

**INSTITUTE: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

**Υ/Υ: 2025-
2026
SUPERVISOR:
ΙΩΑΝΝΗΣ ΖΑΒΟΛΕΑΣ.**

**STUDENT: ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ
ΣΙΜΕΛΗΣ 311**

1**1.1****Ο ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΗΣ
ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΤΟ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ 11-14****1.2****ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΟΥΣ
ΥΦΑΛΟΥ ΕΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ 15-17****2.1****Η ΣΥΝΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ
ΩΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΖΗΤΗΜΑΤΩΝ 17-19****2.2****Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΙΜΗΣΗΣ ΣΤΟΝ
ΕΥΡΥΤΕΡΟ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ
19-22****2.3****ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΩΝ
ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ
ΔΙΑΘΕΤΕΙ Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ 22-29****2****3****3.1****ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕΤΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΖΗΤΗΜΑΤΩΝ
ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ- 30-43
ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ- ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ****3.2****ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ OYSTERTEC-
TURE PROJECT, ΩΣ ΑΠΗΛ ΑΦΟΡΜΗ
ΠΑΡΑΚΙΝΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ
ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ 43-46**



Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε
όσους βοήθησαν με τον δικό
τους τρόπο στην εκπόνηση
της παρούσας Ερευνητικής
Εργασίας, μα προπάντων

στον άνθρωπο που με ενέπνευσε να αγαπήσω την θάλασσα όσο
και αυτός.

Last week's article on
School mentioned

are there any records of early
houses in this area before the

Ferguson purchased Mr.
Drew's farm and residence

A fine finis court has been
built on the site which was

architecture meets nature

Victoria Avenue from Buttrey
to the Whirlpool was given
to John Chisholm for his ser-
vice to the Crown during the
Revolutionary War while that
portion
Avenue is
Buttrey
River from
Donaldson
veteran w

Elgin, but little if any of them
were in Glenview. An old map
of 1857 shows a proposed
subdivision of streets and lots
for the Glenview area but

was our Member of Parli-
ament in the House of Com-
mons from 1882 until 1891. He
was quite wealthy and enter-
tained quite lavishly in his

in 1814. His father, Jonathan
Slater, maintained a farm
docks, and warehouse here
known as Slater's Point. R.
P. Slater received his early
education in Chippawa and
then went to the Drum-
mondville Grammar School.

After a successful business
career in Galt, Joliet, Illinois,
and Niagara Falls, New York,
he returned to Canada and,
as stated previously, took up
residence in Glenview.

He laid out portions of his
estate in streets and avenues,
much as they are today, but
with some changes in street
names. It was due to his ef-
forts that we have the Glen-
view of today.

He was a very influential
man and was responsible for
the industrial growth in
Glenview. He persuaded the
silverware company to locate
there, from Humberstone
Township, thus giving rise to
such names for this area as
Silvertown, New Humber-
stone, Slatterville, and
McGlanshanville.



R. P. SLATER
.. Glenview booster

through:

- biology ✓
- chemistry ✓
- environmental science ✓
- ecology etc. ✓

αποτελεί αφορμή:

δομικά συστήματα

χώρος

ύλη



In 1781
built a saw
the Whirlp
stream, n
tumbled into the gorge. This
point was later known as
Elgin Cascade when Elgin

pool Park.
In 1854, there came to Elgin
one John Drew, a masonry

He liked the village
ided to stay here. In
he built Glen View
Hall, a large 27 room house
of brick and cut stone, on
top of hill overlooking the
Niagara River.

It was the local point of
his 85 acre estate of vineyards
and farmland and the resi-
dence still stands today.

fine residence holding
fancy ball
Ferguson
are
In 1893, Robert Peter Slater
bought the farm and resi-
dence from the late Dr.
Ferguson's estate.

The residence
ed a huge drawing
billiard room, and a

Mr. Slater also investigated
develop
side
er was
Mayor of the town of Niagara
Falls from 1899 until 1901 and
City of Niagara Falls
Falls Board of Trade
Niagara Falls Build-
ing and Loan Association.

until 2050, coral reefs may be gone.

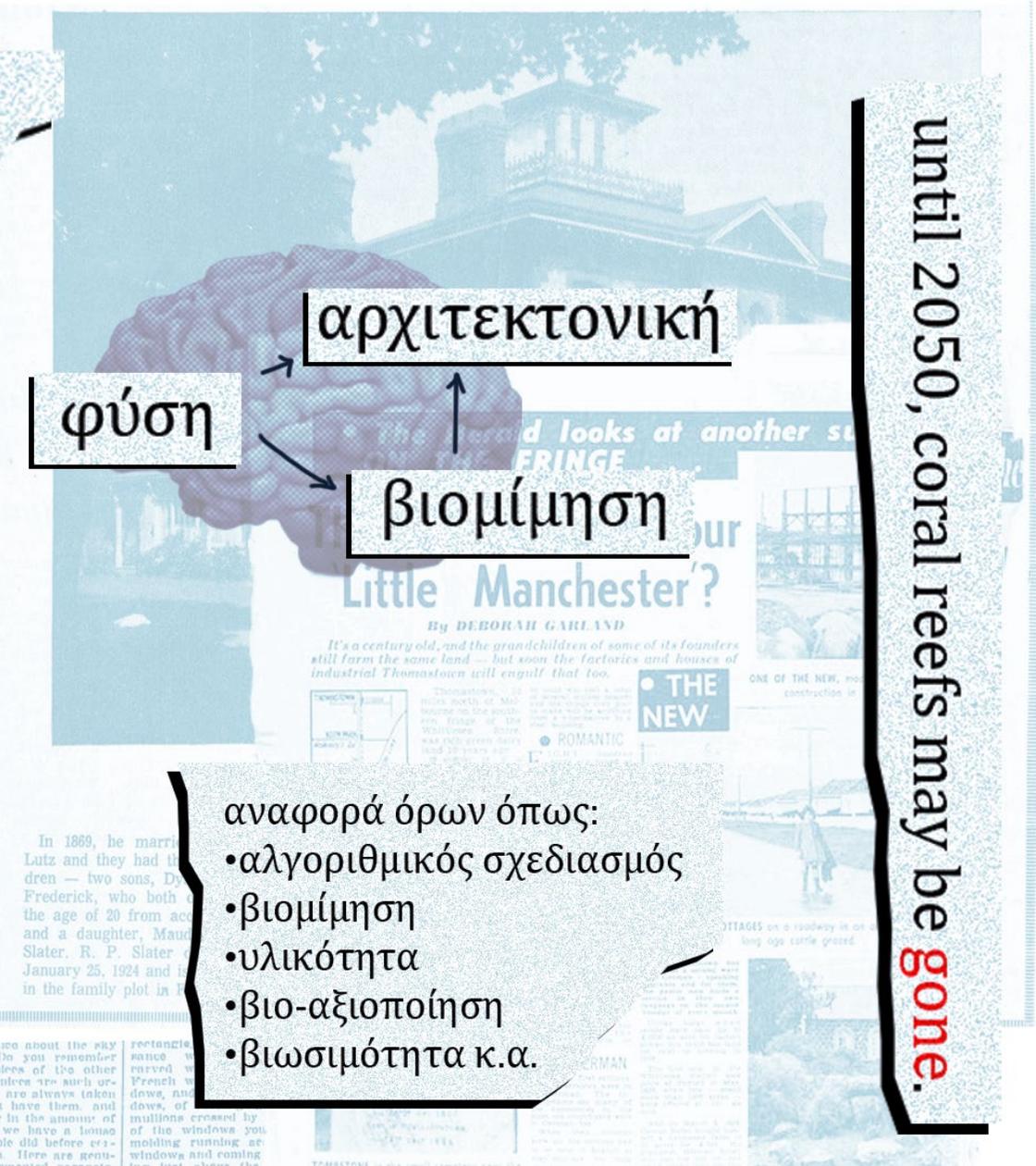
αρχιτεκτονική

φύση

βιομίμηση

αναφορά όρων όπως:

- αλγοριθμικός σχεδιασμός
- βιομίμηση
- υλικότητα
- βιο-αξιοποίηση
- βιωσιμότητα κ.α.



The **purpose** of this research paper is to **study** the example of **coral reefs** as a trigger for drawing conclusions about **structural** systems, **spatial** hypostases and the factor of **materiality** in the context of architectural design. This research concerns the **process** through which **architecture** as an engineering discipline comes to **interact interdisciplinary** with disciplines related to nature, such as biology, chemistry, etc. How architecture's engagement with issues that touch on broader concerns offers an opportunity to highlight new possible relationships with other scientific disciplines beyond the conventional boundaries of its interests. Such a coupling is proposed as it will contribute to the **expansion** of the **effects** and impact of the discipline in the broader **scientific process** and society. Furthermore, it is estimated that by 2050 coral reefs will have disappeared to a very large extent. Thus, **architecture is called** upon to participate with the existing research data, proposing a new direction for **solving the problem**, which, in collaboration with other scientific disciplines, will not only save a species of **animal from extinction**, but will also constitute a system

Αφορμή της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι η **μελέτη** του παραδείγματος των **κοραλλιογενών υφάλων** ως έναυσμα διεξαγωγής συμπερασμάτων για τα **δομικά** συστήματα, τις **χωρικές** υποστάσεις και τον παράγοντα της **υλικότητας** στο πλαίσιο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Η έρευνα αυτή αφορά τη **διαδικασία** μέσα από την οποία η **αρχιτεκτονική** ως μηχανικός κλάδος έρχεται να **αλληλοεπιδράσει διεπιστημονικά** με κλάδους που αφορούν την φύση, όπως η βιολογία, η χημεία, η περιβαλλοντολογία, η οικολογία κλπ. Το πώς η ενασχόληση της αρχιτεκτονικής σε ζητήματα που άπτονται ευρύτερων ανησυχιών, προσφέρεται ως ευκαιρία ανάδειξης νέων πιθανών σχέσεων με άλλους επιστημονικούς κλάδους πέρα από τα συμβατικά όρια των ενδιαφερόντων της. Μια τέτοια σύζευξη προτείνεται καθώς θα συμβάλει στη **διεύρυνση** των **επιδράσεων** και της απήχησης του κλάδου στο ευρύτερο **επιστημονικό γίγνεσθαι** και την κοινωνία. Επιπλέον, υπολογίζεται ότι μέχρι το 2050 οι κοραλλιογενείς ύφαλοι θα έχουν εξαφανιστεί σε πολύ μεγάλο βαθμό. Έτσι η **αρχιτεκτονική καλείται** να συμμετέχει με τα έως τώρα υπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα, προτείνοντας μια νέα κατεύθυνση για την **επίλυση** του **προβλήματος**, η οποία σε συνεργασία με άλλους επιστημονικούς κλάδους, όχι μόνο θα **σώσει** ένα **είδος** ζωικού **οργανισμού** από την **εξαφάνιση**, αλλά θα αποτελέσει και ένα σύστημα **μελέτης μηχανισμών** μέσω των οποίων η μορφογένεση και η βιομίμηση θα διευκολύνουν την **περιβαλλοντική διάσωση**.

"All the News
That's Fit to Print"

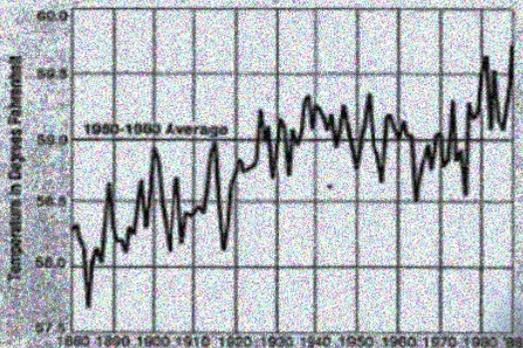
The New York Times

VOL. CXXXVII... No. 47,546

Copyright © 1988 The New York Times

NEW YORK, FRIDAY, JUNE 24, 1988

Global Warming Has Begun, Expert Tells Senate



Sharp Cut in Burning of Fossil Fuels Is Urged to Battle Shift in Climate

By PHILIP SHARCOFF
Special to The New York Times

WASHINGTON, June 23 — The earth has been warmer in the first five months of this year than in any comparable period since measurements began 130 years ago, and the higher temperatures can now be attributed to a long-expected global warming linked to the burning of fossil fuels.

U.S. officials warned that the predicted rise in temperatures could be as high as 5 degrees Fahrenheit by the year 2050, according to a report released by the U.S. Global Change Research Program. The report, which was prepared by a panel of scientists, says that the warming is caused by the burning of fossil fuels, which releases carbon dioxide and other greenhouse gases into the atmosphere.

Dr. Hans Oeschger, a Swiss climate scientist, said that the warming is "unequivocal" and that it is "very likely" that the warming is caused by the burning of fossil fuels.

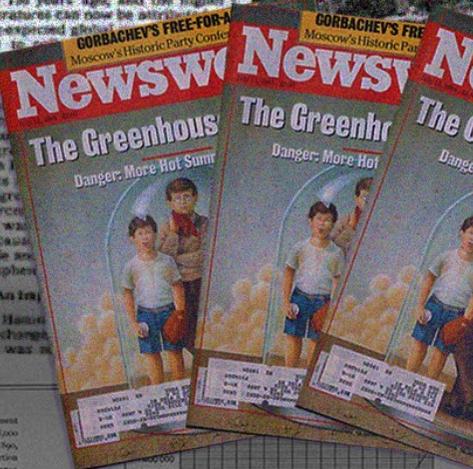
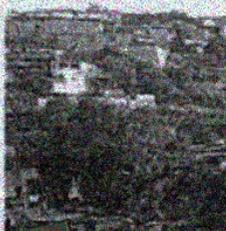
Global Warming: Greenhouse Effect?

temperatures through the first five months of 1988 were 0.5 degrees Fahrenheit above the 1950-1980 global average from 1950 to 1980.

Sergiy Leshchenko

The New York Times, June 24, 1988

Prices;
Minor



Daily Mirror



WHAT IT IS, WHAT IT DOES AND HOW WE CAN OVERCOME IT

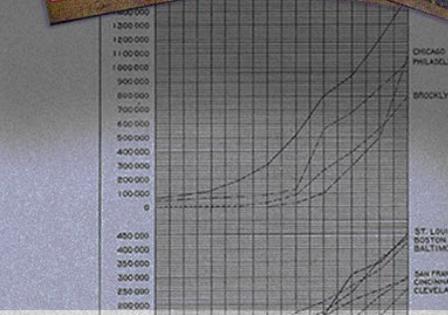
10

URBAN POPULATION.

The census commonly regards as the urban element that portion of the population which lives in cities of 5,000 inhabitants or more. This element constituted in 1950, 59.20 per cent of the entire population. The proportion has increased greatly during the century, being in 1980 but 5.55 per cent. The following table sets forth the increase in the proportion at each succeeding census:

CENSUS	Proportion of Urban to Total Population
1790	3.53
1800	4.55
1810	4.93
1820	4.93
1830	5.24
1840	5.42
1850	11.49
1860	16.53
1870	20.62
1880	24.92
1890	30.81
1900	36.80

Diagram 1 shows by the total length of its bars the total population of the country at each census and by the shaded portion of each bar the urban element. It is seen that while the total population has increased with great rapidity, the urban element has increased in much greater



ST. LOUIS
BOSTON
BALTIMORE
SAN FRANCISCO
CLEVELAND

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιστήμη της αρχιτεκτονικής έχει την δυνατότητα να δώσει μια διαφορετική οπτική στην επίλυση των ιδίων των περιβαλλοντικών ζητημάτων, μέσα από τα εργαλεία που διαθέτει. Μέσω αυτής της ανάλυσης, αναπτύσσονται παραδείγματα όπου οι προηγμένες εφαρμογές στον αλγοριθμικό σχεδιασμό, σε συνδυασμό με την μελέτη οικοσυστημάτων, ωφελούν την βιολογική μελέτη ως προς την μορφολογική ανάλυση καθώς και στην ερμηνεία των συστημάτων της φύσης. Προτού δοθούν απαντήσεις στο πώς επιτυγχάνονται αυτά τα εγχειρήματα, σημαντικό είναι να απαντηθεί το ερώτημα «γιατί όμως η συγκεκριμένη θεματολογία;» Συνοπτικά, τις τελευταίες δεκαετίες η περιβαλλοντική κρίση βρίσκεται σε έξαρση. Εξάρσεις φαινομένων όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, και η μεταβολή του φυσικού τοπίου μέσω των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων έχουν προκαλέσει επικίνδυνες συνθήκες στο χερσαίο και θαλάσσιο οικοσύστημα. Προκειμένου να βρεθεί λύση για αυτά τα ζητήματα και ενδεχομένως μια συνθήκη ισορροπίας ανάμεσα στο σκληρό όριο του δομημένου τοπίου και το μαλακό όριο της φύσης, είναι απαραίτητη η λήψη σχεδιαστικών αποφάσεων που θα προσφέρει η αρχιτεκτονική σε συνδυασμό με την εξαγωγή δεδομένων για τον σχεδιασμό μέσω της βιολογίας και της θαλάσσιας επιστήμης. Μέσα από την ανάλυση που θα πραγματοποιηθεί στα κεφάλαια του κειμένου, ιδιαίτερη βαρύτητα θα δοθεί στο ζήτημα των κοραλλιογενών υφάλων, καθώς θα γίνει και αναφορά σε όρους όπως είναι η περιβαλλοντική κρίση, η βιομίμηση, ο αλγοριθμικός σχεδιασμός και η υλικότητα. Έπειτα θα αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων μέσα από την επιστήμη της βιομίμησης καθώς και

παραδείγματα εφαρμογής όλων αυτών των συνιστωσών μέσα από project που αφορούν την δημιουργία τεχνητών κοραλλιογενών υφάλων, παρέχοντας λύσεις σε περιβαλλοντικές προκλήσεις, διερευνώντας τον τρόπο που μπορεί η αρχιτεκτονική να σώσει έναν οικισμό από φαινόμενα όπως οι πλημμύρες κλπ.

**BUT ... FAST
FORWARD TO
THE RESEARCH**

1.1 Ο ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΣΤΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ

Οι ωκεανοί καλύπτουν τα τρία τέταρτα της επιφάνειας της Γης. Περιέχουν το 97% των αποθεμάτων νερού του πλανήτη και αντιπροσωπεύουν το 99% του ζωτικού του χώρου ως προς τον όγκο. Υπολογίζεται ότι πάνω από το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού ζει στις ακτές με προοπτικές ανέγερσης του ποσού στο 75% έως το 2025. Ωστόσο, οι πόροι των ωκεανών είναι περιορισμένοι. Η θαλάσσια ζωή, είναι τόσο απαραίτητη για το οικοσύστημα αυτού του πλανήτη, όσο και για την διάσωση της ανθρωπότητας. Είναι προς το συμφέρον μας να αντλούμε έμπνευση από αυτό, να το προστατεύσουμε, προστατεύοντας έτσι και την ίδια την ανθρωπότητα.

Ο Brent Constantz, ιδρυτής της Blue Planet, μιας εταιρείας που αναπτύσσει το σύστημα βιώσιμης δέσμευσης άνθρακα, ισχυρίζεται ότι έχει δημιουργήσει μια διαδικασία ισοδύναμη με τη βιομεταλλοποίηση¹, με δυνατότητες εφαρμογής στην παραγωγή τσιμέντου και αδρανών. Η διαδικασία αποσκοπεί στην μείωση των εκπομπών CO₂ και στην εφαρμοσμένη ηλεκτροπαραγωγή βιομάζας, η οποία θα μπορούσε να αφαιρέσει το CO₂ από την ατμόσφαιρα.²

Κάθε χρόνο, η παραγωγή σκυροδέματος παγκοσμίως, ανέρχεται στους 15 δισεκατομμύρια τόνους. Περίπου η ίδια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, εντείνοντας περιβαλλοντικά ζητήματα όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το πλησιέστερο ισοδύναμο του

σκυροδέματος στη βιολογία είναι τα κοράλλια, ο σχηματισμός των οποίων οφείλεται σε οργανισμούς που δημιουργούν ορυκτές δομές στο θαλάσσιο περιβάλλον. Η βασική διαφορά μεταξύ του σκυροδέματος και των κοραλλιών, είναι η διαδικασία της βιομεταλλοποίησης. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η παραγωγή του πρώτου απελευθεώνει ένα μόριο CO₂ για κάθε άτομο ασβεστίου στο τσιμέντο, ενώ η κατασκευή κοραλλιών μέσω της βιομεταλλοποίησης στερεώνει (ή δεσμεύει) ένα άτομο άνθρακα με κάθε άτομο ασβεστίου. Εάν ήταν εφικτή — μέσω της βιομίμησης — η εφαρμογή μια τέτοιας διαδικασίας στην παγκόσμια παραγωγή σκυροδέματος, θα μπορούσαν, θεωρητικά, να αφαιρεθούν δισεκατομμύρια τόνοι CO₂ από την ατμόσφαιρα.²

Οι υγιείς κοραλλιογενείς ύφαλοι κατέχουν σημαντικό ρόλο στην παροχή προστασίας των ακτών, ενδιατημάτων για την θαλάσσια βιοποικιλότητα, καθώς και συστατικών στην επιστήμη της φαρμακευτικής. Ταυτόχρονα, τα κοράλλια λειτουργούν ως προστατευτικό φράγμα κατά την διάρκεια καταιγίδων, όπως οι τυφώνες, όντας αποτελεσματικά κατά 97% στην πρόληψη ζημιών στο φυσικό και δομημένο περιβάλλον. Με τις ζημιές που έχουν υποστεί παγκοσμίως τις τελευταίες δεκαετίες, οι πλημμύρες και η διάβρωση έχουν αυξηθεί, προκαλώντας σημαντικές ζημιές στις παράκτιες κοινωνίες. Ωστόσο πολλές κοινότητες εξαρτώνται από τους υφάλους ως πηγή εξασφάλισης των προς το ζην τους, καθώς οι κοραλλιογενείς ύφαλοι υποστηρίζουν την αλιεία, τουριστικές δραστηριότητες και εκπαιδευτικούς σκοπούς.³

1 Η βιομεταλλοποίηση είναι η ανοργανοποίηση που συμβαίνει σε βιολογικά εριβάλλοντα στα οποία μια οργανική μήτρα ή διαλυτά βιομόρια, μαζί με βιολογικά επαγόμενα τοπικά περιβάλλοντα, διευκολύνουν την κρυστάλλωση των ορυκτών και ελέγχουν τις μορφολογίες και τις θέσεις πυρήνων τους

2 Pawlyn Michael, «How biomimicry can be applied to architecture», May 6, 2016

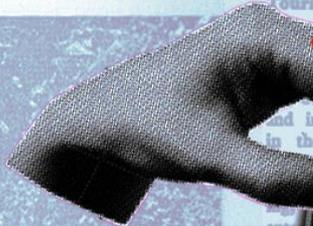
3 Coastal and Marine Hazards and Resources Program, August 9, 2023 <https://www.usgs.gov/programs/cmhrp/news/coral-bleaching-event-can-increase-flood-risk>

blueplanet.



ΩΣΤΕ

ΒΙΟΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ
ΒΙΟΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΗ



Saving a wonder of the world

αφού



CO2CO2CO2CO2
CO2CO2CO2CO2
CO2CO2CO2CO2
CO2CO2CO2CO2

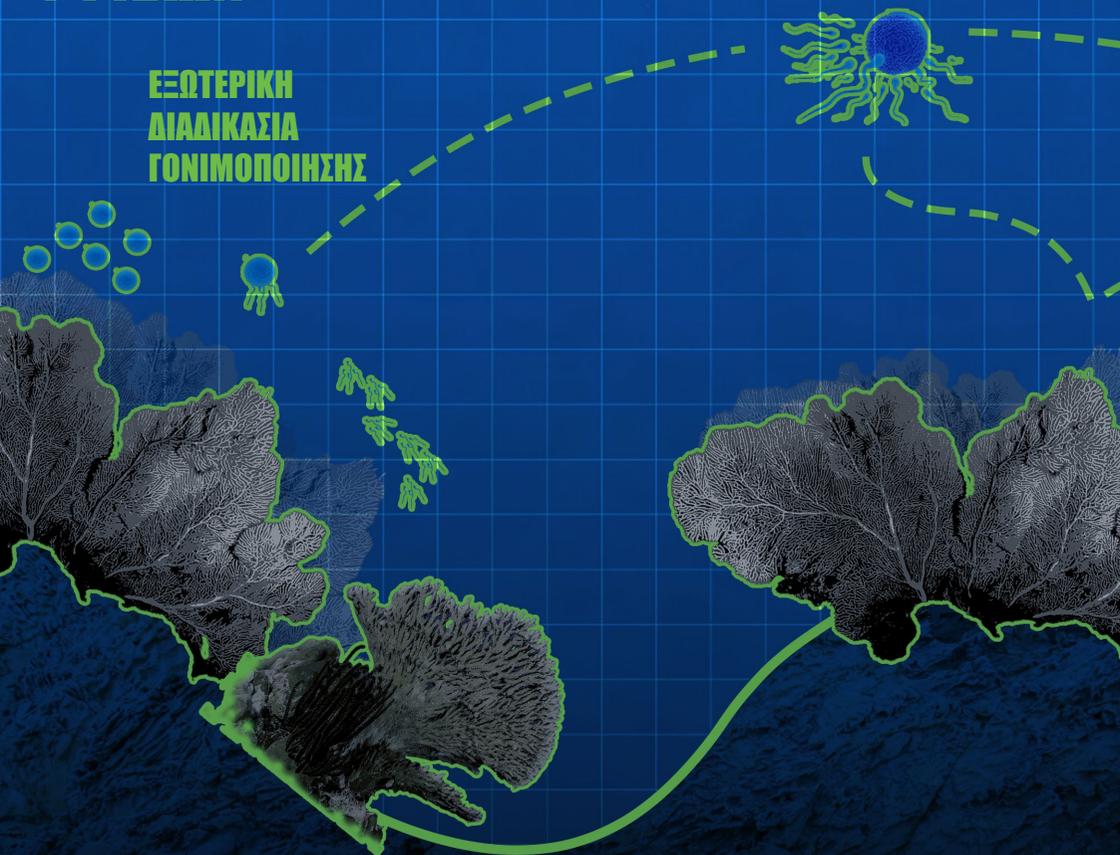
↓
Δεσφ

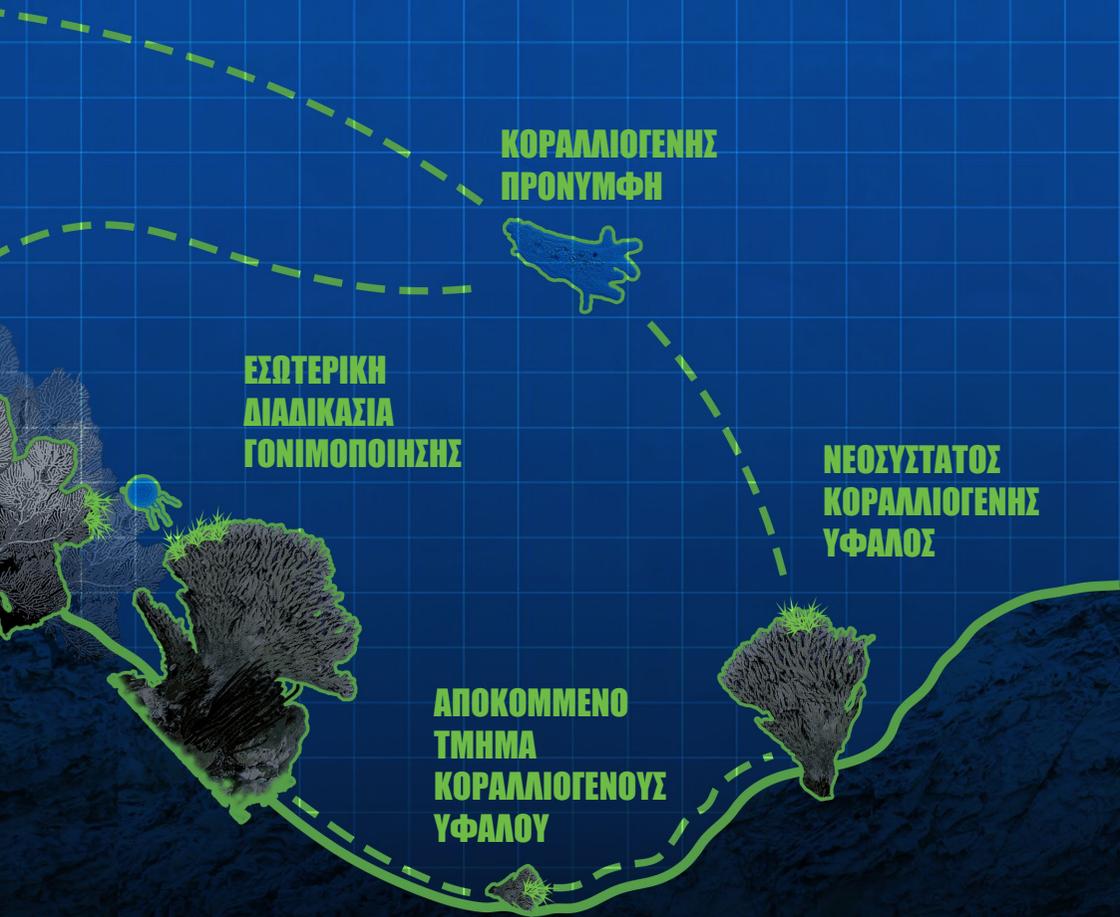
The Great Barrier Reef, nature's work of three million years, is under attack.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΩΝ ΥΦΑΛΩΝ

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ
ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΟ
ΣΤΕΛΕΧΟΣ





«Αυτά είναι κρίσιμα οικοσυστήματα, όχι μόνο από την άποψη της συνολικής βιοποικιλότητας του πλανήτη, αλλά επειδή παρέχουν επίσης διατροφή σε εκατομμύρια ανθρώπους, ειδικά σε νησιωτικά έθνη».⁴

Οι ανθρακικοί σκελετοί των κοραλλιών, αποτελούν τρισδιάστατα πλαίσια τα οποία επιτρέπουν στον κοραλλιογενή πολύποδα να εξεπλωθεί από τον πυθμένα της θάλασσας, εγκαθιδρύοντας τον σε περισσότερες ζώνες του ωκεανού. Η δημιουργία αυτών των δομών μας υπενθυμίζει την χωρική πολυπλοκότητα που υπάρχει στους ωκεανούς της Γης, από τις πολικές περιοχές έως τα τροπικά δάση και από τις παλιρροϊκές λίμνες μέχρι τις σκοτεινές αβυσσαλές πεδιάδες. Συναντώνται στο φυσικό τους περιβάλλον ως μοναχικά ή μέτρια συσσωματώματα μεγέθους λίγων εκατοστών με την δυνατότητα σύνθεσης γιγαντιαίων ατοικιών, μυθικών διαστάσεων. Με τη συσσωμάτωσή τους, επιτυγχάνεται η δημιουργία των μεγαλύτερων μη ανθρώπινων δομών που κατασκευάστηκαν ποτέ από οργανισμούς.

Συνεπώς, τα κοράλλια συμμετέχουν στο σχηματισμό των πιο πολύπλοκων συστημάτων στον πλανήτη: των κοραλλιογενών υφάλων που φιλοξενούν χιλιάδες είδη φυκιών, πάνω 4000 είδη ψαριών και πολλά άλλα είδη. Αυτές οι πολυσύνθετες δομές που καλύπτουν μόλις το 0,2% των ωκεανών, φιλοξενούν το 30% της θαλάσσιας βιοποικιλότητας. Σε οποιαδήποτε κλίμακα τα κοράλλια συνιστούν ένα σημαντικό παράδειγμα ζωντανών κτιρίων. Η επιβίωσή τους, επηρεάζεται σημαντικά από την παρουσία βιοδιαβρωτών. Με την πάροδο του χρόνου και την εξαφάνιση των πολυπόδων που απαρτίζουν ένα ύφαλο, οι σκελετοί κοραλλιών συνεχίζουν να φιλοξενούν πολυάριθμους οργανισμούς ανόμοιας φύσης με υπερβολική ανάπτυξη, διάτρηση

και διάλυση των ανθρακικών αλάτων.⁵ Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι του Νησιού της Βορειοδυτικής Χαβάης, που αποτελούν μέρος του Εθνικού Θαλάσσιου Μνημείου Parahānaumokuākea, αποτελούν παράδειγμα της ποικιλομορφίας που σχετίζεται με τα οικοσυστήματα των υφάλων ρηχών νεράν. Αυτή η περιοχή φιλοξενεί περισσότερα από 7.000 είδη ψαριών, ασπόνδυλων, φυτών, θαλάσσιων χελωνών, πτηνών και θαλάσσιων θηλαστικών. Οι ύφαλοι των βαθέων υδάτων είναι λιγότερο γνωστοί, αλλά υποστηρίζουν ένα ευρύ φάσμα θαλάσσιας ζωής σε έναν συγκριτικά άγονο κόσμο. Στα ρηχά νερά, τα κοράλλια που δημιουργούν ύφαλους, έχουν μια συμβιωτική σχέση με τα φωτοσυνθετικά φύκια, τα οποία ζουν στους ιστούς τους. Δεδομένου ότι και οι δύο εταίροι επωφελούνται από αυτή τη συσχέτιση, αυτός ο τύπος συμβίωσης ζεται αμοιβαιότητα.⁶

Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε η εκτεταμένη ανάλυση των κοραλλιογενών υφάλων ήταν αφενός, η μελέτη του ίδιου του οργανισμού ως προς την συνθετότητα, την δομική πολυπλοκότητα και τις χωρικές ιδιότητες από τις οποίες απαρτίζεται και αφετέρου η μελέτη των εγχειρημάτων διάσωσης του κοραλλιογενή πολύποδα μέσα από επιστημονικές έρευνες στις οποίες λαμβάνει μέρος η επιστήμη της αρχιτεκτονικής μέσω σχεδιαστικών παραμέτρων.

⁵ Orejas Covadonga & Jiménez Carlos «The Builders of the Oceans – Part I: Coral Architecture from the Tropics to the Poles, from the Shallow to the Deep» December 27, 2016,

⁶ NOAA, «Coral reef ecosystems» Last updated February 1, 2019, <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/marine-life/coral-reef-ecosystems>

⁴ Loiacono Milan, «What is a Coral Reef?» Oct 15, 2024, <https://www.nasa.gov/general/what-is-a-coral-reef/>

1.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΟΥΣ ΥΦΑΛΟΥ ΕΝ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΚΡΙΣΗΣ

Οι πρώτες παρατηρήσεις του κοραλλιογενούς πολύποδα, έγιναν στην περιοχή της Μεσογείου τον 10 αιώνα π.Χ. στο τύπο του κόκκινου κοραλλιού. Με την έξοδο του από το υδάτινο περιβάλλον του, πέθαινε πολύ σύντομα. Έτσι θεωρήθηκε από τους ειδικούς ως ένα εδώδιμο είδος φυτού που λόγω της εξόδου του από το νερό, μετατρέπεται σε πέτρα. Μόλις στα μέσα του 18ου αιώνα

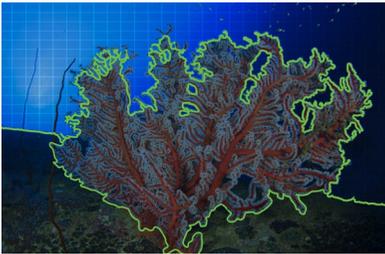


Photo of a Normal Coral Reef, X. Klausner/Fotolia
En savoir plus : <https://www.imagesdoc.com/blog/questions-nature/comment-se-forme-le-coraill-lison-10-ans>

αναγνωρίστηκε ως ζώο, το γένος Cnidaria. Τα Cnidaria λοιπόν είναι μικρά ζώα που μοιάζουν με μικρή ανεμώνη και ονομάζονται πολύποδες, με μέγεθος μερικών χιλιοστών σχηματίζοντας αποικίες.⁷ Κάθε πολύποδας έχει το δικό του σώμα και ένα στόμα με

⁷ OCEANO MONACO, «Corals Treasures of the Ocean», https://www.oceano.org/en/thematic-pages/the-coral/?utm_source=Google&utm_medium=Grant&utm_campaign=corail-uk&utm_term=coral-reef&gad_source=1&gclid=CjoKCQia_9u5BhCUARIsAbbMSPsiq_eQZe_6vCNFUaiyuwWEz1oLDdNoMjsjVaKAznzoxjqcmwmljnsaAssdEALw_wcB

πλοκάμια που τσιμπούν για να συλλάβουν τρόφιμα όπως πλαγκτόν και μικρά ψάρια. Μαζί αυτοί οι πολύποδες σχηματίζουν έναν κοινό αποϊκό σκελετό, το γνωστό σε όλους μας κοράλλι.⁸ Έτσι μέσα από την αρθρωτή ένωση των κοραλλιών, δημιουργείται η αποικία ενός κοραλλιογενούς υφάλου. Ο μεγαλύτερος κοραλλιογενής υφάλος στον κόσμο είναι ο Μεγάλος Κοραλλιογενής Ύψαλος της Αυστραλίας, ο οποίος έχει μήκος πάνω από 1.000 μίλια και καλύπτει περίπου 133.000 τετραγωνικά μίλια.⁹ Σύμφωνα με την ειδική έκθεση «The Ocean and Cryosphere in Face of Climate Change» που δημοσιεύτηκε από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή τον Σεπτέμβριο του 2019, ο ωκεανός έχει απορροφήσει περισσότερο από το 90%

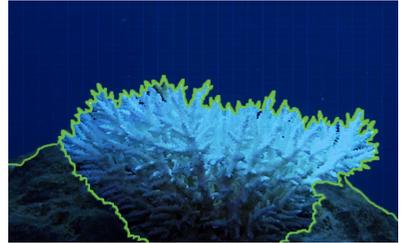


Photo of a Bleached Coral Reef, Photo StoriesColours of the Sea: A Light Show Under the Waves Colours of the Sea: A Light Show Under the Waves
Text by: Phalguni Ranjan

⁸ Υπάρχουν δύο τύποι κοραλλιών : σκληρά κοράλλια και μαλακά κοράλλια. Τα σκληρά κοράλλια, επίσης γνωστά ως πετρώδη κοράλλια, εκκρίνουν ανθρακικό ασβέστιο για να σχηματίσουν έναν σκληρό σκελετό. Είναι αυτός ο τύπος κοραλλιών που σχηματίζει τους συνήθεις κοραλλιογενείς υφάλους. Τα μαλακά κοράλλια αντίθετα είναι σαρκώδη και εύκαμπτα, συχνά μοιάζουν με δέντρα ή βεντάλιες. Η εμφάνιση των δομών αυτών προέρχεται από τα μικροσκοπικά φύκια που ζουν μέσα στα κύτταρα των κοραλλιών, που ονομάζονται ζωοξανθήλες. Το κοράλλι παρέχει ένα προστατευμένο περιβάλλον και ενώσεις που χρειάζονται οι ζωοξανθήλες για τη φωτοσύνθεση. Σε αντάλλαγμα, τα φύκια παράγουν υδατάνθρακες που χρησιμοποιεί το κοράλλι για φαγητό, καθώς και οξυγόνο. Τα φύκια βοηθούν επίσης τα κοράλλια να απομακρύνουν τα απόβλητα.

⁹ NOAA, « What is the Great Barrier Reef? » <https://oceanservice.noaa.gov/facts/gbrlargeststructure.html>

της θερμότητας που συσσωρεύεται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αποτέλεσμα της βιομηχανικής επανάστασης.

Τα θαλάσσια κύματα καύσωνα (Marine Heatwaves), είναι πιθανό να γίνουν 20 φορές πιο συχνά ακόμη και αν η αύξηση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας διατηρηθεί στους 2°C. Αυτά τα κύματα καύσωνα είναι επιβλαβή για τους κοραλλιογενείς υφάλους, το 90% των οποίων είναι πιθανό να εξαφανιστεί.¹⁰

Επιπλέον σύμφωνα με την έκθεση του 2020 που εκπονήθηκε από το Παγκόσμιο Δίκτυο Παρακολούθησης Κοραλλιογενών Υφάλων (GCRMN), το 14% των κοραλλιογενών υφάλων του κόσμου έχουν χαθεί από το 2009. Στον απόηχο της παγκόσμιας εκδήλωσης λεύκανσης κοραλλίων 2023-2024, αυτός ο αριθμός αυξήθηκε. Η λεύκανση κοραλλίων οφείλεται στην αποβολή των συμβιωτικών ειδών φυκιών που αναφέρθηκε προηγουμένως με αποτέλεσμα να εκτίθεται ο ιστός τους και να αποκαλύπτεται εν τέλει ο λευκός ασβεστώδης σκελετός τους. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται, πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών, και σε ιούς, βακτήρια και ιζήματα της επιδερμίδας της γης, τα οποία διαχέονται στο υδάτινο οικοσύστημα λόγω της αποδένδρωσης που οφείλεται στις εκτεταμένες πυρκαγιές βουνοπλαγιών. Αφού δεν υπάρχει κάτι να κρατάει τα ιζήματα της γης, αυτά καταλήγουν στις εκβολές της θάλασσας.

Παρόλα αυτά, στις εκβολές της θάλασσας παρατηρείται και η απότομη αύξηση μιας πληθώρας θρεπτικών συστατικών, όπως είναι το άζωτο και το φώσφορο, με προέλευση από τα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα, καθώς και από την χρήση γεωργικών λιπασμάτων

στις παράκτιες καλλιέργειες. Λόγος γίνεται στην πραγματικότητα για το φαινόμενο του ευτροφισμού, το οποίο αυξάνεται λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας. Μέσω της διαδικασίας του ευτροφισμού δίνεται χώρος στην ανάπτυξη νηματοειδών φυκιών, τα οποία αναπτύσσονται πολύ πιο γρήγορα από τα κοράλλια.¹¹ Αφού τα φύκια βρίσκουν τροφή από την περίσσεια αυτών των θρεπτικών συστατικών, έχουμε ως αποτέλεσμα την απότομη ανθοφορία αυτών με αποτέλεσμα την καταστολή της ανάπτυξης των κοραλλίων.¹²

Τον αρνητικό αντίκτυπο που έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα στους κοραλλιογενείς υφάλους εξέφρασε ο ωκεανογράφος Jacques Cousteau, τον Δεκέμβριο του 1974. Κατά την διάρκεια επίσκεψης του στο ερευνητικό σκάφος Calypso RV, ο Ζακ παρατήρησε αυτές τις αλλαγές, αναφέροντας τες στον νεαρό τότε οικολόγο των ωκεανών Dustan, που εργαζόταν στους κοραλλιογενείς υφάλους της χερσονήσου του Σινά, με τον ίδιο να μην θεωρεί βάσιμες τις ανησυχίες του. Στις δεκαετίες που ακολούθησαν ο Dustan βοήθησε στην κατασκευή ενός φορητού φασματόμετρου, ενός εργαλείου για τη μέτρηση του φωτός που εκπέμπεται από τα κοράλλια.



The Pinnacle III reef in Discovery Bay on the north coast of Jamaica four days after its September 16, 1972 discovery. The pinnacle reef rises some 110 feet from the seafloor. At the time of its discovery the reef was completely covered with corals and large tree-sized sea fans. Credit: Phil Dustan

10 OCEANO MONACO, «Corals Treasures of the Ocean», https://www.oceano.org/en/thematic-pages/the-coral/?utm_source=Google&utm_medium=Grant&utm_campaign=corail-uk&utm_term=coral-reef&gad_source=1&gclid=CjoKCQia_u05BhCUARIsABbMSPsiq_eQZe_6vCNFUaiyuwWEziLLDdNioMsjVaKAnzoxjQcmwjmJnsaAssdEALw_wcB

11 Loiacono Milan, «What is a Coral Reef?» Oct 15, 2024, <https://www.nasa.gov/general/what-is-a-coral-reef/>

12 Loiacono Milan, «What is a Coral Reef?» Oct 15, 2024, <https://www.nasa.gov/general/what-is-a-coral-reef/>

Μέσα από την χρήση του φασματόμετρου, ο Dustan μπορούσε να παρατηρήσει το φως που ανακλάται και παράγεται από τους διαφορετικούς οργανισμούς που αποτελούσαν τους ζωντανούς υφάλους. Έκτοτε, έχει παρακολουθήσει τους υφάλους να υποβαθμίζονται με ανησυχητικό ρυθμό. Πρόσφατα, διαπίστωσε ότι μέσω του δορυφόρου Landsat προσφέρεται ένας νέος τρόπος αξιολόγησης αυτών των αλλαγών παγκοσμίως.

Χρησιμοποιώντας έναν καινοτόμο τρόπο για να χαρτογραφήσει τον τρόπο με τον οποίο αλλάζουν οι κοραλλιογενείς ύφαλοι με την πάροδο του χρόνου, ο Dustan κατάφερε να βρει «θερμά σημεία» που χρήζουν εκτεταμένης προσπάθειας προστασίας των ενδιατημάτων. Άξια αναφοράς είναι και η παρατήρηση του σχετικά με τους δορυφόρους που μέχρι τώρα εξήγαγαν πορίσματα σχετικά με την αλλοίωση των υφάλων. Παρότι είναι ορατοί από δορυφόρους, οι κοραλλιογενείς ύφαλοι είναι πολύπλοκα οικοσυστήματα με ταυτόχρονα είδη κοραλλιών, άμμο και νερό που αντανακλούν το φως. Ο Dustan χρησιμοποιώντας μια χρονοσειρά δεδομένων Landsat κατάφερε να υπολογίσει κάτι που ονομάζεται χρονική υφή, ένας χάρτης που δείχνει πού έχει συμβεί η αλλαγή με βάση τη στατιστική ανάλυση των πληροφοριών ανάκλασης. Ενώ ο ίδιος δεν μπορεί να διαγνώσει τον τύπο της αλλαγής με τη χρονική υφή, μπορεί να διαπιστώσει πού έχουν συμβεί σοβαρές αλλαγές.¹³

Χάρη στην χρήση προηγμένων τεχνολογικών εργαλείων, όπως το φασματόμετρο του Dustan, υπάρχει πλέον η δυνατότητα διεξαγωγής συμπερασμάτων τα οποία, μπορούν να συνδράμουν στην βαθύτερη κατανόηση των επιπτώσεων που οφείλονται σε φαινόμενα, απόρροια της περιβαλλοντικής κρίσης. Η περιβαλλοντική κρίση ως φαινόμενο, δεν είναι

ένα μονοδιάστατο πρόβλημα. Προκειμένου να βρεθούν λύσεις στις επιπτώσεις που έχει στο οικοσύστημα σημαντική είναι η συμβολή της αρχιτεκτονικής. Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, η δημιουργία του δομημένου τοπίου απελευθερώνει έμμεσα στην ατμόσφαιρα δισεκατομμύρια τόνους Co₂ παγκοσμίως. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός οφείλει πλέον να αναθεωρήσει την θέση του, ακολουθώντας πρακτικές οι οποίες συνδράμουν στην διαχείριση της περιβαλλοντικής κρίσης μέσω ενός νέου βιοφιλικού πρίσματος σχεδιασμού.

2.1 Η ΣΥΝΔΡΟΜΗ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΩΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΣΤΗΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΖΗΤΗΜΑΤΩΝ

Η αρχιτεκτονική είναι μια επιστήμη, η οποία μέσα από την εκτεταμένη μελέτη μιας ευρύτερης προβληματικής, προσφέρει εμπειριστατωμένες σχεδιαστικές λύσεις ανεξαρτήτου κλίμακας και περιβάλλοντος. Επιτυγχάνει μέσω της μελέτης και της διεπιστημονικής συνεργασίας της με άλλους κλάδους να αναλύσει προβλήματα, όπως αυτά που αναλύθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, δίνοντας την χωρική επίλυση του βασικού ζητούμενου, που στην περίπτωση της παρούσας ερευνητικής, είναι το ζήτημα των κοραλλιογενών υφάλων.

Για να δοθεί απάντηση στην εισαγωγική ερώτηση του κεφαλαίου, σημαντικό είναι να αναρωτηθούμε «Ποια είναι τα εργαλεία μέσα από τα οποία η αρχιτεκτονική καλείται να συνεισφέρει ως επιστήμη στην μείωση του οικολογικού αποτυπώματος. Πως επιτυγχάνεται η συνεργασία με κλάδους όπως η βιολογία, η ημερία κλπ ;»

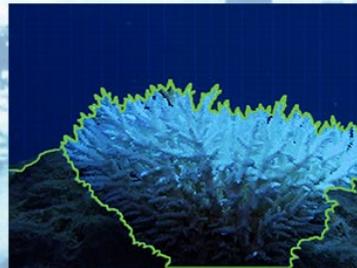
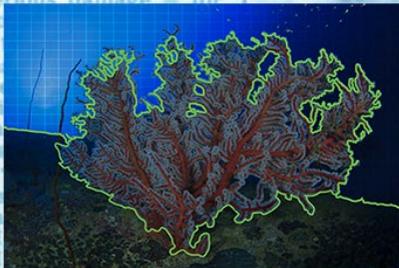
13 Jacques Cousteau Predicted Detrimental Change in Coral Reefs, By Laura Rocchio, NASA Goddard Space Flight Center/January 26, 2012, <https://scitechdaily.com/jacques-cousteau-predicted-detrimental-change-in-coral-reefs/>

... in the meantime

Coral bleaching
killing our reefs



ο ωκεανός έχει απορροφήσει περισσότερο από το 90% της θερμότητας που απελευθερώνεται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου



AFFECTED ... Tom Goreau, one of the speakers at the symposium, points to where the coral bleaching has occurred.

παρόλα αυτά ο Jacques Cousteau το είχε προβλέψει

He said while this could be attributed to "If the projections of Dr Done said, spread coral reef destruction was almost

hing reefs

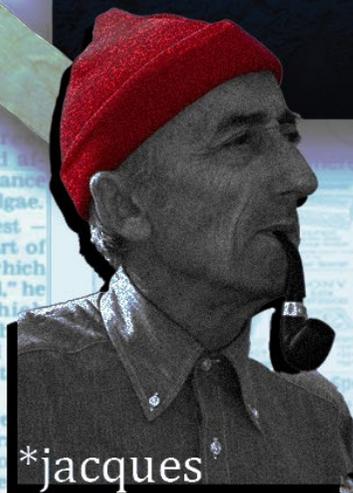
Coral Reefs Off 20 Countries Face Assaults From Man and Nature

Some Areas of Heavy Reef
Losses From a Series of Heavy
Storms and Other Natural Events

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΡΑΛΛΙΟΓΕΝΩΝ ΥΦΑΛΩΝ

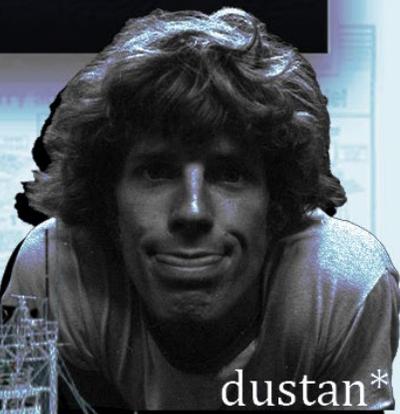


7%

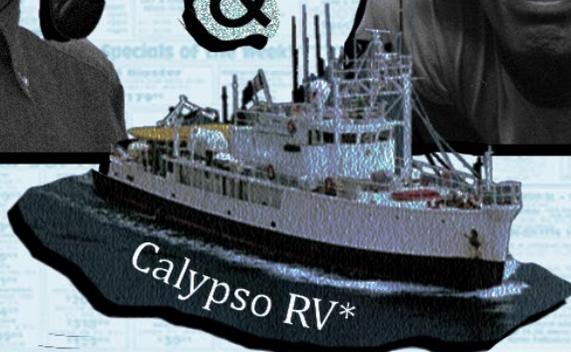


*jacques

&



dustan*



Calypso RV*

ψει

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η περιβαλλοντική κρίση έφερε την ανθρωπότητα αντιμέτωπη με πρωτόγνωρα φαινόμενα τα οποία ολοένα και αυξάνουν τον αρνητικό αντίκτυπο στο δομημένο τοπίο και στα οικοσυστήματα. Έτσι επιστήμες διαφόρων κλάδων καλούνται να βοηθήσουν στην αναζήτηση βιώσιμων λύσεων που θα επαναφέρουν μια ισορροπία ανάμεσα στις ποιότητες του σκληρού δομημένου ορίου και του μαλακού αυτού ορίου της φύσης.

Μέσα σε αυτές τις επιστήμες υπήρξε και η αρχιτεκτονική, αρωγός του δομημένου περιβάλλοντος που παρατηρούμε γύρω μας. Η πλειοψηφία των κτιρίων που συναντάμε σήμερα στο δομημένο περιβάλλον εμφανίζουν μειωμένη ενεργειακή απόδοση. Το κέλυφος του κτιρίου ήταν η βασική προστατευτική επιδερμίδα έναντι των αλλαγών του εξωτερικού περιβάλλοντος. Με την έλευση του τεχνητού φωτισμού και των συστημάτων θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού, το σημαντικό αυτό έργο αποδίδεται σχεδόν ολιστικά στις δευτερεύουσες λειτουργίες του κτιρίου. Αυτό είχε ως συνέπεια, το κέλυφος του κτιρίου να χάσει τον ρόλο του ως διαχειριστή της ενέργειας και της άνεσης, επιβαρύνοντας το περιβάλλον. Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια έχει αυξηθεί δραματικά, έχοντας την πρώτη θέση σε κλάδους όπως η βιομηχανία και οι μεταφορές. Επιπλέον το δομημένο περιβάλλον συμβάλλει όσο το ένα τρίτο της συνολικής παγκόσμιας εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου.¹⁴

Η προκείμενη εύρεση βιώσιμων λύσεων, μπορεί να καταστεί εφικτή μόνο μέσα από μια εμπειριστική μελέτη φυσικών μηχανισμών. Τα αποτελέσματα μιας τέτοιας ερευνητικής μηχανισμών, αναφέρει ο Μ. Pawlyn, σε διάλεξη του, με τρεις θεμελιώδεις τρόπους:¹⁵

1) Χρησιμοποιώντας το κλειστό σύστημα βρόγχου μεταφρασμένο από την φύση, είναι σημαντικό να δημιουργηθούν πιο δυνατά, πιο σκληρά, αυτοσυναρμολογούμενα και αυτοθεραπευόμενα υλικά.

2) Αξιοποιώντας τη λογική ενεργειακής απόδοσης από τον ήλιο, διενεργούνται οι βασικές αναγκαίες λειτουργίες του κτιρίου όπως η θέρμανση και η ψύξη.

3) Εξοικονομώντας τα περιορισμένα γεωλογικά φυσικά αποθέματα, οι προαπαιτούμενοι πόροι θα πρέπει να παράγονται, αντί αποστραγγίζονται, χρησιμοποιώντας/εφαρμόζοντας τις αρχές της βιομημητικότητας μηδενικών αποβλήτων

Βάσει αυτών των τριών θεμελιωδών τρόπων, μπορεί να εφαρμοστεί μια βιομημητική προσέγγιση στην ανοικοδόμηση νέων κτιρίων με τεράστια επιτυχία, αφού μιμούμενοι τους μηχανισμούς της φύσης μπορούμε να πετύχουμε την μείωση των ρύπων CO₂ που συναντάται στο σημερινό αστικό τοπίο παγκοσμίως. Εμπνεόμενοι από τις αναφορές αυτό-θεραπευμένων οργανισμών ανάλογα με το περιβάλλον τους, καθώς και την βιοαξιοποίηση πηγών ενέργειας όπως ο ήλιος, για διαδικασίες όπως η φωτοσύνθεση, θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε κτίρια που προσαρμόζονται αυτόνομα σε περιβαλλοντικές μεταβολές και μειώνουν την ανάγκη χρήσης των φυσικών πόρων. Θα μιλούσαμε για ένα κτίριο «ζωντανό οργανισμό» που σχεδόν αυτοτελώς θα παρήγαγε την απαιτούμενη ενέργεια για τις ανάγκες του. Μια τέτοια πρακτική βέβαια, ενδεχομένως να ξεπερνούσε τα όρια της βιομίμησης, αφού οι μεταφρασμένες βιολογικές αρχές που συναντώνται στις υφιστάμενες ανθρωπογενείς τεχνολογίες μπορεί να μην ήταν αρκετές. Εκεί θα συνέβαλε και η βιοαξιοποίηση, ένας κλάδος που αξιοποιεί άμεσα οργανισμούς ή βιολογικά υλικά. Ως στρατηγική εφαρμογής, η βιοαξιοποίηση μπορεί να καταστεί ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιπτώσεις όπου η αναπαρά-

14 Καραπάνου Βασιλεία, «ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΙΜΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

15 M. Pawlyn, "Development of sustainable design," Darwin College Lecture, London, 2020.

γωγής πολύπλοκων βιολογικών συστημάτων ή διαδικασιών στις δικές μας τεχνολογίες είναι ανεπιτυχής, πολύ χρονοβόρα ή πολύ δύσκολη για να είναι οικονομικά αποδοτική.¹⁶ Η απάντηση λοιπόν του πώς μπορεί να συνδράμει η αρχιτεκτονική στην εύρεση βιώσιμων λύσεων, είναι μέσα από ένα φάσμα βιο-επιστημών, με βασική επιστήμη αυτή της βιομίμησης η οποία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως κοινός κώδικας μέσα από τον οποίο δεδομένα από μια πληθώρα επιστημών μπορούν να προσαρμοστούν και να αξιοποιηθούν προκειμένου να επιτευχθεί το ιδανικό οικολογικό αποτέλεσμα.

2.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΙΜΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΥΡΥΤΕΡΟ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

Η έμπνευση από την φύση αποτελούσε μια κατεξοχήν μεταβλητή σχεδιασμού στον κόσμο της αρχιτεκτονικής. Η μίμηση ζωντανών οργανισμών επιτυγχάνει βιωσιμότητα στην αρχιτεκτονική αναπαράγοντας τα εξαιρετικά αποδοτικά συστήματα της φύσης, τα οποία έχουν εξελιχθεί ώστε να χρησιμοποιούν ελάχιστους πόρους ανακυκλώνοντας τα απόβλητα τους. Στη φύση, κάθε διαδικασία είναι βελτιστοποιημένη για επιβίωση με το λιγότερο περιβαλλοντικό κόστος. Η εφαρμογή αυτών των στρατηγικών σε κτίρια, οδηγεί σε σχέδια που μειώνουν εγγενώς την κατανάλωση πόρων και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Αυτή η προσέγγιση επιπλέον ελαχιστοποιεί την παραγωγή απορριμμάτων στις κατασκευές

16 Bennett Allison, «Biomimicry, Bioutilization, Biomorphism: The Opportunities of Bioinspired Innovation», January 17, 2015, <https://www.terrapiinbrightgreen.com/blog/2015/01/biomimicry-bioutilization-biomorphism/>

και ενθαρρύνει την επαναχρησιμοποίηση υλικών.¹⁷

Το 1950 ο Αμερικάνος Βιοφυσικός Otto Schmitt ανέπτυξε για πρώτη φορά την έννοια της βιομιμητικής (*biomimetics*). Το 1974 ήταν η χρονιά στην οποία ο όρος, έλαβε θέση στο λεξικό Webster.¹⁸ Μια δεκαετία αργότερα, και συγκεκριμένα το 1982 εγκαθιδρύεται ακόμα ένας επιστημονικός όρος στον κλάδο μίμησης της φύσης, αυτός της βιομίμησης (*biomimicry*). Εμφανίζεται στην διδακτορική διατριβή της M.C. Lange και αφορούσε τον τομέα της βιοχημείας.¹⁹ Ωστόσο η κ. Janine M. Benyus ήταν η πρώτη που ανέφερε τον εκκοκλαπτόμενο κλάδο, στην έκδοση του βιβλίου της με τίτλο *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, το 1997. Η βιομίμηση, γράφει η κ. Benyus, είναι «η συνειδητή μίμηση της ιδιοφυΐας της ζωής».

Στην αρχή του βιβλίου της αναλύοντας τον όρο βιομίμηση, μας αναφέρει τα τρία στάδια βιομίμησης μέσω των οποίων αντλούμε πληροφορίες από την φύση.²⁰ Συγκεκριμένα:

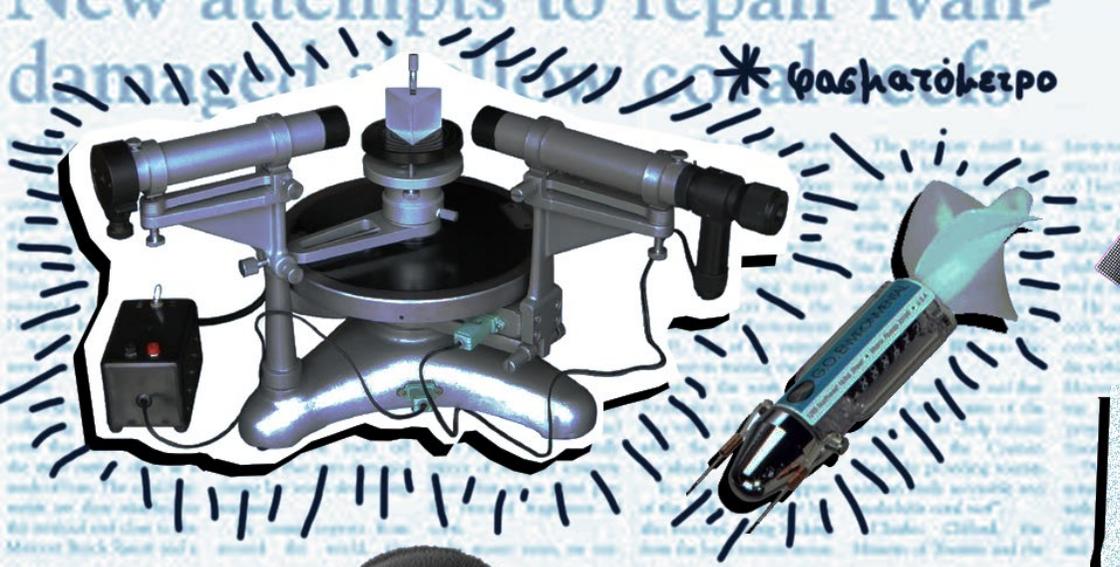
- Η φύση ως μοντέλο: Δουλεύοντας πάνω στην λήψη συμπερασμάτων από τα μοντέλα της φύσης, στην συνέχεια τα μιμούμαστε ή εμπνεόμαστε από την δομή και τις διαδικασίες αυτών, προκειμένου να επιτευχθεί η επίλυση ανθρώπινων προβλημάτων.
- Η φύση ως μέτρο: Χρησιμοποιώντας ένα οικολογικό πρότυπο που κρίνει την ορθότητα

17 Article from Pablo Luna research team, title: «What is Biomimicry in Architecture», <https://pablolunastudio.com/what-is-biomimicry-architecture/>

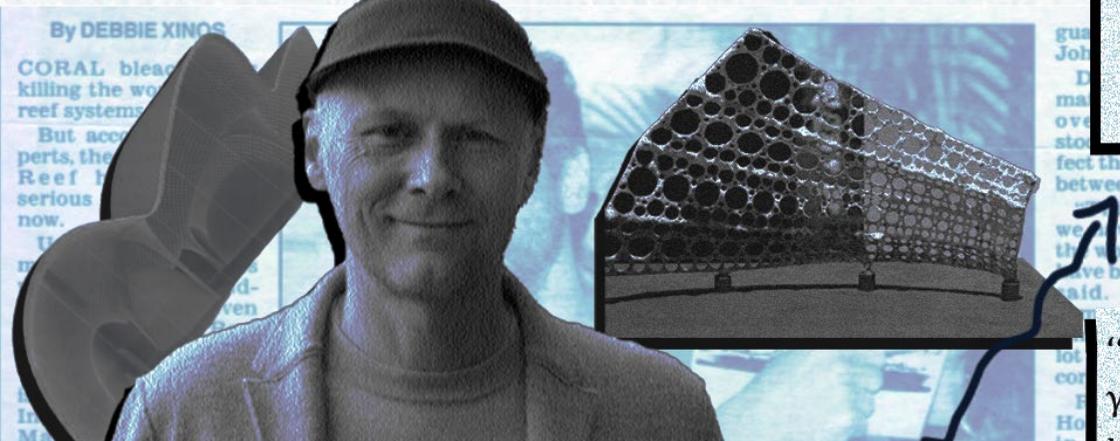
18 Vincent, Julian F.V.; Bogatyreva, Olga A.; Bogatyrev, Nikolaj R.; Bowyer, Adrian; Pahl, Anja-Karina (21 August 2006). "Biomimetics: its practice and theory". *Journal of the Royal Society Interface*. 3 (9): 471–482.

19 Merrill, Connie Lange (1982). *Biomimicry of the Dioxygen Active Site in the Copper Proteins Hemocyanin and Cytochrome Oxidase*

20 Benyus Janine M. Book: « Biomimicry: Innovation Inspired by Nature», 1997



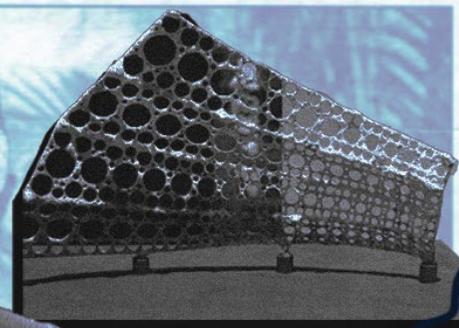
* φασματομετρο



By DEBBIE XINOS

CORAL bleaching
killing the world's
reef systems

But according to
experts, the
Reef is in
serious
trouble
now.

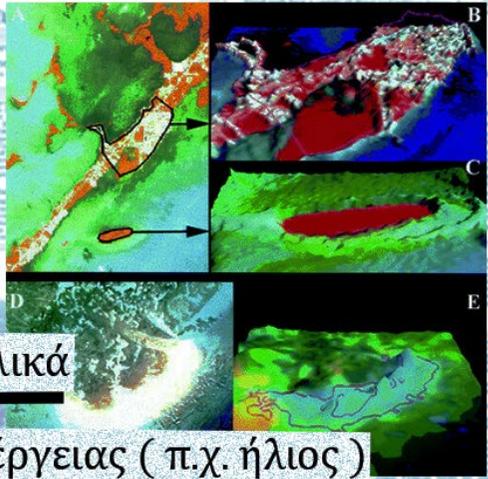


“Ο Michael Pawlyn ανέφερε σε διάλεξη του 3 θεμελιώδεις τρόπους απο τους οποίους προκύπτουν βιώσιμες λύσεις, μελετώντας τα φυσικά συστήματα”

... could be attributed to ... like this in the future,” spread coral reef de- ... “If the projections of Dr Done said ... construction was almost ...

Coral Reefs Off 20 Countries Face Assaults From Man

Some Areas of Heavy Reef Damage



* πληροφορίες
δορυφόρου
Landsat

χρονική
υφή

- αυτοθεραπευόμενα υλικά
- αξιοποίηση πηγών ενέργειας (π.χ. ήλιος) για φωτοσύνθεση
- βιοαξιοποίηση υλικών όπως το μυκήλιο
- κτίριο ζωντανός οργανισμός

* λιγότερο
CO₂ στην
ατμόσφαιρα

“Στη φύση, κάθε διαδικασία είναι βελτιστοποιημένη για επιβίωση με το λιγότερο περιβαλλοντικό κόστος.”



των καινοτομιών μας μετά από 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια εξέλιξης, κατανοούμε ότι η φύση έχει μάθει τι λειτουργεί, τι είναι κατάλληλο, και τι διαρκεί.

- Η φύση ως μέντορας: Η μίμηση είναι ένας νέος τρόπος θέασης και εκτίμησης της φύσης, εισάγοντας μια μεθοδολογία που βασίζεται, όχι στο τι μπορούμε να εξαγάγουμε από τον φυσικό κόσμο αλλά στο τι μπορούμε να μάθουμε από αυτόν.

Οι όροι βιομιμητική και βιομίμηση αποτελούν προθέσεις που περιγράφουν την ίδια διαδικασία και αυτή είναι η μίμηση της φύσης στο σύνολο της. Είναι η προσπάθεια των οργανισμών να μην καταστρέψουν το μέρος στο οποίο συμβιώνουν, καθώς τα έμβια όντα έχουν προσαρμοστεί μέσα σε αυτό το συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον το οποίο εξελίσσεται και μεταλλάσσεται.²¹ Μέσα από το περιβάλλον προκύπτουν ενδεχομένως τρία επίπεδα βιομιμητικής, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν στις σχεδιαστικές προκλήσεις και αυτά καθορίζονται ως²²:

- Μορφή
- Διαδικασία
- Οικοσύστημα

Προχωρώντας στη διαδικασία άντλησης γνώσης από τη φύση, αυτή αφορά σε μια συνδυαστική αλληλουχία βημάτων.

Ενδεικτικά, οι Thomas Speck και Olga Speck, ανέλυσαν τρεις βασικές μεθόδους διεξαγωγής συμπερασμάτων βιομίμησης:·²³

- Bottom Up

21 Knippers, Jan; Nickel, Klaus G.; Speck, Thomas, eds. (2016). Biomimetic research for architecture and building construction: biological design and integrative structures. Cham: Springer.

22 Biomimicry Guild (2007) Innovation Inspired by Nature Workbook, Biomimicry Guild, April.

23 Speck Thomas, Speck Olga, Article: «Process sequences in biomimetic research» p.6-10, 2008

- Top Down
- Διευρυμένη Top Down

Στην προσέγγιση “Bottom Up”, η έρευνα πάνω στα βιομιμητικά προπλάσματα επιτυγχάνεται μέσω της θεμελιώδους βιολογικής έρευνας. Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας είναι η ανάλυση της δομικής και λειτουργικής μορφολογίας του βιολογικού συστήματος και έπειτα, η βαθύτερη κατανόηση των βιολογικών αυτών δομών. Έπειτα, μέσω της αφαίρεσης που αποτελεί και το δυσκολότερο αλλά υψίστης σημασίας στάδιο της προσέγγισης, καταλήγουμε στην τεχνική υλοποίηση, που πρώτα πραγματοποιείται σε εργαστηριακή κλίμακα και μετά σε κλίμακα μηχανικής. Τα βιομιμητικά προϊόντα που προκύπτουν, βελτιστοποιούνται σε σχέση με της αλληλουχίες παραγωγής και κόστους. Ένα τέτοιο βιομιμητικό ερευνητικό έργο συχνά διέρχεται από επαναλαμβανόμενους βρόγχους προκειμένου να φτάσει σε ικανοποιητικά αποτελέσματα.²⁴

Στην προσέγγιση “Top Down”, η έρευνα ξεκινάει συνήθως με το ελάττωμα του μηχανικού. Σε αυτήν την προσέγγιση, αναζητούνται βιομιμητικές καινοτομίες για τεχνικά προϊόντα που έχουν ήδη δημιουργηθεί. Στο πρώτο βήμα της διαδικασίας, το τεχνικό πρόβλημα είναι αυτό που πρέπει να οριστεί με ακρίβεια. Στην συνέχεια ο βιολόγος αναζητά λύσεις μέσω παραδειγμάτων που συναντώνται στην φύση και υπόσχονται την καταλληλότερη λύση του προβλήματος. Αυτή η διαδικασία συνήθως αποδίδει μια γκάμα βιολογικών προτύπων, από τα οποία γίνεται η διαλογή, μέσω μηχανικών και βιολόγων, για παραδείγματα που ταιριάζουν καλύτερα ως γεννήτριες ιδεών στις συγκεκριμένες τεχνικές απαιτήσεις. Έπειτα έρχεται και σε αυτήν την προσέγγιση η διαδικασία της αφαίρεσης, μέσω της οποίας διαχωρίζονται

24 Speck Thomas, Speck Olga, Article: «Process sequences in biomimetic research» p.6-10, 2008

οι λύσεις που βρέθηκαν από τα προαναφερόμενα παραδείγματα. Το επόμενο βήμα, που αφορά τον μηχανικό, είναι η διερεύνηση της ορθής τεχνικής υλοποίησής τους. Τέλος το ανανεωμένο βιομημητικό προϊόν εισάγεται στην αγορά από τον βιομηχανικό εταιρό. Για μια τέτοια διαδικασία προσέγγισης απαιτείται τεκμηριωμένη τεχνογνωσία των εκπροσώπων των εταιριών καθώς και θεμελιώδεις ερευνητικές γνώσεις των βιολόγων, αφού απαιτείται ετοιμότητα διαλόγου και από τις δύο πλευρές.²⁵

Στην διευρυμένη προσέγγιση “Top Down”, οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα είναι παρόμοιες με την προαναφερόμενη κανονική προσέγγιση “Top Down”, δηλαδή την αναζήτηση καινοτόμων βελτιώσεων για ένα προϋπάρχον τεχνικό προϊόν, με έμπνευση από τα φυσικά συστήματα της φύσης. Αυτό που διαφέρει σε αυτή την προσέγγιση, είναι ότι ο έλεγχος που πραγματοποιείται, μπορεί να αναδεικνύει κάποια πολλά υποσχόμενα συστήματα, αλλά φέρνει στο φως και μια έλλειψη θεμελιωδών βιολογικών προτύπων. Για αυτό μετά τον πρώτο κύκλο διαδικασιών, μπορεί να χρειαστεί μια σειρά επαναλήψεων των βασικών ερευνητικών κύκλων προκειμένου να καταλήξει η έρευνα σε ιδανικότερες λύσεις. Μόνο πραγματοποιώντας μελέτη πάνω σε αυτούς τους κύκλους μπορεί να διασφαλιστεί ότι τα βιολογικά πρότυπα της εκτεταμένης βιολογικής γνώσης θα δημιουργήσουν το κατάλληλο υπόβαθρο για μια εκτεταμένη βιομημητική βελτίωση του προϊόντος.²⁶

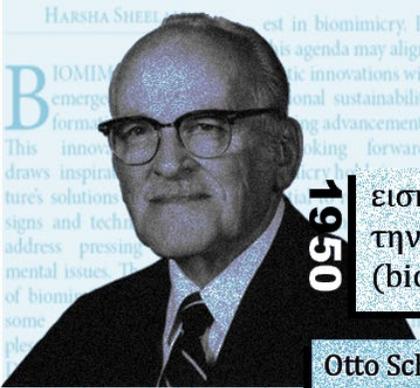
Μέσα από την διαλογή σύνθετων συμπερασμάτων, που προκύπτουν από την συνεργασία διαφορετικών επιστημονικών κλάδων, γίνεται αντιληπτό πως, η δημιουργία βιώσιμων λύσεων είναι ένας βρόχος

διαδικασιών, με σκοπό την ανάδειξη ενός ιδανικού πρωτοτύπου. Οι διαδικασίες όμως, δεν είναι ετερόκλητες μεταξύ τους. Στις πρώτες δύο αναλύσεις παρατηρείται ότι τα βήματα που αποσκοπούν στην δημιουργία μιας βιώσιμης λύσης, είναι η επιστημονική μελέτη της βιολογίας και ο παραγωγικός κλάδος της μηχανικής. Και οι δύο αναλύσεις αποσκοπούν στην δημιουργία του ιδανικού προϊόντος. Η διαφορά τους, έγκειται στο γεγονός ότι η πρώτη ξεκινάει την δημιουργική διαδικασία από την αρχή, ενώ στην δεύτερη γίνεται η βελτίωση ενός προϋπάρχοντος προϊόντος το οποίο έχει ανάγκη την εξέλιξη. Η τρίτη ανάλυση αποσκοπεί ουσιαστικά σε μια προσέγγιση που συνδυάζει τις προηγούμενες αναλύσεις, με την πρόσθεση νέων συμπερασμάτων που προκύπτουν μέσα από την ανάλυση βιολογικών προτύπων που συναντώνται στο φυσικό περιβάλλον. Λόγος μπορεί να γίνει, για μια νέα οπτική, στην οποία δεν αρκούμαστε στην άκριτη μεταχείριση των οργανισμών αλλά στα βιολογικά πρότυπα που μπορούμε να αντλήσουμε από την συμπεριφορά τους στο περιβάλλον. Για αυτό ο άνθρωπος είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσει πώς οι οργανισμοί αποτελούν ενδεχομένως την ιδανικότερη συνθήκη επιβίωσης και εξέλιξης στο περιβάλλον που ήδη βρίσκονται. Ο βιομημητισμός ως μεμονωμένη διεργασία, δεν έχει τίποτα εγγενώς βιώσιμο. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η διαδικασία της έρευνας πάνω στην βιωσιμότητα και την υλική καινοτομία, είναι τόσο σημαντική. Επιπλέον, η μεταφορά μιας έννοιας ή μηχανισμού από ζωντανά σε μη ζωντανά συστήματα δεν είναι μονοδιάστατη λύση. Ένα απλό και άμεσο αντίγραφο του βιολογικού πρωτοτύπου σπάνια είναι επιτυχές, ακόμα κι αν είναι δυνατό με την τρέχουσα τεχνολογία. Απαιτείται κάποια μορφή ή διαδικασία ερμηνείας ή μετάφρασης από τη βιολογία στην τεχνολογία.²⁷

25 Speck Thomas, Speck Olga, Article: «Process sequences in biomimetic research» p.6-10, 2008

26 Speck Thomas, Speck Olga, Article: «Process sequences in biomimetic research» p.6-10, 2008

27 Vincent Julian F. V., Bogatyreva Olga A., Bogatyrev Nikolaj R.



1950

εισήγαγε για πρώτη φορά την έννοια της βιομιμητικής (biomimetics)

Otto Schmitt

- **Η φύση ως μοντέλο:**
Δουλεύοντας πάνω στην λήψη συμπερασμάτων από τα μοντέλα της φύσης, στην συνέχεια τα μιμούμαστε ή εμπνεόμαστε από την δομή και τις διαδικασίες αυτών, προκειμένου να επιτευχθεί η επίλυση ανθρώπινων προβλημάτων.
- **Η φύση ως μέτρο:**
Χρησιμοποιώντας ένα οικολογικό πρότυπο που κρίνει την ορθότητα των καινοτομιών μας μετά από 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια εξέλιξης, κατανοούμε ότι η φύση έχει μάθει τι λειτουργεί, τι είναι κατάλληλο, και τι διαρκεί.
- **Η φύση ως μέντορας:**
Η μίμηση είναι ένας νέος τρόπος θέασης και εκτίμησης της φύσης, εισάγοντας μια μεθοδολογία που βασίζεται, όχι στο τι μπορούμε να εξαγάγουμε από τον φυσικό κόσμο αλλά στο τι μπορούμε να μάθουμε από αυτόν.



1997

"When we ask nature, first we quiet our hum... Then we ask, and then we listen. The answer bounces off of the land herself. With the sol... we always end the circle by saying tha

- Janine Benyus, Founder of the Biomimicry I

•Bottom Up

Στην προσέγγιση "Bottom Up", η έρευνα πάνω στα βιολογικά μοντέλα χάνεται με τον χρόνο, η έρευνα έρευνας. Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας είναι η ανάλυση της δομικής και λειτουργικής βιολογίας των βιολογικών μοντέλων.

•ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

•ΦΑΙΡΕΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

βιολογικών μοντέλων. Έπειτα, μέσω της αφαιρεσης, που αποτελεί και το δικό μας στάδιο, αφαιρούμε τα χαρακτηριστικά της μορφής και της λειτουργίας, κατασκευάζοντας μια απλοποιηση, που περιλαμβάνει μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά των βιολογικών μοντέλων. Έπειτα, μέσω της αφαιρεσης, που αποτελεί και το δικό μας στάδιο, αφαιρούμε τα χαρακτηριστικά της μορφής και της λειτουργίας, κατασκευάζοντας μια απλοποιηση, που περιλαμβάνει μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά των βιολογικών μοντέλων.

•ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

αλλά και μετά σε κλιμακωτά προϊόντα που προκύπτουν από την ανάλυση της μορφής και της λειτουργίας, κατασκευάζοντας μια απλοποιηση, που περιλαμβάνει μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά των βιολογικών μοντέλων. Έπειτα, μέσω της αφαιρεσης, που αποτελεί και το δικό μας στάδιο, αφαιρούμε τα χαρακτηριστικά της μορφής και της λειτουργίας, κατασκευάζοντας μια απλοποιηση, που περιλαμβάνει μόνο τα βασικά χαρακτηριστικά των βιολογικών μοντέλων.



Μέσα από την παραπάνω ανάλυση, γίνεται αντιληπτό ότι η βιομίμηση δεν αποτελεί μια μονοδιάστατη επιστημονική προσέγγιση. Είναι ένα σύνολο διαδικασιών, μέσα από το οποίο εξάγονται συμπεράσματα που υπόκεινται σε διαφορετικά μεταξύ τους κριτήρια προκειμένου να καταλήξουν σε επιστημονικά εμπειριστατωμένες λύσεις. Παρόλα αυτά λόγω της εξέλιξης των τεχνολογικών μέσων, της διαρκούς αναθεώρησης των προτύπων και την δημιουργία ολοένα και περισσότερων μεθόδων εξαγωγής συμπερασμάτων από τα φυσικά μοντέλα, οι βιομημητικές προσεγγίσεις συχνά χρειάζονται μέσα τους τον παράγοντα της μεταβολής, προκειμένου να επιτευχθεί η διαχρονική προσαρμογή στις εκάστοτε ανάγκες. Η αρχιτεκτονική καλείται μέσα από αυτές τις συνιστώσες να προτείνει τέτοιου είδους χωρικές διαδικασίες που μπορούν να αποτελέσουν βάσεις προσαρμογής ανάλογα με τους εξωγενείς περιβαλλοντικούς παράγοντες.

2.3 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΠΟΥ ΔΙΑΘΕΤΕΙ Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στην επιστήμη της αρχιτεκτονικής είναι αυτονόητη η ανάγκη οπτικοποίησης του χωρικού αυτού πειραματισμού προκειμένου να πραγματοποιηθεί η υλική του υπόσταση. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από μια σειρά εννοιολογικών, τεχνικών, δυναμικών εργαλείων όπως είναι ο προηγμένος αλγοριθμικός σχεδιασμός και η υλικότητα. Με την πρόσβαση που υπάρχει πλέον σε σχεδιαστικά μέσα και επιστημονικά δεδομένα, μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα κτίριο το οποίο

αλληλοεπιδρά με το περιβάλλοντα χώρο του. Για να πραγματοποιηθεί όμως μια αρχιτεκτονική σύνθεση, σημαντική είναι η κατανόηση πτυχών του σχεδιασμού όπως η υλικότητα, η μορφή κ.α. Μέσα από την φιλοσοφική λογική του Βιταλισμού²⁸, γίνεται κατανοητή η σημαντικότητα της υλικότητας, μέσα στις πτυχές της καθημερινότητας. Τα κτίρια κάποτε δεν είχαν, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, την μορφολογική ρευστότητα που συναντάται σήμερα, αφού ο πλουραλισμός των υλικών ήταν μειωμένος και οι ιδιότητες τους δεν μπορούσαν να υπολογιστούν.

Μέσω της υπολογιστικής μορφογένεσης μας δίνεται πλέον η ευκαιρία να αντιληφθούμε την υλικότητα ως αφητηρία σχεδιαστικών επιλογών που θα έχουν ως βάση την συμπεριφορά και τα χαρακτηριστικά του υλικού, τα οποία μέσω προγραμματισμού θα μπορούν να συντελέσουν την σύνθεση μιας ευμεταβλητής μορφής. Παρέχεται μια διαδραστική συμπεριφορά σε πραγματικό χρόνο, μια βάση δυναμικής ενημέρωσης με την αντίστοιχη οπτικοποίηση δεδομένων. Ο ρόλος της μορφογένεσης πέρα από τον αρχιτεκτονικό χώρο, αποτελεί εργαλείο δημιουργικότητας αστικών προτύπων με την απόδοση σύνθετων γεωμετριών μέσω αλγοριθμικών πράξεων.

Ως προς το μορφολογικό πλαίσιο, ο Peter Eisenman, είχε αναφέρει ότι και η πιο σταθερή μορφή αν αφηθεί ελεύθερη, στον χρόνο μπορεί να εμφανίσει ποιότητες οι οποίες δεν ανάγονται σε μια στατική γεωμετρία. Μια τέτοιου είδους οπτική μας προβάλλει μια δυναμική προσέγγιση, στην οποία δίνεται μεγαλύτερη έμφαση σε σχεδιαστικές αργές όπως η μεταλλαξιμότητα, ο υβριδισμός και η ρευστότητα. Επιπλέον η εναλλακτική μορφογενετική προσέγγιση, μπορεί

²⁸ Αν αναλογιστούμε τα λεγόμενα του φιλοσοφικού κινήματος του Βιταλισμού, καθτί γύρω μας εμπεριέχει μέσα του μια μορφή πνευματικότητας, ζωτικά γνωρίσματα που δεν αρκούνται στους έμβιους οργανισμούς, αλλά επεκτείνονται και σε πτυχές αντικειμένων όπως τα υλικά.

Adrian Bowyer and Pahl Anja-Karina, from article: «Biomimetics: its practice and theory», p.474

να ενισχύσει την κατασκευαστική απόδοση καθώς μπορεί να μμηθεί στρατηγικές της φύσης με σκοπό την παραγωγή μορφής. Έτσι οδηγείται στην μέγιστη αποδοτικότητα με την όσο το δυνατόν ελάχιστη χρήση φυσικών πόρων. Η γέννηση της μορφής στο φυσικό περιβάλλον αποτελεί ένα δυναμικό φαινόμενο το οποίο δεν προκύπτει από μια ανεξάρτητη μεταβλητή, αλλά από τις συνεκτικές μορφές συμβίωσης του περιβάλλοντος.²⁹

Παράλληλα με την προσέγγιση της μορφής από τον Eisenman, στην θεωρία του Menges λόγος γίνεται για την επιτελεστικότητα³⁰, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί στα δομικά και μορφολογικά συστήματα που αφορούν ασυνήθιστα υλικά όπως υφάσματα, σατυνόφουσες κ.λπ. Ο υπολογισμός της δομικής συμπεριφοράς τέτοιων υλικών θεωρούνταν αδύνατος μόνο από τη χρήση φυσικών μοντέλων. Πλέον όμως, ακόμη και σε ακανόνιστα φυσικά υλικά όπως η ξυλεία και οι πέτρες, μπορεί να επιτευχθεί ο υπολογισμός της συμπεριφορά τους, με την κατασκευή να επιτυγχάνει την μίμηση των δεξιοτήτων και την προσαρμοστικότητα ειδικών τεχνικών.³¹ Οι ιδιότητες, τα χαρακτηριστικά και η συμπεριφορά του υλικού, μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν ως αφετηρίες σχεδιασμού, με την μικροκλίμακα της σύνθεσης του υλικού και την μακροκλίμακα των υλικών συστημάτων στην αρχιτεκτονική, να μπορούν πλέον να κατανοηθούν ως μια συνέχεια της συμπεριφοράς και των επιτελεστικών ικανοτήτων. Πλέον, η σύνδεση της υπολογιστικής μηχανικής και της υλικότητας, προσφέρουν καινοτόμες λύσεις στο σχεδιαστικό μέλλον

του δομημένου περιβάλλοντος.³²

Σε μια τέτοια γειτνίαση μεταξύ μορφής και ύλης αναφέρεται ο M. Delanda, όπου μέσα από την έννοια του «*Machinic Phylum*», αναλύει την έννοια του «*μορφογενετικού χώρου*»³³, εξετάζοντας την σημασία αυτού που αποκαλεί «*ανάδυση της καινοτομίας*». Τον τρόπο δηλαδή, που η ίδια η ύλη αντιμετωπίζεται ως ένα υλικό με «*μορφογενετικές ικανότητες*» ικανή να παράγει διαφορετικές δομές, μέσω των περιορισμών που προκύπτουν από τις υλικές ιδιότητές της.³⁴ Μέσα από την μελέτη των αντιλήψεων που έχουν διατυπωθεί γύρω από την υλικότητα και την υβριδικότητα της μορφής, προέκυψε και η μελέτη πάνω σε μεθόδους που αφορούν το γενικότερο φάσμα της αρχιτεκτονικής και συγκεκριμένα την μελέτη εφαρμογής βιομηχανικών προτύπων σε υφιστάμενες και μη χωρικές εγκαταστάσεις.

Παρακάτω αναλύονται τέτοια παραδείγματα μέσω των οποίων η επιστημονική μελέτη πάνω στα συστήματα της φύσης, έρχεται σε συνεργασία με την δυναμική οπτικοποίηση αλγοριθμικών διεργασιών, που μαζί με τον παράγοντα της υλικότητας, δημιουργούν μια σειρά από διαρκώς προσαρμοζόμενες χωρικές εγκαταστάσεις.

29 Greg Lynn, «*Folding in Architecture*», Wiley Academy

30 Είναι η ποιότητα ή η τάση των υλικών συστημάτων, που μέσω της παραμόρφωσης αυτοργανώνονται και αντιστέκονται έναντι των εξωτερικών τους φορτίσεων.

31 Hensel Michael, Menges Achim, Weinstock Michael, «*Morphogenesis and Emergence*», (2004–2006)

32 Achim Menges, «*Material Computation*», 2012, p.16

33 Μορφογενετικός χώρος σύμφωνα με τον Simondon, είναι μια ζώνη στην οποία τόσο η ύλη, όσο και οι μορφολογικές ιδέες που αναπτύσσονται, βρίσκονται σε μια δυναμική σχέση μεταξύ τους. Μια ζώνη μεσαίας και ενδιάμεσης διάστασης, ενεργειακών και μοριακών διαστάσεων μεταξύ τους.

34 Manuel DeLanda, 'The Machinic Phylum', in TechnoMorphica, V2_Publisher (Amsterdam), 1997.

Growing Pavilion

Abstract

Since the very early days of history, humans have been 'designed' things by looking at nature.

Με την πρόβαση που υπάρχει πλέον σε σχεδιαστικά μέσα και επιστημονικά δεδομένα, μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα κτίριο το οποίο αλληλοσπειδρά με το περιβάλλοντα χώρο του.

Eden Project

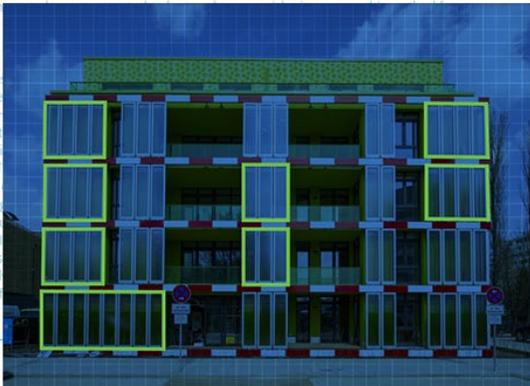
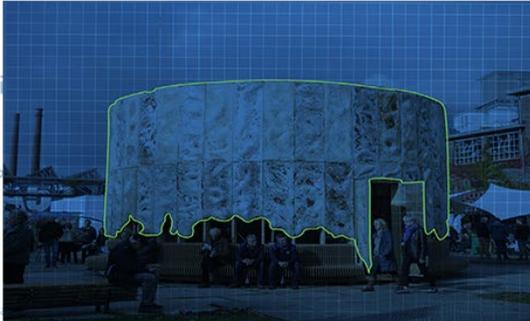
Key words

biomimicry, bio-inspired design, natural analogy, design education, industrial design, interdisciplinary

Introduction

Using nature in design is not born in pre-modern times. Humans have always been looking at nature to refer what they had relationship to artificial things. In the past, these techniques that people use to mimic nature were not systematic and detailed. They became more systematic and detailed. Today, ways to use nature in design; analogy is frequently used to bring nature and design together. There are many ways to use Nature in design. In different names in different fields: Biomimetics, Bionics, Biomimicry, Bio-inspired design. Although all of these terms express nearly the same concept, they are not converted to each other.

Big House



ations
ration
y tak
ncers
devel-
s liq-
aking
This
the
ies of
waste
viron-
noth-
of the
ability
me θάση
προέγχιση
U
gions.
aid
with-
Ad
ελέστικότητα, η οποία μπορεί να
στήματα που αφορούν
όφουσες κ.λπ."
eco-
estro-
πολογιστικής μηχανικής και της
ν καινοτόμες λύσεις στο
δομημένου περιβάλλοντος.

our days, the use of biomimicry is becoming increasingly clear. They claimed that besides having the

Saving. Biomimicry is a process. Biomimetic is the
(Re)
in des
in engi
are not lim
sciences like Ec
nature as a guid
research is built
heading; and Bi
fields share a co
leads to the cor

As the use of N
various fields, it
design. It is obs
study were r
jects.
nature through
tracing of the
imaginary projec
nature in projec
of 'kitsch' keep

Use of Nature
There are num
inspiration source for research. The fields of science,

at ICAFI Business School,
Hyderabad and Co-founder

Eden Project



1) Eden Project

Κατασκευασμένο στην Κουρνούαλι του 2001, το πολυμορφικό αυτό συγκρότημα αποτελεί ένα σημαντικό παράδειγμα μεταφοράς φυσικών διεργασιών στην λύση αρχιτεκτονικών παραμέτρων. Αποδεικνύει, ότι είναι δυνατό να δημιουργηθούν βιώσιμα σχέδια με ουδέτερη εκπομπή άνθρακα που είναι πιο αποτελεσματικά και κοστίζουν λιγότερο. Λειτουργεί ως υπενθύμιση ότι κοιτάζοντας τη φύση για έμπνευση, μπορούμε να δημιουργήσουμε δομές που όχι μόνο εξυπηρετούν τις ανάγκες μας αλλά βρίσκονται και σε αρμονία με το περιβάλλον.

«Καθώς αντιμετωπίζουμε τις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής και της απώλειας βιοποικιλότητας, το Eden Project προσφέρει έναν φάρο ελπίδας και ένα μοντέλο προς μίμηση.»³⁵

Σχεδιασμένο από την αρχιτεκτονική ομάδα των Grimshaw, το συνονθύλευμα των γεωδαιτικών θόλων «βιοτόπων» αντλεί πηγή έμπνευσης από την ευμετάβλητη φύση μιας σαπουνόφουσκας και την γεωδαιτική τυπολογία «*hextrihex*» (τριεξαγωνική δομική μορφή) που συναντάται στις κυρήθρες μελισσών, τους κόκκους γύρης κλπ. Η συμβολή της βιομιμητικής σε αυτό το εγχείρημα ήταν υψίστης σημασίας καθώς η υψομετρική ανισότητα του εδάφους σε συνδιασμό με την σαθρότητα και το παράγοντα εξορύξεων στην περιοχή που μετέβαλλε το τοπίο καθημερινά, οδήγησε τους σχεδιαστές σε μια βιολογική μίμηση που θα τους επέτρεπε την απαιτούμενη ευελιξία. Επιπλέον λόγω της έκτασης του έργου (2,2 εκτάρια) η κατασκευή του έπρεπε να είναι όσο πιο ελαφριά, ευάερη και ευήλια γίνεται λόγω της βιοποικιλότητας των φυτών που φιλοξενούνται μέσα στις μεγαδομές. Αυτό

επιτεύχθηκε με την τριεξαγωνική δομή που αναφέρθηκε προηγουμένως και την χρήση του ΕΤFE αντί κοινού υαλοστασίου που είχε ως αποτέλεσμα μια δομή που ζυγίζει λιγότερο από τον αέρα που περιέχει. Το κεντρικό κτίριο, βασίστηκε στο σχέδιο ανάπτυξης των φυτών, χρησιμοποιώντας αντίθετες σπείρες βασισμένες μαθηματικά στην ακολουθία του Fibonacci. Το κτίριο σχεδιάστηκε για να είναι ενεργειακά αποδοτικό, με χαρακτηριστικά όπως ενεργειακά αποδοτικούς υπερθερμωμένους τοίχους κατασκευασμένους από ανακυκλωμένη εφημερίδα και φωτοβολταϊκά πάνελ στην οροφή για παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.³⁶

36 Grimshaw Team, <https://grimshaw.global/projects/culture-and-exhibition/the-eden-project-the-biomes/>



Πρόπλασμα Ιδέας σε μακέτα, Grimshaw Architects <https://grimshaw.global/projects/culture-and-exhibition/the-eden-project-the-biomes>

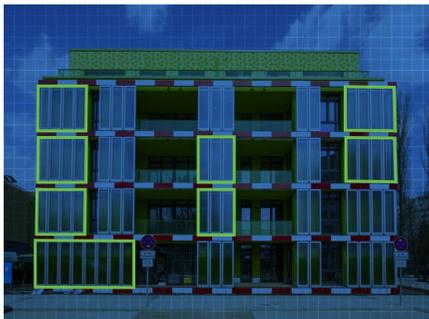


Πρώτα Σκίτσας Ιδέας, Grimshaw Architects <https://www.edenproject.com/mission/architecture>

35 The Eden Project, <https://neverenougharchitecture.com/project/edenproject/>

2) BIQ house Hamburg, Germany

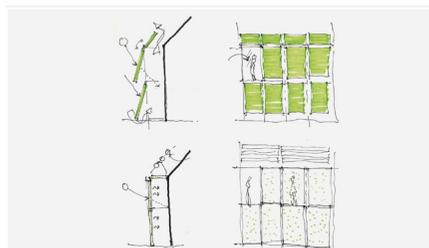
Το πρώτο παγκόσμιο σύστημα πρόσοψης που περιέχει βιομάζα από άλγη, βρίσκεται στο Αμβούργο και ορίζεται ως βιοδιαδραστικό σύστημα όψης με γνώμονα το περιβάλλον. Το διαδραστικό αυτό οίκημα, χρησιμοποιεί συστήματα παθητικής ενέργειας παράγοντας βιομάζα και θερμότητα ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ταυτόχρονα, το σύστημα ενσωματώνει πρόσθετες λειτουργίες όπως δυναμική σκίαση, θερμομόνωση και μείωση θορύβου, αναδεικνύοντας πλήρως τις δυνατότητες αυτής της τεχνολογίας. Τα μικροφύκια που χρησιμοποιούνται στις προσόψεις καλλιεργούνται σε επίπεδους γυάλινους βιοαντιδραστήρες διαστάσεων 2,5m x 0,7m. Συνολικά, έχουν εγκατασταθεί 129 βιοαντιδραστήρες στη νοτιοδυτική και νοτιοανατολική όψη του τετραώροφου αυτού κτιρίου κατοικιών. Η καρδιά του συστήματος είναι το πλήρως αυτοματοποιημένο κέντρο διαχείρισης ενέργειας όπου η ηλιακή θερμική θερμότητα από τα φύκια συλλέγεται με σκοπό να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ζεστού νερού. Ο επικεφαλής της έρευνας για την Ευρώπη, κ. Arup, Jan Wurm, δήλωσε: «Η χρήση βιοχημικών διεργασιών στην πρόσοψη ενός κτιρίου για τη δημιουργία σκιάς και ενέργειας είναι μια πραγματικά καινοτόμος ιδέα. Θα μπορούσε κάλλιστα να γίνει μια βιώσιμη λύση για την παραγωγή ενέργειας σε αστικές περιοχές, επομένως είναι υπέροχο να το δούμε να δοκιμάζεται σε ένα πραγματικό σενάριο».³⁷



Πρόσοψη κτιρίου, <http://sinhabitat.com/the-worlds-first-algae-powered-building-opens-in-hamburg-biq-house-by-arup-2>



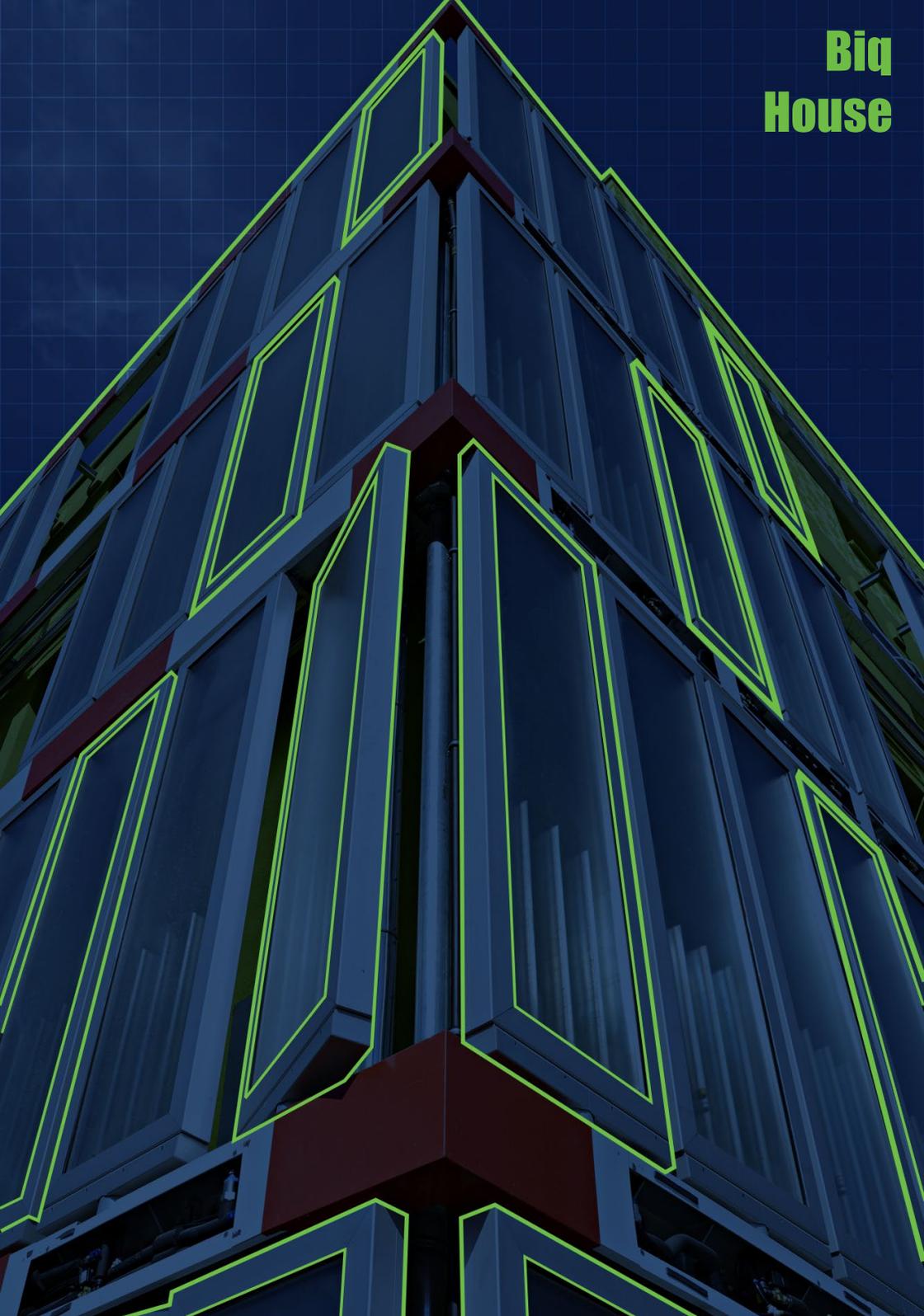
Βιοαντιδραστήρες, Novarc Images Alamy Stock Photo



Διάγραμμα λειτουργίας βιοαντιδραστήρων, Arup.com

³⁷ Unknown, <https://www.architonic.com/en/project/arup-biq-house/5101636>, 2013

Big House



est in biomimicry. Fulfilling this agenda may align biomimetic innovations with inter-



Water and waste management

Biomimicry offers solutions for efficient water and waste processing. To illustrate, MIT researchers have inspired a water-repellent plastic by mimicking the lotus leaves, enhancing water management and environmental sustainability. MIT student's research has been used to create a water-repellent plastic that mimics the lotus leaves, enhancing water management and environmental sustainability.

Σχεδιασμένο από την αρχιτεκτονική ομάδα των Grimshaw, το συνονθύλευμα των γεωδαιτικών θόλων «βιοτόπων» αντλεί πηγή έμπνευσης από την ευμετάβλητη φύση μιας σαπουνόφουσκας και την γεωδαιτική τυπολογία «hextrihex» (τριεξαγωνική δομική μορφή) που συναντάται στις κυρήθρες μελισσών.

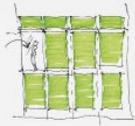


In this article, we recognise the contribution of biomimicry across industries using notable examples that may interest readers to ask...

urban challenges, ranging from resource scarcity to climate resilience. The global urgency around



* Big House

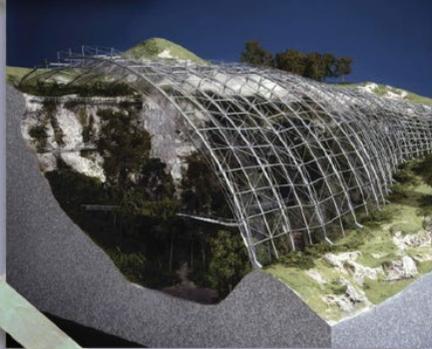
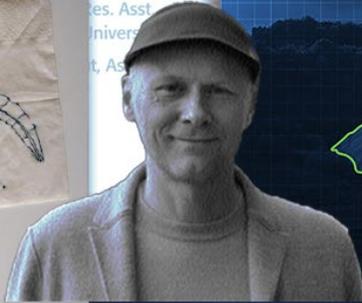


approach aims to make transport more sustainable and efficient. As an illustration, within the Multi Urban Initiative to develop and biomimicry in urban

multifocal optical systems to develop advanced cameras and multifocal contact lenses.

principles. Taking from ants, the cities are water efficiently. They are modelled after leaves, allowing water to flow off smoothly

*Eden Project



...ing the surfaces. This
...ach not only enhances

...s solution
...er filter
...sing
...om the
...research
...niversity de
...at repels
...le break
...soil.
...icking
...properties
...ances w
...d envi
...ility. An
...study of
...etle's ab

...from fog led
...ent of fog
...ures mim-
...e's textured
...sustainable
...rid regions.
... could aid
...ple with-
...water. Ad-
...chers from
...d, and Italy
...spired, bio-
...ior for use
...ics, and 3D

...ture of India's Sustainability
Solutions? Yes. Biomimicry
has taken significant strides
in several industries. India's
investment in this direction
can pave the way to the fu-
ture of sustainability. How-
ever, has India Untapped the
Full Potential of Nature-
Inspired Innovations? While
the country has made notable
strides in applying nature-
inspired innovation across
various sectors, there remains
untapped potential; the number
of such examples from India
remains limited. Increased
awareness, research, and
application of biomimicry
could lead to further break-
throughs and help sustain-
able farming. Greater em-
phasis on solutions and more
dialogue on their benefits are
needed.



(The writer is PhD Scholar at ICAFI Business School, Hyderabad and Co-founder of Byrtil Business Solutions)

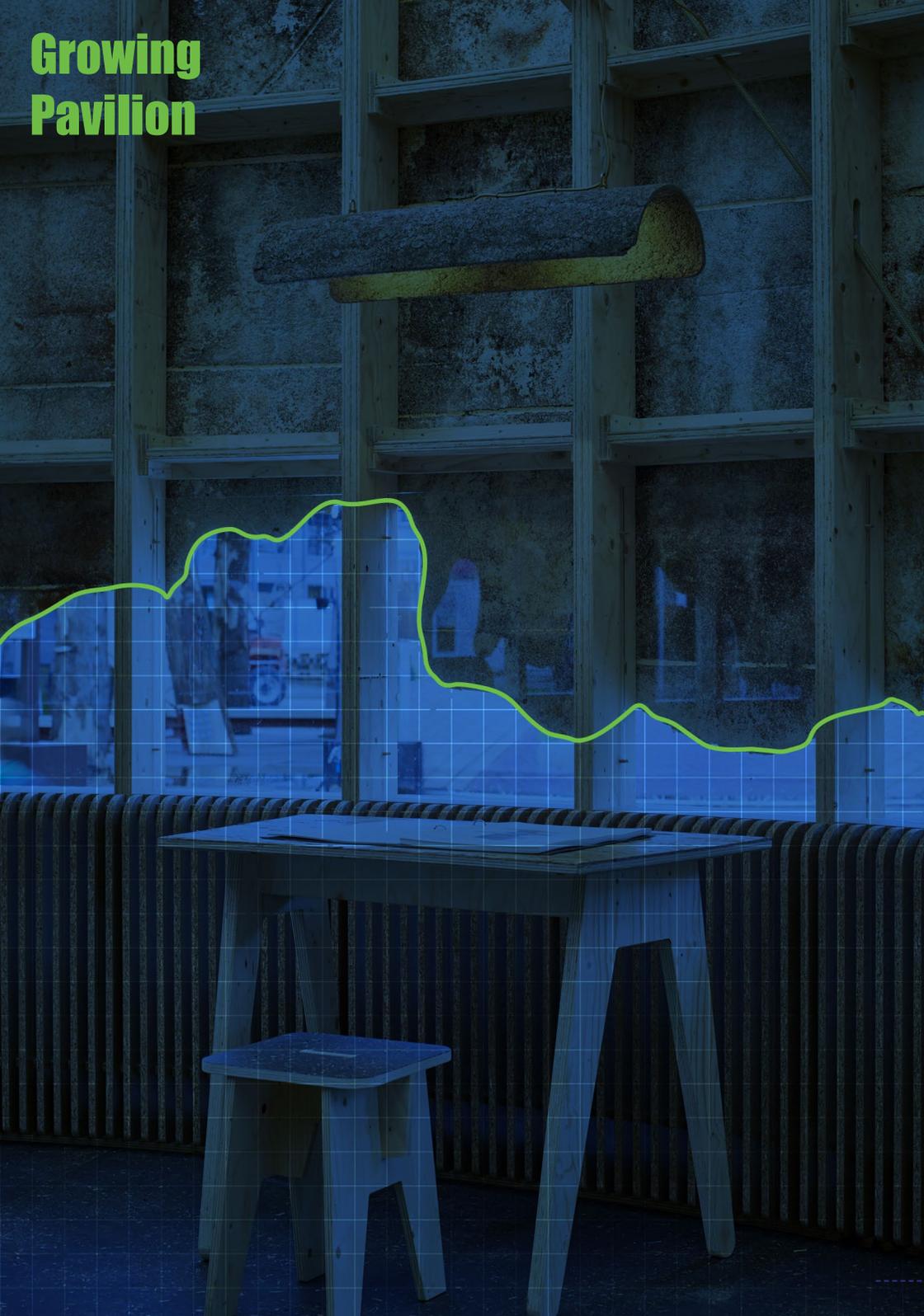
... biomimicry, bio-inspired design, natural analogy, design education; industrial design, interdisciplinary study

... inspiration source for research. The fields of science, technology and even social sciences use this method for

Introduction
Using nature in design
... beings looked at nature
they had relationship to
... techniques that people
... the development
... is to use nature
... and frequently to bring
... further, there are many
... takes different names i-
... Biomimetics, Bionics, B
... although all of these te-
... meaning: copied, adap

Το πρώτο παγκόσμιο σύστημα πρόσοψης που περιέχει βιομάζα από άλγη, βρίσκεται στο Αμβούργο και ορίζεται ως βιοδιαδραστικό σύστημα όψης με γνώμονα το περιβάλλον. Το διαδραστικό αυτό οίκημα, χρησιμοποιεί συστήματα παθητικής ενέργειας παράγοντας βιομάζα και θερμότητα ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Growing Pavilion

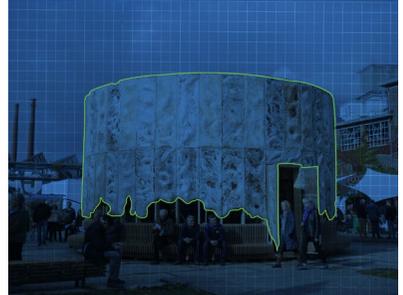


3) The Growing Pavilion in the Netherlands

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα βιοαξιοποίησης, με την εφαρμογή του μυκηλίου ως δομικό υλικό στην αρχιτεκτονική, λαμβάνει χώρα στην Ολλανδία, σε συνεργασία της Ολλανδικής Εβδομάδας Σχεδιασμού και της Floriade Expo το 2019. Η Biobased Creations σχεδίασε αυτό το περίπτερο στο Almere της Ολλανδίας, με την δομή να παρουσιάζει υλικά με βάση την βιολογία και τις βιώσιμες οικοδομικές πρακτικές. Το Growing Pavilion ήταν ένα κτίριο που είχε τοίχους και στέγη από πάνελ μυκηλίου, παρέχοντας εξαιρετική θερμομόνωση και ακουστικές ιδιότητες. Το μυκήλιο χρησιμοποιήθηκε σε αυτό το έργο για να δείξει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διαφορετικούς σκοπούς σε σύγχρονα κτίρια, λόγω της ανθεκτικότητας του στη φωτιά, των φυσικών μονωτικών ιδιοτήτων του και της εξοικονόμησης χρημάτων αφού δεν σαπώνονται χημικά για συντήρηση. Εκτός από τη χρήση του ως εκθεσιακός χώρος, αυτό το περίπτερο ήταν ένα εργαστήριο εργασίας που χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη του τρόπου με τον οποίο τα βιολογικά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κατασκευαστικούς σκοπούς.³⁸

Μέσα από την ανάλυση των τριών αυτών προτύπων, είναι εμφανής η επίδραση που έχει η μορφογενετική διαδικασία, η υπολογιστική μηχανική και η υλικότητα, στον σύγχρονο κατασκευαστικό κόσμο. Δημιουργείται, μέσα από αυτά τα νέα εργαλεία που έχουμε στην κατοχή μας, μια νέα πραγματικότητα, στην οποία μπορούμε ως σχεδιαστές να αξιοποιήσουμε πρωτότυπα υλικά και τις βιώσιμες δυνατότητές τους. Χάρη στην εξέλιξη των τεχνολογικών μέσων, επιτυγχάνουμε την μέγιστη δυνατή εποπτεία ως προς τις

δυναμικές μεταβλητές της ογκοπλασίας μέσα από την προσαρμογή διαφορετικών υλικών δυνατοτήτων.



Εξωτερική λήψη του περιπτέρου, <https://www.dezeen.com/2019/10/29/growing-pavilion-mycelium-dutch-design-week/>



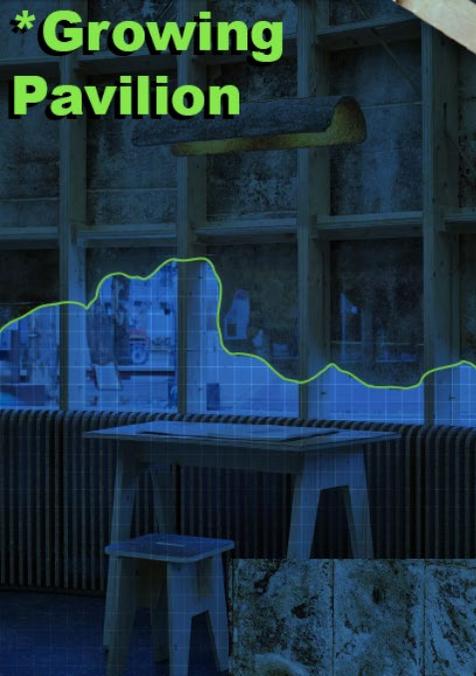
Λεπτομέρεια Υλικού του περιπτέρου, <https://www.dezeen.com/2019/10/29/growing-pavilion-mycelium-dutch-design-week/>



Εσωτερική λήψη του περιπτέρου, <https://www.dezeen.com/2019/10/29/growing-pavilion-mycelium-dutch-design-week/>

38 Nasir Osama, «From Fungi to Foundations: Mycelium in construction», July 2, 2024, <https://parametric-architecture.com/from-fungi-to-foundations-mycelium-in-construction/>

*Growing Pavilion



Water and waste management

Biomimicry offers a path for efficient water and waste production. Drawing inspiration from a lotus leaf. To illustrate this, a team at RMIT University developed a plastic that repels dirt and water. The material, which is quickly cleaned by rain, mimics the lotus leaf's waxy, micro-structured surface that repels water and dirt. This sustainable material was used in a student project in the UAE's desert. The Desert Institute is developing water-saving strategies for the built environment, providing a sustainable resource in arid regions.

...this innovative system aims to improve water quality, reduce congestion, and enhance overall transition efficiency in cities.

Healthcare

Biomimicry is driving medical innovations for improved patient care and diagnostics. For example, researchers at MIT's Division of Health Sciences and Technology developed gecko-inspired

...this innovative system aims to improve water quality, reduce congestion, and enhance overall transition efficiency in cities. India, Switzerland created a lotus-inspired, biodegradable material for use in sensors, robotics, and printing, offering a friendly alternative to petroleum-based products.

Architecture and construction

Germany discovered that butterfly wings have photonic structures enhancing light absorption. He found these nanostructures were used to develop biomimetic solar cells, which mimic the wings' light-capturing

Audi Urban Future Initiative used biomimicry to develop Flywheel, redesigning urban transport systems to operate on multiple levels, much like a multi-level highway system. Interconnected autonomous vehicles to navigate in various directions and levels, similar to a three-dimensional grid. Inspired

ward-like medical biotapes, making for effective and interestingly found special biogeneration are studying multifocal development multifocal contact lenses

Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα του βιομυμικού στυλ είναι το Growing Pavilion, που κατασκευάστηκε στην Ολλανδία, σε συνεργασία με την Floriade Expo το 2019. Η κατασκευή είναι περιπτερό στο Almere της Ολλανδίας με βάση την βιολογία των φύλλων. Η αρχιτεκτονική και η κατασκευή είναι



and into the sea part..

Exploring Biomimicry

Design Process

Miray Boga-Akyol, Res. Asst. - PhD Student, Department of Industrial Product Design, Istanbul Technical University

Sebnem Timur-Ogut, Assoc. Prof. Department of Industrial Product Design, Istanbul Technical University



Abstract

Since the very early days of history, humans have been looking at nature for inspiration. Biomimicry is a process of designing things by looking at nature and imitating the processes of nature. Biomimicry is a process of designing things by looking at nature and imitating the processes of nature. Biomimicry is a process of designing things by looking at nature and imitating the processes of nature.

comes to industrial design education specifically, it can be a promising method to mimic the nature in design products; however different dynamics sometimes prevent students to use natural analogies in their projects. It is observed that industrial design students aren't eager to use biomimicry which is a

eed, Klumb, Koobation, & Viney (2009) difference between Biomimicry and design. They claimed that besides having the meaning of biomimicry is a process; Biomimetic is the design process (Kobayashi, 2006). Biomimicry is frequently preferred in design education, while Biomimetics is used mostly in engineering. The field of biomimicry is used and not limited with engineering. Social sciences like psychology, biology, and chemistry are a guide to nature as a source of inspiration. Biomimicry research is being conducted in many fields; and these fields share a common goal: to learn from nature and leads to the creation of new products.



Juan Torres-Pérez

η σχέση ανθρώπου και περιβάλλοντος είναι μια σχέση αλληλένδετη στην οποία, όποιος και από τους δύο παράγοντες ενισχυθεί, τα αποτελέσματα ευνοούν αμφότερα δημιουργώντας μια συνθήκη ισορροπίας. Στην πραγματικότητα όμως, ένα μεγάλο ποσοστό του περιβάλλοντος παραμένει ακόμα ανεξερεύνητο. Αντίστοιχα, ένα μεγάλο μέρος των κοραλλιογενών υφάλων παραμένει ακόμη αταξινόμητο, ανεξερεύνητο ή μόνει να ανακαλυφθεί

Use of Nature in Design Education
There are numerous ways to use nature as an inspiration source in the field of science, technology, and design. One of the methods for

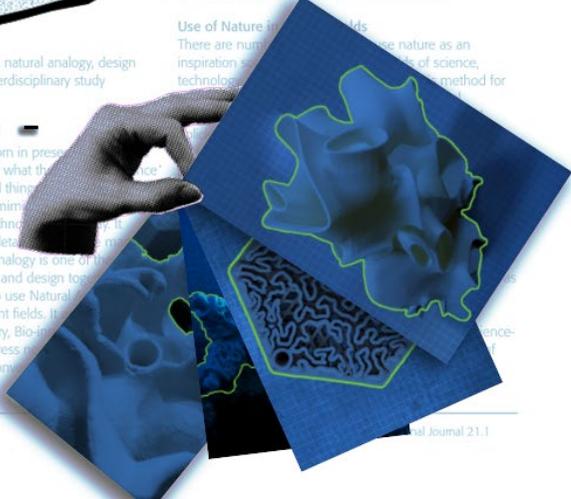
προβλήματα
↓
διδασκαλίας

Key words

biomimicry, bio-inspired design, natural analogy, design education, industrial design, interdisciplinary study

Introduction

Using nature in design is not born in present times. Humans have been looking at nature and refer what they had relationship to artificial things. Biomimicry is a process of designing things by looking at nature and imitating the processes of nature.



γμα βιοαξιοποίησης, με την εφαρμογή του στην αρχιτεκτονική, λαμβάνει χώρα στην Η Βιοbased Creations σχεδίασε αυτό το Ολλανδίας, με την δομή να παρουσιάζει και τις βιώσιμες

Hyderabad and Co-founder of Byrati Business Solutions)

3.1 ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΕΤΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΖΗΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ- ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ- ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ

Όπως αναφέρεται και στο προηγούμενο κεφάλαιο, η αρχιτεκτονική ως επιστημονικός κλάδος δεν μπορεί να δράσει αυτοτελώς, προκειμένου να επιλύσει προβλήματα που αφορούν μια ευρύτερη θεματολογία όπως είναι η περιβαλλοντική κρίση, μέσω των ιδιοτήτων των υλικών, των βιολογικών πορισμάτων και τη προσαρμοστικότητα των δυναμικά ευμετάβλητων μορφών. Για να επιτύχει το έργο της, απαραίτητη είναι η διεπιστημονική συνεργασία, με κλάδους που ασχολούνται με τον εκάστοτε τομέα διευκολύνοντας την διαδικασία μετατροπής δεδομένων σε σχεδιαστικούς κώδικες, τους οποίους μπορεί η αρχιτεκτονική να ενσωματώσει στην λήψη σχεδιαστικών αποφάσεων. Προκειμένου η αρχιτεκτονική να απαντήσει σε όλα αυτά τα κρίσιμα τρέχοντα ζητήματα, είναι απαραίτητο ένα εργαλείο, το οποίο θα μπορεί να μεταφράσει όλα αυτά τα επιστημονικά δεδομένα σε απτές χωρικές μορφές με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια. Πλέον αυτή η ανάγκη όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα, πραγματοποιείται μέσω του προηγμένου σχεδιασμού, ο οποίος σε συνδυασμό με τον παράγοντα της υλικότητας μπορεί να κινήσει πολλαπλές μορφογενετικές διαδικασίες προκειμένου να ταυριάζουν απόλυτα στο εκάστοτε περιβάλλον. Στον πραγματικό κόσμο προκειμένου να παραχθεί μία μορφή σημαντικό είναι να ληφθούν

υπόψιν εξωγενείς παράγοντες μεταβολής της γεωμετρίας, όπως είναι οι ιδιότητες του υλικού, η συμπεριφορά του και η ευπλαστότητα που μπορεί να προσφέρει σε μια μορφή. Το σχεδιαστικό γνώρισμα της φύσης είναι η ικανότητα της να δημιουργεί ολοκληρωμένες δομές οργανικών πολύ-λειτουργικών συνθετικών υλών όπως κοχύλια, κοράλλια κλπ. Από τα δομικά βιό-υλικά σχηματίζονται μικροδομές για να προσαρμόζονται σε εξωτερικούς προορισμούς.³⁹

Επιστρέφοντας πίσω στην πρώτη ενότητα λοιπόν και στους κοραλλιογενείς υφάλους, ο αρχιτέκτονας, διαθέτοντας μια τέτοια πληθώρα εργαλείων μπορεί όχι μόνο να δώσει λύσεις στα προβλήματα της ανθρωπότητας, αλλά να βοηθήσει μέσω των παραδειγμάτων που λαμβάνει από την φύση, στην διάσωση των οργανισμών που κατοικούν σε αυτό. Εξάλλου η σχέση ανθρώπου και περιβάλλοντος είναι μια σχέση αλληλένδετη στην οποία, όποιος και από τους δύο παράγοντες ενισχυθεί, τα αποτελέσματα ευνοούν αμφότερα δημιουργώντας μια συνθήκη ισορροπίας. Στην πραγματικότητα όμως, ένα μεγάλο ποσοστό του περιβάλλοντος παραμένει ακόμα ανεξερεύνητο. Αντίστοιχα, ένα μεγάλο μέρος των κοραλλιογενών υφάλων παραμένει ακόμη αταξινόμητο, ανεξερεύνητο ή μένει να ανακαλυφθεί. Το 2022, ο Torres-Pérez ίδρυσε το OCEANOS (Ocean Community Engagement and Awareness using NASA Earth Observations and Science for Hispanic/Latino Students), ένα πρόγραμμα που στοχεύει να προσφέρει ευκαιρίες ωκεανογραφίας και STEM στην επόμενη γενιά Ισπανόφωνων/Λατινομαθητών στο Πουέρτο Ρίκο. Κατά τη διάρκεια του προγράμματος, οι μαθητές κατασκεύασαν δεδομένα σε ένα εργαστήριο φυτοπλαγκτόν, επανακαθιστώντας κοραλλιογενείς υφάλους και δημιουργώντας παρουσιάσεις με χάρτη ιστορίας της δουλειάς τους.

Συγκεκριμένα δηλώνει ότι,

*«Θέλουμε οι μαθητές να αισθάνονται σίγουροι και ικανοί να ακολουθήσουν τη σταδιοδρομία STEM, με τους ίδιους να γίνονται φορείς αλλαγής στην κούνιά τους μοιράζοντας τη σημασία της διατήρησης του ωκεανού».*⁴⁰

Πέρα από τις προσπάθειες της NASA, για την αποκατάσταση του χαμένου ποσού κοραλλιογενών υφάλων στον περιβάλλον, εξακολουθεί να υπάρχει ανάγκη σε ερευνητικές ομάδες που σκοπεύουν να βοηθήσουν στην προστασία ενός τόσο σημαντικού οργανισμού.

Παρακάτω αναλύονται τέτοιου είδους ερευνητικές προσπάθειες, μέσα από τις οποίες η έρευνα σε συνδυασμό με τα σχεδιαστικά εργαλεία, έρχονται να δημιουργήσουν λύσεις πάνω στην προστασία και την ανασύσταση ενός τόσο σημαντικού οργανισμού.

39 Hensel Michael, Menges Achim, Weinstock Michael, «Morphogenesis and Emergence», (2004-2006)

40 Loiacono Milan, «What is a Coral Reef? » Oct 15, 2024, <https://www.nasa.gov/general/what-is-a-coral-reef/>

1) Coral Carbonate

Το Coral Carbonate είναι ένα ερευνητικό έργο με μέσο υλοποίησης του την τρισδιάστατη εκτύπωση με ανθρακικό ασβέστιο για τη δημιουργία βιώσιμων υποβρύχιων «σπιτιών» για την ανάπτυξη των κοραλλιογενών υφάλων και της θαλάσσιας ζωής. Αναπτύχθηκε από το εργαστήριο σχεδιασμού των ΗΠΑ Objects and Ideograms , με σκοπό να διευκολύνει την αποκατάσταση των κοραλλιογενών υφάλων – ενός από τα πιο ευάλωτα οικοσυστήματα στη Γη. Τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντικείμενα Coral Carbonate έχουν κυλινδρικά σώματα με πορώδεις, βραχώδεις επιφάνειες. Αυτές οι μορφές διαμορφώνονται βάση της μορφής φυσικών κοραλλιογενών σκελετών, οι οποίοι είναι επίσης κατασκευασμένοι από ανθρακικό ασβέστιο και λειτουργούν ως θεμέλια όλων των δομών κοραλλιογενών υφάλων. Όπως και οι κοραλλιογενείς σκελετοί, αυτές οι μονάδες ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των υφάλων επειδή οι γωνίες και οι σχισμές στην επιφάνειά τους λειτουργούν ως σπίτια για την άνθηση των πολυπόδων των κοραλλιών και της θαλάσσιας ζωής.

«Με την αύξηση της θερμοκρασίας των ωκεανών και την αύξηση της όξινης, πολλοί υδρόβιοι οργανισμοί που χρησιμοποιούν ασβεστοποίηση για να δημιουργήσουν τα σπίτια τους καταστρέφονται γρήγορα», εξήγησε ο Alex Schofield, ο αρχιτέκτονας και τεχνολόγος σχεδιασμού που διευθύνει τα Objects and Ideograms.

Ο στόχος του Coral Carbonate είναι να τυπώσει το κίριωμα για ένα «σπίτι» στο οποίο οι βιολογικοί οργανισμοί θα κατοικούν και θα αναπτύξουν τα δικά τους νέα σπίτια και κοινότητες», είπε στο Dezeen. «Μόλις ενσωματωθεί, η θαλάσσια ζωή μπορεί να επωφεληθεί από ένα υπόστρωμα που μοιάζει περισσότερο με το σπίτι τους». Το

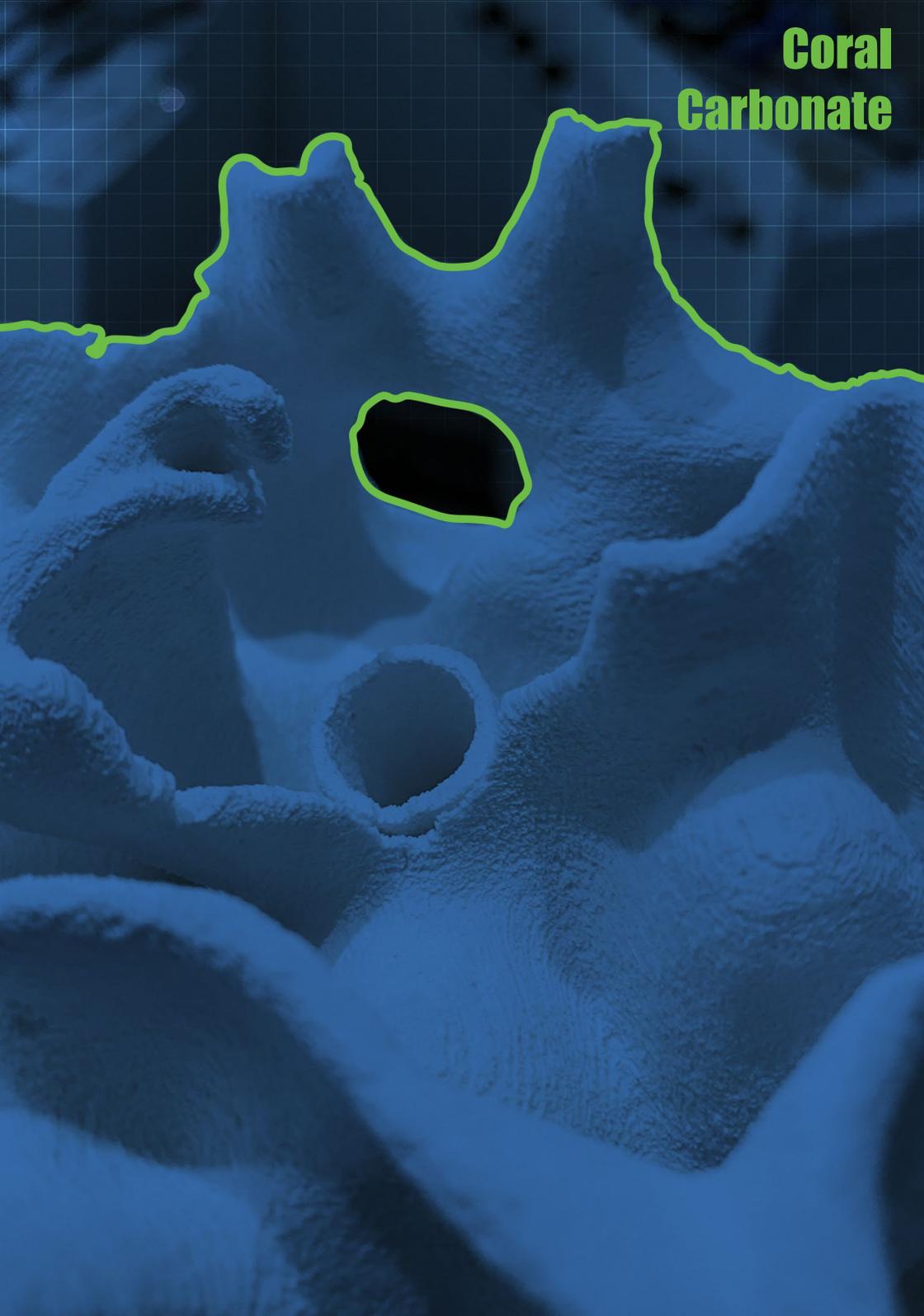
έργο ξεκίνησε, με την συνειδητοποίηση ότι οι περισσότερες βιομηχανικές λύσεις που αναπτύσσονται, κατασκευάζονται από μη βιώσιμα, ανθρωπογενή υλικά και όχι από αυτά που είναι εγγενή στα θαλάσσια οικοσυστήματα. Το ανθρακικό ασβέστιο είναι άφθονο σε όλο τον κόσμο, συνήθως προέρχεται από ασβεστόλιθο, μάρμαρο και κιμωλία. Το γραφείο ελπίζει ότι στο μέλλον μπορεί να καταστεί εφικτή η απόκτηση του υλικού μέσω της δέσμευσης άνθρακα , όπως αναλύθηκε προηγουμένως, με σκοπό την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, τον τρόπο δηλαδή που οι πολύποδες των κοραλλιών συλλαμβάνουν τον άνθρακα από το νερό των ωκεανών και τον μετατρέπουν σε ανθρακικό ασβέστιο για να φτιάξουν τους σκελετούς τους.

«Εναλλακτικά υλικά υποβρύχιων οικοσυστημάτων και κατασκευής παράκτιων ορίων, όπως η χρήση σκυροδέματος ή ακόμα και τα κοραλλιογενή θραύσματα, συχνά εκλέμπουν ανεπιθύμητα υποπροϊόντα και συμβάλλουν σε μεγάλο αποτύπωμα άνθρακα στη διαδικασία παραγωγής τους», πρόσθεσε ο Schofield. ⁴¹

Στόχος αυτής της διαδικασίας ήταν πρωτίστως να μην χρησιμοποιηθούν τα υποπροϊόντα της ανθρώπινης ζωής, αναφέρουν χαρακτηριστικά. Τα πρώτα πρωτότυπα Coral Carbonate , έχουν ήδη εγκατασταθεί στον κόλπο του San Francisco με την βοήθεια του California College of the Arts, με την ανάπτυξη οργανισμών να έχει ξεκινήσει ήδη. Το πρωτότυπο, αποτελείται από μια σειρά κυλινδρικών αντικειμένων, τα οποία είναι στοιβαγμένα μεταξύ τους και δεμένα με σχοινί. Ο σχεδιασμός τους οφείλεται στην μίμηση της θαλάσσιας βιο - απόρριψης - τη

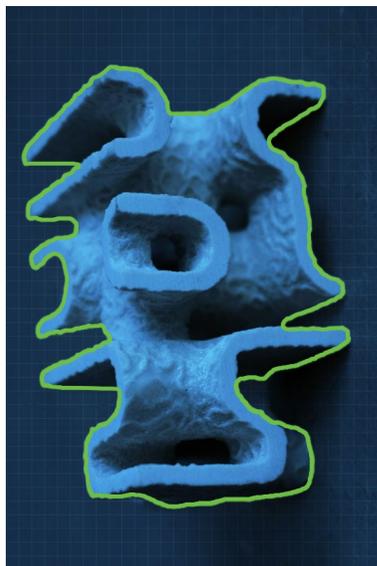
⁴¹ Crook Lizzie, «Coral skeletons crafted from 3D-printed calcium carbonate could restore damaged reefs», 6 August 2020, <https://www.dezeen.com/2020/08/06/coral-carbonate-reef-skeletons-objects-ideograms/>

Coral Carbonate

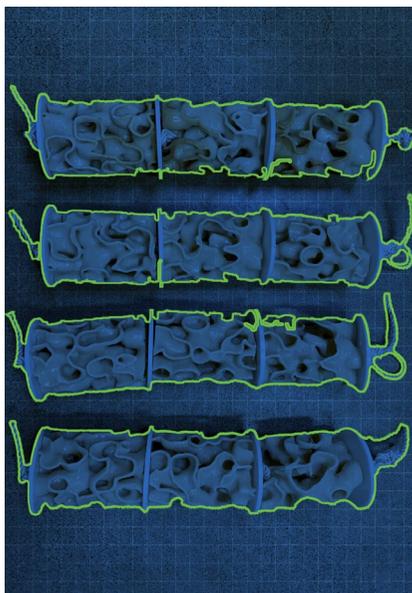


3 κεφάλαιο

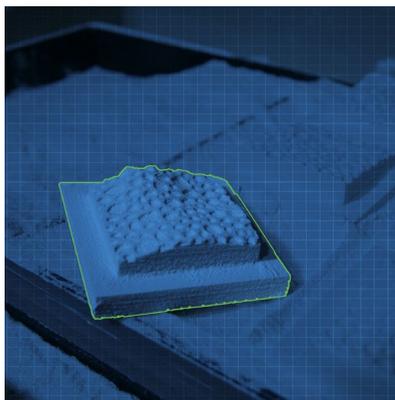
συσσώρευση δηλαδή, βιολογικής ύλης σε βυθισμένα αντικείμενα όπως τα σκάφη, που είναι πολύ διαφορετικά οικοσυστήματα. Τα σχήματα και τα μεγέθη για τις μονάδες Coral Carbonate αναπτύσσονται μέσω παρατήρησης φυσικών κοραλλιογενών σκελετών σε συνδυασμό με ψηφιακές τεχνικές υπολογισμού. Αντί να προσπαθούν να αναπαράγουν άμεσα το μέγεθος και το σχήμα των κοραλλιογενών σκελετών, τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντικείμενα βελτιστοποιούνται για να δημιουργούν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια για ζωή.⁴²



Πρόπλασμα μοντέλου, <https://www.scapestudio.com/projects/oyster-texture/>



Σύνθεση δομών, <https://www.scapestudio.com/projects/oyster-texture/>



Κατασκευή πρωτοτύπου για ποικίλους οργανισμούς, <https://www.scapestudio.com/projects/oyster-texture/>

42 Crook Lizzie, «Coral skeletons crafted from 3D-printed calcium carbonate could restore damaged reefs», 6 August 2020, <https://www.dezeen.com/2020/08/06/coral-carbonate-reef-skeletons-objects-ideograms/>

2) Lego-Inspired Coral Reefs

Ο Αυστραλός σχεδιαστής Alex Goad δημιούργησε ένα σύστημα αρθρωτών κεραμικών εξαρτημάτων για τη διαμόρφωση δομών που μπορούν να βοηθήσουν στην αναδόμηση μειωμένων περιβαλλόντων κοραλλιογενών υφάλων. Ο Goad δημιούργησε το Modular Artificial Reef Structure (MARS), με σκοπό να δημιουργήσει μια βάση για τους οργανισμούς που θα επιστρέψουν σε ενδιαιτήματα που καταστράφηκαν από την κλιματική αλλαγή, τη ρύπανση και τις καταστροφικές πρακτικές αλιείας. Για την προσιτή και εύκολη στην εγκατάσταση λύση υποστήριξης φυσικών υφάλων, δημιούργησε πορώδεις κεραμικές μονάδες που σφίγγονται μεταξύ τους προκειμένου να σχηματίσουν τρισδιάστατες δομές πλέγματος.

«Λόγω της αρθρωτής δομής του προϊόντος το σύστημα μπορεί να κατασκευαστεί σε οποιοδήποτε σχήμα και μέγεθος ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατεστραμμένης δομής του υφάλου», είπε ο Goad.

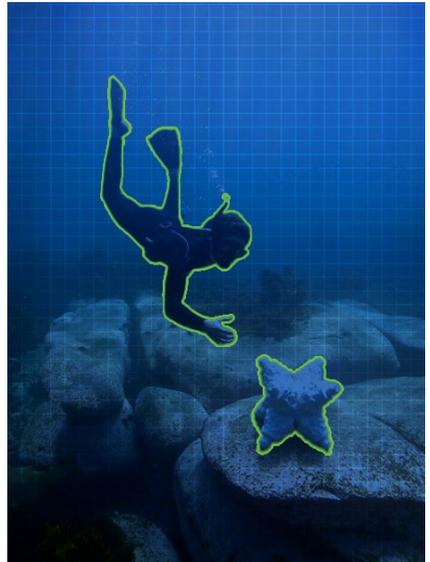
Η κεραμική επιφάνεια προορίζεται να μιμηθεί τους σκελετούς ασβεστίου των νεκρών κοραλλιών, οι οποίοι συσσωρεύονται κατά τη διάρκεια χιλιάδων ετών για να δημιουργήσουν δομές στις οποίες προσκολλώνται τα ζωντανά κοράλλια αποκτώντας καλύτερη πρόσβαση στο ηλιακό φως και σε ρεύματα πλούσια σε πλαγκτόν.

«Αυτό που μπορεί να χρειάστηκε 100 χρόνια για να αποκατασταθεί φυσικά μπορεί να μειωθεί σε περίπου 8 έως 15 χρόνια χρησιμοποιώντας το σύστημα MARS».

Κάθε μία από τις μονάδες MARS αποτελείται από οκτώ κεραμικά δοχεία γεμάτα με σκυρόδεμα θαλάσσιας ποιότητας και ενισχυμένα με σύνθετες ράβδους για προσθήκη βάρους.

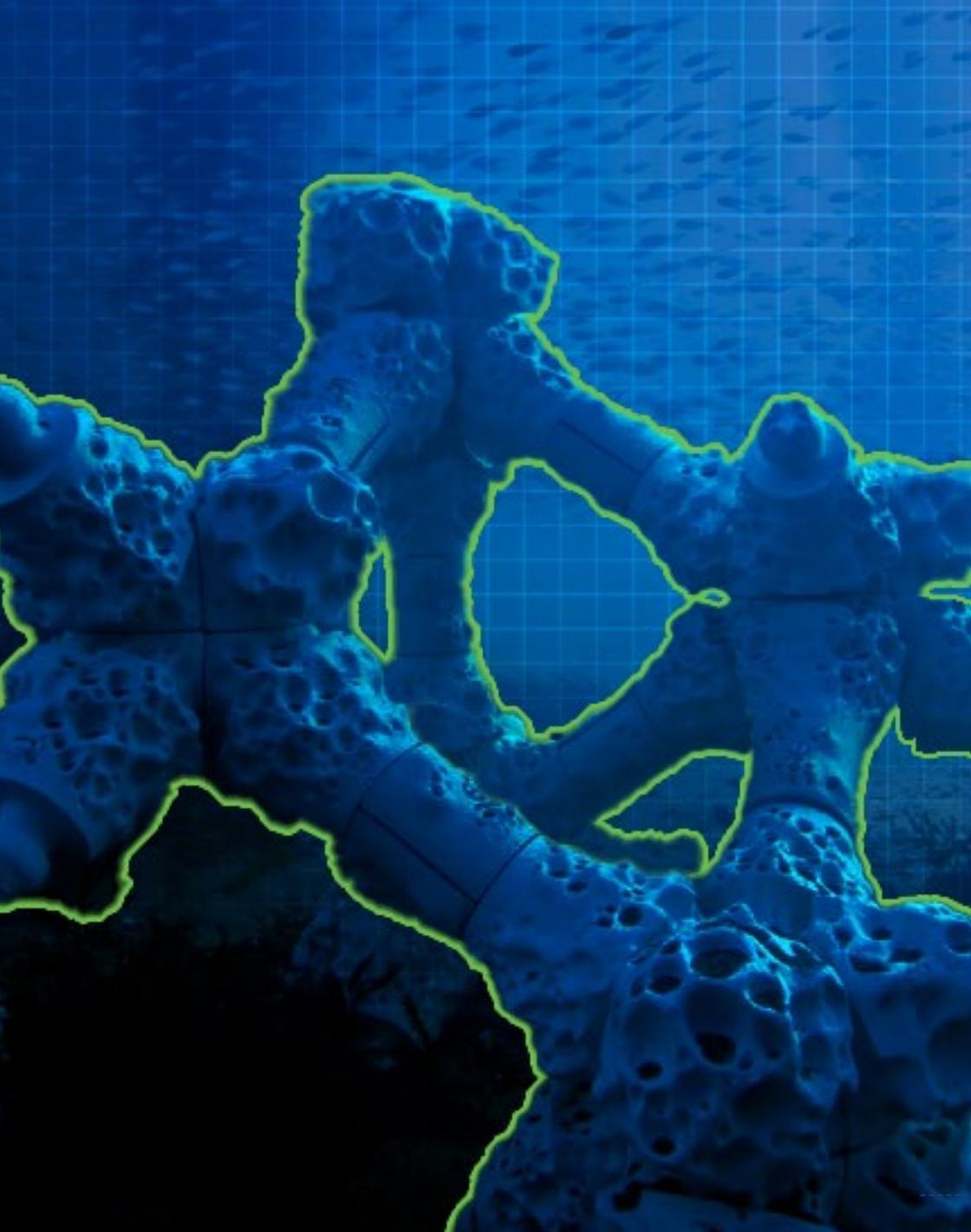


Απόσπασμα της δομής των τεχνητών κοραλλιογενών υφάλων, <https://www.dezeen.com/2015/03/06/alex-goad-mars-modular-artificial-reef-structure-restore-damaged-coral-reefs/>



Απόσπασμα της δομής των τεχνητών κοραλλιογενών υφάλων, <https://www.dezeen.com/2015/03/06/alex-goad-mars-modular-artificial-reef-structure-restore-damaged-coral-reefs/>

Lego Coral Reefs

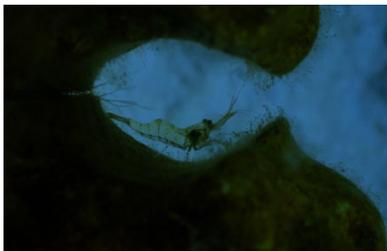


Το κεραμικό υλικό, έχει αποδειχθεί ένα από τα καλύτερα υλικά για χρήση τεχνητών υφάλων, ενισχύοντας τον αποικισμό ευαίσθητων κοραλλιών. Επιπλέον ως υλικό έχει εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής κάτω από το νερό. Η λογική με την οποία δομείται αρθρωτά αυτή η κατασκευή, είναι παρόμοια με αυτή των Lego. Οι κατασκευές μπορούν να αναπτυχθούν στον πυθμένα των ρηχών νερών από μικρά σκάφη με την χρήση δυτών, αντί να χρησιμοποιηθούν μεγάλα μηχανήματα. Το MARS έχει ήδη δοκιμαστεί σε τοποθεσίες γύρω από τον κόλπο Port Phillip της Μελβούρνης – ένα περιβάλλον εύκρατων υφάλων – καθώς και σε τοποθεσίες όπως το Cairns και σε τοπικά ενυδρεία.

«Πολλοί άνθρωποι δεν συμφωνούν με τη χρήση τεχνητών υφάλων για αποκατάσταση, πιστεύοντας ότι τα συστήματα υφάλων πρέπει να αφεθούν μόνα τους για να αποκατασταθούν», είπε ο Goad.

«Σε πολλές περιπτώσεις αυτή είναι μια αποδεκτή πρακτική, ωστόσο όταν ο ρυθμός καταστροφής υπερβαίνει κατά πολύ τον ρυθμό ανάπτυξης των φυσικών κοραλλιών, με αποτέλεσμα την άμεση επέμβασή μας»⁴³

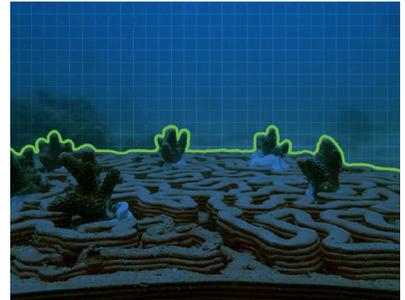
43 Howarth Dan, «Lego-inspired modular structures restore damaged coral reefs», March 6 2015, <https://www.dezeen.com/2015/03/06/alex-goad-mars-modular-artificial-reef-structure-restore-damaged-coral-reefs/>



Πρώτες ενδείξεις εγκατάστασης οργανισμών, <https://www.dezeen.com/2015/03/06/alex-goad-mars-modular-artificial-reef-structure-restore-damaged-coral-reefs/>

3) Reef Structures μέσω της τεχνολογίας του 3D printing

Υπό την απειλή εξαφάνισης των κοραλλιογενών υφάλων, το θαλάσσιο πάρκο Hoi Ha Wan, το οποίο φιλοξενεί περισσότερα από τα τρία τέταρτα των κοραλλιογενών ειδών που αποτελούν υφάλους στη χώρα και φιλοξενεί περισσότερα από 120 είδη ψαριών που σχετίζονται με τους υφάλους, ήρθε σε συνεργασία με το Εργαστήριο Ρομποτικής Κατασκευής, της Αρχιτεκτονικής Σχολής του Πανεπιστημίου του Χονγκ Κονγκ και του Ινστιτούτου Θαλάσσιας Επιστήμης Swire του Πανεπιστημίου του Χονγκ Κονγκ, προκειμένου να διαχειριστεί την αποκατάσταση των κοραλλιών του πάρκου.

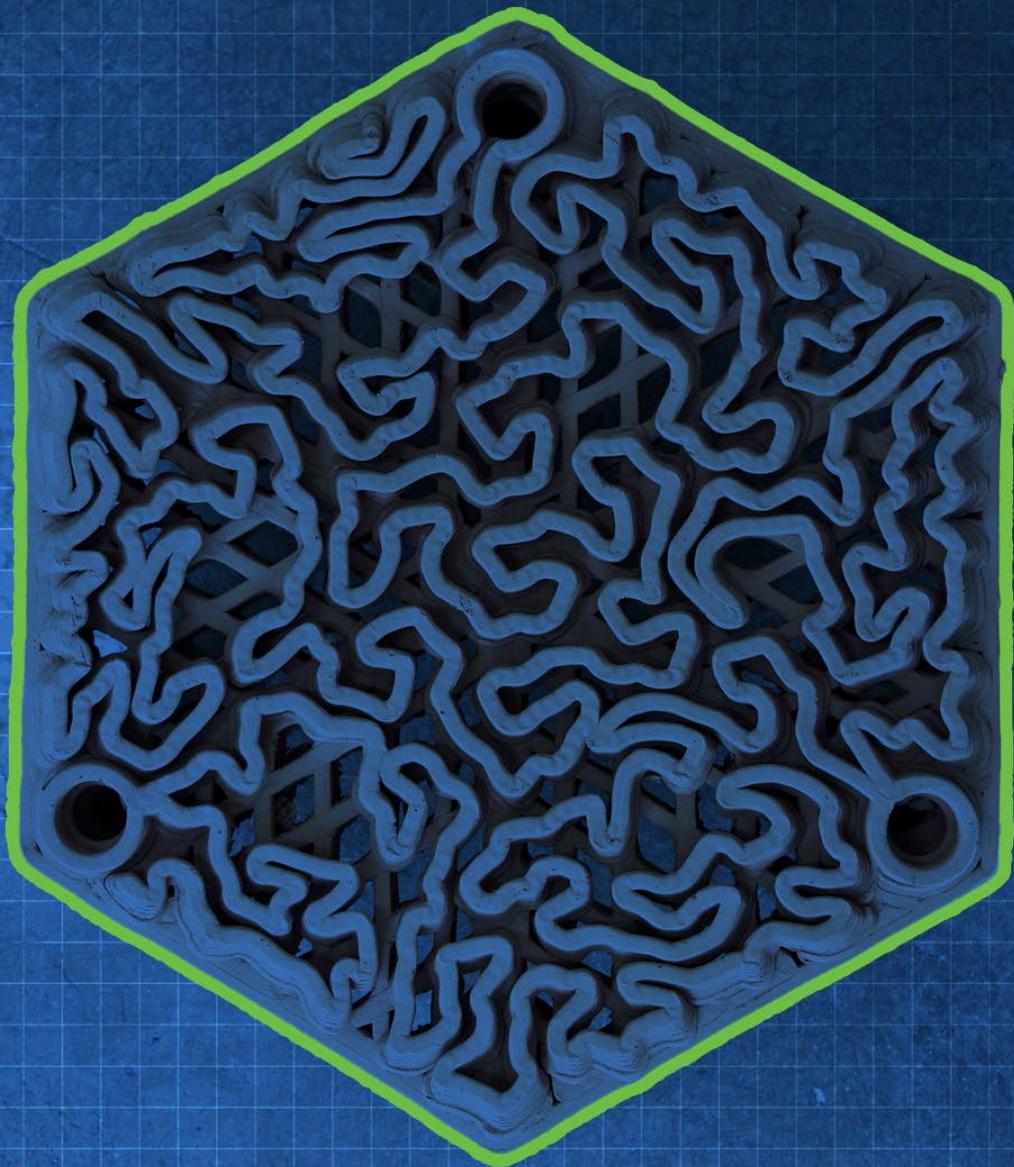


Ανάπτυξη τμημάτων των κοραλλιογενών υφάλων, Vriko Yu

Η ομάδα θαλάσσιων βιολόγων και αρχιτεκτόνων ανέπτυξε έτσι μια σειρά από τρισδιάστατες εκτυπωμένες δομές υφάλου από τερακότα για να βοηθήσουν στην αποκατάσταση των κοραλλιών, παρέχοντας δομικά πολύπλοκα υποστρώματα σε μια υποβαθμισμένη περιοχή.

Τα τρισδιάστατα τυπωμένα πλακίδια υφάλου σχεδιάστηκαν με σκοπό να αποτρέπουν τη συσσώρευση καθίζησης, η οποία είναι μία από τις σημαντικότερες απειλές για τους κοραλλιογενείς υφάλους. Χρησιμοποιήθηκε ένας προσαρμοσμένος αλγόριθμος για την

3D Printed Reef Structures

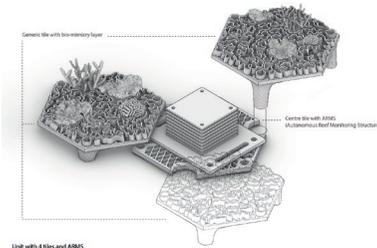


εκτύπωση των βιομμητικών μοτίβων, ενσωματωμένων με χώρους για τη στερέωση θραυσμάτων κοραλλιών.

Αυτή η πιλοτική μελέτη στοχεύει στη διερεύνηση της επιτυχίας της αποκατάστασης με χρήση μονοκαλλιέργειας και πολυκαλλιέργειας τριών ειδών κοραλλιών, δηλαδή της Ακρόπορας, της Πλατύγυρας και της Παβόνας. Η ομάδα του έργου συνέλεξε αποσπάσματα κοραλλιών, τα οποία είναι απίθανο να επιβιώσουν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση, και έδωσε σε αυτά τα θραύσματα κοραλλιών μια δεύτερη ευκαιρία να ευδοκιμήσουν.⁴⁴



Εφαρμογή των δομών στον ωκεανό, AFCD



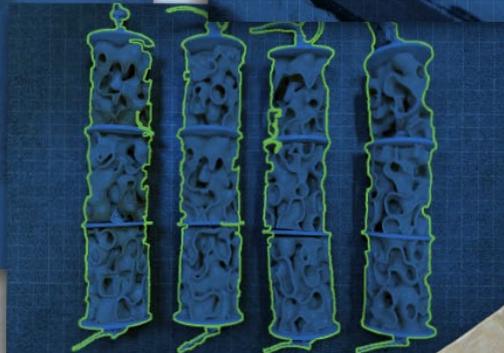
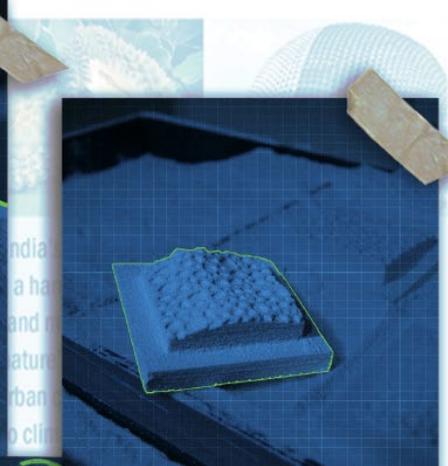
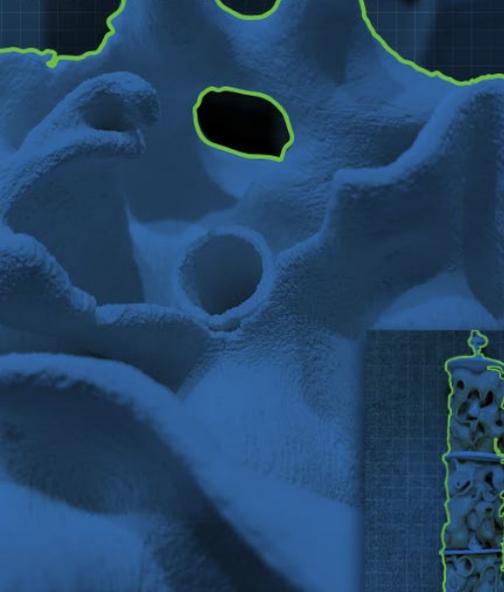
Τρισδιάστατο Πρόπλασμα της δομής, Robotic Fabrication Lab HKU

44 Souza Eduardo, «Rethinking Artificial Reef Structures through 3D Clay Printing», September 14, 2020, <https://www.archdaily.com/947495/rethinking-artificial-reef-structures-through-3d-clay-printing>

4) Underwater Gardens, από Marc García-Durán Huet

Ιδρύοντας το ινστιτούτο Underwater Gardens, ο Marc García-Durán Huet είχε ως πρωταρχικό του σκοπό την διατήρηση του θαλάσσιου οικοσυστήματος μέσω της δημιουργίας πλάνων αποκατάστασης υποβρυχίων οικοσυστημάτων. Χρησιμοποιώντας τον παραμετρικό σχεδιασμό και τις οικολογικές γνώσεις ως βασικά τους εργαλεία, η ερευνητική ομάδα δημιουργεί ευμετάβλητους υφάλους οι οποίοι μέσω της προσαρμογής τους στα φυσικά τοπικά περιβάλλοντα, προωθούν την βιοποικιλότητα καταπολεμώντας τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Έτσι επιτυγχάνεται η αναδιαμόρφωση του κατεστραμμένου οικοσυστήματος και συνεπώς, η δημιουργία μιας συνθήκης διατήρησης των ωκεανών. Σύμφωνα με τον García, σκοπός του ιδρύματος δεν είναι η απλή αποκατάσταση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Στόχος τους είναι η δημιουργία περιβαλλόντων που προωθούν την βιοποικιλότητα, καθώς και η ενθάρρυνση των κοινοτήτων «να μεταβούν από παθητικούς δικαιούχους του ωκεανού σε προληπτικούς διαχειριστές». Η κατασκευή τους πραγματοποιείται μέσω οικολογικών υλικών όπως σκυρόδεμα, γεωπολυμερή και συσσωματώματα με βάση το ανθρακικό ασβέστιο. Με την τοποθέτησή τους στον πυθμένα των ωκεανών οι υφάλοι απαρτίζονται από υλικά όπως το σκυρόδεμα, γεωπολυμερή και συσσωματώματα με βάση το ανθρακικό ασβέστιο. Η πολυμορφία της μορφής τους βασίζεται στην μίμηση των φυσικών ενδιαιτημάτων ενισχύοντας τις φυσικές αναγεννητικές διαδικασίες. Προσαρμόζονται στις τοπικές συνθήκες, με τους υφάλους στη Μεσόγειο Θάλασσα να έχουν διαφορετικές παραμέτρους από αυτούς στην Καραϊβική ή τον Μεγάλο Κοραλλιογενή Ύφαλο της Αυστραλίας ή του Χόνγκ Κόνγκ. Αυτή η διεπιστημονική προσέγγιση έχει οδηγήσει σε πέντε πιλοτικά έργα στη Νορβηγία, τη

*Coral Carbonate



offers a promising av-
to achieve the country's
ustainable Development
(SDGs) while foster-
clusive and sustainable
development.
India's adoption of bio-
riety would represent a

vancements in
energy technolog-
stance, wind turbi-
are designed after hump-
back whale fins, optimising
aerodynamics for increased
efficiency and reduced noise.
WhalePower in Toronto is

noise and energy consump-
tion while increasing speed.
This approach aims to make
urban transport more sus-
tainable and efficient. As an

cal... for improved
treatments and diagnostics.
For example, researchers at
the Harvard-MIT Division of
Health Sciences and Technol-

Ο Goad δημιούργησε το Modular Artificial Reef Structure (MARS), με σκοπό να δημιουργήσει μια βάση για τους οργανισμούς που θα επιτρέψουν σε ενδιαιτήματα που καταστράφηκαν από την κλιματική αλλαγή, τη ρύπανση και τις καταστροφικές πρακτικές αλιείας. Για την προσιτή και εύκολη στην εγκατάσταση λύση υποστήριξης φυσικών υφάλων, δημιούργησε πορώδεις κεραμικές μονάδες που σφίγγονται μεταξύ τους προκειμένου να σχηματίσουν τρισδιάστατες δομές πλέγματος.

Water and waste management
Biomimicry offers
for efficient water
and waste proces-
ing inspiration from
leaf. To illustrate,
at RMIT Univer-
sity, researchers de-
veloped a plastic that
traps oils and dirt
particles.
Lotus effect
Lotus leaves have
a self-cleaning prop-
erty due to their
microscopic structure.
This structure repels
water and dirt, making
the leaves stay clean.
This principle is used
in self-cleaning sur-
faces, such as paint
and fabrics.
Biomimicry in
architecture
Architects are in-
spired by nature to
create sustainable
buildings. For exam-
ple, the Eastgate Cen-
ter in Harare, Zim-
babwe, is designed
after a termite moun-
tain. The building's
ventilation system
mimics the way ter-
mites regulate the tem-
perature and humidity
of their mounds. This
design allows the cen-
ter to use less energy
for cooling and heat-
ing compared to con-
ventional buildings.
Another example is
the Ghera in Mumbai,
India, which is de-
signed on biomimicry
principles. Taking
inspiration from ants,
the building's cooling
system mimics the way
ants regulate the tem-
perature of their nests.
The building uses a
natural ventilation
system that allows air
to flow through the
building, keeping it
cool and comfortable
without the need for
air conditioning.
Biomimicry is also
used in sustainable
energy. For example,
solar panels are de-
signed to mimic the
structure of leaves to
capture more light.
Wind turbines are
designed to mimic the
shape of bird wings to
capture wind energy
more efficiently.
Biomimicry is a
powerful tool for cre-
ating sustainable
solutions. By learning
from nature, we can
develop technologies
that are more efficient,
resilient, and sustain-
able.

Architecture and
construction
Biomimicry offers
inspiration for
sustainable build-
ing materials, such
as self-healing con-
crete. In Mumbai,
India, a building de-
signed on biomimicry
principles. Taking
inspiration from ants,
the building's cooling
system mimics the way
ants regulate the tem-
perature of their nests.
The building uses a
natural ventilation
system that allows air
to flow through the
building, keeping it
cool and comfortable
without the need for
air conditioning.
Biomimicry is also
used in sustainable
energy. For example,
solar panels are de-
signed to mimic the
structure of leaves to
capture more light.
Wind turbines are
designed to mimic the
shape of bird wings to
capture wind energy
more efficiently.
Biomimicry is a
powerful tool for cre-
ating sustainable
solutions. By learning
from nature, we can
develop technologies
that are more efficient,
resilient, and sustain-
able.

cleaning the surfaces. This approach not only enhances sustainability...

grates surround...

Through extensive research, which nature-inspired solutions are most effective? Considering the benefits of nature-inspired solutions, we initially posed the question: Is Biomimicry the Future of India's Sustainability Solutions? Yes. Biomimicry has taken significant strides in several industries. India's investment in this direction can pave the way to the future of sustainability. However, has India Untapped the Full Potential of Nature-Inspired Innovations? While the country has made notable progress in nature-inspired solutions across various sectors, it remains a challenge to scale these solutions. In the future, research and development of biomimicry solutions can harness the power of nature to create more effective and sustainable solutions on their own.

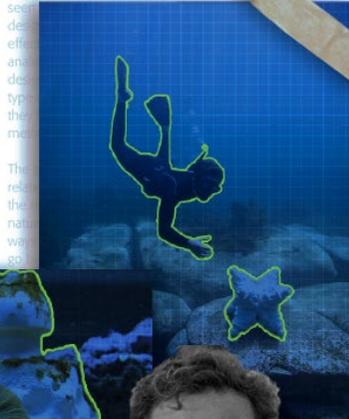
When it comes to industrial design education, it is not just about the technical aspects of design, but also about the creative and innovative aspects. The relationship between nature and design is a complex one, and it is one that is being explored more and more in the field of industrial design.

The use of Natural Analogy increases dramatically in various fields, it is not in demand that much for industrial design. It is observed that the industrial product design process is becoming more and more nature-inspired.

(The writer is an ICFAI Business School, Hyderabad and Co-founder of Byrrit Business Solutions)

Τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντικείμενα Coral Carbonate έχουν κυλινδρικά σώματα με πορώδεις, βραχώδεις επιφάνειες. Αυτές οι μορφές διαμορφώνονται βάσει της μορφής φυσικών κοραλλιογενών σκελετών, οι οποίοι είναι επίσης κατασκευασμένοι από ανθρακικό ασβέστιο και λειτουργούν ως θεμέλια όλων των δομών κοραλλιογενών υφάλων. Όπως και οι κοραλλιογενείς σκελετοί, αυτές οι μονάδες ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των υφάλων επειδή οι γωνίες και οι σχισμές στην επιφάνειά τους λειτουργούν ως σπίτια για την άνθηση των πολυπόδων των κοραλλιών και της θαλάσσιας ζωής.

When it comes to industrial design education, it is not just about the technical aspects of design, but also about the creative and innovative aspects. The relationship between nature and design is a complex one, and it is one that is being explored more and more in the field of industrial design.



The use of Natural Analogy increases dramatically in various fields, it is not in demand that much for industrial design. It is observed that the industrial product design process is becoming more and more nature-inspired.

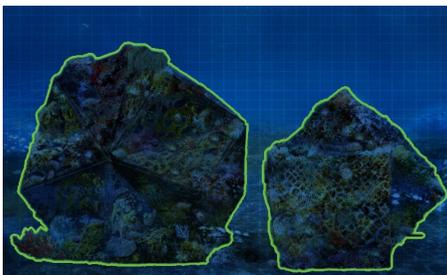
The use of Natural Analogy increases dramatically in various fields, it is not in demand that much for industrial design. It is observed that the industrial product design process is becoming more and more nature-inspired.



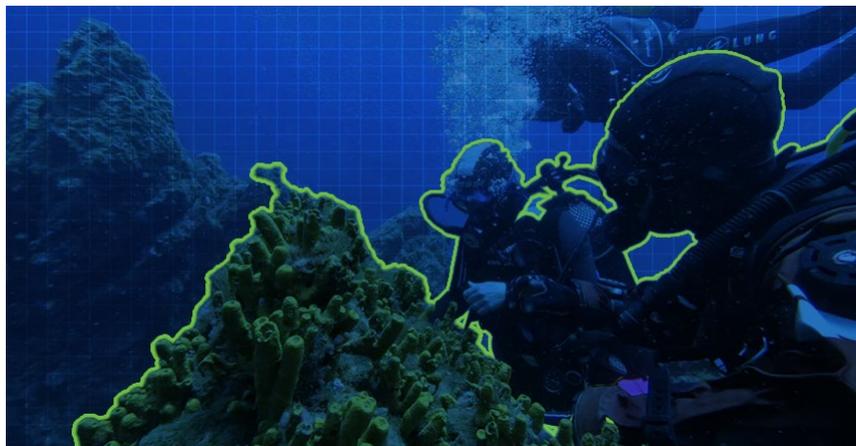
*** Lego Coral Reefs**

3 κεφάλαιο

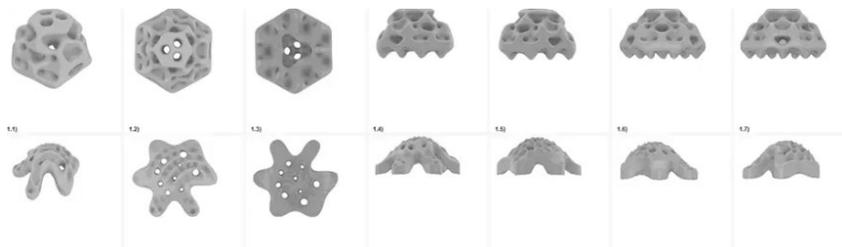
Δανία, το Ισραήλ, την Καταλονία και τις Κανάριες Νήσους, καθένα από τα οποία είναι προσαρμοσμένο στις μοναδικές οικολογικές ανάγκες της περιοχής. Τα δεδομένα που συλλέγονται από το νεόδμητο περιβάλλον τροφοδοτούν το Reefhorper, δημιουργώντας έναν αυξανόμενο κατάλογο σχεδίων για διαφορετικές οικοζώνες, προωθώντας τον τομέα της υποβρύχιας διαμόρφωσης τοπίου.



Τμήματα των τεχνητών υφάλων, Underwater Gardens International



Όψη κοραλλιών προσκολλημένα σε βράχους, Underwater Gardens International

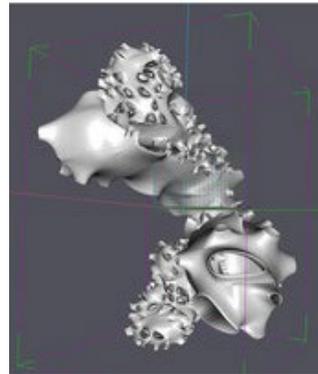
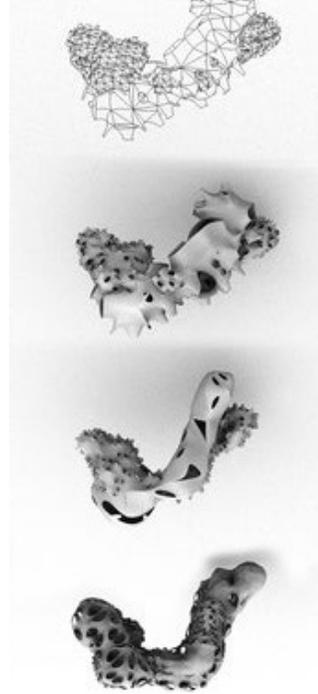


Πολλαπλές παραλλαγές αποδοχέων κοραλλιογενών υφάλων, Underwater Gardens International

5) Bio-Shelters Reef Habitats στο λιμάνι του Sydney

Τα Bio-Shelters, αποτελούν ένα διεπιστημονικό έργο το οποίο εστιάζει στην ανάπτυξη οικοτόπων και συγκεκριμένα υποδοχέων κοραλλιογενών υφάλων. Μέσω της διαδικασίας εφαρμογής αρχιτεκτονικών μεθόδων και προηγμένων υπολογισμών μέσω διαρκούς ενημέρωσης του σχεδιασμού, η έρευνα αυτή αποτελεί το έναυσμα πολλαπλών σεναρίων μέσω της σχέσης του αστικού δομημένου τοπίου και του ευρύτερου οικοσυστήματος. Εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο οι εκτεταμένες τεχνικές μοντελοποίησης μπορούν να εφαρμοστούν σε ευαίσθητα φυσικά περιβάλλοντα, απειλούμενα από την ταχεία αστικοποίηση.⁴⁵

Κάθε BioShelter είναι κατασκευασμένο από καλούπι ανακυκλωμένου πλαστικού το οποίο έχει εκτυπωθεί μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης και γεμίζεται με μείγμα σκυροδέματος το οποίο ενισχύεται με θρυμματισμένα κελύφη στρειδιών. Έχουν διαστάσεις περίπου έξι επί δύο μέτρα και ύψος 90 εκατοστά και χωρίζονται σε 25 μεμονωμένα πάνελ. Τα BioShelters εγκαταστάθηκαν πρόσφατα στη νέα τοποθεσία της ψαραγοράς του Σίδνεϊ στο Glebe, μια περιοχή όπου οι φυσικοί βιότοποι έχουν χαθεί λόγω της αστικής ανάπτυξης.⁴⁶ Το λιμάνι του Σίδνεϊ επιλέχθηκε ως σημείο παρέμβασης λόγω της αξιοσημείωτης βιοποικιλότητας που εμπεριέχεται σε αυτόν. Αναλογικά με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, δεδομένα για την μορφογένεση υβριδικών μορφών, συλλέγονται από την βιολογία για την περιγραφή τυπολογιών θαλάσσιων

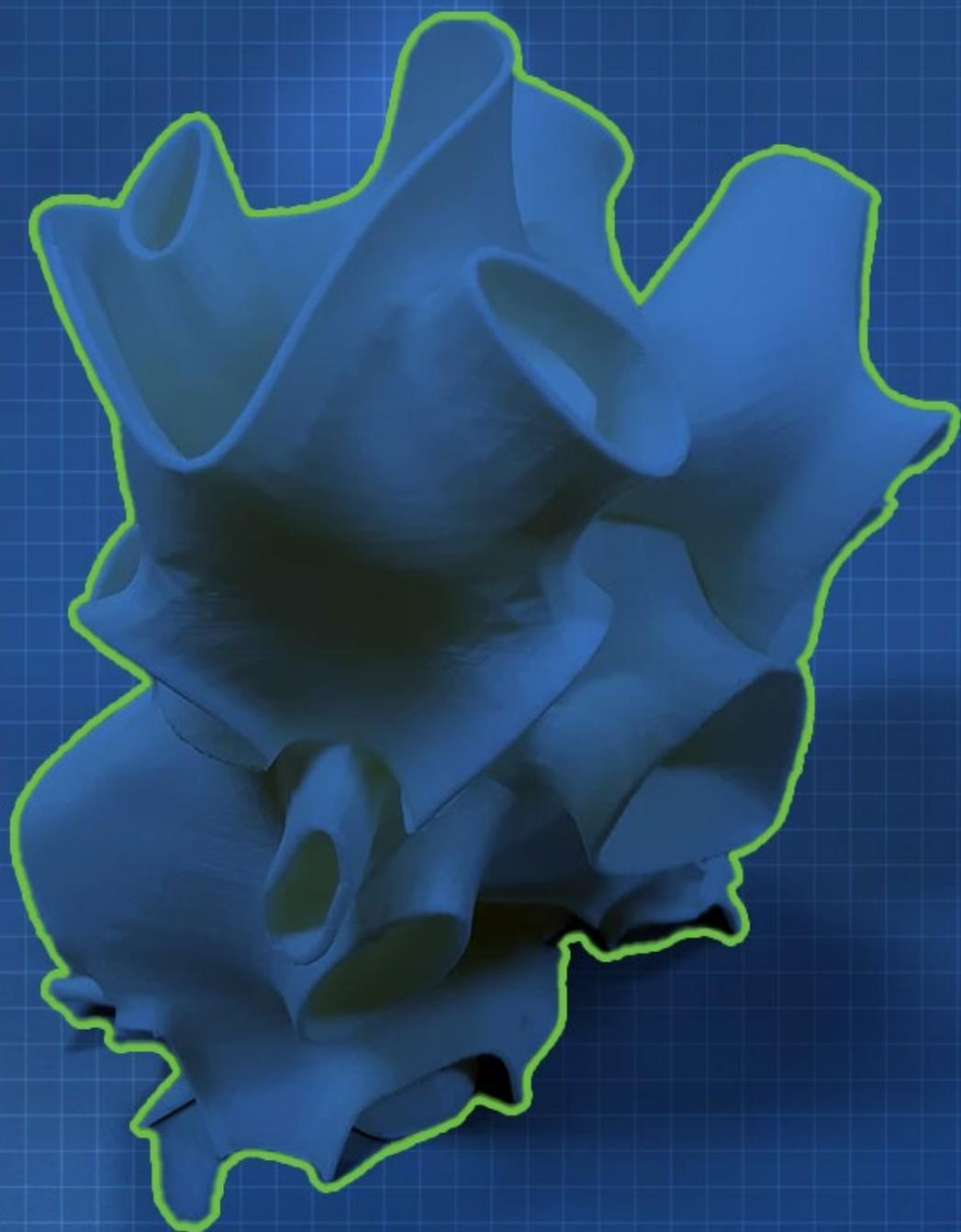


Μορφογενητική διαδικασία παραγωγής προπλάσματος, <https://yzarch.wordpress.com/2016/12/14/bio-shelters-designing-reef-habitats-at-the-sydney-harbour-uns-w-2016/>

45 Haeusler Hank M., Zavoleas Y., «Extended Modeling. Dynamic Approaches Applied to Design Reef Habitats at Sydney Harbour », conference paper published in September 2017

46 Belinda Henwood, Ben Knight, UNSW newsroom, «3D printing marine habitats for Sydney Harbour species», 26/09/2025

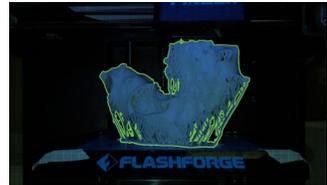
Bio-Shelter Reef Habitats



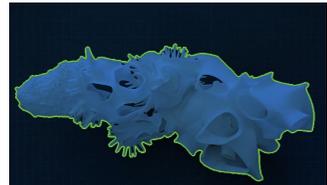
οικοτόπων σε συνδυασμό με τις μεταβλητές του τοπίου. Τα πρώτα σχέδια των προτύπων σχεδιαστήκαν ψηφιακά και στην συνέχεια πρωτοτυποποιήθηκαν σε μικροσκοπικό μέγεθος χρησιμοποιώντας 3D εκτυπωτές καθώς η διαδικασία ενημερώνεται διαρκώς από τα σχόλια ειδικών. Τα φυσικά αντικείμενα εκτυπωθήκαν αρχικά με την χρήση νημάτων PLA με σκοπό την κατανόηση της μορφής και μετέπειτα εκτυπωνόντουσαν σε διάφορες κλίμακες μέσω ενός μύλου CNC που μέσω της χαόνης του δένειμε ένα μείγμα πηλού με θραύσματα κελυφών στρειδιών.⁴⁷ Αυτό που διαφοροποιεί το BioShelters είναι η χρήση υπολογιστικού σχεδιασμού και ρομποτικής κατασκευής για τη δημιουργία λύσεων, ειδικά για κάθε τοποθεσία. Οι αποικίες των στρειδιών χτίζονται πάνω σε άλλα κελύφη στρειδιών. Τα BioShelters ενσωματώνουν αυτή την φιλοσοφία βιοαξιοποιώντας ανακτημένα κελύφη στρειδιών στο δομικό υλικό, υποστηρίζοντας τον αποικισμό και το έργο ανοικοδόμησης και αποκατάστασης ενός σημαντικού θαλάσσιου οικοσυστήματος.⁴⁸ «Χρησιμοποιούμε θρυμματισμένα κελύφη στρειδιών από την ψαραγορά ως αδρανές υλικό στο σκυρόδεμα αντί για βότσαλα ή βράχους», δήλωσε ο καθηγητής Haeusler⁴⁹ Το έργο γεννήθηκε το 2016 σε μια συλλογική προσπάθεια μεταξύ ειδικών στην αρχιτεκτονική, τον υπολογιστικό σχεδιασμό, τη θαλάσσια βιολογία και τη μηχανική. Προηγούμενη έρευνα από θαλάσσιους βιολόγους προσδιόρισε τις περιβαλλοντικές συνθήκες που απαιτούνται για τρία είδη που σχημα-

τίζουν οικοτόπους - το στρείδι του Σίδνεϊ, τα ιθαγενή τριχωτά μύδια και ένα είδος ιθαγενούς φυκιού. Ο απώτερος στόχος των BioShelters είναι η χρήση τους σε λιμάνια παγκοσμίως.⁵⁰

Η υλοποίηση των πρότζεκτ που αναλύθηκαν προηγουμένως, αποτελεί μια σοβαρή, απτή απόδειξη στο πώς η εφαρμοσμένη μελέτη σε συνδυασμό με την διεπιστημονική συνεργασία ποικίλων κλάδων, συμπεριλαμβανομένης της αρχιτεκτονικής, μπορούν να δημιουργήσουν το υπόβαθρο αναγέννησης των θαλάσσιων ενδιαιτημάτων. Όλα τα παραδείγματα, παρά την χρήση διαφορετικών υλικών και αναστασιατικών εργαλείων, ακολουθούν την ίδια διαδικασία βιομίμησης. Μια λογική Bottom Up, στην οποία το κάθε πρότζεκτ ξεκινάει με την ανάλυση του βιολογικού προτύπου των κοραλλιογενών υφάλων, επιτυγχάνει την βαθύτερη κατανόηση του και έπειτα μέσω της αφαιρετικής μεθόδου αξιοποιεί τα δεδομένα για την δημιουργία του τελικού προϊόντος, τους τεχνητούς υφάλους.



Παραγωγή προπλάσματος μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης, <https://yzarch.wordpress.com/2016/12/14/bio-shelters-designing-reef-habitats-at-the-sydney-harbour-uns-2016/>



Πρόπλασμα τεχνητού κοραλλιογενούς υφάλου, <https://yzarch.wordpress.com/2016/12/14/bio-shelters-designing-reef-habitats-at-the-sydney-harbour-uns-2016/>

47 Haeusler Hank M., Zavoleas Y., «Extended Modeling. Dynamic Approaches Applied to Design Reef Habitats at Sydney Harbour », conference paper published in September 2017

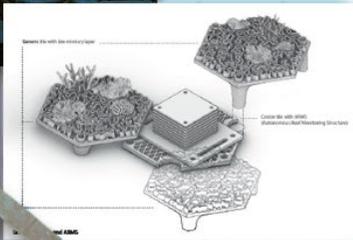
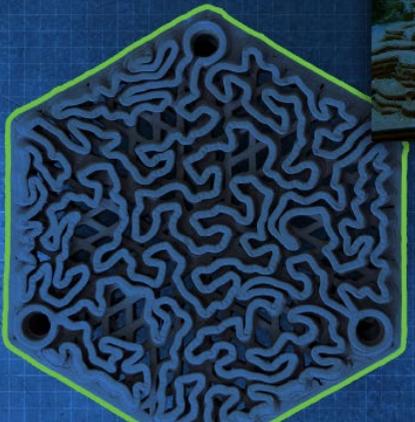
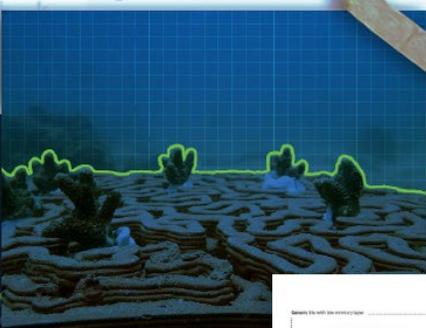
48 Belinda Henwood, Ben Knight, UNSW newsroom, «3D printing marine habitats for Sydney Harbour species», 26/09/2025

49 Belinda Henwood, Ben Knight, UNSW newsroom, «3D printing marine habitats for Sydney Harbour species», 26/09/2025

50 Belinda Henwood, Ben Knight, UNSW newsroom, «3D printing marine habitats for Sydney Harbour species», 26/09/2025

Τα Bio-Shelters, αποτελούν ένα διεπιστημονικό έργο το οποίο εστιάζει στην ανάπτυξη οικοτόπων και συγκεκριμένα υποδοχέων κοραλλιογενών υφάλων. Κάθε BioShelter είναι κατασκευασμένο από καλούπι ανακυκλωμένου πλαστικού το οποίο έχει εκτυπωθεί μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης και γεμίζεται με μείγμα σκυροδέματος το οποίο ενισχύεται με θρυμματισμένα κελύφη στρειδιών. Αυτό που διαφοροποιεί το BioShelters είναι η χρήση υπολογιστικού σχεδιασμού και ρομποτικής κατασκευής για τη δημιουργία λύσεων, ειδικά για κάθε τοποθεσία. Οι αποικίες των στρειδιών χτίζονται πάνω σε άλλα κελύφη στρειδιών. Τα BioShelters ενσωματώνουν αυτή την φιλοσοφία βιοαξιοποιώντας ανακτημένα κελύφη στρειδιών στο δομικό υλικό, υποστηρίζοντας τον αποικισμό και το έργο ανοικοδόμησης και αποκατάστασης ενός σημαντικού θαλάσσιου οικοσυστήματος.

Agenda for Sustainable Development, may enhance



*3D Printed Reef Structures

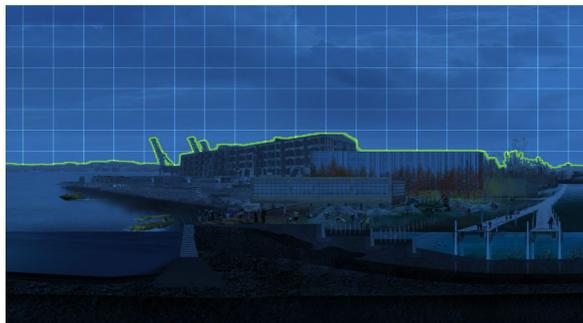


3.2 ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ OYSTERTECTURE PROJECT ΩΣ ΑΠΤΗ ΑΦΟΡΜΗ ΠΑΡΑΚΙΝΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Μέσα στο παράδειγμα BioShelters που αναλύθηκε προηγουμένως, λόγος έγινε για τα στρείδια και τις δομές που δημιουργούν. Τα στρείδια, όπως και οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, αποτελούν σημαντικό κομμάτι θαλάσσιου οικοσυστήματος. Αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα φίλτρα του υδάτινου στοιχείου, με το κάθε στρείδι να έχει την δυνατότητα να φιλτράρει έως και 100 λίτρα νερού ημερησίως. Παράλληλα, αποτελούν πηγή τροφής για τα ψάρια παρέχοντας σύνθετα ενδιατήματα για άλλα ασπόνδυλα είδη.⁵¹ Η υπερκατανάλωση των στρειδιών σε συνδυασμό με την μόλυνση των θαλάσσιων υδάτων οδήγησε στην μείωση του πληθυσμού τους, καταστρέφοντας έτσι ένα από τα πιο αναγκαία φυσικά φράγματα σε φαινόμενα όπως το τσουνάμι. Η παρακάτω αρχιτεκτονική πρόταση, χρησιμοποιεί την μέθοδο της βιοαξιοποίησης, με σκοπό την δημιουργία μιας υποδομής στην οποία τα στρείδια που αναπαράγονται θα μειώσουν εγγενώς τα μολυσμένα ύδατα, καθώς θα αποτελέσουν φυσικό φράγμα έναντι των έντονων καιρικών φαινομένων στην συνοικία Red Hook του Brooklyn.

Το Oystertecture ή Living Breakwaters, όπως ονομάζεται επίσημα το έργο, αποτελεί μια πρωτοποριακή αναπαραγόμενη υποδομή, κατάλληλη να αντιμετωπίσει τα έντονα καιρικά φαινόμενα που εμφανίζονται παράκτια στην πολιτεία του Staten Island στην

Νέα Υόρκη. Σύμφωνα με τους σχεδιαστές του έργου, η στάθμη της θάλασσας θα συνεχίσει να ανεβαίνει με αποτέλεσμα οι τυφώνες να πλήττουν την ακτή της πόλης με αυξημένη συχνότητα και ένταση. Ένα δίκτυο οπτικών ινών θα συνδέει υποβρύχιες κάμερες με σταθμούς παρακολούθησης στη στεριά. Το σχέδιο είναι να χρησιμοποιηθούν στρείδια για να μειώσουν τον αντίκτυπο των κυμάτων στην ακτή απορροφώντας και διασκορπίζοντας την ενέργειά τους, με την ελπίδα ότι η καταστροφή θα είναι διαχειρίσιμη, ακόμη και αν δεν μπορεί να αποτραπεί πλήρως. Για τον απλό παρατηρητή, η φύση τέτοιων υφάλων μπορεί να μην είναι άμεσα εμφανής. Από τις αρχές της δεκαετίας του 2000, το στρείδι έχει προταθεί ως δείκτης οικολογικής υγείας, και ένα μέλλον με στρείδια παρουσιάζεται ως ένδειξη ότι η πόλη μπορεί να επουλώσει τη σχέση της με τη φύση. Το στρείδι, ως σήμα κουλτούρας της Νέας Υόρκης, χρησιμοποιούταν πέρα από πηγή διατροφής και ως



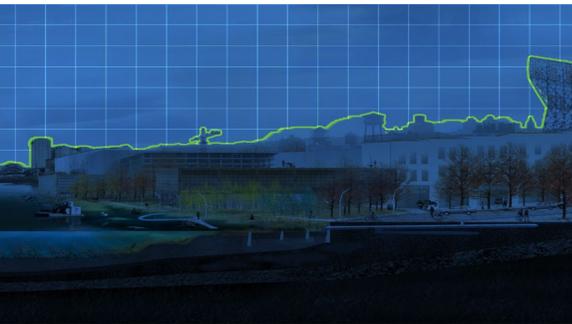
Πανοραμική τομή ανάλυσης του πρότζεκτ, <https://www.scapestudio.com/project>

φυσικό σύστημα φιλτραρίσματος των νερών κατά μήκος των παράκτιων περιοχών. Κατά τη διάρκεια της Χρυσής Εποχής (Gilded Age), οι Νεοϋορκέζοι δεν μπορούσαν να χορτάσουν μόνο από τα στρείδια. Αυτή η υπερκατανάλωση σε συνδυασμό με την συνήθεια να ρίχνουν τεράστιες ποσότητες ανεπεξέργαστων λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων στο νερό οδήγησε στην εξαφάνισή τους. Επιπλέον, λόγω του βεβαρημένου

51 Dominic McAfee «The surprising benefits of oysters (and no, it's not what you're thinking)», 18/02/2018

από την ρύπανση υδάτινου στοιχείου, ο εναπομείναντας πληθυσμός στρειδιών ήταν αδύνατο να φιλτράρει τόσα λίτρα υδάτων, με αποτέλεσμα τα οστρακοειδή να θεωρούνται ακατάλληλα προς κατανάλωση.

Η πρώτη δημόσια έκθεση του Oystertecture, στην έκθεση Rising Currents του Μουσείου Μοντέρνας Τέχνης (MoMA) το 2010, παρουσίασε το σχέδιο δράσης για το άκρως μολυσμένο κανάλι Gowanus, δίπλα στη συνοικία Red Hook του Brooklyn. Το σχέδιο του αρχιτεκτονικού γραφείου SCAPE, με επικεφαλής την Kate Orff, τοποθετούσε τα στρείδια στον ρόλο του καθαρισμού των ρυπασμένων υδάτων, της ενίσχυσης της θαλάσσιας ζωής και της προστασίας των ακτών του Red Hook από τις πλημμύρες. Τα στρείδια στο συγκεκριμένο έργο συμβάλλουν στην δημιουργία εκτεταμένων υφάλων, μέσω των οποίων θα μπορούσαν να αναγεννηθούν παλαιότερες πρακτικές της Νέας Υόρκης όπως το ψήσιμο στρειδιών, οι περίπατοι σε παραθαλάσσιους



s/oyster-tecture/

πεζόδρομους, και εστιατόρια που σερβίρουν oyster po' boys και τοπικές μπίρες. Το Oystertecture παρουσιάζεται ως ένας τρόπος επανασύνδεσης της πόλης με τη φύση, μέρος ενός πράσινου, μεταβιομηχανικού αστικού τοπίου. Στο αρχικό όραμα, τα στρείδια τοποθετούνταν κάτω από πλωτές αποβάθρες με σκοπό την γέννηση νέων στρειδιών, ως ένα είδος εκκολαπτηρίων, προσβάσιμων στους περιπλανώμενους περιπατητές. Όλα

όμως άλλαξαν μετά τον τυφώνα Sandy, το φθινόπωρο του 2012. Το γραφείο SCAPE, μήτχη στην διαδικασία επαναπροσδιορισμού της δημιουργία υφάλων από στρείδια μέσα από το πρίσμα της ανθεκτικότητας στην καταστροφή. Η αρχική ειδυλιακή πρόταση αντικαταστάθηκε από την έμφαση στη λειτουργικότητα των υποδομών. Οι νέες προτάσεις περιλάμβαναν την δημιουργία υφάλων ως άμυνα προστασίας από τα έντονα καιρικά φαινόμενα γύρω από την περιοχή του Staten Island. Για να λειτουργήσει αυτή η υποδομή, αυτό που έχει σημασία δεν είναι το μεμονωμένο στρείδι, αλλά το σύνολο της ύπαρξης του είδους του—ακόμη και μετά τον θάνατό του. Εξάλλου το στρείδι δεν παύει ποτέ να έχει υποδομική αξία αφού:

Ο σκελετός του συνεχίζει να ενισχύει τον ύφαλο.

Τα νέα στρείδια προσκολλώνται στα κελύφη των παλιότερων γενεών.

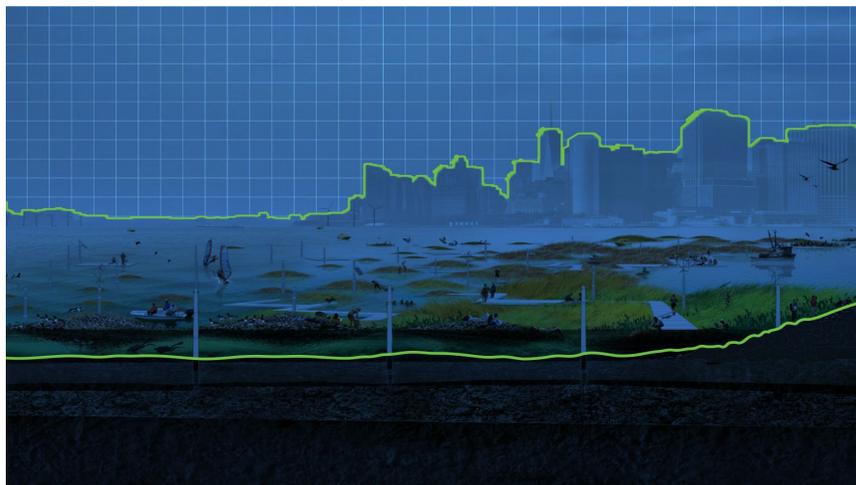
Ο ύφαλος αναπτύσσεται διαρκώς, προσαρμοζόμενος στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Αυτό που καθιστά αυτή την ιδέα τόσο ενδιαφέρουσα προς μελέτη, είναι η ίδια η φύση που μοιάζει σαν να μας προσφέρει λύση στην μεταβαλλόμενη κλιματική κρίση. Το ζήτημα που τίθεται όμως αυτό το project δεν είναι τι είναι τα στρείδια, αλλά το τι κάνουν. Χαρακτηριστικά αναφέρουν ότι:

«Τα στρείδια δεν είναι πλέον τροφή. Είναι μηχανές απορρόφησης ενέργειας κυμάτων. Επιπλέον δεν είναι μόνο μια παράδοση. Είναι μια βιολογική τεχνολογία κλιματικής προσαρμογής.»

Το Oystertecture ανήκει σε μια νέα γενιά ανθεκτικών υποδομών που έχουν σχεδιαστεί όχι για να φέρουν αλλαγή, αλλά για να απορροφούν τις κρίσεις και να κρατούν την κοινωνία σταθερή.⁵²

52 Wakefield, S. & Braun, B. Forthcoming Oystertecture: infrastructure, profanation, and the sacred figure of the



Προοπτική τομή ανάλυσης του πρότζεκτ, <https://www.scapestudio.com/projects/oyster-tecture/>



Μακέτα τμήματος της περιοχής, <https://www.scapestudio.com/projects/oyster-tecture/>

end of reSEARCH

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η σχέση μεταξύ φύσης και αρχιτεκτονικής όπως αναλύθηκε σε αυτό το δοκίμιο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως συμβιωτική αφού, όσο υπάρχει η εξέλιξη του οικοσυστήματος άλλο τόσο θα υπάρχει και εξέλιξη στην επιστήμη της αρχιτεκτονικής. Έτσι προκύπτει η θέση ότι η αρχιτεκτονική δεν είναι μια στατική επιστήμη αλλά μια δυναμική εφαρμογή μεταβλητών του χώρου. Ο τρόπος με τον οποίο μιμούμαστε την φύση ποικίλλει ανάλογα με τον σκοπό του εκάστοτε δημιουργού. Προκειμένου όμως να ξεκαθαριστούν αυτές οι διεργασίες σημαντική είναι η κατηγοριοποίησή τους.

Μέσω της ανάλυσης των ορισμών του δεύτερου κεφαλαίου, μπορούμε να κατανοήσουμε τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στους βιοκλάδους καθώς και να ανακαλύψουμε απόλυτα την σημαντικότητα της φύσης. Υπήρχε πολύ πριν από εμάς, φιλοξενώντας διεργασίες που πολλές φορές ήταν ετερόκλητες μεταξύ των οργανισμών που κατοικούσαν σε αυτήν, καταφέροντας παρόλα αυτά να βρίσκει πάντα μηχανισμούς κάλυψης των αναγκών τους. Ότι δεν χρισίμευε στις διεργασίες αυτές, ανακυκλώνταν ή μετατρεπόταν προς εξυπηρέτηση κάποιας άλλης ανάγκης.

Ακολουθως, μέσα από την μελέτη των τριών παραδειγμάτων, δίνεται σαφέστερα η απάντηση στα ερωτήματα που τεθήκαν προηγουμένως για την δεύτερη ενότητα που αναλύθηκαν οι όροι της υλικότητας και της μορφογένεσης. Πώς από τον κλάδο της αναπτυξιακής βιολογίας και της οικολογίας καταφέρνουμε να οπτικοποιήσουμε τα δεδομένα μας σε μορφή και πώς να ερμη-

νεύσουμε τα συστήματα της φύσης με σκοπό την αξιοποίηση λιγότερων πόρων. Επίσης σημαντική, είναι η αναφορά στα τεχνολογικά μέσα καθώς χάρη σε αυτά μπορούμε να ανακαλύψουμε ποιότητες και ιδιότητες υλικών που με την χρήση φυσικών μοντέλων θα ήταν αδύνατο. Οι υπολογιστικές διαδικασίες έρχονται μέσω αυτών των μέσων να μας διευκολύνουν στην εύρεση και εφαρμογή των ιδανικότερων βιομημητικών λύσεων σε περιβαλλοντικά προβλήματα. Για αυτό οι δύο έννοιες θεωρούνται αλληλένδετες, με την ταυτόχρονη συμβολή τους να επιτυγχάνεται στην δημιουργία δυναμικά παραγόμενων μορφών. Όλες αυτές οι σχεδιαστικές συνιστώσες, έρχονται να αλληλεπιδράσουν με την πραγματικότητα του φυσικού κόσμου προκειμένου να συμπεριλάβουν περισσότερες αντιληπτικές και βιωματικές δυνατότητες επαναπροσδιορίζοντας την έννοια της αρχιτεκτονικής σύνθεσης.

Μέσα από τα παραδείγματα που αναλύονται στο τρίτο κεφάλαιο, καταλήγουμε στην αρχή έμπνευσης του θέματος αυτής της ερευνητικής. Οι κοραλλιογενείς ύφαλοι, ένας από τους σημαντικότερους βιοτόπους που υπάρχουν στην φύση, υπεύθυνοι για την φιλοξενία θαλάσσιων οργανισμών ως ενδιαιτήματα, προσφέρουν στον άνθρωπο ένα απτό φράγμα προστασίας έναντι των περιβαλλοντικών συνθηκών όπως το τσουνάμι και πηγή διατροφής των κατοίκων που ζούνε γύρω από αυτούς. Ένας τόσο σημαντικός οργανισμός για το οικοσύστημα, οδεύει προς την εξαφάνιση λόγω καταστροφικών επιπτώσεων που έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα στο περιβάλλον τους. Για αυτό ο άνθρωπος οφείλει, ένα τόσο σημαντικό περιβαλλοντικό τμήμα, να το προστατεύσει από περαιτέρω καταστροφή και να επιφέρει την αναγέννηση και ευδοκίμησή του. Πέρα από την συμβολή βιολόγων που μελετούν αυτούς τους οργανισμούς σημαντική είναι και η ενσωμάτωση σχεδιαστικών παραμέτρων από αρχιτέκτονες, οι οποίοι μέσω της αξιοποίησης σχεδιαστικών εργαλείων καταφέρνουν να σχεδιάσουν

human, Hetherington, K. Infrastructure, Environment, and Life in the Anthropocene. Durham, Duke University Press.

βάσεις υποδοχής για κοράλλια των οποίων το περιβάλλον έχει καταστραφεί.

Μέσα από την ανάλυση τέτοιων παραδειγμάτων καταλήγουμε σε ακόμα έναν οργανισμό των οποίων το οικοσύστημα έχει καταστραφεί αλλά λόγω της αυτονομίας του μπορεί να βιοαξιολογηθεί. Ο λόγος για τα οστρακοειδή, όπως είναι τα στρείδια, γίνεται προκειμένου να δημιουργηθούν δομές που μπορούν αντίστοιχα να αποτελέσουν φυσικό φράγμα στις περιβαλλοντικές συνθήκες και να βελτιώσουν τις ήδη υπάρχουσες συνθήκες, όπως είναι το φιλτράρισμα του νερού. Μέσω της μελέτης των ιδιοτήτων του, το αρχιτεκτονικό γραφείο S-CAPE έρχεται να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες μέσα στις οποίες το στρείδι θα αναπαραχθεί και θα συμβάλει στην δημιουργία φράγματος από φαινόμενα όπως πλημμύρες, καθώς και να επαναφέρει ένα κομμάτι κοιλτούρας των Αμερικάνων που είχε εξαφανιστεί. Αυτές οι προθέσεις επιτυγχάνονται μέσω της δημιουργίας ενός πάρκου αφιερωμένου στα στρείδια.

Το παράδειγμα της φύσης αποτελεί το κορυφαίο πρότυπο μίμησης στο πώς μπορεί ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο τοπίο να εντάξει μέσα του ετερογενείς συνιστώσες χωρίς να μεταβάλλει την προκαθορισμένη διαδικασία αναδιαμόρφωσης του. Αυτή την διαρκή διαδικασία μεταβαλλόμενων συνιστωσών προς ένα ακαθόριστο αποτέλεσμα ακολουθεί εν τέλει και επιστήμη της αρχιτεκτονικής. Για αυτό και η σύνδεσή τους είναι άρρηκτα συνδεδεμένη. Παρόλα αυτά η εξέλιξη του ανθρώπινου είδους ως ένας άκριτα επεκτατικός οργανισμός επέφερε στην φύση ταχύτατες αλλαγές που η φύση δεν ήταν ικανή να ενσωματώσει με αποτέλεσμα την σταδιακή καταστροφή της φυσικής ισορροπίας. Το πυκνά δομημένο αστικό τοπίο, πέρα από τον χερσαίο φυσικό κόσμο απειλεί εξίσου και το θαλάσσιο παράγοντα λόγω των παρεμβάσεων που πραγματοποιούνται στο όριο ανθρώπινης δραστηριότητας-φύσης. Για αυτό είναι απαραίτητη η αλλαγή της αντίληψης μας γύρω από την έννοια του δομημένου τοπίου,

προκειμένου να επιτευχθεί η ανάδειξη του ως μια αυτόνομα σχεδιασμένη δομή. Για να καταστεί εφικτό, απαραίτητη είναι η συνδρομή παραγόντων στον σχεδιασμό όπως η βιοαξιοποίηση, η άντληση βιομηχανικών προτύπων και τα τεχνολογικά εργαλεία που διαρκώς εξελίσσονται, προκειμένου να δοθεί στο κτίριο η δυνατότητα να αλληλοεπιδρά με τον κάτοικό του και το περιβάλλον του.

Η φύση χρειάζεται πλέον ανθρώπινες λύσεις για να μην εξαλειφθεί και ο άνθρωπος χρειάζεται έμπνευση από την υπάρχουσα φύση προκειμένου να σώσει το είδος του σε συνάρτηση με το περιβάλλον που τον φιλοξενεί. Ο ενδιάμεσος κρίκος σε αυτή την συνάρτηση μπορεί να θεωρηθεί η αρχιτεκτονική, δείχνοντας μας τον δρόμο μέσα από τον οποίο η αρχιτεκτονική δημιουργία θα μπορεί να αναφέρεται στο αντικείμενο της, ως κάτι διαρκώς εξελισσόμενο, κάτι ζωντανό.

speaking about corals... fast forward to the oysters

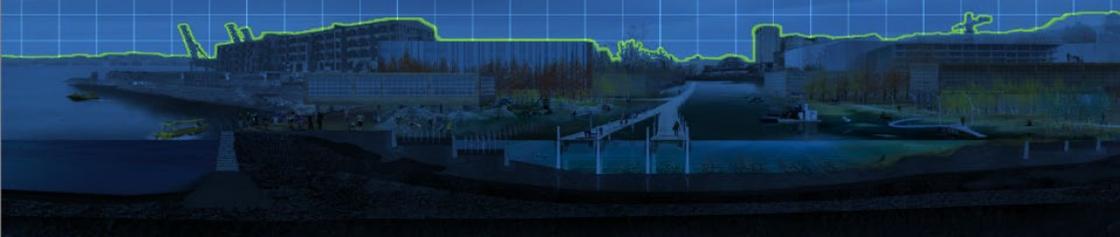
create designs and technologies that address pressing developmental issues. The evolution of biomimicry in India has some well-known examples- the Lotus temple in Delhi that provides cooling comfort, the use of ladybugs instead of pesticides as natural predators in agriculture.

fast forward, biomimicry holds immense potential to revolutionise various Indian industries. From healthcare to education, biomimicry may inspire breakthroughs. One important question is India's potential to reap and benefit from biomimicry. In this article, we recognise the contribution of biomimicry

India's adoption of biomimicry would represent a harmonious blend of traditional knowledge and modern innovation. Biomimicry harnesses nature's time-tested strategies to tackle diverse urban challenges, ranging from resource scarcity to climate resilience. The global urgency around

Η παρακάτω αρχιτεκτονική πρόταση, χρησιμοποιεί την μέθοδο της βιοαξιοποίησης, στην δημιουργία μιας υποδομής στην οποία τα στρείδια που αναπαράγονται θα μειώσουν εγγενώς τα μολυσμένα ύδατα, καθώς θα αποτελέσουν φυσικό φράγμα έναντι των έντονων καιρικών φαινομένων στην συνοικία Red Hook του Brooklyn. Το Oystertecture ή Living Breakwaters, όπως ονομάζεται επίσημα το έργο, αποτελεί μια πρωτοποριακή αναπαράσταση υποδομής, κατάλληλη να αντιμετωπίσει τα έντονα καιρικά φαινόμενα που εμφανίζονται παράκτια στην πολιτεία του Staten Island στην Νέα Υόρκη. Αυτό που καθιστά αυτή την ενδιαφέρουσα προς μελέτη, είναι η ίδια η φύση που μοιάζει σαν να μας προσφέρει λύση σε μια μεταβαλλόμενη κλιματική κρίση. Το Oystertecture ανήκει σε μια νέα γενιά ανθεκτικών υποδομών που έχουν σχεδιαστεί όχι για να φέρουν αλλαγή, αλλά για να απορροφούν τις κρίσεις και να κρατούν την κοινωνία σταθερή.

*Oystertecture Project



water and waste management
Biomimicry offers solutions for efficient water filtration and waste processing by tak-

cleaning the surfaces. This approach not only enhances sustainability but also integrates harmoniously with the surrounding environment.

Exploring Biomimicry

Miray Boga-Akyol, Rector of Istanbul Technical University

Συμπερασματικά



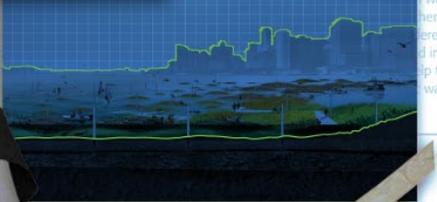
Η σχέση μεταξύ φύσης και αρχιτεκτονικής όπως αναλύθηκε σε αυτό το δοκίμιο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως συμβιωτική αφού, όσο υπάρχει η εξέλιξη του οικοσυστήματος άλλο τόσο θα υπάρχει και εξέλιξη στην επιστήμη της αρχιτεκτονικής. Έτσι προκύπτει η θέση ότι η αρχιτεκτονική δεν είναι μια στατική επιστήμη αλλά μια δυναμική εφαρμογή μεταβλητών του χώρου.

Η φύση χρειάζεται πλέον ανθρώπινες λύσεις για να μην εξαλειφθεί και ο άνθρωπος χρειάζεται έμπνευση από την υπάρχουσα φύση προκειμένου να σώσει το είδος του σε συνάρτηση με το περιβάλλον που τον φιλοξενεί. Ο ενδιαμέσος κρίκος σε αυτή την συνάρτηση μπορεί να θεωρηθεί η αρχιτεκτονική, δείχνοντας μας τον δρόμο μέσα από τον οποίο η αρχιτεκτονική δημιουργία θα μπορεί να αναφέρεται στο αντικείμενο της, ως κάτι διαρκώς εξελισσόμενο, κάτι ζωντανό.

mental sustainability. Another MIT student's study of the Namib Desert beetle's ability to collect water from fog has led to a new water collection device with a goal of providing clean water to communities in arid regions. Biomimicry has taken significant investment in the field, and it can pave the way to a more sustainable future. However, has India 'Untapped the Full Potential of Nature'?



There are different perspectives on the relationship between nature and architecture, but all of them agree that nature is a source of inspiration.



An International Journal

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

•Belinda Henwood, Ben Knight, UNSW newsroom, «3D printing marine habitats for Sydney Harbour species», 26/09/2025

•Benyus Janine M. Book: «Biomimicry: Innovation Inspired by Nature», 1997

• Bernett Allison, «Biomimicry, Bioutilization, Biomorphism: The Opportunities of Bioinspired Innovation», January 17, 2015, <https://www.terrabinbrightgreen.com/blog/2015/01/biomimicry-bioutilization-biomorphism/>

• Bowyer Adrian and Pahl Anja-Karina, from article: «Biomimetics: its practice and theory», p.474

• Crook Lizzie, «Coral skeletons crafted from 3D-printed calcium carbonate could restore damaged reefs», 6 August 2020, <https://www.dezeen.com/2020/08/06/coral-carbonate-reef-skeletons-objects-ideograms/>

• DeLanda Manuel, 'The Machinic Phylum', in TechnoMorphica, V2_Publisher (Amsterdam), 1997

• Dominic McAfee «The surprising benefits of oysters (and no, it's not what you're thinking)», 18/02/2018

• Haeusler Hank M., Zavoleas Y., «Extended Modeling. Dynamic Approaches Applied to Design Reef Habitats at Sydney Harbour », conference paper published in September 2017

• Hensel Michael, Menges Achim, Weinstock Michael, «Morphogenesis and Emergence», (2004–2006)

• Howarth Dan, «Lego-inspired modular structures restore damaged coral reefs»,

March 6 2015, <https://www.dezeen.com/2015/03/06/alex-goat-mars-modular-artificial-reef-structure-restore-damaged-coral-reefs/>

• Jacques Cousteau Predicted Detrimental Change in Coral Reefs, By Laura Rocchio, NASA Goddard Space Flight Center January 26, 2012, <https://scitechdaily.com/jacques-cousteau-predicted-detrimental-change-in-coral-reefs/>

• Knippers, Jan; Nickel, Klaus G.; Speck, Thomas, eds. (2016). Biomimetic research for architecture and building construction: biological design and integrative structures. Cham: Springer

• Loiacono Milan, «What is a Coral Reef? » Oct 15, 2024, <https://www.nasa.gov/general/what-is-a-coral-reef/>

• Lynn Greg, «Folding in Architecture», Wiley Academy

• Menges Achim, «Material Computation», 2012, p.16

• Merrill, Connie Lange (1982). Biomimicry of the Dioxygen Active Site in the Copper Proteins Hemocyanin and Cytochrome Oxidase

• NOAA, « What is the Great Barrier Reef? » <https://oceanservice.noaa.gov/facts/gbirlargeststructure.html>

• NOAA, «Coral reef ecosystems» Last updated February 1, 2019, <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/marine-life/coral-reef-ecosystems>

• Osama Nasir, «From Fungi to Foundations: Mycelium in construction», July 2, 2024, <https://parametric-architecture.com/from-fungi-to->

foundations-mycelium-in-construction/

- Orejas Covadonga & Jiménez Carlos «The Builders of the Oceans – Part I: Coral Architecture from the Tropics to the Poles, from the Shallow to the Deep» December 27, 2016,

- Pawlyn Michael, «How biomimicry can be applied to architecture», May 6, 2016

- Pawlyn Michael, «Development of sustainable design,» Darwin College Lecture, London, 2020.

- Rakshit Arya, «Biomimicry, An Approach Towards to Future of Design and Sustainability», 17/03/2013

- Souza Eduardo, «Rethinking Artificial Reef Structures through 3D Clay Printing», September 14, 2020, <https://www.archdaily.com/947495/rethinking-artificial-reef-structures-through-3d-clay-printing>

- Speck Thomas, Speck Olga, Article: «Process sequences in biomimetic research» p.6-10, 2008

- Vincent, Julian F.V.; Bogatyreva, Olga A.; Bogatyrev, Nikolaj R.; Bowyer, Adrian; Pahl, Anja-Karina (21 August 2006). «Biomimetics: its practice and theory». *Journal of the Royal Society Interface*. 3 (9): 471–482.

- Wakefield, S. & Braun, B. Forthcoming *Oystertexture: infrastructure, profanation, and the sacred figure of the human*, Hetherington, K. *infrastructure, Environment, and Life in the Anthropocene*. Durham, Duke University Press.

- Καραπάνου Βασιλεία, «ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΙΜΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΙΑ ΠΡΟΣΕΓΓ-

ΓΙΣΗ ΣΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»

Ιστοσελίδες:

- <https://www.coralguardian.org/en/coral-reefs-at-risk/>

- <https://www.usgs.gov/programs/cmhrp/news/coral-bleaching-event-can-increase-flood-risk>

- OCEANO MONACO, «Corals Treasures of the Ocean», https://www.oceano.org/en/thematic-pages/the-coral/?utm_source=Google&utm_medium=Grant&utm_campaign=corail-uk&utm_term=coral-reef&gad_source=1&gclid=CjoKCQia_gu5BhCUARisABbMSPs1q_eQZe_6vCNFUaiyuwWEz1oLDdNIoMsjVaKAznzoxJqcmwMjnnsaAssdEALw_wcb

- Article from Pablo Luna research team, title: «What is Biomimicry in Architecture», <https://pablolunastudio.com/what-is-biomimicry-architecture/>

- Coastal and Marine Hazards and Resources Program, August 9, 2023

- Biomimicry Guild (2007) *Innovation Inspired by Nature Workbook*, Biomimicry Guild, April.

- Unknown, <https://www.architonic.com/en/project/arup-biq-house/5101636>, 2013

