα τα έργα, όσο και να διαφέρουν, πρέπει να προέρχονται από ένα ενιαίο πνεύμα». Ομοίως, ο Ludwig Mies van der Rohe ορίζει μια δομή με την αριστοτελική έννοια του οργανικού συνόλου όταν λέει ότι, «από τη δομή έχουμε μια φιλοσοφική ιδέα. Η δομή είναι το σύνολο, από πάνω προς τα κάτω, μέχρι την τελευταία λεπτομέρεια, με τις ίδιες ιδέες».

Μία άλλη ιδέα που έρχεται να συμπληρώσει την προηγούμενη είναι ότι οι δευτερεύουσες ιδιότητες ανήκουν στα μέρη, καθώς και στο σύνολο. Ένα κομμένο χέρι, για

παράδειγμα, δεν μπορεί να λειτουργήσει σε καμία περίπτωση όπως περιμένουμε να λειτουργήσει. Πράγματα με διαφορετικές ιδιότητες πρέπει να είναι διαφορετικά πράγματα, έτσι όπως ένα κομμένο χέρι αν αποσπαστεί από το σώμα του δεν είναι το ίδιο πράγμα με ένα χέρι που εξακολουθεί να είναι συνδεδεμένο. Ως εκ τούτου, τα μέρη ενός οργανικού συνόλου δεν μπορούν να οριστούν ανεξάρτητα, παρά ως τμήματα αυτού του συνόλου.

Ωστόσο ο Moore απέριψε αυτή την άποψη, διότι συγχέει τις ιδιότητες που ανήκουν στο σύνολο με τις ιδιότητες ενός από τα τμήματά του. Ακόμη πιο σημαντικά, είδε ότι η Εγγεληνική έννοια ενός οργανικού συνόλου είναι αντιφατική, διότι προϋποθέτει ότι ένα μέρος διακρίνεται από το σύνολο, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζει ότι το υποσύνολο/ μέρος περιέχει ορισμένες πτυχές του συνόλου αυτού ως κομμάτι του εαυτού του. Με άλλα λόγια, υποθέτει ότι κάθε ατομικό μέρος που διακρίνουμε ως στοιχείο του συνόλου δεν μπορεί να είναι τόσο διακεκριμένο.

Προφανώς, οι θεωρίες του Derrida είναι μια μορφή ριζοσπαστικής οργανικής, με βάση το καθολίκευση της διακριτικής γλωσσολογίας του Ferdinand de Saussure ή τη πεποίθηση του Friedrich Nietzsche ότι "στον πραγματικό κόσμο όλα είναι συνδεδεμένα και εξαρτώνται από όλα τα άλλα "και το συμπέρασμά του ότι" κανένα πράγμα δεν παραμένει, παρά μόνο τα δυναμικά κβάντα, σε μια σχέση έντασης με όλα τα άλλα δυναμικά κβάντα: η ουσία τους βρίσκεται στη σχέση τους με όλα τα άλλα κβάντα "

Έχουμε ήδη δει ότι η ριζοσπαστική οικολογία έχει παρόμοιες απαιτήσεις και από τα βιολογικά συστήματα. Στα χέρια του Derrida, η οργανική διάκριση οδηγεί, μεταξύ άλλων, προς τη διάλυση του έργου τέχνης ως μιας ανεξάρτητης οντότητας, όπως ορίζεται από την μοντερνιστική κριτική. Ως εκ τούτου, η ίδια η έννοια της οργανικής ενότητας είναι αντιφατική. Η έννοια της οργανικής ενότητας είναι επομένως αναπόφευκτα συνδεδεμένη με την έννοια του έργου τέχνης - μόνο εάν ληφθεί ως μια ενότητα υπάρχει ένα έργο τέχνης. Με τον ίδιο τρόπο, ο Mies van der Rohe σύγκρινε διαφορετικούς τύπους κτιρίων με τριαντάφυλλα και πατάτες, εξηγώντας ότι, "ενώ και τα δύο βασίζονται στις ίδιες φυσικές αρχές, ζητάμε από ένα τριαντάφυλλο μόνο να είναι ένα τριαντάφυλλο? ζητάμε από μια πατάτα μόνο να είναι μια πατάτα. Φιλοσοφικά μιλώντας, μόνο τότε υπάρχουν". [4]

2.4.5 Οικολογική Προσέγγιση του Κτιρίου

Ένα κτίριο θα μπορούσε να θεωρηθεί ως δημιούργημα του κατοίκου του, αλλά θα μπορούσε επίσης να θεωρηθεί ως καλλιέργεια από τη γη σαν ένα φυτό, όπως και τα εθνικά στυλ και οι μορφές τέχνης (σύμφωνα με τον Herder Johann Gottfried) προέκυψαν από το έδαφος της εποχής τους και του τόπου τους. Κατά τα τελευταία χρόνια, η οικολογική αρχιτεκτονική έχει γίνει το επίκεντρο πολλών ερευνών, που προκαλούνται από τις ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του 1970. Ωστόσο, ενώ οι προσπάθειες για την ανάπτυξη βιώσιμων αρχιτεκτονικών συστημάτων με την ελάχιστη χρήση ενέργειας και ελάχιστα απορρίμματα, είναι σίγουρα σημαντικές, οι θεωρητικές συνέπειες της οικολογίας πρέπει

επίσης να είναι ληφθούν υπ' όψη. Ένα από τα κεντρικά ζητήματα αφορά στην εξατομίκευση των οργανισμών σε οικολογικής σκέψης. Αντί να θεωρήσουν ένα φυτό ή ζώο ως ξεχωριστή οντότητα, όπως θα έπρεπε ο Carl Linneus, οι οικολόγοι συνήθως επικεντρώνονται στους πληθυσμούς και τις αλληλεξαρτήσεις των οργανισμών και της άβιας φύσης που περιλαμβάνεται στα οικοσυστήματα. Ένας σκίουρος δε θα μπορούσε στην πραγματικότητα να υπάρξει χωρίς φυτά για να τρώει, αυτά δεν θα αυξάνονταν, με τη βοήθεια μόνο ορισμένων ορυκτών, νερού, αέρα, κλπ. Λογικά εφαρμόζοντας, τότε, την οικολογική άποψη οδηγούμαστε στην έννοια του οικολογικού υπερ-οργανισμού, μια ιδέα που προτείνεται από τον Frederic Clements το 1916. Αναφέρει ότι διαφορετικά οικοσυστήματα είναι οργανισμοί από μόνα τους, με ιδιαίτερες αναδύμενες ιδιότητες που τα συστατικά μέρη τους, τα ζώα τους, και τα φυτά δεν έχουν.

Η εφαρμογή τέτοιων θεωρήσεων στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό δημιουργεί πολλές ερωτήσεις. Ακριβώς όπως ένας οργανισμός δεν είναι αυτάρκης, αλλά απλώς ένα ανοικτό σύστημα που αλληλεπιδρά με άλλους σε ένα ευρύτερο οικοσύστημα, ούτε τα κτίρια είναι αυτάρκη, ούτε ανεξάρτητα. Στις πόλεις, η βρύση ενός κτιρίου χρησιμοποιεί την υποδομή του νερού της, τους σωλήνες και αποχετεύσεις, ηλεκτρικές γραμμές και τις επικοινωνίες, καθώς και τους δρόμους. Αυτή η ιδέα ήταν εκφράστηκε καλλιτεχνικά στο *Wexner Center for the Visual Arts* του Peter Eisenman στο Σινσινάτι, όπου το δίκτυο του κτιρίου εκτείνεται πάνω στα πεζοδρόμια σαν ένθετο τούβλο στο σκυρόδεμα. Οι Frei Otto και Shigeru Ban αντιμετώπισαν αυτό το ζήτημα της διασύνδεσης και αλληλεπίδρασης των αρχιτεκτονικών συστημάτων και του περιβάλλοντός τους από μια παγκόσμια οικολογική προοπτική. Το κύριο θέμα του Japan Pavilion τους στο Hanover Expo ήταν η δημιουργία μιας δομής που θα παρήγαγε όσο το δυνατόν λιγότερα βιομηχανικά απόβλητα όταν θα αποσυναρμολογούταν (Εικόνες 2.30 και 2.31).

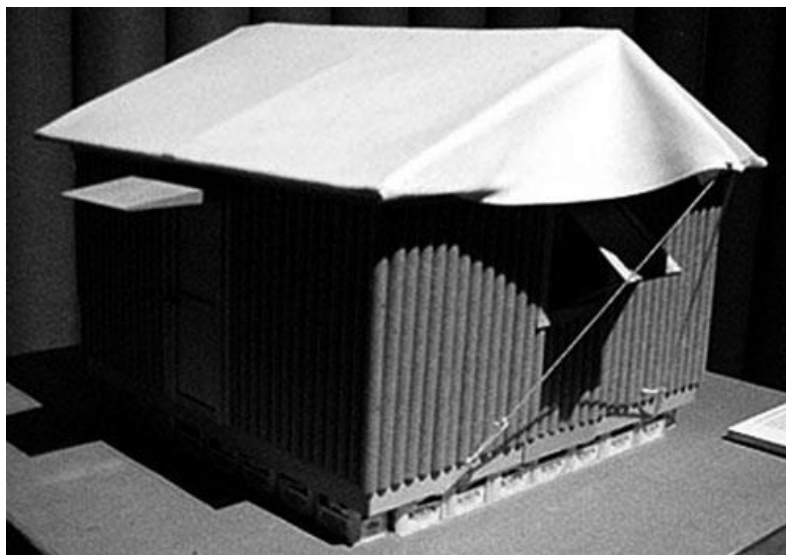


Εικ.2.30: Frei Otto, Shigeru Ban, Japan Hanover Expo



Εικ.2.31: Frei Otto, Shigeru Ban, Japan Pavilion, Hanover Expo

Ο στόχος ήταν είτε να ανακυκλώνουν ή να επαναχρησιμοποιούν σχεδόν όλα τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο κτίριο. Η δομική ιδέα είναι ένα πλέγμα κελύφους με μακρούς σωλήνες χαρτί χωρίς αρμούς. Η αψίδα της σήραγγας ήταν περίπου 73.8m σε μήκος, 25m σε πλάτος, και 15.9m ψηλή. Ο πιο σημαντικός παράγοντας ήταν το μεγάλο μήκος του πλευρικού στελέχους, έτσι αντί για ένα απλό τόξο, ένα πλέγμα κελύφους με τρισδιάστατες καμπύλες γραμμές επιλέχθηκε με οδοντώσεις κατά ύψος και κατά πλάτος, διευθύνσεις οι οποίες ήταν ισχυρότερες όσον αφορά τις πλευρικές τάσεις.



Εικ.2.32: Shigeru Ban, Model Paper-Log-House

Τα προσωρινά σπίτια του Shigeru Ban στο Κόμπε, Καγναςλί, και Βηυι αποτελούν επίσης δείγματα της οικολογικής και της βιώσιμης έρευνας, ωστόσο, σε αυτή την περίπτωση κατασκευάστηκαν για τα θύματα από τους σεισμούς στις περιοχές που καταστράφηκαν (Εικόνα 2.32). Τα προσωρινά καταφύγια έχουν θεμέλια που αποτελούνται από δωρεές κιβώτιων μπίρας φορτωμένα με σακιά. Οι τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από χαρτονένιους σωλήνες διαμέτρου 106-mm, και 4 mm πάχους, με στέγες από μεμβράνη. Για μόνωση, μια αδιάβροχη ταινία από σφουγγάρι στηρίζεται με κόλλα και στριμώνχεται μεταξύ των σωλήνων χαρτιού και των τοιχωμάτων. Η βιωσιμότητα δεν αφορά μόνο στα υλικά των κτιρίων, αλλά και στα κοινωνικά θέματα. Οι μονάδες είναι εύκολο να διαλυθούν, και τα, κυρίως τοπικά, υλικά μπορούν εύκολα να απορριφθούν ή να ανακυκλωθούν. Τα ξύλινα σπίτια στην Ινδία έχουν ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό. Ήταν επικαλυμμένα με ένα παραδοσιακό δάπεδο λάσπης. Για την οροφή, διαχωρισμένο μπαμπού εφαρμόστηκε στους θόλους των νευρώσεων και ολόκληρο μπαμπού στις κύριες δοκούς. Ένα τοπικό υφαντό χαλί από ζαχαροκάλαμο τοποθετήθηκε πάνω στις νευρώσεις από μπαμπού, ακολουθούμενο από ένα καθαρό πλαστικό μουσαμά για την προστασία από τη βροχή και στη συνέχεια, ακόμα ένα στρώμα από ζαχαροκάλαμο. Ο εξαερισμός επιτεύχθηκε μέσω του αετώματος, όπου οι μικρές οπές στα ψάθινα χαλιά άφηναν τον αέρα να κυκλοφορεί. Αυτό επέτρεψε επίσης το να μπορεί το μαγείρεμα να γίνει στο εσωτερικό, με το πρόσθετο πλεονέκτημα της απώθησης κουνουπιών. [4]

2.5 στρατηγικές που εφαρμόζονται και παραδείγματα

Αν και οι διάφορες μορφές της βιομίμηση ή του βιο-εμπνευσμένου σχεδιασμού συζητούνται από τους ερευνητές και τους επαγγελματίες στον τομέα της βιώσιμης αρχιτεκτονικής (Reed, 2006, Berkebile, 2007), η ευρέως διαδεδομένη πρακτική εφαρμογή της βιομίμησης ως αρχιτεκτονική σχεδιαστική μέθοδος παραμένει σε μεγάλο βαθμό μη πραγματοποιήσιμη, όπως αποδεικνύεται από τον μικρό αριθμό των κτιρίων που την ακολουθούν (Faludi, 2005). Παραδείγματα επιτυχημένων εφαρμογών της βιομίμησης, που έχουν προχωρήσει πέρα από το στάδιο του σχεδιασμού και της ανάπτυξης είναι συνήθως προϊόντα ή υλικά, αντί για κτίρια ή συστημάτων κτιρίων, και τείνουν να μιμούνται μια πτυχή ενός μεμονωμένου οργανισμού. Διάφορα ιστορικά και σύγχρονα παραδείγματα παρουσιάζονται στα Vincent et al (2006) και Vogel (1998).

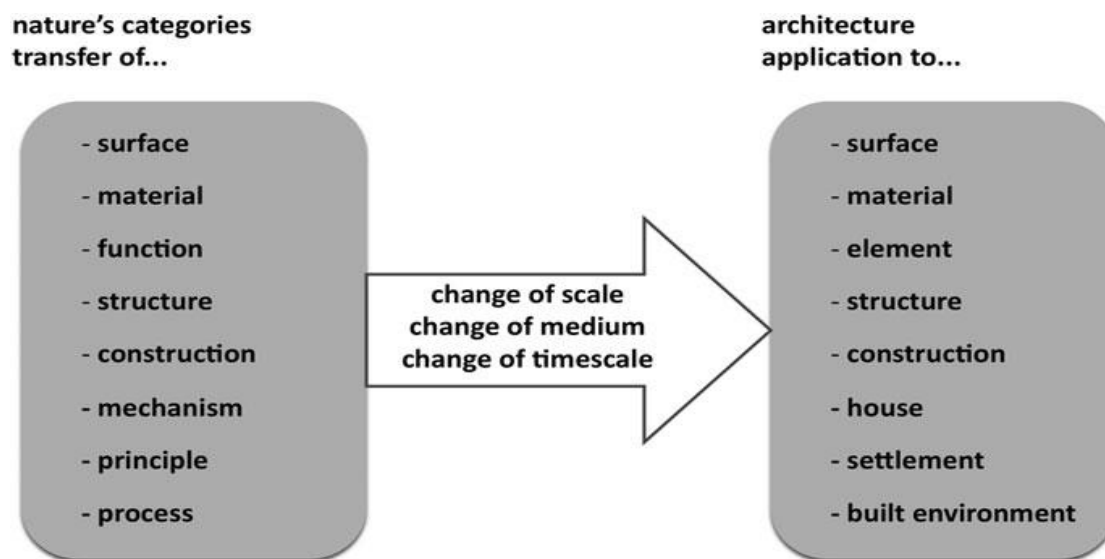
Ένα συνεχώς αυξανόμενο τμήμα της διεθνούς έρευνας για τη βιομίμηση σε σχέση με το δομημένο περιβάλλον εντοπίζει διάφορα εμπόδια για την υιοθέτηση μιας τέτοιας μεθοδολογίας. Ένα εμπόδιο που αξίζουν ιδιαίτερης μνείας είναι η έλλειψη μιας σαφώς καθορισμένης προσέγγισης για την αρχιτεκτονική βιομίμηση, που θα μπορούσαν οι σχεδιαστές να χρησιμοποιήσουν αρχικά (Vincent et al.,2006).

Μια συγκριτική επισκόπηση της βιβλιογραφίας και η εξέταση των υφιστάμενων βιομιμητικών τεχνολογιών διεξήχθη. Είναι φανερό ότι διαφορετικές προσεγγίσεις για το βιομιμητικό σχεδιασμό υπάρχουν, η καθεμία με τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Αυτές οι διαφορετικές προσεγγίσεις μπορούν να έχουν σημαντικά διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά τη συνολική βιωσιμότητα. Ενώ μερικοί σχεδιαστές και οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη βιομίμηση αποκλειστικά ως μέθοδο για την αύξηση της βιωσιμότητας των δημιουργιών τους, η βιομίμηση χρησιμοποιείται επίσης σε ορισμένες περιπτώσεις απλώς ως πηγή καινοτόμων ιδεών (Baumeister, 2007b). Όπως αποδεικνύεται από Rear et al (2005), μία βιομιμητικά προσέγγιση σχεδιασμού δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι το τελικό προϊόν ή υλικό θα είναι πιο βιώσιμο από ό, τι ένα αντίστοιχο συμβατικό όταν αναλύονται από την άποψη του κύκλου ζωής.

2.5.1 Η στρατηγική της μεταφοράς, τι μεταφέρεται και πώς.

Η μεταφορά των πληροφοριών από το ένα τομέα σε έναν άλλο είναι το πιο ενδιαφέρον μέρος της βιομιμητικής διαδικασίας. Η μεταφορά της μορφής, η εφαρμογή μορφολογικών χαρακτηριστικών είναι πολύ κοινό στην αρχιτεκτονική και το σχεδιασμό και δεν μπορεί να αποκλειστεί από τη συζήτηση. Επιπλέον, η συμβολική έννοια είναι σημαντική, όπως το θέτει ο Sachs: ότι μορφές εμπνευσμένες από τη φύση γίνονται επίκαιρες όταν η σύγχρονη κοινωνία βρίσκεται σε κρίση, και ότι η χρήση οργανικών μορφών προορίζεται να επιφέρει εναρμόνιση και συμφιλίωση με έναν εξωτερικό κόσμο

που εκλαμβάνεται ως εχθρικός ή ακατοίκητος. Ακόμα πιο γενική από την έρευνα και τη μεταφορά των «φυσικών κατασκευών» είναι η μεταφορά των ιδιοτήτων που μπορεί να βρεθούν στη φύση. Μιλώντας για ενδιαφέροντα "φυσικά φαινόμενα" θα πρέπει να συμπεριληφθεί για παράδειγμα το παιχνίδι του φωτός που πέφτει μέσω του φυλλώματος, εξερχόμενο από μια πολύπλοκη αλληλεπίδραση διαφόρων παραμέτρων έμψυχης καθώς και άψυχης φύσης. Φαινόμενα της φύσης μπορεί να περιλαμβάνουν επιφάνειες, υλικά και / ή κατασκευές, λειτουργίες, μηχανισμούς, αρχές (π.χ. αυτο-οργάνωση) ή διεργασίες (π.χ. εξέλιξη), παρέχοντας τα μοντέλα για ανάλυση, έμπνευση και για εφαρμογή σε αρχιτεκτονικές λύσεις σε όλες τις κλίμακες και τα επίπεδα του σχεδιασμού (Εικ. 2.33).



Εικ.2.33: Σχέδιο των κατηγοριών της φύσης, τη μεταφορά πληροφοριών και την εφαρμογή τους.

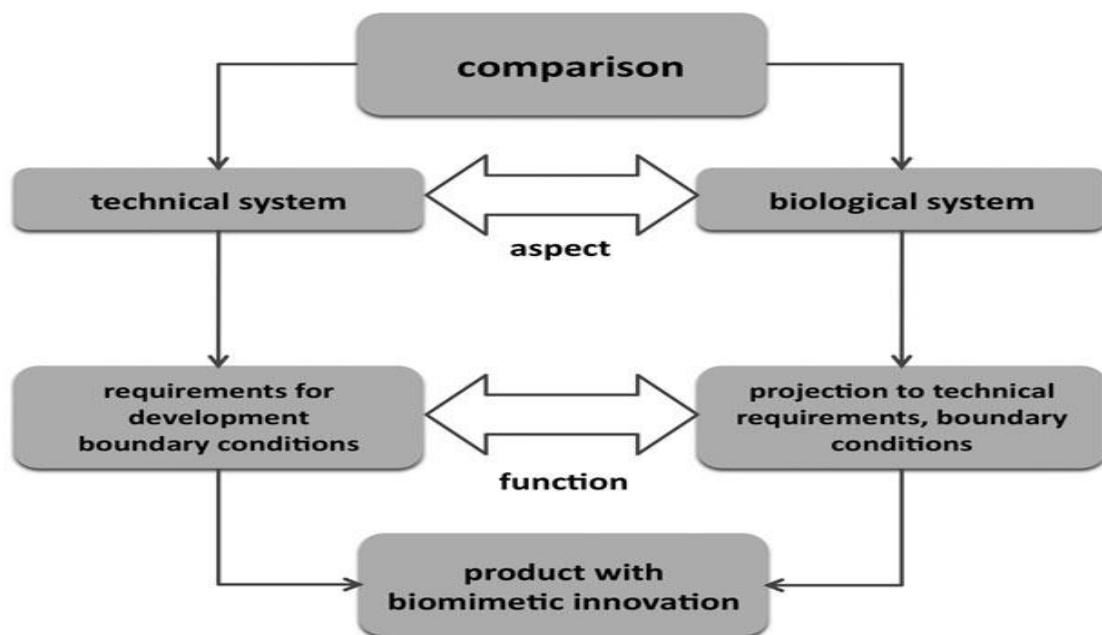
Μέθοδοι

Οι ακόλουθες μέθοδοι χρησιμοποιούνται στη βιομιμητική γενικά. Δύο διαφορετικές προσεγγίσεις για βιομιμητικά μεταβίβαση πληροφοριών μπορούν να διακριθούν σύμφωνα με την κατεύθυνση της ροής πληροφοριών .

- Βιομιμητική με επαγωγή – από κάτω προς τα πάνω –βασισμένη στη λύση- Λαμβάνει τα φαινόμενα που βρίσκονται στη φύση, ως αφετηρία, προσέγγιση που βασίζεται στη λύση
- Βιομιμητική κατ 'αναλογία – από πάνω προς τα κάτω – βασισμένη στο πρόβλημα - Λαμβάνει το πρόβλημα στον τομέα της τεχνολογίας ως ένα σημείο εκκίνησης, βασισμένη στο πρόβλημα προσέγγιση

Η ορολογία «top-down» και «bottom-up» στο θέμα αυτό εισήχθη από τους Speck και Harder, μαζί με μία βήμα-προς-βήμα περιγραφή των δραστηριοτήτων που συμμετέχουν και συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μιας βιομιμητικής καινοτόμας διαδικασίας. Οι Gebeshuber και Drack επικρίνουν ότι αυτό συνεπάγεται μία κατάταξη ανάμεσα στη φύση και την τεχνολογία, και προτείνουν τη χρήση της "Βιομιμητικής από επαγωγή", με σεβασμό, αντί της "Βιομιμητική από Αναλογίας". Ερευνητές από το Georgia Institute of Technology στο Κέντρο Βιολογικά Εμπνευσμένου Σχεδιασμού έχουν περιγράψει παρόμοιες διαδικασίες

λεπτομερώς που τις ονομάζουν «βασισμένη στη λύση" και "βασισμένη στο πρόβλημα" προσέγγιση. Εντούτοις, όλες οι ομάδες, που περιγράφουν παρόμοιες διαδικασίες, και τις εμπειρίες που αποκτήθηκαν σχεδιάζοντας με τη φύση ως μοντέλο, φαίνεται να μοιράζονται ομοιότητες. Η φάση της αφαίρεσης που ακολουθεί την εις βάθος έρευνα στον τομέα των βιοεπιστημών, θεωρείται ζωτικής σημασίας για την επιτυχία της μεταφοράς. Η μείωση των σύνθετων πληροφοριών και ο εντοπισμός των σχετικών παραμέτρων και οριακών συνθηκών είναι αναγκαίες για αυτό το βήμα. Προκειμένου να υπάρχουν πολλές επιλογές κατά την έναρξη της μεταφοράς πληροφοριών, είναι σκόπιμο να μην ταξινομηθούν πολύ αυστηρά, αλλά να ακολουθήσει κανείς τα πολύ προσωπικά του ενδιαφέροντα, χρησιμοποιώντας τη διαίσθηση ως σημαντική κατευθυντήρια γραμμή(Εικόνα 2.34).



Εικ.2.34: Συγκριτική προσέγγιση στη βιομιμητική μεταφορά

Στη μέθοδο της βιομίμησης, η μεταφορά των λειτουργικών πτυχών είναι η πιο καλή προσέγγιση, κάτι που απορρέει από την υπόθεση ότι όλες οι υπάρχουσες κατασκευές και δομές στη φύση έχουν μια λειτουργική αιτία, και ότι η λειτουργία είναι το κλειδί για τη δημιουργία των κατάλληλων αναλογιών. Σε αντίθεση με τη βιομιμητική, η περιβαλλοντική ευθύνη και η βιωσιμότητα άμεσα εφαρμόσιμες στις πρωτοποριακές διαδικασίες. Η καινοτομία γίνεται αντιληπτή με την έννοια της αναγκαιότητας για ώθηση της βιομηχανικής εξέλιξης προς ένα βιώσιμο μέλλον. Οι αρχές της βιομίμησης χρησιμοποιούνται ως κατευθυντήριες γραμμές και παράμετροι αξιολόγησης για τη διαδικασία της καινοτομίας.

Οι αρχές της βιομίμησης βρίσκουν εφαρμογή στο σύγχρονο κόσμο της αρχιτεκτονικής και της μηχανικής. Μία από τις μεγαλύτερες εταιρείες τεχνολογίας σε όλο τον κόσμο, η Agur, αναφέρεται στις αρχές της βιομίμησης του Janine Benyus και οι ερευνητές του Buro Happold που προσφέρει διεπιστημονικές μηχανικές συμβουλές, κάνουν χρήση της βιομίμησης για την ανάπτυξη καινοτομιών στις τεχνολογίες του κτιρίου.

2.5.2 Πεδία Εφαρμογής

Πεδία εφαρμογών στην αρχιτεκτονική βρέθηκαν σε όλες τις κλίμακες, από νάνο-επιφάνειες έως ολόκληρα κτίρια και στοιχεία για τον πολεοδομικό σχεδιασμό. Η πολυπλοκότητα της αρχιτεκτονικής, η ύπαρξή της σε πολλά επίπεδα είναι από τη μία πλευρά πολύ ενδιαφέρουσα, καθώς υπάρχουν πολλές δυνατότητες για βιομιμητικές καινοτομίες, αλλά από την άλλη μεριά είναι αδύνατο όλα τα επίπεδα να εμπλέκονται σε μια βιομιμητική ανάπτυξη. Η βιομιμητική καινοτομία μπορεί, για παράδειγμα, να αφορά μόνο τις τεχνικές πτυχές που είναι ενσωματωμένες σε τεχνολογικά κτίρια, ή μπορεί να περιορίζεται στην χρήση μιας βιομιμητικής επιφανειακής δομής, όπως η μπογιά "Lotusan" (ένα προϊόν με ιδιότητες αυτο-καθαρισμού, που αναπτύχθηκε από την εταιρεία STO το 1999 με βάση το φυτό "Lotus", ευρεσιτεχνία του Prof. Wilhelm Barthlott).

Για το λόγο αυτό, η προβολή μιας βιομιμητικής προσέγγισης στο τελικό σχέδιο δεν είναι εγγυημένη, και δεν εμπλέκεται πάντα η αισθητική ποιότητα. Από την άλλη μεριά, η "βιονική αρχιτεκτονική" αρχίζει να εισάγεται στο κοινό ως ένα νέο είδος αυτού που ονομαζόταν «οργανική αρχιτεκτονική», και η "βιονική" χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για διαφημιστικούς σκοπούς. Ολιστικά οράματα μιας σειράς βιομιμητικών αρχιτεκτονικών σχεδίων πειραματίζονται μεταξύ ρομαντικού και φουτουριστικού σχεδιασμού. Οι σχεδιαστικές προτάσεις για μια "Vertical Garden City", το λεγόμενο Bionic Tower των δύο ισπανών αρχιτεκτόνων, προωθήθηκε ως το πρώτο υφιστάμενο μοντέλο της «βιο-οικολογικής αστικής δομής», παρά τις πολλές, λιγότερο γνωστές, σοβαρές προσπάθειες για τον αιεφόρο σχεδιασμό σε δομές υψηλής πυκνότητας. Με βάση τις αρχές της ευελιξίας και των βιολογικών δομών, προσπαθεί να προσαρμοστεί στις διάφορες οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνθήκες των πόλεων, όπου είναι χτισμένο. Ωστόσο, ο ορισμός της "βιομιμητικής αρχιτεκτονικής" ως ένα νέο στυλ, φαίνεται αδύνατος όπως το "βιονικό αυτοκίνητο", ένα σενάριο που αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας την αναλογία του ψαριού boxfish και της βιομιμητικής στρατηγικής. Αυτό που μπορεί να αναφέρεται σε αυτό το παράδειγμα ισχύει για την αρχιτεκτονική, καθώς και άλλους επιστημονικούς κλάδους: μια βιομιμητική προσέγγιση σε νέες λύσεις λαβώνοντας υπ όψη τον σχετικά περιορισμένο αριθμό των πτυχών του σχεδιασμού που χρησιμοποιείται. Για τις διαφορετικές αρχιτεκτονικές κλίμακες, έχουν επιλεγεί τα τελευταία αρχιτεκτονικά παραδείγματα που παρουσιάζονται ακολούθως, σε σχέση με τις ιδιότητες που έχουν επιτυχώς μεταφερθεί.

Η ανάμιξη και Διαφοροποίηση: Μορφογένεση

Η ανάμιξη και η διαφοροποίηση βρίσκονται στο επίκεντρο του «Emergent Technologies and Design» πρόγραμμα μάστερ στο Architectural Association στο Λονδίνο. Οι Michael Weinstock, Michael Hensel και η ομάδα του Achim Menges επεξεργάζονται εκλεπτυσμένες δομές, σε στενή συνεργασία με τους εμπειρογνώμονες σε βιομιμητική, μαθηματικά, κατασκευαστική μηχανική και την επιστήμη των υλικών, διερευνώντας νέα συστήματα και τεχνολογίες. Υλικά αναπτύχθηκαν, τα οποία ενσωματώνουν τη μορφή, το υλικό και τη δομή ανάλογα με τις δομές που βρίσκονται στη φύση. Τα έργα που αναπτύχθηκαν από τους μαθητές μέσα σε αυτό το πλαίσιο διερεύνησης, για παράδειγμα, δυναμικές σχέσεις και τη συμπεριφορά των προτύπων κατοχής, περιβαλλοντικών διαμορφώσεων και των συστημάτων υλικού, σε φυσικό όσο και υπολογιστικά περιβάλλοντα. Η Μορφογένεση διερευνάται ως μια νέα στρατηγική σχεδιασμού, με βάση τις δυναμικές διαδικασίες προσαρμογής.

Αλληλεπίδραση

Ο Kas Oosterhuis και η ερευνητική ομάδα του «υπερσώματος» (Hyperbody) στο TU Delft διερευνούν αυτό που ονομάζεται το "σώμα του κτιρίου». Αρχιτεκτονικά σχέδια

πειραματίζονται στον τρόπο αντίδρασης σε περιβαλλοντικές επιδράσεις και έλεγχο. Τα "Hyperbodies» είναι ενεργοί φορείς κτιρίου που ενεργούν σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Η HRG [Hyperbody Research Group] εισάγει τη διαδραστικότητα όχι μόνο κατά τη διαδικασία της συνεργατικής σχεδίασης, αλλά επίσης και κατά τη χρήση και τη συντήρηση των κτιρίων ". Ο βιομηχανικός «ρευστός μυς» βρίσκει εφαρμογή στην αρχιτεκτονική ως διευκόλυνση στην εφαρμογή πνευματικού συστήματος ενεργοποίησης συστημάτων κίνησης. Ένα παράδειγμα είναι η έκθεση του έργου του Oosterhuis, ο "Muscle", ένας πιεσμένος μαλακός όγκος τυλιγμένος σε ένα πλέγμα εφελκόμενων μυών Festo, οι οποίοι μπορούν να αλλάξουν το μήκος τους. Οι μύες δημιουργούν μια φαινομενικά ανεξέλεγκτη συνολική συμπεριφορά, κινούμενοι σύμφωνα με τον προγραμματισμένο έλεγχο, και σε αλληλεπίδραση με τους επισκέπτες. Η αλληλεπίδραση σε ένα συμβολικό επίπεδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολυάριθμα αρχιτεκτονικά έργα γύρω από τη "μέση πρόσοψη", η οποία μπορεί να είναι βιομηχανική χάρη στην αντιδραστικότητα ή / και τον έλεγχο.

Δυναμικό Σχήμα

Η αλλαγή σχήματος στην αρχιτεκτονική είναι το αποτέλεσμα μιας μορφογένεσης, η οποία δεν είναι στατική πια, αλλά μια σταθερή δυναμική διαδικασία της αλληλεπίδρασης μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος. Μια από τις πρώτες κατασκευασμένες δομές που αλλάζει πραγματικά τον εσωτερικό της χώρο είναι το Transformer, ένα πρωτοποριακό σχέδιο που αλλάζει σχήμα και σχεδιάστηκε από τον Rem Koolhaas στη Σεούλ, Νότια Κορέα. Το κατασκεύασμα αυτό, αποτελείται από μία χαλύβδινη δομή τυλιγμένη σε μία ημιδιαφανή ελαστική μεμβράνη. Η εικοσάμετρη δομή πρέπει να σηκωθεί με γεραμούς για να περιστραφεί. Ένα άχτιστο αλλά ευρέως γνωστό έργο είναι το "Rotating Skyscraper " (περιστρεφόμενος ουρανοξύστης) από τον David Fisher, που θα πραγματοποιηθεί στο Ντουμπάι. Η ιδέα της αλλαγής προσανατολισμού εκ περιτροπής δεν είναι νέα, αλλά η διάσταση του έργου υπερβαίνει την κλίμακα των περιστρεφόμενων αρχιτεκτονικών κτισμάτων που έχουν γίνει μέχρι σήμερα (π.χ. το σπίτι της οικογένειας Heliotrop στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας). Ο περιστρεφόμενος ουρανοξύστης αποτελείται από ένα κεντρικό πυρήνα, με τα ενιαία πατώματα καλουπωμένα ως προβόλους και να περιστρεφόμενα ανεξάρτητα, έτσι ώστε να αλλάζουν τον προσανατολισμό των δαπέδων και τη συνολική μορφή και εμφάνιση του κτιρίου. Τα πειράματα για προσαρμοστικές δομές πραγματοποιούνται στο Institute for Lightweight Structures and Conceptual Design στη Στουτγάρδη. Ο Patrick Teuffel ερευνήσε την προσαρμοστικότητα των δομών αλλάζοντας την ακαμψία ή τα μήκη των επιμέρους στοιχείων για το χειρισμό της ροής των δυνάμεων. Ανέπτυξε ένα σχέδιο για προσαρμοζόμενα συστήματα, η λεγόμενη διαχείριση διαδρομής φορτίου, ένα σύστημα που προσαρμόζει δυναμικά το σχήμα για να φορτώσει, αντικαθιστώντας έτσι μάζα μέσω της ενέργειας στη χρησιμοποιώντας μια "εικονικής" ακαμψίας αντί της φυσικής ακαμψίας. Αυτά τα έργα αντιπροσωπεύουν το κύρος των βιολογικών παραδειγμάτων στην τρέχουσα αρχιτεκτονική ανάπτυξη, χωρίς να χρησιμοποιούν άμεσα μια βιομηχανική προσέγγιση.

Νοημοσύνη

Ο έλεγχος είναι επίσης ένα σημαντικό ζήτημα στα «έξυπνα κτίρια» που προορίζονται να παρέχουν ένα περιβάλλον το οποίο προσαρμόζεται στις ανάγκες του κατοίκου με διάφορους τρόπους. Ένας τρόπος για να υλοποιηθεί η έξυπνάδα των κτιρίων είναι η χρήση των έξυπνων στοιχείων ή υλικών που μπορούν να αντιδράσουν στην περιβαλλοντική επιρροή. Η έρευνα και η ανάπτυξη της τεχνολογίας των έξυπνων κτιρίων επικεντρώνεται στην ενσωμάτωση αισθητήρων στον τομέα της αρχιτεκτονικής, ανάπτυξη των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού, καθώς και για τον συνολικό έλεγχο αυτού του περιβάλλοντος, σε αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Βιολογικά μοντέλα για τη συμπεριφορά των ολοκληρωμένων συστημάτων ελέγχου διερευνώνται από πολλές ερευνητικές ομάδες,

επίσης στο Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας της Βιέννης, για παράδειγμα, από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών.

Ενεργειακή Απόδοση

Η ενεργειακή απόδοση είναι μια από τις πιο σημαντικές πτυχές που συνδέει τα βιομημητικά οράματα με τη ζωντανή φύση. Καθώς οι προσόψεις των κτιρίων αποτελούν τη διεπαφή μεταξύ των εσωτερικών χώρων και του περιβάλλοντος, η τεχνολογία της πρόσοψης είναι το επίκεντρο της έρευνας για την ενεργειακή απόδοση στην αρχιτεκτονική. Οι βιομημητικές προσεγγίσεις είναι πολλές και κυμαίνονται από διάφορες προσαρμογές των κάκτων σε ζεστό κλίμα και έντονη ηλιακή ακτινοβολία μέχρι κισσούς, ως μοντέλο για ένα ηλιακό σύστημα συλλογής ενέργειας, η οποία μπορεί να προστεθεί σε μια υπάρχουσα πρόσοψη. Ο Salmaan Craig ανέπτυξε ενεργειακά αποδοτικά κτίρια με τη χρήση επιφανειών BioTriz, και με αυτό τον τρόπο εργαζόμενος με μια ποικιλία μοντέλων από τη φύση κατέληξε σε λειτουργικές λύσεις. Η Lidia Badarnah είναι μέρος της ερευνητικής ομάδας προσόψεων στο TU Delft, η οποία ερευνά τη χρήση της βιομίμησης ως καινοτόμο εργαλείο κυρίως για τις προσόψεις των κτιρίων. Ο Dirk Henning Braun συνέταξε μια ανάλυση των διαφορετικών μοντέλων από τη φύση για μια οραματισμένη, προσαρμοστική, διαπερατή δομή δέρματος. Εκτός από τις έννοιες των προσόψεων, ο εξαιρισμός είναι ένα άλλο βασικό ζήτημα. Φυσικά μοντέλα, όπως το ανάχωμα των τερμιτών και άλλα παθητικά συστήματα εξαιρισμού στη φύση, εμπνέουν καινοτόμες κτιριακές τεχνολογίες, ακόμη και αν τα φαινόμενα δεν μπορούν ακόμα να γίνουν πλήρως κατανοητά.

Υλικό / Δομή / Επιφάνεια

Η διαφοροποίηση μεταξύ υλικού, δομής και επιφάνειας δεν είναι πλέον ισχύουσα, από τη στιγμή που συνεργαζόμαστε με τη φύση ως πρότυπο, το οποίο είναι επίσης σημαντικό για τις βιομημητικές προσεγγίσεις για την ενεργειακή απόδοση των προσόψεων. Έρευνα και ανάπτυξη πραγματοποιείται σε περισσότερες από μία κλίμακες, έτσι το θέμα της ενεργειακής απόδοσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την επιρροή της νανοτεχνολογίας στον τομέα της αρχιτεκτονικής. Η νανοτεχνολογία είναι η πειθάρχηση της έρευνας και χειρισμού των υλικών στην κλίμακα των μορίων και ατόμων, παρέχοντας εντελώς νέες δυνατότητες για την ανάπτυξη των υλικών με τις επιθυμητές ιδιότητες. Η χρήση των έξυπνων υλικών που μπορούν να ανταποκριθούν στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος, έχει ήδη γίνει κοινή στην οικοδομική βιομηχανία. Επιφάνειες αυτοκαθαρισμού εφαρμόζονται στη βιομηχανία γυαλιού και ως επικαλύψεις δομικών υλικών και προϊόντων. Άλλες λειτουργίες των ήδη διαθέσιμων νανοτεχνολογικών επικαλύψεων επιφανειών περιλαμβάνουν αντι-ανακλαστικότητα, διακοπτόμενη διαφάνεια και συσκότιση σε φωτοχρωμικό γυαλί, πυροπροστασία, αντιβακτηριδιακές ιδιότητες, αντοχή σε γρατσουνιές, τον καθαρισμό του αέρα και μικροκάψουλες για αρώματα. Η αυτο-ίαση, αυτο-επιδιόρθωση και ο αυτόνομος ενεργειακός εφοδιασμός είναι οι λειτουργίες που απαιτούν ήδη νάνο-δομή πέρα από την επιφάνεια επίστρωσης. Η αυτό-οργανωμένη ίαση και η επισκευή στοιχείων είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες σε περιπτώσεις όπου η τοπική αστοχία θα οδηγήσει σε συνολική κατάρρευση του συστήματος, όπως σε αεροπλάνα, διαστημική τεχνολογία ή σε δομές πεπιεσμένου αέρα, τα οποία βασίζονται στην πίεση του αέρα για να διατηρήσουν δομική τους ακεραιότητα. Αυτό-επισκευή ανάλογη με τους φυσικούς μηχανισμούς αυτο-επιδιόρθωσης των φυτών έχει διερευνηθεί από ομάδα στο Φράιμπουργκ και εφαρμόζεται σε πολυμερή υλικά και μεμβράνες για κατασκευές πεπιεσμένου αέρα. Οι γεμάτες κοίλες ίνες γυαλιού ή μικροσφαίρες με μήτρα πολυμερούς ενσωματώνονται σύνθετα υλικά. Η θραύση των δοχείων και η ακόλουθη απελευθέρωση της σφραγισμένης μήτρας εκπληρώνει τα καθήκοντα της ανίχνευσης και επίλυσης την ίδια στιγμή. Βιολογικά μοντέλα για την αποτελεσματική αναστρέψιμη και υψηλή πρόσφυση, όπως το πόδι gecko και τα κοχύλια είναι κάτι με το οποίο επίσης πειραματίστηκαν, και αναμένεται η εφαρμογή τους στην βιομηχανία του κτιρίου.

Ενσωμάτωση/ένταξη

Το θέμα της ενσωμάτωσης έχει μια ποικιλία από έννοιες στο πλαίσιο της βιομηχανικής στην αρχιτεκτονική. Η ενσωμάτωση των υλικών, της δομής και της επιφάνειας δεν είναι μια νέα ιδέα, αλλά οι νέες τεχνολογίες παράγωγης των μικρο-και νανοσυστημάτων ενισχύουν τις εξελίξεις σε αυτόν τον τομέα. Ο στόχος του ερευνητικού έργου στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης στις ΗΠΑ, που εξερευνά ιεραρχικούς συνδυασμούς των νανοσωλήνων άνθρακα, είναι να δημιουργήσει ένα αρχιτεκτονικό υλικό που υλοποιεί το συνδυασμό των δομικών, οπτικών και ρευστών συμπεριφορών. "Κατασκευή σε ζωή" είναι μια νέα προσέγγιση για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη διατήρηση της επιφάνειας του κτιρίου με έλεγχο των μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων των χωρικών δομών που υπάρχουν στη μικροδομή τους. Το υλικό αυτό μπορεί να διαφοροποιείται και να προσαρμόζεται ανάλογα με το τοπικό και παγκόσμιο πλαίσιο.

Η ένταξη της φύσης στην αρχιτεκτονική φαίνεται να αυξάνει ανάλογα με την πυκνότητα που κατοικούνται οι αστικές κατασκευές - εξελίξεις προς την κατεύθυνση ολοκληρωμένων σεναρίων προέρχονται από χώρες με πολύ υψηλή πυκνότητα πληθυσμού: το σενάριο του Ken Yeang για πράσινους ουρανοξύστες, που προτίθενται να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής και να ενσωματώσουν την αρχιτεκτονική σε ένα κύκλο ροής πόρων και ενέργειας, σχεδιάστηκε για τις αστικές περιοχές στη νοτιοανατολική Ασία. Άλλο ένα έργο έρχεται από την Ολλανδία, μία από τις πιο πυκνοκατοικημένες χώρες της Ευρώπης. Το «Κτίριο με φύση» είναι μια άλλη ενοποιητική έννοια, η οποία χρησιμοποιείται από τη λεγόμενη ομάδα Baubotanik της Στουτγάρδης, η οποία κάνει χρήση ζωντανών δέντρων στις αρχιτεκτονικές κατασκευές, όπως γέφυρες και κιόσκια, μαζί με μια βιοτεχνολογική προσέγγιση σχετικά με τις συνδέσεις και την ολοκλήρωση των τεχνικών στοιχείων. [1]

2.5.3 Εφαρμογή στις Προσόψεις των Κτιρίων

Ένταξη των συστημάτων. Μια τέτοια εξέλιξη είναι η ενσωμάτωση των διαφόρων συστημάτων στην πρόσοψη ενός κτιρίου. Μια επιχείρηση που εργάζεται για την ολοκλήρωση συστημάτων είναι στη Φιλαδέλφεια του Kieran Timberlake. Αυτό το καινοτόμο αρχιτεκτονικό γραφείο έχει επικεντρωθεί σε υψηλής απόδοσης προσόψεις, όπως το SmartWrap™. «Προτείνει την αντικατάσταση του συμβατικού "ογκώδη" τοίχου με μία σύνθεση λίγων χιλιοστών που ενσωματώνει τον έλεγχο του κλίματος, της ενέργειας, του φωτισμού, και την απεικόνιση πληροφοριών σε έναενιαίο υπόστρωμα»(KieranTimberlake, 2011, παράγρ. 1). Η λεπτή πρόσοψη παρέχει σε αυτά τα κτίρια το καταφύγιο και τον έλεγχο του κλίματος με τη μορφή μεμβράνης. Ενσωματώνοντας ηλιακούς συλλέκτες και ηλεκτρονικό κύκλωμα σε αυτή τη μεμβράνη (Εικόνα 2.35), είναι σε θέση να παρέχει φωτισμό, οθόνη πληροφοριών και ενέργεια.



Εικ.2.35: SmartWrapTM του Kieran Timberlake

Προϊόντα που ενσωματώνουν τα συστήματα σε λεπτές εξωτερικές μεμβράνες, όπως το SmartWrapTM δημιουργούν προσόψεις κτιρίων που αρχίζουν να συμπεριφέρονται περισσότερο σαν λεπτά, ενσωματωμένα φυσικά δέρματα. Και αυτό είναι μια πραγματικά συναρπαστική αιχμή για τη βιομηχανία της αρχιτεκτονικής επειδή είναι υπεύθυνη για το περιβάλλον, στο να ελαχιστοποιήσει τη χρήση υλικών και αποτελεί σημαντική εξέλιξη της τεχνολογίας στην πρόσοψη κτιρίου.

Ανταποκρινόμενη πρόσοψη κτιρίου. Κάνοντας τις προσόψεις των κτιρίων να συμπεριφέρονται όλο και περισσότερο σαν φυσικό δέρμα τους δίνουμε τη δυνατότητα να ανταποκρίνονται και να αλληλεπιδρούν με το εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον. Τα δέρματα της τοπικής χλωρίδας και πανίδας συνεχώς να ανταποκρίνονται στη ρύθμιση της θερμοκρασίας, της υγρασίας, στην ανταλλαγή αερίων και στο φως της ημέρας. Για πάρα πολύ καιρό το «δέρμα» του κτιρίου αντιμετωπιζόταν ως άψυχο και στατικό εμπόδιο ανάμεσα στον άνθρωπο και το εξωτερικό περιβάλλον. Με τις νέες τεχνολογίες, ωστόσο, το «δέρμα» του κτιρίου έχει τώρα την ευκαιρία να είναι δυναμικό και να εμπλέκεται με το εξωτερικό περιβάλλον. Ο Chris Wilkinson, της εδρεύουσας στο Λονδίνο WilkinsonEyre Architects, (2005) εργάζεται πάνω σε αυτές τις δομές και πιστεύει ότι, «Τα κτίρια πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να ανταποκρίνονται περισσότερο στο περιβάλλον και να αλληλεπιδρούν με τους χρήστες». Εάν ένα κτίριο, όπως φαίνεται στο Εικόνα 2.36, είναι περισσότερο σε αρμονία με το περιβάλλον του και ανταποκρίνεται στη θερμοκρασία, την υγρασία και το φως, τότε γίνεται επίσης πιο αποτελεσματικό σε πραγματικό χρόνο σε αντίθεση με μια προ-προγραμματισμένη ρύθμιση.



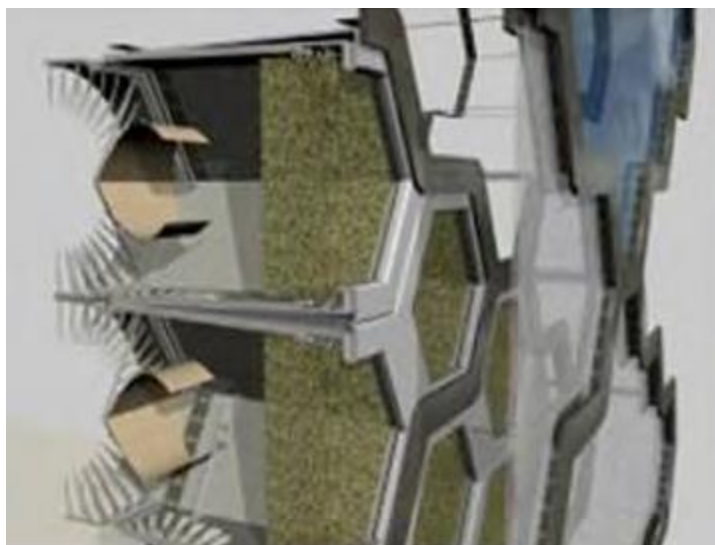
Εικ.2.36: Anglia Ruskin University Ashcroft International Business School

Αλλαγή κατάστασης. Επίσης χρησιμοποιούνται μεμονωμένα υλικά που μπορούν να ανταποκριθούν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, βελτιώνοντας της θερμική απόδοση. Μία τέτοια τεχνολογία είναι γνωστή ως, Υλικά Αλλαγής Φάσης (PCMS –Phase Changing Materials)είναι "λανθάνοντα" υλικά αποθήκευσης ενέργειας. Χρησιμοποιούν χημικούς δεσμούς για να αποθηκεύσουν και να απελευθερώσουν τη θερμότητα. Η μεταβίβαση θερμικής ενέργειας συμβαίνει όταν ένα υλικό αλλάζει από ένα στερεό σε ένα υγρό, ή από υγρό σε στερεό. Αυτό ονομάζεται μια αλλαγή κατάστασης, ή "φάσης" (Anmol, 2011, para.1). Ένα προϊόν που χρησιμοποιεί PCMS είναι το GlassX. Το σύστημα υαλοπινάκων από Greenlite Glass Systems αναπτύσσεται στην Ελβετία. «Το GlassX σύστημα ενσωματώνει ένα υλικό αλλαγής φάσης (ένυδρο άλας) που αποθηκεύει ενέργεια από την εξωτερική θερμοκρασία και την επαναχρησιμοποιεί είτε για να θερμάνει ή να ψύξει το εσωτερικό του κτιρίου ανάλογα με τις ανάγκες, ασκώντας λιγότερη πίεση στο μηχανικό σύστημα HVAC» .

Αυτο-ίαση. Ένα ακόμα προϊόν που αλλάζει και λειτουργεί σαν ένα φυσικό σύστημα έχει ταξινομηθεί σαν ένα υλικό αυτο-ίασης. Το BacillaFilla δημιουργήθηκε από την μία ομάδα φοιτητών του Πανεπιστημίου Newcastle (Ηνωμένο Βασίλειο) που παρουσίασε πρόσφατα μια πρόταση για ένα σκυρόδεμα αυτο-ίασης το οποίο τροφοδοτείται από βακτήρια ... οι μαθητές ανέπτυξαν ένα γενετικά τροποποιημένο μικρόβιο που σχεδιαστεί για να ανακατασκευάζει ρωγμές που σχηματίζονται στο σκυρόδεμα. «Όταν δημιουργείται μια ρωγμή τα συγκεκριμένα βακτηρίδια πηγαίνουν σε αυτή και δημιουργούν ένα μείγμα ανθρακικού ασβεστίου και μικροβιακής κόλλας που επισκευάζει το σκυρόδεμα. «Αυτό το βιολογικό «μπάλωμα» τελικά το θεραπεύει σε βαθμό που είναι ίδιας αντοχής με το υπόλοιπο υλικό ».

Βιοπροϊόντα. Βιολογικά βασισμένα σχέδια έχουν εξελίξει ακόμη περισσότερο την πρόοδο ολόκληρων προσώπων που συμπεριφέρονται σαν βιολογικοί οργανισμοί. Ένα τέτοιο σχέδιο (εικόνα 2.37) εκφράζεται ως, "Ένα σύστημα εξατμιστικής ψύξης (Stoma Brick- SB) για το κέλυφος του κτιρίου σχεδιάστηκε με βάση τις αρχές αρκετών φυσικών συστημάτων. Αυτές περιλαμβάνουν το στόμα ενός φυτού ... και το ανθρώπινο δέρμα »(Badarnah, Farchi

& Knaack., 2010, σ.. 258). Η λειτουργία αυτού του τοιχώματος είναι παρόμοιο με το προϊόν ένδυσης Stomatex.



Εικ.2.37: στόμα τούβλο

Φυτικές προσόψεις. Μια άλλη εξέλιξη στην αρχιτεκτονική πρόσοψη είναι όχι μόνο να μιμηθούμε, αλλά κυριολεκτικά να χρησιμοποιήσουμε τα στόματα των φυτά μέσω της χρήσης των φυτικών προσόψεων. Αυτές είναι προσόψεις που έχουν αναπτυσσόμενα φυτά στο εξωτερικό και παίρνουν διάφορες μορφές, από κισσό που μεγαλώνει σε μία πέργκολα μέχρι την τοποθέτηση ενός αυξανόμενου μέσου απευθείας στο εξωτερικό όπου τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν. Μια τέτοια πρόσοψη τοποθετήθηκε στο Musee de Quai Branly όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.38.



Εικ.2.38: Το Musee de Quai Branly εξωτερικό τοίχο

Η άρδευση αυτών των «φυτικών» τοίχων είναι ζωτικής σημασίας , «Ο Patrick Blanc ... βάζει τα φυτά σε τσέπες σαν κουρτίνα, και τα ποτίζει με υδροπονικά συστήματα. Η «κουρτίνα» συγκρατεί σημαντική ποσότητα νερού, η οποία επιτρέπει στις ρίζες να παραμένουν συνεχώς υγρές " (Mifflin, 2009, σελ. 17-18). [2]

Αναφορές σε αυτό κεφάλαιο:

[1] Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013

[2] John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

[3] Bob Berkebile, Jason McLennan, The living building: Biomimicry in architecture, Integrating technology with nature, jasonmclennan.com, 16/03/2013

[4] Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Κεφάλαιο 3^ο : Καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης στις νοσηλευτικές μονάδες δημόσιων νοσοκομείων.

3.1 Οργάνωση έρευνας και μεθοδολογία καταγραφής

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μέρος μίας ευρύτερης έρευνας που γίνεται με θέμα τον φυσικό φωτισμό στους θαλάμους νοσηλείας των νοσοκομείων στο λεκανοπέδιο Αττικής. Εδώ περιλαμβάνονται ορισμένα νοσοκομεία των βορείων προαστίων και του κέντρου της Αθήνας, σε συνδυασμό με πληροφορίες από τη διπλωματική εργασία της φοιτήτριας Αγγελικής Μαλαγάρη. Αφού ορίστηκαν τα νοσοκομεία προς μελέτη, ακολούθησε προσωπική επίσκεψη στο χώρο τους μετά από επικοινωνία με τα αντίστοιχα τεχνικά τμήματα, ώστε να γίνει η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για επεξεργασία.

Η μεθοδολογία καταγραφής που ακολουθήθηκε ήταν η εξής (με χρονολογική σειρά):

- Σχεδιασμός: Σε αυτή τη φάση έγινε καταγραφή των απαιτούμενων ενεργειών σε συνδυασμό με το προβλεπόμενο χρονοδιάγραμμα.
- Ερευνητικό εργαλείο: Για να γίνει ολοκληρωμένη μελέτη για τον φυσικό φωτισμό των θαλάμων νοσηλείας συντάχθηκε μία λίστα με στοιχεία που θα έπρεπε να συλλέξω σε κάθε επίσκεψη. Αυτή η λίστα περιείχε πληροφορίες από τα αρμόδια άτομα του τεχνικού τμήματος κάθε νοσοκομείου, αρχιτεκτονικά σχέδια (όπου υπήρχαν διαθέσιμα), πληροφορίες από προσωπική επίσκεψη στους θαλάμους νοσηλείας καθώς και φωτογραφικό υλικό.
- Έρευνα πεδίου: Η φάση της καταγραφής ξεκίνησε τον Οκτώβριο και διήρκησε μέχρι τον Φεβρουάριο. Η έρευνα γινόταν τις πρωινές ώρες, αφού πρώτα είχε προηγηθεί επικοινωνία με το τεχνικό τμήμα του κάθε νοσοκομείου, πριν την επίσκεψη, ώστε να είναι διαθέσιμοι και να έχουν ολοκληρωθεί ορισμένες γραφειοκρατικές διαδικασίες που ίσως χρειαζόνταν. Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης, ένα άτομο από το τεχνικό τμήμα αναλάμβανε να μου δώσει τις πληροφορίες που ζητούσα και μου παρείχε, αν υπήρχε διαθέσιμο, αντίστοιχο υλικό ε πληροφορίες (αρχιτεκτονικά σχέδια). Ακολουθούσε επίσκεψη στους θαλάμους νοσηλείας για την καταγραφή των υπόλοιπων στοιχείων και η λήψη εξωτερικών φωτογραφιών αυτών των χώρων.

3.2 Καταγραφικό υλικό

Το καταγραφικό υλικό της έρευνας απαρτίζεται από 59 φωτογραφίες και 48 αρχιτεκτονικά σχέδια των χώρων προς μελέτη, καθώς και από τις πληροφορίες που πήρα μετά από επικοινωνία με το τεχνικό τμήμα. Οι πληροφορίες που καταγράφηκαν σχετίζονται με τους παράγοντες του κτιρίου που επηρεάζουν την απόδοση του φυσικού φωτισμού μέσα στους θαλάμους, ώστε μετά από κατάλληλη επεξεργασία να προκύψουν τα αποτελέσματα που χρειάζονται για τη μελέτη.

3.3 Στατιστική επεξεργασία

Όταν ολοκληρώθηκε η συλλογή των στοιχείων, έγινε η ανάλυση και η επεξεργασία τους ώστε να προκύψουν τα συμπεράσματα που μας ενδιαφέρουν στα πλαίσια αυτής της έρευνας. Για τους νοσηλευτικούς θαλάμους του κάθε νοσοκομείου έχουν καταγραφεί τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Προσανατολισμός νοσηλευτικών μονάδων
- Αριθμός κλινών
- Είδος εξωτερικού ανοίγματος
- WWR για κάθε τύπο θαλάμου
- Τα m^2 για κάθε τύπο θαλάμου
- Τα m^2 / ασθενή για κάθε τύπο θαλάμου *
- Είδος σκίασης
- Είδος κουφωμάτων
- Υλικό πρόσοψης

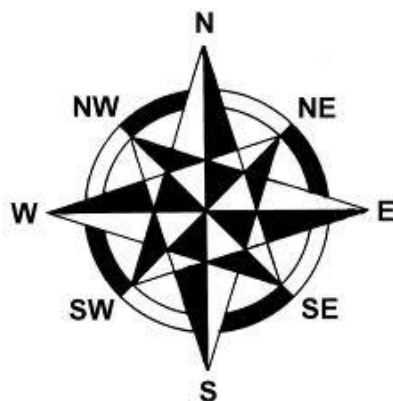
* m^2 / ασθενή για κάθε τύπο θαλάμου, εδώ εννοούμε τα m^2 κάθε θαλάμου διαιρεμένα με τη δυναμικότητα κάθε δωματίου, ενώ η γενική έννοια αυτού του όρου αναφέρεται στα m^2 του νοσοκομείου διαιρεμένα με τη δυναμικότητά του.

3.3.1 Ανάλυση κάθε χαρακτηριστικού

1. Προσανατολισμός της όψης/ ανοιγμάτων

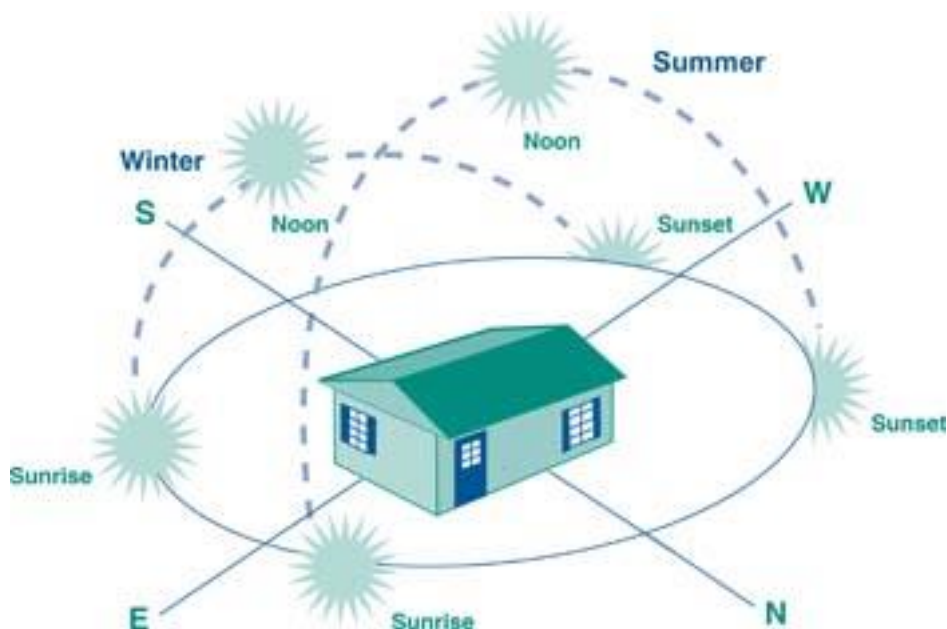
Η γνώση των διαδρομών του ήλιου είναι εξαιρετικά σημαντική στην σωστή κατασκευή της πρόσοψης ενός κτιρίου, πόσο μάλλον μίας νοσηλευτικής μονάδας που αποτελεί ίσως την πιο απαιτητική περίπτωση κτιρίου. Έτσι θα επιτευχθεί μεγαλύτερη

εκμετάλλευση και είσοδος φυσικού φωτισμού καθώς και μείωση της θάμβωσης και της υπερθέρμανσης του εσωτερικού. Ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων παίζει σημαντικό ρόλο για την αξιοποίηση της ενέργειας που δέχεται το κτίριο από την ακτινοβολία του ήλιου κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου. Έτσι βελτιώνουμε την ενεργειακή απόδοση της κατασκευής εξοικονομώντας σημαντικά ποσοστά ενέργειας από την θέρμανση.



Γενικοί κανόνες που αφορούν στον προσανατολισμό των ανοιγμάτων:

- Βορράς: σταθερός φωτισμός, διάχυτο φως, μικρά ηλιακά κέρδη, μεγάλες απώλειες το χειμώνα
- Νότος: άμεσος φωτισμός, υψηλά επίπεδα φωτισμού, μεγάλα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι
- Ανατολή: έντονο φως το πρωί, μεσαία επίπεδα φωτισμού
- Δύση: έντονο φως το απόγευμα, μεσαία επίπεδα φωτισμού



Εικ.3.1: Εποχιακές τροχιές του ήλιου.

Ο πιο κατάλληλος προσανατολισμός για χώρους θεραπείας και χειρουργείων είναι μεταξύ βορειοδυτικού και βορειοανατολικού προσανατολισμού. Για τους θαλάμους

νοσηλείας ο καλύτερος προσανατολισμός είναι νότια έως νοτιοανατολικά: ευχάριστος πρωινός ήλιος, μικρή ανάγκη σε μέτρα ηλιοπροστασίας, ήπια θερμοκρασία το απόγευμα. Για νοσοκομεία όπου οι ασθενείς παραμένουν μικρό χρονικό διάστημα, ο προσανατολισμός δεν είναι τόσο σημαντικός. Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να απαιτούνται δωμάτια με βόρειο προσανατολισμό, όταν απαιτείται οι ασθενείς να μην έρχονται σε άμεση επαφή με το ηλιακό φως. [1]

2. Διαστασιολόγηση ανοιγμάτων

Η θέση, το μέγεθος και ο τύπος των ανοιγμάτων καθορίζουν το φυσικό φωτισμό στον εσωτερικό χώρο, καθώς και την οπτική επαφή των χρηστών με το εξωτερικό περιβάλλον. Σύμφωνα με τα γερμανικά πρότυπα (DIN 5034-1) [2] θα πρέπει:

- Το πλάτος των παραθύρων να μην είναι μικρότερο από 1m.
- Το ύψος των παραθύρων να μην είναι μικρότερο από 1,25m.
- Η επιφάνεια ενός παράθυρου, για βάθος δωματίου μέχρι 5m, να μην είναι μικρότερη από $1,25 \text{ m}^2$, ενώ για βάθος δωματίου πάνω από 5m, να μην είναι μικρότερη από $1,5 \text{ m}^2$.
- Η συνολική επιφάνεια των παραθύρων δωματίου μεγέθους (κάτοψης) έως $A=600\text{m}^2$, να μην είναι μικρότερη από 0,10 A.
- Η συνολική επιφάνεια παραθύρων για ύψος δωματίου μέχρι $h_w=3.5 \text{ m}$, να μην είναι μικρότερη από $0.3 A_w$ (όπου εμβαδόν τοίχου $A_w=b_w*h_w$)
- Το συνολικό πλάτος των παραθύρων του δωματίου να μην είναι μικρότερο από το 55% του πλάτους του τοίχου του δωματίου.

3. WWR (Window to Wall Ratio)

Ο συντελεστής αναλογίας παραθύρου τοίχων είναι το εμβαδόν των παραθύρων διαιρούμενο με το συνολικό εμβαδόν του τοίχου. Για το ποσοστό αυτό είτε χρησιμοποιούμε τις διαστάσεις που διαβάζουμε στις κατόψεις, είτε εκτιμούμε τις διαστάσεις κατά τη διάρκεια της επίσκεψής μας στο χώρο και με τη βοήθεια των φωτογραφιών (όπου δεν υπάρχουν αρχιτεκτονικά σχέδια).[2]

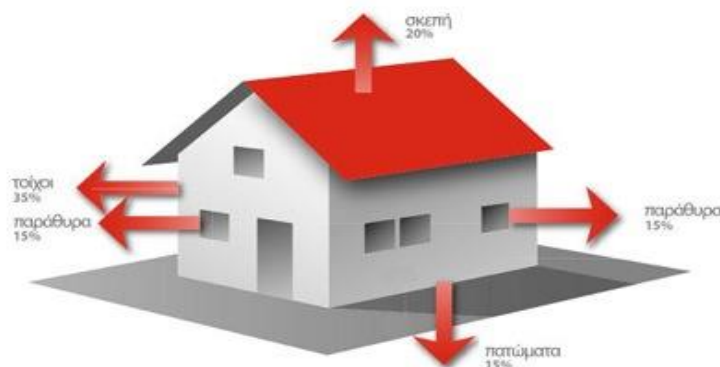
4. Είδος κουφωμάτων

Ένα ακόμα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό είναι τα κουφώματα. Η κατηγοριοποίηση έγινε ανάλογα με το υλικό, καθώς από εκεί φαίνεται και το αν είναι νέα ή παλιά αλλά και το τι θερμικές απώλειες μπορεί να έχουν.

5. Είδος σκίασης

Ένα από τα είδη σκίασης που εντοπίστηκαν είναι η σταθερή εξωτερική, που παρέχεται με οριζόντιους προβόλους, κάθετες περσίδες, μόνιμες τέντες ή παντζούρια. Υπάρχει και η κινητή εσωτερική σκίαση που παρέχεται με περσίδες ή κουρτίνες. Στην πρώτη περίπτωση, είναι αποτελεσματικά στο να εμποδίζουν και να διασκορπίζουν την είσοδο της

θερμότητας που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία στο κτίριο. Τα εσωτερικά είδη σκίασης μπορεί να παρέχουν και νυχτερινές συνθήκες (σκοτάδι) και προστατεύουν από τη θάμβωση μέσω του ελέγχου του άμεσου και του ανακλώμενου φωτός. Οι κουρτίνες και το παντζούρι μπορούν να ελέγξουν τη λαμπρότητα, ενώ οι περσίδες την κατεύθυνση του φωτός. Είναι όμως, ανεπαρκή θερμικά, καθώς δεν επηρεάζουν το άμεσο φως του ήλιου.



Εικ.3.2: Διαφυγές θερμότητας

6. Υλικό πρόσοψης

Το είδος του υλικού της πρόσοψης έχει σημασία στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Και στα νοσοκομεία όπως και τα υπόλοιπα είδη κτιρίων πρέπει να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της νέας εποχής που ζητούν εξοικονόμηση ενέργειας, χωρίς βέβαια να μειωθεί ή να αλλοιωθεί η ποιότητα του θεραπευτικού περιβάλλοντος. Τα νοσοκομεία, άρα και οι νοσηλευτικές μονάδες, αποτελούν ιδιαίτερη πρόκληση καθώς απαιτούν αδιάλειπτη λειτουργία και πρέπει να είναι εξασφαλισμένη η ενεργειακή αξιοπιστία, ακόμα και σε περιπτώσεις καταστροφής που θα επηρεάσουν την υπόλοιπη κοινωνία. Οι νοσηλευτικές μονάδες είναι ένα τμήμα του νοσοκομείου όπου μπορεί να γίνει, με σωστή κατασκευή ή διαμόρφωση, εξοικονόμηση ενέργειας η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάποιο άλλο τμήμα του νοσοκομείου με περισσότερες ενεργειακές απαιτήσεις (χειρουργεία).

Παραπομπές σε αυτό το κεφάλαιο:

[1] Neufert Ernst, Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνθεση, 2000

[2] Robertson Keith, Daylight guide for buildings, 2000

Κεφάλαιο 4^ο : Παρουσίαση Νοσοκομείων (Επιτόπια Έρευνα)

Η επιτόπια έρευνα που πραγματοποιήσα αποτελεί συνέχεια της έρευνας που έκανε στη δική της πτυχιακή εργασία η φοιτήτρια Αγγελική Μαλαγάρη. Έγινε ενδελεχείς έρευνα πεδίου και εδώ παρουσιάζονται συνοπτικά κάποια χαρακτηριστικά του εκάστοτε νοσοκομείου και κατόψεις τυπικών ορόφων.

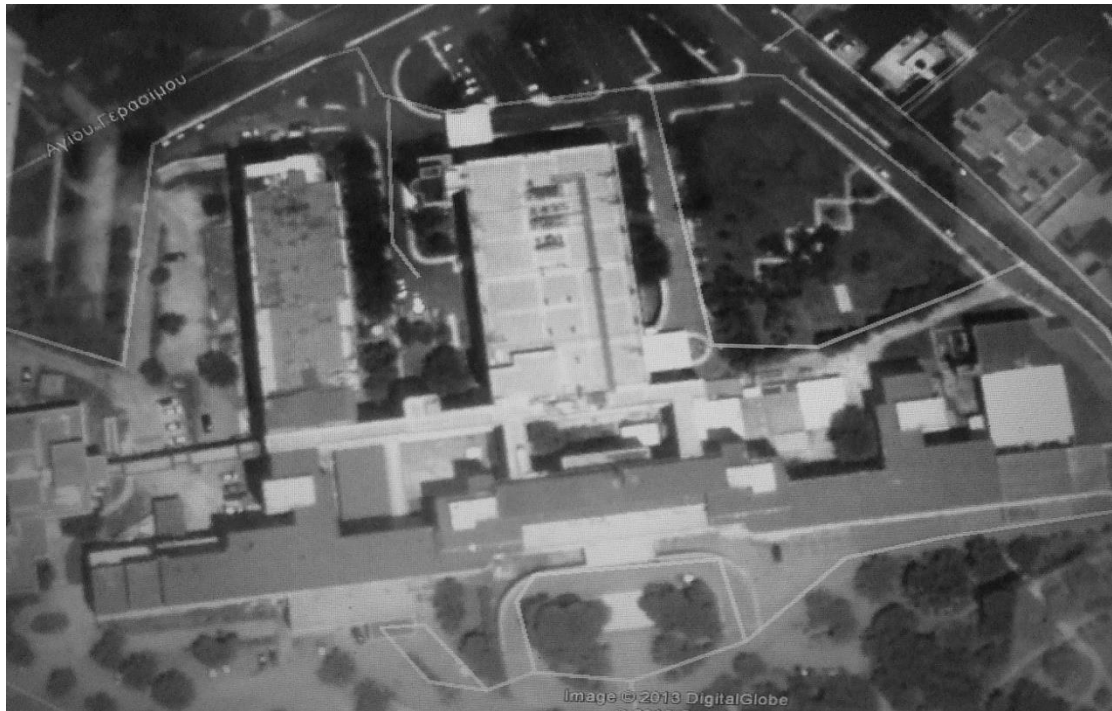
4.1 Γενικό Νοσοκομείο Αττικής Σισμανόγλειο

Έτος ίδρυσης: 1936

Το Σισμανόγλειο Νοσοκομείο χτίστηκε με δωρεά των αδελφών Κωνσταντίνου και Αναστάσιου Σισμανόγλου με σκοπό να λειτουργήσει ως αντιφυματιολογικό ινστιτούτο. Κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου χρησιμοποιήθηκε από την ελληνική κυβέρνηση αλλά και από τους Γερμανούς. Το 1946 χρησιμοποιήθηκε ξανά ως νοσοκομείο θώρακος (που ήταν και ο αρχικός σκοπός του), το 1972 άρχισε να νοσηλεύει και ασθενείς άλλων παθήσεων, ενώ το 1985 εντάχθηκε στο Ε.Σ.Υ και μετατράπηκε επίσημα σε Γενικό Νοσοκομείο. Το 2004 το συγκεκριμένο νοσοκομείο ήταν ένα από τα νοσοκομεία που θα αναλάμβαναν την περίθαλψη των αθλητών και με αφορμή αυτό το γεγονός πραγματοποιήθηκε η ανακαίνισή του. Το νοσοκομείο είναι τριώροφο με δυναμικότητα κλινών από 2 έως 5 ασθενών. Το 1987 και το 2000 προστέθηκαν 4 νέες πτέρυγες στο κεντρικό τμήμα του με το οποίο όλες ενώνονται με διαδρόμους. [1]



Εικ.4.1: Δυτική όψη της νέας πτέρυγας και η νότια της παλιάς.



Εικ.4.2: Αεροφωτογραφία του νοσοκομείου (Πηγή: Google Earth)



Εικ.4.3: Κάτοψη 1^{ου} ορόφου (Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Σισμανόγλειου)

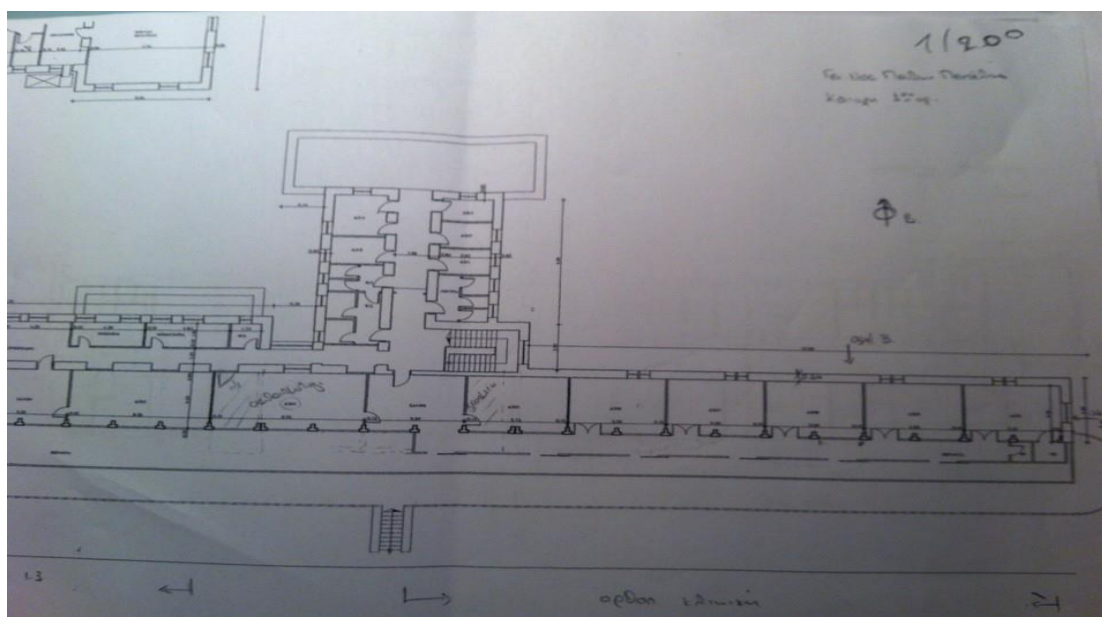
4.2 Γενικό Νοσοκομείο Παίδων Πεντέλης

Έτος Ίδρυσης: 1942

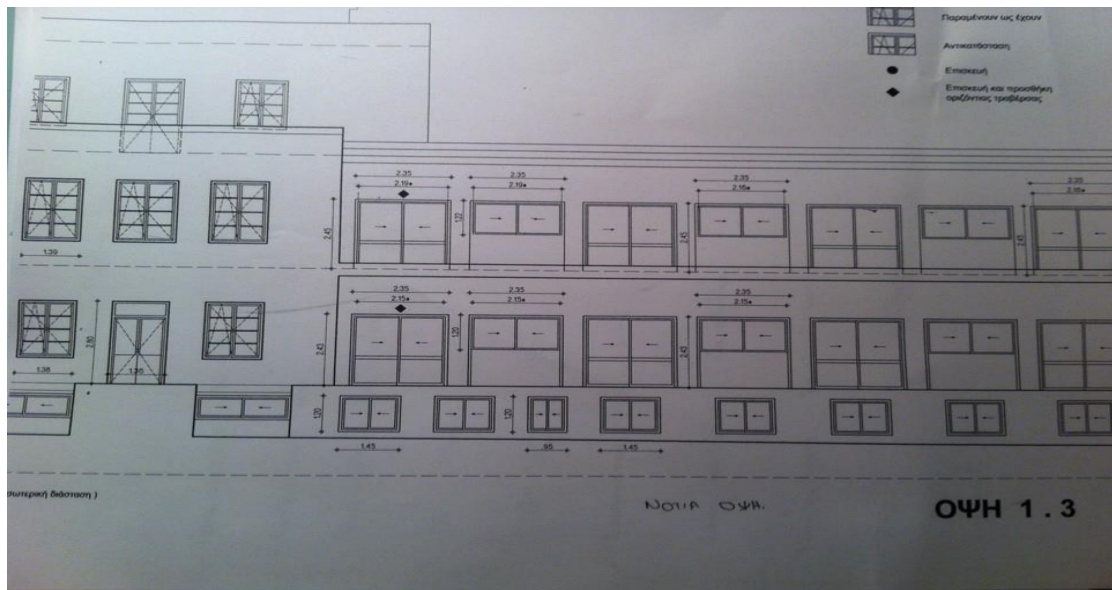
Το νοσοκομείο αυτό λειτούργησε αρχικά ως σανατόριο και αργότερα ως γενικό νοσοκομείο παιδών (1957). Είναι κατασκευασμένο εξ' ολοκλήρου από πέτρα (σε ορισμένα σημεία έχει επικαλυφθεί με σοβά), ενώ είναι χαρακτηριστικά τα μεγάλα ανοίγματα που έχει για μπαλκονόπορτες. Στο ισόγειο λειτουργεί το χειρουργικό τμήμα και το Ο.Ρ.Λ., στον 1^ο όροφο το παιδιατρικό και το ορθοπεδικό και στον 2^ο το παιδιατρικό και νευρολογικό. Αποτελείται από μία ενιαία πτέρυγα και θάλαμοι νοσηλείας βρίσκονται στον 1^ο και 2^ο όροφο με δυναμικότητα από μία έως έξι κλίνες. [2]



Εικ.4.4: Βόρεια και νότια όψη



Εικ.4.5: Κάτοψη 1^{ου} ορόφου (Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Γεν. Νος. Παίδων Πεντέλης)



Εικ.4.6: Νότια όψη (Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Γεν. Νος. Παίδων Πεντέλης)

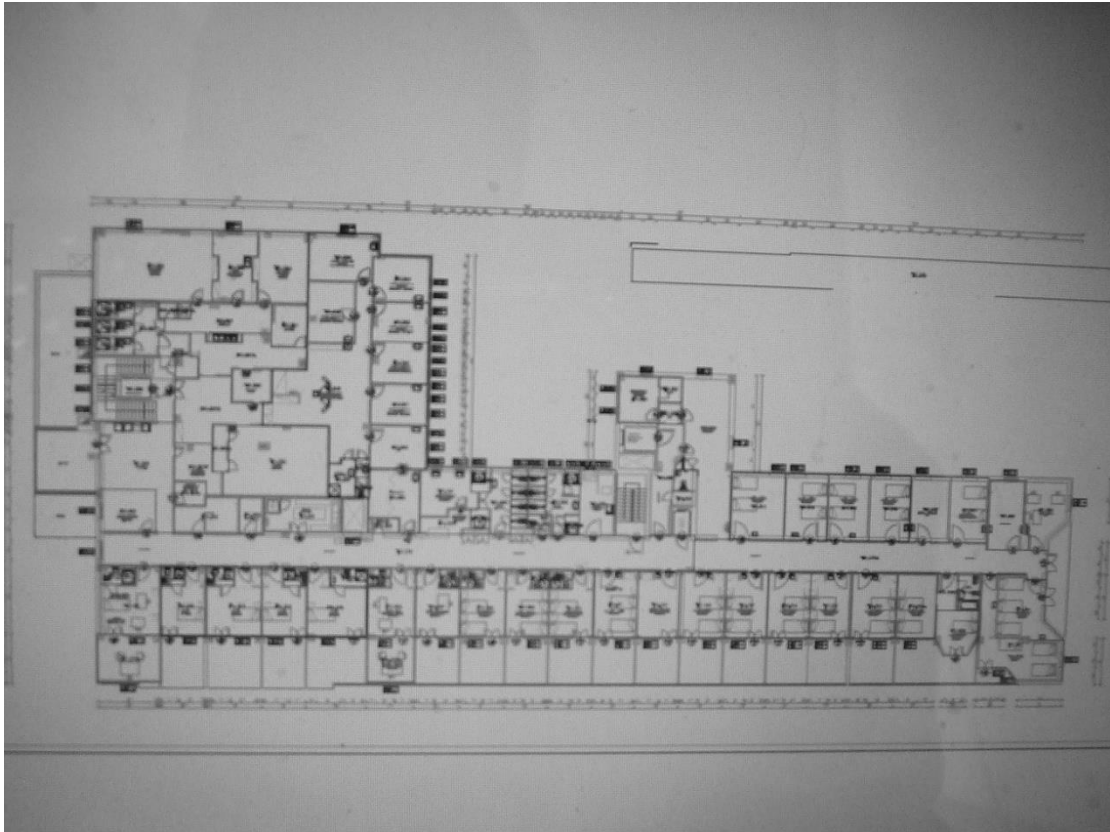
4.3 Γενικό Νοσοκομείο «Αμαλία Φλέμινγκ»

Έτος Ίδρυσης: 1928

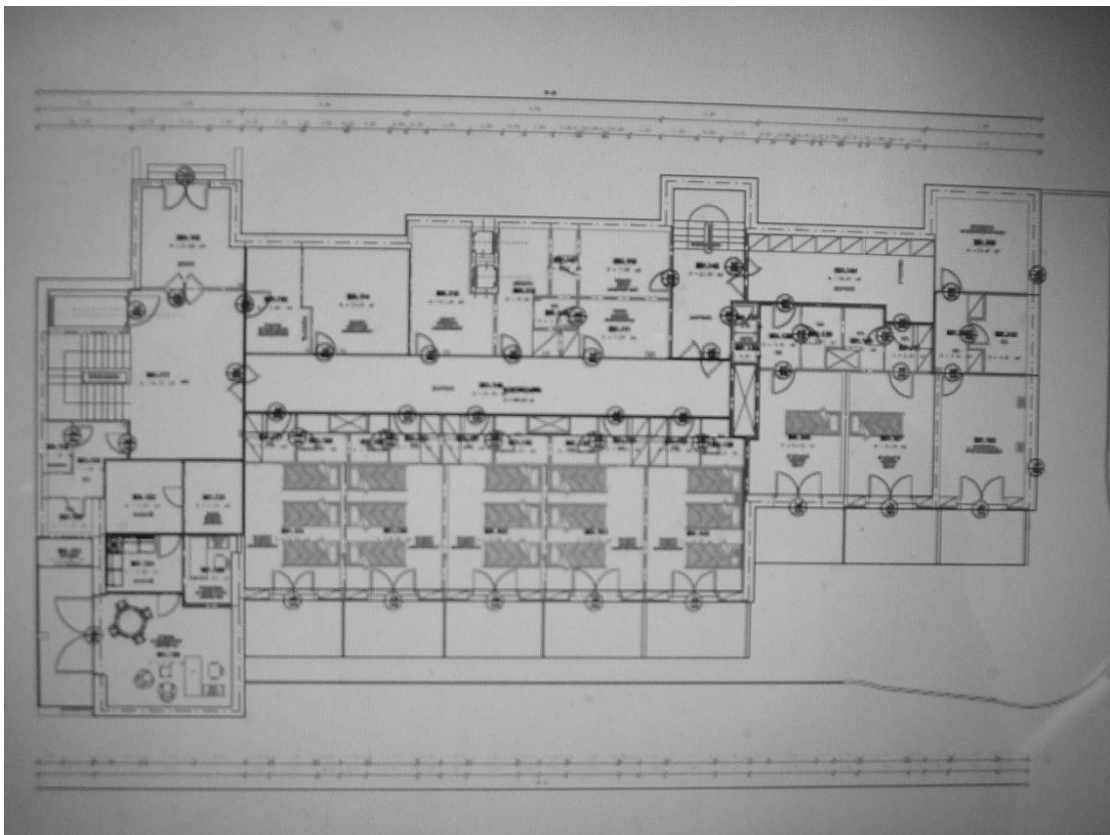
Το Γενικό Νοσοκομείο Μελισσίων «Αμαλία Φλέμινγκ» ιδρύθηκε ως Ν.Π.Δ.Δ. το 1986 και προήλθε από τη ενοποίηση τριών πρώην ιδιωτικών αντιφυματιολογικών κλινικών (Τσαγκάρη, Μπόμπολα, Ζωοδόχος Πηγή) από τις οποίες η τελευταία έπαψε να λειτουργεί το 1999. Το Νοσοκομείο λειτουργεί σε κτιριακές εγκαταστάσεις που δεν είναι ιδιόκτητες. Για την πτέρυγα Τσαγκάρη καταβάλλεται ενοίκιο στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, ενώ η πτέρυγα Μπόμπολα ανήκει στο Ι.Κ.Α. Οι δύο πτέρυγες απέχουν 1,5 χλμ περίπου και φιλοξενούν διαφορετικά κλινικά και εργαστηριακά τμήματα. Και οι δύο πτέρυγες βρίσκονται σε μεγάλο χώρο πρασίνου, μακριά από πολυσύχναστους δρόμους και αποτελείται η μάθε μία από το αρχικό πέτρινο κτίριο όπου στεγάζεται και η νοσηλευτική μονάδα και τις προσθήκες που είναι προκατασκευασμένες μονάδες. [3]



Εικ.4.7: Νότια όψη και λεπτομέρεια νοσηλευτικού θαλάμου
[108]



Εικ.4.8: Κάτοψη 1^{ου} ορόφου πτέρυγας Τσαγκάρη (Πηγή: Τεχν. Υπ. Νος. «Αμαλία Φλέμινγκ»)



Εικ.4.9: Κάτοψη 1^{ου} ορόφου πτέρυγας Μπόμπολα (Πηγή: Τεχν. Υπ. Νος. «Αμαλία Φλέμινγκ»)

4.4 Εθνικό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο «Αρεταίειο»

Έτος ίδρυσης: 1896-1898

Το Αρεταίειο Νοσοκομείο βρίσκεται επί της Βασιλίσσης Σοφίας στο κέντρο της Αθήνας, στο ύψος του Μεγάλου Μουσικής με προσανατολισμό βορειοδυτικό. Ανήκει στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Είναι ένα διώροφο νεοκλασικό κτίριο. Το αρχικό σχέδιο περιλάμβανε το κεντρικό κτίριο με τη διώροφη πρόσοψη και τέσσερις θαλάμους, ανά δύο εκατέρωθεν του κεντρικού διαδρόμου. Το 1926 οικοδομήθηκε η πτέρυγα «Λογοθετόπουλου», το 1933 η αίθουσα του χειρουργείου και το 1966 το «Μαγγίνειο» Μαιευτήριο και μέχρι σήμερα έχουν προστεθεί γυναικολογική κλινική, ακτινοδιαγνωστικό εργαστήριο, Πανεπιστημιακή Αναισθησιολογική Μονάδα και Νεφρολογική κλινική. Το κτίριο είναι πέτρινο με εξωτερική επικάλυψη από σοβά, εκτός από το μαιευτικό τμήμα που είναι πιο σύγχρονο και κατασκευάστηκε με μπετό. Η νοσηλευτική του μονάδα αποτελείται από μονόκλινα έως τετράκλινα δωμάτια. Η συλλογή αρχιτεκτονικών σχεδίων ήταν ιδιαίτερα δύσκολη καθ' ότι ανήκει στο Υπουργείο Παιδείας και τα εν λόγω σχέδια υπήρχαν στη υπηρεσία ΤΥΠΑ (Τεχνική Υπηρεσία Πανεπιστημίου Αθηνών) και στη συγκεκριμένη περίπτωση κατέστη αδύνατο να βρεθούν σχέδια που έχουν να ενημερωθούν από το 1980. [4]



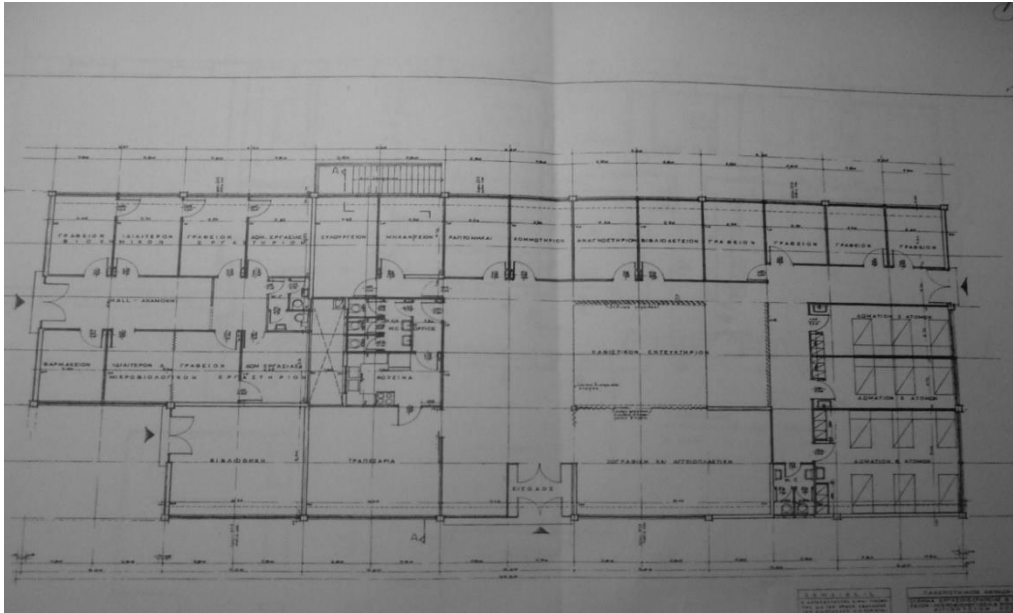
Εικ.4.10: Βορειοδυτική όψη και λεπτομέρεια ανοίγματος.

4.5 Εθνικό Πανεπιστημιακό Ψυχιατρικό Νοσοκομείο «Αιγινήτειο»

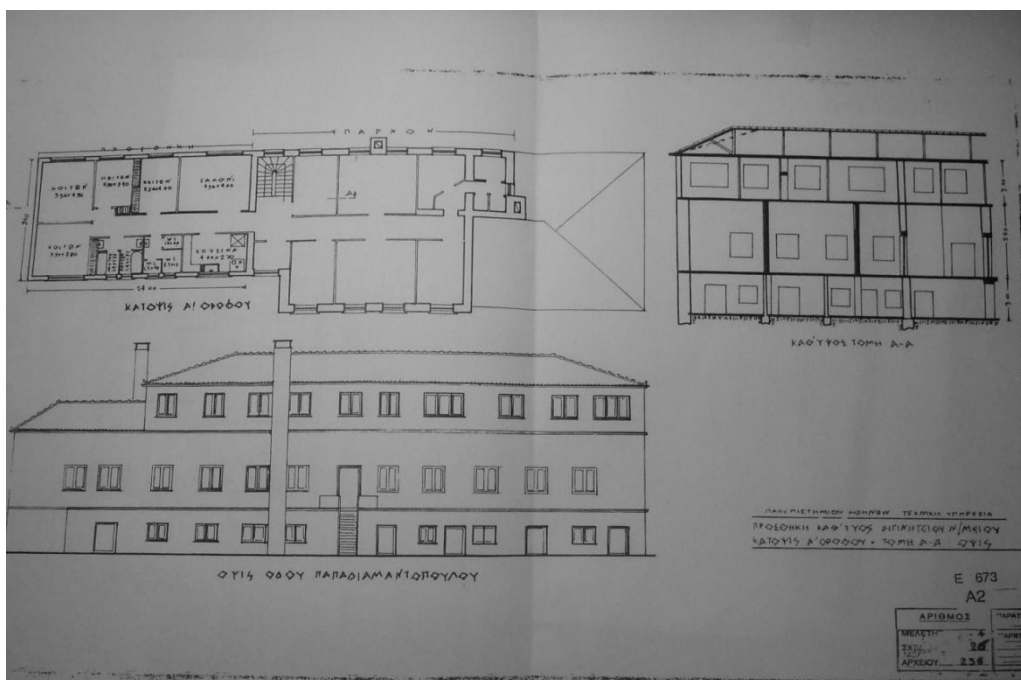
Έτος ίδρυσης: 1904

Το Αιγινήτειο Νοσοκομείο βρίσκεται επί της Βασιλίσσης Σοφίας στο ύψος του Μεγάλου Μουσικής με προσανατολισμό βορειοδυτικό. Αρχικά στέγαζε την έδρα της

Νευροψυχιατρικής και αργότερα, μετά τον διαχωρισμό τους, την έδρα της Νευρολογίας και της Ψυχιατρικής του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου. Όπως και το Αρεταίειο ανήκει στο Υπουργείο Παιδείας και τα αρχιτεκτονικά σχέδια που κατάφερα να βρω στο ΤΥΠΑ είναι αρκετά παλιά (1986) . Είναι πέτρινο διώροφο κτίριο με δυναμικότητα κλινών από ένα έως επτά κρεβάτια. [5]



Εικ.4.11: Κάτοψη 1^{ου} ορόφου (Πηγή: Τ.Υ.Π.Α.)



Εικ.4.12: Όψη, κάτοψη και τομή Αιγινήτειου (Πηγή: Τ.Υ.Π.Α.)



Εικ.4.13: Βορειοδυτική όψη

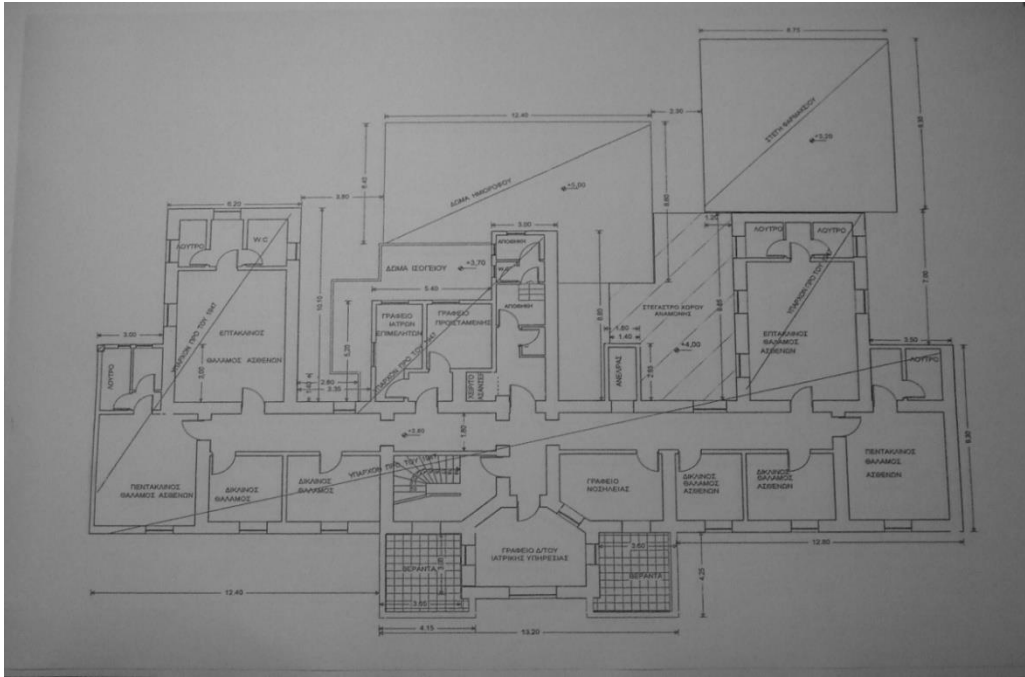
4.6 Παθολογικό Νοσοκομείο Αθηνών «Αγία Ελένη»/ Σπηλιοπούλειο

Έτος ίδρυσης: 1916

Βρίσκεται στην περιοχή των Αμπελόκηπων, πίσω από την πλατεία Μαβίλης με προσανατολισμό νοτιοανατολικό. Συνολικά έχει 31 κλίνες με δυναμικότητα 2,5 και 7 κρεβατιών. Είναι πέτρινο διώροφο κτίριο, επικαλυμμένο εξωτερικά με σοβά. Δεν μπορούμε να το εντάξουμε σε κάποια από τις συνήθεις μορφές νοσοκομειακών ή νοσηλευτικών μονάδων καθώς δημιουργήθηκε με πρωτοβουλία και χορηγίες ιδιωτών και μετά από παραχώρηση οικοπέδου από τη Μητρόπολη Αθηνών. Το 1973 αναγνωρίζεται επίσημα ως νοσοκομείο αλλά σε εκείνο το στάδιο δεν ήταν δυνατές οι αλλαγές των χώρων του εκτός από ορισμένες αναπαλαιώσεις εξωτερικών χώρων.



Εικ.4.14: Νοτιοανατολική όψη και λεπτομέρεια ανοιγμάτων



Εικ.4.15:Κάτοψη 1^{ου} ορόφου Σπηλιοπούλειου Γεν. Νος. (Πηγή: Τεχν. Υπηρ. Σπηλιοπούλειου Γεν. Νος.)

4.7 Ευγενίδειο Θεραπευτήριο

Έτος ίδρυσης: 1990

Το Ευγενίδειο Θεραπευτήριο βρίσκεται στην περιοχή των Ιλισίων, στην Παπαδιαμαντοπούλου με προσανατολισμό βορειοανατολικό. Λειτουργούν τρεις τομείς: παθολογικός, εργαστηριακός, χειρουργικός. Είναι πεντάροφο κτίριο με μεταλλικά πανέλα εξωτερικά, δυναμικότητα κλινών από 1-3 κρεβάτια και ύπαρξη εξώστη μόνο στον τελευταίο όροφο.



Εικ.4.16: Βόρεια όψη και λεπτομέρειες ανοιγμάτων

Αναφορές σε αυτό το κεφάλαιο:

[1] www.sismanoglio.gr

[2] www.paidon-pentelis.gr

[3] www.flemig-hospital.gr

[4] www.aretaielio.uoa.gr

[5] www.eginitio.gr

Κεφάλαιο 5^ο : Επεξεργασία Στοιχείων Επιτόπιας Έρευνας

5.1 Γενικός Πίνακας Επεξεργασίας Στοιχείων (επόμενη σελίδα)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ

ΟΝΟΜΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΙΝΩΝ							ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ		WWR (%)							m ² / θάλαμο						
		1	2	3	4	5	6	7	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	ΕΞΩΣΤΗΣ	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
ΑΙΓΙΝΗΤΕΙΟ	ΒΑ-Α			✓				✓	✓	✓				25.3			30.6			18.76			37.52	38.92
	Β-ΒΔ	✓	✓		✓			✓		✓		38.0	29.8		22.5		33.4	4.7	9.0		23.1		24.92	
	Ν-ΝΔ								✓	✓							23.7							38.92
ΑΡΕΤΑΙΕΙΟ	Α	✓	✓	✓	✓					✓		28.57	21.66	32.29	23.2			8.32	12.86	23	19.84			
	Δ				✓					✓				32.29						23				
	Β-ΒΑ		✓		✓					✓			22.03		23.2				11.42		19.84			
ΑΤΤΙΚΟΝ	Β-ΒΑ		✓		✓					✓			30.0		35.0				7.81		6.6			
ΑΛΕΑΝΔΡΑ	Α-ΝΑ	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	39	27	26	22	15	15	12.74	14.8	21.20	26.6	26.6	36.6	
	ΝΔ	✓		✓						✓		30		23				16.12		24.66				
	Δ-ΒΔ	✓	✓	✓	✓					✓		30	27	26	15			11.05	12.42	23.4	26.4			
ΓΕΝΝΗΜΑΤΑ	ΝΑ	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		36	36	36	41	41	41	25.90	22.80	24.84	29.40	56.25	47.40	
	Ν-ΝΑ				✓	✓	✓			✓				29	31	20				26.10	39.20	44.10		
	ΒΑ				✓					✓				22							37.60			
	ΒΑ-Α		✓		✓	✓				✓			30		24	20			18.80		50.0	44.10		
	ΒΔ				✓					✓				44						19.50				
	Δ-ΝΔ				✓					✓				23						21.96				
	Β-ΒΑ				✓					✓				29						27.18				
	ΝΔ				✓	✓				✓				38	44					29.25	29.20			
ΕΥΓΕΝΙΔΙΟ	Β-ΒΔ	✓	✓	✓						✓	✓	31.75	31.75	31.75				12.13	17.01	18.45				
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ	Β-ΒΔ					✓				✓						40							38.50	
	Ν-ΝΑ			✓			✓			✓	✓		80				40		21.0				38.52	
ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟ	ΒΑ	✓	✓	✓	✓					✓	✓	45	38	31	30			8.30	14.26	14.61	17.88			
	ΒΑ-Α	✓	✓	✓	✓					✓	✓	45	38	31	30			8.30	14.26	14.61	17.88			
ΚΑΤ	Ν-ΝΑ			✓			✓			✓	✓		76				85		18.37				29.10	
	ΝΑ			✓			✓			✓	✓		76				85		18.36				29.10	
	Ν			✓			✓			✓	✓		76				85		18.36				29.10	
	ΝΔ			✓			✓			✓	✓		76				85		18.36				29.10	
	Α-ΝΑ	✓		✓						✓	✓	76		84				18.36		13.50				
	Δ-ΝΔ	✓		✓						✓	✓	76		84				18.36		13.59				
ΛΑΙΚΟ	ΒΔ		✓	✓						✓			54	54					19.30	23.04				
	ΝΔ		✓	✓						✓			54	54					19.30	23.04				
	ΝΑ		✓	✓						✓			54	54					19.30	23.04				
	ΒΑ	✓	✓	✓						✓		30	54	54				11.90	19.30	23.04				
ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟ	ΒΑ		✓	✓	✓	✓				✓	✓		33	43	28	32			14.08	20.83	31.72	38.6		
	Α				✓	✓				✓	✓			18	42					25.92	20.28			
	Ν-ΝΑ			✓	✓					✓	✓		24	28					19.52	22.96				
	Ν-ΝΔ				✓					✓	✓			33						33.63				
ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΑΠΗΡΩΝ	Ν-ΝΔ		✓	✓	✓	✓				✓	✓		56	53	61		61		23.60	32.49	36.88	47.34		
	Β-ΒΑ		✓		✓					✓			56		61				23.1		35			
ΣΠΗΛΟΠΟΥΛΕΙΟ (ΑΓ.ΕΛΕΝΗ)	Ν-ΝΑ		✓		✓					✓			21		15				11.56		25.85			
	Ν-Δ						✓			✓							9.6						37	
ΓΕΝΙΚΟ ΟΓΚΟΛΟΓΙΚΟ ΝΟΣ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	Β	✓	✓							✓		26	35					12.88	21.06					
	Ν				✓	✓				✓				21		25				33.66		47.85		
	Α			✓						✓			27						27.2					
	Δ			✓		✓				✓			21		25				22.44		38.28			
ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣ. ΠΑΙΔΩΝ ΠΕΝΤΕΛΗΣ	Β-ΒΔ			✓	✓					✓				17	17				22.68	26.68				
	Ν-ΝΑ	✓	✓	✓		✓	✓			✓		64	83	62		60	60	15.13	16.51	26.13		39.84	40.56	
"ΑΜΑΛΙΑ ΦΛΕΜΙΝΓΚ"																								
ΠΤ. ΤΣΑΓΚΑΡΗ	Ν	✓	✓	✓	✓					✓	✓	36	37	45	37			18.03	22.05	23.52	30.87			
ΠΤ. ΜΠΟΜΠΟΛΑ	Ν-ΝΑ			✓	✓	✓				✓				37	42	35			16.45	19.21	25.55			

ΟΝΟΜΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ	m ² / ασθενή							ΕΙΔΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ		ΕΙΔΟΣ ΣΚΙΑΣΗΣ				ΥΛΙΚΟ ΠΡΟΣΩΨΗΣ		
	1	2	3	4	5	6	7	ΞΥΛΙΝΟ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΚΟΥΡΤΙΝΑ	ΠΕΡΣΙΔΑ	ΡΟΛΟ	ΠΑΝΤΖΟΥΡΙΑ	ΠΕΤΡΑ	ΣΟΒΑΣ	ΜΕΤΑΛΛΟ
ΑΙΓΙΝΗΤΕΙΟ	4.7	4.5	6.2	5.8	6.25	5.56		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
ΑΡΕΤΑΙΕΙΟ	8.32	6.43	7.67	4.96				✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
ΑΤΤΙΚΟΝ		15.62		26.4				✓		✓						✓
ΑΛΕΑΝΔΡΑ	12.74	7.4	7.06	6.65	5.32	6.1		✓	✓	✓						✓
ΓΕΝΝΗΜΑΤΑ	25.90	11.40	8.28	7.35	11.25	7.90		✓	✓	✓		✓				✓
ΕΥΓΕΝΙΔΙΟ	12.13	8.5	6.15					✓		✓						✓
ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ					7.70			✓	✓	✓						✓
ΙΠΠΟΚΡΑΤΕΙΟ	8.30	7.13	4.87	4.47				✓	✓	✓		✓				✓
ΚΑΤ		9.18				4.85		✓	✓	✓						✓
		9.18				4.85		✓	✓	✓						✓
		9.18				4.85		✓	✓	✓						✓
		9.18				4.85		✓	✓	✓						✓
	18.36		4.5					✓	✓	✓						✓
	18.36		4.5					✓	✓	✓						✓

ΟΝΟΜΑ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ	m ² / ασθενή							ΕΙΔΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ		ΕΙΔΟΣ ΣΚΙΑΣΗΣ				ΥΛΙΚΟ ΠΡΟΣΩΨΗΣ		
	1	2	3	4	5	6	7	ΞΥΛΙΝΟ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	ΚΟΥΡΤΙΝΑ	ΠΕΡΣΙΔΑ	ΡΟΛΟ	ΠΑΝΤΖΟΥΡΙΑ	ΠΕΤΡΑ	ΣΟΒΑΣ	ΜΕΤΑΛΛΟ
ΛΑΙΚΟ		9.65	7.68							✓		✓				✓
		9.65	7.68							✓		✓				✓
		9.65	7.68							✓		✓				✓
	11.90	9.65	7.68							✓		✓				✓
ΣΙΣΜΑΝΟΓΛΕΙΟ		7.04	6.94	7.93	7.72			✓	✓	✓			✓			✓
			8.64	5.07				✓	✓	✓			✓			✓
		9.76	7.65					✓	✓	✓			✓			✓
			11.21					✓	✓	✓			✓			✓
ΕΘΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΑΠΗΡΩΝ		11.80	10.83	9.22		7.89		✓	✓	✓						✓
		11.55	8.75					✓	✓	✓						✓
ΣΠΗΛΙΟΥΠΟΥΛΕΙΟ (ΑΓ.ΕΛΕΝΗ)		10.5			5.17			✓	✓	✓			✓	μη εμφανή		✓
							5.29	✓	✓	✓			✓	✓		✓
ΓΕΝΙΚΟ ΟΓΚΟΛΟΓΙΚΟ ΝΟΣ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	12.88	10.53						✓	✓	✓	κινητό σκίαστρο					✓
			11.22		9.57			✓	✓	✓	κινητό σκίαστρο					✓
		13.60						✓	✓	✓	κινητό σκίαστρο					✓
		11.22		9.57				✓	✓	✓	κινητό σκίαστρο					✓
ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣ. ΠΑΙΔΩΝ ΠΕΝΤΕΛΗΤ			7.56	6.67				✓	✓	✓				✓		✓
	15.13	8.26	8.71		7.96	6.76		✓	✓	✓				✓		✓
"ΑΜΑΛΙΑ ΦΛΕΜΙΝΓΚ"																
ΠΤ. ΤΣΑΓΚΑΡΗ	18.03	11.03	7.84	7.7				✓	✓	✓				✓		✓
ΠΤ. ΜΠΟΜΠΟΛΑ			5.48	4.8	5.11			✓	✓	✓				✓		✓

5.2 Συμπεράσματα

- Γενικό Νοσοκομείο Αττικής Σισμανόγλειο

Το συγκεκριμένο νοσοκομείο αρχικά ήταν γραμμικό. Αργότερα έγινε η προσθήκη τεσσάρων νέων πτερύγων, N1 N2 N3 και N4 όπως φαίνονται στην παρακάτω αεροφωτογραφία. Οι νοσηλευτικές μονάδες βρίσκονται στη νοτιοανατολική όψη του αρχικού κτιρίου και στη βορειοανατολική όψη και νοτιοδυτική όψη του N4 κατά κύριο λόγο., ενώ υπάρχουν και ορισμένες στη νοτιοανατολική του N3 και στην ανατολική του N1. Οι θάλαμοι με νοτιοανατολικό προσανατολισμό έχουν τον βέλτιστο προσανατολισμό για θαλάμους νοσηλείας, οι θάλαμοι με βορειοδυτικό προσανατολισμό δεν είναι ευχάριστα ηλιόλουστοι σε καμιά ώρα της ημέρας. Το WWR των θαλάμων κυμαίνεται μεταξύ 0.18-0.43 , όσοι έχουν πάνω από 0.3 κρίνονται ικανοποιητικοί, δηλαδή λίγο περισσότεροι από τους μισούς.

- Γενικό Νοσοκομείο Παίδων Πεντέλης

Καθ' ότι το κτίριο είναι πολύ παλιό, δεν έχει ξεχωριστή νοσηλευτική μονάδα. Οι νοσηλευτικοί θάλαμοι βρίσκονται κατά μήκος του γραμμικού κτιρίου. Το νοσοκομείο βρίσκεται στον λόφο της Πεντέλης περιτριγυρισμένο από δάσος, οπότε η διέλευση του φωτός δεν εμποδίζεται από γειτονικά κτίρια και έχει πολύ ευχάριστο περιβάλλον για τους ασθενείς. Οι νοσηλευτικές μονάδες με νότιο- νοτιοανατολικό προσανατολισμό είναι ευχάριστα φωτεινές, ενώ οι βόρειο-βορειοδυτικές έχουν δυσμενέστερο προσανατολισμό. Σε όλους τους νοτιοανατολικούς θαλάμους το WWR είναι παραπάνω από ικανοποιητικό (0.60-0.83), ενώ στους βορειοδυτικούς το πρόβλημα επιβαρύνεται λόγω της ύπαρξης μικρού παράθυρου ($0.17 < < 0.30$). Τα m^2 / ασθενή είναι επαρκή μόνο στους μονόκλινους θαλάμους, ενώ στους υπόλοιπους κυμαίνονται λίγο πάνω ή λίγο κάτω από το επιτρεπτό όριο των $8m^2$ / ασθενή (6.67-8.71).

- Γενικό Νοσοκομείο «Αμαλία Φλέμινγκ»

Το Γενικό Νοσοκομείο «Αμαλία Φλέμινγκ» αποτελείται από δύο ανεξάρτητες (οικοδομικά) πτέρυγες, την πτέρυγα Τσαγκάρη και την πτέρυγα Μπόμπολα. Στην πτέρυγα Τσαγκάρη ο προσανατολισμός της νοσηλευτικής μονάδας είναι νότιος και αποτελείται από μονόκλινους έως και τετράκλινους θαλάμους. Όλοι οι θάλαμοι έχουν παράθυρο και πρόσβαση σε εξώστη, γι' αυτό και το WWR σε όλες τις περιπτώσεις είναι άνω του ορίου. Τηρούνται και οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα m^2 / ασθενή αφού στους μονόκλινους και δίκλινους θαλάμους είναι αρκετά πάνω από το όριο, ενώ στους υπόλοιπους οριακά κάτω. Τα δωμάτια παρ' όλο που έχουν μεγάλο βάθος (7.35 m) παραμένουν φωτεινά χάρη στα μεγάλα ανοίγματα. Στην πτέρυγα Μπόμπολα οι θάλαμοι έχουν νότιο-νοτιοανατολικό προσανατολισμό και κυμαίνονται από τρίκλινους μέχρι και πεντάκλινους. Όλοι οι θάλαμοι έχουν παράθυρο στη μικρή διάστασή τους, γι' αυτό και το WWR τους είναι πάνω από το όριο. Εδώ, όμως, δεν τηρούνται οι περιορισμοί για τα απαραίτητα m^2 / ασθενή καθώς είναι αρκετά κάτω του

ορίου. Και στις δύο πτέρυγες η νοσηλευτική μονάδα είναι γραμμική και βρίσκεται κατά μήκος του αρχικού πέτρινου κτιρίου.

- Εθνικό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο «Αρεταίειο»

Ο προσανατολισμός των θαλάμων νοσηλείας (ανατολικός, δυτικός, βόρειο-βορειοανατολικός) εξασφαλίζει φωτισμό κοντά στα αποδεκτά όρια (WWR 20.03-32.29). Για αυτό βέβαια ευθύνεται και το μέγεθος των ανοιγμάτων που δεν είναι μεγάλο, γιατί αλλιώς τα ανατολικά και βορειοανατολικά δωμάτια δε θα έπρεπε να έχουν πρόβλημα. Βέβαια, τα δωμάτια παραμένουν φωτεινά λόγω του βάθους τους, που δεν ξεπερνά τα 5m. Το κτίριο, όμως είναι διατηρητέο νεοκλασικό και δεν μπορούν να γίνουν αλλαγές στην όψη του. Ακόμα, τα m^2 / ασθενή δεν είναι επαρκή αφού κυμαίνονται από 7.32-4.96, αρκετά κάτω δηλαδή από το όριο των $8m^2$ /ασθενή.

- Εθνικό Πανεπιστημιακό Ψυχιατρικό Νοσοκομείο «Αιγινήτειο»

Επίσης ένα νεοκλασικό διατηρητέο κτίριο με σχετικά μικρά ανοίγματα, όμως με περισσότερους χώρους πράσινου γύρω του, γεγονός που ευνοεί τον φωτισμό. Οι νοσηλευτικοί θάλαμοι έχουν προσανατολισμό βορειοανατολικό, βορειοδυτικό και νοτιοδυτικό, με WWR να κυμαίνεται μεταξύ 0.23 και 0.38, δηλαδή λίγο πάνω και κάτω από το όριο. Δε συμβαίνει το ίδιο και με τα m^2 / ασθενή που είναι από 4.14-6.25 με το όριο να είναι στα $8m^2$ / ασθενή, δηλαδή αρκετά κάτω του ορίου.

- Παθολογικό Νοσοκομείο Αθηνών Σπηλιοπούλειο/ «Αγία Ελένη»

Κτίριο που κατασκευάστηκε με πρωτοβουλία ιδιωτών, άρα δεν υπακούει σε καμία από τις γνωστές κατηγορίες νοσοκομειακών κτιρίων. Έχει θαλάμους στην νότια- νοτιοανατολική και στη νοτιοδυτική του όψη, άρα έχει ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού, ιδιαίτερα στους νοτιοανατολικούς θαλάμους. Τα επίπεδα του WWR όμως είναι αρκετά κάτω του ορίου καθώς τα ανοίγματα είναι μικρά και οι διαστάσεις των τοίχων μεγάλες, ειδικά το ύψος (3.6 m) . Οι θάλαμοι, δεν έχουν όλοι πρόβλημα όσον αφορά στο όριο για τα m^2 / ασθενή αφού σε κάποιες περιπτώσεις είναι πάνω από το όριο και φτάνουν το $10.5 m^2$ / ασθενή, ενώ σε άλλες είναι στο 5.29.

- Ευγενίδειο Θεραπευτήριο

Γραμμικό κτίριο που ενώ βρίσκεται σε πολύ συμφορημένη περιοχή του κέντρου της Αθήνας, έχει την τύχη η μοναδική του όψη να έχει απέναντι την αυλή της Νευρολογικής Κλινικής που δεν του περιορίζει τον φωτισμό. Όλοι του οι θάλαμοι έχουν όψη βόρεια-βορειοδυτική που δεν δίνει ευχάριστο φωτισμό, όμως χάρη στα μεγάλα ανοίγματα τα

επίπεδα του WWR είναι κοντά, αλλά πάνω από το όριο. Τα m^2 / ασθενή πληρούν εν μέρει τις προϋποθέσεις, αφού ξεκινούν από 6.15 και φτάνουν τα 12.13.

Στα περισσότερα από τα νοσοκομεία που μελετήθηκαν (όλα εκτός του Ευγενίδειου Θεραπευτηρίου και του Αιγινήτειου), προστέθηκαν αργότερα και άλλες ειδικότητες, από αυτές που είχαν αρχικά. Επίσης η πλειοψηφία τους είναι πολύ παλιές κατασκευές. Ο συνδυασμός αυτών των δύο παραγόντων, καθώς και η αλλαγή χρήσης ορισμένων (το Σισμανόγλειο και το Παίδων Πεντέλης αρχικά κατασκευάστηκαν για αντιφυμαιολογικά κέντρα) καθιστά ιδιαίτερα δύσκολο να την κατάταξη των νοσηλευτικών μονάδων σε κάποιο από τα γνωστά γεωμετρικά μοντέλα. Ίσως, μόνο για το Σισμανόγλειο μπορούμε να πούμε ότι έχουν γραμμική διάταξη, καθώς η προσθήκη των ειδικοτήτων έγινε παράλληλα με την προσθήκη νέων πτερύγων και στο συγκεκριμένο νοσοκομείο κάθε πτέρυγα έχει γραμμικά τη δική της νοσηλευτική μονάδα. Και στο Αρεταίειο έγινε προσθήκη νέων πτερύγων, αλλά κατασκευάστηκαν το 1926 και το 1933 που οι γνώσεις τότε δεν ήταν αρκετές για να γίνουν οι νοσηλευτικές μονάδες σύμφωνα με τα πρότυπα. Στο Ευγενίδειο Θεραπευτήριο, παρ' όλο που πρόκειται για πιο σύγχρονη κατασκευή η έλλειψη χώρου δεν του επιτρέπει την ύπαρξη της γνωστής ογκώδους νοσηλευτικής μονάδας, παρά την έχει ενσωματωμένη στο κυρίως κτίριο, κατά μήκος της μόνης όψης του.

Στα μεγάλα και κυρίως στα παλιά νοσοκομεία παρατηρείται το πρόβλημα της προσθήκης επιπλέον κλινών από τις προβλεπόμενες για κάθε θάλαμο. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί προστέθηκαν και άλλες ειδικότητες, είτε γιατί λόγω του ότι σχεδιάστηκαν άλλη εποχή, δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν ικανοποιητικά στις σημερινές ανάγκες. Δημιουργούνται έτσι επιπλέον προβλήματα, αφού θυσιάζονται παράγοντες όπως ο φυσικός φωτισμός και οι απαιτούμενες αποστάσεις μεταξύ κλινών ή μεταξύ κλινών και τοίχου. Αυτό επιβαρύνει ιδιαίτερα κάποια νοσοκομεία που δεν έχουν επαρκή ανοίγματα όπως το Αρεταίειο ή το Αιγινήτειο που είναι διατηρητέα νεοκλασικά κτίρια και δεν μπορούν να γίνουν αλλαγές στις όψεις τους, ή επιβαρύνονται νοσοκομεία όπως το Ευγενίδειο Θεραπευτήριο που λόγω της αναγκαστικής κατασκευής του στο συγκεκριμένο οικόπεδο περιορίζεται στο να μην έχει ευνοϊκό προσανατολισμό.

Γενικά υπάρχουν νοσοκομεία που κινούνται στη σωστή κατεύθυνση όσον αφορά στον προσανατολισμό. Όμως, δεν μπορούμε να πούμε το ίδιο για τη διαστασιολόγηση των θαλάμων. Τα μισά από τα νοσοκομεία της μελέτης δεν τηρούν το απαραίτητο όριο των $8m^2$ / ασθενή. Ιδιαίτερο πρόβλημα αντιμετωπίζουν το Αρεταίειο, το Αιγινήτειο και το Σπηλιοπούλειο (Αγ. Ελένη). Πρόκειται για πολύ παλιά κτίρια που σχεδιάστηκαν για να εξυπηρετήσουν άλλο όγκο νοσηλευόμενων και καθώς και τα τρία βρίσκονται στο πυκνοδομημένο κέντρο της Αθήνας (επί και πίσω από τη Βασιλίσσης Σοφίας) δεν υπάρχει η δυνατότητα επέκτασής τους.

Ορισμένα από τα νοσοκομεία που εξετάστηκαν, είναι αρκετά ευνοημένα ως προς την τοποθεσία τους (αν εξαιρέσουμε το Ευγενίδειο) ξεκινώντας από το Παίδων Πεντέλης που βρίσκεται στη κορυφή του λόφου της Πεντέλης, περιτριγυρισμένο από δάσος, μακριά από πολυσύχναστους δρόμους ακόμα και από σπίτια. Το Σισμανόγλειο, ενώ βρίσκεται στο Μαρούσι, πίσω από τη Λεωφόρο Πεντέλης, καταφέρνει να παραμένει απομονωμένο από τη φασαρία μέσα σε μία μεγάλη έκταση με πράσινο. Ακόμα και τα Νοσοκομεία του κέντρου (Αρεταίειο, Αιγινήτειο, Σπηλιοπούλειο) ενώ βρίσκονται πάνω ή πίσω από έναν από τους πιο συμφορημένους δρόμους της Αθήνας, έχουν καταφέρει να εξασφαλίσουν κάποιο χώρο πρασίνου στα αίθριά τους.

Είναι φανερό ότι γίνεται προσπάθεια από άτομα διάφορων ειδικοτήτων, που συμμετέχουν στο σχεδιασμό των νοσοκομείων (αρχιτέκτονες, πολιτικούς, ηλεκτρολόγους μηχανικούς, μηχανολόγους, τεχνικούς), για τη εύρεση κατάλληλων λύσεων για τη δημιουργία κτιρίων που να εξυπηρετούν καλύτερα νοσηλευόμενους και προσωπικό.

Κεφάλαιο 6^ο : Προτάσεις- Δυνητικές Εφαρμογές της Βιομημητικής

6.1 Δυνητικές εφαρμογές

Κλιματικές ή ,όπως αναφέρονται πιο συχνά σήμερα, βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού είναι απαραίτητες για την επίτευξη μιας βέλτιστης ενεργειακά και περιβαλλοντικά κατασκευαστικής αντίληψης. Ο κλιματικός σχεδιασμός είναι η τέχνη και η επιστήμη της χρήσης των ευεργετικών στοιχείων της φύσης (ήλιο, άνεμο, γη και θερμοκρασία του αέρα, φυτά και υγρασία) για να δημιουργήσει ένα άνετο, ενεργειακά αποδοτικό και περιβαλλοντικά σοφό κτίριο, εναρμονίζοντας το με το φυσικό περιβάλλον. Οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού απορρέουν από την απαίτηση για τη δημιουργία ανθρώπινης άνεσης στα κτίρια χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του φυσικού κλίματος. Ωστόσο, τέλεια ισορροπία μεταξύ των φυσικών πόρων και τις απαιτήσεις της άνεσης, σπάνια μπορεί να επιτευχθεί, παρά μόνο υπό πολύ ειδικές περιβαλλοντικές συνθήκες, καθώς και η απόδοση των κλιματικά σχεδιασμένων κτιρίων ποικίλει ολόκληρο το χρόνο ανάλογα με το αν οι επικρατούσες συνθήκες είναι κάτω από τη θερμοκρασία άνεσης του ανθρώπου για το χειμώνα ή πάνω το καλοκαίρι. Έτσι, ως βιοκλιματικό (ή τα επίσης επονομαζόμενα και ως παθητικά ηλιακά κτίρια) μπορεί να περιγραφεί ένα πολύ ενεργειακά αποδοτικό κτίριο, που προσφέρει μέσω ενός ολοκληρωμένου βιώσιμου σχεδιασμού, την ευκαιρία να γίνει πλήρως βιώσιμο με μηδενική κατανάλωση ενέργειας, κλιματιζόμενο και αποδοτικό που θα τροφοδοτείται αποκλειστικά και μόνο με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Εκτός από την ικανότητα των κτιρίων να παρέχουν άνεση με μηδενικό κόστος ενέργειας, θα πρέπει να είναι και υγιή, δηλαδή να συνεισφέρουν στην υγεία και την ευημερία των ανθρώπων, αφού περνούν το 90% της ζωής τους σε κλειστούς χώρους. Όταν, μάλιστα, αναφερόμαστε σε χώρους υγείας, όπως τα νοσοκομεία η ανάγκη για τέτοιο περιβάλλον είναι ακόμα πιο έντονη! Όσον αφορά στο περιβάλλον της υγειονομικής περίθαλψης ο αντίκτυπός του και η επιρροή του στους ασθενείς είναι γνωστός από την αρχαιότητα με το Ασκληπιείο να δίνει ιδιαίτερη σημασία στο ολιστικό πρότυπο φροντίδας , καθώς και στην έννοια του θεραπευτικού περιβάλλοντος. Αργότερα, μελέτες της Florence Nightingale το 1863 συνδέουν το φυσικό περιβάλλον με το δείκτη θνησιμότητας. Στη σύγχρονη εποχή, οι ερευνητές αναπτύσσουν μια νέα κατανόηση για το πώς το περιβάλλον και ιδιαίτερα η διατήρηση των φυσιολογικών, για τον άνθρωπο, συνθηκών στους θαλάμους έχει επιπτώσεις στους ασθενείς. Εκτός της άνεσης των ασθενών όμως, το νοσοκομείο θα πρέπει να παρέχει ιδανικές συνθήκες και στους εργαζόμενους γιατρούς, νοσηλευτές λόγω της ιδιαίτερα ευαίσθητης φύσης της δουλειάς τους. Ακόμα, τα νοσοκομεία καταναλώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας για τις λειτουργίες τους, είτε αυτές είναι χειρουργεία, εργαστήρια ή για τη θέρμανση και τον κλιματισμό των χώρων νοσηλείας. Στο σημερινό ανταγωνιστικό περιβάλλον της υγειονομικής περίθαλψης, τα νοσοκομεία καλούνται να μειώσουν τις λειτουργικές δαπάνες και να βελτιώσουν τη φροντίδα και την άνεση του ασθενή. Σύμφωνα

με μελέτες [EERE, 2006] η υγειονομική περίθαλψη είναι δεύτερη σε σειρά κατανάλωσης ενέργειας μετά τη βιομηχανία τροφίμων. [2] Τέλος, δε θα πρέπει οι λειτουργίες τους να διακόπτονται ποτέ, ακόμα και σε ιδιαίτερες περιπτώσεις όπως πόλεμο ή κάποια μεγάλη φυσική καταστροφή. Για να εξασφαλιστούν πιο φυσικές συνθήκες, οικονομία της καταναλισκόμενης ενέργειας καθώς και η ανεξάρτησή του από τους φορείς παροχής ενέργειας η βιομηχανική υποδεικνύει τρόπους που μπορούν να το κάνουν πιο ανεξάρτητο.

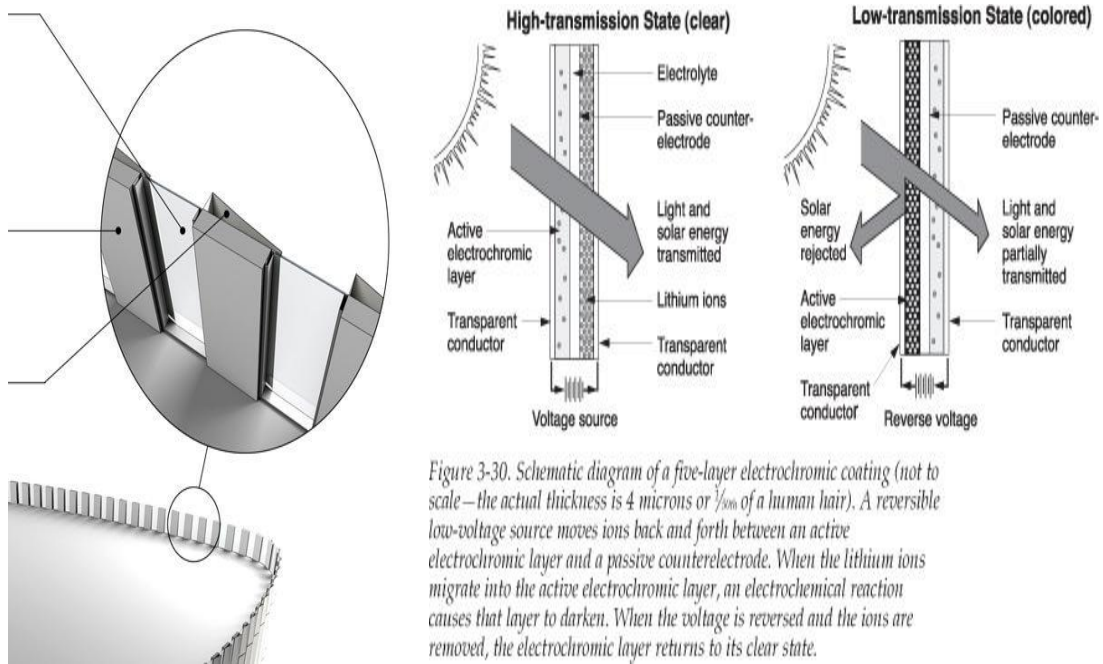
Η βιομηχανική προσέγγιση, όσο σύγχρονη και αν ακούγεται, δεν είναι τίποτα άλλο παρά επιστροφή στη φύση και τις ρίζες μας. Οι περισσότερες μέθοδοι εστιάζουν στη μελέτη των τοπικών χαρακτηριστικών κάθε περιοχής και προσπαθούν να δημιουργήσουν υλικά ή τεχνοτροπίες που να προσαρμόζονται στην ανάγκη κάθε τόπου. Το ιδανικό για τους μελετητές της βιομηχανικής θα ήταν μία πρόσοψη που θα λειτουργούσε όπως το ανθρώπινο δέρμα. Φανταστείτε ένα κέλυφος κτιρίου που θα ήταν καταλληλότερο για το τοπικό κλίμα της περιοχής του και θα μπορούσε πραγματικά να παράγει ενέργεια για το κτίριο, να αλληλεπιδρά με τη φύση αλλά και να μην την επιβαρύνει, να είναι μέρος της. [4] Η πιο κοντινή προσέγγιση σε αυτό είναι η μελέτη του φλοιού του δέντρου (tree bark study). Στοχεύει στη δημιουργία ενός κτιρίου που θα είναι προσαρμοσμένο στις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, θα χρησιμοποιεί ότι του δίνει η φύση για την κάλυψη των αναγκών του και στο βαθμό που του είναι απαραίτητα, τα απόβλητά του θα είναι ευεργετικά για το οικοσύστημα και θα έχει και όμορφη δομή. [5]

Πάνω σε αυτή τη σκέψη και φιλοσοφία έχουν αναπτυχθεί ορισμένα υλικά και μεθοδολογίες στην προσπάθεια να κάνουν το κτίριο μέρος του οικοσυστήματος. Μάλιστα, δεν εστιάζουν μόνο σε τρόπους εφαρμόσιμους κατά την κατασκευή ενός νέου κτιρίου, αλλά αφορούν και παρεμβάσεις σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, ώστε να τις βοηθήσουν να είναι λιγότερο επιβαρυντικές στο περιβάλλον και πιο ανεξάρτητες ενεργειακά. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα υλικά εμπνευσμένα από τις φυσικές λειτουργίες και παραδείγματα βιομηχανικών κτιρίων.

Ανταποκρινόμενες προσόψεις (responsive facades): Η πρώτη απόπειρα για ανταποκρινόμενη πρόσοψη γίνεται τώρα στο νέο Δικαστικό Μέγαρο του Λος Άντζελες. Η προτεινόμενη πρόσοψη βασίζεται σε ένα σταθερό σύστημα paratonic (ανταποκρινόμενο σε φυσικά ερεθίσματα) που μπορεί να εξισορροπήσει τη χρήση, το κέρδος της ηλιακής ενέργειας και τη συλλογή του φωτός της ημέρας, για να παράγει μια βελτιστοποιημένη λύση στο συγκεκριμένο χώρο και πρόγραμμα του έργου. Ξεκινά με την ανάλυση της τοποθεσίας και προχωρά στο σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση του συστήματος. Δεν πρόκειται για κινητή πρόσοψη ή προσέγγιση διπλής πρόσοψης, αλλά για ανάπτυξη ενός ευέλικτου ενιαίου συστήματος που μπορεί να προσαρμόζεται στις τοπικές συνθήκες μέσω διακύμανσης των πλασιών.

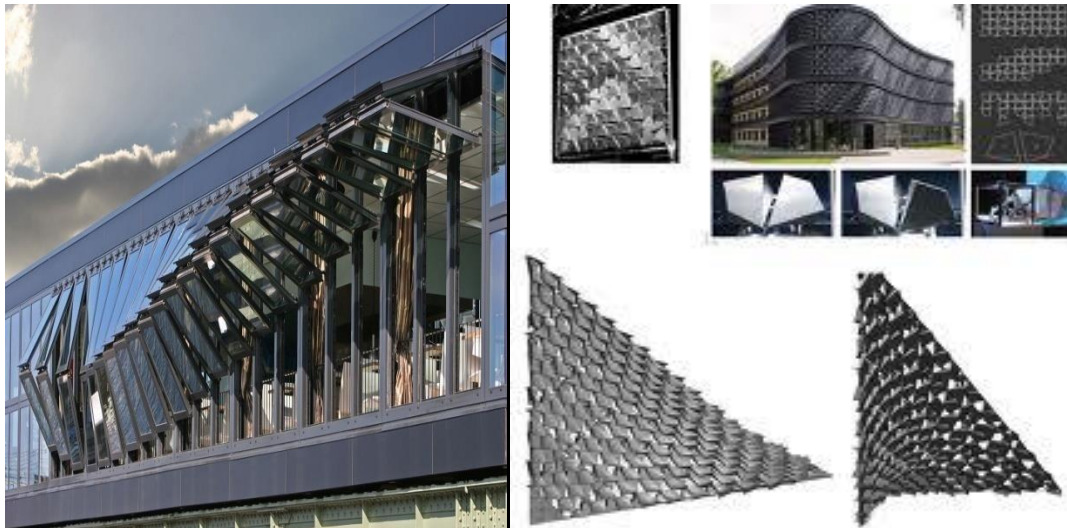
Η πρόσοψη είναι χωρισμένη σε μονάδες 8 ιντσών. Κάθε μονάδα αντιπροσωπεύει ένα προκατασκευασμένο, μοναδοποιημένο πάνελ. Κάθε φύλλο υποδιαιρείται περαιτέρω σε ένα μεμονωμένο φύλλο και μια μονάδα υαλοπίνακα. Μια κατακόρυφη προέκταση, τριγωνική σε κάτοψη, εισάγεται για να «ντύσει» το μονωμένο πάνελ και να παρέχει σκίαση

όπου χρειάζεται. Δύο παράμετροι μένουν μεταβλητοί για να επιτρέψουν την ευελιξία: η αναλογία του γυαλιού στο μονωμένο πάνελ και το βάθος της προέκτασης. Η βορειοδυτική όψη έχει τη δυνατότητα να αυξάνει την αναλογία των πάνελ και τις διαστάσεις των προεξοχών, ώστε να παρέχεται επαρκής σκιά στις μεγάλες επιφάνειες τζαμιού. Αυτός ο συνδυασμός εκμεταλλεύεται στο έπακρο το φυσικό φως της ημέρας, χρειάζεται λιγότερο κλιματισμό και προσφέρει μεγαλύτερη θέα. Στη νοτιοανατολική πλευρά του κτιρίου, τα πάνελ μπορούν να μειώσουν το πλάτος τους για να μειώσουν την αύξηση της θερμότητας. Οι κάθετες προεξοχές δεν είναι αποτελεσματικές εδώ και ελαχιστοποιούνται. Με αυτόν τον τρόπο κάθε τμήμα της πρόσοψης ελέγχεται και βελτιστοποιείται για να αυξηθεί το φυσικό φως, να ελαχιστοποιηθεί η ηλιακή θερμότητα (όταν δεν είναι επιθυμητή), χωρίς να χάνεται η θέα. [6]



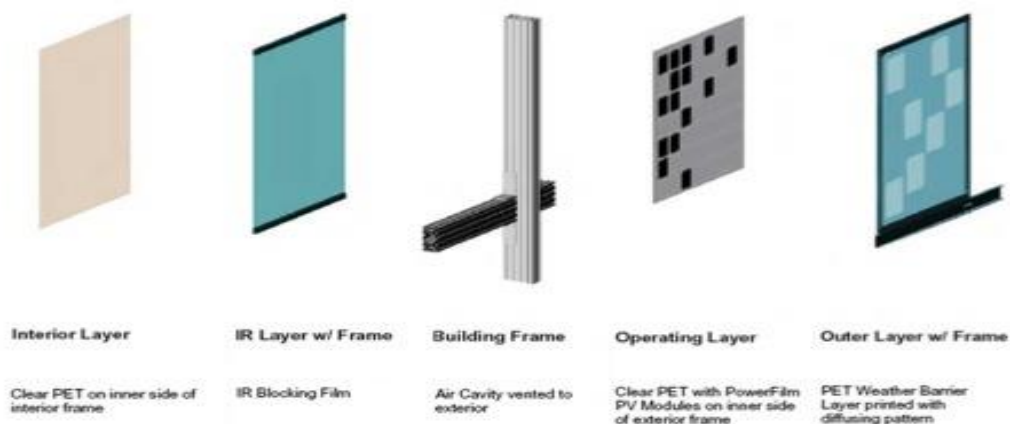
Εικ.6.1: Λεπτομέρεια της πρόσοψης και της λειτουργίας της.

Αυτή είναι η νέα ισχυρή ιδέα. Το περίβλημα του κτιρίου θα πρέπει να είναι σε θέση να αποθηκεύει, φιλτράρει και ανακατανέμει τις ροές του αέρα, του ήλιου και της θερμότητας σύμφωνα με τις συνθήκες μέσα και έξω από το κτίριο, όχι απλά να λειτουργούν ως φραγμός. Φανταστείτε μία πρόσοψη που να διώχνει προς τα έξω την ενέργεια, όταν η εσωτερική θερμότητα είναι περισσότερη από αυτή που χρειάζεται. Ένας τρόπος για να γίνει αυτό είναι με μόνωση με εμφυσημένες ίνες, με υλικά αλλαγής φάσης τροποποιημένα με ψεκασμό μικροκάψουλων. Το κόλπο εδώ είναι η εύρεση δυναμικών λύσεων που να είναι απλές σε εφαρμογή και συντήρηση. [7]



Εικ.6.2: Ανταποκρινόμενες προσόψεις.

SmartWrap: Το SmartWrap αντιπροσωπεύει ένα νέο τρόπο σκέψης όσον αφορά στο κέλυφος του κτιρίου. Πρόκειται για μια δραματική λύση για το πώς μια συμβατική πρόσοψη κατασκευάζεται, λειτουργεί και φαίνεται. Προτείνει την αντικατάσταση του συμβατικού ογκώδη τοίχου με μία σύνθεση πάχους ενός χιλιοστού, που ενσωματώνει τον έλεγχο του κλίματος, της ενέργειας, του φωτισμού, και την απεικόνιση πληροφοριών σε ένα ενιαίο υπόστρωμα. Το SmartWrap ένα εξαιρετικά λεπτό πολυμερές υλικό που συλλέγει ενέργεια, με προσαρμόσιμη μάζα και βιώσιμο. Είναι εφαρμόσιμο σε βιομηχανικά κτίρια, κατοικίες ή όπου αλλού επιθυμείται ο απόλυτος έλεγχος της καταναλισκόμενης ενέργειας (ελέγχει το εσωτερικό κλίμα, το φωτισμό, την ηλεκτρική κατανάλωση), προσαρμόζεται στις ανάγκες του κάθε κτιρίου και είναι επαναχρησιμοποιήσιμο (ακόμα και αν αλλάξουν οι ανάγκες του κτιρίου απλά το ξαναπρογραμματίζεις). Αν και υλικά υψηλής τεχνολογίας, όπως το SmartWrap, έχουν μικρή παρουσία στην κατασκευαστική βιομηχανία μέχρι στιγμής, τα σημάδια δείχνουν ότι είναι θέμα χρόνου αυτό να αλλάξει. [8,9,10]



Εικ.6.3: Τα είδη στρώσεων που απαρτίζουν το υλικό SmartWrap



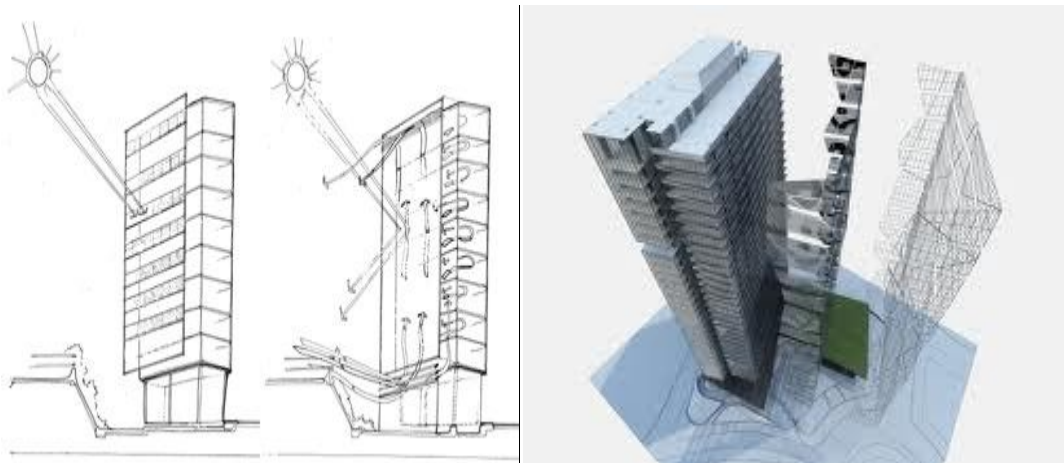
Εικ.6.4: Απεικόνιση πληροφοριών πάνω στην επιφάνεια του SpartWrap

Φυτικές προσόψεις: Μια άλλη εξέλιξη στην αρχιτεκτονική πρόσοψη είναι όχι μόνο να μιμηθούμε, αλλά κυριολεκτικά να χρησιμοποιήσουμε τα στόματα των φυτών μέσω της χρήσης των φυτικών προσόψεων. Αυτές είναι προσόψεις που έχουν αναπτυσσόμενα φυτά στο εξωτερικό και παίρνουν διάφορες μορφές, από κισσό που μεγαλώνει σε μία πέργκολα μέχρι την τοποθέτηση ενός αυξανόμενου μέσου απευθείας στο εξωτερικό όπου τα φυτά μπορούν να αναπτυχθούν. Πέρα από την αισθητική βελτίωση προσφέρουν καλύτερη ποιότητα αέρα, καλύτερη θερμική συμπεριφορά (μονωτικές ιδιότητες), αποτελεσματική ρύθμιση της θερμοκρασίας, αυξημένη ενεργειακή αποτελεσματικότητα άρα και οικονομία και βελτιωμένη υγεία και ευεξία για τους κατοίκους, συμβάλει στη μείωση των ρυπαντικών ουσιών και στη αύξηση της βιοποικιλότητας. Ακόμα, τα φυτά δε φθείρουν τον τοίχο της πρόσοψης, αλλά παρατείνουν τη διάρκεια ζωής του. [11,12]

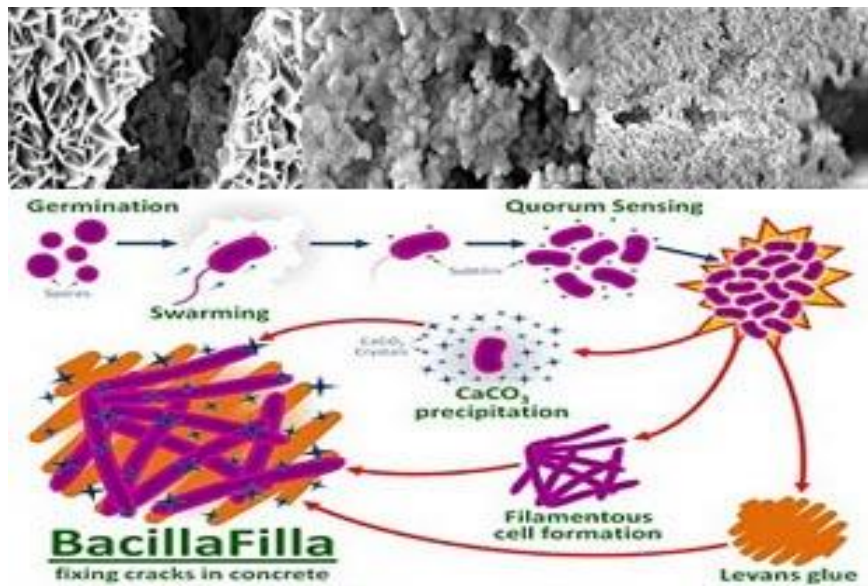


Εικ.6.5: Φυτικές προσόψεις και τρόπος εφαρμογής

Διπλοκέλυφες προσόψεις: Η εισαγωγή στη νότια όψη των κτιρίων διπλού γυάλινου περιβλήματος που δρα ως παθητικός ηλιακός συλλέκτης έχει διαδοθεί πολύ στις ευρωπαϊκές χώρες. Ανάλογα με το ύψος της κατασκευής και τη λύση που έχει επιλεγεί το στρώμα του αέρα μπορεί να διακόπτεται σε κάθε στάθμη ή να καλύπτει ολόκληρη την όψη. Ο φυσικός αερισμός από κάτω προς τα πάνω, αφαιρεί από τον αέρα την αποθηκευμένη θερμότητα. Με στόρια που τοποθετούνται μεταξύ των επιφανειών των τζαμιών ελέγχονται τα θερμικά κέρδη από την ηλιακή ακτινοβολία. Το αεριζόμενο διπλό γυάλινο περίβλημα παρέχει καλή θερμική μόνωση και επιτρέπει σημαντικές οικονομίες στις εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης του αέρα. Συνδυάζει το μέγιστο θερμικής και οπτικής άνεσης και έτσι εξασφαλίζονται ευχάριστη θερμοκρασία και υγρασία του αέρα, κατάργηση του φαινομένου ψυχρής παρειάς και προστασία κατά των υπερθερμάνσεων το καλοκαίρι, των ανακλάσεων, των υδρατμών και των ρευμάτων αέρα. [1]

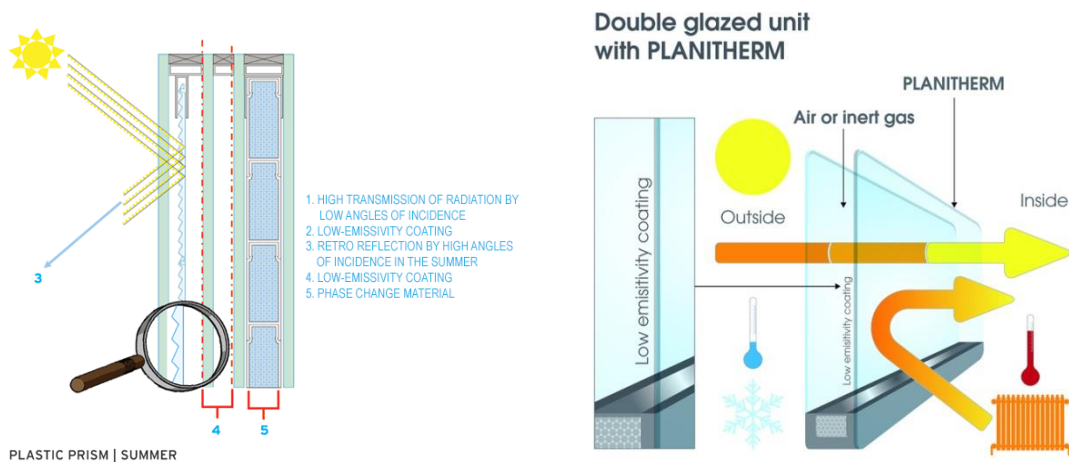


Υλικά Αυτο-ίασης: Ένα ακόμα προϊόν που αλλάζει και λειτουργεί σαν ένα φυσικό σύστημα έχει ταξινομηθεί σαν ένα υλικό αυτο-ίασης. Το BacillaFilla δημιουργήθηκε από την μία ομάδα φοιτητών του Πανεπιστημίου Newcastle (Ηνωμένο Βασίλειο) που παρουσίασε πρόσφατα μια πρόταση για ένα σκυρόδεμα αυτο-ίασης το οποίο τροφοδοτείται από βακτήρια ... οι μαθητές ανέπτυξαν ένα γενετικά τροποποιημένο μικρόβιο που σχεδιάστηκε για να ανακατασκευάζει ρωγμές που σχηματίζονται στο σκυρόδεμα. «Όταν δημιουργείται μια ρωγμή τα συγκεκριμένα βακτηρίδια πηγαίνουν σε αυτή και δημιουργούν ένα μείγμα ανθρακικού ασβεστίου και μικροβιακής κόλλας που επισκευάζει το σκυρόδεμα. «Αυτό το βιολογικό «μπάλωμα» τελικά το θεραπεύει σε βαθμό που είναι ίδιας αντοχής με το υπόλοιπο υλικό» (Brownell, 2011, σ. 90). [5]



Εικ.6.6: Βακτήρια που επιδιορθώνουν τις ρωγμές του σκυροδέματος

Υλικά Αλλαγής κατάστασης: Χρησιμοποιούνται μεμονωμένα υλικά που μπορούν να ανταποκριθούν σε περιβαλλοντικούς παράγοντες βελτιώνοντας της θερμική απόδοση. Μία τέτοια τεχνολογία είναι γνωστή ως, Υλικά Αλλαγής Φάσης (PCMS –Phase Changing Materials)είναι "λανθάνοντα" υλικά αποθήκευσης ενέργειας. Χρησιμοποιούν χημικούς δεσμούς για να αποθηκεύσουν και να απελευθερώσουν τη θερμότητα. Η μεταβίβαση θερμικής ενέργειας συμβαίνει όταν ένα υλικό αλλάζει από ένα στερεό σε ένα υγρό, ή από υγρό σε στερεό. Αυτό ονομάζεται μια αλλαγή κατάστασης, ή "φάσης" (Anmol, 2011, para.1). Ένα προϊόν που χρησιμοποιεί PCMS είναι το GlassX. Το σύστημα υαλοπινάκων από Greenlite Glass Systems αναπτύσσεται στην Ελβετία. «Το GlassX σύστημα ενσωματώνει ένα υλικό αλλαγής φάσης (ένυδρο άλας) που αποθηκεύει ενέργεια από την εξωτερική θερμοκρασία και την επαναχρησιμοποιεί είτε για να θερμάνει ή να ψύξει το εσωτερικό του κτιρίου ανάλογα με τις ανάγκες, ασκώντας λιγότερη πίεση στο μηχανικό σύστημα HVAC» (Orrell, 2010, σ.. 55). Με αυτό το προϊόν είναι δυνατό να κατασκευαστούν σπίτια ζεστά και φωτεινά σαν θερμοκήπια το χειμώνα, αλλά το καλοκαίρι να παραμένουν ευχάριστα δροσερά όπως σε μία κατασκευή από τούβλο ή μπετό. [5,13]



Εικ.6.7: Τρόπος λειτουργίας του Greenlite Glass System

Τα έξυπνα τζάμια: Πρόκειται για τζάμια που το χειμώνα, όταν ο ήλιος είναι χαμηλά, οι διπλοί υαλοπίνακες του υαλοπετάσματος συλλέγουν την ακτινοβολία του και αποδίδουν τη θερμότητα προς το εσωτερικό. Το καλοκαίρι, το ανακλαστικό στρώμα περιορίζει την ενέργεια που διέρχεται από τα τζάμια. Οι «έξυπνοι» αυτοί υαλοπίνακες εξασφαλίζουν μια μεγάλη φωτοδιαπερατότητα, ένα καλό συντελεστή θερμοπερατότητας και έναν ηλιακό συντελεστή S (χαρακτηρίζει την ηλιακή προστασία των υαλοστάσιων) επαρκή για να περιορίσει τα ενεργειακά ηλιακά κέρδη. [1]

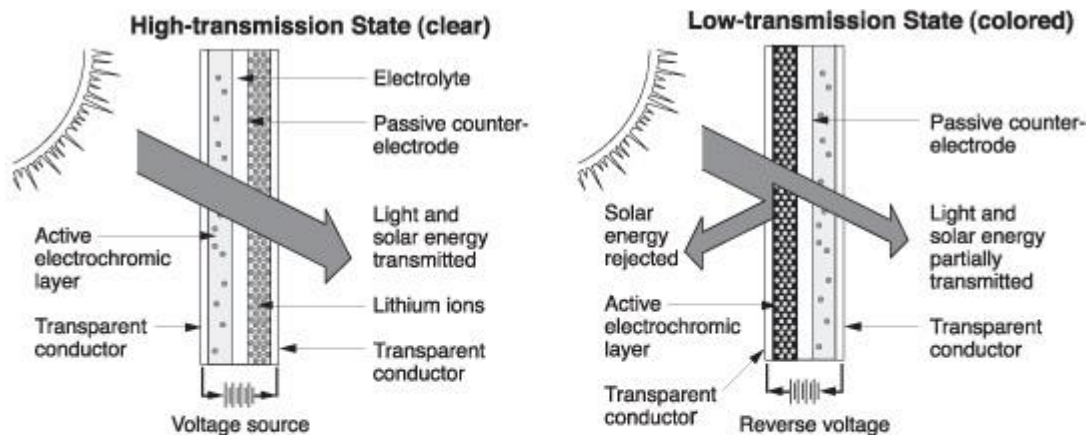
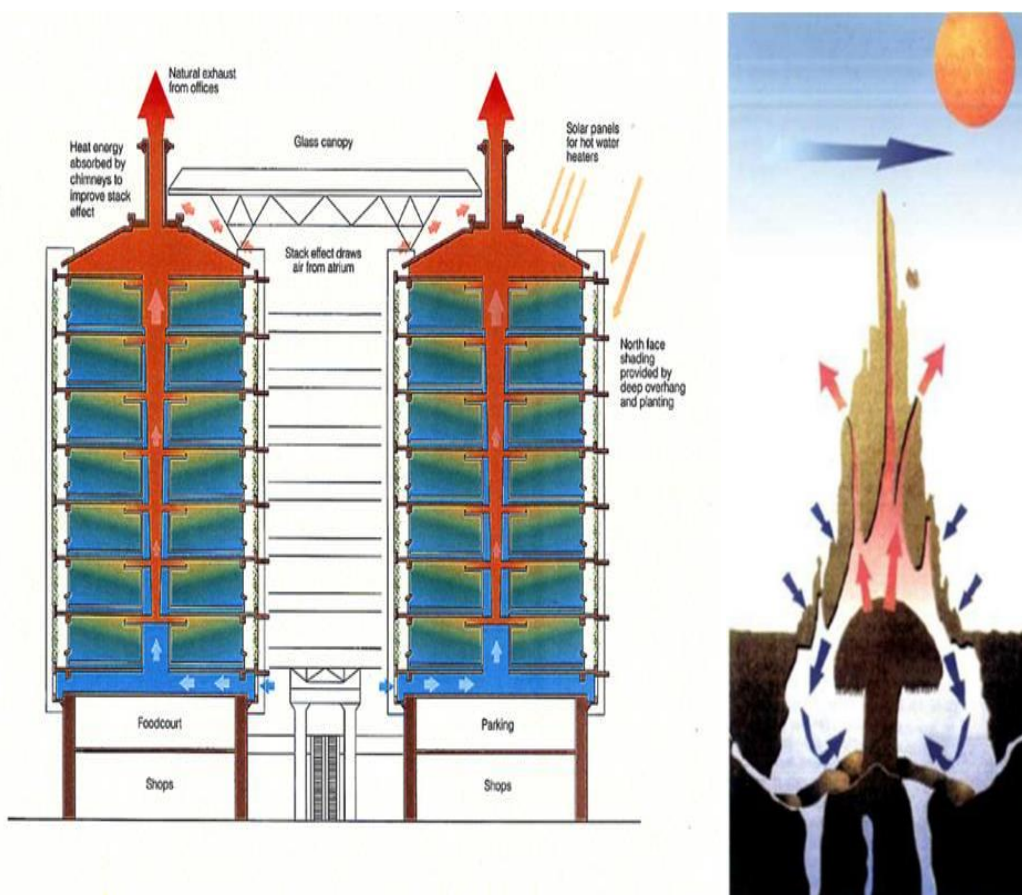


Figure 3-30. Schematic diagram of a five-layer electrochromic coating (not to scale—the actual thickness is 4 microns or $\frac{1}{5000}$ of a human hair). A reversible low-voltage source moves ions back and forth between an active electrochromic layer and a passive counterelectrode. When the lithium ions migrate into the active electrochromic layer, an electrochemical reaction causes that layer to darken. When the voltage is reversed and the ions are removed, the electrochromic layer returns to its clear state.

Εικ.6.8: Έξυπνα τζάμια σε κατάσταση υψηλής και χαμηλής διαπερατότητας

Council House 2 (Melbourne) : Έχει αναπτυχθεί ένα σύστημα θέρμανσης, αερισμού και ψύξης (hvac) με στρατηγικές εμπνευσμένες από το *ανάχωμα των τερμιτών*. Στο ανάχωμα των τερμιτών, ο δροσερός άνεμος διοχετεύεται στη βάση του λόφου, μέσω καναλιών και η δροσιά αποθηκεύεται με τη χρήση του εδάφους. Καθώς ο αέρας θερμαίνεται ρέει προς τα πάνω και έξω από το ανάχωμα μέσω αεραγωγών. Αυτό δίνει στο ανάχωμα τη δυνατότητα να κρατήσει μια σταθερή θερμοκρασία. Παρόμοια στρατηγική χρησιμοποιείται στο κτίριο Council House 2 (CH₂) στη Μελβούρνη. Χρησιμοποιεί σύστημα στην ίδια λογική χρησιμοποιώντας αποτελεσματικά τη φυσική αγωγιμότητα, διόδους εξαερισμού, θερμική μάζα, υλικά αλλαγής φάσης και νερό για την ψύξη.

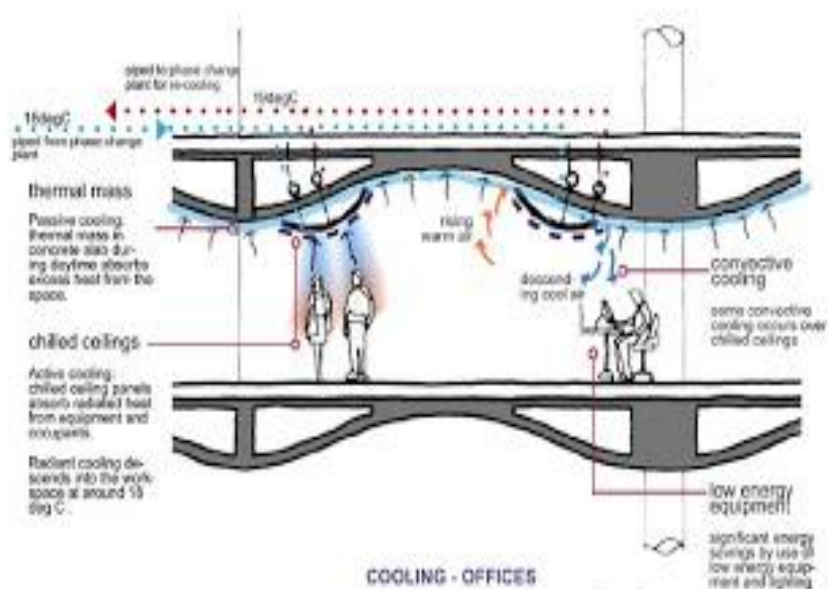


Εικ.6.9: Κτίριο με λειτουργία θέρμανσης που μιμείται το ανάχωμα τερμιτών.

Μια άλλη στρατηγική που χρησιμοποιείται εμπνευσμένη από τη φύση είναι το *σύστημα του δέρματος*. Η πρόσοψη αποτελείται από μία επιδερμίδα (εξωτερικό δέρμα) και το δέρμα (εσωτερικό δέρμα). Το «δέρμα» του κτιρίου αποτελείται από την εξωτερική ζώνη για να στεγάσει τις σκάλες, ανελκυστήρες, αγωγούς, μπαλκόνια, ηλιακή προστασία και το φύλλωμα, με την εσωτερική γραμμή να ορίζει την έκταση του θαλάμου πυροπροστασίας. Το δέρμα έχει σχεδιαστεί με ελαφριά κατασκευή χρησιμοποιώντας ασάλινο πλαίσιο. Η επιδερμίδα ορίζει το μικρό-περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένης της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας και του έλεγχου της αντανάκλασης του κτιρίου, δημιουργώντας παράλληλα ένα ημί-κλειστό μικρό-περιβάλλον. Οι σωλήνες εξαερισμού εφαρμόζονται στις βόρειες και

νότιες προσόψεις του κτιρίου και χρησιμοποιούνται για τη διοχέτευση του αέρα. Οι βόρειοι αγωγοί δέχονται περισσότερο ήλιο και γι' αυτό είναι μαύροι για να απορροφούν τη θερμότητα, η οποία με τη σειρά της οδηγεί το θερμό αέρα του κτιρίου να ανέβει και να βγει από τους αγωγούς. Οι νότιοι αγωγοί χρησιμοποιούνται για τη διοχέτευση προς τα κάτω κρύου αέρα μέσα από τους αεραγωγούς. Οι αγωγοί προσφέρουν επίσης σκίαση για τα παράθυρα των γραφείων.

Τα ταβάνια είναι κατασκευασμένα από προκατασκευασμένο σκυρόδεμα, με ένα «κυματιστό» σχήμα για τη βελτιστοποίηση της επιφάνειας, η οποία δίνει τη δυνατότητα για αύξηση της χωρητικότητας της θερμικής μάζας. Η θερμική μάζα που αποθηκεύεται στο σκυρόδεμα διοχετεύεται τη νύχτα μέσω μιας νυχτερινής εξαέρωσης, απορροφώντας δροσιά από τον νυχτερινό αέρα και επιτρέποντας να απορροφήσει θερμότητα από το χώρο κατά τη διάρκεια της ημέρας. Με τον κυματιστό σχεδιασμό, ο ζεστός αέρας συγκεντρώνεται στο ύψος της οροφής και στη συνέχεια διοχετεύεται έξω από το κτίριο και εντός των αγωγών εξαερισμού.



Εικ.6.10: Απεικόνιση κίνησης θερμής και ψυχρής αέριας μάζας.

Άλλος τρόπος ψύξης είναι μία στρατηγική που χρησιμοποιεί παγωμένο τρεχούμενο νερό μέσα από δοκούς και πλάκες οροφής. Παγωμένα πάνελ κρυώνουν το θερμό αέρα που ανεβαίνει, ο οποίος στη συνέχεια πέφτει πάλι, δημιουργώντας φυσικά ρεύματα. *Υλικά αλλαγής φάσης* χρησιμοποιούνται για να ψύξουν το νερό για την ψύξη των δοκών και των πάνελ. Βοηθά αποτελεσματικά να κρατά το νερό σε κυκλοφορία μέσω των δοκών και των πάνελ σε μια επιθυμητή θερμοκρασία. Τα υλικά αλλαγής φάσης συχνά αναφέρονται ως η «μπαταρία» του κτιρίου, λόγω του σκοπού τους, της αποθήκευσης «δροσιάς».

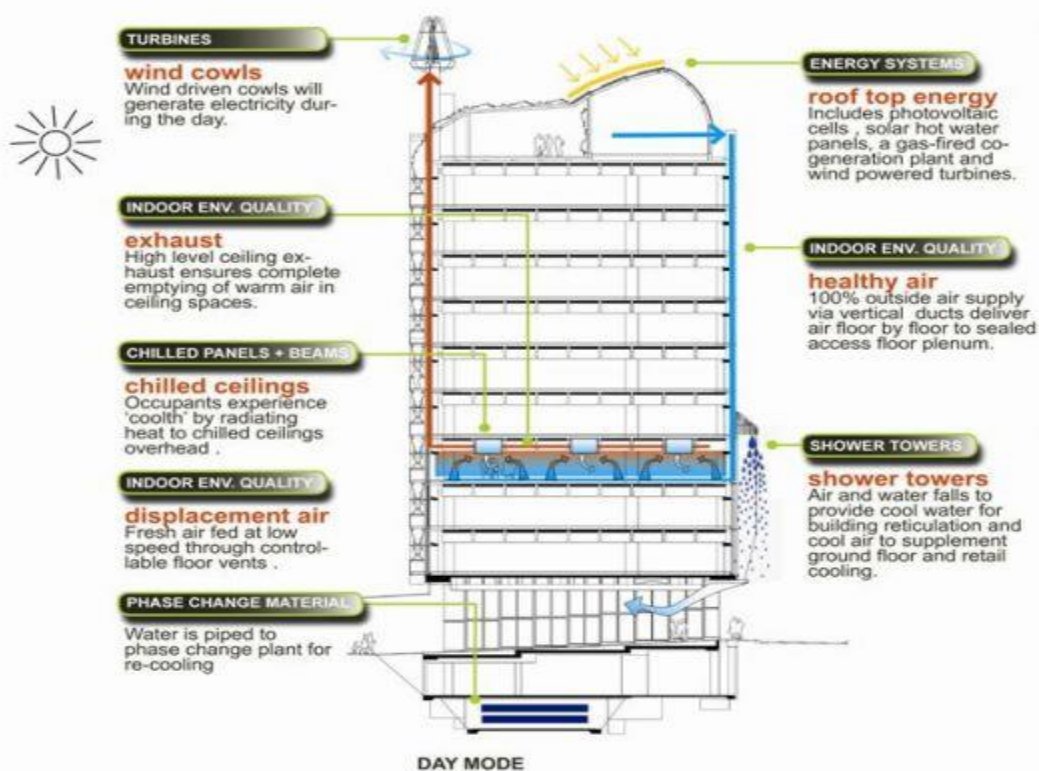
Ο *φυσικός φωτισμός* ήταν ένα δύσκολο έργο για την ομάδα του CH2 λόγω του προσανατολισμού του κτιρίου και της θέσης του σε σχέση με τα γύρω κτίρια, καθώς και τη απαίτηση για βαθύ ανοιχτό χώρο. Οι καλύτερες τεχνικές σχεδιασμού του CH2 για να

επιτρέψουν το μέγιστο φυσικό φωτισμό, περιλαμβάνουν συνεργασία μεταξύ των ανοιγμάτων των παραθύρων και των αεραγωγών, ειδικά «ράφια» που αντανακλούν το φως στο χώρο, θολωτές οροφές για να επιτρέπεται η περαιτέρω διείσδυση του φωτός, σκίαση στις βόρειες, δυτικές και ανατολικές προσόψεις και, τέλος, ξύλινες περσίδες για τον έλεγχο του απογευματινού δυτικού ήλιου. Τα ειδικά ράφια φωτισμού τοποθετήθηκαν στη βόρεια πρόσοψη που δημιουργούν ένα έμμεσο απαλό φως στο χώρο της οροφής. Αυτά τα ράφια τοποθετούνται εξωτερικά και είναι κατασκευασμένα από ύφασμα σε ένα ασάλινο πλαίσιο. Οι θολωτές οροφές επιτρέπουν περισσότερο φυσικό φως να διαχέεται στα βαθύτερα τμήματα του χώρου. Τοποθετώντας τα παράθυρα στο ψηλότερο σημείο της καμπύλης, βελτιώνεται αυτή η τεχνική. Η ανατολική πρόσοψη χρησιμοποιεί ένα διάτρητο μεταλλικό σύστημα για σκίαση, που επίσης λειτουργεί σα θερμική καμινάδα. Η θερμότητα αυξάνεται τραβώντας αέρα από το ανατολικό τμήμα του κτιρίου, επιτρέποντας έτσι τον φυσικό εξαερισμό του. Η βόρεια πρόσοψη αποτελείται από χαλύβδινες πέργκολες και εξώστες που υποστηρίζουν κάθετους κήπους, ύψους εννέα ορόφων. Το φύλλωμα προστατεύει το κτίριο από τον ήλιο και φιλτράρει την ακτινοβολία του ώστε να μειωθεί η θάμβωση εσωτερικά. Τα ράφια φωτός χρησιμοποιούνται για να παρέχουν σκίαση καθώς και για να αντανακλούν το φυσικό φως μέσα στο κτίριο. Η δυτική πρόσοψη είναι καλυμμένη με ένα σύστημα από ξύλινες περσίδες που περιστρέφονται για να βελτιστοποιήσουν τη διείσδυση του φυσικού φωτός και της θέας. Αυτές οι περσίδες προστατεύουν επίσης την πρόσοψη από τον σκληρό δυτικό ήλιο. Ανοίγουν και κλείνουν ανάλογα με την ένταση του ήλιου που χτυπά τη δυτική όψη. Είναι κατασκευασμένες από μη επεξεργασμένο, ανακυκλωμένο ξύλο και κινούνται με ένα υδραυλικό σύστημα που ελέγχεται από υπολογιστή. Το κτίριο χρησιμοποιεί επίσης τεχνητό φωτισμό για να παρέχει επαρκή επίπεδα φωτός, όταν το φυσικό φως δεν είναι διαθέσιμο. Αυτά τα φώτα χρησιμοποιούν χαμηλής ενέργειας T5 λαμπτήρες που επιτυγχάνουν πυκνότητα ισχύος μικρότερη των 2,5 watt/ m² ανά 100 lux.



Εικ.6.11: Δυτική και βορινή όψη του CH2 και εσωτερικό αίθριο.

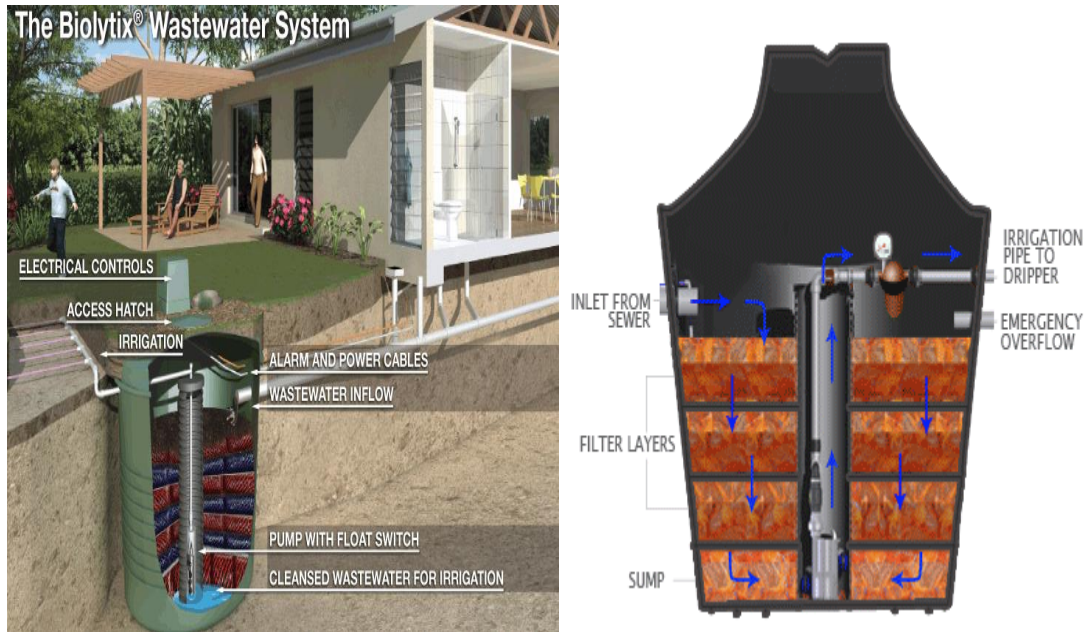
Οι σχεδιαστές χρησιμοποίησαν επίσης μία καινοτόμα αντίληψη σχεδιασμού, χρησιμοποιώντας το ίδιο ποσό φυλλώματος στο κτίριο, που θα υπήρχε αν η περιοχή ήταν ακόμα στην αρχική φυσική κατάσταση βλάστησης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός κήπου στην ταράτσα, που χρησιμεύει επίσης ως χώρος αναψυχής και αναζωογόνησης για το προσωπικό. Η βόρεια πρόσοψη έχει επίσης ενσωματωμένα κουτιά-γλάστρες τοποθετημένα αριστερά και δεξιά σε κάθε βορεινό μπαλκόνι. [14,15]



Εικ.6.12: Διάγραμμα όλων των συστημάτων διαχείρισης θερμοκρασίας και εξαερισμού του CH2

Biolytix: Αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα βιομημητικής σε επίπεδο οικοσυστήματος. Ένα πλεονέκτημα του σχεδιασμού σε αυτό το επίπεδο της βιομίμησης είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα επίπεδα (οργανισμού και συμπεριφοράς). Είναι επίσης δυνατόν να ενσωματωθεί σε υπάρχουσες εγκατεστημένες βιώσιμες κατασκευαστικές μεθόδους, που δεν είναι ειδικά βιομημητικές όπως διασυνδεδεμένα ή βιο-υποβοηθούμενα συστήματα, όπου τα ανθρώπινα και μη ανθρώπινα συστήματα συγχωνεύθηκαν προς αμοιβαίο όφελος και των δύο. Οι αυστραλιανοί ανέπτυξαν το σύστημα *Biolytix*® που μιμείται το έδαφος με βάση την αποσύνθεση για μετατροπή των λυμάτων, της αποχέτευσης και των οργανικών αποβλήτων σε νερό άρδευσης. Όλα τα απόβλητα απλά διοχετεύονται στο φίλτρο *Biolytix* με τη χρήση των συνηθισμένων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Το άνω στρώμα αποτελείται από χοντρές σακούλες με πλαστικά τμήματα μέσα τους. Εκεί στεγάζεται το υγρό εδαφικό οικοσύστημα. Μπορεί να φιλοξενήσει σκουλήκια, σκαθάρια και δισεκατομμύρια μικροσκοπικών οργανισμών. Αυτοί

οι οργανισμοί είναι ζωτικής σημασίας «κοπήρες» που αποσυνθέτουν το οργανικό υλικό, μετατρέπουν τα απόβλητα σε χούμο και το διαρθρώνουν έτσι ώστε να γίνεται συνέχεια αποστράγγιση και ανανέωση του αέρα στους πόρους του εδάφους. Τα οργανικά σωματίδια της ύλης, στη συνέχεια, ξεπλένονται και συσσωρεύονται στην επιφάνεια ενός τέλεια δομημένου χούμο. Εκεί επεξεργάζεται ξανά και ξανά και δημιουργείται ένα σπογγώδες πλέγμα φίλτρου από τους οργανισμούς του εδάφους που ζουν σε αυτό. Πρόκειται για μία πλήρως αερόβια διαδικασία, χωρίς τη χρήση επιπλέον ενέργειας και κυρίως χωρίς οσμές. Επιπλέον, είναι ιδιαίτερα ωφέλιμο σε περιπτώσεις κτιρίων που έχουν αυλή ή κήπο. [5,16]



Εικ.6.13: Απεικόνιση λειτουργίας του φίλτρου Biolytix.

6.2 Προτάσεις

Ένα τμήμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας έχει να κάνει με τις δυνητικές εφαρμογές βιομημητικών προϊόντων, τεχνολογιών ή μεθόδων στα υπό μελέτη νοσοκομεία και, κυρίως, εστιάζοντας στις ευνοϊκές συνθήκες των θαλάμων νοσηλείας. Πέρα από την ιδιαίτερα απαιτητική φύση αυτών των χώρων, όπως προαναφέρθηκε, ένας ακόμα παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπ' όψη είναι ο ανθρώπινος. Τελικό φίλτρο είναι ο χρήστης. Αν ο χρήστης δεν αποδεχτεί τις αλλαγές, παρεμβάσεις, μεθόδους, τότε ό,τι προγραμματισμός και να γίνει, όσο καλά μελετημένος και αν είναι, θα αποτύχει. Βέβαια, όλα αυτά συζητούνται και προτείνονται σε θεωρητικό επίπεδο καθώς θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη πολλοί παράγοντες έξω από τα όρια της παρούσας εργασίας, όπως είναι και το κόστος (το κόστος κατασκευής, ο χρόνος απόσβεσης, η οικονομία σε κατανάλωση ενέργειας, τα κέρδη).

Αρχικά, θα πρέπει να αναφερθεί ότι υλικά όπως το SmartWrap και το BacillaFilla, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτό το στάδιο, που είναι επέμβαση σε ήδη υπάρχον κτίριο. Είναι μέθοδοι που εφαρμόζονται κατά την κατασκευή γιατί αναφέρονται σε αντικατάσταση όλης της πρόσοψης ή χρήση διαφορετικού είδους σκυροδέματος.

- Εθνικό Πανεπιστημιακό Ψυχιατρικό Νοσοκομείο «Αιγινήτειο»

Πρόκειται για ιδιόζουσα περίπτωση καθώς είναι κτίριο πολύ παλιό και έχει κηρυχθεί διατηρητέο. Άρα δεν μπορούν να γίνουν πολλές παρεμβάσεις στην πρόσοψή του. Οι νοσηλευτικοί θάλαμοι έχουν Β-ΒΔ, ΒΑ-Α και ΝΔ προσανατολισμό. Στη νοτιοδυτική όψη θα μπορούσε να τοποθετηθεί διπλοκέλυφη πρόσοψη. Σε αυτή την περίπτωση κατασκευάζεται περιμετρικά της πρόσοψης του κτιρίου μια σκαλωσιά- υποδοχή για να στηριχτεί πάνω της το διπλό γυάλινο περίβλημα. Αυτό θα λειτουργήσει σαν ηλιακός συλλέκτης. Θα μπαίνει από κάτω κρύος αέρας ο οποίος το καλοκαίρι θα αφαιρεί θερμότητα από τα δωμάτια, ανεβαίνοντας προς τα πάνω και τον χειμώνα θα τα θερμαίνει καταργώντας το φαινόμενο ψυχρής παρειάς. Επίσης, απομονώνει εν μέρει το εσωτερικό περιβάλλον από τους πολυσύχναστους δρόμους γύρω του.



Εικ.6.14: Τοποθέτηση διπλοκέλυφης πρόσοψης

Στις υπόλοιπες όψεις μπορούν να τοποθετηθούν τα λεγόμενα «έξυπνα τζάμια» σε συνδυασμό με τα Υλικά Αλλαγής Φάσης. Στις προσόψεις με οποιοδήποτε προσανατολισμό εκτός του νοτιοανατολικού, που θεωρείται ο ιδανικός για θαλάμους νοσηλείας, πραγματοποιείται με αυτόν τον τρόπο πλήρης εκμετάλλευση της ακτινοβολίας για θέρμανση το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι το ανακλαστικό στρώμα τα διατηρεί όσο γίνεται πιο δροσερά. Παράλληλα, προστατεύουν από τις δυσάρεστες ανακλάσεις.

Στο Αιγινήτειο τα επίπεδα WWR (Window to Wall Ratio) ήταν λίγο κάτω από το όριο (30% [17]). Αυτό θα μπορούσε να βελτιωθεί αν οι οροφές των δωματίων γίνονταν θολωτές ώστε το φως να διαχέεται καλύτερα στο δωμάτιο. Έτσι, θα μειωνόταν και το ύψος του δωματίου που είναι πολύ μεγάλο (3.6 μέτρα) και επιβαρύνει το θέμα του φωτισμού. Ακόμα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν εξωτερικά ειδικές περσίδες που λειτουργούν και ως ανακλαστήρες και οδηγούν το φως στο χώρο της οροφής. Αυτές οι περσίδες λειτουργούν από ένα αυτοματοποιημένο σύστημα που τις ανοίγει και τις κλείνει ανάλογα με το φως που χτυπά την κάθε όψη.

Θα μπορούσε ακόμα να εφαρμοστεί το φίλτρο Biolytix καθώς το Αιγινήτειο περιμετρικά έχει κάποιο χώρο πρασίνου. Έτσι, θα γίνεται επεξεργασία των οργανικών λυμάτων και παράλληλα θα εμπλουτίζεται το χώμα.

- Εθνικό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο «Αρεταίειο»

Ισχύει ότι και για το «Αιγινήτειο», αφού έχουν τις ίδιες ιδιαιτερότητες.

- Ευγενίδειο Θεραπευτήριο

Σε αυτή την περίπτωση, ενώ ο προσανατολισμός είναι Β-ΒΔ το WWR είναι πάνω του ορίου. Εδώ, μπορούν να εφαρμοστούν οι ειδικές περσίδες που διαχέουν το φως στο χώρο και

προστατεύουν από τον απογευματινό δυτικό ήλιο, σε συνδυασμό με τα «έξυπνα τζάμια» που εκτός του σημαντικού ρόλου τους στη βελτίωση της θέρμανσης, προστατεύουν και από τη θάμβωση. Η λειτουργία τους θα είναι ακόμα πιο αποτελεσματική σε συνδυασμό με το σύστημα Bems. Όπου αναφέρεται η χρήση «έξυπνων τζαμιών», να σημειωθεί ότι είναι πάντα σε συνδυασμό με ηλεκτρονική σύστημα ελέγχου και σύστημα Bems. Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τη φωτοδιαπερατότητα ανάλογα με τις ανάγκες του θαλάμου. Το σύστημα Bems ελέγχει τη χρήση του συστήματος θέρμανσης/ κλιματισμού ανάλογα με τις συνθήκες του χώρου. Επίσης, επειδή όπως τονίστηκε πρέπει να ληφθεί υπ' όψη ο χρήστης, το σύστημα Bems μπορεί να απομονώσει ή να διακόψει τη χρήση του συστήματος θέρμανσης/ κλιματισμού αν κάποιος ανοίξει, π.χ το παράθυρο και αναιρέσει τη λειτουργία των «έξυπνων τζαμιών»[18].

Η όψη του αποτελείται από μεταλλικά πάνελ, πάνω στα οποία θα μπορούσαν να εφαρμοστούν ειδικές κατασκευές για τη δημιουργία φυτικής πρόσοψης ή χαλύβδινες πέργκολες. Αυτό θα βελτιώσει τις μονωτικές ιδιότητες της πρόσοψης, την αισθητική εικόνα του κτιρίου, καθώς οι χώροι πρασίνου στην περιοχή είναι ελάχιστοι, αλλά συμβάλει σημαντικά στην ποιότητα του αέρα. Το Ευγενίδειο Θεραπευτήριο βρίσκεται σε μία πολύ συμφορημένη περιοχή με αποτέλεσμα οι ρύποι της ατμόσφαιρας να παρουσιάζουν μεγάλες συγκεντρώσεις.

Μπορεί ακόμα να εφαρμοστεί το σύστημα θέρμανσης, αερισμού και ψύξης (hvac) που μιμείται το ανάχωμα των τερμιτών. Τοποθετείται ένα μεταλλικό πλαίσιο το οποίο θα στηρίξει τους σωλήνες που θα βρίσκονται σε όλο το ύψος του κτιρίου. Αφού, θα τοποθετηθούν στη βόρεια όψη θα είναι μαύροι και θα χρησιμοποιούνται για να απορροφούν θερμότητα και να «διώχνουν τον θερμό αέρα του κτιρίου.

- Γενικό Νοσοκομείο Αττικής Σισμανόγλειο

Το WWR εδώ είναι κάτω του ορίου σχεδόν για όλους τους προσανατολισμούς των θαλάμων (BA, A, N-NA, N-ND). Θα πρέπει ή να μεγαλώσουν τα ανοίγματα ή να χρησιμοποιηθεί το σύστημα των ειδικών περσίδων που περιγράφηκε παραπάνω για να διαχέει καλύτερα ο φως στα δωμάτια, σε συνδυασμό με την κατασκευή θολωτής οροφής. Ακόμα, αφού δεν υπάρχει περιορισμός στην εξωτερική παρέμβαση, μπορούν να τοποθετηθούν ειδικά ράφια φωτισμού που τοποθετούνται εξωτερικά ώστε να οδηγούν περισσότερο φως στα ανοίγματα.

Όσον αφορά στον έλεγχο της θέρμανσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα «έξυπνα τζάμια» με ένα ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας σε συνεργασία με το Bems. Ή ακόμα και σε συνεργασία με το σύστημα αναχώματος τερμιτών, με σωλήνες εξαερισμού στη βόρεια και νότια πρόσοψη που θα διοχετεύουν αέρα.

Στο Σισμανόγλειο θα μπορούσε πολύ εύκολα να εφαρμοστεί η φυτική πρόσοψη, αν όχι σε όλες του τις όψεις σε ορισμένες, καθώς έχει και αρκετούς εξώστες που μπορούν να υποστηρίξουν την κάθετη φύτευση.

Εξαιρετικά χρήσιμο εδώ, θα ήταν το φίλτρο Biolytix καθώς πρόκειται για νοσοκομείο με μεγάλη πράσινη έκταση και θα μπορούσε έτσι να χρησιμοποιήσει ευεργετικά τα οργανικά του απόβλητα.

Ακόμα και η ύπαρξη χώρου παρκαρίσματος Ι.Χ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αν κατασκευαζόταν ένα σκέπαστρο το οποίο θα μπορούσε να έχει ηλιακούς συλλέκτες ή ακόμα και να φυτευτεί.

- Παθολογικό Νοσοκομείο Αθηνών Σπηλιοπούλειο/ «Αγία Ελένη»

Το κυριότερο πρόβλημα σε αυτή την περίπτωση είναι το πολύ μικρό WWR ενώ η πλειοψηφία των θαλάμων είναι στη νοτιοανατολική όψη και ενώ το κτίριο είναι διατηρητέο και δεν δέχεται εξωτερικές παρεμβάσεις. Το πιο χρήσιμο θα ήταν οι εξωτερικές περσίδες που αναφέρθηκαν και προηγουμένως, που περιστρέφονται για να βελτιστοποιήσουν τη διείσδυση του φυσικού φωτός. Παράλληλα η μείωση του ύψους του δωματίου (3.6 μέτρα) είτε με γυψοσανίδα, είτε με θολωτή οροφή.

Και εδώ μπορούν να εφαρμοστούν τα «έξυπνα τζάμια» σε συνδυασμό με ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου, καθώς και το φίλτρο Biolytix, αφού υπάρχει κήπος περιμετρικά.

- Γενικό Νοσοκομείο Παιδων Πεντέλης

Το βασικότερο βήμα εδώ είναι η δημιουργία μεγαλύτερων ανοιγμάτων στους βορινούς θαλάμους. Σε συνδυασμό με περιστρεφόμενες περσίδες για καλύτερη διείσδυση του φωτός.

Και εδώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα έξυπνα τζάμια με τις προϋποθέσεις που έχουν αναφερθεί. Το σύστημα Biolytix επίσης θα ήταν χρήσιμο, αφού βρίσκεται σε περιοχή με έντονη βλάστηση.

Το κτίριο είναι πέτρινο και έχει πολύ καλή θερμική μόνωση, η οποία θα μπορούσε να ενισχυθεί με φυτική πρόσοψη ή με τη χρήση διπλοκέλυφης πρόσοψης στις όψεις που δεν έχουν εξώστες.

- Γενικό Νοσοκομείο «Αμαλία Φλέμινγκ»

Το συγκεκριμένο νοσοκομείο έχει πολύ καλό προσανατολισμό και στις δύο πτέρυγες, μεγάλα ανοίγματα και πολύ καλά ποσοστά WWR, οπότε δε χρειάζεται παρεμβάσεις σε αυτόν τον τομέα.

Μπορούν να τοποθετηθούν «έξυπνα τζάμια» για την αναβάθμιση της ποιότητας του φωτός και την καλύτερη θερμική απόδοση.

Το σύστημα Biolytix επίσης θα ήταν χρήσιμο για τον γύρω χώρο πρασίνου.

Θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και το σύστημα αναχώματος τερμιτών για μικρότερη χρήση του συστήματος θέρμανσης- κλιματισμού και καλύτερο αερισμό, αφού βρίσκεται μέσα σε μικρή δασική έκταση.

6.3 Συμπεράσματα

Το δομημένο περιβάλλον θεωρείται όλο και περισσότερο υπεύθυνο για τα παγκόσμια περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα. Καθίσταται όλο και πιο σαφές ότι πρέπει να αλλάξει ο τρόπος που το δομημένο περιβάλλον δημιουργείται και συντηρείται. Η μίμηση της ζωής, συμπεριλαμβανομένων των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ζωντανών οργανισμών που απαρτίζουν τα οικοσυστήματα, είναι ένα άμεσα διαθέσιμο παράδειγμα για τον άνθρωπο, καθώς και μια συναρπαστική προοπτική για το μέλλον των ανθρώπινων οικότοπων, που θα μπορούν να αλληλοσυνδέονται με τα οικοσυστήματα των άλλων ειδών με ένα αμοιβαία επωφελή τρόπο.

Αν και η μέθοδος της βιομίμησης είναι στο μεγαλύτερο μέρος της ακόμα σε θεωρητικό επίπεδο, παρουσιάζεται ως η βάση, το θεμέλιο για μια νέα ερευνητική μεθοδολογία. Η βιομίμηση πρέπει να προσεγγιστεί διεπιστημονικά προκειμένου να γίνουν κατανοητές οι αρχές της φύσης και να επιτευχθεί ένα ολιστικό σχέδιο λύσης. Είναι ακόμα μία νέα επιστήμη (όσον αφορά στον τρόπο εφαρμογής, όχι σαν ιδέα) που πρέπει να δοκιμαστεί και να ερευνηθεί, όμως η ανάγκη για αλλαγή στον τρόπο που δημιουργούμε το οικιστικό μας περιβάλλον και στον τρόπο που διαχειριζόμαστε τους πόρους είναι ήδη καταφανής. Ο άνθρωπος θα πρέπει να θυμηθεί ξανά πώς να λειτουργεί σαν κομμάτι της φύσης και όχι να τη θεωρεί πηγή εκμετάλλευσης.

Αναφορές σε αυτό το κεφάλαιο:

- [1] Dominique Gauzine Muller, Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κτίριο, 2003
- [2] Δράκου Κατερίνα, Σχεδιασμός Συστήματος Φυσικού και Τεχνητού Φωτισμού σε Θάλαμο Νοσηλείας Νοσοκομείων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2008
- [3] www.tovima.gr/opinions/article/?aid=135632, 18/03/2013
- [4] Petra Gruber, Biomimetics in architecture, Springer, 2011
- [5] John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011
- [6] Yan Krymsky, LA Courthouse competition responsive façade, yazdanistudioresearch.wordpress.com, 18/03/2013
- [7] Ignacio Fernandez, Cities/ Responsive facades for smarter cities, thoughts.arap.com, 18/03/2013
- [8] kierantimberlake.com/research/smartwrap_research_1.html, 18/03/2013
- [9] inhabitat.com/smart-wrap/, 18/03/2013
- [10] en.wikipedia.org/wiki/Smartwrap, 18/03/2013
- [11] Delft University of Technology, Green facades are the future, www.alphagalileo.com, 18/03/2013
- [12] www.verticalplanting.eu/en/benefits/, 18/03/2013
- [13] glassx.ch/index.php?id=314, 18/03/2013
- [14] inhabitat.com/ch2-australia-greenest-building/, 18/03/2013
- [15] en.wikipedia.org/wiki/Council_House_2, 18/03/2013
- [16] Mike Thomas, The Biolytix System, www.waterandwastewater.com, 18/03/2013
- [17] Robertson Keith, Daylight guide for buildings, 2000
- [18] <http://www.ergon-energia.gr/8D5C1EE6.el.aspx>, 27/03/2013

Βιβλιογραφία

1. Kate Ravilious, Borrowing from nature's best ideas, www.guardian.co.uk, 16/03/2013
2. en.wikipedia.org/wiki/Biomimetics
3. Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011
4. John Reap, Dayna Baumeister, Bert Bras; Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering, ASME, Orlando, 2005
5. Monique Blacha, Anne Bots, Nature's experiences for building technology, www.arnopronk.com, 16/03/2013
6. Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013
7. John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011
8. Michael Wigginton, Jude Harris, Intelligent Skins, Elsevier Science & Technology, 2000
9. Janine M. Benyus, Biomimetics: Technology imitates nature, harunyahya.com, 16/03/2013
10. Maibritt Pedersen Zari, Biomimetic Approaches to architectural design for increased sustainability, www.victoria.ac.nz, 16/03/2013
11. Bob Berkebile, Jason McLennan, The living building: Biomimicry in architecture, Integrating technology with nature, jasonmclennan.com, 16/03/2013
12. Neufert Ernst, Οικοδομική και Αρχιτεκτονική Σύνοψη, 2000
13. www.sismanoglio.gr
14. www.paidon-pentelis.gr
15. www.flemig-hospital.gr
16. www.aretaielio.uoa.gr
17. www.eginitio.gr
18. Dominique Gauzine Muller, Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κτίριο, 2003
19. Δράκου Κατερίνα, Σχεδιασμός Συστήματος Φυσικού και Τεχνητού Φωτισμού σε Θάλαμο Νοσηλείας Νοσοκομείων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, 2008
20. www.tovima.gr/opinions/article/?aid=135632, 18/03/2013
21. Petra Gruber, Biomimetics in architecture, Springer, 2011
22. Yan Krymsky, LA Courthouse competition responsive façade, yazdanistudioresearch.wordpress.com, 18/03/2013
23. Ignacio Fernandez, Cities/ Responsive facades for smarter cities, thoughts.arap.com, 18/03/2013
24. kierantimberlake.com/research/smartwrap_research_1.html
25. inhabitat.com/smart-wrap/

26. en.wikipedia.org/wiki/Smartwrap
27. Delft University of Technology, Green facades are the future, www.alphagalileo.com , 18/03/2013
28. www.verticalplanting.eu/en/benefits/ , 18/03/2013
29. glassx.ch/index.php?id=314
30. inhabitat.com/ch2-australia-greenest-building/
31. en.wikipedia.org/wiki/Council_House_2
32. Mike Thomas, The Biolytix System, www.waterandwastewater.com, 18/03/2013
33. www.depanom.gr
34. Robertson Keith, Daylight guide for buildings, 2000
35. <http://www.ergon-energia.gr/8D5C1EE6.el.aspx>, 27/03/2013

Εικονογραφία

Κεφάλαιο 1^ο :

Εικ.1.1: «Ο μηχανισμός που χρησιμοποιεί η stenocara για να συλλέξει σταγόνες ομίχλης για να πιει.», Kate Ravilious, Borrowing from nature's best ideas, www.guardian.co.uk, 16/03/2013

Εικ.1.2: «Το σκαθάρι της ερήμου της Ναμίμπια και το υλικό που αναπτύχθηκε από το κέλυφός του.», Kate Ravilious, Borrowing from nature's best ideas, www.guardian.co.uk, 16/03/2013

Εικ.1.3: «Στην Αναγέννηση οι μαθηματικοί εμπνευσμένοι από τους αρχαίους Έλληνες και το σπειροειδές κοχύλι, κατέληξαν στη σειρά Fibonacci και την έννοια της χρυσής τομής που χρησιμοποιήθηκε πολύ στην τέχνη της εποχής», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.1.4: «Η κατασκευή του πύργου του Eiffel επηρεάζεται από τη δομή των οστών.», John Reap, Dayna Baumeister, Bert Bras; Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering, ASME, Orlando, 2005

Εικ.1.5: «Σύστημα εξαερισμού των αναχωμάτων των τερμιτών», John Reap, Dayna Baumeister, Bert Bras; Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering, ASME, Orlando, 2005

Εικ.1.6: «Σχέδιο ιπτάμενης μηχανής του Leonardo Da Vinci», Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013

Εικ.1.7: «Η πρώτη ιπτάμενη μηχανή από τους αδελφούς Wright», Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013

Εικ.1.8: «Σχέδια του Joseph Monier για να αυξήσει την ανθεκτικότητα των γλαστρών.», Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013

Εικ.1.9: «Το κτίριο με βλεφαρίδες του Imre Makovecz», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.1.10: «Πόρτα garage που διπλώνει σαν βλέφαρο, Santiago Calatrava», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.1.11: «Το κτίριο H₂O σχεδιασμένο σαν φάλαινα», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.1.12: «Μετρήσεις διοξειδίου του άνθρακα σε οκτώ σταθμούς του Καναδά.», Carbon Dioxide Observations Measured at Eight Sites, www.ec.gc.ca, 27/03/2013

Εικ.1.13: «Μετρήσεις της μόλυνσης στην τροπόσφαιρα.», Jane Beitler, Nature's contribution, earthdata.nasa.gov, 27/03/2013

Εικ.1.14: «Μολυσμένη ακτή στον Ινδικό ωκεανό», Lori Bongiorno, New plastic garbage patch discovered in Indian Ocean, coastalcare.org, 27/03/2013

Εικ.1.15: «Η αλλαγή της ακτογραμμής της Γροιλανδίας λόγω του λιώσιμου των πάγων.», Noel Brinkerhoff, David Wallechinsky, Global Warming Has Mining Companies Turning Their Attention to Greenland, www.allgov.com, 27/03/2013

Εικ.1.16: «Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στους χρήστες (Αγγλία, 2010)», mff.dsisd.net/biomass/1-bigenergy.htm, 27/03/2013

Εικ.1.17: «Κατανάλωση ενέργειας ανά είδος στην Αγγλία.», smellypunks.wordpress.com/2009/12/, 27/03/2013

Εικ.1.18: «Κατασκευασμένο οικιστικό περιβάλλον», www.bristol.ac.uk/brite/built-environment.html, 27/03/2013

Εικ.1.19: «Μία αντίληψη για τα κτίρια του μέλλοντος», <http://www.greendiary.com/5-green-building-designs-future-farming.html>, 27/03/2013

Εικ.1.20: «Ψηφιακή βοτανική αρχιτεκτονική του Dennis Dollens», John Reap, Dayna Baumeister, Bert Bras; Holism, Biomimicry and Sustainable Engineering, ASME, Orlando, 2005

Εικ.1.21: «DaimlerCrysler βιονικό αυτοκίνητο εμπνευσμένο από το boxfish και τα σχέδια ανάπτυξης των δένδρων», <http://www.imechanica.org/node/3721>, 27/03/2013

Εικόνα 1.22: «Lotusan βαφή εμπνευσμένη από τον λωτό.», Janine M. Benyus, Biomimetics: Technology imitates nature, harunyahya.com, 16/03/2013

Εικόνα 1.23: «Το σκαθάρι stenocara της ερήμου της Ναμίμπια.», Janine M. Benyus, Biomimetics: Technology imitates nature, harunyahya.com, 16/03/2013

Εικόνα 1.24: «Nicholas Grimshaw & Partners Waterloo International Terminal και το είδος μυρμηγκοφάγου.», Janine M. Benyus, Biomimetics: Technology imitates nature, harunyahya.com, 16/03/2013

Εικόνα 1.25: «ο βορειοαμερικανικός κάστορας», Janine M. Benyus, Biomimetics: Technology imitates nature, harunyahya.com, 16/03/2013

Εικόνα 1.26: «Lloyd Crossing Project, Portland, USA», <http://aiatopten.org/node/159>, 27/03/2013

Εικόνα 1.27: «Τμήματα του ιού tobacco», en.wikipedia.org/wiki/Biomimetics

Εικόνα 1.28 : «Ο ιός cowpea chlorotic mottle virus και πώς ανταλλάσει ουσίες ανάλογα με το pH του περιβάλλοντός του.», en.wikipedia.org/wiki/Biomimetics

Εικόνα 1.29 : «Το ζωντανό μπλε χρώμα της πεταλούδας Morpho λόγω διαρθρωτικών χρωματισμών.», EMMA WOOD, BIOMIMICRY RESEARCH - FINDING A PRECEDENT, <http://project1dab510.blogspot.gr>, 27/03/2013

Εικόνα 1.30: «Λεπτομέρειες τις δομής των φτερών σε νανοκλίμακα», [Radislav Potyraiilo](http://RadislavPotyraiilo), Nanostructures of Morpho butterfly wing scales demonstrate high resolution of temperature changes at high speed, <http://ge.geglobalresearch.com>, 27/03/2013

Εικόνα 1.31 : «Το μαγιά του Michael Phelps στους Ολυμπιακούς αγώνες του 2008 ήταν εμπνευσμένο από δέρμα καρχαρία.», D. Parazzoli, Bio-inspired approaches to design smart fabrics, Elsevier, 2012

Εικόνα 1.32 : «Πτερύγια ανεμογεννητριών που ενισχύουν σημαντικά την ποσότητα της ενέργειας που δημιουργείται ανά στρόβιλο, εμπνευσμένα από τα εξογκώματα στο μπροστινό άκρο ενός πτερυγίου φάλαινας», <http://www.yankodesign.com/2009/06/03/ten-inspirational-and-creative-bionic-designs>, 27/03/2013

Κεφάλαιο 2^ο:

Εικόνα 2.1: «Λεπτομέρεια της Sagrada Familia του Γκαουντί.», dmackaymbm.wordpress.com/tag/sagrada-familia, 27/03/2013

Εικ. 2.2: «Χαρακτηριστικός γεωδαιτικός θόλος του Buckminster Fuller.», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ. 2.3: «Σχέδια του Joseph Monier για να αυξήσει την ανθεκτικότητα των γλαστρών.», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ. 2.4: « Μοντέλο του Frei Otto εμπνευσμένο από σαπούνι», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ. 2.5: «Seattle Public Library - Cecil Balmond & Rem Koolhaas.», <http://josegenao.wordpress.com/2006/11/26/an-engineering-magician-then-presto-he%E2%80%99s-an-architect/>, 27/03/2013

Εικόνα 2.6: «Σκίτσο για τη γέφυρα της 9ης Οκτωβρίου», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ. 2.7: «Arizona Tower», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ. 2.8 : «Διαφορετικοί τύποι λυμάτων, με χαρακτηριστική ποσότητες», www.usgreywater.com, 27/03/2013

Εικ. 2.9: «Ομάδα Ινουίτ χτίζει ιγκλού με κομμάτια πάγου.», http://www.windows2universe.org/earth/polar/images/lc_buildigloo_lg_jpg_image.html, 27/03/2013

Εικ. 2.10: «20 Watt LED Downlight», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ. 2.11: «Low-e γυαλί», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.12: «Διάγραμμα δομικών συστημάτων», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.13: «Παραδοσιακή ιαπωνική αρχιτεκτονική», <http://www.pbase.com/image/61317844>, 27/03/2013

Εικ.2.14: «Διάγραμμα της διαδρομής του ήλιου», <http://www.aecbytes.com/feature/2007/Ecotect.html>, 27/03/2013

Εικ.2.15: «Παραθαλάσσια Σπίτια από το Michael Sorkin Studio», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.16: «Vila Olimpica από Gehry Partner», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.17: «Το μουσείο τέχνης του Milwaukee από τον Santiago Calatrava», <http://www.urbanophile.com/2008/06/30/postcards-from-milwaukee/>, 27/03/2013

Εικ.2.18: «Μικρά οστρακόδερμα σχεδιασμένα από τον Ernst Haeckel», http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haeckel_Cyrtoidea.jpg, 27/03/2013

Εικ.2.19: «Cyrtoidea από τον Ernst Haeckel», commons.wikimedia.org/wiki/File:Haeckel_Cyrtoidea.jpg, 27/03/2013

Εικ.2.20: «Σχεδιάγραμμα της Spiral μεθοδολογίας που χρησιμοποιείται στο Ινστιτούτο Βιομίμησης», Liz Sanders, BBC – 3.1: How to Read Scientific Papers, <http://biologytodesign.wordpress.com>, 27/03/2013

Εικ.2.21: «Greg Lynn, Hydrogen House, Βιέννη», www.artnet.com/magazine/news/walrobinson/walrobinson3-1-6.asp, 27/03/2013

Εικ.2.22: «Frei Otto», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.23: «Haus Rucker & Co», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.24: «Εγκατάσταση von Haus Rucker & Co στο Kassel», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.25: «Frei Otto, Ολυμπιακό Στάδιο, Wien», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.26: «Frei Otto, Ολυμπιακό Στάδιο», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.27: «Cedar Elm», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.28: «Εικόνες της σχισμής και φελώδης φλοιός.», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.29: «Santiago Calatrava, ArtMuseumMilwaukee, εσωτερικό», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.30: «Frei Otto, Shigeru Ban, Japan Hanover Expo», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.31: «Frei Otto, Shigeru Ban, Japan Pavillon», Dorte Kuhlmann, Biomimetics-materials, structures and processes, Biomedical Engineering, 2011

Εικ.2.32: «Shigeru Ban, Model Paper-Log-House», <http://www.behance.net/gallery/The-Paper-Log-House-courtesy-of-Shigeru-Ban/1510225>, 27/03/2013

Εικ.2.33: «Σχέδιο των κατηγοριών της φύσης, τη μεταφορά πληροφοριών και την εφαρμογή τους», Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013

Εικ.2.34: «Συγκριτική προσέγγιση στη βιομιμητική μεταφορά», Stephan Abermann, Utilization of the potential of biomimetics in sustainable architecture, public.tuwien.ac.at , 16/03/2013

Εικ.2.35: «SmartWrap™ του Kieran Timberlake», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.36: «Anglia Ruskin University Ashcroft International Business School», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.37: «στόμα τούβλο», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Εικ.2.38: «Το Musee de Quai Branly εξωτερικό τοίχο», John Yowell, Biomimetic Building Skin: A phenomenological approach using tree bark as a model, University of Oklahoma, 2011

Κεφάλαιο 3^ο :

Εικ.3.1: «Εποχιακές τροχιές του ήλιου.», http://oikos.com/library/solar_site_design/index.html, 27/03/2013

Εικ.3.2: «Διαφυγές θερμότητας», http://www.homevolution.co.uk/page_1203258601651.html, 27/03/2013

Κεφάλαιο 4^ο :

Εικ.4.1: «Δυτική όψη της νέας πτέρυγας και η νότια της παλιάς.», προσωπικό αρχείο

Εικ.4.2: «Αεροφωτογραφία του νοσοκομείου», Πηγή: Google Earth

Εικ.4.3: «Κάτοψη 1^{ου} ορόφου», Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Σισμανόγλειου

Εικ.4.4: «Βόρεια και νότια όψη»,

Εικ.4.5: «Κάτοψη 1^{ου} ορόφου», Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Γεν. Νος. Παίδων Πεντέλης

Εικ.4.6: «Νότια όψη», Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Γεν. Νος. Παίδων Πεντέλης

Εικ.4.7: «Νότια όψη και λεπτομέρεια νοσηλευτικού θαλάμου», προσωπικό αρχείο

Εικ.4.8: «Κάτοψη 1^{ου} ορόφου πτέρυγας Τσαγκάρη», Πηγή: Τεχν. Υπ. Νος. «Αμαλία Φλέμινγκ

Εικ.4.9: «Κάτοψη 1^{ου} ορόφου πτέρυγας Μπόμπολα», Πηγή: Τεχν. Υπ. Νος. «Αμαλία Φλέμινγκ»

Εικ.4.10: «Βορειοδυτική όψη και λεπτομέρεια ανοίγματος.», προσωπικό αρχείο

Εικ.4.11: «Κάτοψη 1^{ου} ορόφου», Πηγή: Τ.Υ.Π.Α. (Τεχνική Υπηρεσία Πανεπιστημίου Αθηνών)

Εικ.4.12: «Όψη, κάτοψη και τομή Αιγινήτειου», Πηγή: Τ.Υ.Π.Α.(Τεχνική Υπηρεσία Πανεπιστημίου Αθηνών)

Εικ.4.13: «Βορειοδυτική όψη», προσωπικό αρχείο

Εικ.4.14: «Νοτιοανατολική όψη και λεπτομέρεια ανοιγμάτων», προσωπικό αρχείο

Εικ.4.15: «Κάτοψη 1^{ου} ορόφου Σπηλιοπούλειου Γεν. Νος.», Πηγή: Τεχν. Υπηρεσ. Σπηλιοπούλειου Γεν. Νος.

Εικ.4.16: «Βόρεια όψη και λεπτομέρειες ανοιγμάτων», προσωπικό αρχείο

Κεφάλαιο 6^ο :

Εικ.6.1: «Λεπτομέρεια της πρόσοψης και της λειτουργίας της.», Ignacio Fernandez, Cities/ Responsive facades for smarter cities, thoughts.arap.com, 18/03/2013

Εικ.6.2: «Ανταποκρινόμενες προσόψεις.» Ignacio Fernandez, Cities/ Responsive facades for smarter cities, thoughts.arap.com, 18/03/2013

Εικ.6.3: «Τα είδη στρώσεων που απαρτίζουν το υλικό SmartWrap”, Lloyd Alter, Home Delivery: Wrapping It Up With The Cellophane House, <http://www.treehugger.com>, 27/03/2013

Εικ.6.4: «Απεικόνιση πληροφοριών πάνω στην επιφάνεια του SmartWrap», <http://inhabitat.com/smart-wrap/>, 27/03/2013

Εικ.6.5: «Φυτικές προσόψεις και τρόπος εφαρμογής», annick, Green facade on a store in Seoul, <http://greenwallandroof.wordpress.com>, 27/03/2013

Εικ.6.6: «Βακτήρια που επιδιορθώνουν τις ρωγμές του σκυροδέματος», <http://2010.igem.org/Team:Newcastle>, 27/03/2013

Εικ.6.7: «Τρόπος λειτουργίας του Greenlite Glass System», inhabitat.com/ch2-australia-greenest-building/, 27/03/2013

Εικ.6.8: Έξυπνα τζάμια σε κατάσταση υψηλής και χαμηλής διαπερατότητας¹?

Εικ.6.9: «Κτίριο με λειτουργία θέρμανσης που μιμείται το ανάχωμα τερμιτών», Adam Cohen, [Building in Harare, Zimbabwe mimics termite mounds to maintain nearly constant temperature.](http://zeroenergyconstruction.blogspot.gr), <http://zeroenergyconstruction.blogspot.gr>, 27/03/2013

Εικ.6.10: «Απεικόνιση κίνησης θερμής και ψυχρής αέριας μάζας.», <http://2a-2008-battersea.blogspot.gr/2008/05/council-house-2-ch2.html>, 27/03/2013

Εικ.6.11: «Δυτική και βορινή όψη του CH2 και εσωτερικό αίθριο.», Will Jones, Council House 2, Melbourne: Australia's greenest office building, <http://www.building.co.uk>, 27/03/2013

Εικ.6.12: «Διάγραμμα όλων των συστημάτων διαχείρισης θερμοκρασίας και εξαερισμού του CH2», <http://www.yourbuilding.org/Article/NewsDetail.aspx?p=83&id=1573>

Εικ.6.13: «Απεικόνιση λειτουργίας του φίλτρου Biolytix.», http://www.biolytix.co.za/?page_id=4, 27/03/2013

Εικ.6.14: «Τοποθέτηση διπλοκέλυφης πρόσοψης»,

<http://www.jeffvaglio.com/>