



Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ
Διάλεξη 9ου Εξαμήνου

Σπουδαστής: Ανδρέας Κυριάκου
Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτρης Παπαλεξόπουλος

[ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ] _

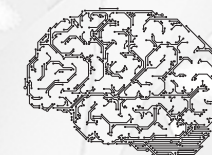
η συνεργατική
διαδικασία
αρχιτέκτονα
και
υπολογιστή

Καθώς η κοινωνία αναγνωρίζει ότι ο κόσμος είναι δομημένος, θεμελιωδώς, από πολύπλοκα φαινόμενα, οι αρχιτέκτονες καλούνται να εφαρμόσουν με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στο σχεδιασμό και την παραγωγή υλικών συστημάτων πρότυπα συστήματα πολυπλοκότητας που συναντάμε στην φύση και τα μαθηματικά. Οι αρχιτέκτονες χρειάζεται να εφοδιαστούν με τις απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες για να μπορούν να εξερευνούν τόσο το φυσικό κόσμο όσο και το ψηφιακό περιβάλλον δεδομένων, που εξελίσσονται με εκθετικά επιταχυνόμενο ρυθμό.¹

Η παρούσα εργασία διερευνά το σημείο σύγκλησης ανάμεσα στην αρχιτεκτονική του συμβατικού υπολογισμού και την υπολογιστική αρχιτεκτονική, επικεντρώνοντας στη σχέση συνεργασίας του αρχιτέκτονα με το ψηφιακό μέσο, τον υπολογιστή.



[ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ] _ η συνεργατική διαδικασία αρχιτέκτονα και υπολογιστή



[ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ]_

η συνεργατική διαδικασία αρχιτέκτονα και υπολογιστή

Σπουδαστής: Ανδρέας Γ. Κυριάκου

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτρης Παπαλεξόπουλος



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
Τομέας IV: Συνθέσεων Τεχνολογικής Αιχμής
Περιοχή Οικοδομικής

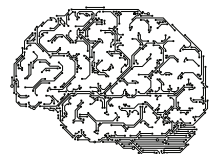
Διάλεξη 9ου Εξαμήνου

Ακαδημαϊκό Έτος: 2012 - 2013

Αθήνα

[ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ] _

η συνεργατική
διαδικασία
αρχιτέκτονα
και
υπολογιστή



Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας ερευνητικής εργασίας ευχαριστώ,

τον καθηγητή μου Δημήτρη Παπαλεξόπουλο για τη βοήθεια, υποστήριξη και καθοδήγηση του

τους φίλους και συμφοιτητές μου για τη βοήθεια τους και την επικοινωνιακή κριτική τους

τους γονείς μου για την υπομονή και τη στήριξη τους.

Ευχαριστώ επίσης το Γιώργο Κουφάκη για την πολύτιμη βοήθεια του στην ανάλυση της ερευνητικής εργασίας «Pneumatic Alien» και την προθυμία του να μου παραχωρήσει υλικό από το προσωπικό του αρχείο.

Εισαγωγή

Πρόλογος |σ.11

Εισαγωγή |σ.12

Στόχος |σ.14

Δομή |σ.15

Μέρος Α

Ψηφιακά συστήματα στο
σχεδιασμό |σ.18

Η αναχρονιστική λογική του
ψηφιακού εργαλείου στη
σχεδίαση |σ.23

Computation vs
Computerization |σ.26

Διερευνώντας την έννοια του
σχεδιασμού - προ-αλγοριθμικές
χωρικές κατασκευές |σ.27

Μια (νέα) σχέση (:) |σ.34

Μέρος Β

B.1 |

Από τη «συστηματική διαδικασία
αριθμητικών χειρισμών», στη
θεωρία Αλγορίθμων - Ο όρος
«αλγόριθμος» |σ.41

Προσεγγίζοντας τον
αλγόριθμο |σ.42

Διαδικασία + Ακρίβεια |σ.45

Κριτήρια - χαρακτηριστικά
αλγορίθμου |σ.46

Η σημαντικότητα της ορθής
ανάλυσης του προβλήματος |σ.48

Περιγραφή και αναπαράσταση
αλγορίθμων |σ.50

Σκεπτόμενοι μαθηματικά |σ.52

Σκεπτόμενοι αλγοριθμικά |σ.54

Πολυπλοκότητα |σ.56

B.2 |

Αναζητώντας τη μορφή |σ.62

Πρόθεση |σ.63

Στρατηγικές αλγοριθμικών
διαδικασιών στον αρχιτεκτονικό
σχεδιασμό |σ.67

Μέρος Γ

The New Elephant House | σ.73

Pneumatic Alien | σ.91

Αποτίμηση

Αποτίμηση | σ.115

Βιβλιογραφία

Έντυπη | σ.122

Ηλεκτρονική | σ.123

Παράρτημα

Παράρτημα | σ.126





**ΕΙΣ
ΑΓΩ
ΓΗ**

Πρόλογος

Καθώς η κοινωνία αναγνωρίζει ότι ο κόσμος είναι δομημένος, θεμελιωδώς, από πολύπλοκα φαινόμενα, οι αρχιτέκτονες καλούνται να εφαρμόσουν με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στο σχεδιασμό και την παραγωγή υλικών συστημάτων πρότυπα συστήματα πολυπλοκότητας που συναντάμε στην φύση και τα μαθηματικά. Οι αρχιτέκτονες χρειάζεται να εφοδιαστούν με τις απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες για να μπορούν να εξερευνούν τόσο το φυσικό κόσμο όσο και το ψηφιακό περιβάλλον δεδομένων, που εξελίσσονται με εκθετικά επιταχυνόμενο ρυθμό.¹

¹ Διάφοροι (ahylo lab), *apo-mechanes_nonlinear computation design strategies*, asprimera publications, Αθήνα, 2010 / σελ. 13

Η παρούσα εργασία διερευνά το σημείο σύγκλησης ανάμεσα στην αρχιτεκτονική του συμβατικού υπολογισμού και την υπολογιστική αρχιτεκτονική, επικεντρώνοντας στη σχέση συνεργασίας του αρχιτέκτονα με το ψηφιακό μέσο, τον υπολογιστή.

Εισαγωγή

Η ψηφιακή τεχνολογία κάνει την εμφάνιση της στη διαδικασία του σχεδιασμού εισάγοντας μια νέα εποχή για την αρχιτεκτονική. Εμπεδώνει σταδιακά την κυριαρχία της, αποσταθεροποιώντας παραδοσιακά σχήματα και πρακτικές και δημιουργεί την αίσθηση μιας ευρείας αλλαγής παραδείγματος στον τρόπο αναπαράστασης, παραγωγής και βίωσης του χώρου. Με άλλα λόγια το πέρασμα από την «εποχή της μηχανής» και την αντίστοιχη μηχανιστική αντίληψη του χώρου - απόρροια των επιτευγμάτων της Βιομηχανικής Επανάστασης - στην εποχή της «επανάστασης της πληροφορίας» και των εικόνων, επιφέρει περαιτέρω ριζικές αλλαγές στο βιοτικό επίπεδο αλλά και στην αντιληπτική κατάσταση των χωρικών δομών.

Στην αρχιτεκτονική, η ψηφιακή τεχνολογία, μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή κυρίως, κάνει την εμφάνιση της με τα προγράμματα CAD (Computer Aided Design). Με την πάροδο του χρόνου και τη συνεχή εξέλιξη των προγραμμάτων αυτών, οι διαδικασίες επιταχύνονται και δίνεται στον αρχιτέκτονα η ευκαιρία να σχεδιάσει αρχιτεκτονικές μορφές που ξεφεύγουν από τις ορθές γωνίες και τις ευθείες γραμμές. Ως αποτέλεσμα, προκύπτει ένα ευρύ φάσμα απόψεων ως προς την επίδραση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην αρχιτεκτονική, από ολοκληρωτική απόρριψη και απαξίωση μέχρι λατρεία και θαυμασμό. Ωστόσο συγκρίνοντας φανατικούς χρήστες του μέσου με αυτούς που είναι απρόθυμοι προς τη χρήση του και παραβλέποντας σημαντικές διαφορές, εντοπίζεται ένα σημαντικό κοινό: υπάρχει μια συμφωνία από όλες τις πλευρές ότι η επίδραση του ηλεκτρονικού μέσου στο σχεδιασμό, είτε επιθυμητή είτε όχι, είναι και θα εξακολουθήσει να είναι σημαντική, βαθιά, έντονη και εκτεταμένη².

² Όπως έχει αναφέρει ο Jean Nouvel «κάθε νέα περίπτωση απαιτεί μια νέα αρχιτεκτονική».

Σήμερα, σε μεγάλο ποσοστό, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής χρησιμοποιείται από τον αρχιτέκτονα ως ένα απλό εργαλείο αναπαράστασης του τελικού προϊόντος της συνθετικής διαδικασίας, την ίδια ώρα που η σχέση αυτή τίθεται σε αμφισβήτηση και αλλάζει χαρακτήρα. Γίνεται κατανοητό ότι η σχέση του χρήστη με το μέσο, είναι μια σχέση επιφανειακή, το μέσο - το εργαλείο

- δεν είναι εντελώς υπό τον έλεγχο του και δε γίνεται πλήρως κατανοητό από αυτόν. Αυτό το είδος σχέσης όμως, περιορίζει την αξιοποίηση των δυνατοτήτων του ψηφιακού μέσου καθώς επίσης και τα όρια της δημιουργικότητας του αρχιτέκτονα.

3. Παπαλεξόπουλος, Δημήτρης.

Η πληροφορική για τον αρχιτέκτονα μηχανικό, Ημερίδα: «Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση του Μηχανικού», Αίθουσα Εκδηλώσεων Κτιρίου Διοίκησης ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2008 / σελ. 1

[...]Για πολύ καιρό απασχόλησε την αρχιτεκτονική η τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση του χώρου και το συνακόλουθο ερώτημα για την σχέση μεταξύ «πραγματικού» και «εικονικού». Η συζήτηση αυτή ανήκει πλέον στην ιστορία της τεχνολογίας [...].³

4. Η αλλαγή παραδείγματος ορίζεται, σύμφωνα με τον Κώστα Τερζιόη ως «μια βαθμιαία αλλαγή στο συλλογικό τρόπο σκέψης»...
Terzidis, Kostas, *Algorithmic Architecture*, Εκδόσεις Elsevier Ltd - Architectural Press, Oxford - UK, 2006 / σελ. 59

Εμφανίζεται λοιπόν επιτακτική η ανάγκη για τη δημιουργία ενός ουσιαστικού «διαλόγου» μεταξύ του αρχιτέκτονα με το ψηφιακό μέσο, ώστε το δεύτερο να μετουσιωθεί από ένα απλό εργαλείο σε ένα πολύτιμο συνεργό. Χρειάζεται, δηλαδή μια ουσιαστική αλλαγή παραδείγματος⁴ στον τρόπο επικοινωνίας του αρχιτέκτονα με την ψηφιακή τεχνολογία. Και όπως σε κάθε μορφή επικοινωνίας μεταξύ δύο (ή και περισσότερων) οντοτήτων χρειάζεται μια «κοινή συμβολική γλώσσα», δηλαδή μια «[...] διαδικασία με την οποία ένας πομπός A (άνθρωπος ή ομάδα) μεταβιβάζει πληροφορίες, σκέψεις, ιδέες ή συναισθήματα σε ένα δέκτη B (άνθρωπος, ομάδα ή ψηφιακό μέσο) με στόχο να ενεργήσει πάνω του με τρόπο ώστε να προκαλέσει σε αυτόν την εμφάνιση ιδεών, πράξεων ή συναισθημάτων και σε τελική ανάλυση να επηρεάσει την κατάστασή του και τη συμπεριφορά του»⁵. Στην περίπτωση μας το στοιχείο που επιτρέπει αυτή την επικοινωνία μεταξύ των δύο ζητούμενων μερών, δηλαδή του αρχιτέκτονα με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, είναι ένας λογικός μηχανισμός, ο αλγόριθμος.

5. Μπουραντάς, Δημήτριος.

Management: Οργανωτική Θεωρία και Συμπεριφορά, Εκδόσεις Team, Αθήνα, 1992
(Από Wikipedia.org, στο λήμμα «Επικοινωνία»)

Ο αλγόριθμος είναι ουσιαστικά μια καλά προσδιορισμένη διαδικασία η οποία, δοθέντος ενός προβλήματος - στην περίπτωση μας ενός αρχιτεκτονικού έργου - παρέχει τις οδηγίες σύμφωνα με τις οποίες τα δεδομένα του προβλήματος μετασχηματίζονται και συνδυάζονται για να προκύψει η λύση. Άρα αντιλαμβάνεται κανείς ότι η περιγραφή του αρχιτεκτονικού έργου με όρους μεταβαλλόμενων στοιχείων και μεταβαλλόμενων σχέσεων οδηγεί σε μια νέα θεώρηση ολόκληρης της συνθετικής διαδικασίας παραγωγής ενός αρχιτεκτονήματος.

Στόχος

Στόχος της εργασίας είναι,

A|

να δείξει ότι η ψηφιακή τεχνολογία χρειάζεται ένα έντονα ενεργητικό ρόλο στη διαδικασία σχεδιασμού, οδηγώντας σε ανεξερευνήτα μονοπάτια και σε μια νέα κατάσταση αρχιτεκτονικής αντίληψης. Έτσι θέτονται κάποιοι προβληματισμοί. Ποια η σχέση της ψηφιακής τεχνολογίας με το σχεδιασμό μέχρι τώρα και που μπορεί να οδηγήσει η στροφή του «ψηφιακού» από την αναζήτηση εικόνων στην αναζήτηση των αδιάσπαστων σχέσεων και των ριζικών αλλαγών στην αρχιτεκτονική πρακτική.

B|

να προσεγγίσει τον μηχανισμό της μετάβασης από το ζήτημα της αναπαράστασης του χώρου στο ζήτημα της παραμετροποίησης του αρχιτεκτονικού αντικειμένου με την βοήθεια της «αλγοριθμικής σκέψης». Ουσιαστικά προσπαθεί να διερευνήσει την διαδικασία του τρόπου ένταξης των ψηφιακών τεχνολογιών στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, μέσα από την αναζήτηση των σχέσεων μεταξύ των μερών που απαρτίζουν ένα αρχιτεκτόνημα. Εξετάζει το ζήτημα της σύλληψης του αρχιτεκτονικού έργου, όχι ως ολοκληρωμένης μορφής αλλά ως ένα λογικό συσχετισμό μεταβαλλόμενων στοιχείων όπου ο αρχιτέκτονας καλείται να ορίσει και να διαχειριστεί με την βοήθεια της ψηφιακής τεχνολογίας και κυρίως του ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Τελικός σκοπός είναι να προσδιοριστεί τι ακριβώς σημαίνει για την αρχιτεκτονική, η εκ βάθους συνεργατική διαδικασία των δύο αυτών μερών.

Δομή

Η εργασία αυτή δομείται σε τρία βασικά μέρη:

Στο **Μέρος Α** περιγράφεται η σχέση της ψηφιακής τεχνολογίας με το σχεδίασμό και διερευνάται η σημασία της υπολογιστικής (computation) διαδικασίας στη σχεδιαστική πρακτική.

Το **Μέρος Β** χωρίζεται σε δύο υπομέρη:

Στο Μέρος Β.1 προσεγγίζονται τα χαρακτηριστικά του αλγόριθμου και εξετάζεται η έννοια της αλγοριθμικής λογικής και διαδικασίας.

Το Μέρος Β.2 επικεντρώνεται ειδικότερα στη σχέση του αλγόριθμου με το σχεδίασμό.

Στο **Μέρος Γ** αναλύονται εφαρμογές αλγοριθμικών διαδικασιών στο σχεδίασμό, μέσα από την περιγραφή δύο παραδειγμάτων.



Håvard Vasshaug,
Computational Design in Revit: Work Inspired by Sang Hoon Kim
<http://vasshaug.net/2013/04/15/computational-design-in-revit-work-inspired-by-sang-hoon-kim/>

LA



Ψηφιακά συστήματα στο σχεδιασμό

Ξεκινώντας, θα επιχειρήσω μια πολύ συνοπτική περιγραφή ψηφιακών συστημάτων τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως στον σχεδιασμό. Αυτά τα συστήματα θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι αντικατοπτρίζουν το αποτέλεσμα της επανάστασης της τεχνολογίας στη διαδικασία του σχεδιασμού. Ωστόσο ανήκουν πλέον στο παρελθόν, ασχολούνται ως επί το πλείστον με ζητήματα απλής αναπαράστασης του χώρου και έχουν ένα γενικότερο παθητικό ρόλο όσον αφορά τη διαδικασία του σχεδιασμού.

Θα ήταν όμως παράλειψη να μην αναφερθώ καθόλου σε αυτά για δύο λόγους. Ο πρώτος έχει να κάνει με την σημαντική αλλαγή που επέφεραν στην διαδικασία του σχεδιασμού, αφού αντικατέστησαν τις παραδοσιακές μεθόδους και οδήγησαν σε μια παραγωγικότερη, γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη διαδικασία σχεδίασης. Έδωσαν στους αρχιτέκτονες την ευκαιρία να εξερευνήσουν μορφές και φόρμες που μέχρι πριν την εμφάνιση των ψηφιακών τεχνολογιών, ήταν αδύνατες τόσο στη σύλληψη όσο και στην εξερεύνηση αλλά βεβαίως και στην κατασκευή. Ο δεύτερος λόγος, έχει να κάνει με το γεγονός ότι όλα χαρακτηρίζονται από μια κοινή λογική στην αντιμετώπιση της σχεδίασης. Αποτελούν μεν εξελιγμένα εργαλεία, ωστόσο ο ρόλος τους στη διαδικασία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι περισσότερο αυτός του εργαλείου και λιγότερο συνεργατικός.

Επικεντρώνομαι σε τρία βασικά ψηφιακά συστήματα,

- Συστήματα CAD (Computer Aided Design)
- Συστήματα CAAD (Computer Aided Architectural Design)
- Συστήματα BIM (Building Information Modeling)

Συστήματα CAD (Computer Aided Design)

Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε στη χρήση των ψηφιακών υπολογιστικών συστημάτων με τη βοήθεια των οποίων μπορούμε να δημιουργήσουμε, να τροποποιήσουμε, να αναλύσουμε ή να βελτιστοποιήσουμε τον σχεδιασμό αντικειμένων. Τα λογισμικά CAD χρησιμοποιούνται για την αύξηση της παραγωγικότητας του σχεδιαστή, τη βελτίωση της ποιότητας του σχεδιασμού, τη βελτίωση της επικοινωνίας του σχεδίου μέσω της τεκμηρίωσης και τη δημιουργία βάσεων δεδομένων για τη διαδικασία της κατασκευής.

Το προϊόν από μια CAD-διαδικασία μπορεί να είναι υπό τη μορφή ηλεκτρονικών αρχείων για εκτύπωση ή εκτύπωση σε ένα τρισδιάστατο υλικό. Η χρήση της διαδικασίας CAD συναντάται σε πολλούς τομείς. Στην ηλεκτρονική σχεδίαση η διαδικασία αυτή είναι επίσης γνωστή με τον όρο EDA (Electronic Design Automation) ή ακόμη με τον όρο CADD (Computer Aided Design and Drafting) και εδώ περιγράφεται κυρίως η διαδικασία δημιουργίας ενός τεχνικού σχεδίου με τη χρήση του λογισμικού για ηλεκτρονικούς υπολογιστές⁶

6. Duggal, Vijay. *CADD PRIMER: A General Guide to Computer Aided Design and Drafting - CADD, CAD, MailMax Publishing, New York, 2000*

Πέρα όμως από το σχεδιασμό αντικειμένων, πραγματικών και δυνητικών, η διαδικασία CAD μπορεί να περιλαμβάνει περισσότερες πληροφορίες εκτός από σχήματα. Το αποτέλεσμα ενός CAD-σχεδίου είναι δυνατόν να παρέχει και συμβολικές/ συμπληρωματικές πληροφορίες όπως υλικά, επεξεργασίες, διαστάσεις, αντοχές κλπ, ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις/ προδιαγραφές της εργασίας.

7. Farin, Gerald, Hoschek, Josef, Kim, Myung Soo. *Handbook of Computer Aided Geometric Design*, Εκδόσεις North Holland, Amsterdam, 2002 (Από Wikipedia.org, στο λήμμα «Computer-aided design»)

Το σύστημα CAD χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό καμπύλων και μορφών στις δύο διαστάσεις ή καμπύλων επιφανειών και στερεών σε τρισδιάστατα αντικείμενα⁷

8. Pottmann, Helmut, Brell, Cokcan, Sigrid, Wallner, Johannes. “Discrete Surfaces for Architectural Design”, στο βιβλίο: **Chenin, Patrick - Lyche, Tom - Schumaker, Larry L.** *Curve and Surface Design: Avignon 2006*, Nashboro Press, 2007 / σελ. 213

Η χρήση του συναντάται σε πολλούς τομείς, όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η ναυπηγική, η αεροναυπηγική καθώς επίσης στο βιομηχανικό και αρχιτεκτονικό σχεδιασμό⁸

Συστήματα CAAD (Computer Aided Architectural Design)

Μετά τη δεκαετία του 1980, η διάδοση των συστημάτων CAD γίνεται ευρέως γνωστή, λόγω της ραγδαίας εξέλιξης των ηλεκτρονικών υπολογιστών και της δυνατότητας χρήσης τους από το κοινό. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές δεν είναι πλέον τεράστια μηχανήματα αλλά προσωπικά εργαλεία. Αυτό σε συνδυασμό με τις δυνατότητες που προσέφεραν τα λογισμικά CAD, εμφανίζεται μια καινούρια ανάγκη «εξειδίκευσης» τους, τουλάχιστον όσον αφορά τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό με την ευρύτερη έννοια. Έτσι εμφανίζεται ο όρος CAAD (Computer Aided Architectural Design), ο οποίος αναφέρεται σε λογισμικά που απευθύνονται αποκλειστικά στις απαιτήσεις των αρχιτεκτόνων με στόχο ένα πιο παραγωγικό σχεδιασμό. Τα συστήματα CAD που αρχικά χρησιμοποιούσαν οι αρχιτέκτονες, αντικατέστησαν μεν το παραδοσιακό σχεδιαστήριο σε μεγάλο βαθμό, αλλά δεν προσέφεραν όλα τα εργαλεία που χρειάζονταν για να ολοκληρώσουν ένα έργο. Έτσι αναπτύχθηκαν τα συστήματα CAAD⁹

⁹ Από Wikipedia.org, στο λήμμα «Computer-aided architectural design»

Τα συστήματα CAAD περιέχουν εξειδικευμένες βάσεις δεδομένων με αντικείμενα συσχετισμένα με οικοδομικά μέρη και κατασκευαστική γνώση και υποστηρίζουν καθαρά τη δημιουργία αρχιτεκτονικών σχεδίων. Σε μια πιο γενική ερμηνεία του όρου, CAAD σημαίνει η χρήση οποιασδήποτε υπολογιστικής τεχνικής ή λογισμικού στον ευρύτερο τομέα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και όχι συγκεκριμένα λογισμικών αποκλειστικά ανεπτυγμένων για αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.¹⁰

¹⁰ ό. π. (όπως παραπάνω)

Πολλές εταιρίες λογισμικών επικέντρωσαν την προσοχή τους ιδιαίτερα στον τομέα της αρχιτεκτονικής, αναπτύσσοντας τα λογισμικά CAAD, με εξειδικευμένα εργαλεία. Χρονοβόρες εργασίες, με τη βοήθεια των λογισμικών αυτών, σήμερα εκτελούνται σε πολύ λιγότερο χρόνο. Τα κυριότερα προγράμματα CAAD που χρησιμοποιούνται ευρέως στο εμπόριο είναι:

- Autodesk AutoCAD Architecture
- Maxon Archicad
- Bentley Microstation

Τα προγράμματα αυτά επιτρέπουν τη σχεδίαση σε δύο διαστάσεις και την αναγωγή τους σε τρισδιάστατα μοντέλα.

Συστήματα BIM (Building Information Modeling)

Με μια γρήγορη ερμηνεία, [...] το BIM είναι μια εξελισσόμενη στο χρόνο μέθοδος απόκτησης γνώσης και συγκέντρωσης πληροφοριών για ένα κτιριακό έργο, προορισμένη να διευκολύνει την ανταλλαγή των πληροφοριών αυτών μεταξύ των μετεχόντων στο έργο καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ή των κύκλων ζωής του έργου.¹¹

Ουσιαστικά είναι η διαδικασία παραγωγής και διαχείρισης δεδομένων ενός κτιρίου κατά την κατασκευή του και περιλαμβάνει τη γεωμετρία του κτιρίου, χωρικές σχέσεις, γεωγραφικές πληροφορίες καθώς και ποσότητες και ποιότητες των οικοδομικών υλικών. Τα συστήματα BIM αναλύουν τα δεδομένα ενός κτιριακού προγράμματος χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα δυναμικά μοντέλα του κτιρίου με στόχο την αύξηση της παραγωγικότητας στο σχεδιασμό και την κατασκευή του. Ένα σύστημα BIM επεξεργάζεται θέματα όπως η «Διαχείριση Κόστους», η «Διαχείριση Έργου» και παρέχει ένα τρόπο παράλληλης επεξεργασίας διαφόρων πτυχών της διαδικασίας παραγωγής.

Ένα πολύ βασικό πλεονέκτημα της διαδικασίας του BIM είναι ότι απαιτεί αλλά και διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ αρχιτεκτόνων και άλλων μελετητών μηχανικών. Τα σχέδια, οι λεπτομέρειες των συμβάσεων, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και άλλες προδιαγραφές για την ποιότητα των κτιρίων, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη καθ' όλη την εξέλιξη της μελέτης ενός έργου, καθώς το κάθε ένα από αυτά επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τα υπόλοιπα. Αυτή η συνεργασία μέχρι σήμερα ήταν χρονοβόρα και δύσκολη. Το BIM καταργεί τους φραγμούς και γεφυρώνει την επικοινωνία μεταξύ του αρχιτέκτονα, του μηχανικού, του διαχειριστή των εγκαταστάσεων, του εργολάβου και του ιδιοκτήτη, παρέχοντας αξιόπιστη διαβίβαση πληροφοριών καθ' όλη τη διάρκεια του έργου.¹²

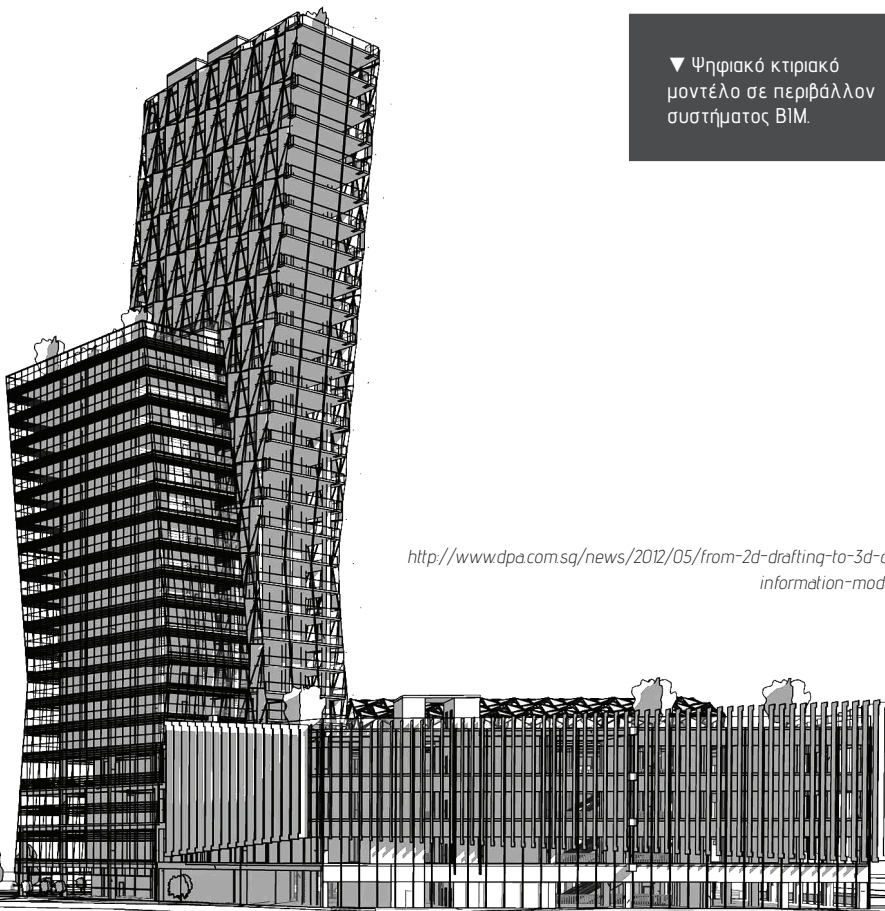
11 Αναγνωστόπουλος, Γεώργιος, ΧΩΡΟΣ_ΧΡΟΝΟΣ_ΧΡΗΜΑ: Building Information Management & Revit, Διάλεξη 2012/7, ΕΜΠ, Αθήνα, Μάρτιος 2012 / σελ. 6

12 Autodesk Official Webpage, "Building Information Modeling", <http://usa.autodesk.com/building-information-modeling/about-bim>

13. van Nederveen, S., Beheshti, R., Willems, P. *Building Information Modelling in the Netherlands: A Status Report*, Συνέδριο «W078 - Special Track 18th CIB World Building Congress May 2010 Salford, United Kingdom», επιμ. Barrett Peter [και συν.], CIB Publication / σελ. 28-39. - CIB WORKING COMMISSION W078 - Information Technology for Construction - 361 / σελ. 30 http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/w078_pub361.pdf

Με άλλα λόγια το Building Information Modeling είναι «η διαδικασία γένεσης και διαχείρισης κτιριακών δεδομένων στη διάρκεια του κύκλου ζωής. [...] Η διαδικασία αυτή παράγει το Building Information Model, το οποίο συμπεριλαμβάνει την κτιριακή γεωμετρία, τις χωρικές σχέσεις, τις γεωγραφικές πληροφορίες, καθώς και τις ποσότητες και τις ιδιότητες των κτιριακών εξαρτημάτων»¹³.

▼ Ψηφιακό κτιριακό μοντέλο σε περιβάλλον συστήματος BIM.



<http://www.dpa.com.sg/news/2012/05/from-2d-drafting-to-3d-digital-information-modelling/>

Η αναχρονιστική λογική του ψηφιακού εργαλείου στη σχεδίαση

14. Βενέρης, Γιάννης. Πληροφορική και Αρχιτεκτονική, Σημειώσεις (Τ.1) για το αντίστοιχο μάθημα του 2^{ου} εξαμήνου της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, 2005 / σελ. 1

Ανεξάρτητα από τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, «ο σχεδιασμός είναι μια διαδικασία με την οποία ο σχεδιαστής δημιουργεί τη συνθετική ιδέα και την απεικονίζει σε μια πρώτη μορφή. Αντίθετα η σχεδίαση ακολουθεί για να συγκεκριμενοποιήσει και να επεξεργαστεί σε λεπτομέρεια τη συνθετική ιδέα»¹⁴. Ο σχεδιασμός θα μπορούσε να ταυτιστεί με τους αγγλικούς όρους Design και Composition, ενώ η σχεδίαση με τον όρο Drafting.

Με την έλευση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στα πεδία της αρχιτεκτονικής και του σχεδιασμού γενικότερα, δημιουργήθηκαν δύο αρκετά διακριτές λειτουργίες:

- Η πρώτη έχει να κάνει με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος με ένα κατάλληλο λογισμικό και μια καθορισμένη διαδικασία - μεθοδολογία, πάντα στα πλαίσια της συνεργασίας με την οντότητα του αρχιτέκτονα (- συν-δημιουργού), θα μπορούσε να συμβάλει στην, ή να δημιουργεί τη σύνθεση, οπότε θα μπορούσαμε να μιλάμε για σχεδιασμό μέσα από μια συνεργατική διαδικασία αρχιτέκτονα και υπολογιστή. Το ενδιαφέρον εδώ είναι ότι μπορούμε να μιλάμε για μια διαδικασία η οποία ολοκληρώνεται όχι με το τελικό προϊόν, αλλά με μια ανάλυση και κωδικοποίηση στοιχείων τα οποία συνδέονται με σχέσεις μεταξύ τους και αλληλεπιδρούν το ένα στο άλλο.
- Στη δεύτερη λειτουργία ο ηλεκτρονικός υπολογιστής χρησιμοποιείται από τον χρήστη για την απεικόνιση των συνθετικών ιδεών που ο χρήστης δημιουργεί. Δηλαδή εδώ διακρίνουμε μια λογική χρήσης του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως ψηφιακό εργαλείο στην διαδικασία της σχεδίασης. Έτσι με

ένα κατάλληλο λογισμικό επιτρέπεται η γρήγορη απεικόνιση των συνθετικών ιδεών καθώς επίσης και η γρήγορη και εύληπτη εξέταση εναλλακτικών λύσεων, αλλά όλα αυτά τα δημιουργεί ο χρήστης. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής και το λογισμικό σε αυτή την περίπτωση καταλαβαίνουμε ότι έχουν κυρίως παθητικό - απεικονιστικό ρόλο.

Είναι γεγονός ότι η εμφάνιση του ψηφιακού μέσου και η εισαγωγή του στον τομέα της αρχιτεκτονικής αποτέλεσε μια σημαντική καινοτομία. Οι δυνατότητες του ισχυρού αυτού εργαλείου κατέστησαν δυνατή τη μετάβαση της αρχιτεκτονικής σε μια εντελώς καινούρια εποχή, ανεξερεύνητη και απρόβλεπτη. Ο δημιουργός - αρχιτέκτονας συνειδητοποίησε ότι η αρχιτεκτονική θα μπορούσε να μην έχει όρια καθώς το νέο εργαλείο επέτρεψε την διεύρυνση του αρχιτεκτονικού ορίζοντα και την ανακάλυψη νέων μορφών. Για να τεκμηριώσουμε τη θέση αυτή, αρκεί να αναφέρουμε τις καμπύλες NURBS στα λογισμικά τρισδιάστατης απεικόνισης, οι οποίες χρησιμοποιούν μαθηματικά μοντέλα για να περιγράψουν με ακρίβεια οποιοδήποτε σχήμα, από μια απλή γραμμή ή καμπύλη στο χώρο μέχρι πολύπλοκες τρισδιάστατες οργανικές επιφάνειες ή στερεά ελεύθερης μορφής.

Οι δυνατότητες που προσέφερε το ψηφιακό μέσο, αντικατέστησαν το παραδοσιακό σχεδιαστήριο και τους ραπιδογράφους, ενώ η τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση του χώρου και κατά συνέπεια οι φωτορεαλιστικές απεικονίσεις ως τελικό προϊόν, αντικατέστησαν τη μακέτα, με κύριο χαρακτηριστικό αποτέλεσμα τη λιγότερο χρονοβόρα διαδικασία και την σαφώς ποιοτικότερη αναβάθμιση της απεικόνισης της συνθετικής ιδέας. Αντιλαμβανόμαστε ότι η ψηφιακή τεχνολογία έδρασε έντονα και καταλυτικά στη διαδικασία της σχεδίασης χωρίς ωστόσο να έχει κανένα ουσιαστικό ρόλο στο σχεδιασμό και γενικότερα στη σύλληψη και παραγωγή της ιδέας. Δικαίως λοιπόν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι ο μέχρι τώρα ρόλος του ηλεκτρονικού υπολογιστή στη συνθετική διαδικασία, ήταν αυτός του εξελιγμένου εργαλείου στις διαδικασίες απεικόνισης.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τον Κώστα Τερζίδη, [...] υπάρχουν δύο κατηγορίες απόψεων σχετικά με το ρόλο του ηλεκτρονικού υπολογιστή στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό: Αυτοί που θεωρούν

15. Στην επιστήμη και τη μηχανική ο όρος «black box» αναφέρεται σε μια συσκευή, σύστημα ή αντικείμενο το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί αποκλειστικά και μόνο με τα δεδομένα εισόδου, και τα αποτελέσματα εξόδου, χωρίς καμία γνώση της εσωτερικής λειτουργίας που μεσολαβεί. Έτσι προκύπτει ο όρος «black» που ισοδυναμεί με το αδιαφανές, το άγνωστο. Αυτός ο όρος μπορεί να αναφέρεται σχεδόν σε οτιδήποτε όπως για παράδειγμα ένα τρανζίστορ, ένα αλγόριθμο ή το ανθρώπινο μυαλό. Το αντίθετο του «black box» αναφέρεται σε ένα σύστημα όπου τα εσωτερικά χαρακτηριστικά του ή η εσωτερική λογική του είναι ορατή και γνωστή. Συνήθως αυτή η αντίθετη κατάσταση αναφέρεται με τους όρους «clear box», «glass box» ή «white box».

16. Terzidis, Kostas, *Algorithmic Architecture*, Εκδόσεις Elsevier Ltd - Architectural Press, Oxford - UK, 2006 / σελ. 42

17. ό. π. / σελ. 24

ότι, παρόλο που η «μηχανή» διαμορφώνει σημαντικά τη φύση της αρχιτεκτονικής που προκύπτει, δεν είναι αναγκαίο ούτε επιθυμητό να εισέλθουν σε λεπτομέρειες των εσωτερικών της επεξεργασιών. Θεωρούν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ως ένα απλά εξειδικευμένο εργαλείο, το οποίο εκτελεί προγράμματα που τους επιτρέπουν να παράγουν πολύπλοκες μορφές και να ελέγχουν καλύτερα την πραγματοποίησή τους. Η δεύτερη κατηγορία είναι αυτοί που πιστεύουν ότι είναι αναπόφευκτη η εισχώρηση στο «black box»¹⁵ του προγραμματισμού ούτως ώστε να γίνει δημιουργική και ουσιαστική χρήση των δυνατοτήτων του ηλεκτρονικού μέσου.¹⁶

Σαν αποτέλεσμα των πιο πάνω, το ζήτημα που προκύπτει εν τέλει και δημιουργεί ένα σημαντικό σημείο καμπής, είναι πως οι ψηφιακές τεχνολογίες αποκτούν ένα ουσιαστικό ρόλο στη διαδικασία του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και ο δημιουργός αρχιτέκτονας αποκτά μια ολοκληρωτική συνεργασία με τις εξελεγμένες τεχνολογίες. Δηλαδή επιβάλλεται να διερευνηθεί ο τρόπος μιας καθολικής συνομιλίας αρχιτέκτονα και υπολογιστή για μια καινούρια αρχιτεκτονική διαδικασία.

Ο Κ. Τερζίδης σημειώνει σχετικά: «Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δεν πρέπει να θεωρείται ως επέκταση του ανθρώπινου εγκεφάλου, ούτε ως εργαλείο, αλλά ως συνεργάτης στο σχεδιασμό με βασικές διαφορές στις ικανότητες και μεθόδους σκέψης. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δεν αντικατοπτρίζει τον ανθρώπινο εγκέφαλο, τον συμπληρώνει»¹⁷.



(Ιδία Επεξεργασία)

18. ό. π. / σελ. xi - xii (Prologue)

Computation vs Computerization¹⁸

Στο σημείο αυτό, και πριν προχωρήσουμε παρακάτω, θα πρέπει να αναλυθούν και να ξεκαθαριστούν δύο βασικές έννοιες, απαραίτητες για την ευρύτερη υποστήριξη της εργασίας. Πρόκειται για τον όρο «computation» και τη διαφορά του από τον όρο «computerization».

Εδώ έχουμε να κάνουμε με δύο εντελώς διαφορετικούς όρους που όμως πολύ συχνά συγχέονται μεταξύ τους. Ο όρος computation αναφέρεται στην διαδικασία του υπολογισμού, δηλαδή προσδιορίζει μια μαθηματική ή λογική μέθοδο. Αντίθετα ο όρος computerization περιγράφει την εισαγωγή, επεξεργασία και αποθήκευση πληροφορίας σε ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή ή ένα άλλο υπολογιστικό σύστημα και έχει να κάνει με τον αυτοματισμό, την ψηφιοποίηση και τη μετατροπή. Δηλαδή σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει την ψηφιοποίηση οντοτήτων ή διαδικασιών οι οποίες είναι προασφασισμένες, προκαθορισμένες και έχουν οριστεί με ακρίβεια. Αντίθετα ο όρος computation δηλώνει τη διερεύνηση του ακαθόριστου, του ασαφούς, και συχνά μη επαρκούς καθορισμένων διαδικασιών. Λόγω αυτής της διερευνητικής του φύσης, ο όρος computation στοχεύει στην εξομίωση ή την επέκταση της ανθρώπινης νοητικής ικανότητας. Θα μπορούσαμε να πούμε δηλαδή ότι έχει να κάνει με έννοιες όπως ο ορθολογισμός, η αιτιολόγηση, η λογική, ο αλγόριθμος, το αφαιρετικό συμπέρασμα, το επαγωγικό συμπέρασμα και η εξερεύνηση. Εφαρμόζεται σε πολλές περιπτώσεις όπως η επίλυση προβλημάτων, η προσομοίωση, η τεχνητή νοημοσύνη κλπ.

Η κύρια αξιοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην αρχιτεκτονική, στις μέρες μας, περιγράφεται σαφέστερα έτσι όπως ορίζεται με την έννοια του computerization. Ο δημιουργός - αρχιτέκτονας έχει ήδη συλλάβει την ιδέα στο μυαλό του και απλά την εισάγει, την ελέγχει ή την αποθηκεύει στο περιβάλλον του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αντιθέτως, η έννοια του computation στη συνθετική διαδικασία, όσον αφορά ένα υπολογιστικό σύστημα,

19. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι ενώ η έρευνα και η ανάπτυξη λογισμικών προγραμμάτων σχεδιασμού προσφέρει εκτεταμένες τεχνικές computational, οι «παραποιήσεις», για παράδειγμα, μορφών τρισδιάστατων μοντέλων με το ποντίκι δεν είναι απαραίτητα πράξεις μιας διαδικασίας computation.

είναι σχετικά περιορισμένη. Αυτό συμβαίνει διότι οι δημιουργοί δεν εκμεταλλεύονται ή δεν ξέρουν πώς να εκμεταλλευτούν την υπολογιστική ισχύ που προσφέρει το μέσο. Επίσης συχνά υπάρχει μια αρνητική κριτική ή ακόμη και κατακραυγή για δημιουργίες που προέκυψαν από computerization χρήση ενός υπολογιστικού συστήματος, σαν να είναι προϊόντα μιας computation διαδικασίας¹⁹.

Διερευνώντας την έννοια του σχεδιασμού – προ-αλγοριθμικές χωρικές κατασκευές

20. Αρχιτεκτονικό κίνημα που γεννήθηκε στην Ιαπωνία γύρω από τον Kenzo Tanabe και τους μαθητές του. Η πρώτη προβολή του έργου του κινήματος έγινε το 1959 σε συνέδριο της ομάδας Team X, στο Otterlo της Ολλανδίας όπου ο Tanabe, παρουσίασε το σχέδιό του για την πόλη στον Κόλπο του Τόκιο, καθώς και δουλειές των μαθητών του Kisho Kurokawa και Kiyonori Kikutake. Το κίνημα ως ιδεολογία προέκυψε από τις συζητήσεις των Takashi Asada, Kisho Kurokawa, Kiyonori Kikutake, και του κριτικού της αρχιτεκτονικής Noboru Kawazoe, υπό τον Tanabe, με θέμα την εξέλιξη της ιαπωνικής αρχιτεκτονικής και πόλης, και έδρασε χρονικά μαζί με την αμφισβήτηση της μοντέρνας αρχιτεκτονικής από την Team X.

Το θεωρητικό υπόβαθρο της έννοιας του σχεδιασμού μέσα από υπολογιστικές (computational) διαδικασίες, δεν είναι κάτι καινούριο. Κοιτάζοντας στη δεκαετία του '50, βλέπουμε την Ευρώπη να ανοικοδομείται παράλληλα με τη βιομηχανική ανάπτυξη και την τεχνολογική άνοδο μέσα σε ένα κλίμα αισιοδοξίας. Στην αρχιτεκτονική, το Μοντέρνο κίνημα περνάει στο περιθώριο μετά τη δριμύτατη κριτική που δέχεται από την ομάδα Team X στο τελευταίο CIAM (10^o) (Dubrovnik, 1956). Η ανατροπή αυτή αποδεδειγμένη την αρχιτεκτονική σκέψη από την ορθολογιστική αντίληψη του Μοντερνισμού και ο διάλογος διευρύνεται. Επίσης κάνει την εμφάνιση του το «κίνημα του Μεταβολισμού»²⁰, που εκφράζει τη μεταβολή και την αμφισβήτηση του Μοντέρνου. Ο όρος μεταβολισμός, εισάγεται, με σκοπό να περιγράψει την αρχιτεκτονική του κινήματος που δεν ήταν στατική αλλά μεταβαλλόμενη γύρω από μια διαδικασία που έμοιαζε με το μεταβολικό κύκλο. Οι αρχιτέκτονες αυτοί μελετούν, για το σκοπό των εργασιών τους, τομείς όπως η βιολογία και η πληροφορική,

Το «Μανιφέστο της Κινητής Αρχιτεκτονικής», η «Χωρική Πόλη» και ο «Flatwriter»

Σε αυτά τα πλαίσια και βασισμένη στην εξιδανίκευση της τεχνολογία, κάνει την εμφάνιση της η «Χωρική Πόλη» του Yona Friedman.

21. **Marrinetti, F. T., Sant'Elia, A.**
*Μανιφέστο της Φουτουριστικής
Αρχιτεκτονικής / στις προκηρύξεις,*
παρ. 8
http://www.wired.com/beyond_the_beyond/2008/11/manifesto-of-fu/

Ο Filippo Tommaso Marinetti το 1914 στο «Μανιφέστο της Φουτουριστικής Αρχιτεκτονικής» γράφει: «Τα σπίτια μας θα διαρκούν πολύ λιγότερο από ότι εμείς. Κάθε γενιά θα πρέπει να χτίσει την πόλη της»²¹. Οι φουτουριστές είχαν δεχτεί την ιδέα ότι η τεχνολογία βρίσκεται σε μία κατάσταση διαρκούς αλλαγής. Περισσότερο από σαράντα χρόνια αργότερα ο γεννημένος στην Ουγγαρία αρχιτέκτονας Yona Friedman, προβλέποντας και ο ίδιος ότι οι νέες συνήθειες της ζωής, αλλάζουν διαρκώς, λειτουργώντας ενάντια σε μια στατική ύπαρξη, πρότεινε κάτι ακόμα πιο ριζοσπαστικό: Κάθε δημιουργία που στηρίζεται σε αιώνιους κανόνες πρέπει να υπόκειται σε μετασχηματισμό και ανανέωση. Το πιο μεγάλο εμπόδιο σε μια τέτοια «γενική θεωρία κινητικότητας» όπως το είδε ο Friedman, ήταν η ακαμψία του χτισμένου περιβάλλοντος. Η κατοικία, οι χώροι εργασίας, και οι υπηρεσίες έτειναν να επιβιώσουν περισσότερο από τους σχεδιαστές τους καθώς επίσης και από τη χρήση τους, λόγω του τρόπου με τον οποίο είχαν κατασκευαστεί. Πρότεινε, έτσι, μια «κινητή αρχιτεκτονική», αποσκοπώντας όχι σε μια αρχιτεκτονική κινούμενων μερών αλλά ευελιξίας, ένα ευμετάβλητο σύστημα το οποίο θα ενσωμάτωνε και θα προσέφερε προσαρμοστικότητα στις νέες χρήσεις.

Έχοντας ήδη εκδώσει το «Μανιφέστο της Κινητής Αρχιτεκτονικής», ο Friedman συγκροτεί το 1958 τις αρχές της σημαντικότερης εφαρμογής του, της «Χωρικής Πόλης». Σύμφωνα με τον Friedman, η ίδια η διδασκαλία της αρχιτεκτονικής έχει οδηγήσει σε μια υποτίμηση από τους αρχιτέκτονες του ρόλου του χρήστη, τον οποίο αντικαθιστούσαν με μια ανύπαρκτη οντότητα, του «Μέσου Ανθρώπου» του οποίου οι επινοημένες ανάγκες διαρκώς απομακρύνονταν από τις ανάγκες του πραγματικού χρήστη. Έτσι στο μανιφέστο του διακήρυττε μια αρχιτεκτονική όπου «η κατοικία αποφασίζεται από το χρήστη στα πλαίσια μιας υποδομής που δεν είναι ούτε καθοριστική ούτε καθοριζόμενη» και όπου τα κτίρια

22. Βαρδούλη, Θεοδώρα.

Σχεδιάζοντας [για] το Απρόβλεπτο: Από τη Μεγαδομή στη Βιοδομή, ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική-Σχεδιασμός του Χώρου / Κατεύθυνση Α', Διπλωματική 2010/2, ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2010 / σελ. 52

23. Σημαντικό στοιχείο της έκθεσης θεωρήθηκε το Μανιφέστο της Noo-Avantgarde και το Μανιφέστο της Νέας Αυτονομίας, που δημιουργήθηκε από μια ομάδα νέων καλλιτεχνών και φυσικών που ερευνούν την πολυπλοκότητα. Η έμπνευση του όρου «noo-avantgarde» πηγάζει από τη «Noosphere» του Teilhard de Chardin's, μια ιδέα που υποδηλώνει μια σφαίρα συμβολικής ανθρώπινης ανταλλαγής, επικοινωνίας ιδεών και διάδοσης της γνώσης.
<http://www.kunstspekte.de/index.php?tid=53166&action=termin>

24. Κασίκης, Νικόλαος.

Επαναπροσδιορίζοντας το Πρόγραμμα, ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική-Σχεδιασμός του Χώρου / Κατεύθυνση Α', Διπλωματική 2008/5, ΕΜΠ, Αθήνα, 2008 / σελ. 33

θα έπρεπε «να αγγίζουν το ελάχιστο δυνατόν το έδαφος, να μπορούν να αποσυναρμολογηθούν και να κινηθούν, να μπορούν να μεταβληθούν κατά την επιθυμία του κάθε κατοίκου»²².

Η δομή

Η «Χωρική Πόλη» είναι μια τρισδιάστατη δομή συντιθέμενη από τριεδρικά στοιχεία, η οποία στηρίζεται σε υποστυλώματα που τοποθετούνται ανά 60m και παραλαμβάνουν τις κατακόρυφες κινήσεις. Συγκροτείται έτσι μια χωροδομή με κενά εμβαδού 25-35m² τα οποία λειτουργούν σε γειτονιές όπου οι κατοικίες διατάσσονται ελεύθερα. Ο Yona Friedman, στο δελτίο τύπου της έκθεσης «Unusually Rare Events - Distribution of Nooavantgarde»²³ το 2009, στο Κέντρο Σύγχρονης Τέχνης της Βαρσοβίας, αναφέρει ότι η «Χωρική Πόλη» ερμηνεύεται ως μια απόρριψη της έννοιας της στατικής πόλης και κινείται προς μια πολεοδομική ανάπτυξη που δίνει τη δυνατότητα στους κατοίκους να παράγουν τους δικούς τους μεταβλητούς χωρικούς σχηματισμούς, κινούμενη ανάμεσα στην τάξη και το χάος, «που γίνονται αντιληπτές ως δύο συμβιωτικές καταστάσεις της αστικής ανάπτυξης».

Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, πέρα από την κατασκευαστική πρόκληση, ο Friedman θεωρεί ότι είναι απαραίτητα δύο στοιχεία: η δυνατότητα για επικοινωνία και η προϋπόθεση ο χρήστης να κατέχει επαρκή γνώση για το περιβάλλον του και τη διάδραση μαζί του ώστε να μπορεί να επικοινωνεί πιο αποτελεσματικά την άποψη του. Αν στο επίπεδο του hardware μπορούμε να φανταστούμε μια μεγαδομή υποστήριξης, όσο το δυνατόν πιο ευέλικτων στοιχείων διαμόρφωσης του χώρου, όπως στη «Χωρική Πόλη», στο επίπεδο του software, ο μηχανισμός μέσω του οποίου θα γινόταν δυνατή η διαχείριση της πρόθεσης του χρήστη για μεταβολή και τελικά η αμεσότερη αλληλεπίδραση του με το περιβάλλον του δεν είναι άλλος από τον Flatwriter, ένα εργαλείο αυτοσχεδιασμού (self-planning)²⁴.

Ο Friedman, εμπνεόμενος από την selectric typewriter της IBM (1961), περιγράφει τον Flatwriter ως μια μηχανή μέσω της οποίας «κάθε κάτοικος μιας πόλης θα μπορεί να αποτυπώνει τις προσωπικές του προτιμήσεις σχετικά με το χώρο κατοίκησης

▲ Κολάζ της «Χωρικής Πόλης» και της «Γέφυρας πάνω από τη Μάγχη» του Χίονα Φρίνμαν.

► Περιστροφικές κεφαλές της IBM selectric typewriter.

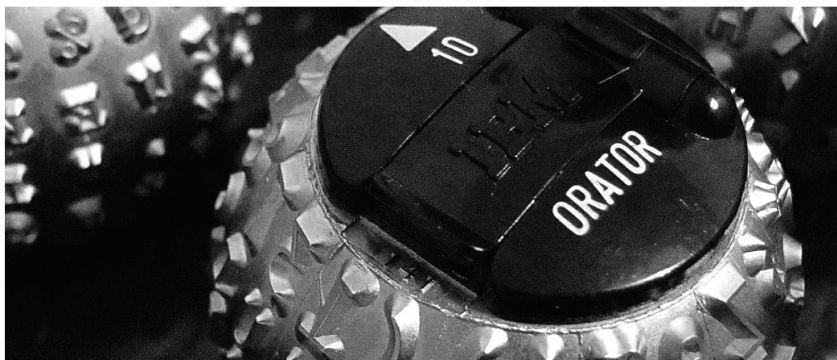


25. Lebesque, Sabine, van
Vlissingen, Helen, F. *Yona Friedman:
Structures Serving the Unpredictable*,
NAi Publishers, Rotterdam, 1999 /
σελ. 50

του χρησιμοποιώντας σύμβολα τα οποία αναπαριστούν οπτικά τα διαφορετικά στοιχεία της απόφασης του, έτσι ώστε τόσο ο κατασκευαστής όσο και οι γείτονες του να μπορούν να καταλάβουν την επιλογή του»²⁵.

Η εννοιολογική σχέση της «Χωρικής Πόλης» με τις ψηφιακές τεχνολογίες στην αρχιτεκτονική

Η «Χωρική Πόλη» επιβεβαιώνει μια υπόθεση εννοιολογικής συγγένειας στην μετάβαση του ψηφιακού στον σχεδιασμό. Στην περίπτωση μας στον αστικό σχεδιασμό. Οι προ-αλγοριθμική αυτή αστική κατασκευή του Friedman παράγει ένα χώρο στον οποίο μπορεί κανείς να διακρίνει εξαιρετικά επίκαιρες λογικές σχεδιασμού οι οποίες μπορούν να ερμηνευτούν σήμερα ως παράγωγα της εμπλοκής των ψηφιακών τεχνολογιών στο σχεδιασμό. Διαπιστώνουμε μια ευρεία αναφορά σε μια λογική σχεδιασμού που αναγνωρίζει την εξορισμού απρόβλεπτη φύση των χωρικών συνόλων και αρνείται κατηγορηματικά την παραγωγή σχημάτων που προκαθορίζουν αυτήν την απρόοπτη εξέλιξη και μετατρέπουν το χώρο σε εργαλείο καταναγκασμού και ελέγχου. Μέσα από τη διερεύνηση ενός σχεδιασμού που κινείται αντίστροφα και μεταβάλλεται διαρκώς με βάση τοπικές μικρομετατοπίσεις, αποφάσεις και εντάσεις, ο Friedman καταλήγει να παράγει σχήματα που υπερβαίνουν το αντικείμενο, δηλαδή τον αστικό χώρο, και περιγράφουν τις σχέσεις διάδρασης που τον παράγουν.



<http://www.magicmargin.net/2012/06/collective-noun-escapes-me.html>
(Ιόια Επεξεργασία)

26. Negroponte, Nicholas.

From Soft Architecture Machines,
στο βιβλίο **Wardrip, Noah -**
Montfort, Nick. *The New Media*
Reader, The MIT Press, Cambridge
(Massachusetts) - USA, 2003 /
σελ. 256

27. Βενιζέλος, Δημήτρης.

[Ζωή]_ μια μέθοδος σχεδιασμού
και κατασκευής, Διάλεξη 2012/66,
ΕΜΠ, Αθήνα, 2012 / σελ. 60

28. Negroponte, Nicholas. *The*

Architecture Machine, The MIT Press,
Cambridge (Massachusetts) - USA &
London, England, 1970 / σελ. 27

The Architecture Machine

Όπως ο Friedman, έτσι και ο Nicholas Negroponte αναζητεί τη λύση στο πεδίο μιας έξυπνης μηχανής, η οποία θα συνεπικουρεί στη λήψη αποφάσεων και στη σχηματοποίηση των προγραμματικών λύσεων. Η μεγάλη διαφορά και καινοτομία στην πρόταση του Negroponte έγκειται στο ότι η προσωπική αυτή μηχανή θα έπρεπε πρώτα να περάσει από μια «περίοδο εκπαίδευσης κατά τη διάρκεια της οποίας δε θα εξέφραζε κρίσεις ούτε θα έπαιρνε αποφάσεις, αλλά θα ρωτούσε καίριες ερωτήσεις και θα προσπαθούσε να καταλάβει τι εννοεί ο χρήστης».²⁶

Ο Negroponte και η ομάδα Architecture Machine Group εκδίδουν το βιβλίο «Soft Architecture Machines» όπου εκφράζονται οι πρώτες ιδέες για μια αρχιτεκτονική προσέγγιση, τουλάχιστον διαδραστική. Ο Negroponte περιγράφει την αρχιτεκτονική αυτή ως «μαλακή (soft)» γιατί μπορεί να αλλάζει μορφή και να αναδιοργανώνεται στο χώρο και στο χρόνο. Το μέσο για την επίτευξη του «μαλακού» χαρακτηριστικού είναι τόσο ένας πληροφοριακός προγραμματισμός (η ύπαρξη κώδικα) όσο και η ύπαρξη έξυπνου υλικού.²⁷

Ο Negroponte στο βιβλίο του «The Architecture Machine» δίνει τρεις πιθανές κατευθύνσεις που θα μπορούσε να πάρει η αφομοίωση των ψηφιακών τεχνολογιών στην αρχιτεκτονική:²⁸

- Φιλοξενία (Accommodation) - όπου επιχειρείται η προσομοίωση ή αντιγραφή των διαδικασιών σχεδιασμού σε περιβάλλον μηχανής.
- Προσαρμογή (Adaptation) - όπου οι ίδιες οι διαδικασίες σχεδιασμού επαναπροσδιορίζονται για να καταφέρουν να ενσωματωθούν στις ικανότητες και τη λογική της μηχανής.
- Εξέλιξη (Evolution) - όπου η μηχανή και ο αρχιτέκτονας αλληλοσυμπληρώνονται μέσα από μια συνεργατική σχέση όπου η κάθε πλευρά συνεισφέρει τις ιδιαίτερες δυνατότητες της οδηγώντας σε μian υβριδοποίηση του σχεδιασμού.

Είναι προφανές ότι μόνο μέσα από την τελευταία προοπτική είναι δυνατόν να επιτευχθεί πραγματική καινοτομία στην αρχιτεκτονική.

Μερικά συμπερασματικά

29. Κατσίκης, Νικόλαος.

Επαναπροσδιορίζοντας το Πρόγραμμα, ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική-Σχεδιασμός του Χώρου / Κατεύθυνση Α΄, Διπλωματική 2008/5, ΕΜΠ, Αθήνα, 2008 / σελ. 40

Για τον Negroponte, αποφεύγεται η απόδοση στο υπολογιστικό μέσο του ρόλου του ειδικού, του απόλυτου γνώστη, της προκατασκευασμένης «σοφίας». *Η προσέγγιση του όμως παρουσιάζει όλα τα χαρακτηριστικά της βασισμένης στη συμπεριφορά τεχνητής νοημοσύνης (Behavior Based Artificial Intelligence - BBAI), όντας βασισμένη σε ένα αναδυόμενο πλέγμα διαδράσεων σε τοπικό επίπεδο.*²⁹ Στο μοντέλο του Friedman ο υπολογιστής θεωρείται μια τεράστια βάση δεδομένων ικανή να αλιεύει και να συνδυάζει λύσεις με βάση το «input» του χρήστη.

Γενικότερα παρατηρούμε ότι, τόσο ο Friedman όσο και ο Negroponte έδειξαν ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη διερεύνηση της έννοιας του σχεδιασμού και στον προσδιορισμό του, με βάση τη σχέση του αρχιτέκτονα με το υπολογιστικό μέσο - μηχανή. Αυτή η σχέση σήμερα επαναπροσδιορίζεται, ωστόσο έννοιες όπως η ουσιαστική συνεργασία, η διαδραστική σχέση με το χώρο, η κωδικοποίηση διαδικασιών και η αξιολόγηση των πληροφοριών που επεξεργάζεται το υπολογιστικό μέσο προς όφελος του αρχιτέκτονα, είναι εξαιρετικά επίκαιρες.

Μια (νέα) σχέση (;)

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η σχέση του αρχιτέκτονα με τα υπολογιστικά συστήματα, γενικότερα, είναι μια σχέση δημιουργού με ένα εξελεγμένο εργαλείο το οποίο δεν είναι υπό τον πλήρη έλεγχο του. Ο αρχιτέκτονας δεν κατανοεί και άρα ούτε αξιοποιεί την τεράστια δυναμική ισχύ του. Κατ' επέκταση δε φαίνεται να προβληματίζεται για το πώς μπορεί να εμβαθύνει και να εξελίξει την διεπαφή του με την ψηφιακή τεχνολογία ώστε να ενισχύσει την αρχιτεκτονική διαδικασία και τα αποτελέσματα της. Αυτή η θέση ενισχύεται βεβαίως και από το γεγονός ότι η βασική μέριμνα τόσο των αρχιτεκτόνων που χρησιμοποιούν την ψηφιακή τεχνολογία στο σχεδιασμό όσο και των προγραμματιστών ανάπτυξης λογισμικών σχεδιασμού, στοχεύει στην ανάπτυξη νέων ψηφιακών εργαλείων, πιο βελτιωμένων με σκοπό την αντικατάσταση και αναβάθμιση των προηγούμενων. Αυτό κρύβει παγίδες γιατί ο αρχιτέκτονας μπαίνει σε μια διαδικασία όπου η αρχιτεκτονική του μπορεί να είναι ένα παράγωγο των διαθέσιμων εργαλείων του λογισμικού που ξέρει να χρησιμοποιεί και πολύ λιγότερο μια αρχιτεκτονική που θα ανταποκρίνεται στις πραγματικές ανάγκες και απαιτήσεις, τόσο λειτουργικές όσο και μορφολογικές.

Τα τελευταία όμως χρόνια παρουσιάζεται μια τομή σε αυτή τη σχέση. Μεγάλα αρχιτεκτονικά γραφεία και ερευνητικά εργαστήρια που έχουν τη δυνατότητα ανάπτυξης λογισμικών σχεδιασμού, κάνουν «στροφή» στη λογική αυτή, έχοντας αντιληφθεί ότι οι απαιτήσεις αλλάζουν. Η έρευνα τους εστιάζεται πλέον στο πώς το ψηφιακό εργαλείο μπορεί να μετουσιωθεί σε συνεργό και έτσι να αναπτυχθεί ένας ουσιαστικός διάλογος μεταξύ του αρχιτέκτονα δημιουργού και του ηλεκτρονικού υπολογιστή - δημιουργού. Ένα παράδειγμα είναι το Specialist Modeling Group (SMG) του γραφείου Foster + Partners, το οποίο συστάθηκε το 1997, με σκοπό να διερευνά ζητήματα διαδραστικών σχέσεων των κτιρίων με το εξωτερικό περιβάλλον και άλλες παραμέτρους, να προσομοιώνει διάφορες φυσικές καταστάσεις και γενικότερα να εξετάζει μηχανισμούς ανάπτυξης και βελτιστοποίησης των κτιριακών του μελετών μέσα από μια έντονη συνεργατική σχέση

των αρχιτεκτόνων της ομάδας με τα ψηφιακά μέσα.

Η ουσιαστική και εκ βάθους συνεργατική διαδικασία στην επικοινωνία αρχιτέκτονα και υπολογιστικού μέσου, κρύβεται πίσω από μια κοινή συμβολική γλώσσα, μια έξυπνη μέθοδο κατανοητή και από τις δύο πλευρές, ένα λογικό μηχανισμό, τον αλγόριθμο. Η αρχιτεκτονική όπως πολύ καλά γνωρίζουμε δεν έχει όρια, ούτε πεπερασμένους τρόπους εφαρμογής. Ο αλγόριθμος είναι το κλειδί για μια «νέα» αρχιτεκτονική.



Articulated Surface
<http://www.scoop.it/t/parametric-architecture-and-design?page=4>


B

Στη συνέχεια εξετάζω την έννοια του αλγορίθμου και της αλγοριθμικής λογικής. Το ΜΕΡΟΣ Β χωρίζεται σε δύο υπομέρη:

Στο **ΜΕΡΟΣ Β.1** προσεγγίζω τα χαρακτηριστικά του αλγορίθμου και εξετάζω την έννοια της αλγοριθμικής λογικής και διαδικασίας. Ο αλγόριθμος βρίσκεται πίσω από /ή επιστρατεύεται σε πολλές από τις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων και υπολογισμών (computation) στη ζωή. Το ανθρώπινο μυαλό χρησιμοποιεί συνειδητά ή ασυνειδητά τέτοιες διαδικασίες. Στο κεφάλαιο αυτό απαντώ επιπλέον σε ζητήματα όπως:

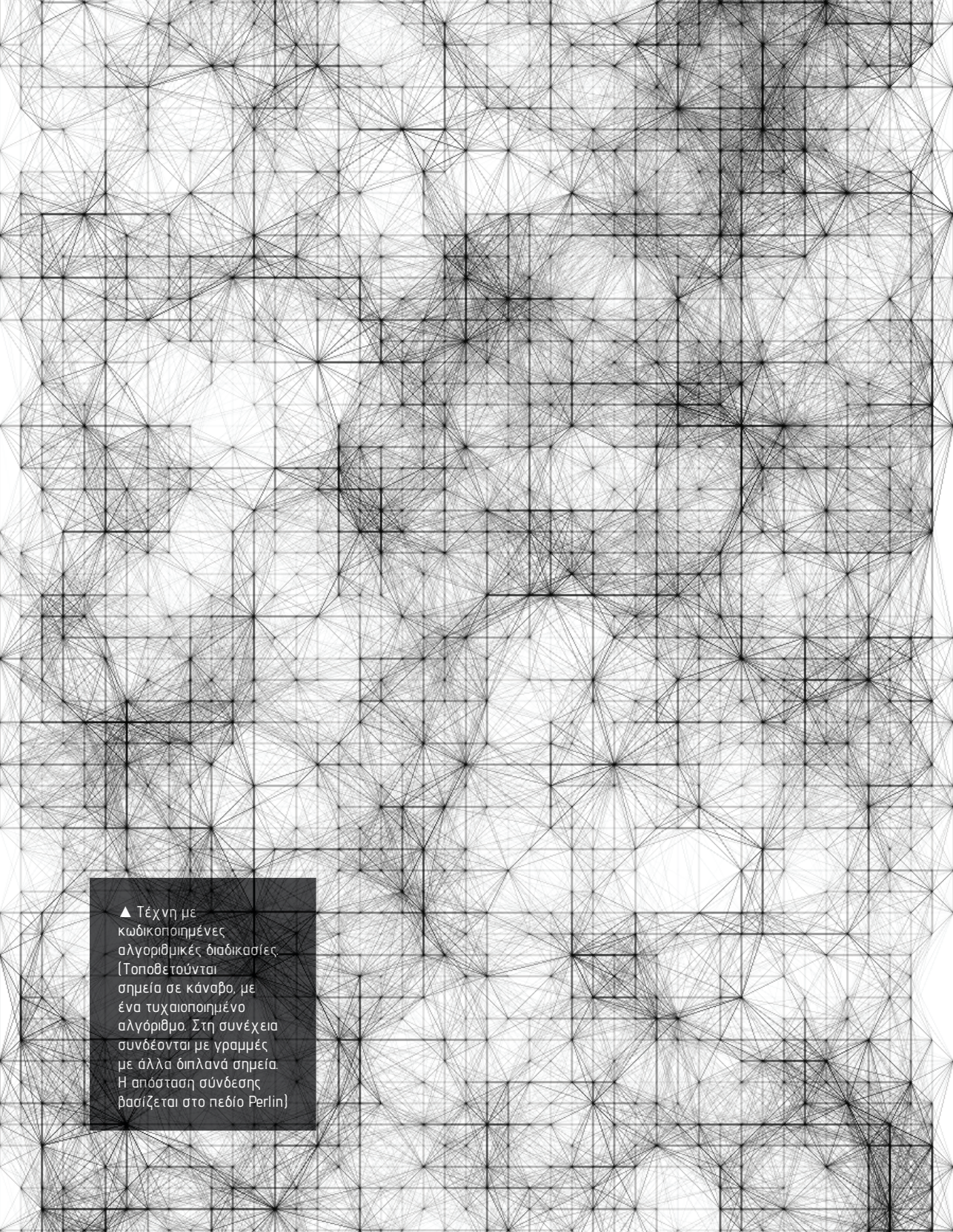
- Τη σχέση της μαθηματικής λογικής με τον αλγόριθμο.
- Τη σημασία της αλγοριθμικής σκέψης και τη σχέση της με το ανθρώπινο μυαλό.
- Την έννοια της πολυπλοκότητας.

Στο **ΜΕΡΟΣ Β.2** επικεντρώνομαι στη σχέση του αλγορίθμου με το σχεδιασμό γενικότερα, στη σχέση του με τη διερεύνηση της μορφής, στην έννοια της πρόθεσης και στις στρατηγικές αλγοριθμικών διαδικασιών στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.



B.1

προσεγγίζοντας τον αλγόριθμο



▲ Τέχνη με κωδικοποιημένες αλγοριθμικές διαδικασίες. (Τοποθετούνται σημεία σε κάναβο, με ένα τυχαίοποιημένο αλγόριθμο. Στη συνέχεια συνδέονται με γραμμές με άλλα διπλανά σημεία. Η απόσταση σύνδεσης βασίζεται στο πεδίο Perlin)

Από τη «συστηματική διαδικασία αριθμητικών χειρισμών», στη θεωρία Αλγορίθμων – Ο όρος «αλγόριθμος»

Η λέξη αλγόριθμος προέρχεται από μια μελέτη του Πέρση μαθηματικού του 8^{ου} αιώνα μ.Χ., Αλ Χουαρίζμι (Abu l' far Mohammed ibn Musa Al-Khowarismi), η οποία περιείχε συστηματικές τυποποιημένες λύσεις αλγεβρικών προβλημάτων και αποτελεί ίσως την πρώτη πλήρη πραγματεία άλγεβρας. Πέντε αιώνες αργότερα η μελέτη μεταφράστηκε στα Λατινικά και άρχισε με τη φράση «Algorithmus dixit ...» (ο Αλγόριθμος είπε...). Έτσι η λέξη αλγόριθμος καθιερώθηκε αργά τα επόμενα χίλια χρόνια με την έννοια «συστηματική διαδικασία αριθμητικών χειρισμών».³⁰ Η μελέτη του Αλ Χουαρίζμι υπήρξε η πρώτη πλήρης πραγματεία άλγεβρας³¹. Η θεωρία των αλγορίθμων έχει μεγάλη παράδοση και η ηλικία μερικών αλγορίθμων αριθμεί χιλιάδες χρόνια, όπως για παράδειγμα το λεγόμενο κόσκινο του Ερατοσθένη για την εύρεση των πρώτων αριθμών από 1 έως n, οι αριθμοί Fibonacci και το τρίγωνο Pascal. Σήμερα το πεδίο της θεωρίας Αλγορίθμων είναι ιδιαίτερα ευρύ και πλούσιο. Ο αλγόριθμος επέζησε επί χίλια χρόνια ως σπάνιος όρος, που σήμαινε κάτι σαν «συστηματική διαδικασία αριθμητικών χειρισμών». Μέχρι τη δεκαετία του '50, η έννοια του ήταν περισσότερο συσχετισμένη με τον αλγόριθμο του Ευκλείδη, μια διαδικασία εύρεσης του μέγιστου κοινού διαιρέτη δύο αριθμών. Τη σημερινή του έννοια την απέκτησε στις αρχές του 20ου αιώνα με την ανάπτυξη της θεωρίας Αλγορίθμων και φυσικά με την εμφάνιση των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Υπό ένα γενικότερο οπτικό πρίσμα, ο όρος αλγόριθμος χρησιμοποιείται για να δηλώσει μεθόδους που εφαρμόζονται για την επίλυση προβλημάτων. Ένας αλγόριθμος είναι μια

30. Από Wikipedia.org, στο λήμμα «Algorithm»

31. Όρος που και αυτός προέρχεται από το αραβικό al-jabr = αποκατάσταση, λόγω του ότι ένας από τους σκοπούς της άλγεβρας είναι η αποκατάσταση της ισότητας μέσα σε μια εξίσωση.

οποιαδήποτε σαφώς καθορισμένη υπολογιστική διαδικασία που λαμβάνει μίαν τιμή, ή ένα σύνολο τιμών, ως δεδομένα εισόδου και παράγει μίαν τιμή, ή ένα σύνολο τιμών, ως αποτέλεσμα. Ένας αλγόριθμος είναι συνεπώς μια ακολουθία υπολογιστικών βημάτων που μετατρέπουν τα δεδομένα (input) σε αποτέλεσμα (output). Ο αλγόριθμος μπορεί επίσης να ιδωθεί και ως μέθοδος για την επίλυση ενός καθορισμένου υπολογιστικού προβλήματος. Η διατύπωση του προβλήματος προσδιορίζει την επιθυμητή σχέση δεδομένα - αποτέλεσμα. Ο αλγόριθμος περιγράφει μια συγκεκριμένη υπολογιστική διαδικασία για την επίτευξη αυτής της σχέσης. Ουσιαστικά αποτελεί μια διαδικασία εξέτασης του προβλήματος με στοχαστική αναζήτηση πολλαπλών επιλύσεων.

Προσεγγίζοντας τον αλγόριθμο

Ένας αλγόριθμος στοχεύει στην επίλυση ενός προβλήματος με ένα πεπερασμένο αριθμό βημάτων, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο. Πιο απλά αλγόριθμο ονομάζουμε μία σειρά από εντολές που έχουν αρχή και τέλος, είναι σαφείς και εκτελέσιμες που σκοπό έχουν την επίλυση κάποιου προβλήματος.

Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει έννοιες όπως η αφαίρεση³², η επαγωγή³³, η τυχαιότητα, η γενίκευση και η δομημένη λογική. Πρόκειται δηλαδή, για μια συστηματική εξαγωγή λογικών αρχών και ανάπτυξη ενός γενικού σχεδίου λύσης για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Η στρατηγική για την ανάπτυξη ενός αλγορίθμου, χρησιμοποιεί συνήθως την αναζήτηση επαναλαμβανόμενων μοτίβων, γενικευμένων αρχών, εναλλάξιμων στοιχείων και επαγωγικών συνδέσμων. Η ισχύς ενός αλγορίθμου στηρίζεται στην ικανότητα του να παράγει νέες γνώσεις και να επεκτείνει ορισμένα όρια της ανθρώπινης διάνοιας.

32 Η έννοια της αφαίρεσης στην προκειμένη περίπτωση αναφέρεται στην νοητική λειτουργία η οποία ξεκινά από το γενικό και καταλήγει στο ειδικό.

33 Αντίθετα η έννοια της επαγωγής αναφέρεται στην νοητική λειτουργία η οποία ξεκινά από το μερικό ή το ειδικό και καταλήγει στο γενικό.

34. Terzidis, Kostas, *Algorithmic Architecture*, Εκδόσεις Elsevier Ltd - Architectural Press, Oxford - UK, 2006 / σελ. 65


«Ένας αλγόριθμος μπορεί να συγκριθεί με τις οδηγίες ή τα βήματα σε μια συνταγή για την παρασκευή ενός φαγητού. Δηλαδή, τα βήματα που αναφέρονται στη συγκέντρωση των υλικών, στην προετοιμασία τους, στο πώς να συνδυαστούν, να μαγειρευτούν και στο τέλος να έχουμε ένα καλό σερβίρισμα, ουσιαστικά πρόκειται για βήματα ενός αλγορίθμου. Προφανώς, ο αριθμός, το μέγεθος και η ποιότητα των υλικών, η σειρά και ο χρόνος της παρασκευής, καθώς επίσης το σερβίρισμα και η παρουσίαση του τελικού προϊόντος αποτελούν βασικούς παράγοντες για την επιτυχία της συνταγής»³⁴

35. Βακαλάκη, Α., Γιάννόπουλος, Η., Ιωαννίδης, Ν., Κοίλιας, Χ., Μαλάμας, Κ., Μανωλόπουλος, Ι., Πολίτης, Π., *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον*, Έκδοση 1Α, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων - Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα, 2010 / σελ. 25-27

Θεωρητικά ένας αλγόριθμος περιγράφει αφαιρετικά μια διαδικασία και λειτουργεί ως ένα διάγραμμα διαδοχικών βημάτων που οδηγούν στην επίτευξη ενός συγκεκριμένου και επιθυμητού σκοπού. Για παράδειγμα, αν κάποιος επιθυμεί να γευματίσει θα πρέπει να εκτελέσει κάποια συγκεκριμένα βήματα: να συγκεντρώσει τα υλικά, να προετοιμάσει τα σκεύη μαγειρικής, να παρασκευάσει το φαγητό, να στρώσει το τραπέζι, να ετοιμάσει τη σαλάτα, να γευματίσει, να καθαρίσει το τραπέζι και να πλύνει τα πιάτα. Προφανώς, η προηγούμενη αλληλουχία οδηγεί στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Δεν είναι όμως η μοναδική για την επίτευξη του σκοπού, αφού μπορεί να αλλάξει η σειρά των βημάτων (πχ πρώτα να ετοιμάσει τη σαλάτα και μετά να στρώσει το τραπέζι). Ωστόσο το νόημα είναι πως η κατάτμηση μιας σύνθετης εργασίας σε διακριτά βήματα που εκτελούνται διαδοχικά, είναι ο πιο πρακτικός τρόπος επίλυσης πολλών προβλημάτων.³⁵

Τώρα, ας ρίξουμε μια ματιά στο παρακάτω παράδειγμα:

Ένας αλγόριθμος για το μαγείρεμα ενός λαχανικού (πχ μιας πατάτας) θα μπορούσε να είναι ο εξής:

1. Ξεφλούδισμα
 2. Βράσιμο
 3. Τεμάχισμα
 4. Σερβίρισμα
- 

Αν τώρα τα βήματα αντιστραφούν, ή ένα ή και περισσότερα βήματα προστεθούν ή διαγραφούν, καταλαβαίνουμε ότι

δημιουργούνται εναλλακτικές συνταγές που παράγουν διαφορετικά αποτελέσματα. Αυτά τα αποτελέσματα μπορεί να είναι καλύτερα, τα ίδια ή χειρότερα από το αρχικό. Επιπρόσθετα στην παραπάνω διαδικασία θα μπορούσαμε να έχουμε διάφορες ακαθόριστες μεταβολές, τυχαιότητες ή και ατυχήματα, τα οποία οδηγούν σε νέες λύσεις, μη ελέγχιμες και άγνωστες, οι οποίες συνήθως διαφοροποιούνται σημαντικά από τον αρχικό στόχο. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο αλγόριθμος χρησιμεύει ως ένα πρότυπο σκέψης που βοηθά στην καλύτερη κατανόηση του προβλήματος και των πιθανών λύσεων του ή ακόμη μπορεί να αποτελέσει ένα μέσο για τον καθορισμό νέων προβλημάτων.

Σε οποιοδήποτε γενικό ορισμό του όρου «αλγόριθμος» περιλαμβάνεται πάντα η λέξη «πεπερασμένος/η». Η λέξη αυτή σχετίζεται με ένα αριθμό από διακριτές, μετρήσιμες, αυστηρά καθορισμένες και ως εκ τούτου περιορισμένες, οριοθετημένες ή προσδιορισμένες σειρές βημάτων. Μια τέτοια κατάσταση, ενώ εξασφαλίζει την περιγραφή της λύσης ενός προβλήματος με πεπερασμένα βήματα, αυτό δεν σημαίνει ότι και το ίδιο το πρόβλημα θα πρέπει απαραίτητα να είναι πεπερασμένο, οριοθετημένο ή ντετερμινιστικό. Μια τέτοια κατάσταση, στον κόσμο των αλγορίθμων αναφέρεται ως «ατέρμων βρόγχος»³⁶. Ενώ τα βήματα που περιγράφουν ένα ατέρμονα βρόγχο μπορούν να είναι πεπερασμένα και ορισμένα, η κατάσταση που προκύπτει είναι απροσδιόριστη και ατέρμονη.

Για παράδειγμα, παρακάτω έχουμε την εξής δήλωση:

```
x as integer
start:

do until x > 5
  x = 1
  x = x + 1
loop
```

παρατηρούμε ότι έχουμε να κάνουμε με μια κατάσταση όπου η τιμή του **x** δεν θα είναι ποτέ μεγαλύτερη από 5, αφού στην αρχή της επανάληψης η μεταβλητή **x** παίρνει την τιμή 1 και στο τέλος γίνεται πάντα 2 με αποτέλεσμα η επανάληψη να μην σταματά ποτέ. Ωστόσο οι σειρές των βημάτων είναι πράγματι

³⁶Ο «ατέρμων βρόγχος» με άλλα λόγια αναφέρεται σε μια επανάληψη η οποία δεν τερματίζει ποτέ και κατ'επέκταση δεν μπορεί να τερματίσει ούτε ο αλγόριθμος. Αποτελεί σοβαρό λογικό λάθος και στον εφαρμοσμένο προγραμματισμό οδηγεί σε κατάρρευση του συστήματος.

πεπερασμένες, αυστηρά ορισμένες και ακριβείς

Αν τώρα μεταβάλουμε τη δήλωση ως εξής:

```
x as integer
  x = 1
start:

do until x > 5
  x = x + 1
loop
```

παρατηρούμε ότι μετά από πέντε επαναλήψεις η μεταβλητή **x** θα πάρει τιμή μεγαλύτερη από 5 και θα τερματίσει η επανάληψη της συνθήκης. Και σε αυτή την περίπτωση οι σειρές των βημάτων είναι πεπερασμένες, αυστηρά ορισμένες και ακριβείς.

Διαδικασία + Ακρίβεια

Ο David Berlinski στο βιβλίο του, «The Advent of the Algorithm: The Idea that rules the World», αναφέρει ότι ένας αλγόριθμος είναι:

*μια πεπερασμένη διαδικασία,
γραμμένη σε ένα σταθερό συμβολικό λεξιλόγιο,
που διέπεται από ακριβείς οδηγίες,
κινείται σε διακριτά βήματα 1, 2, 3, ...,
των οποίων η εκτέλεση δεν απαιτεί διορατικότητα, εξυπνάδα,
διαίσθηση, ευφυΐα ή σαφήνεια,
και ότι αργά ή γρήγορα οδηγείται σε ένα τέλος.³⁷*

37. Berlinski, David, *The Advent of the Algorithm: The Idea that rules the World*, Houghton Mifflin Harcourt, USA, 2000 / σελ. xix

Ο ορισμός του Berniski δείχνει απλοϊκός ή λιγότερο επιστημονικός αλλά αναδεικνύει δύο βασικές πτυχές. Η πρώτη είναι η «διαδικασία». Ένας αλγόριθμος είναι μια διαδικασία που πρέπει

να καθορίζεται βήμα - βήμα. Αυτό είναι σημαντικό αν λάβουμε υπόψη ότι συνήθως οι σχεδιαστές περιγράφουν ένα αντικείμενο και όχι μια διαδικασία. Η δεύτερη πτυχή είναι η «ακρίβεια». Άρα μια αστοχία στη σύνταξη του αλγόριθμου, τον βγάζει αμέσως εκτός λειτουργίας.

38. *Αλγόριθμοι*, Τμήμα Διαχείρισης Πληροφοριών, Τ.Ε.Ι. Καβάλας / σελ. 1
<http://infoman.teikavedu.gr/education/67/files/alq%20eis.pdf>

Κριτήρια - χαρακτηριστικά αλγορίθμου³⁸

Ένας αλγόριθμος, πέρα από το πεπερασμένο σύνολο κανόνων που δίνουν μια ακολουθία πράξεων για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος, πρέπει να παρουσιάζει τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

▫ **Είσοδος - Εισαγωγή δεδομένων (Input):**

Καμία, μία ή περισσότερες τιμές δεδομένων πρέπει να δίνονται ως είσοδοι στον αλγόριθμο. Η περίπτωση που δε δίνονται τιμές δεδομένων εμφανίζεται όταν ο αλγόριθμος δημιουργεί και επεξεργάζεται κάποιες πρωτογενείς τιμές με τη βοήθεια συναρτήσεων παραγωγής τυχαίων αριθμών ή με τη βοήθεια άλλων απλών εντολών. Αυτές οι τυχαίες τιμές που προκύπτουν, θεωρούνται ως δεδομένα στα επόμενα στάδια της διαδικασίας.

▫ **Έξοδος - Αποτέλεσμα (Output):**

Ο αλγόριθμος πρέπει να δημιουργεί τουλάχιστον μίαν τιμή (δεδομένων) ως αποτέλεσμα προς το χρήστη ή προς ένα άλλο αλγόριθμο.

□ **Καθοριστικότητα ή Σαφήνεια (Definiteness):**

Κάθε εντολή πρέπει να καθορίζεται χωρίς καμία αμφιβολία για τον τρόπο εκτέλεσής της. Για παράδειγμα σε μία διαίρεση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η περίπτωση όπου ο διαιρετέος λαμβάνει μηδενική τιμή. Τυπικές περιπτώσεις η διαίρεση με το μηδέν, υπόριζος ποσότητα αρνητική, κλπ. Προβλήματα καθοριστικότητας αντιμετωπίζονται συχνά με τη λογική της επιλογής, δηλαδή $\Delta \nu \alpha > 0 \text{ τότε } \dots \text{ αλλιώς } \dots$

□ **Περατότητα (Finiteness):**

Ο αλγόριθμος πρέπει να τελειώνει μετά από πεπερασμένα βήματα εκτέλεσης των εντολών του. Μία διαδικασία που δεν τελειώνει μετά από συγκεκριμένο/πεπερασμένο αριθμό βημάτων λέγεται απλά υπολογιστική διαδικασία.

□ **Αποτελεσματικότητα (Effectiveness):**

Κάθε μεμονωμένη εντολή του αλγορίθμου πρέπει να είναι απλή (και όχι σύνθετη). Δηλαδή μία εντολή δεν αρκεί να έχει ορισθεί αλλά πρέπει να είναι και εκτελέσιμη. Επίσης όλες οι διαδικασίες που περιλαμβάνει ένας αλγόριθμος πρέπει να μπορούν να πραγματοποιηθούν με ακρίβεια και σε πεπερασμένο χρόνο.

Η σημαντικότητα της ορθής ανάλυσης του προβλήματος

Ο αλγόριθμος είναι μια υπολογιστική διαδικασία που θα παρουσιάσει μία ή περισσότερες πιθανές λύσεις σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Άρα γίνεται κατανοητό ότι πριν την αλγοριθμική διαδικασία προηγείται το πρόβλημα και κατ' επέκταση χωρίς συγκεκριμένο πρόβλημα δεν μπορεί να υφίσταται καμία μορφή αλγορίθμου. Επομένως είναι σημαντικό να προηγηθεί μια διαδικασία κατανόησης του προβλήματος και ανάλυσης του από τον επίδοξο λύτη, ώστε να γίνει ορθός σχεδιασμός του αλγορίθμου, σωστή εισαγωγή των δεδομένων (input) και το αποτέλεσμα να είναι αποδοτικό και σαφές.

Υπάρχει λοιπόν η αναγκαιότητα, κατά την ανάλυση του προβλήματος, να γίνεται μια μεθοδική και ουσιαστική αναγνώριση, εξέταση και καταγραφή των δεδομένων του. Σημαντική είναι επίσης η αξιολόγηση των δεδομένων αυτών και η καταγραφή των προτεραιοτήτων μεταξύ τους. Τα δεδομένα μπορούν να είναι οι πιθανές τιμές που το αποτέλεσμα μπορεί να πάρει, οι λόγοι που προέκυψε το πρόβλημα, οι συνθήκες που επηρεάζουν το πρόβλημα και που πρέπει να πληρούνται για την επίλυση του. Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι επιβάλλεται να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες των δεδομένων και να προβλέπεται πως αυτές θα γίνουν διαχειρίσιμες από τον αλγόριθμο.

Όταν αναλύεται ένα πρόβλημα σημαίνει ότι ξεκινά μια διαδικασία αποκάλυψης της δομής του προβλήματος. Δηλαδή το πρόβλημα χωρίζεται σε μικρότερα και απλούστερα υπο-προβλήματα, καθένα από τα οποία λύνεται ευκολότερα. Όσο περισσότερο αναλύουμε τα προβλήματα σε απλούστερα, τόσο περισσότερο ελαττώνεται η δυσκολία τους. Με τη σειρά τους τα νέα προβλήματα μπορούν να αναλυθούν ακόμη περισσότερο. Αυτή η διαδικασία λαμβάνει τέλος, όταν η ανάλυση του αρχικού προβλήματος και η διάσπαση του

σε άλλα επιμέρους προβλήματα θεωρείται επαρκής ή όταν δεν μπορεί να υπάρξει επιπλέον ανάλυση.

Η σωστή επίλυση του προβλήματος προϋποθέτει δύο βασικά πράγματα:

- τον επακριβή προσδιορισμό των δεδομένων που παρέχει το πρόβλημα.
- την λεπτομερειακή καταγραφή των ζητούμενων που αναμένονται σαν αποτέλεσμα του προβλήματος.

Είναι απαραίτητο να δίνεται μεγάλη προσοχή τόσο στην ανίχνευση των δεδομένων ενός προβλήματος, όσο και στον εντοπισμό και αποσαφήνιση των ζητούμενων του προβλήματος, καθώς δεν υπάρχει συγκεκριμένη μεθοδολογία για αυτό. Υπάρχουν περιπτώσεις που τα δεδομένα αποκαλύπτονται μέσα στα λεγόμενα του προβλήματος και άλλες που χρειάζονται διευκρινιστικές ερωτήσεις για τα ζητούμενα του προβλήματος είτε προς το δημιουργό είτε προς τον εαυτό μας.

Όσον αφορά τον καθορισμό των απαιτήσεων στην ανάλυση ενός προβλήματος, αυτό μπορεί να σημαίνει τρία πράγματα:

- προσδιορισμός των δεδομένων που παρέχονται
- προσδιορισμός των ζητούμενων, δηλαδή τι περιμένουμε σε γενικές γραμμές σαν αποτέλεσμα
- εντοπισμός των σχέσεων/υπολογισμών που τα δεδομένα του προβλήματος θα οδηγήσουν στα ζητούμενα (επίλυση)

Συνοψίζοντας, τα στάδια αντιμετώπισης του προβλήματος είναι:

1 Κατανόηση – απαιτείται η σωστή και πλήρης αποσαφήνιση των δεδομένων και των ζητούμενων του προβλήματος.

2. Ανάλυση - το αρχικό πρόβλημα διασπάται σε άλλα επιμέρους απλούστερα προβλήματα.

3. Επίλυση - υλοποιείται η λύση του προβλήματος, μέσω της λύσης των επιμέρους προβλημάτων.

Περιγραφή και αναπαράσταση αλγορίθμων

Η αλγοριθμική επίλυση ενός προβλήματος μπορεί να καταγραφεί με τους ακόλουθους τρόπους³⁹:

39.ά.π. / σελ. 3

1. Ελεύθερο κείμενο (free text):

Αποτελεί τον πιο ανεπεξέργαστο και αδόμητο τρόπο παρουσίασης αλγορίθμου. Έτσι εγκυμονεί τον κίνδυνο ότι μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε μη εκτελέσιμη παρουσίαση παραβιάζοντας το τελευταίο χαρακτηριστικό των αλγορίθμων, δηλαδή την αποτελεσματικότητα.

2. Φυσική γλώσσα κατά βήματα (natural language):

Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται προσοχή, γιατί μπορεί να παραβιασθεί το τρίτο βασικό χαρακτηριστικό ενός αλγορίθμου, όπως προσδιορίσθηκε προηγουμένως, δηλαδή το κριτήριο της καθοριστικότητας ή σαφήνειας.

3. Διαγραμματικές τεχνικές (diagramming techniques):

Συνιστούν ένα γραφικό τρόπο παρουσίασης του αλγορίθμου. Από τις διάφορες διαγραμματικές τεχνικές που έχουν επινοηθεί, η πιο παλιά και η πιο γνωστή, είναι το διάγραμμα ροής (flow chart). Ένα

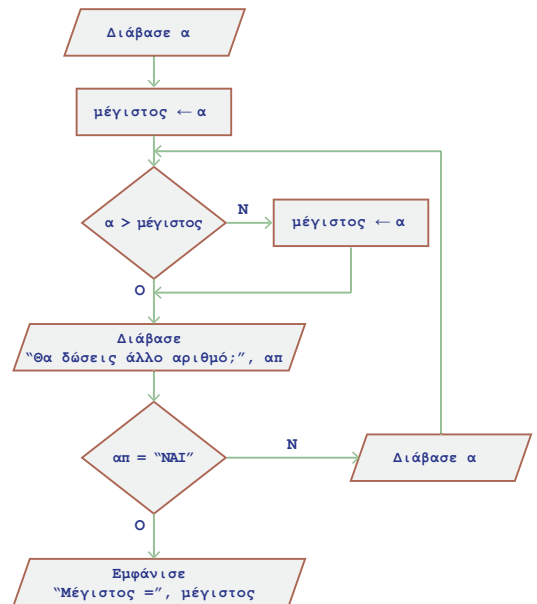
διάγραμμα ροής, αποτελείται από ένα σύνολο γεωμετρικών σχημάτων, όπου το κάθε ένα υποδηλώνει μια συγκεκριμένη ενέργεια ή λειτουργία. Τα γεωμετρικά σχήματα ενώνονται μεταξύ τους με βέλη, που δηλώνουν τη σειρά εκτέλεσης των ενεργειών αυτών.

4. Κωδικοποίηση (coding):

Εδώ αναφερόμαστε σε ένα πρόγραμμα γραμμένο είτε σε μία ψευδογλώσσα είτε σε κάποια γλώσσα προγραμματισμού που όταν εκτελεσθεί θα δώσει τα ίδια αποτελέσματα με τον αλγόριθμο.

```

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Υπολογισμός_Μεγίστου
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ
  ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ: α, μέγιστος
  ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ: απ
ΑΡΧΗ
  ΔΙΑΒΑΣΕ α
  μέγιστος ← α
  ΑΡΧΗ_ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ
    ΔΙΑΒΑΣΕ α
    ΑΝ α > μέγιστος ΤΟΤΕ
      μέγιστος ← α
    ΤΕΛΟΣ_ΑΝ
    ΓΡΑΨΕ "Θα δώσεις άλλο αριθμό;"
  ΜΕΧΡΙΣ_ΟΤΟΥ απ <> N
  ΓΡΑΨΕ "Μέγιστος =", μέγιστος
ΤΕΛΟΣ_ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ
  
```



▲ Αναπαράσταση του ίδιου αλγορίθμου με ψευδογλώσσα και διάγραμμα ροής.

(Ιδία Επεξεργασία)

Σκεπτόμενοι μαθηματικά

Στην συνέχεια εξετάζεται η έννοια της μαθηματικής λογικής στη σχέση της με το σχεδιασμό και πως αυτή σχετίζεται με την εφαρμογή των αλγορίθμων σε διαδικασίες σχεδιασμού.

Τα μαθηματικά στο σχεδιασμό

Σύμφωνα με τον Robert Woodbury, «ένα μοντέλο που σχεδιάζεται σε ένα περιβάλλον CAD αποτελεί ένα σύνολο μαθηματικών προτάσεων. Ένα αντικείμενο «γραμμής» (line object) αποτελεί μια δήλωση ότι το ευθύγραμμο τμήμα ανάμεσα στα άκρα της «γραμμής» είναι κομμάτι αυτού του μοντέλου. Οι μαθηματικοί υπολογισμοί που απαιτούνται για να ισχύει κάτι τέτοιο, γίνονται από το σύστημα»⁴⁰. Δηλαδή η τοποθέτηση νέων σημείων σε ένα επίπεδο ή ο σχεδιασμός μιας γραμμής που να εφάπτεται σε ένα κύκλο και να περνά από ένα συγκεκριμένο σημείο ή ακόμη ο προσδιορισμός του σημείου του κέντρου βάρους ενός κλειστού πολυγώνου, όλα αυτά στηρίζονται σε αρχές των μαθηματικών. Ένας σχεδιαστής όμως ασχολείται πολύ λιγότερο με τέτοια ζητήματα, αφού αυτό που τον ενδιαφέρει και αποτελεί την ουσιαστική δουλειά του, είναι το δημιούργημα / μοντέλο του. Με τη χρήση όμως των δυνατοτήτων που του προσφέρει ένα τέτοιο περιβάλλον (για παράδειγμα τα grids, snaps, circle intersections κλπ), ουσιαστικά αποδεικνύει ότι για να μπορέσει να περιγράψει σχεδιαστικά μια βασική υπόθεση που έχει κάνει, χρησιμοποιεί μαθηματικές αποδείξεις. Φυσικά ένας σχεδιαστής σπάνια σκέπτεται τις μαθηματικές συνιστώσες της υπόθεσης του, μια δουλειά που θα μπορούσε κάλλιστα να γίνεται από μαθηματικούς οι οποίοι ενδιαφέρονται να εξετάσουν κατασκευές ειδικού σκοπού, μέσα από την επιστήμη των εφαρμοσμένων μαθηματικών. Αλλά το ερώτημα παραμένει. Ο σχεδιαστής θα πρέπει να είναι αποκομμένος από τις εφαρμοσμένες μαθηματικές δομές του δημιουργήματος του; Ο Woodbury ισχυρίζεται ότι «κατά κάποιο τρόπο οι σχεδιαστές «κάνουν» μαθηματικά. Πρακτικά όμως χρησιμοποιούν πολύ περισσότερο θεωρίες μαθηματικών παρά τον ισχυρισμό ότι κάνουν μαθηματικά. Για να «κάνει» κανείς μαθηματικά χρειάζεται

⁴⁰ Woodbury, Robert, *Elements of Parametric Design*, Εκδόσεις Routledge, Abingdon-Oxon, UK, 2010 / σελ. 33

42Ο Malcolm McCullough, στο βιβλίο του «Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand» (1996) διερευνήσε την δυνατότητα της τέχνης στην σφαίρα του ψηφιακού. Παρατήρησε ότι η εμφάνιση της έννοιας του computation και του υπολογιστή ως μέσο και όχι μόνο, σαν ένα σύνολο εργασιών υποσχόταν μian αυξημένη σχέση μεταξύ της ψηφιακής εργασίας και της παραδοσιακής τέχνης. Έτσι ανέπτυξε θέσεις για την προάσπιση των ανθρωπίνων χαρακτηριστικών και αξιών κατά τα στάδια διαμόρφωσης των νέων πρακτικών στα ψηφιακά μέσα. Στο βιβλίο του επίσης ασχολείται με τη φυσικότητα της σχέσης χεριού - ματιού, το εργασιακό πλαίσιο του πολιτισμού της εικόνας, χρήσεις και περιορισμούς των συμβολικών μεθόδων και στη συνέχεια περνά στο ψηφιακό μέσο με θέματα που ασχολούνται με την αλληλεπίδραση ανθρώπου υπολογιστή, γεωμετρικών κατασκευών και αφηρημένων μεθόδων στον σχεδιασμό κλπ. Ο Malcolm McCullough είναι καθηγητής στο University of Michigan's Taubman College of Architecture and Urban Planning

43Αυτό που προσπάθησε να καταδείξει ο Lakatos ήταν ότι δεν υπάρχει θεώρημα των informal mathematics που να είναι τελικό ή τέλειο. Αυτό σημαίνει ότι δεν πρέπει να σκεπτόμαστε ότι ένα θεώρημα αληθεύει τελειωτικά, μόνο και μόνο επειδή δεν έχει ακόμα ανακαλυφθεί κάποιο αντιπαράδειγμα. Μόλις ανακαλυφθεί αντιπαράδειγμα, δηλαδή κάτι που αντιφάσκει με ή δεν εξηγείται από το θεώρημα, επαναδιατυπώνουμε το θεώρημα,

να στηριχθεί πάνω σε αποδεδειγμένα θεωρήματα και να παράξει νέες θεωρίες. Εδώ όμως έχουμε μια σημαντική διαφορά από αυτή την θέση, για το δημιουργό, τόσο στην πρόθεση όσο και στην πράξη»⁴¹. Ένας σχεδιαστής έχει ως στόχο να δημιουργήσει ένα σχεδιαστικό μοντέλο, δηλαδή να περιγράψει ένα αντικείμενο με βάση ένα πρόβλημα ή μian υπόθεση, το οποίο θα μπορεί να κατασκευαστεί. Αντίθετα ένας μαθηματικός προσπαθεί να ανακαλύψει νέα θεωρήματα και μαθηματικά μοντέλα στηριζόμενος σε υφιστάμενες θεωρίες. Η δουλειά ενός σχεδιαστή μοιάζει περισσότερο με τη θεωρία του McCullough περί «ψηφιακής τέχνης»⁴² και πολύ λιγότερο με τη θεωρία του μαθηματικού Lakatos που αφορά τις αποδείξεις και ανακατασκευές στα μαθηματικά⁴³. Χρησιμοποιώντας κανείς μαθηματικά για να κάνει σχεδιασμό, φαντάζει πιο πρακτικό και «απαιτεί» λιγότερη κατανόηση σαν πράξη παρά να προσπαθεί να δημιουργήσει μαθηματικές θεωρίες για χάρη των μαθηματικών. Το κλειδί στην προκειμένη περίπτωση είναι η λέξη «απαιτεί». Σύμφωνα πάντα με το Woobury, «αρκετοί σχεδιαστές επιλέγουν να εμβαθύνουν στη μαθηματική λογική που κρύβεται πίσω από τη δουλειά τους. Με αυτό τον τρόπο βρίσκουν τον πυρήνα της ανάπτυξης μιας ισχυρής δομής αναγκαίας για την ανάπτυξη του σχεδιασμού τους»⁴⁴.

Ο σχεδιασμός ανέκαθεν ήταν συνυφασμένος με τη μαθηματική σκέψη και λογική. Για παράδειγμα, τα γοτθικά κτίσματα τα οποία σχεδιάζονταν ως πολύπλοκες ακολουθίες γεωμετρικών κατασκευών που προέρχονταν από ορισμένες βασικές διαστάσεις. Ο Leonardo Da Vinci για να δημιουργήσει τον Άνθρωπο του Βιτρούβιου χρησιμοποίησε το Χρυσό Κανόνα των Αναλογιών και επανέφερε την ανακάλυψη των μαθηματικών αναλογιών το 15^ο αιώνα, ένα από τα μεγάλα επιτεύγματα που οδήγησαν στην Ιταλική Αναγέννηση. Ο Andrea Palladio επίσης, στο σχεδιασμό της Villa Rotonda (1566-1591), χρησιμοποίησε και αυτός τον κανόνα των αναλογιών. Άλλο σημαντικό παράδειγμα το Modulor του Le Corbusier δημοσιευμένο το 1948, που αφορούσε την αρμονική κλίμακα ή όπως αναγράφεται στην εισαγωγή του βιβλίου ως «...δοκίμιο για ένα αρμονικό μέτρο σε ανθρώπινη κλίμακα με παγκόσμια εφαρμογή στην αρχιτεκτονική και στη μηχανική»⁴⁵. Άλλη σημαντική αναφορά είναι ο Καναδός αρχιτέκτονας James W. Strutt⁴⁶ το έργο του οποίου ήταν βασισμένο στις σφαίρες και στα πολυέδρα.

πιθανώς με την επέκταση της περιοχής που ισχύει. Αυτός είναι ένας συνεχής τρόπος με τον οποίο συσσωρεύεται η γνώση μας, μέσα από τη λογική και τη διαδικασία των αποδείξεων και των ανασκευών τους.

44. Woodbury, Robert. *Elements of Parametric Design*, Εκδόσεις Routledge, Abingdon-Oxon, UK, 2010 / σελ. 33

45. Βασιλάτος, Παναγιώτης. *Οι Γεωμετρικές Αναλογίες στον Αρχιτεκτονικό Σχεδιασμό. Το MODULOR, μια κριτική αιρετική προσέγγιση* / σελ. 5

46. O J W Strutt εμπνεύστηκε από τους Αμερικανούς αρχιτέκτονες Frank Lloyd Wright και Buckminster Fuller, και προώθησε τον μοντερνισμό στην канаδική αρχιτεκτονική. Θαύμαζε ιδιαίτερα τον τρόπο με τον οποίο ο Wright ενσωμάτωνε την φύση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, αλλά και τον Fuller για την εφεύρεση του γεωδαιτικού θόλου. Σε όλο του το έργο ο J W Strutt διερευνούσε την γοητεία της γεωμετρίας, της δομής και της μορφής στην φύση (πηγή: **Shanahan, Noreen** (2008-12-30), *Ottawa architect championed modernist age in Canadian design*, The Globe and Mail).

47. Terzidis, Kostas. *Algorithmic Architecture*, Εκδόσεις Elsevier Ltd - Architectural Press, Oxford - UK, 2006 / σελ. 21

Η σημασία της μαθηματικής λογικής στις αλγοριθμικές διαδικασίες σχεδιασμού

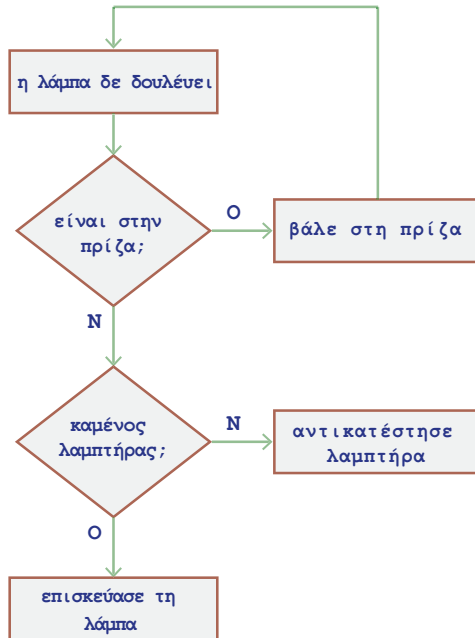
Η μαθηματική σκέψη, λογική και θεωρία είναι άμεσα και άρρηκτα συνδεδεμένη με το σχεδιασμό. Ο αλγοριθμικός σχεδιασμός είναι το κλειδί που κάνει τα μαθηματικά «ενεργά». Με την κωδικοποίηση θεωρημάτων και σχεδιασμού σε γραφήματα διάδοσης (propagation graphs) και σε κόμβους, ο αρχιτέκτονας μπορεί να εφαρμόσει μαθηματικές ιδέες «παίζοντας» με αυτά. Έτσι η στεγνή μαθηματική λογική των ελευθέρων επιφανειών καθέτων διανυσμάτων (surface normals), των εσωτερικών γινομένων, των εξισώσεων επιπέδων κλπ., μπορούν να γίνουν ένα ουσιαστικό κομμάτι του σχεδιασμού στο «ρεπερτόριο» του δημιουργού. Με αυτό τον τρόπο τα μαθηματικά, εφαρμοσμένα σε αλγοριθμικές διαδικασίες, αποκτούν νόημα γιατί παράγουν στρατηγικές εξέλιξης του σχεδιασμού.

Σκεπτόμενοι αλγοριθμικά

Ο αλγόριθμος επίσης «μπορεί να μελετηθεί σαν μεθοδολογία που λειτουργεί με παρόμοιο συμπληρωματικό ή παράλληλο τρόπο με το ανθρώπινο μυαλό»⁴⁷.

Οι αλγοριθμικές στρατηγικές χρησιμοποιούν τη διερεύνηση αντιπροσωπευτικών μοτίβων, καθολικών αρχών και επαγωγικών συνδέσεων. Ο άνθρωπος εγκέφαλος χρησιμοποιεί αλγοριθμικές διαδικασίες, επιλύοντας απλά καθημερινά προβλήματα, τις περισσότερες φορές υποσυνείδητα. Εργασίες που μοιάζουν απλές, αποδεικνύεται ότι μπορούν να προσεγγιστούν και να απεικονιστούν με λογικά διαγράμματα πράγμα που αποδεικνύει ότι εμπεριέχουν την αλγοριθμική λογική. Οι νοερές πράξεις εκτελούνται εφαρμόζοντας συγκεκριμένα διαδοχικά βήματα και εξετάζοντας παράλληλα πολλαπλές πιθανές επιλογές ή λύσεις.

Για παράδειγμα η διαδικασία της αλλαγής μιας καμένης λάμπας μπορεί να αναλυθεί ως αλγοριθμική διαδικασία και να απεικονιστεί με τη μορφή διαγράμματος ροής (flow chart):



Επίσης η αλγοριθμική λογική επιστρατεύεται από τον ανθρώπινο νου όταν θέλει να δώσει απαντήσεις σε σειρές ερωτημάτων χωρίς προφανή απάντηση. Ένα παράδειγμα είναι το εξής:

48. Το ερώτημα αυτό το υπέβαλε ο Κώστας Τερζίδης σε διάλεξη του μαθήματος του 02311, «Algorithmic Architecture», που διδάσκει στο πανεπιστήμιο του Harvard. <http://isites.harvard.edu/icb/icb.do?keyword=k36990>

Μια περίεργη γυναίκα φτάνει στο λιμάνι ενός νησιού. Σε αυτό το νησί κατοικούν δύο φυλές: Οι χορτοφάγοι, οι οποίοι λένε πάντα την αλήθεια και οι ανθρωποφάγοι, που λένε πάντα ψέματα. Σε μια περιήγηση της στο νησί συναντά ένα ιθαγενή σ' ένα δίστρατο. Το ένα μονοπάτι οδηγεί στο χωριό των ανθρωποφάγων, ενώ το άλλο στο χωριό των χορτοφάγων. Δεν ξέρει σε ποια φυλή ανήκει ο ιθαγενής. Ποια ερώτηση μπορεί να υποβάλει στον ιθαγενή ούτως ώστε να ανακαλύψει το μονοπάτι που οδηγεί στο χωριό των χορτοφάγων;⁴⁸

Η σωστή απάντηση είναι: «Ποιο μονοπάτι οδηγεί στο χωριό σου;» και γίνεται απόλυτα κατανοητή άμα δούμε την αλγοριθμική ερμηνεία του ερωτήματος:

ΑΝ ο ιθαγενής είναι χορτοφάγος

ΤΟΤΕ θα δείξει το μονοπάτι που οδηγεί στο χωριό του
{αφού λέει πάντα την αλήθεια}

ΑΛΛΙΩΣ

ΑΝ ο ιθαγενής είναι ανθρωποφάγος

ΤΟΤΕ θα δείξει το μονοπάτι που οδηγεί στο χωριό των
χορτοφάγων
{αφού λέει πάντα ψέματα}

Πολυπλοκότητα

«Αν και η έννοια του αλγορίθμου συχνά συνδέεται με αυτή της πολυπλοκότητας, είναι κρίσιμο να διακρίνουμε την πολυπλοκότητα του αποτελέσματος από αυτήν του αλγορίθμου που την παράγει. Είναι δυνατό (και σύνθητες) να παράγονται εξαιρετικά πολύπλοκα αποτελέσματα από πολύ απλούς αλγορίθμους. Η πολυπλοκότητα αυτή είναι μια πολυπλοκότητα στον βαθμό (αριθμητική πολυπλοκότητα) και πρέπει να διαχωρίζεται από την πολυπλοκότητα σε είδος»⁴⁹. Η χρήση τέτοιων αλγορίθμων δίνει την δυνατότητα στους αρχιτέκτονες να πειραματιστούν με καινούργιες μορφές (οι οποίες αναπτύσσονται με μια λογική ανάδυσης). Οι περισσότερες από αυτές τις στρατηγικές προσπαθούν να προσομοιάσουν φυσικά φαινόμενα, «ανακαλύπτοντας» αλγορίθμους οι οποίοι προϋπάρχουν στη φύση ανεξαρτήτως της ανθρώπινης νόησης, και δεν «εφευρίσκουν» καινούργιους αλγορίθμους⁵⁰.

⁴⁹Deleuze, Gilles, *Bergsonism*, Zone Books, Fifth Printing, 2002 / σελ. 41, [μετ. Δημήτρης Παπαδόπουλος]

⁵⁰Παπαλεξόπουλος, Δ., Σταυρίδου, Α., Παπαδόπουλος, Δ., *Εννοιολογικός προσδιορισμός παραμετρικών ιδιοτήτων αρχιτεκτονικών κατασκευαστικών στοιχείων και δομικών υλικών*, ΕΜΠ, Αθήνα, 2007 / σελ. 65

51 Deleuze, Gilles, *Bergsonism*, Zone Books, Fifth Printing, 2002 / σελ. 15, (μετ. Δημήτρης Παπαδόπουλος)

Ο φιλόσοφος G. Deleuze αναφέρει ότι «Η πραγματική ελευθερία βρίσκεται στη δύναμη να αποφασίζουμε, να συντάσσουμε τα ίδια τα προβλήματα. Και αυτή η «ημι-θεική» δύναμη συνεπάγεται την εξαφάνιση των ψευδών προβλημάτων αλλά και τη δημιουργική άνοδο των πραγματικών. Η αλήθεια είναι ότι στη φιλοσοφία αλλά και αλλού το θέμα είναι να βρεθεί το πρόβλημα και στην συνέχεια να τεθεί, παρά να λυθεί. Γιατί ένα θεωρητικό πρόβλημα λύνεται την στιγμή που θα διατυπωθεί σωστά»⁵¹. Ουσιαστικά εννοεί ότι η επίλυση υπάρχει ήδη, αλλά μπορεί να παραμένει κρυμμένη ή κατά κάποιο τρόπο καλυμμένη. Άρα πρέπει να αποκαλυφθεί. Αλλά δηλώνοντας το πρόβλημα δεν είναι απλά αποκάλυψη, είναι εφεύρεση. Αντίθετα η αποκάλυψη (ή ανακάλυψη), έχει να κάνει με αυτό το οποίο ήδη υπάρχει, πραγματικά ή δυναμικά, και άρα θα συνέβαινε αργά ή γρήγορα.

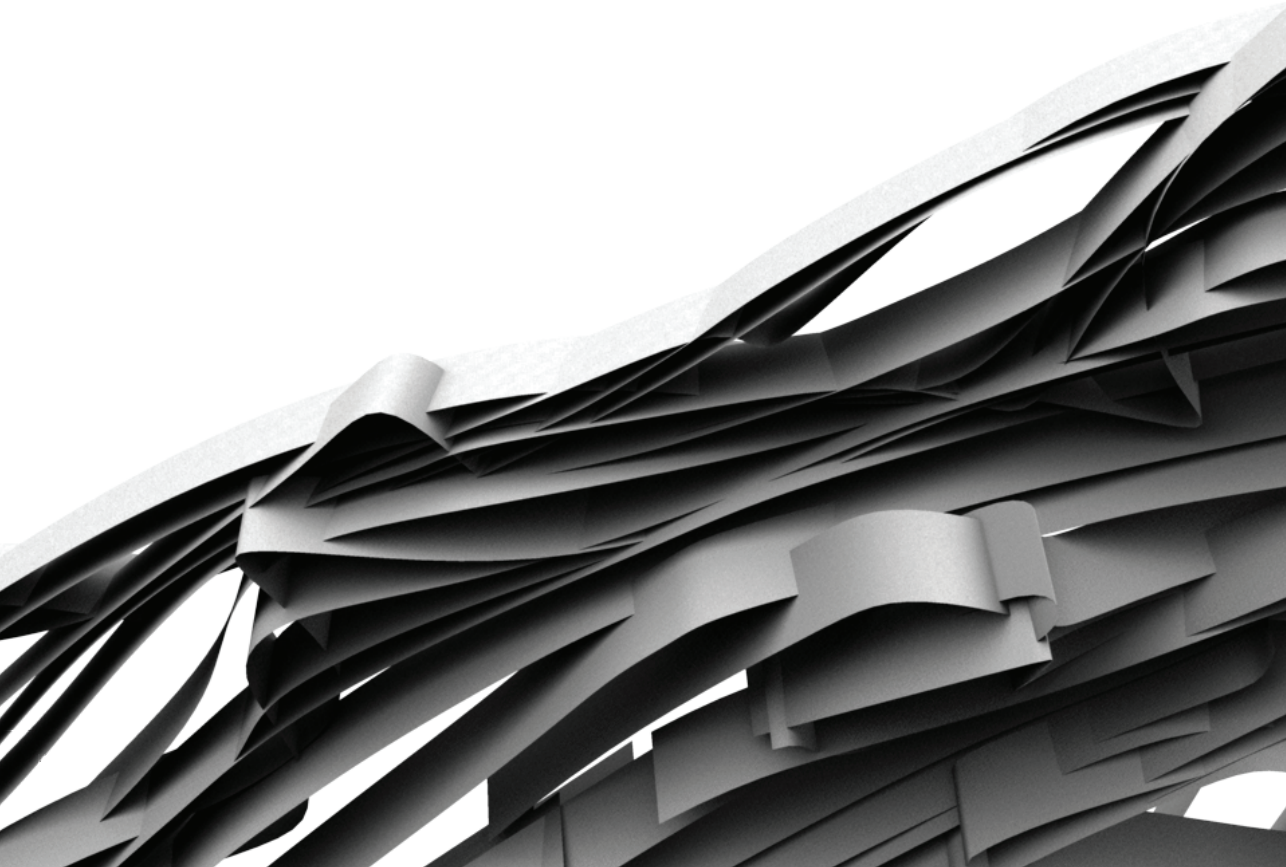
52 Παπαλεξόπουλος, Δ., Σταυρίδου, Α., Παπαδόπουλος, Δ., *Εννοιολογικός προσδιορισμός παραμετρικών ιδιοτήτων αρχιτεκτονικών κατασκευαστικών στοιχείων και δομικών υλικών*, ΕΜΠ, Αθήνα, 2007 / σελ. 66

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των αλγορίθμων είναι ότι ενώ διατυπώνονται συνήθως για να επιλύσουν κάποιο συγκεκριμένο πρόβλημα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την επίλυση ή διατύπωση διαφορετικών προβλημάτων. Έτσι ο αλγόριθμος βάσει του οποίου παράγεται μια μορφή, από μίαν ακολουθία μετασχηματισμών δεδομένων γεωμετρικών στοιχείων, ανάλογα με τα αρχικά δεδομένα μπορεί να παράγει εντελώς διαφορετικά αποτελέσματα. Κατ' επέκταση, ένας αλγόριθμος μπορεί να αποτελέσει το αφηρημένο και ασαφές πλαίσιο κανόνων, το οποίο ανάλογα με την πρόθεση του δημιουργού μπορεί να οδηγήσει σε απρόβλεπτες - από τον αρχικό δημιουργό του αλγορίθμου - μορφές.⁵²

Ο Κ. Τερζίδης αναφέρει σχετικά: «Είναι πιθανό ότι ενώ ένας προγραμματιστής έχει συλλάβει έναν αλγόριθμο για να επιλύσει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, ο ίδιος αλγόριθμος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιλύσει ένα άλλο εντελώς διαφορετικό πρόβλημα το οποίο δεν είχε προβλεφθεί από τον αρχικό συγγραφέα. Ακόμα, είναι πιθανό ότι χρησιμοποιώντας τον ίδιο αλγόριθμο αλλά εντάσσοντας διαφορετικές παραμέτρους από τις αρχικές, να οδηγηθούμε σε συμπεριφορές τελείως απρόβλεπτες. Ως συνέπεια, όταν ένας σχεδιαστής χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο για να σχεδιάσει, είναι πιθανό να μην γνωρίζει τον μηχανισμό, τις προδιαγραφές, ή τις επιπτώσεις του αλγορίθμου του προγραμματιστή. Το κενό της ασυμφωνίας η οποία χωρίζει τον

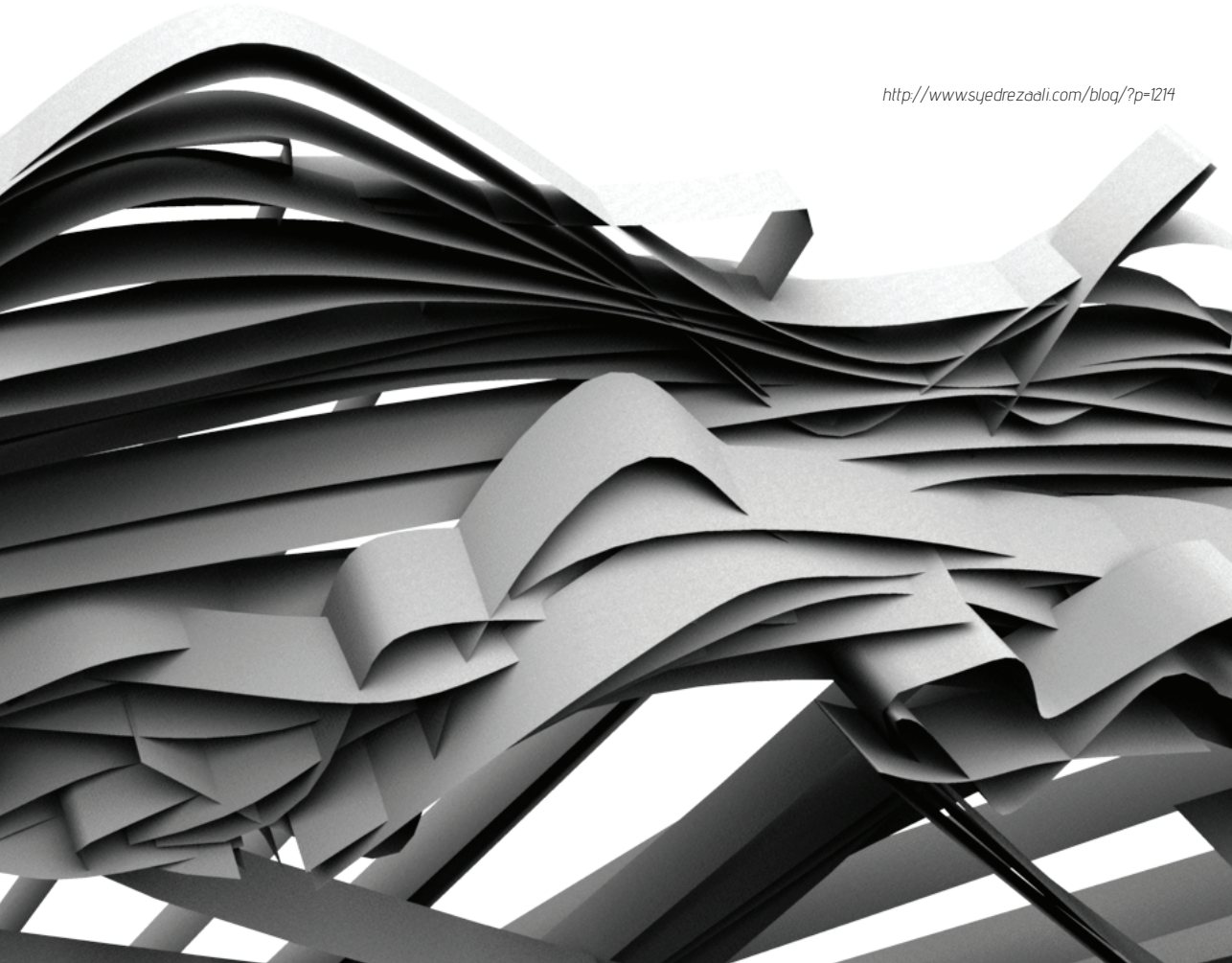
προγραμματιστή από τον σχεδιαστή, είναι όντως προβληματικό λόγω της φύσης των αλγορίθμων. Σε αντίθεση με τα φυσικά εργαλεία, στα οποία η μη-προβλεψιμότητα είναι μηχανικής ή χημικής φύσης, τα αλγοριθμικά εργαλεία είναι αφαιρετικά, ασαφή, λογικά, και νοητικά από την φύση τους και κατ' επέκταση σχετιζόμενα με την ανθρώπινη νόηση. Έτσι, σε αυτό το πλαίσιο, το αποτέλεσμα ενός αλγορίθμου πρέπει να σχετίζεται με κάποιο ανθρώπινο μυαλό, είτε του σχεδιαστή είτε του προγραμματιστή. Οτιδήποτε άλλο θα ήταν άτοπο, γιατί θα αφορούσε μια νοητική διαδικασία χωρίς την παρουσία ανθρώπινου νου. Συνεπώς, η κριτική για το αποτέλεσμα ενός αλγορίθμου, πρέπει να σχετίζεται με τον σχεδιαστή ή τον προγραμματιστή ο οποίος παρέχει τον αλγόριθμο στο σχεδιαστή»⁵³.

53. Terzidis, Kostas, *Algorithmic Architecture*, Εκδόσεις Elsevier Ltd - Architectural Press, Oxford - UK, 2006 / σελ. 23



▼ Μορφή ως αποτέλεσμα πολύπλοκης αλγοριθμικής διαδικασίας. Αναπτύχθηκε με την λογική της ανάδυσης, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα σωματιδίων με συγκεκριμένους κανόνες συμπεριφοράς.

<http://www.syedrezaali.com/blog/?p=1214>





B.2

ο αλγόριθμος στο σχεδιασμό

Αναζητώντας τη μορφή

54. Κουφάκης, Γιώργος.

Αναδυόμενες τεχνολογίες στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, άρθρο στο περιοδικό LastTapes, τεύχος 5, Μάιος 2012

<http://www.lasttapes.gr/old/item/94-aliens.html>

«Η αρχιτεκτονική έρευνα της εποχής μας εστιάζει στο σχεδιασμό ο οποίος αναζητά εκ νέου την ένταξη στο περιβάλλον. Οι πολιτισμικές ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής, τα γεωλογικά χαρακτηριστικά και το μικροκλίμα του κάθε τόπου συγκροτούν μια σειρά από παραμέτρους που ενημερώνουν το αντικείμενο του σχεδιασμού σε πραγματικό αναπαραστατικό χρόνο»⁵⁴. Αυτό σημαίνει ότι η πολυπλοκότητα των σχέσεων που καθορίζουν το δομημένο χώρο καθιστά το πρόβλημα της ένταξης του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στις περιρρέουσες συνθήκες ιδιαίτερα σύνθετο.

55. ό. π.

Η μορφή δεν είναι πλέον παράγωγο του μοντέρνου δόγματος, το στολίδι ως αρχιτεκτονική λεπτομέρεια δεν είναι περιττή, αποτελεί απαραίτητο συστατικό του συνόλου. Το «επιμέρους» συνεπάγεται το «όλον» και αντίστροφα. Το δίπολο αυτό και η δυναμική σχέση που το διέπει μαζί και με την υλικότητα της κατασκευής μπορεί να προσδιορισθεί με τεχνοτροπίες που αντλούν πληροφορία από ψηφιακά και φυσικά πειράματα.⁵⁵ Το αλγοριθμικό μοντέλο που αναφέρεται σε τέτοιου είδους ζητήματα, μπορεί να αναπαριστά μια σειρά από σχέσεις και να ενημερώνεται από δεδομένα που αντλούνται από τη «διάδραση» του με την πραγματικότητα. Οι βάσεις των δεδομένων, αποτέλεσμα του πρωταρχικού σταδίου μιας έρευνας που επικεντρώνεται στα δεδομένα της κάθε περιοχής, εισάγονται στο αλγοριθμικό μοντέλο το οποίο περιγράφει τα σχεδιαστικά βήματα και τις συνθετικές δομές του αρχιτεκτονικού έργου και κατά συνέπεια παράγει ένα νέο αρχιτεκτονικό λεξιλόγιο.

Εισαγωγή δεδομένων σε συστήματα σχεδιασμού αλγοριθμικής λογικής

Τα εξελισσόμενα υπολογιστικά εργαλεία αλγοριθμικού σχεδιασμού επιτρέπουν την επεξεργασία της ποσότητας της πληροφορίας που σχετίζεται με το αρχιτεκτονικό πρόβλημα. Ο αρχιτέκτονας σχεδιάζει τα εργαλεία του και χρησιμοποιεί

πλέον τον υπολογιστή ως πλατφόρμα ψηφιακών πειραμάτων. Σχεδιάζει πληθυσμούς λύσεων και επαληθεύει την συμπεριφορά τους. Τα πειράματα με φυσικά μοντέλα και με τις ιδιότητες των υλικών ενημερώνουν με νέα δεδομένα το ψηφιακό μοντέλο. Η διαδικασία αυτή δε διαχειρίζεται το σύνολο των παραμέτρων που επηρεάζουν το σχεδιασμό σε πραγματικό χρόνο. Δεν είναι μοναδική, ως διαδικασία και αποτελεί μίαν προσέγγιση του συγκεκριμένου προβλήματος που θέτει ο αρχιτέκτονας. Για παράδειγμα η δυνατότητα ένταξης στις ιδιαιτερότητες του τόπου καθορίζουν την κατεύθυνση του σχεδιασμού και άρα τη βέλτιστη συμπεριφορά του αρχιτεκτονήματος. Επίσης η επιλογή των κατάλληλων περιβαλλοντικών παραμέτρων είναι δυνατόν να καθορίζουν τις σχέσεις των λειτουργικών και δομικών στοιχείων της κατασκευής. Άρα ο αλγοριθμικός σχεδιασμός συνυψάζει βάσεις δεδομένων και περιγράφει διανυσματικά τις παραμέτρους.⁵⁶

Πρόθεση

Σύμφωνα με προηγούμενη θέση, αλλά και με τη θέση του Κ. Τερζίδη ότι το αποτέλεσμα ενός αλγορίθμου πρέπει να είναι απόλυτα ελεγχίμο, άρα να σχετίζεται με κάποιο ανθρώπινο μυαλό, είτε του σχεδιαστή είτε του προγραμματιστή, εισάγεται μια κρίσιμη έννοια για την κατανόηση των αλγοριθμικών στρατηγικών σχεδιασμού, αυτή της «πρόθεσης».

Η κριτική η οποία μπορεί να ασκηθεί στο αποτέλεσμα τέτοιου σχεδιασμού δεν αφορά το ίδιο το εργαλείο αλλά στην πρόθεση δημιουργίας του και στο βαθμό που ικανοποιεί την αρχική πρόθεση του χρήστη. Ο Κ. Τερζίδης αναφέρει σχετικά ότι «*Η πρόθεση είναι ένας όρος ο οποίος χρησιμοποιείται συνήθως στο πλαίσιο της συναίσθησης. Ο ορισμός της πρόθεσης σχετίζεται με κάποιο πλάνο δράσης, μια αποφασιστικότητα για δράση με συγκεκριμένο τρόπο, μια ενσυνείδητη και σκόπιμη κατεύθυνση προς έναν στόχο. Σε κάθε περίπτωση, η πρόθεση αποδίδεται*

57. Terzidis, Kostas, *Algorithmic Architecture*, Εκδόσεις Elsevier Ltd - Architectural Press, Oxford - UK, 2006 / σελ. 25

(στην έλλειψη κάθε άλλης πηγής) στο ανθρώπινο μυαλό ως πηγή της πρόθεσης. Παραπέρα, η πρόθεση σχετίζεται με το σχεδιασμό (design) γιατί ο σχεδιασμός παραδοσιακά θεωρείται μια πράξη συνειδητών αποφάσεων με στόχο μίαν πρόθεση. Το πρόβλημα με αυτήν την προσέγγιση είναι ότι υποθέτει ότι πίσω από κάθε απόφαση πρέπει να βρίσκεται μια νόηση που έχει συναίσθηση (της ύπαρξής της)»⁵⁷.

«Πρωτεύοντας αλγόριθμος» και η πρόθεση ως «δευτερεύοντας αλγόριθμος»

Παρουσιάζονται πολλές ομοιότητες στους όρους σχεδιασμός και αλγόριθμος. Είναι σημαντικό όμως να τους διαχωρίσουμε για να ξεκαθαρίσουμε τα πράγματα. Ο σχεδιασμός περιέχει αλγόριθμο και ο αλγόριθμος βασίζεται στο σχεδιασμό. Και οι δύο νοητικές δραστηριότητες περιέχουν και χωρίζονται σε τρεις βασικές έννοιες: πρόθεση - επεξεργασία - πρόταση.

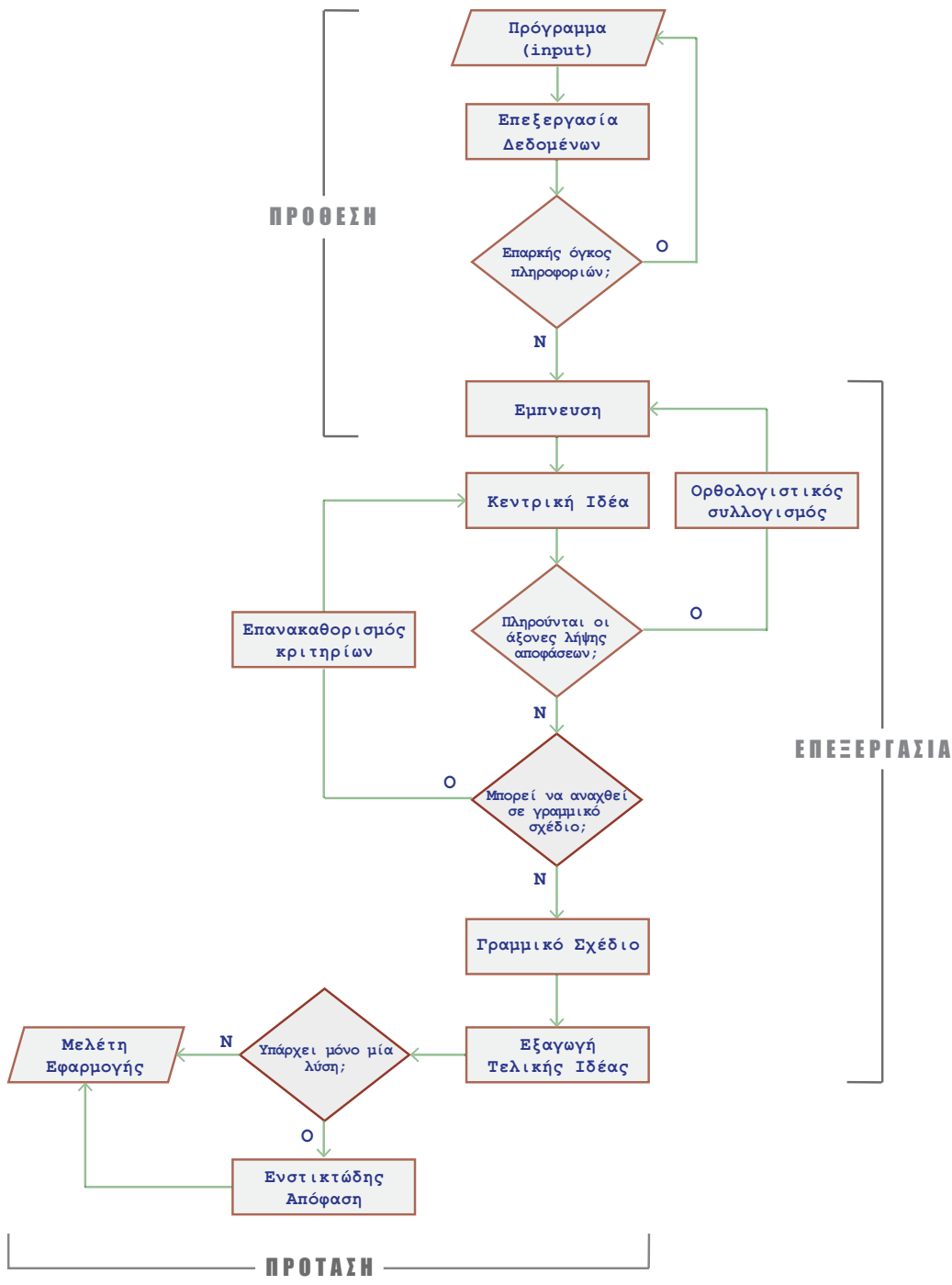
Ο σχεδιασμός σαν διαδικασία (όχι σαν έννοια) είναι αλγοριθμική. Συντάσσει δηλαδή ένα πρωτεύοντα αλγόριθμο. Επίσης αποτελείται από ένα σύνολο βημάτων, τα οποία βασίζονται σε αλγόριθμους, που πρόκειται για δευτερεύοντες αλγόριθμους οι οποίοι εμπειρεύονται στον πρωτεύοντα.

Στο διάγραμμα της διπλανής σελίδας παρουσιάζεται μια σχεδιαστική διαδικασία ως αλγοριθμική.

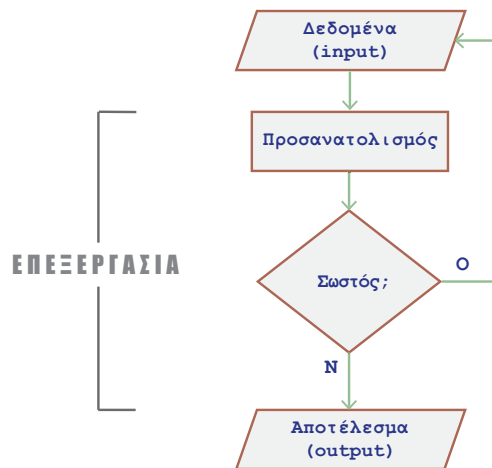


ΣΗΜΕΙΩΣΗ: το διπλανό διάγραμμα, αφορά συγκεκριμένη σχεδιαστική διαδικασία με συγκεκριμένες σχεδιαστικές απαιτήσεις. Δεν είναι απόλυτο και δε σημαίνει ότι όλα τα σχεδιαστικά προβλήματα μπορούν να κανονικοποιούνται με τέτοια διαγράμματα.

http://www.greekarchitects.gr/site_parts/doc_files/ereunitiki.82.2010.pdf
(Ιδία Επεξεργασία)



Το σύνολο των βημάτων της προηγούμενης διαδικασίας είναι ακριβώς αυτό που ονομάσαμε πρωτεύοντα αλγόριθμο. Τα επιμέρους βήματα κρύβουν το καθένα μια ή πολλές δευτερεύουσες αλγοριθμικές διαδικασίες. Για παράδειγμα αν εστιάσω στο βήμα «Επεξεργασία Δεδομένων» και μέσα από αυτό προσπαθήσω να εξάγω και να εξετάσω τη διαδικασία που σχετίζεται και αφορά τον προσανατολισμό του κτιρίου, θα έχω τον παρακάτω δευτερεύοντα αλγόριθμο.



ΣΗΜΕΙΩΣΗ: για λόγους καλύτερης κατανόησης του παραδείγματος παρουσιάζεται μια απλουστευμένη εκδοχή της διαδικασίας εξέτασης του προσανατολισμού του κτιρίου.

http://www.greekarchitects.gr/site_parts/doc_files/ereunitiki822010.pdf
(Ίδια Επεξεργασία)

Αυτός ο δευτερεύοντας αλγόριθμος αποτελεί πρόθεση της συνολικής διαδικασίας (πρωτεύοντας αλγόριθμος).

Ένα σχεδιαστικό πρόβλημα, όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να χωριστεί σε τρία βασικά στάδια: πρόθεση - επεξεργασία - πρόταση. Σε όλα τα προβλήματα, η πρόθεση είναι ήδη γνωστή αφού αποτελεί την αφετηρία του σχεδιασμού και η ίδια ορίζει το πρόβλημα. Η πρόταση ενώ προκύπτει κατόπιν επεξεργασίας της πρόθεσης, μπορεί να χωριστεί σε δύο κύριες υποπεριπτώσεις: Στη μία περίπτωση ο αρχιτέκτονας λίγο ή πολύ ξέρει εξ' αρχής τι ζητά και στην άλλη περίπτωση η πρόταση είναι εντελώς άγνωστη και υπάρχει μόνο η πρόθεση. Στην πρώτη περίπτωση η «επεξεργασία» γίνεται το μέσο της περαιτέρω διερεύνησης, της κατά νου πρότασης. Αντίθετα στη δεύτερη περίπτωση, η «επεξεργασία» γίνεται το μέσο για τη διερεύνηση των πιθανών ενεργειών που θα οδηγήσουν στην ή στις πιθανές λύσεις. Αντιλαμβανόμαστε ότι στο στάδιο της επεξεργασίας δίνεται μια ιδιαίτερη βαρύτητα. Το τελευταίο στάδιο της «πρότασης» αποτελεί το εξαγωγήμο προϊόν της όλης διαδικασίας.

**58. Παπαλεξόπουλος, Δ.,
Σταυρίδου, Α., Παπαδόπουλος,
Δ.** *Εννοιολογικός προσδιορισμός
παραμετρικών ιδιοτήτων
αρχιτεκτονικών κατασκευαστικών
στοιχείων και δομικών υλικών,*
ΕΜΠ, Αθήνα, 2007 / σελ. 68

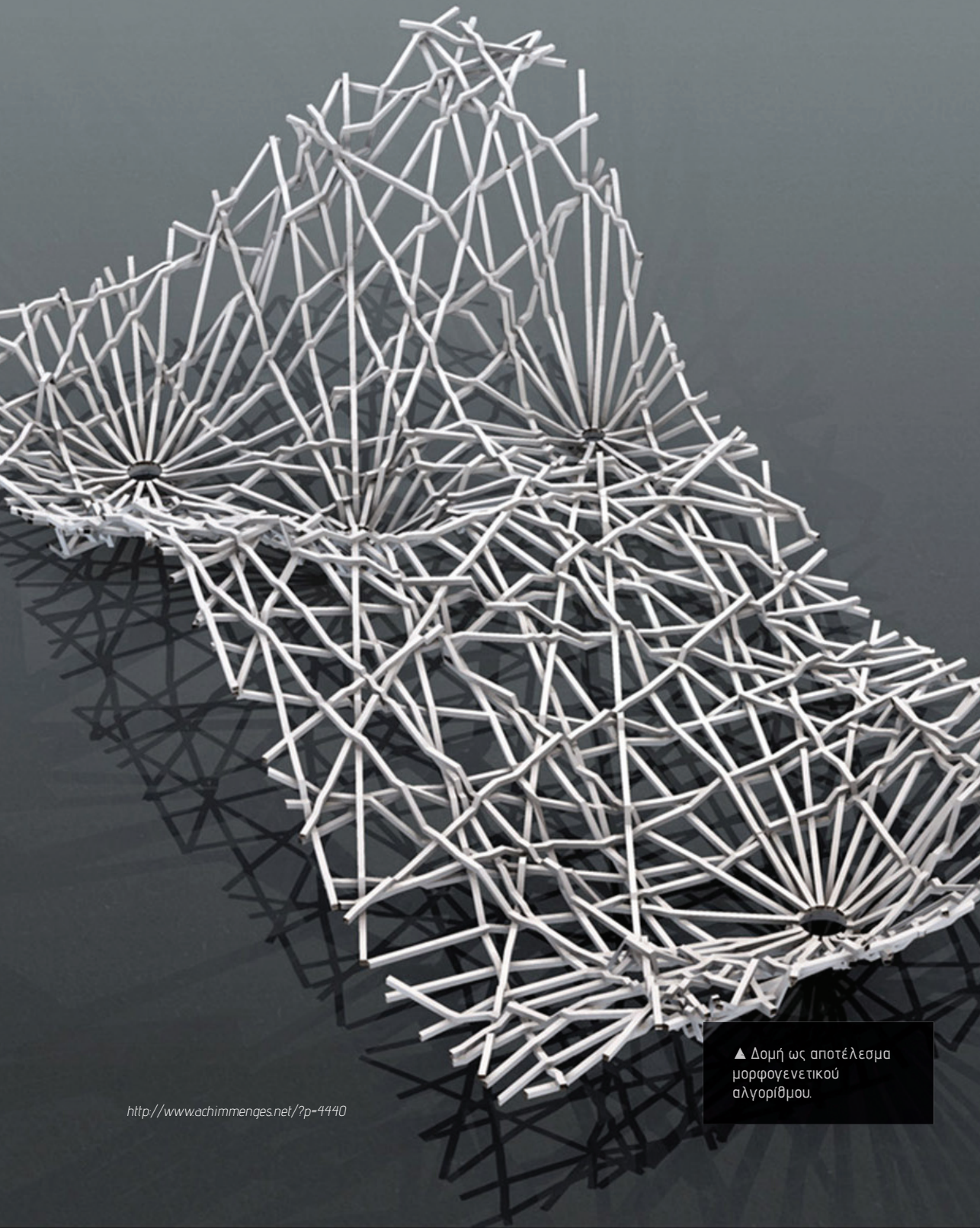
Στρατηγικές αλγοριθμικών διαδικασιών στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό⁵⁸

Γενικότερα μπορούμε να εντοπίσουμε δύο στρατηγικές ως προς τη χρήση των αλγορίθμων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό:

- 1** Τη δημιουργία μορφών με την καθολική εφαρμογή κάποιου μορφογενετικού αλγορίθμου.
- 2** Τη συνύπαρξη δομών που παράγονται από αλγόριθμους και δομών που διαφεύγουν της αλγοριθμικής συνέχειας.

Στην πρώτη περίπτωση το αποτέλεσμα εξαρτάται εξολοκλήρου από τις παραμέτρους και τις σταθερές του αλγόριθμου, με αποτέλεσμα να είναι εφικτός ο επαναπροσδιορισμός του τελικού αποτελέσματος σε πραγματικό χρόνο, σε περίπτωση που επέλθει, σε κάποιο σημείο του καταγεγραμμένου χρόνου, μεταβολή στις διάφορες μεταβλητές. Ταυτόχρονα η πρακτική αυτή διεκδικεί και τον απόλυτο έλεγχο στο τελικό εξαγόμενο, διατηρώντας πολλές φορές την ισχύ της απόκρυψης του αλγορίθμου. Είναι συνήθως αδύνατο για κάποιον εξωτερικό παρατηρητή να συμπεράνει τη δομή του αλγορίθμου παρατηρώντας το αποτέλεσμα ή ένα μικρό τμήμα αυτού, με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η αντιστροφή της διαδικασίας προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθεί. Είναι απαραίτητη η αποκάλυψη του αλγορίθμου, (ως μιας μορφής «κλειδιού») έτσι ώστε να αποκωδικοποιηθεί το αποτέλεσμα. Ο κάτοχος του αλγορίθμου διατηρεί και την απόλυτη ισχύ επάνω στο αρχιτεκτονικό δημιούργημα.

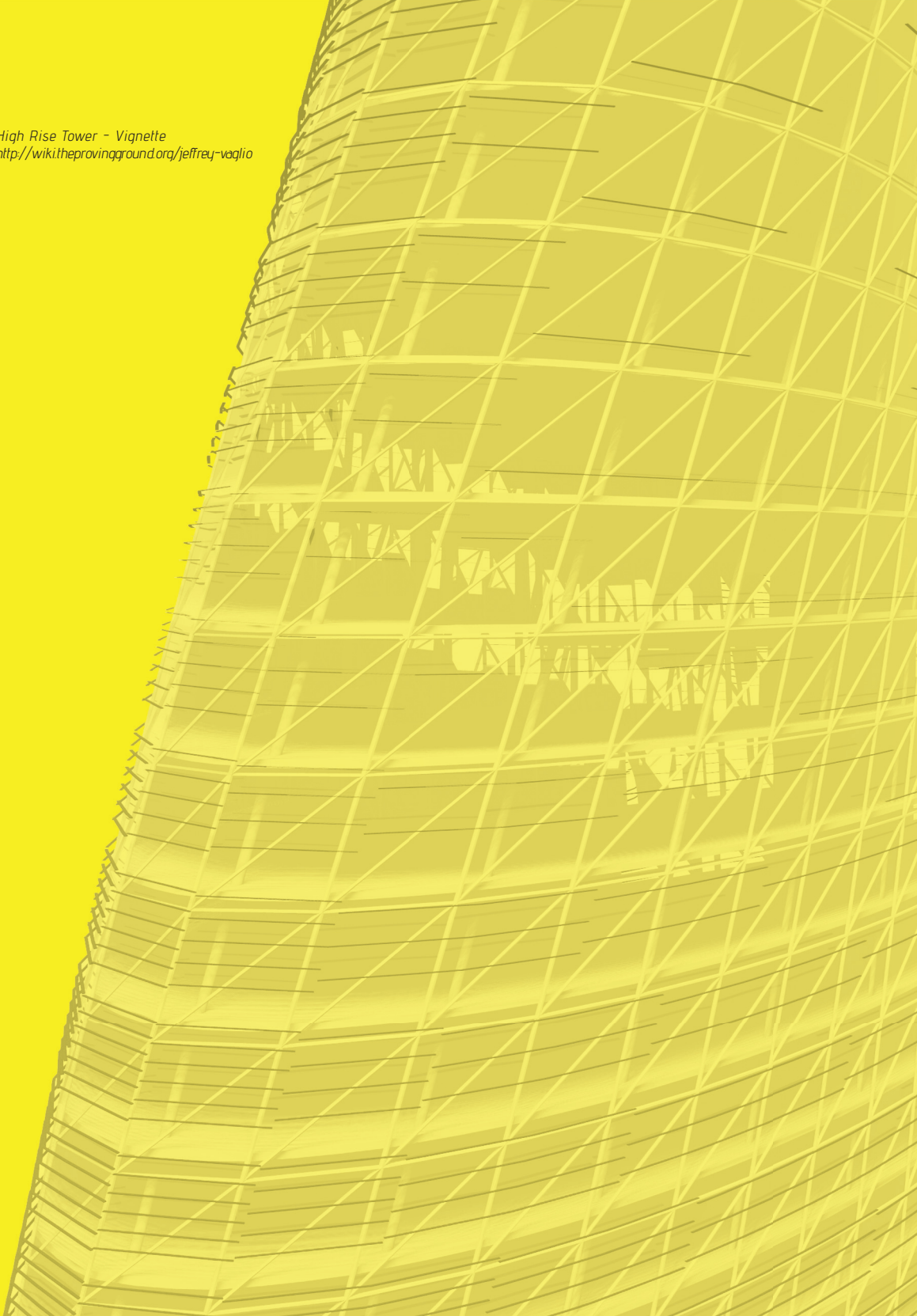
Στη δεύτερη περίπτωση ο αλγόριθμος ή οι αλγόριθμοι, συνυπάρχουν σε ένα ενιαίο σύνολο με μη παραμετρικές δομές, οι οποίες προκύπτουν από αποφάσεις οι οποίες μπορούν να σχετίζονται με τη δημιουργικότητα, τις προθέσεις του σχεδιαστή, την αναφορά σε διαφορετικό είδος κατασκευαστικής ενότητας, ή ακόμα και εσκεμμένες στιγμές χρονικές ασυνέχειες στην ντετερμινιστική πορεία κάποιου καθολικού αλγορίθμου. Παράγεται έτσι ένα - κατά τα άλλα συνεχές- διάγραμμα αλγοριθμικών και εξω-αλγοριθμικών αποφάσεων η περιγραφή και καταγραφή του οποίου φαίνεται να είναι κρίσιμη για τον έλεγχο της διαδικασίας στο σύνολό της. Μια τέτοια διαδικασία φαίνεται να διαφεύγει των δυνατοτήτων των συμβατικών προγραμμάτων σχεδίασης, όπου τα αντικείμενα αποθηκεύονται ως γεωμετρικές απεικονίσεις των παραμέτρων τους.

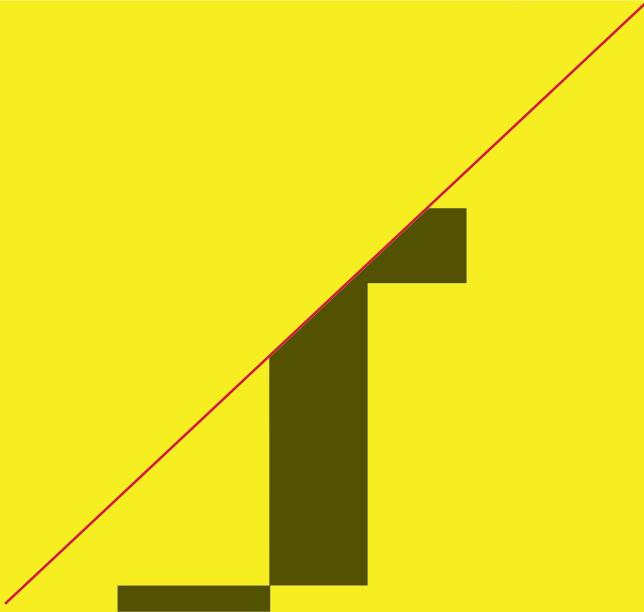


▲ Δομή ως αποτέλεσμα
μορφογενετικού
αλγορίθμου.

<http://www.achimmenget.net/?p=4440>

High Rise Tower - Vignette
<http://wiki.theprovingground.org/jeffrey-vaglio>



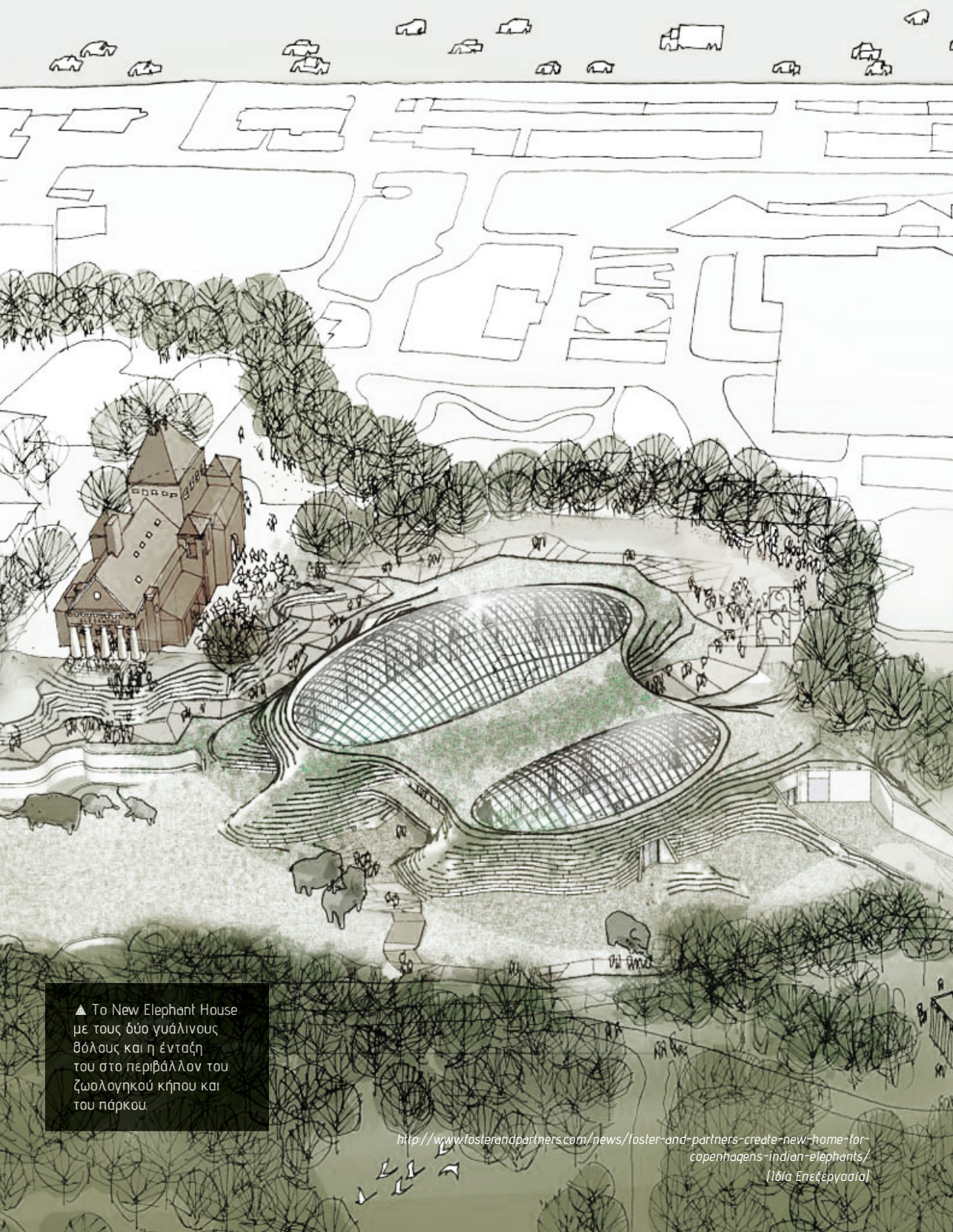


Έχοντας εξετάσει, αναλύσει και παρουσιάσει τις βασικές αρχές που αφορούν την έννοια του αλγορίθμου και της αλγοριθμικής σκέψης και λογικής τόσο γενικότερα όσο και ειδικότερα στα πλαίσια του σχεδιασμού, στη συνέχεια παρουσιάζω εφαρμογές αλγοριθμικών διαδικασιών στο σχεδιασμό.

Η επιλογή των παραδειγμάτων έγινε με στόχο να παρουσιαστούν οι διαφορετικές προσεγγίσεις στη χρήση αλγορίθμων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Επίσης μέσα από τα παραδείγματα διαφαίνεται ξεκάθαρα η σημαντικότητα της πρόθεσης, της διερεύνησης των δεδομένων και της συνεργατικής διαδικασίας του αρχιτέκτονα - μελετητή με το υπολογιστικό μέσο, αξιοποιώντας την ισχύ του μέσου και «επεκτείνοντας» την νοητική ικανότητα του μελετητή στην επίλυση δύσκολων και πολύπλοκων προβλημάτων.

Ειδικότερα:

- Το πρώτο παράδειγμα περιγράφει ένα υλοποιημένο έργο στο οποίο συνυπάρχουν δομές που παρήχθησαν από αλγοριθμικές διαδικασίες με δομές που διαφεύγουν της αλγοριθμικής συνέχειας.
- Το δεύτερο παράδειγμα, το οποίο πρόκειται για σπουδαστική εργασία στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα EmTech της Αρχιτεκτονικής Σχολής της ΑΑ, περιγράφει πως διερευνάται μια μορφή με τη χρήση ενός μορφογενετικού αλγορίθμου.



▲ Το New Elephant House με τους δύο γυάλινους θόλους και η ένταξη του στο περιβάλλον του ζωολογικού κήπου και του πάρκου.

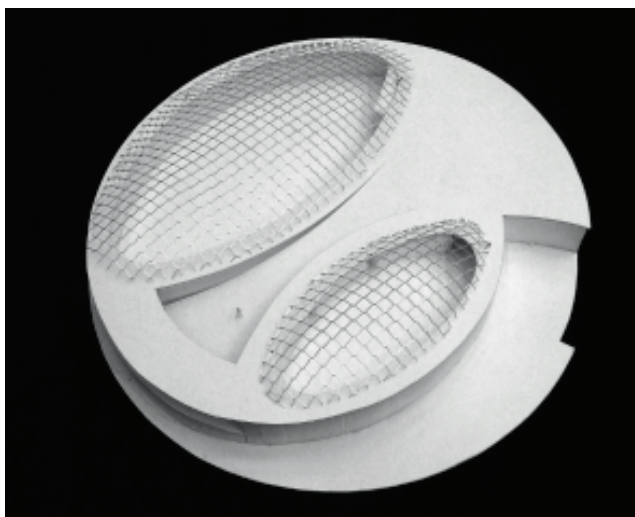
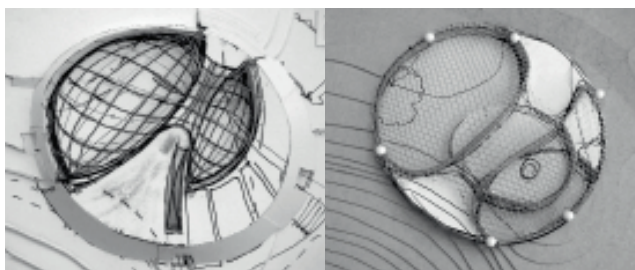
<http://www.fosterandpartners.com/news/foster-and-partners-create-new-home-for-copenhagens-indian-elephants/>
(Ιδία Ενεξέρχασα)

The New Elephant House

Το New Elephant House βρίσκεται στο ζωολογικό κήπο της Κοπεγχάγης στη Δανία και είναι ένα έργο σχεδιασμένο από το αρχιτεκτονικό γραφείο Foster + Partners. Λειτουργήσε το 2008, αντικαθιστώντας μian υπάρχουσα κατασκευή του 1914. Ο ζωολογικός κήπος βρίσκεται σε ένα ιστορικό πάρκο και είναι ένα από τα μεγαλύτερα ιστορικά πολιτισμικά της Δανίας. Το New Elephant House με τον επανασχεδιασμό του δημιουργεί μια στενή οπτική σχέση ανάμεσα στο ζωολογικό κήπο και στο πάρκο παρέχοντας, στους ελέφαντες που φιλοξενεί, ένα περιβάλλον που τους τονώνει και δημιουργεί παράλληλα ενδιαφέροντες χώρους οι οποίοι παρέχουν στο κοινό εξαιρετική θέα προς αυτούς. Το έργο χαρακτηρίζεται από εξαιρετικό φωτισμό και διαφάνεια. Μια ελαφριά κατασκευή με δύο γυάλινους θόλους, καλύπτει το κτίριο και ταυτόχρονα δημιουργεί μια ισχυρή οπτική σύνδεση με τον ουρανό και τις καιρικές εναλλαγές. Οι ελέφαντες έχουν τη δυνατότητα να μαζεύονται κάτω από αυτούς τους τζαμένιους θόλους ή έξω στους περίβολους που συνδέονται με το κτίριο. Το έργο περιλαμβάνει δύο κύριους χώρους, ένα μεγάλο στον οποίο βρίσκονται οι ήρεμοι ελέφαντες που ουσιαστικά έχουν προσαρμοστεί και ένα μικρότερο για τους πιο επιθετικούς. Το κτίριο είναι χωμένο στο έδαφος. Έτσι έχει την ελάχιστη δυνατή επίπτωση στο τοπίο και ταυτόχρονα το έδαφος λειτουργεί σαν παθητικό σύστημα θέρμανσης.

Το κομμάτι του κτιρίου που αφορά την παρούσα εργασία και θα επικεντρωθούμε, περιγράφοντας και αναλύοντας το, είναι ο σχεδιασμός του στεγάστρου με τους δύο γυάλινους θόλους. Ουσιαστικά πρόκειται για μια μελέτη που αντιμετωπίστηκε με αλγοριθμικές λογικές, κωδικοποιώντας παραμετρικά μοντέλα σε διάφορα στάδια της σχεδιαστικής διαδικασίας. Αυτό επέτρεψε τη διερεύνηση και την παραγωγή πολλών διαφορετικών σχεδιαστικών επιλογών. Δεδομένου ότι η μελέτη περιελάμβανε μια συλλογή από σχέσεις, υπήρχε η αναγκαιότητα ανάπτυξης διάφορων αλγοριθμικών υπολογιστικών μοντέλων τα οποία μπορούσαν να ενημερώνονται συνέχεια με νέα δεδομένα και έτσι ο σχεδιασμός παρέμεινε «ρευστός» μέχρι το τέλος της διαδικασίας του.





► Εικόνα 1.1 // Φυσικά μοντέλα - μακέτες διερεύνησης συνθετικής ιδέας.

ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ - ΕΡΕΥΝΑ

Συλλαμβάνοντας την πρόθεση

59. Οι επιφάνειες διπλής καμπυλότητας χαρακτηρίζονται από την καμπυλότητα σε δύο διευθύνσεις. Μια ευθεία γραμμή μπορεί να ανήκει πλήρως σε μια επιφάνεια μονής καμπυλότητας αλλά όχι σε μια επιφάνεια διπλής καμπυλότητας. Η σφαίρα και τα σφαιροειδή είναι τα πιο συνήθη παραδείγματα με επιφάνειες διπλής καμπυλότητας. Επίσης υπάρχει μια πλειάδα επιφανειών που παράγονται από την ψηφιακή τεχνολογία.
<http://www.cadlabtuc.gr/courses/cad/chap3.pdf> / σελ. 3.17

60. **Woodbury, Robert.**
Elements of Parametric Design,
Εκδόσεις Routledge, Abingdon-Oxon,
UK, 2010 / σελ. 70

Η μελέτη του Foster πρότεινε δύο θολωτές κατασκευές οι οποίες θα αναδύονταν από το τοπίο, με την μία μεγαλύτερη από την άλλη και τον κύριο όγκο του κτιρίου να βρίσκεται μέσα στο έδαφος. Το βασικό κατασκευαστικό σύστημα ορίστηκε από μεταλλικά διασταυρωμένα δομικά στοιχεία έτσι ώστε να δημιουργούνται τετράπλευρα σχήματα στα μεταξύ τους κενά, τα οποία θα πληρώνονται εξ' ολοκλήρου από γυάλινα πανέλα ώστε να ικανοποιούνται ο επιθυμητός φωτισμός, ηλιασμός και η επιδιωκόμενη διαφάνεια από το εξωτερικό τοπίο προς τον εσωτερικό χώρο. Και οι δύο κατασκευές είναι επιφάνειες διπλής καμπυλότητας⁵⁹.

Η προσέγγιση των κατασκευών αυτών ξεκίνησε να δουλεύεται με φυσικά μοντέλα - μακέτες οι οποίες είχαν καθοριστικό ρόλο στην διερεύνηση της κατασκευαστικής δομής. Τόσο οι αρχιτέκτονες όσο και οι μηχανικοί χρησιμοποίησαν αυτά τα μοντέλα για να ελέγξουν ζητήματα που αφορούν το χώρο που διαμορφώνεται, τη μορφή και τη δομή των στεγαστρών και πως αυτά διαπλέκονται και συλλειτουργούν⁶⁰. Η χρήση διαφορετικών τεχνικών και υλικών στην κατασκευή παράγει και διαφορετικές κατασκευαστικές λογικές. Έτσι στη διερεύνηση έγινε προσπάθεια ώστε να επιτευχθεί μια κατασκευαστική λογική που θα έχει την καλύτερη δυνατή συνάφεια με την υλικότητα.

Όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.1 της διπλανής σελίδας, η μελετητική ομάδα διερεύνησε διάφορες συνθετικές λογικές, καθώς επίσης και την κατασκευαστική τους δομή με τη χρήση μακετών διαφορετικών υλικότητων και τεχνικών. Για παράδειγμα η δομή των κελυφών διερευνήθηκε με ζύλινα και μεταλλικά στοιχεία, η μορφολογία τους διερευνήθηκε με τη χρήση μεταλλικών στοιχείων και υφάσματος καθώς επίσης χρησιμοποιήθηκαν εύκαμπτα μεταλλικά πλέγματα, σκαλιστές μακέτες κλπ.

Η διερεύνηση αυτή έδωσε τους αρχικούς σχεδιαστικούς - συνθετικούς κανόνες και τα πρώτα δεδομένα. Το επόμενο στάδιο απαιτούσε μια πιο περιγραφική και λεπτομερή επίλυση και έτσι

κατέστη απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα ψηφιακό μοντέλο. Όπως παρατηρούμε, η γεωμετρική λογική του έργου (των στεγάστρων) δεν είχε μια ορθολογική συνθετική σκέψη και έτσι η κατασκευαστική δομή έπρεπε να διερευνηθεί παράλληλα με την διερεύνηση της συνθετικής ιδέας. Άρα όταν η διερεύνηση της ιδέας, σε επίπεδο μακέτας, έφτασε σε ικανοποιητικό επίπεδο και πληρούσε τους στόχους, ερμηνεύθηκε σαν ψηφιακό μοντέλο. Η γεωμετρική πολυπλοκότητα των στεγάστρων δημιούργησε την ανάγκη διερεύνησης γνωστών δομών και γεωμετρικών στερεών με γνωστές ιδιότητες (όπως για παράδειγμα τα στερεά της ευκλείδειας γεωμετρίας), πράγμα που θα αποτελούσε τη βάση προσέγγισης και θα έδινε στην ουσία τα κατασκευαστικά δεδομένα.

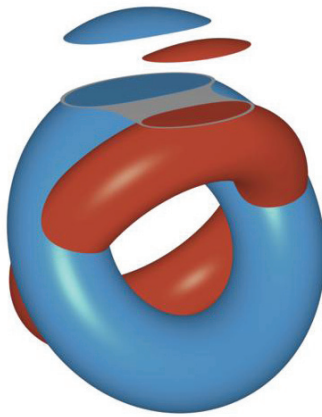
61. Το αρχιτεκτονικό γραφείο Foster + Partners έχει μελετήσει πληθώρα κτηρίων βασισμένα στην γεωμετρία του τόρου όπως για παράδειγμα το American Air Museum, το Gateshead Sage Music Centre, το Canary Wharf Station και το Great Glasshouse
http://www.fosterandpartners.com/data/profile/rd/case/Foster_+_Partners_RD_Paper_Copenhagen_Elephant_House.pdf / σελ. 3

«Ο τρόπος αποφασίστηκε ότι ήταν το κατάλληλο γεωμετρικό στερεό που μπορούσε να προσεγγίσει τη συνθετική ιδέα και να αποτελέσει τη βάση στην επίλυση»⁶¹.

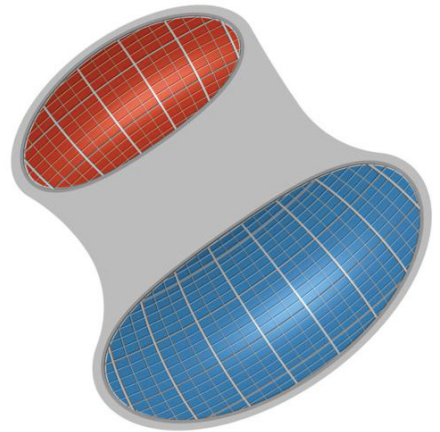
Η αρχιτεκτονική ομάδα, με τη βοήθεια του, προσπάθησε να προσεγγίσει τα δύο στέγαστρα. Όμως αυτή η πολύ καθαρή γεωμετρία δεν τους προσέφερε ακριβώς την απαραίτητη ευελιξία που χρειάζονταν ώστε να προσεγγίσουν τις αρχικές μελέτες των μακετών και του ψηφιακού μοντέλου. Υπήρχε ουσιαστικά η ανάγκη για μια πιο ευέλικτη μαθηματική μορφή.

Η λύση δόθηκε χρησιμοποιώντας δύο τόρους που μπλέκονταν μεταξύ τους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.2. Με τους άξονες τους να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, με διαφορετική κλίση σε αντίθετες διευθύνσεις και ένα οριζόντιο επίπεδο να τους «κόβει», δημιουργήθηκαν δύο ασύμμετρες μορφές ικανές να προσεγγίσουν πλέον τα δύο στέγαστρα.

Αυτή η λύση μπόρεσε να δώσει εύκολα και την κατασκευαστική δομή των κελυφών. Στην Εικόνα 1.3 παρατηρούμε ότι η δομή ακολουθεί την γεωμετρία - σκελετό του τόρου, με τον οποίο ουσιαστικά ταυτίζονται οι βασικές δοκοί κατασκευής και παράλληλα ορίζονται οι μεταξύ τους κενές περιοχές τοποθέτησης των γυάλινων πανέλων. Οι δοκίδες στηρίζονται σε ένα περιμετρικό δακτυλιοειδές δοκάρι (στεφάνη), το οποίο εφάπτεται στο οριζόντιο επίπεδο αποκοπής των ασύμμετρων μορφών.



Εικόνα 1.2



Εικόνα 1.3

Μερικές διαπιστώσεις - διευκρινίσεις

- Η μελετητική ομάδα έδειξε την πρόθεση της όσο αφορά τη σύνθεση των στεγάστρων διερευνώντας την με φυσικά μοντέλα - μακέτες και στη συνέχεια με το ψηφιακό μοντέλο.
- Βρήκε τα δεδομένα προσέγγισης των δύο στεγάστρων χρησιμοποιώντας τον τόρο - ένα γνωστό ευκλείδειο γεωμετρικό στερεό.
- Ο γεωμετρικός σκελετός των δύο τόρων έδωσε στην ομάδα τα δεδομένα της κατασκευαστικής λογικής των δύο στεγάστρων.
- Αφού βρέθηκαν τα δεδομένα έπρεπε να γίνει επιστροφή στην αρχική ιδέα/σύνθεση και να οριστούν οι γεωμετρικοί κανόνες και οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες για την υλοποίηση.

ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ - ΤΟ COMPUTATION, ΩΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

Διαδικασία παραγωγής της κατασκευαστικής δομής και της υλικότητας πλήρωσης - Structure Generator

Η μελετητική ομάδα χρειαζόταν πλέον να δώσει μια συγκεκριμένη λύση στην κατασκευαστική δομή των στεγάστρων. Το επίπεδο της πολυπλοκότητας και του μεγάλου αριθμού των δυνατοτήτων διαμόρφωσης αυτής της λύσης, οδήγησε στην παραμετρική προσέγγιση της κατασκευής με την βοήθεια της διαδικασίας του computation και της ισχύς του υπολογιστικού μέσου. Η ομάδα συνεργάστηκε με ένα αρχιτέκτονα - προγραμματιστή και ανέπτυξαν έναν προσαρμοσμένο, στις ανάγκες τους, αλγόριθμο επίλυσης ο οποίος μεταφρασμένος σε κώδικα δημιουργήσε το παραμετρικό λογισμικό structure generator (Εικόνα 1.4). Χρησιμοποιώντας τον προγραμματισμό σαν σχεδιαστικό εργαλείο, ελευθέρωσε την ομάδα από τη χρήση περιορισμένων παλετών εντολών που προσφέρει ένα οποιοδήποτε σύστημα CAD και της επέτρεψε να δημιουργήσει τα δικά της ψηφιακά εργαλεία τα οποία ήταν μοναδικά και αφορούσαν το συγκεκριμένο έργο. Άρα η ομάδα χρησιμοποιώντας την λογική της «σχεδίασης με κώδικα» (sketching with code) μπορούσε να επικοινωνήσει άμεσα με το υπολογιστικό μέσο (ηλεκτρονικό υπολογιστή) δίνοντας του την πρόθεση της και τα δεδομένα που αποκόμισε από το πρώτο στάδιο της έρευνας. Η computational διαδικασία παρήγαγε τα αποτελέσματα των υπολογισμών.

Ο structure generator, μέσα από την λειτουργία του μπορούσε να ελέγξει 26 μεταβλητές οι οποίες αφορούσαν τον έλεγχο των αριθμών των στοιχείων, τις διαστάσεις τους, τη μεταξύ τους απόσταση και τον τύπο των δομικών μελών. Επιπλέον μπορούσε να ελέγξει τις διαφορετικές δομικές μετατοπίσεις καθώς επίσης την πρωτεύουσα και δευτερεύουσα ακτίνα του κάθε τόρου και φυσικά μπορούσε να εξάγει τα στοιχεία των παραγόμενων δομών (αποτελέσματα υπολογισμού). Επιπλέον ο structure generator απαιτούσε ως δεδομένα την εισαγωγή κάποιων κάθετων γραμμών που όριζαν το σύστημα συντεταγμένων και καθόριζαν την θέση και την περιστροφή του κάθε τόρου στον χώρο. Έτσι το λογισμικό μπορούσε να δημιουργήσει όλες τις βασικές γραμμές (σκελετό) που στη συνέχεια τις αντιστοιχούσε στα κύρια και δευτερεύοντα

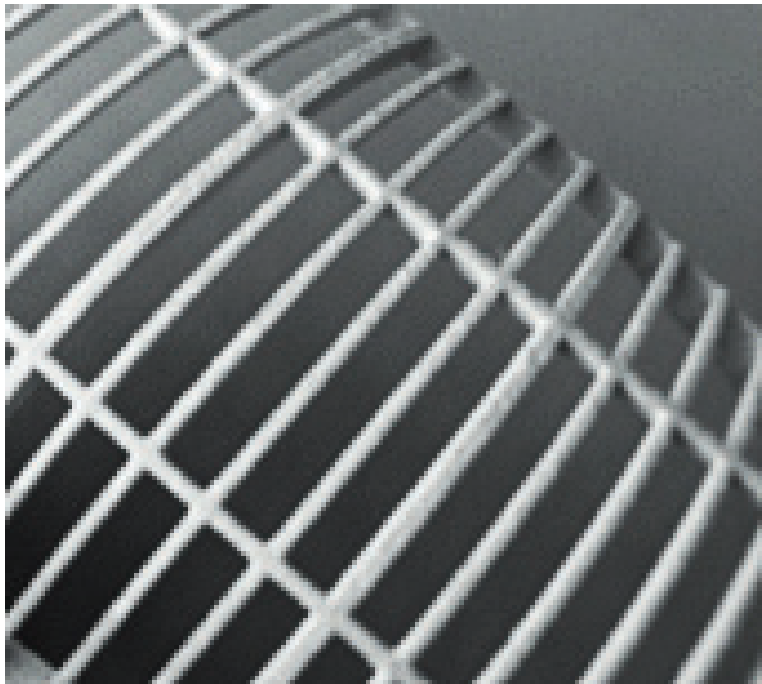
62. Foster + Partners, *New Elephant House - Copenhagen: A Case Study of Digital Design Process*, 2008 / σελ. 4
http://www.fosterandpartners.com/data/profile/rd/case/Foster_+_Partners_RD_Paper_Copenhagen_Elephant_House.pdf

δομικά μέλη της κατασκευής. Επίσης μπορούσε να υπολογίσει και να εξάγει όλα τα στοιχεία της πλήρωσης, δηλαδή τα γυάλινα πανέλα, ανάλογα με τη θέση που αντιστοιχούσε στο καθένα και τέλος εξήγαγε πίνακες με την κατασκευαστική περιγραφή των κόμβων σύνδεσης.⁶²

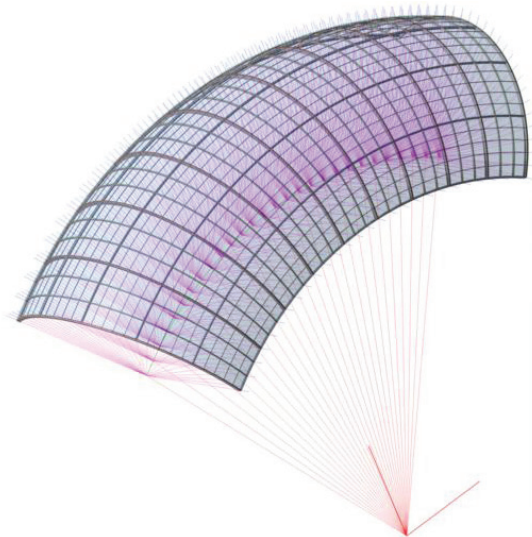
Μερικά συμπεράσματα - διαπιστώσεις

Σε αυτή τη φάση του έργου, η μελετητική ομάδα, δημιουργώντας ένα παραμετρικό μοντέλο και με τη χρήση προγραμματισμού στη διερεύνηση της κατασκευαστικής δομής των στεγάστρων και των στοιχείων πλήρωσης (γυάλινα πανέλα) πέτυχε, μερικά πολύ σημαντικά πράγματα. Σκοπός της δεν ήταν να παράξει μια μέθοδο για την δημιουργία νέων και καινοτόμων τρόπων έκφρασης των στεγάστρων. Αυτό σε μεγάλο βαθμό το έπραξε συμβατικά. Με δεδομένο τη μορφή όπως και τις γεωμετρικές ιδιότητες του τόρου και χρησιμοποιώντας την έννοια του *computation* στη σχεδιαστική διαδικασία, διαπιστώνουμε ότι,

- Μπόρεσε να διερευνήσει σε βάθος το κατασκευαστικό σύστημα που θα εφάρμοζε χρησιμοποιώντας την ισχύ του υπολογιστή ο οποίος συνδύασε τη γεωμετρική πολυπλοκότητα του μαθηματικού στερεού με την ανάγκη επίλυσης της δομής των στεγάστρων.
- Το αποτέλεσμα καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τις παραμέτρους του συστήματος που αναπτύχθηκε.
- Λόγω αυτής της διερευνητικής ικανότητας της διαδικασίας του *computation* αποδεικνύεται ότι ο υπολογιστής δούλεψε σαν «συνεργάτης» για τη μελετητική ομάδα και ουσιαστικά εκεί που χρειάστηκε «επέκτεινε» την ανθρώπινη νοητική ικανότητα.
- Διαπιστώθηκε η σημαντικότητα της έννοιας της πρόθεσης και της αρχικής συμβατικής έρευνας που έγινε στο πρώτο



http://www.fosterandpartners.com/data/profile/rd/case/Foster_+_Partners_RD_Paper_Copenhagen_Elephant_House.pdf



► Εικόνα 1.4 // Το interface του Structure Generator

▲ Εικόνα 1.5 // Το 3D μοντέλο μιας από τις προτεινόμενες λύσεις.

<http://www.bradypeters.com/elephant-house.html>

στάδιο ώστε να καθοριστούν τα δεδομένα και οι αποφάσεις κλειδιά.

- Έτσι βρέθηκε η καλύτερη δυνατή λύση και η πιο αποτελεσματική, η οποία επίλυσε και εξήγαγε αναλυτικά τόσο το δομικό σύστημα και τους κόμβους όσο και τα στοιχεία πλήρωσης.

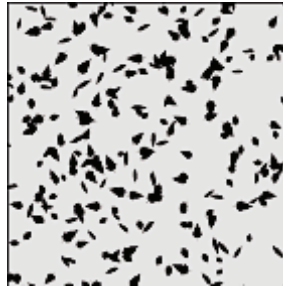
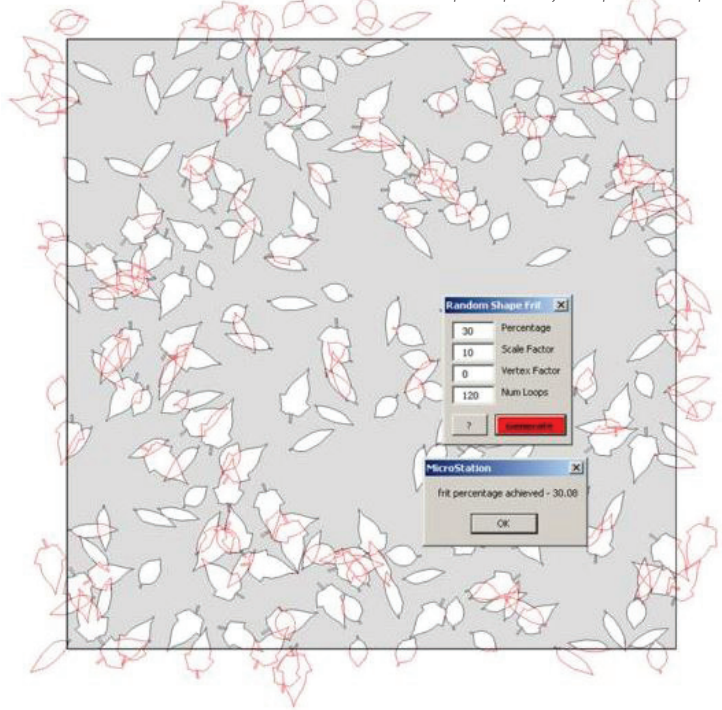
Ιδιαίτερα για το τελευταίο συμπέρασμα θα πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι την τελική απόφαση δεν την πήρε ο υπολογιστής αλλά ο μελετητής.

Όπως αναφέρει η ομάδα μελέτης του γραφείου Foster + Partners, το σύστημα έδωσε πολλές δυνατές λύσεις. Σε συνδυασμό με τη δυνατότητα της 3D εκτύπωσης και της δημιουργίας τρισδιάστατων φυσικών μοντέλων (Εικόνα 1.5), μπόρεσαν να εξεταστούν διάφορες πτυχές αυτών των προτεινόμενων λύσεων και έτσι να παρθεί η απόφαση για τη βέλτιστη.

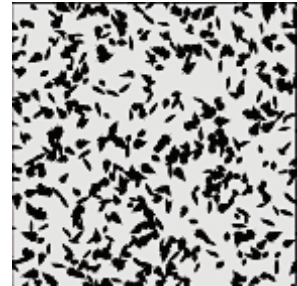
Περιβαλλοντική επίδοση και Computation – Frit Generator

Ένας επιπλέον σημαντικός σχεδιαστικός στόχος ήταν, οι περιβαλλοντικές επιδόσεις των χώρων κάτω από τα δύο στεγαστρα, που φιλοξενούσαν τους ελέφαντες, καθώς και η άνεση που έπρεπε να προσφέρουν στα ζώα.⁶³ Προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή απόδοση, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, κατέστη απαραίτητο να διερευνηθεί ένα σύστημα ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στην επιφάνεια των δύο στεγαστρων. Αυτό σήμαινε μείωση των εισροών ενέργειας στο χώρο, έτσι ώστε να διατηρείται μια άνετη θερμοκρασία. Άλλη κρίσιμη παράμετρος ήταν η διαχείριση του αερισμού του χώρου. Έτσι αποφασίστηκε κάποια από τα πανέλα των στεγαστρων να είναι ανοιγόμενα, ώστε ο αερισμός που θα προσφέρουν στο χώρο να αντιμετωπίζει παράλληλα την συσσωρευμένη ηλιακή ενέργεια. Μια τρίτη παράμετρος ήταν ότι η διαφάνεια της γυάλινης επιφάνειας θα έπρεπε να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ώστε να εισάγεται φυσικό φως στο χώρο των ελεφάντων. Ταυτόχρονα θα επέτρεπε στους επισκέπτες να κοιτάζουν μέσα στο χώρο από ψηλά, χωρίς προβλήματα αντανάκλασης.

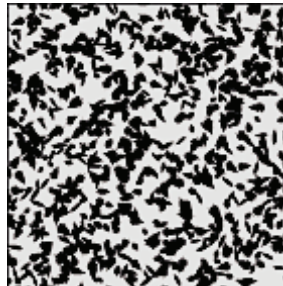
63. Woodbury, Robert, *Elements of Parametric Design*, Εκδόσεις Routledge, Abingdon-Oxon, UK, 2010 / σελ. 75



15%



30%



45%



60%

▲ Εικόνα 1.6 // Τα πρότυπα των φύλλων για την δημιουργία του περιτυπώματος (pattern).

▼ Εικόνα 1.7 // Ο Frit Generator σε ένα στιγμιότυπο κατά τη διαδικασία τοποθέτησης των περιγραμμάτων των φύλλων σε ένα γυάλινο πανέλο.

► Εικόνα 1.8 // Τέσσερα αποτελέσματα του Frit Generator, με διαφορετικά ποσοστά κάλυψης.

64. Μεταξοτυπία: τυπογραφικό σύστημα που χρησιμοποιεί ως μήτρα ένα τεντωμένο κομμάτι από λεπτό ύφασμα, συνήθως μεταξωτό, και ιδίως ότι δημιουργείται με το σύστημα αυτό (Πηγή: Λεξικό της Κοινής Νεοελληνικής http://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/index.html λήμμα: Μεταξοτυπία)

65. Γνωστό και ως σμαλτωμένο γυαλί (enameled glass), κατασκευάζεται εφαρμόζοντας κεραμική επίστρωση στην επιφάνεια του γυαλιού, το οποίο στη συνέχεια ψήνεται κατά την διάρκεια της κατασκευής. **Balkow Dieter**, *Glass as a building material*, στο βιβλίο **Schiltich, Ch., Staib, G., Balkow, D., Schuler M., Sobek, W.** *Glass Construction Manual*, Birkhauser, Basel, 1999

Η λύση που αποφασίστηκε, για την αντιμετώπιση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, ήταν η τοποθέτηση ενός περιτυπώματος (pattern) – με τη μέθοδο της μεταξοτυπίας⁶⁴ – ώστε να δημιουργηθεί ένα «πορώδες» στη γυάλινη επιφάνεια (fritted glass⁶⁵), που θα έδινε πολύ, λιγότερο ή καθόλου σκιασμένους χώρους όπου αντίστοιχα πύκνωνε, αραιώνε ή δεν υπήρχε καθόλου. Με αυτό τον τρόπο απεφεύχθη οποιαδήποτε άλλη επιπρόσθετη κατασκευή και η λύση αυτή συνέβαλλε στη διατήρηση μιας άνετης θερμοκρασίας στο εσωτερικό.

Η περιβαλλοντική ανάλυση καθόρισε την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας ώστε να επιτευχθεί η απαραίτητη περιβαλλοντική απόδοση. Επίσης καθόρισε το συνολικό ποσοστό της επισκίασης που έπρεπε να προσφέρει ολόκληρη η γυάλινη επιφάνεια καθώς επίσης και τον αριθμό των διαφορετικών τύπων γυάλινων πανέλων που έπρεπε να φέρουν περιτύπωμα διαφορετικής πυκνότητας. Ωστόσο η θέση τους δεν ήταν προκαθορισμένη. Ξεκινώντας από την παρατήρηση ότι οι ελέφαντες – ιδιαίτερα οι Ινδοί – προτιμούν να ζουν στις δασικές άκρες, δίπλα σε λιβάδια με χαμηλά, ξυλώδη φυτά, οι μελετητές αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν πρότυπο φύλλου τέτοιων περιοχών, που θα έδινε τη μορφή του περιτυπώματος. Τελικά επιλέχθηκαν τρία διαφορετικά είδη φύλλων, τα οποία παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.6. Σύμφωνα με τους μελετητές, η επιλογή φύλλων για τη δημιουργία του περιτυπώματος, συνέβαλε κατά κάποιο τρόπο στον εξωραϊσμό του έργου και συμπλήρωνε την εικόνα του τοπίου.

Για τη δημιουργία των τύπων πανέλων με το «διάτρητο» περιτύπωμα, αναπτύχθηκε ένας κωδικοποιημένος αλγόριθμος, με το όνομα Frit Generator (Εικόνα 1.7) και βασίστηκε στο σχήμα των γυάλινων πανέλων των στεγάστρων και στο περίγραμμα των διαφορετικών σχημάτων των φύλλων. Ο κωδικοποιημένος αυτός αλγόριθμος, χρησιμοποιώντας την υπολογιστική ισχύ, όριζε, σε πρώτη φάση, με τυχαία και επαναληπτική διαδικασία, τη θέση των περιγραμμάτων των φύλλων στα όρια των επιφανειών πλήρωσης. Στη συνέχεια μπορούσε να εξετάσει αν τα σχήματα κάποιων φύλλων επικάλυπταν κάποια άλλα (overlapping) όπως επίσης και αν κάποια φύλλα προεξείχαν από το περίγραμμα της γενικής επιφάνειας. Το ποσοστό της κάλυψης υπολογιζόταν σε κάθε επαναληπτική διαδικασία. Ακόμη μπορούσε να περιστρέψει, να

66. Woodbury, Robert. *Elements of Parametric Design*, Εκδόσεις Routledge, Abingdon-Oxon, UK, 2010 / σελ. 76

αυξομειώσει ή να αλλάξει την μορφή του σχήματος των φύλλων, προκειμένου να διατηρηθεί η τοπολογία.⁶⁶

Όταν η εξεταζόμενη επιφάνεια (πανέλο) έφθανε στο επιθυμητό ποσοστό κάλυψης, με βάση το επιθυμητό ποσοστό ηλιακής σκίασης που απαιτείτο, το λογισμικό εξήγαγε το αποτέλεσμα με το συνολικό περιτύπωμα, σε γραφική μορφή (Εικόνα 1.8).

67. Foster + Partners. *New Elephant House - Copenhagen: A Case Study of Digital Design Process*, 2008 / σελ. 5
http://www.fosterandpartners.com/data/profile/rd/case/Foster_+_Partners_RD_Paper_Copenhagen_Elephant_House.pdf

Σύμφωνα με τους αρχιτέκτονες⁶⁷, ο αλγόριθμος αυτής της διαδικασίας ήταν σχετικά απλός. Υλοποιώντας τον σε κώδικα, ώστε η ομάδα να μπορεί να αξιοποιήσει την υπολογιστική ισχύ, ο υπολογιστής μπορούσε πλέον πολύ εύκολα να παίρνει τα απαραίτητα δεδομένα, να υπολογίζει και να εξάγει αποτελέσματα.

Διαπιστώνουμε ότι χωρίς τη συνεργασία του μέσου, θα ήταν πολύ δύσκολο έως και αδύνατον να επιτευχθεί αυτό το αποτέλεσμα. Ο προηγούμενος αλγόριθμος, που δημιούργησε τον Structure Generator, χρησιμοποιήθηκε περισσότερο για να ολοκληρώσει μια διαδικασία πιο αποτελεσματικά και με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Αντίθετα στην προκειμένη περίπτωση η ανάπτυξη του αλγόριθμου και ο προγραμματισμός του Fit Generator, αποτέλεσε μια άσκηση σχεδιασμού για το υπολογιστικό μέσο, το οποίο για να δημιουργήσει τις παραστάσεις και να εξάγει αποτελέσματα, βασιζόμενο σε πολύπλοκα πρότυπα και σχήματα, χρησιμοποίησε την υπολογιστική του ισχύ και τους κανόνες που του έδωσαν οι αρχιτέκτονες - μελετητές. Η διαφορετικής πυκνότητας περιτύπωμα (pattern) που έπρεπε να έχει το κάθε πανέλο, ώστε τα στέγαστρα στο σύνολο τους να έχουν τη σωστή απόδοση σύμφωνα με την αρχική μελέτη, δημιουργώντας περιοχές με μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό σκίασης, θα ήταν αδύνατον να μελετηθεί χωρίς τη συνεργασία με τον υπολογιστή (computational process).

TREE SORT pattern

Το επόμενο και τελευταίο στάδιο, απαιτούσε την διερεύνηση της θέσης τοποθέτησης του κάθε τύπου πανέλου στα στέγαστρα, ώστε οι χώροι να ικανοποιούν τις περιβαλλοντικές αποδόσεις που έδειξε η μελέτη. Για την εξεύρεση της βέλτιστης λύσης, μελετήθηκαν διάφορες διαμορφώσεις.

Η μελέτη αυτή έγινε με την βοήθεια ενός ακόμη κωδικοποιημένου αλγόριθμου, του TREE SORT pattern Generator. Αυτό το υπολογιστικό λογισμικό είχε σκοπό να προσομοιάσει ένα τροπικό δάσος και να αναπαραστήσει ζώνες δέντρων και ξέφωτα ώστε να δώσει τις περιοχές που έπρεπε να υπάρχει έντονη σκίαση, λιγότερη σκίαση ή καθόλου σκίαση. Οι περιοχές που θα αναπαριστούσαν τα ξέφωτα του δάσους ήταν αυτές που θα έφεραν και τα ανοιγόμενα πανέλα για τον αερισμό.

Ο TREE SORT pattern Generator μπορούσε να δεχθεί ως δεδομένα όλα τα πανέλα που όριζαν την περιοχή επέμβασης (προσομοίωση της έκτασης του δάσους), τους τύπους των πανέλων με τις διαφορετικές πυκνότητες που δημιούργησε ο Frit Generator, την θέση των ανοιγόμενων πανέλων, τον αριθμό των επιθυμητών δέντρων και την ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση. Με την υπολογιστική διαδικασία, ο αλγόριθμος δημιουργούσε ένα χάρτη με το τελικό προτεινόμενο αποτέλεσμα.

Παρατηρώντας την Εικόνα 19, τα κίτρινα σημεία προσομοιώνουν τους κορμούς των δέντρων, ενώ οι περιοχές γύρω από αυτά – που παρουσιάζονται με το σκούρο χρώμα – είναι οι περιοχές που προτείνονται με έντονη σκίαση (προσομοιώνουν τη σκιά από τα δέντρα). Εκεί ο αλγόριθμος πρότεινε ουσιαστικά την τοποθέτηση τύπων πανέλων με πυκνό περιτύπωμα (pattern) και τα αντίστοιχα ποσοστά. Όσο απομακρυνόμαστε από τα κίτρινα σημεία παρατηρούμε ότι το χρώμα εξασθενεί και υποδηλώνει περιοχές με λιγότερη ή μειωμένη σκίαση. Οι περιοχές με λευκό χρώμα είναι η προσομοίωση των ξέφωτων, άρα διαφανή πανέλα, χωρίς καθόλου περιτύπωμα, με μηδενική σκίαση. Τα κόκκινα σημεία είναι τα ανοιγόμενα πανέλα, τα οποία ορίζει ο χρήστης σαν δεδομένο. Με βάση αυτά, ο αλγόριθμος στη λύση που προτείνει, προσαρμόζει κάθε φορά τόσο τις λευκές περιοχές, όσο και τις

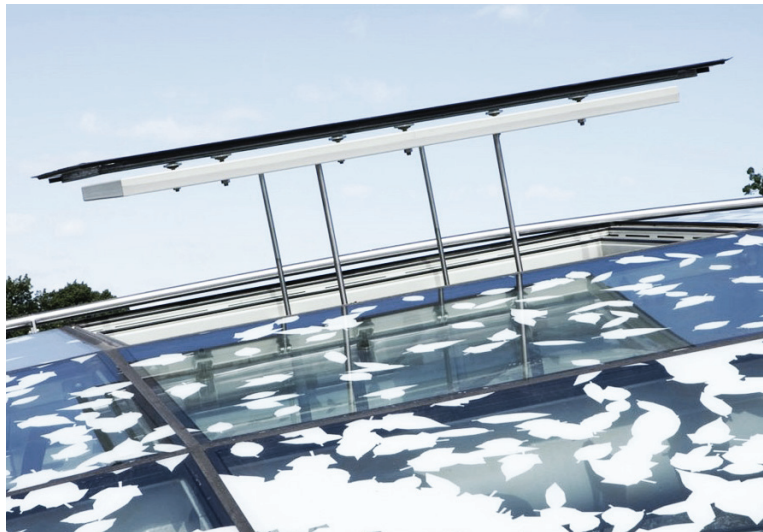
► Εικόνα 1.9 // Ο TREE
SORT pattern Generator
προσαρμοσμένος
στην επιφάνεια των
στεγάστρων.

▼ Λεπτομέρεια από την
τελική κατασκευή

▲ Λεπτομέρεια ενός
ανοιγόμενου πάνελου.



<http://archikeiy.com/building/read/2835/Elephant-House/771/>



<http://openbuildings.com/buildings/elephant-house-copenhagen-zoo-profile-1240/media?group=image>

ζώνες των δέντρων. Επίσης φροντίζει ώστε οι περιοχές έντονης σκίασης να μην συμπίπτουν με ανοιγόμενα πανέλα.

Τελικά, ο TREE SORT pattern Generator έδωσε στη μελετητική ομάδα μια σημαντική ελευθερία ώστε να διερευνηθούν πολλαπλές επιλύσεις, με τη βοήθεια της αλγοριθμικής προσέγγισης, αλλάζοντας τα δεδομένα κάθε φορά. Το σημαντικότερο ήταν να βρεθεί η βέλτιστη δυνατή λύση.

Συμπέρασμα

Οι εφαρμογή του προγράμματος στο The New Elephant House, για το σχεδιασμό των στεγάστρων του, όπως αυτό περιγράφηκε, πρότεινε μια σειρά από περιορισμούς και ένα σύνθετο εύρος απαιτήσεων. Η σχεδιαστική διαδικασία αντιμετώπισε γενικότερα το ζήτημα, τόσο με συμβατικούς τρόπους στο στάδιο της διερεύνησης των δεδομένων, όσο και με υπολογιστικές (computational) διαδικασίες στο στάδιο της σχεδιαστικής επίλυσης. Οι μακέτες και το ψηφιακό μοντέλο που δημιουργήθηκαν, συνέβαλαν καθοριστικά στη διερεύνηση της μορφής των στεγάστρων. Ο τρόπος, το μαθηματικό στερεό, βοήθησε στην προσέγγιση της κατασκευαστικής τους λογικής.

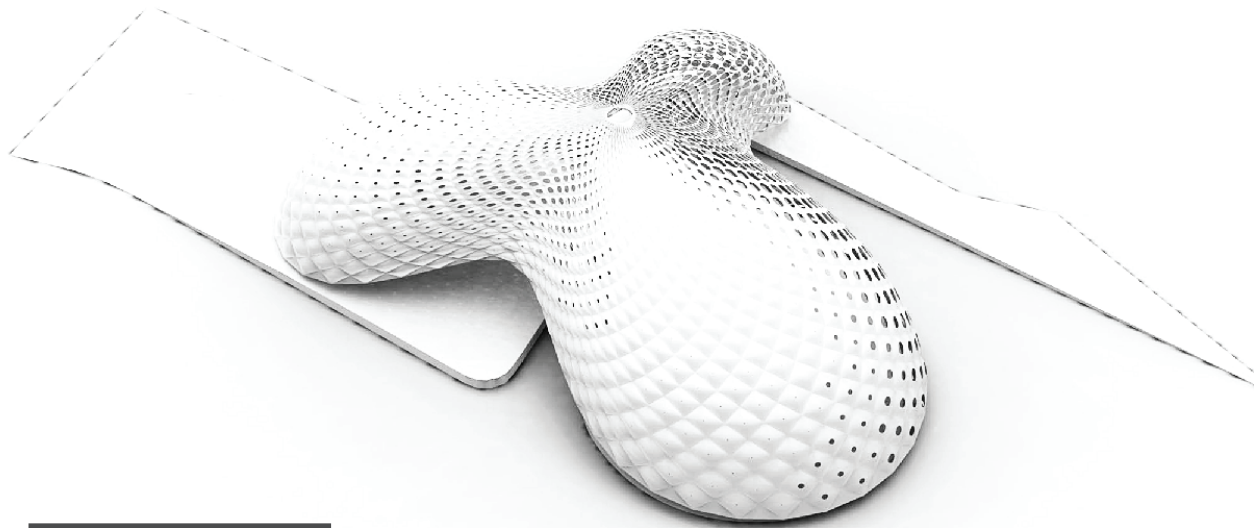
Αυτές όμως που συνέβαλαν στην βέλτιστη και ουσιαστική σχεδιαστική επίλυση ήταν οι υπολογιστικές διαδικασίες. Η ανάπτυξη του Structure Generator επέκτεινε τη διερεύνηση της κατασκευαστικής δομής, προτείνοντας μια σειρά από βέλτιστες λύσεις στην ομάδα μελέτης, δίνοντας της έτσι τη δυνατότητα της αποτελεσματικότερης επιλογής. Επίσης οι απαιτήσεις που έθεσε η περιβαλλοντική μελέτη για βέλτιστη απόδοση στους χώρους φιλοξενίας, θα ήταν αδύνατον να εφαρμοστούν στο σχεδιασμό χωρίς τη συνεργασία με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και την ανάπτυξη των αντίστοιχων κωδικοποιημένων αλγορίθμων.

Η διαλεκτική σχέση, της ομάδας μελέτης με το ηλεκτρονικό μέσο, αποδείχτηκε τελικά καθοριστική για τη διερεύνηση του σχεδιασμού και την ολοκλήρωση των σύνθετων απαιτήσεων.



▲ Ο χώρος φιλοξενίας των ελεφάντων κάτω από το στέγαστρο του New Elephant House.

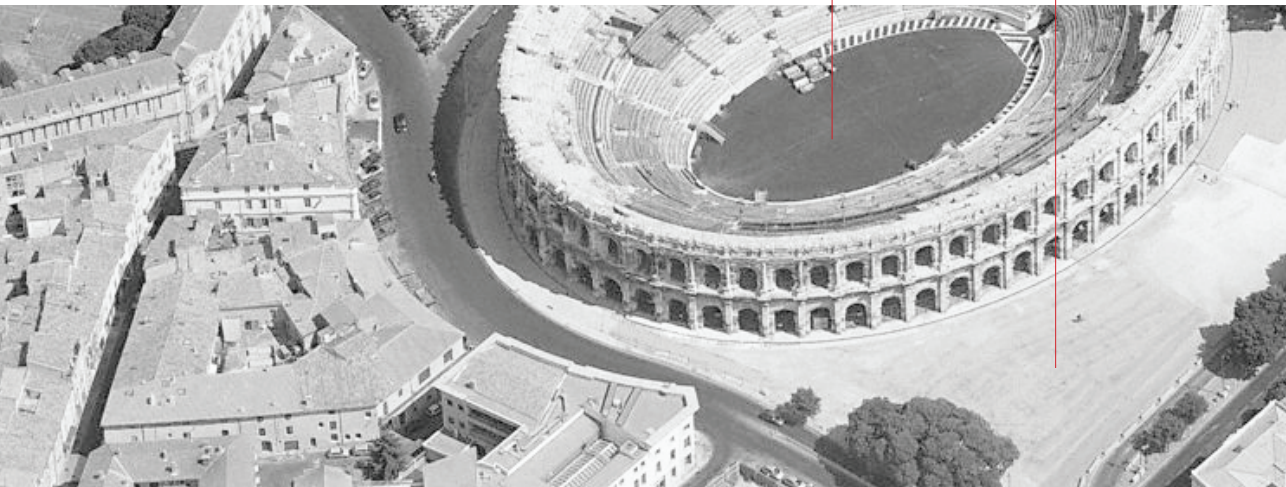




▲ Η τελική μορφή του pavilion (φωτορεαλιστικό).

Αρένα

Χώρος τοποθέτησης
του pavilion



Pneumatic Alien⁶⁸

68. Η ερευνητική εργασία του «Pneumatic Alien» αναπτύχθηκε στα πλαίσια του EmTech Core Studio - Performative Design, από την σπουδαστική ομάδα Baek Ki Kim, Dishita Turakhia, George Koufakis και Jing Luo, το 2010.
<http://projectsreview2010.aaschool.ac.uk/html/units.php?unit=78&name=858>

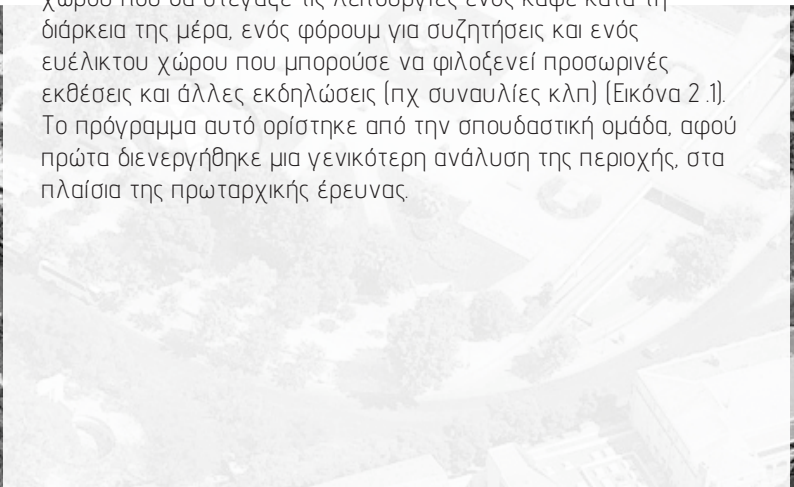
Το υλικό των εικόνων και των διαγραμμάτων ανήκουν στον Γιώργο Κουφάκη, που το παραχώρησε στον υποφαινόμενο, για τις ανάγκες της εργασίας (εκτός από το υλικό που αναφέρει τις πηγές του).

Για την τεκμηρίωση της ανάλυσης του Pneumatic Alien παρατίθεται παράρτημα με σχέδια και κατασκευαστικές λεπτομέρειες.

Το Pneumatic Alien είναι μια εργασία που διερευνήθηκε και αναπτύχθηκε από μια σπουδαστική ομάδα στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα Emergent Technology (EmTech) της αρχιτεκτονικής σχολής της AA (Architectural Association - School of Architecture). Πρόκειται για ένα αυτοκινούμενο pavilion με πρωτοβάθμια λειτουργία που ενημερώνεται από τη διαδραστική του σχέση με την περιρρέουσα περιβαλλοντική θερμοκρασία. Ο στόχος αυτού του συστήματος είναι η άμεση αδιαμεσολάβητη αντίδραση του κελύφους στην ηλιακή ακτινοβολία και τη θερμοκρασία της περιοχής και στην κατανάλωση μηδενικής ενέργειας στην κινητική λειτουργία. Το pavilion συμπεριφέρεται ως οργανισμός που μεταβολίζει την ενέργεια σε κίνηση και εν τέλει κατευθύνει την λειτουργία της επιδερμίδας του, με αποτέλεσμα να παράγονται διαφορετικές ποιότητες χώρου στο εσωτερικό του (πάντα σε συνάρτηση με τις καιρικές εναλλαγές - συνθήκες της περιοχής).

Η κατασκευή ορίστηκε, από τα δεδομένα της άσκησης, να χωροθετηθεί στον ελεύθερο χώρο μπροστά από την Αρένα της Νιμ, στη Γαλλία.

Το πρόγραμμα περιελάμβανε το σχεδιασμό ενός καλυμμένου χώρου που θα στέγαζε τις λειτουργίες ενός καφέ κατά τη διάρκεια της μέρα, ενός φόρουμ για συζητήσεις και ενός ευέλικτου χώρου που μπορούσε να φιλοξενεί προσωρινές εκθέσεις και άλλες εκδηλώσεις (πχ συναυλίες κλπ) (Εικόνα 2.1). Το πρόγραμμα αυτό ορίστηκε από την σπουδαστική ομάδα, αφού πρώτα διενεργήθηκε μια γενικότερη ανάλυση της περιοχής, στα πλαίσια της πρωταρχικής έρευνας.



ΠΡΩΤΟ ΣΤΑΔΙΟ - ΕΡΕΥΝΑ

Η πρόθεση

Η βασική συνθετική ιδέα - πρόθεση της ομάδας, ήταν η κατασκευή να ανταποκρίνεται στις μεταβολές του κλίματος της περιοχής και να τις ενσωματώνει μέσα στη δομή του κελύφους της, ώστε στη συνέχεια να τις αποδίδει στο εσωτερικό χώρο, δημιουργώντας διαφορετικές χωρικές ποιότητες, άμεσα συσχετισμένες και σε συνάρτηση με τις μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η ομάδα επικέντρωσε την έρευνα της στη διερεύνηση συστημάτων που θα μπορούσαν να τροποποιήσουν τις ποιότητες του εσωτερικού χώρου του pavilion, σύμφωνα με τις κλιματικές και θερμοκρασιακές μεταβολές του εξωτερικού χώρου.

Για τον σχεδιασμό της κατασκευής ορίστηκαν τέσσερις βασικές παράμετροι:

▫ Ευελιξία

Το pavilion απαιτούσε χώρους με ευελιξία ώστε να μπορεί να ανταποκρίνεται στις διαφορετικές λειτουργίες που φιλοξενούσε και σε συνάρτηση πάντα με το χρόνο. Για παράδειγμα το καφέ θα λειτουργούσε κατά τη διάρκεια της μέρας, ενώ το φόρουμ και ο χώρος εκδηλώσεων θα λειτουργούσαν και κατά τη διάρκεια της νύχτας. Έτσι το κέλυφος έπρεπε να μπορεί να ανταποκρίνεται στις διαφορετικές ροές των πεζών και των αυτοκινήτων, με βάση τις διαφορετικές χρονικές στιγμές της μέρας ή της νύχτας.

▫ Μεταβολές των κλιματικών συνθηκών

Οι διαφορετικές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της μέρας ή κατά τη διάρκεια της νύχτας, καθώς επίσης και κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή του καλοκαιριού ήταν αρκετά σημαντικές. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις παραμέτρους και τις μεταβολές που θα επέφεραν στις χωρικές συνθήκες της κατασκευής, αποφασίστηκε ότι αυτό ήταν το κυριότερο πρόβλημα που θα έπρεπε να αντιμετωπίζει το κέλυφος. Ιδιαίτερα οι θερμοκρασιακές μεταβολές, καθώς επίσης οι γωνίες

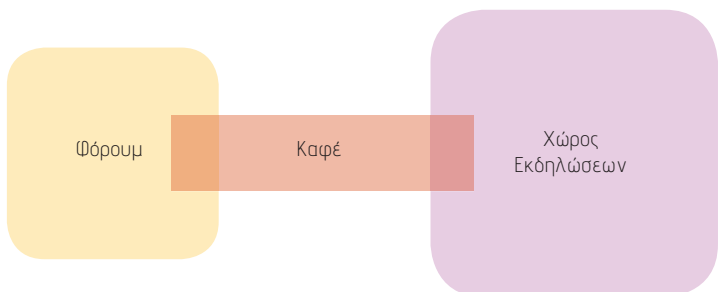
πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων και η τροχιά του ήλιου ήταν τα βασικότερα στοιχεία που έπρεπε να διερευνηθούν και να ενταχθούν στο σχεδιασμό του κελύφους.

▫ **Φωτεινότητα**

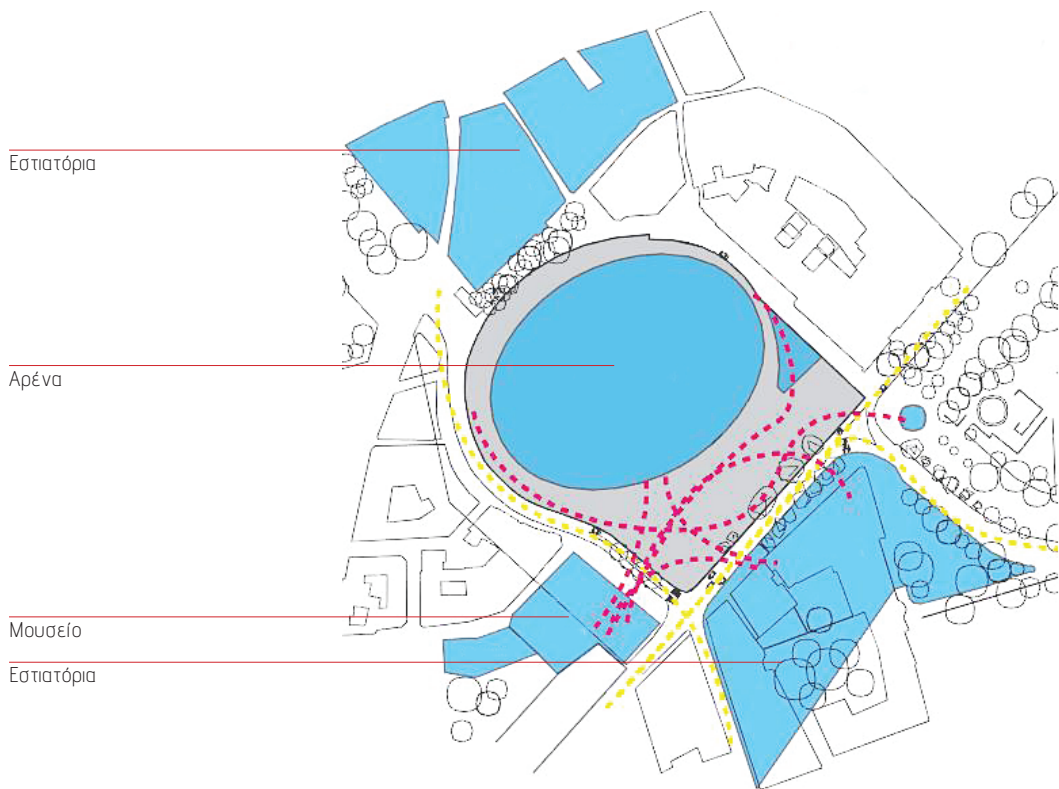
Η ποιότητα των χώρων καθοριζόταν επίσης από τη φωτεινότητα τους. Η ποσότητα του φωτός που θα έπρεπε να εισέρχεται στο εσωτερικό, έπρεπε να μελετηθεί με βάση τις διαφορετικές ώρες της μέρας και της διαφορετικής θέσης του ήλιου κατά τη διάρκεια του χρόνου. Το *panilion* έπρεπε να φωτίζεται όσο γίνεται περισσότερο αξιοποιώντας το φυσικό φως και επιτρέποντας του να διεισδύει μέσα από ένα σύστημα ανοιγμάτων, στο κέλυφος τα οποία όμως θα μεταβάλλονταν σύμφωνα με της θερμοκρασιακές συνθήκες. Αυτή η παράμετρος έδινε μια βιοκλιματική υπόσταση στη κατασκευή, σε σχέση πάντα με το γύρω περιβάλλον και το χρόνο.

▫ **Ελαφριά κατασκευή**

Η ομάδα ήθελε η κατασκευή της να είναι μια ελαφριά δομή που θα ενσωμάτωνε όλα τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Δεδομένου ότι το *panilion* θα ήταν απλώς μια μικρή εγκατάσταση (με χαρακτήρα περιπτέρου), θα έπρεπε να φέρει μια τέτοια ελαφριά δομή, χωρίς επιβλητικό όγκο και δυναμική παρουσία στο χώρο.



Εικόνα 2.1-
Διαγραμματική κατανομή των χώρων του προγράμματος
(*Ιδία Επεξεργασία*)



Ώδρουμ

Χώρος Εκδηλώσεων



Καφέ

▼ Εικόνα 2.2 //

Ανάλυση της περιοχής.
Παρουσιάζονται οι χώροι
ενδιαφέροντος και οι
ροές κίνησης πεζών και
αυτοκινήτων.

► Εικόνα 2.3 //

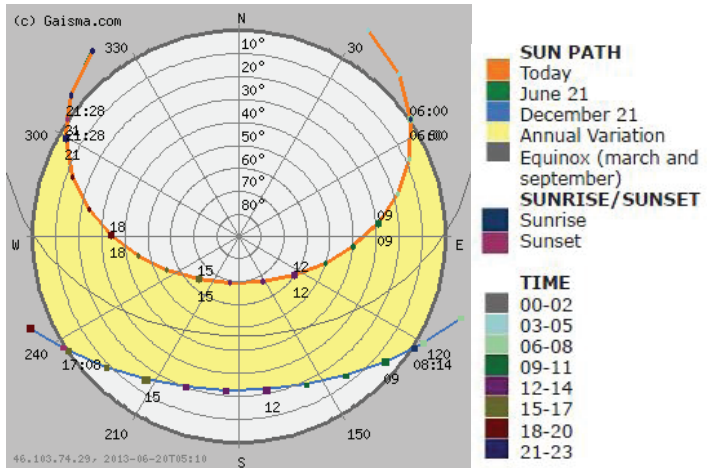
Η διαγραμματική
χωροθέτηση του
προγράμματος στην
περιοχή

Ανάλυση της περιοχής - Διερεύνηση των δεδομένων

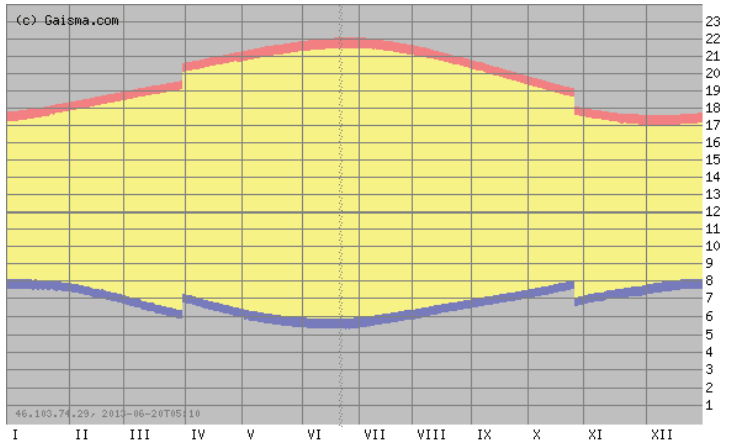
Ροές κίνησης - Τοποθέτηση των χώρων

Οι ροές κίνησης των πεζών (Εικόνα 2.2) αναλύθηκαν διαγραμματικά με χαρτογραφήσεις που επικεντρώθηκαν στη συνδεσιμότητα του αρχαιολογικού χώρου της Αρένας, του ανεγειρόμενου Μουσείου Ταυρομαχιών και των εισόδων στην παραδοσιακή πόλη. Τα δεδομένα αυτής της ανάλυσης καθόρισαν τον προσανατολισμό των χώρων του προγράμματος με βάση τον περιβάλλοντα χώρο. Οι τρεις λειτουργικές ενότητες, που όρισε το πρόγραμμα, αλληλεπικαλύπτονται στην περιφέρεια όπου σχεδιάστηκε η υποδοχή του pavilion.

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα της διπλανής σελίδας (Εικόνα 2.3), ο χώρος των εκδηλώσεων [3] τοποθετήθηκε ώστε να «κοιτάει» προς τον ανοιχτό χώρο, μπροστά από την αρένα. Έτσι μπορούσε να ενσωματώνει και ταυτόχρονα να εκτονώνεται προς το χώρο αυτό, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις μεγάλης συγκέντρωσης πλήθους, όπως για παράδειγμα σε συνέδρια, συναυλίες ή προβολές αγώνων που διεξάγονταν στην αρένα. Το καφέ [2] τοποθετήθηκε σε σημείο ώστε να «κοιτάει» στη γωνία του χώρου που επιλέχθηκε για τη χωροθέτηση του pavilion. Έτσι γινόταν πιο εύκολα προσιτό και φιλόξενο λόγω του σημείου συνάντησης των βασικών αξόνων κίνησης πεζών και των αυτοκινήτων. Τέλος το φόρουμ [1] επιλέχθηκε να τοποθετηθεί στα βόρεια των δύο άλλων χώρων. Έτσι μπορούσε να «κοιτάει» προς ένα σχετικά κλειστό και ήρεμο χώρο που του προσέδιδε μια σχετικότερη απομόνωση. Ταυτόχρονα το σημείο επιλογής του, σύμφωνα με την ανάλυση της περιοχής, ήταν αυτό που σκιαζόταν περισσότερο καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου (χαρακτηριστικό το οποίο ήταν επιθυμητό για το φόρουμ).



Εικόνα 2.4



Εικόνα 2.5

TEMPERATURE °C:

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
MAXIMUM	10	12	15	18	22	26	30	29	25	20	14	11
MINIMUM	2	4	5	8	11	15	18	17	15	11	6	3
MEAN	6	8	10	13	17	21	24	23	20	15	10	7

Εικόνα 2.6

▲ Εικόνα 2.4 // Το διάγραμμα της τροχιάς του ήλιου για την περιοχή μελέτης.

▼ Εικόνα 2.5 // Αυγή, Δύση και μηνιαία διακύμανση ωρών ηλιοφάνειας για κάθε μέρα.

► Εικόνα 2.6 // Μηνιαίες θερμοκρασιακές μεταβολές της περιοχής μελέτης.

Κλιματική ανάλυση της περιοχής

Το επόμενο στάδιο αφορούσε την κλιματική ανάλυση. Η μελέτη των κλιματολογικών χαρακτηριστικών της περιοχής ήταν κρίσιμης σημασίας για το σχεδιασμό του κελύφους, έτσι ώστε να ανταποκρίνεται στις προθέσεις που όρισε και τις λειτουργίες που επέλεξε η σπουδαστική ομάδα.

▫ Διερεύνηση ηλιασμού - ηλιοφάνεια

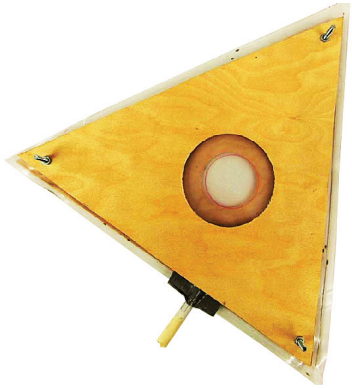
Η διερεύνηση του κλίματος της περιοχής όσον αφορά την ηλιακή ακτινοβολία, την τροχιά του ήλιου και τις ώρες της μέρας με ηλιοφάνεια, έδωσαν δεδομένα τα οποία ήταν κρίσιμα για το σχεδιασμό του κελύφους και των ανοιγμάτων της «επίδερμίδας» του που έπρεπε να φέρει. Επίσης οι διαγραμματικές μελέτες βοήθησαν στο να παρθούν αποφάσεις σχετικά με την κατεύθυνση, τον προσανατολισμό και τη διακύμανση των ανοιγμάτων του κελύφους, ώστε οι χώροι να έχουν την απαραίτητη φωτεινότητα, ηλιασμό και αερισμό.

Το πρώτο διάγραμμα στη διπλανή σελίδα (Εικόνα 2.4) το οποίο παρουσιάζει την τροχιά του ήλιου, βοήθησε ώστε να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με τον προσανατολισμό της κατασκευής, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η παραλαβή ηλιακής ακτινοβολίας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Το δεύτερο διάγραμμα (Εικόνα 2.5) μαζί με τον πίνακα, δείχνουν τη μηνιαία διακύμανση των ωρών ηλιοφάνειας της περιοχής από την αυγή μέχρι το σούρουπο, για κάθε μέρα.

▫ Θερμοκρασιακή μελέτη

Όσον αφορά τη θερμοκρασιακή μελέτη, τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής έδειξαν μια έντονη διαφοροποίηση στις μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες κατά τις εποχιακές μεταβολές, αλλά και κατά την διάρκεια της μέρας σε σχέση με τη νύχτα, για κάθε μήνα. Επίσης οι ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες έδειξαν μια διαφορά περίπου 10 - 15 °C, σε όλες τις εποχές, ενώ η ετήσια μεταβολή της μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας είχε μια διαφορά γύρω στους 30 °C. Συλλέγοντας τα δεδομένα



Πάνω όψη



Κάτω όψη

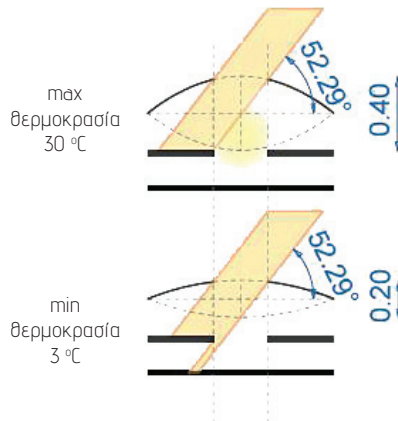


Σε κατάσταση ηρεμίας

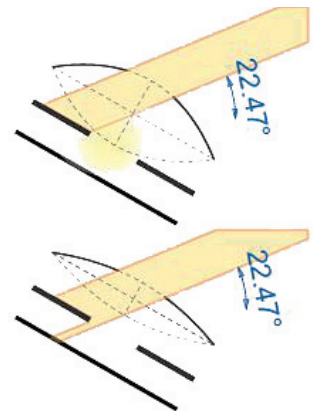


Σε κατάσταση διόγκωσης

ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΗΛΙΟΣΤΑΣΙΟ



ΘΕΡΙΝΟ ΗΛΙΟΣΤΑΣΙΟ



▲ Εικόνα 2.7 // Η πρωταρχική πειραματική κατασκευή της κυτταρικής μονάδας

► Εικόνα 2.8 // Ο τρόπος λειτουργίας της μονάδας στο χειμερινό και θερινό ηλιοστάσιο.

αυτά, η ομάδα διαπίστωσε ότι οι θερμοκρασιακές μεταβολές της περιοχής θα έπρεπε να αποτελούν μια σοβαρή παράμετρο στο σχεδιασμό ώστε το κέλυφος να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά στις λειτουργίες του προγράμματος.

Πειραματική διερεύνηση της κυτταρικής μονάδας - Pneumatic System

Η διερευνητική μελέτη του ηλιασμού της περιοχής και των θερμοκρασιακών μεταβολών της, έδειξε ότι οι κλιματολογικές συνθήκες υπό την επιφάνεια προφύλαξης θα έπρεπε να αποτελούν το σημείο της διάδρασης της επιφάνειας με την θέση του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας. Οι διαφορετικές ποιότητες του χώρου σε σχέση με την ποσότητα σκιασμού και ηλιασμού καθορίζονται από την ημερήσια πορεία του ηλίου και την σχετική απόσταση της θέσης του, από επιλεγμένα σημεία του κελύφους. Άρα ο σχεδιασμός του στεγάστρου θα έπρεπε να βασίζεται στην διαμερισματοποίηση της επιφάνειας που στεγάζει σε ορισμένη πυκνότητα παραμετρικά ορισμένη.

Στα πλαίσια της διερεύνησης της κυτταρικής μονάδας που θα πλαισίωνε τη δομή του κελύφους και θα δημιουργούσε την επιδερμίδα του, η ομάδα προχώρησε σε πειραματικές μελέτες και κατασκευές, με στόχο η επιφάνεια να διαφοροποιείται με βάση την ηλιακή ενέργεια που απορροφά από το περιβάλλον. Το υλικό και η συνδεσμολογία επιλέχθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να εξυπηρετούνται οι ανάγκες των χώρων σε άμεσο φωτισμό και θέρμανση. Έτσι επιλέγεται θύλακας αέρα με δυο διαφορετικής ακτίνας οπές στην εξωτερική και εσωτερική επιφάνεια. Η ιδιότητα του αερίου να αυξομειώνει τον όγκο του σε διαφορετικές θερμοκρασίες αποτέλεσε το βασικό αντικείμενο της λειτουργίας της μονάδας. Στις μεγάλες θερμοκρασίες το πνευστό «κύτταρο» αυξάνει τον όγκο του με αποτέλεσμα να εμποδίζεται η άμεση ακτινοβολία και να ενισχύεται η θερμική ανάκλαση.

Στις διπλανές εικόνες παρουσιάζεται η πρωταρχική πειραματική κατασκευή της κυτταρικής μονάδας (Εικόνα 2.7, 2.8).

Πρόκειται για ένα «φουσκωτό μαξιλάρ» που τοποθετείται ανάμεσα σε δυο ξύλινα φύλλα, πάχους 3mm το καθένα, με κυκλικά ανοίγματα στα κέντρα τους. Τα ανοίγματα αυτά επιτρέπουν την διείσδυση του ηλιακού φωτός και της ηλιακής ακτινοβολίας. Επιπλέον έχουν διαφορετική ακτίνα, με το πάνω άνοιγμα (εξωτερικό) να είναι μεγαλύτερο από το κάτω (εσωτερικό), επιτρέποντας έτσι να διεισδύει διαφορετική ποσότητα φωτός και ηλιακής θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στη μονάδα και από τη μονάδα στον εσωτερικό χώρο, αντίστοιχα.

Όταν η μονάδα είναι διογκωμένη (φουσκωμένη), η απόσταση μεταξύ των δύο ανοιγμάτων αυξάνεται. Κατά συνέπεια η ηλιακή ακτινοβολία που τη διαπερνά, από μία ορισμένη γωνία και ύστερα, αδυνατεί να περάσει από την εσωτερική οπή στον εσωτερικό χώρο. Έτσι επιτρέπεται μόνο η έμμεση διάχυση του φωτός, «κόβοντας» ουσιαστικά την διείσδυση των ακτίνων.

Όταν η μονάδα είναι σε κατάσταση ηρεμίας (ξεφουσκωτη), η απόσταση μεταξύ των ανοιγμάτων μειώνεται με αποτέλεσμα να επιτρέπεται η άμεση διείσδυση ηλιακής ακτινοβολίας στην εσωτερική πλευρά.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν, ότι η ηλιακή ακτινοβολία που διεισδύει στο χώρο μπορεί να ελέγχεται μέσα από αυτή τη λειτουργία της διογκωσης ή μη της μονάδας (φούσκωμα/ξεφούσκωμα). Ουσιαστικά ο τρόπος λειτουργίας έχει να κάνει με τη συστολή και διαστολή των μορίων του αερίου που βρίσκεται ανάμεσα στα δύο ξύλινα φύλλα, με αποτέλεσμα να αυξομειώνεται ο όγκος του, αναγκάζοντας την ίδια την κατασκευή να εφαρμόζει μια «ιδιολειτουργία», σαν ένα πνευστό «κύτταρο».

Τελικά ο τρόπος σχεδιασμού και ανάπτυξης αυτού του «έξυπνου μηχανισμού», ως φράγματος ή μη της ακτινοβολίας και της άμεσης θερμότητας, φέρει στις προδιαγραφές του την απαιτούμενη διαδραστική συμπεριφορά σε άμεση συσχέτιση με τις θερμοκρασιακές μεταβολές του περιβάλλοντος, καταναλώνοντας μάλιστα μηδενική ενέργεια.

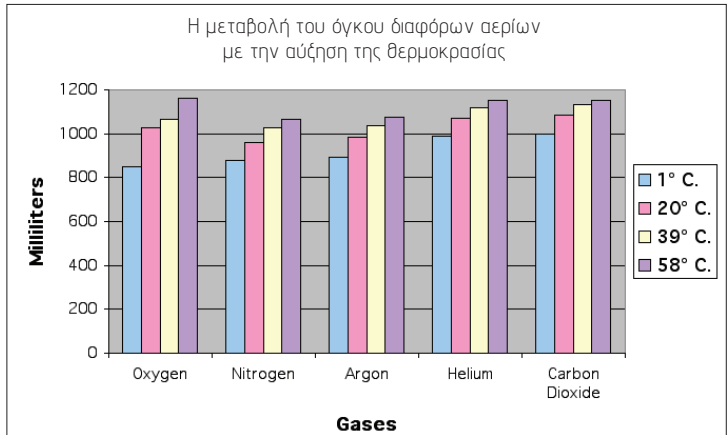
Στην συνέχεια η ομάδα προχώρησε σε μια σειρά μελετών και φυσικών πειραμάτων που κατεύθυναν το σχεδιασμό στην χρήση του κατάλληλου αερίου και σχήματος της μονάδας.

Με βάση τη θεωρία της φυσικής, ο όγκος των αερίων έχει άμεση σχέση με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Αυτό σημαίνει ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας, ο όγκος αυξάνεται (διαστέλλεται) σημαντικά. Τα διάφορα αέρια έχουν επίσης διαφορετικά όρια διαστολής για τις διάφορες θερμοκρασιακές μεταβολές. Ωστόσο η μελέτη έδειξε ότι η μέση μεταβολή του όγκου ενός αερίου είναι περίπου 26% όταν η θερμοκρασιακή μεταβολή είναι από 0 °C έως 20 °C και περίπου 7% όταν η μεταβολή είναι από 20 °C έως 30 °C. Αυτά τα δεδομένα απέδειξαν ότι τα αέρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά ώστε το pavilion να μπορεί να προσαρμόζεται στις θερμοκρασιακές μεταβολές της περιοχής, αφού το εύρος των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας της διαμορφώνεται ετησίως από 5 °C έως περίπου 30–35 °C.

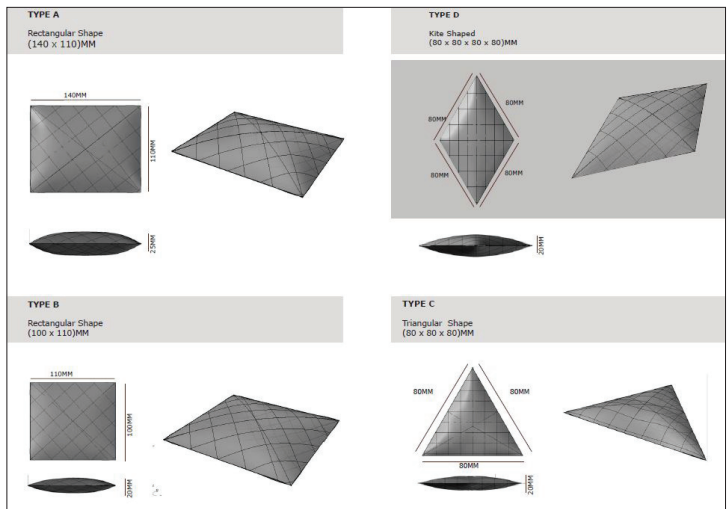
Όπως αποδεικνύεται από τη γραφική παράσταση στην Εικόνα 2.9, το οξυγόνο είναι το αέριο με την μέγιστη αύξομείωση όγκου και έτσι επιλέχτηκε από την ομάδα για χρήση στην κυτταρική δομή.

Προκειμένου να διαφανεί η βέλτιστη απόδοση της μονάδας με βάση το σχήμα της, η ομάδα προχώρησε σε μια πειραματική διαδικασία κατά την οποία χρησιμοποίησε τέσσερις διαφορετικούς τύπους σχημάτων (ορθογώνιο, τετράγωνο, τρίγωνο και ρόμβος), υποβάλλοντας τα σε κατάσταση θερμοκρασιακής μεταβολής, χρησιμοποιώντας φως αλογόνου. Καθώς αυξανόταν η θερμοκρασία, καταγραφόταν η τιμή της και ταυτόχρονα καταγραφόταν γραφικά η αύξηση του όγκου του κάθε σχήματος. Τελικά το σχήμα που αποδείχτηκε ότι συμπεριφέρεται με τον πλέον βέλτιστο τρόπο ήταν ο ρόμβος.

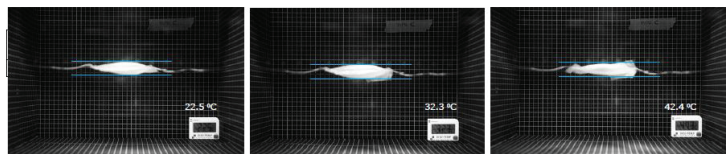
Στις Εικόνες 2.10, 2.11, παρουσιάζονται διαγραμματικά οι τέσσερις τύποι σχημάτων με τις διαστάσεις τους καθώς και μέρος από την πειραματική διαδικασία



Εικόνα 2.9



Εικόνα 2.10



Εικόνα 2.11

▲ Εικόνα 2.9 // Η μεταβολή του όγκου διαφόρων αερίων καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία.

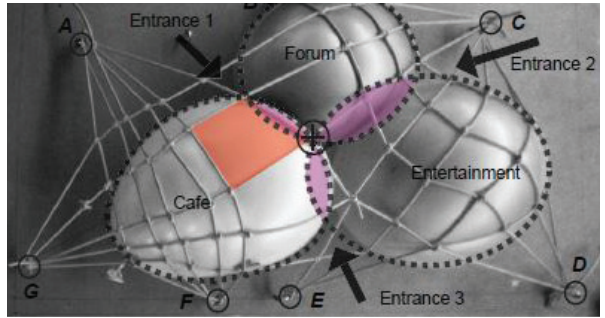
▼ Εικόνα 2.10 // Οι τέσσερις τύποι σχημάτων που δοκιμάστηκαν στην πειραματική διαδικασία.

► Εικόνα 2.11 // Μέρος από την πειραματική διαδικασία για την εύρεση του βέλτιστου σχήματος της μονάδας.

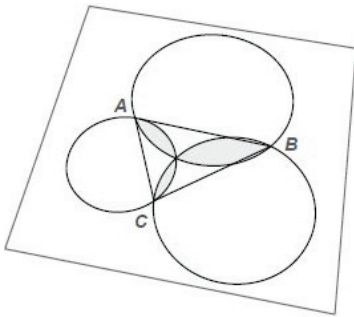
Μερικές διευκρινήσεις - διαπιστώσεις

Η ομάδα στο πρώτο στάδιο της έρευνας, όρισε την πρόθεση της και τις τέσσερις βασικές παραμέτρους για τον σχεδιασμό του pavilion. Επίσης διερεύνησε την περιοχή χωροθέτησης του, λαμβάνοντας υπόψη τις ροές κίνησης και με αυτό τον τρόπο όρισε διαγραμματικά την τοποθέτηση των τριών χώρων που απαιτούσε το πρόγραμμα. Επιπλέον προχώρησε στην κλιματική ανάλυση της περιοχής διερευνώντας την τροχιά του ήλιου και καταγράφοντας την ηλιοφάνεια σε συνάρτηση με το χρόνο, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, καθώς επίσης και τις θερμοκρασιακές μεταβολές, πράγμα που της έδωσε όλα τα απαιτούμενα δεδομένα για την διαδικασία του σχεδιασμού. Στη συνέχεια μέσα από πειραματικές διαδικασίες διερεύνησε τη μορφή, την κατασκευή και τον τρόπο λειτουργίας της κυτταρικής μονάδας που θα πλαισίωνε τη δομή του κελύφους και θα δημιουργούσε την επιδερμίδα του pavilion. Με αυτό τον τρόπο ολοκλήρωσε το στάδιο της έρευνας και της συλλογής των απαραίτητων δεδομένων.

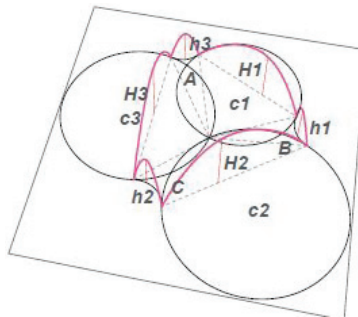
Το επόμενο στάδιο απαιτούσε την διερεύνηση της μορφής και της δομής του κελύφους του pavilion καθώς επίσης και της συσχέτισης όλων των δεδομένων και απαιτήσεων, ώστε η επιδερμίδα του να αντιδρά αδιαμεσολάβητα με τις μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος και εν τέλει να προσφέρει τις ποιότητες χώρου όπως καταγράφηκε στην πρόθεση της ομάδας. Χρειαζόταν να διερευνηθούν όλες οι πιθανές λύσεις που εν τέλει θα οδηγούσαν στη βέλτιστη και την πιο αποτελεσματική. Λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο της πολυπλοκότητας, των πολλών παραμέτρων που έπρεπε να συνδυαστούν, των πολλών δεδομένων που έπρεπε να χρησιμοποιηθούν και του μεγάλου αριθμού των δυνατοτήτων διαμόρφωσης αυτής της λύσης, η ομάδα χρησιμοποιώντας αλγορίθμους, προσέγγισε την κατασκευή της με υπολογιστικές (computational) διαδικασίες. Η συνεργατική διαδικασία της ομάδας με τον υπολογιστή κρινόταν πλέον ως απαραίτητη ώστε να υλοποιηθούν οι αρχικές προθέσεις.



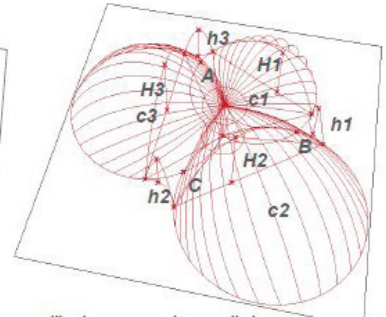
Εικόνα 2.12 - Πειραματική διαδικασία διερεύνησης των σχέσεων των χώρων.



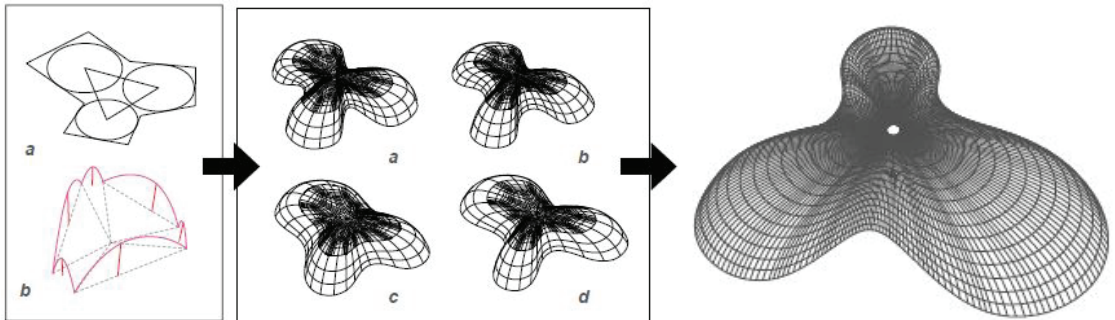
Εικόνα 2.13 - Τα γεωμετρικά δεδομένα του παραμετρικού μοντέλου.



Εικόνα 2.14 - Οι παραμετρικές σχέσεις που ορίζουν την μορφή.



Εικόνα 2.15 - Η συνολική παραμετρική μορφή.



Εικόνα 2.16 - Οι τέσσερις επικρατέστερες λύσεις και η τελική επιλογή.

▲ Η διαδικασία διερεύνησης της μορφής του κελύφους.

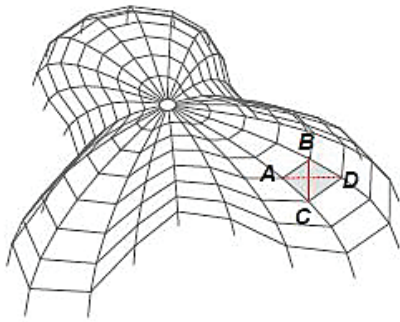
ΔΕΥΤΕΡΟ ΣΤΑΔΙΟ - ΤΟ COMPUTATION, ΩΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ

Διερεύνηση της μορφής του κελύφους

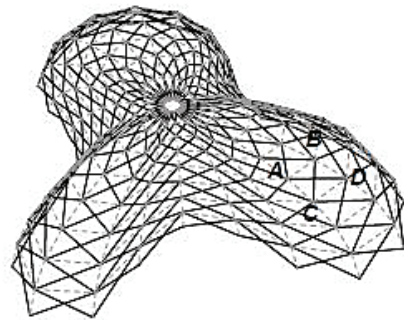
Για τη διερεύνηση της μορφής του κελύφους λήφθηκε υπόψη η πρωταρχική διαγραμματική τοποθέτηση των χώρων του pavilion, έτσι όπως ορίστηκε με βάση τις ροές κίνησης και τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Χρησιμοποιώντας αυτά τα δεδομένα, η ομάδα διεξήγαγε αρχικά μια γρήγορη πειραματική διαδικασία με μπαλόνια και σχοινιά (Εικόνα 2.12) για να κατανοήσει και να μπορέσει να ορίσει τις σχέσεις των χώρων. Έλαβε υπόψη τις ροές κίνησης και τα δεδομένα που προσέδιδαν με βάση τα σημεία πρόσβασης και εισόδου. Επίσης με τη χρήση των σχοινιών, έγινε προσπάθεια να αποκτηθεί μια πρώτη εικόνα για την κατασκευαστική δομή.

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας μαθηματικές και γεωμετρικές διαδικασίες καθώς και την αλγοριθμική λογική, βασισμένη στην επιφάνεια διπλής καμπυλότητας των μπαλονιών, η ομάδα προσπάθησε να βρει τις σχέσεις που τα διέπουν όλα αυτά και να συνδέσει όλες τις σχέσεις μεταξύ τους με ένα σχεδιαστικό αλγόριθμο. Σε συνεργασία με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, εισήγαγε όλες αυτές τις σχέσεις δημιουργώντας τον αλγόριθμο, ώστε ο υπολογιστής να παράγει το φάσμα των δυνατών λύσεων της μορφής. Με τη χρήση του παραμετρικού λογισμικού Grasshopper αναπτύχθηκε ένα αλγοριθμικά κωδικοποιημένο μορφογενικό μοντέλο, στηριζόμενο στις μαθηματικές και γεωμετρικές σχέσεις στο οποίο εισήχθησαν τα δεδομένα (Εικόνες 2.13, 2.14, 2.15).

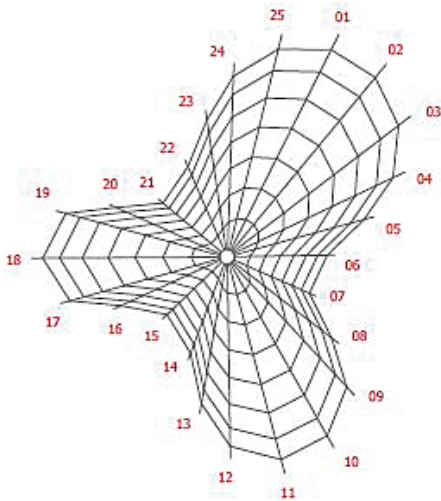
Ουσιαστικά ο σχεδιαστικός αυτός αλγόριθμος έθετε τις παραμέτρους που όριζαν το μέγεθος του κάθε χώρου και το ποσοστό αλληλοεπικάλυψης τους. Στην πράξη το αλγοριθμικό μοντέλο μπορούσε να δεχθεί κάθε φορά διαφορετικές τιμές για το μέγεθος των τριών τζορειδών καμπύλων - λοβών (βλ. τα παρακάτω διαγράμματα - σχηματικές απεικονίσεις), προσαρμόζοντας τις ακτίνες των ελλειψοειδών προβολών (που αντιστοιχούν στους χώρους) και το ύψος του κάθε τόξου (που αντιστοιχούν στις εισόδους πρόσβασης).



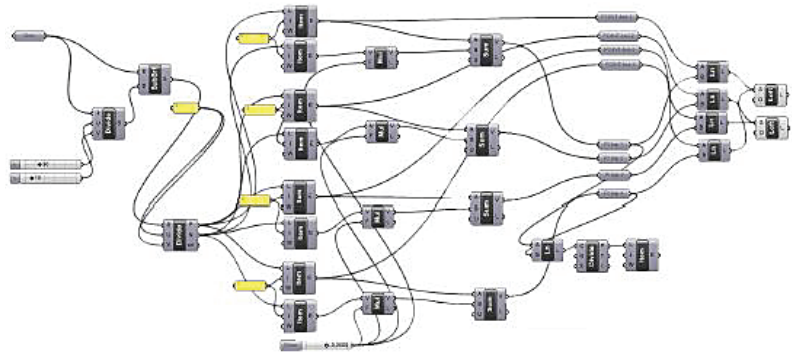
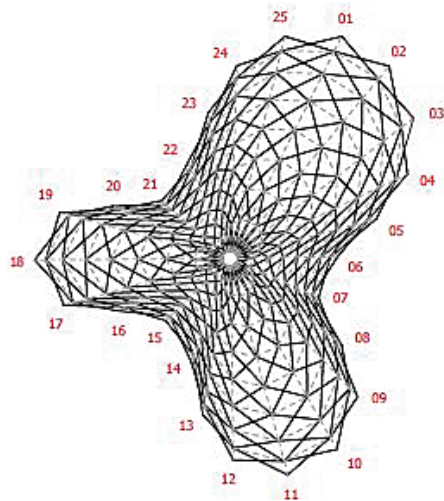
Εικόνα 2.17 - Ορθοκανονικό δομικό σύστημα.



Εικόνα 2.18 - Διαγώνιο δομικό σύστημα (diagrid).



Εικόνα 2.19 - Οι u, v παραμετρικές συντεταγμένες των δομικών συστημάτων.



▲ Η διαδικασία διερεύνησης της δομής του κελύφους.

Εικόνα 2.20 - Η αλγοριθμική διαδικασία διερεύνησης της δομής σε περιβάλλον Grasshopper.

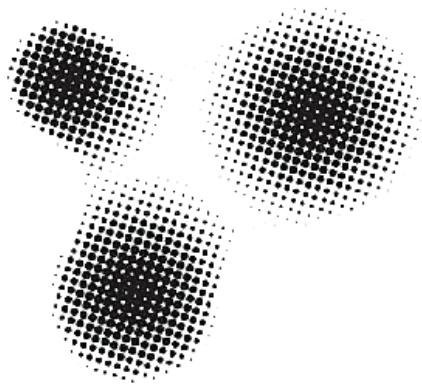
Ο υπολογιστής αξιοποιώντας τις σχέσεις και παραμέτρους αυτές και σε συνάρτηση με τις τιμές των δεδομένων που δεχόταν, παρήγαγε το φάσμα των μορφών, βελτιστοποιώντας την εντατική συμπεριφορά τους και παράγοντας την ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια για το pavilion (Εικόνα 2 .16).

Διερεύνηση της δομής του κελύφους

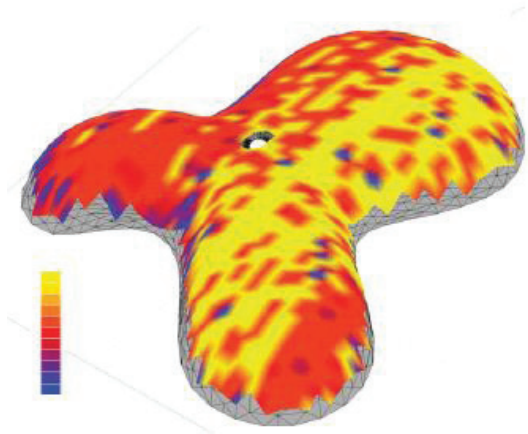
Το επόμενο βήμα αφορούσε τη διερεύνηση της κατασκευαστικής δομής της μορφής, η οποία προσεγγίστηκε με βάση το παραμετρικό μορφογενετικό μοντέλο και δημιουργήθηκε ένα δεύτερο συμπληρωματικό αλγοριθμικό μοντέλο για το σκοπό αυτό. Η ομάδα διερεύνησε ένα ορθοκανονικό δομικό σύστημα (perpendicular grid) και ένα διαγώνιο (diagrid). Τελικά επιλέχθηκε το διαγώνιο (diagrid) επειδή είναι δομικά ισχυρότερο.

Η αλγοριθμική διαδικασία διαμόρφωσης του παραμετρικού μοντέλου, λειτουργούσε ως εξής:

- Η επιφάνεια της μορφής διαιρείτο σε ένα ορθοκανονικό δομικό σύστημα (perpendicular grid structure), στηριζόμενο στις u,v παραμετρικές συναρτήσεις (Οι παραμετρικές συναρτήσεις δύο μεταβλητών $[u,v]$ ορίζουν το ορθοκανονικό σύστημα συντεταγμένων με άξονες $X(u,v)$, $Y(u,v)$, $Z(u,v)$. Άρα κάθε σημείο M στο χώρο ορίζεται από την τριάδα $(X(u,v), Y(u,v), Z(u,v))$ για την ίδια τιμή των μεταβλητών $(u,v) [u,v \in \mathbb{R}]$) (Εικόνα 2 .17).
- Στη συνέχεια δημιουργείται το διαγώνιο δομικό σύστημα (diagrid), στηριζόμενο στο ορθοκανονικό σύστημα (το οποίο αφού δημιουργούσε το diagrid, αφαιρείτο από την απεικόνιση) (Εικόνα 2 .18).
- Τα δεδομένα εισαγωγής στο παραμετρικό μοντέλο ήταν ο αριθμός των u,v συντεταγμένων (Εικόνα 2 .19) και το ύψος της δοκού.



Εικόνα 2.21



Εικόνα 2.22

▲ Εικόνα 2.21 // Διάγραμμα αναγκών φωτισμού για τον κάθε χώρο του pavilion.

▼ Εικόνα 2.22 // Η ανάλυση της θερμικής συμπεριφοράς του κελύφους.

► Εικόνα 2.23 // Ντεγραντέ διαγράμματα της φωτεινότητας των χώρων (α), της θερμότητας που λαμβάνουν (β) και η υπέρθεση τους (γ) που έδωσε το τελικό ενιαίο διάγραμμα.



Gradient diagram for program

Εικ. 2.23α

+



Gradient diagram for heating

Εικ. 2.23β

=



Superposition - Diagram of the Size openings

Εικ. 2.23γ

Το σύστημα ανοιγμάτων της επιδερμίδας

Ένας από τους λόγους της χωρικής διακύμανσης που δημιουργούσε το στέγαστρο στους τρεις διαφορετικούς χώρους του pavilion, είχε ως στόχο να ληφθούν διαφορετικές ποιότητες φωτισμού. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, δοκιμάστηκαν διάφορες επιλογές με βάση τις απαιτήσεις των χώρων.

Σύμφωνα με τις προθέσεις της ομάδας, ο χώρος των εκδηλώσεων θα έπρεπε να προσαρμόζεται πιο εύκολα στις θερμοκρασιακές μεταβολές, να εκμεταλλεύεται τις μέρες έντονης ηλιοφάνειας και να επιτρέπει ή να «απορρίπτει» την είσοδο ηλιακών ακτίνων στο εσωτερικό του, ανάλογα με την εποχή. Το φόρουμ θα έπρεπε να σκιάζεται συνέχεια και να έχει σταθερό φωτισμό σε όλες τις περιόδους και σε όλες τις συνθήκες. Το καφέ απαιτούσε μια μέση κατάσταση φωτεινότητας σε σχέση με τους δύο άλλους χώρους.

Το βασικό στοιχείο που θα επηρέαζε την ποιότητα των χώρων με βάση τις ανάγκες τους σε φυσικό φως, ήταν τα χαρακτηριστικά ανοίγματα (οπές) της κυτταρικής μονάδας που δημιουργούσε την επιδερμίδα του pavilion. Το μέγεθος των ανοιγμάτων αυτών θα έπρεπε να είναι διαφορετικό, ανάλογα με τις απαιτήσεις φυσικού φωτισμού του κάθε χώρου. Σε κάποια σημεία, όπως στο χώρο του φόρουμ που απαιτούσε συνεχόμενη σκίαση, δεν χρειαζόντουσαν καθόλου ανοίγματα.

Για να μπορέσει να διερευνήσει το ζήτημα αυτό, η ομάδα προσέγγισε τις ανάγκες φωτισμού με βάση ένα συμβατικό διάγραμμα, το οποίο παρουσιάζεται στη διπλανή Εικόνα 2. 21

Το διάγραμμα μετατράπηκε σε ένα συμβατικό ντεγραντέ χάρτη, ο οποίος περιελάμβανε όλο το φάσμα της χρωματικής κλίμακας του γκρι (Εικόνα 2. 23a).

Στη συνέχεια, με βάση τη θέση και τον προσανατολισμό του pavilion, την έκθεση του στον ήλιο και την προσπίπτουσα ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, η ομάδα με την χρήση ενός κατάλληλου λογισμικού, ανέλυσε την θερμική συμπεριφορά του κελύφους (Εικόνα 2. 22).

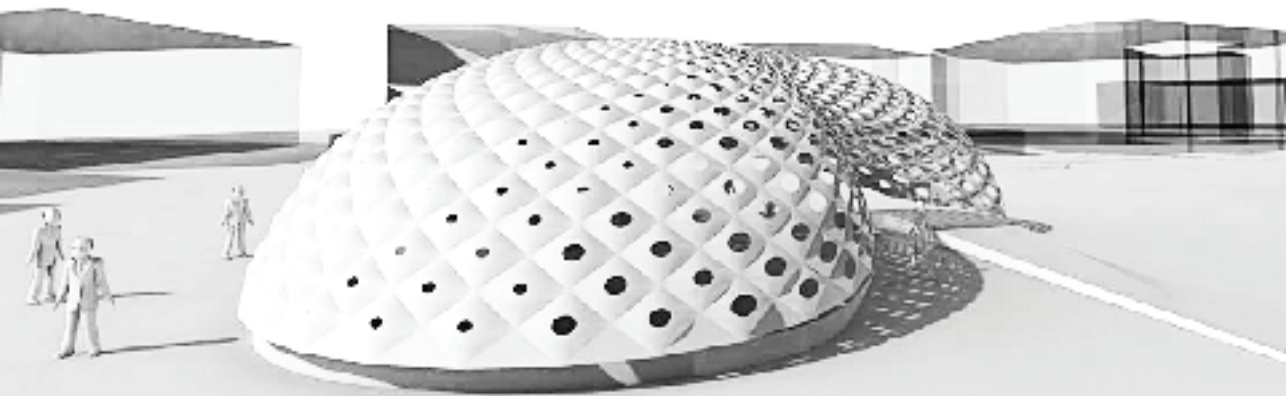
Η ανάλυση έδωσε τα διαφορετικά ποσά θερμότητας που λάμβανε η επιφάνεια στα διάφορα μέρη της. Με βάση την ίδια λογική όπως προηγουμένως, η θερμική ανάλυση μετατράπηκε σε ντεγραντέ χάρτη στο φάσμα της κλίμακας του γκρι (Εικόνα 2.23β).

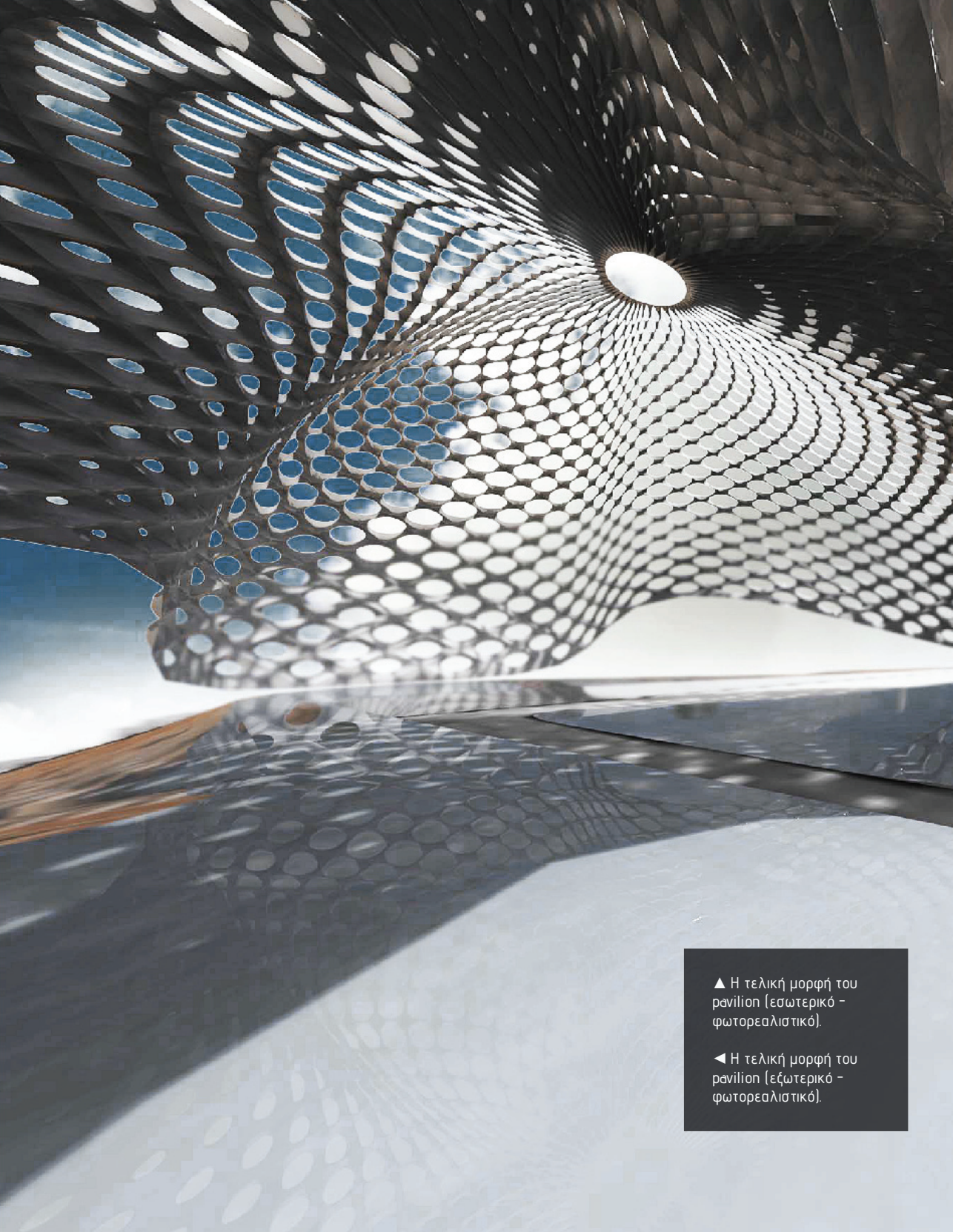
Τέλος έγινε υπέρθεση των δύο ντεγραντέ χαρτών ώστε να προκύψει το τελικό αποτέλεσμα (Εικόνα 2.23γ) στο οποίο ουσιαστικά συνδυάζονταν οι ανάγκες φωτισμού των χώρων μαζί με τη θερμική συμπεριφορά του κελύφους.

Με βάση το καινούριο δεδομένο η ομάδα μπόρεσε πλέον να διερευνήσει τα μεγέθη και την θέση των ανοιγμάτων στην επιφάνεια του κελύφους. Προγραμματίζοντας μίαν αλγοριθμική διαδικασία με τη βοήθεια μιας γλώσσας προγραμματισμού σεναρίων (scripting language)⁶⁹ και δίνοντας το ντεγραντέ διάγραμμα που προέκυψε από την υπέρθεση, ως βασικό δεδομένο, ο υπολογιστής προχώρησε σε ανάλυση και μεταφορά της αναλογίας του χρώματος ορίζοντας αντίστοιχα τα μεγέθη των ανοιγμάτων και την θέση τους στο κέλυφος.

Με αυτόν τον τρόπο ολοκληρώθηκε ο σχεδιασμός του κελύφους, σύμφωνα με τις προθέσεις, ώστε αυτό να διαδρά άμεσα και αδιαμεσολάβητα με τις μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος, με στόχο να προσφέρει διαφορετικές χωρικές ποιότητες στο εσωτερικό, όπως απαιτούσε το πρόγραμμα.

69. Παράρτημα, σελ. 130-131

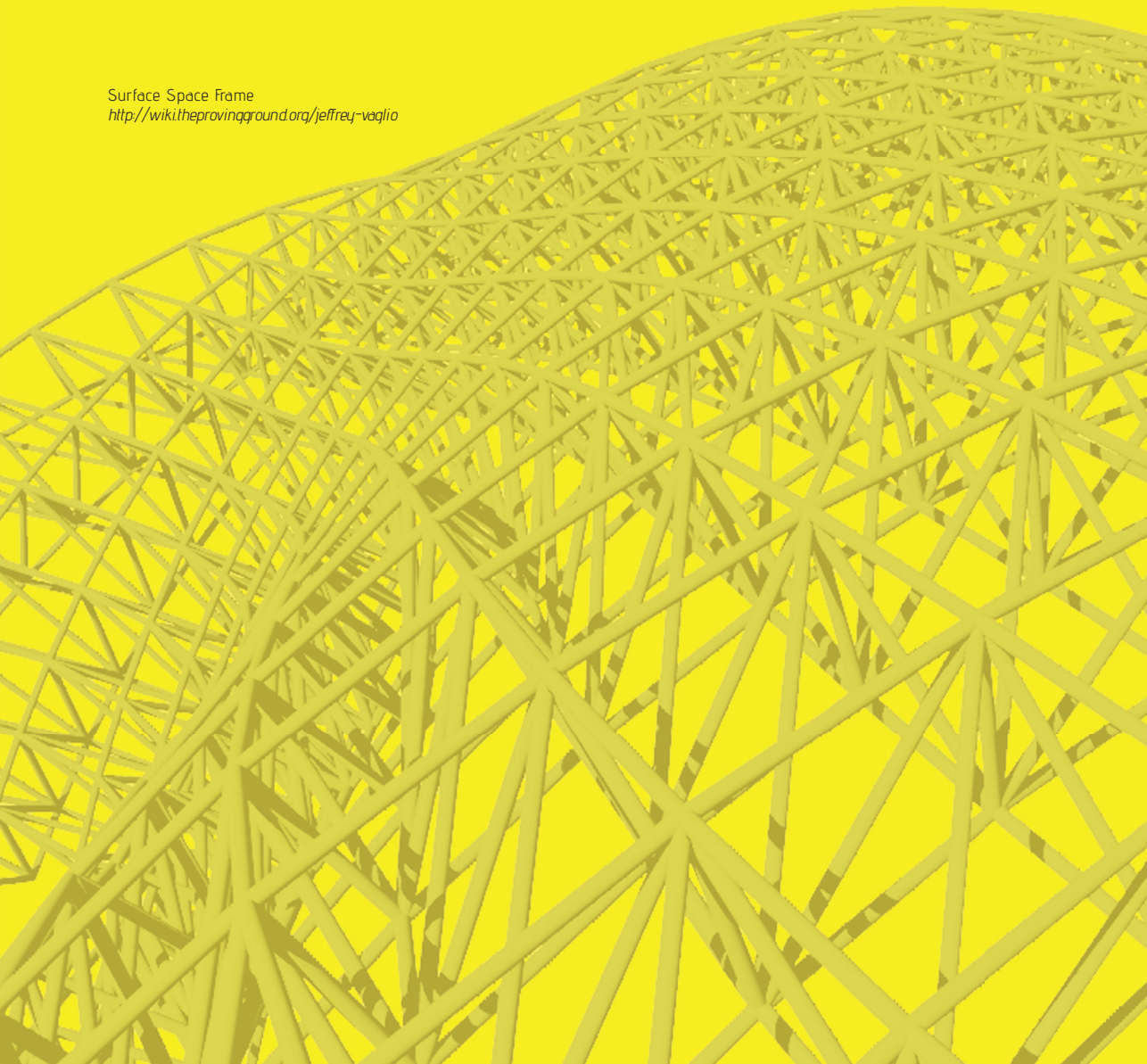




▲ Η τελική μορφή του
ρανίλιο (εσωτερικό -
φωτορεαλιστικό).

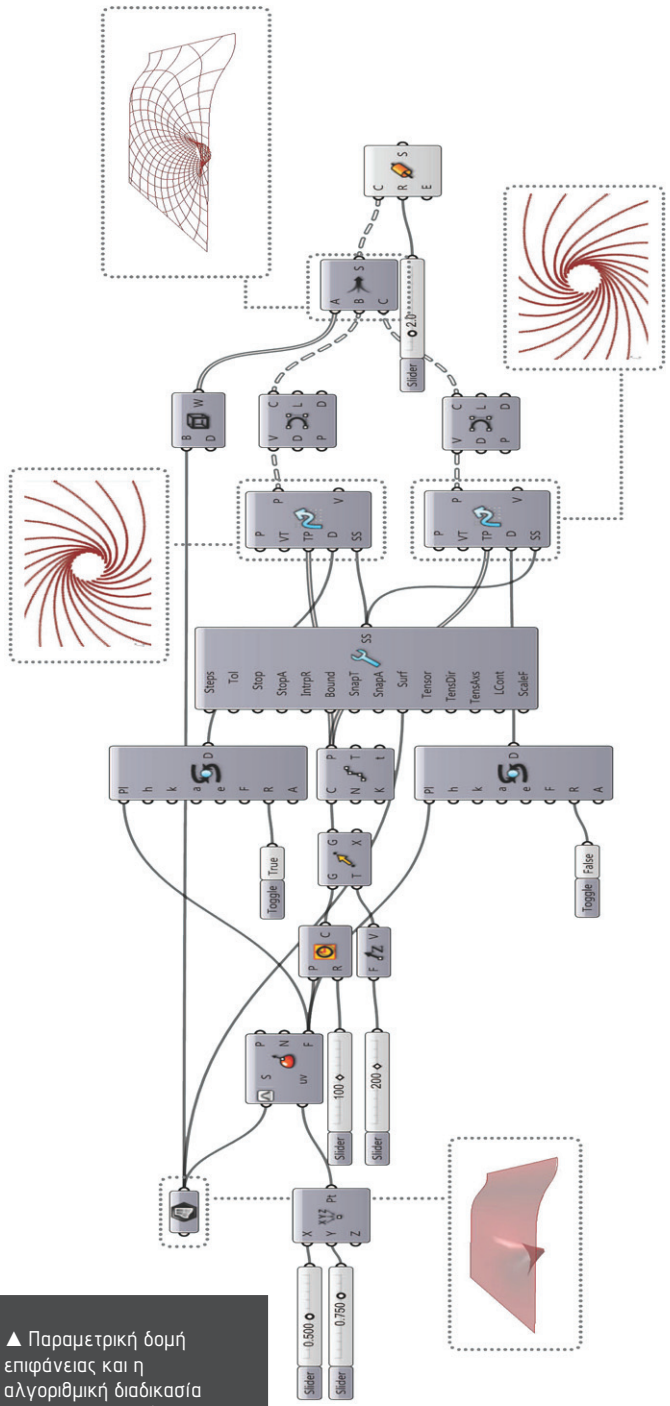
◀ Η τελική μορφή του
ρανίλιο (εξωτερικό -
φωτορεαλιστικό).

Surface Space frame
<http://wiki.theprovingground.org/jeffrey-vaglio>

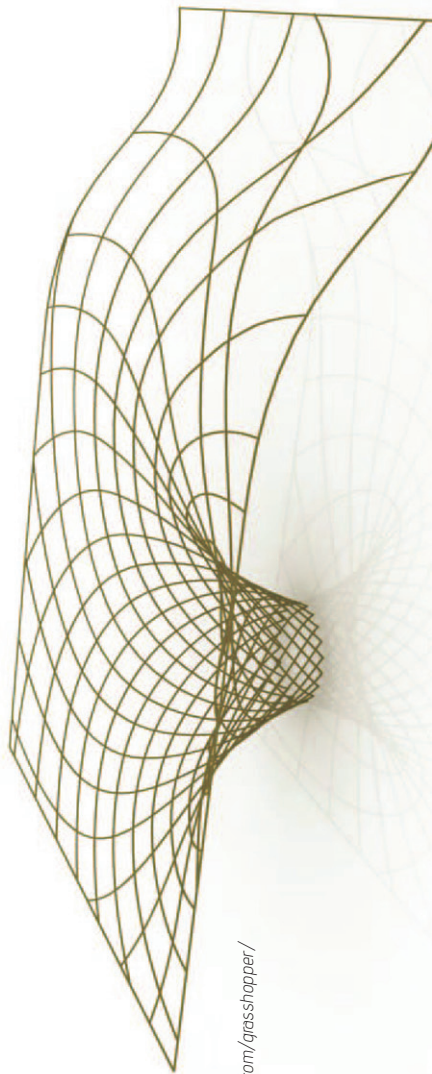




**ΑΠΟ
ΤΙΜ
ΗΣΗ**



▲ Παραμετρική δομή επιφανείας και η αλγοριθμική διαδικασία που την παράγει (σε περιβάλλον Grasshopper).



Αποτίμηση

Η εφαρμογή των αλγοριθμικών διαδικασιών στο σχεδιασμό, όπως αυτές έχουν περιγραφεί σε αυτή την εργασία, οδηγούν στην συγκρότηση ενός διαφορετικού αρχιτεκτονικού τρόπου σκέψης. Αυτό αναπόφευκτα δημιουργεί μια «νέα» αρχιτεκτονική, με την έννοια ότι αλλάζει την συνθετική διαδικασία και προϋποθέτει μεταβολές στη θεωρία και εφαρμογή του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Μέσα από τη διαλεκτική σχέση του αρχιτέκτονα με το υπολογιστικό μέσο, δίνονται στον πρώτο οι προϋποθέσεις και οι δυνατότητες να ξεφύγει από λογικούς φραγμούς και να προσεγγίσει ζητήματα που μέχρι τώρα του ήταν δυσνόητα έως και αδύνατα. Η λογική των αλγορίθμων φέρνει μια νέα σχεδιαστική προσέγγιση και κάνει ξεκάθαρο ότι το μέλλον της αρχιτεκτονικής αλλάζει.

Η προσπάθεια να ελεγχθεί η συνθετική διαδικασία, μέσα από το σχεδιασμό ενός κοινά αποδεκτού - από τον αρχιτέκτονα και τους πιθανούς χρήστες - πυρήνα στοιχείων, συλλογισμών και σχέσεων που μπορούν να αντικειμενοποιηθούν και να συγκροτήσουν τους αλγορίθμους, φαίνεται ότι απαιτεί όλο και περισσότερο τη διατήρηση της πολυπλοκότητας και τη διαχείριση της προς όφελος του τελικού αποτελέσματος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αριθμητικές πολυπλοκότητες οι οποίες λύνουν λειτουργικά και μορφολογικά προβλήματα που στο παρελθόν θα ήταν αδύνατον να ενταχθούν στην σχεδιαστική διαδικασία και κατ' επέκταση να υλοποιηθούν στο στάδιο της κατασκευής. Οι αλγόριθμοι μπορούν να δεσμεύουν τα επιμέρους στοιχεία σε ένα σύνολο με σχέσεις, το οποίο καταλήγει σε ένα πληθυσμό από όμοια αποτελέσματα, που φέρουν πάντα ως βασική και αναγκαία συνθήκη τις προθέσεις της αρχικής απόφασης του σχεδιαστή. Οι προθέσεις είναι ο «γενετικός κώδικας» μιας τέτοιας διαδικασίας και ο αρχιτέκτονας θέτει τους κανόνες.

Σχεδιάζοντας με αλγοριθμικό κώδικα, σημαίνει ότι ένας σχεδιαστής φτιάχνει τους κανόνες συνεργασίας με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, αναπτύσσοντας σε πολλές περιπτώσεις τα δικά του εργαλεία και περιβάλλοντα, όπως έγινε στο

παράδειγμα της κατασκευής των στεγάστρων στο New Elephant House. Ο αλγόριθμος μπορεί να ενσωματώνει την ισχυρή υπολογιστική (computational) πολυπλοκότητα και να αναδύει την σημαντική δημιουργική ισχύ του ψηφιακού μέσου. Έτσι ο υπολογιστής δεν είναι πλέον ένα εργαλείο αναπαράστασης, αλλά ο συνεργάτης για την διεξαγωγή των υπολογισμών (computations) και την δημιουργία των σχεδιαστικών αποτελεσμάτων.

Τονίζεται ότι η συνεργασία των δύο μερών - αρχιτέκτονα και υπολογιστή - πρέπει να είναι βασισμένη σε ένα σαφές ιδεολογικό υπόβαθρο το οποίο καθιστά σαφή τα όρια στα οποία αρχίζει και τελειώνει ο ρόλος του σχεδιαστή, αλλά κυρίως της μηχανής. Η παρουσία του σχεδιαστή σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας του σχεδιασμού είναι απαραίτητη και καθοριστική, καθώς αυτός είναι που παίρνει (ή θα πάρει) τις μεγάλες - τελικές - αποφάσεις, βασιζόμενος στην λογική του, στις αρχικές προθέσεις, ακόμη και στη διαίσθηση του αν χρειαστεί. Έτσι οποιεσδήποτε φοβίες και βασανιστικά ερωτήματα περί αντικατάστασης του αρχιτέκτονα από το υπολογιστικό μέσο, μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσα σε αυτά τα πλαίσια.

Είναι σαφές πάντως ότι το ενδιαφέρον μετατοπίζεται από το αντικείμενο της σταθερής ταυτότητας των αντικειμένων μεταξύ τους, στη μεταβαλλόμενη ταυτότητα τους μέσω της διαχείρισης των ιδιοτήτων και των μεταβαλλόμενων μεταξύ τους σχέσεων (παράδειγμα του Pneumatic Alien). Οι σχέσεις των αντικειμένων μεταξύ τους δομούν το σύνολο του έργου και χαρακτηρίζουν την δυναμική ή μη συμπεριφορά του. Αν και απαιτείται χρόνος και επιμέλεια στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των επιμέρους συσχετίσεων, ένας καλός και ακριβής σχεδιασμός ελαχιστοποιεί το χρόνο που χρειάζεται για επιμέρους διορθώσεις. Στόχος είναι να περιγραφούν με ακρίβεια οι γεωμετρικές σχέσεις και εξαρτήσεις.

Επίσης, όπως περιγράφηκε στο παράδειγμα του New Elephant House, είναι δυνατόν να ενταχθούν στην στρατηγική σχεδιασμού και σε επιμέρους τμήματα ή φάσεις του σχεδιασμού, αλγοριθμικές διαδικασίες προκειμένου να λύσουν στοχευμένα προβλήματα. Έτσι αποκτά μεγάλη σημασία η συνεργατική φύση του υπολογιστή όχι μόνο με τον αρχιτέκτονα αλλά και με διάφορα άλλα επιστημονικά πεδία, πχ προγραμματιστές, περιβαλλοντικούς αναλυτές κλπ.

Συνοψίζοντας λοιπόν, η εφαρμογή αλγοριθμικών διαδικασιών στο σχεδιασμό, μπορεί να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Παραγωγή μορφών και δομών ως αποτέλεσμα μιας σειράς σχέσεων αντικειμένων και παραμέτρων που ενημερώνουν το αντικείμενο του σχεδιασμού σε πραγματικό αναπαραστατικό χρόνο.
- Αρχική σύλληψη με ασαφές και ανεικονικό περιεχόμενο που όμως μπορεί να ελέγχεται και να μεταβάλλεται στην διάρκεια του σχεδιασμού, διατηρώντας όμως ίδια χαρακτηριστικά. Προφανώς το τελικό αποτέλεσμα θα είναι ένα αντικείμενο με γεωμετρική και υλική υπόσταση.
- Κατανόηση και ένταξη μαθηματικών εννοιολογικών υποβάθρων και ιδιαίτερα της γεωμετρίας στην αρχιτεκτονική σκέψη. Ο σχεδιαστής παύει να έχει μια εικονική αντίληψη για την γεωμετρία και αρχίζει να κατανοεί τις βαθύτερες ιδιότητες των γεωμετρικών εννοιών.
- Σχεδιασμός και προγραμματισμός αλγοριθμικών εργαλείων, για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων προβλημάτων που προκύπτουν στη διαδικασία σχεδιαστικής μελέτης.
- Χρήση αλγορίθμων για την επίλυση ή διατύπωση εντελώς διαφορετικών προβλημάτων που δεν είχαν προβλεφθεί από τον συντάκτη του.
- Συνύπαρξη διαφορετικών επιστημονικών πεδίων στη διαδικασία σχεδιασμού σε ένα ενιαίο και ευέλικτο μοντέλο.

Τελειώνοντας θα ήθελα να τονίσω ότι η χρήση αλγοριθμικών διαδικασιών στο σχεδιασμό δεν θα πρέπει να αποβλέπει στην δημιουργία μελλοντικών άναρχων, υπερπολύπλοκων μορφών, στις οποίες ίσως να απουσιάζει η στοιχειώδης αισθητική ή και λειτουργικότητα, για χάρη της εντύπωσης και του

«ετσιθελικού εκσυγχρονισμού». Πρέπει να γίνει κατανοητό ότι η πολυπλοκότητα που οι αλγόριθμοι μπορούν να διαθέσουν, αποτελεί μέσο για την επίλυση ζητημάτων και όχι το συνθετικό στόχο των αρχιτεκτόνων. Τέτοιου είδους τακτικές ίσως να είναι αποπροσανατολιστικές, απομυζώντας από την αρχιτεκτονική, τις βασικές αρχές της. Τότε θα πράκτειται για μιαν αρχιτεκτονική χωρίς ουσία, δημιουργικότητα, διαίσθηση και κριτική σκέψη.



▲ METROPOL PARASOL //
Η μεγακατασκευή στην Plaza de la Encarnación, Σεβίλλη, αποτελείσμα μαθηματικών, αλγοριθμικών και υπολογιστικών διαδικασιών, σχεδιασμένη από το αρχιτεκτονικό γραφείο J Mejer H.



**ΒΙΒ
ΛΙΟ
ΓΡΑ
ΦΙΑ**

Έντυπη

Berlinski, David. *The Advent of the Algorithm: The Idea that rules the World.* Houghton Mifflin Harcourt, USA, 2000

Duggal, Vijay. *CADD PRIMER: A General Guide to Computer Aided Design and Drafting - CADD, CAD, MailMax Publishing, New York, 2000*

Lebesque, Sabine, van Vlissingen, Helen, F. *Yona Friedman: Structures Serving the Unpredictable.* NAI Publishers, Rotterdam, 1999

Meredith, M., Sasaki, M., Aranda/Lasch. *From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture.* Actar-D, New York, 2008

Negroponte, Nicholas. *From Soft Architecture Machines,* στο βιβλίο: **Wardrip, Noah - Montfort, Nick.** *The New Media Reader.* The MIT Press, Cambridge (Massachusetts) - USA, 2003

Negroponte, Nicholas. *The Architecture Machine.* The MIT Press, Cambridge (Massachusetts) - USA & London, England, 1970

Terzidis, Kostas. *Algorithmic Architecture.* Εκδόσεις Elsevier Ltd - Architectural Press, Oxford - UK, 2006

Woodbury, Robert. *Elements of Parametric Design.* Εκδόσεις Routledge, Abingdon-Oxon, UK, 2010

Αναγνωστόπουλος, Γεώργιος. *ΧΩΡΟΣ_ΧΡΟΝΟΣ_ΧΡΗΜΑ: Building Information Management & Revit.* Διάλεξη 2012/7, ΕΜΠ, Αθήνα, Μάρτιος 2012

Βαρδούλη, Θεοδώρα. *Σχεδιάζοντας [για] το Απρόβλεπτο: Από τη Μεγαδομή στη Βιοδομή.* ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική-Σχεδιασμός του Χώρου / Κατεύθυνση Α', Διπλωματική 2010/2, ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2010

Βακαλάκη, Α. Γιάννιτσος, Η., Ιωαννίδης, Ν., Κοίλιας, Χ., Μαλάμας, Κ., Μανωλόπουλος, Ι., Πολίτης, Π. *Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον.* Έκδοση 1Α, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων - Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα, 2010

Βενέρης, Γιάννης. *Πληροφορική και Αρχιτεκτονική.* Σημειώσεις (Τ.1) για το αντίστοιχο μάθημα του 2^{ου} εξαμήνου της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. ΕΜΠ, Αθήνα, 2005

Βενιζέλος, Δημήτρης. *[Ζωή]_μια μέθοδος σχεδιασμού και κατασκευής.* Διάλεξη 2012/66, ΕΜΠ, Αθήνα, 2012

Διάφοροι (dhylo lab). *apo-mechanes_ nonlinear computation design strategies.* asprimera publications, Αθήνα, 2010

Κατσίκης, Νικόλαος. *Επιαναπροσδιορίζοντας το Πρόγραμμα.* ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική-Σχεδιασμός του Χώρου / Κατεύθυνση Α', Διπλωματική 2008/5, ΕΜΠ, Αθήνα, 2008

Παπαλεξόπουλος, Δημήτρης. *Η πληροφορική για τον αρχιτέκτονα μηχανικό.* Ημερίδα: «Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση του Μηχανικού», Αίθουσα Εκδηλώσεων Κτιρίου Διοίκησης ΕΜΠ, Αθήνα, Ιούλιος 2008

Παπαλεξόπουλος, Δημήτρης. *Ψηφιακός Τοπικισμός.* Εκδόσεις Libro, Αθήνα, 2009

Παπαλεξόπουλος, Δ., Σταυρίδου, Α., Παπαδόπουλος, Δ. *Εννοιολογικός προσδιορισμός παραμετρικών ιδιοτήτων αρχιτεκτονικών κατασκευαστικών στοιχείων και δομικών υλικών.* ΕΜΠ, Αθήνα, 2007

Πατεράκης, Μανώλης. *Από την κατασκευή στην ύφανση: αναζητώντας αναδρομικές δομές στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.* ΔΠΜΣ Αρχιτεκτονική-Σχεδιασμός του Χώρου / Κατεύθυνση Α', Διπλωματική 2012/1, ΕΜΠ, Αθήνα, 2012

Ηλεκτρονική

Autodesk, Official Webpage, "Building Information Modeling",
<http://usa.autodesk.com/building-information-modeling/about-bim>

Baek Ki Kim, Dishita Turakhia, George Koufakis, Jing Luo, *Pneumatic Alien*, Ερευνητική εργασία, Architectural Association, London, 2010
<http://projectsreview2010.aaschool.acuk/html/units.php?unit=78&name=858>

Foster + Partners, *New Elephant House - Copenhagen: A Case Study of Digital Design Process*, 2008
http://www.fosterandpartners.com/data/profile/rd/case/Foster_+_Partners_RD_Paper_Copenhagen_Elephant_House.pdf

Marrinetti, F. T., Sant'Elia, A., *Μανιφέστο της Φουτουριστικής Αρχιτεκτονικής*
http://www.wired.com/beyond_the_beyond/2008/11/manifesto-of-fu/

McCullough, Malcolm, *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand, Chapter 7: Medium*
<http://icos.groups.si.umich.edu/McCulloughChap7copy.pdf>

van Nederveen, S., Beheshti, R., Willems, P. *Building Information Modelling in the Netherlands: A Status Report*, Συνέδριο: «W078 - Special Track 18th CIB World Building Congress May 2010 Salford, United Kingdom», επιμ. Barrett Peter [και συν.], CIB Publication - CIB WORKING COMMISSION W078 - Information Technology for Construction - 361
http://cibworld.xs4all.nl/dl/publications/w078_pub361.pdf

Poitmann, Helmut, Brell, Cokcan, Sigrid, Wallner, Johannes, "Discrete Surfaces for Architectural Design", στο βιβλίο: **Chenin, Patrick - Lyché, Tom - Schumaker, Larry L.**, *Curve and Surface Design: Avignon 2006*, Nashboro Press, 2007
http://www.geometrietuwien.ac.at/ig/sn/2007/pbw_surfaces_07/paper_docs/surfaces.pdf

Unusually rare events / Distribution of Nooavantgarde
<http://www.kunstaspekte.de/index.php?tid=53166&action=termin>

Wikipedia, λήμματα:

«Algorithm»
«Computer-aided architectural design»
«Computer-aided design»
«Επικοινωνία»
<http://en.wikipedia.org>

Βασιλάτος, Παναγιώτης, *Οι Γεωμετρικές Αναλογίες στον Αρχιτεκτονικό Σχεδιασμό. Το MODULOR, μια κριτική αιρετική προσέγγιση*
<http://civil.teipir.gr/web/uploads/BASILATOS.pdf>

Κουφάκης, Γιώργος, *Αναδύομενες τεχνολογίες στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό*, άρθρο στο περιοδικό LastTapes, τεύχος 5, Μάιος 2012
<http://www.lasttapes.gr/old/item/94-aliens.html>

Λεξικό της Κοινής Νεοελληνικής, λήμμα: Μεταξοτυπία
http://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/index.html

Συστήματα CAD
<http://www.cadlab.tuc.gr/courses/cad/chap3.pdf>

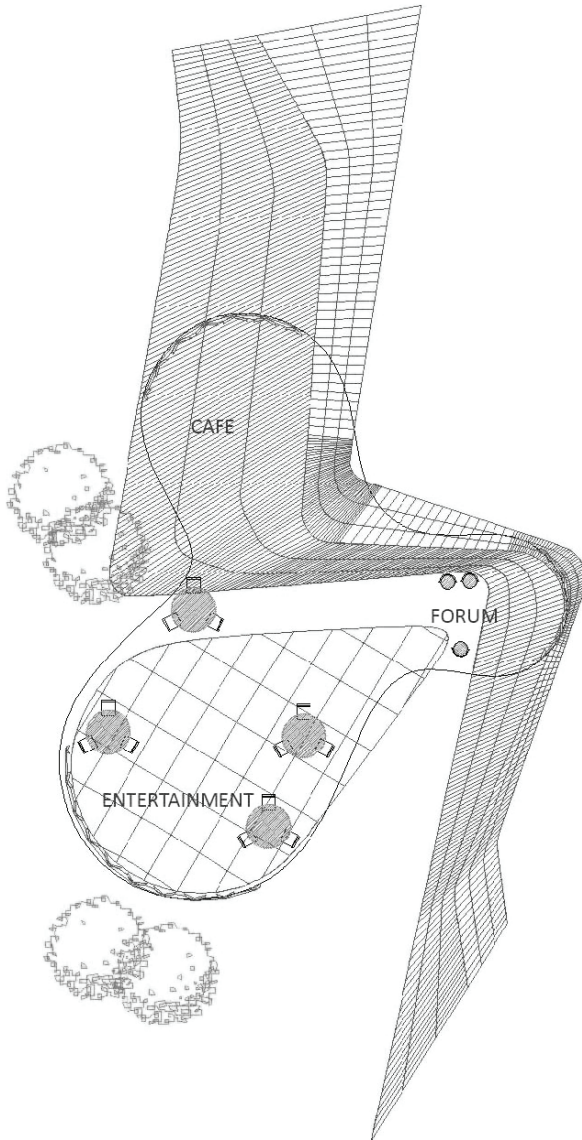
Τ.Ε.Ι. Καβάλας, Τμήμα Διαχείρισης Πληροφοριών, Αλγόριθμοι
<http://infoman.teikavedu.gr/education/67/files/alq%20eis.pdf>



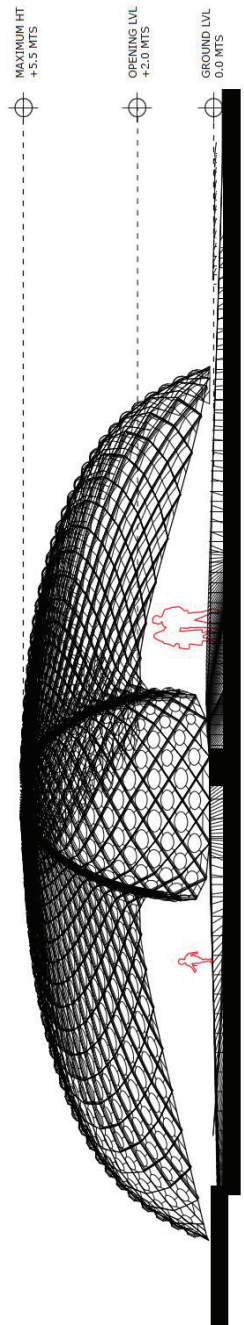
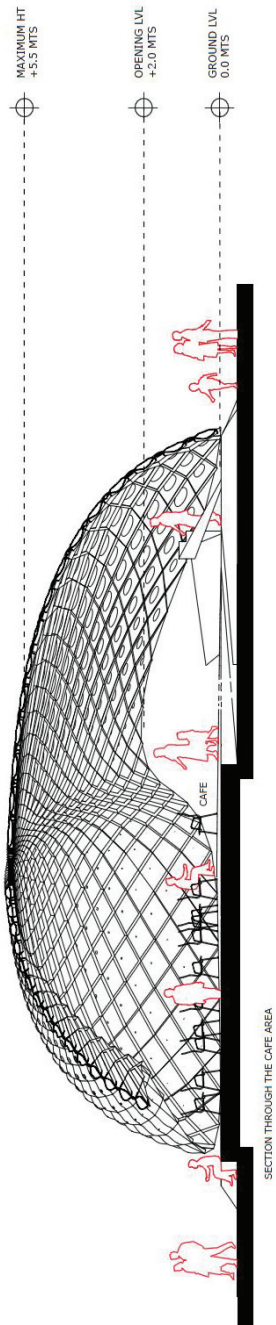
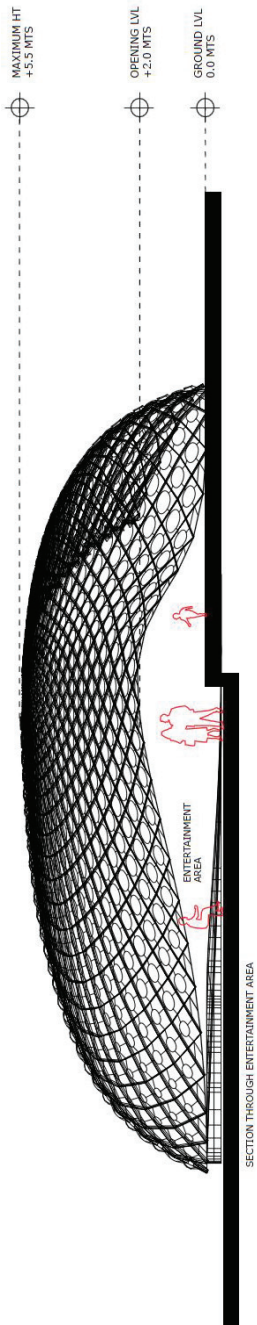
**MA
PA
PTH
MA**

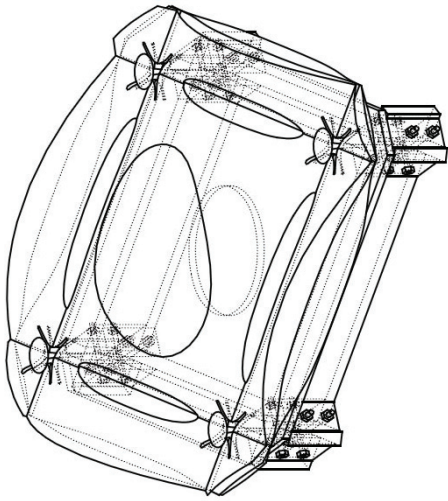
Παράρτημα

Παρατίθενται τα αρχιτεκτονικά σχέδια του pavilion του Pneumatic Alien, τα κατασκευαστικά σχέδια της τελικής «κυτταρικής» μονάδας και ο κωδικοποιημένος αλγόριθμος (script) διερεύνησης των ανοιγμάτων του κελύφους.

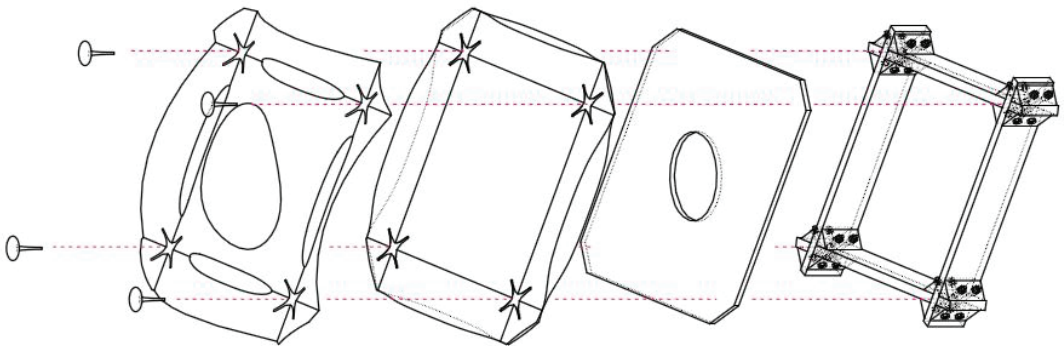


Κάτοψη
(παρουσιάζει την εσωτερική διαμόρφωση)

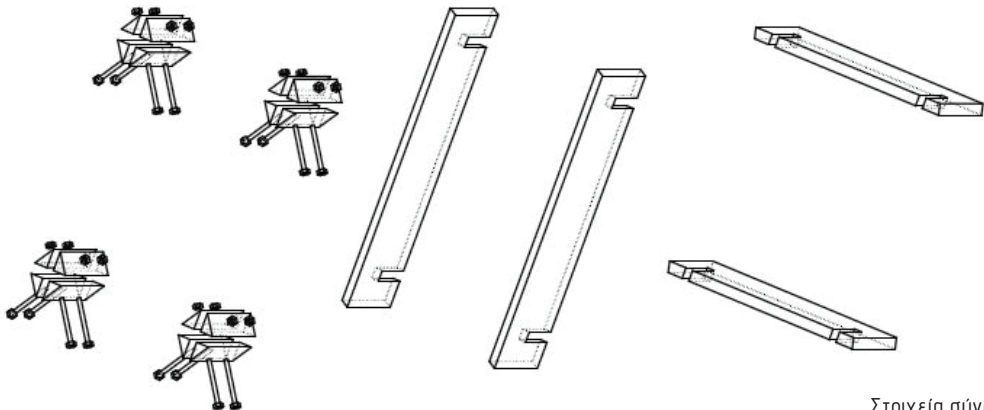




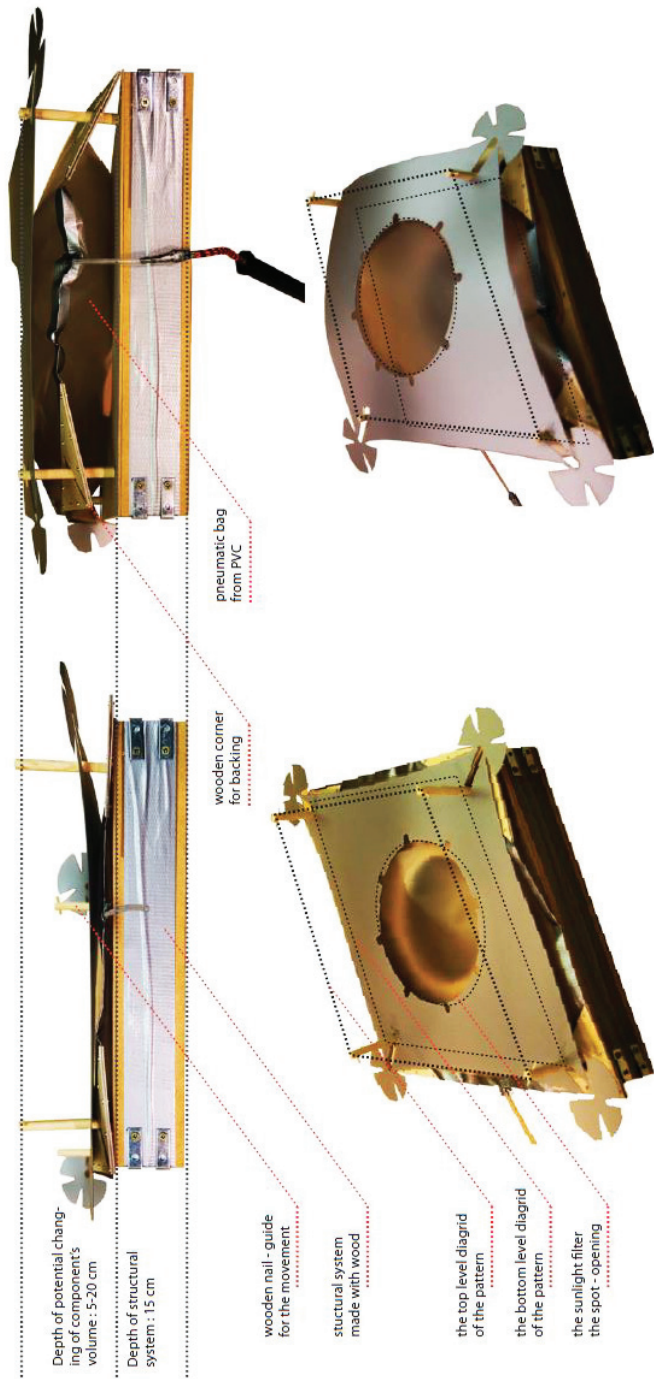
Κυτταρική μονάδα - αξονομετρικό



Γενικό σχέδιο συναρμολόγησης



Στοιχεία σύνδεσης



Η τελική «κυτταρική» μονάδα, κατασκευασμένη

Ο κωδικοποιημένος αλγόριθμος (script)

```

Call Main()
Sub Main()
Dim arrOrgPts, strSrf
strSrf=rhino.GetObject("sel the
Srf", 8)
Dim Ustep, Vstep, Udiv, Vdiv, arrParameter
Dim arrUdomain, arrVdomain
Dim i, j
ReDim arrOrgPts(4)
Dim RhPicture : Set RhPicture =
Rhino.
GetPlugInObject("RhPicture")
If IsNull(RhPicture) Then Exit Sub
If Not RhPicture.LoadImage() Then
Call Rhino.Print("Image not loaded")
Exit Sub
End If
Udiv=rhino.GetInteger("Enter U
division", 60, 1, 100)
Vdiv=rhino.GetInteger("Enter V
division", 15, 1, 100)
arrUdomain=rhino.
SurfaceDomain(strSrf, 0)
arrVdomain=rhino.
SurfaceDomain(strSrf, 1)
'=====
Ustep=(arrUdomain(1)-arrUdomain(0))/
Udiv
Vstep=(arrVdomain(1)-arrVdomain(0))/
Vdiv
Dim arrTmpMidPt01, arrTmpMidPt02, ar
rMidpt
'Dim arrMipts, k
'K=0
'ReDim arrMidPts(k)
Dim arrPtsGroup
Dim M, N
M=Udiv-1
N=Vdiv-1
ReDim arrPtsGroup(M, N)
For i=0 To M
For j=0 To N
arrParameter=array(arrUdomain(0)+i*Ust
ep, arrVdomain(0)+j*Vstep)
arrOrgPts(0)=rhino.EvaluateSurface(st
rSrf, arrParameter)
arrParameter=array(arrUdomain(0)+(i+1)
*Ustep, arrVdomain(0)+j*Vstep)
arrOrgPts(1)=rhino.EvaluateSurface(st
rSrf, arrParameter)
arrParameter=array(arrUdomain(0)+(i+1)
*Ustep, arrVdomain(0)+(j+1)*Vstep)
arrOrgPts(2)=rhino.EvaluateSurface(st
rSrf, arrParameter)
arrParameter=array(arrUdomain(0)+i*Ust
ep, arrVdomain(0)+(j+1)*Vstep)
arrOrgPts(3)=rhino.EvaluateSurface(st
rSrf, arrParameter)
'Call connect(arrOrgPts)
arrTmpMidPt01=MiddlePoint(arrOrgPts(0)
), arrOrgPts(2))
arrTmpMidPt02=MiddlePoint(arrOrgPts(1)
), arrOrgPts(3))
arrMidpt=MiddlePoint(arrTmpMidPt01, a
rrTmpMidPt02)
arrOrgPts(4)=arrMidpt
Call rhino.
AddLine(arrOrgPts(0), arrMidpt)
Call rhino.
AddLine(arrOrgPts(1), arrMidpt)
Call rhino.
AddLine(arrOrgPts(2), arrMidpt)
Call rhino.
AddLine(arrOrgPts(3), arrMidpt)
'ReDim Preserve arrmidpts(k)
'arrMidpts(k)=arrMidpt
'k=k+1
'Call rhino.AddPoint(arrMidpt)
arrPtsGroup(i, j)=arrOrgPts
Next
Next
'=====build points
group=====
Dim arrNewPtsGroup
ReDim arrNewPtsGroup(M, N)
Dim arrTmpPtsGroup1, arrTmpPtsGroup2, a
rrTmpPtsGroup3
ReDim arrTmpPtsGroup1(3), arrTmpPtsGro
up2(3), arrTmpPtsGroup3(2)
Call rhino.AddLayer("group01")
Call rhino.AddLayer("group02")
Call rhino.AddLayer("group03")
Dim strTmpSrf01, strTmpSrf02, strTmp
Srf03
Dim arrComponent
Dim Col, Row
Col=M*2+1
Row=N
ReDim arrComponent(Col, Row)
For i=0 To M
For j=0 To N
strTmpSrf01=NULL
strTmpSrf02=NULL
strTmpSrf03=NULL
'=====
=====
If (i<>0) And (i<>M) And (j<>0) And
(j<>N) Then
Call rhino.CurrentLayer("group01")
arrTmpPtsGroup1(0)=arrPtsGroup(i, j)
(0)
arrTmpPtsGroup1(1)=arrPtsGroup(i
, j-1)(4)
arrTmpPtsGroup1(2)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup1(3)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
strTmpSrf01=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup1)
Call rhino.CurrentLayer("group02")
arrTmpPtsGroup2(0)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
arrTmpPtsGroup2(1)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup2(2)=arrPtsGroup(i+1
, j)(4)
arrTmpPtsGroup2(3)=arrPtsGroup(i, j)
(2)
strTmpSrf02=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup2)
Call rhino.CurrentLayer("group03")
arrTmpPtsGroup3(0)=arrPtsGroup(i, j)
(3)
arrTmpPtsGroup3(1)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
arrTmpPtsGroup3(2)=arrPtsGroup(i, j)
(2)
strTmpSrf03=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup3)
Elseif i=M Then
Call rhino.CurrentLayer("group01")
arrTmpPtsGroup1(0)=arrPtsGroup(i, j)
(0)
arrTmpPtsGroup1(1)=arrPtsGroup(i
, j-1)(4)
arrTmpPtsGroup1(2)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup1(3)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
strTmpSrf01=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup1)
Call rhino.CurrentLayer("group02")
arrTmpPtsGroup2(0)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
arrTmpPtsGroup2(1)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup2(2)=arrPtsGroup(i+1
, j)(4)
arrTmpPtsGroup2(3)=arrPtsGroup(i, j)
(2)
strTmpSrf02=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup2)
Call rhino.CurrentLayer("group03")
arrTmpPtsGroup3(0)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
arrTmpPtsGroup3(1)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup3(2)=arrPtsGroup(i, j)
(2)
strTmpSrf03=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup3)
Elseif i=M Then
Call rhino.CurrentLayer("group01")
arrTmpPtsGroup1(0)=arrPtsGroup(i, j)
(0)
arrTmpPtsGroup1(1)=arrPtsGroup(i
, j-1)(4)
arrTmpPtsGroup1(2)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup1(3)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
strTmpSrf01=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup1)
Call rhino.CurrentLayer("group02")
arrTmpPtsGroup2(0)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
arrTmpPtsGroup2(1)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup2(2)=arrPtsGroup(i+1
, j)(4)
arrTmpPtsGroup2(3)=arrPtsGroup(i, j)
(2)
strTmpSrf02=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup2)
Call rhino.CurrentLayer("group03")
arrTmpPtsGroup3(0)=arrPtsGroup(i, j)
(4)
arrTmpPtsGroup3(1)=arrPtsGroup(i, j)
(1)
arrTmpPtsGroup3(2)=arrPtsGroup(i, j)
(2)

```

```

(2)
strTmpSrf02=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup2)
Call rhino.CurrentLayer("group03")
arrTmpPtsGroup3(0)=arrPtsGroup(i,j)
(3)
arrTmpPtsGroup3(1)=arrPtsGroup(i,j)
(4)
arrTmpPtsGroup3(2)=arrPtsGroup(i,j)
(2)
strTmpSrf03=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup3)
End If
ElseIf i=0 Then
Call rhino.CurrentLayer("group01")
arrTmpPtsGroup1(0)=arrPtsGroup(i,j)
(0)
arrTmpPtsGroup1(1)=arrPtsGroup(i,j-1)
(4)
arrTmpPtsGroup1(2)=arrPtsGroup(i,j)
(1)
arrTmpPtsGroup1(3)=arrPtsGroup(i,j)
(4)
strTmpSrf01=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup1)
Call rhino.CurrentLayer("group02")
arrTmpPtsGroup2(0)=arrPtsGroup(i,j)
(4)
arrTmpPtsGroup2(1)=arrPtsGroup(i,j)
(1)
arrTmpPtsGroup2(2)=arrPtsGroup(i+1,j)
(4)
arrTmpPtsGroup2(3)=arrPtsGroup(i,j)
(2)
strTmpSrf02=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup2)
ElseIf i=M Then
Call rhino.CurrentLayer("group01")
arrTmpPtsGroup1(0)=arrPtsGroup(i,j)
(0)
arrTmpPtsGroup1(1)=arrPtsGroup(i,j-1)
(4)
arrTmpPtsGroup1(2)=arrPtsGroup(i,j)
(1)
arrTmpPtsGroup1(3)=arrPtsGroup(i,j)
(4)
strTmpSrf01=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup1)
Call rhino.CurrentLayer("group02")
arrTmpPtsGroup2(0)=arrPtsGroup(i,j)
(4)
arrTmpPtsGroup2(1)=arrPtsGroup(i,j)
(1)
arrTmpPtsGroup2(2)=arrPtsGroup(0,j)
(4)
arrTmpPtsGroup2(3)=arrPtsGroup(i,j)
(2)
strTmpSrf02=rhino.
AddSrfPt(arrTmpPtsGroup2)
End If
arrComponent(2*i,j)=strTmpSrf01
arrComponent(2*i+1,j)=strTmpSrf02
Next
Next
Dim arrCentPt
Dim dblVal
Call rhpicture.resize(Col+2,Row+2)
'get resolution
Dim width, height
width = RhPicture.Width()
height = RhPicture.height()
For i=0 To Col
For j=0 To Row
If Not IsNull(arrComponent(i,j)) Then
dblVal = RhPicture.
Luminance(i+1,j+1)+0.001
arrCentPt=rhino.SurfaceAreaCentroid(a
rrComponent(i,j))
'Call rhino.AddTextDot("&CStr(i)&",
"&CStr(j)&")",arrCent
Pt(0))
Call Element(arrComponent(i,j),dbl
Val)
End If
Next
Next
End Sub
Function connect(arrPts)
Call rhino.
AddLine(arrPts(0),arrPts(2))
Call rhino.
AddLine(arrPts(1),arrPts(3))
End Function
Function MiddlePoint(arrPt01,arrPt02)
Dim arrMidpt(2)
arrMidpt(0)=(arrPt01(0)+arrPt02(0))/2
arrMidpt(1)=(arrPt01(1)+arrPt02(1))/2
arrMidpt(2)=(arrPt01(2)+arrPt02(2))/2
MiddlePoint=arrMidpt
End Function
Function Element(strSrf,dblVal)
Call rhino.rebuildsurface(strSrf,arra
y(3,3),array(4,4))
Dim arrParamet,arrCentPt
Dim arrEditpts
Dim arrNormal
Dim strCrv
Dim strOffsetCrv
Dim arrVec01
Dim arrTmpPt
Dim arrOffsetPara
Dim arrCentbwPt1,arrCentbwPt2
Dim arrCentbwPt
arrEditpts=rhino.
SurfaceEditPoints(strSrf)
arrCentPt=rhino.
SurfaceAreaCentroid(strSrf)
arrCentbwPt1=middlePoint(arrEditpts(0)
),arrEditpts(15))
arrCentbwPt2=middlePoint(arrEditpts(3)
),arrEditpts(12))
arrCentbwPt=middlepoint(arrCentbwPt1,
arrCentbwPt2)
Dim arrNewPts(3)
arrNewPts(0)=Newpoint(arrEditpts(0),a
rrCentbwPt,dblVal)
arrNewPts(1)=Newpoint(arrEditpts(3),a
rrCentbwPt,dblVal)
arrNewPts(2)=Newpoint(arrEditpts(15),
arrCentbwPt,dblVal)
arrNewPts(3)=Newpoint(arrEditpts(12),
arrCentbwPt,dblVal)
'arrVec01=rhino.VectorSubtract(arrCen
tbwPt,arrEditpts(5))
'arrVec01=rhino.
VectorScale(arrVec01,dblVal)
'arrTmpPt=rhino.VectorAdd(arrEditpts
(5),arrVec01)
'arrOffsetPara=rhino.SurfaceClosestPo
int(strSrf,arrTmpPt)
arrParamet=rhino.SurfaceClosestPoint
(strSrf,arrCentPt(0))
arrNormal=rhino.SurfaceNormal(strSrf
,arrParamet)
arrNormal=rhino.
VectorScale(arrNormal,10)
'strCrv=rhino.AddCurve(array(arrEditp
ts(5),arrEditpts(6),arrEdit pts(10),a
rrEditpts(9),arrEditpts(5)))
'strOffsetCrv=rhino.OffsetCurveOnSurf
ace(strCrv,strSrf,arrOffsetPara)
strOffsetCrv=rhino.AddCurve(array(arr
NewPts(0),arrNewPts(1)
,arrNewPts(2),arrNewPts(3),arrNewP
ts(0)))
Dim strCutter
Dim arrExtEndPt,arrScaleNormal
arrScaleNormal=rhino.
VectorScale(arrNormal,20)
arrExtEndPt=rhino.VectorAdd(arrCentbw
Pt,arrScaleNormal)
strCutter=rhino.ExtrudeCurveStraight(
strOffsetCrv,arrCentbw
Pt,arrExtEndPt)
'5,6,9,10
arrEditpts(5)=rhino.VectorAdd(arrEdit
pts(5),arrNormal)
arrEditpts(6)=rhino.VectorAdd(arrEdit
pts(6),arrNormal)
arrEditpts(9)=rhino.VectorAdd(arrEdit
pts(9),arrNormal)
arrEditpts(10)=rhino.VectorAdd(arrEdi
tpts(10),arrNormal)
rhino.DeleteObject strSrf
Dim strNewSrf
strNewSrf=rhino.AddSrfPtGrid(array(4,
4),arrEditpts)
'Dim arrProCrvs
'arrProCrvs=rhino.ProjectCurveToSurfa
ce(strOffsetCrv,strNew Srf,arrNormal)
Dim arrTrimSrfS
arrTrimSrfS=rhino.SplitBrep(strNewSrf
,strCutter,True)
Call rhino.DeleteObject(strCutter)
'Dim dblArea01,dblArea02
'dblArea01=rhino.
SurfaceArea(arrTrimSrfS(0))
'dblArea02=rhino.
SurfaceArea(arrTrimSrfS(1))
Dim arrBorder01,arrBorder02
arrBorder01=rhino.DuplicateSurfaceBor
der(arrTrimSrfS(0))
arrBorder02=rhino.DuplicateSurfaceBor
der(arrTrimSrfS(1))
'If dblArea01(0)<dblArea02(0) Then
if ubound(arrBorder01)=0 then
Call rhino.
DeleteObject(arrTrimSrfS(0))
Else
Call rhino.
DeleteObject(arrTrimSrfS(1))
End If
'Dim i,N
'N=ubound(arrEditpts)
'For i=0 To N
'Call rhino.
AddTextDot(i,arrEditpts(i))
'Next
End Function
Function
Newpoint(arrPt,arrCentPt,dblVal)
Dim arrVec
arrVec=rhino.
VectorSubtract(arrCentPt,arrPt)
arrVec=rhino.
VectorScale(arrVec,dblVal)
Dim arrNewPt
arrNewPt=rhino.
VectorAdd(arrPt,arrVec)
Newpoint=arrNewPt
End Function

```