

ΣΤΕΓΑΣΤΡΟ ΜΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΣΤΟΝ ΠΡΟΑΥΛΙΟ ΧΩΡΟ

ΤΟΥ ΔΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ

ΣΚΟΜΒΟΥΛΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΙΔΡΥΜΑ
ΔΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΟΥΡΝΙΑΤΗΣ Ν. - ΔΡ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2017

00	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
01	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
02	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	8
03	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ	11
04	ΜΟΦΟΓΕΝΕΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	13
05	FABRICATION	20
06	ΕΠΙΛΟΓΟΣ	25
07	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	27

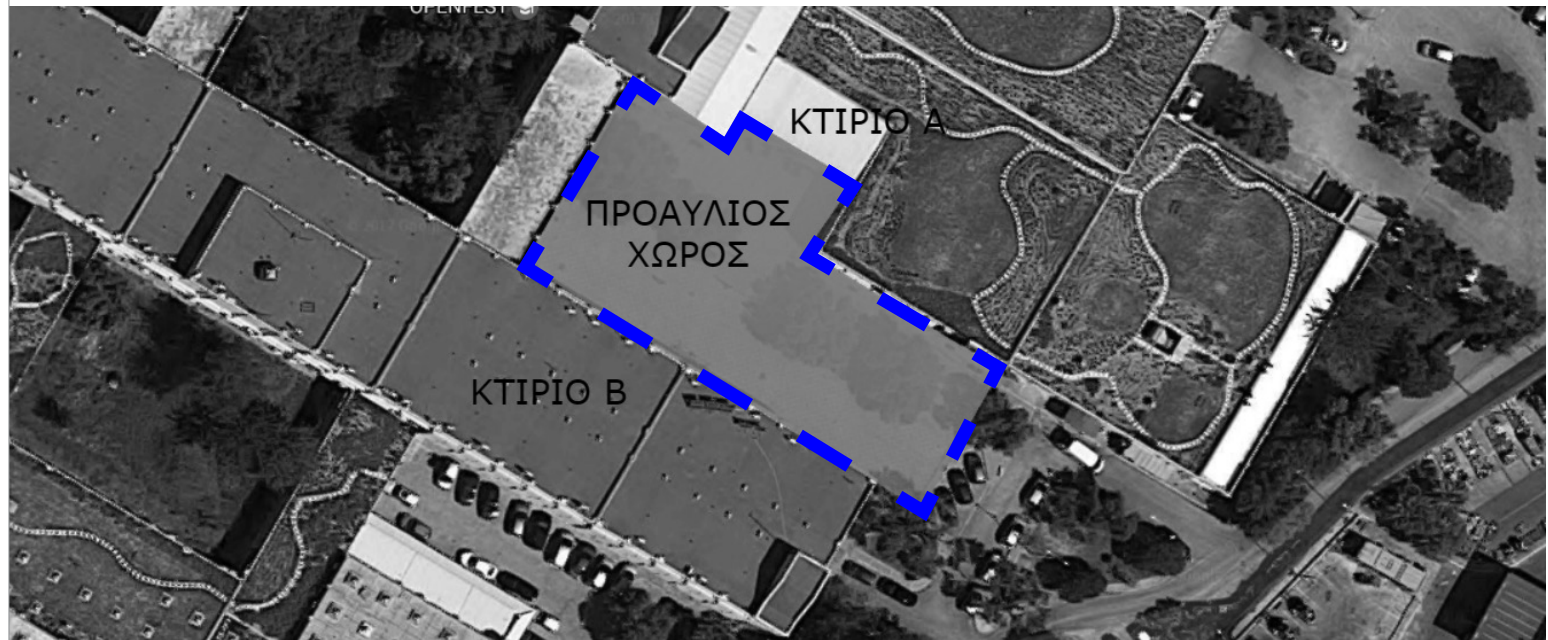
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι σύγχρονες αρχιτεκτονικές μορφές χαρακτηρίζονται από μία πολυπλοκότητα τόσο στην έκφραση όσο και στη δομή. Μία πολυπλοκότητα που απορρέει από το πλήθος των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται κατά την συνθετική διαδικασία. Το ενδιαφέρον είναι ότι ο παραμετρικός σχεδιασμός επιτρέπει την αξιοποίηση των παραμέτρων αυτών μέσω της διαχείρισης των συσχετισμών τους, του βάρους που έχει η μία απέναντι στην άλλη και του τρόπου που θα ερμηνευτούν από τον καθένα αυτοί οι παράμετροι.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά στο σχεδιασμό ενός στεγάστρου στον προαύλιο χώρο του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα (Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ.), το οποίο προορίζεται για τη προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Η επιλογή μιας παραμετρικής προσέγγισης προκύπτει τόσο από τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες, όσο και από τη διέλευση των ατόμων που κινούνται στον χώρο. Εξ αρχής επιλέγεται η μερική στέγαση του προαυλίου με τη χρήση μεταβλητών στοιχείων που ανοίγουν και κλείνουν χρησιμοποιώντας μια σειρά από παραμέτρους. Τα στοιχεία αυτά επιλέχθηκε να είναι μηχανισμοί διαφράγματος – κλείστρου παρόμοια με αυτά των φωτογραφικών μηχανών, τα οποία θα ανοίγουν ή θα κλείνουν ανάλογα με την επιθυμία του κάθε ατόμου που διέρχεται από τον χώρο. Ο σχεδιασμός επιτυγχάνεται σε τρία βήματα. Ανάλυση των χωρικών δεδομένων, δημιουργία προσομοίωσης (simulation) για την βέλτιστη αξιοποίηση των δεδομένων της παρατήρησης και τέλος δημιουργία της μορφογενετικής διαδικασίας, κατά την οποία αξιοποιούνται τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τη προσομοίωση.

Παραδοσιακά, ο σχεδιασμός σε Ηλεκτρονικό Υπολογιστή πραγματοποιούνταν μέσω προγραμμάτων Υπολογιστικά Επιβοηθούμενου Σχεδιασμού (CAD). Τα προγράμματα αυτά δεν έχουν την δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων που συλλέγονται από την προσομοίωση. Για την επεξεργασία τους επιλέγονται δύο τρόποι προσέγγισης. Αρχικά, μέσω Οπτικής Γλώσσας Προγραμματισμού (VPL) για μία πρώτη ανάλυση των δεδομένων και στη συνέχεια μέσω Γλώσσας Προγραμματισμού (Text Based Programming Language) για την επεξεργασία τους. Η Γλώσσα προγραμματισμού, προτιμήθηκε έναντι της VPL, διότι είναι πιο "δυνατή" (robust) και ευέλικτη, ικανή να επεξεργαστεί πολύπλοκα δεδομένα. Τέλος, σημαντικό ήταν να μπορεί να κατασκευασθεί με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο το στέγαστρο. Έτσι κατά την φάση του σχεδιασμού ακόμη δίνεται βάση στο digital fabrication ώστε να μην υπάρχουν κενά ανάμεσα στον ψηφιακό σχεδιασμό και την κατασκευή. Στην πτυχιακή αυτή, βάρος δόθηκε στην συνθετική διερεύνηση. Ωστόσο, μέσα στην συνθετική διαδικασία υπήρξαν παράμετροι βελτιστοποίησης της δομής που συνεισφέρουν στην καλύτερη στατική συμπεριφορά.



1.1 Χώρος επέμβασης (Google Maps)

Στον προαύλιο χώρο του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. επιχειρείται η σχεδίαση ενός στεγάστρου με κινητά στοιχεία, τα οποία ελέγχονται από παραμέτρους, όπως οι καιρικές συνθήκες και η ανάγκη του κάθε ατόμου να κινείται στεγασμένα ή μη. Η μορφή του στεγάστρου επηρεάζεται από τις εξής παραμέτρους: τη μη- κάλυψη όλου του χώρου, τις κινήσεις που κάνουν τα άτομα στον προαύλιο και τα κτίρια που το περιβάλλουν. Εξίσου σημαντική παράμετρος είναι να μην καλυφθούν τα υπάρχοντα δέντρα αλλά και οι χώροι πρασίνου που δημιουργούνται στον προαύλιο χώρο μετά την ανάπλαση του.

Κινούμενος κάποιος στο Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. διαπιστώνει ότι ένας από τους πιο κομβικούς χώρους του είναι το προαύλιο ανάμεσα στα κτίρια Α και Β. Κύριος στόχος της πτυχιακής αυτής είναι η βέλτιστη αξιοποίηση του ζωτικού αυτού χώρου. Το προαύλιο, όντας τόπος συνάθροισης και διέλευσης, παραμένει αναξιοποίητο, λόγω της έντονης ηλιοφάνειας κατά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου. Η επίλυση θα μπορούσε να δοθεί μέσω της δημιουργίας ενός στεγάστρου, το οποίο να είναι αρκετά διαπερατό, τόσο σε οπτικό επίπεδο, όσο και στη διέλευση των στοιχείων του περιβάλλοντος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

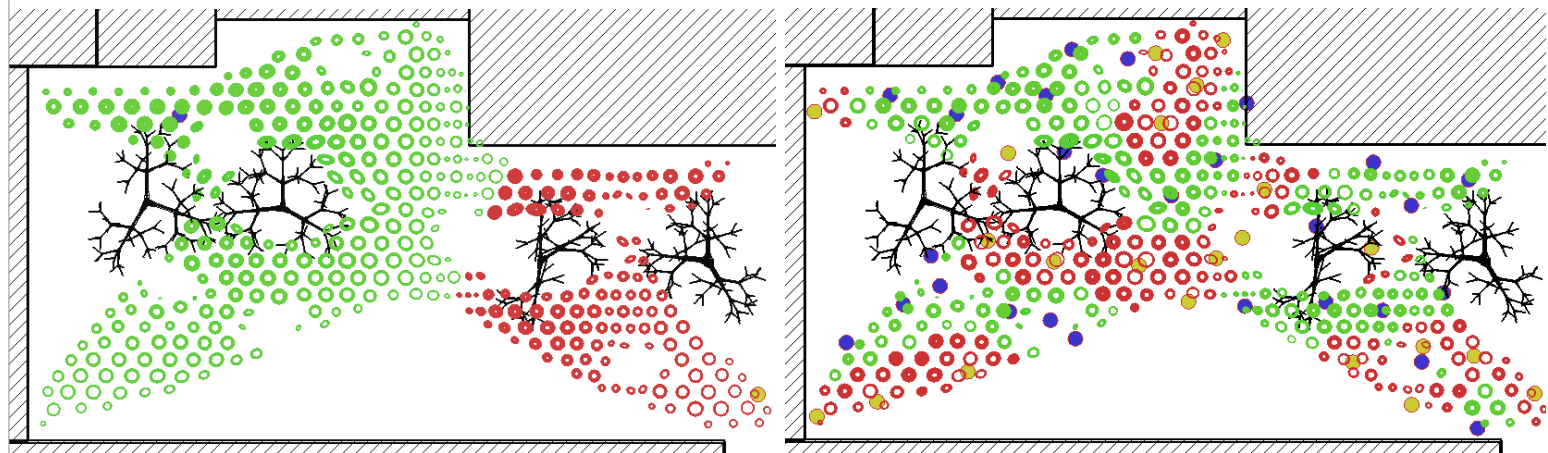
Ζητούμενο ήταν το στέγαστρο να είναι ικανό να στεγάζει το χώρο υπό κάποιες συνθήκες και να μη στεγάζει υπό άλλες. Επίσης, υπάρχει αλληλεξάρτηση της συμπεριφοράς του στεγάστρου με τις επιθυμίες των χρηστών που πολλές φορές μπορεί να είναι και συγκρουσιακές, γεγονός που οδήγησε στην επιλογή συγκεκριμένων συνθετικών χειρονομιών.

Για παράδειγμα: μία ηλιόλουστη μέρα δύο άτομα κινούνται στο προαύλιο. Ο ένας απολαμβάνει τον ήλιο, ενώ ο άλλος επιθυμεί να βρίσκεται στη σκιά. Πώς θα ικανοποιηθούν οι επιθυμίες και των δύο ταυτόχρονα; Το ενιαίο στέγαστρο αναλύθηκε σε μονάδες και διερευνήθηκε η σύνθεση του όλου από τον μετασχηματισμό της μονάδας. Ιδανική λύση θεωρήθηκε ένας μηχανισμός που θα ανοίγει και θα κλείνει όπως το κλείστρο μιας φωτογραφικής μηχανής, επιτρέποντας ή αποτρέποντας αντίστοιχα την διέλευση του φωτός για κάθε άτομο ξεχωριστά. Συγχρόνως, σημαντική για αυτόν τον εξωτερικό χώρο είναι μια ανάπλαση, ώστε να κάνει την παραμονή εκεί πιο ευχάριστη.



ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

2.1, 2.2 Επιρροή που έχει η επιθυμία του κάθε ατόμου για στέγαση ή μη-στέγαση. Τα μπλε σημεία είναι αυτά που επιθυμούν στέγαση και επηρεάζουν τα πράσινα διαφράγματα ενώ τα κίτρινα επιθυμούν να μην στεγάζονται και επηρεάζουν τα κόκκινα. (προσωπικό αρχείο)



Η θέση και η επιθυμία του κάθε ατόμου επηρεάζουν το σύνολο των διαφραγμάτων. Η επιθυμία του ατόμου ταυτίζεται με την επιλογή της στέγασης ή της μη-στέγασης. Στην περίπτωση που κάποιος δεν θέλει να επιλέξει κάτι, τότε το στέγατρο θα πρέπει να λειτουργήσει υπέρ της προστασίας του ατόμου (σκίαση-κάλυψη όταν υπάρχει έντονη ηλιοφάνεια ή βροχόπτωση), αλλά και υπέρ της προστασίας της ίδιας της κατασκευής. Αυτό σημαίνει ότι στην περίπτωση έντονων ανέμων τα διαφράγματα του στεγάστρου θα ανοίγουν όλα στο μέγιστο, ώστε να υπάρχουν οι ελάχιστες δυνατές τάσεις ανέμων και να διασφαλίζεται η ασφάλεια της κατασκευής κάτω από ακραίες συνθήκες.

Επιπλέον, η απόσταση του ατόμου από κάθε διάφραγμα (από την ορθή προβολή του στο επίπεδο xy) ορίζει την επιρροή που θα έχει πάνω σε αυτό. Δηλαδή όσο μικρότερη είναι η απόσταση, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή και αντιστρόφως. Συνεπώς ο συνδυασμός των παραπάνω δύο παραμέτρων επηρεάζει τη συνολική λειτουργία των μηχανισμών.

Ο ορισμός της θέσης του κάθε ατόμου σε περιπτώσεις βροχόπτωσης γίνεται με την ορθή προβολή των κέντρων του κάθε διαφράγματος στο επίπεδο xy. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει βροχόπτωση η προβολή των σημείων αυτών θα πρέπει να γίνεται πλάγια συναρτήσει της θέσης του ήλιου.

2.3, 2.4, 2.5 Μηχανισμός
Διαφράγματος
(προσωπικό αρχείο)



Το διάφραγμα με κυκλικό περίγραμμα που προτιμάται, επιλέγεται έναντι άλλων διαφραγμάτων, διότι αφενός μπορούσε να εγγραφεί πολύ εύκολα σε οποιοδήποτε κάναβο, αφετέρου όταν είναι πλήρως ανοικτό καλύπτει λιγότερη επιφάνεια σε σχέση με τα άλλα.

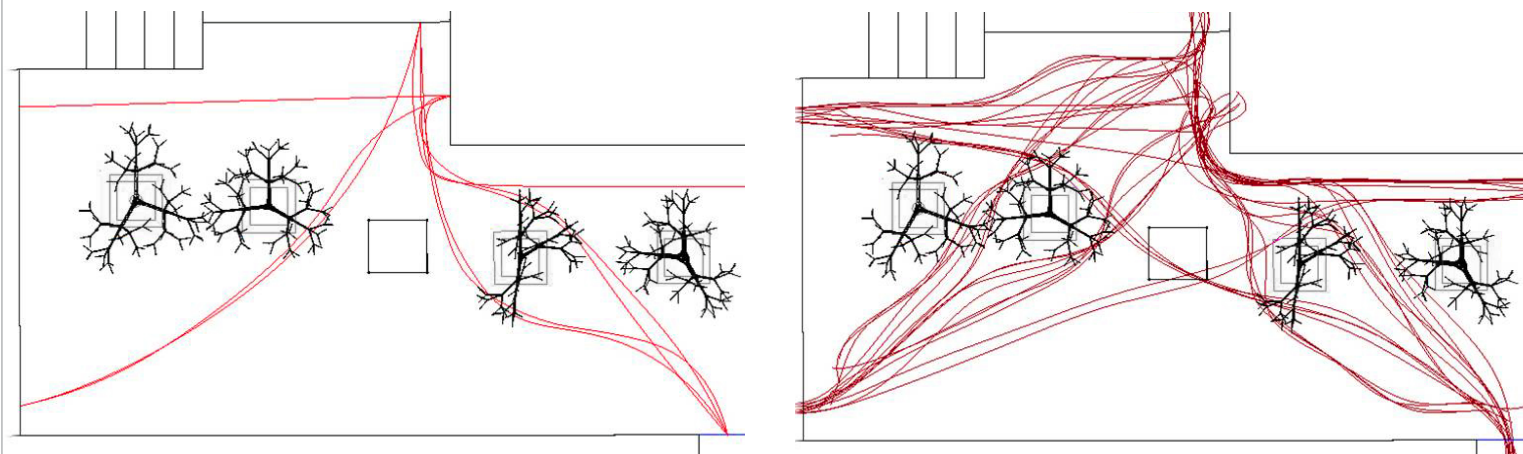
Για να μπορέσει να λειτουργήσει όμως ο μηχανισμός αυτός σωστά, απαιτεί και τα απαραίτητα μηχανήματα. Όλο το σύστημα απαιτεί μια κάμερα, που θα σαρώνει τον χώρο και θα αναγνωρίζει το πού βρίσκονται τα άτομα, έναν υπολογιστή που θα επεξεργάζεται τα δεδομένα και κάθε διάφραγμα χρειάζεται από ένα μοτέρ (servo motor). Η κάμερα θα πρέπει, όχι μόνο να δίνει στον υπολογιστή τις συντεταγμένες των ατόμων, αλλά και να είναι ικανή να ξεχωρίζει τα άτομα. Επίσης, θα πρέπει να αναγνωρίζει την επιλογή των ατόμων για στέγαση ή μη-στέγαση. Σαφώς μια συμβατική κάμερα δεν μπορεί να τα κάνει όλα αυτά. Ωστόσο υπάρχουν κάμερες τύπου kinect, οι οποίες μπορούν να σαρώνουν τον χώρο και να δώσουν σαν έξοδο τις θέσεις των διαφορετικών ατόμων. Οι κάμερες αυτές μπορούν να μετρήσουν την απόσταση που έχει κάποιος από την κάμερα. Εφόσον είναι γνωστή η θέση του (γωνία από το κέντρο της κάμερας) γίνεται η μετατροπή σε συντεταγμένες ΧΥ. Επιπλέον, οι κάμερες μπορούν να προγραμματιστούν, ώστε να αναγνωρίζουν συγκεκριμένες χειρονομίες, οι οποίες θα έχουν ορισθεί να αντιστοιχούν στην επιθυμία των ατόμων για στέγαση ή μη-στέγαση. Επομένως, θα μπουν αρκετές κάμερες στον χώρο, ώστε να μπορούν να καλύψουν ολόκληρο το προαύλιο. Τέλος, απαραίτητη είναι η ύπαρξη αισθητήρων βροχής αλλά και ένας αλγόριθμος υπολογισμού της θέσης του ήλιου. Ο αλγόριθμος δεχόμενος σαν input την ώρα, την ημερομηνία και τις συντεταγμένες του στεγάστρου, μπορεί να υπολογίζει την θέση που έχει ο ήλιος σε όλη τη διάρκεια της μέρας.

Όλα αυτά τα δεδομένα θα μεταφέρονται στον υπολογιστή, όπου μέσω αλγοριθμικής διαδικασίας θα μετατρέπονται σε πληροφορίες για τη θέση του κάθε ατόμου, την επιθυμία του για στέγαση ή μη-στέγαση, τις υπάρχουσες καιρικές συνθήκες. Οι πληροφορίες αυτές θα μεταφέρονται συνεχώς σε όλα τα μοτέρ που κινούν τα διαφράγματα. Μέσω αυτής της συνεχούς ροής πληροφοριών το στεγάστρο αναπροσαρμόζεται άμεσα στις επιθυμίες των ατόμων.

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

3.1 Διάγραμμα κίνησης των ατόμων με βάση την παρατήρηση του χώρου (προσωπικό αρχείο)

3.2 Διάγραμμα κίνησης των ατόμων με βάση την προσομοίωση (προσωπικό αρχείο)

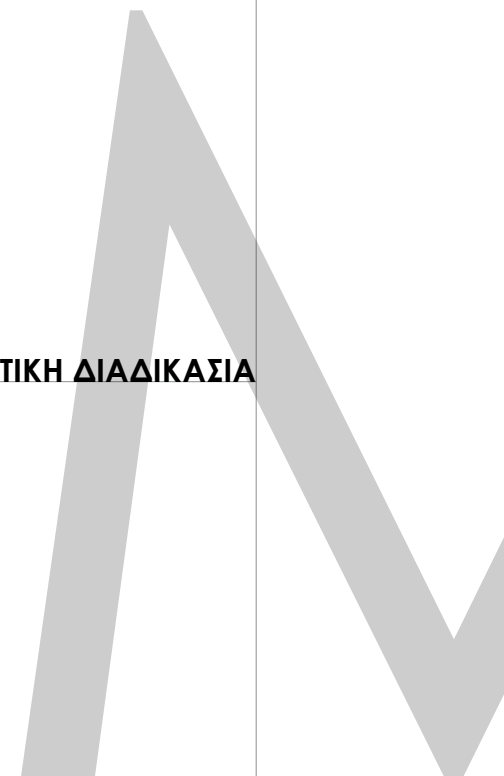


Αρχικά, γίνεται μια παρατήρηση του χώρου, ώστε να βγουν κάποια συμπεράσματα για την κίνηση των ατόμων στο προαύλιο. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφονται οι κινήσεις των ατόμων σε σχέση με: την έξοδο που επιθυμούσαν, τα δέντρα, τις στάσεις, τα φυσικά εμπόδια, την σκίαση που παρέχουν τα κτίρια και τα δέντρα, το πλήθος των ατόμων που συμβαδίζουν και το μοίρασμα των κινήσεων από κάθε είσοδο σε κάθε έξοδο. Αποτυπώνονται οι ακριβείς διαστάσεις του χώρου και των κτιρίων που το περιβάλλουν, καθώς και οι θέσεις των δέντρων και των εισόδων - εξόδων προς το προαύλιο. Στη συνέχεια, αξιολογούνται οι εξοδοί, ως προς τον αριθμό των ατόμων που διέρχεται από αυτές. Τέλος, σήμερα στον χώρο υπάρχουν πρόχειρα ξύλινα τραπεζοκαθίσματα, τα οποία στην πρότασή αυτή απομακρύνονται.

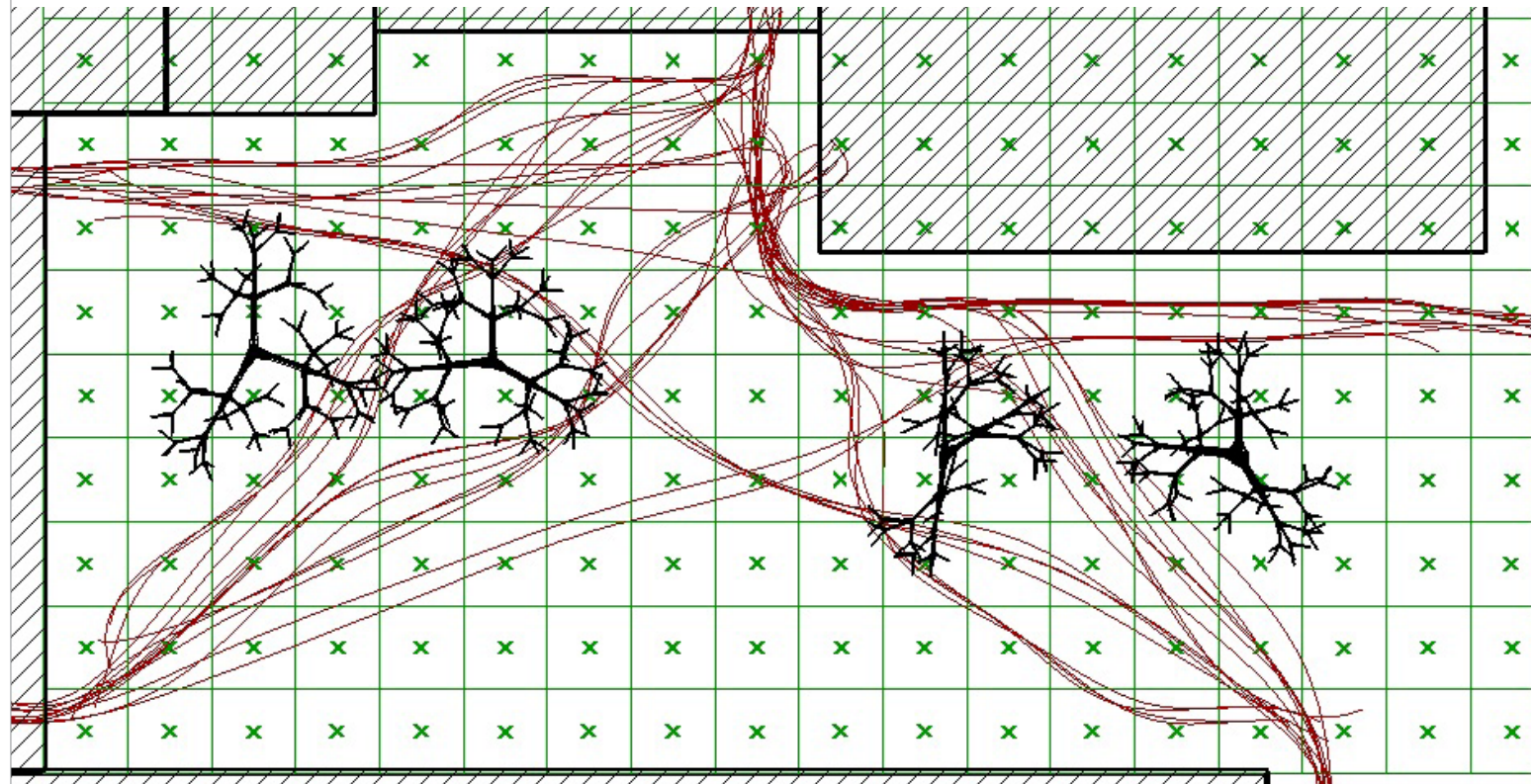
Με τα δεδομένα που συλλέγονται από την παρατήρηση του χώρου και κυρίως από την ταξινόμηση και αντιστοιχία των εισόδων - εξόδων, δημιουργείται ένα πρόγραμμα προσομοίωσης των κινήσεων των ατόμων μέσα στον χώρο του προαυλίου. Η επιλογή της διαδικασίας της προσομοίωσης συμβάλει ώστε να μη ληφθούν υπόψιν τα εμπόδια, που βρίσκονταν στον χώρο αλλά και στο να οπτικοποιηθούν οι πορείες που θα έκανε ένα άτομο, χωρίς αυτά να τις περιορίζουν. Πιο συγκεκριμένα, την προσομοίωση επηρεάζουν οι κινήσεις σε σχέση με τις θέσεις των δέντρων και την γενικότερη κάτοψη του χώρου. Για την προσομοίωση, ως εμπόδια στην κίνηση των ατόμων θεωρούνται τα δέντρα και η περίμετρος του προαυλίου. Στην περίμετρο του κτιρίου ορίζεται το όριο του χώρου της προσομοίωσης. Έτσι, στο Physics Engine (kangaroo) το όριο της προσομοίωσης, τα δέντρα, καθώς και οι εισοδοί- εξοδοί, ορίζονται ως σημεία έλξης ή απώθησης. Το κάθε άτομο που εισέρχεται στον χώρο έλκεται από την είσοδο στην οποία αντιστοιχεί, ενώ παράλληλα απωθείται από τα όρια και από τα δέντρα. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει μία ομαλή κίνηση των ατόμων από τις εισόδους προς τις εξόδους. Τέλος, έχουν ορισθεί μεταξύ των ατόμων απωθητικές δυνάμεις, ώστε εξασφαλίζεται μία ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους και να αποφεύγεται η μεταξύ τους σύγκρουση.

Πριν την προσομοίωση είχε σχεδιαστεί, με βάση την παρατήρηση του χώρου, ένα διάγραμμα ροής της κίνησης (εικ. 3.1), το οποίο μετασχηματίστηκε σε νέο διάγραμμα ροών μετά την παρέμβαση στον χώρο (εικ. 3.2).

ΜΟΡΦΟΓΕΝΕΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

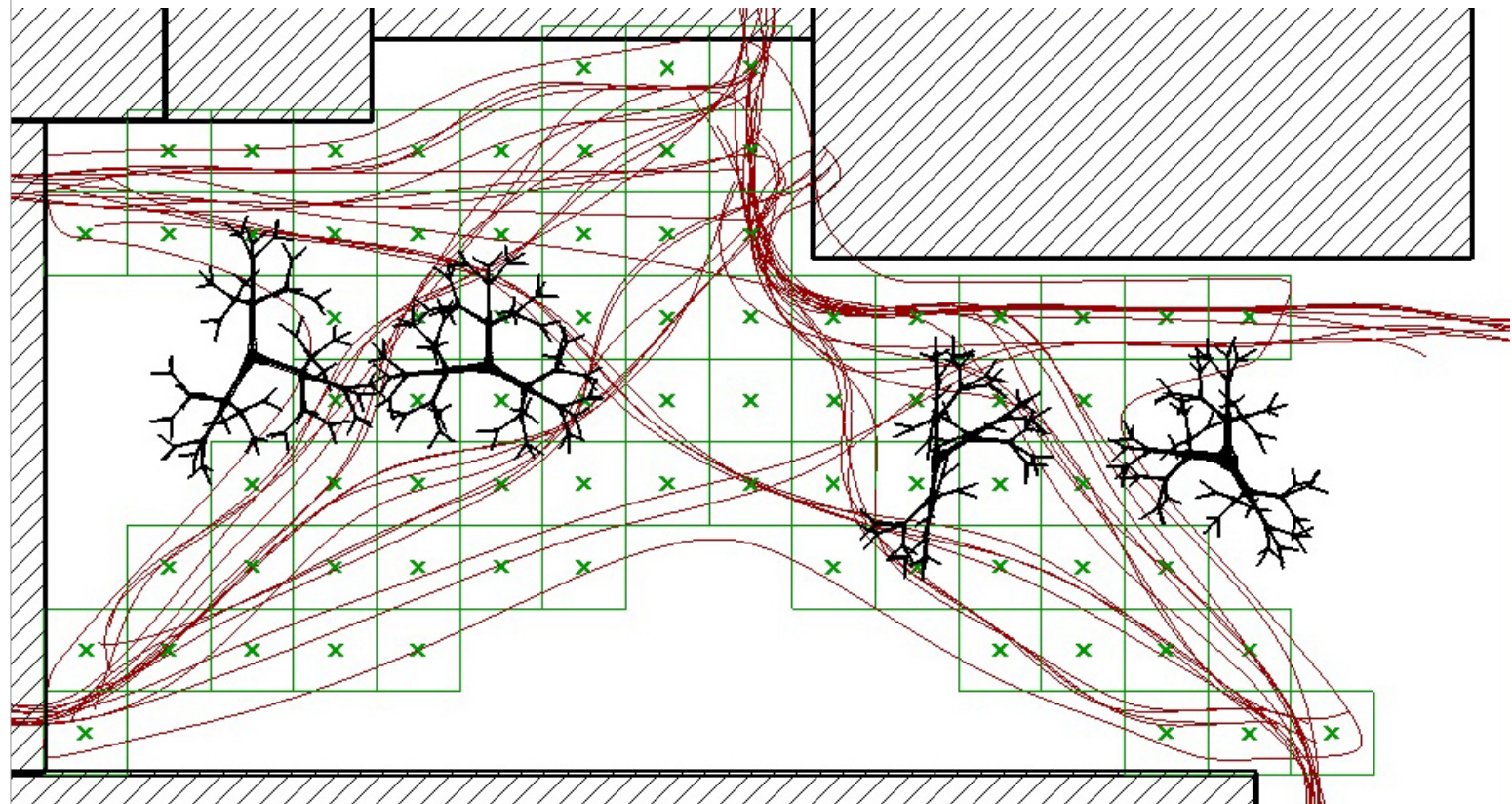


4.1 Τετραγωνικός κάνναβος και διάγραμμα ροών στον προαύλιο χώρο, το οποίο παράχθηκε μέσω προσομοίωσης της κίνησης των ατόμων. Η προσομοίωση πραγματοποιήθηκε προκειμένου να υπάρχει σαφής εικόνα της ανεμπόδιστης κίνησης των ατόμων (προσωπικό αρχείο)



Μετά την παρατήρηση, αφενός της υφιστάμενης κατάστασης, αφετέρου του διαγράμματος ροών που προκύπτει από την προσομοίωση που περιγράφηκε ήδη στο προηγούμενο κεφάλαιο, διαπιστώνεται όχι μόνο η κατανομή των κινήσεων στον χώρο αλλά και η πυκνότητά τους. Η μετατροπή των παραπάνω στοιχείων σε χωρικά δεδομένα, δηλαδή χωρικά εντοπισμένα αριθμητικά δεδομένα, συνιστά το πρώτο βήμα προς την μετατροπή τους σε παραμέτρους μεταβολής γεωμετρικών μεγεθών.

Ο σχεδιασμός του στεγάστρου κινείται σε μια μη-ιεραρχική (bottom-up) διαδικαστική λογική η οποία έθεσε ως αρχικό στόχο την δημιουργία μιας μορφογενετικής διαδικασίας, κατά την οποία τα παραπάνω χωρικά δεδομένα αποτελούν τη βάση για την παραγωγή της μορφής του στεγάστρου.



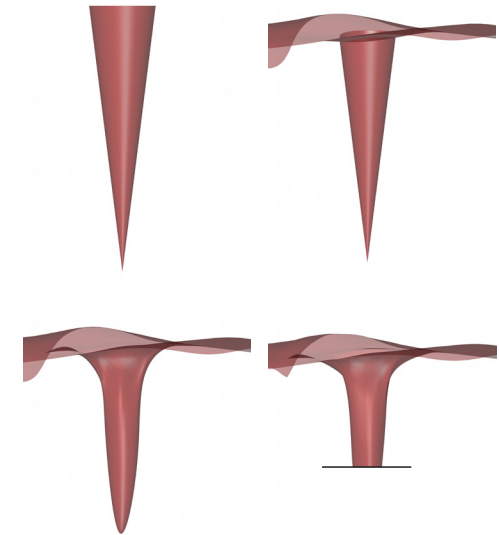
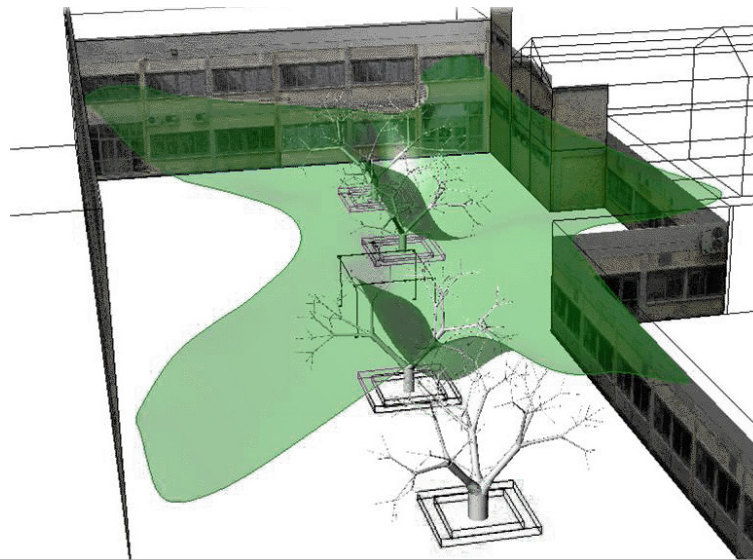
4.2 Δημιουργία περιγράμματος στεγάστρου. Διατηρούνται τα κελιά του καννάβου των οποίων το κέντρο βρίσκεται εντός του περιγράμματος (προσωπικό αρχείο)

Η περιβάλλουσα καμπύλη της γενικής κάτοψης του στεγάστρου σχεδιάζεται μεταξύ και σε σχέση με το περίγραμμα της κάτοψης των κτιρίων και του διαγράμματος ροής.

Στη συνέχεια στον προαύλιο χώρο προβάλλεται ένας τετραγωνοειδής κάνναβος του οποίου το μέγεθος των κελιών είναι αρκετά μεγάλο, ώστε η πυκνότητα των ρών μεταξύ γειτονικών τετραγώνων να είναι περίπου η ίδια (εικ 4.1). Έπειτα διατηρούνται τα τετραγωνικά κελιά, των οποίων το κέντρο βρίσκεται μέσα στην περιβάλλουσα καμπύλη της γενικής κάτοψης του στεγάστρου (εικ 4.2).

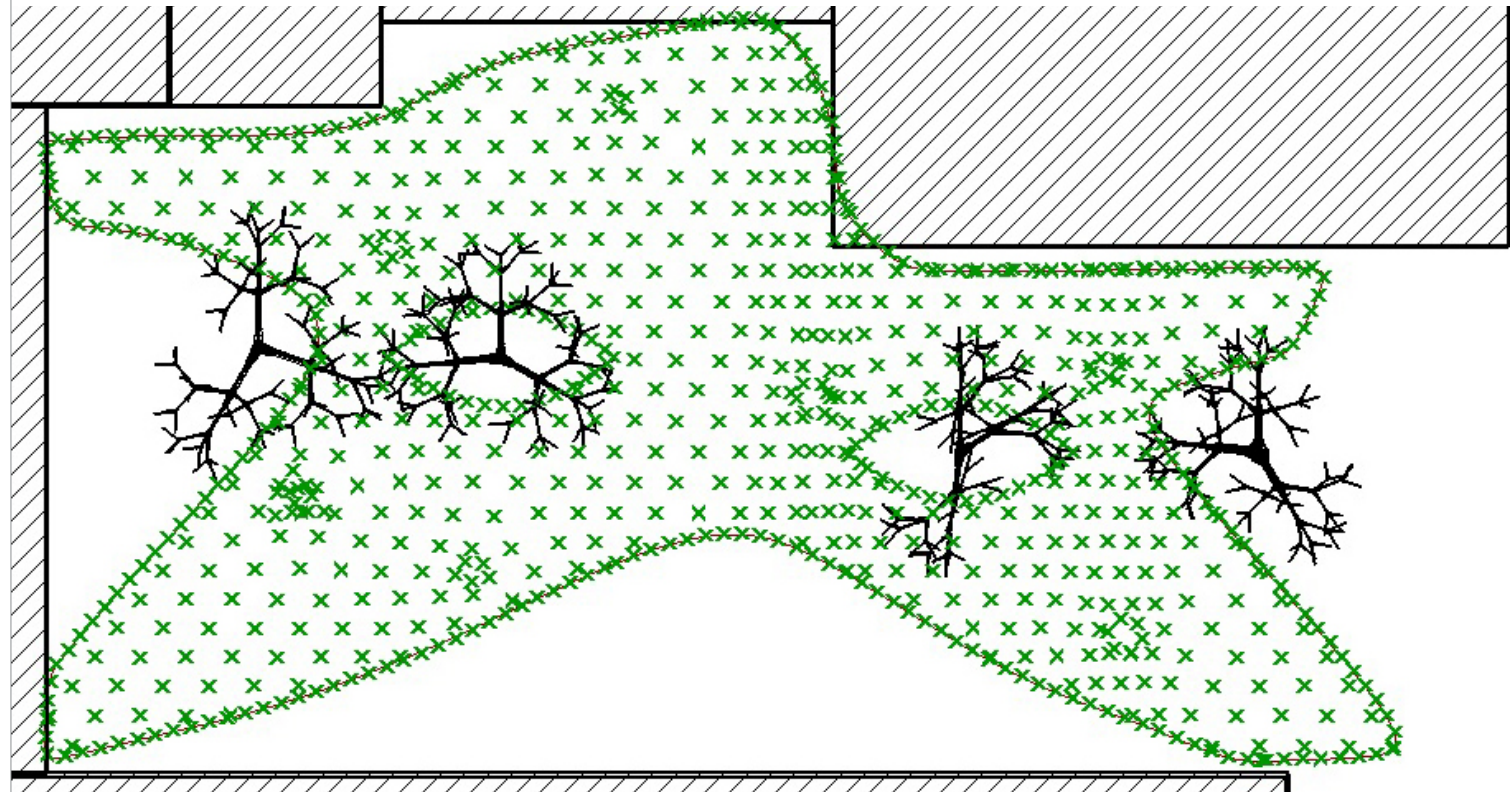
4.3 Μορφογενετική Διαδικασία - Πρώιμη μορφή του στεγάστρου. Τα κέντρα των κελιών της εικ4.2 υψώθηκαν με βάση μια μαθηματική σχέση ανάμεσα στο πλήθος των πορειών που διέρχονται από κάθε κελί και της απόστασης των πορειών από το κέντρο του κελιού (προσωπικό αρχείο)

4.4 Πορεία σχεδιασμού των στοιχείων στήριξης (προσωπικό αρχείο)



Τα σημεία - κέντρα των τετραγώνων, που βρίσκονται σε στάθμη 0, αποκτούν ένα απόλυτο υψόμετρο, το καθένα διαφορετικό. Για την εύρεση αυτού του υψομέτρου στήνεται μία μαθηματική αναλογία μεταξύ του αριθμού των πορειών στην περιοχή του τετραγώνου και της απόστασης των πορειών από το κέντρο αυτού. Η περιβάλλουσα καμπύλη του στεγάστρου χωρίζεται σε ισαπέχοντα σημεία, των οποίων τα υψόμετρα ορίζονται με παρόμοιο τρόπο. Η διαδικασία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα ένα πλήθος σημείων σε διάφορα υψόμετρα στο χώρο. Ορίζεται έτσι μία επιφάνεια που να διέρχεται από αυτά τα σημεία.

Στη συνέχεια, βρίσκονται κάποια σημεία στο χώρο, που έχουν μικρή ροή πεζών και τα οποία ορίζονται ως σημεία στήριξης του στεγάστρου. Τα σημεία αυτά είναι σε ικανές αποστάσεις μεταξύ τους ώστε να διασφαλίζεται η στατική επάρκεια της κατασκευής. Η γεωμετρική φόρμα των σημείων έδρασης του στεγάστρου στο έδαφος έχουν κολουροκωνική μορφή (ορθός κώνος εκ περιστροφής), με την μικρή βάση στο υψόμετρο 0 και την μεγάλη βάση σε ένα ύψος μεγαλύτερο από την επιφάνεια του στεγάστρου. Ορίζεται η αλληλοτομία μεταξύ των στοιχείων αυτών και της επιφάνειας του στεγάστρου και κρατείται το τμήμα τους κάτω από το στέγαστρο. Στα σημεία συνάντησης των επιφανειών ορίζεται η ένωσή τους, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται κοινή ακτίνα καμπυλότητας και συνεπώς η ομαλή μετάβαση από την μία επιφάνεια στην άλλη (εικ. 4.4). Μέσα από αυτή τη διαδικασία προκύπτει μία επιφάνεια, της οποίας κάποια σημεία βρίσκονται στο έδαφος και τα υπόλοιπα σε διάφορα υψόμετρα. Στα σημεία που η επιφάνεια καλύπτει τα δέντρα, τραβήχτηκε προς τα κάτω από την μία πλευρά (στο ύψος του κορμού) ενώ από την άλλη παρέμεινε στο ύψος που βρισκόταν. Δημιουργούνται ανοίγματα ώστε να μην εμποδίζεται ο φωτισμός και η ανάπτυξη τους και με τον τρόπο αυτό τα δέντρα μπορούν να αναπτυχθούν προς τα κενά αυτά.



4.5 Προβολή των κέντρων ρομβοειδούς καννάβου πάνω στην αρχική επιφάνεια (προσωπικό αρχείο)

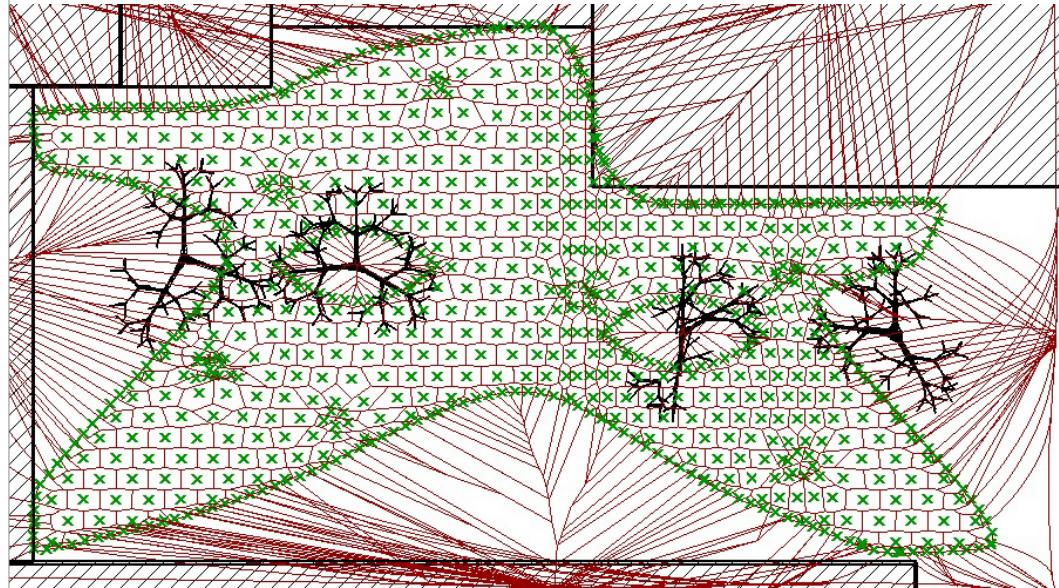
^[1] Chang Hai-Chau, Wang Lih-Chung (2010). "A Simple Proof of Thue's Theorem on Circle Packing". arxiv.org/abs/1009.4322 [math.MG].

^[2] Εκτός από τον ρομβοειδή κάνναβο υπάρχει και η δυνατότητα επιλογής εξαγωνικού καννάβου, που μας δίνει ένα παρόμοιο αποτέλεσμα. Ωστόσο ο εξαγωνικός κάνναβος δεν είναι τόσο ευέλικτος, κάτι που είναι απορροίητο για τον σχεδιασμό των περιοχών στήριξης, λόγω της έντονης κομπιλιότητας της επιφάνειας σε αυτές τις περιοχές. Η επιλογή ενός τριγωνικού καννάβου απορρίπτεται καθώς παράγει τριγωνικής μορφής κελιά νοσοποι, ενώ ο τετραγωνικός κάνναβος απορρίπτεται διότι παράγει τετραγωνικής μορφής κελιά νοσοποι.

Για την δημιουργία του στεγάστρου απαραίτητη είναι η ύπαρξη ενός "σκελετού" που λειτουργεί σαν φέρον οργανισμός, αλλά παράλληλα δεν δίνει την αίσθηση της ασυνέχειας με την υπόλοιπη κατασκευή. Για τον λόγο αυτό, στην επιφάνεια που δημιουργήθηκε προηγουμένως προβάλλεται ένας ρομβοειδής κάνναβος(diamond grid) (εικ 4.5). Χρησιμοποιώντας το κέντρο του κάθε "κελιού" παράγεται ένα διάγραμμα Voronoι το οποίο προβάλλεται επάνω στην επιφάνεια (εικ 4.6). Ο ρομβοειδής κάνναβος προτιμάται, διότι τα κελιά του νοσοποι που σχηματίζονται τείνουν να έχουν εξαγωνική μορφή, κάτι που είναι επιθυμητό, καθώς μέσα σε αυτά εγγράφεται η κυκλική διατομή του διαφράγματος καλύτερα (η εξαγωνική πλακόστρωση, όπως αποδείχθηκε το 1773 από τον μαθηματικό και αστρονόμο Joseph Louis Lagrange, είναι ο πιο πυκνός τρόπος οργάνωσης κυκλικών στοιχείων, στον δισδιάστατο Ευκλείδειο χώρο)^[1], αφήνοντας έτσι λιγότερη μη-αξιοποιήσιμη επιφάνεια.^[2]

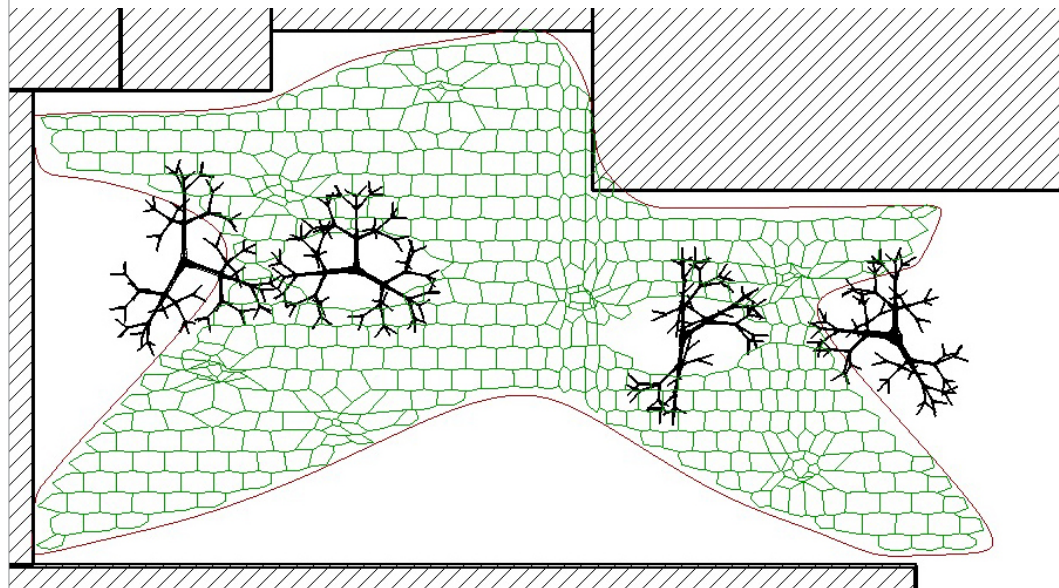
Τα κελιά που προβάλλονται πρέπει να απαρτίζονται από ευθύγραμμα τμήματα χωρίς αυτά να είναι συνεπίπεδα.

ΜΟΡΦΟΓΕΝΕΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

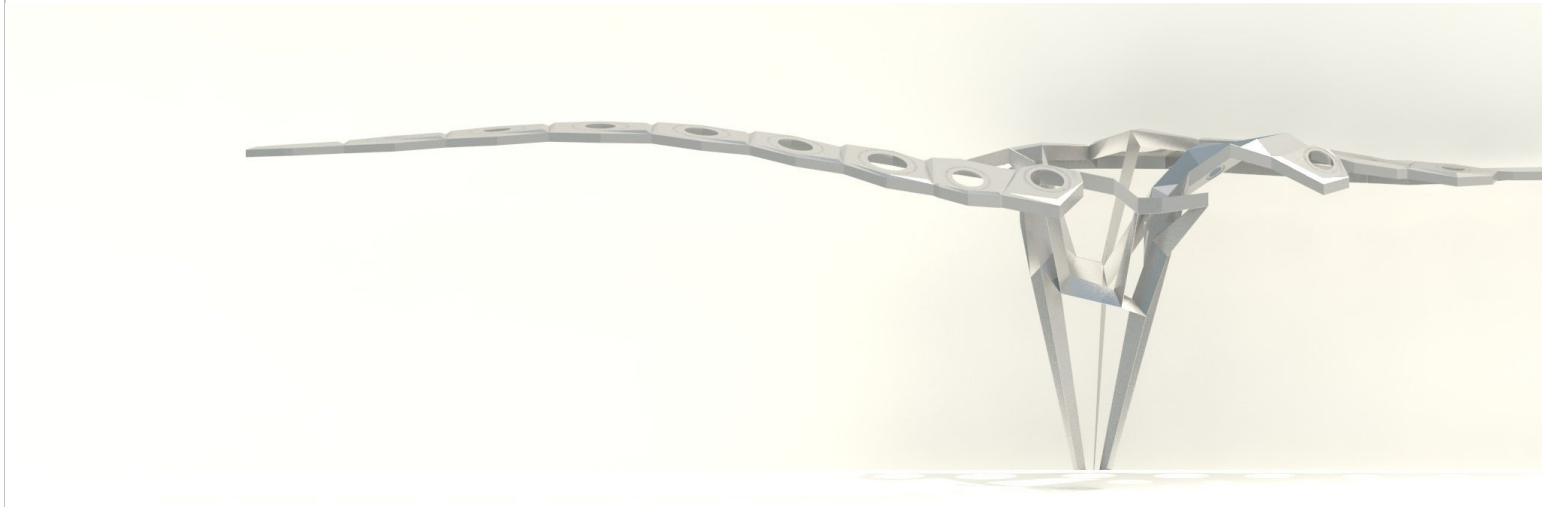


4.6 Δημιουργία διαγράμματος
Νοητοί από τα κέντρα του
ρομβοειδούς καννάβου (προσωπικό
αρχείο)

4.7 Διατηρούνται τα κελιά
που βρίσκονται εντός του
περιγράμματος. Στα σημεία όπου
υπάρχουν δέντρα τα κελιά δεν
θα καλυφθούν, αλλά θα μείνει ο
σκελετός ώστε με την ανάπτυξη των
δέντρων να αρχίσουν να γίνονται
ασαφή τα όρια ανάμεσα σε φυσικό
και τεχνητό περιβάλλον
(προσωπικό αρχείο)



4.8 Μείωση της κρέμασης των στοιχείων που συνθέτουν το στέγαστρο, ανάλογη της απόστασης από τα σημεία έδρασης (προσωπικό αρχείο)

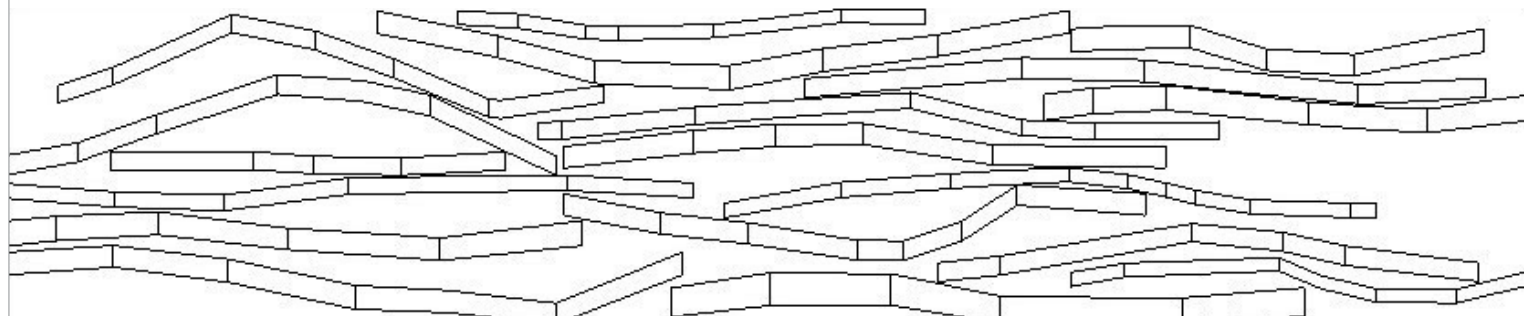


Τα κελιά αυτά, για να αποκτήσουν όγκο ώστε να είναι ικανά να φέρουν φορτία, αποφασίζεται να έχουν την μέγιστη κρέμαση κοντά στα σημεία στήριξης με εκθετική μείωσή της ανάλογα με την απόσταση από τα σημεία στήριξης (εικ.4.8). Με τον τρόπο αυτό, βελτιώνεται η στατική συμπεριφορά και μειώνεται σημαντικά το ίδιο βάρος. Το πάχος του υλικού θα πρέπει να είναι ικανό να φέρει τα φορτία και αυτό εξαρτάται από το υλικό κατασκευής.

Για την τοποθέτηση του μηχανισμού μέσα σε κάθε κελί, παράγεται ένα επίπεδο για κάθε κελί και σε κάποιο ύψος από αυτά. Η επιφάνεια αυτή που δημιουργείται, εκτός από την έδραση του μηχανισμού, βοηθά και στην στατική συμπεριφορά καθώς μειώνει την τάση του κάθε κελιού για λυγισμό και στρέψη (εικ 5.7). Ωστόσο, στα σημεία που βρίσκονται κοντά στα δέντρα και πιο συγκεκριμένα στα σημεία που η επιφάνεια βρίσκεται χαμηλότερα από το ύψος των δέντρων, δεν τοποθετούνται επιφάνειες και μηχανισμοί αλλά παραμένει μόνο ο σκελετός. Τα δέντρα με αυτόν τον τρόπο αναπτύσσονται ανεμπόδιστα περνώντας μέσα από τον σκελετό. Έτσι έχουμε σε κάποιο βαθμό μία συμβίωση του φυσικού με το τεχνητό περιβάλλον.

FABRICATION

5.1 Αναπτύγματα των στοιχείων για την κοπή τους σε μηχάνημα CNC (προσωπικό αρχείο)



Το στέγαστρο, παραγόμενο μέσω αλγοριθμικών διαδικασιών, συστήνεται τελικά από διαφοροποιημένα τμήματα, μοναδικά μεταξύ τους.

Με την τεχνολογία που έχουμε σήμερα είναι εφικτή η κατασκευή με μοναδικά στοιχεία, προσαρμόζοντας την διαδικασία του fabrication.

Το στέγαστρο σχεδιάστηκε εξ αρχής λαμβάνοντας υπόψιν την κατασκευασιμότητά (constructability) του. Επιλέχθηκε η κατασκευή του με την χρήση αναδιπλωμένων μεταλλικών επιφανειών, οι οποίες ακολούθως συναρθρώνονται. Κάθε τέτοια αναδιπλωμένη επιφάνεια συστήνει το αντίστοιχο κελί. Η βασική ιδιότητα κάθε τέτοιου κελιού είναι η επιπεδότητα (planarity) του συνόλου των επιφανειών, προκειμένου αφενός να μπορεί να υπάρξει πλήρες ανάπτυγμα των στοιχείων αυτών και αφετέρου να αποφευχθούν φαινόμενα λυγισμού εντός του κάθε κελιού. Το υλικό που επιλέγεται για την κατασκευή είναι το ανοδιωμένο αλουμίνιο, λόγω του χαμηλού ειδικού του βάρους, σε σχέση με τα άλλα μέταλλα. Το πάχος του υλικού είναι άμεσα εξαρτώμενο από την στατική μελέτη και για αυτόν τον λόγο στα περισσότερα ευπαθή κελιά, με χαρακτηριστικότερα αυτά των περιοχών στήριξης της κατασκευής, υπάρχει η δυνατότητα ενίσχυσης με περισσότερες στρώσεις υλικού. Σε περίπτωση που το ανοδιωμένο αλουμίνιο αποδειχθεί ανεπαρκές στατικά, δύναται να χρησιμοποιηθεί χάλυβας που έχει καλύτερη στατική συμπεριφορά, σε πάχος που ορίζεται και πάλι από την στατική μελέτη.

Με τη διαδικασία του digital fabrication ενώνουμε τον σχεδιασμό με την κατασκευή, μέσα από την χρήση σχεδιαστικών προγραμμάτων και αφαιρετικής παραγωγικής διαδικασίας. Μέσω σχεδιαστικού προγράμματος, τα αναπτύγματα των στοιχείων που συνθέτουν το στέγαστρο (εικ 5.1) τροφοδοτούνται σε μηχάνημα CNC, το οποίο κόβει το περίγραμμα των στοιχείων και χαράζει τα σημεία αναδίπλωσης, προκειμένου να επιτευχθεί ευκολότερα η αναδίπλωσή τους. Επίσης σημαντικό είναι τα αναπτύγματα να τοποθετηθούν σε κάθε φύλλο υλικού με τέτοιο τρόπο που να έχουμε τη λιγότερη δυνατή σπατάλη υλικού. Τα κομμάτια αυτά είναι αριθμημένα και ταξινομημένα με τέτοιο τρόπο που επιτρέπει την εύκολη και σωστή τοποθέτησή τους στο στέγαστρο.

FABRICATION



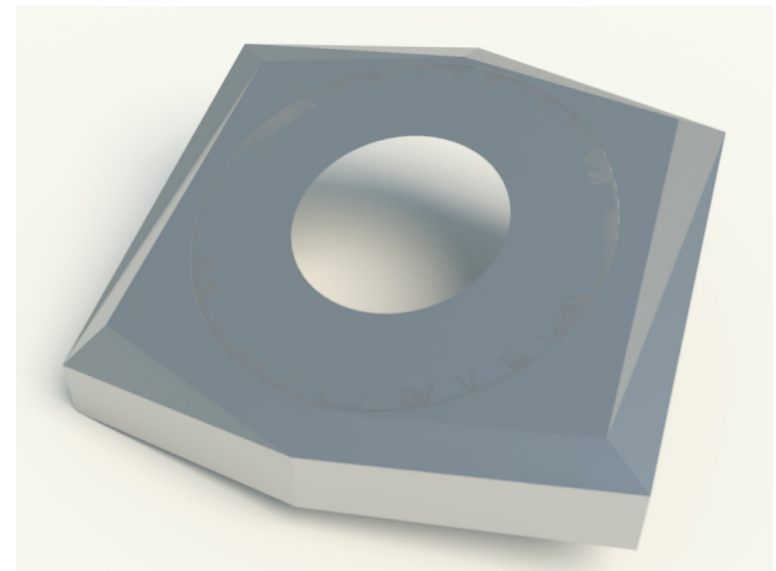
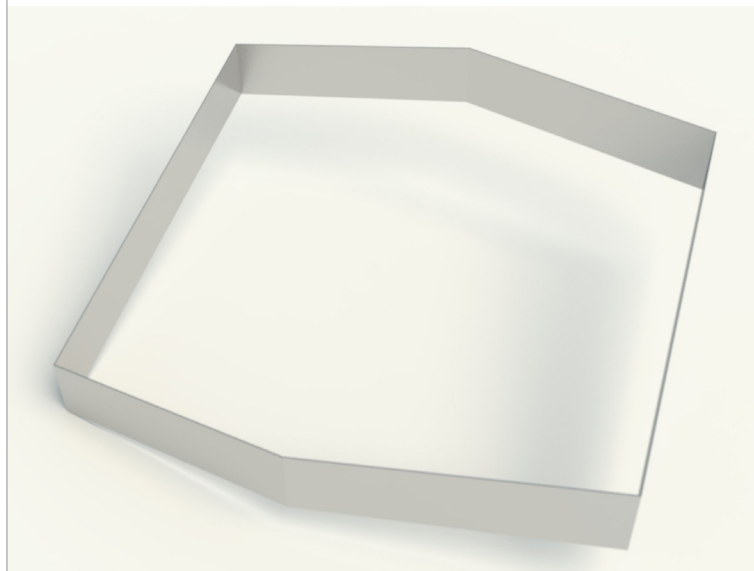
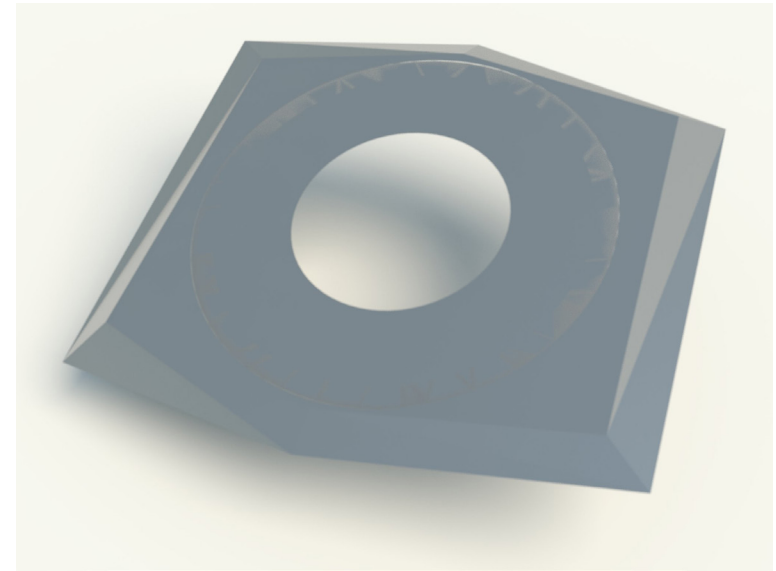
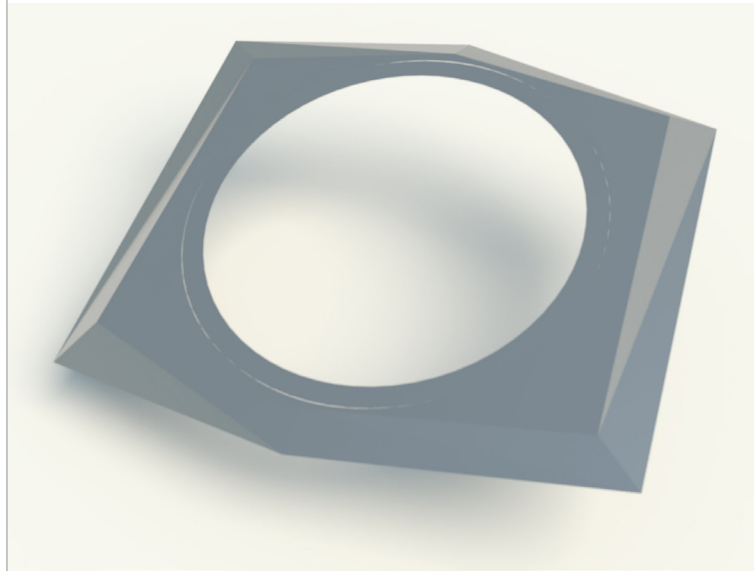
5.2, 5.3, 5.4 Φωτορεαλιστικές όψεις του στεγάστρου (προσωπικό αρχείο)

FABRICATION



5.5, 5.6 Φωτορεαλιστικά προοπτικά του στεγάστρου (προσωπικό αρχείο)

FABRICATION



5.7 (πάνω αριστερά) επίπεδη επιφάνεια εδρασης του μηχανισμού (προσωπικό αρχείο)

5.8 (πάνω δεξιά) επίπεδη επιφάνεια εδρασης μαζί με τον μηχανισμό (προσωπικό αρχείο)

5.9 (κάτω αριστερά) αναδιπλωμένο κελί (προσωπικό αρχείο)

5.10 (κάτω δεξιά) κελί με τον μηχανισμό του διαφράγματος (προσωπικό αρχείο)

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

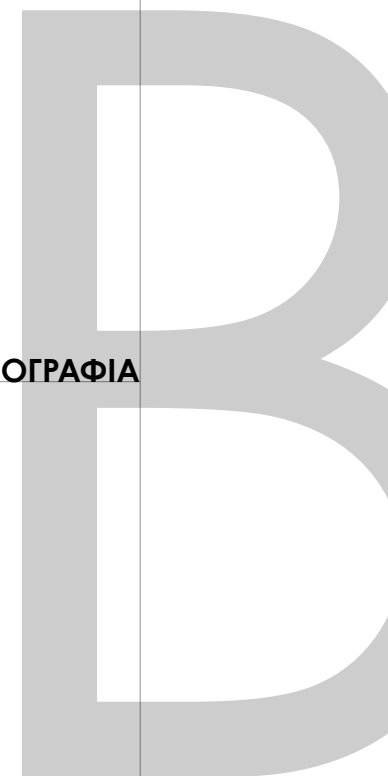
ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ανακεφαλαιώνοντας, το ζήτημα του σχεδιασμού του στεγάστρου προσεγγίσθηκε λαμβάνοντας υπόψιν ότι “η ύλη, το υλικό, τα κατασκευαστικά συστήματα, οι δομικές διαρθρώσεις, ο χώρος και ο τόπος συνιστούν ένα συνεχές φάσμα και όχι μεμονωμένους τομείς”^[3].

Αρχικά, έγινε επιλογή του μηχανισμού και της λειτουργίας του με τρόπο που να επιτρέπει την στέγαση υπό κάποιες συνθήκες. Στη συνέχεια, παρατηρήθηκε ο χώρος και με τα δεδομένα που αντιλήθηκαν παράχθηκε, μέσω προσομοίωσης, ένα διάγραμμα ροών της κίνησης μετά την παρέμβαση στον χώρο. Το διάγραμμα είχε σαν στόχο την παραγωγή χωρικών δεδομένων για την μορφογενετική διαδικασία. Από την διαδικασία της μορφογένεσης, προέκυψε μια αρχική επιφάνεια με βάση την οποία παράχθηκε διάγραμμα νοτονοί. Έπειτα, το διάγραμμα αυτό απέκτησε όγκο, και σε κάθε κελί του νοτονοί, που στεγάζει, σχεδιάστηκε η επιφάνεια έδρασης του μηχανισμού. Τέλος, λόγω της μοναδικότητας του κάθε στοιχείου, είναι απαραίτητη η προσαρμογή του fabrication για να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ σχεδιασμού και κατασκευής.

^[3] Reiser, J., & Umemoto, N. (2012). *Atlas of novel tectonics*. New York, NY: Princeton Architectural Press. p.110 μετ. Σκομβούλης Δημήτριος

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cache, B., Boyman, A., & Speaks, M. (2010). *Earth moves: The furnishing of territories*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Cache, B. (January 01, 2002). Gottfried Semper: *Stereotomy, Biology and Geometry*. *Architectural Design*, 71, 28-33.
- Davidson, C. C., & Anymore Conference. (2000). *Anymore*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Evans, R. (2011). *Translations from drawing to buildings and other essays*. London: AA Publications.
- Farshid Moussavi: *The function of form*. (2009). Barcelon: Actar.
- Gerber, D. D. J., Ibañez, M., & ACTAR Books on the move Actar S.L. (2015). *Paradigms in Computing: Making, Machines, and Models for Design Agency in Architecture*.
- Hensel, M. (2013). *Performance-oriented architecture: Rethinking architectural design and the built environment*. (*Performance-Oriented Architecture*.) Chichester: Wiley.
- Hensel, M., Menges, A., & Weinstock, M. (2006). *Techniques and technologies in morphogenetic design*. London: Wiley-Academy.
- Hensel, M., Menges, A., & Weinstock, M. (2006). *Emergence: Morphogenetic design strategies*. Chichester: Wiley.
- Kwinter, S., & Davidson, C. (2008). *Far from equilibrium: Essays on technology and design culture*. Barcelona: Actar.
- Reiser, J., & Umemoto, N. (2012). *Atlas of novel tectonics*. New York, NY: Princeton Architectural Press.
- Richter, D., Benjamin, A., Kelly, M., & DR_D <studio di architettura>. (2004). *Armed surfaces*. London: Black dog.
- Spuybroek, Lars (2008) *The architecture of continuity essays and conversations*. Rotterdam, The Netherlands: V2_/NAi Publishers.
- Thompson, D. A. W., & Bonner, J. T. (2014). *On growth and form*. (*On growth and form*.) Cambridge [England: Cambridge University Press.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Σκομβούλης Δημήτριος, του Ευθυμίου φοιτητής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

“Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι του κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής κα εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π>Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέρα των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ιδρυμα του έχει απονείμει πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού κανονισμού”.

Ο Δηλών

Ημερομηνία



18.08.2017