

BIO-INSPIRED ARCHITECTURE | FROM FORM TO FABRICATION

Flock Based Spatially Distributed Open-Source Customisable Plywood Structure

ΗΡΩ ΣΚΟΥΛΟΥΔΗ | ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ | ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ | ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ “ΧΩΡΟΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ” | ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α | ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ | ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΓΙΑΝΝΟΥΔΗΣ ΣΩΚΡΑΤΗΣ

Flock Based Spatial Distribution | SWARM INTELLIGENCE

WILLIAM MORTON WHEELER | 1911 [entomologist]
PIERRE-PAUL GRASSE | 1957 [zoologist]

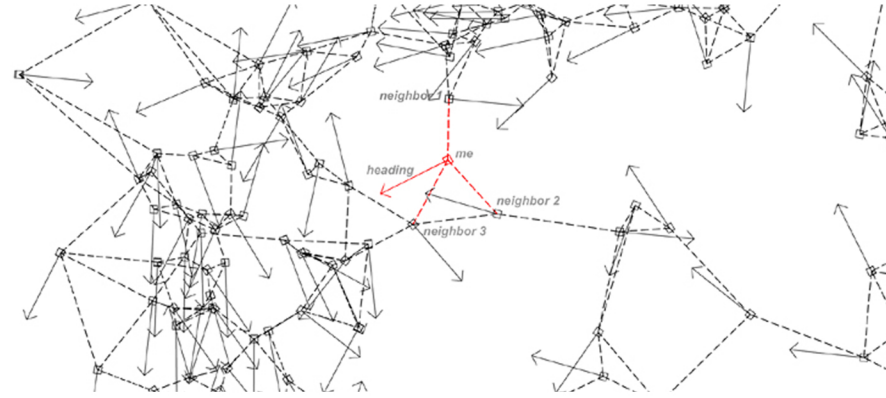
-η μελέτη της συμπεριφοράς των ζωντανών οργανισμών σε συνδυασμό με την επιστήμη των υπολογιστών, οδήγησαν στην κατανόηση της νοημοσύνης του σμήνους και στο σχεδιασμό και προσομοίωση μέσω υπολογιστή, τεχνητών συστημάτων

νοημοσύνη του σμήνους [swarm intelligence]

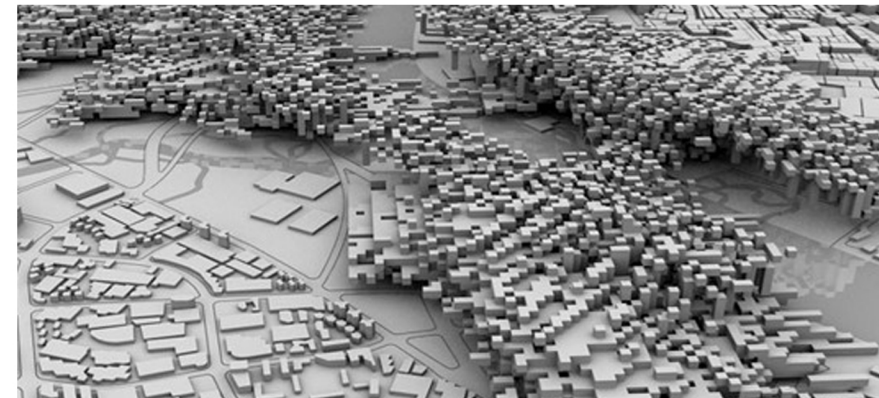
- συλλογική συμπεριφορά αυτοοργανωμένων συστημάτων
- ευφυής συμπεριφορά που προκύπτει απο εσωτερική αυτονομία σε συνδυασμό με κανόνες
- αλληλεπίδραση ατόμων και περιβάλλοντος μέσω απλών κανόνων συμπεριφοράς παράγει πολύπλοκα αλλά οργανωμένα συστήματα
- πεδίο εφαρμογής η πρόγνωση και επίλυση προβλημάτων μέσω αλγόριθμου

NIKOS A. SALINGAROS

"Organisms, computer programs, buildings, neighborhoods, and cities share the same general rules governing a complex hierarchical system."



**PABLO MIRANDA
CARANZA**
[swarm dynamics]

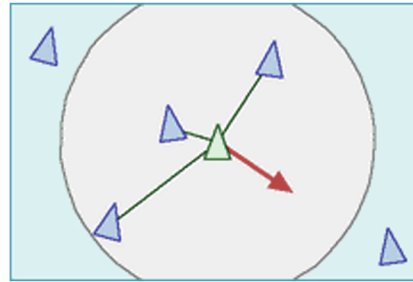


KOKKUGIA
[behavioural
urbanism]

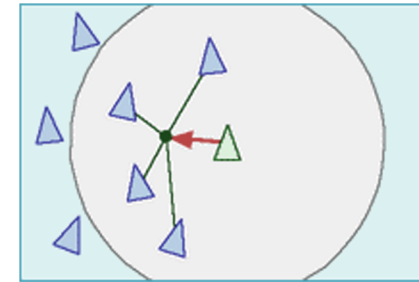
Flock Based Spatial Distribution | SWARM INTELLIGENCE

GRAIG REYNOLDS | BOIDS [bird-oid objects]

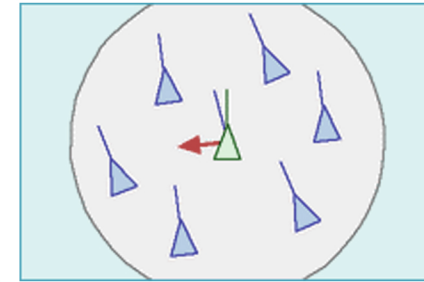
- πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης που προσομοιώνει συμπεριφορές σμήνους
- ορισμός γειτονιάς μέσα στην οποία εφαρμόζονται κανόνες αλληλεπίδρασης
- εφαρμογή δυνάμενων για εξασφάλιση διαχωρισμού, συνοχής, ευθυγράμμισης [separate, cohesse, alignment]
- προσομοίωση ζωής | συνδυασμός χαοτικής και οργανωμένης συμπεριφοράς



[separate]



[cohesse]



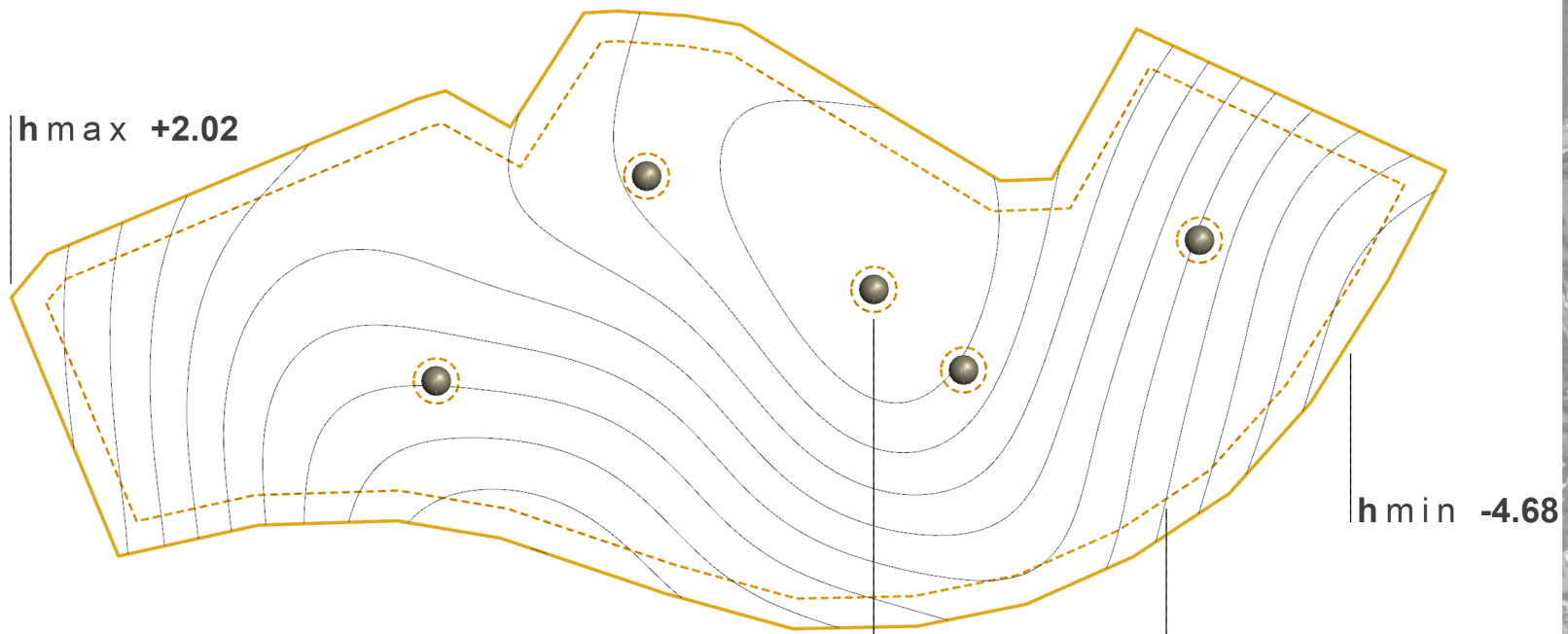
[alignment]

Flock Based Spatially Distributed Open-Source Customisable Plywood Structure

- χωρική οργάνωση και μέθοδος σχεδιασμού και κατασκευής μιας ομάδας χώρων εργασίας για φοιτητές στο περιβάλλον του Πολυτεχνείου Κρήτης.
- κώδικας χωρικής προσομοίωσης κανόνων και συμπεριφορών σμήνους,επί τη βάση του οποίου συγκροτείται ο «οικισμός», που παρά τη φαινομενική του τυχαιότητα ενσωματώνει συγκεκριμένους κανόνες χωρικής οργάνωσης.



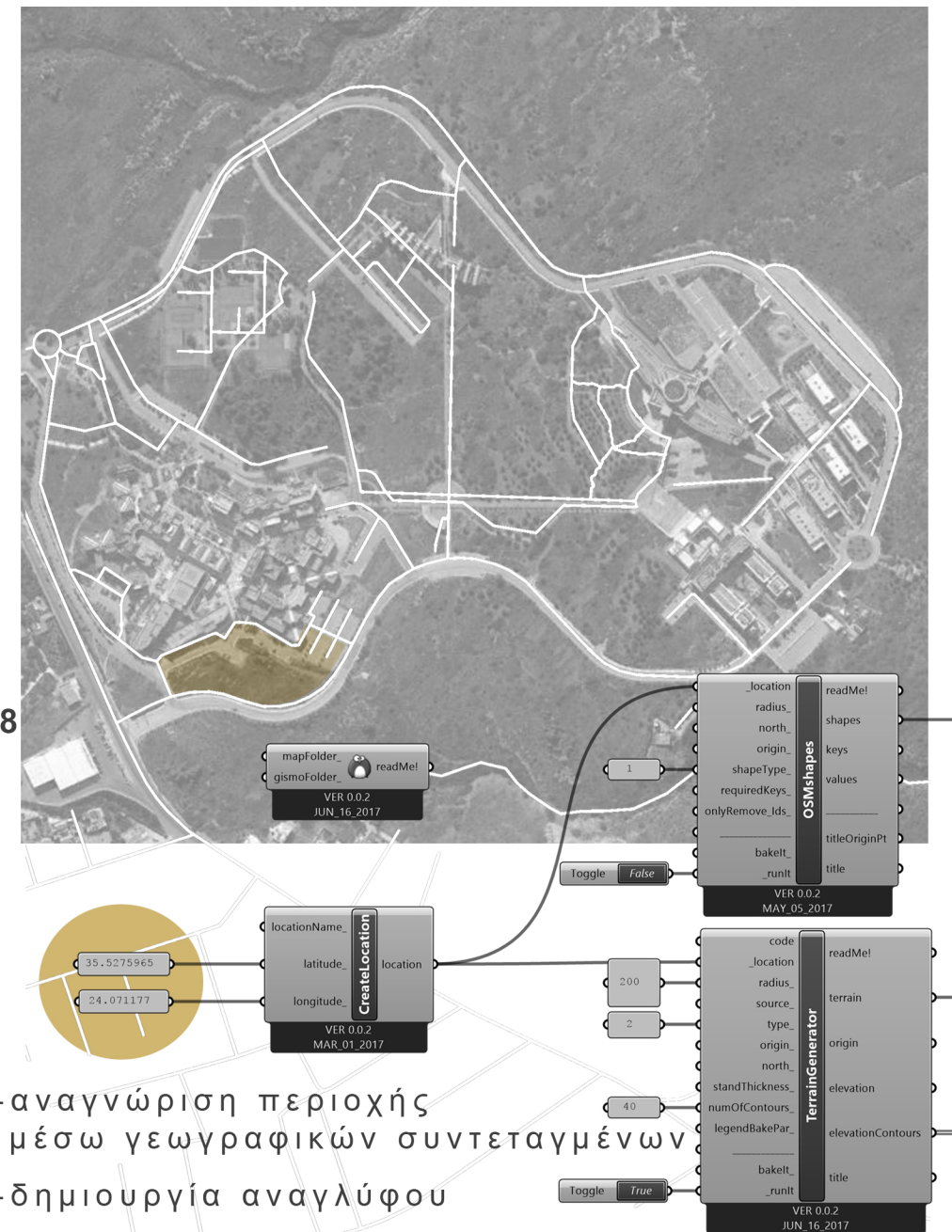
Flock Based Spatial Distribution | PLOT



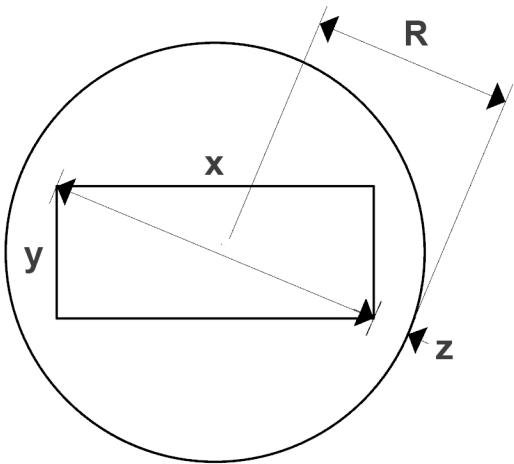
PLOT [flock environment]

- καθορισμός ορίων μέσα στα οποία κινείται το σμήνος
- χωροθέτηση εμποδίων [δέντρα]
- παραμετροποίηση αποστάσεων από όρια και εμπόδια

tree border | side border



Flock Based Spatial Distribution | BOIDS



BODY SIZE [σφαίρα επιρροής του BOID]

-καθορίζεται απο τις διαστάσεις του BOID και απο την απόσταση ασφάλειας

$$R = \sqrt{x^2 + y^2} / 2 + z$$

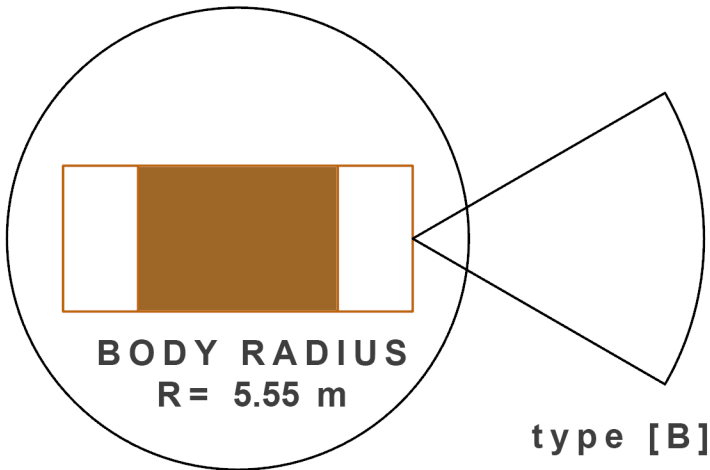
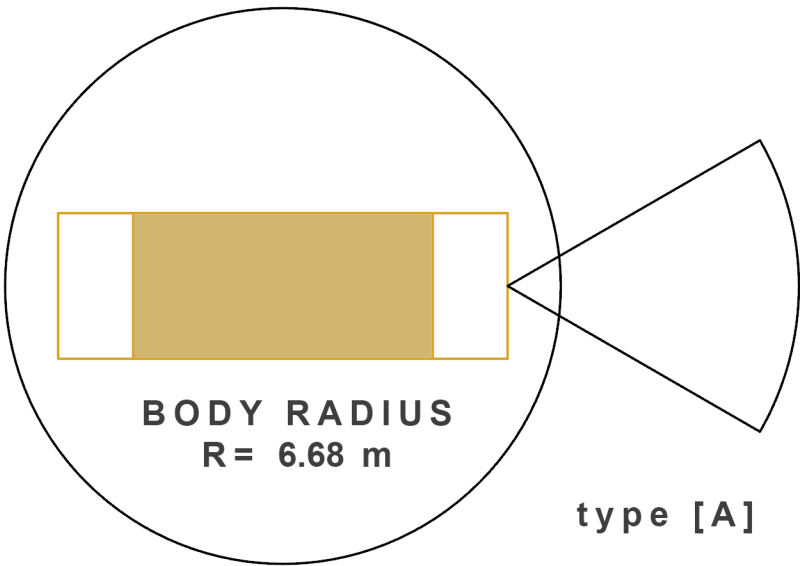
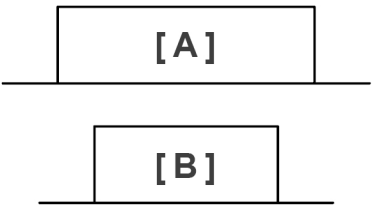
VISION RADIUS [ακτίνα όρασης του BOID]

- ορίζει τη γειτονιά του κάθε BOID, όποιος βρίσκεται μέσα στην ακτίνα είναι γείτονας, αλληλεπίδραση
- παραμετροποιείται βάσει του BODY SIZE

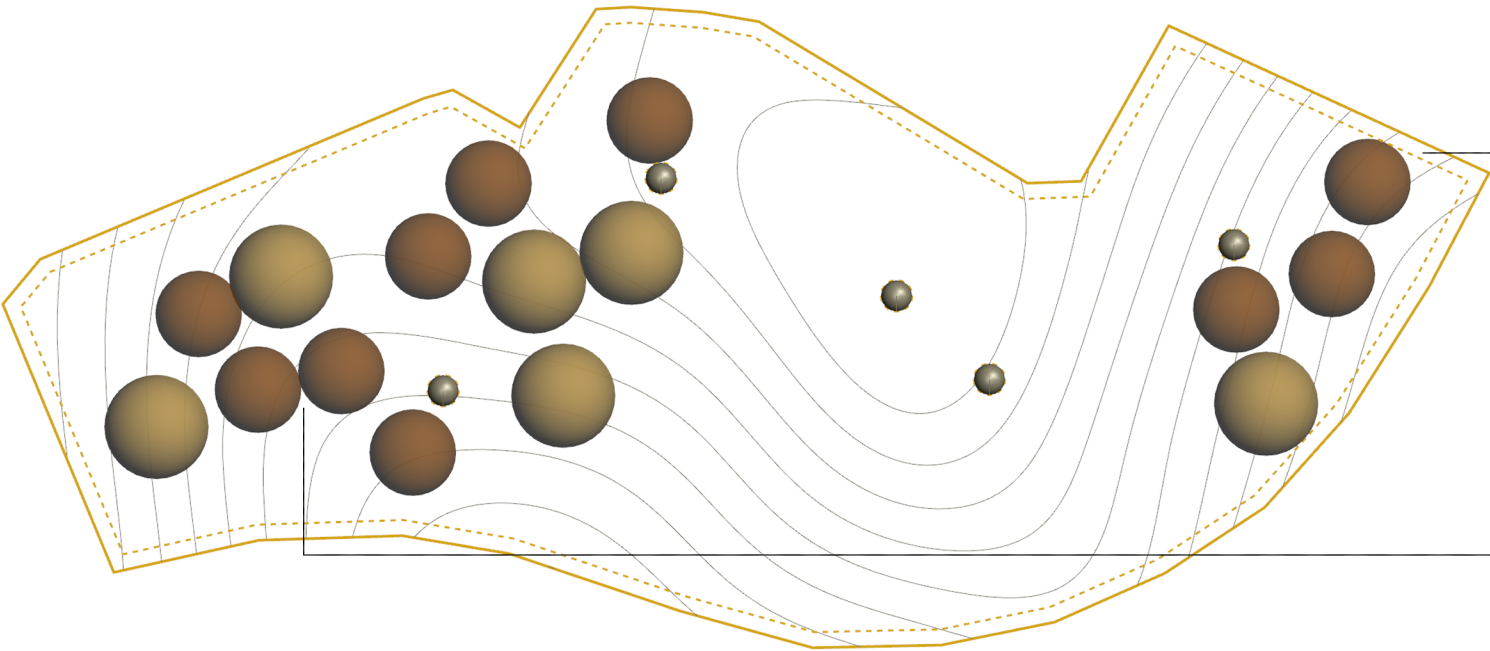
$$\text{VISION RADIUS} = 4 \times R$$

2 τύποι BOID [2 σμήνη | ίδιο περιβάλλον]

- εσωτερικοί κανόνες συμπεριφοράς κάθε σμήνους
- κανόνες αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα 2 σμήνη



Flock Based Spatial Distribution | BOIDS



BOUNCE CONTAIN

επαφή με τα όρια περιβάλλοντος | απώθηση και αλλαγή πορείας

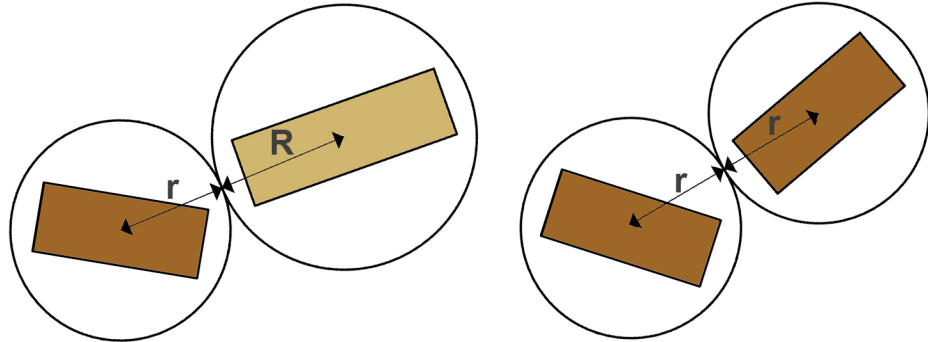
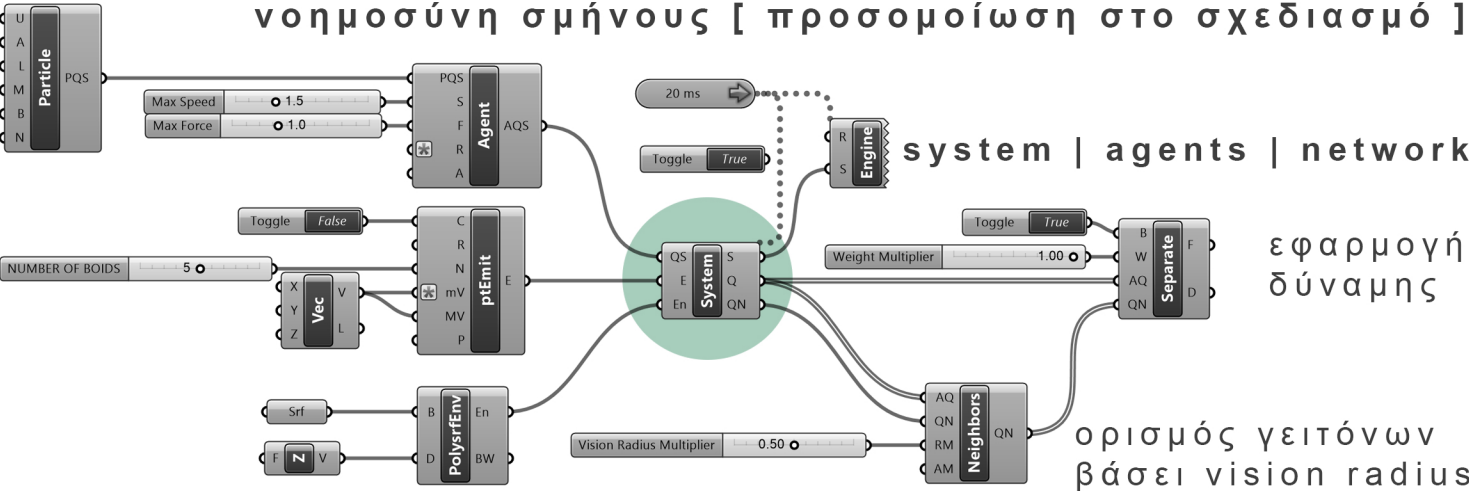
AVOID COLLISION

αλλαγή πορείας για αποφυγή σύγκρουσης ανάμεσα σε BOIDS της ίδιας γειτονιάς

SEPARATE

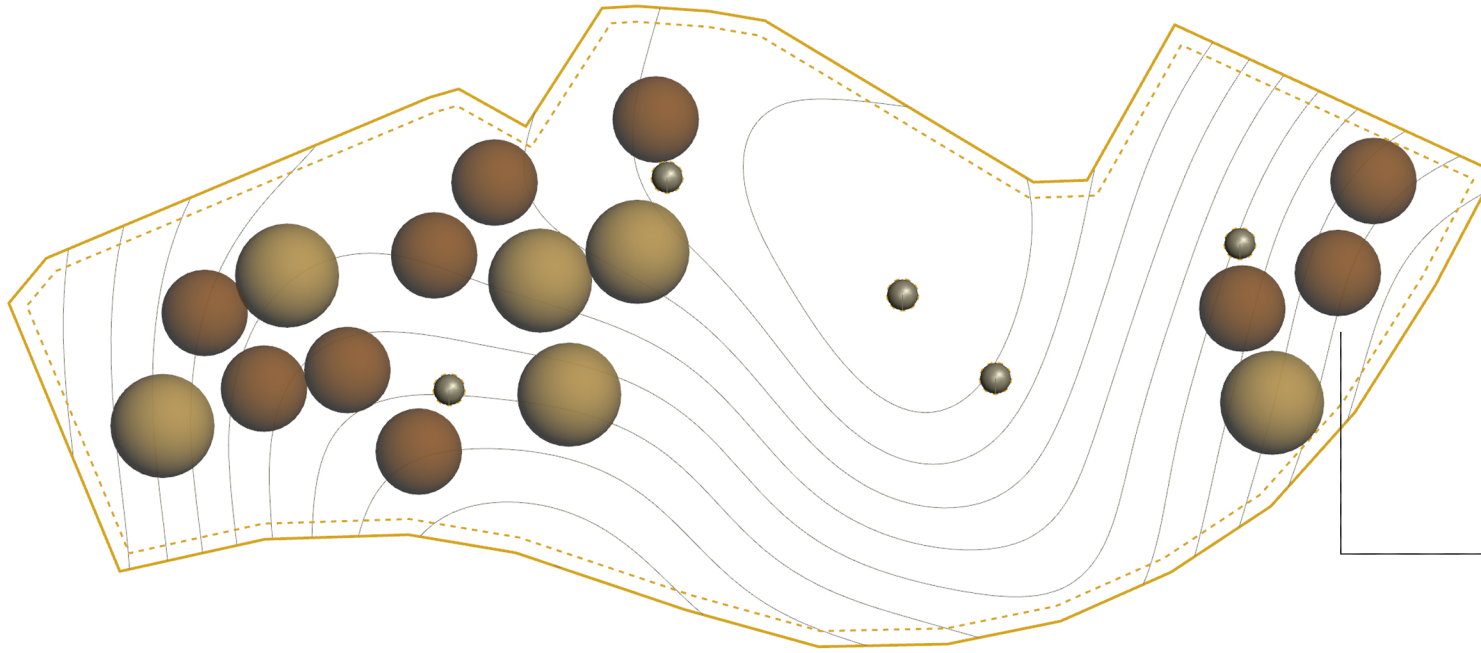
επαφή μεταξύ BOIDS | απώθηση και αλλαγή πορείας. η δύναμη SEPARATE επιλέγεται να υπερισχύει, όταν ασκείται οι υπόλοιπες δυνάμεις απενεργοποιούνται

νοημοσύνη σμήνους [προσομοίωση στο σχεδιασμό]



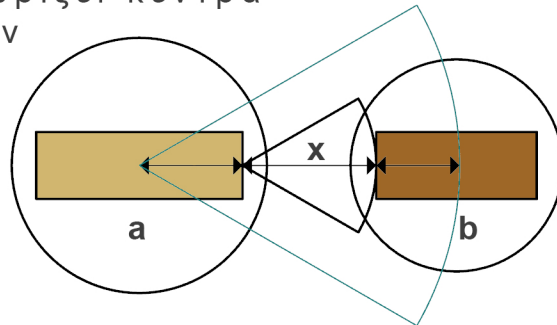
vision radius: $r+R$ to separate

Flock Based Spatial Distribution | BOIDS



VIEW

αλλαγή διεύθυνσης όταν στο οπτικό πεδίο παρεμβάλλεται γείτονας ορίζεται από γωνία θέασης και απόσταση. αναγνωρίζει κέντρα και όχι περιγράμματα γειτόνων



vision radius: $x + a/2 + b/2$
for view force

ALIGN

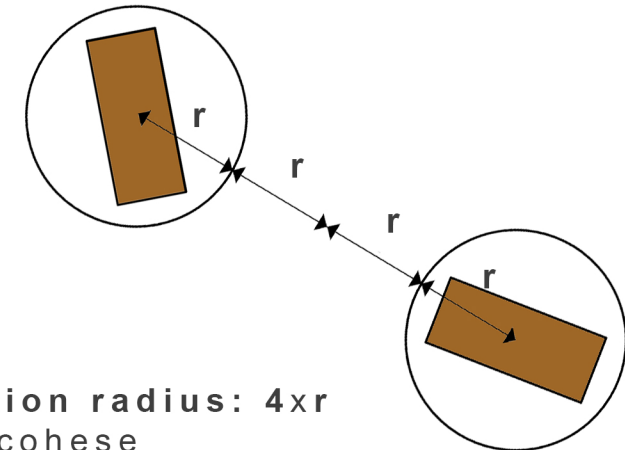
αλλαγή διεύθυνσης κίνησης σε σχέση με τη διεύθυνση των γειτόνων. weight multiplier ανάλογα την επιθυμητή αυτονομία

WANDER

αίσθηση περιπλάνησης και όχι τυχαίότητα στην κίνηση, βασισμένη στην καταγραφή προηγούμενων θέσεων των BOIDS

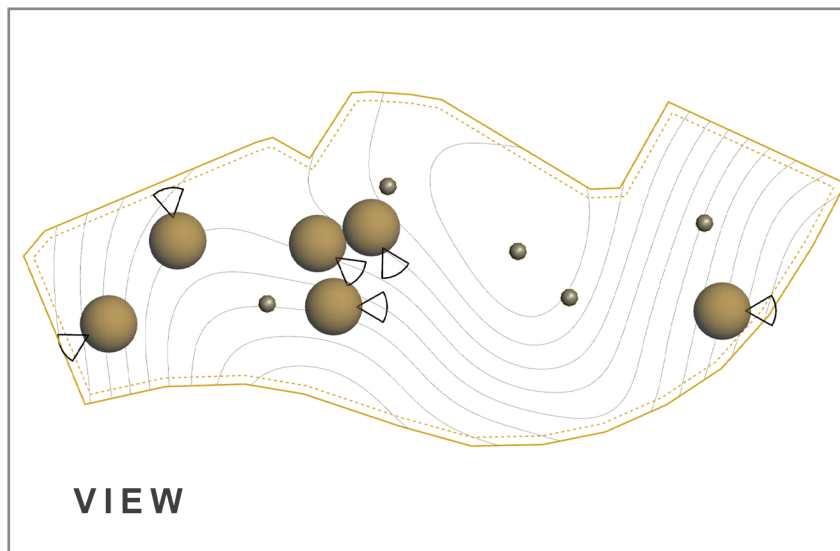
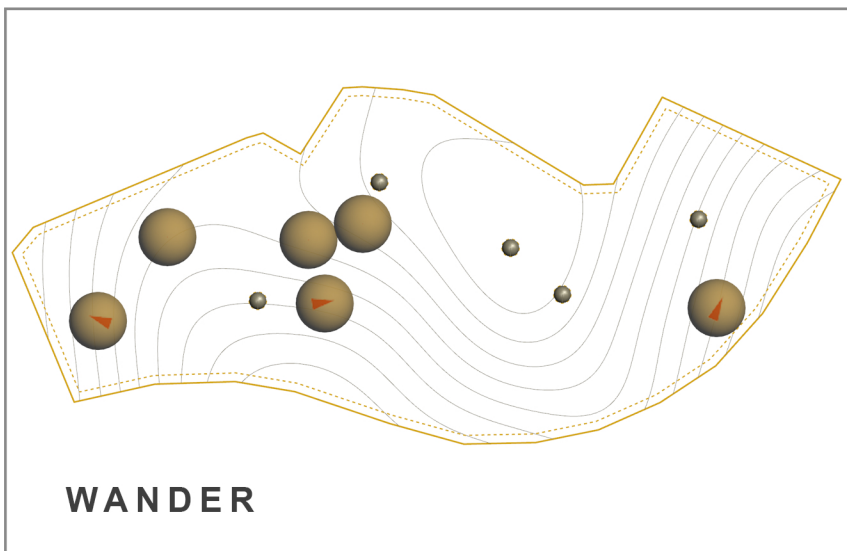
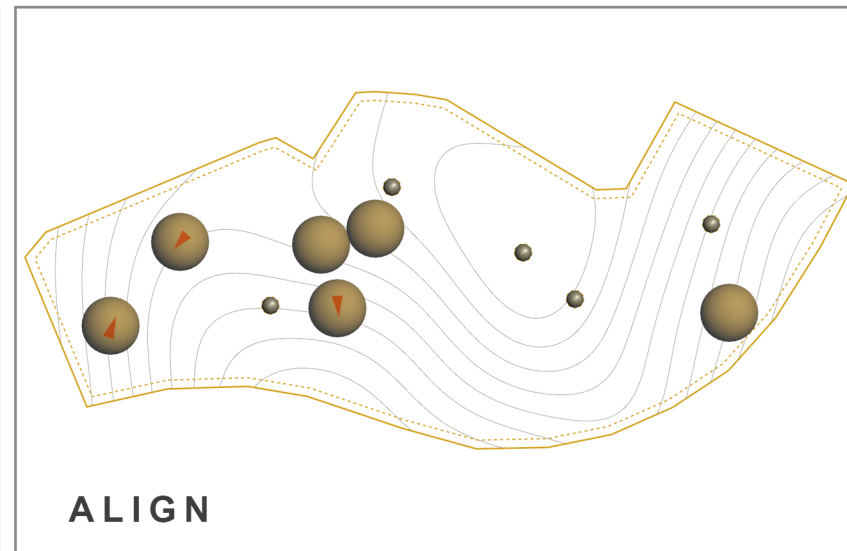
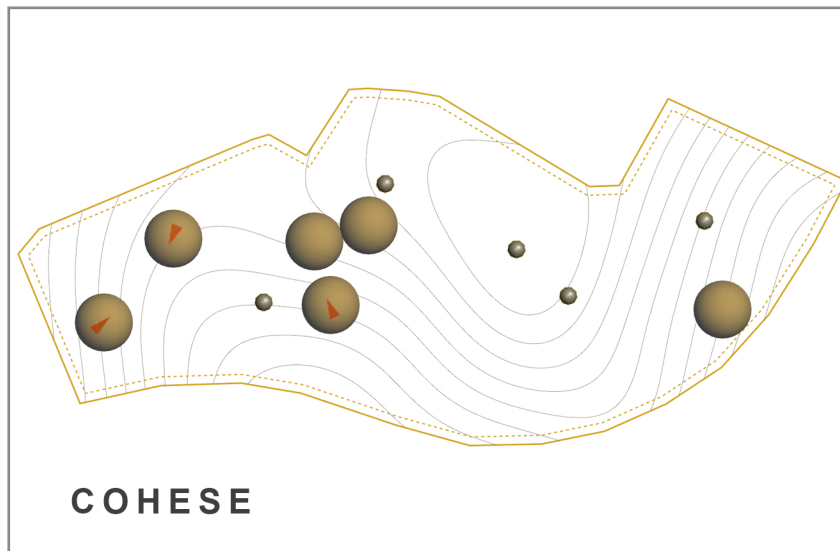
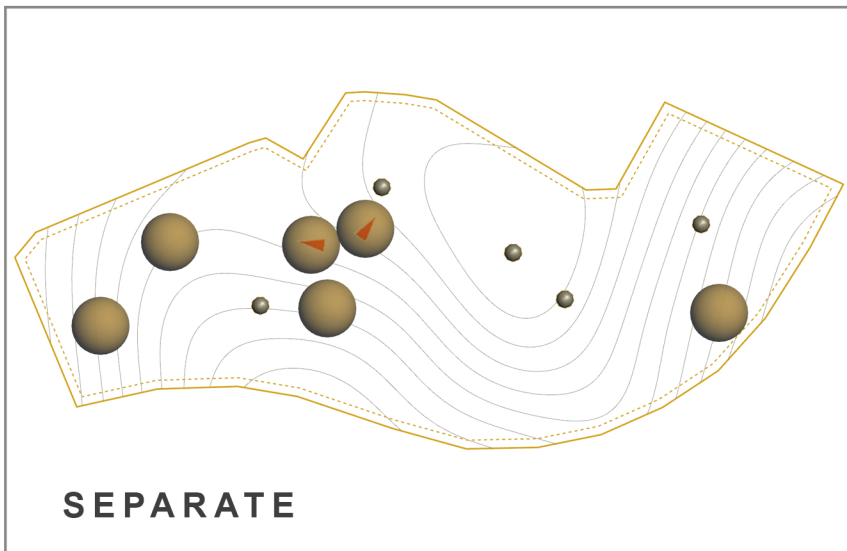
COHESE

εξασφάλιση συνοχής σμήνους. ορίζεται από vision radius και weight multiplier για ανάλογη συνοχή ή αυτονομία



vision radius: $4xr$
to cohesive

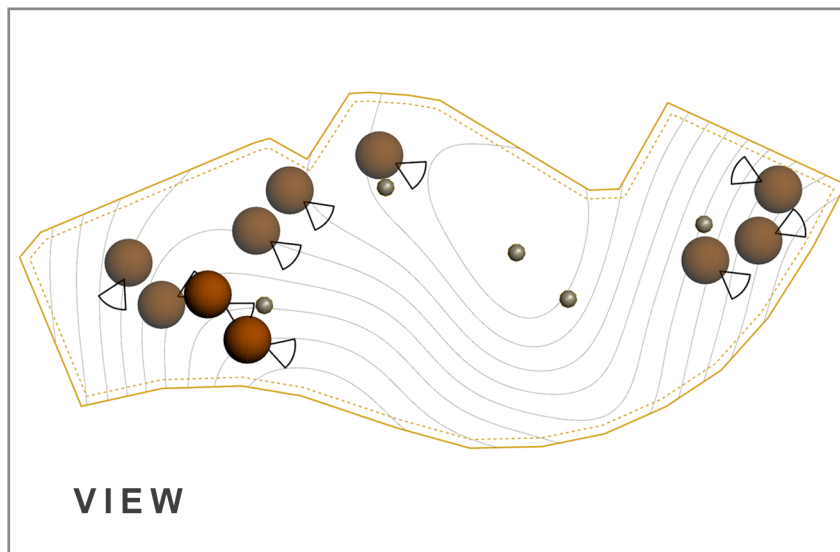
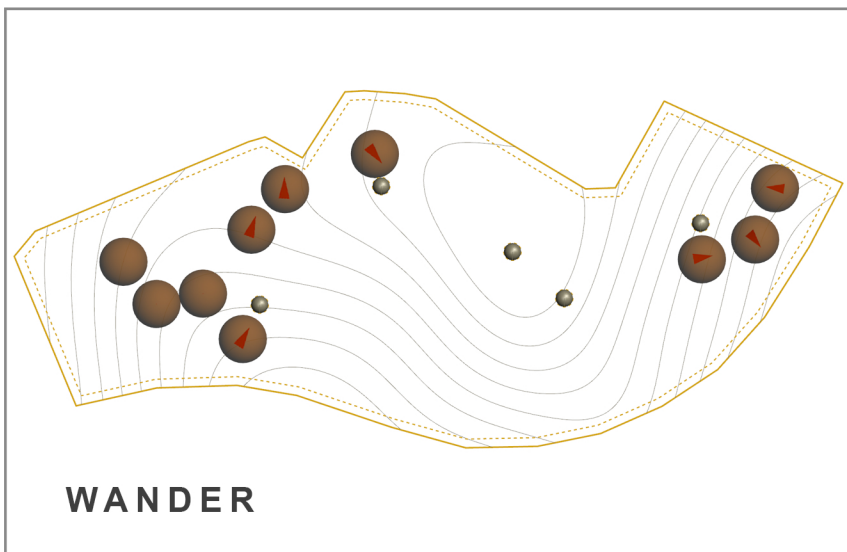
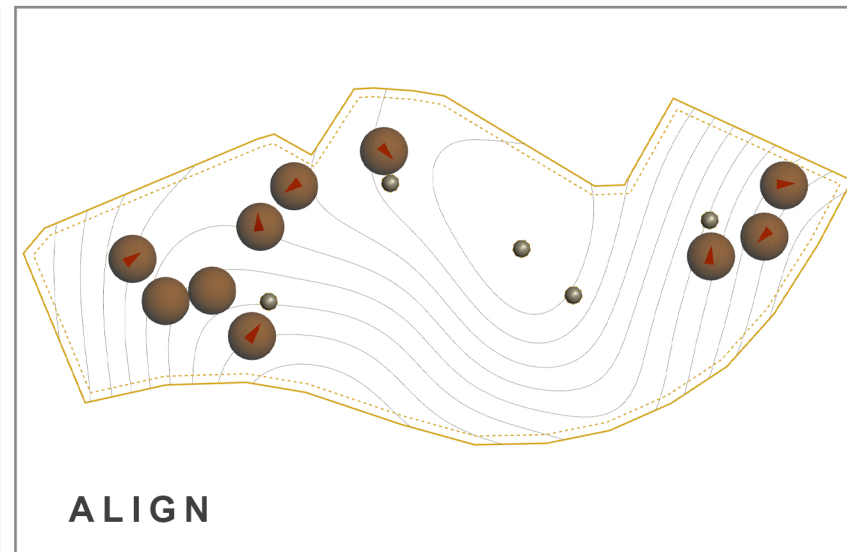
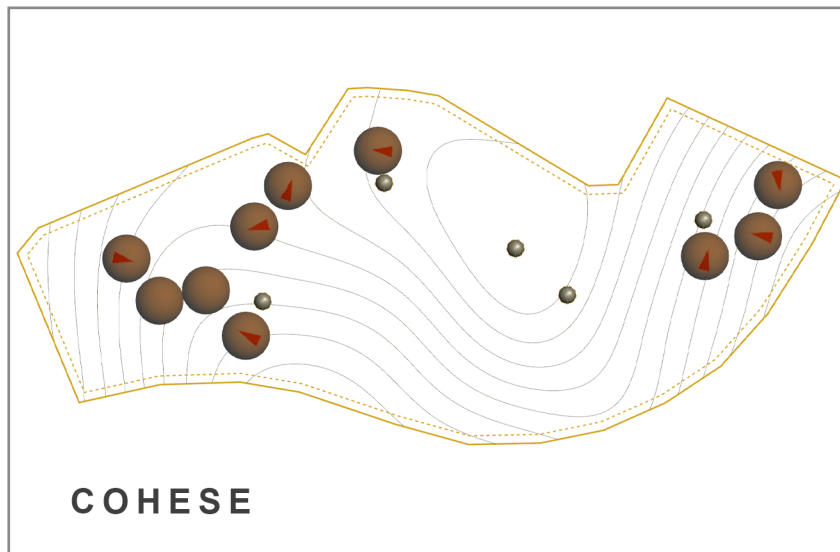
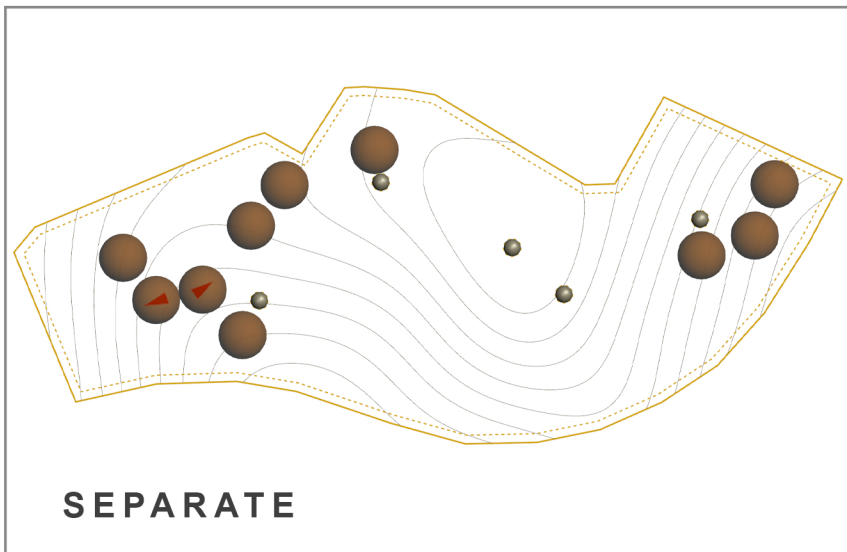
Flock Based Spatial Distribution | FLOCK [A]



- δύναμη SEPARATE υπερισχύει, οι υπόλοιπες απενεργοποιούνται
- όταν δεν αναγνωρίζεται ως γείτονας εντός VISION RADIUS ασκείται μόνο δύναμη WANDER
- η δύναμη WANDER απενεργοποιείται σε περίπτωση SEPARATE με BOID του άλλου σμήνους

INFO BOX

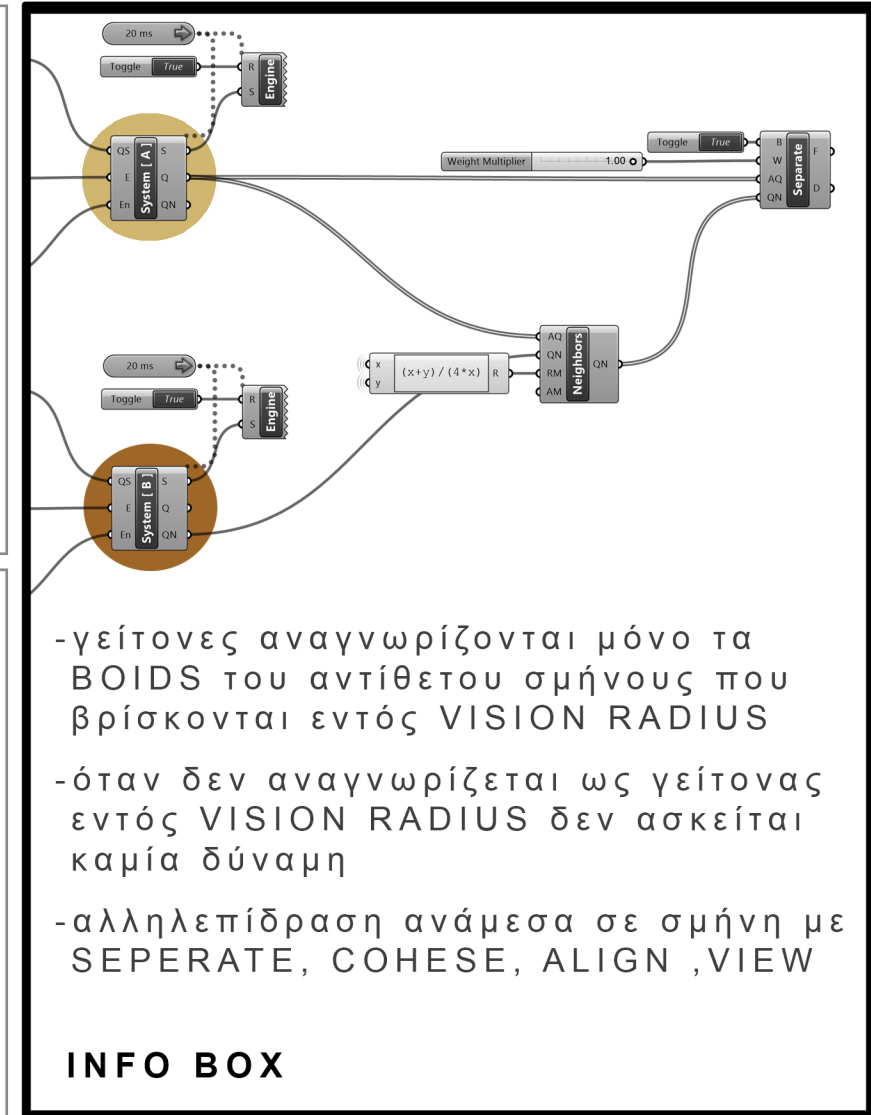
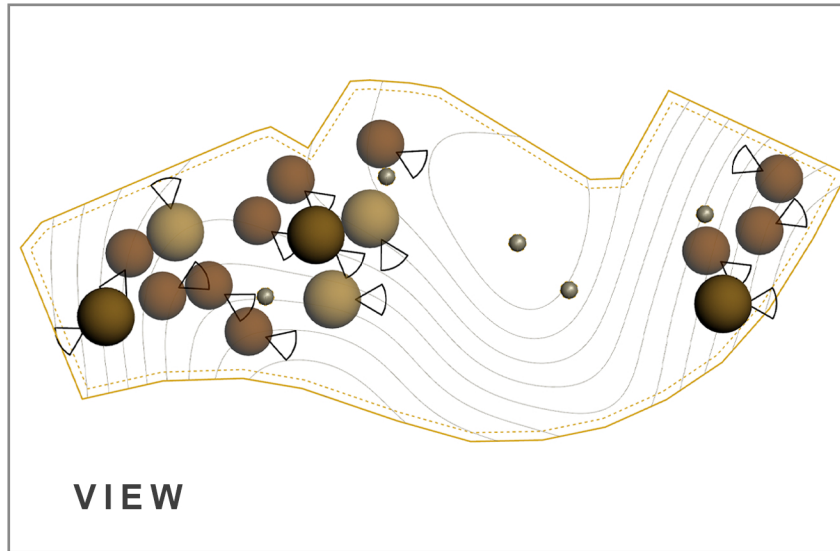
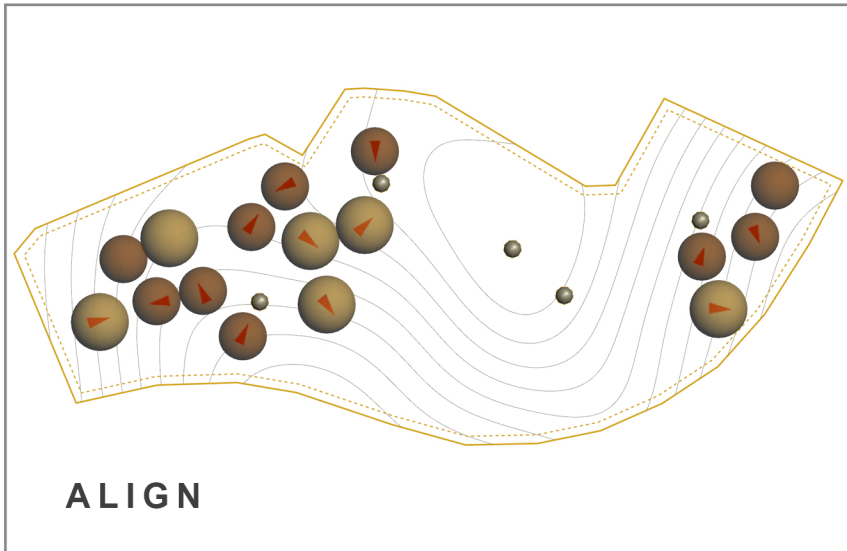
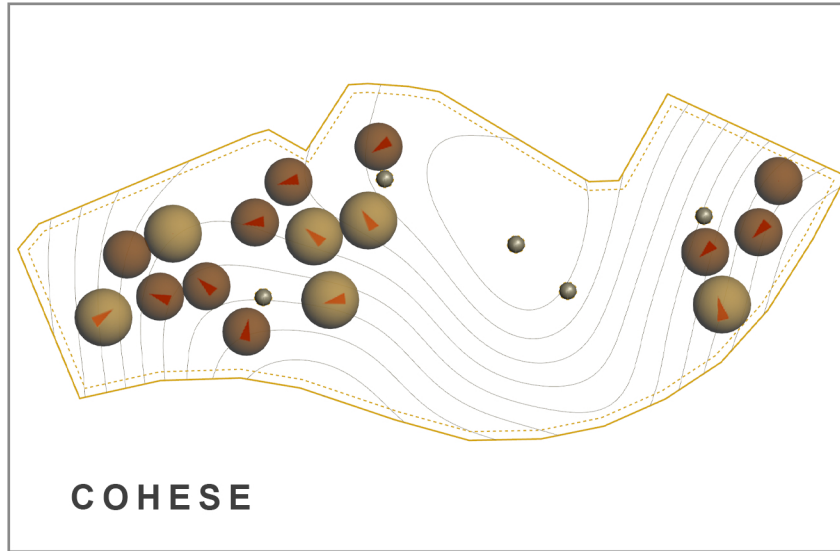
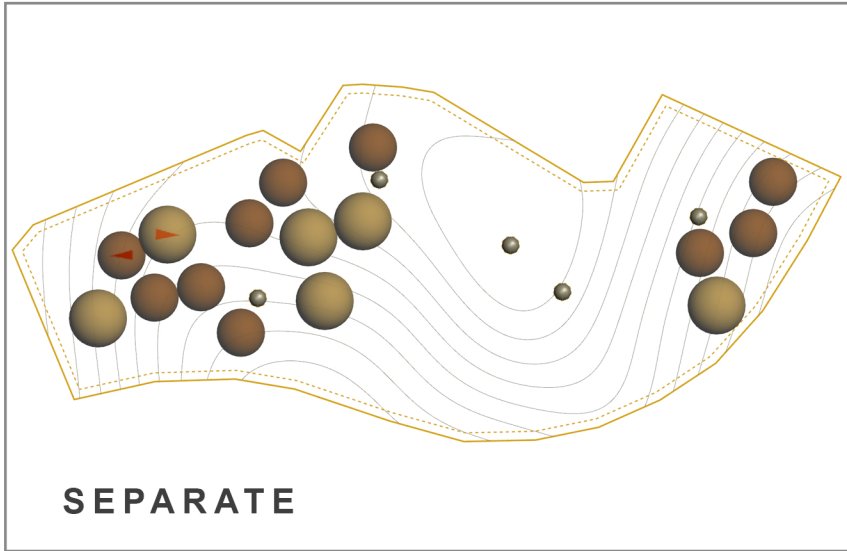
Flock Based Spatial Distribution | FLOCK [B]



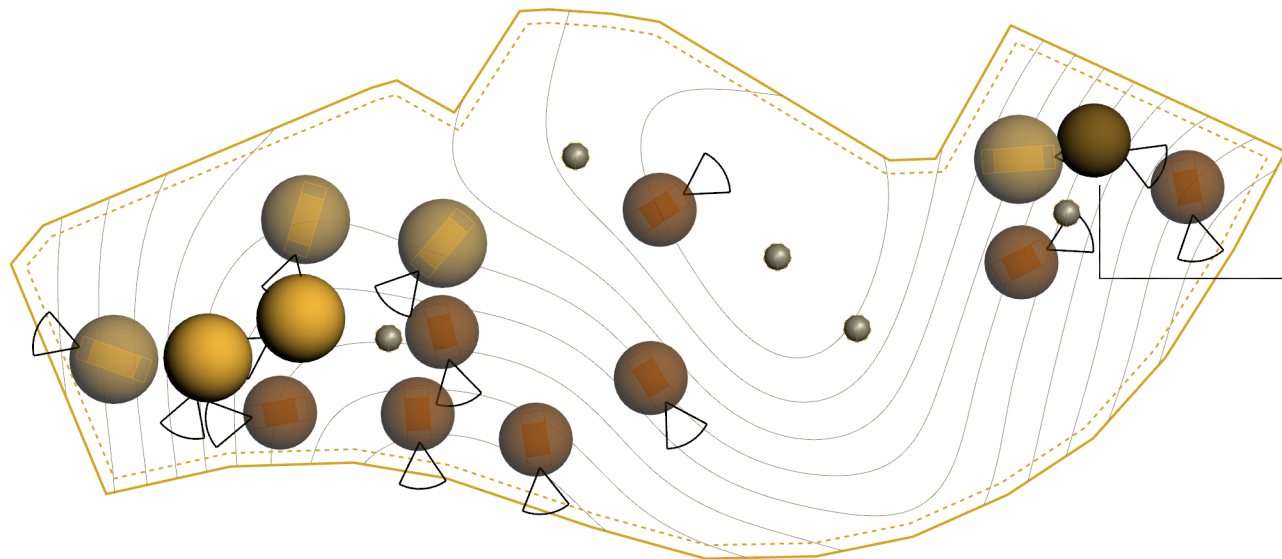
- δύναμη SEPARATE υπερισχύει, οι υπόλοιπες απενεργοποιούνται
- όταν δεν αναγνωρίζεται ως γείτονας εντός VISION RADIUS ασκείται μόνο δύναμη WANDER
- η δύναμη WANDER απενεργοποιείται σε περίπτωση SEPARATE με BOID του άλλου σμήνους

INFO BOX

Flock Based Spatial Distribution | FLOCK [A]+[B]

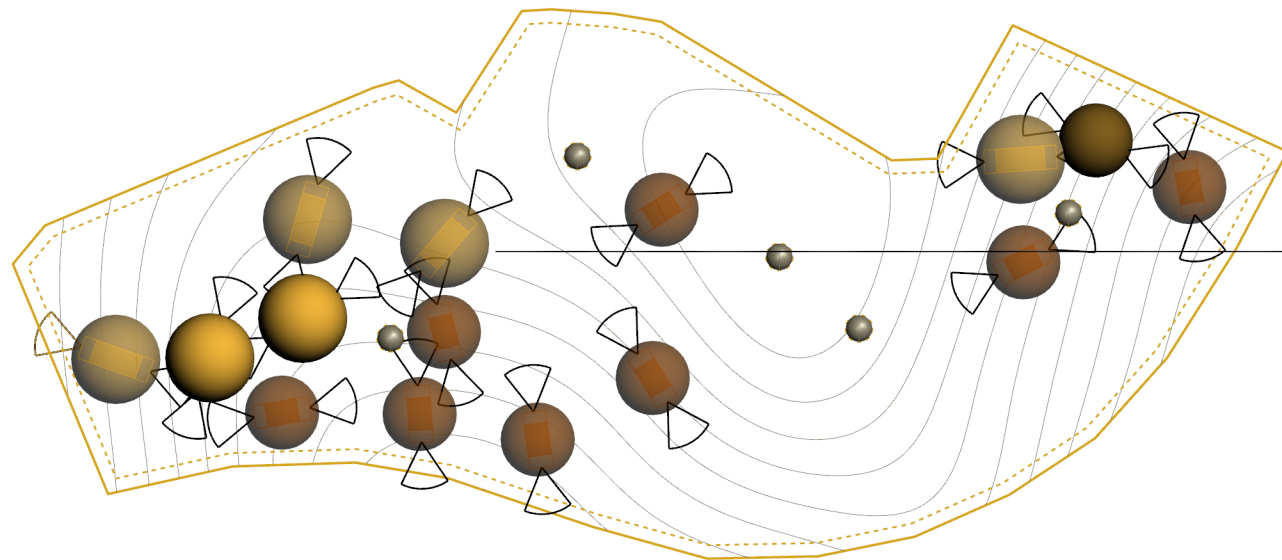
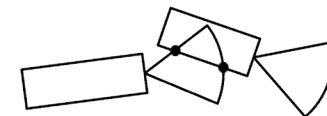


Flock Based Spatial Distribution | VIEW OPTIMIZATION



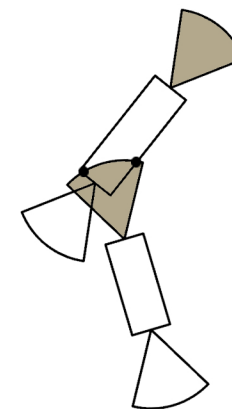
SINGLE VIEW [define obstacles]

εμπόδιο αναγνωρίζεται κάθε γείτονας που παρεμβάλλεται στο οπτικό πεδίο του BOID

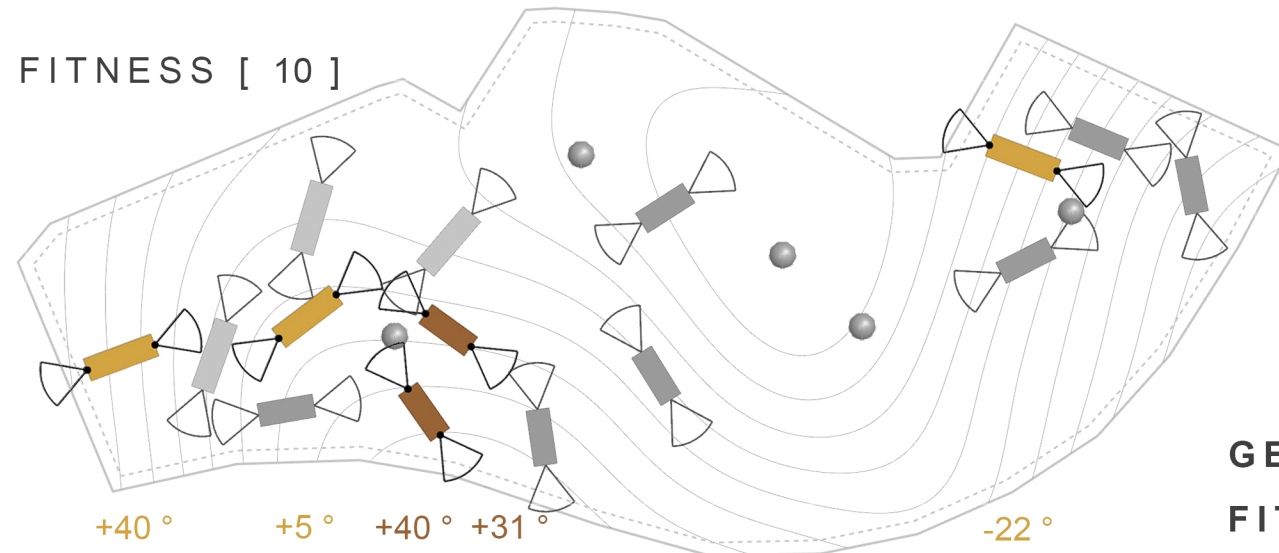
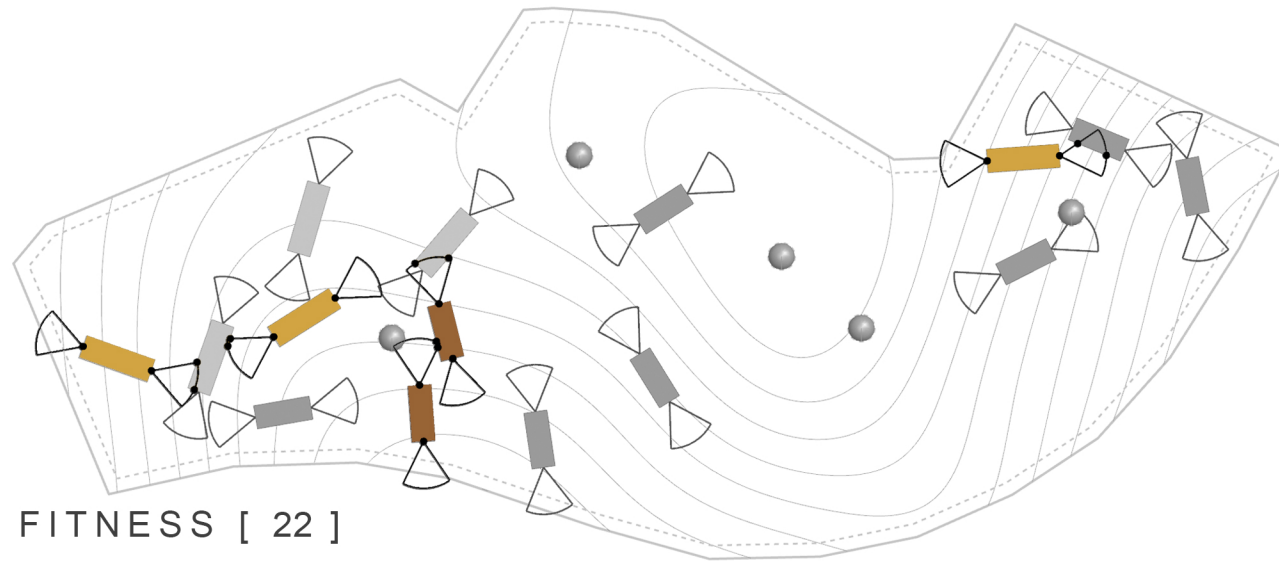


DOUBLE VIEW [define obstacles]

επιλογή διπλής ανεμπόδιστης θέασης. προκύπτουν εμπόδια που δεν μπορούν να αναγνωριστούν βάσει των κανόνων του σμήνους.

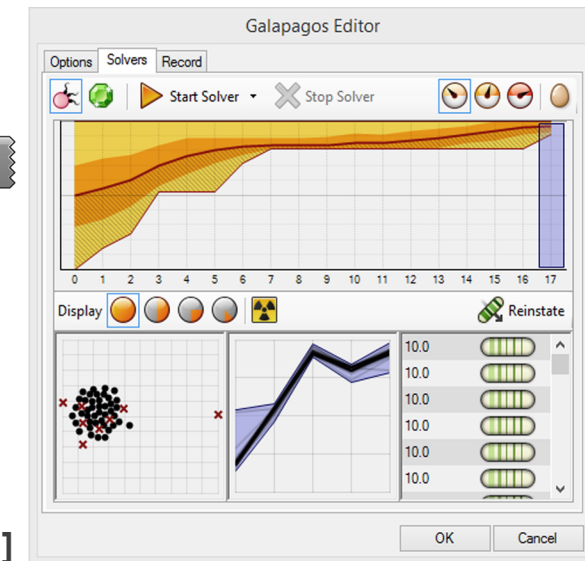
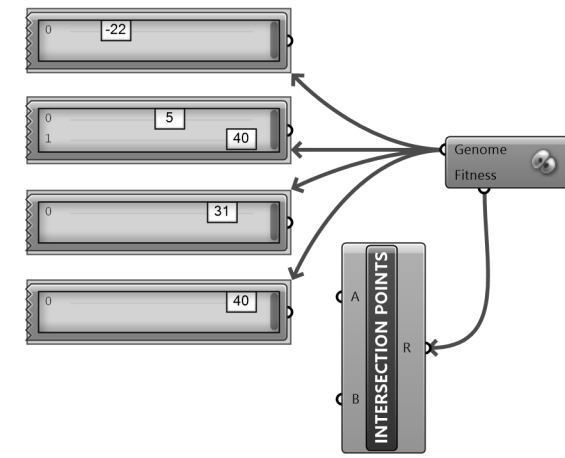


Flock Based Spatial Distribution | VIEW OPTIMIZATION

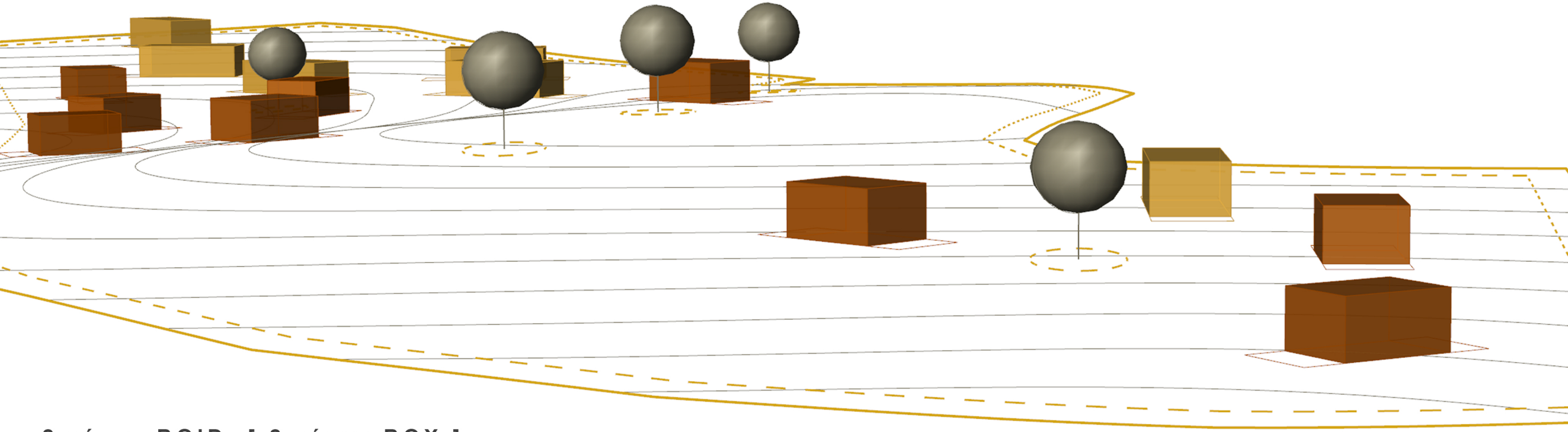


EVOLUTIONARY ALGORITHM [problem solving]

- επίλυση προβλημάτων βασισμένη στις αρχές της εξελικτικής διαδικασίας
- σε συνεργασία με τη νοημοσύνη του χρήστη, ορίζεται το πρόβλημα και ο αλγόριθμος ψαχνει για τη βέλτιστη λύση χωρίς να είναι ίδια κάθε φορά
- στόχος είναι κανένα BOID να μην εμποδίζει τη θέα του άλλου | μείωση των σημείων τομής BOIDS με VIEWS

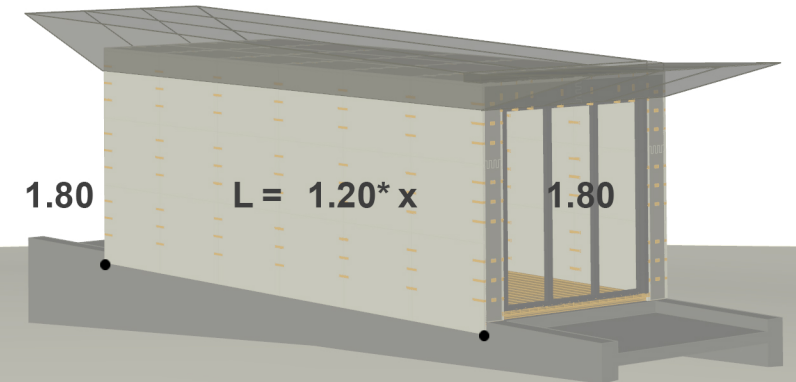
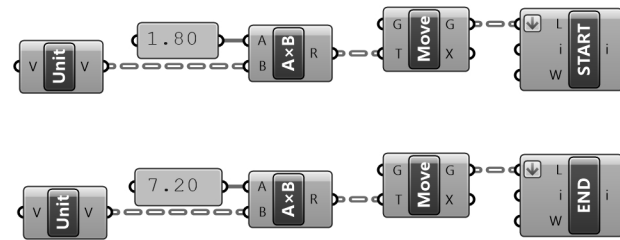


Open-Source Customisable Plywood Structure | INTRO



2 τύποι BOID [2 τύποι BOX]

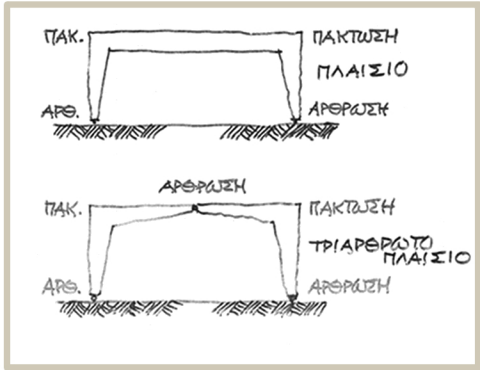
- παραμετροποίηση διαστάσεων με βάση τις διαστάσεις του κόντρα πλακέ θαλάσσης (2.50 μ. * 1.25 μ.)
- μήκος BOX πολλαπλάσιο του 1.20 μ.
- μήκος υπαίθριου χώρου 1.80 μ.
- συνολικό πλάτος σταθερό



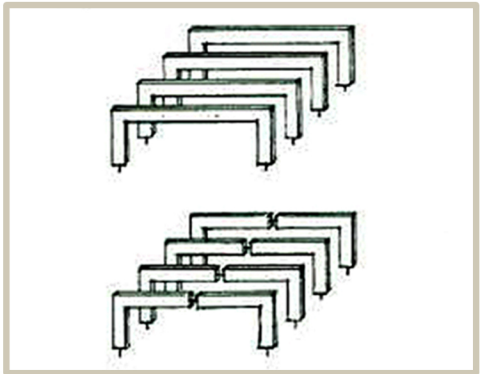
Open-Source Customisable Plywood Structure | FRAME

PLYWOOD [strength + rigidity]

- αντίσταση σε παραμόρφωση και αστοχία
- ομοιογένεια υλικού, 2 διευθύνσεις ξύλου προσφέρουν σταθερότητα, κατανομή των δυνάμεων , αντίσταση στη διάτμηση
- η επίδοση της κατασκευής εξαρτάται από την αποδοτικότητα των συνδέσμων



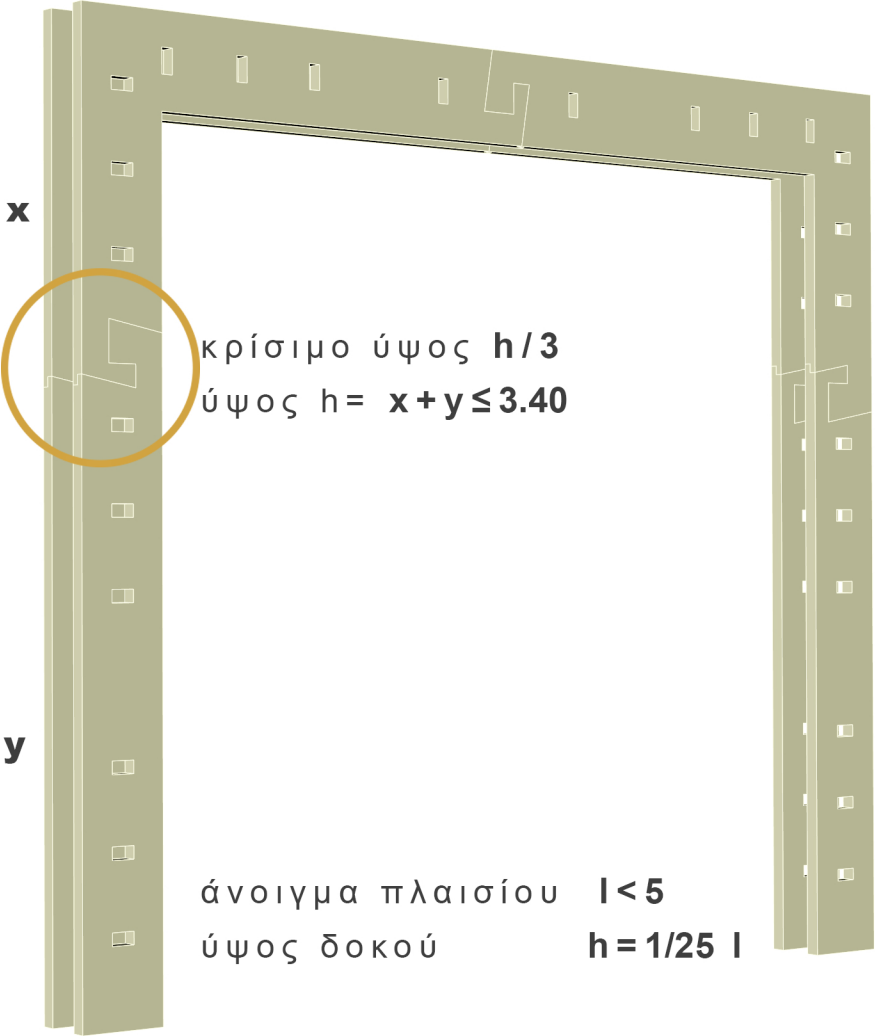
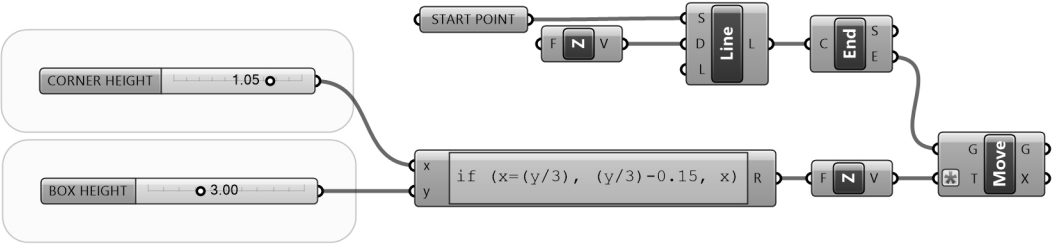
πλαίσιο ενός ανοίγματος



section active system

DOUBLE FRAME [joined]

- κατασκευή διπλού τριαρθρωτού πλαισίου από κόντρα πλακέ
- παραμετροποίηση με βάση τις μέγιστες διαστάσεις του 2.50*1.25
- μέγιστο ύψος γωνίας δοκού 1.25
- κρίσιμο ύψος υποστηλώματος $h/3$, αποφυγή σφάλματος με if / else statement



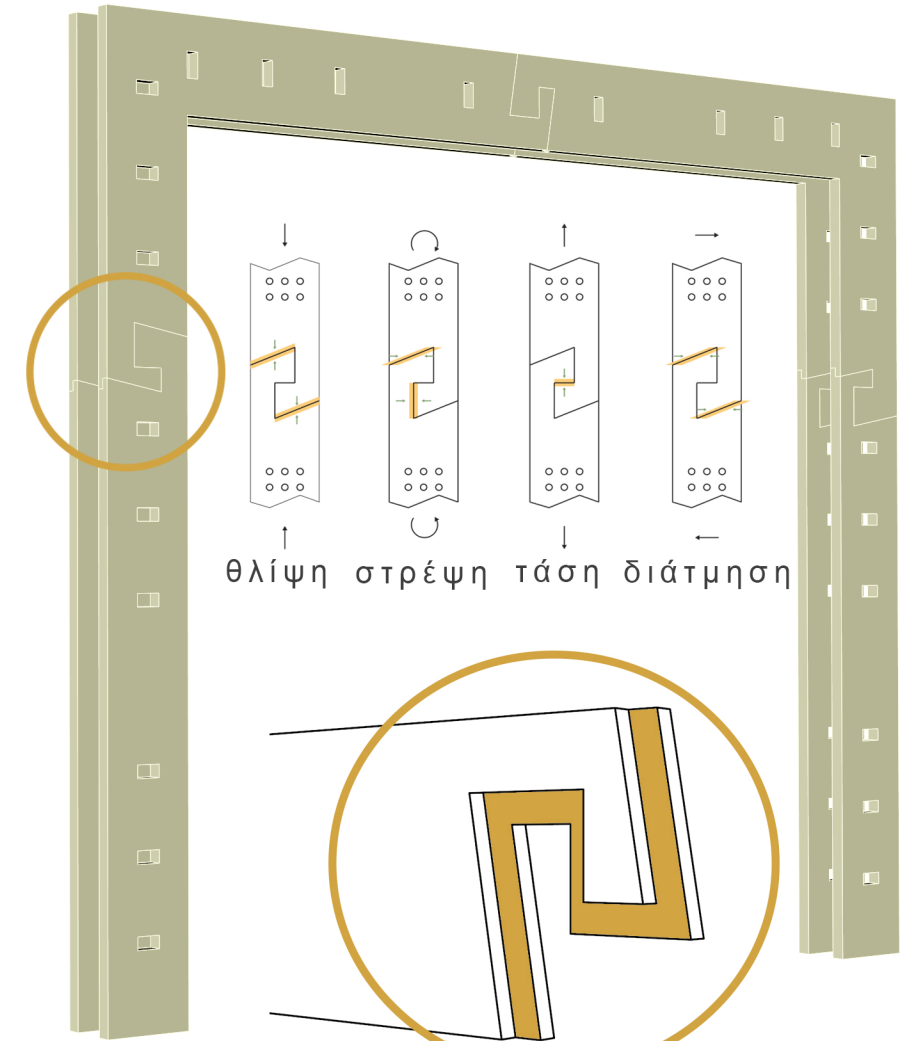
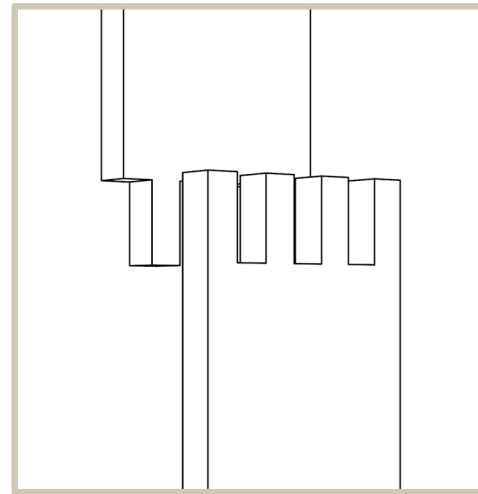
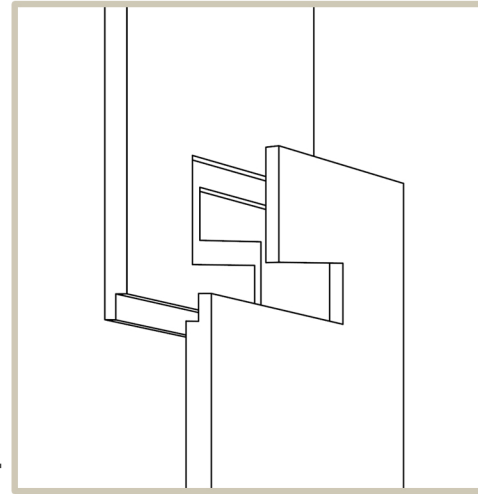
άνοιγμα πλαισίου $I < 5$
ύψος δοκού $h = 1/25 I$

Open-Source Customisable Plywood Structure | FRAME JOINTS

JOINTS [conveyance of forces]

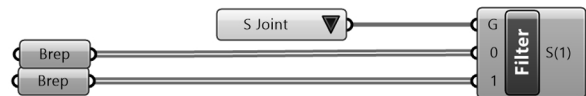
- αλληλεπίδραση συνδέσμων μέσα στο σύστημα με τη μεταφορά δυνάμεων μέσω των επιφανειών συμπίεσης
- περιορισμένη επιφάνεια συμπίεσης συγκεντρώνει μεγάλο ποσοστό δυνάμεων άρα πιθανότητα αστοχίας
- μεγαλύτερη επιφάνεια στις συναρμογές εξασφαλίζει καλύτερη ροή δυνάμεων
- κρίσιμο σημείο στο τριαρθρωτό πλαίσιο η γωνία, αποφεύγονται οι σύνδεσμοι

S JOINT



[joint overlap]

[joint selection]



FINGERJOINT

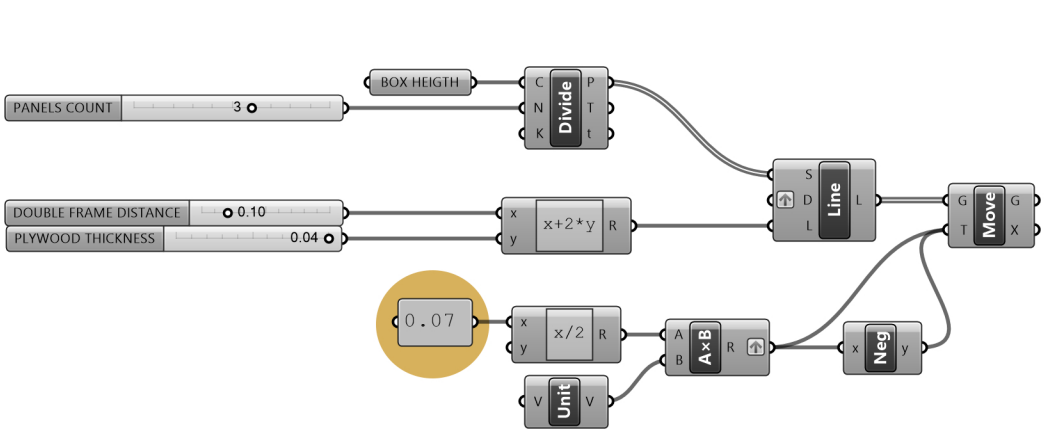
S JOINT OVERLAP 0.03

S JOINT WIDTH 0.07

FINGERJOINT LENGTH 0.10

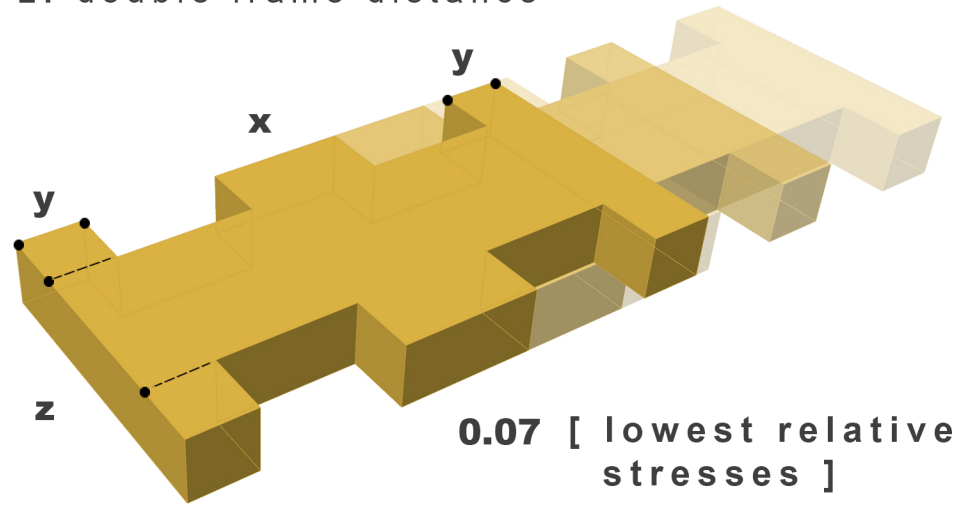
FINGERJOINT COUNT 7

Open-Source Customisable Plywood Structure | FRAME JOINTS

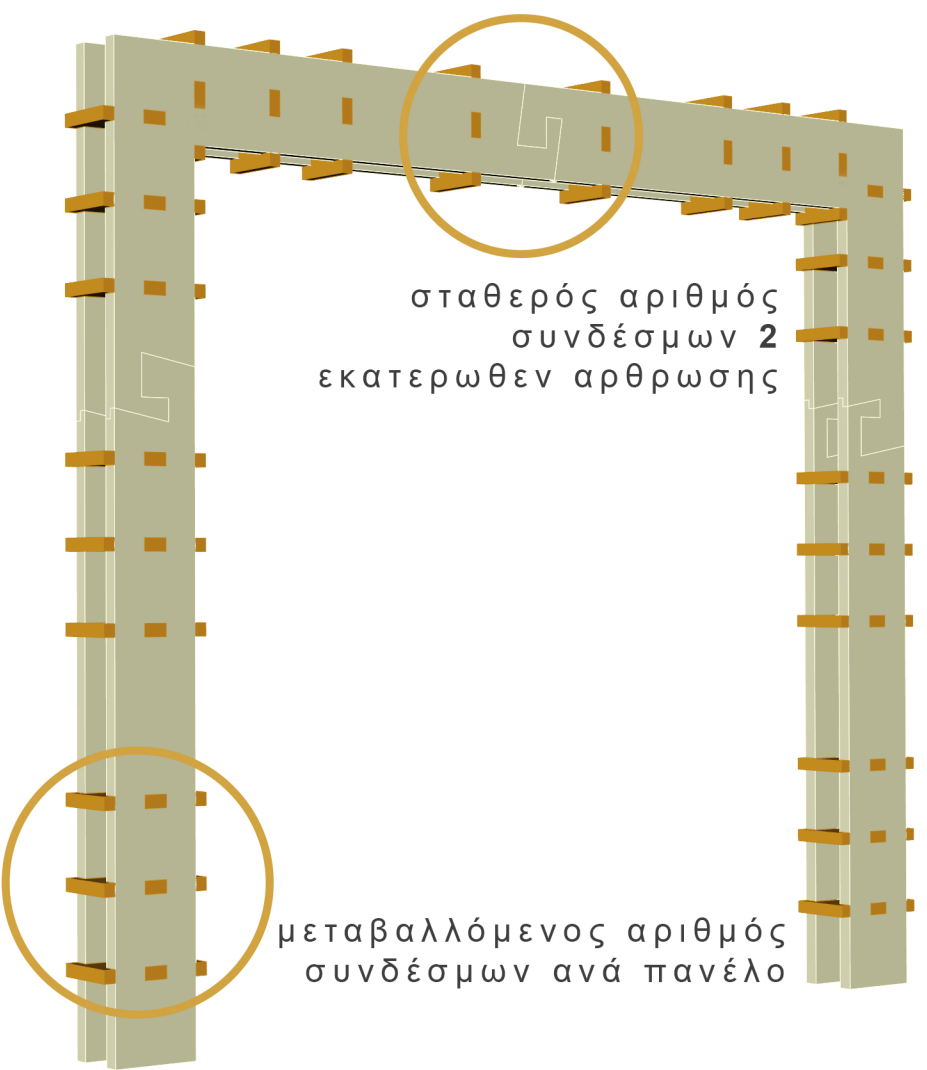
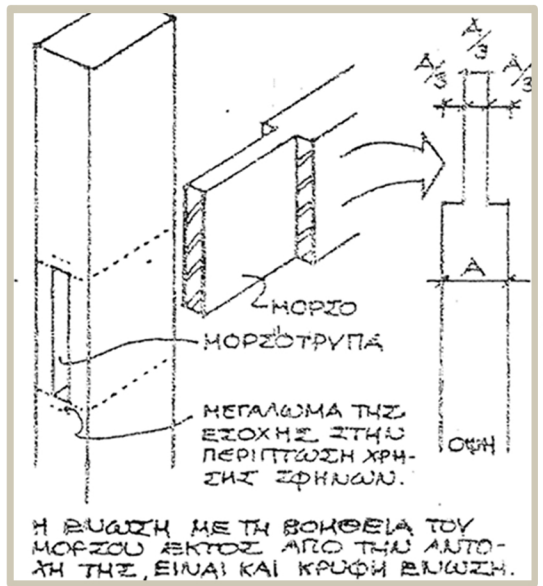
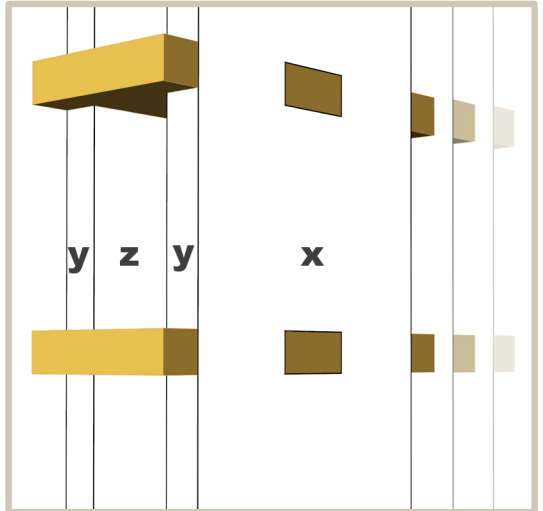


[joint length] $x + 2*y$
[joint width] $z + 2*y$

x: frame width y:plywood thickness
z: double frame distance

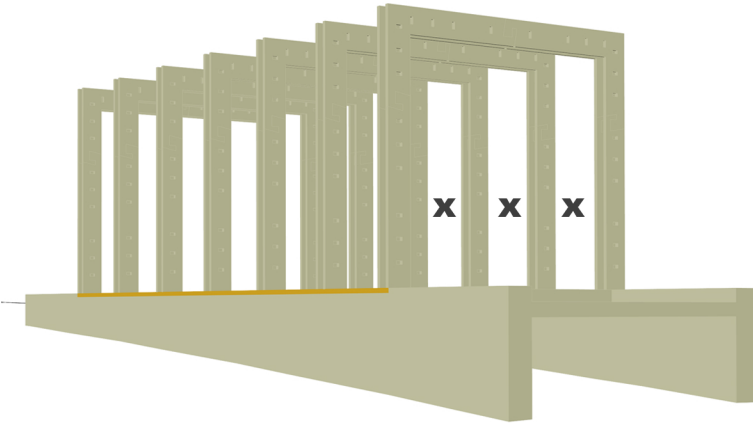


0.07 [lowest relative stresses]

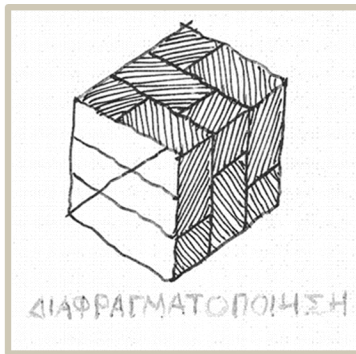
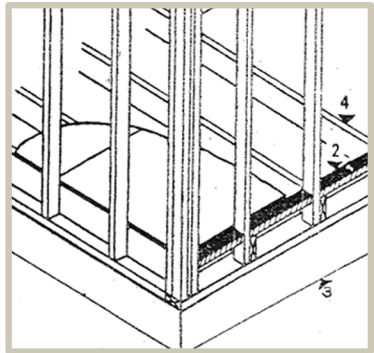


Open-Source Customisable Plywood Structure | PANELS

TIMBER FRAME CONSTRUCTION [platform system | balloon frame]

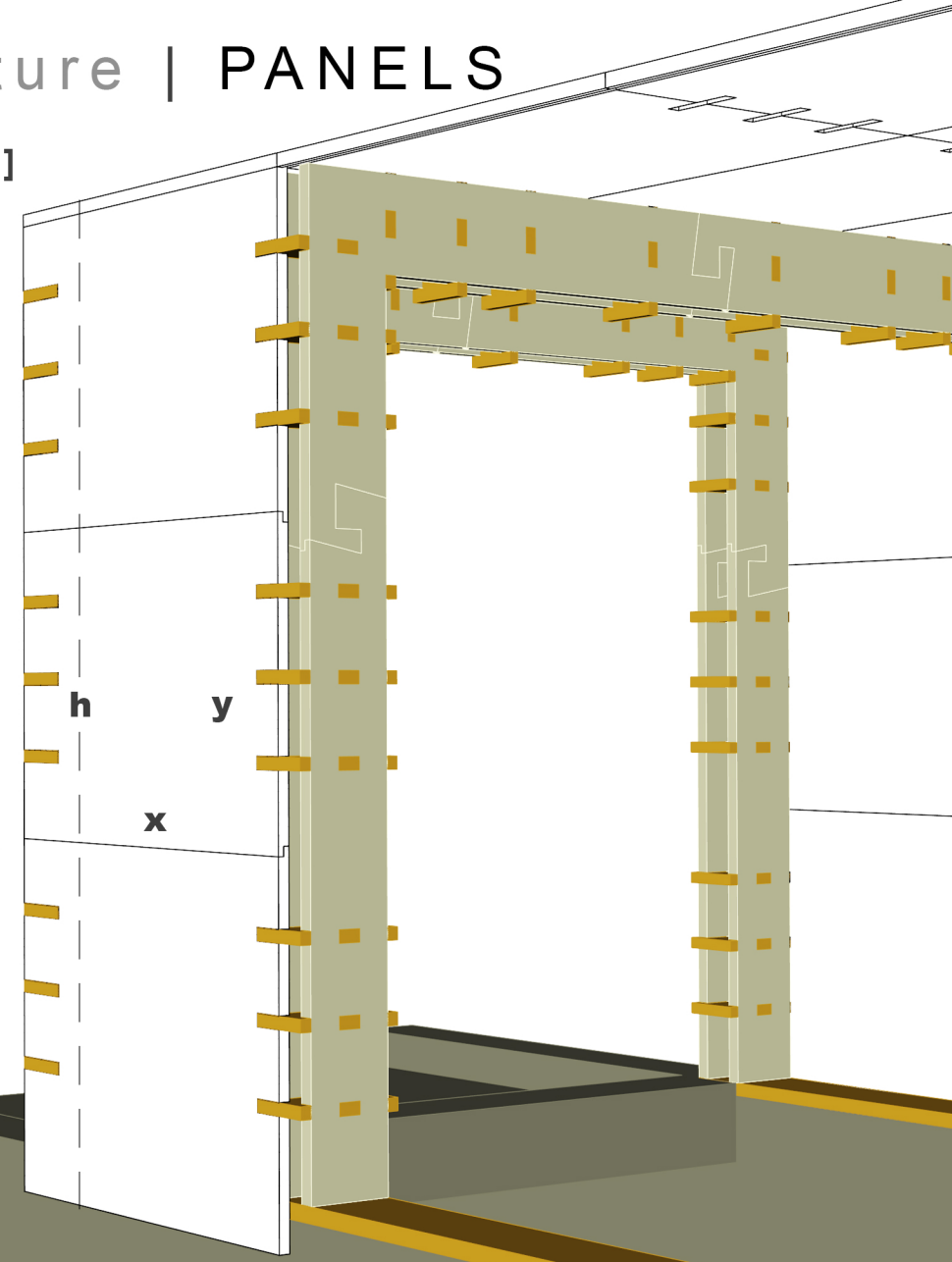
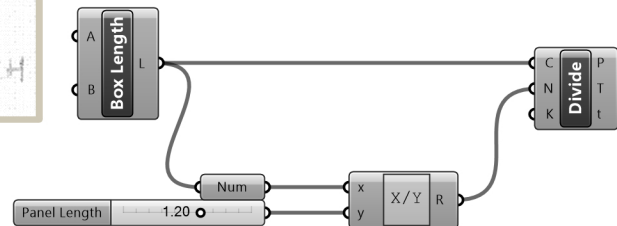


- ελαφρύς ξύλινος σκελετός τύπου **balloon frame**. όλοι οι επιμέρους φέροντες οργανισμοί αποτελούν ενιαίο στατικό και κατασκευαστικό σύνολο
- εξασφάλιση ακαμψίας με συνδέσεις δοκών, υποστηλωμάτων, θεμελίων σε μορφή πλαισίου
- διαφραγματοποίηση με οριζόντια και κατακόρυφα πανέλα σε πυκνό σκελετό
- κάναβος πανέλων σύμφωνα με τις διαστάσεις κόντρα πλακέ | 0.60 1.20 2.40



panel count 3 [οικονομία υλικού]

$$x = 0.60 \mid 1.20 \mid 2.40 \quad y = h/3$$



Open-Source Customisable Plywood Structure | PANELS

PANELS [on frames]

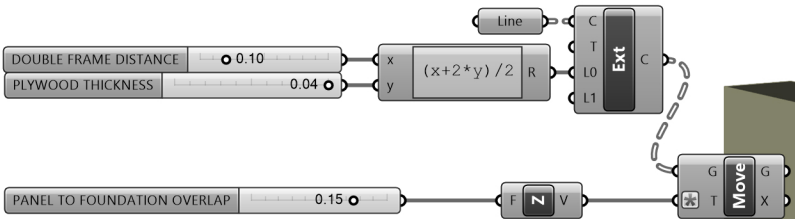
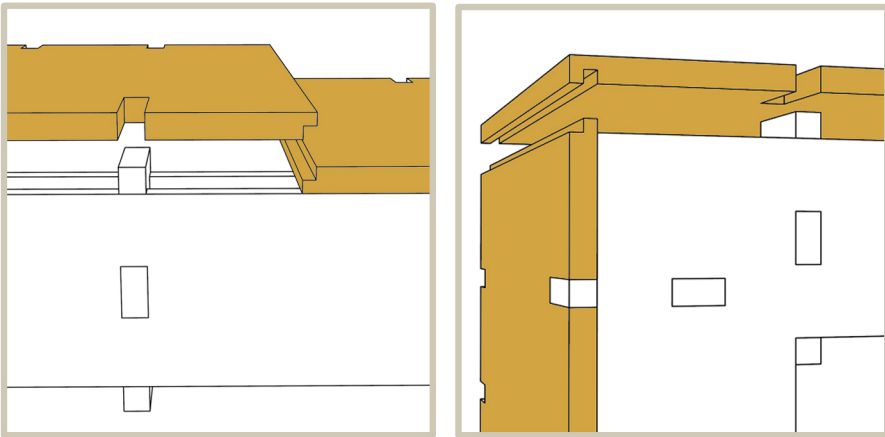
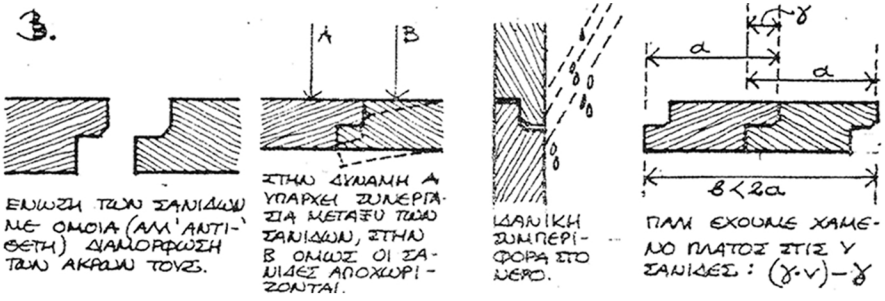
- επικάλυψη μεταξύ πανέλων για καλύτερη κατανομή δυνάμεων και στεγάνωση
- επικάλυψη θεμελίου απο την πρώτη σειρά για στεγάνωση
- πανέλα οροφής πάντα 3, το κεντρικό προστατεύει την άρθρωση του πλαισίου

5a	5b	5b	5b	5b	5a
4a	4b	4b	4b	4b	4a
3a	3b	3b	3b	3b	3a

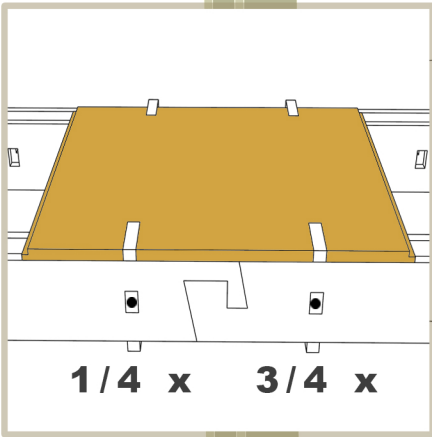
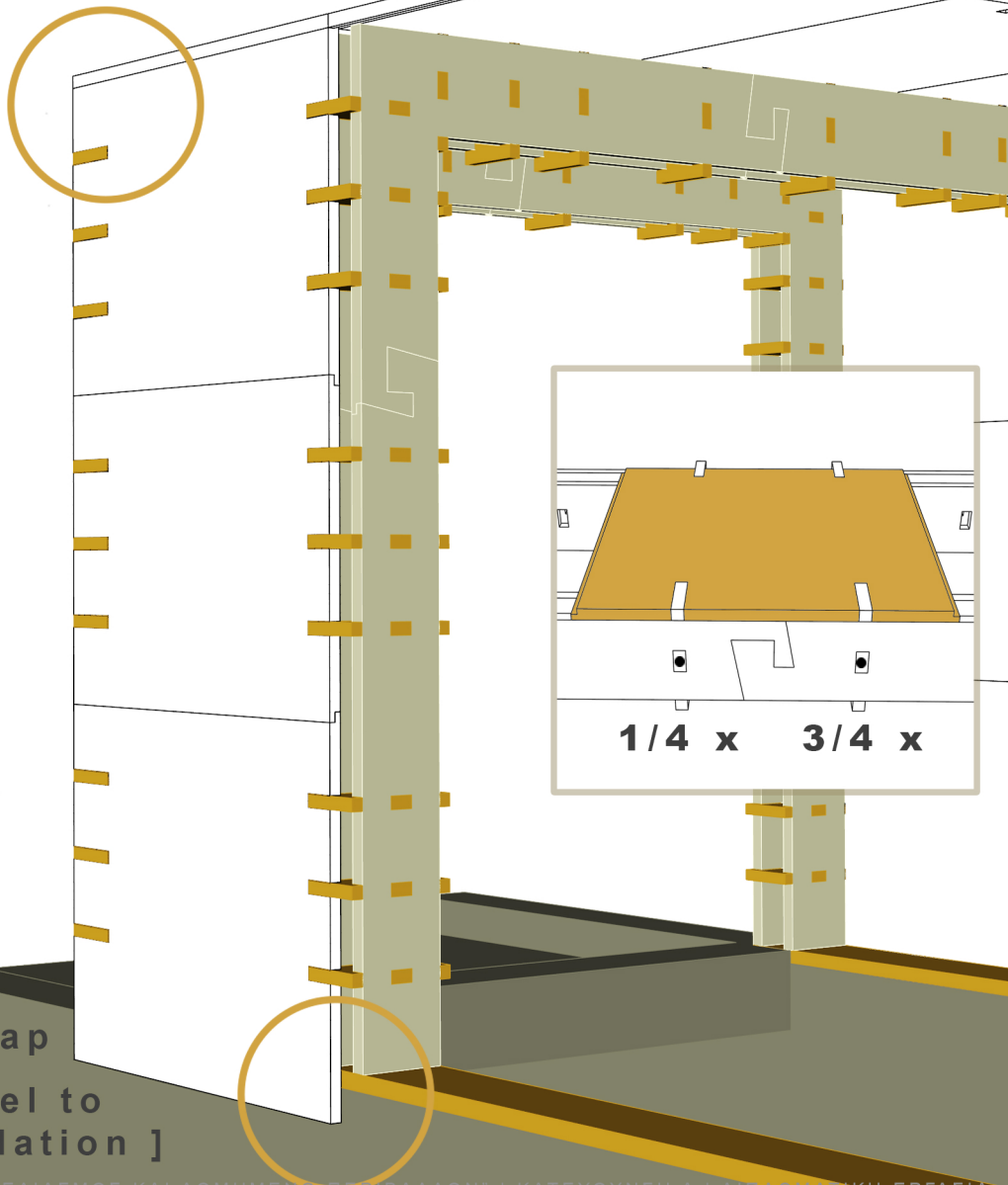
side panels [6 types]

1a	1b	1b	1b	1b	1a
2a	2b	2b	2b	2b	2a
1a	1b	1b	1b	1b	1a

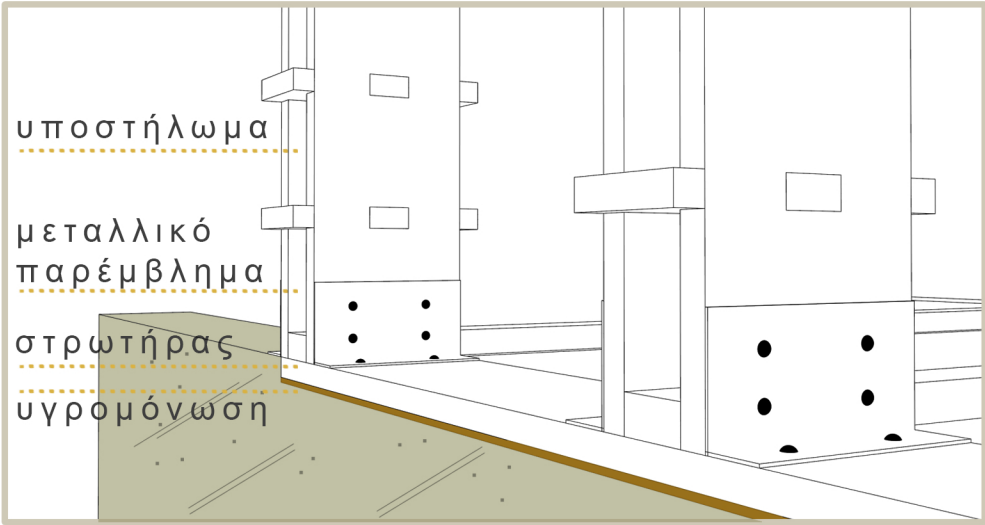
top panels [4 types]



overlap
[panel to foundation]

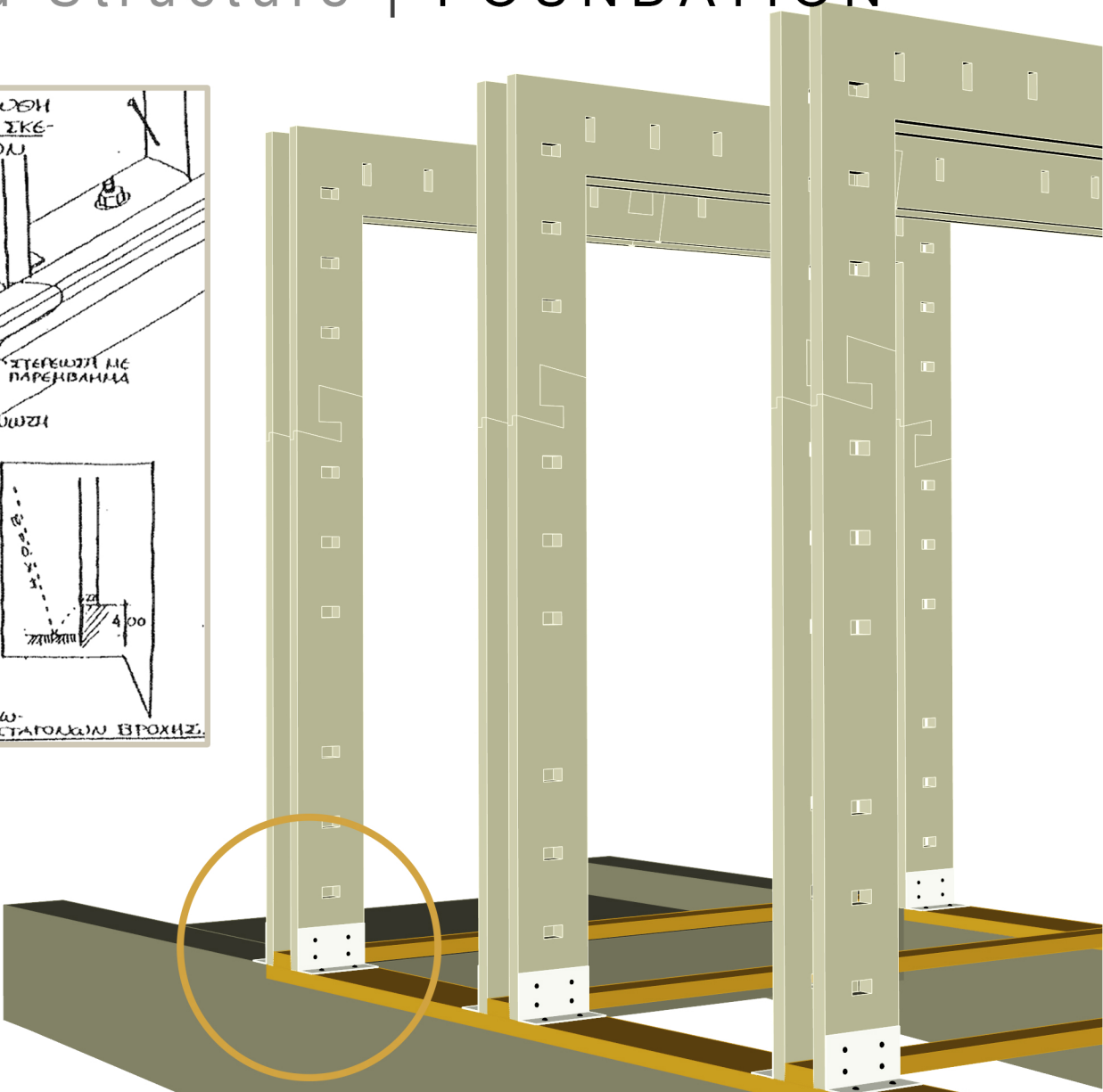
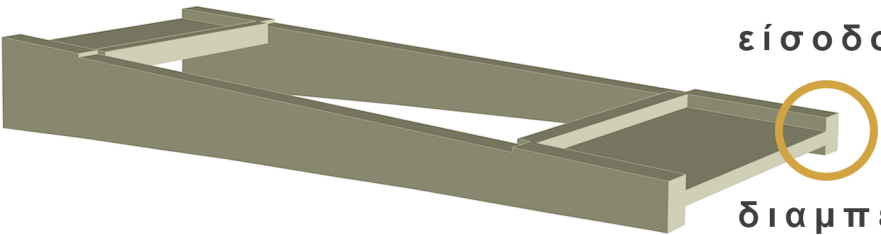
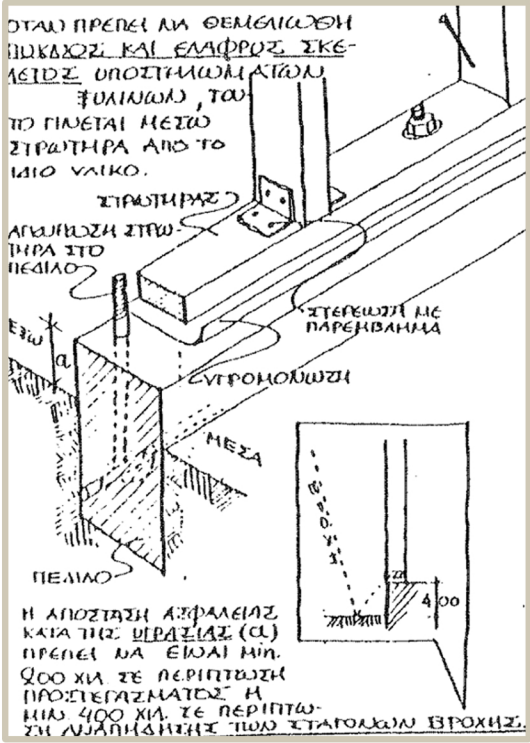


Open-Source Customisable Plywood Structure | FOUNDATION

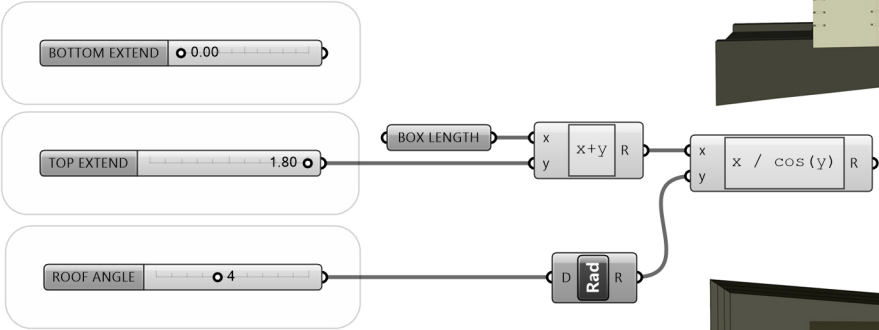


σύστημα θεμελίωσης [BALLOON FRAME]

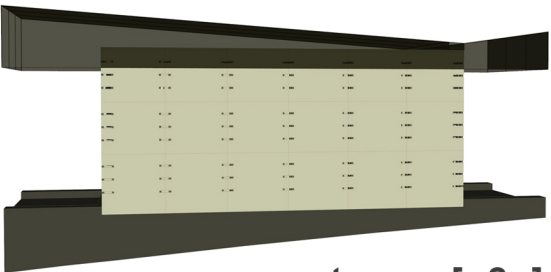
- δοκίδες πατώματος και υποστηλώματα άμεσα συνδεδεμένα σε σχηματισμό πλαισίου
- θεμελίωση σε σύστημα 2 παράλληλων τοιχείων με συνδετήρια δοκάρια και 2 πλάκες
- κατασκευαστική λεπτομέρεια, τοιχείο με εσοχή για εγκιβωτισμό υγρομόνωσης και στρωτήρα



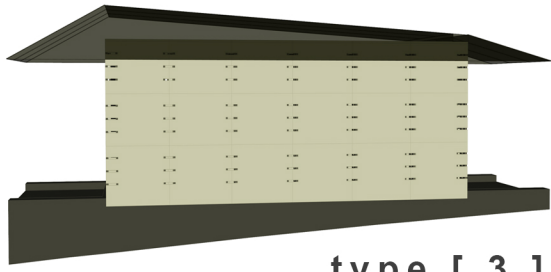
Open-Source Customisable Plywood Structure | ROOF



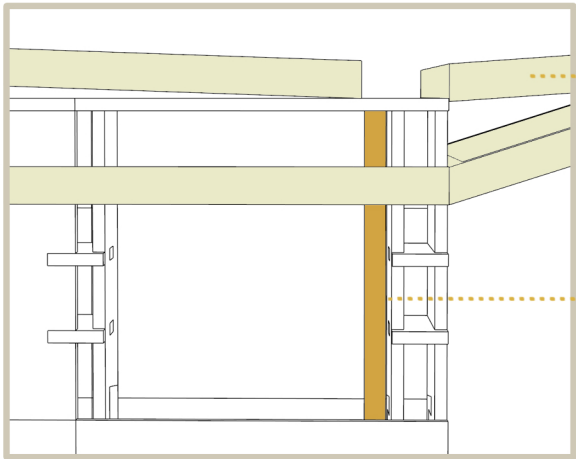
type [1]



type [2]



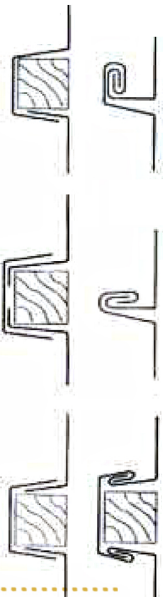
type [3]



δοκοί σε κάναβο
για τοποθέτηση
μεταλλικών πανέλων

υδρορροή στον
κενό χώρο μεταξύ
ξύλινων πανέλων

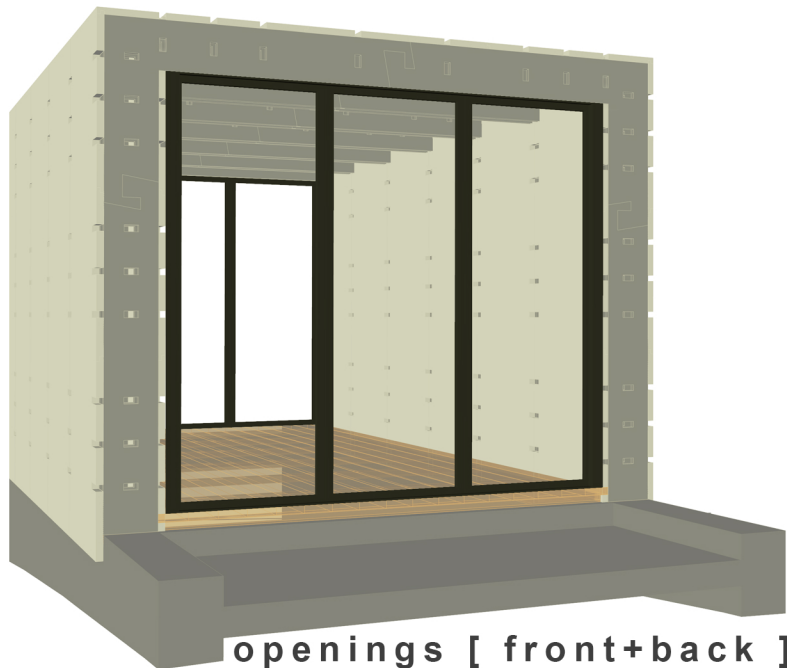
ραφές χαλκού



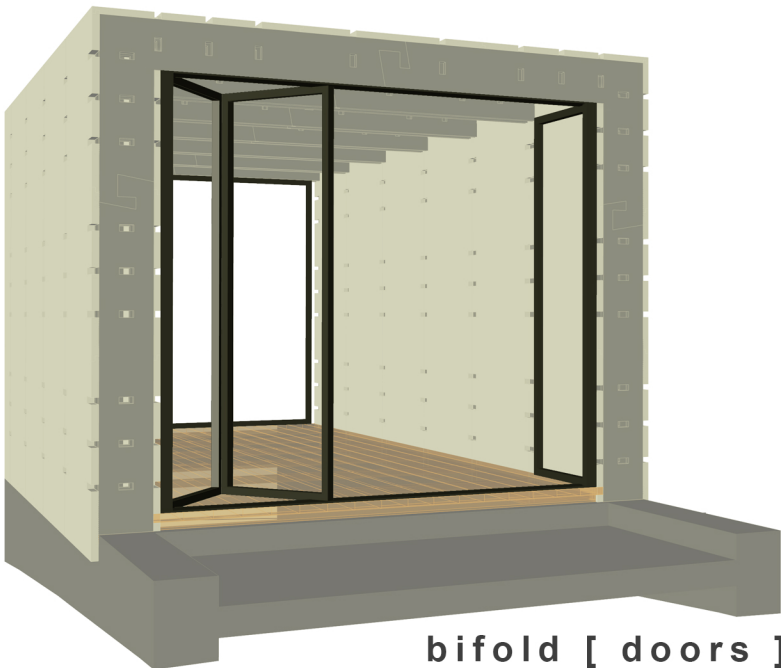
σύστημα στέγασης [χαλκός]

- ένωση φύλλων χαλκού με σύστημα
κάθετης ραφής
- τοποθέτηση σε ξύλινο σκελετό
αποξηραμένο, απαλλαγμένο απο
μύκητες, σαράκι, δόκιμα ελαττώματα

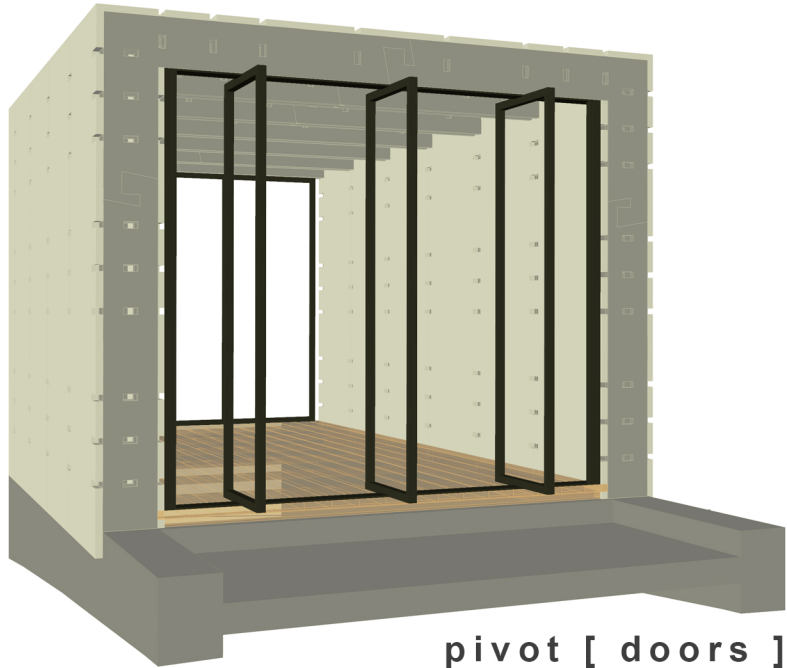
Open-Source Customisable Plywood Structure | OPENINGS



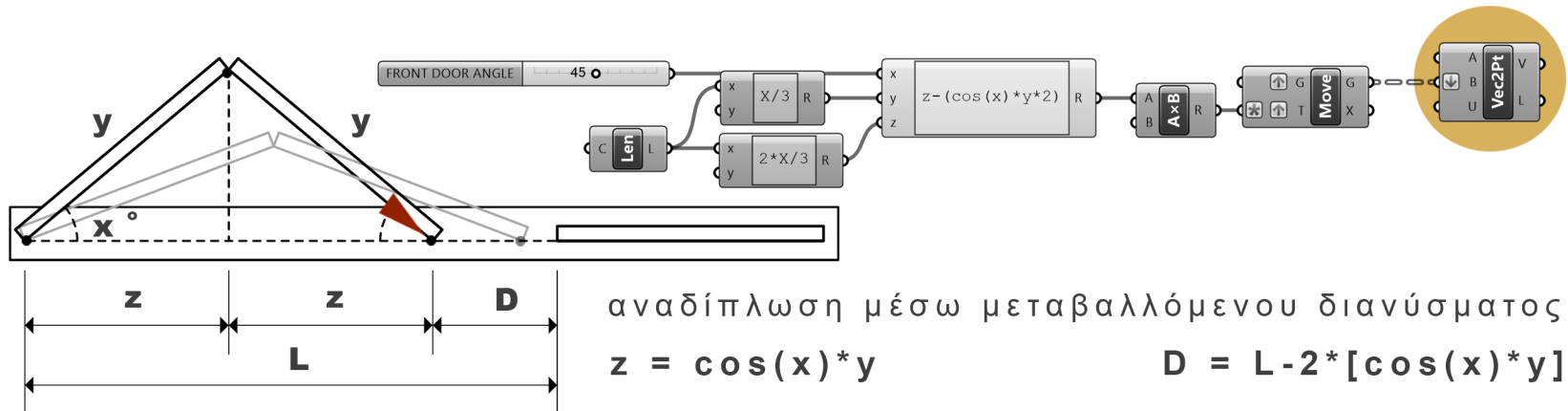
openings [front+back]



bifold [doors]

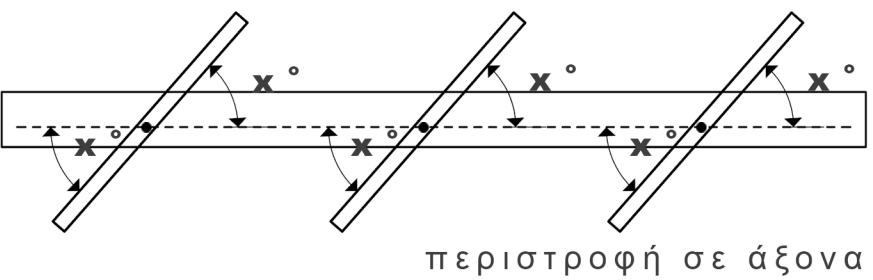


pivot [doors]



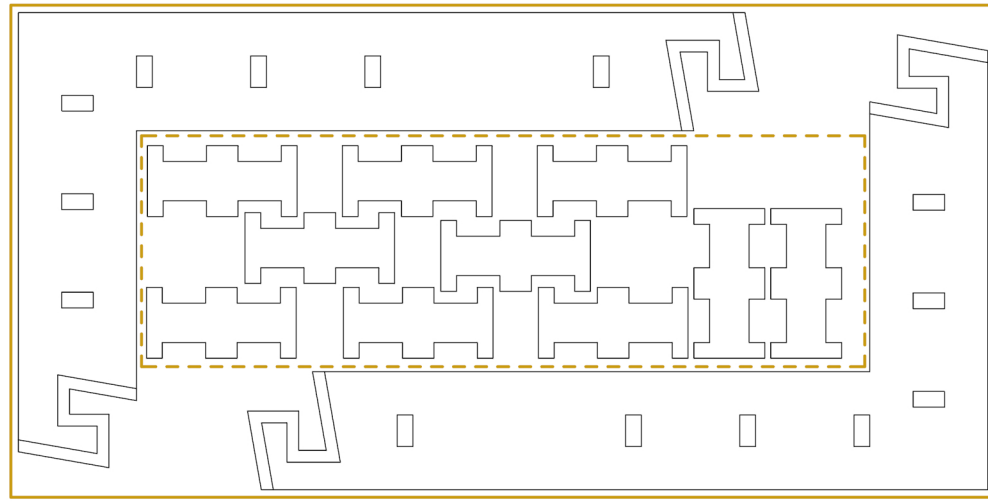
αναδίπλωση μέσω μεταβαλλόμενου διανύσματος

$$z = \cos(x) \cdot y$$
$$D = L - 2 \cdot [\cos(x) \cdot y]$$

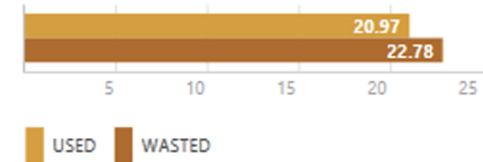


περιστροφή σε άξονα

Open-Source Customisable Plywood Structure | FABRICATION



element: beam
pieces: 28
sheet: 14
sqm: 43.45

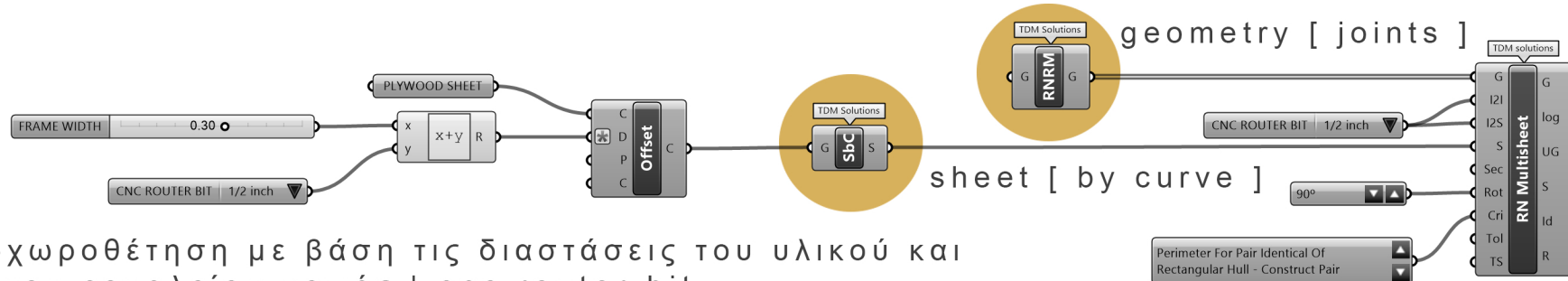


ELEMENTS TO CNC [nesting]



2.50

απόσταση απο όρια ξύλου [3 * cnc router bit]



-χωροθέτηση με βάση τις διαστάσεις του υλικού και του εργαλείου κοπής | cnc router bit

-οικονομία υλικού | nesting

