

**ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ: ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ
ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

“There are some four million different kinds of animals and plants in the world. Four million different solutions to the problems of staying alive.”

Sir David Attenborough, Life on Earth (1979)¹



¹ AIA Fringe Benefit Lecture Series, Chicago, June 25th 2014

**ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ: ΟΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΛΗΣ
ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2014

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:
ΧΙΟΥ ΑΡΓΥΡΩ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΜΑΝΔΑΛΑΚΗ ΜΑΡΙΑ

Ευχαριστίες

Στην επιβλέπουσα καθηγήτρια κ. Μαρία Μανδαλάκη για την υπομονή και την αμέριστη προσοχή της

Στην Κατερίνα Βασιλειάδη για την πολύτιμη υποστήριξή της

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή

1.1. Στόχος και αντικείμενο της ερευνητικής

1.2. Βασικές έννοιες

1.2.1. Τι είναι η βιομίμηση;

1.2.2. Βιομίμηση και Αρχιτεκτονική

2. Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό:

2.1. Ο οικισμός σαν οικοσύστημα: Βασικές Αρχές

2.2. Διαχείριση νερού

2.3. Διαχείριση γης

2.4. Διαχείριση ενέργειας

2.4.1. Παραγωγή ενέργειας

2.4.2. Εξοικονόμηση ενέργειας – Κτιριακές εφαρμογές:

2.4.2.1. Θέρμανση

2.4.2.2. Ψύξη/Δροσισμός

3. Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

3.1. Σύνοψη της ιστορικής εξέλιξης της βιομίμησης και των πολεοδομικών αρχών

3.2. Ο προτεινόμενος βιομιμητικός τρόπος δράσης στα πλαίσια της σύγχρονης οπτικής

4. Συνδυασμός βιομιμητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

4.1. Wanzhuang (Κίνα)

4.2. Masdar City (Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα)

4.3. Lavasa Hill City (Ινδία)

4.4. Abuja Centenary City (Νιγηρία)

4.5. Βιομιμητική πόλη: Μία σύγχρονη ουτοπία

5. Συμπεράσματα

6. Βιβλιογραφία

1.1. Στόχος και αντικείμενο της ερευνητικής.

Η φύση αποτελεί ένα εκτεταμένο εγχειρίδιο βιολογικών εφαρμογών που δίνουν διεξόδους σε πολλά σύγχρονα προβλήματα που οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν καταφέρει να λύσουν μέσω της εξελικτικής διαδικασίας. Η βιομίμηση, όπως θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω, είναι μία μέθοδος αναγνώρισης των φυσικών μηχανισμών που μπορούν να έχουν ευεργετικά αποτελέσματα για τον άνθρωπο, μελέτης της λειτουργικής τους βάσης και δημιουργίας της ανάλογης τεχνολογικής εφαρμογής. Η πληροφορία αντλείται από τρία επίπεδα: τον τρόπο λειτουργίας ενός οργανισμού, τις συμπεριφορές του και τα οικοσυστήματα ως σύνολο. Η συσσωρευμένη αυτή ευφυΐα που βρίσκεται στο περιβάλλον γύρω μας και έχει χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο από την αρχή της ιστορίας του, σήμερα κατά ένα μεγάλο ποσοστό αγνοείται. Η βιομίμηση έρχεται λοιπόν να ανακαλύψει και πάλι αυτή τη γνώση φέρνοντάς τη στο προσκήνιο με έναν τρόπο πιο επιτακτικό και αναλυτικό.

Στόχος της ερευνητικής εργασίας είναι η ενημέρωση και η υπόδειξη μιας διαφορετικής οπτικής γωνίας στην σχέση ανθρώπου και φυσικού κόσμου σχεδιαστικά, οργανωτικά, κατασκευαστικά. Συγχρόνως επιδίωξή μου είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων και των ορίων αυτής της πρακτικής έτσι ώστε να υπάρξει συμπέρασμα ως προς το μέγεθος τη χρησιμότητας αλλά και της εφαρμοσιμότητας της. Έμφαση θα δοθεί στα οικιστικά σύνολα και στις προοπτικές οργάνωσής τους μέσα από τη λογική και τις μεθόδους της βιομίμησης. Η φύση μπορεί να μας προσφέρει πολύ περισσότερα από μία γενική θεώρηση των πραγμάτων ή τη χρήση της ως αυτούσιο στοιχείο στην οργάνωση των κτιρίων και των πόλεων. Μπορεί να μας δώσει από τεχνολογικά επιτεύγματα μέχρι τρόπους δράσης και οργάνωσης. Μέσα από την καταγραφή των τεχνολογικών αυτών εφαρμογών, την ανάλυση των φυσικών πρακτικών, την παρακολούθηση των προσπαθειών εφαρμογής τους στο ανθρωπογενές περιβάλλον και τέλος την θέαση με μια κριτική ματιά της αποτελεσματικότητάς τους στο δομημένο περιβάλλον, θα εξερευνηθούν οι πλευρές αυτού του θέματος. Η βιομίμηση είναι ένας σχετικά νέος επιστημονικός κλάδος και κατά συνέπεια χρειάζεται πειραματισμό και ανάπτυξη. Διαφαίνονται ήδη εξαιρετικά μεγάλες δυνατότητες,

Εισαγωγή

χωρίς να λείπουν τα προβλήματα τα οποία θα πρέπει να μελετηθούν ώστε να είναι δυνατό να αποφευχθούν. Το σίγουρο είναι ότι υπάρχει αναγκαιότητα για τεχνολογική έμπνευση, σωστή εφαρμογή και κυρίως αλλαγή νοοτροπίας στον τρόπο που αντιμετωπίζεται το περιβάλλον, και ο κλάδος αυτός θεωρώ, έχει τη δυνατότητα να συμβάλλει προς αυτές τις κατευθύνσεις.

Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα ερευνητική αρχικά θα γίνει ένας εντοπισμός των αρχών λειτουργίας του φυσικού κόσμου που μπορούν να μεταφερθούν, ως σύνολο κανόνων, στο ανθρωπογενές περιβάλλον. Έπειτα θα εξεταστούν τεχνολογίες που μπορούν να εφαρμοστούν στα οικιστικά σύνολα τόσο σε συνολικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο κτιρίου, σε διάφορους κρίσιμους τομείς του πολεοδομικού σχεδιασμού. Στην πρώτη περίπτωση (του συνόλου), είτε ως μεταφορά φυσικών αναλογιών στο δομημένο περιβάλλον είτε ως βιομιμητικές εφαρμογές που λειτουργούν επικουρικά στοχεύοντας στη βιώσιμη λειτουργία του όλου, και στην δεύτερη περίπτωση (του κτιρίου), με το χαρακτηριστικό της επαναληψιμότητας έτσι ώστε να επιτυγχάνεται και πάλι η αναβάθμιση του συστήματος στη μεγαλύτερη κλίμακα. Αν και η μίμηση των φυσικών αρχών μπορεί να συμβάλλει στην οργάνωση τόσο του κοινωνικού όσο και του οικονομικού τομέα, στην έρευνα θα ασχοληθώ με τις τεχνολογίες αυτές που αφορούν στην οικολογική αναβάθμιση του αστικού τοπίου. Ο κλάδος των υλικών, καθώς και αυτός της εξοικονόμησης πόρων στην κατασκευή, μέσω του αποδοτικού σχεδιασμού, αν και πρόκειται για τομείς με εξαιρετικά μεγάλα οφέλη από τις βιομιμητικές μελέτες, δεν θα εξεταστούν εκτενώς εδώ. Η μεθοδολογία που ακολουθείται είναι παράθεση των ευρημάτων σχετικά με τις βιομιμητικές τεχνολογίες και την εφαρμογή τους στο σχεδιασμό αστικού ιστού, με τη βοήθεια βιβλιογραφίας και του διαδικτύου. Έπειτα μέσα από τον συσχετισμό της εξέλιξης της βιομίμησης με την σύγχρονη πολεοδομία αλλά και την κριτική παράθεση παραδειγμάτων εφαρμογής της στη μεγάλη κλίμακα, γίνεται προσπάθεια να αξιολογηθεί το μέλλον της μεθόδου και προσδιοριστεί σε πιο βαθμό αυτή η πρακτική/φιλοσοφία έχει πιθανότητες να πραγματοποιήσει αυτά που υπόσχεται.

1.2. Τι είναι η βιομίμηση;

Ο τρόπος της φύσης είναι αποτελεσματικός και απόλυτα συμβατός με των πεπερασμένων δυνατοτήτων κόσμο που μας περιβάλλει, παρ' όλα αυτά η χρήση αυτής της αποθηκευμένης και συσσωρευμένης γνώσης δεν είναι ευρέως διαδεδομένη. Το γεγονός αυτό οφείλεται κατά βάση στην άγνοια και στην αδυναμία επίτευξης των αναγκών συσχετισμών. Διαθέτουμε το απαραίτητο απόθεμα ιδεών – την πηγή της έμπνευσης – καθώς και το κλειδί για την ανάλυση τους, δίχως όμως να συνδυάζουμε σε μεγάλη κλίμακα τα δύο αυτά στοιχεία. Προϋπόθεση αποτελεί η Βιολογία να βρει τη θέση της μέσα στις επιστημονικές ομάδες ώστε αυτή να λειτουργήσει σαν μέσο άντλησης τεχνογνωσίας από την βιολογική δεξαμενή παραδειγμάτων. Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στα υπόλοιπα μέλη να παράξουν το μηχανικό, ή γενικότερα ανθρωπογενές, ανάλογο των φυσικών μηχανισμών που θα ανακουφίσουν από καθημερινά προβλήματα και το οικολογικό αδιέξοδο. Είναι λοιπόν απαραίτητη η **διεπιστημονική προσέγγιση** των φλεγόντων ζητημάτων που αντιμετωπίζει σήμερα η ανθρώπινη διάνοια, έτσι ώστε το φυσικό αυτό εγχειρίδιο, όπως αναφέραμε, να μπορέσει να αποκωδικοποιηθεί και να προσφέρει το μέγιστο δυνατό σε όλους τους τομείς δραστηριότητας. Από την γεωργία στην υγεία, από την επιχειρησιακή διαχείριση στην μηχανική κάθε είδους, από τον ενεργειακό τομέα στην κατασκευή και φυσικά την αρχιτεκτονική, περνώντας από την μικροσκοπική έως την μεγάλη κλίμακα, ο σχετικά νεοσύστατος επιστημονικός κλάδος της Βιομίμησης μπορεί να λειτουργήσει κάτι περισσότερο από επικουρικά για την εξεύρεση λύσεων αποτελεσματικών και κυρίως βιώσιμων.

Η διαδικασία της μίμησης, έμπνευσης και εκμάθησης από τους μηχανισμούς της φύσης, αρχικά χαρακτηρίστηκε ως «βιονική» (Bionics) από τον ψυχολόγο και μηχανικό της πολεμικής αεροπορίας των ΗΠΑ, Jack Steele το 1960. Το 1969 ο Otto H. Schmitt² έπλασε τον όρο «βιομιμητική» (biomimetics) για να

² Αμερικανός εφευρέτης, μηχανικός και βιοφυσικός

Εισαγωγή

αναφερθεί στον παραπάνω τομέα ο οποίος εκείνη τη χρονική περίοδο αναφερόταν κυρίως σε εφαρμογές που συνδύαζαν τις δυνάμεις των τεχνητών μηχανικών συστημάτων με εκείνες του ανθρώπινου εγκεφάλου και είχαν, ως επί το πλείστον, στρατιωτικές εφαρμογές. Το αντικείμενο επεκτάθηκε και προσδιορίστηκε ακόμη περισσότερο με τον καιρό δίνοντας έμφαση στη γενικότερη χρήση της γνώσης των βιολογικών οργανισμών για την επίλυση προβλημάτων εφαρμοσμένης μηχανικής, είτε πρόκειται για ακριβή μίμηση βασικών φυσικών σχεδίων και διαδικασιών, είτε απλό παραδειγματισμό χρησιμοποιώντας τις ανθρώπινες ικανότητες.³ Ο όρος «βιομίμηση» (biomimicry) έγινε δημοφιλής κατά τη δεκαετία του 1980 τραβώντας το ενδιαφέρον, γεγονός που προέκυψε κατά ένα μεγάλο μέρος από άτομα όπως την συγγραφέα βιολογικών επιστημών, Janine Benyus, τον καθηγητή Βιολογίας Steven Vogel και τον καθηγητή βιομιμητικής Julian Vincent, οι οποίοι έχουν γράψει εκτενώς πάνω στο θέμα. Και οι τρεις ορολογίες (bionics, biomimetics, biomimicry) έχουν παρόμοια επεξήγηση και συχνά χρησιμοποιούνται ως συνώνυμες, εκτός ίσως από τη «βιονική» που στην πορεία συσχετίστηκε κυρίως με τεχνολογίες που αφορούν το ανθρώπινο σώμα (τεχνητά μέλη κλπ) και η χρήση της λέξης περιορίστηκε⁴. Τελικά ο συνηθέστερος πλέον όρος είναι αυτός της «βιομίμησης» και ο κλάδος ορίζεται ως «**η μίμηση της λειτουργικής βάσης των βιολογικών μορφών, διεργασιών και συστημάτων για την παραγωγή βιώσιμων λύσεων**».⁵

Είναι βασικό να κατανοηθεί η έμφαση στους μηχανισμούς λειτουργίας ώστε να αποφευχθεί η σύγχυση με άλλου είδους μιμήσεις της φύσης. Μία από αυτές τις πρακτικές είναι ο βιομορφισμός (biomorphism) που αφορά στην μορφολογική μεταφορά φυσικών σχηματισμών με καθαρά συμβολικό περιεχόμενο.

³ <https://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Biomimicry.html>

⁴ <http://environment-ecology.com/biomimicry-bioneers/367-what-is-biomimicry.html>

⁵ Σύμφωνα με τον αρχιτέκτονα και συγγραφέα Michael Pawlyn στο βιβλίο του Biomimicry in Architecture

Εισαγωγή

Ενώ έχει χρησιμοποιηθεί αρκετές φορές δίνοντας μία επιπλέον διάσταση σε μία βιομηχανική εφαρμογή, αποτελεί ανεξάρτητο κομμάτι σαφώς συμπληρωματικό.

Μία δεύτερη σημαντική παρανόηση συχνά δημιουργείται με τον τομέα της βιο-χρήσης (bio-utilisation) ο οποίος θέτει απευθείας στην υπηρεσία του τη φύση για τη διαμόρφωση του επιθυμητού περιβάλλοντος ή την εκτέλεση μιας λειτουργίας αξιοποιώντας άμεσα κάποιους φυσικούς παράγοντες όπως δέντρα, μικροοργανισμούς κλπ. Παραθέτοντας μία προσωπική εμπειρία, σε μία από τις πολλές της ομιλίες, η Janine Benyus αποσαφηνίζει το θέμα: Μία ομάδα μηχανικών με αντικείμενό τους τη διαχείριση υγρών αποβλήτων θέλοντας να μάθει περισσότερα για το αντικείμενο της βιομίμησης μετείχε σε ένα εκπαιδευτικό ταξίδι επί του θέματος στα νησιά Γκαλαπάγκος. Οι ίδιοι υποστήριξαν ότι ήδη ασκούσαν μια μορφή βιομίμησης καθώς χρησιμοποιούσαν βακτήρια για τον καθαρισμό των υδάτων. Όμως η διαδικασία αυτή δεν κατατάσσεται στις εμπνευσμένες από το φυσικό κόσμο διεργασίες καθώς πρόκειται περισσότερο για μία τεχνολογία στηριζόμενη στους ίδιους τους βιολογικούς οργανισμούς. Για να γίνει κατανοητή η έννοια της χρήσης ενός φυσικού σχεδίου, η J. Benyus ζήτησε από τους μηχανικούς αυτούς να περιγράψουν ένα από τα προβλήματα του επαγγέλματός τους που εμποδίζει τον βιώσιμο σχεδιασμό. Εκείνοι με τη σειρά τους ανέφεραν ότι η επικάλυψη αλάτων, όπως το ανθρακικό ασβέστιο, στις σωληνώσεις επιβάλει την χρήση χημικών ουσιών ή άλλων επιβλαβών για το περιβάλλον και δαπανηρών διαδικασιών για τον καθαρισμό τους. Ως βιολόγος η Benyus γνωρίζει ότι η φύση χρησιμοποιεί το ανθρακικό ασβέστιο για το σχηματισμό ενός θαλάσσιου κοχυλιού με παρόμοιο τρόπο με αυτόν που προκαλείται η εμφάνιση του στους αγωγούς προκαλώντας προβλήματα. Μία βάση πρωτεϊνών έλκει τα ιόντα του θαλασσινού νερού τα οποία κρυσταλλώνουν στο σημείο για να δημιουργήσουν το κέλυφος του όστρακου. Το πεπερασμένο του μέγεθος, υποδηλώνει πως η έκκριση μίας διαφορετικής πρωτεΐνης διακόπτει αυτή τη διαδικασία, αποκαλύπτοντας έτσι το λειτουργικό κομμάτι που κρίνεται άξιο μελέτης για την εύρεση λύσης στο μηχανικό πρόβλημα που προαναφέρθηκε .

Εισαγωγή

Αυτή τη στιγμή έχει αναπτυχθεί ένα προϊόν ονομαζόμενο TPA, το οποίο μιμείται τον τρόπο με που η συγκεκριμένη πρωτεΐνη δρα ανασχετικά στην επικάθιση των αλάτων παρουσιάζοντας μία περιβαλλοντικά φιλική αντιμετώπιση στην πρόκληση.⁶ Σε αυτή την περίπτωση λοιπόν μπορούμε πραγματικά να μιλήσουμε για βιομίμηση.

Συνδέοντας το παραπάνω παράδειγμα και με τους αρχικούς ισχυρισμούς, θα πρέπει να επισημάνουμε πως οι επιστήμονες αυτού του κλάδου δεν μπορούσαν να γνωρίζουν την σχέση των θαλάσσιων κοχυλιών και των προβληματικών αλάτων που τους ταλαιπωρούσαν. Αντιμετωπίζουμε λοιπόν, όχι έλλειψη της ίδιας της πληροφορίας αλλά μία αδυναμία συνολικής αντιμετώπισης που θα φέρει σε συνεργασία τα διαφορετικά κομμάτια γνώσης. «Εν συντομία, δεν είναι η έλλειψη βιοφυσικής αφθονίας που θα περιορίσει το μέλλον της ανθρωπότητας, αλλά μάλλον η έλλειψη οράματος και δημιουργικότητας από την πλευρά μας».⁷

1.2. Βιομίμηση και Αρχιτεκτονική

Με κύρια-αν όχι μοναδική- πηγή την ανθρώπινη δραστηριότητα, τα προβλήματα του κόσμου που μας περιβάλλει παρουσιάζουν επιδείνωση με ραγδαίους ρυθμούς και συχνά διακρίνονται από χαρακτήρα μη αναστρεψιμότητας. Η καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος σε συνδυασμό με το ενεργειακό πρόβλημα στο χείλος του οποίου βρισκόμαστε, επιτάσσουν να ελέγξουμε έως να εξαλείψουμε το οικολογικό αποτύπωμα μας στον πλανήτη πριν αυτό απειλήσει σημαντικά την επιβίωση μας. Ποιος θα ήταν λοιπόν καλύτερος τρόπος από την μίμηση των τακτικών που έχουν υποστεί εκλέπτυνση

⁶ TED: Janine Benyus: Biomimicry's surprising lessons from nature's engineers
http://www.ted.com/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs

⁷ **Jonathon Porrit**, Founder Director of Forum for the Future

Εισαγωγή

εκατομμυρίων ετών εξελικτικής διαδικασίας και λαμβάνουν χώρα στο ίδιο γενικό πλαίσιο που ενδιαφέρει τον άνθρωπο: τα γήινα οικοσυστήματα;

Η βιομίμηση, αν και σαν όρος/επιστήμη είναι σχετικά νέος, ασκείται, πολλές φορές ενστικτωδώς/ασυνείδητα, ίσως από την αρχή της ανθρώπινης ιστορίας. Ο άνθρωπος αρχικά, έχοντας ως μόνο παράδειγμα το περιβάλλον, μιμήθηκε αποτελεσματικά τους τρόπους με τους οποίους η φύση γύρω του επέλυε παρόμοια προβλήματα με αυτά που αντιμετώπιζε ο ίδιος. Σχεδίαζε με βάση τη φύση, ανταποκρινόταν στα ερεθίσματά της και αντιδρούσε ανάλογα, πάντα σε αρμονία με αυτή. Στην πορεία της ιστορίας οι ανάγκες του ανθρώπου τροποποιήθηκαν, ο ίδιος απομακρύνθηκε πολλές φορές αρκετά από την αρχική του πηγή έμπνευσης και παραδειγματισμού, για να επιστρέψει και πάλι κατά καιρούς σε αυτή, καθώς αντιλαμβανόταν/αναγνώριζε εκ νέου τη σημασία του παραδείγματος της φύσης αλλά και το ανεξάντλητο της πληροφορίας που αυτή περικλείει. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι όσο μακρύτερα στο παρελθόν βρεθούμε και κυρίως όσο απομακρυνόμαστε από κοινωνίες επηρεασμένες από το βιομηχανικό πρότυπο βλέπουμε ότι η βιωσιμότητα ήταν τρόπος ζωής χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια ή φροντίδα. Για τα σύγχρονα αστικά κέντρα όμως, τα οποία χαρακτηρίζουν η εκβιομηχάνιση, η υπερκατανάλωση και ο υπερπληθυσμός, οι μηχανισμοί των προβιομηχανικών κοινωνιών δεν είναι αρκετοί. Νέοι έπρεπε να εφευρεθούν για να ελέγξουν το οικολογικό αποτύπωμα των μεγαλουπόλεων και της γενικότερης ανθρώπινης δραστηριότητας.

Οι τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα διαμόρφωσαν την έννοια της βιώσιμης ανάπτυξης όπως την ξέρουμε σήμερα. Αν και δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός του όρου, σε γενικές γραμμές υποστηρίζει πως για την επίτευξη ενός σταθερού, εύρωστου, ανθρώπινου συστήματος με διαρκείς προοπτικές εξέλιξης, είναι απαραίτητο να ληφθούν υπ'όψιν και να συσχετιστούν στενά, τόσο περιβαλλοντικοί όσο και κοινωνικοί παράγοντες μαζί με τους οικονομικούς. Το φυσικό περιβάλλον και οι πόροι του καθώς και τα κοινωνικά υποστηρικτικά συστήματα γίνονται αντιληπτά ως σημαντικά κεφάλαια, τα οποία πρέπει να διατηρηθούν και να ενισχυθούν ως θεμελιώδης συνθήκη για την

Εισαγωγή

ανθρώπινη πρόοδο και ανάπτυξη, «ικανοποιώντας τις ανάγκες του παρόντος δίχως να γίνονται συμβιβασμοί ως προς την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους».⁸ Τα προβλήματα για την επίτευξη αυτού του υψηλού επιπέδου λειτουργίας, σε όλες τις εκφάνσεις της ζωής, προκύπτουν κυρίως από την αδυναμία, πολλές φορές, σύγκλισης των αντικειμενικών στόχων των διαφορετικών πλευρών. Οι οικονομικές επιθυμίες ανάπτυξης και μεγέθυνσης συχνά συγκρούονται με τις ελάχιστες απαιτήσεις των άλλων τομέων, και κυρίως του περιβαλλοντικού, που ζητάει «τη διατήρηση των απαραίτητων οικολογικών διαδικασιών και συστημάτων υποστήριξης της ζωής, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη βιώσιμη εκμετάλλευση των ειδών και των οικοσυστημάτων»⁹, ενάντια σε μία ανθρώπινη «πολιτική» που αντιμετωπίζει όλα τα παραπάνω ως ανεξάντλητο κεφάλαιο προς χρήση.

Το παράδειγμα της φύσης μας δίνει ένα άλλο «οικονομικό» μοντέλο. Εδώ όλες οι μακροπρόθεσμες σχέσεις είναι συνεργατικές και αμοιβαία ωφέλιμες. Ο ανταγωνισμός ειδών προκύπτει μόνο σε περιπτώσεις διαταραχής του συστήματος, και για σύντομο χρονικό διάστημα, ως μέθοδος αποκατάστασης της ισορροπίας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Η διοχέτευση των πόρων γίνεται με σοφία και σύνεση. Ένα δασικό οικοσύστημα, για παράδειγμα, διατηρεί τους απαραίτητους για την επιβίωσή του πόρους λειτουργώντας με τη λογική της ανάπτυξης στα πλαίσια των ταχυτήτων που θέτει ο πιο αργός παράγοντας-κλειδί για την επιβίωσή του. Σημαντικό ρόλο, δηλαδή, στην αντοχή των κρίσιμων για τη ζωή αποθεμάτων, διαδραματίζει όχι μόνο η ποσότητα αλλά και ο ρυθμός με τον οποίο καταναλώνεται μία φυσική πηγή. Καθώς η φύση δεν λειτουργεί με την έννοια της πίστωσης – τακτική που συνήθως οδηγεί στην υπερχρήση – , αλλά δημιουργεί και καταναλώνει σε πραγματικό χρόνο, εάν αυτός ο ρυθμός ξεπεράσει αυτόν της ανανέωσης ενός πόρου, το σύστημα οδηγείται σε μακροχρόνια κατάσταση ελλείμματος και αποσταθεροποίησης. Για το λόγο αυτό, «το στοιχείο με τον χαμηλότερο ρυθμό ανανέωσης, χρησιμοποιείται για να θέσει τον κατάλληλο βαθμό εκμετάλλευσης για το ίδιο αλλά

⁸ World Commission on Environment and Development, 1987

⁹ European Commission Secretariat General, 2004

Εισαγωγή

και όλα τα υπόλοιπα που συνδέονται μαζί του. Επιπλέον, ο μηχανισμός που συνδέεται με την ανάκαμψη αυτού του συγκεκριμένου πόρου πρέπει να καλλιεργείται, να συντηρείται και να προστατεύεται, καθώς συχνά αποτελεί σημείο-κλειδί του συστήματος». ¹⁰ Σε αυτό το περιοριστικό περιβάλλον, τα οικοσυστήματα, αξιολογώντας τα όρια ως ευκαιρίες και τα εμπόδια ως δυνατότητες, προσθέτουν σχεδιαστική ευφυΐα, δημιουργούν νέους δεσμούς και καταλήγουν στην παραγωγή ακόμη περισσότερης αξίας. Το αποτέλεσμα είναι ένα σύνολο που όχι απλά δεν είναι επιβλαβές για το περιβάλλον του οποίου αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι, αλλά η λειτουργία του έχει θετικό πρόσημο (“Life creates conditions conducive to life”¹¹). Αυτό είναι το μέγιστο που θα πρέπει να απαιτούμε από τις ανθρωπογενείς λειτουργίες – συστήματα αειφόρα που δεν έχουν απλά μία ουδέτερη παρουσία, αλλά επιδρούν ευεργετικά – και σε αυτό μπορεί να συμβάλλει η πρακτική της βιομίμησης.

Συμπερασματικά, ο κλάδος της βιομίμησης είναι ένας τρόπος για την επίτευξη βιώσιμου και αειφόρου περιβάλλοντος. Μπορεί να δώσει την έμπνευση για τα τεχνολογικά μέσα και την οργάνωση που θα οδηγήσουν στην επιθυμητή αυτή κατάσταση ισορροπίας. Ειδικά στον κατασκευαστικό τομέα μπορεί να αποτελέσει έναν τρόπο άσκησης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παραδειγματιζόμενος ο άνθρωπος από τους μηχανισμούς των έμβιων οργανισμών, είτε σαν αυτούσιες οντότητες είτε σαν οικοσυστήματα, μπορεί να αντλήσει έμπνευση για την επίλυση των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο ίδιος στην κατασκευή και την εκτέλεση λειτουργιών. Στον αρχιτεκτονικό κλάδο οι λύσεις αυτές έχουν να κάνουν κυρίως με την σχεδίαση, την κατασκευή των υλικών, τη διαχείριση του θερμικού περιβάλλοντος, τη διαχείριση του νερού και των αποβλήτων καθώς και την παραγωγή ενέργειας. Η βιομίμηση είναι μία από τις πιο αποδοτικές και παραγωγικές μεθόδους διαχείρισης της σχέσης δόμηση-περιβάλλον-ποιότητα ζωής και μπορεί να αποτελέσει ίσως το σημαντικότερο όχημα για την επίτευξη της αειφορίας

¹⁰ *Genius of Biome*, HOK Architects, Biomimicry 3.8,
<http://issuu.com/hoknetwork/docs/geniusofbiome>

¹¹ Janine Benyus, Biomimicry 3.8

Εισαγωγή

στο αστικό περιβάλλον, καθώς ευνοεί ταυτόχρονα και τους τρεις μεγάλους τομείς ενδιαφέροντος (οικονομικός, κοινωνικός, περιβαλλοντικός).

Η δημιουργία ενός βιομιμητικού οικισμού προϋποθέτει τη σύνθεσή του από βιομιμητικά κύτταρα-κτίρια που ατομικά θα λειτουργούν προς όφελος του συνόλου. Αυτό απαιτεί την ύπαρξη συγκριμένης γραμμής σχεδιασμού και κατασκευής που θα εφαρμόζεται στο σύνολο του κτιριακού όγκου και όχι σε μεμονωμένες περιπτώσεις όπως συμβαίνει γενικότερα με τις πράσινες τεχνολογίες σήμερα. « Ένα οικολογικό κτίριο σε μία μη βιώσιμη πόλη εξακολουθεί να συνθέτει ένα μη αειφόρο αποτέλεσμα». ¹² Προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα, διαπιστώνουμε πως ο ίδιος ο αστικός σχεδιασμός θα πρέπει να ενσωματώσει βιομιμητικές αρχές στις πρακτικές του έτσι ώστε να οδηγηθούμε σε ένα πραγματικά αειφόρο, αστικό περιβάλλον που θα φιλοξενεί αντίστοιχης αποδοτικότητας μονάδες. « Χρειαζόμαστε πόλεις που λειτουργούν ως οικοσυστήματα και όχι απλώς τα παρομοιάζουν. Μία πόλη που επεξεργάζεται όλα της τα απόβλητα, δεν βλάπτει το έδαφος, δεν μολύνει τους υδροφόρους ορίζοντες ή τον αέρα, κατανοεί τα όρια της, τροφοδοτείται από τοπικές πηγές ενέργειας και έχει συνεργατική σχέση με τη φύση, πραγματικά αποτελεί μία βιώσιμη ιδέα».

¹² <http://2ndgreenrevolution.com/2011/03/06/the-biomimetic-city-and-sustainability/>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

2.1. Ο οικισμός σαν οικοσύστημα: Βασικές Αρχές

Μπορεί μία πόλη να λειτουργήσει ως οικοσύστημα και πώς; Η απάντηση σε αυτό ερώτημα για την Janine Benyus βρίσκεται στην γενναιοδωρία σε ότι αφορά την προσφορά, την εργασία, τη συνύπαρξη. Οι φυσικές κοινωνίες, σε αντίθεση με ότι μπορεί να φαίνεται, ευημερούν λειτουργώντας με γνώμονα κατά βάση τη συνεργατικότητα και όχι τον ανταγωνισμό. Δομώντας αμοιβαία επωφελείς σχέσεις καταλήγουν σε ένα σύστημα που παράγει πλεόνασμα και όχι σπάνη. Ένα απλό παράδειγμα αντίληψης των παραπάνω, είναι αυτό των μεγαλύτερων δέντρων σε μία δασική έκταση, τα οποία αποκομίζοντας κατά τη διάρκεια της νύχτας από την ομιχλώδη ατμόσφαιρα μεγάλη ποσότητα υγρασίας που σταλάζει στο έδαφος, ποτίζονται μεν τα ίδια, ευνοώντας δε συγχρόνως και όλες τις υπόλοιπες μορφές ζωής με τις οποίες συνυπάρχουν.

Η συλλογική ανθρώπινη επιθυμία της ζωής στην πόλη, πιο έντονη από ποτέ πλέον, προκαλεί συνεχώς διογκούμενα οικιστικά σύνολα που διαμορφώνουν ιδιαίτερες, εξελιγμένες σε διαφορετικά από τα μέχρι τώρα επίπεδα, ανάγκες στους κατοίκους τους και αντίστοιχες απαιτήσεις. Σύμφωνα με τον παγκόσμιο οργανισμό υγείας, 60% του πληθυσμού στον πλανήτη θα ζει σε αστικό περιβάλλον μέχρι το 2030, γεγονός που σε συμψηφισμό με την κρίση των πόρων και την περιβαλλοντική υποβάθμιση, καθιστά τον ρόλο τον πόλεων κρίσιμο. Κατά τον Thomas Knittel αυτό σημαίνει την απομάκρυνση από ένα μοντέλο απλού περιορισμού των επιβλαβών αναπτυξιακών πρακτικών κατοίκησης και τη μετάβαση στη λογική του θετικού αντίκτυπου.¹³ Η πόλη, δηλαδή, θα πρέπει να παρέχει το ίδιο επίπεδο υπηρεσιών ενός οικοσυστήματος στον άνθρωπο, δημιουργώντας εύφορο έδαφος, φιλτράροντας τον αέρα, καθαρίζοντας το νερό, απομονώνοντας τον άνθρακα, δροσίζοντας την ατμόσφαιρα, προσφέροντας βιοποικιλότητα και

¹³ <http://museumofvancouver.com/programs/blog/2012/01/25/built-city-review-nature-urban-space-biomimicry>



Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

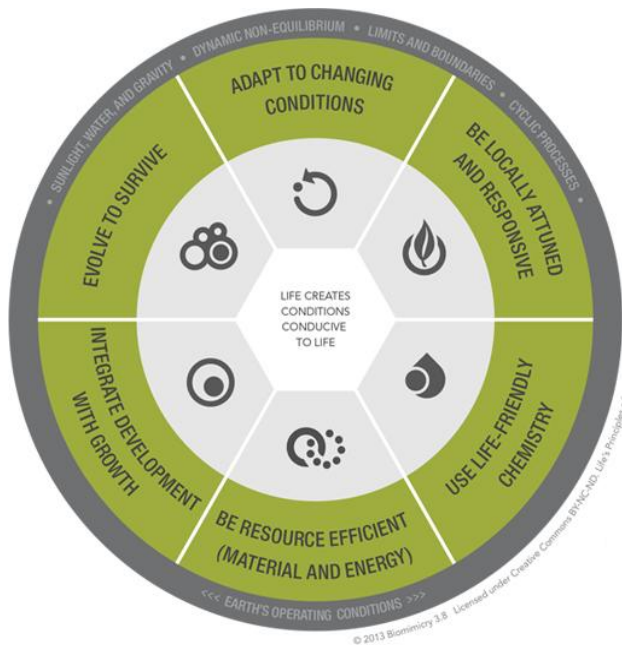
παράγοντας τροφή. Μία πλούσια παλέτα τεχνολογιών είναι ήδη διαθέσιμη σε κατασκευαστές και σχεδιαστές αναμένοντας την πρόθεση συνθετικής σκέψης και τη μαζικότητα στην εφαρμογή. Αυτό που χρειαζόμαστε λοιπόν, είναι **πilotικές πόλεις** - αστικές συνθέσεις με ερευνητικό πνεύμα που θα εμπνεύσουν το σταδιακό πέρασμα στην βιωσιμότητα.¹⁴

Ως οικοσύστημα ορίζουμε ένα σύνολο έμβιων οργανισμών και αβιοτικών στοιχείων που συνδέονται και αλληλεπιδρούν μέσω διατροφικών κύκλων και ενεργειακών ροών. Το μέγεθος τους διαφέρει όμως συνήθως καταλαμβάνουν ένα συγκεκριμένο χώρο ανάλογα με το διαμορφωμένο δίκτυο αλληλεξάρτησης μεταξύ τόσο των οργανισμών όσο και των ίδιων με το περιβάλλον τους. Κατά την εγκαθίδρυση ενός οικοσυστήματος κάποιοι πρωτοπόροι οργανισμοί ξεκινούν να αναπτύσσονται οι σε μια διάβρωση ή αποκάλυψη του εδάφους, εμπλουτίζοντας το χώμα και δημιουργώντας κατάλληλες συνθήκες για περισσότερους οργανισμούς. Με αυτόν τον τρόπο συνεχούς διαδοχής οδηγούμαστε στην ακμή του συστήματος όπου παρατηρείται η μέγιστη βιοποικιλότητα καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των αλληλεξαρτώμενων ειδών τόσο περισσότερο το περιβάλλον ενισχύεται δημιουργώντας περαιτέρω προϋποθέσεις για ζωή. Σύμφωνα με την Janine Benyus, με την πάροδο δισεκατομμυρίων ετών, όλα τα πολύπλοκα, ώριμα οικοσυστήματα έχουν υιοθετήσει κάποιες βασικές στρατηγικές οδηγούμενα από την φυσική εξέλιξη και επιλογή.

Βασικές στρατηγικές οικοσυστημάτων στην επιστήμη της Βιολογίας και η εφαρμογή τους στην Αρχιτεκτονική :

1. Χρησιμοποιούν τα απόβλητα ως πρώτη ύλη - Μηδενικά απόβλητα.
2. Χρησιμοποιούν τα υλικά με φειδώ.
3. Δεν μολύνουν τον χώρο επιβίωσης τους. Δεν χρησιμοποιούν μακροπρόθεσμες τοξίνες.

¹⁴ <http://www.treehugger.com/urban-design/generous-cities-biomimicry-and-urban-design.html>



Life's Principles, Βασικές στρατηγικές των οικοσυστημάτων

Πηγή:
<http://biomimicry.net/about/biomimicry/biomimicry-designlens/lifes-principles/>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

4. Δεν υποβαθμίζουν τους πόρους τους.
5. Οι οργανισμοί εξειδικεύονται, κατανέμουν τις εργασίες και συνεργάζονται για πλήρη εκμετάλλευση του τοπικού περιβάλλοντος.
6. Θέτουν ως προτεραιότητα την αναβάθμιση του συστήματος ως σύνολο αντί της επένδυσης στην επέκταση.
7. Λειτουργούν με άμεσο ηλιακό εισόδημα. Συλλέγουν και χρησιμοποιούν την ενέργεια αποδοτικά.
8. Αναζητούν τοπικές πηγές θρεπτικών στοιχείων. Χρησιμοποιούν ότι βρίσκεται σε αφθονία.
9. Λειτουργούν βάσει πληροφοριών. Προσαρμόζονται στη συνεχή αλλαγή.
10. Παραμένουν σε ισορροπία με τη βιόσφαιρα. Είναι στενά αλληλένδετα και συμβιωτικά.

Ανάλυση:

1. Χρησιμοποιούν τα απόβλητα ως πρώτη ύλη - Μηδενικά απόβλητα. (Cradle to Cradle)

Όσο περισσότερο αναπτύσσεται ένα οικοσύστημα κερδίζοντας σε βιομάζα (οργανισμούς) τόσο αυξάνεται η ανάγκη του σε βρόγχους ανακύκλωσης έτσι ώστε να αποφύγει την απομύζηση θρεπτικών στοιχείων από το περιβάλλον του. Ο κύκλος της ζωής είναι αυτός που επιτρέπει την ροή και τη διατήρηση των απαραίτητων για την επιβίωση συστατικών μέσα στο σύστημα καθώς το μόνο στοιχείο που εισάγεται είναι η ηλιακή ενέργεια η οποία στη συνέχεια αποδίδεται σε θερμότητα ως το μόνο «εξαγώγιμο» προϊόν.

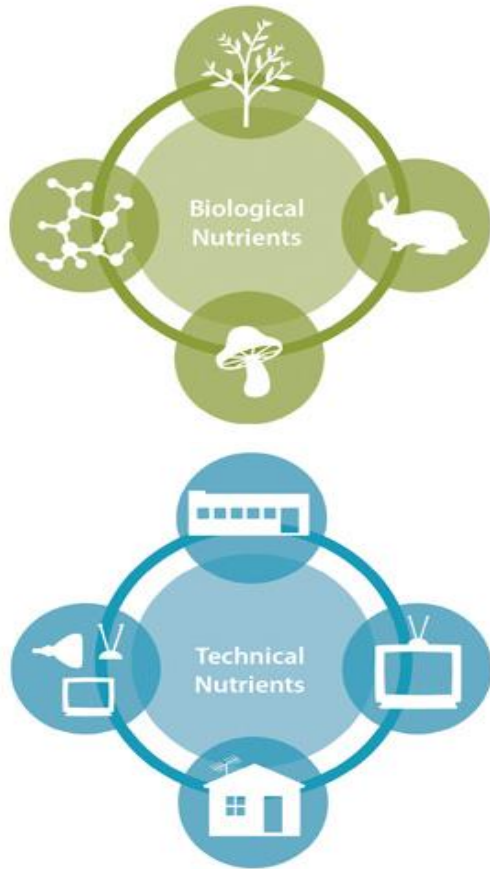
Τα πρώτα παραδείγματα προς ένα μέλλον διαφοροποιημένο από το σύγχρονο, γραμμικό σύστημα παραγωγής που χρησιμοποιεί την εξόρυξη πόρων ως βασικό εργαλείο, παρουσιάζονται στον τομέα της βιομηχανίας ως τμήμα δράσης της βιομηχανικής οικολογίας. Ομάδες εταιρειών, όχι απαραίτητα σε γεωγραφική εγγύτητα, μπορούν να λειτουργήσουν ως μία αλυσίδα όπου τα ανεπιθύμητα προϊόντα της παραγωγικής διαδικασίας της μίας να αποτελέσουν πηγές πρώτης ύλης για κάποια άλλη. Για παράδειγμα μία εταιρεία παραγωγής κλιματιστικών διοχετεύει τα

Η έννοια της ανακύκλωσης θα πρέπει να αποκτήσει πιο απόλυτο περιεχόμενο από αυτό που διαθέτει σήμερα έτσι ώστε να αποφεύγεται η κατασπατάληση των πόρων, η διαφυγή των πολύτιμων θρεπτικών στοιχείων και η υποβάθμιση των υλικών. (William McDonough, Michael Braungart, *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*)

Πηγή: <http://dandtmacdonald.co.nz/>



Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



Σύμφωνα τους William McDonough και Michael Braungart (*Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*), για τη δημιουργία ενός συστήματος απαλλαγμένου από την έννοια των αποβλήτων πρέπει να αναγνωρίσουμε την ύπαρξη δύο διαφορετικών μεταβολισμών: του βιολογικού και τεχνικού.

Πηγή: <http://www.mcdonough.com/>

απορρίμματα που κατακρατούνται από τα φίλτρα που χρησιμοποιεί κατά τη διαδικασία παραγωγής, σε κάποια άλλη βιομηχανία όπου γίνεται σύνθλιψη τους και χρήση τους ως δραστικό στοιχείο που ευνοεί την απορρόφηση ελαίων και διαλυτών. Έπειτα όταν και αυτός ο ρόλος τελειώσει χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για να καταλήξει τελικά με τη μορφή τέφρας είτε παράγοντας αδρανών υλικών είτε ενισχυτικό χώματος.¹⁵ Το μόνο που χρειάζεται είναι πληροφορία, ενημέρωση και αμοιβαία επιθυμία προς την κατεύθυνση του κατάλληλου σχεδιασμού.

Μέχρι τώρα οι κατασκευαστές δεν χρειαζόταν να ενδιαφερθούν για την πορεία του προϊόντος μετά το πέρασμα στην αγορά, γεγονός που αρχίζει να αλλάζει σε χώρες της Ευρώπης και σε πολιτείες της Αμερικής όπου τίθενται σε ισχύ νόμοι που υποχρεώνουν τις βιομηχανίες σε μερική ή ολική ανακύκλωση ή επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων ή των συσκευασιών τους. Επομένως το συμφέρον των εταιρειών πλέον έγκειται στο σχεδιασμό προϊόντων που μπορούν εύκολα να διαλυθούν για να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν.

Είναι γεγονός ότι τα πιο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αυτής της λογικής αυτή τη στιγμή αφορούν στην παραγωγή τροφής παρά στην επανάχρηση οικοδομικών υλικών, πράγμα που οφείλεται κατά κύριο λόγο στον τρόπο με τον οποίο γίνεται η κατασκευή καθώς οι δεσμοί υψηλής ενέργειας με τους οποίους κατασκευάζονται δυσκολεύουν την ενσωμάτωσή τους σε συστήματα βασισμένα σε βιολογικά ανάλογα. Η βιομίμηση ως πρακτική στον τομέα των υλικών μπορεί να επιφέρει επαναστατικά αποτελέσματα που θα καταστήσουν τα διάφορα προϊόντα κατάλληλα ένταξης σε ένα βιολογικό ή ένα τεχνικό (πχ: μέταλλα) κύκλο σαφώς ευκολότερης, οικονομικότερης και πληρέστερης επανάχρησης. Σε μεγαλύτερη κλίμακα όμως η λογική της αντίληψης των αποβλήτων ως πηγή ανεκμετάλλευστων πόρων μπορεί να οδηγήσει σε

¹⁵ <http://www.innovationseeds.eu/Policy-Library/Core-Articles/One-CompanyS-Waste-Is-AnotherS-Raw-Material-National-Industrial-Symbiosis-Programme-NISP.kl>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

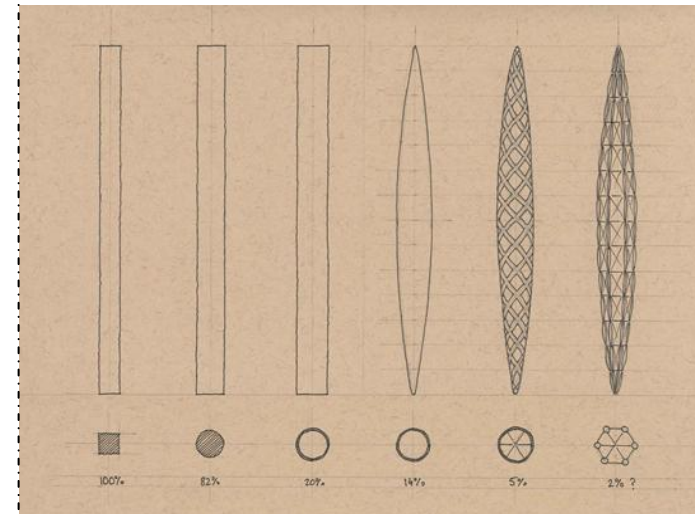
δημιουργικό σχεδιασμό που συνδυάζει τόσο υλικούς όσο και ανθρώπινους παράγοντες. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το Cardboard to Caviar project ή ABLE project, εμπνευσμένο από τον Graham Wiles στην βόρεια Αγγλία, όπου ακολουθώντας έναν κύκλο βιολογικών διεργασιών επιτυγχάνεται η παραγωγή κέρδους από φαινομενικά άχρηστη ύλη ενώ συγχρόνως εμπλέκει τον ανθρώπινο παράγοντα με ευεργετικά αποτελέσματα. Ένα έργο της ίδιας λογικής, το Mobius project, θα επεξηγηθεί λεπτομερώς παρακάτω.

Στο μέλλον θα παραστεί ακόμη πιο επείγουσα ανάγκη για τέτοιου είδους προγράμματα, όπου οι σχεδιαστές εργάζονται στενότερα τόσο με βιομήχανους όσο και βιολόγους για την δημιουργία μορφών συμβίωσης που προωθούν την ενσωμάτωση σε κοινωνίες μικτής χρήσης που συνδυάζουν κατοίκηση και εργασία. Ένα οικιστικό μοντέλο βασισμένο στον τρόπο οργάνωσης των οικοσυστημάτων προωθεί μεταξύ άλλων την ποικιλία λειτουργιών, ενώ δρα αποκαταστατικά στο άμεσο περιβάλλον προωθώντας φυσική όσο και κοινωνική αειφορία.

2. Χρήση υλικών με φειδώ.

Οι φυσικοί οργανισμοί επενδύουν στη δομή, την οικονομία των υλικών και στην πολυλειτουργικότητα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα σοφής χρήσης υλικού αποτελούν τα οστά που κατανέμουν την πυκνότητα της μάζας τους ανάλογα με τις καταπονήσεις που δέχονται αποφεύγοντας την ανθρώπινη τάση που κατασκευάζει ομοιόμορφα σύμφωνα με την μεγαλύτερη πιθανή καταπόνηση σπαταλώντας κατά συνέπεια ύλη. Η επιτομή αυτής της λογικής θα ήταν η προσπάθεια σχεδόν πλήρους αποϋλοποίησης όπου ο κύριος όγκος των καθημερινών αναγκών θα ικανοποιούνταν κατά το μέγιστο δυνατό από υπηρεσίες και λίγες συσκευές σχεδιασμένες να έχουν διάρκεια σε αντίθεση με τη σημερινή βιομηχανική γραμμή.

3. Δεν μολύνουν τον χώρο επιβίωσης τους. Δεν χρησιμοποιούν μακροπρόθεσμες τοξίνες.



Ο κατάλληλος σχεδιασμός μπορεί να καταλήξει στη χρήση έως και 2% του αρχικού υλικού με την ίδια αποδοτικότητα.

Πηγή: <http://www.ecofriend.com/future-perfect-using-biomimicry-to-create-sustainable-products.html>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



Πηγή: <http://knolt.com/greentech/>

Καθώς τα έμβια όντα επιτελούν όλες τις καθημερινές τους λειτουργίες στον τόπο διαβίωσης τους είναι ευνόητη η προσφυγή σε τακτικές που δεν μολύνουν το φυσικό τους περιβάλλον και κατ' επέκταση τα ίδια τα άτομα. Για παράδειγμα ζώα όπως τα δηλητηριώδη φίδια δεν αποθηκεύουν επικίνδυνες ουσίες στον οργανισμό τους παρά μόνο σε μικρές ποσότητες και όποτε είναι απαραίτητο. Επίσης, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα δραστικά χημικά, οι υψηλές θερμοκρασίες και δυνάμεις δεν περιλαμβάνονται στις τακτικές των φυσικών οργανισμών με αποτέλεσμα όχι μόνο να μην πιέζουν του μηχανισμούς καθαρισμού του οικοσυστήματος αλλά αντίθετα να δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για τη ζωή. Κατά αντιστοιχία ένα ανθρώπινο σύστημα μπορεί να επωφεληθεί από τακτικές όπως η κατανεμημένη και περιορισμένη επί τόπου κατασκευή ανάλογα με τη ζήτηση των δραστικών ουσιών για το περιορισμό των αναγκών μετακίνησης, αποθήκευσης αλλά και της επικινδυνότητας.

4. Δεν υποβαθμίζουν τους πόρους τους.

Στο φυσικό περιβάλλον η σοφότερη επιλογή για έναν οργανισμό είναι να αποφεύγει την πλήρη απομύζηση της πηγής ενέργειάς του. Τα ίδια οικοσυστήματα διαθέτουν μηχανισμούς που επιτρέπουν στους απαραίτητους πόρους να ανανεωθούν πριν εκλείψουν. Για παράδειγμα στην περίπτωση που ένα κομμάτι της διατροφικής αλυσίδας αρχίζει να μειώνεται, η εξεύρεσή του γίνεται δυσκολότερη καθιστώντας απαραίτητη τη μετακίνηση προς αναζήτηση του. Το γεγονός αυτό προκαλεί την σπατάλη πολύτιμης ενέργειας καθιστώντας πολλές φορές ευκολότερο για ένα ζώο να στραφεί σε κάποια εναλλακτική μέθοδο για να τραφεί μέχρις ότου επέλθει η ανάκαμψη.

Κατ' αντιστοιχία οι κανόνες που απορρέουν από αυτή τη λογική, σύμφωνα με την Janine Benyus , είναι α) αποφυγή της χρήσης μη ανανεώσιμων πόρων γρηγορότερα από ότι είναι δυνατό να αναπτυχθούν υποκατάστατα και, β) αποφυγή χρήσης των ανανεώσιμων πόρων γρηγορότερα από ότι μπορούν να

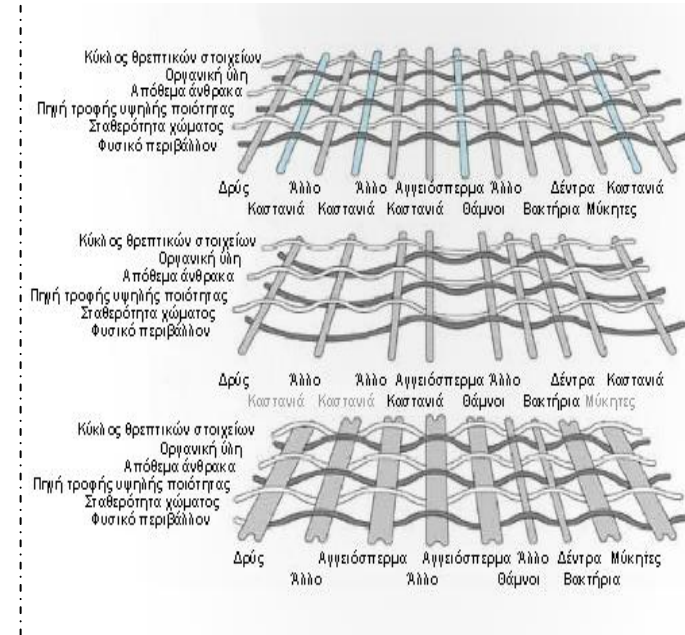
Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

ανανεωθούν. Αν και αυτοί οι όροι φαίνονται ευκολότεροι στην θεωρία παρά στην πράξη, έρευνες προς την κατεύθυνση βίο-πολυμερών, πλαστικών από φυτικές ύλες και βιοκαυσίμων αποδεικνύουν ότι η βούληση φέρνει την τεχνογνωσία και τα σενάρια που αναφέρονται εδώ δεν είναι απομακρυσμένα από την πραγματικότητα. Είναι σημαντική η διαπίστωση που δίνει έμφαση στην ανάγκη προστασίας της **ικανότητας** μιας πηγής να παράγει παρά οτιδήποτε άλλο. Συνδυάζοντας αυτό το σημείο με τον κανόνα για την ανάπτυξη, χτίζουμε όταν υπάρχει πληθώρα πόρων και προσαρμόζουμε την δραστηριότητα στις ανάγκες του παράγοντα με τον χαμηλότερο ρυθμό ανανέωσης.

5. Οι οργανισμοί εξειδικεύονται, κατανέμουν τις εργασίες και συνεργάζονται για πλήρη εκμετάλλευση του τοπικού περιβάλλοντος.

Ακολουθώντας συνεργατικές τακτικές οι οργανισμοί εξαπλώνονται σε όλες τις γωνιές του οικοσυστήματος εκμεταλλευόμενοι κάθε ευκαιρία θρέψης και ανάπτυξης. Δημιουργούν με αυτόν τον τρόπο μία «δυναμική σταθερότητα» όπου έστω κι αν ένας παράγοντας δεν καταφέρει να επιβιώσει, κάποιος άλλος είναι έτοιμος να διατηρήσει την ολότητα του δικτύου. Ακόμη και στις περιπτώσεις ανταγωνιστικής διάθεσης, λαμβάνουν χώρα συμβιβασμοί για την διάθεση της ίδιας θέσης στο σύστημα με αποτέλεσμα την εγγενώς συνεργατική, ειρηνική συνύπαρξη όπως αναφέρει και ο οικολόγος Paul Colinvaux. Επιπλέον έχουμε και περιπτώσεις αλληλοϋποστήριξης και διακανονισμών μεταξύ των ειδών για την εκπόνηση εργασιών που ωφελούν όλες τις πλευρές, διασφαλίζοντας έτσι ένα σύστημα κατά πολύ αποδοτικότερο απ' ό,τι θα ήταν το σύνολο των μονάδων του.

Σε ένα ανθρωπογενές σύστημα αντίστοιχα είναι σημαντική η ύπαρξη διαδικασιών που επαναφέρουν σε χρήση τα προϊόντα που βγαίνουν από τη γραμμή παραγωγής ή τα στοιχεία τους συμπληρώνοντας κενά στον κύκλο παραγωγής και περνώντας από ένα γραμμικό, σε ένα



Το παραπάνω διάγραμμα δείχνει πώς ένα οικοσύστημα ανακάμπτει μετά την καταστροφή ενός από τους παράγοντες που το συνιστούν. Κάποιος άλλος, με παρόμοιες ιδιότητες, επεκτείνεται, αναλαμβάνοντας το ρόλο και διατηρώντας την οικοσυστημική σταθερότητα.

Πηγή: <http://issuu.com/hoknetwork/docs/geniusofbiome>

Βιομημητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



Πιλοτικό πρόγραμμα Design for Disassembly, “Anywhere House”.

Πηγή:
http://www.epa.gov/oswer/docs/iwg/design_for_disassembly.pdf

μοντέλο κλειστού βρόγχου. Σε ένα βιομηχανικό «οικοσύστημα» πολλές φορές επικρατεί μία συνεργασία προ της ανταγωνιστικής φάσης όπου, για παράδειγμα, κατά το σχεδιασμό λαμβάνεται από κοινού μέριμνα μεταξύ εταιρειών για την εύκολη μετέπειτα διαδικασία αποσυναρμολόγησης και επανάχρησης τμημάτων των προϊόντων από οποιαδήποτε από αυτές (Design for Disassembly principle - DfD). Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η σύμπραξη των τριών μεγαλύτερων βιομηχανιών αυτοκινήτου στην Αμερική¹⁶ οι οποίες μετέχοντας σε μεταξύ τους συμφωνίες που θέτουν συγκεκριμένα κατασκευαστικά πρότυπα, μπορούν να επαναχρησιμοποιούν τα εξαρτήματα ανεξαρτήτως προέλευσης. Όσο περισσότεροι βρόγχοι προστίθενται σε ένα σύστημα, τόσο περισσότερο αναγκαία γίνεται η συνεργασία για την εύρυθμη λειτουργία του. Αντίστοιχα σε έναν οικισμό επιθυμητή θα ήταν η ύπαρξη ενός δικτύου, ολοκληρωμένου κατά το δυνατό, που θα ανακυκλώνει τη ροή των πόρων μέσω στενών συνεργατικών διαδικασιών οργανώνοντας το χώρο και τις λειτουργίες. Μία πρωτοβουλία προς αυτή την κατεύθυνση είναι και αυτή της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) των ΗΠΑ, για μία σειρά πιλοτικών προγραμμάτων με σκοπό την εξέταση περιβαλλοντικών ιδεών και στρατηγικών. Το project “Anywhere House”¹⁷ ξεκίνησε το 2004 και απέδειξε ότι οι κατοικίες μπορούν να σχεδιαστούν τόσο για να αντέχουν περισσότερο στο χρόνο όσο και για μελλοντική αποσυναρμολόγηση και επανάχρηση. Η πρότυπη αυτή κατοικία περιελάμβανε χαρακτηριστικά όπως εσωτερικούς τοίχους που μπορούν να αφαιρεθούν και να επανατοποθετηθούν χωρίς να επηρεάσουν τη δομική ακεραιότητα του κτιρίου ή να δημιουργήσουν απορρίμματα και αποσυνδεδεμένα συστήματα κλιματισμού και αερισμού. Επιπλέον υλικά οικολογικής κατασκευής

¹⁶ Chrysler, General Motors, Ford

¹⁷ http://www.epa.gov/oswer/docs/iwg/design_for_disassembly.pdf

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

χρησιμοποιήθηκαν πάλι με τη λογική τόσο της μακροβιότητας όσο και της ανακύκλωσης. Η μέθοδος αυτή έχει εμπνεύσει και άλλα έργα μέχρι σήμερα

6. Θέτουν ως προτεραιότητα την αναβάθμιση του συστήματος ως σύνολο αντί της επένδυσης στην επέκταση

Η αρχή της εγκαθίδρυσης ενός οικοσυστήματος χαρακτηρίζεται από μεγάλες ταχύτητες και ρυθμούς ανάπτυξης. Όσο όμως αυτό ωριμάζει οι ρυθμοί επιβραδύνονται και η βιομάζα κατά το μεγαλύτερο μέρος διατηρείται χωρίς να περνάει από τη διαδικασία σήψης και επανάπτυξης με την ίδια ταχύτητα. Οι οργανισμοί επενδύουν πλέον όχι τόσο στην ποσότητα όσο στην ποιότητα των νέων ατόμων που εισάγονται στο οικοσύστημα έτσι ώστε να εξασφαλίσουν ότι αυτοί θα προσαρμοστούν αποδοτικότερα, επιτυγχάνοντας περισσότερα με λιγότερα μέσα και τελικά αποκτώντας ικανοποιητικές πιθανότητες μακροβιότητας.

Σύμφωνα με τον William Cooper¹⁸ στον κόσμο του αύριο η ανταγωνιστικότητα επαναπροσδιορίζεται με όρους ικανότητας απόδοσης και όχι ταχύτερης δυνατής ανάπτυξης. Για την υποστήριξη των δεσμών αλληλεπίδρασης που αναπτύσσονται σε ένα λειτουργικό μοντέλο που βασίζεται στα οικοσυστήματα είναι απαραίτητη η εισαγωγή σχεδιαστικής δράσης εάν επιθυμείται η συνολική αναβάθμιση του συστήματος. Για παράδειγμα η προτεραιότητα στην κατασκευή κτιρίων ή εγκαταστάσεων που θα έχουν ευεργετική επίδραση στο σύνολο ενός οικισμού (όπως συνέβη στη Masdar City με το ερευνητικό κέντρο)

¹⁸ Βιολόγος με διδακτικό παρελθόν πάνω στις θαλάσσιες επιστήμες και στη μηχανική στατικής, περιβάλλοντος και ορυκτών πόρων, καθώς και έντονη δραστηριότητα στον τομέα της διαχείρισης αποβλήτων και γενικότερα του περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος.

**GROW
BETTER
NOT
BIGGER**

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

και ο καλός σχεδιασμός εξαρχής ενός δικτύου επικοινωνίας και μεταφορών μεταξύ κτιρίων ή γειτονιών προωθεί την μακροπρόθεσμη σταθερότητα του συστήματος.

7. Λειτουργία με άμεσο ηλιακό εισόδημα -Συλλογή και χρήση της ενέργειας αποδοτικά.

Σχεδόν σε κάθε φυσική κοινότητα η λήψη όλης της απαραίτητης γι' αυτήν ενέργειας γίνεται από την συλλογή του ηλιακού φωτός μέσω φωτοσυνθετικών μηχανισμών. Ενώ μόνο ένα ποσοστό ύψους 2% από που φτάνει στον πλανήτη μας χρησιμοποιείται από αυτούς, η εκμετάλλευση του γίνεται σε τέτοιο βαθμό επιτυγχάνοντας εντυπωσιακή απόδοση. Παρατηρώντας τους ηλιακούς συλλέκτες της φύσης διαπιστώνουμε την προσαρμοστικότητα τους μέσω κλίσεων και ευνοϊκών τοποθετήσεων των φυλλωμάτων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή έκθεση στην πηγή ενέργειας. Καθώς η ηλιακή κινητήριος δύναμη παγιδεύεται σε δεσμούς από τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, περνάει μέσω αυτών και σε όλα τα υπόλοιπα έμβια όντα που συνθέτουν το οικοσύστημα σε μία πυραμίδα που σκιαγραφεί την πορεία την ενέργειας μέσα στο σύστημα. Η οικονομία και η οργάνωση των μετακινήσεων και των γενικότερων αναγκών γίνεται με σκοπό τα μέγιστα οφέλη με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό κόστος-τίποτα δεν γίνεται εάν δεν είναι απολύτως απαραίτητο. Οι οργανισμοί έχουν εξελιχθεί έτσι ώστε να δρουν εξυπνότερα και όχι με μεγαλύτερη ένταση. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα οικοσυστήματα λειτουργούν και κατασκευάζουν σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος, χρησιμοποιώντας νερό και διασπώμενες τοξίνες σε αντίθεση με τον άνθρωπο που για τη δημιουργία και διάσπαση των δεσμών καταφεύγει σε υψηλές θερμοκρασίες και δραστικά χημικά. Για παράδειγμα, αν συγκρίνουμε τον ιστό της αράχνης με το χάλυβα, ενώ σε πρώτο επίπεδο μπορεί να φαίνεται εξωπραγματικό σαν εγχείρημα, θα δούμε ότι το πρώτο είναι κατά πολύ ανθεκτικότερο του δεύτερου σε σχέση με την πυκνότητα και το βάρος του. Ο ιστός παρ' όλα αυτά κατασκευάζεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος ενώ το ατσάλι σε κάμνο απαιτώντας πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας.



Πηγή: <http://www.ecofriend.com/future-perfect-using-biomimicry-to-create-sustainable-products.html>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Ενεργώντας με πρότυπο την φυσική προσέγγιση οι οικονομίες θα πρέπει να μάθουν να λειτουργούν με την εκμετάλλευση του τρέχοντος ηλιακού φωτός και όχι με αυτό που παγιδεύτηκε στα σώματα φυτών και ζώων χιλιάδες χρόνια πριν. Τεχνολογίες ήδη υπάρχουν, όπως θα δούμε παρακάτω, ή εμφανίζονται συνεχώς, καθώς το φως, ο άνεμος, οι παλιρροιακές κινήσεις και οι διάφορες μορφές βιοντίζελ όλες υπάγονται στις εξαρτώμενες από την τρέχουσα ηλιακή ενέργεια.

8. Αναζητούν τοπικές πηγές θρεπτικών στοιχείων. Χρησιμοποιούν ότι βρίσκεται σε αφθονία.

Η Dr. Dayna Baumeister, συνιδρυτής του Biomimicry 3.8 επισημαίνει: « Η εξέλιξη είναι μία επιτυχής διαδικασία διότι κάθε οργανισμός αναπτύχθηκε σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο διαμορφώνοντας στρατηγικές επιβίωσης βασιζόμενος σε αυτό. Δεν θα έπρεπε να έχουμε την ίδια απαίτηση από τα κτίρια μας; Από άποψη υλικής και ενεργειακής αποδοτικότητας καθώς και ευημερίας και παραγωγικότητας των ενοίκων, όσο περισσότεροι οι σχεδιαστές είναι συντονισμένοι στις τοπικές συνθήκες τόσο καλύτερα θα λειτουργήσει το εκάστοτε σύστημα». ¹⁹ Τα άτομα που αποτελούν τις συνιστώσες ενός οικοσυστήματος εξελίσσονται βάσει των τοπικών πόρων και γενικότερων συνθηκών αναπτύσσοντας εξειδικευμένες ιδιότητες που ανταποκρίνονται στο άμεσο περιβάλλον τους. Η προμήθεια των απαραίτητων για την επιβίωση συστατικών από την «τοπική αγορά» εξοικονομεί ενέργεια στους οργανισμούς και τους προσφέρει την ευκαιρία να εκμεταλλευτούν στο έπακρο τις δυνατότητές τους. Η παγκοσμιοποίηση της οικονομίας από την άλλη, έχει οδηγήσει τον άνθρωπο στην μία υπερτοπική θεώρηση των πόρων – ένα προϊόν πλέον αντλεί πρώτες ύλες ανεξάρτητα από το μέρος του κόσμου που θα καταναλωθεί. Η λογική αυτή έχει καταλήξει στη διατήρηση ενός ενεργοβόρου συστήματος μεταφορών και συγχρόνως στην απομάκρυνση παραγωγού-καταναλωτή με φυσικό επόμενο την υπερεκμετάλλευση της γης χωρίς συναίσθηση το



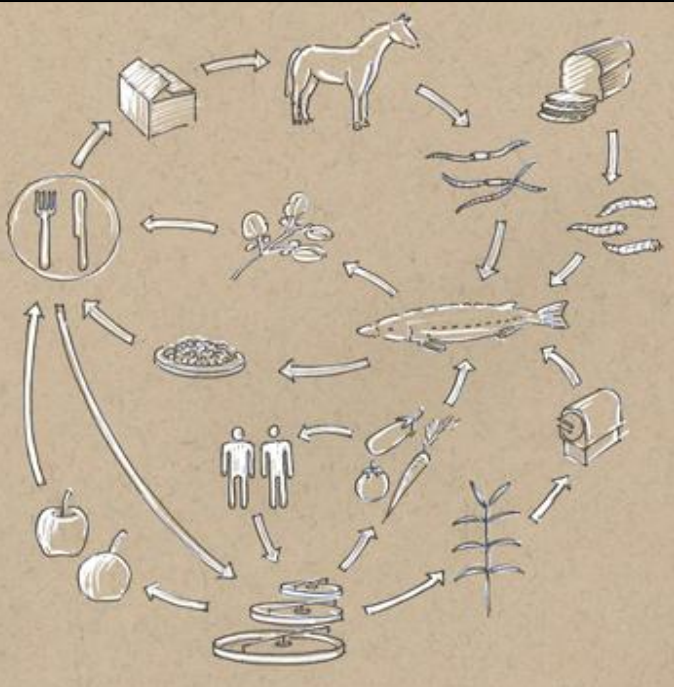
Έκκριση ιστού από τους αδένες της αράχνης.

Πηγή:

<http://www.abovetopsecret.com/forum/thread965916/pg1>

¹⁹ <http://www.hok.com/thought-leadership/natural-inspiration-through-biomimicry>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



Το παραπάνω σχεδιάγραμμα δείχνει τις σχέσεις μεταξύ των παραγόντων που συνιστούν το Cardboard to Caviar Project. (ABLE). Ο βασικός κύκλος διαδικασιών είναι: οι χαρτόκουτες που απορρίπτει το εστιατόριο σε γειτονική χωματερή, κομματιάζονται και χρησιμοποιούνται στο στάβλισμα αλόγων. Όταν απορριφθούν και από εκεί γίνονται περιβάλλον για την ανάπτυξη σκουληκιών που θρέφουν ψάρια για παραγωγή χαβιαριού. Το χαβιάρι έπειτα πωλείται και πάλι στο εστιατόριο. Πάνω σε αυτό τον κύριο κύκλο προστίθενται και άλλες διαδικασίες για να κλείσουν άλλους μικρότερους εξασφαλίζοντας ότι τίποτα δεν καταλήγει ως απόβλητο. Η ανθρώπινη εργασία είναι πολύ σημαντικός παράγοντας καθώς το έργο λειτουργεί και ως πρόγραμμα επανένταξης ανθρώπων με εξαρτήσεις.

περιβαλλοντικού κόστους. Για να προσομοιάσουμε στις φυσικές πρακτικές θα πρέπει να προσπαθήσουμε να αναπροσαρμόσουμε τις ανάγκες μας στο τοπικό μας περιβάλλον εκμεταλλευόμενοι μία ακτίνα όσο το δυνατόν περιορισμένη και να αναβιώσουμε γνώσεις που παλαιότερα ήταν κομμάτι του ντόπιου πληθυσμού. Ήδη εξαπλώνονται δειλά τάσεις που έχουν να κάνουν με ένα καταναλωτικό μοντέλο που ενισχύει την τοπική παραγωγή και μία οικονομία αντίστοιχα που λειτουργεί φιλικά προς αυτή.

Μία «παραλλαγή» της αρχής χρήσης τοπικών πόρων είναι η χρήση γενικώς των παραγόντων ή υλικών που βρίσκονται σε αφθονία. Στη φύση η ύπαρξη οποιασδήποτε ευκαιρίας συνοδεύεται από την εμφάνιση ενός αντίστοιχου οργανισμού που θα την εκμεταλλευτεί ή από την τροποποίηση-εξέλιξη του συστήματος έτσι ώστε να μπορέσει να καλύψει το κενό. Η μεταφορά αυτής της λογικής στην αρχιτεκτονική παρουσιάζει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον τόσο σε κτιριακό όσο και σε οικιστικό επίπεδο καθώς η οργάνωση για την χρήση πόρων αλλά πολλές φορές και υλικών απορριμμάτων μπορεί να καταλήξει σε αξιολογα αποτελέσματα. Ένα δείγμα είναι το ABLE project, που αναφέραμε και παραπάνω, το οποίο χρησιμοποίησε μια φαινομενικά άχρηστη πρώτη ύλη όπως το χαρτόνι, που υπήρχε άφθονο ως απόρριμμα στην περιοχή για να δημιουργήσει ένα προϊόν αξίας όπως είναι το χαβιάρι μέσω μιας σειράς αλληλένδετων διαδικασιών. Μία παραλλαγή αυτού του συστήματος αποτελεί το επόμενο εγχείρημα.

The Mobius Project

Συνδυάζοντας την πλειονότητα των παραπάνω αρχών, η συγκεκριμένη μελέτη των Exploration επιχειρεί να αναδείξει έναν από τους τρόπους που η οικοσυστημική λογική μπορεί να γίνει πράξη και να ενσωματωθεί σε πολλές υπάρχουσες αστικές περιοχές ή νέες, βιώσιμες σχεδιαστικές μελέτες. Διαφοροποιημένος από το μοντέλο του 20^{ου} αιώνα που θέλει τις

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

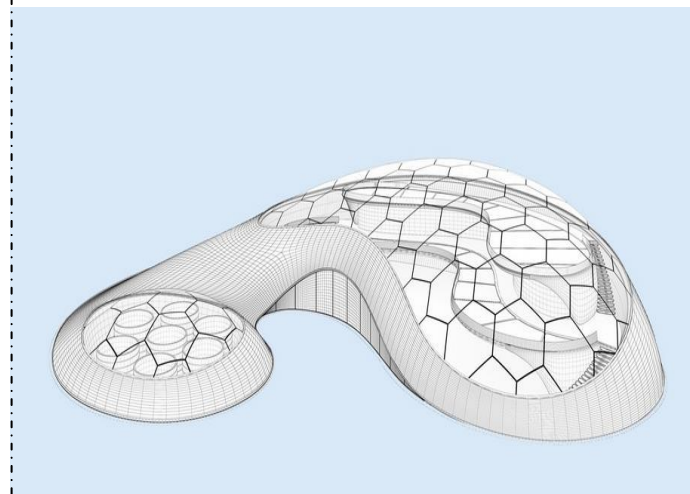
εγκαταστάσεις υποδομής να είναι διαχωρισμένες σε μονολειτουργικά συστήματα μεγάλης κλίμακας, αυτός ο σχεδιασμός περιλαμβάνει την συγκέντρωση και συνεργασία των παραγωγικών διαδικασιών επιτρέποντας τη σύνδεση πόρων και προϊόντων με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργείται ένας κλειστός βρόγχος. Το έργο περιλαμβάνει:

- Παραγωγικό θερμοκήπιο, για την ανάπτυξη καλλιεργειών που δεν θα ευδοκίμουν στο εξωτερικό περιβάλλον
- Εστιατόριο όπου σερβίρεται εποχιακό φαγητό παρεχόμενο από το θερμοκήπιο και τις γύρω περιοχές
- Ιχθυοτροφείο για την εκτροφή ποικιλίας βρώσιμων ψαριών
- Αγορά τροφίμων
- Σύστημα κομποστοποίησης με σκώληκες
- Καλλιέργεια μανιταριών με τη χρήση απορριμμάτων κόκκου καφέ
- Αναερόβιο κομποστοποιητή και σύστημα θέρμανσης με βιομάζα
- Σύστημα επεξεργασίας υγρών λυμάτων “Eco-Machine”, όπως αυτό εφευρέθηκε από τον John Todd²⁰
- Τεχνητός σχηματισμός ασβεστόλιθου από απόβλητο διοξείδιο του άνθρακα με χρήση τεχνολογίας επιταχυνόμενης ενανθράκωσης²¹

Αυτές οι συνιστώσες δημιουργούν τρεις βασικούς κύκλους, παραγωγής τροφής, παραγωγής ενέργειας και επεξεργασίας υγρών αποβλήτων. Οι περισσότεροι παράγοντες του συστήματος είναι τεχνολογίες που έχουν ήδη ερευνηθεί στο παρελθόν²² όμως δεν είχαν βρεθεί

²⁰ <http://www.toddecological.com/eco-machines/>

²¹ Τεχνολογία που αναπτύχθηκε από την Carbon8 και βρίσκεται σε εξέλιξη
<http://www.c8s.co.uk/technology.php>



Πηγή: The Mobius Project, Exploration Architects
<http://www.exploration-architecture.com/projects/the-mobius-project>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



συγκεντρωμένες και ενσωματωμένες σε συνεργατικούς βρόγχους διεργασιών. Το κτίριο διαχειρίζεται μεγάλο τμήμα των βιοδιασπώμενων αποβλήτων από γειτονική αστική περιοχή χρησιμοποιώντας μεθόδους κομποστοποίησης και αναερόβιας χώνεψης. Το μεθάνιο που προκύπτει από αυτή τη διαδικασία χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας προς όφελος του θερμοκηπίου, ενώ κάποια των καπναερίων δεσμεύονται μέσω της επιταχυνόμενης ενανθράκωσης για να μετατραπούν σε οικοδομικό υλικό. Το εστιατόριο, εκτός του ότι προμηθεύεται φρούτα, λαχανικά και ψάρια από το θερμοκήπιο, γεγονός που μειώνει σημαντικά την ανάγκη σε τρόφιμα, λειτουργεί με σχεδόν μηδενική παραγωγή αποβλήτων καθώς τα υπολείμματα μπορούν να γίνουν τροφή για τα ψάρια ή να κομποστοποιηθούν. Τα στερεά από τη διαχείριση του νερού προωθούνται στους αναερόβιους χωνευτήρες ενώ το εναπομείναν νερό μπορεί να λάβει επεξεργασία για να χρησιμοποιηθεί είτε ως πόσιμο στην τοπική κοινότητα είτε να τροφοδοτήσει τα συστήματα υγιεινής. Ένα τμήμα των λιπαντικών ουσιών που προκύπτουν από τις ποικίλες μορφές επεξεργασίας των αποβλήτων μπορούν να διατεθούν στο θερμοκήπιο και το σημαντικό πλεόνασμα να προωθηθεί για την αποκατάσταση εγκαταλελειμμένων εκτάσεων στα προάστια της πόλης.

Παρά τους περιορισμούς οικονομικής βιωσιμότητας και τεχνικής λειτουργικότητας που μπορεί να προκύπτουν σε κάποιους από τις συνιστώσες αυτού του εγχειρήματος, το Mobius Project αναδεικνύει τις υπάρχουσες προοπτικές τέτοιων μελετών, να μετατρέψουν το προβληματικό παράδειγμα μεταβολισμού των σημερινών πόλεων σε ένα σύστημα αστικής αειφορίας. Επιπλέον, από κοινωνικής άποψης, το συγκεκριμένο έργο θα μπορούσε να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο στην δημιουργία αισθήματος κοινότητας και επανασύνδεσης με την τροφή, ενώ συγχρόνως ανταποκρίνεται σε πολλές από τις απαιτήσεις των έργων υποδομής αειφόρου διαβίωσης στις αστικές περιοχές. Έτσι μπορεί στο μέλλον να δούμε την εμφάνιση τέτοιων

²² Εστιατόριο De Kas, Gert Jan Hageman/The Able Project, Graham Wiles of GBN/Eco Rainforest/Eco-Machine, John Todd

Βιομημητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

συστημάτων και κτιριακών συγκροτημάτων στην πολεοδομική οργάνωση των γειτονιών μιας υπάρχουσας πόλης ή ακόμη και στην διαμόρφωση ενός οικισμού εάν αλλάξουμε την κλίμακα.

Τέλος, θα πρέπει να αποσαφηνιστεί ότι παρότι πολλοί από τους μεμονωμένους παράγοντες σε τέτοιου είδους βιομημητικές πρακτικές μπορούν να κατηγοριοποιηθούν καλύτερα ως παραδείγματα βιο-χρήσης - με την έννοια της άμεσης χρήσης βιολογικών οργανισμών ή λειτουργιών - , ο τρόπος με τον οποίο αυτοί σκοπίμως συγκεντρώνονται σε ένα συνεργατικό σύστημα είναι αναμφίβολα βιομημητικός.²³

9. Λειτουργούν βάσει πληροφοριών. Προσαρμόζονται στη συνεχή αλλαγή.

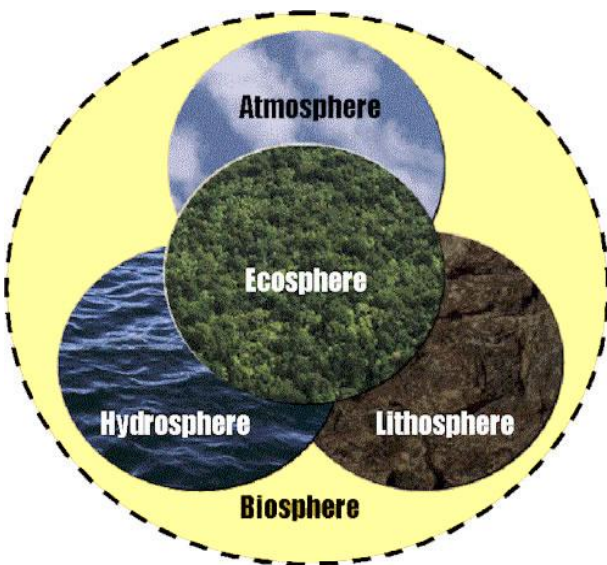
Οι οργανισμοί, καθώς περιβάλλονται και εξαρτώνται από πάρα πολλούς παράγοντες, οφείλουν ,για την επιβίωσή τους, να αναπτύξουν σαφείς τρόπους να επικοινωνήσουν τις προθέσεις τους και γενικώς να αλληλεπιδράσουν με τα γειτονικά τους όντα. Αυτοσκοπός των ώριμων οικοσυστημάτων είναι η διατήρηση της ταυτότητάς ανεξαρτήτως των συνθηκών, έτσι ώστε να καταφέρουν να διατηρήσουν και να εξελίσουν την ύπαρξή τους σε ένα μέρος. Κατάρρευση του συστήματος επέρχεται όταν ένα είδος αγνοεί τα ανησυχητικά μηνύματα που του στέλνει το φυσικό περιβάλλον-όπως είναι οι αναπαραγωγικές ανωμαλίες, οι δραστικές καιρικές αλλαγές, οι εξαφανίσεις άλλων ειδών. Κρίνεται απαραίτητο το ανθρώπινο γένος να καθιερώσει συνδέσμους ανατροφοδότησης εσωτερικά των επιχειρήσεων, μεταξύ αυτών αλλά και ανάμεσα σε αυτές και το περιβάλλον έτσι ώστε να παρακολουθείται συνεχώς το αντίκτυπο των ανθρώπινων ενεργειών και να ρυθμίζονται ανάλογα οι άξονες δράσεις. Επιπλέον, ως μοχλός πίεσης για πράσινη αντιμετώπιση των προβλημάτων, θα μπορούσε να λειτουργήσει η κατάλληλη νομοθεσία που θα καθιστά την οικολογική συγχρόνως και οικονομικότερη λύση. Οι καταναλωτές επίσης ως άτομα έχουμε να διαδραματίσουμε ένα ρόλο μέσω της ζήτησης επικυρωμένα οικολογικών προϊόντων



Living machines ή Eco-machines: ένα σύστημα επεξεργασίας λυμάτων με χρήση διάφορων φυτών και μικροοργανισμών του John Todd. Μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στο Mobius Project.

Πηγή: <http://www.toddecological.com/eco-machines/>

²³ <http://www.exploration-architecture.com/projects/the-mobius-project>



Πηγή:

http://astro.hopkinsschools.org/course_documents/earth_moon/earth/earth_science/biosphere/biosphere.htm

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

που θα τα καθιερώσουν ως συμφέρουσα επένδυση. Σε επίπεδο κτιρίου οι κατασκευές θα πρέπει να διαβάζουν όσο είναι δυνατόν το εξωτερικό περιβάλλον και να ανταποκρίνονται στις αλλαγές (πχ: κελύφη που ανταποκρίνονται στις αλλαγές της θερμοκρασίας και της υγρασίας ρυθμίζοντας αντίστοιχα τις εσωτερικές συνθήκες, «έξυπνα» υλικά κλπ)

10. Παραμένουν σε ισορροπία με τη βιόσφαιρα. Είναι στενά αλληλένδετα και συμβιωτικά.

Η βιόσφαιρα (αέρας, γη, νερό), όπως έχει επαναληφθεί, αποτελεί ένα κλειστό κύκλωμα όπου όλα τα βιοχημικά στοιχεία παρά την κυκλοφορία τους μέσω των βιολογικών διεργασιών, στη συνολική τους ποσότητα παραμένουν σταθερά. Ότι εξορύσσεται από τα φυσικά αποθέματα επιστρέφει με διάφορους τρόπους κ πάλι στο περιβάλλον, ενώ και τα αέρια της ατμόσφαιρας παραμένουν σε μία δυναμική μεν ισορροπία δε. Ο ανθρώπινος παράγοντας όμως ήρθε να διαταράξει αυτή τη σταθερότητα προκαλώντας αλλαγές που η πολυπλοκότητα του οικοσυστήματος γη δεν μας επιτρέπει ούτε να υπολογίσουμε επακριβώς αλλά ούτε και να προβλέψουμε. Η στενή παρατήρηση του πλανήτη μας σε συνδυασμό με προσπάθειες αντιστροφής των φαινομένων διαταραχής που έχουμε προκαλέσει είναι η καλύτερη δυνατή πιθανότητα επιβίωσης που διακρίνεται αυτή τη στιγμή για το ανθρώπινο είδος. Η κατασκευή, λοιπόν δεν θα πρέπει να παρεμποδίζει τις φυσικές διεργασίες (όπως επιδιώκει για παράδειγμα η πόλη της Lavasa στην Ινδία) αλλά ούτε και να παρεμβαίνει δυναμικά στους κύκλους στοιχείων και υλικών.

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

2.2. Διαχείριση νερού

Συμβατική προσέγγιση:

Ένα από τα μεγάλα προβλήματα που ενδέχεται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα στο προσεχές μέλλον είναι αυτό της λειψυδρίας καθώς οι απαιτήσεις σε άρδευση και η εκτεταμένη χρήση των χημικών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων από την υπερεκμετάλλευση της γης έχει οδηγήσει σε φαινόμενα όπως τη μόλυνση, την αλάτωση και την ταχύτατη αφαίμαξη των υδροφόρων οριζόντων. Αν σε όλα αυτά προσθέσουμε και τις σημαντικές κλιματικές αλλαγές που προκαλούν έντονα φαινόμενα ξηρασίας ή μη διαχειρίσιμης βροχόπτωσης είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς τη σημασία του σχεδιασμού γύρω από το αγαθό του νερού.

Ιδιαίτερα γύρω από το ζήτημα του βρόχινου νερού η συμβατική μέθοδος συνήθως συμπεριλαμβάνει την συλλογή και προώθηση του μέσω υδρορροών και δίκτυα σωλήνων σε ποταμούς, στη θάλασσα ή σε κάποιο σημείο επεξεργασίας αποβλήτων. Το σύστημα αυτό είναι επιρρεπές σε πλημμύρες, φθορά των φυσικών καναλιών ή των αστικών υποδομών, επιβάρυνση ακτών και διαφυγή σε πολλές περιπτώσεις ενός πολύτιμου και σπάνιου πόρου.

Βιομιμητική προσέγγιση:

Η αναζήτηση λύσεων στο φυσικό περιβάλλον έχει να επιδείξει πολλά παραδείγματα οργανισμών που έχουν προσαρμοστεί σε συνθήκες έντονης έλλειψης ύδατος αναπτύσσοντας μηχανισμούς μείωσης της απώλειας νερού, αποθήκευσης αλλά και συλλογής του από την ατμόσφαιρα. Οργανισμοί όπως κάποια είδη πτηνών και κάκτων σε ερημικά κλίματα χρησιμοποιούν αδιαφανείς ή ανακλαστικές επιφάνειες για να αποφύγουν τη θερμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που θα προκαλέσει εξάτμιση της υγρασίας του σώματος. Η μετάφραση αυτής της τεχνολογίας στο κατασκευαστικό ανάλογο θα μπορούσε να αποδώσει πολυλειτουργικά κτίρια και χώρους που προσφέρουν σκιά, εμποδίζουν την εξάτμιση από το έδαφος και



Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



πιθανότατα λειτουργούν και ως συλλέκτες νερού. Από κάποια άλλα φυτικά είδη που αποθηκεύουν υγρά στο σώμα ή τις ρίζες τους (κάκτος, elephant's foot) θα μπορούσαμε να επωφεληθούμε με επεκτάσιμους αποθηκευτικούς χώρους-κυρίως σε απομακρυσμένες περιοχές- για την εκμετάλλευση των λιγοστών σε αριθμό αλλά έντονων ξαφνικών βροχοπτώσεων που συχνά συναντάμε σε θερμά και ξηρά κλίματα. Σε τοποθεσίες αντίστοιχα όπου συναντούμε το νερό σε υπεραφθονία, η μελέτη οικοσυστημάτων όπως αυτά των τερφώνων ή περιοχών της Ινδίας όπως η Lavasa, μπορεί να εμπνεύσει αρχιτεκτονικές μορφές που εντείνουν την εξάτμιση προωθώντας τον κύκλο του νερού στο τοπικό φυσικό περιβάλλον και οργανώνουν ένα μοντέλο διαχείρισης των πλημμύρων. Παρακάτω θα εξετάσουμε εκτενέστερα τις δεξιότητες που έχει αναπτύξει ένας συγκεκριμένος οργανισμός στη συλλογή νερού με ποικίλες εφαρμογές στην μεταφορά τους στις ανθρώπινες κατασκευές.

The Namibian fog-basking beetle

Το Ναμιμπιανό σκαθάρι ζει σε μία από τις ξηρότερες ερήμους του κόσμου στη νοτιοδυτική αφρικανική ακτή και παρόλα αυτά, έχει να επιδείξει μία αξιοσημείωτη προσαρμογή σε ένα τόσο περιορισμένων πόρων περιβάλλον, καταφέροντας να συλλέγει καθαρό νερό με τον δικό του μοναδικό τρόπο. Η έρημος Namib χαρακτηρίζεται από υψηλές θερμοκρασίες, δυνατούς ανέμους και αμελητέες βροχοπτώσεις - γνωρίζει ωστόσο νυκτερινές και πολύ πρωινές ομίχλες προερχόμενες από τον Ατλαντικό ωκεανό. Τα σταγονίδια της ομίχλης είναι τόσο μικρά (μικρότερα από την ανθρώπινη τρίχα), που εύκολα μπορούν να παρασυρθούν από τον καυτό αέρα της ερήμου. Για να καταφέρει ο συγκεκριμένος οργανισμός αυτό που φαντάζει ακατόρθωτο, σκαρφαλώνει τη νύχτα στις κορυφές των αμμόλοφων ακτινοβολώντας θερμότητα εξαιτίας της ματ μαύρης επιφάνειάς του, καταφέροντας έτσι να αποκτήσει θερμοκρασία ελαφρώς μικρότερη από το περιβάλλον του. Με αυτό τον τρόπο σταγόνες νερού αρχίζουν να σχηματίζονται στην ειδικά διαμορφωμένη ράχη του, η οποία είναι γεμάτη μικρά υδρόφιλα εξογκώματα. Το γεγονός αυτό, σε συνεργασία με την ιδιαίτερα υδρόφοβη επιφάνεια που τα περιβάλλει, βοηθάει τους μικροσκοπικούς αυτούς σχηματισμούς να έλξουν τα σταγονίδια σχηματίζοντας σιγά- σιγά όλο και μεγαλύτερες σταγόνες.

Πηγή:

<http://www.animalsanimals.com/results.asp?image=INS%20030BA015%2001>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Ο συνδυασμός αυτός δίνει ιδιαίτερη κινητικότητα στα σφαιρίδια που δημιουργούνται επιτρέποντας στο σκαθάρι να συλλέξει νερό ακόμη και όταν η υγρασία είναι χαμηλή. Καθώς έχει σηκωμένο το πίσω μέρος του σώματός του, όταν οι σταγόνες φτάσουν στο κατάλληλο μέγεθος, το βάρος τους υπερβαίνει τις δυνάμεις έλξης που τις κρατούν πάνω στα εξογκώματα καταλήγοντας έτσι, με το συντονισμό της βοήθειας του ανέμου, του υδρόφобου τμήματος του κελύφους και της κλίσης του σώματος, αναπόφευκτα στο στόμα του οργανισμού.²⁴ Το αξιοθαύμαστο έντομο έχει αποτελέσει αντικείμενο εκτενούς μελέτης ενώ έχει εμπνεύσει αρκετά αρχιτεκτονικά έργα και προϊόντα ένα από τα οποία είναι και το παρακάτω.²⁵

■ The Seawater Greenhouse²⁶

Το Seawater Greenhouse αποτελεί μία εφεύρεση σχεδιασμένη από τον Charlie Paton, η οποία χρησιμοποιεί την εξάτμιση του θαλασσινού νερού στο μπροστινό τμήμα του κελύφους για τη δημιουργία ενός δροσερού και υγρού περιβάλλοντος ανάπτυξης καλλιεργειών σε ξηρές περιοχές. Τα φυτά στο εσωτερικό επωφελούνται από τις χαμηλότερες θερμοκρασίες ενώ τα υψηλά ποσοστά υγρασίας οδηγούν σε πολύ χαμηλότερους ρυθμούς διαπνοής με αποτέλεσμα οι απαιτήσεις άρδευσης να μειώνονται ιδιαίτερα. Η ροή του αέρα οφείλεται κατά κύριο λόγο στον άνεμο ενώ στο πίσω μέρος του θερμοκηπίου ένας δεύτερος

²⁴ http://www.asknature.org/strategy/dc2127c6d0008a6c7748e4e4474e7aa1#.U_XPC_I_uSr

²⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=fqdVdHd26pk>

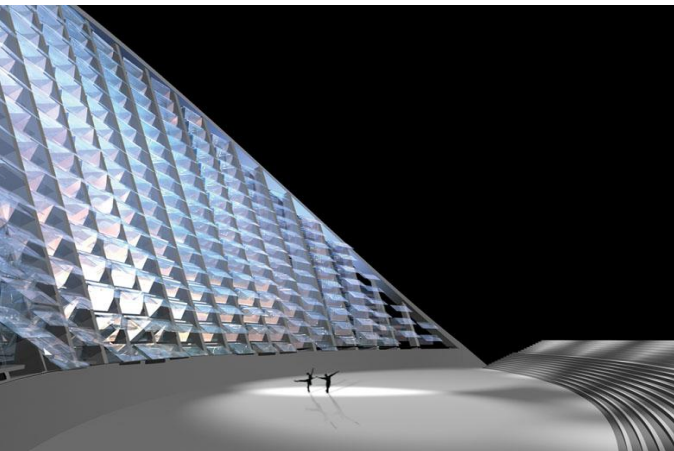
²⁶ Project που εμπνέονται από την συγκεκριμένη τεχνολογία: Teatro del Agua, Las Palmas, Gran Canaria – Grimshaw & Partners + Exploration/ The Eden Project, Cornwall, UK - Grimshaw & Partners/ Seawater Greenhouse Australia, Sundrop Farms Pty Ltd/ Seawater Greenhouse Oman, collaboration with Sultan Qaboos University/ Seawater Greenhouse Al-Aryam Island, Abu Dhabi, UAE/ The Seawater Greenhouse for Arid Lands (pilot) project in Tenerife, Canary Islands



The Namibian fog-basking beetle, σκίτσο από τον Michael Pawlyn

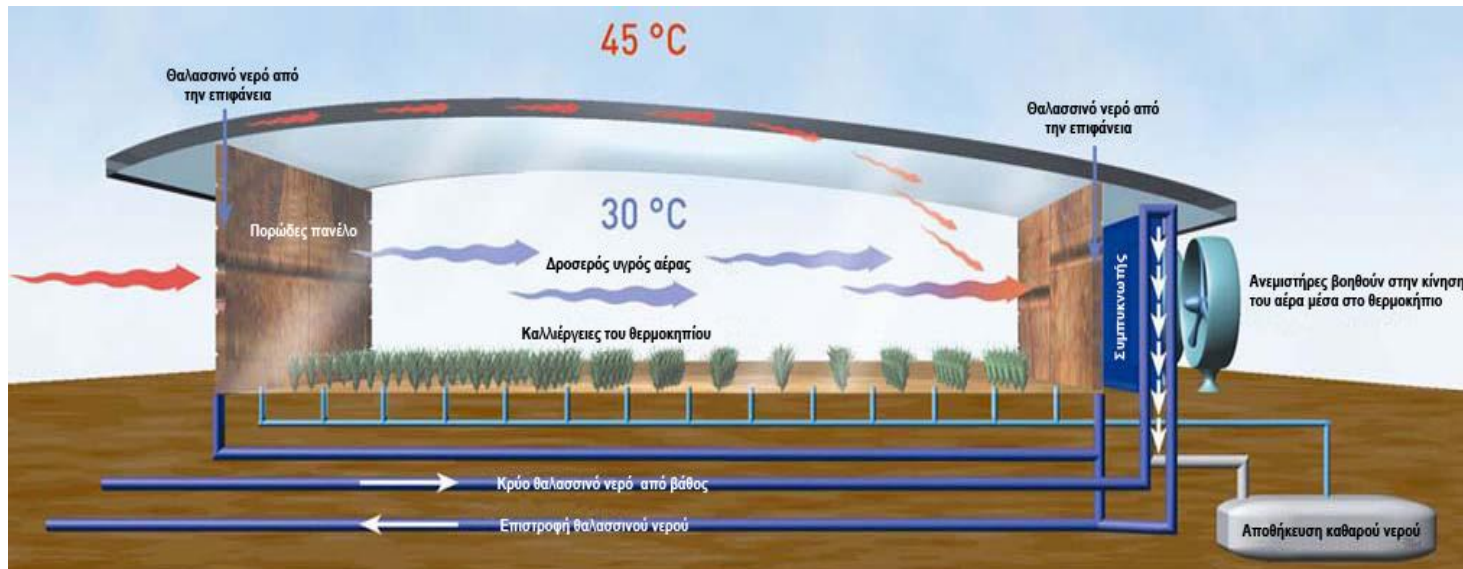
Πηγή: The Architectural Review
<http://vimeo.com/35889637>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



ατμοποιητής, τροφοδοτούμενος με ζεστό θαλασσινό νερό προερχόμενο από μαύρες σωλήνες στην οροφή, αυξάνει τη θερμοκρασία και την υγρασία του αέρα σε αυτό το σημείο. Έπειτα, αυτός ο ζεστός, κορεσμένος αέρας περνάει από μία σειρά από κατακόρυφες σωλήνες πολυθενίου, με δράση ανάλογη με αυτή του κελύφους του Ναμμπιανού σκαθαριού, στις οποίες παρέχεται κρύο θαλασσινό νερό από το κάτω μέρος των μπροστινών ατμοποιητών. Οι σταγόνες νερού που δημιουργούνται στην επιφάνεια των σωλήνων, συγκεντρώνονται τελικά σε μία δεξαμενή για να προμηθεύσουν το απαραίτητο νερό για την άρδευση των καλλιεργειών. Το κτίριο επί της ουσίας μιμείται και ενισχύει τις συνθήκες υπό τις οποίες το σκαθάρι μαζεύει νερό: η εξάτμιση του θαλασσινού νερού αυξάνεται σε ένταση για την επίτευξη μεγαλύτερων ποσοστών υγρασίας και έπειτα για την ενίσχυση του ρυθμού συμπύκνωσης χρησιμοποιείται μία εκτεταμένη επιφάνεια αυτής της βιομιμητικής τεχνολογίας. Η αφαλάτωση του νερού γίνεται μόλις με τη χρήση του ήλιου, του ανέμου και μίας μικρής ποσότητας ενέργειας άντλησης σε αντίθεση με συμβατικές τεχνικές που απαιτούν ορυκτά καύσιμα για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και τον εμπλουτισμό με διοξείδιο του άνθρακα, πετυχαίνοντας αντίστοιχη απόδοση. Στα πλεονεκτήματα αυτής της εφεύρεσης συγκαταλέγεται το γεγονός ότι το νερό που παράγεται είναι καθαρό δίχως την ανάγκη χημικής επεξεργασίας, οι ατμοποιητές έχουν βιοκτόνα και ανασχετική επίδραση επί της ροής του αέρα μειώνοντας έως και εξαλείφοντας την ανάγκη χρήσης εντομοκτόνων, ενώ το αλάτι και άλλα μεταλλικά στοιχεία που παράγονται κατά τη διαδικασία μπορούν να πωληθούν ή να χρησιμοποιηθούν ως ύλες λίπανσης των καλλιεργειών. Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή δίνει τη δυνατότητα αξιοποίησης και αποκατάστασης γης που διαφορετικά θα ήταν ακατάλληλη για τέτοιου είδους χρήση ενώ η εμπορική απόδοση σε συνδυασμό με την μειωμένη ανάγκη εξόδων κεφαλαίου και λειτουργίας αποτελούν σημαντικά οικονομικά κίνητρα. Σε επίπεδο τοπικής οικονομίας, η εκτεταμένη χρήση του Seawater Greenhouse μπορεί να συμβάλλει στον περιορισμό των εισαγωγών γεωργικών προϊόντων σε άνυδρες

Βιομημητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



Η διαδικασία λειτουργίας του Seawater Greenhouse.

Πηγή: <http://www.seawatergreenhouse.com/>





Συμβατικός μονοποικιλιακός τρόπος καλλιέργειας

Πηγή: <http://www.smallfootprintfamily.com/13-ways-to-create-a-sustainable-food-system>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

περιοχές συνεισφέροντας συγχρόνως στην τοπική 'πράσινη' απασχόληση.²⁷ Παραδοσιακά η αφαλάτωση του νερού θεωρείται μία ενεργοβόρα και κατ' επέκταση ακριβή διαδικασία με πιθανές επιπτώσεις στην θαλάσσια ζωή όταν μιλάμε για εγκαταστάσεις μεγάλης κλίμακας. Το seawater greenhouse λειτουργεί χωρίς την ανάγκη ορυκτών καυσίμων για την διατήρηση της θερμοκρασίας του αφαιρώντας έτσι κόστος οικονομικό και περιβαλλοντικό. Μία πιο εντατική χρήση του θα ήταν πολύ αποδοτικότερη εάν γινόταν σε συνεργασία με άλλου είδους εγκαταστάσεις που απορρίπτουν θερμότητα ευεργετική για το θερμοκήπιο και την εξάτμιση.

2.3. Διαχείριση Γης

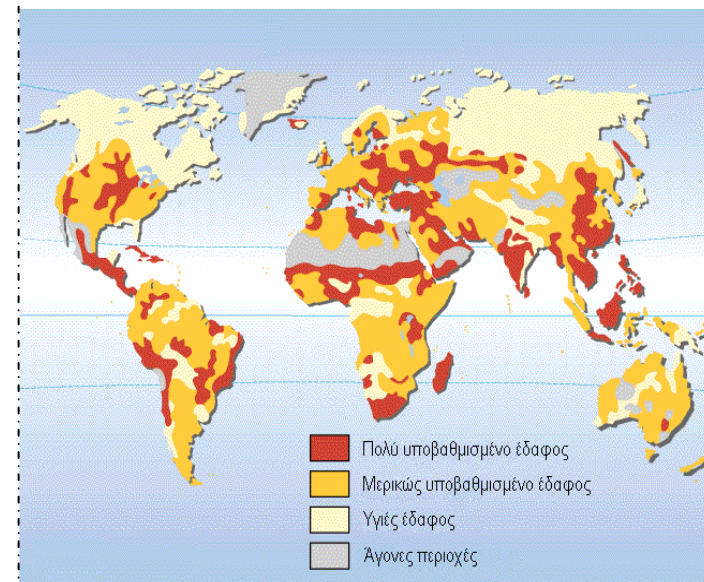
Η σημασία της γεωργίας για την επιβίωση και ευημερία του ανθρώπου είναι ένα μάλλον αδιαμφισβήτητο δεδομένο. Στην Ελλάδα η καλλιέργεια έχει υπάρξει για αιώνες ένας πολυποίκιλος και κρίσιμος τομέας ανάπτυξης καθώς τα εύφορα, αν και περιορισμένα εδάφη της, έχουν αξιοποιηθεί στο έπακρο. Το ερώτημα σε αυτή την περίπτωση έγκειται στο πώς θα διατηρήσουμε υψηλή την παραγωγικότητα των εδαφών της γης δίχως την παρατήρηση μιας συνεχούς, και συχνά μη αναστρέψιμης, υποβάθμισης της θρεπτικής αξίας του χώματος. Προσπαθώντας να το απαντήσουμε θα δούμε ότι οι λύσεις που προκύπτουν μπορούν να έχουν ένα ενεργό μέρος στον σχεδιασμό και την οργάνωση ενός οικισμού, διευκολύνοντας τον αγροτικό πληθυσμό, γεφυρώνοντας τη σχέση παραγωγικής γης-καταναλωτή και προσφέροντας ένα αναβαθμισμένο περιβάλλον διαβίωσης.

Συμβατική προσέγγιση:

²⁷ <http://www.seawatergreenhouse.com/process.html>

Βιομημητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Η όλο και πιο επιτακτική ανάγκη, λόγω πληθυσμού, για συνεχώς αυξανόμενη απόδοση των καλλιεργειών έχει δημιουργήσει ένα πρότυπο γεωργίας πλήρως εξαρτώμενο από την ανθρώπινη εργασία. Η εντατικοποίηση και η εστίαση στις μονοποικιλιακές αγροτικές επιλογές, κατέστησε τα βασισμένα στα πετροχημικά λιπάσματα και εντομοκτόνα ως αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας, ενώ συγχρόνως αφαίρεσε τις εγγενείς άμυνες της που στηρίζονται κυρίως στην γενετική πολυμορφία. Η προτίμηση στα μονοετή φυτά καθώς απαιτεί την ετήσια ανθρώπινη επέμβαση για όργωση του εδάφους, εξασθενεί όλο και περισσότερο το χώμα εξαφανίζοντας στοιχεία που βοηθούν στην εισχώρηση και συγκράτηση του νερού. Η αλλαγή αυτή στη σύσταση του, το κάνει είτε πολύ ξηρό και επιρρεπές στην απομάκρυνση του μέσω του ανέμου, είτε αδιαπέραστο με αποτέλεσμα να αποτυγχάνει να ξεδιψάσει τις ρίζες ενώ το ανώτατο στρώμα παρασύρεται τελικά στη θάλασσα. Η διαδικασίες αυτές έχουν μειώσει το γόνιμο κομμάτι του φλοιού της γη σε βαθμό που πολλές φορές η όργωση να προκαλεί μίξη του ανώτατου στρώματος με το υπέδαφος που δεν έχει την αντίστοιχη οργανικά πλούσια ιστορία. Εάν σε αυτά προσθέσουμε το γεγονός ότι η ανάκαμψη αυτής της σύστασης κρίνεται σχεδόν αδύνατη, καθώς είναι δύσκολη και εξαιρετικά χρονοβόρα διαδικασία, εύκολα μπορούμε να διακρίνουμε το αδιέξοδο στο οποίο κατευθυνόμαστε. Οι αγρότες σιγά-σιγά εγκαταλείπουν ολοκληρωτικά παραδοσιακές τακτικές όπως η εναλλαγή των καλλιεργειών, η λίπανση με ζωική κοπριά, η ποικιλία ειδών για την περίπτωση αποτυχίας ενός από αυτά, η φύλαξη σπόρων για την επόμενη σπορά. Οι επενδύσεις πλέον γίνονται σε υβριδικά υπερ-είδη ετήσιας συγκομιδής- που αποτελούν σταθερή οικονομική επιβάρυνση κάθε χρόνο-, σε συνεχώς αυξανόμενες ποσότητες πετρελαιοεξαρτώμενων προϊόντων και σε μηχανήματα που αυξάνουν το αγροτικό χρέος συνθέτοντας έτσι την εικόνα ενός συστήματος που μιμείται την βιομηχανία και όχι τη φύση.



Ο βαθμός υποβάθμισης του εδάφους στις διάφορες περιοχές της γης

Πηγή: <http://takvera.blogspot.gr/2013/06/soil-carbon-sequestration-limited-in.html>
<http://farmerscrub.blogspot.gr/>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Βιομιμητική προσέγγιση:

«Εάν κοιτάξουμε γύρω μας θα δούμε ότι, επί της ουσίας, όλα τα φυσικά οικοσυστήματα είναι πολύ-ποικιλιακά αποτελούμενα από πολυετή είδη-αυτή είναι και η οδηγία της φύσης».²⁸ Ο Wes Jackson είναι ιδρυτής και πρόεδρος του Land Institute, ενός μη κερδοσκοπικού, ερευνητικού και εκπαιδευτικού κέντρου οργάνωσης δράσεων με στόχο την ανάπτυξη ενός γεωργικού συστήματος με την οικολογική σταθερότητα του λιβαδιού και απόδοση καρπών συγκρίσιμη με αυτή των ετήσιων καλλιεργειών που κυριαρχούν αυτή τη στιγμή.²⁹ Παρατηρώντας ένα λιβάδι λοιπόν διακρίνουμε τρία χαρακτηριστικά: α) τα πολυετή φυτά που με το εκτεταμένο σύστημα ριζών τους απορροφούν το νερό, συγκρατούν το έδαφος, ενώ εκμεταλλεύονται το χώμα σε διάφορα βάθη αποφεύγοντας την αποδυνάμωσή του, β) την ποικιλία ειδών που περιορίζουν τις ασθένειες και τα επιβλαβή έντομα ενώ εξασφαλίζουν την συγκομιδή σοδιάς ανεξαρτήτως συνθηκών, γ) την ύπαρξη τεσσάρων ειδών φυτών: χλόη θερινής περιόδου, χλόη χειμερινής περιόδου, όσπρια και κάποια της οικογένειας των σύνθετων όπως είδη μαργαρίτας. Όλα μαζί προετοιμάζουν και λιπαίνουν με τη σειρά το έδαφος συνυπάρχοντας σε μια δυναμική ισορροπία. Μετά από χρόνια ερευνών και δοκιμών με διαφορετικές ομάδες ανάμικτων φυτών, το Land Institute μπορεί να υποστηρίξει ότι αυτή μέθοδος καλλιέργειας είναι αποδοτική, ανταγωνιστική και –το κυριότερο- εφικτό να εφαρμοστεί ως ένα θεμελιωδώς διαφορετικό παράδειγμα από ότι η ανθρωπότητα είχε επενδύσει μέχρι τώρα. Φυσικά η αγροτική εργασία που ακολουθεί ως πρότυπο το παράδειγμα του εκάστοτε τοπικού περιβάλλοντος, θα διαφέρει ανά τον κόσμο με τον τρόπο που τα ίδια τα οικοσυστήματα διαφέρουν τόσο δραματικά σε κάθε γωνιά του πλανήτη. Αυτό που το Land Institute έχει να προσφέρει είναι μία μεθοδολογία που υπαγορεύει την μελέτη ενός ιθαγενούς οικοσυστήματος, την αποτύπωση των



Πως η ποικιλία φυτικών ειδών εκμεταλλεύεται σε διαφορετικά επίπεδα το χώμα.

Πηγή: Wes Jackson, The Land Institute,
<http://grist.org/article/biomass-part-ii/>

²⁸ Wes Jackson, New York Times , Οκτώβριος 2013 (http://www.nytimes.com/2013/10/23/opinion/bittman-now-this-is-natural-food.html?_r=0)

²⁹ <http://landinstitute.org/about-us/vision-mission/>

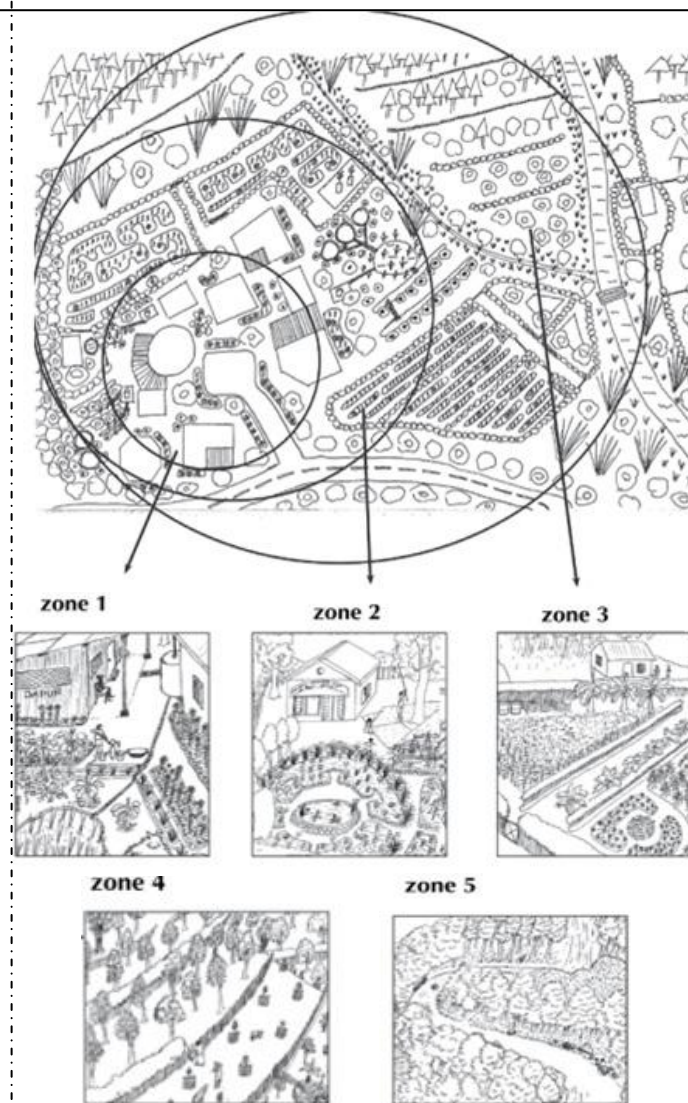
Βιομημητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

κανόνων που το διέπουν και μετά την σταδιακή προσπάθεια ανάπτυξης ενός συγκροτημένου, σταθερού συνόλου που θα μιμείται τη δομή και την επίδοση του αρχικού.

Βιομημητικές εφαρμογές στον γεωργικό τομέα:

Περμακουλτούρα (Permaculture) – Μόνιμη καλλιέργεια

Σύμφωνα με τον Αυστραλό οικολόγο Bill Mollison, η ουσία της μόνιμης καλλιέργειας έγκειται στην προσαρμογή στα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες του κάθε εδάφους (σύσταση, τοποθεσία κλπ) αναζητώντας τι μπορεί η γη να προσφέρει και όχι τι μπορούμε να αποσπάσουμε από αυτήν. Το σημαντικότερο τμήμα σε μία προσπάθεια εφαρμογής της φιλοσοφίας της περμακουλτούρας είναι ο σχεδιασμός έτσι ώστε να υπάρξουν οι κατάλληλες διασυνδέσεις και συνεργασίες που θα εξασφαλίσουν σταθερότητα και απόδοση. Από οργανωτική άποψη λοιπόν η κύρια ιδέα στηρίζεται στην εγκατάσταση των καλλιεργειών που χρήζουν μεγαλύτερης επισκεψιμότητας εγγύτερα στον τόπο κατοίκησης ενώ όσα έχουν ανάγκη λιγότερης προσοχής τοποθετούνται σε ομόκεντρους κύκλους επεκτεινόμενα γύρω από το σπίτι. Επιπλέον, τα φυτά αναπτύσσονται ανάμικτα σε 2 και 3 διαφορετικά ήδη φυλλώματος παρέχοντας σκίαση το ένα στο άλλο και βοηθώντας στην ανάπτυξη. Η διαχείριση του νερού-και κυρίως του βρόχινου- γίνεται με ιδιαίτερη μέριμνα. Τα ζώα είναι πολλές φορές ευπρόσδεκτα καθώς συχνά λειτουργούν επικουρικά στον εμπλουτισμό τους εδάφους και την καταπολέμηση εντόμων και ασθενειών ενώ συχνά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θέση των γεωργικών μηχανημάτων. Το κλειδί μιας επιτυχημένης αγροτικής λύσης είναι η οργάνωση των φυτών βάσει των δεσμών συνεργασίας που μπορούν να αναπτύξουν μεταξύ τους.



Η πρακτική των ζωνών της περμακουλτούρας



Ο Masanobu Fukuoka, εμπνευστής της μεθόδου “Do Nothing” farming και συγγραφέας του βιβλίου “The One - Straw Revolution”.

Πηγή:

http://www.onestrawrevolution.net/One_Straw_Revolution/Masanobu_Fukuoka.html

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

“Do Nothing” farming στην Ιαπωνία

Γνωστό και ως «φυσική καλλιέργεια» (natural farming), το συγκεκριμένο σύστημα μιμείται την φυσική τακτική της διαδοχής των καλλιεργειών όπου η σπορά των ειδών γίνεται σε διαφορετικούς χρόνους έτσι ώστε τα ποικίλα στάδια ανάπτυξης να δημιουργούν ένα περιβάλλον αλληλοβοήθειας και αμοιβαίου οφέλους μεταξύ των φυτών. Με αυτόν τον τρόπο το ίδιο κομμάτι γης μπορεί να χρησιμοποιείται συνεχώς δίχως να εξαντλείται και δίχως να μειώνεται η απόδοση της σοδιάς. Ενεργός ο ρόλος των ζώων.

New alchemy farm στο Cape Cod

Το New Alchemy Institute δημιουργήθηκε το 1969 από τους πρωτοπόρους στον τομέα της βιολογίας John και Nancy Todd. Η φάρμα του New Alchemy συμπεριλαμβάνει όλους τους παράγοντες ενός οικοσυστήματος από μικρές λίμνες μέχρι καρποφόρα δέντρα. Όπως και η περμακουλτούρα, βασίζεται στην πολυλειτουργικότητα του κάθε παράγοντα που συγκροτεί το σύστημα (πχ: σκίαση σε συνδυασμό με λίπανση) ενώ όποτε είναι εφικτό τα μηχανήματα αντικαθίστανται από την εργασία βιολογικών οργανισμών ή συστημάτων.

Three-Story farming στην Costa Rica

Η τακτική αυτή βασίζεται στην ακριβή μίμηση ενός οικοσυστήματος με την σταδιακή αντικατάσταση, από την αρχή της ανάπτυξης του, των άγριων φυτικών ειδών με ωφέλιμα βρώσιμα είδη με την ίδια φυσική μορφολογία και ιδιότητες.

The desert southwest

Σε ένα ερημικό περιβάλλον, όπως αυτό των νοτιοδυτικών ηνωμένων πολιτειών, το οποίο χαρακτηρίζεται από ασταθείς, αυστηρά εποχιακές βροχοπτώσεις και εδάφη που μπορεί να διαφέρουν

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

ανά μερικά μέτρα, οι καλλιέργειες περιστρέφονται γύρω από στρατηγικές ενδημικών ειδών που προσαρμόζονται έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται τους εφήμερους πόρους όταν παρουσιάζονται και να αντέχουν μεγάλες περιόδους ξηρασίας.

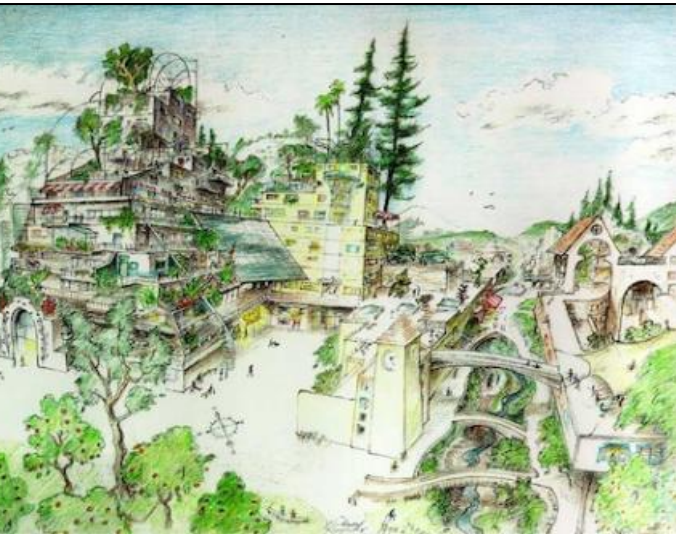
Μία εντελώς διαφορετική προσέγγιση στην καλλιέργεια, όπως περιγράφηκε παραπάνω, είναι φυσικό να προκαλεί πολύ σκεπτικισμό και προβληματισμό κυρίως ως προς την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα αυτής της μεθόδου στην μεγάλη κλίμακα. Τα χαρακτηριστικά των πολυετών φυτών που τα κάνουν να ανταποκρίνονται και να προσαρμόζονται τόσο καλά στο περιβάλλον τους δεν θα λέγαμε ότι τα καθιστούν ένα καλό είδος καλλιέργειας. Για να επιτύχουν μακροζωία οι οργανισμοί αυτοί επενδύουν κυρίως στην ανάπτυξη βλαστών και όχι καρπών με αποτέλεσμα αυτοί να είναι μικροί, η συγκομιδή τους να είναι δύσκολη, να μην ωριμάζουν ταυτόχρονα και να διασκορπίζονται εύκολα. Επιπλέον, αντιλαμβανόμαστε ότι σίγουρα ένας ατομικός κήπος θα έχει μία μεγάλη ποικιλία ειδών, πράγμα όμως που μειώνεται όσο περνάμε σε πιο μαζική παραγωγή. Πολλοί ωστόσο που εφαρμόζουν τη μέθοδο της περμακουλτούρας – ίσως η δημοφιλέστερη εφαρμογή βιομιμητικής καλλιέργειας - υποστηρίζουν με αριθμούς ότι οι καλλιέργειες τους είναι πλήρως ανταγωνιστικές των συμβατικών, από άποψη απόδοσης, διαθέτοντας συγχρόνως σταθερότητα σε βάθος χρόνου και θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον.³⁰ Το πρότυπο είναι διαφορετικό καθώς δεν έχουμε ένα μοναδικό προϊόν μαζικής παραγωγής, αλλά ένα σύνολο από διαφορετικά ή παρόμοια είδη. Ακόμη και πολλοί υπέρμαχοι των συμβατικών μεθόδων, παραδέχονται ότι έχουν επωφεληθεί από την εφαρμογή πολλών πρακτικών που υποδεικνύει η βιομιμητική προσέγγιση χωρίς να θεωρούνται αμιγώς για παράδειγμα περμακουλτουριστές. Το σημαντικότερο βήμα είναι και το πρώτο, αυτό που θα φέρει αρχικά και ένα δεύτερο είδος μέσα σε μία

³⁰ Ο David Blume, ιδρυτής και διευθυντής της μη κερδοσκοπικής οργάνωσης International Institute for Ecological Agriculture (IIEA), οικολογικός βιολόγος, παραγωγός βιομιμητικών καλλιεργειών επί σειρά ετών, ειδικός στα βιοκαύσιμα, διδάσκαλος των μεθόδων περμακουλτούρας, ο οποίος έχει εργαστεί σε πολλές χώρες πάνω στον σχεδιασμό επίλυσης προβλημάτων ενέργειας/τροφής, αναφέρεται εκτενώς στο θέμα: <http://www.permaculture.com/node/1344>



Πολύ-ποικιλιακή καλλιέργεια με πολυετή φυτά

Πηγή:
<http://www.permies.com/t/16080/permaculture/Vegetable-polycultures>
<http://farmerscrub.blogspot.gr/>



Richard Register, *Ecocities - Rebuilding Cities in Balance with Nature*,
 Πηγή: <http://www.permaculture.co.uk/articles/what-if-permaculturists-designed-our-cities-interview-richard-register>
<http://www.permaculture.co.uk/articles/ecocity-only-way-organise-massive-populations>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

καλλιέργεια σηματοδοτώντας την αλλαγή στον τρόπο σκέψης. Καθοριστικής σημασίας είναι ο σωστός σχεδιασμός και συνδυασμός των ποικιλιών έτσι ώστε να έχουμε αποδοτικότητα ακόμη και μεγαλύτερη των μονοποικιλιακών αντίστοιχων καλλιεργειών. Το μεγαλύτερο ίσως πρόβλημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι αν και εξοικονομεί προσπάθεια στα περισσότερα στάδια της παραγωγής καθώς δεν χρειάζεται ιδιαίτερη φροντίδα, όπως λίπανση ή εξόντωση εντόμων και ζιζανίων, όταν φτάνουμε στο σημείο της συγκομιδής τα πράγματα περιπλέκονται. Εδώ, επειδή δεν έχουμε ένα είδος σε συγκεκριμένο χώρο που μπορεί να συγκεντρωθεί με ένα τρόπο, η ανθρώπινη εργασία και η προσεκτική πρόβλεψη στο σχεδιασμό είναι στοιχεία αναγκαία. «Η συμβατική γεωργία δεν επιδιώκει να μεγιστοποιήσει την απόδοση ανά στρέμμα αλλά ανά μονάδα ‘εργασίας’. Εάν ασχολούνταν το 10% του πληθυσμού με την καλλιέργεια αντί του τρέχοντος 1%, θα μπορούσαμε εύκολα να θρέψουμε τη χώρα χωρίς πετροχημικά ή εντομοκτόνα».³¹

Όλα τα παραπάνω όμως δεν παραμένουν μόνο στο κομμάτι της γεωργικής παραγωγής. Ειδικά η περμακουλτούρα, είναι μία πρακτική που μπορεί να ενσωματωθεί μετά από προσεκτικό σχεδιασμό στον υπάρχων αστικό ιστό αλλά και να οργανώσει τον χώρο ενός νέου οικισμού. Οι σύγχρονες eco-cities σχεδιάζονται έχοντας ως γνώμονα τις αρχές της permaculture όπως θα δούμε και παρακάτω. Επίσης η περμακουλτούρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας τρόπος ανάσχεσης και οργάνωσης της ανεξέλεγκτης εξάπλωσης των μεγαλουπόλεων που καταλαμβάνουν τα ζωτικής σημασίας εδάφη γύρω τους. Ένα δείγμα εισχώρησης της permaculture στον υπάρχων αστικό ιστό είναι μία μελέτη που έγινε σε ακαδημαϊκά πλαίσια στο πανεπιστήμιο του Guelph, πάνω στην πόλη του Guelph (Οντάριο, Καναδάς). (σελ.48)

³¹ <http://charleseisenstein.net/permaculture-and-the-myth-of-scarcity/>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

2.4. Διαχείριση ενέργειας:

2.4.1. Παραγωγή ενέργειας

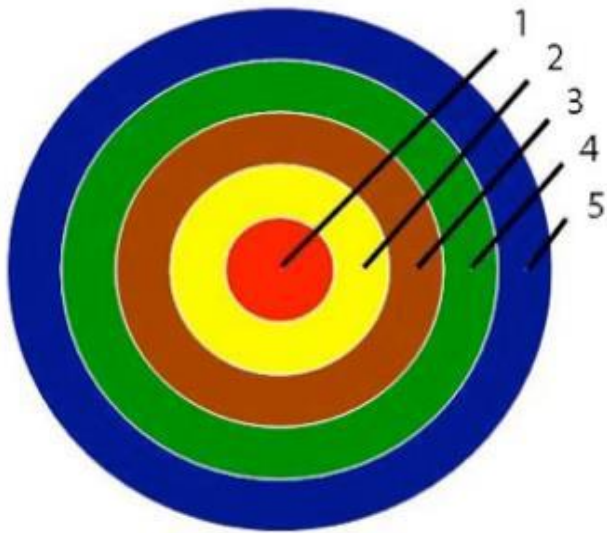
Συμβατική προσέγγιση:

Μία προσεκτική ματιά στο περιβάλλον θα μας αποκαλύψει ότι, εκτός των μετάλλων και της πέτρας, όλα τα φυσικά υλικά κάποτε υπήρξαν ζωντανοί οργανισμοί προερχόμενοι από τον φυτικό κόσμο. Η χλωρίδα του πλανήτη συγκεντρώνει την ηλιακή ενέργεια και την αποθηκεύει ως καύσιμο μετατρέποντάς την σε χημικούς δεσμούς. Ο άνθρωπος απελευθερώνει αυτή την ενέργεια είτε εσωτερικά, μέσω των κυττάρων του οργανισμού μας, είτε εξωτερικά καίγοντας φυτική ύλη και παράγωγά της. Το πρόβλημα που εντοπίζεται σε αυτή την τακτική είναι ότι ο άνθρωπος δεν προχώρησε ποτέ ιδιαίτερα πέρα από την αρχική ιδέα της καύσης και η εκτεταμένη, εντατική χρήση ενέργειας που παγιδεύτηκε σε οργανισμούς πριν από εκατομμύρια χρόνια (πετρέλαιο), αποδείχτηκε μη βιώσιμη και μάλλον καταστροφικών συνεπειών λύση. Η μετατροπή της σύστασης της ατμόσφαιρας, από εκπομπές αέριων προϊόντων καύσης, έχει οδηγήσει μέσα στο χρόνο σε ιδιαίτερα σημαντικές και απειλητικές περιβαλλοντικές αλλαγές οι οποίες δεν έχουν ακόμη προσδιοριστεί πλήρως ούτε και προβλεφθεί. Παγκόσμια κλιματική αλλαγή, αύξηση της θερμοκρασίας, λιώσιμο των πάγων, εξαφάνιση ζωικών ειδών, ερημοποίηση του εδάφους, μόλυνση ή εξαφάνιση των υδάτινων πόρων είναι μόλις μερικές από τις μεγαλύτερες συνέπειες των ανθρώπινων δράσεων ενώ η εξάντληση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων οδηγεί με ταχείς ρυθμούς στα πρόθυρα εκτεταμένης ενεργειακής κρίσης. Η προοπτική για ένα βιώσιμο μέλλον εξαρτάται από το πόσο γρήγορα οι κοινωνίες θα στραφούν στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, καθώς προβλέπεται ότι στο τέλος του 21ου αιώνα η ζήτηση θα είναι τριπλάσια σε σχέση με την τωρινή.



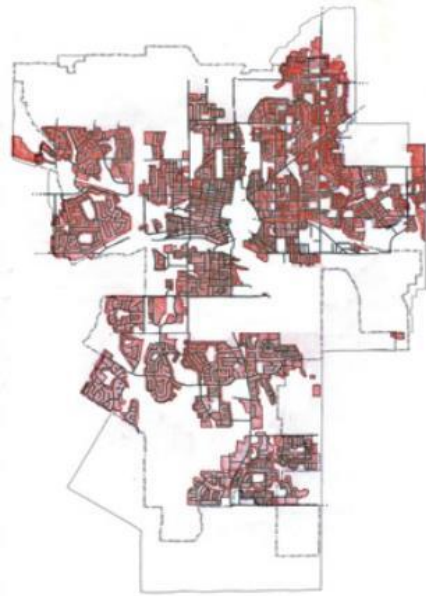
Πηγή: <http://www.choosepermaculture.com/>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

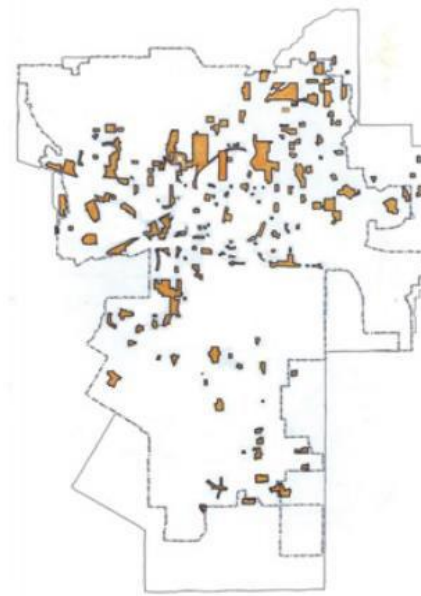


Μελέτη από το Πανεπιστήμιο του Guelph πάνω στην канаδική πόλη του Guelph, η οποία μας δίνει μια ιδέα από τον τρόπο εισαγωγής της βιομιμητικής καλλιέργειας στο αστικό τοπίο. Χρησιμοποιείται η έννοια των ζωνών που διαβαθμίζονται ανάλογα με την ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας, χαρακτηριστικό της περμακουλτούρας. Σχηματικά παρουσιάζονται σε ομόκεντρους κύκλους όπου το κέντρο αντιπροσωπεύει μικρότερη έκταση γης και μεγαλύτερη ανθρώπινη δραστηριότητα ενώ όσο προχωράμε προς τα έξω οι εκτάσεις γης αυξάνονται και η δραστηριότητα μειώνεται.

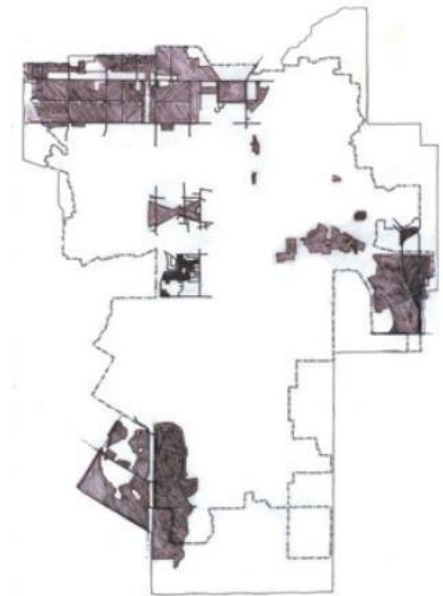
Πηγή: "The integration of permaculture into a land use plan for the City of Guelph", Tracey Tomlik and Karen Landman
http://crcresearch.org/sites/default/files/u11/permaculture_districts.pdf



Ζώνη 1



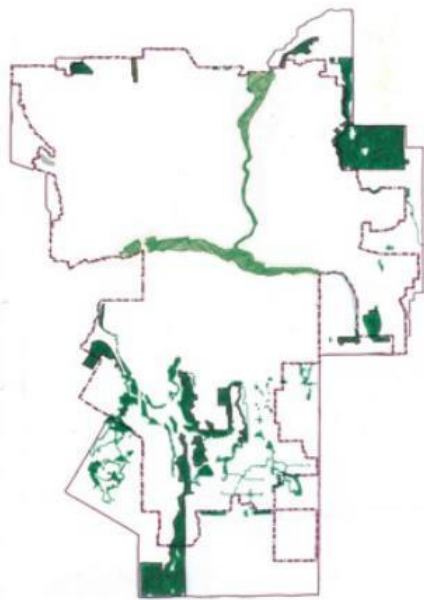
Ζώνη 2



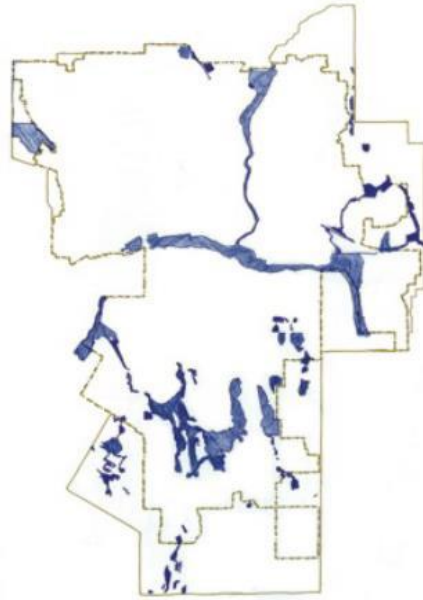
Ζώνη 3



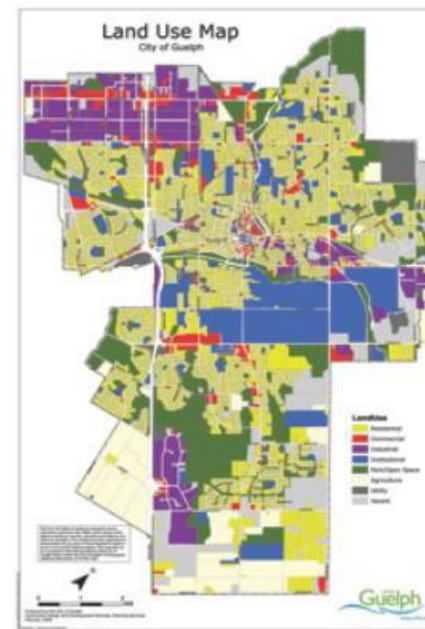
Βιομημητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



Ζώνη 4



Ζώνη 5



Ζώνη 1

Τμήματα γης που βρίσκονται σε άμεση επαφή με τις κατοικίες.
Περιλαμβάνουν λαχανόκηπους, φυτεμένα δώματα ή αυλές, μικρά θερμοκήπια κλπ.

Ζώνη 2

Δημόσια τμήματα γης που βρίσκονται μέσα σε περιοχές κατοικίας, κοινοτικά πάρκα και ιδρύματα.
Περιλαμβάνουν κοινοτικούς κήπους, φάρμες μικρών ζώων, χώρους αποθήκευσης σπόρων, ψυγεία, μονάδες κομποστοποίησης κλπ

Ζώνη 3

Τμήματα γης που βρίσκονται μέσα σε βιομηχανικές περιοχές, αγροτικές περιοχές και περιφερειακά πάρκα.
Περιλαμβάνουν καλλιεργήσιμες εκτάσεις, φυτώρια, αμπελώνες, εκτάσεις οπωροφόρων, ζωική παραγωγή μικρής κλίμακας κλπ.

Ζώνη 4

Παρόχθιες περιοχές επιρρεπείς σε πλημμύρες, υπάρχοντα δασικά πάρκα και εκτάσεις ακατάλληλες για εκμετάλλευση.
Περιλαμβάνουν βοσκοτόπια, αγρο-δασοκομικές εκτάσεις, μονοπάτια και χώρους ψυχαγωγίας κλπ.

Ζώνη 5

Τμήματα γης που βρίσκονται μέσα σε προστατευόμενους υγροτόπους, παρόχθιες περιοχές, νησίδες άγριας ζωής και άλλες περιοχές ακατάλληλες προς εκμετάλλευση.
Περιλαμβάνουν υγροτόπους, προστατευόμενα οικοσυστήματα, καταφύγιο άγριας ζωής, σημεία με αυξημένη βιοποικιλότητα, χώρο αποκατάστασης των υπόγειων υδάτων κλπ.



Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Βιομιμητική προσέγγιση:

Μία συνήθης τακτική των φυσικών οργανισμών είναι ο μετασχηματισμός ενός προβλήματος πριν την απόπειρα επίλυσης του, σε αντίθεση με τον άνθρωπο που περνάει στην κατά μέτωπο «επίθεση». Κρίσιμο σημείο, στο ιδιαίτερης σημασίας ενεργειακό ζήτημα, είναι η μείωση των καταναλωτικών αναγκών έτσι ώστε να επιτευχθεί, στα πλαίσια του δυνατού, η εγκαθίδρυση ενός αειφόρου συστήματος ενεργειακής παροχής. Μέσω των βιομιμητικών εφαρμογών στους τομείς των υλικών και της κατασκευής, με ταυτόχρονη χρήση των οικοσυστημικών μεθόδων σε ότι αφορά το μεταβολισμό και τη ρύθμιση του θερμικού περιβάλλοντος, αυτός ο στόχος φαντάζει κάτι περισσότερο από εφικτός.

Ο όρος «Ηλιακή Οικονομία» (Solar Economy) έγινε ευρέως γνωστός από τον γερμανό περιβαλλοντολόγο MEP Hermann Scheer, που τον χρησιμοποίησε αναφερόμενος σε μία οικονομία κινούμενη από όλα τα είδη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ο τομέας της βιομίμησης έχει πολλά να προσφέρει επικουρικά στις υπάρχουσες τεχνολογίες αλλά και να προκαλέσει την γέννηση νέων εφαρμογών. Παρακάτω γίνεται παράθεση αυτών για τις διάφορες πηγές ενέργειας

▪ Ήλιος

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, μαθαίνουμε με την πάροδο των χρόνων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση πολλών λειτουργιών και η μετατροπή της σε ηλεκτρική είναι μία από τις δυνατότητες που μπορούν να μας προσφέρουν οι τεχνολογίες που ασχολούνται με την συλλογή και χρήση του ηλιακού φωτός. Τα σημερινά φωτοβολταϊκά πανέλα σιλικόνης έχουν πολλά περιθώρια εξέλιξης καθώς τα μειονεκτήματα που τα χαρακτηρίζουν είναι αρκετά, μεταξύ αυτών θέματα αποδοτικότητας, σχέση κόστους-χρόνου απόσβεσης, μεγέθους, δυσκολίας στην ανακύκλωση των υλικών μετά το πέρας της διάρκειας ζωής τους κ.ά. Με μία όμως προσεκτικότερη ματιά στη φύση θα παρατηρήσουμε ότι αυτή χρησιμοποιεί έναν



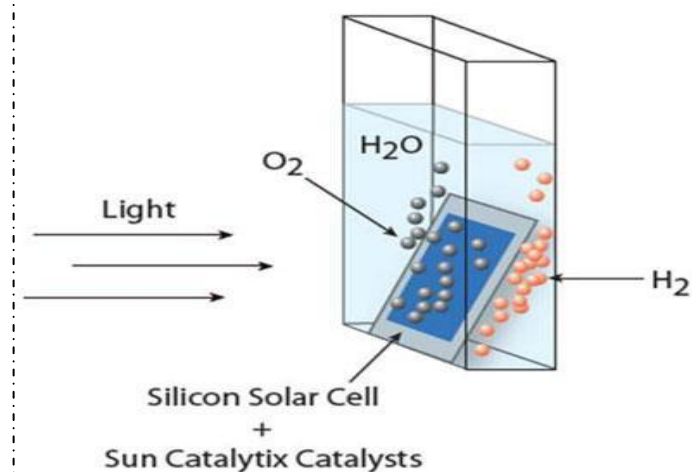
Ηλιακοί συλλέκτες θερμότητας με ανακλαστήρες. Συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία για να δημιουργήσουν ατμό που μπορεί έπειτα να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή υδρογόνου.

Πηγή: <http://www.treehugger.com/solar-technology/could-a-solar-hydrogen-economy-supply-all-our-energy-needs.html>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

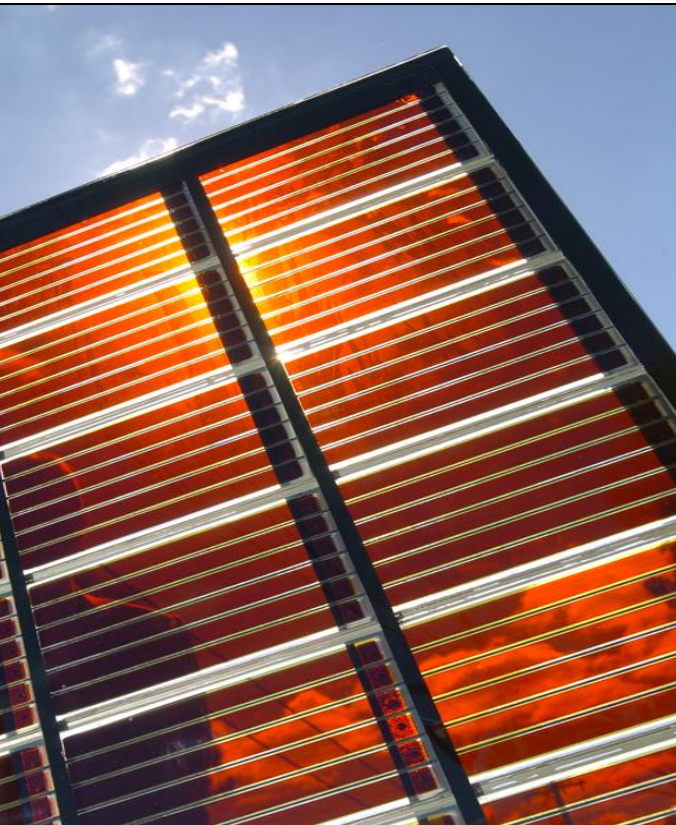
διαφορετικό τρόπο συλλογής και μετατροπής της ηλιακής ενέργειας. Καθώς το πιο διαδεδομένο εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας στον πλανήτη είναι το φύλλο μπορούμε να αντιληφθούμε τις δυνατότητες αυτής της σημαντικότητας διαδικασίας, της φωτοσύνθεσης. Επί πολλές δεκαετίες ο άνθρωπος έχει ασχοληθεί με την προσπάθεια παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας από τον ήλιο, μία διαδικασία που τα φυτά πραγματοποιούν χωρίς τη βοήθεια σκληρών χημικών και σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Ανάμεσα στους ερευνητές είναι ο Thomas Moore και η ομάδα του, από το τμήμα Χημείας και Βιοχημείας του Arizona State University, οι οποίοι κατάφεραν να μιμηθούν τη φωτοσυνθετική διαδικασία με πολύ μεγάλη πιστότητα, χρησιμοποιώντας τις βαθύτερες βασικές αρχές που τη διέπουν για την σύνθεση τεχνητών συστημάτων συλλογής και μετατροπής ενέργειας (artificial antenna-reaction center complexes). Η ενσωμάτωση αυτών των συνδυασμένων συστημάτων σε ηλεκτροχημικά κύτταρα θα μπορούσε να οδηγήσει σε μικροσκοπικά εργοστάσια σχεδιασμένα να παράγουν ότι επιθυμούμε, από ανθρώπινες ορμόνες όπως η ινσουλίνη μέχρι, στην περίπτωση μας, ηλεκτρική ενέργεια ή άλλους είδους καύσιμη ύλη όπως το υδρογόνο.

Το τελευταίο θεωρείται ίσως η πιο 'πράσινη' λύση στον τομέα των καυσίμων καθώς από πρακτικής άποψης ενώ η ηλιακή πηγή ισχύος διαθέτει τη δυνατότητα παραγωγής τεράστιων ποσών 'καθαρής' ενέργειας, δίχως οικονομικές λύσεις για την αποθήκευσή και την αποδοτικότητα της, δεν θα μπορέσει ποτέ να επεκταθεί σε μεγάλη κλίμακα αντικαθιστώντας τα ορυκτά καύσιμα. Το υδρογόνο, ευκολότερα αποθηκεύσιμο και διαχειρίσιμο χρησιμοποιούμενο, για παράδειγμα, σε μια γεννήτρια εσωτερικής καύσης, καίγεται δημιουργώντας καθαρό νερό. Τροχοπέδη βέβαια αποτελεί ο προβληματικός ο τρόπος παραγωγής του καθώς το κόστος είναι μεγάλο για την συμβατική απόσπαση του υδρογόνου από το νερό (ηλεκτρόλυση), ενώ η πιο «εύκολη» πηγή των ορυκτών καυσίμων εκ των πραγμάτων αναιρεί οποιοδήποτε περιβαλλοντικό πλεονέκτημα μπορεί



Παραγωγή υδρογόνου σύμφωνα με το «τεχνητό φύλλο» του Daniel Nocera.

Πηγή:
<http://www.nature.com/news/2011/110929/full/news.2011.564.html>



Dye-sensitized Solar Cell

Πηγή:
<http://www.asknature.org/product/b57e64dd3a2a1a9d36a92a5a51ef7293>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

να έχει το ίδιο σαν καύσιμο. Ο χημικός του MIT, Daniel Nocera³² κατάφερε με τη δημιουργία ενός καταλύτη, να μιμηθεί τον τρόπο με τον οποίο οι φυτικοί οργανισμοί διασπούν το νερό κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης, και να παράξει έτσι αέριο υδρογόνο. Εξελίσσοντας ακόμη περισσότερο αυτή την ιδέα, η διάσπαση θα μπορούσε να γίνεται χρησιμοποιώντας θαλασσινό νερό έτσι ώστε μέσω κυψελών καυσίμου να είναι εφικτή η παραγωγή και συλλογή καθαρού νερού παράλληλα με την ηλεκτρική ενέργεια. Σήμερα μία πιο ρεαλιστική προσέγγιση στην οικολογική παραγωγή υδρογόνου έχει να κάνει με την χρήση συγκεντρωμένων μονάδων ηλιακής ενέργειας (Concentrated Solar Power-CSP) που χρησιμοποιούν ανακλαστικές και θερμικές τουρμπίνες.³³ Παρ' όλα αυτά, οι παραπάνω ανακαλύψεις, αν και έχουν να διαγράψουν μακρά εξελικτική πορεία ξεπερνώντας σκοπέλους οικονομικούς, αποδοτικότητας και κλίμακας, μας δίνουν μία γεύση βιομιμητικών επιτευγμάτων. Ένα διαθέσιμο προϊόν με οδηγό την τεχνητή φωτοσύνθεση, τις μελέτες των Brian O'Regan και Michael Grätzel (Berkeley, UC) και την περαιτέρω έρευνα του École Polytechnique Fédérale de Lausanne, είναι οι ηλιακές κυψέλες βασισμένες σε χρωστικές ουσίες (dye-sensitized solar cell³⁴), με χαμηλό κόστος υλικού, πολλά πλεονεκτήματα εφαρμογής και κυρίως πολύ διαφορετικό βασικό μηχανισμό από αυτό των συμβατικών ηλιακών πανέλων. Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα έχει να κάνει με την αποδοτικότητά τους ακόμη και συνθήκες χαμηλού φωτισμού, ενώ λειτουργούν επιτυχώς και σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες απ' ό,τι καταφέρνουν τυπικά τα παραδοσιακά ηλιακά κύτταρα. Τα βασικά τους προβλήματα

³² <http://www.technologyreview.com/featuredstory/411023/sun-water-fuel/>

³³ <https://faculty.washington.edu/wilkes/575/slides/575w12-12to15-presentations1/tues120214/dreyer-575Paper01talk.pdf>

³⁴ http://www.dyesol.com/media/wysiwyg/Documents/investor-presentations/DYESOL_LIMITED_Investor_Update_Presentation_June_2012.pdf

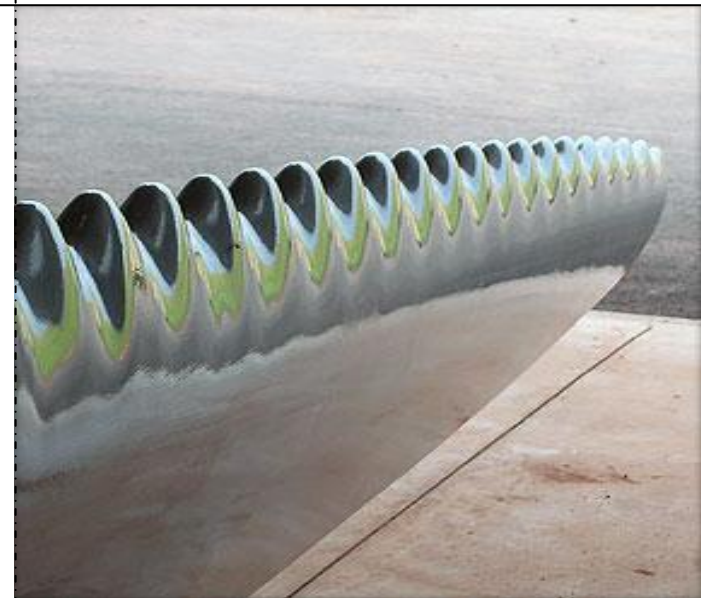
Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

απορρέουν από τον υγρό ηλεκτρολύτη που περιέχουν, ο οποίος επί της ουσίας θέτει σε αχρηστία τον μηχανισμό στην περίπτωση ακραίων θερμοκρασιών. Κατά τ' άλλα αν και δεν θεωρείται ακόμη κατάλληλη εφαρμογή για τη μεγάλη κλίμακα, ωστόσο έστω μία μικρή αύξηση στην απόδοση θα μπορέσει να ανοίξει και αυτό τον δρόμο.

Όλα τα παραπάνω μας αποδεικνύουν ότι η ηλιακή ακτινοβολία έχει πολύ περισσότερα να μας δώσει απ' ό,τι έχουμε δει διαδεδομένο μέχρι σήμερα και με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Κάτι ανάλογο όμως συμβαίνει και με τη δύναμη του ανέμου.

■ Άνεμος

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζει αυτή τη στιγμή η τεχνολογία των ανεμογεννητριών είναι η χαμηλή αποδοτικότητα σε περίπτωση ασθενών ανέμων όπως και οι καταπονήσεις που υφίσταται ο μηχανισμός του κιβωτίου ταχυτήτων λόγω υψηλών ροπών. Καθώς οι ανεμογεννήτριες αυξάνουν σε μέγεθος και ισχύ -αυξάνοντας συγχρόνως και τη ροπή- για να εκμεταλλευτούν μεγαλύτερης έντασης ανέμους, χάνουν την ικανότητά τους να είναι παραγωγικές σε μικρότερες ταχύτητες ρευμάτων αέρα. Η συνήθης πρακτική για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος είναι η αύξηση της γωνίας πρόσπτωσης του αέρα στο πτερύγιο της γεννήτριας γεγονός όμως που τελικά προκαλεί το σταμάτημά της. Για τον μετριασμό αυτού του φαινομένου οι κατασκευαστές καταφεύγουν σε περιορισμένες γωνίες λειτουργίας επιφέροντας αναπόφευκτα κατώτερες επιδόσεις. Η βιομιμητική σκέψη μπορεί να κρίνει μία λύση για τα παραπάνω προβλήματα σύμφωνα με τον Dr. Frank Fish, καθηγητή βιολογίας στο West Chester University of Pennsylvania. « Ένα συγκεκριμένο είδος φάλαινας μπαλένων (Humpback whale-Megaptera novaeangliae), διαθέτει μία σειρά από ιδιαίτερα εξογκώματα (tubercles) στα πτερύγιά της, τα οποία επιτρέπουν σε αυτόν τον τεραστίων διαστάσεων οργανισμό να κάνει απότομους και πολύ «κλειστούς» ελιγμούς για την εξασφάλιση της



Πηγή:

http://www.asknature.org/strategy/3f2fb504a0cd000eae85d5dcc4915dd4#.VHuP_DGsWSo

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



bioROCK

Πηγή: http://www.alertdiver.com/Biorock_Electric_Reefs

τροφής του».³⁵ Με τη βοήθεια ομοιωμάτων πτερυγίων παρατηρήθηκε βελτίωση της απόδοσης μέχρι και 40% στο πειραματικό στάδιο, ενώ οι κατασκευαστές (Whalepower Limited) υποστηρίζουν ότι οι νέες αυτές λεπίδες μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγή ενέργειας κατά 20% μέσα σε ένα χρόνο ενώ συγχρόνως να πετύχουν πιο αθόρυβη λειτουργία.

Επιπρόσθετα, στις περιπτώσεις παράκτιων αιολικών πάρκων, η χρησιμότητα των γεννητριών θα μπορούσε να επεκταθεί στην χρήση των βάσεων τους ως τεχνητούς υφάλους και θαλάσσιο καταφύγιο με χρήση της τεχνολογίας Biorock. Η μέθοδος αυτή περιγράφεται ως ενίσχυση και επιτάχυνση του φυσικού τρόπου επικάλυψης των αλάτων σε υποθαλάσσιες δομές, μέσω ασφαλούς προς τους θαλάσσιους οργανισμούς ηλεκτρικού ρεύματος, για τη δημιουργία στέρεας βάσης προς ανάπτυξη της υδρόβιας ζωής και αποκατάστασης των κοραλλιογενών υφάλων. Η μελέτη ξεκίνησε το 1988 με τη συνεργασία του καθηγητή Wolf H. Hilbertz με τον οικολόγο Dr.Thomas J. Goreau του Global Coral Reef Alliance και πειραματικά προγράμματα έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολλά μέρη του κόσμου.³⁶ Η τεχνολογία αυτή έχει χαμηλό κόστος, μηχανική αντοχή, διαθέτει την ικανότητα αυτό-επιδιόρθωσης ενώ έχει αποδειχτεί πολύ περισσότερο αποδοτική στην ανάκαμψη θαλάσσιων οικοσυστημάτων σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους³⁷. Το σημείο προσοχής έχει να κάνει με το σχεδιασμό και φυσικά την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος έτσι ώστε να μην επηρεάζει την υδρόβια ζωή.

Περνώντας από τα πολύπλευρα οφέλη του ανέμου στο υγρό στοιχείο θα δούμε ότι κι εκεί οι δυνατότητες είναι πολυάριθμες.

³⁵ http://www.stle.org/assets/news/document/techbeat_tlt_12-08.pdf

³⁶ <http://www.biorock.net/Technologies/index.html>

³⁷ Η συνήθης πρακτική σε αυτές τις περιπτώσεις είναι η δημιουργία μιας τεχνητής «βάσης» για την ανάπτυξη των κοραλλιογενών υφάλων από σκυρόδεμα ή πέτρα.

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

■ Κύμα

Η τεχνολογία bioWAVE χρησιμοποιεί το παράδειγμα της φύσης για να εκμεταλλευτεί την κίνηση των κυμάτων αλληλεπιδρώντας με το ανεβοκατέβασμα της επιφάνειας (δυναμική ενέργεια) και την παλινδρομική κίνηση της μάζας του νερού (κινητική ενέργεια). Ένας ευκίνητος άξονας κοντά στο βυθό μετατρέπει αυτές τις κινήσεις σε υδραυλική πίεση θέτοντας σε λειτουργία μια περιστρεφόμενη τουρμπίνα που παράγει τελικά την επιθυμητή ηλεκτρική ενέργεια. Η κατασκευή αυτή μιμείται τα εύκαμπτα στελέχη της υποθαλάσσιας χλωρίδας που ρυθμίζουν τον προσανατολισμό του οργανισμού σε σχέση με την ροή των κυμάτων ενώ επιπλέον σε συντονισμό με αυτή. Η μονάδα μπορεί να κλίνει στην επιφάνεια του βυθού σε περίπτωση ιδιαίτερα βίαιων συνθηκών σύμφωνα με την αντίδραση των φυκιών σε παρόμοιες καταστάσεις. Αυτός ο μηχανισμός μειονεκτεί στην μέγιστη απόδοση αν και μπορεί να θεωρηθεί μία πηγή ενέργειας πιο αξιόπιστη από άποψη προβλεψιμότητας και συνέπειας σε σχέση με την αιολική ή την ηλιακή ενέργεια. Ο μεγαλύτερος προβληματισμός όμως έγκειται στην ανθεκτικότητα του, καθώς το υποθαλάσσιο μπορεί να είναι ένα πολύ απαιτητικό περιβάλλον μειώνοντας τη διάρκεια ζωής των τουρμπινών.

■ Παλιρροιακή κίνηση

Το bioSTREAM είναι μία ακόμη βιομιμητική εφαρμογή που αξιοποιεί τα παλιρροιακά ρεύματα - ένα σύστημα βασισμένο στην κίνηση οργανισμών όπως ο τόνος ή ο καρχαρίας. Αγκυρωμένες στον θαλάσσιο βυθό οι μονάδες αυτές αντιδρούν με το διερχόμενο ρεύμα νερού, με τον ίδιο τρόπο που επιτυγχάνουν οι οργανισμοί που αναφέραμε κινούμενοι οι ίδιοι υποθαλάσσια, παράγοντας έτσι την απαιτούμενη ενέργεια. Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει αυτή η εφαρμογή είναι ανάλογες με αυτές



bioWAVE

Πηγή:

<http://www.asknature.org/product/7fb15ff64573cfbde3359873d8>



bioSTREAM

Πηγή: <http://www.nextnature.net/2009/03/biostream/>



Πανέλα algae για την επένδυση πρόσοψης κτιρίου. Λειτουργούν ως σκίαστρα ενώ συγχρόνως παράγουν ενέργεια. Σχεδιασμένο από τους Splitterwerk Architects, το κτίριο με αυτή την πρόταση σχεδιάστηκε για την έκθεση International Building Exhibition στο Hamburg και θα είναι το πρώτο του είδους του.

Πηγή: <http://inhabitat.com/splitterwerk-architects-design-worlds-first-algae-powered-building-for-germany/>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

του bioWAVE. Την λειτουργία του bioSTREAM ενισχύει η διαμόρφωση κόλπων για την εκμετάλλευση της κίνησης των παλιρροιακών ρευμάτων (tidal lagoons).³⁸

Οι δυνατότητες εκμετάλλευσης του θαλάσσιου κόσμου όμως δεν σταματούν εδώ.

▪ Βιοκαύσιμα, βιομάζα (Algae-Άλγη)

Η καλλιέργεια φυκιών για την παραγωγή βιοκαυσίμων, αν και βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης -κυρίως από άποψη οικονομικής βιωσιμότητας, παρουσιάζει παρόλα αυτά μεγάλες πιθανότητες να προσφέρει πολλά χρήσιμα προϊόντα. Πέρα από τα βιοκαύσιμα, η πιθανή συμβολή των φυτικών αυτών οργανισμών στον τομέα των υλικών (κυτταρίνη), της αποκατάστασης των μεταλλικών στοιχείων στις καλλιεργήσιμες εκτάσεις, ακόμη και στη σκίαση των κτιριακών προσόψεων με ταυτόχρονη απορρόφηση του διοξειδίου του άνθρακα, μπορούν σε βάθος χρόνου, να δημιουργήσουν ένα σύνολο πολύ ελκυστικών δυνατοτήτων.³⁹

Η σταθερότητα ενός συστήματος κρίνεται κατά ένα μεγάλο μέρος από την ικανότητα του να επιβιώνει και να ανακάμπτει από διαταραχές. Στον τομέα της ενέργειας αυτό θα μπορούσε να μεταφραστεί ως ένα δίκτυο προμήθειας από ένα σύνολο αλληλένδετων, ανανεώσιμων ενεργειακών μορφών, το οποίο συγχρόνως διαθέτει την ικανότητα αποθήκευσης του πλεονάσματος του, προς χρήση όταν προκύψει σχετική ανάγκη (στην περίπτωση των ΑΠΕ είναι εγγενές χαρακτηριστικό η μεταβλητότητα στην παροχή). Η πλειοψηφία των έμβιων όντων ανταποκρίνεται σε αυτό το μοντέλο καταναλώνοντας ενέργεια από το άμεσο ηλιακό φως και αποθηκεύοντας τη με τη μορφή σακχάρων ή λίπους. Επιπλέον στο φυσικό κόσμο ακολουθείται η λογική της εντατικής «εργασίας-ανάπτυξης» όταν υπάρχει ενεργειακή αφθονία και η

³⁸ Tidal lagoons: Η τεχνολογία αυτή λειτουργεί με την περιφράξη μίας υδάτινης περιοχής επηρεαζόμενης από την παλιρροιακή δραστηριότητα και την χρήση της διαφοράς στην στάθμη του νερού εσωτερικά και εξωτερικά του τείχους κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα για την λειτουργία υποθαλάσσιων γεννητριών.

³⁹ <http://www.ecobuildingpulse.com/green-building/rethink-biomimicry.aspx>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

μείωση των ρυθμών σε περιόδους έλλειψης. Μεταφέροντας αυτές τις τακτικές στην ανθρώπινη κλίμακα θεώρησης έχουμε συνηθέστερα τη χρήση μπαταριών ή συστημάτων αντλησιοταμίευσης⁴⁰ ενώ η διαχείριση της κατανάλωσης θα μπορούσε να επιτευχθεί μέσω οικονομικών κινήτρων (πχ: αυξομείωση τιμών ανάλογα με την παραγωγή) ή αυτοματοποιημένων μηχανισμών ελέγχου και διακοπής της λειτουργίας των συσκευών όταν χρειάζεται.

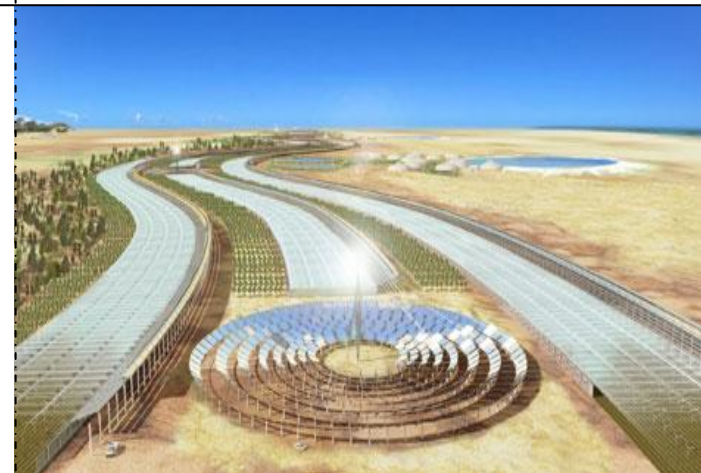
Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών φαίνεται να είναι μονόδρομος στον ενεργειακό τομέα, καθώς οι εναλλακτικές των ορυκτών καυσίμων και των πυρηνικών εγκαταστάσεων εκτός του ότι παρουσιάζουν υψηλή επικινδυνότητα στην παραγωγή, χαρακτηρίζονται, περισσότερο ή λιγότερο μακροπρόθεσμα, από προοπτικές εξάντλησης των αποθεμάτων. Σύμφωνα με τον Michael Pawlyn και τους Exploration Architects, οι αριθμοί αποδεικνύουν ότι είναι εφικτή και αναγκαία η εγκατάσταση σε μεγάλη κλίμακα στις ερήμους του πλανήτη σταθμών συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (concentrated solar power) που θα είναι ικανοί όχι μόνο να καλύψουν τις ανάγκες παγκοσμίως αλλά θα μπορέσουν και να δράσουν αποκαταστατικά, προσφέροντας σκίαση και νερό, για τα εδάφη των περιοχών που θα βρεθούν. Μάλιστα με τη μελέτη τους «The Sahara Forest Project»⁴¹ επιδιώκουν να αποδείξουν ότι κάτι τέτοιο είναι στην

⁴⁰ Η περίσσεια ενέργειας τροφοδοτεί αντλίες, μέσω των οποίων το εργαζόμενο μέσο (νερό) ανυψώνεται μέσω σωληνώσεων ανόδου από την κάτω δεξαμενή στην άνω, δίνοντάς μας έτσι τη δυνατότητα αποθήκευσης της με τη μορφή δυναμικής ενέργειας. Όταν κάποια άλλη χρονική στιγμή χρειαζόμαστε ενέργεια, το νερό από την πάνω δεξαμενή αφήνεται να πέσει μέσω των σωληνώσεων καθόδου προς την κάτω. Καθώς αυτό διέρχεται από τους υδροστρόβιλους παράγει την επιθυμητή ενέργεια. Σημαντικά μειονεκτήματα της μεθόδου συνιστούν γεωγραφικοί, γεωλογικοί και περιβαλλοντικοί περιορισμοί που σχετίζονται με τη σχεδίαση των ταμιευτήρων, το υψηλό κόστος επένδυσης και τους μακρούς χρόνους υλοποίησης.

http://www.wel.teicrete.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=80&lang=el

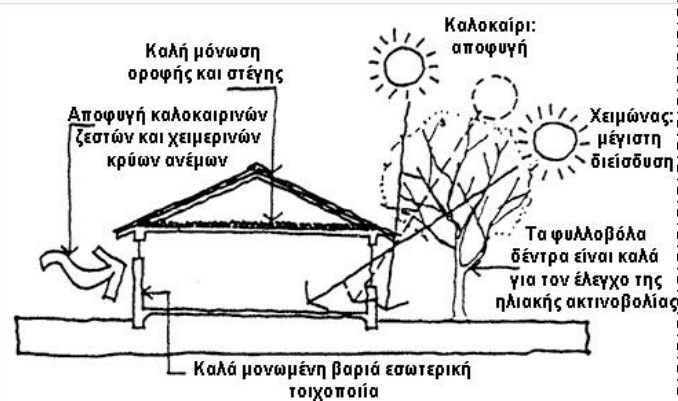
http://environtechnical.blogspot.gr/2014/03/blog-post_29.html

⁴¹ <http://www.exploration-architecture.com/projects/sahara-forest-project>



The Sahara Forest Project των Exploration Architects

Πηγή: <http://saharaforestproject.com/>



Οι κανόνες της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής μπορούν να συνεργαστούν και να ενισχυθούν από τις εφαρμογές της βιομίμησης.

Πηγή: <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/shading>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

πράξη ένα εφικτό τεχνολογικά και μακροπρόθεσμα βιώσιμο σχέδιο εάν υπάρξει βούληση, και όχι κάποια ουτοπική προσέγγιση.

2.5. Έλεγχος του κτιριακού θερμικού περιβάλλοντος:

2.5.1. Θέρμανση:

Συμβατική προσέγγιση:

Η πλειονότητα των σύγχρονων κτιρίων δαπανά μεγάλα ποσά ενέργειας για τη διατήρηση της σωστής θερμοκρασίας, την άντληση και διάδοση της θερμότητας ή της ψύξης σε όλους χώρους. Οι χρησιμοποιούμενοι μηχανισμοί μπορούν να θεωρηθούν απλοί σε σχέση με τους βιολογικούς, συνήθως αποτελούνται από μονολειτουργικά στοιχεία που ασχολούνται χωριστά με κάθε μία από τις από τις απαραίτητες λειτουργίες ενώ χαρακτηρίζονται από ελάχιστη ανταπόκριση στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος.

Ένας απ' τους κύριους στόχους των σημερινών συστημάτων για τη διατήρηση της θερμοκρασίας είναι η αποφυγή της ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ κελύφους και περιβάλλοντος. Οι διαφόρων ειδών μονώσεις, είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά του κτιρίου, δεν αποτελούν καινούργια τακτική στον κατασκευαστικό κλάδο. Ποικίλα θερμομονωτικά υλικά καθώς και μηχανισμοί ελαχιστοποίησης των θερμογεφυρών βρίσκονται στη διάθεση των μηχανικών για την μεγαλύτερη δυνατή σταθεροποίηση της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Μία πιο εναλλακτική προσέγγιση αφορά στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, μεγάλο κομμάτι της οποίας ασχολείται με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων εκμεταλλευόμενη το ηλιακό φως και άλλες

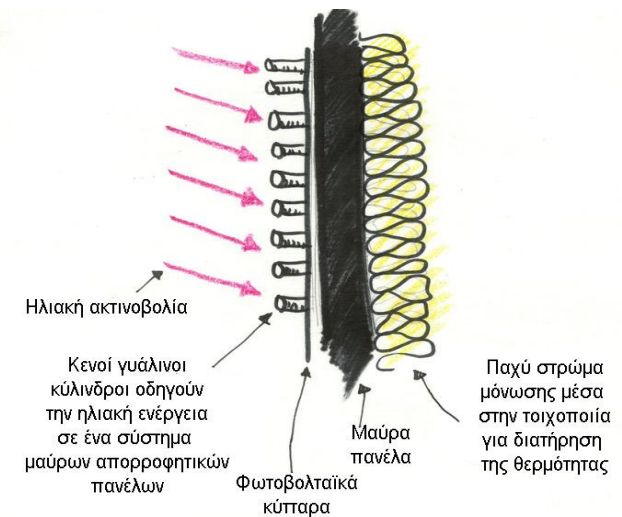
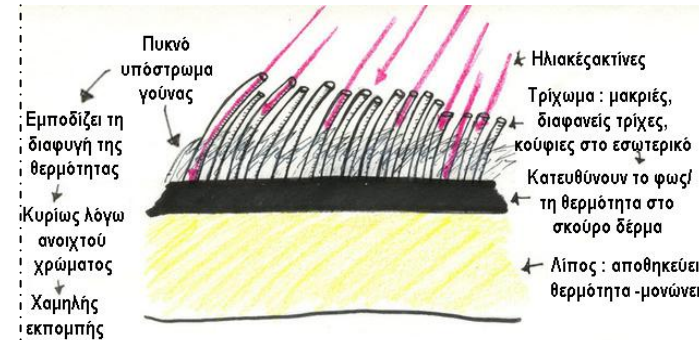
Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

φυσικές πηγές όπως ο άνεμος, για θέρμανση, δροσισμό, φωτισμό, αερισμό. Ο τρόπος λειτουργίας τους βασίζεται στην αποθήκευση και διανομή στους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου της ενέργειας που λαμβάνεται από το περιβάλλον. Είτε ο παθητικός ηλιασμός χρησιμοποιηθεί μόνος του είτε ως υβριδικό σύστημα με την βοήθεια κάποιων μηχανισμών χαμηλής κατανάλωσης, σαν σύνολο κρίνεται ιδιαίτερης σημασίας και αποτελείται από δομικά στοιχεία του κτιρίου. Η εφαρμογή του είναι σχετικά εύκολη, οικονομική με συμβατικά υλικά και αρκετά αποδοτική, ειδικά αν συνδυαστεί και με κάποια ενεργητικά συστήματα όπως ο ηλιακός θερμοσίφωνας.

Σε επίπεδο οικισμού πρωταρχικό μέλημα αποτελεί η χωροθέτηση των γειτονιών καθώς οι συνθήκες που θα επικρατούν εξαρτώνται άμεσα από ένα συνδυασμό παραμέτρων κλίματος, γεωμορφολογικού ανάγλυφου, βλάστησης καθώς και των σχέσεων των κτιριακών όγκων μεταξύ τους. Με δεδομένο ότι ο νότιος προσανατολισμός των κτιρίων βοηθάει στην λήψη μεγαλύτερου ποσοστού ηλιακής ακτινοβολίας σε όλη την έκτασή τους, στην παρουσίαση καλύτερης συμπεριφοράς και στη διατήρηση ικανοποιητικών συνθηκών θερμικής άνεσης, η τοποθέτηση του οικισμού θα πρέπει να είναι ανάλογη ώστε να ευνοεί αυτή τη διάταξη

Βιομιμητική προσέγγιση:

Οι αρχές που βασίζονται σε βιοκλιματική λογική θα μπορούσαν να γίνουν κατά πολύ αποδοτικότερες εάν συνδυαστούν με βιομιμητικές λογικές είτε στη διαδικασίας διαμόρφωσης της δομής τους είτε με τη μορφή εποικοδομητικής συνεργασίας. Όπως είδαμε η μόνωση αποτελεί μία παλιά και συνήθη πρακτική για την ανθρώπινη δημιουργικότητα. Η μελέτη των έμβιων όντων θα μπορούσε να δώσει πολλές λύσεις σε επίπεδο υλικών αλλά και μεθόδων κατασκευής καθώς η προσαρμογή στις περιβαλλοντικές συνθήκες έχει δημιουργήσει ανάλογους αξιοσημείωτους βιολογικούς μηχανισμούς που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην βελτιστοποίηση των υπάρχοντων στον κατασκευαστικό τομέα. Βασική πηγή θερμότητας των οργανισμών είναι ο ήλιος, είτε αυτό συμβαίνει με την άμεση έκθεση στην ηλιακή

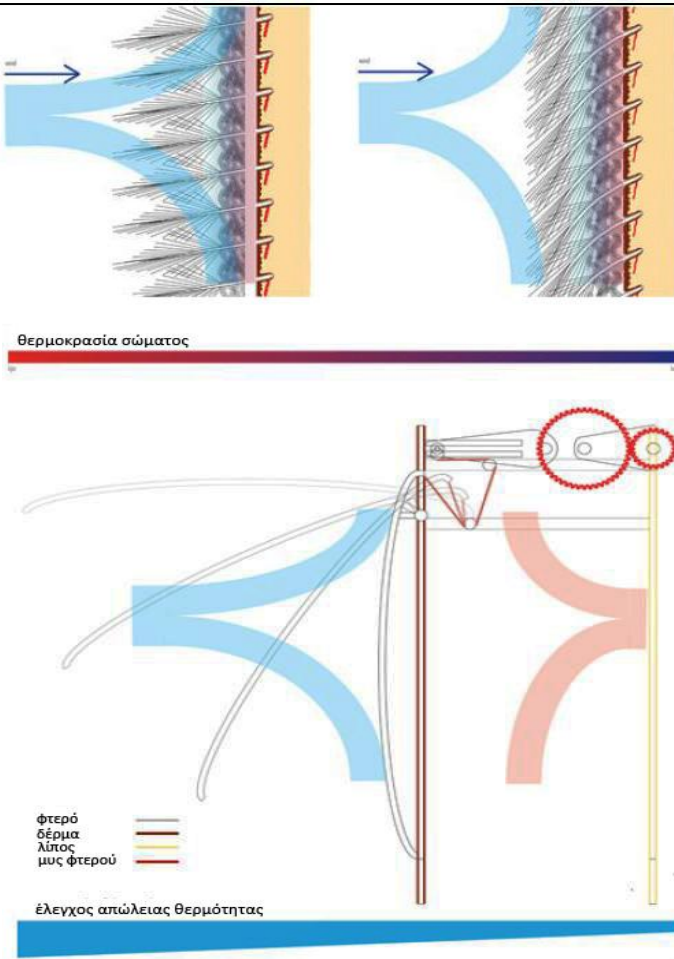


Ο μηχανισμός δέσμευσης και διατήρησης θερμότητας της πολικής αρκούδας και πιθανός τρόπος μίμησης του.

Πηγή:

<http://www.asknature.org/strategy/53ad434e8f86efc6d3285e60ee02ff3a#.VIFnSTGsWSo>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



ακτινοβολία είτε μέσω της παγιδευμένης μορφής της στην τροφή, η οποία απελευθερώνεται με την διαδικασία του μεταβολισμού. Για την διατήρηση και καλύτερη αξιοποίηση της ενέργειας αυτής, παραδείγματα τόσο από το ζωικό όσο και από το φυτικό βασίλειο, έχουν εξελίξει πολλαπλές μεθόδους παγίδευσης της θερμότητας, πολλές φορές σε περισσότερα από ένα επίπεδα (υποδόριο λίπος, παραλλαγές τριχώματος, φτέρωμα, στρώμα νεκρού φυλλώματος κλπ). Αυτό που θα μας απασχολήσει εδώ περισσότερο είναι η ικανότητα των φυσικών οργανισμών να αναγνωρίζουν τις θερμοκρασιακές μεταβολές και να ανταποκρίνονται στη ρύθμιση των αναγκών τους ανάλογα.

Το παράδειγμα των πιγκουίνων:

Ο πιγκουίνος αποτελεί το μοναδικό πτηνό που μπορεί να επιβιώσει στον χειμώνα της ανταρκτικής γεγονός που οφείλεται κατά ένα μεγάλο μέρος στο εξαιρετικά ενδιαφέρον φτέρωμα που διαθέτει. Πρόκειται για ένα παραδειγματικό είδος δυναμικής μόνωσης που προσφέρει αποδοτικότητα εξίσου καλά τόσο στην ατμόσφαιρα όσο και στο νερό. Τα φτερά είναι ομοιόμορφα, πυκνά, κατανεμημένα πάνω στο δέρμα με κάθε στέλεχος να είναι εφοδιασμένο με έναν μυ. Ο μυς αυτός δίνει τη δυνατότητα στην κάθε μονάδα να συμπιέζεται βρισκόμενη κάτω από το νερό δημιουργώντας ένα υδατοστεγές φράγμα και να επανέρχεται στην αρχική της κατάσταση όταν το ζώο βρεθεί και πάλι στη στεριά. Τα επάνω τμήματα των φτερών καλύπτουν τα διπλανά τους θυμίζοντας αλληλεπικαλυπτόμενες πλάκες, συμβάλλοντας έτσι στη δημιουργία μιας αντιανεμικής ασπίδας. Τα βαθύτερα επίπεδα του φτερώματος είναι έτσι διαμορφωμένα ώστε να δημιουργούν ένα δίκτυο στοιχείων που λειτουργώντας σε συνεργασία παγιδεύουν ένα ομοιόμορφο στρώμα αέρα για την καλύτερη δυνατή μονωτική απόδοση. Μελέτες γίνονται τόσο πάνω στη διάταξη των στοιχείων των φτερών που δίνουν αυτό το μηχανικό αποτέλεσμα όσο και στις μηχανικές ιδιότητες που τους επιτρέπουν να αυτοοργανώνονται και να επανακτούν όγκο μετά τη συμπίεση τους.⁴² (Breathing Skin⁴³)

⁴² http://www.asknature.org/strategy/002043266864ae525a43a4a27f767999#.U80l__I_uSo

⁴³ <http://samfoxschool.wustl.edu/files/Biomimicry-Emperor%20Penguin.pdf>

Η αντίδραση του φτερώματος των πιγκουίνων στις εναλλαγές της θερμοκρασίας και ένα παράδειγμα αντίστοιχης βιομιμητικής εφαρμογής σε πρόσοψη κτιρίου για την ρύθμιση της εσωτερικής του θερμοκρασίας. Σχεδιαστές: Hang-Hyun Cho, Austin Chod, Anne Kainic, Chun-Ting Tsai

Πηγή: <http://samfoxschool.wustl.edu/files/Biomimicry-Emperor%20Penguin.pdf>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Σε μεγαλύτερη κλίμακα ο παραδειγματισμός θα μπορούσε να προκύψει από μία συμπεριφορά ομαδικού χαρακτήρα που βοηθάει τους αυτοκρατορικούς πιγκουίνους να διατηρήσουν τη θερμοκρασία του σώματος τους. Κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών τα αρσενικά πτηνά που παραμένουν στην αποικία, συγκεντρώνονται σε ένα συμπαγές πλήθος, γνωστό και ως «σχηματισμός της χελώνας» όπου το κάθε άτομο γέρνει πάνω στο διπλανό μειώνοντας την επιφάνεια επαφής του με την παγωμένη ατμόσφαιρα και κατά συνέπεια τις θερμικές απώλειες. Σταδιακά οι θέσεις αλλάζουν έτσι ώστε όλα να επωφεληθούν από την υψηλότερη θερμοκρασία που λογικά αναπτύσσεται στο κέντρο του σχηματισμού. Κατ' αναλογία, παρόμοιες αρχές θα μπορούσαν να εφαρμοσθούν σε ομάδες κτιρίων τα οποία συνδεόμενα με αίθρια, θα είχαν την δυνατότητα αερισμού το καλοκαίρι και μείωσης των θερμικών απωλειών το χειμώνα.⁴⁴

2.5.2. Ψύξη/Δροσισμός:

Συμβατική προσέγγιση:

Το μεγαλύτερο μέρος του κτιριακού συνόλου σήμερα, ειδικά στον ελληνικό χώρο, εξακολουθεί να χρησιμοποιεί ενεργοβόρα μηχανικά συστήματα κλιματισμού για τον δροσισμό του κατά τους θερινούς μήνες. Την περίοδο αυτή, η έντονη ηλιακή ακτινοβολία, ο θερμός αέρας καθώς και η χρήση ηλεκτρικών συσκευών, αυξάνουν σε σημαντικό βαθμό την εσωτερική θερμοκρασία του κελύφους με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται ανάγκη για βελτίωση του μικροκλίματος. Όμως η χρήση κλιματιστικών ελλοχεύει κινδύνους και προβλήματα, εκτός του ενεργειακού, που σχετίζονται με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, λόγω ελλειπών εξερισμού, καθώς και την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας, λόγω των ζημιωτικών ψυκτικών υγρών που απελευθερώνονται.

⁴⁴ Biomimicry in Architecture, Michael Pawlyn



Breathing Skin

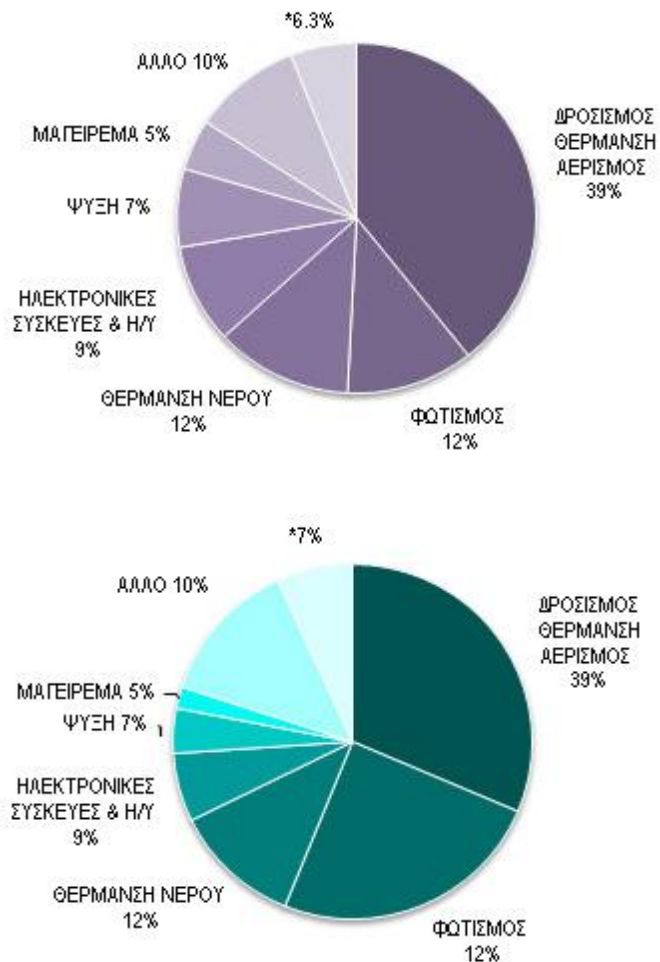
Σχεδιαστές: Hang-Hyun Cho, Austin Chod, Anne Kainic, Chun-Ting Tsai

Πηγή: <http://samfoxschool.wustl.edu/files/Biomimicry-Emperor%20Penguin.pdf>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

Πιο συμφέρουσες και ευεργετικές περιβαλλοντικά, οικονομικά και από άποψη υγείας προτάσεις έχει να μας δώσει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική και συγκεκριμένα τα παθητικά συστήματα ψύξης που δροσίζουν το χώρο με φυσικό τρόπο χωρίς την ανάγκη χρησιμοποίησης μηχανικών στοιχείων. Γενικοί στόχοι των συστημάτων αυτών είναι η αποτροπή της υπερθέρμανσης του κτιριακού όγκου με περιορισμό της θερμικής πρόσληψης από την προσπίπτουσα ακτινοβολία και διοχέτευση της πλεονάζουσας θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο στο περιβάλλον. Οι συνηθέστερες απλές μέθοδοι φυσικού δροσισμού περιλαμβάνουν τη σκίαση του κτιρίου με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως επίσης τον φυσικό εξαερισμό με κατάλληλο σχεδιασμό και λειτουργία των ανοιγμάτων στο κέλυφος που επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Επιπλέον σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν η χρήση θερμικών μαζών για την απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας με ταυτόχρονη μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων κατά τη διάρκεια του εικοσιτετράωρου καθώς και η ελαχιστοποίηση των εσωτερικών κερδών (θερμότητα που παράγεται από την χρήση ηλεκτρικών συσκευών). Τέλος, αξιοσημείωτο παράγοντα για τη βελτίωση της θερμικής άνεσης αποτελεί η κατάλληλη τροποποίηση του μικροκλίματος περιμετρικά του κτιρίου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της σκίασης, της φύτευσης, της εξατμισμού του νερού αλλά και της διαχείρισης του αέρα για τον σχηματισμό ρευμάτων.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι παρατηρείται πολύ συχνά το φαινόμενο ,ειδικά σε συγκεκριμένους τύπους κτιρίων όπως αυτά των γραφείων, να διατηρούνται πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές, ανάλογα με την εποχή, θερμοκρασίες κινούμενα σε ένα περιορισμένο εύρος θερμοκρασιών. Με αυτό τον τρόπο δεν εξαντλούνται τα όρια άνεσης του ανθρώπινου σώματος προκαλώντας επιζήμιες ενεργειακές καταναλώσεις τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά. Είναι λοιπόν επιθυμητή η παρότρυνση των ενοίκων να προσαρμοστούν σε μία πιο διευρυμένη ζώνη θερμικής άνεσης.



Χρήσεις ενέργειας πάνω: σε κατοικία , κάτω: σε τυπικό κτίριο γραφείων

Πηγή: <http://www.c2es.org/technology/overview/buildings>

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

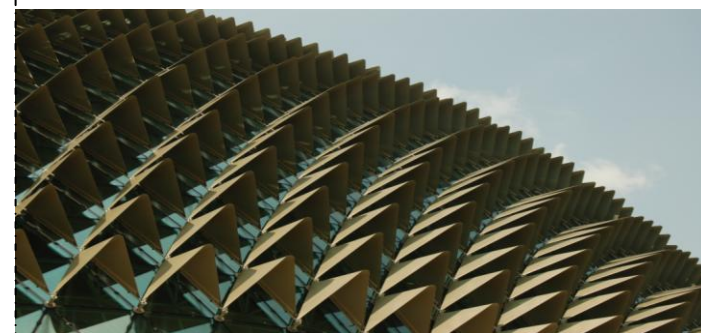
Βιομιμητική προσέγγιση:

Η μεταφορά της θερμότητας γίνεται με αγωγή, μεταφορά (ή ρεύματα), ακτινοβολία και μπορούμε να πούμε και με εξάτμιση. Όπως είδαμε και παραπάνω μία από τις σημαντικότερες πρακτικές σε ότι αφορά τον δροσισμό είναι η αποφυγή της πρόσληψης θερμότητας. Στο φυσικό κόσμο η λογική αυτή κυριαρχεί και χρησιμοποιείται κατά κόρον. Παρά το προφανές όμως αυτής της διαπίστωσης οι μέθοδοι σκίασης δεν εξαντλούνται στο βαθμό που θα μπορούσαν. Κάποιες μελέτες και εφαρμογές που έχουν λάβει χώρα μπορούν να μας επιδείξουν τμήμα των δυνατοτήτων που υπάρχουν σε αυτόν τον τομέα.

Το Esplanade Theatre ή αλλιώς Singapore Arts Center των Michael Wilford και DP Architects, διαθέτει ένα ανταποκρινόμενο στο περιβάλλον κέλυφος σκίασης βασισμένο κατά ένα ποσοστό στο δούριο (durian), φρούτο της νοτιοανατολικής Ασίας. «Στο κτίριο χρησιμοποιείται ένα πλέγμα πτυσσόμενων σκιάστρων τα οποία σταδιακά μεταμορφώνουν το σχήμα και τον προσανατολισμό τους. Το προκύπτον δυναμικό και συνεχώς μεταβαλλόμενο δίκτυ φωτός-σκιάς έχει προσδώσει σε αυτόν τον παγκοσμίου κλάσης χώρο τεχνών, την ιδιαίτερα ξεχωριστή του προσωπικότητα».⁴⁵

Η τοπική χλωρίδα μπορεί να αποτελέσει μία πολύ σημαντική πηγή έμπνευσης μορφολογικά αλλά κυρίως και πρωτίστως, λειτουργικά για την επίλυση κτιριακών προβλημάτων σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον. Το παράδειγμα του κάκτου, ενός φυτού που επιβιώνει σε ιδιαίτερα αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να είναι μία από αυτές τις λύσεις. Ο κάκτος για να μπορέσει να περιορίσει το βαθμό εξάτμισης της υγρασίας του διατηρεί μειωμένη έκταση εξωτερικής επιφάνειας, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να ανακλάσει επαρκώς τη θερμότητα που δέχεται. Η φύση έχει καλύψει αυτή την αδυναμία εξοπλίζοντας τον οργανισμό με κάθετες ραβδώσεις. Οι σχηματισμοί αυτοί σκιάζουν τμήματα του κάκτου προστατεύοντας τον από τον δυνατό ήλιο ενώ συγχρόνως η εναλλαγή φωτός-σκιάς

⁴⁵ <http://www.biomimetic-architecture.com/2010/biomimetic-shading-techniques-of-the-esplanade-theatre/#more-463>



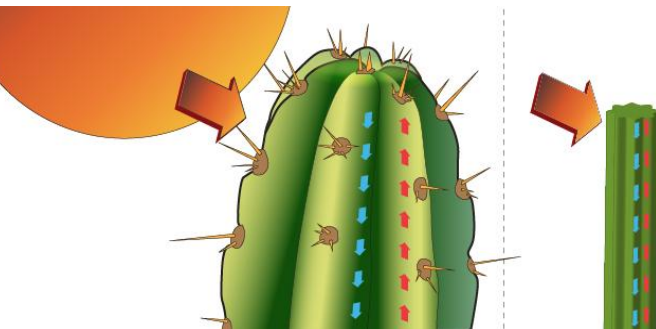
Esplanade Theatre (Singapore Arts Center), Michael Wilford και DP Architects

Πηγή:

http://en.wikipedia.org/wiki/Esplanade_%E2%80%93_Theatres_on_the_Bay



Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

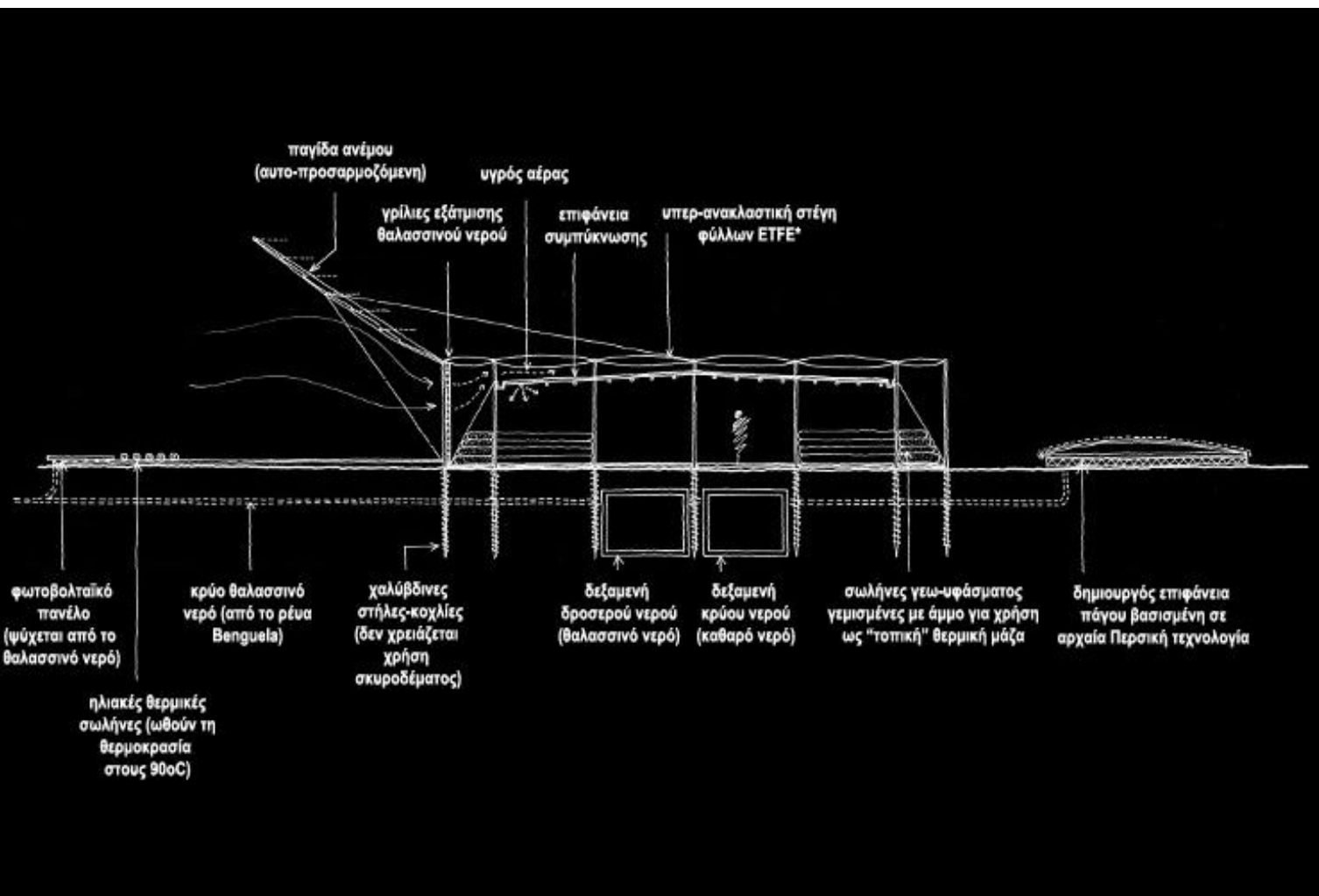


στον κορμό δημιουργεί ανοδικά και καθοδικά ρεύματα αέρα που αυξάνουν την ακτινοβολία θερμότητας. Όταν τελικά ο ήλιος φθάσει στο ανώτερο σημείο πάνω από το φυτό, εκτεθειμένη βρίσκεται η μικρότερη δυνατή επιφάνειά του. (Μία προσπάθεια μίμησης του μηχανισμού του συγκεκριμένου φυτού είναι τα γραφεία του υπουργείου δημοτικών υποθέσεων και γεωργίας στο Qatar, η οποία μελέτη όμως στηρίζεται κυρίως σε σκίαστρα που μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο ο κάκτος έχει εξελιχθεί για να διατηρεί την υγρασία του.)

Μία άλλη πρακτική στηρίζεται στην ιδιότητα κάθε σώματος με θερμοκρασία μεγαλύτερη του απόλυτου μηδενός να είναι ικανό να εκπέμψει θερμική ακτινοβολία ενώ όσο πιο σκούρο και ματ σε υφή είναι αυτό τόσο εντονότερο θα είναι το φαινόμενο. Το γεγονός αυτό γνώριζαν και χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι Αιγύπτιοι για να δημιουργούν πάγο στην έρημο τις διαυγείς νύχτες, πάνω σε ρηχούς δίσκους καλυμμένους με ματ, μαύρη επικάλυψη. Αυτοί τοποθετούνταν πάνω σε άχυρο για να αποφευχθεί η μεταφορά της θερμότητας μέσω αγωγής από το έδαφος. Τον ίδιο μηχανισμό εκμεταλλεύεται και το αφρικανικό σκαθάρι για να συγκεντρώσει την υγρασία της ομίχλης.

Στο World Water Headquarters, σχεδιασμένο από τους Exploration και τον Charlie Paton έχουμε ένα συνδυασμό της εξάτμισης, όπως αυτή χρησιμοποιήθηκε στο Seawater Greenhouse, και του φαινομένου που περιγράψαμε παραπάνω εφαρμοσμένα σε μεγαλύτερη κλίμακα. Η εξάτμιση, ως ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος δροσίσμού λόγω της υψηλής θερμοχωρητικότητας του νερού, χρησιμοποιείται από τα φύλλα μέσω της διαπνοής των στομάτων. Αυτά ρυθμίζουν τη διαδικασία προκαλώντας ακόμη και μαρασμό του φύλλου έτσι ώστε αυτό να συρρικνωθεί και κατ' επέκταση να μειώσει την επιφάνεια επαφής του με την ηλιακή ακτινοβολία όταν αυτή είναι πολύ έντονη. Η εφίδρωση των θηλαστικών είναι άλλος ένας τρόπος χρήσης αυτής της φυσικής τεχνολογίας για την μείωση της θερμοκρασίας του σώματος, που θα μπορούσαν να εμπνεύσουν ίσως κτιριακούς όγκους με σύστημα μεμβρανών εξάτμισης για την αφύγρανση και τον δροσίσμό τους. Ένα άλλο φαινόμενο που συναντάμε στα φυτά και γενικότερα στη φύση είναι η τριχοειδής δράση του νερού, ο τρόπος δηλαδή που μέσω μοριακών έλξεων

Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



*ETFE : Ethylene tetrafluoroethylene είναι ένα πολυμερές μεγάλης αντοχής το οποίο μπορεί να διαμορφωθεί σε ένα εξαιρετικά ελαφρύ στοιχείο επένδυσης.

Σκίτσο του Michael Pawlyn για το World Water Headquarters των Exploration και Charlie Paton.

Πηγή: Biomimicry in Architecture, Michael Pawlyn, p.81
<http://unitb-responsivearchitecture.blogspot.gr/2011/03/michael-pawlyn.html>



iHub , Nothamptonshire, Jerry Tate Architects

Πηγή: <http://www.jerrytatearchitects.com/project/i-hub>

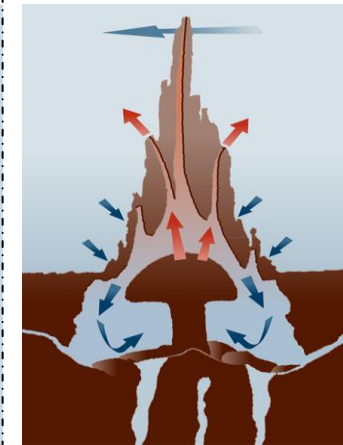
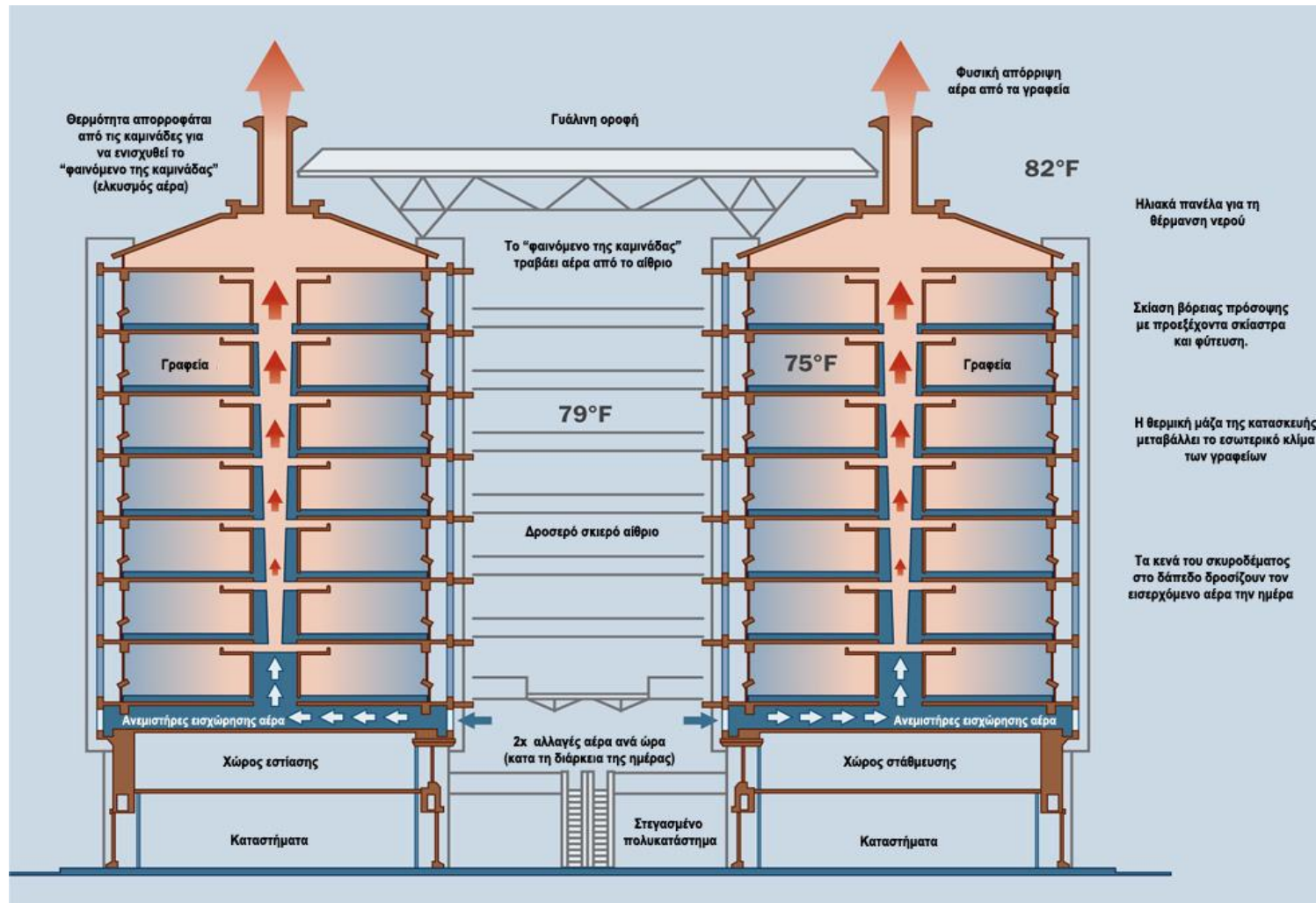
Βιομιμητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό

αυτό ανεβαίνει μέσα σε στενούς σωλήνες δίχως κάποιου είδους άντληση. Σε επίπεδο σχεδιαστικής μελέτης έχει γίνει απόπειρα χρήσης αυτής φυσικής λειτουργίας από τους Jerry Tate Architects σε διαγωνισμό για το iHub στο Nothamptonshire.⁴⁶

Τέλος στο κομμάτι του κτιριακού δροσισμού δε θα μπορούσαμε να μην αναφερθούμε στο Eastgate Center, Harare, Zimbabwe του αρχιτέκτονα Mick Pearce, ο οποίος εμπνεύστηκε από τις φωλιές των τερμιτών για τη δημιουργία ενός συστήματος εξαερισμού που καταφέρνει να διατηρήσει αξιοσημείωτα σταθερές θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου χωρίς ενεργητικά συστήματα ψύξης ή θέρμανσης, ενώ καταναλώνει μόνο το 10% της ενέργειας που θα απαιτούσε μία συμβατική προσέγγιση. Οι φωλιές των τερμιτών εκτίθενται σε μεγάλες μεταβολές θερμοκρασίας κατά την εναλλαγή μέρας-νύχτας, όμως με τον κατάλληλο προσανατολισμό, ένα περίπλοκο δίκτυο εξαερισμού, την εκμετάλλευση του φαινομένου της εξάτμισης και της θερμικής μάζας που προσφέρει το έδαφος, καταφέρνουν να έχουν μικρές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο εσωτερικό των «πύργων» τους. Η αντίστοιχη κτιριακή κατασκευή χρησιμοποιεί βαριά τοιχοποιία και εξωτερικούς μηχανισμούς αποφυγής της άμεσης ηλιακής έκθεσης. Συγχρόνως εκμεταλλεύεται τις χαμηλές βραδινές θερμοκρασίες παγιδεύοντας τον κρύο αέρα στα κενά ενός λαβυρίνθου στοιχείων προκατασκευασμένου σκυροδέματος, ανάμεσα στον πρώτο και τον δεύτερο όροφο, απ' όπου αντλείται δροσιά κατά τη διάρκεια της ημέρας για τους χώρους των γραφείων. Ο θερμός αέρας από το ανώτερο επίπεδο διαφεύγει μέσω 48 χτιστών καμινάδων, οι οποίες μαζί με τη βοήθεια ανεμιστήρων χαμηλής ταχύτητας εξασφαλίζουν την διαρκή ροή του αέρα. Ενώ στο εξωτερικό οι θερμοκρασίες συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 5°C και 33°C, το Eastgate Center καταφέρνει να διατηρεί το εσωτερικό του μεταξύ των 21°C και 25°C. Αν και πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι οι εμπνευστές βασίστηκαν σε μια γενικότερη ιδέα για την φωλιά των τερμιτών και όχι σε ένα αυστηρά συνεπές μοντέλο της, το κτίριο παραμένει ένας καλός συνδυασμός ανθρώπινης και φυσικής ευφυΐας που εμπλέκει πολλές διαφορετικές τεχνικές ελέγχου ενέργειας και θερμικής άνεσης.

⁴⁶ <http://www.jerrytatearchitects.com/project/i-hub>

Βιομημητικά συστήματα στον πολεοδομικό σχεδιασμό



Ηλιακά πάνελ για τη θέρμανση νερού

Σκίαση βόρειας πρόσοψης με προεξέχοντα σκίαστρα και φύτευση.

Η θερμική μάζα της κατασκευής μεταβάλλει το εσωτερικό κλίμα των γραφείων

Τα κενά του σκυροδέματος στο δάπεδο δροσιζουν τον εισερχόμενο αέρα την ημέρα

Σύστημα διαχείρισης εσωτερικού κλιματισμού του Eastgate Center στη Zimbabwe, του Mick Pearce. Εμπνευσμένο από τις φωλιές των τερμιτών.

Πηγή:

http://www.foe.co.uk/news/eastgate_centre_harare_termit_e_mound_41325

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

3.1. Σύνοψη της ιστορικής εξέλιξης της βιομίμησης και των πολεοδομικών αρχών.

Η μίμηση της φύσης έχει υπάρξει τρόπος έκφρασης και δράσης του ανθρώπου από την εμφάνιση του στη γη. Εφόσον οι γεωμετρίες και τα συστήματα του φυσικού κόσμου ήταν ότι υπήρχε σε αφθονία γύρω του, αυτά υπήρξαν η πρώτη πηγή έμπνευσης και το καταφύγιο του για την επίλυση των προβλημάτων του και όχι μόνο. Η πιο διαδεδομένη πρακτική αρχικά ήταν αυτό που σήμερα αποκαλούμε βιομορφισμό και είχε μια απλοϊκότητα καθώς γινόταν σχετικά ασυναίσθητα και όχι με επί τούτου έρευνα στο φυσικό περιβάλλον. Συνηθέστερα είχε περισσότερο αισθητικό χαρακτήρα που πολλές φορές κατέληγε να χρησιμοποιεί και κάποια δομικά ή λειτουργικά στοιχεία απλά λόγω μορφής.

Η βιομίμηση μελετάται και ασκείται σε τρεις κλίμακες: στο επίπεδο του οργανισμού, των συμπεριφορών αυτού και στο επίπεδο των οικοσυστημάτων. Όσο ο άνθρωπος ζούσε νομαδικά, σε σπηλιές δεν μπορούμε να μιλήσουμε για βιομίμηση παρά μόνο σε ότι αφορά εργαλεία, όπλα και σκεύη καθημερινής χρήσης. Ως σύστημα λειτουργούσαν με τη λογική της ομάδας που μεταφέρεται ανάλογα με την αφθονία της τροφής και την εναλλαγή των εποχών. Η χρήση απόλυτα φυσικών υλικών και ο μικρός αριθμός των ατόμων επέτρεπε στο περιβάλλον να λειτουργεί και να ανακάμπτει ανεμπόδιστο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες όπως ακριβώς συνέβαινε και με ένα κοπάδι ζώων. Η τρωγλοδυτική αρχιτεκτονική ίσως να προήλθε σαν αρχική σκέψη από την παρατήρηση ζώων που αναζητούσαν προστασία από τις κλιματικές συνθήκες στις σταθερότερες θερμοκρασίες που προσέφερε το έδαφος ή ο βράχος. Με την εμφάνιση των πρώτων μορφών κατοικίας, όπως οι φορητές κατασκευές (είδη σκηνής), αλλά και οι μόνιμες, που προέκυψαν από την διαμόρφωση των πρώτων αγροτικών κοινωνιών, έχουμε δομές που διαμορφώνονται κυρίως από κλιματικούς αλλά και πολιτισμικούς παράγοντες. Είναι πολύ πιθανό η πρώτη θολωτή μορφή να είχε σαν έμπνευση τον φλοιό του αυγού ή το κέλυφος κάποιου όστρακου. Η χρήση και πλέξη του άχυρου και των κλαδιών, ο πηλός ως συνδετικό υλικό, είναι πρακτικές που εφαρμόζουν πολλά είδη πουλιών και εντόμων για την κατασκευή των φωλιών τους.



Φωλιά πουλιού, σφηκοφωλιά

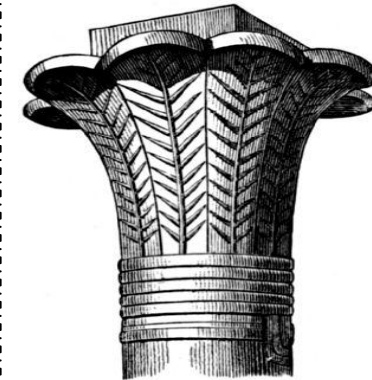
Πηγή: <https://www.esa.org/esablog/research/from-the-community-animal-made-art-medicine-and-language/>

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

Στην αρχαία Ελλάδα στην αρχιτεκτονική χρησιμοποιούνται κυρίως μορφές του φυτικού κόσμου για διακοσμητικούς και όχι λειτουργικούς σκοπούς, όπως για παράδειγμα τα φύλλα ακάνθου στα κιονόκρανα κορινθιακού ρυθμού (βιομορφισμός). Ενώ χρησιμοποιούνται αναλογίες που εμπνέονται από τη φυσική γεωμετρία αλλά και το ανθρώπινο σώμα (πχ: κίονες) στην κατασκευή των κτιρίων. Στην αρχαία Αίγυπτο έχουμε αντίστοιχες μιμήσεις στις κατασκευές όπου για παράδειγμα οι κίονες παρομοιάζουν τον φοίνικα ενώ πλήθος άλλων μιμήσεων έχουν να κάνουν καθαρά με τη μορφή για διακοσμητικούς ή συμβολικούς σκοπούς. Παρ' όλα αυτά δείχνουν την ανάγκη του ανθρώπου να εμπνευστεί από το περιβάλλον γύρω του. Κατά την ρωμαϊκή εποχή η αρχιτεκτονική εξελίσσεται στο ίδιο πνεύμα. Ο Βιτρούβιος αναφέρει στο *De Architectura*, πως η αρχιτεκτονική είναι μία μίμηση της φύσης - όπως τα πουλιά και οι μέλισσες κατασκευάζουν καταφύγια από φυσικά υλικά για να προστατευτούν από τα φυσικά φαινόμενα. Οι αρχαίες πόλεις στηρίζονται κατά ένα μεγάλο μέρος στο ηλιακό φως και σε παθητικά συστήματα θέρμανσης/ψύξης (ηλιακή αρχιτεκτονική), όπως προσανατολισμός, εσωτερικά αίθρια, ανοίγματα που έχουν προβλεφθεί για σωστό αερισμό, κατάλληλο πλάτος και διάταξη δρόμων κλπ.

Η λεγόμενη «οργανική» ανάπτυξη των πόλεων κατά τη μεσαιωνική περίοδο θυμίζει το φαινομενικά άναρχο μοτίβο ενός δάσους, καθώς μιλάμε για ένα σύνολο μονάδων που παίρνουν υπόσταση και μορφή βάσει πολλών ατομικών αποφάσεων που λαμβάνονται σε μικρή κλίμακα. Οι μονάδες αυτές είναι αυτόνομες και συγχρόνως αλληλένδετες και αλληλεξαρτώμενες σε ένα σύστημα. Συνήθως συγκεντρώνονται γύρω από ένα κέντρο (πχ: θρησκευτικό) και εξελίσσονται δημιουργώντας ένα δαιδαλώδες σύστημα δρόμων με τον ίδιο τρόπο που οι ρίζες ενός δέντρου απλώνονται γύρω από τον κορμό. Βιοκλιματικά ή συμπαγής αυτή μορφή πόλης διατηρεί τη θερμότητα στο εσωτερικό των κατοικιών εμποδίζοντας συγχρόνως τη διέλευση των ψυχρών ανέμων.

Η Αναγέννηση φέρνει την επιβολή της ανθρώπινης λογικής των ευθείων, σχεδιασμένων γραμμών έναντι της «φυσικής» τυχαιότητας της οργανικής ανάπτυξης. Τα φυσικά σχέδια, η γεωμετρία και η



Αιγυπτιακός κίονας με τη μορφή φοίνικα.

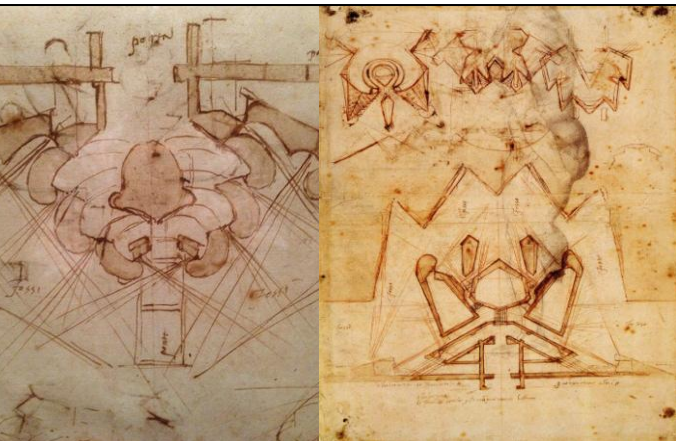
Πηγή:
<http://www.gutenberg.org/files/29759/29759-h/29759-h.htm>



Το μεσαιωνικό Παρίσι

Πηγή: <http://mapcollection.wordpress.com/tag/paris/>

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

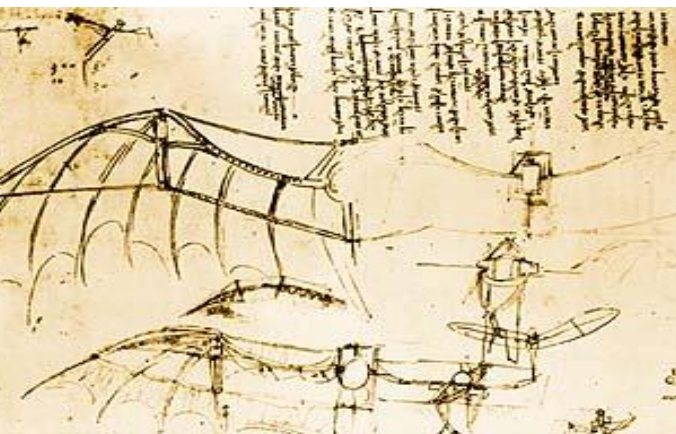


Σκίτσα του Michelangelo για οχυρώσεις εμπνευσμένες από τον κάβουρα.

Πηγή:

<http://scientistartist.blogspot.gr/2013/05/and-built-environment-renaissance.html>

<http://www.marcelloguido.com/critical-anthology/charles-de-tolnav/>



Σκίτσα του Leonardo da Vinci πάνω σε μελέτη των πτήσεων.

Πηγή:

<http://www.flyingmachines.org/davi.html>

αναλογίες του ανθρώπινου σώματος όπως εμφανίστηκαν στην αρχαία Ελλάδα και τη ρωμαϊκή εποχή, επιστρέφουν. Όμως πλέον οι επιρροές είναι πιο συνειδητές και εντονότερες από το φυσικό κόσμο παρασέρνοντας την τέχνη, την αρχιτεκτονική αλλά και τη μηχανική. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ο Λεονάρντο ντα Βίντσι που μεταξύ άλλων μελετάει την ικανότητα των πουλιών να πετούν προσπαθώντας στη συνέχεια να μεταφέρει τη γνώση αυτή στο σχεδιασμό μίας μηχανής που θα επιφέρει το αντίστοιχο αποτέλεσμα – ξεκάθαρη προσπάθεια συνειδητής μίμησης του λειτουργικού μοτίβου ενός έμβιου οργανισμού. Ένα άλλο δείγμα, ο Μικελάντζελο, στην ενασχόληση του με την αρχιτεκτονική, σχεδιάζει στρατιωτικές οχυρώσεις βασισμένες στο κέλυφος του κάβουρα μιμούμενος χαρακτηριστικά όπως η περιμετρική ορατότητα και η ευελιξία. Παράλληλα, ο γεωμετρικός σχηματισμός και οι ευθείοι άξονες περνούν στον πολεοδομικό σχεδιασμό που οργανώνεται καλύτερα. Διαπλάτυνση δρόμων, καλύτερος ηλιασμός, κάνναβος και προσοχή στο θέμα της κυκλοφορίας είναι μερικά από τα βιοκλιματικά στοιχεία της περιόδου.

Ο πυρετός της βιομηχανικής επανάστασης δεν θα μπορούσε να μην ευνοήσει και τον ευρύτερο τομέα της βιομίμησης με εφευρέσεις όπως το τηλέφωνο, το τεχνητό μετάξι, το χαρτί από ξύλο, εφευρέσεις της υδρο/αεροδυναμικής, όλες βασισμένες σε φυσικούς οργανισμούς ή διαδικασίες. Συγχρόνως όμως η περίοδος αυτή φέρνει και μια ανατροπή για τη σχέση ανθρώπου και φυσικού περιβάλλοντος. Ήδη η αύξηση του ανθρώπινου πληθυσμού σε αστικά κέντρα δυσκολεύει την διεξαγωγή των φυσικών διεργασιών του οικοσυστήματος που αυτά βρίσκονται. Ειδικότερα, μία από τις βασικές οικοσυστημικές αρχές που περιγράψαμε παραπάνω αποτελεί ο κύκλος των υλικών πόρων, η διαχείριση των αποβλήτων, η ανακύκλωση και η επανάχρηση. Η εντατική αστικοποίηση και ο υπερπληθυσμός συνδυάζονται με την μαζική παραγωγή και κατανάλωση προϊόντων από μη βιοδιασπώμενα υλικά. Η φύση δεν μπορεί πλέον να διαχειριστεί ούτε τον όγκο των πόρων που αποσπάται από αυτή αλλά ούτε και τον όγκο των απορριμμάτων που επιστρέφει σε αυτήν. Επιπλέον η βιαστική και χωρίς σχέδιο δόμηση οδηγεί σε καταστάσεις επικίνδυνες για τη δημόσια υγεία.

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

Όλα αυτά τράβηξαν την προσοχή στον τομέα της πολεοδομίας. Έτσι έχουμε τον πρώτο σε βάθος προβληματισμό επί του θέματος με τους ουτοπιστές να θέτουν επί τάπητος ζητήματα συνδιαλλαγής του δομημένου χώρου με την ύπαιθρο, αρμονικής κοινωνικής συνύπαρξης και οικονομικής αυτονομίας. Τα παραδείγματα αναδιαμόρφωσης πόλεων που ακολούθησαν έφεραν λύσεις στο οδικό δίκτυο, στα θέματα δροσισμού και ηλιασμού και κυρίως στο μεγάλο ζήτημα της διαχείρισης των λυμάτων. Παράλληλα εξακολουθούμε να έχουμε εκφράσεις βιομιμητικής αρχιτεκτονικής σε επίπεδο κτιρίου από αρχιτέκτονες όπως ο Antoni Gaudí. Για παράδειγμα στη Sagrada Familia βλέπουμε τη χρήση κίωνων που προσομοιάζουν κορμούς δέντρων με διακλαδώσεις στη στέψη τους για τη λύση του στατικού θέματος της στήριξης του θόλου.

Ο 20^{ος} αιώνας έφερε τις αυτόνομες κηπουπόλεις που επαναδιαπραγματεύθηκαν τη σχέση δομημένου-αδόμητου λειτουργώντας με ζώνες χρήσεων, εισάγοντας μεγάλο ποσοστό πρασίνου και διαρθρώνοντας την κατοίκηση υπό τη μορφή της οικιστικής ενότητας («κύτταρο»). Οι πολυκατοικίες μεγάλου ύψους, η έμφαση στους δρόμους μεταφοράς, τους ανοικτούς χώρους και οι «μονοπολιτισμικές» ζώνες λειτουργίας συνόδευσαν την άφιξη του μοντέρνου κινήματος, προκαλώντας αντιδράσεις και εναλλακτικές τάσεις. Οι μεταβολιστές στα μέσα του 20^{ου} αιώνα, σε θεωρητικό επίπεδο, είδαν την πόλη σαν ένα χώρο συνεχούς αλλαγής και την παρομοίασαν με τον ανθρώπινο σώμα προτείνοντας ευέλικτη και δυναμική αρχιτεκτονική που προσαρμόζεται. Η αναφορά είναι ωστόσο γενική και μεταφορική. Οι Νέες Πόλεις και τελικά το κίνημα της Νέας Πολεοδομίας (New Urbanism) τη δεκαετία του 80 και το μοντέλο της συμπαγούς πόλης, επανέφεραν στο προσκήνιο την έννοια της γειτονιάς, της μικρότερης κλίμακας, της συνεκτικότητας, της μίξης των χρήσεων, του άμεσου συσχετισμού ανοιχτών-κλειστών χώρων, της κυκλοφορίας με έμφαση στις πράσινες τεχνολογίες μεταφοράς και κυρίως στην μη μηχανοκίνητη μετακίνηση.

Από τη δεκαετία του '90 και μετά, έλαβαν χώρα συνεδριάσεις και επετεύχθησαν συμφωνίες με σαφείς οικολογικές κατευθύνσεις αλλά και αποφάσεις που στοχεύουν στην κοινωνική και οικονομική ευημερία



Sagrada Família, Barcelona, Antoni Gaudí, κίονες που παρομοιάζουν κλαδιά για στατικούς σκοπούς

Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Biomimetic_architecture

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

εξίσου. Μέσα σε αυτό το κλίμα διατυπώθηκε για πρώτη φορά με σαφήνεια η έννοια της βιομίμησης και άρχισε η καθιέρωσή της ως επιστήμη. Έχουμε πλέον συνειδητή και λεπτομερή μελέτη της λειτουργικής βάσης του φυσικού κόσμου.

3.2. Ο προτεινόμενος βιομιμητικός τρόπος δράσης στα πλαίσια της σύγχρονης οπτικής.

Η σύγχρονη θεώρηση των πραγμάτων προωθεί την λογική του συνόλου μονάδων, με αυτονομία, αλληλεξάρτηση, αλληλοεξυπηρέτηση, συνεργασία και συνεχή αλληλεπίδραση ενώ συγχρόνως υποστηρίζεται από ένα οργανωμένο, ιεραρχημένο δίκτυο μετακινήσεων. Μία λογική που στη βάση της είναι οικοσυστημική, και εφαρμόζεται επιτυχημένα στον έμβιο κόσμο σε όλα τα επίπεδα. Υπάρχει λοιπόν συμβατότητα των σύγχρονων πολεοδομικών ιδεών με τις βιομιμητικές αρχές καθώς η σταδιακή ωρίμανση των πρώτων έχει οδηγήσει στην διαμόρφωσή τους με τον ίδιο τρόπο που η φυσική εξέλιξη διαμόρφωσε τον φυσικό κόσμο. Δεν είναι λοιπόν δύσκολο να συνδυαστούν και στις πολεοδομικές μελέτες να προστεθεί ένα ακόμη επίπεδο διερεύνησης όπως περιγράφεται παρακάτω.

Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα της βιομιμητικής σκέψης, αποτελεί το γεγονός ότι είναι πρακτικά εφαρμόσιμη ανεξαρτήτως τόπου και παραμέτρων καθώς στηρίζεται στη μελέτη και εφαρμογή των εντόπιων φυσικών διαδικασιών. Έτσι κατά το σχεδιασμό ενός οικισμού, είτε εξολοκλήρου είτε για την επέκτασή του, αυτό που χρειάζεται είναι η διεξοδική διερεύνηση των τοπικών οικοσυστημάτων για την μίμηση μηχανισμών που θα βοηθήσουν στην απρόσκοπτη συνέχιση της λειτουργίας της βιόσφαιρας της περιοχής και θα συμβάλλουν στη διαχείριση των καιρικών συνθηκών, των φυσικών πόρων και γενικότερων αναγκών που μπορεί να προκύπτουν, μέσω της κατασκευής κατάλληλων υποδομών. Ο Jamie Dwyer, βιολόγος και σχεδιαστής στρατηγικής που εργάστηκε μαζί με τους ΗΟΚ και το ινστιτούτο Biomimicry 3.8 για την δημιουργία του βιομιμητικού οδηγού *Genius of Biome Report*, αναφέρει: «Στόχος είναι το δομημένο περιβάλλον να λειτουργεί το ίδιο αποδοτικά με το τοπικό οικοσύστημα. [...]

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

Θα πρέπει να αποσαφηνιστεί ποιες είναι οι λειτουργίες των εκάστοτε οικοσυστημάτων, να κριθεί εάν είναι αρκετά σημαντικές για να υποκατασταθούν και μετά να συγκεκριμενοποιηθεί πώς αυτές θα περάσουν στον σχεδιασμό και την κατασκευή». ⁴⁷ Εάν καταφέρουμε να βάλουμε αυτές τις, υπαγορευμένες και επιλεγμένες από την εξελικτική διαδικασία, βιολογικές αρχές μέσα στο σχεδιαστικό μας λεξιλόγιο, θα μπορέσουμε να έχουμε έναν εντελώς νέο αστικό ιστό ο οποίος λειτουργεί αποκαταστατικά, με σταθερότητα και σε συνεργασία με τη φύση. Με αυτό τον τρόπο, η έννοια της εφαρμογής αειφόρου σχεδιασμού αποκτά νέα, υψηλού επιπέδου πρότυπα. Ξεκινώντας τίθεται το ερώτημα: « Ποια είναι η μεγαλύτερη εικόνα, ποια είναι τα στοιχεία που τη συγκροτούν και ποια από αυτά θέλουμε να μιμηθούμε; Σε οικοσυστημικό επίπεδο υπάρχουν χιλιάδες μικροί παράγοντες που προστίθενται για να βοηθήσουν στην επιτέλεση μίας ευρύτερης λειτουργίας.» Όσο πιο πολλοί προστίθενται (ποικιλότητα) τόσο πολυπλοκότερο γίνεται το σύστημα βρίσκοντας τις ισορροπίες του, δημιουργώντας νέους δεσμούς και δίκτυα ενώ κάθε κομμάτι έχει το ρόλο του στο κλείσιμο των βρόγχων ροής στοιχείων και λειτουργιών – γραμμικές διαδικασίες δεν υπάρχουν. Για παράδειγμα, το εμπόριο διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο ως τρόπος δημιουργίας συσχετισμών και ανταλλαγής προϊόντων, υπηρεσιών και πληροφοριών. Όπως οι συνεργατικές σχέσεις των έμβιων οργανισμών δημιουργούν χρώμα και άλλα θρεπτικά συστατικά στο φυσικό περιβάλλον, έτσι και σε ένα αστικό οικοσύστημα η προώθηση, διευκόλυνση και στήριξη των σημαντικών διαδράσεων μεταφράζεται σε προϊόντα, απασχόληση και τελικά υγιείς κοινότητες και οικονομική ευημερία. Γενικότερα, «η υιοθέτηση μιας ολιστικής προσέγγισης και κατανόησης του φυσικού κόσμου είναι ο μοχλός που μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για την επίτευξη σχεδιαστικής καινοτομίας» ⁴⁸.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η ΗΟΚ, μία από τις μεγαλύτερες αρχιτεκτονικές και κατασκευαστικές εταιρείες παγκοσμίως εμβέλειας, σε συνεργασία με το ινστιτούτο Biomimicry 3.8, μελέτησε ένα οικοσύστημα που φιλοξενεί κάποια από τα μεγαλύτερα πληθυσμιακά κέντρα του κόσμου.

⁴⁷, <http://www.hok.com/thought-leadership/natural-inspiration-through-biomimicry>

⁴⁸ Jamie Dwyer, <http://www.hok.com/thought-leadership/natural-inspiration-through-biomimicry>

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

Το εύκρατο δάσος πλατύφυλλων, που ευδοκimeί στη βόρειο-ανατολική Αμερική και βόρεια-κεντρική Ευρώπη και Ασία, έχει να επιδείξει μία τεράστια ποικιλία ευφυών τακτικών για την διαχείριση της ζωής και του περιβάλλοντος. Έτσι δημιουργήθηκε το Genius of Biome Report, μία δημοσιευμένη έκθεση η οποία περικλείει τον συνδυασμό φυσικών και ανθρώπινων δεξιοτήτων, προτείνει καινοτόμες λύσεις και, παρότι βασισμένη σε ένα συγκεκριμένο είδος οικοσυστήματος, μας δίνει έναν γενικότερο τρόπο δράσης για την εκμείωση και εφαρμογή των ιδεών που κρύβει η εκάστοτε βίωση όπως φαίνεται παρακάτω.

Σύμφωνα με το σύστημα Πλήρους Ολοκληρωμένης Σκέψης (Fully Integrated Thinking – FIT) της προαναφερθείσας συνεργασίας, πρέπει να γίνονται πολλαπλές προσεγγίσεις στην εστίαση του ζητήματος και αυτές κατατάσσονται σε τρεις κύριους τομείς:

Ο Περιβαλλοντικός τομέας, ο οποίος περιλαμβάνει πεδία μελέτης που αφορούν στην οικολογική δομή (ecostructure), στο νερό, στην ατμόσφαιρα, στα υλικά, στην ενέργεια και στην τροφή,

Ο Κοινωνικός τομέας, ο οποίος περιλαμβάνει θέματα κοινότητας, πολιτισμού, υγείας, εκπαίδευσης, διοίκησης, συγκοινωνίας και καταλύματος, και

Ο Οικονομικός τομέας, ο οποίος έχει να κάνει με το εμπόριο και τη δημιουργία αξίας.

Ο σχεδιασμός ακολουθεί τους εξελικτικούς κανόνες βάσει των οποίων προκύπτουν τα επιτυχημένα χαρακτηριστικά των οργανισμών, για να δημιουργήσει χώρους με προσαρμοστικότητα και απόδοση σε βάθος χρόνου. Οι πρωταρχικές λειτουργίες που βρίσκονται κοινές ανάμεσα στα είδη οργανισμών που επιβιώνουν και ευδοκimeούν στη γη, θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως Αρχές της Ζωής (Life's Principles) και ενσωματώνουν κατά κύριο λόγο τις βιομιμητικές αρχές όπως αυτές διατυπώθηκαν από

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

την Janine Benyus.⁴⁹ Συνοψίζονται με τον παρακάτω τρόπο:

Αρχές Ζωής:

1. Η εξέλιξη είναι το κλειδί της επιβίωσης : κάθε σύστημα και οργανισμός για να επιτύχει την αντοχή του μέσα στο χρόνο βασίζεται στην συνεχή ενσωμάτωση πληροφοριών για την διασφάλιση της διαρκούς υψηλής επίδοσής του. Αυτή η τακτική αναλύεται στην:
 - Επανάχρηση επιτυχημένων στρατηγικών
 - Ενσωμάτωση λαθών με τρόπο που να οδηγούν σε νέες μορφές και λειτουργίες
 - Ανταλλαγή και εναλλαγή πληροφοριών για την δημιουργία νέων δυνατοτήτων
2. Ανάγκη επίτευξη υψηλής αποδοτικότητας πόρων (υλικά και ενέργεια): η αποφυγή της κατασπατάλησης, κρίνεται ζωτικής σημασίας σε ένα πάντα περιορισμένο περιβάλλον και αυτό επιτυγχάνεται με:
 - Πολυλειτουργικό σχεδιασμό. Ένα σχεδιαστικό πλάνο πρέπει να ανταποκρίνεται σε πολλές ανάγκες ταυτόχρονα.
 - Χρήση διαδικασιών χαμηλών ενεργειακών απαιτήσεων. Η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης μπορεί να επιτευχθεί με μείωση των θερμοκρασιών, της πίεσης και του χρόνου αντίδρασης.
 - Ανακύκλωση όλων των υλικών. Οι κλειστοί βρόγχοι κυκλοφορίας των πόρων - και όχι μόνο - είναι ένα από τα μεγάλα μυστικά της ευφυΐας της φύσης.
 - Προσαρμογή της μορφής στη λειτουργία.
3. Προσαρμογή στην εναλλαγή των συνθηκών: Ένα οικοσύστημα διασφαλίζει την αντοχή του στο χρόνο μαθαίνοντας να ανταποκρίνεται σε ένα δυναμικό πλαίσιο επιβίωσης. Με τους παρακάτω τρόπους λοιπόν, καταφέρνει:

⁴⁹ Janine Benyus , *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

- Διατήρηση της ακεραιότητας του συστήματος μέσω της διαρκούς ανανέωσης, επούλωσης και αναβάθμισής του
 - Ανθεκτικότητα μέσω της ποικιλότητας, της αφθονίας και της αποκέντρωσης των λειτουργιών έτσι ώστε να υπάρχουν πάντα εφεδρικοί τρόποι για την ανάκαμψη του συστήματος.
 - Κάλυψη μιας λειτουργικής ανάγκης μέσω της ποικιλίας μορφών, διαδικασιών ή συστημάτων.
4. Συνδυασμός ανάπτυξης και μεγέθυνσης: στον έμβιο κόσμο η επέκταση δεν νοείται ως πρωταρχική και μοναδική μέριμνα καθώς η λογική αυτή δεν εξασφαλίζει εξέλιξη και διάρκεια ούτε στις μονάδες αλλά ούτε και στα σύνολο. Η μεγέθυνση επέρχεται ως αποτέλεσμα ενός ολόκληρου μηχανισμού προνοητικότητας σε όλους τους τομείς επιβίωσης. Άρα έχουμε:
- Συνδυασμό μονάδων και ενσωματωμένων στοιχείων. Η σταδιακή ενσωμάτωση μίας μονάδας μέσα στην άλλη είναι ο προτιμώμενος τρόπος εξέλιξης από ένα απλό σε ένα πολύπλοκο σύστημα.
 - Σειριακή κατασκευή. Προσθήκη ενός στοιχείου τη φορά.
 - Αυτό-οργάνωση. Οι φυσικοί οργανισμοί και μηχανισμοί δημιουργούν συνθήκες που να επιτρέπουν στους διαφορετικούς παράγοντες συνεργασία και αλληλεπίδραση.
5. Εναρμόνιση με το τοπικό περιβάλλον και ανταπόκριση σε αυτό: οι οργανισμοί σχεδιάζουν και ευημερούν εκμεταλλευόμενοι πλήρως τις συνθήκες που έχουν άμεση επαφή με αυτούς τους τρόπους:
- Χρήση προσβάσιμων υλικών και ενέργειας βρισκόμενων σε αφθονία στο γύρω περιβάλλον.
 - Καλλιέργεια συνεργατικών, αμοιβαία ευεργετικών διαδράσεων. Η αλληλοβοήθεια σημαίνει αυτοσυντήρηση.
 - Εκμετάλλευση κυκλικών, επαναλαμβανόμενων φαινομένων

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

- Χρήση ανατροφοδοτικών βρόγχων πληροφορίας για την κατάλληλη τροποποίηση μιας αντίδρασης σε κάποιο ερέθισμα.
- 6. Χρήση χημικών ουσιών φιλικών προς τη ζωή: Η φύση δεν χρειάζεται μεγάλες θερμοκρασίες, δυνάμεις ή ισχυρές ουσίες για να έχει συχνά υψηλότερης ποιότητας αποτελέσματα από αυτά που έχει επιτύχει ο ανθρώπινος πολιτισμός. Οι διαδικασίες που χρησιμοποιεί είναι:
 - Επιλεκτική κατασκευή χρησιμοποιώντας ένα μικρό υποσύνολο στοιχείων.
 - Αποδόμηση με χρήση χημικών διαδικασιών που δεν καταλήγουν στην δημιουργία βλαβερών υποπροϊόντων.
 - Χρήση του νερού ως διαλύτη - χημεία στο νερό.

Όπως έχουμε προαναφέρει, το τοπικό περιβάλλον και ο τρόπος λειτουργίας του είναι αυτά που θα δώσουν τις πιο αποτελεσματικές λύσεις στο σχεδιασμό ενός αποδοτικού σε όλα τα επίπεδα αστικού συστήματος. Κατά συνέπεια, η αναγνώριση, συλλογή και καταγραφή πληροφοριών και λειτουργικών παραμέτρων μίας συγκεκριμένης βιόσφαιρας διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο. Αρχικά λοιπόν, είναι απαραίτητη η ανάλυση των κλιματικών συνθηκών (υγρασία, ξηρασία, κρύο, ζέστη, πίεση, μεταβλητότητα, UV ακτινοβολία), της ποσότητας των θρεπτικών στοιχείων και λοιπών πόρων της περιοχής, του είδους των κοινωνικών συνθηκών (συνεργατικών, ανταγωνιστικών) και των χρονικών προϋποθέσεων των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα (δυναμικές, στατικές). Έπειτα, για να ταξινομηθούν τα προβλήματα προς λύση και να ανακαλυφθούν οι πιθανές διαδικασίες που αντιστοιχούν στη διαχείρισή τους, ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- Τίθεται το λειτουργικό ερώτημα που μας απασχολεί. Σε αυτό το σημείο έχουμε πέντε πεδία προκλήσεων τα οποία αναφέρονται στο νερό, στην ενέργεια, στα υλικά, στην κοινωνία και στην οικονομία.

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

- Μεταφέρουμε το ερωτηματικό αυτό στον βιολογικό κόσμο ψάχνοντας το φυσικό ανάλογο.
- Σε αυτό το σημείο αναζητούμε με ποιους τρόπους ανταποκρίνονται σε κάθε μία από τις σχετικές «αρχές της ζωής» που περιγράφηκαν παραπάνω οι οργανισμοί του εν λόγω οικοσυστήματος.
- Συγκεκριμενοποιούμε την λειτουργία αναζητώντας ποιος οργανισμός ή σύστημα στηρίζει την επιβίωση του πάνω στη διαδικασία ή το χαρακτηριστικό που μας ενδιαφέρει.
- Αναγνωρίζουμε τη βασική βιολογική αρχή που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση της λειτουργίας, και την περιγράφουμε δίχως τη χρήση βιολογικών όρων , με σκοπό την απόρριψη μιας σχεδιαστικής αρχής.
- Διατυπώνουμε τις συσχετιζόμενες αρχές. Τα φυσικά μοτίβα πάντα είναι αλληλένδετα με διαφορετικές, εξίσου χρήσιμες διαδικασίες «διότι η βέλτιστη λειτουργικότητα τυπικά προκύπτει όταν πολλοί μηχανισμοί ή διαδικασίες συσχετίζονται μεταξύ τους - είναι δύσκολη η επικέντρωση σε μία και μόνο σχεδιαστική αρχή».
- Τελικό βήμα: Καταλήγουμε σε ένα συνδυασμό σκίτσων ιδεών, συμβουλευτικών συνεδριάσεων με ειδικούς (βιολόγοι στο σχεδιαστικό τραπέζι) και brainstorming για μίμηση των παραπάνω αρχών, ανατρέχοντας συνεχώς στην πρωτότυπη λειτουργία για εκ νέου αναζήτηση των κανόνων που τη διέπουν.

Η μεσογειακή βλάστηση παρουσιάζει μεγάλες ομοιότητες με το εύκρατο δάσος που μελετήθηκε σε αυτή την περίπτωση αλλά και πολλές ακόμη ιδιαιτερότητες που την καθιστούν μοναδική πηγή πληροφοριών. Ο συνδυασμός των αρχών της Νέας Πολεοδομίας και της Συμπαγούς Πόλης με τις λύσεις, τόσο σε οργανωτικό όσο και σε κτιριακό επίπεδο, που έχουν να προτείνουν οι οργανισμοί που επιβιώνουν και ευδοκιμούν στο συγκεκριμένο πλαίσιο συνθηκών, μπορεί να αντιμετωπίσει τις

Βιομίμηση και πολεοδομική εξέλιξη

προκύπτουσες προκλήσεις και να επιτύχει την αρμονική συμβίωση ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος. Σε γενικότερο επίπεδο, όπως αναφέρει και ο Michael Pawlyn, από τη φύση θα πρέπει να υιοθετήσουμε τρεις βασικές συνήθειες που θα μπορούσαν να μεταμορφώσουν την αρχιτεκτονική και την κοινωνία. Αυτές δεν είναι άλλες από την αποφασιστική αύξηση αποδοτικότητας των πόρων, τη δημιουργία συστημάτων κλειστών βρόγχων και την άντληση ενέργειας από τον ήλιο.⁵⁰ Η ανθρώπινη διανόηση έχει την δυνατότητα να γίνει ιδιαίτερα εφευρετική. Από εκεί και πέρα, μία «παλέτα» χλωρίδας και πανίδας, που περιμένει να αναγνωριστεί όχι μόνο για την μορφή ή την επιφανειακή οικονομική της αξία αλλά και για την ιδιοφυία που κρύβει στους μηχανισμούς της, εάν υπάρχει βούληση, μπορεί να γίνει το όχημα που θα ξεπεράσει τα όρια των ανθρώπινων ικανοτήτων. Ή όπως θέτει το ζήτημα η Janine Benyus⁵¹, εάν ησυχάσουμε για λίγο τη φωνή της εξυπνάδας μας και αφουγκραστούμε, ακολουθώντας το παράδειγμα της φύσης, θα διαπιστώσουμε ότι οι περισσότερες από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουμε, έχουν ήδηλυθεί για εμάς.

⁵⁰ <http://www.dartington.org/blog/sustainability-in-nature-and-architecture>

⁵¹ <http://www.treehugger.com/treehugger-radio/janine-benyus-on-biomimicry-in-design-on-th-radio-part-two.html>

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις



Wanzhuang eco-city, Κίνα

Πηγή:
<http://sunlaydesign.com/Projects/Type/Masterplanning/264.html>

Οι πόλεις που ακολουθούν αποτελούν προσπάθειες εξολοκλήρου σχεδιασμού πόλεων εφαρμόζοντας βιοκλιματικές και βιομημητικές αρχές και εφαρμογές σε περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Έμφαση δίνεται στον περιβαλλοντικό τομέα. Οι επιλογές που παρουσιάζονται προέρχονται από περιοχές διαφορετικού κλίματος για να τονιστεί η δυνατότητα εφαρμογής ανεξαρτήτως τόπου. Οι πόλεις είναι μεσαίου μεγέθους, δηλαδή μερικών δεκάδων χιλιάδων κατοίκων, καθώς ο υπερπληθυσμός απαιτεί τη δημιουργία οικισμών μεγαλύτερων του περιορισμένου περιβάλλοντος ενός χωριού που δεν ανταποκρίνεται στις σύγχρονες αστικές ανάγκες. Η παράθεση είναι χρονολογική.

Η Κίνα φιλοδοξούσε να φιλοξενεί την πρώτη μεγάλης κλίμακας eco-city και χαρακτηρίζεται από μία γενικότερη προσπάθεια ανάπτυξης τέτοιου είδους πόλεων για να αντιμετωπίσει τα πιεστικά προβλήματα του πληθυσμού της. Όταν λοιπόν η διεκπεραίωση του project της Dong Tang αναβλήθηκε επ' αόριστον, η Wanzhuang ήρθε να πάρει τη θέση της για να τηρήσει τις υποσχέσεις της πρώτης. Σχεδόν παράλληλα ξεκινάει η Masdar City στο Abu Dhabi η οποία αποτελεί σήμερα, στο σημείο που έχει φτάσει, από τις πιο προχωρημένες κατασκευαστικά σε σχέση με αντίστοιχες μελέτες ανά τον κόσμο. Η Ινδία το 2011 αποφασίζει να δημιουργήσει ένα συγκρότημα οικισμών στην περιοχή της Lavasa, σε ένα πολύ ευαίσθητο οικοσύστημα. Σήμερα έχει κτιστεί ένας από αυτούς, η Lavasa Hill Station, ενώ προσπαθεί ακόμη να πείσει για την συνέπεια της στην εφαρμογή των περιβαλλοντικών κανόνων που έχουν τεθεί από τη σχεδίαση. Η Abuja ενσαρκώνει μια διάθεση, ήδη φανερή από την περίπτωση της Lavasa Hill City, που τείνει στη δημιουργία μιας πόλης-αξιοθέατο και τουριστικό θέρετρο. Το συγκεκριμένο έργο βρίσκεται ακόμη στο σχεδιαστικό στάδιο και παρουσιάζει ένα άλλο είδος πόλης που επιδιώκει να ακολουθήσει τις βιομημητικές αρχές.

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

4.1. Wanzhuang

Site: Wan Zhuang, China

Area landscape: 80.000 Km²

Developer: ARUP, SIIC

Η αγροτική γη εξαφανίζεται με γοργούς ρυθμούς στην Κίνα ακολουθούμενη από εντατική αστικοποίηση και ερημοποίηση. Η Wanzhuang προσφέρει μία μοναδική δυνατότητα εξερεύνησης της ανάπτυξης μιας οικολογικής πόλης επικεντρώνοντας στη γεωργία ως σημείο έναρξης/αναφοράς. Βρισκόμενη σε ίση περίπου απόσταση ανάμεσα στο Πεκίνο και την παραλιακή πόλη Tianjin, η τοποθεσία έκτασης 80.000 στρεμμάτων, επιλέχτηκε από την κινεζική κυβέρνηση για την δημιουργία μιας πόλης που θα φιλοξενεί περίπου 400.000 κατοίκους μέχρι το 2025. Η διατήρηση, χρήση και ενίσχυση της εντόπιας γνώσης και των καλλιεργητικών ικανοτήτων των κατοίκων της Wanzhuang κρίθηκε ζωτικής σημασίας καθώς το αγροτικό τοπίο προωθεί μία στενή σχέση με τη φύση η οποία αποτελεί επιβεβαιωμένη πηγή ευημερίας.

Ολοκληρωμένη προσέγγιση⁵²

Οι Arup συγκρότησαν μία διεπιστημονική ομάδα σχεδιασμού για την προετοιμασία του λεπτομερούς masterplan και των κατευθυντήριων γραμμών για το σχεδιασμό προς επίτευξη ενός αιεφόρου συνόλου. Σε εφαρμογή τέθηκε μία διαδικασία εκτίμησης της βιωσιμότητας βασισμένη σε αποδεδειγμένα στοιχεία και στην άσκηση των θεωρούμενων βέλτιστων πρακτικών, για την ολοκλήρωση των στρατηγικών που αφορούσαν στον αστικό σχεδιασμό, στο τοπίο, σ τη γεωργία, στην οικονομική ανάπτυξη, στον πολιτισμό, στον επαναπροσδιορισμό των στοιχείων βιωσιμότητας, στις μετακινήσεις, στην υλικοτεχνική



Wanzhuang eco-city, Κίνα

Πηγή:

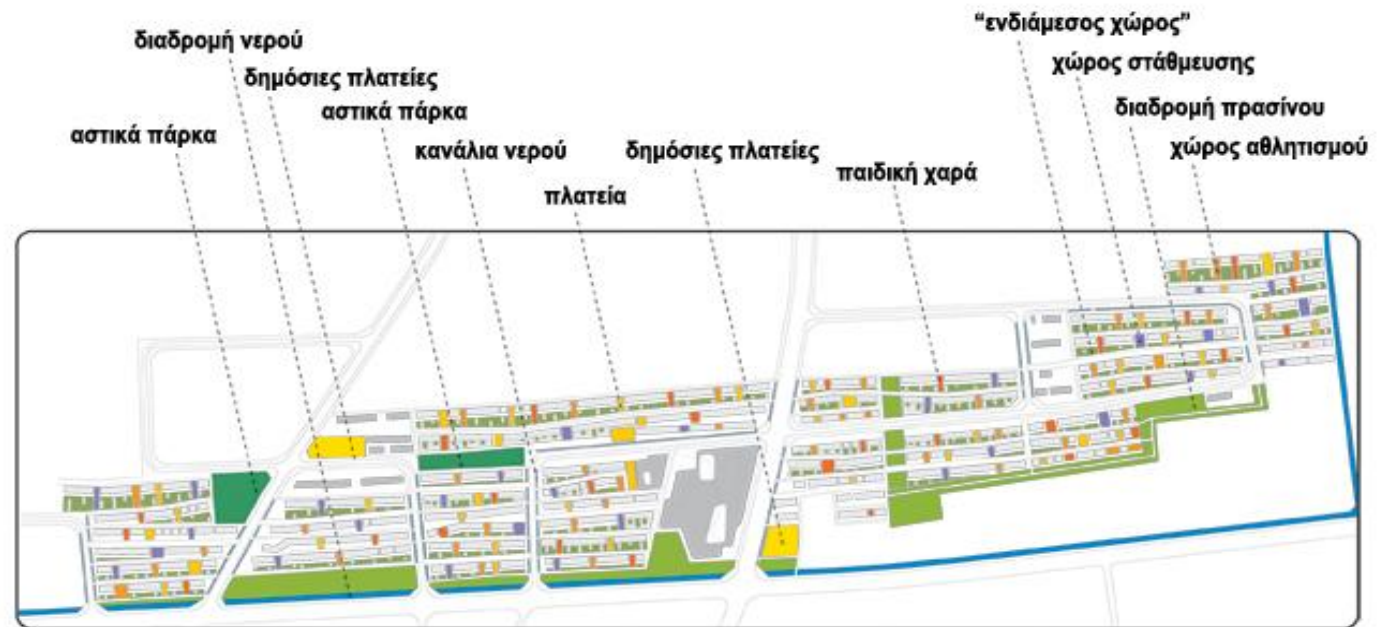
<http://sunlaydesign.com/Projects/Type/Masterplanning/264.html>

⁵² http://www.arup.com/projects/wanzhuang_eco-city.aspx

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

Wanzhuang eco-city, Κίνα
Διάταξη δημόσιου χώρου (τμήμα της πόλης)

Πηγή: <http://kragh-berglund.com/en/about/projects/eco-city-wan-zhuang/>

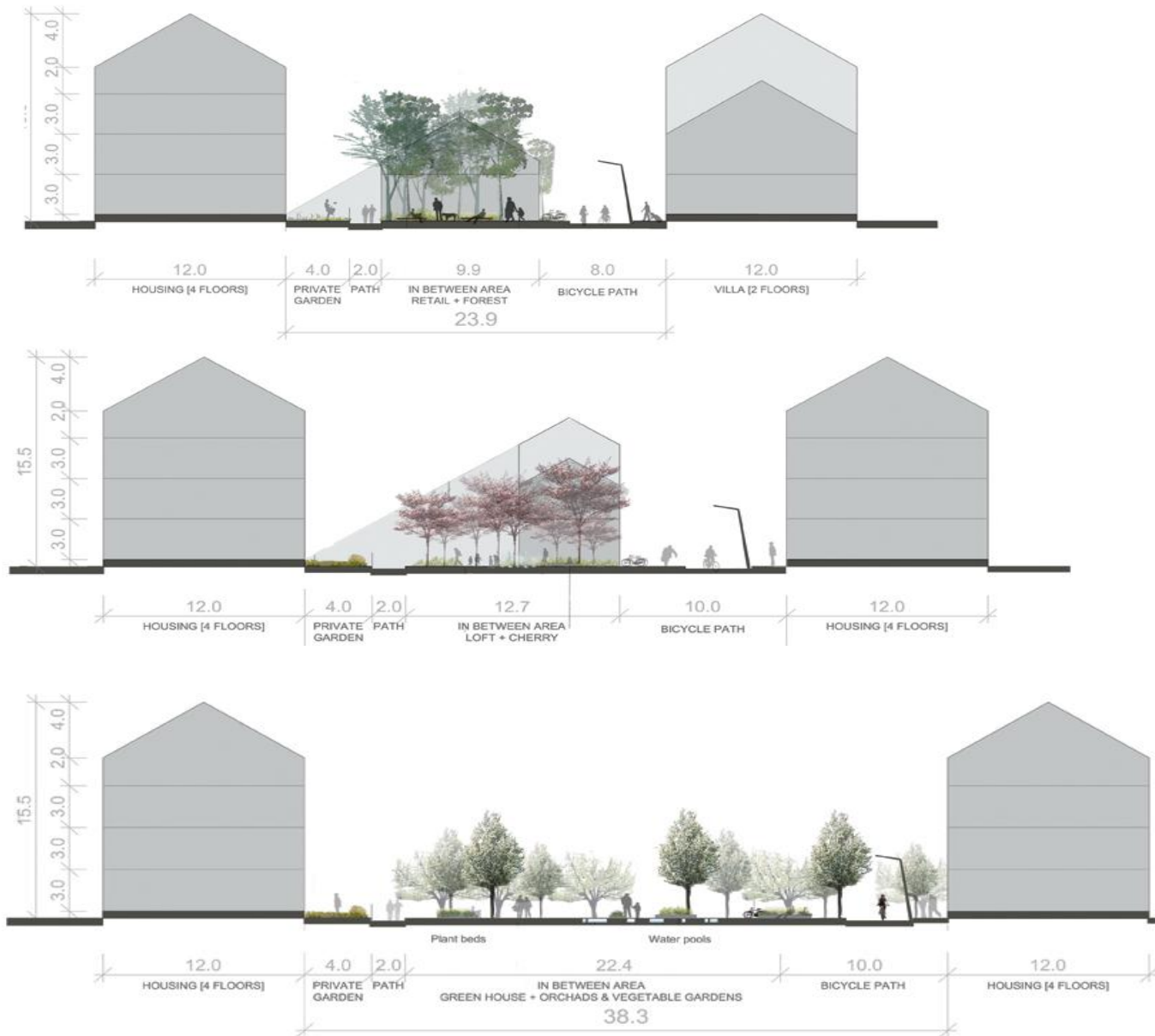


Wanzhuang eco-city, Κίνα
Διάταξη πρασίνου (τμήμα της πόλης)

Πηγή: <http://archinect.com/people/project/18250563/wanzhuang-eco-city-langfang-china/18252967>



Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις



Wanzhuang eco-city, Κίνα

Διαμόρφωση χώρων έτσι να υπάρχει επαρκής ηλιασμός και αερισμός των κτιρίων, ενώ συγχρόνως διατηρούνται οι καλλιέργειες καρποφόρων. Από πάνω προς τα κάτω: Δασύλλιο, κερασιές, αχλαδιές.

Πηγή: <http://kragh-berglund.com/en/about/projects/eco-city-wan-zhuang/>

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

υποστήριξη(Logistics), στην ενέργεια, στο νερό, στα απόβλητα και τους πόρους καθώς και στο εμπορικό πλαίσιο.

Το αναδυόμενο σχέδιο της πρότασης είναι ένα σύμπλεγμα/συγκρότημα χωριών περιμετρικά ενός κοινού αστικού κέντρου, συνδεδεμένου με τον άξονα Πεκίνο-Τιαντζίν. Η πυκνή ανάπτυξη πολλαπλών χρήσεων που προτείνεται γύρω από τα υπάρχοντα χωριά, επιτρέπει τη διατήρηση της σημαντικής παραγωγικής γης και αγροτικής κληρονομιάς, των υπαρχόντων αστικών ιστών των οικισμών και άλλων στοιχείων του υφιστάμενου τοπίου.

Πρόταση κλειδί: Ποιότητα ζωής σε ένα αειφόρο περιβάλλον, τόσο οικολογικό όσο και κοινωνικό και πολιτισμικό.⁵³

Σε συνεργασία με τους Qixin Architects στο Πεκίνο, οι Kragh & Berglund ανέπτυξαν ένα σχεδιαστικό πλάνο για την Wanzhuang σε μία έκταση μεγέθους 60.000 μ² που πρόκειται να στεγάσει περίπου 11.000 κατοίκους και αποτελεί τμήμα του ευρύτερου masterplan . Η Wanzhuang προβλέπεται να γίνει μία πόλη-δορυφόρος(commuters city/πόλη σταθμός-μετακινήσεων) του Πεκίνου. Το κυρίως τμήμα της περιοχής μελέτης αποτελείται από ένα υπάρχον χωριό, με κύρια εμπορική ασχολία την παραγωγή αχλαδιών. Στόχος είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος αειφόρου διαβίωσης με αστικούς χώρους υψηλής ποιότητας και μεγάλη ποικιλία για τους κατοίκους της νέας Wanzhuang. Πράσινοι δρόμοι με διάφορα εγχώρια δέντρα, τοποθετούνται ανάμεσα στις σειρές κατοικίας για να εξασφαλίσουν φυσικό δροσισμό. Αυτοί οι άξονες διαθέτουν πεζόδρομους , ποδηλατόδρομους ,μικρότερους ιδιωτικούς εξωτερικούς χώρους καθώς και χώρους ανάπαυσης υπό σκιά, μικρά καταστήματα, τόπους άσκησης και λαχανόκηπους. Βασική επιδίωξη υπήρξε η εξασφάλιση της δυνατότητας διατήρησης τμήματος του υπάρχοντος τρόπου ζωής στην περιοχή. Ως μέρος αυτών των δρόμων, το νερό που συλλέγεται από τις στέγες, χρησιμοποιείται ως στοιχείο αισθητικού ενδιαφέροντος. Το νερό της βροχής επίσης

⁵³ <http://kragh-berglund.com/en/projects/eco-city-wan-zhuang/>



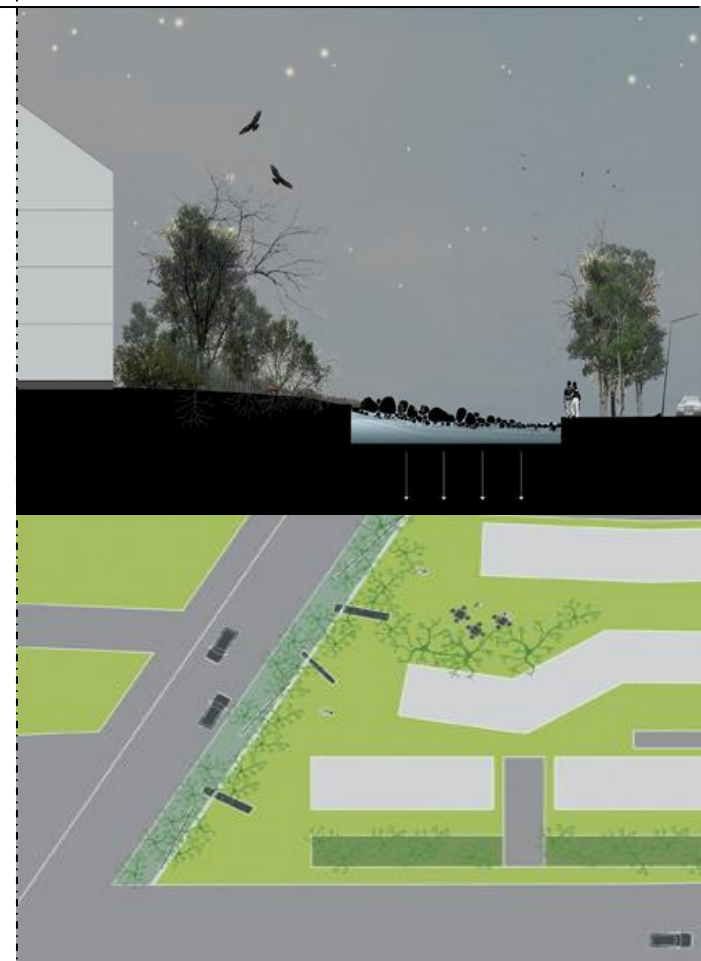
Wanzhuang eco-city, Κίνα

Πηγή:
http://www.arup.com/projects/wanzhuang_eco-city/wanzhuang_ecocity_image_1.aspx

Συνδυασμός βιομιμητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

χρησιμοποιείται για την άρδευση της φύτευσης στην περιοχή. Μικρές πλατείες δραστηριοτήτων βρίσκονται διάσπαρτες κατά μήκος της πόλης ενώ δύο μεγαλύτερα πάρκα και δύο κυρίως πλατείες δημιουργούνται τόσο για καθημερινή χρήση όσο και για εκτενέστερες συγκεντρώσεις και δρώμενα. Κανάλια νερού διατρέχουν όλους τους κύριους δρόμους, συγκεντρώνοντας και καθαρίζοντας το νερό με φυσικές μεθόδους ενώ συγχρόνως το διατηρούν εντός της περιοχής. Ένας ευρύτερος «διάδρομος» με συνδυασμό φύτευσης και υγρού στοιχείου διασχίζει την περιοχή και εξυπηρετεί ως νησίδα άγριας ζωής, διασφαλίζοντας τις απαραίτητες συνθήκες για την εγχώρια πανίδα και χλωρίδα, ενώ προσφέρει φυσικό χώρο για τους κατοίκους της Wanzhuang.

Η Wanzhuang είναι μία από τις πολλές προσπάθειες της Κίνας, όπως η Dong Tan και η Tianjin, να λύσει το οικολογικό της πρόβλημα και να διευκολύνει τους πληθυσμούς της επαρχίας, σε μια χώρα που αστικοποιείται ταχύτατα. Η επιτυχής ανάπτυξη της οικολογικής πόλης θα βοηθήσει στην εξερεύνηση ενός νέου τρόπου για την επίλυση του αστικού-αγροτικού κενού και στην επίτευξη μιας αρμονικής αστικοποίησης. Παρόλο όμως τον ελπιδοφόρο σχεδιασμό, τα project αυτά αντιμετωπίζουν σήμερα αρκετά προβλήματα. Η Dong Tan, η πρώτη eco-city που σχεδιάστηκε για τη χώρα έχει αποτύχει να περάσει στο στάδιο της υλοποίησης λόγω πολιτικών, οικονομικών και οικολογικών προβλημάτων που παρεμποδίζουν την εξέλιξή της. Η Wan Zhuang αντίστοιχα έχει δει πολύ μικρή πρόοδο στον δικό της κατασκευαστικό αγώνα παρά την κυβερνητική και επενδυτική υποστήριξη. Είναι γεγονός ότι η εξολοκλήρου κατασκευή μιας πόλης από το μηδέν, παρουσιάζει στην πράξη πολύ μεγαλύτερη πολυπλοκότητα απ' ό,τι φαντάζονται οι σχεδιαστές στα αρχικά στάδια, αναγκάζοντας πολλές φορές τόσο τις προσδοκίες όσο και τους στόχους να αλλάζουν και να προσαρμοστούν. Στην Κίνα έχει να κάνει κυρίως με την σταθερότητα της πολιτικής βούλησης, καθώς η μακροβιότητα αυτών των προγραμμάτων συναντά πολλές εναλλαγές τοπικών διοικήσεων που δεν εγκύπτουν στην προσπάθεια των προκατόχων τους με τον ίδιο ζήλο, με αποτέλεσμα το γεγονός αυτό να επηρεάζει και τις επενδύσεις. Ο τελευταίος αυτός παράγοντας, ιδιαίτερα σημαντικός καθώς έχουμε να κάνουμε πολύ υψηλούς κόστους



Wanzhuang eco-city, Κίνα

Φυσικός καθαρισμός του νερού με τη χρήση καναλιών που διασχίζουν την πόλη.

Πηγή:
http://www.arup.com/projects/wanzhuang_eco-city/wanzhuang_ecocity_image_1.aspx

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις



Wanzhuang eco-city, Κίνα

Πηγή:
http://www.arup.com/projects/wanzhuang_eco-city/wanzhuang_ecocity_image_1.aspx

έργα, αναπόφευκτα οδηγεί στην συνεργασία του δημοσίου, που δεν μπορεί να υποστηρίξει την κατασκευή, με ιδιωτικούς παράγοντες οι οποίοι αναλαμβάνουν τμήματα της νέας πόλης. Εφόσον όμως μιλάμε για επιχειρήσεις με απώτερο σκοπό την κατά το δυνατόν αμεσότερη απόσβεση της επένδυσης, συχνά οι οικολογικοί αλλά και γενικότεροι στόχοι του προγράμματος παραμερίζονται στο όνομα του κέρδους, το οποίο αυτή τη στιγμή βρίσκεται στο κτηματομεσιτικό κομμάτι του έργου. Θα πρέπει λοιπόν να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στον τύπο των επενδύσεων που επιθυμεί να προσελκύσει ένα πρόγραμμα βιωσιμότητας. Επιπλέον σε αυτές τις περιπτώσεις, αν και τα οφέλη, οικονομικά και μη, φαίνονται σε βάθος χρόνου, οι περιβαλλοντικές παράμετροι συχνά αυξάνουν το τρέχον κόστος της κατασκευής, καθιστώντας την κατοίκηση προσβάσιμη μόνο σε υψηλότερα εισοδήματα. Με αυτόν τον τρόπο τίθεται το ερώτημα εάν οικολογικές πόλεις είναι καταδικασμένες να μετατραπούν σε ένα οικονομικό γκέτο και κατά πόσο αυτό αντιτίθεται στις βασικές αρχές και σχεδιαστικές γραμμές τους.

Επιπρόσθετα, η καθυστέρηση στην υλοποίηση πόλεων όπως η Wan Zhuang και ο προσανατολισμός στην αποπεράτωση κυρίως των περιοχών κατοίκησης, συχνά παραμένοντας σε αυτό το στάδιο, δημιουργεί αμφιβολίες για το εάν, ακόμη και ακολουθώντας αυστηρά περιβαλλοντικές γραμμές, μπορούμε να μιλάμε για έναν οικολογικό οικισμό. Η ιδέα της Eco-city περιλαμβάνει την έννοια του κλειστού βρόγχου, του κλειστού κύκλου ροής, ενέργειας και ύλης, πράγμα που προϋποθέτει την ύπαρξη των απαραίτητων υποδομών που θα καταστήσουν την νέα πόλη αυτόνομη και αυτάρκη. Μπορεί λοιπόν ένα project που έχει υποβαθμιστεί στο επίπεδο, επί της ουσίας, του προαστίου, με τους κατοίκους του να αναζητούν εργασία και μεγάλο μέρος της ημέρας τους εκτός αυτού, να διεκδικεί τον χαρακτηρισμό οικολογικής πόλης; Το μεγάλο στοίχημα είναι η ολοκληρωμένη, στην πράξη, προσέγγιση των απαραίτητων υποδομών ενός αυτοτελούς οικισμού, έτσι ώστε να μπορέσουμε να δούμε σε τι βαθμό μπορούν να επιτευχθούν οι αρχές περί ουδέτερου ισοζυγίου του άνθρακα και μειωμένων ενεργειακών απαιτήσεων. Τέλος, ακόμη και αν φτάσουμε σε αυτό το επιθυμητό στάδιο, πάλι θα πρέπει να δοθεί

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

μεγάλη προσοχή στο σχεδιασμό και την υλοποίηση καθώς κίνδυνοι που δεν είναι πάντα ορατοί εξαρχής ελλοχεύουν. Η κατασκευή μίας ολόκληρης πόλης των διαστάσεων της Wan Zhuang διεκδικεί την δέσμευση τεράστιων εκτάσεων, συχνά πολύτιμων τόσο οικολογικά όσο και γεωργικά, και η ενσωμάτωσή τους σε ένα αστικό τοπίο δεν είναι εύκολο να γίνει εφικτή χωρίς σοβαρό έως καταστροφικό αντίκτυπο γι' αυτές.

3.2. Masdar City⁵⁴

Site: Masdar City, Abu Dhabi, UAE

Area landscape: περίπου 6.400.000 m²

Developer: Foster & Partners

Η Masdar City είναι μία υπό κατασκευή πόλη 640 εκταρίων, πρωτοβουλία της κυβέρνησης του Abu Dhabi των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων, η οποία ξεκίνησε το 2006 και προβλέπεται μέχρι το 2025 (αρχικά 2016) να αποτελεί μία πλήρως λειτουργική μονάδα που θα φιλοξενεί 40.000 κατοίκους, 1.500 εταιρίες και θα εξυπηρετεί περί τους 100.000 μετακινούμενους εργαζόμενους. Σε σχεδιασμό των Foster & Partners, το πρωτοποριακό αυτό εγχείρημα, συνδυάζει τελευταίες τεχνολογίες αιχμής με τις σχεδιαστικές αρχές των παραδοσιακών Αραβικών καταλυμάτων για τη δημιουργία μίας κοινότητας στην έρημο που θα στοχεύει στη μηδενική εκπομπή άνθρακα και παραγωγή αποβλήτων, ενώ στα πλαίσια της

⁵⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=Nlaz61zpLfs>

https://www.youtube.com/watch?v=G4ohXTnlxzA&src_vid=Nlaz61zpLfs&feature=iv&annotation_id=annotation_136715

<http://www.fosterandpartners.com/projects/masdar-development/>

<http://www.treehugger.com/corporate-responsibility/masdar-a-2-billion-clean-energy-city-grows-in-the-desert.html>



Masdar City, Abu Dhabi, United Arabic Emirates
Masterplan

Πηγή:
<http://www.2daydubai.com/pages/masdar-city.php>

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

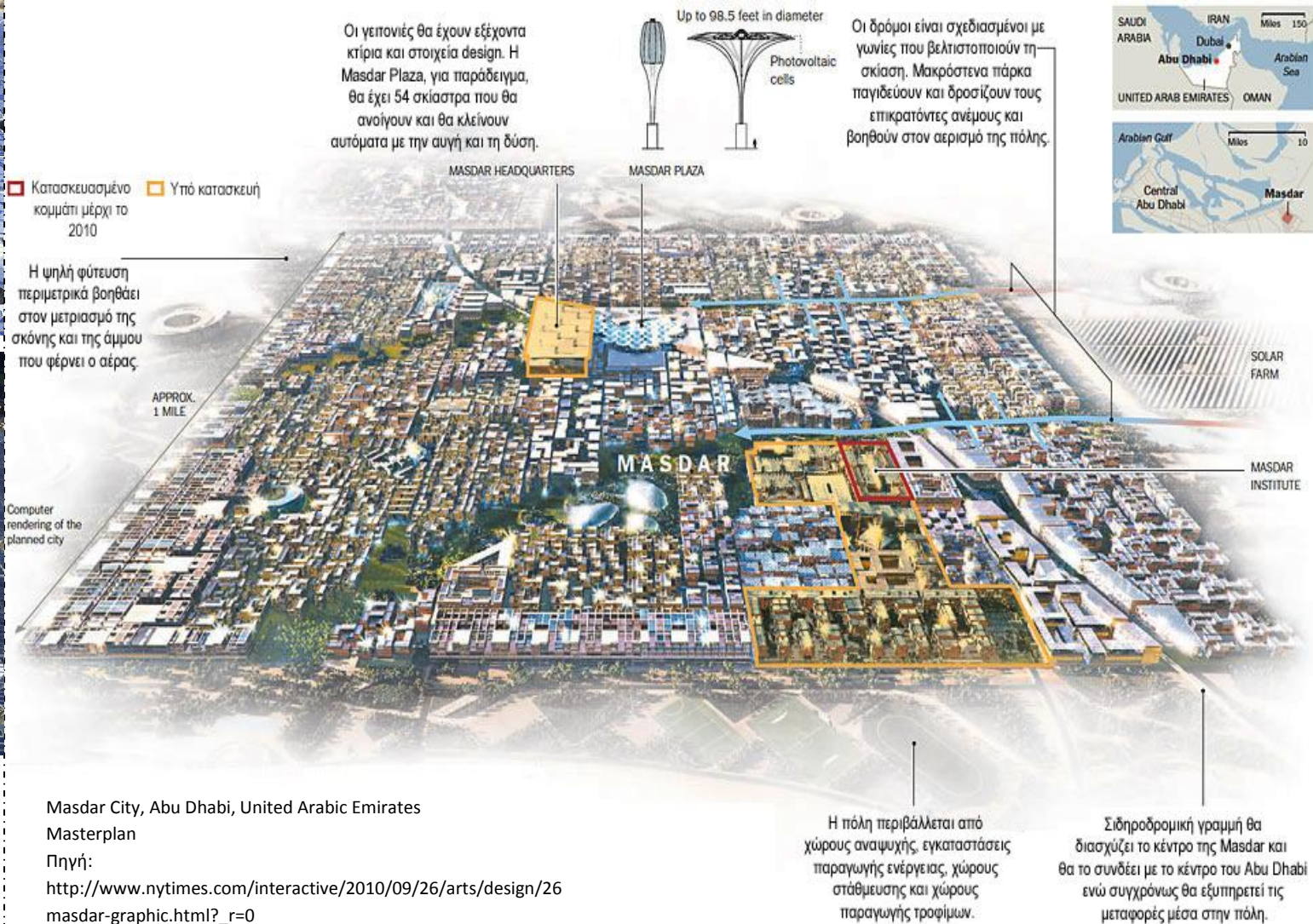


Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates

H Masdar Plaza

Πηγή:

http://www.nytimes.com/interactive/2010/09/26/arts/design/26masdar-graphic.html?_r=0



Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Masterplan

Πηγή:

http://www.nytimes.com/interactive/2010/09/26/arts/design/26masdar-graphic.html?_r=0

Συνδυασμός βιομιμητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

Ο πύργος παγιδεύει τον άνεμο και τον δισχετεύει σε μία δημόσια πλατεία στη βάση του για τον αερισμό της. Ο αέρας ψύχεται με ψεκασμό νερού.

Οι στενοί δρόμοι επιτρέπουν κάποιο φως αλλά προερχές δημιουργούν σκιά.

Φωτοβολταϊκά πάνελα τροφοδοτούν τα κτίρια και παρέχουν σκιά για να κρατούνται δροσερές οι οροφές.

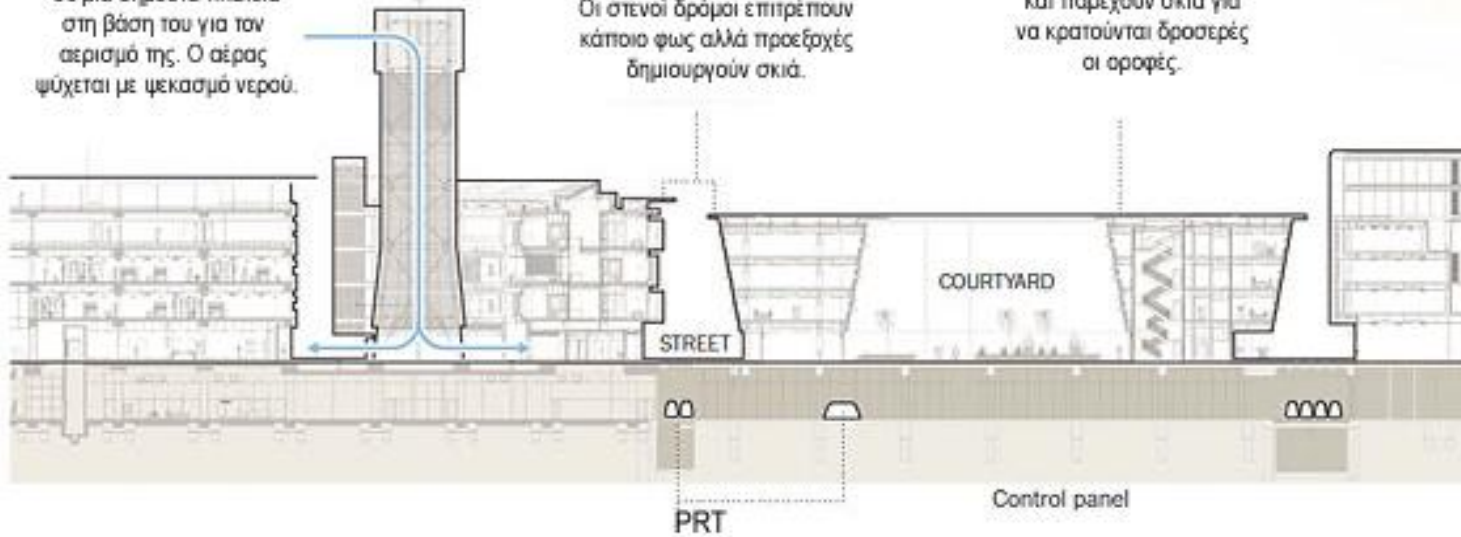


Image courtesy of Nigel Young / Foster and Partners

Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Πάνω: Ο πύργος παγίδευσης ανέμου

Κάτω: Masdar Headquarters. Φωτοβολταϊκά πάνελα πάνω στο μεγαλύτερο κτίριο γραφείων στην πόλη, προβλέπεται να παράγουν περισσότερη ενέργεια απ' ότι αυτό καταναλώνει. Κώνοι ανέμου θα εξασφαλίζουν φυσικό αερισμό και απαλό φως για το εσωτερικό του κτιρίου.

Πηγή:

<http://www.designbuild-network.com/projects/masdar-institute/masdar-institute2.html>

<http://www.nytimes.com/interactive/2010/09/26/arts/d>

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις



Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Στενοί σκιασμένοι δρόμοι εμπνευσμένοι από την παραδοσιακή αρχιτεκτονική. Η ομάδα του Foster για την κατασκευή της Masdar επισκέφτηκε το λαβυρινθώδες Κάιρο, τους πύργους από πηλό της πόλης Shibam της Υεμένης και τέλος το Muscat στο Oman. Ήθελαν να δουν πώς οι παραδοσιακές πόλεις της Μέσης Ανατολής κρατούν τα σπίτια τους δροσερά κατά τη διάρκεια των αιώνων. Ανακάλυψαν ότι συχνά οι θερμοκρασίες μειώνονταν με απλά μέσα όπως στενούς, βραχείς δρόμους. Υπόγεια βρίσκεται το σύστημα μεταφοράς Personal Transit System (PRT).

Πηγή:

<http://www.fosterandpartners.com/projects/masdar-development/>

προσπάθειας ανάπτυξης πράσινων λύσεων η πόλη θα αποτελέσει κέντρο εξέλιξης νέων ιδεών πάνω στην παραγωγή ενέργειας.

Σαν σύνθεση θα διαθέτει μία μικτής χρήσης, χαμηλού ύψους και υψηλής πυκνότητας κτιριακή οργάνωση, συμπεριλαμβάνοντας τα γραφεία του International Renewable Energy Agency και του ήδη ολοκληρωμένου Masdar Institute. Όλες οι κτιριακές μονάδες ακολουθούν βιοκλιματικές αρχές μεγιστοποιώντας την αποδοτική χρήση του φυσικού φωτός, χρησιμοποιώντας φωτισμό χαμηλής κατανάλωσης, μόνωση και επικάλυψη που συνολικά μειώνουν τις ενεργειακές απαιτήσεις ενώ η κατανάλωση ενέργειας νερού αλλά και η ποιότητα του αέρα παρακολουθούνται στενά.

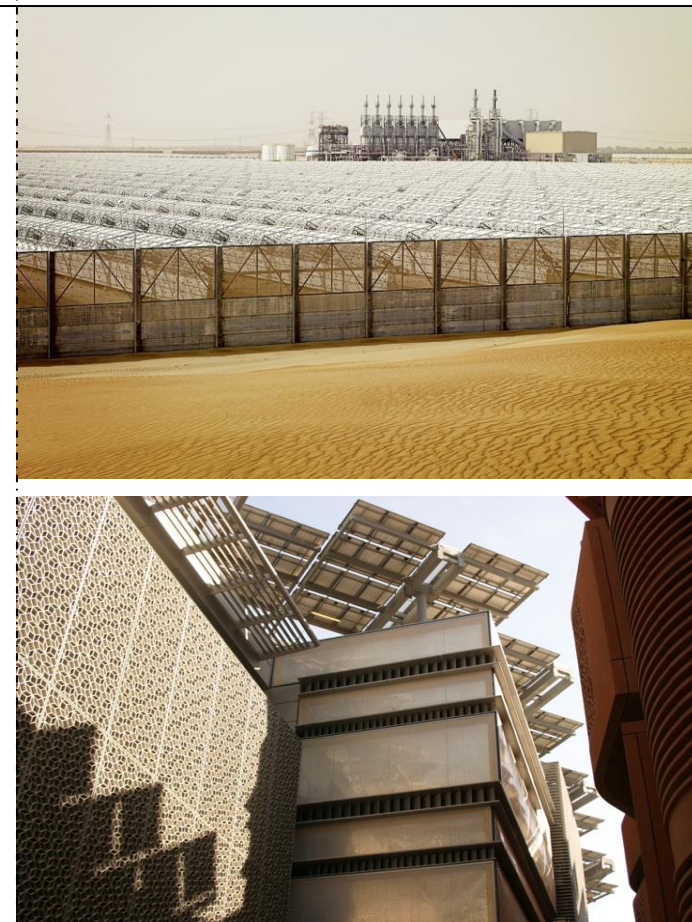
Στρατηγικά τοποθετημένη σε σχέση με τις υποδομές μεταφοράς του Abu Dhabi, η Masdar συνδέεται με τις γειτονικές της κοινότητες και το διεθνές αεροδρόμιο χρησιμοποιώντας τις υπάρχουσες οδούς και σιδηροδρομικές εγκαταστάσεις. Σχεδιασμένη να είναι κατά βάση φιλική προς τον πεζό, η πόλη φιλοδοξεί να είναι η πρώτη σύγχρονη κοινότητα στον κόσμο που θα λειτουργεί δίχως τη χρήση οχημάτων ορुकτων καυσίμων σε επίπεδο δρόμου θέτοντας σε χρήση ένα σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικών αυτοκινούμενων οχημάτων (PRT) με σταθμούς σε απόσταση όχι μεγαλύτερη των 200 μέτρων. Συγχρόνως ενθαρρύνεται το περπάτημα καθώς η εγγύτητα των κτιρίων σε συνδυασμό με τον γενικότερο προσανατολισμό της πόλης, προσφέρει ένα προστατευμένο από τις ακραίες θερμοκρασιακές διαβαθμίσεις περιβάλλον με σκιερούς δρόμους και αύλιους χώρους. Η κτιριακή τοποθέτηση ευνοεί την δημιουργία ρευμάτων αέρα, ενώ στο ήδη κτισμένο τμήμα της πόλης υπάρχουν τεχνολογίες όπως ο πύργος παγίδευσης ανέμου (wind tower) που διοχετεύει τον αέρα, αφού πρώτα τον ψύξει, στο επίπεδο του εδάφους.

Η γη γύρω από τη Masdar καλύπτεται από υπό ανάπτυξη εκτάσεις φωτοβολταϊκών πανέλων και ανεμογεννητριών με τόπους και εγκαταστάσεις έρευνας που στοχεύουν στη συνεχή εξέλιξη προς μία πλήρως ενεργειακά πράσινη και αυτάρκη πόλη. Αυτή τη στιγμή η πόλη διαθέτει, μαζί με τα επικουρικά πανέλα στις οροφές των κτιρίων (1MW), ένα φωτοβολταϊκό πάρκο έκτασης 22 εκταρίων και

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

δυνατότητας 10 MW που παράγει περίπου 17.000MWh το χρόνο – ενέργεια πολύ περισσότερη από αυτή που οι παρούσες εγκαταστάσεις χρειάζονται , ικανή να καλύψει τις ανάγκες μιας μικρής πόλης. Σύμφωνα με τον Christopher Sorensen⁵⁵, η εμπειρία του πειραματικού αυτού σταδίου, επιτρέπει αυτή τη στιγμή την δημιουργία ενός συστήματος των 100MW στην έρημο για μελλοντική σύνδεση στο δίκτυο θέτοντας έτσι τα θεμέλια στην μεγάλης κλίμακας παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας. Σε χρήση βρίσκεται επίσης, η τεχνολογία της συγκεντρωμένης ηλιακής ενέργειας (CSP-Concentrated Solar Power), όπου η ακτινοβολία αφού εστιαστεί σε ένα σημείο θερμαίνει κάποιο υγρό αποθηκεύοντας τη θερμότητα προς μελλοντική διάθεση στις διάφορες απαιτούμενες διαδικασίες όπως είναι η ψύξη νερού για τον δροσισμό των κτιριακών όγκων. Για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται και άλλες, συχνά πειραματικές τεχνολογίες, όπως ηλιακοί συλλέκτες άμεσης θέρμανσης νερού, ο πύργος συγκέντρωσης ηλιακής δέσμης (Beam down project), έργα εκμετάλλευσης γεωθερμικής ενέργειας κ.ά., με λιγότερο ή περισσότερο αποδοτικά ή οικονομικά βιώσιμα αποτελέσματα. Το πνεύμα είναι ερευνητικό με σκοπό την μελέτη στην πράξη των διαφόρων θεωριών και μεθόδων που αναπτύσσονται στο Masdar Institute έτσι ώστε να ανακαλυφθεί η βέλτιστη από όλες τις απόψεις εφαρμογή ,η οποία θα μπορέσει να λειτουργήσει ως πιλοτικό προϊόν που μελλοντικά θα αναπτυχθεί σε μεγάλη κλίμακα. Η ίδια τακτική ακολουθείται με τις περισσότερες πρωτοποριακές μελέτες που εφαρμόζονται στη Masdar City. Στο θέμα των αποβλήτων γίνεται ανάλογη αξιοσημείωτη προσπάθεια για τη διαλογή και επανάχρηση του μεγαλύτερου ποσοστού τόσο των οικοδομικών υλικών (ξυλεία, σκυρόδεμα, μέταλλα κλπ)-τα οποία συνήθως διαθέτουν νέα σύσταση που ευνοεί την ανακύκλωση - όσο και των υπόλοιπων απορριμμάτων. Σε ότι αφορά στα υγρά λύματα, γίνεται επεξεργασία και επανάχρηση για αρδευτικούς κυρίως σκοπούς. Τα οργανικά υπολείμματα προβλέπεται να διοχετεύονται σε κατάλληλες εγκαταστάσεις για κομποστοποίηση και παραγωγή ενέργειας.

⁵⁵ Αναπληρωτής διευθυντής στρατηγικών καινοτομίας και τεχνολογίας στη Masdar City-μονάδα νέων επιχειρήσεων



Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates
Εγκατάσταση παραγωγής ενέργειας Concentrated Solar Power (CSP) έξω από τη Masdar City.
Φωτοβολταϊκά πάνελ στις οροφές των κτιρίων σε συνδυασμό με παθητικά ηλιακά συστήματα.

Πηγή:
<http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/12/features/reality-hits-masdar-5400/media#>

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις



Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates
Κατασκευασμένο τμήμα
Δεύτερη φάση του έργου

Πηγή:
<http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/12/features/reality-hits-masdar>
<http://www.sasaki.com/project/143/khalifa-university-of-science-technology-and-research-at-masdar-master-plan/>

Το έργο χωρίζεται σε δύο τμήματα που γεφυρώνονται από ένα γραμμικό πάρκο ενώ η κατασκευή γίνεται σε φάσεις ξεκινώντας από το μεγαλύτερο. Το masterplan είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να διατηρεί υψηλή ελαστικότητα, επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο, την αποκόμιση οφέλους από τις παρουσιαζόμενες νέες τεχνολογίες και την ανταπόκριση στις διορθωτικές ανάγκες που μπορεί να προκύψουν από την μελέτη των ήδη εφαρμοσμένων αρχικών φάσεων. Πιθανή ανάγκη επέκτασης έχει προβλεφθεί από την αρχή του σχεδιασμού προς αποφυγή της άναρχης εξάπλωσης που ταλαιπωρεί πολλές πόλεις.

Η Masdar City αυτή τη στιγμή είναι μία πόλη υπό κατασκευή με μεγάλες φιλοδοξίες που όμως μέχρι στιγμής παραμένουν κατά ένα μεγάλο ποσοστό στη θεωρία. Αντιμετωπίζεται και εδώ το θέμα που είδαμε στις κινεζικές οικολογικές πόλεις: η έλλειψη ενός πλήρως συγκροτημένου αστικού περιβάλλοντος. Η Masdar φιλοξενεί προς το παρόν σε μόνιμη βάση μόνο τους φοιτητές του MIST (Masdar Institute of Science & Technology) καθώς η έλλειψη χαμηλού κόστους κατοικίας έχει ως αποτέλεσμα την ύπαρξης μόνο εργαζόμενων μετακινούμενων από τα γειτονικά αστικά κέντρα. Επιπλέον οι όποιες μονάδες ψυχαγωγίας ή υπηρεσιών έχουν ένα πολύ περιορισμένο πελατολόγιο να εξυπηρετήσουν, παραμένοντας «νεκρές» μεγάλο μέρος της ημέρας. Το «χτίσιμο» μιας τοπικής αστικής κοινωνίας ήταν ένας από τους σημαντικούς στόχους της πόλης που προς το παρόν δεν φαίνεται να ευδοκimeί.

Η προσέλκυση επενδύσεων για την εξυπηρέτηση των οικολογικών ερευνητικών σκοπών της Masdar υπήρξε ένα μεγάλο πρόβλημα από την αρχή. Η τοπική νομοθεσία μέχρι πρόσφατα δεν ευνοούσε ιδιαίτερα την ανάπτυξη νέων, ξένων επιχειρήσεων ενώ συχνά αποθαρρύνει την ιδιωτική πρωτοβουλία. Η οικονομική κρίση επέφερε περαιτέρω οικονομικές δυσχέρειες. Όπως αναφέρει ο Steve Geiger, συνιδρυτής της Masdar City και διευθύνων σύμβουλος από το 2006 έως το 2009, «Όταν κατέρρευσε επί

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

της ουσίας η στεγαστική αγορά του Dubai, σιωπηλά επήλθε η επ' αόριστον αναβολή της εξέλιξης για 6 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα στη Masdar City». ⁵⁶ Επίσης, για οικονομικούς κυρίως λόγους πολλές από τις αρχικές προθέσεις, όπως το μηδενικό ισοζύγιο άνθρακα, τα μηδενικά απόβλητα, οι υπόγειες εγκαταστάσεις συγκοινωνιών, χρειάστηκε να επαναπροσδιοριστούν γεγονόσ που έφερε και κάποια θετικά αποτελέσματα. « Αρχικά κινηθήκαμε με το σκεπτικό της συγκέντρωσης της πιο σύγχρονης τεχνολογίας για τη δημιουργία κτιρίων υψηλής απόδοσης», όμως, σύμφωνα με τον Chris Wan, διευθυντή σχεδιασμού της Masdar, καθώς η οικονομική κρίση τους υποχρέωσε σε περικοπές στον προϋπολογισμό και τις γενικότερες φιλοδοξίες, χρειάστηκε να εμπνευστούν βιώσιμες διεξόδους που μπορούν τελικά να εφαρμοστούν ευκολότερα και με μεγαλύτερη χρησιμότητα και σε άλλες πόλεις.

Παρά τις δυσκολίες, οικονομικές, κατασκευαστικές και άλλες, που παρουσιάζει η μεταφορά της θεωρίας στην πράξη, η Masdar City αποτελεί ίσως το πιο κοντινό, ρεαλιστικό παράδειγμα αειφόρου πόλης που διαθέτει αυτή τη στιγμή ο σύγχρονος κόσμος και πολλά από τα επιτεύγματα της αποτελούν παγκοσμίου εμβέλειας καινοτομίες. Επίσης, παρότι η εξέλιξη του οικισμού είναι προσαρμοσμένη στο πολύ συγκεκριμένο γεωγραφικό και κλιματικό εύρος της περιοχής, οι αρχές τις οποίες ακολουθεί είναι γενικότερα εφαρμόσιμες θέτοντας έτσι βάσεις για την εξέλιξη των πρακτικών βιωσιμότητας. Εάν η κυβέρνηση σε συνεργασία με τους σχεδιαστές του προγράμματος καταφέρουν να επιλύσουν τα βασικά της προβλήματα, μέσα στο γενικότερο κλίμα της οικονομικής ανασφάλειας, συνεχίζοντας παράλληλα τις επιτυχίες στο ερευνητικό κομμάτι, η Masdar City είναι πολύ πιθανό να μας προσφέρει, κατά μία έννοια, το σχεδιάγραμμα της πόλης του μέλλοντος.

⁵⁶ <http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/12/features/reality-hits-masdar>



Masdar City, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Οι διάτρητες προσόψεις από σκυρόδεμα βοηθούν στη ρύθμιση και διατήρηση της θερμοκρασίας.

Πάνω: Φοιτητικές εστίες.

Κάτω: Η βιβλιοθήκη του Masdar Institute of Technology (MIST).

Πηγή:

<http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/12/features/reality-hits-masdar>
5400/media#

Συνδυασμός βιομιμητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

3.3. Lavasa Hill City

Site: Lavasa Hill City, Mose Valley, Pune, India

Area landscape: περίπου 23.000 στρέμματα (93.077.697m²), τρέχουσα κατασκευή – Lavasa Hill Station: 18.000 στρέμματα (72.843.415 m²)

Developer: Hellmuth, Obata + Kassabaum, Inc. (HOK), Hindustan Construction Corporation (HCC)

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού και η έντονη αστικοποίηση στην Ινδία, έχουν δημιουργήσει την επιτακτική ανάγκη αντιμετώπισης της έλλειψης αστικού χώρου για την κάλυψη αυτού του προβλήματος. Σύμφωνα με την Washington Post, “εάν η Ινδία πρόκειται να συνεχίσει να ανεβαίνει επίπεδα στην οικονομική σκάλα, η επέκταση παλιών πόλεων και η δημιουργία νέων, όπως αυτή, είναι κρίσιμη”.⁵⁷ Η κατασκευαστική Hindustan Construction Corporation, σε συνεργασία με την HOK, μία διεθνούς φήμης αρχιτεκτονική εταιρεία σε στενή συνεργασία με το ινστιτούτο Biomimicry 3.8 από το 2008, ξεκίνησε την ίδια χρονιά την ανέγερση της Lavasa. Η Lavasa Hill City μετά την ολοκλήρωσή της, θα αποτελεί επί της ουσίας ένα συγκρότημα πέντε νέων αστικών οικισμών με πληθυσμούς που θα κυμαίνονται από 30.000 έως 50.000 κατοίκους. Τοποθετημένη σε ένα γραφικό σημείο των βουνών Sahayadri στη δυτική Ινδία, η Lavasa φιλοδοξεί να ενσωματώσει μεγάλο μέρος των βιομιμητικών αρχών, ακολουθώντας τις αρχές του New Urbanism και εναρμονιζόμενη με το τοπίο και τις λειτουργίες του τοπικού οικοσυστήματος. Σε συνεχή συνεννόηση με τους βιολόγους του βιομιμητικού ινστιτούτου, η ομάδα σχεδιασμού μελέτησε εκτενώς την εντόπια φυτική και ζωική έμβια ζωή για τον εντοπισμό γενικότερων στρατηγικών που θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση των προκλήσεων της βιώσιμης της περιοχής. Κατάφερε έτσι να ξεχωρίσει κάποιες σημαντικές διεργασίες που θα έπρεπε να γίνουν σεβαστές και να ενισχυθούν για την απρόσκοπτη, φυσική συνέχεια της οικολογικής λειτουργίας στο σημείο όπως, η συλλογή και αποθήκευση νερού, το ηλιακό κέρδος, η ανάκλαση, η παγίδευση του άνθρακα, η διήθηση του νερού, οι

⁵⁷ <http://www.hok.com/design/region/india/lavasa-hill-station-master-plan/>



Lavasa Hill City, Mose Valley, Pune, India

Πηγή:

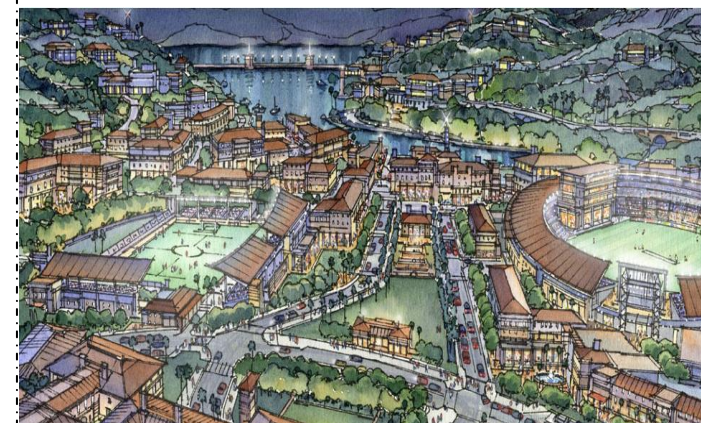
<http://www.hok.com/about/sustainability/lavasa-hill-station-master-plan/>

Συνδυασμός βιομιμητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

διαδικασίες εξάτμισης-διαπνοής καθώς και οι κύκλοι αζώτου και φωσφόρου. «Οι σχεδιαστικές τακτικές περιλαμβάνουν κορυφογραμμές στεγών που δημιουργούν στροβιλώδη ροή του ανέμου βοηθώντας έτσι την εξάτμιση, πράσινες οροφές που εμποδίζουν την διάβρωση του εδάφους, καθώς επίσης και ένα πολυμερές προϊόν που σκληραίνει το χώμα επιφέροντας το ίδιο σταθεροποιητικό αποτέλεσμα όπως στην περίπτωση του πετροχελίδονου όταν αυτό αναμειγνύει σάλιο με λάσπη για τη δημιουργία ενός συνδετικού κονιάματος για τη φωλιά του».(hok.com)⁵⁸. Επιπρόσθετα της κτιριακής και αστικής μελέτης, η ομάδα ασχολήθηκε λεπτομερώς με την ενίσχυση, ανανέωση και αποκατάσταση των αποψιλωθέντων περιοχών, μεριμνώντας για τη μελλοντική τους ανάπτυξη και συμπεριφορά. Πιο συγκεκριμένα δείγματα παραδειγματισμού από το φυσικό περιβάλλον μπορούν να μας δώσουν τακτικές όπως αυτές της φύτευσης. Σε αυτές περιλαμβάνονται συστάδες φυλλοβόλων δέντρων οι οποίες δημιουργούν θόλο για την συλλογή και επαναδιασπορά, μέσω της εξάτμισης, περίπου ενός τρίτου της βροχής των μουσώνων που λαμβάνουν. Το φαινόμενο δρα «σαν μία μηχανή καθοδήγησης των μουσώνων στην ενδοχώρα», υποστηρίζει ο Tim McGee, βιολόγος στο Biomimicry 3.8, αμβλύνοντας τα προβλήματα ξηρασίας.⁵⁹ Εμπνευσμένο από τις εκτεταμένες, επιφανειακές ρίζες που συλλέγουν το νερό, προωθώντας την περίσσεια στα βαθύτερα επίπεδα του εδάφους προς αποθήκευση, το σύστημα θεμελίωσης του κτιριακού όγκου επιδιώκει να κάνει ακριβώς αυτό. Ακόμη, το υδροδυναμικά αποδοτικό σχήμα των φύλλων του δέντρου της ινδοσύκης, ενέπνευσε την κατασκευή καλύτερης υδροαπωθητικής πλάκας στέγης, ενώ τα συστήματα εκτροπής των υδάτων επηρεάστηκαν από τον τρόπο που τα μυρμήγκια (rogonomyrmex badius) κάνουν το ίδιο για τις φωλιές τους.

⁵⁸ <http://littlegreenseed.wordpress.com/tag/lavasa-hill-city-india/>

⁵⁹ <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/how-biomimicry-is-inspiring-human-innovation-17924040/#7z6Lx4DZ54q3HBZM.99>



Lavasa Hill City, Dasve, Mose Valley, Pune, India
Masterplan

Πηγή:

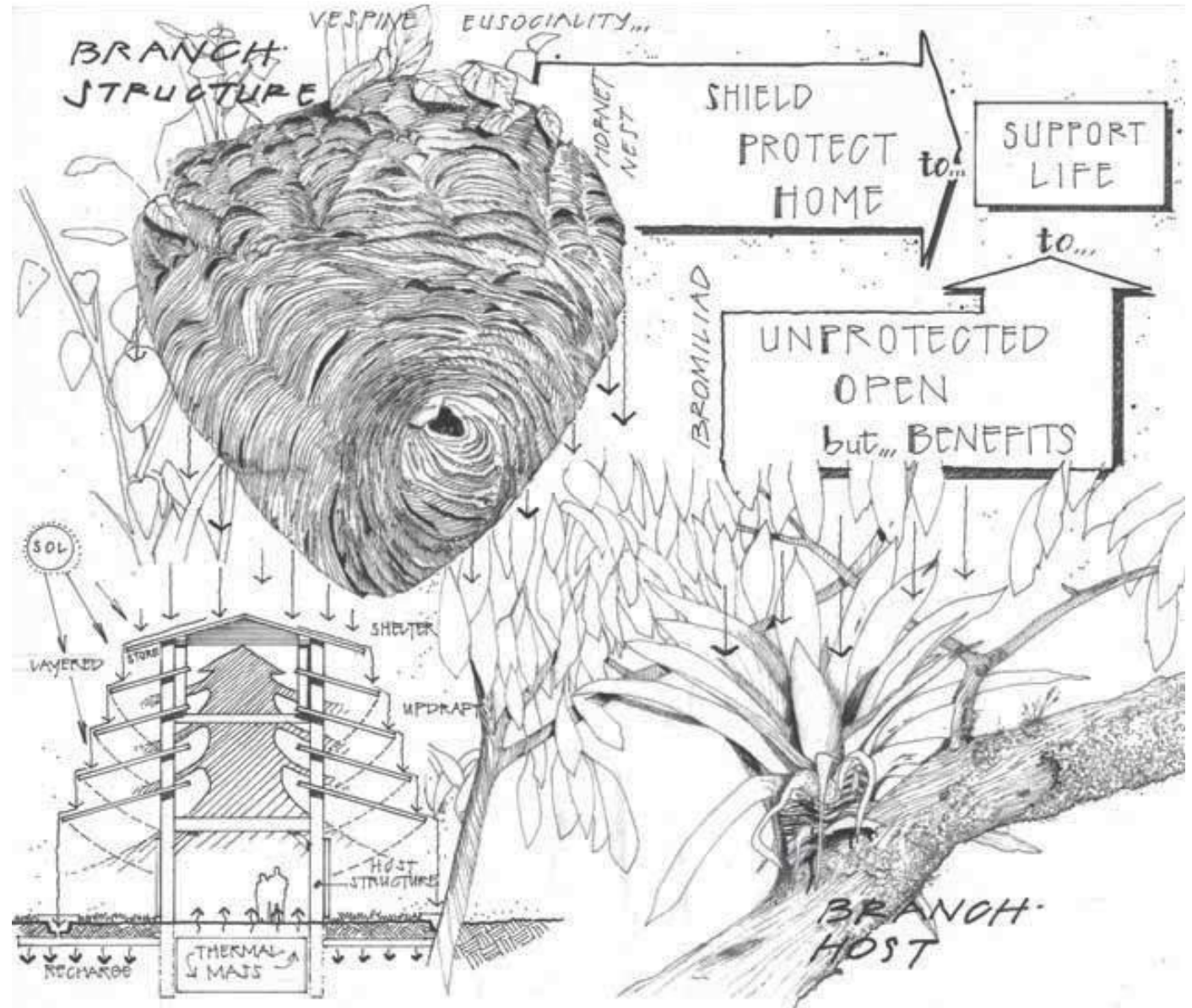
<http://www.hok.com/about/sustainability/lavasa-hill-station-master-plan/>

Συνδυασμός βιομιμητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις



Lavasa Hill City, Dasve, Mose Valley, Pune, India
Μονοκατοικίες στις πλαγιές περιμετρικά του κόλπου. Στο βάθος φαίνονται τα κτίρια των διαμερισμάτων.

Δεξιά: Οι οροφές των κτιρίων εμπνευσμένες από τη χλωρίδα της περιοχής δρουν όπως αυτή: δηλαδή συγκρατώντας τον όγκο της βροχής και μειώνοντας την ταχύτητα του νερού, που κυρίως την περίοδο των μουσώνων μπορεί να είναι καταστροφική για το έδαφος. Με αυτό τον τρόπο μικρότερη ποσότητα γόνιμου χώματος παρασέρνεται και το νερό απορροφάται και περνάει στους υδροφόρους ορίζοντες. Επιπλέον η επιφάνεια της στέγης βοηθάει το πλεονάζον νερό να εξατμιστεί. Στο σκίτσο βλέπουμε, τους μηχανισμούς-πρότυπα: τη φωλιά των σφηκών, οι οποίες χρησιμοποιώντας σάλιο και μασημένα φυτά αδιαβροχοποιούν τη φωλιά τους. Δίπλα το φυτικό είδος της οικογένειας bromeliad, το οποίο διαθέτει υδρόφοβα φύλλα που το βοηθούν να συγκεντρώνει νερό και θρεπτικά στοιχεία σε μια δική του «δεξαμενή».



Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

Οι αριθμοί μιλούν από μόνοι τους : 70% της αποψιλωμένης γης αναμένεται να αποκατασταθεί μέσω εκτενούς σχεδιασμού, 30% προβλεπόμενη μείωση στις εκπομπές άνθρακα, 65% μείωση στην κατανάλωση πόσιμου νερού, 90% μείωση των απορριμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής. Η πρώτη πόλη της περιοχής της Lavasa , η Dasve, έχει ήδη ολοκληρωθεί και τέσσερις ακόμη προβλέπεται να ακολουθήσουν μέχρι το 2020. Το ινδικό μοντέλο οικολογικής πόλης εμπνέεται σε μεγάλο βαθμό από τις αντίστοιχες προσπάθειες της Κίνας και αντιμετωπίζει ανάλογα προβλήματα πολιτικής υποστήριξης, οικονομικής διαχείρισης γης, κοινωνικής δικαιοσύνης και οικολογικού αντίκτυπου όπως αυτές. Ειδικά στο τελευταίο κομμάτι επιτόπιες έρευνες έδειξαν πως η μεγάλης κλίμακας αποψύλωση και εξόρυξη των λόφων χωρίς επιστημονικά εγκεκριμένες μεθόδους έχει οδηγήσει στην ερημοποίησή τους και πιθανότατα να βρίσκεται προ των πυλών μία μεγάλη οικολογική καταστροφή για την ευαίσθητη ευρύτερη περιοχή των Western Ghats. Επιπλέον παρατηρήθηκε αύξηση της προσάμμισης στον κόλπο ενώ υπάρχει μεγάλη πιθανότητα μείωσης των υδάτινων αποθεμάτων για αρδευτικούς σκοπούς. Τον Ιανουάριο του 2011 το Ινδικό Υπουργείο Περιβάλλοντος και Δασών έκρινε την Lavasa παράνομη για την μη συμμόρφωση της με σημαντικά περιβαλλοντικά θέματα ξεκινώντας μία δικαστική μάχη – η οποία συμπεριλαμβάνει και τον ντόπιο αγροτικό πληθυσμό που νιώθει να απειλείται – για την επιβίωση και συνέχιση του συγκεκριμένου προγράμματος.

3.4. Abuja

Site: Abuja Centenary City, Abuja, Nigeria

Area landscape: 1.200 εκτάρια (12.000.000 m²)

Developer: Greg Wright Architects, ARUP



Lavasa Hill City, Dasve, Mose Valley, Pune, India
Masterplan

Πηγή:

<http://www.hok.com/about/sustainability/lavasa-hill-station-master-plan/>



Abuja Centenary City, Abuja, Nigeria
Masterplan

Πηγή:

<http://www.hok.com/about/sustainability/lavasa-hill-station-master-plan/>

Συνδυασμός βιομιμητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις



Abuja Centenary City, Abuja, Nigeria

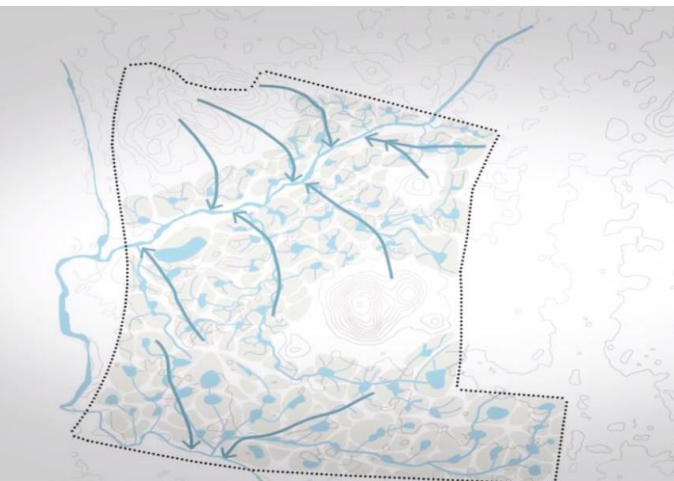
Masterplan

Ανάπτυξη περιοχής κατοικίας με τη δομή «κυττάρου», μονάδες αυτόνομες και αλληλένδετες.

Κάτω: διάγραμμα ροής νερού

Πηγή:

<http://pouring-heart.tumblr.com/post/61057142292/abuja-smartcity-biomimicry-city-by-shannon>



Για τον εορτασμό μίας εκατονταετίας ένωσης και ανεξαρτητοποίησής της από τη Βρετανία, η Νιγηρία προχώρησε στον σχεδιασμό μίας πόλης-δορυφόρου της πρωτεύουσας της Abuja, βασισμένη κατά κύριο λόγο στις αρχές του βιομιμητικού παραδείγματος σε όλα τα επίπεδα οργάνωσής της. Η νέα πόλη, χρηματοδοτούμενη από τον ιδιωτικό τομέα, αν και πρωτίστως θα επικεντρώνεται στην προσέλκυση πολυεθνικών επενδύσεων με το μεγαλύτερο μέρος της να αφιερωμένο στον τουρισμό, την αναψυχή, τον αθλητισμό και τον εμπορικό κλάδο, προβλέπεται ωστόσο να φιλοξενεί μετά το πέρας της κατασκευής της περί τους 100.000 κατοίκους. Η νέα Abuja φιλοδοξεί να αποτελέσει παράδειγμα εφαρμοσμένης βιομίμησης και πρότυπο αρμονικής συμβίωσης με το περιβάλλον ενσωματώνοντας «μεταβολισμό κλειστού βρόγχου, τροφικά πλέγματα, ποικιλία λειτουργιών, αποκεντρωμένες και αρθρωτές υποδομές σε συνδυασμό με συνεργατικές κοινωνικο-οικονομικές σχέσεις υποστηριζόμενες από ένα κλειστό, συνεχούς ροής, δίκτυο πληροφοριών».⁶⁰

Λεπτομερέστερα, με οδηγό τις τοπικές οικοσυστημικές διαδικασίες, η κατασκευή, αποδόμηση, επανάχρηση και απόρριψη των υλικών θα γίνεται επί τόπου με τον αποδοτικότερο δυνατό τρόπο. Η κατασκευή και ανάπτυξη της πόλης θα έχει ως πρότυπο την κυτταρική δομή των οργανισμών, με αυτόνομες και συνάμα αλληλεξαρτώμενες μονάδες («κύτταρα») που θα μπορούν να διαχειρίζονται τον μεταβολισμό τους και την κατανάλωση τους σε ενέργεια. Κατά την επέκτασή τους ο αυτοοργανωτικός τους χαρακτήρας θα τους επιτρέπει την γρήγορη ανταπόκριση και προσαρμογή τόσο στις νεοεμφανιζόμενες δικές τους ανάγκες, όσο και σε αυτές των γύρω τους. Η ίδια η φύση θα αποτελεί οργανικό κομμάτι της πόλης και σημαντικό πόρο γι' αυτήν. Η σημασία του νερού υπογραμμίζεται καθώς θα διατρέχει την Abuja περιβαλλόμενο από πράσινες ζώνες τόσο φυσικού κάλλους όσο και λειτουργικού χαρακτήρα καθώς θα μπορούν να είναι εκμεταλλεύσιμοι ως χώροι αστικής γεωργίας που θα εξυπηρετούν τα οικοδομικά «κύτταρα». Οι απολήξεις αυτού του συστήματος υδάτων θα λειτουργούν ως βιο-φίλτρα όπου τα λύματα θα μπορούν να μετατραπούν σε καθαρό νερό κατάλληλο προς χρήση. Οι

⁶⁰ <http://biomimicrysa.co.za/projects/abuja-city>

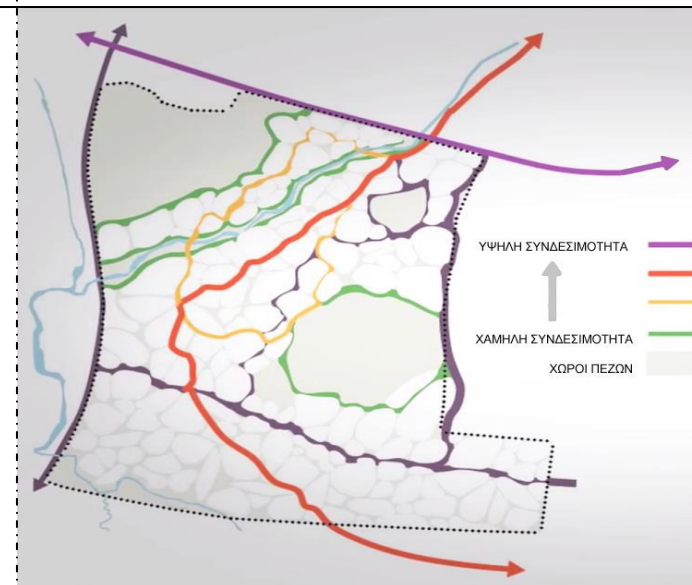
Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

βιομημητικές αρχές θα εμπνεύσουν και το σύστημα συγκοινωνιών δημιουργώντας συγκεκριμένες ιεραρχίες με τρόπους που να μην διχοτομούνται οι κοινότητες ενώ η κυκλοφορία θα ωθείται στην περιφέρεια. Οι πεζοί καθώς και τα μη μηχανοκίνητα μέσα μεταφοράς θα απολαμβάνουν απόλυτης προτεραιότητας και όλες οι άλλες μορφές μετακίνησης θα οργανώνονται γύρω από αυτόν τον κανόνα. Οι μαζικές μορφές μετακίνησης θα καταλαμβάνουν σημαντικό κομμάτι των υποδομών διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στη σύνδεση των γειτονιών, ενώ η αυτοκίνηση θα υπάρχει ενσωματωμένη πολύ προσεκτικά στη σύνθεση. Φυσικά επιβάλλεται η χρήση όσο το δυνατόν πιο καθαρών, σε ότι αφορά στην εκπομπή ρύπων, τεχνολογιών μετακίνησης.

Η Abuja προβάλλει με ακόμη μεγαλύτερο σθένος τις βιομημητικές της βάσεις και ξεκινάει το σχεδιασμό της, όπως και όλες οι προαναφερθείσες, με τις καλύτερες δυνατές προθέσεις. Όπως διαπιστώσαμε βέβαια αυτό δεν είναι αρκετό και η νέα αυτή προσπάθεια έχει πολλούς οικονομικούς, κοινωνικούς και οικολογικούς σκοπούς να ξεπεράσει πριν καταφέρει να πείσει τον κόσμο για την επιτυχία της. Επίσης είναι από την αρχή εμφανές ότι πρόκειται για μία πόλη δορυφόρο, τουριστικό θέρετρο και επιχειρηματικό πάρκο με πολύ μικρό ποσοστό κατοικίας αναλογικά. Ο χρόνος θα δείξει αν αποτελέσει ένα έργο – «πυροτέχνημα» θα λέγαμε ή αν θα αποδώσει έστω και σε ένα ποσοστό αυτά που υπόσχεται. Παρόλα αυτά μπορεί να θεωρηθεί προς το παρόν ως μία πολύ ενδιαφέρουσα μελέτη των σχέσεων τοπικού περιβάλλοντος και αστικού τοπίου.

4.5. Βιομημητική πόλη: Μια σύγχρονη ουτοπία

Δεν είναι η πρώτη φορά που οι σύγχρονοι πολεοδόμοι βλέποντας τα αυξανόμενα προβλήματα του αστικού ιστού επιχειρούν να διορθώσουν τα κακώς κείμενα των προηγούμενων προσεγγίσεων και να προτείνουν λύσεις μέσω μίας νέας φιλοσοφίας. Η ιστορία των λεγόμενων ουτοπιών δεν είναι νέο



Abuja Centenary City, Abuja, Nigeria

Διάγραμμα κυκλοφορίας

Κάτω: Προτεραιότητα στην κυκλοφορία των πεζών

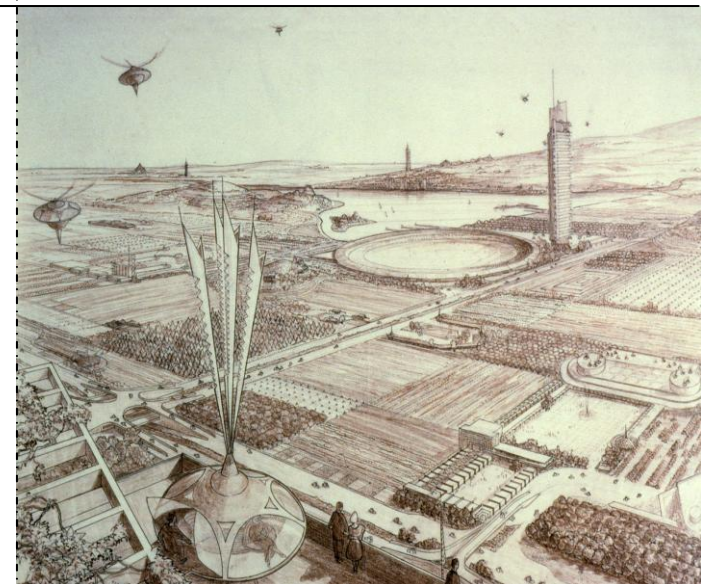
Πηγή: https://www.youtube.com/watch?v=iTvCri64_dw



Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

ισορροπία με το περιβάλλον. «Οι σύγχρονες ριζοσπαστικές προτάσεις δεν χαρακτηρίζονται από το μεσσιανικό χαρακτήρα των κλασικών ουτοπιών που είχαν σαν απώτερο σκοπό την βελτίωση της πραγματικής ζωής, αλλά θέτουν ερωτήματα και αρνούνται τους αφορισμούς. Αφορούν μεταβολές μεγάλης κλίμακας και μπορούν ενδεχομένως να αποτελέσουν πειραματικούς καταλύτες των διαδικασιών διαμόρφωσης νέων αντιλήψεων για το μέλλον.»⁶² Οι ουτοπικές πόλεις αν και ως ακέραιες οντότητες κατά, κύριο λόγο αποτυγχάνουν, εντούτοις παραμένουν μανιφέστα των απόψεων μας για το ανθρώπινο μέλλον και απλώνουν τη σφαίρα της επιρροής τους μέσα στο χρόνο. Μία αποτυχία, που στην πραγματικότητα όμως αποτελεί την εκκίνηση μιας ιδέας που μεταμορφώνει τον τρόπο που σκεφτόμαστε την μητροπολιτική ζωή. Η Garden City του Ebenezer Howard για παράδειγμα, αν και χαρακτηρίζεται ουτοπική διέδωσε αρχές πρακτικές και ευρέως εφαρμόσιμες. Αυτό που χρειαζόμαστε λοιπόν είναι «ρεαλιστικές ουτοπίες» που αντιλαμβάνονται τον επείγον της οικολογικής και κοινωνικο-οικονομικής κρίσης που βρισκόμαστε και επικεντρώνουν σε άμεσα κατασκευάσιμες προοπτικές.

Αν και τα περισσότερα από τα παραπάνω παραδείγματα αντιμετώπισαν ή αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο στάδιο της εφαρμογής τόσο οικονομικά όσο και σε επίπεδο επίτευξης των επιθυμητών, περιβαλλοντικά και κοινωνικά, στόχων, το σημαντικό κομμάτι είναι η ύπαρξη συνειδητής προσπάθειας για αποτελεσματικό οικολογικό σχεδιασμό στην πράξη. Ο χρόνος, η επανάληψη, ο επαναπροσδιορισμός και η συνεχής προσοχή στα τοπικά οικοσυστήματα θα φέρουν τελικά το επιθυμητό αποτέλεσμα, εφόσον υπάρχει βούληση, και θα βοηθήσουν τους μελλοντικούς κατασκευαστές να γλιτώσουν χρόνο και χρήμα.. «Παλαιότερα έβλεπα την βιωσιμότητα ως μία έννοια με την οποία θα μπορούσαμε να ασχοληθούμε κάποια στιγμή στο μέλλον και όχι σήμερα», αναφέρει ο Eman Ibrahim Ustadi ο οποίος σπουδάζει πάνω στην δέσμευση του άνθρακα στο MIST , και σε μία χώρα, με τέτοια παραγωγή συμβατικής ενέργειας, όπως τα Εμιράτα, είναι σίγουρα μία άποψη που μοιράζονται πολλοί . Ένα από τα μεγαλύτερα



Broadacre City, Frank Lloyd Wright

Πηγή:

<https://growingupinamerica.wordpress.com/2011/04/10/designing-perfection-a-glance-of-frank-lloyd->

⁶² Zaha Hadid – P. Schumacher από τον κατάλογο της έκθεσης: “latent utopias”. Πηγή: «Επιστροφή της ουτοπίας» Fulvio Irace, Αρχιτεκτονικά Θέματα 40/2006 σελ 135

Συνδυασμός βιομημητικών συστημάτων σε σύγχρονες πόλεις

επιτεύγματα της Masdar και των άλλων οικολογικών πόλεων που βρίσκονται υπό εξέλιξη είναι ότι **βοήθησαν, κατά ένα μεγάλο ποσοστό, στην αλλαγή κλίματος και στον επαναπροσδιορισμό της στάσης της πολιτικής αλλά και κοινής γνώμης απέναντι στα περιβαλλοντικά θέματα και τον οικολογικό σχεδιασμό.** Όλο και περισσότερες κυβερνήσεις ακολουθούν τον δρόμο που χάραξαν οι πρώτες αυτές πρωτοβουλίες, η έννοια της βιωσιμότητας αρχίζει να ριζώνει στις συνειδήσεις των αρχιτεκτόνων και των κατασκευαστών, ενώ ο απλός λαός, σε περιοχές πέραν του δυτικού κόσμου, εξοικειώνεται με τις έννοιες της κλιματικής αλλαγής και τον ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Βέβαια ένα από τα δυσκολότερα και ίσως πιο πιεστικά ερωτήματα στη σκέψη των σχεδιαστών του αστικού χώρου αυτή τη στιγμή, είναι πώς μπορούμε να κάνουμε τις υπάρχουσες, πυκνά δομημένες πόλεις μας, πιο βιώσιμες. «Θα πρέπει να αναλώνουμε την ενέργειά μας στην κατασκευή εξολοκλήρου νέων πόλεων ή στον επαναπροσδιορισμό και την βιώσιμη προσαρμογή των ήδη μεγάλων αστικών κέντρων;», αναρωτιέται ο Brent Toderian, πρώην αρχισχεδιαστής της Καναδικής πόλης του Βανκούβερ η οποία προωθεί την βιωσιμότητα.⁶³ Πιθανότατα, στις περιοχές και τις χώρες που προαναφέραμε, η ραγδαία αστικοποίηση, σε συνδυασμό με το μέγεθος του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού, να επιβάλλουν την δημιουργία ολόκληρων, νέων πόλεων για την κάλυψη των πιεστικών αναγκών, όμως είναι γεγονός πώς σε περιοχές όπως η Ευρώπη υπάρχουν πολύ μικρά περιθώρια για τέτοιου είδους κινήσεις και δεν λύνουν επί της ουσίας το οικολογικό αδιέξοδο. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, πόλεις όπως αυτές που αναλύθηκαν, μπορούμε να πούμε ότι αποτελούν ένα «πειραματικό εργαστήριο» για την εξερεύνηση και δοκιμή των καινοτομιών που πιθανότατα θα διαμορφώσουν το αστικό μας μέλλον. «Οι προκλήσεις μπορεί να είναι τεράστιες, το ίδιο όμως ισχύει και για τις δυνατότητες».⁶⁴

⁶³ <http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/12/features/reality-hits-masdar>

⁶⁴ Martin Wright, <http://www.theguardian.com/commentisfree/2011/apr/29/masdar-city-green>

Συμπεράσματα

Όπως είδαμε η φύση μπορεί να αποτελέσει ένα εγχειρίδιο λύσεων από το οποίο μπορεί να εμπνευστεί ο άνθρωπος τόσο τεχνολογικά, όσο κοινωνικά και οικονομικά από τους ίδιους τους οργανισμούς, τις συμπεριφορές τους ή τα οικοσυστήματα. Όμως επίσης διαπιστώσαμε πως όσο περνάμε στην εφαρμογή και κυρίως στην οργάνωση σε μεγάλη κλίμακα, πολλά εμπόδια εμφανίζονται που συχνά μοιάζουν ανυπέρβλητα. Αυτό προκύπτει διότι η φύση και ο άνθρωπος είναι δύο δημιουργοί που λειτουργούν με διαφορετικές λογικές. Ναι μεν ο άνθρωπος αποτελεί μέρος του φυσικού περιβάλλοντος και αναπόφευκτα επηρεάζεται από αυτό, όμως εύκολα μπορούμε να δούμε τη διαφορετικότητα στον τρόπο σκέψης, στη χρήση των υλικών, στην επιλογή των μορφών και στη μηχανική συμπεριφορά των δημιουργημάτων κατ' επέκταση. Η φύση λειτουργεί καθαρά συλλογικά με πολλαπλούς και πολύπλοκους δεσμούς συνεργασίας, χρησιμοποιεί βιοδιασπώμενα υλικά για να δημιουργήσει μαλακές και εύκαμπτες κατασκευές με βασικό το στοιχείο του νερού, ενώ οι μορφές της είναι κατά κύριο λόγο καμπύλες. Ο άνθρωπος, αν και κοινωνικό ον, λειτουργεί αρκετά σε ατομικό επίπεδο, χρησιμοποιεί σκληρότερες πρώτες ύλες για να δημιουργήσει άκαμπτες κατασκευές με ευθείες γραμμές και γωνίες σε ένα μεγάλο ποσοστό. Και αυτές είναι μόνο μερικές από τις διαφορές. Η μίμηση της φύσης συνεπώς, δεν μπορεί να γίνει σε απόλυτο επίπεδο γιατί υπάρχει απόσταση στη φιλοσοφία και στον τρόπο λειτουργίας. Μία ανθρώπινη κοινωνία είναι πολύ περίπλοκη για να αντιμετωπιστεί με μια επιφανειακή μεταφορά των φυσικών αρχών σε αυτή. Οι συνέπειες εφαρμογής μιας πρακτικής σε ένα κοινωνικό σύνολο είναι πολύπλευρες και συχνά δυσκολότατο να προβλεφθούν, ενώ από την άλλη η μελέτη ενός ,για παράδειγμα, οικοσυστήματος δεν γίνεται στο απαραίτητο βάθος για να εφαρμοστούν όλοι οι μικροί συνδετικοί παράγοντες που το κάνουν λειτουργικό. Οι επιτυχείς βιομιμητικές εφαρμογές αποδεικνύεται ότι βασίζονται σε ένα φυσικό μηχανισμό χωρίς όμως να τον αντιγράφουν πιστά, αφού διαπιστώνουμε ότι αυτό είναι επί της ουσίας αδύνατο. Εφόσον λοιπόν το τελικό προϊόν αποτελεί ένα συνδυασμό φυσικού σχεδίου και ανθρώπινης καινοτόμου σκέψης, η βιομίμηση μπορεί να αποτελέσει το όχημα που θα φέρει το περιβάλλον και την ανθρωπότητα σε μια ισορροπημένη σχέση.

Συμπεράσματα

Περνώντας πιο συγκεκριμένα στα οικιστικά σύνολα ως εξολοκλήρου νέα, σχεδιασμένα αστικά περιβάλλοντα, αν δεχτούμε την αναγκαιότητα της ύπαρξης τους όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, εφιστούμε την προσοχή σε κάποια θέματα. Γνωρίζουμε πως, όπως και μετά τη βιομηχανική επανάσταση ο τεχνολογικός παράδεισος δεν δημιούργησε αυτόματα ιδανικές πόλεις, έτσι και η βιομίμηση, όταν μιλάμε για το καθαρά τεχνολογικό κομμάτι, δεν θα δημιουργήσει αυτόματα καλούς χώρους ή ανθρώπινες πόλεις. Αν και αναλύοντας τις βιομιμητικές αρχές σίγουρα ανακαλύπτουμε κοινωνικές προεκτάσεις και η συμβίωση και η συνεργασία είναι πάντα σε πρώτο πλάνο, εντούτοις όταν μιλάμε για ανθρώπινες κοινωνίες της πυκνότητας του αστικού χώρου, οι παράμετροι είναι πάρα πολλές και τα θέματα που πρέπει να προβλεφθούν πολύπλευρα. Η έννοια μιας «ουτοπικής» πόλης που σχεδιάζεται εξολοκλήρου για να αντιμετωπίσει συγκεκριμένα προβλήματα, έχει μία ακαμψία σαν ιδέα. Το αστικό περιβάλλον είναι ένας χώρος συνεχών αλλαγών και ο σχεδιασμός πρέπει να αφήνει χώρο για περαιτέρω εξέλιξη και αναδιαμόρφωση ανάλογα με τις μεταλλασσόμενες ανάγκες. Ακόμη, μπορεί να είναι εφικτό να σχεδιαστεί μια πόλη εξ ολοκλήρου από το μηδέν, αλλά προφανώς δεν είναι δυνατό να προβλέψει κάποιος τα κοινωνικά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν τοποθετώντας μια ομάδα ανθρώπων να ζήσουν σε ένα περιβάλλον με το οποίο δεν έχουν καμία συναισθηματική σχέση και σύνδεση. Επιπλέον, είδαμε ότι πολύ συχνά ο οικονομικός παράγοντας δημιουργεί εμπόδια, στο κατασκευαστικό πλέον στάδιο, προκαλώντας κοινωνικής φύσεως ανισότητες και ανισορροπίες.

Αυτό το βάρος στην κοινωνική βιωσιμότητα είναι ίσως η παράλειψη των μέχρι τώρα eco-cities που, παρά την τεχνολογική τους επάρκεια και πολλές φορές οικονομική ενίσχυση, δεν καταφέρνουν να εξελιχθούν σε πυρήνες ζωής. Η συγκεκριμένη ερευνητική αναφέρεται κυρίως στην τεχνολογική ριζοσπαστικότητα και αποτελεσματικότητα της βιομίμησης, που όπως είδαμε έχει τις προοπτικές να δώσει δραστικές λύσεις στο επείγον οικολογικό μας πρόβλημα. Αυτό που χρειάζεται είναι πειραματισμός, επιμονή και ωρίμανση. Φυσικά, όπως καλά γνωρίζουμε, ο τρόπος που θα

Συμπεράσματα

χρησιμοποιηθεί αυτό το εξαιρετικό εργαλείο είναι και αυτό που θα κάνει τη διαφορά. Προς το παρόν η βιομίμηση προσφέρει ελπιδοφόρες προτάσεις, έμπνευση και διαμόρφωση συνειδήσεων προετοιμάζοντας τον άνθρωπο για μία αρμονική συμβίωση με το περιβάλλον του.

Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφία:

- Janine M. Benyus, *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, HarperCollins Publishers, USA 1997
- Michael Pawlyn, *Biomimicry in Architecture*, RIBA Publishing, London 2011
- William McDonough & Michael Braungart, *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*, North Point Press, New York 2002
- Steven Vogel, *Cat's paws and catapults (Mechanical worlds of nature and people)*, W.W. Norton & Company, New York 1998
- C.A. Brebbia (Wessex Institute of Technology, UK), A. Capri (University of Pisa, Italy), *Design and Nature V : Comparing Design in Nature with Science and Engineering*, WIT Press, 2010
- Amos Rapoport, Δημήτρης Φιλιππίδης, *Ανώνυμη Αρχιτεκτονική και Πολιτιστικοί Παράγοντες*, Εκδοτικός Οίκος Μέλισσα, Αθήνα 2010
- J.Owen Lewis, *A Green Vitruvius: Principles and Practice of Sustainable Architectural Design*, James & James Science Publishing, London 1999
- Timothy Beatley , *Biophilic Cities - Integrating Nature Into Urban Design and Planning*, Island Press, Washington 2011
- Biomimicry 3.8, *The Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Best Practices*, Biomimicry Group Inc, 2012
- Alan R. Berkowitz, Charles H. Nilon, Karen S. Hollweg, *Understanding Urban Ecosystems: A New Frontier for Science and Education*, Springer-Verlag, New York, 2003
- Robert Allen, *Bulletproof Feathers: How Science Uses Nature's Secrets to Design Cutting- Edge Technology*, University of Chicago Press, Chicago and London, 2010
- Herbert Girardet, *Cities, People, Planet: Livable Cities for Sustainable World*, John Wilry & Sons, Chichester, West Sussex, 2004

Βιβλιογραφία

- J. R. Gould, C. G. Gould, *Animal Architects: Building and the Evolution of Intelligence*, Basic Books, New York, 2007
- M. Hensel , A. Menges, M. Weinstock, *Emergent Technologies and Design: Towards a Biological Paradigm of Architecture*, Routledge, Abingdon/Oxfordshire/ New York, 2010
- Claus C. Mattheck, *Design In Nature – Learning from Trees*, Springer – Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1998
- HOK Architects, Biomimicry Institute 3.8 , *Genius of Biome Report*, <http://issuu.com/hoknetwork/docs/geniusofbiome?e=3095950/2547879>
- Καρύδης Δημήτρης, *Ανάγνωση πολεοδομίας: Η κοινωνική σημασία των χωρικών μορφών*, ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ, Δεκέμβριος 1996
- Αραβαντινός Αθανάσιος, *Πολεοδομικός σχεδιασμός: Για μια βιώσιμη ανάπτυξη του αστικού χώρου*, ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ, Δεκέμβριος 2007
- Bernard Rudofsky, *Architecture without Architects*, Museum of Modern Arts, New York, 1964
- Thomas More, *Utopia*, Dover Thrift Editions, USA, 1997
- Manfredo Tafuri, *Architecture and Utopia – Design and Capitalist Development*, The MIT Press, Massachusetts, England, 1976

- Διαδικτυακές πηγές:
- <http://www.asknature.org/>
- <http://biomimicryinstitute.org/>
- <http://biomimicry.net/>
- <http://landinstitute.org/>
- <http://www.permaculture.com/>
- <http://www.technologyreview.com/>

Βιβλιογραφία

- <http://www.cheresources.com/solarleaves.shtml>
- http://www.scielo.br/pdf/txpp/2013nahead/aop_7213_13.pdf
- Devens Gust, Thomas A. Moore, Ana L. Moore, *Artificial Photosynthesis*
- <http://www.biopowersystems.com/>
- <http://allaboutalgae.com/>
- <http://www.biomimetic-architecture.com/>
- <http://www.treehugger.com/>
- <http://www.stle.org/>, http://www.stle.org/assets/news/document/techbeat_tlt_12-08.pdf
Dr. Neil Canter, *Humpback Whales Inspire New Wind Turbine Technology*
- http://wgba.shuttlepod.org/Resources/Documents/SE2/2012%20Presentations/LCA%20_%20Biomimicry%20-%20Practical%20Applications%20-%20C.R..pdf
HOK, *Biomimicry and Practical Applications in the Built Environment*
- TED: Janine Benyus: *Biomimicry's surprising lessons from nature's engineers*,
http://www.ted.com/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs
- <http://2ndgreenrevolution.com/2011/03/06/the-biomimetic-city-and-sustainability/>
- <http://museumofvancouver.com/programs/blog/2012/01/25/built-city-review-nature-urban-space-biomimicry>
- <http://www.toddecological.com/eco-machines/>
- <http://www.c8s.co.uk/technology.php>
- <http://www.exploration-architecture.com/>
- Seawater Greenhouse and The Teatro del Agua - Discovery Channel (2007),
<https://www.youtube.com/watch?v=fqdVdHd26pk>
- <http://www.seawatergreenhouse.com/>
- <http://www.nytimes.com/>
- <http://www.technologyreview.com/>

Βιβλιογραφία

- <http://www.dyesol.com/>
- <http://www.biorock.net/>
- <http://www.ecobuildingpulse.com/>
- <http://www.hok.com/>
- <http://www.arup.com/>
- <http://kragh-berglund.com/>
- <http://www.fosterandpartners.com/>
- *Thermal Regulation System of Emperor Penguins*,
<http://samfoxschool.wustl.edu/files/Biomimicry-Emperor%20Penguin.pdf>
- <http://www.biomimetic-architecture.com/>
- *Masdar: The City of the Future | Fully Charged Show*, Part 1, 2
<https://www.youtube.com/watch?v=NIaz61zpLfs>
<https://www.youtube.com/watch?v=G4ohXTnlxzA>
- <http://littlegreenseed.wordpress.com/>
- <http://www.smithsonianmag.com/>
- <http://biomimicrysa.co.za/>
- <http://www.dartington.org/blog/>

Ομιλίες-Διαλέξεις-Άρθρα:

- Peter Head, *Entering the Ecological Age: The engineer's role*, The Brunel Lecture 2008
- Devens Gust, Thomas A. Moore, Ana L. Moore , *Artificial Photosynthesis – from Light Absorption to Solar Fuels* , Center for Bio-Inspired Solar Fuel Production, Department of Chemistry and

Βιβλιογραφία

- Biochemistry, Arizona State University, Tempe AZ 85287 USA. gust@asu.edu, <http://solarfuel.asu.edu/EFRC/>
- Keith Evan Green, *The 'Bio-logic' of Architecture*, ACSA National Conference, Chicago, 2005
- Oscar Jimenez Salvador, *Biomimicry and City design*, The Meiated City Conference, Woodbury University, London 01-03 April, 2014
- The Biomimicry Institute, *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, IBE Annual Conference, March 06-09, 2008
- Richard James Maccowan, *Biomimicry + Urban Design*, MA Urban Design 2010/12, http://www.academia.edu/2120475/Biomimicry_Urban_Design
- Picon, Antoine, *Learning from utopia: contemporary architecture and the quest for political and social relevance*, Journal of Architectural Education 67, no.1: 17-23, 2013
- Françoise Lieberherr, *21st century utopias for sustainable cities*, urbanews, No.13, August 06

Φοιτητικές εργασίες:

- Ελένη Πετσάβα, *Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της βιοκλιματικής δόμησης στην Αττική*, Πτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα 2006
- Αγγελίνα Δημουλά, *Πολοδομικές παράμετροι αειφόρου σχεδιασμού από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Αρχές για την προσέγγιση της βιωσιμότητας στον σύγχρονο αστικό χώρο*, Ερευνητική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Χανιά 2012-2013
- Λεωνίδας Τσιχριτζής, *Towards zero carbon urban environment*, Ερευνητική Εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος 2012
- Βιντζηλαίου Ευτυχία, *Η αναζήτηση της ιδανικής πόλης - από την ουτοπία του '60 στις αυριανές eco-πόλεις*, Ερευνητική εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2011
- Κατεργιανάκη Ε., Μουσταφατζή Β., Τζιραλή Α., *Οικολογικές γειτονιές σε χώρες της Ευρώπης*, Διάλεξη, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιούλιος 2012