Διπλωματική Εργασία

Μυρτώ Κατσαβού

Πολυτεχνείο Κρήτης | 2020 Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Επιβλέπων : Ουγγρίνης Αλκέτας - Κωνσταντίνος

THE HaB SYSTEM

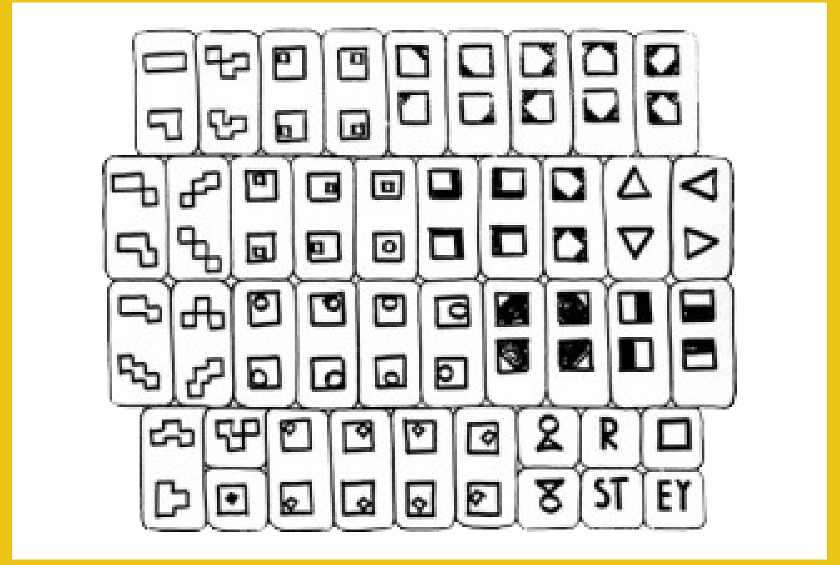
Ένα αλγοριθμικό σύστημα εξατομικευμένων αρθρωτών 3d εκτυπωμένων μονάδων κατοικιών έκτακτης ανάγκης

Disaster relief user-defined open-source system of modular 3d printed houses

Design / Construction Process

Disaster Relief Shelter

Κολάζ του Peter Cook, Instant City, 1968-1970

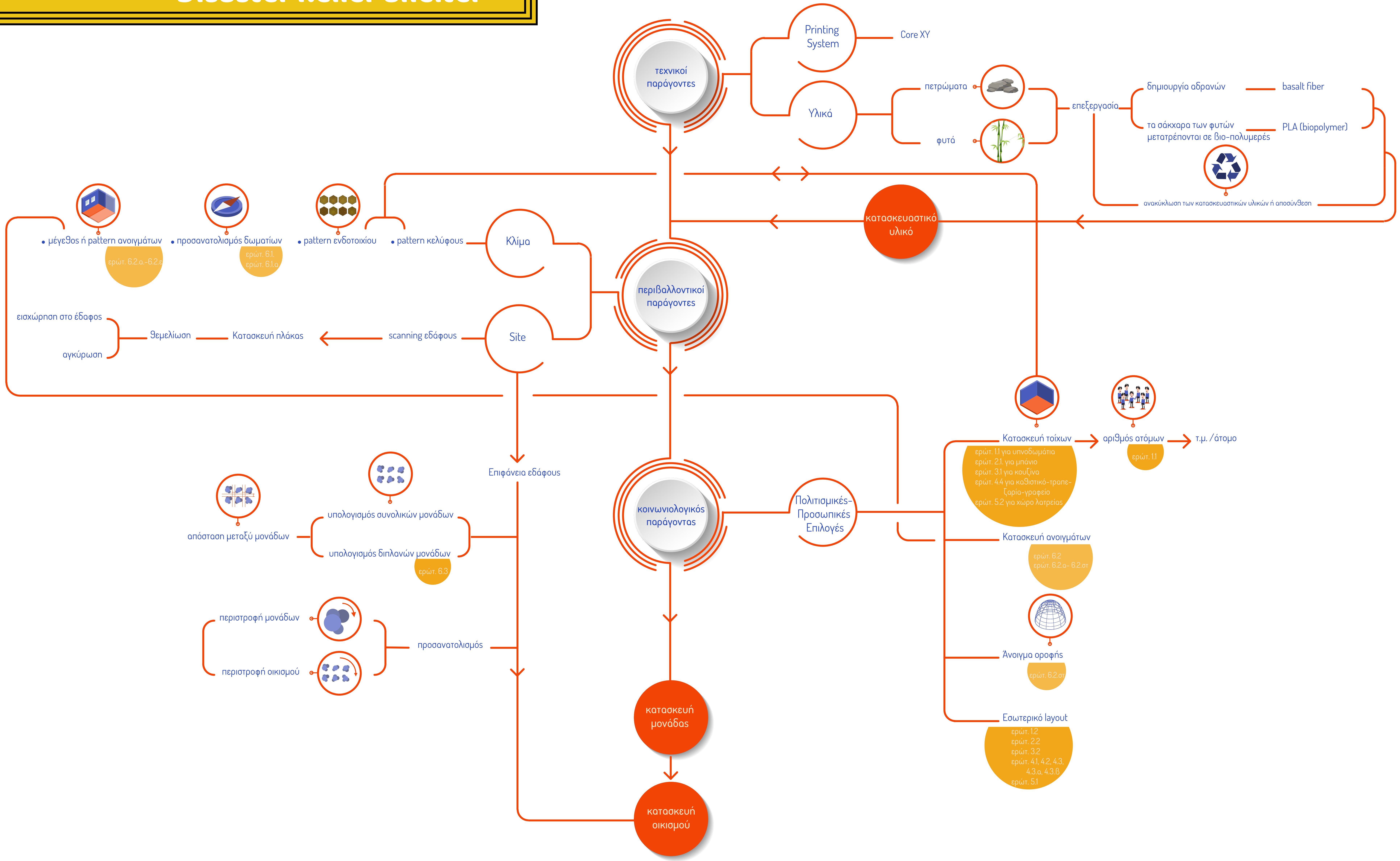


Σκίτσο του Yona Friedman, Flatwriter, 1967

Ποιά **σχεδιαστικά εργαλεία** και ποιοί **περιβαλλοντικοί παράγοντες** επηρεάζουν θετικά το μετατραυματικό στρες λόγω της καταστροφής, ενώ σέβονται τα εκάστοτε ήθη και συνήθειες των λαών;

Όταν υπάρχει ανάγκη για άμεση ανταπόκριση συμπαγούς κατοικίας για την μετεγκατάσταση των πληθυσμών, ποιός **τρόπος δόμησης** είναι ο βέλτιστος για γρήγορα και ακριβή αποτελέσματα;

Ενώ παράλληλα, ποιό ανακυκλώσιμο, ανανεώσιμο **υλικό** θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί με στόχο την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων χωρίς να διακυβεύεται η άνεση και η απόδοση;



Case Study

Disaster Relief Shelter

Έναρξη πατήστε Enter ↵

ΣΗΜΕΙΟ ΠΙΘΑΝΗΣ ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟ ΓΕΓΟΝΟΣ : ΣΕΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΣΟΥΝΑΜΙ ΣΤΙΣ ΑΚΤΕΣ ΤΟΥ ΤΟΗΟΚU, ΙΑΠΩΝΙΑ 03.2011

ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΝΑΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗΣ : MIT JAPAN 3.11 INITIATIVE

ΣΗΜΕΙΟ ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ : 8°33'36.6"N 141°26'48.6"E

LOCATION : MINAMISANRIKU, JAPAN

ΑΤΟΜΑ

Flow Chart_ερωτηματολόγιο

Disaster Relief Shelter

Typeform

ΕΝΟΤΗΤΑ 1_ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ

1. Πόσα άτομα θα στεγάσει η κατασκευή;
   - 1 άτομο
   - 2 άτομα
     - 1 διπλό
     - 2 μονά
       - μαζί
       - ξεχωριστά
   - 3 άτομα
     - 1 διπλό + 1 μονό
       - μαζί
       - ξεχωριστά
     - 3 μονά
       - μαζί
       - ξεχωριστά 2/1
       - ξεχωριστά
   - 4 άτομα
     - 2 διπλά
       - μαζί
       - ξεχωριστά
     - 1 διπλό + 2 μονά
       - μαζί
       - ξεχωριστά διπλό/μονά
       - ξεχωριστά διπλό/μονό/μονό
     - 4 μονά
       - μαζί
       - ξεχωριστά
       - ξεχωριστά 2/2
       - ξεχωριστά 3/1

2. Τι είδους κλίνη/ κλίνες επιθυμείτε;

α. tatami

β. κρεβάτι

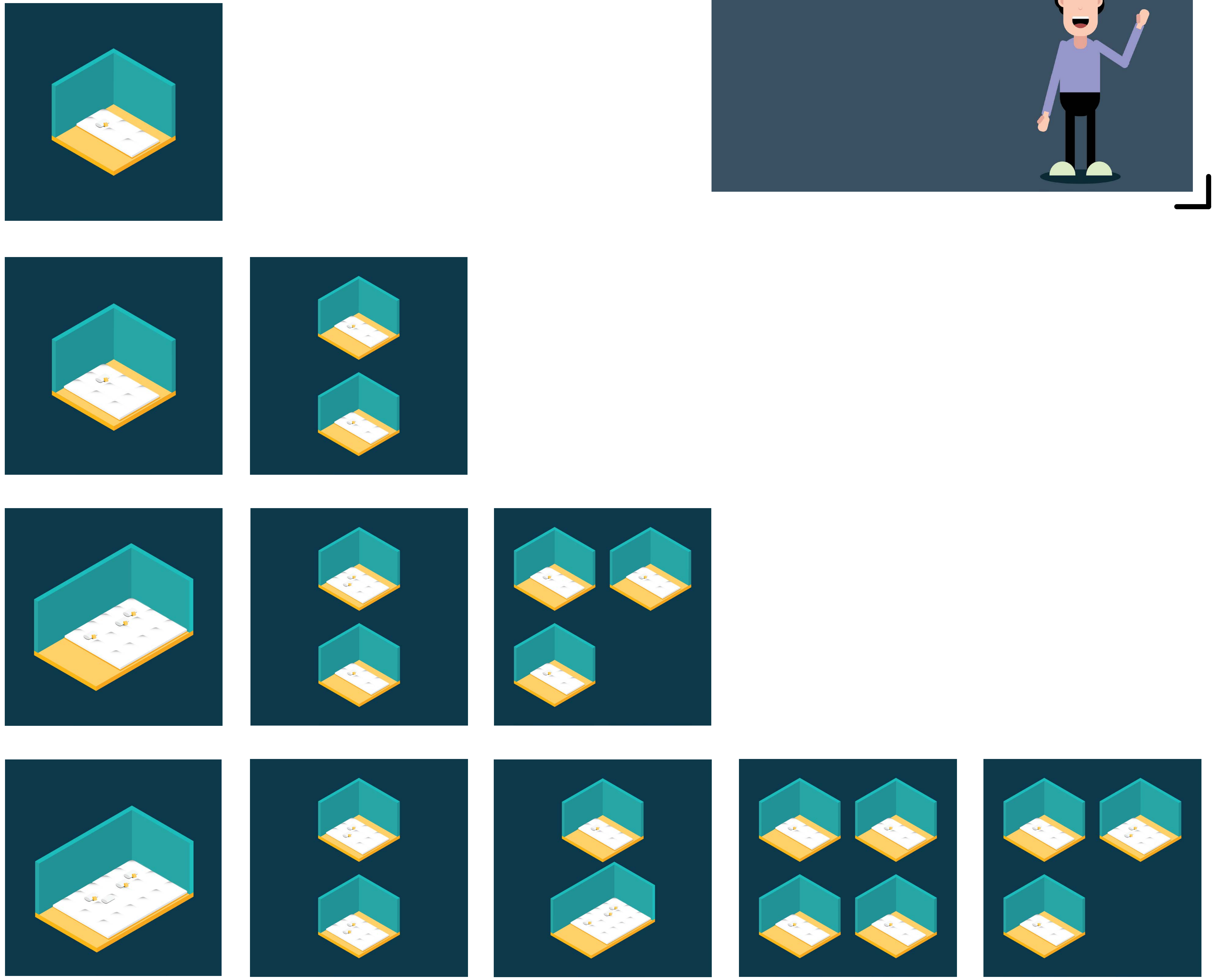
Αν η απάντηση είναι tatami :

1 άτομο

2 άτομο

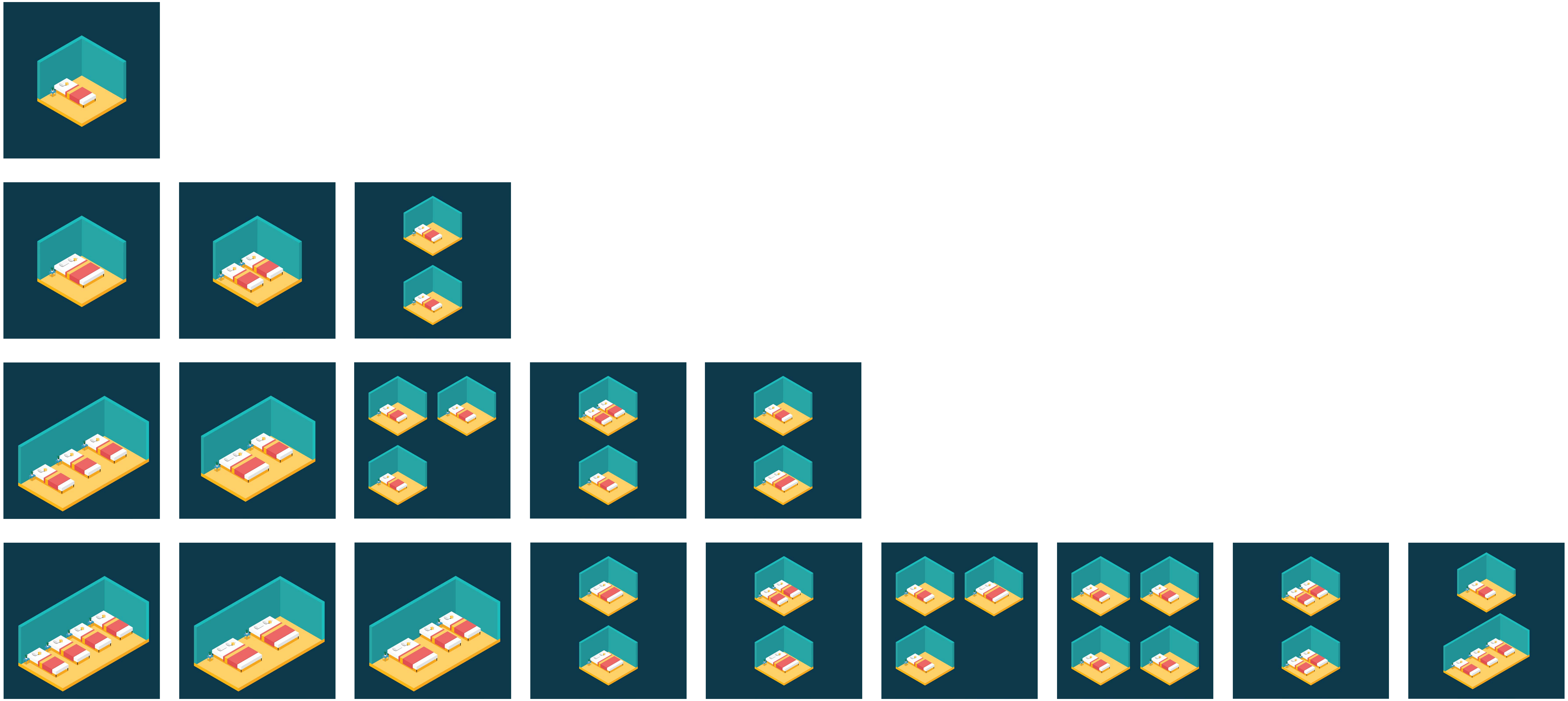
3 άτομο

4 άτομο



Flow chart_

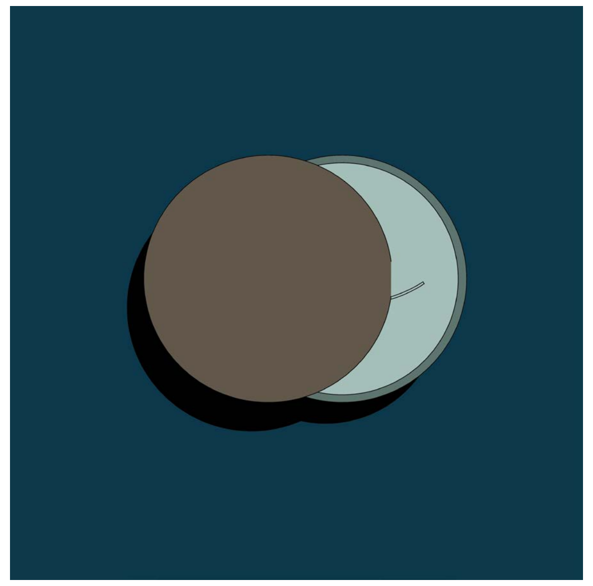
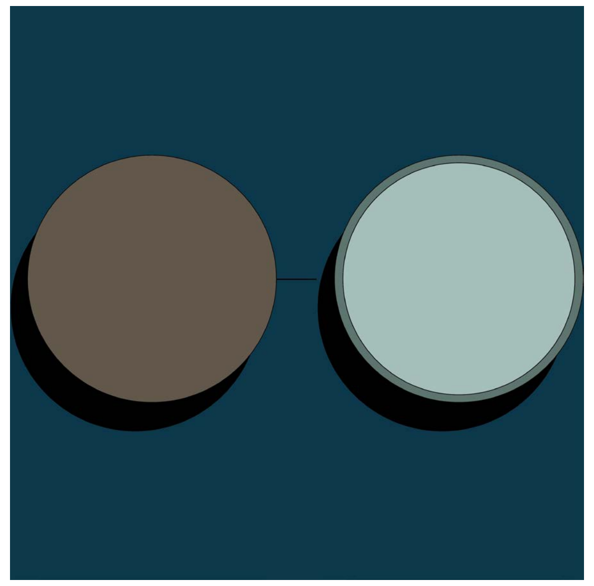
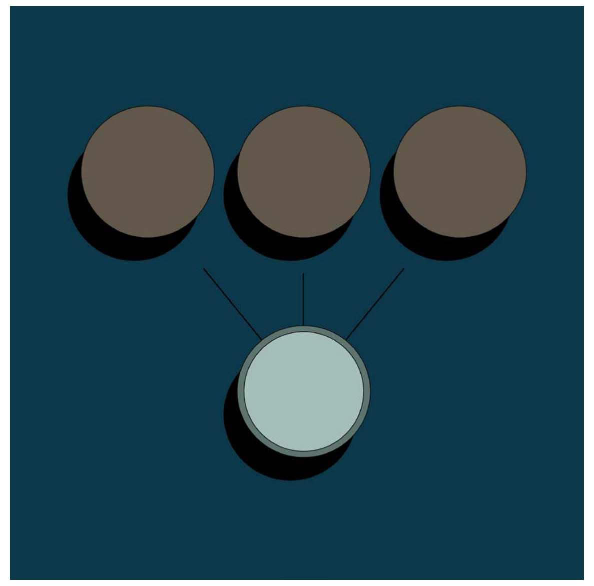
Αν η απάντηση είναι κρεβάτι :



Flow chart_ερωτηματολόγιο

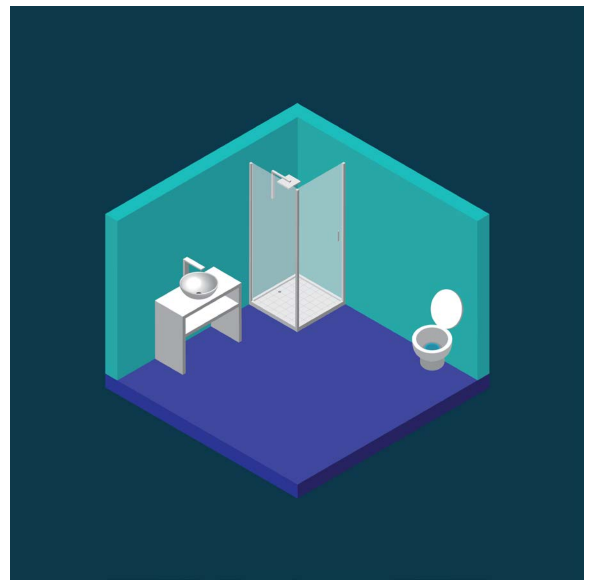
ΕΝΟΤΗΤΑ 2_ΜΠΑΝΙΟ

1. Επιλέξτε τη διάταξη χώρων που προτιμάτε : (κεντρικός χώρος- μπάνιο)

1. 
2. 
3. 

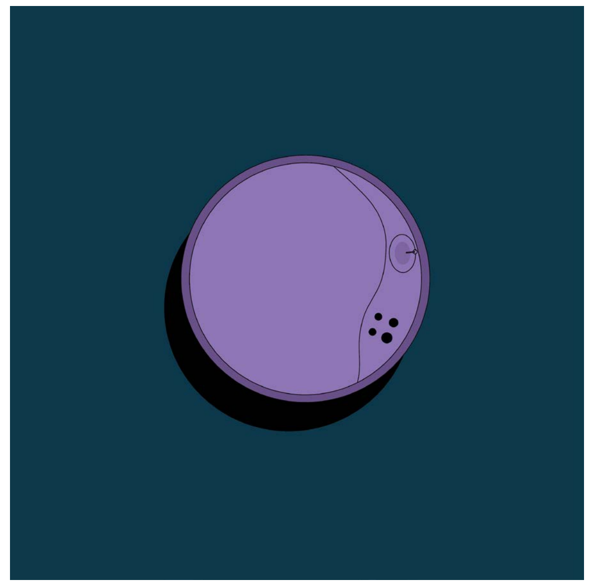
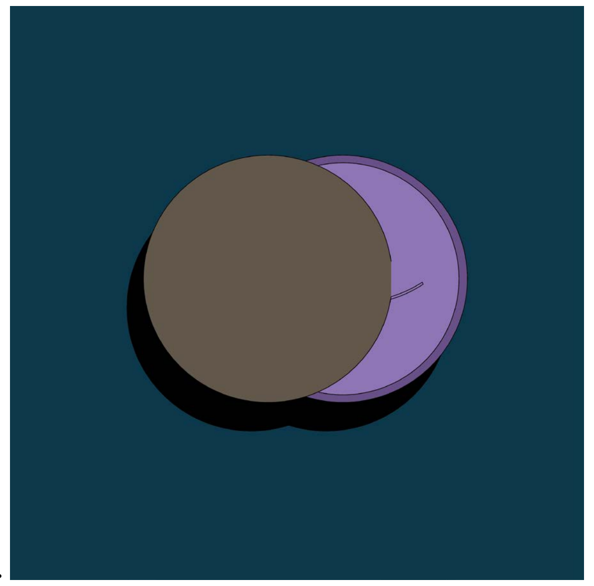
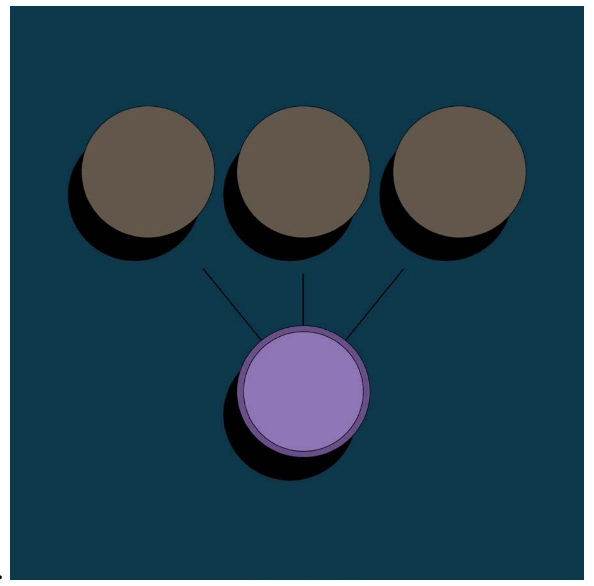
Αν η απάντηση ήταν 1. ή 2.

2. Επιλέξτε τι είδους λουτήρα προτιμάτε :

1. 
2. 
3. 

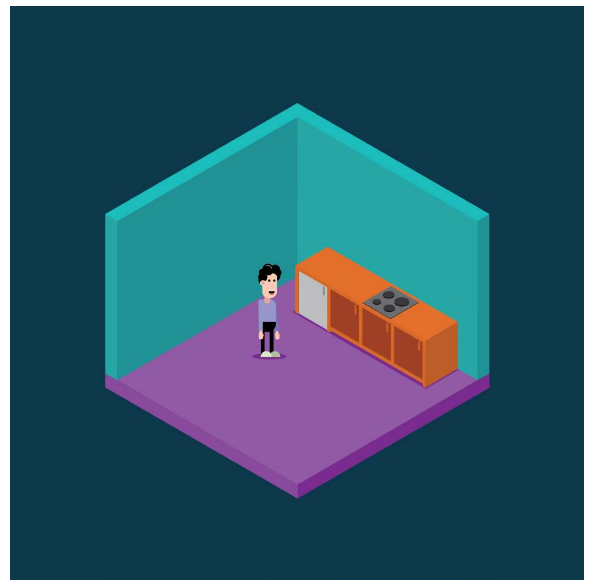
ΕΝΟΤΗΤΑ 3_ΚΟΥΖΙΝΑ/ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΦΑΓΗΤΟΥ

1. Επιλέξτε τη διάταξη χώρων που προτιμάτε : (κεντρικός χώρος- κουζίνα)

1. 
2. 
3. 

Αν η απάντηση ήταν 1. ή 2.

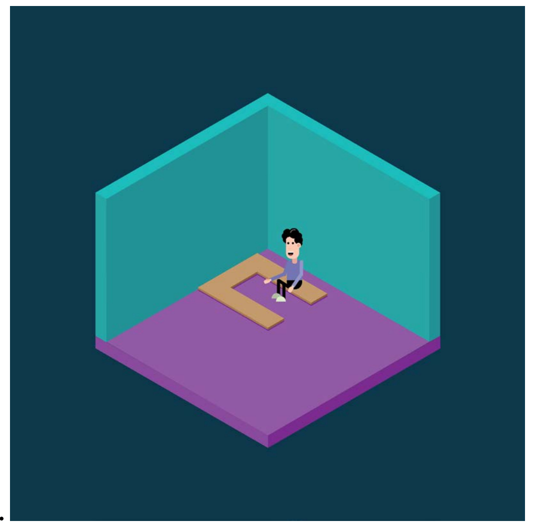
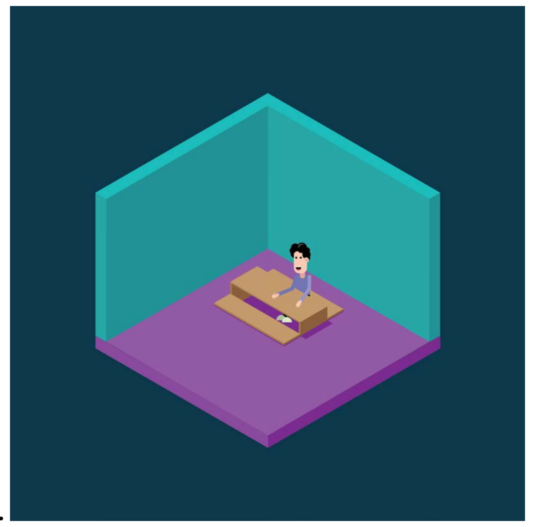
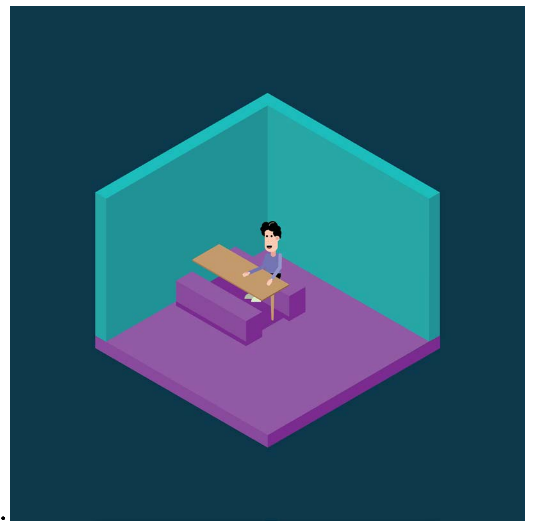
2. Επιλέξτε που επιθυμείτε τον αποθηκευτικό χώρο της κουζίνας :

1. 
2. 
3. 

Flow chart_ερωτηματολόγιο

ΕΝΟΤΗΤΑ 4_ΧΩΡΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΦΑΓΗΤΟΥ- ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ/ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ - ΓΡΑΦΕΙΟ

1. Επιλέξτε το χώρο κατανάλωσης φαγητού που επιθυμείτε :

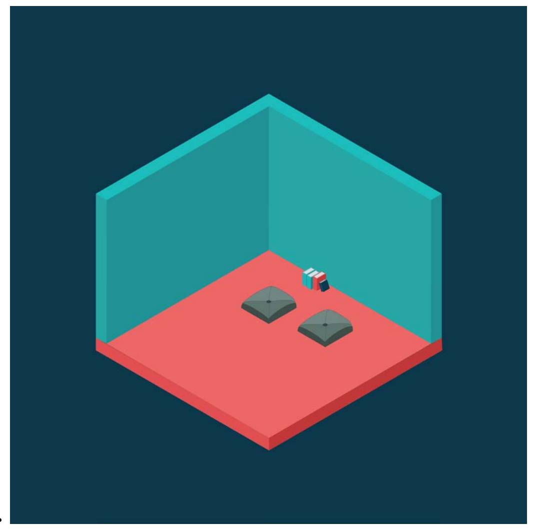
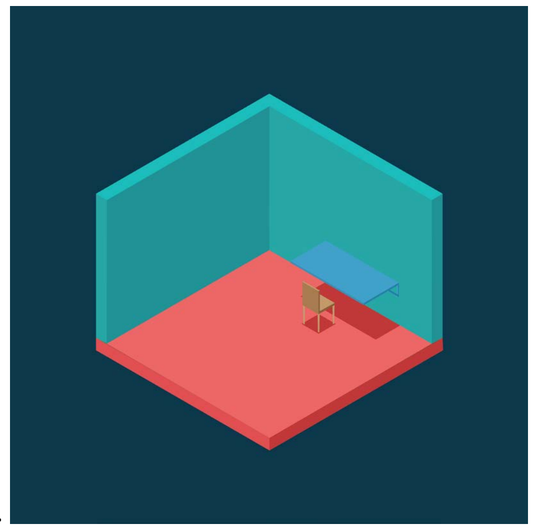
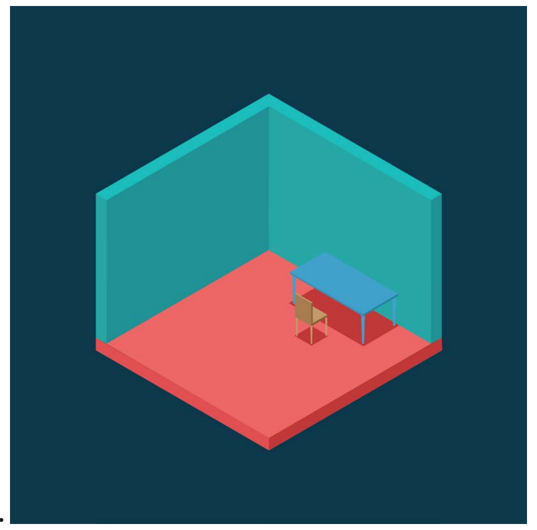
1. 
2. 
3. 
4. 

3. Επιθυμείτε χώρο διαβάσματος;

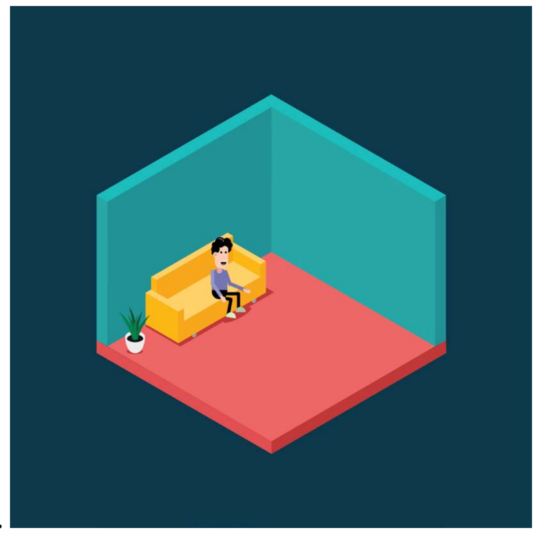
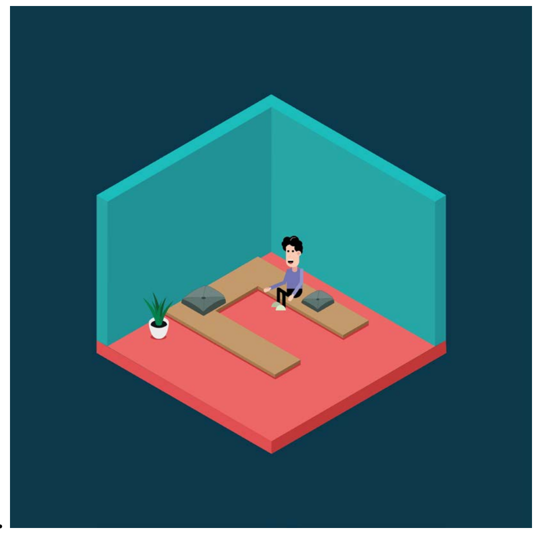
3α. Επιθυμείτε γραφείο;

Αν η απάντηση είναι ναι :

Αν ναι, τι είδους;

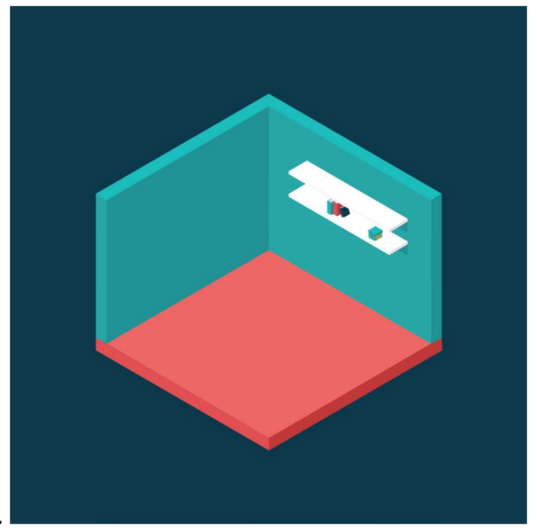
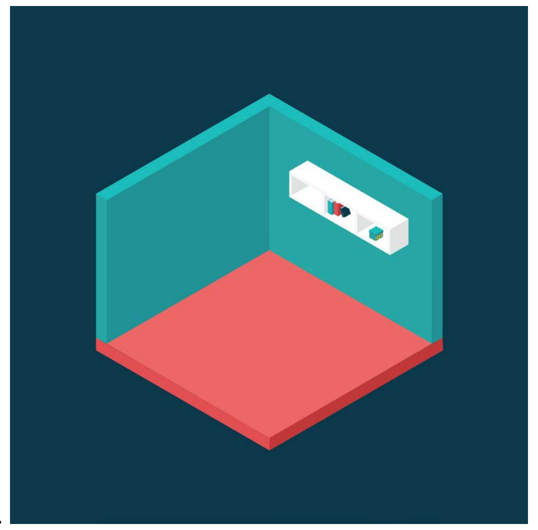
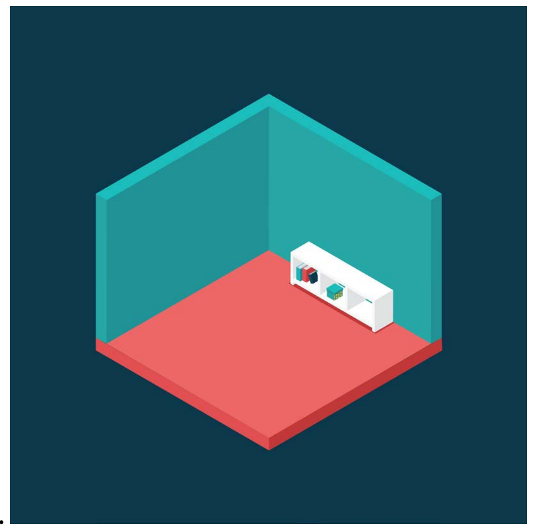
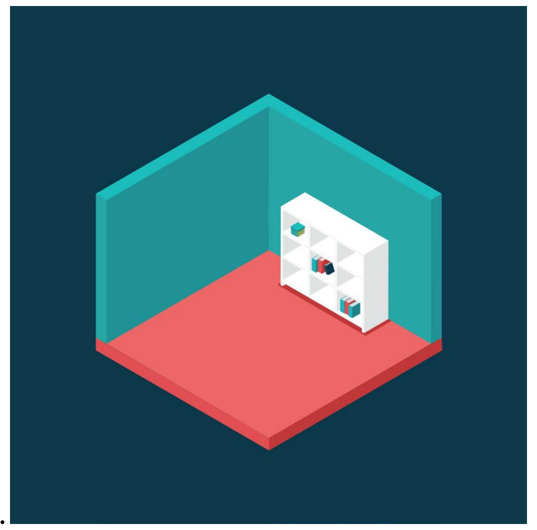
1. 
2. 
3. 

2. Επιλέξτε το χώρο καθιστικού/ κοινωνικοποίησης που επιθυμείτε :

1. 
2. 

3β Επιθυμείτε βιβλιοθήκη;

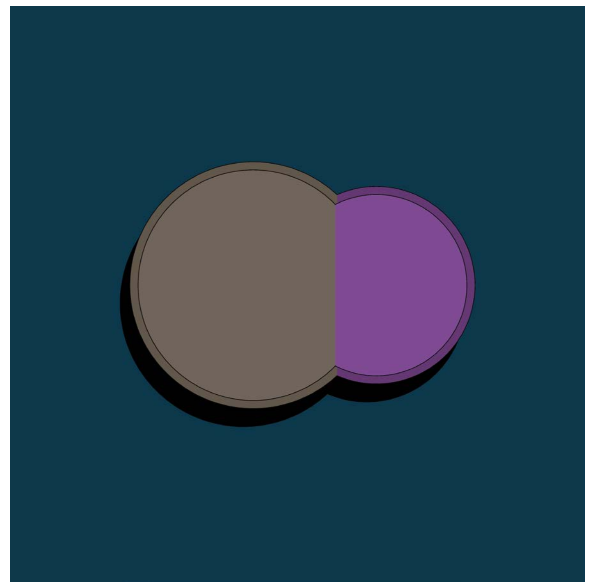
Αν ναι, τι είδους;

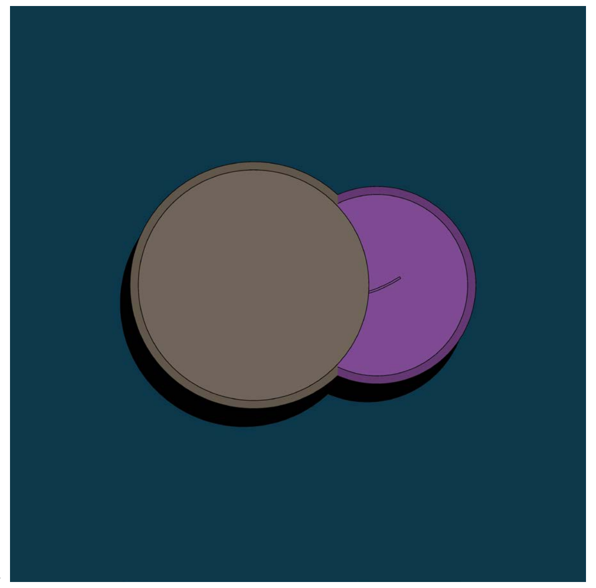
1. 
2. 
3. 
4. 

Flow chart_ερωτηματολόγιο

Αν η απάντηση στην ερώτηση 3 είναι όχι :

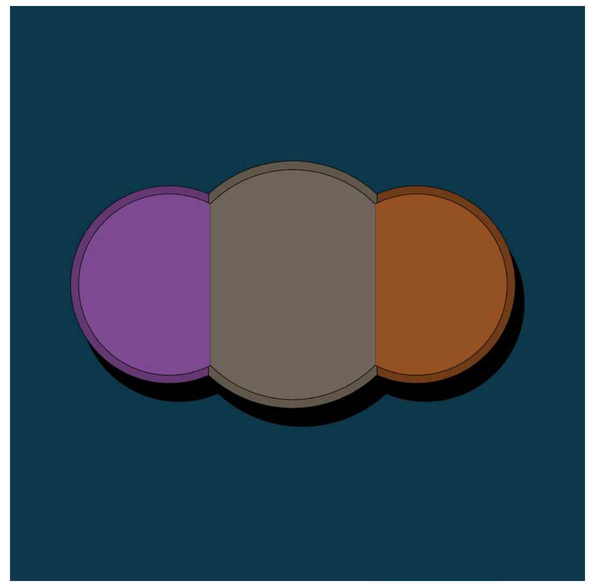
4. Επιλέξτε τη διάταξη χώρων που προτιμάτε : (χώρος κατανάλωσης φαγητού- χώρος καθιστικού/κοινωνικοποίησης)

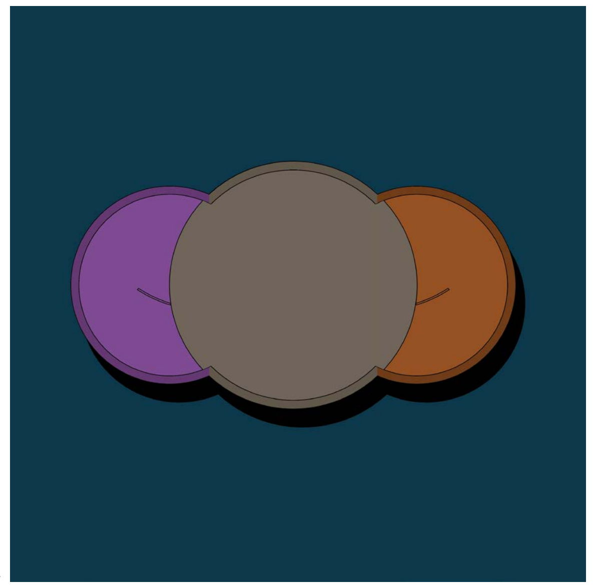
1. 

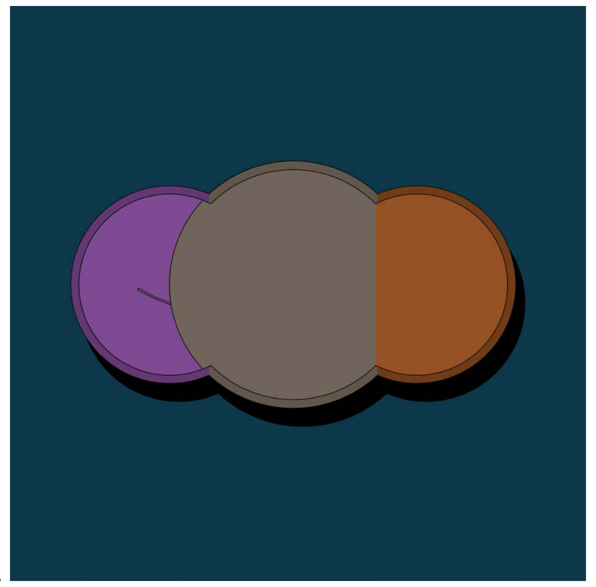
2. 

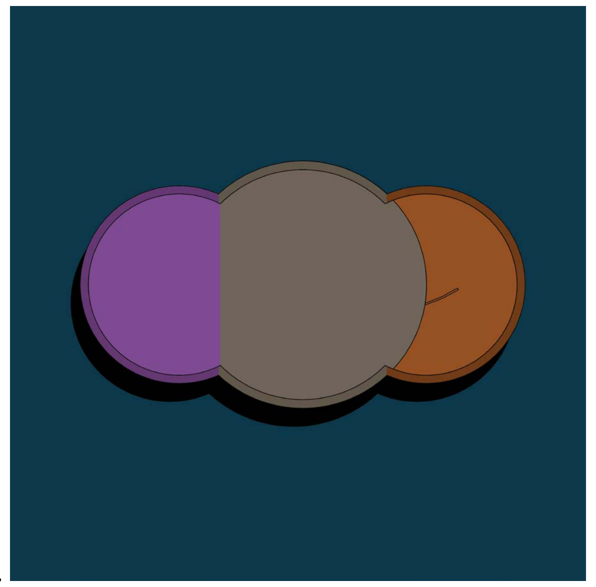
Αν η απάντηση στην ερώτηση 3 είναι ναι :

4. Επιλέξτε τη διάταξη χώρων που προτιμάτε : (χώρος κατανάλωσης φαγητού- χώρος καθιστικού/κοινωνικοποίησης-γραφείο)

1. 

2. 

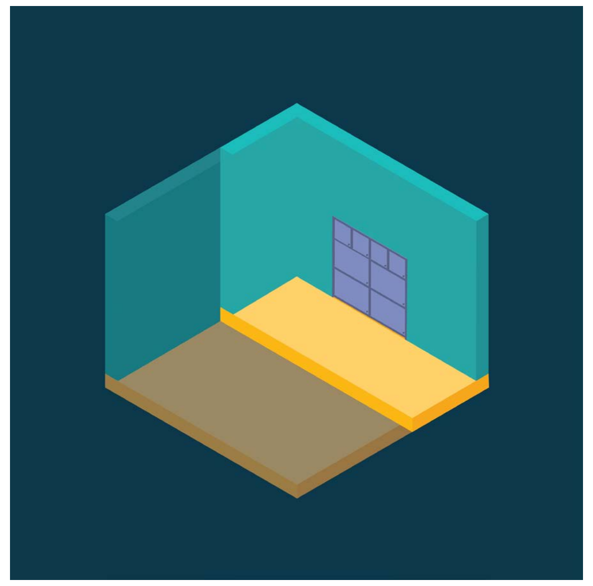
3. 

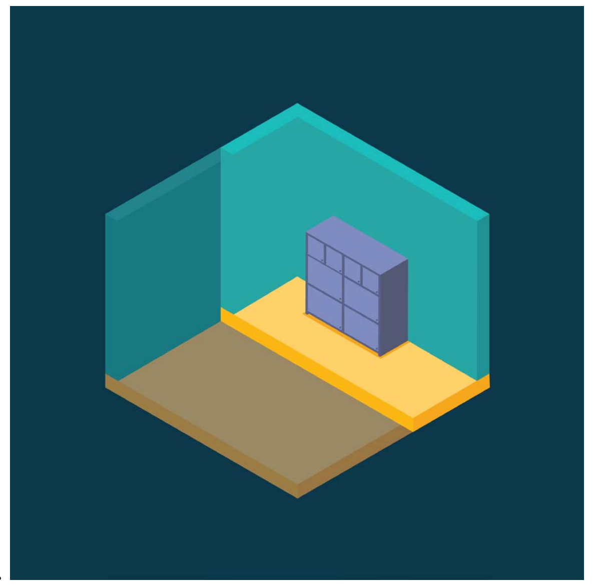
4. 

ΕΝΟΤΗΤΑ 5_ΕΠΙΠΡΟΣΘΕΤΟΙ ΧΩΡΟΙ

1. Επιθυμείτε επιπρόσθετο αποθηκευτικό χώρο; Αν ναι, τι είδους;

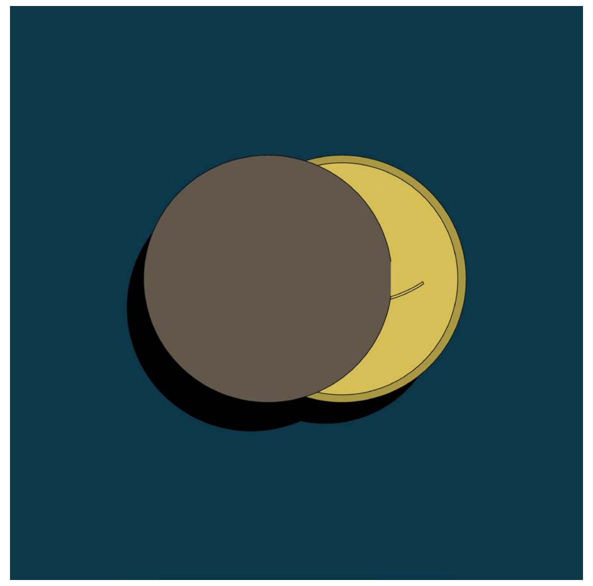
1. 

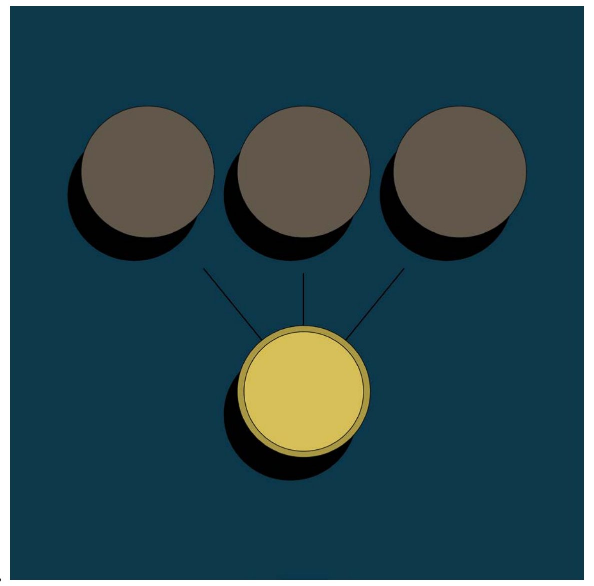
2. 

3. 

2. Επιθυμείτε έξτρα χώρο (χώρος λατρείας); Αν ναι, με ποιά χωρική διάταξη;

1. 

2. 

3. 

Flow chart_ερωτηματολόγιο

ΕΝΟΤΗΤΑ 6_ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1. Επιθυμείτε διάταξη χώρων βάσει :

1. κλιματολογικών δεδομένων για επίτευξη μικρότερου ενεργειακού αποτυπώματος

2. προσωπικών επιλογών/ θρησκευτικών δεδομένων

Αν η απάντηση είναι β. :

1α. Προσδιορίστε τον προσανατολισμό :

Για την/ τις κλίνη/ κλίνες : 1.Β - 2.Ν - 3.Α - 4.Δ

Αν κλίνες >1 η ερώτηση επαναλαμβάνεται όσες φορές όσες οι κλίνες.

Για χώρο μπάνιου : 1.Β - 2.Ν - 3.Α - 4.Δ

Για χώρο κουζίνας : 1.Β - 2.Ν - 3.Α - 4.Δ

Για χώρο φαγητού : 1.Β - 2.Ν - 3.Α - 4.Δ

Για χώρο καθιστικού : 1.Β - 2.Ν - 3.Α - 4.Δ

Flow chart_ερωτηματολόγιο

2. Επιθυμείτε είδη ανοιγμάτων βάσει :

1. προσωπικών επιλογών / θρησκευτικών δεδομένων
λαμβάνοντας υπόψιν κλιματολογικά δεδομένα για επίτευξη μικρότερου ενεργειακού αποτυπώματος

ENERGY SAVING

2. προσωπικών επιλογών/ θρησκευτικών δεδομένων

Αν η απάντηση είναι β. :

2α. Για κλίνη/ κλίνες
Τι είδους ανοίγματα επιθυμείτε :

Αν κλίνες >1 θα επαναλαμβάνεται η ερώτηση όσες φορές όσες οι κλίνες.

α. για θέαση και αερισμό
β. για αερισμό και άμεσο φως
γ. για αερισμό και έμμεσο φως

2β. Για μπάνιο
Τι είδους ανοίγματα επιθυμείτε :

α. για θέαση και αερισμό
β. για αερισμό και άμεσο φως
γ. για αερισμό και έμμεσο φως

2γ. Για κουζίνα
Τι είδους ανοίγματα επιθυμείτε :

α. για θέαση και αερισμό
β. για αερισμό και άμεσο φως
γ. για αερισμό και έμμεσο φως

2δ. Για φαγητό/ καθιστικό/ γραφείο
Τι είδους ανοίγματα επιθυμείτε;

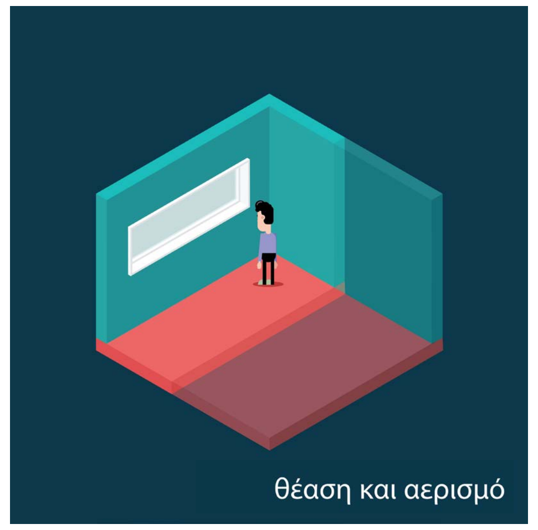
Αν ενιαίος χώρος, αλλιώς η ερώτηση θα επαναληφθεί 2 φορές αν 2-1, ή 3 φορές αν 1-1-1 (αναλόγως ερώτηση 3).

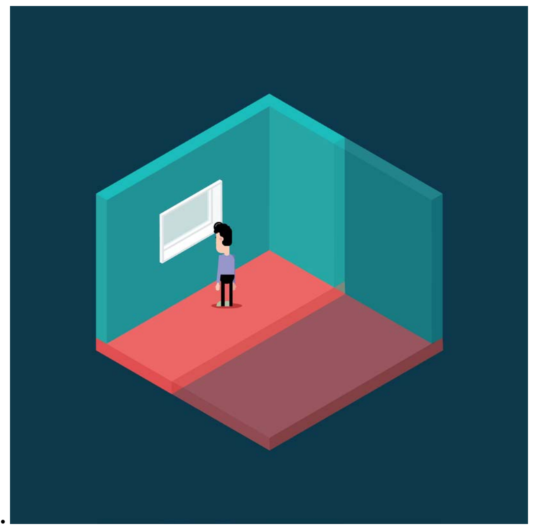
α. για θέαση και αερισμό
β. για αερισμό και άμεσο φως
γ. για αερισμό και έμμεσο φως

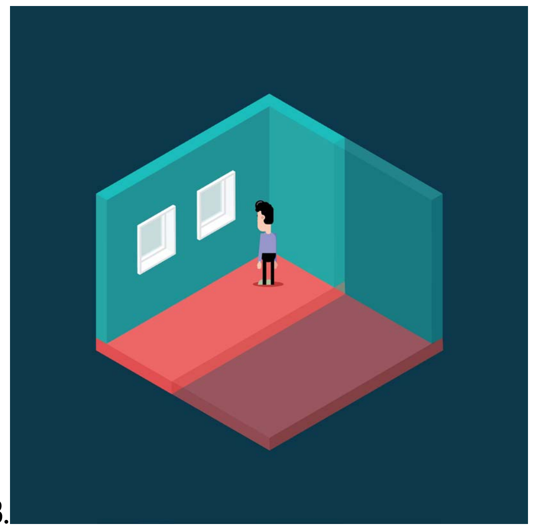
2ε. Αν έχει επιλεχθεί χώρος προσευχής (αναλόγως ερώτηση 5.6)
Τι είδους ανοίγματα επιθυμείτε :

α. για θέαση και αερισμό
β. για αερισμό και άμεσο φως
γ. για αερισμό και έμμεσο φως

Πιο συγκεκριμένα, τι είδους άνοιγμα/ανοίγματα επιθυμείτε ;

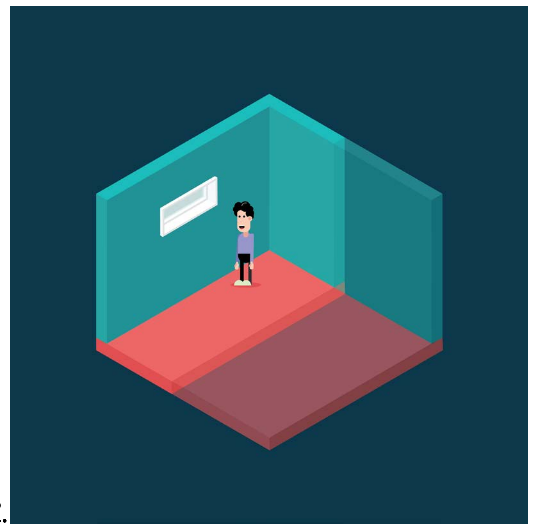
1. 
θέαση και αερισμό

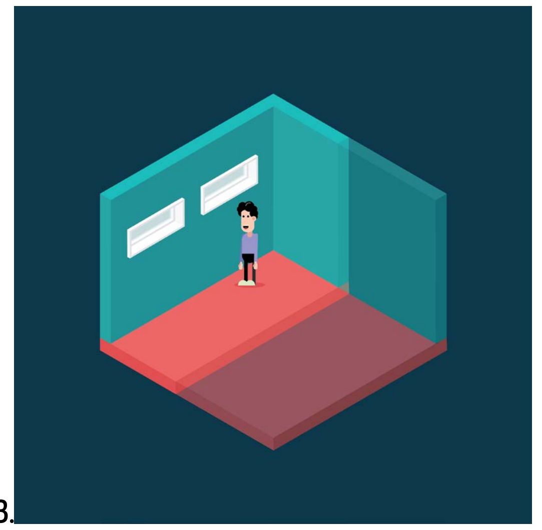
2. 

3. 

Πιο συγκεκριμένα, τι είδους άνοιγμα/ανοίγματα επιθυμείτε ;

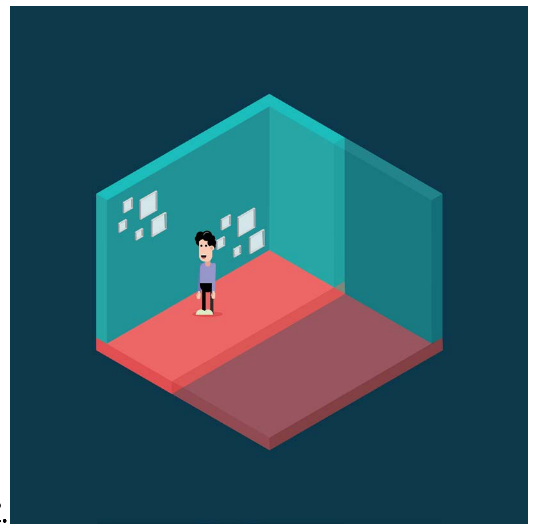
1. 
άμεσο φωτισμό και αερισμό

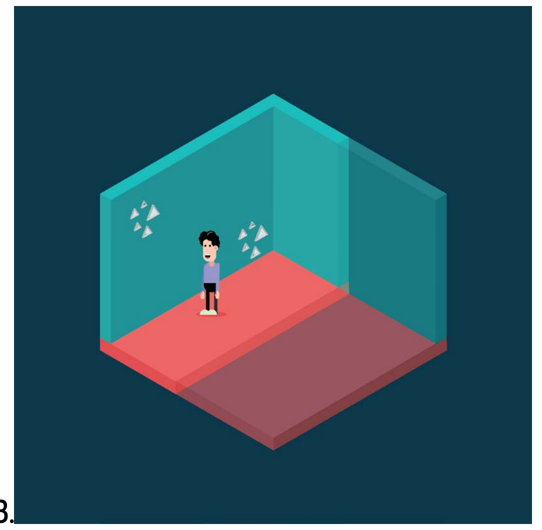
2. 

3. 

Πιο συγκεκριμένα, τι είδους άνοιγμα/ανοίγματα επιθυμείτε ;

1. 
έμμεσο φωτισμό και αερισμό

2. 

3. 

Flow chart_ερωτηματολόγιο

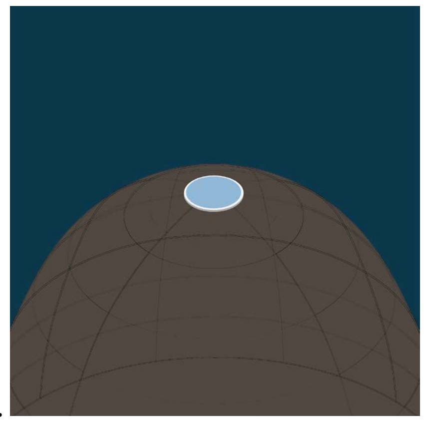
2στ. Για σκεπή
Επιθυμείτε άνοιγμα για :

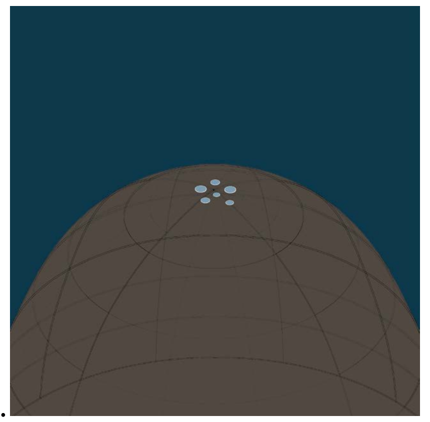
1.


2.

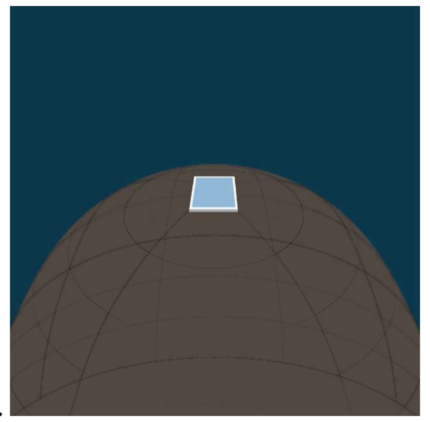

3.

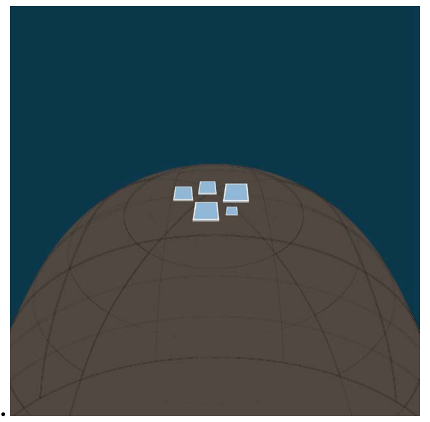

Πιο συγκεκριμένα, τι είδους άνοιγμα επιθυμείτε

1.


2.


Πιο συγκεκριμένα, τι είδους άνοιγμα επιθυμείτε

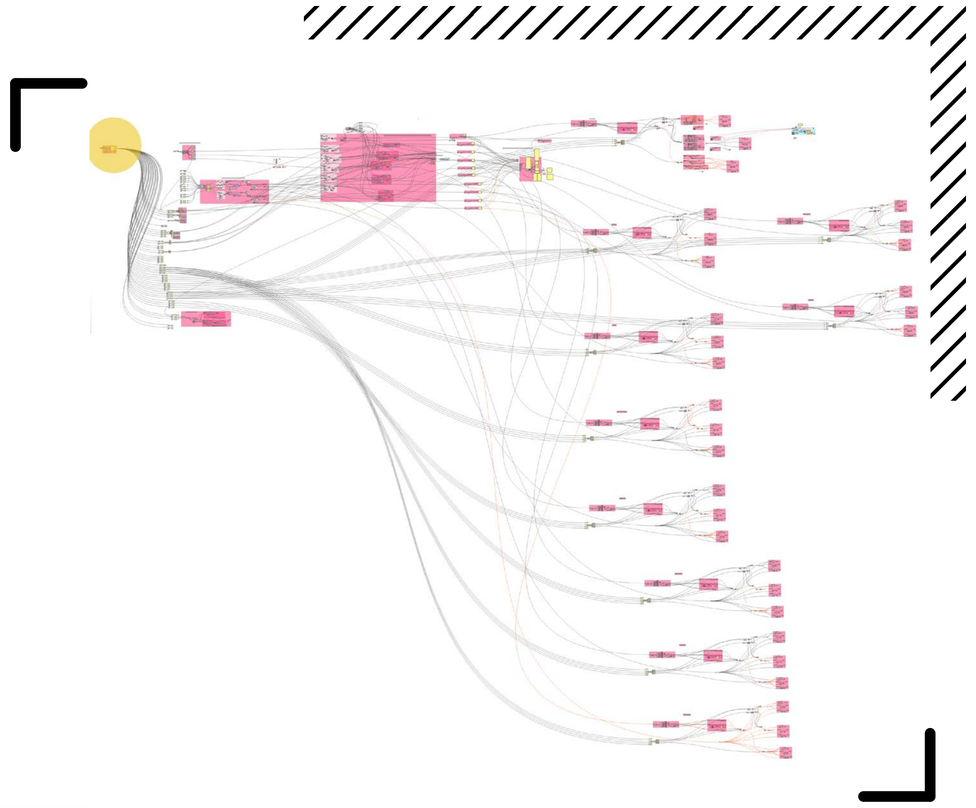
1.


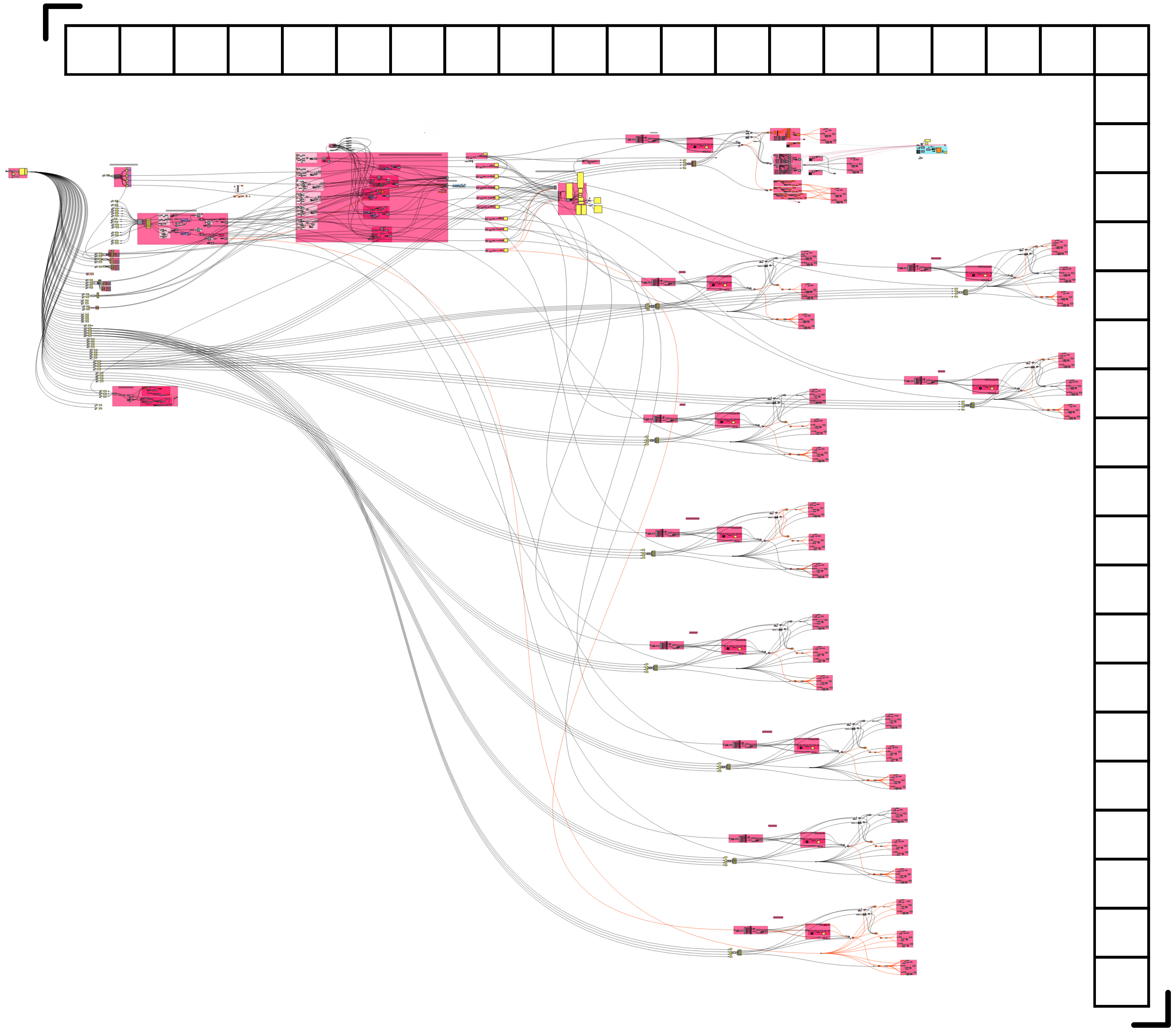
2.


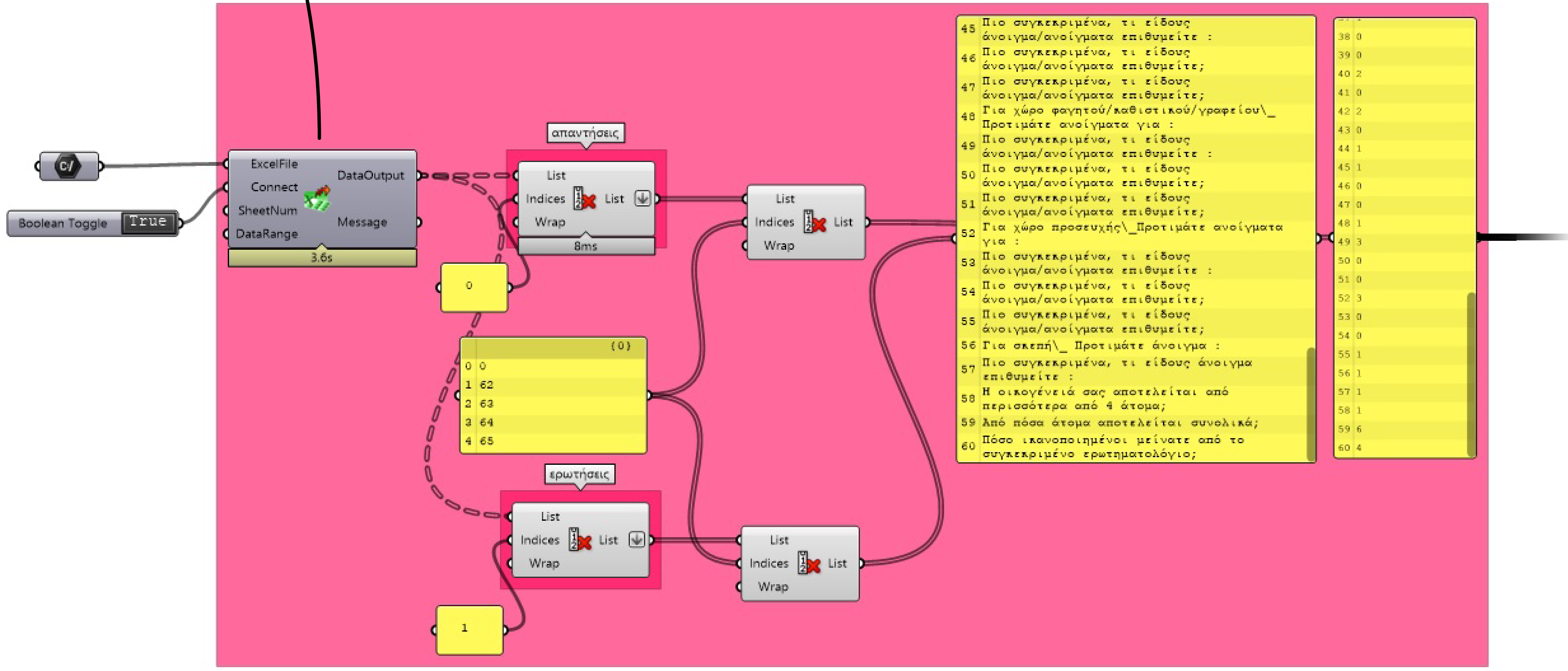
3. Από πόσα άτομα αποτελείται η οικογένειά σας;

Αν η απάντηση είναι > 4 άτομα, περνάει τον αλγόριθμο όσες φορές χρειάζεται και στο τέλος βάζει όλες τις κατασκευές δίπλα δίπλα

Διάρθρωση Αλγορίθμου



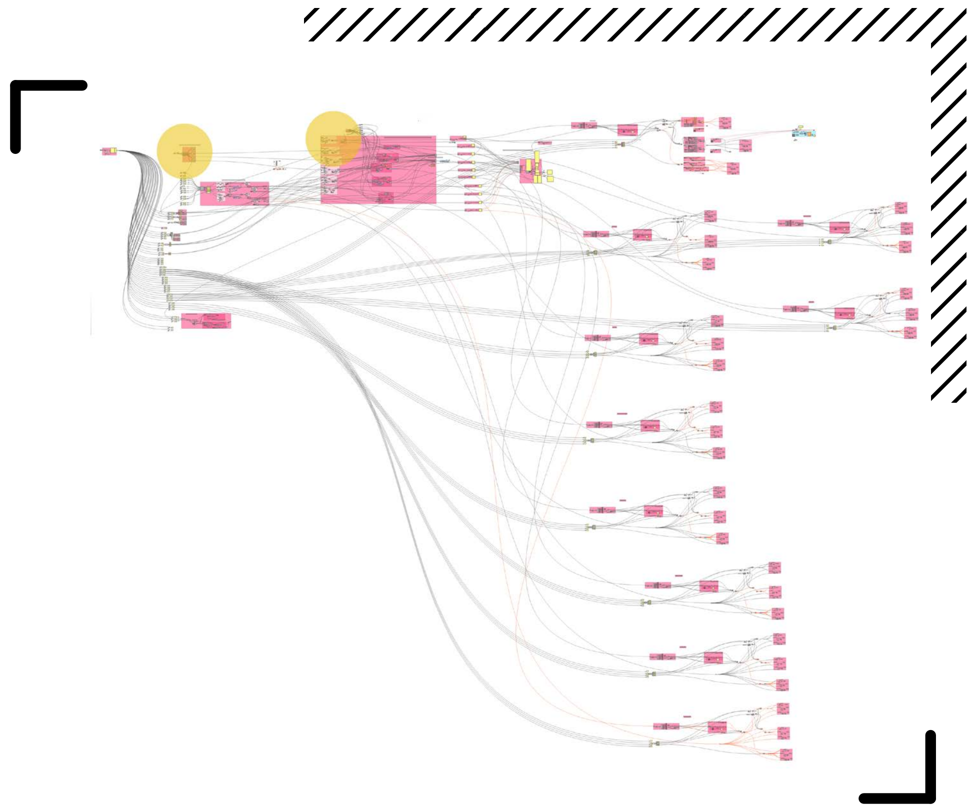


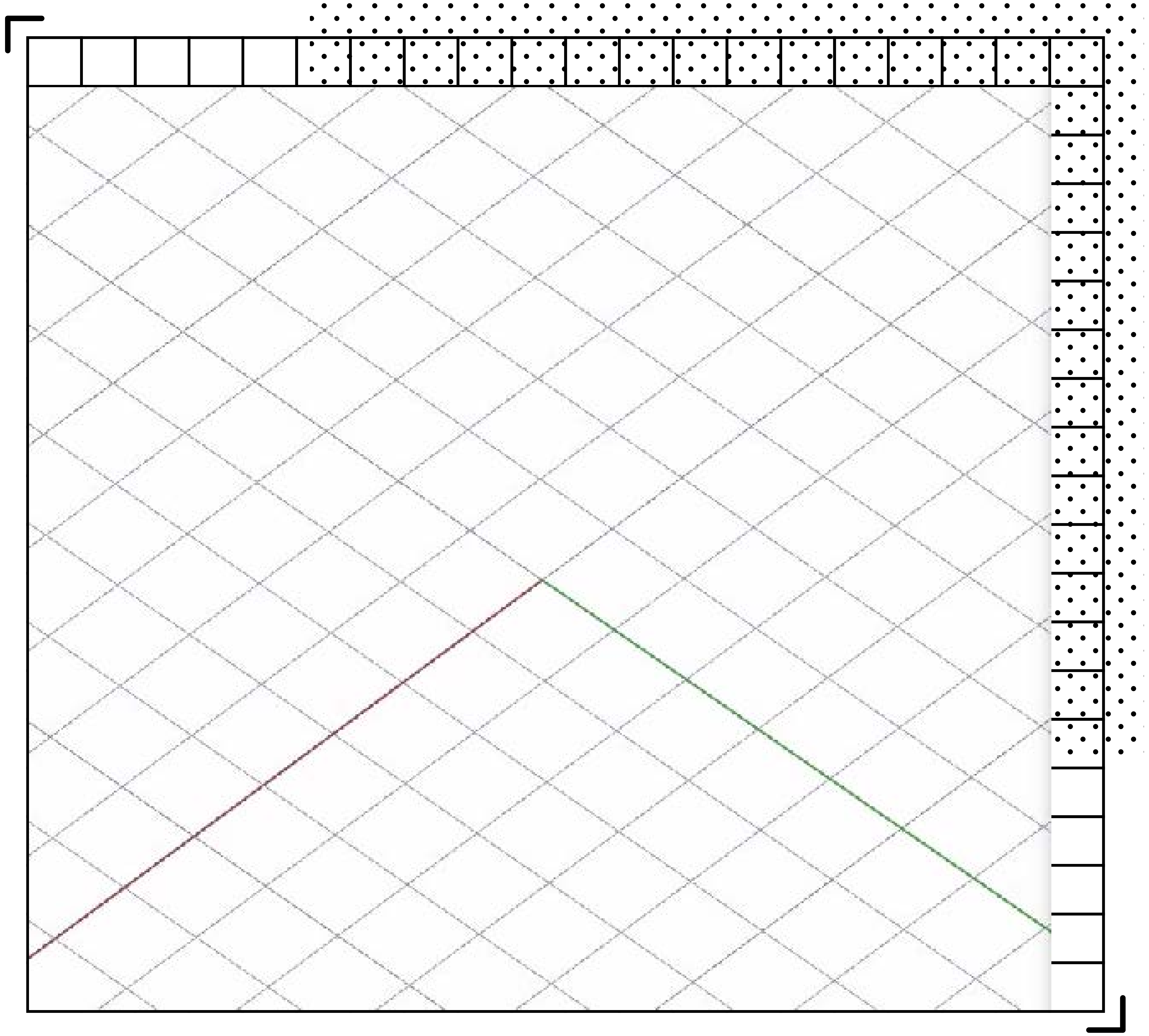


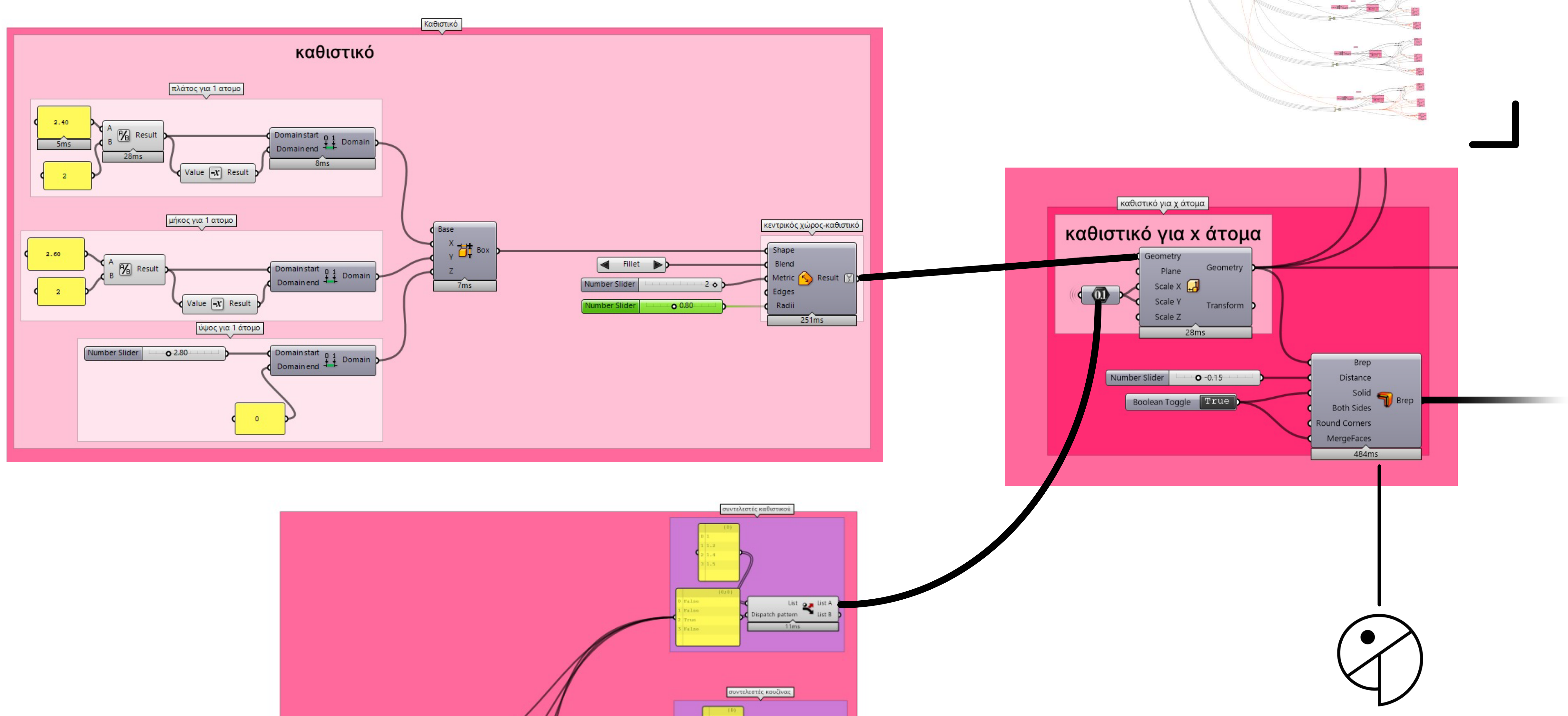
Μεταφορά δεδομένων από ερωτηματολόγιο σε πρόγραμμα οπτικού αλγοριθμικού σχεδιασμού (Grasshopper) εντός της εφαρμογής 3d Rhinoceros.

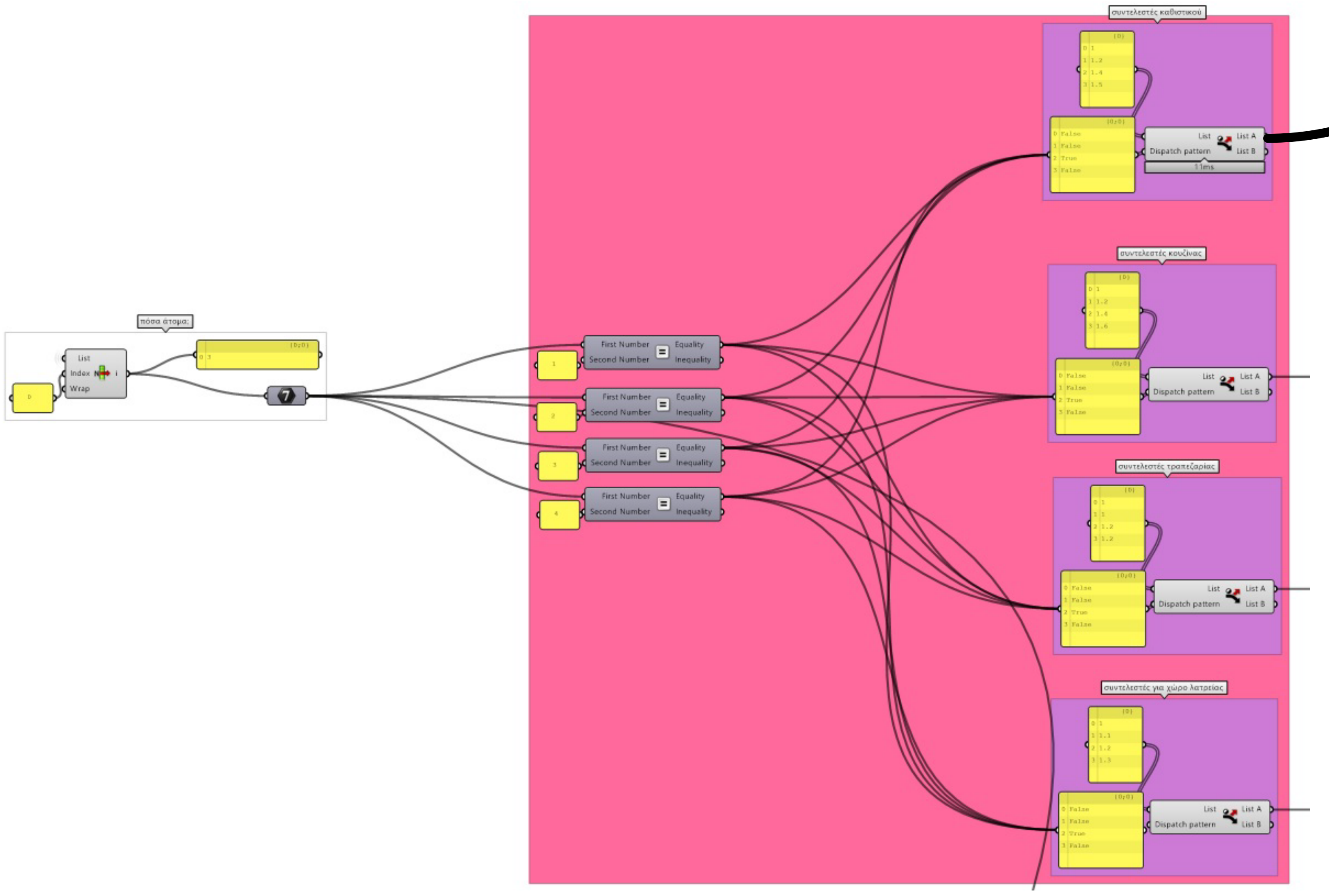
ανάρθρωση αλγορίθμου

Σχηματισμός χώρων







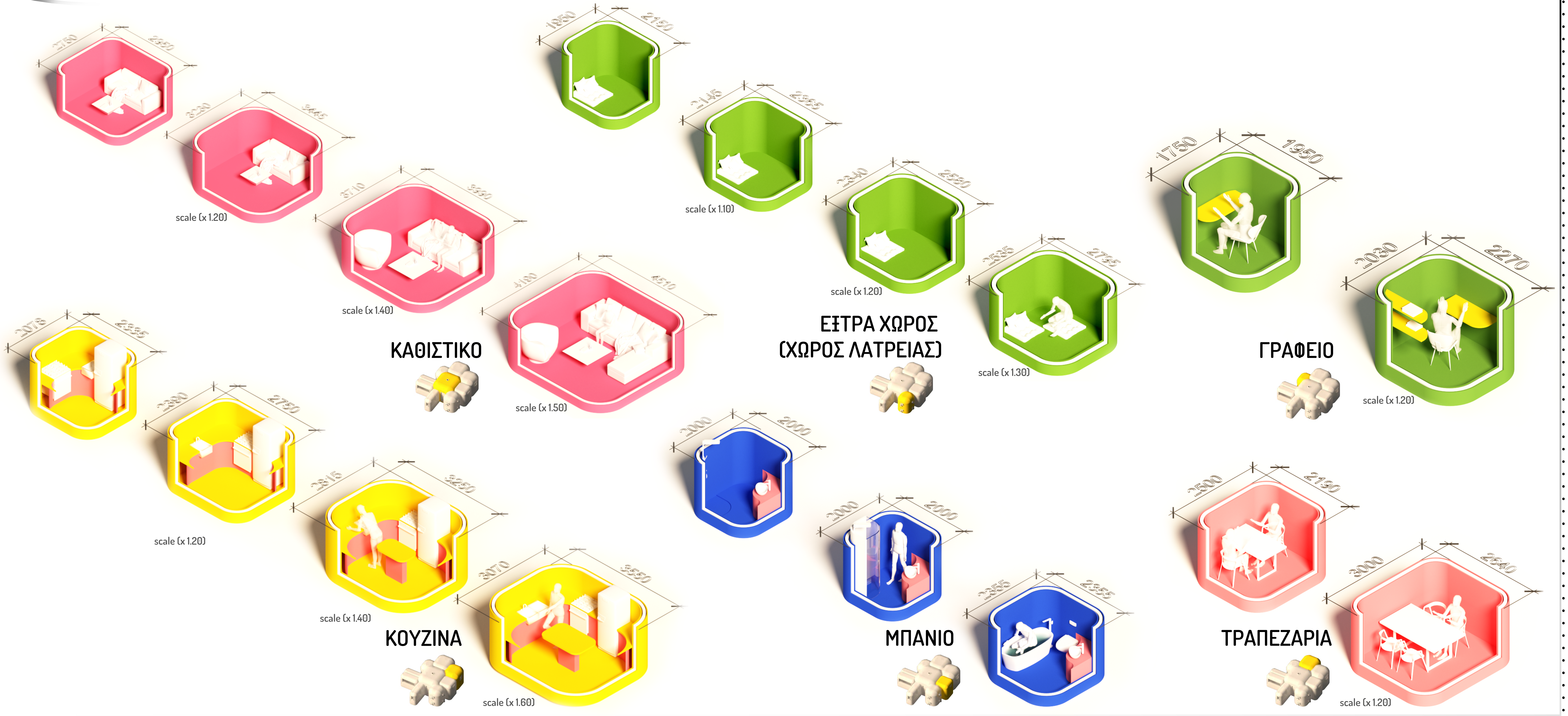


ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ
ΚΟΥΖΙΝΑ
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ
ΜΠΑΝΙΟ
ΓΡΑΦΕΙΟ
ΕΞΤΡΑ ΧΩΡΟΣ (ΧΩΡΟΣ ΛΑΤΡΕΙΑΣ)
4 ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΑ

χωρικά όρια συντεταγμένων (domains)

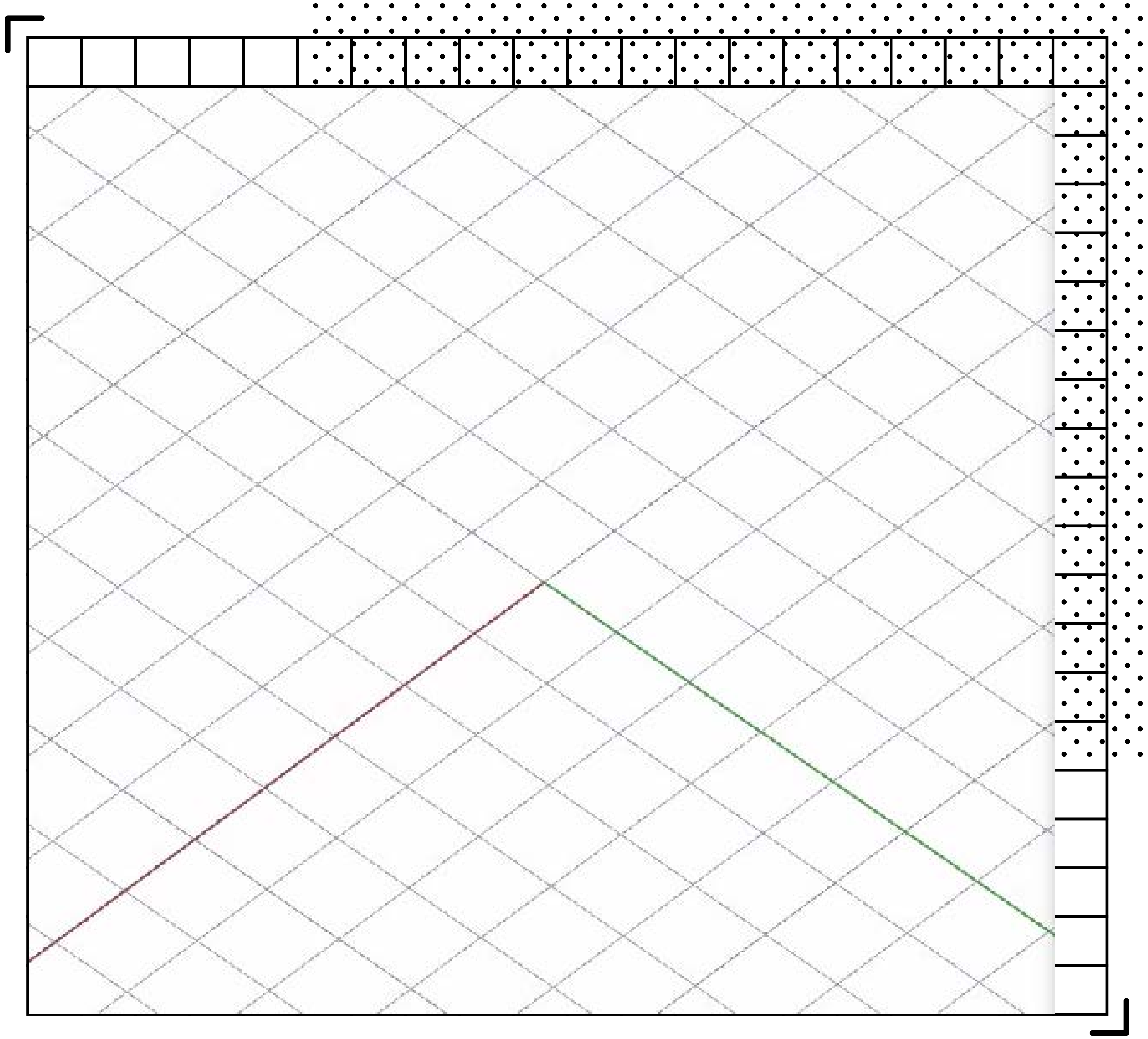
ανάρθρωση αλγορίθμου

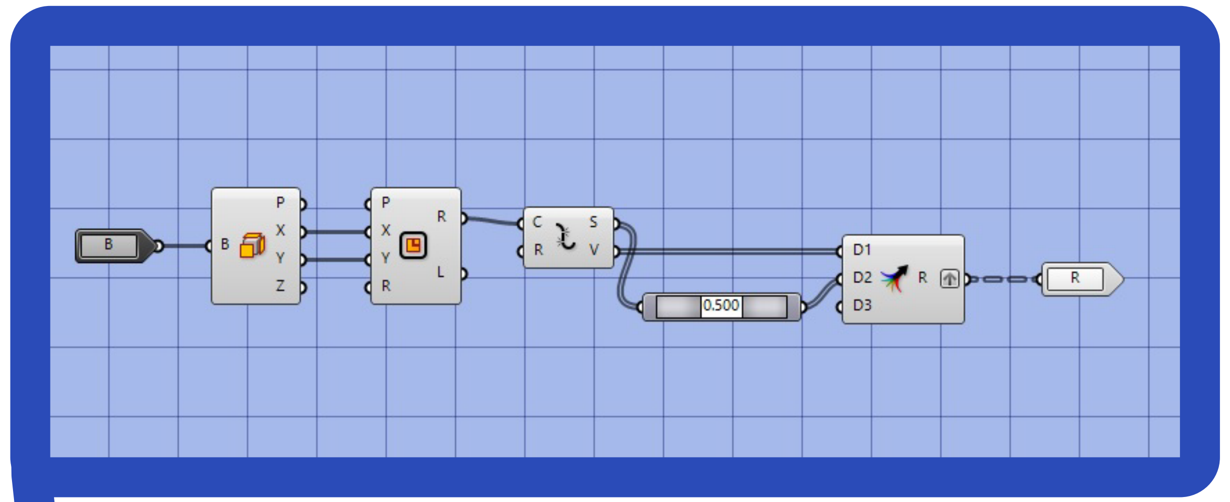
Διαμόρφωση τυπολογιών χώρων

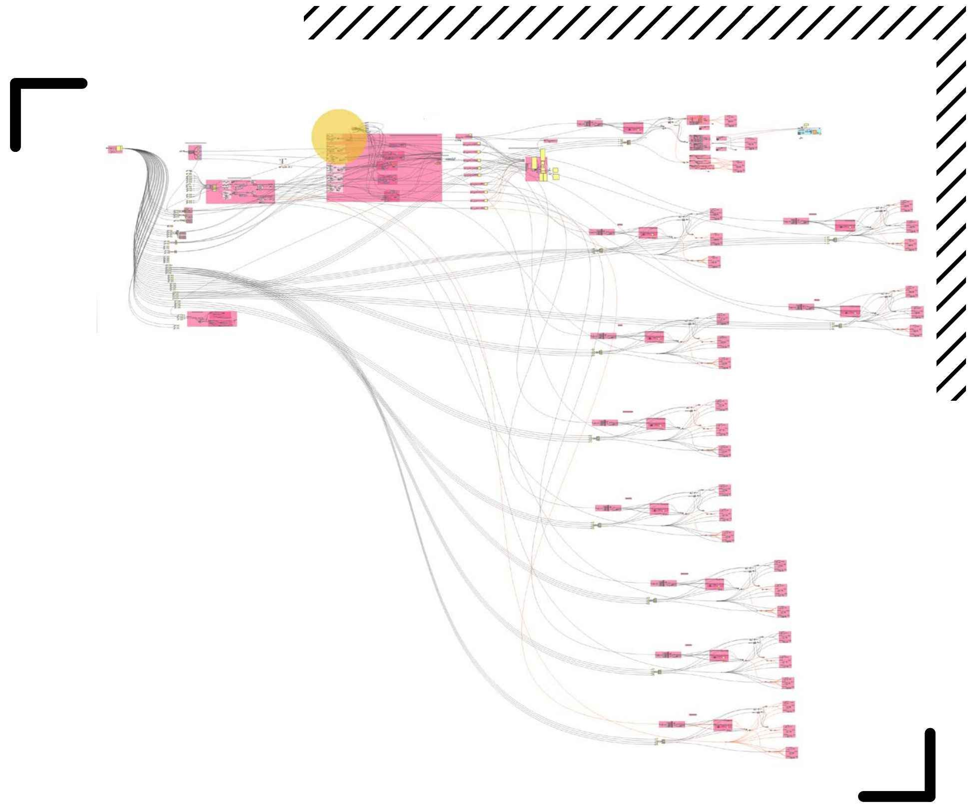


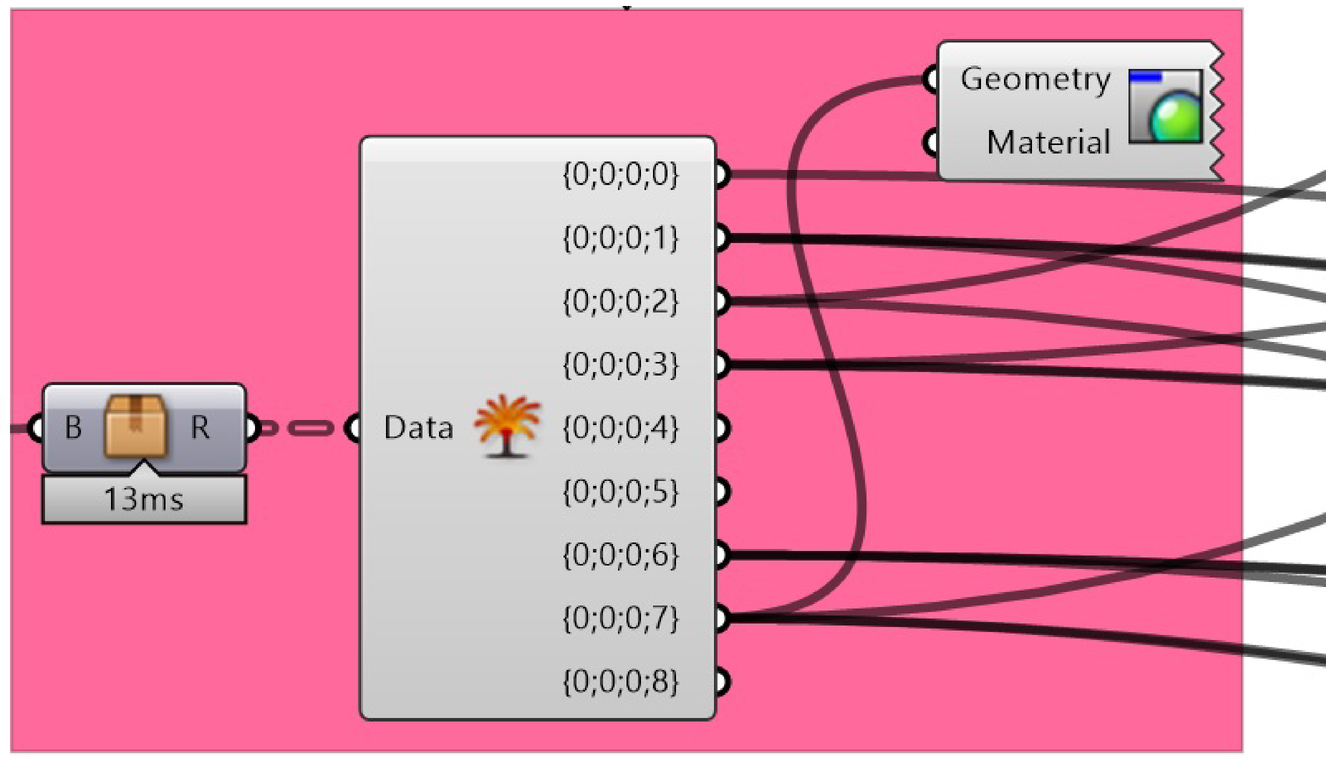
Διάρθρωση αλγορίθμου

Καθορισμός σημείων τοποθέτησης



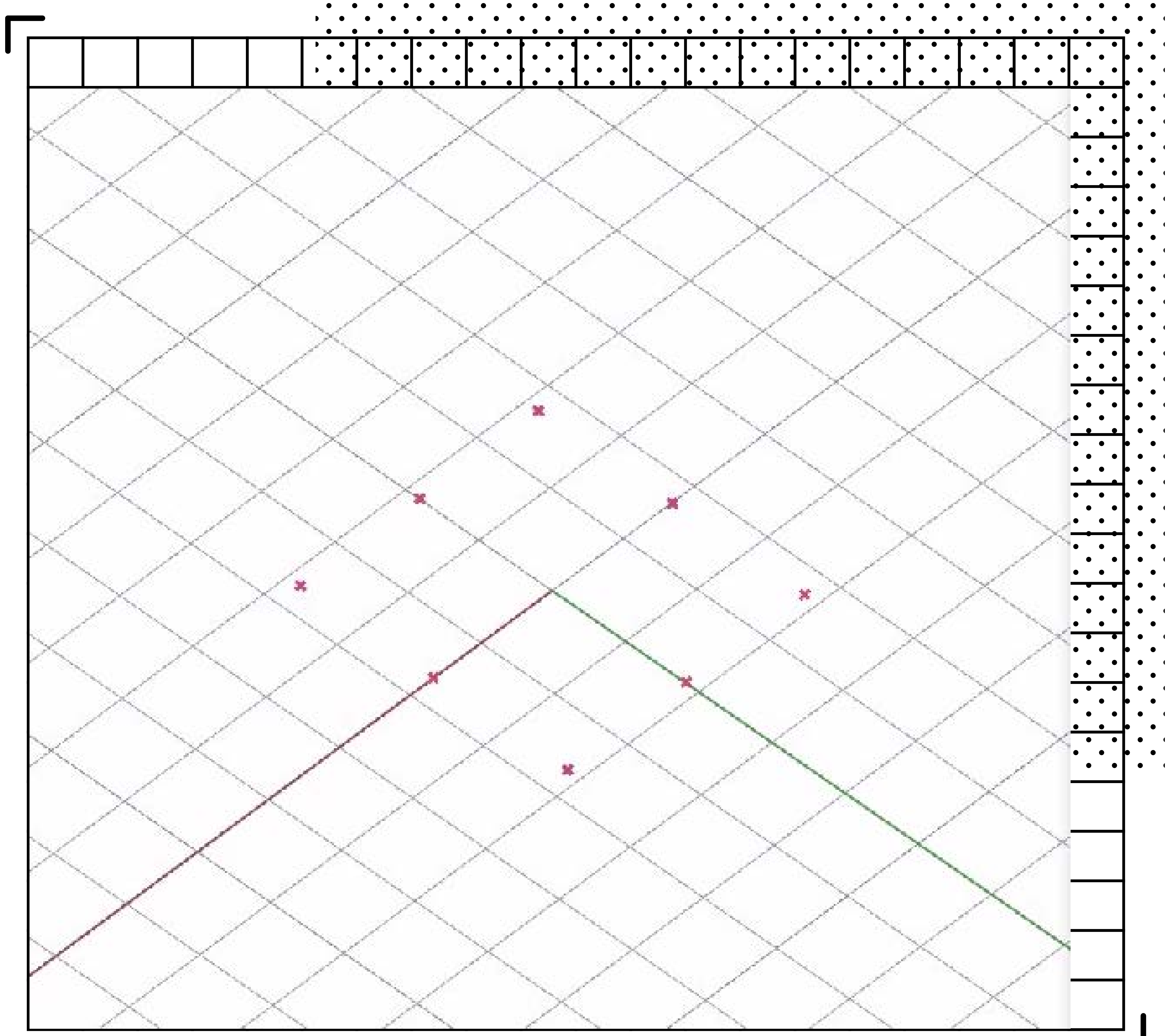


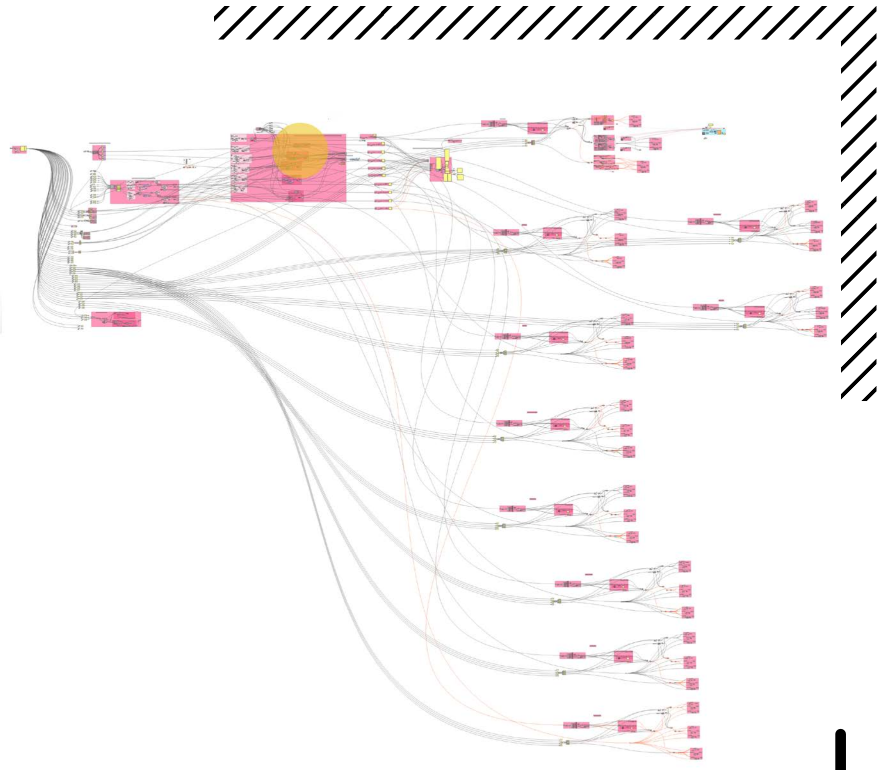


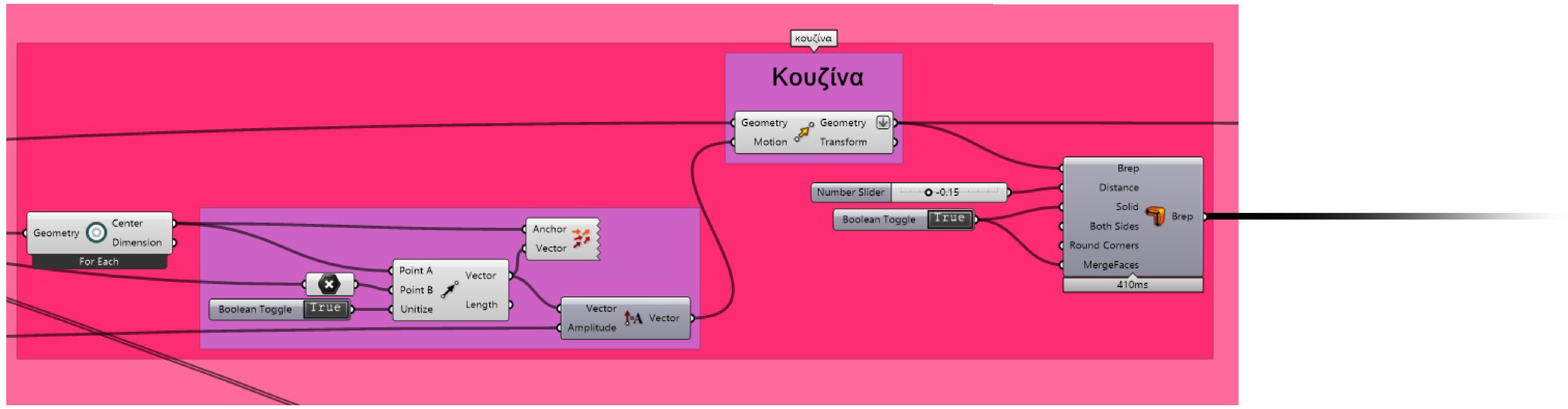


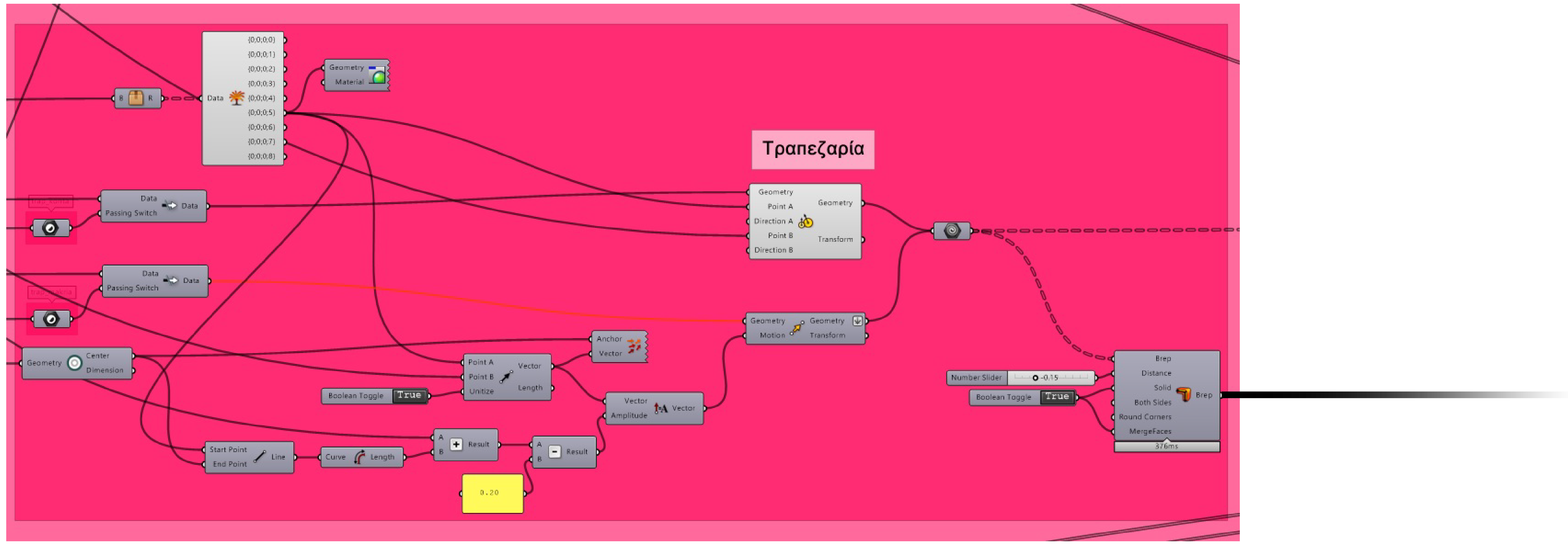
ανάρθρωση αλγορίθμου

Διάταξη χώρων







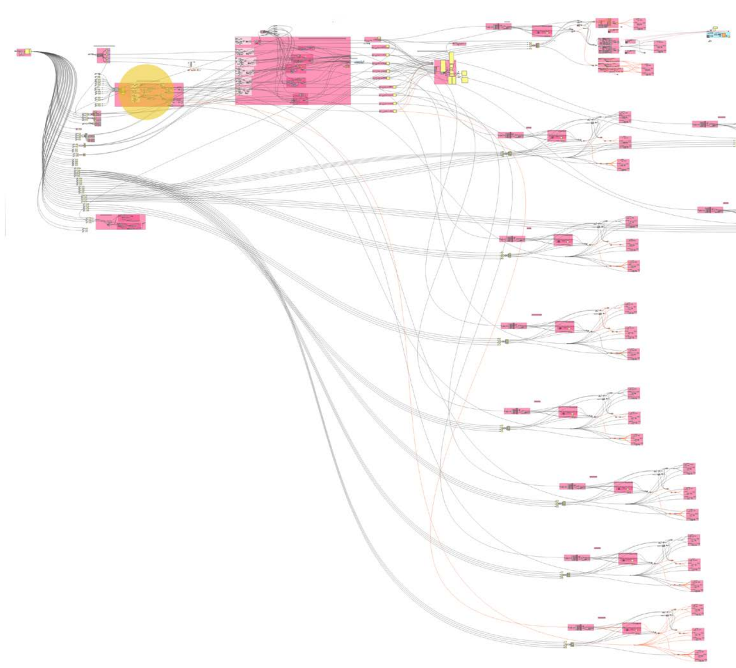


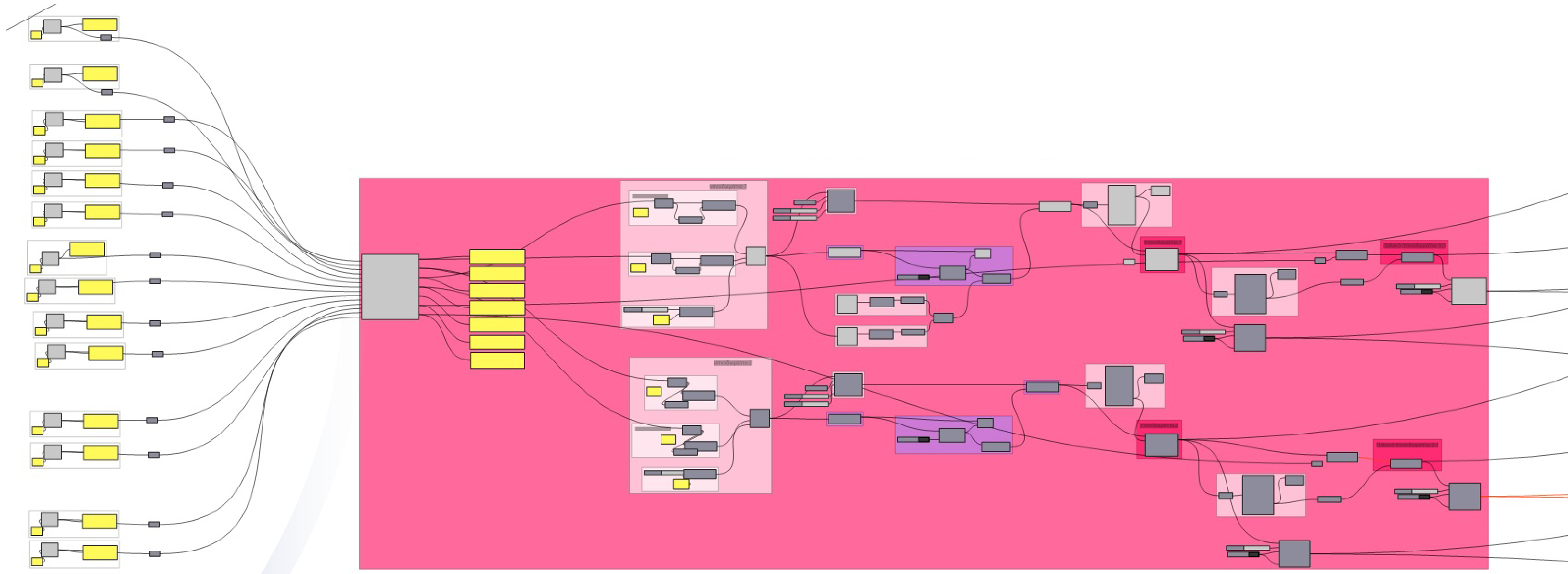
ενιαίος / ξεχωριστός χώρος

διαχωρισμός εναλλακτικών απαντήσεων → Πύλη Δεδομένων [Data Gate]

ανάρθρωση αλγορίθμου

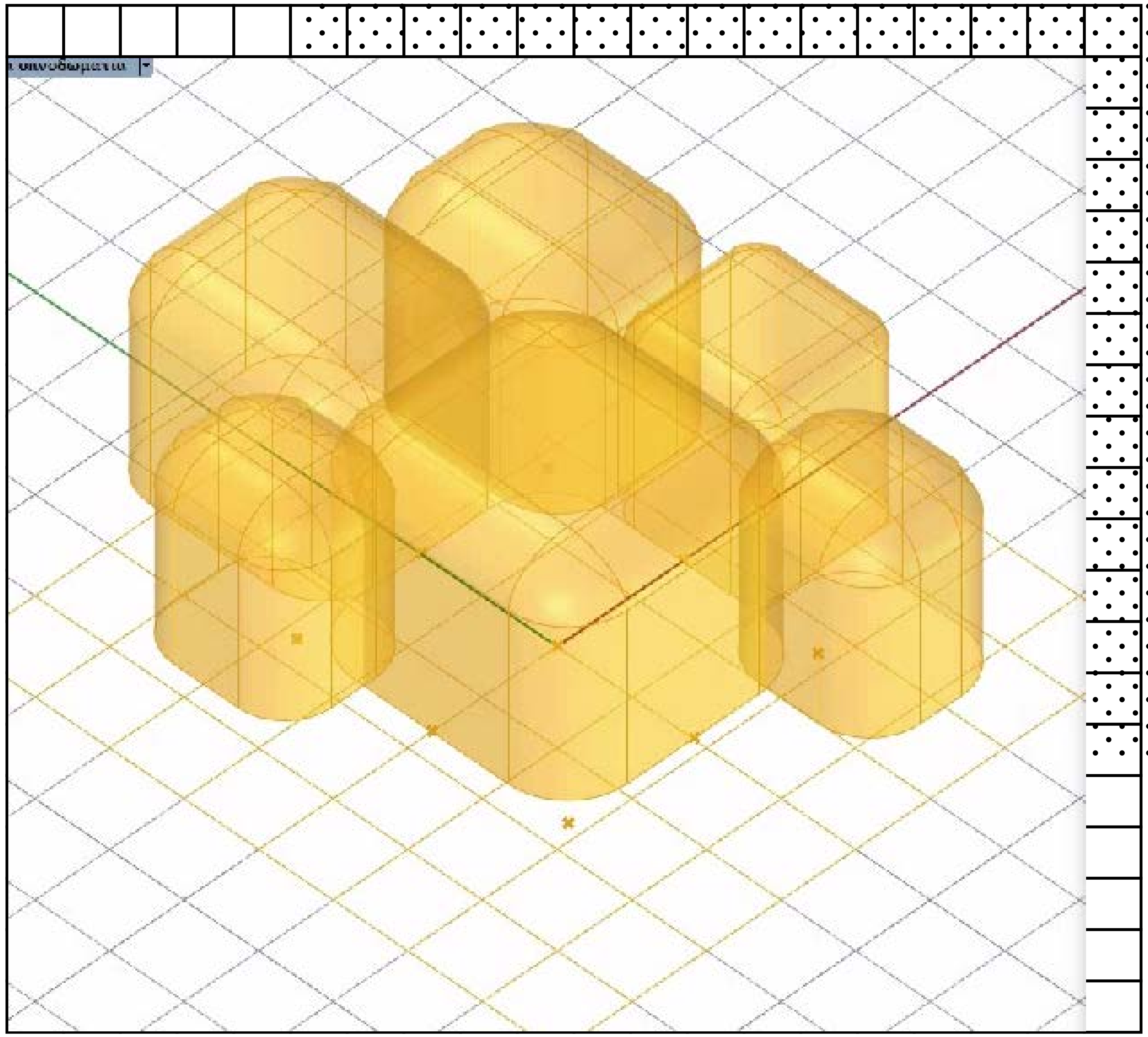
Επιλογή και κατασκευή υπνοδωματίων

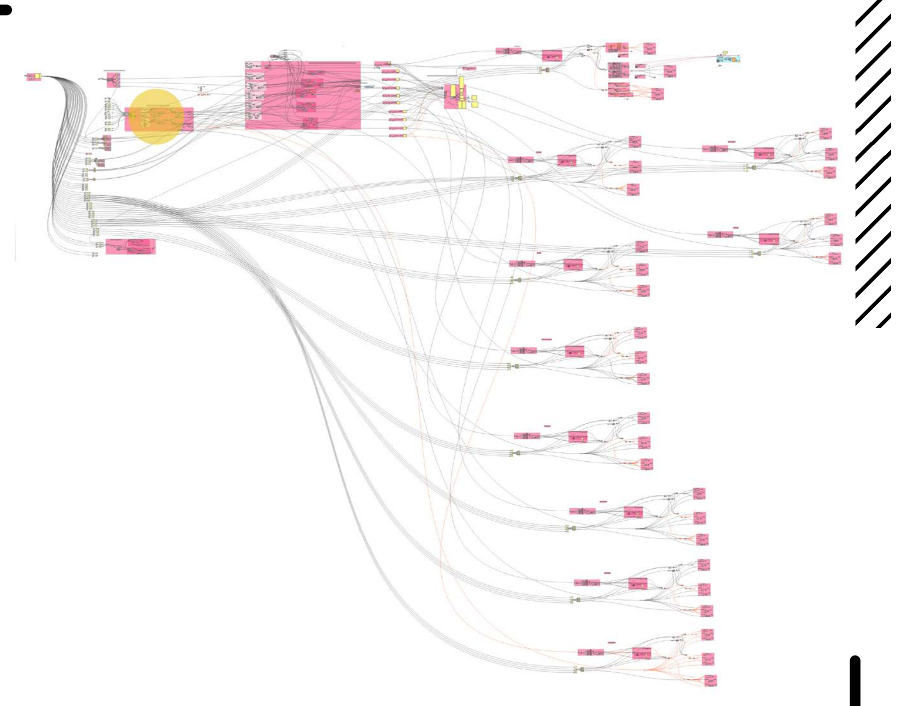


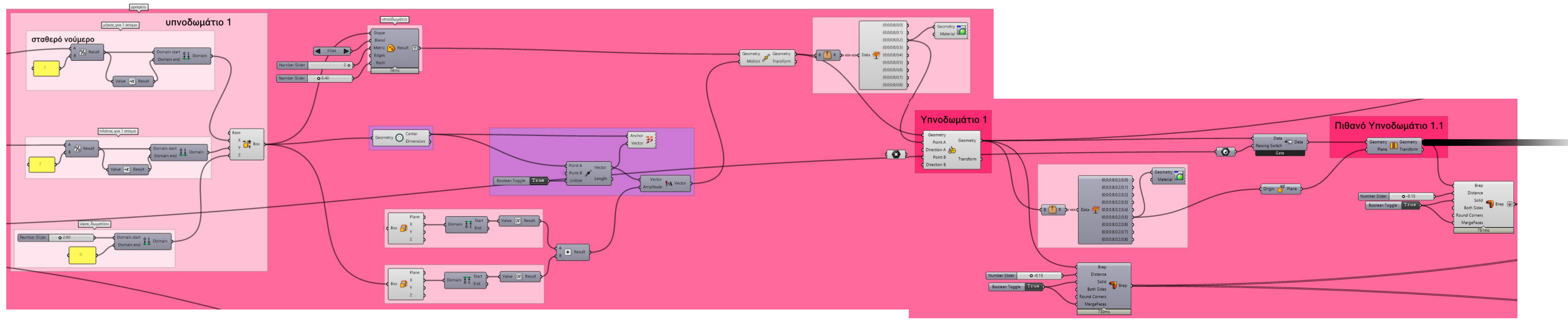


GHPython Script → Data Gate

ανάρθρωση αλγορίθμου
Επιλογή και κατασκευή υπνοδωματίων



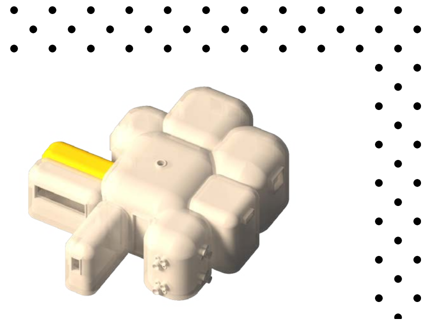


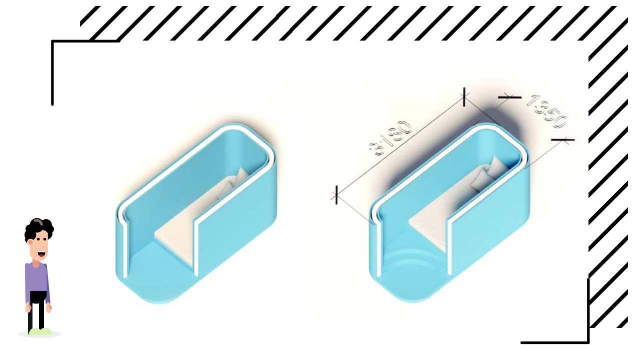


Βασική κατασκευή υπνοδωματίου-κάψουλας για 1 άτομο

αναλόγως την επιλογή και τον αριθμό των υπνοδωματίων, συνεχίζει ή όχι ο αλγόριθμός

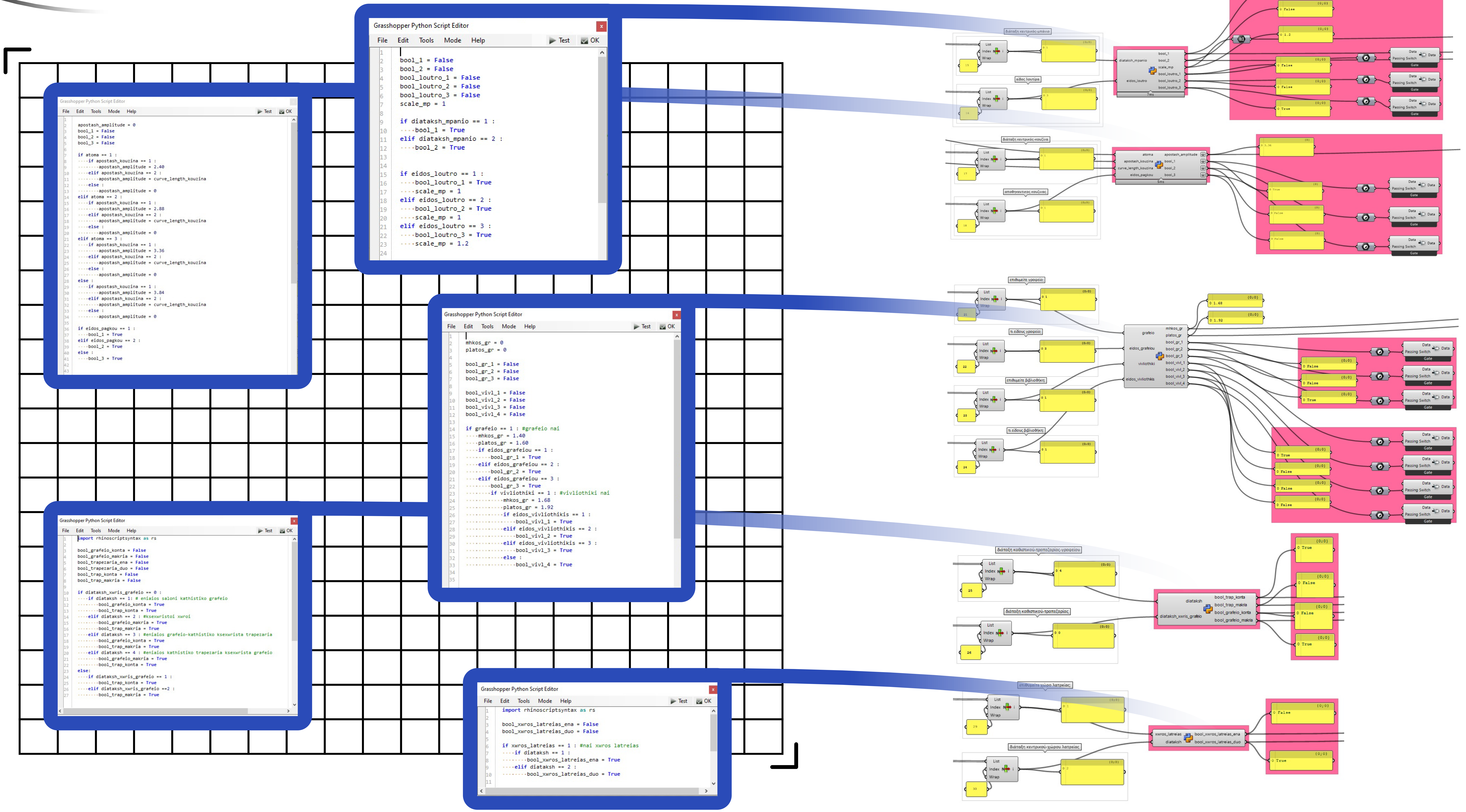
Διαμόρφωση τυπολογιών υπνοδωματίων

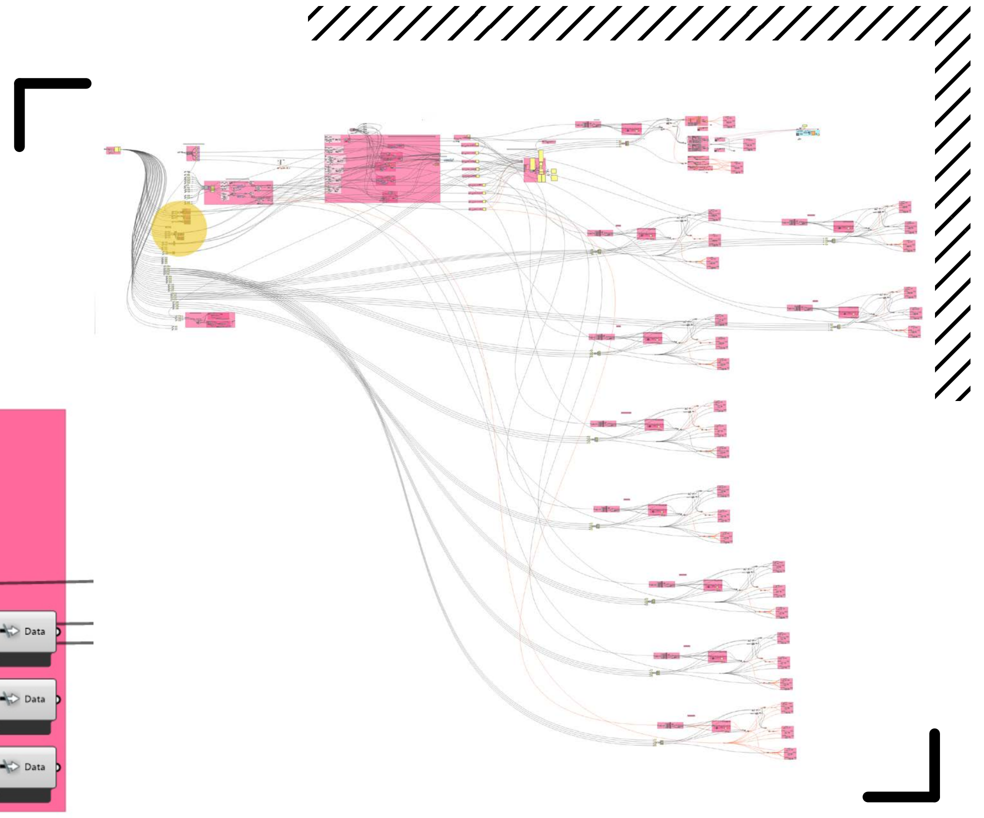




Ανάπτυξη Αλγορίθμου

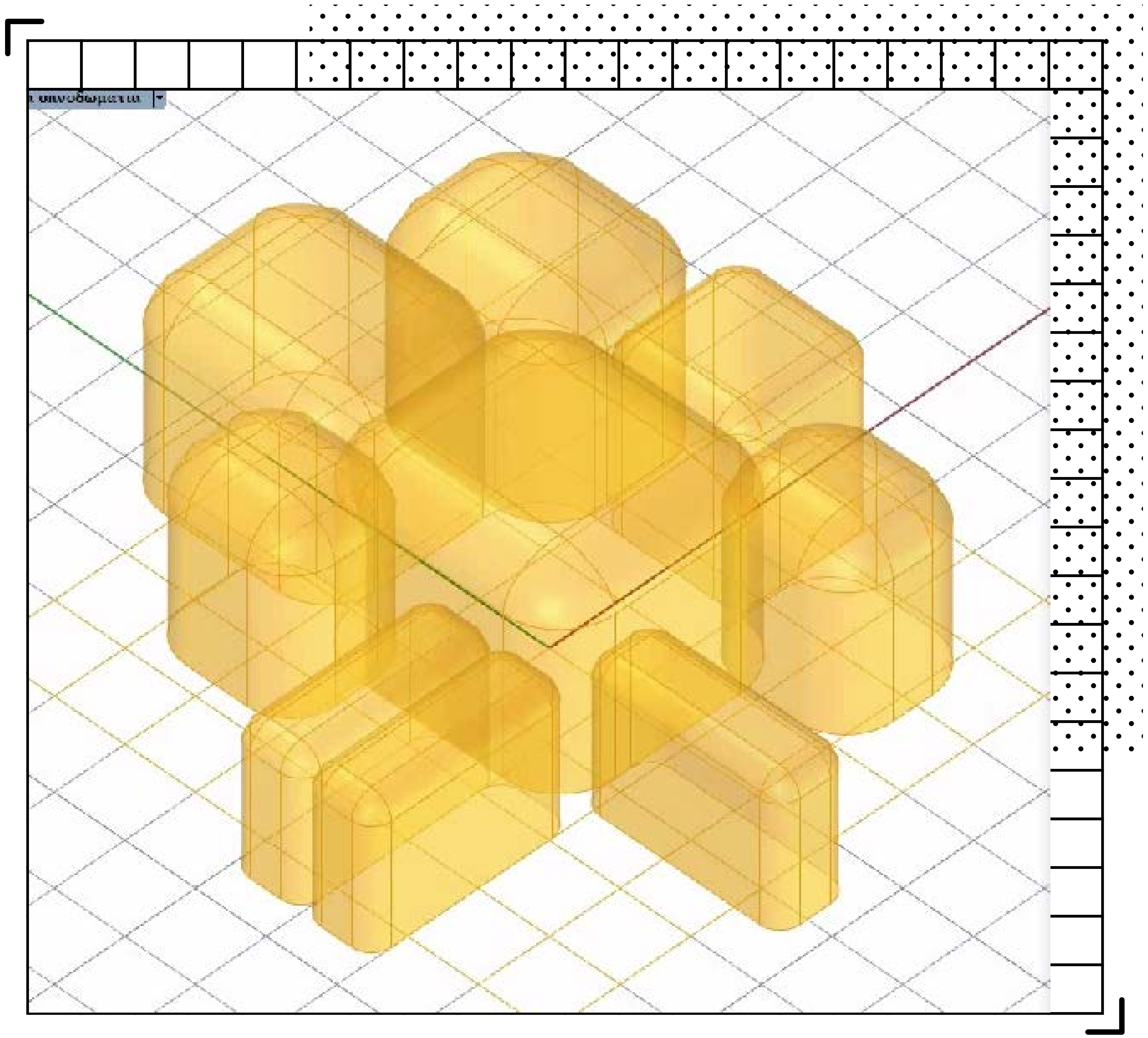
Διάταξη υπολοίπων χώρων και επιλογές εξοπλισμού



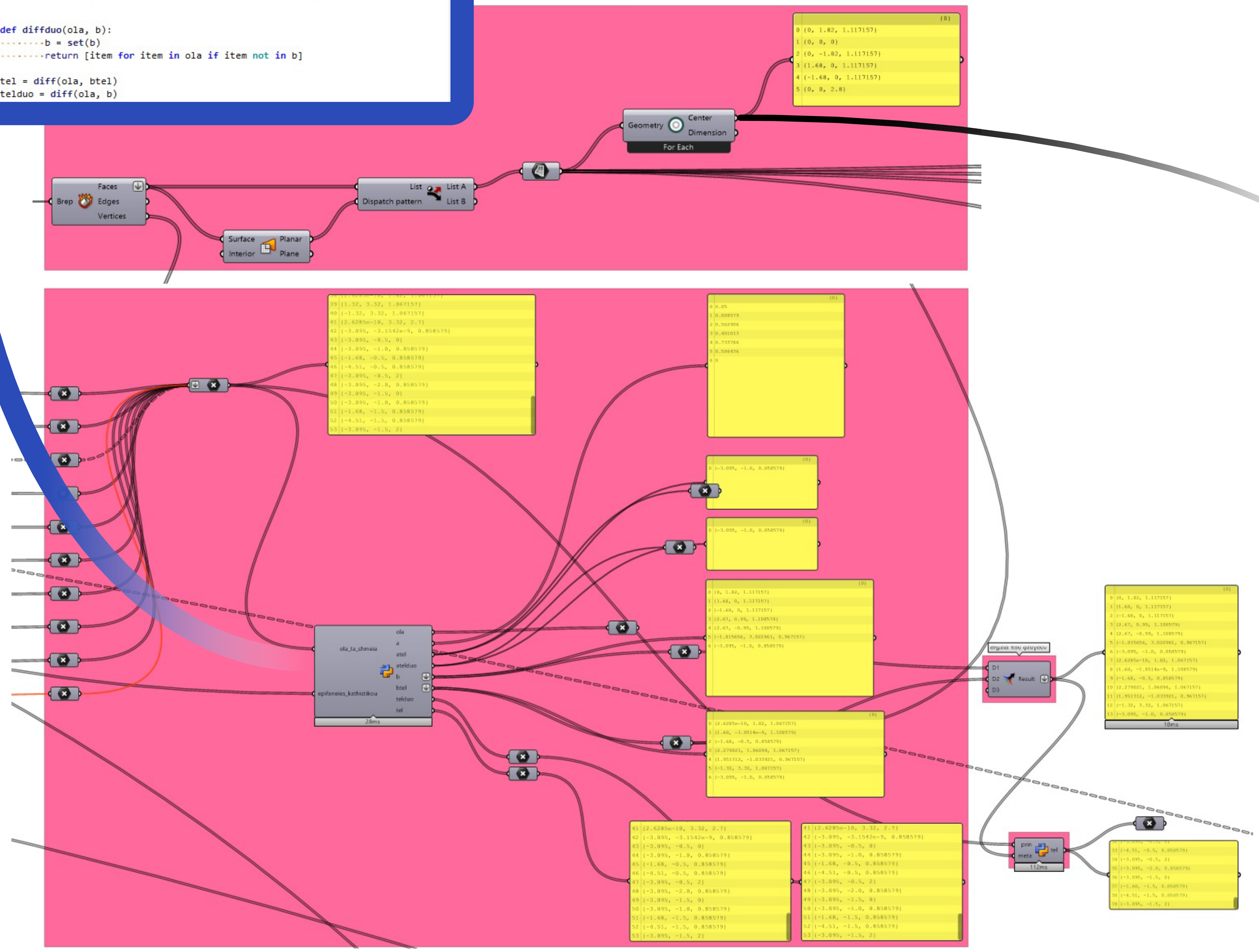


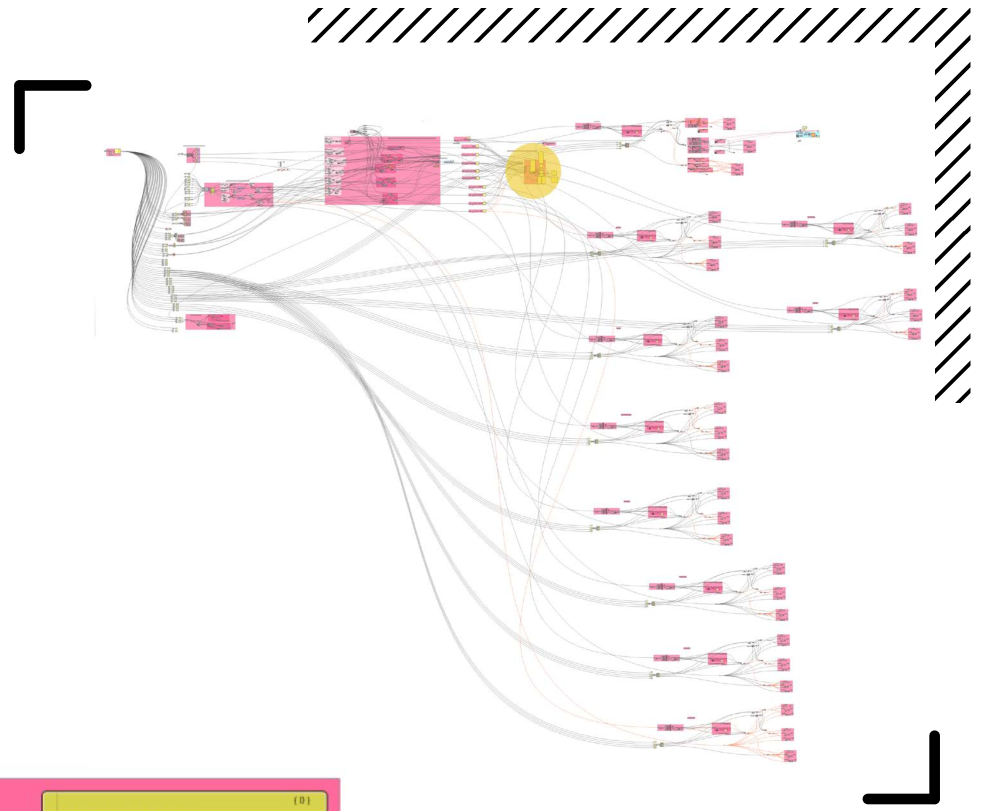
ανάπτυξη αλγορίθμου

Επιλογή σημείων-επιφανειών τοποθέτησης ανοιγμάτων



```
import rhinoscriptsyntax as rs
import ghpythonlib.components as ghcomp
import math as m
import Rhino
import ghpythonlib.treehelpers as th

ola = ola_ta_shmeia
a = []
atel = []
atelduo = []
b = []
btel = []

length_ola = len(ola) - 1


for i in range(0,length_ola) :
    for j in range(1, length_ola) :
        if i < j  :
            distances = Rhino.Geometry.Point3d.DistanceTo(ola[i],ola[j])
            if distances < 0.75 :
                a.append(distances)
                atel = rs.AddPoint(ola[i].X, ola[i].Y, ola[i].Z)
                atelduo = rs.AddPoint(ola[j].X, ola[j].Y, ola[j].Z)
                b.append(atel)
                btel.append(atelduo)

def diff(ola, btel):
        btel = set(btel)
        return [item for item in ola if item not in btel]


def diffduo(ola, b):
        b = set(b)
        return [item for item in ola if item not in b]

tel = diff(ola, btel)
telduo = diff(ola, b)
```



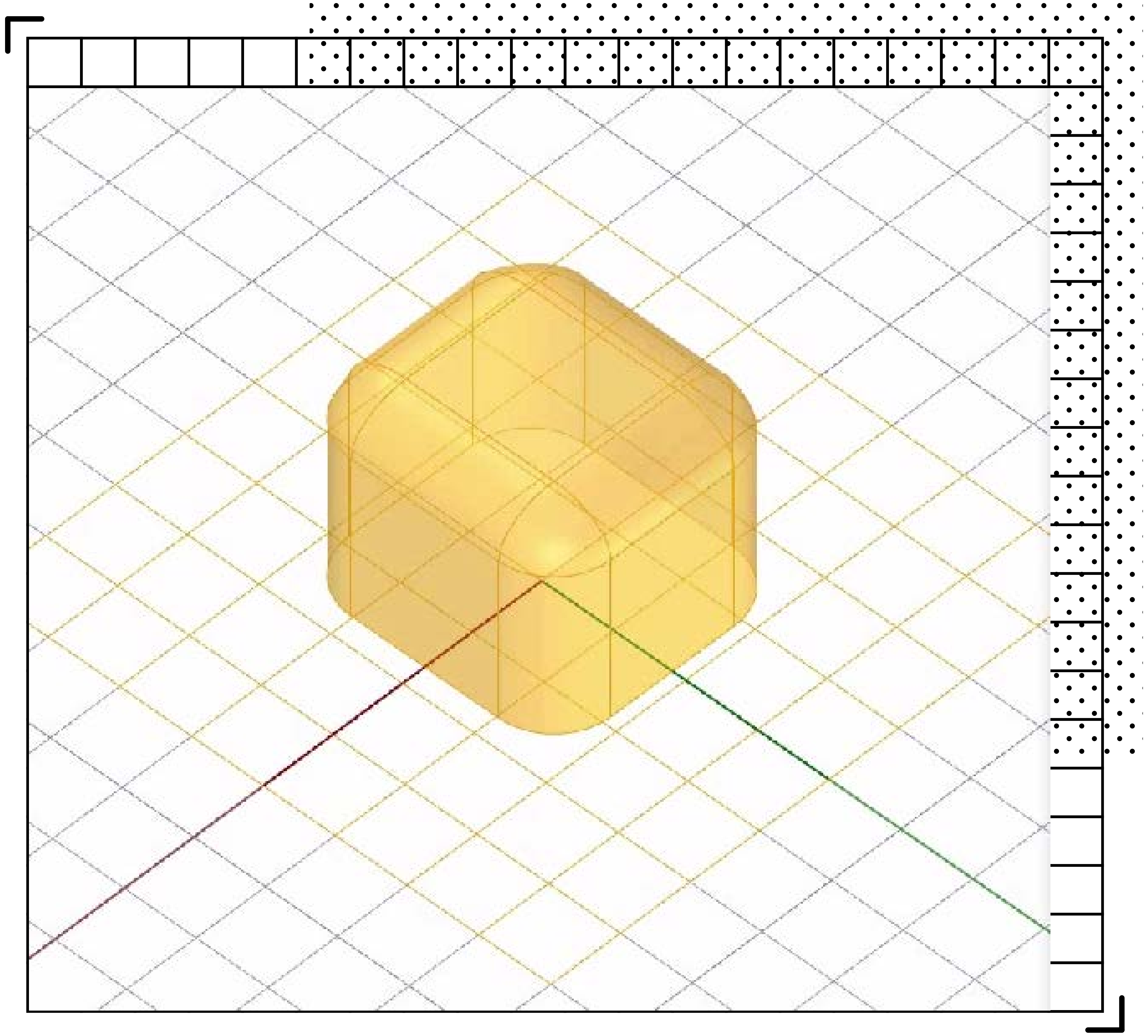


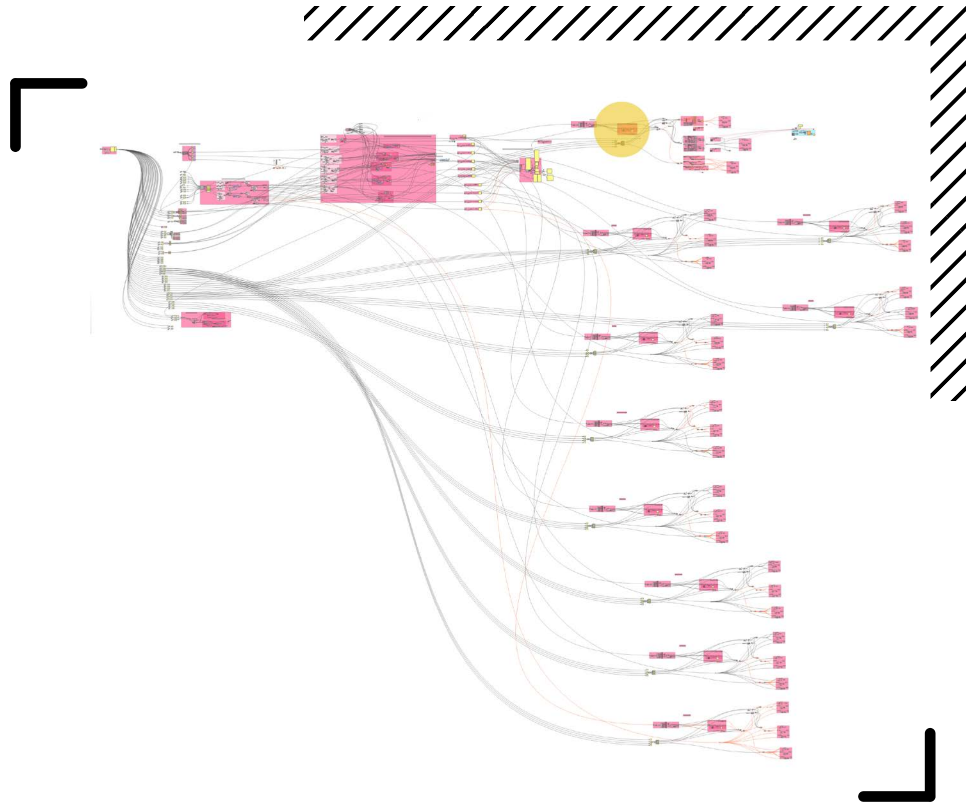
κατάργηση σημείων που βρίσκονται σε απόσταση < 0.75 m ή έχουν z ίση με το 0

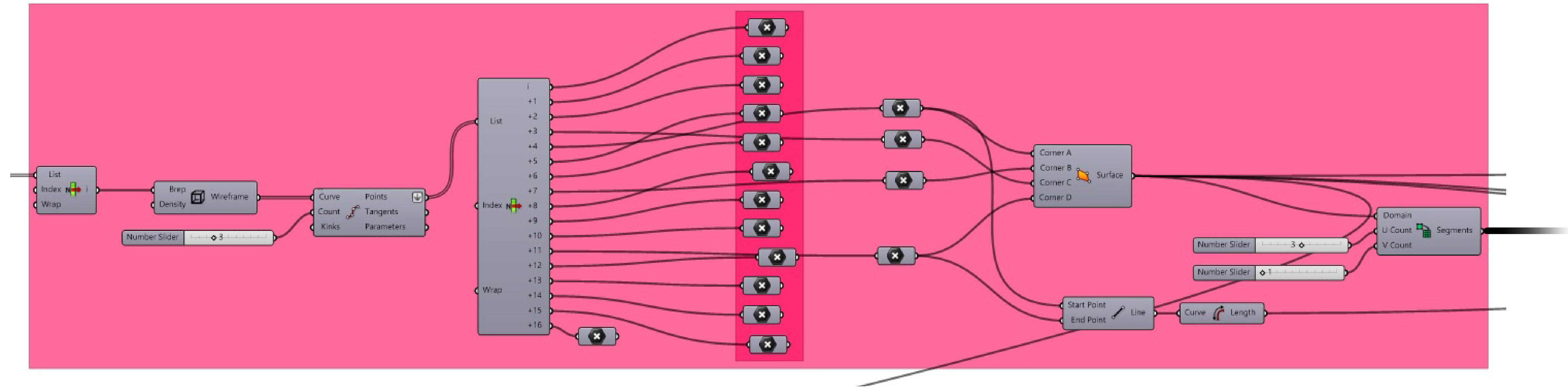
το κάθε σημείο σχετίζεται με μία επιφάνεια ⟶ δεν λαμβάνει υπόψιν την επιφάνεια στην οποία ανήκει το σημείο που καταργείται

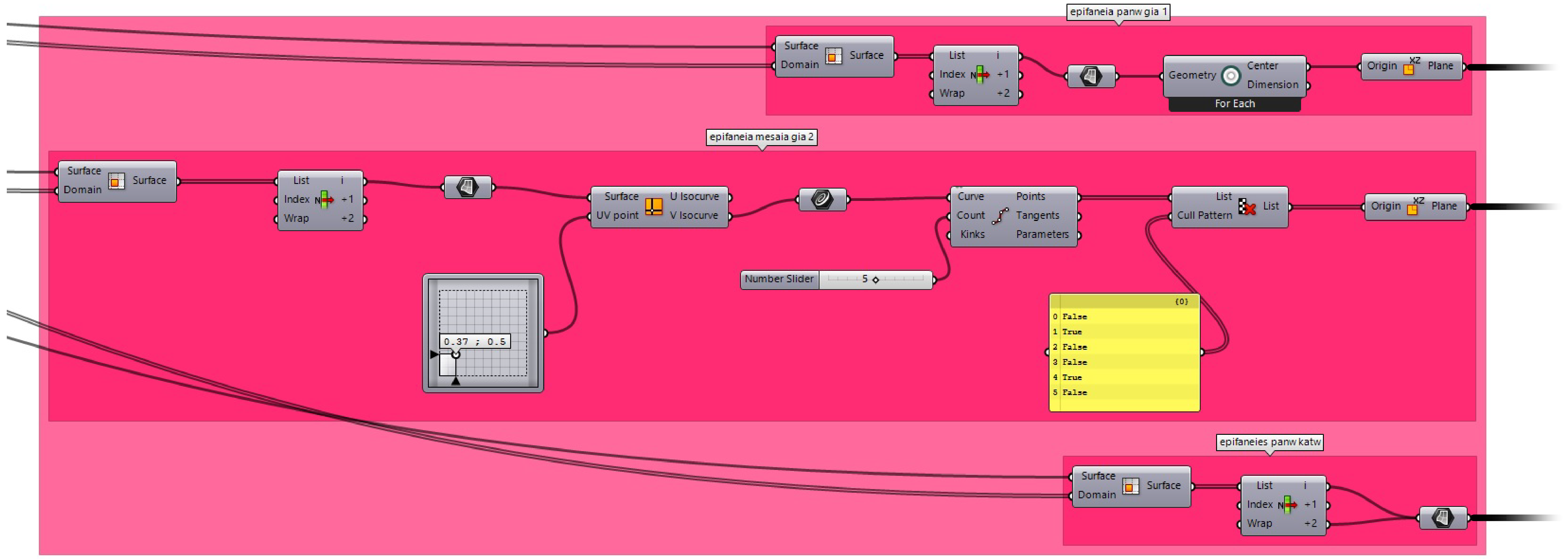
ανάρθρωση αλγορίθμου

Σχηματισμός ανοιγμάτων-κουφωμάτων





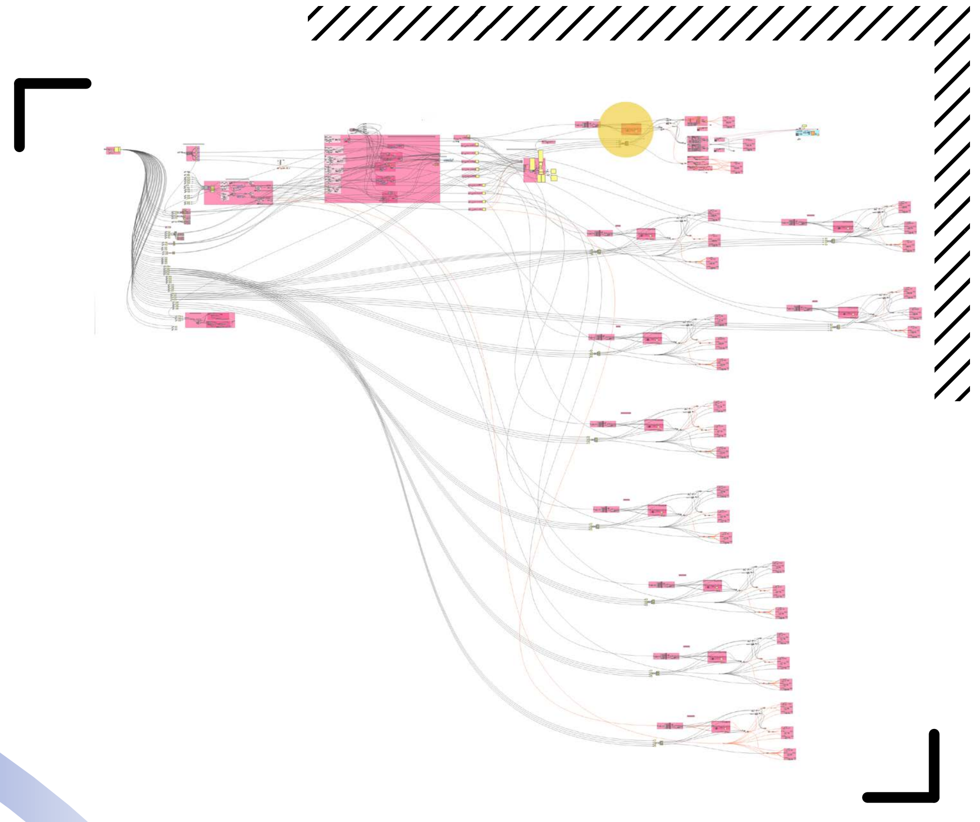


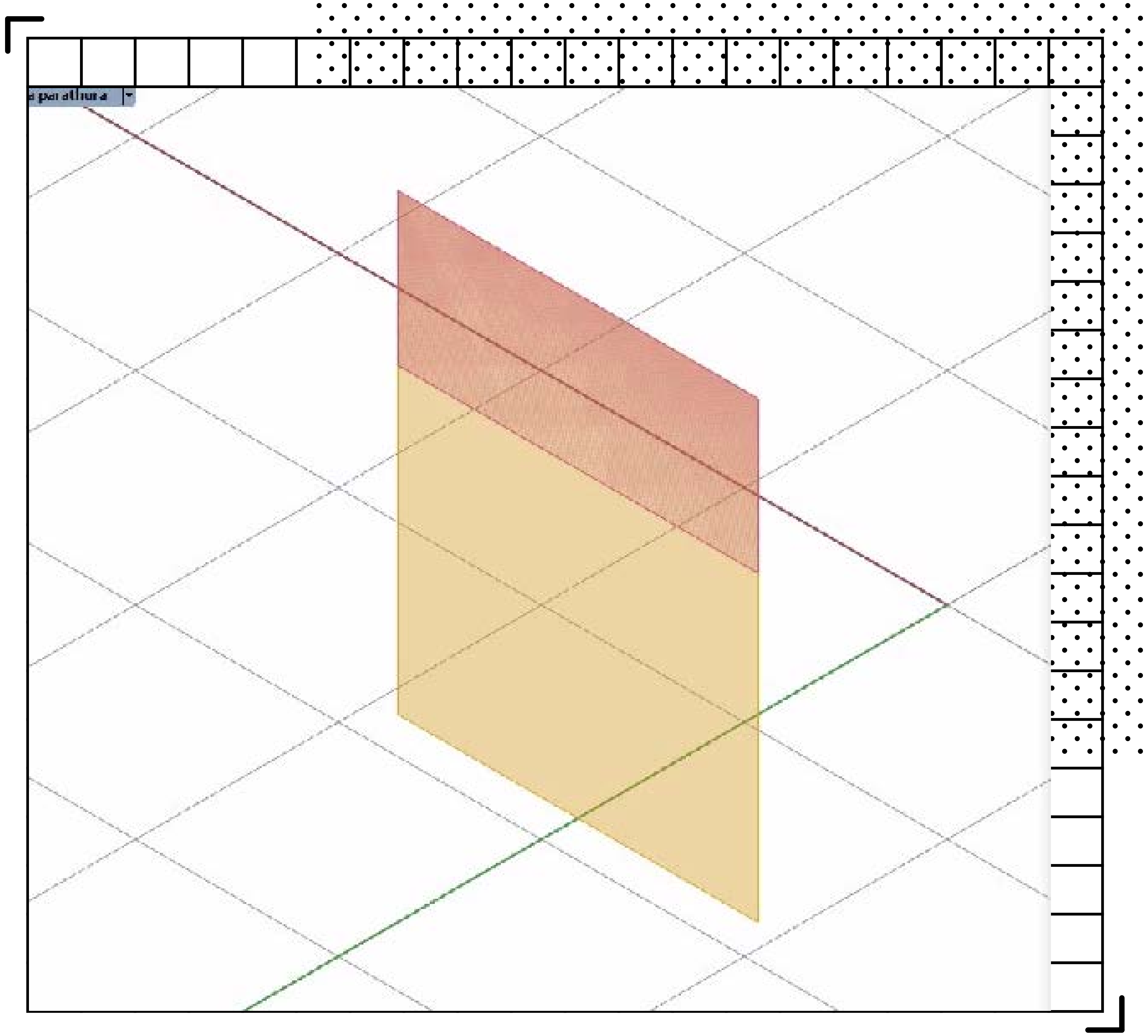


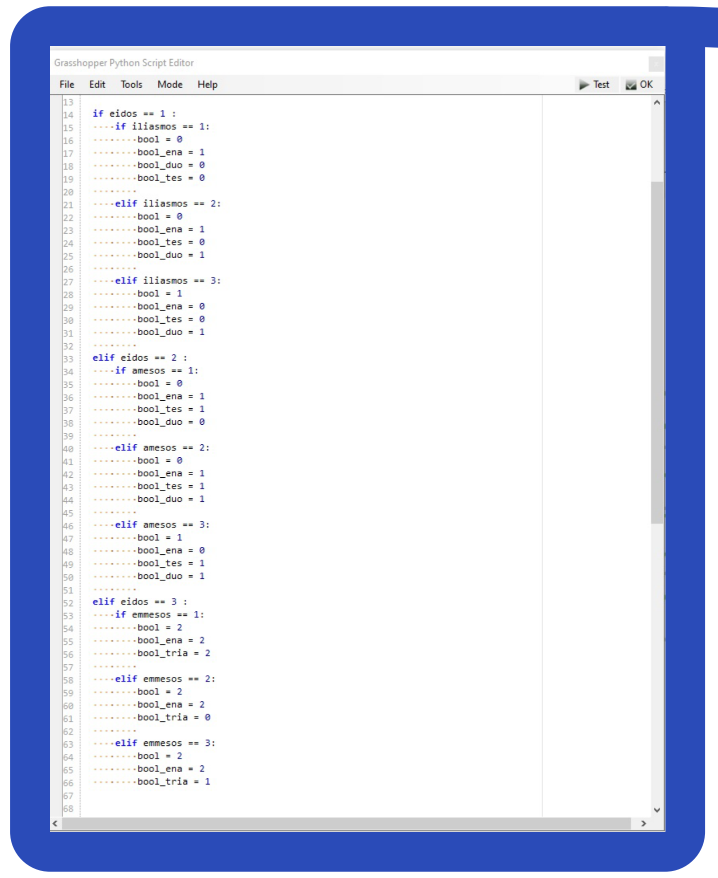
χωρισμός επίπεδων επιφανειών σε 3 οριζόντια μέρη

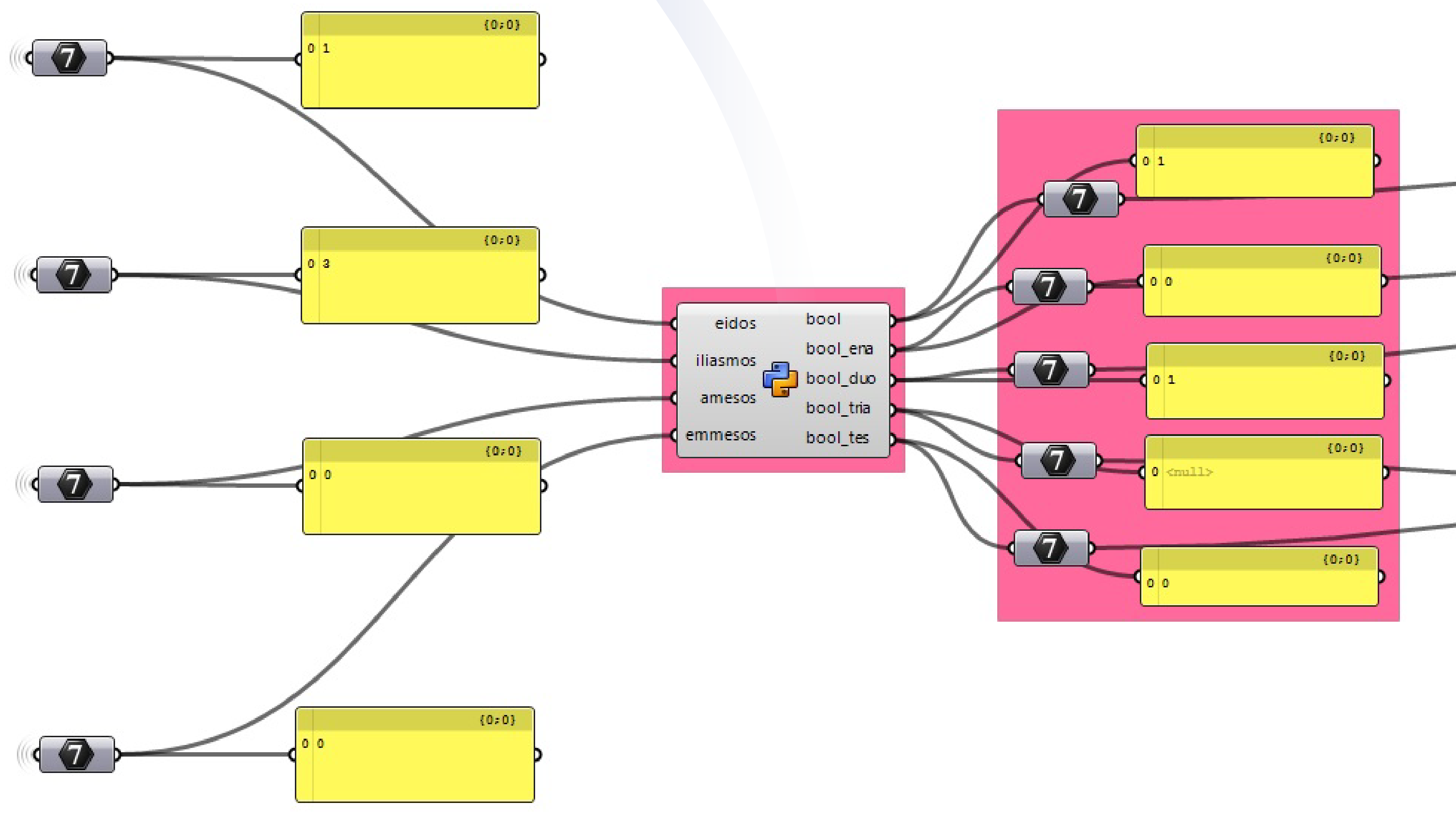
ανάρθρωση αλγορίθμου
Σχηματισμός ενός ανοίγματος

_ΓΙΑ ΘΕΑΣΗ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ
_ΓΙΑ ΑΜΕΣΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ
_ΓΙΑ ΕΜΜΕΣΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ

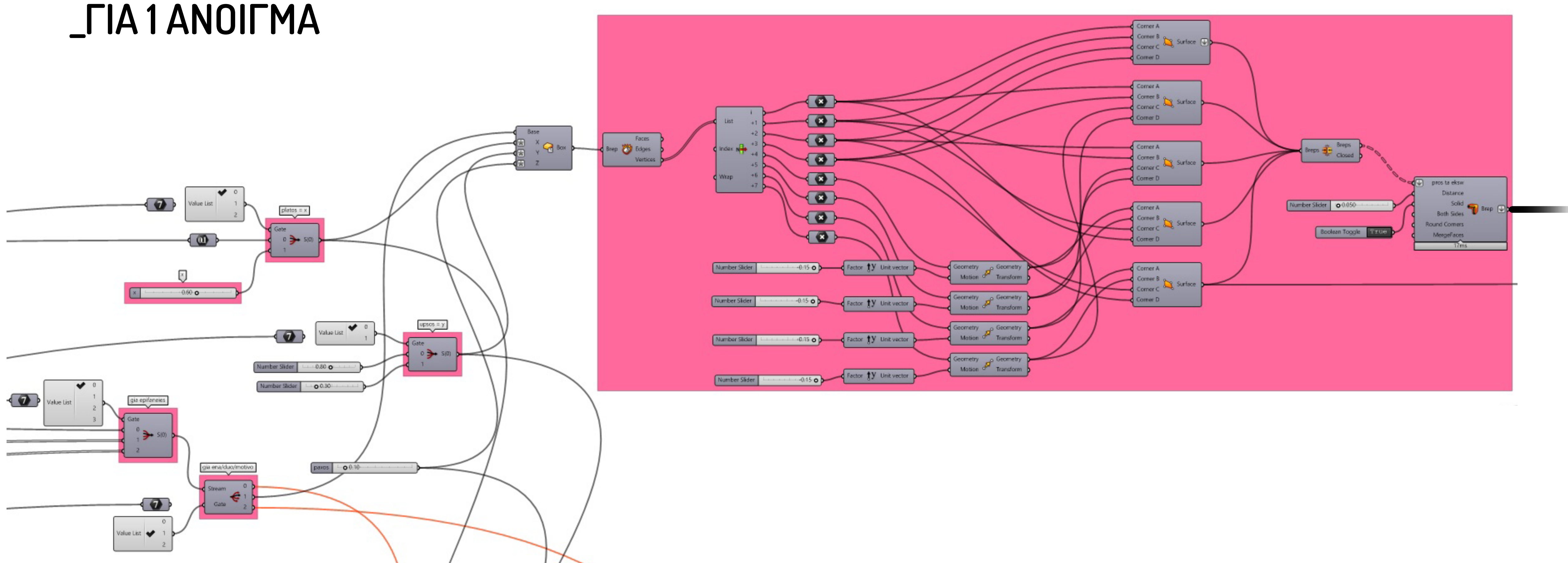








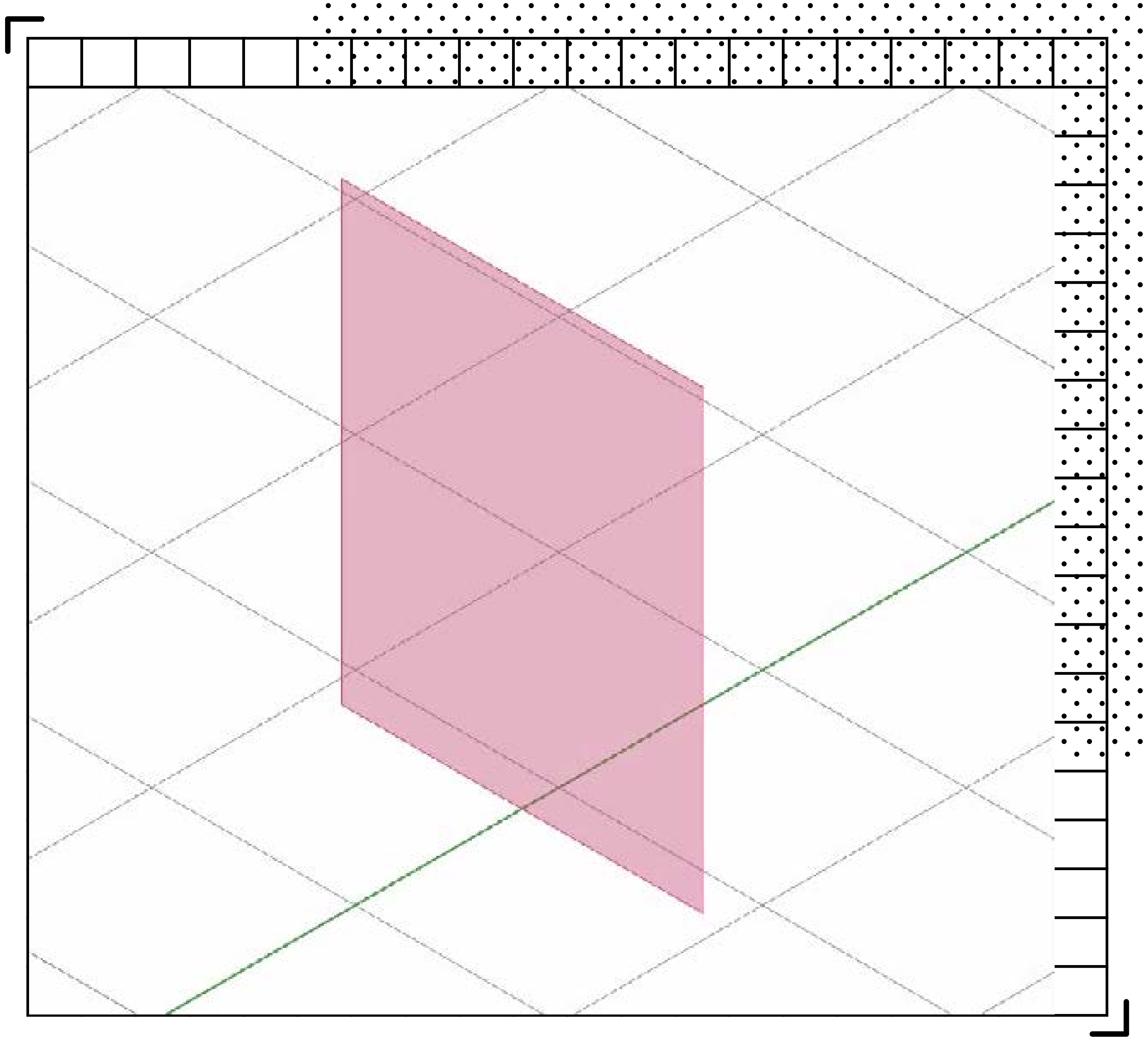
_ΓΙΑ 1 ΑΝΟΙΓΜΑ

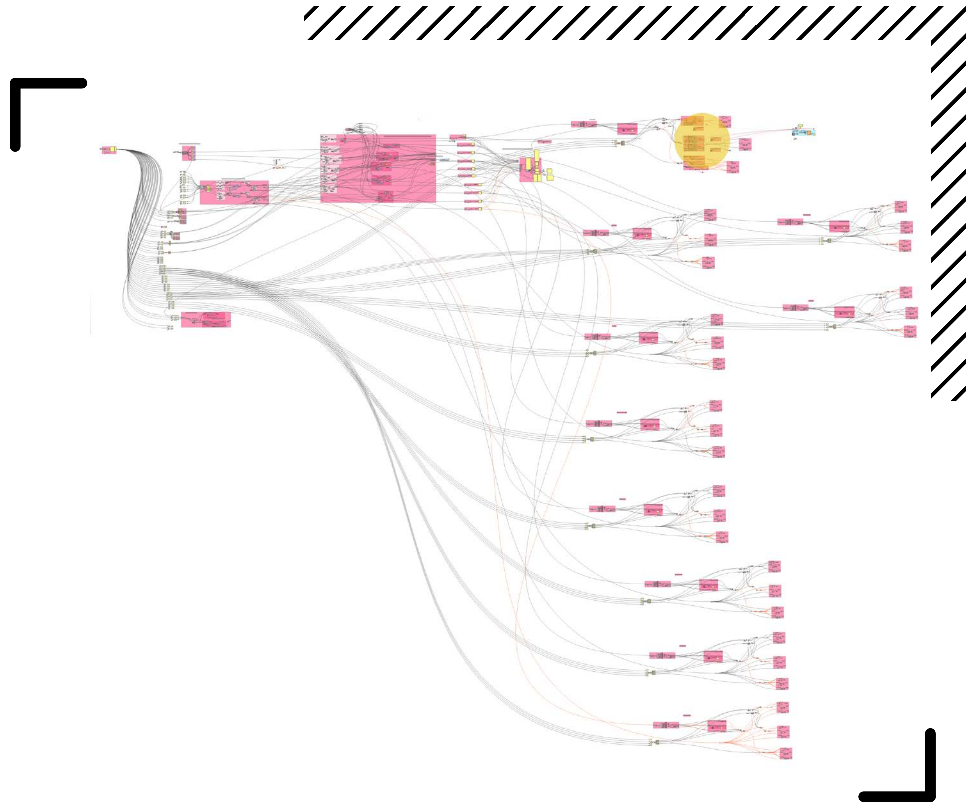


διάρθρωση αλγορίθμου

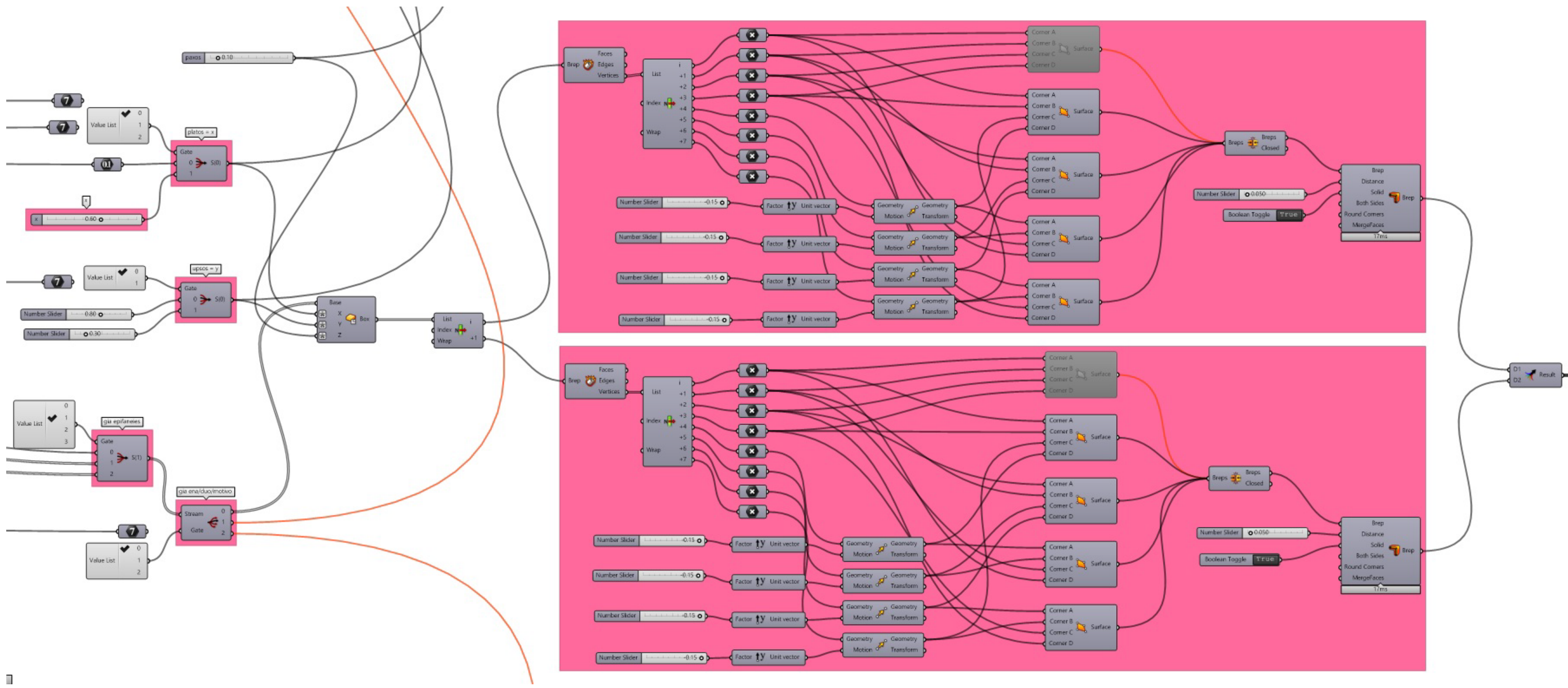
Σχηματισμός δύο ανοιγμάτων

_ΓΙΑ ΘΕΑΣΗ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ
_ΓΙΑ ΑΜΕΣΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ
_ΓΙΑ ΕΜΜΕΣΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ



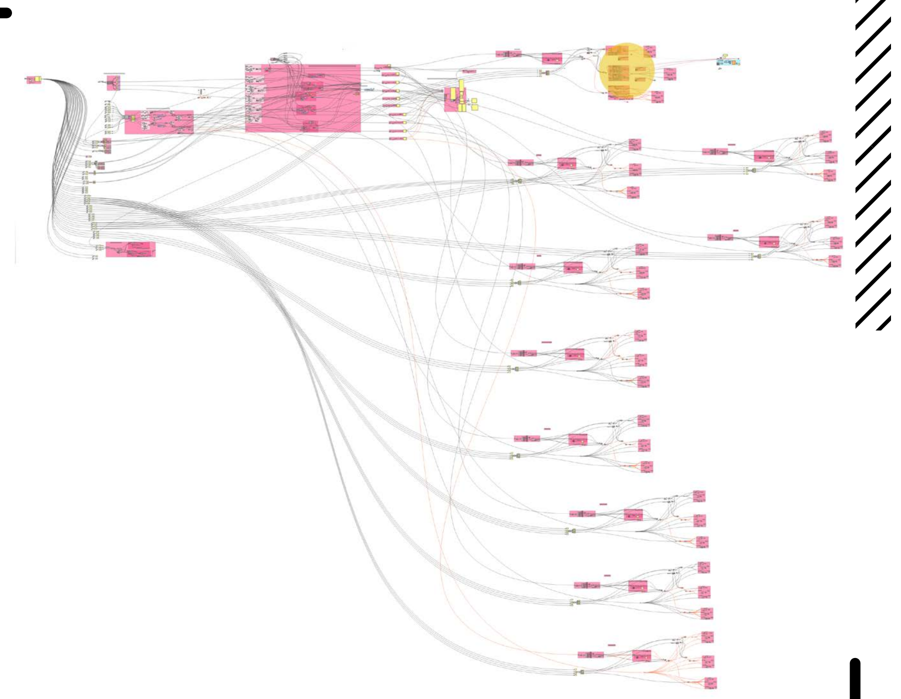


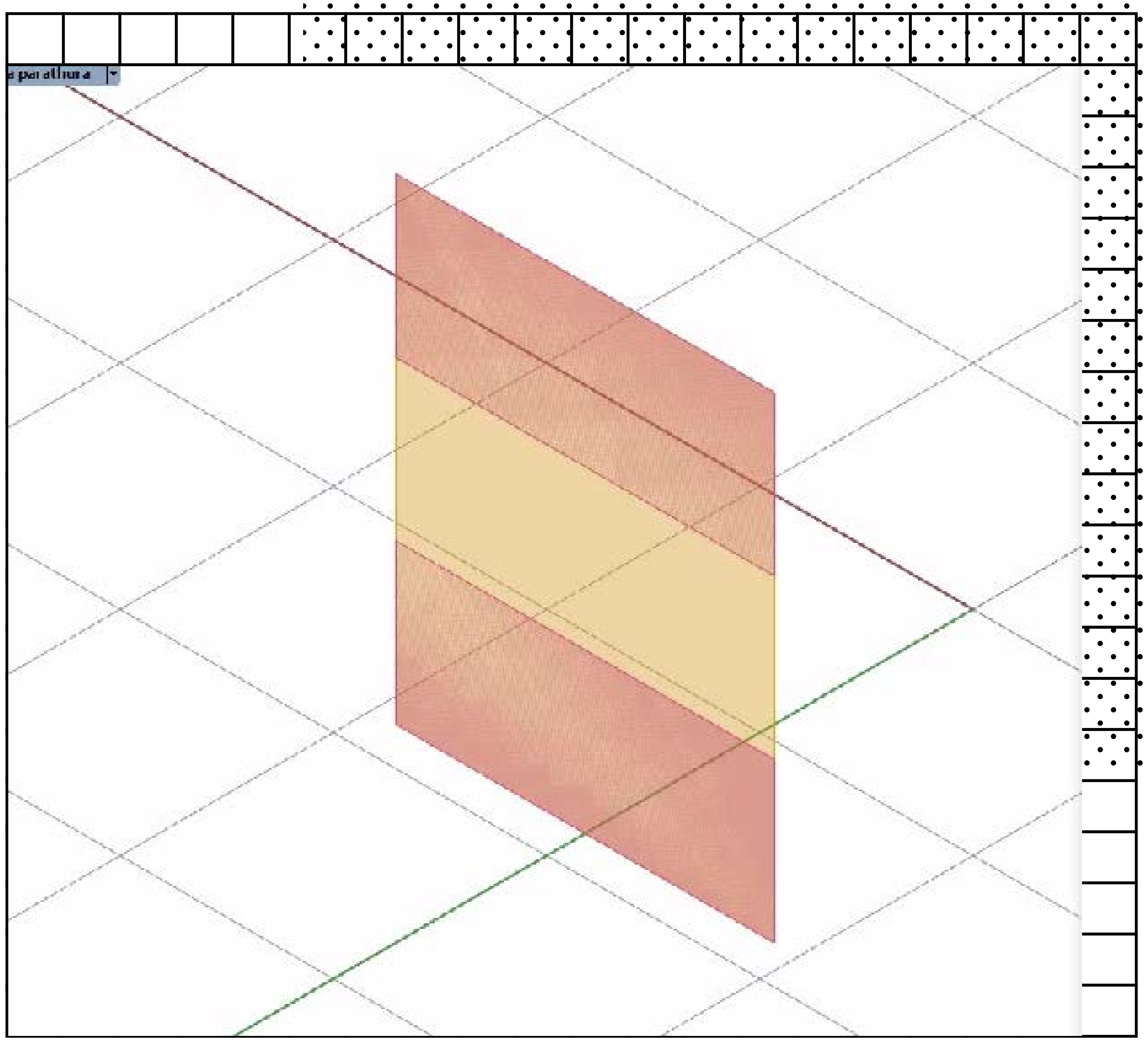
_ΓΙΑ 2 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

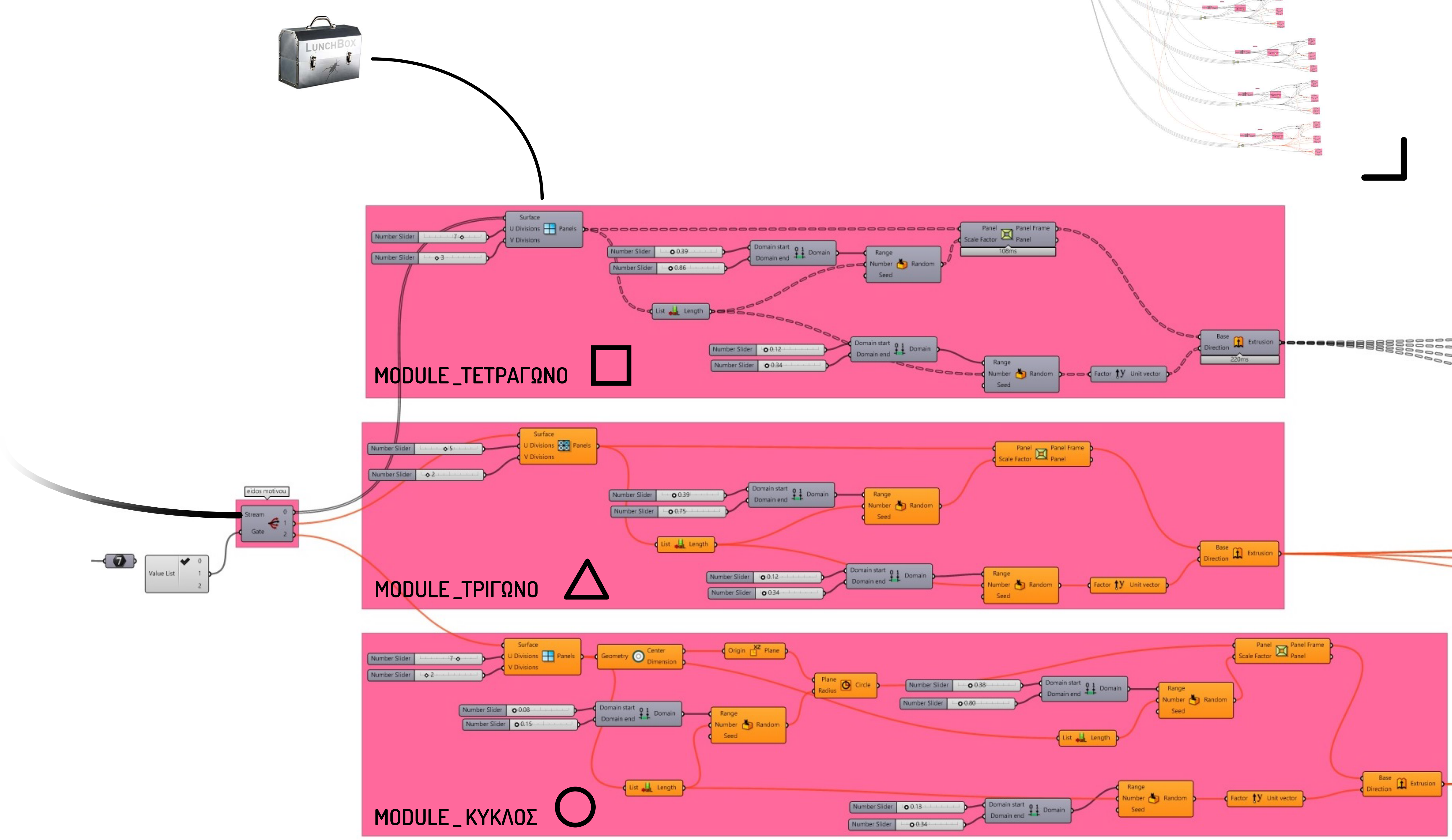


διάρθρωση αλγορίθμου
Σχηματισμός ανοιγμάτων σε μορφή μοτίβου

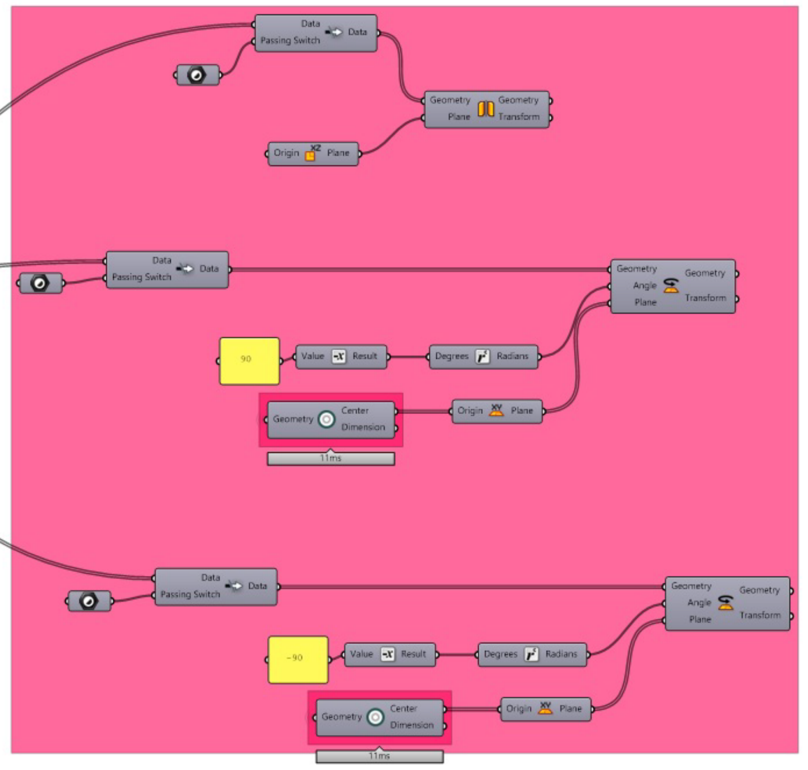
_ΓΙΑ ΘΕΑΣΗ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ
_ΓΙΑ ΑΜΕΣΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ
_ΓΙΑ ΕΜΜΕΣΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟ





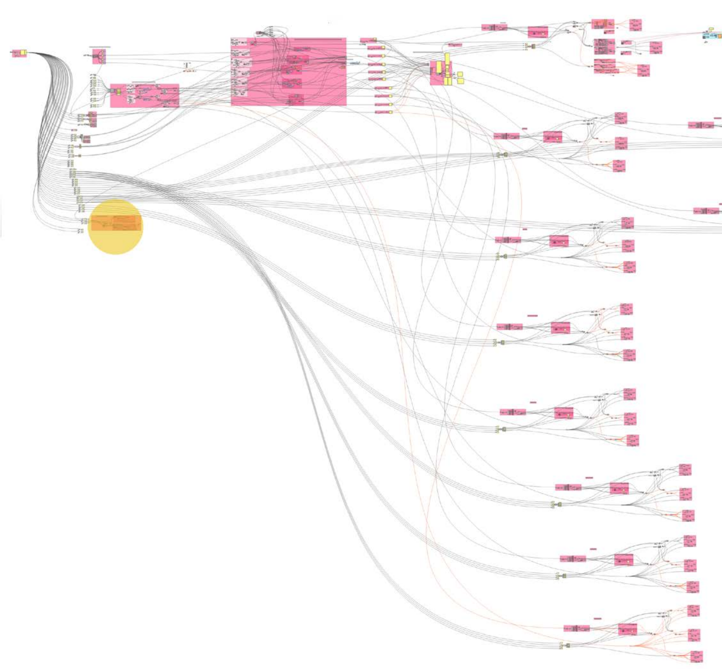


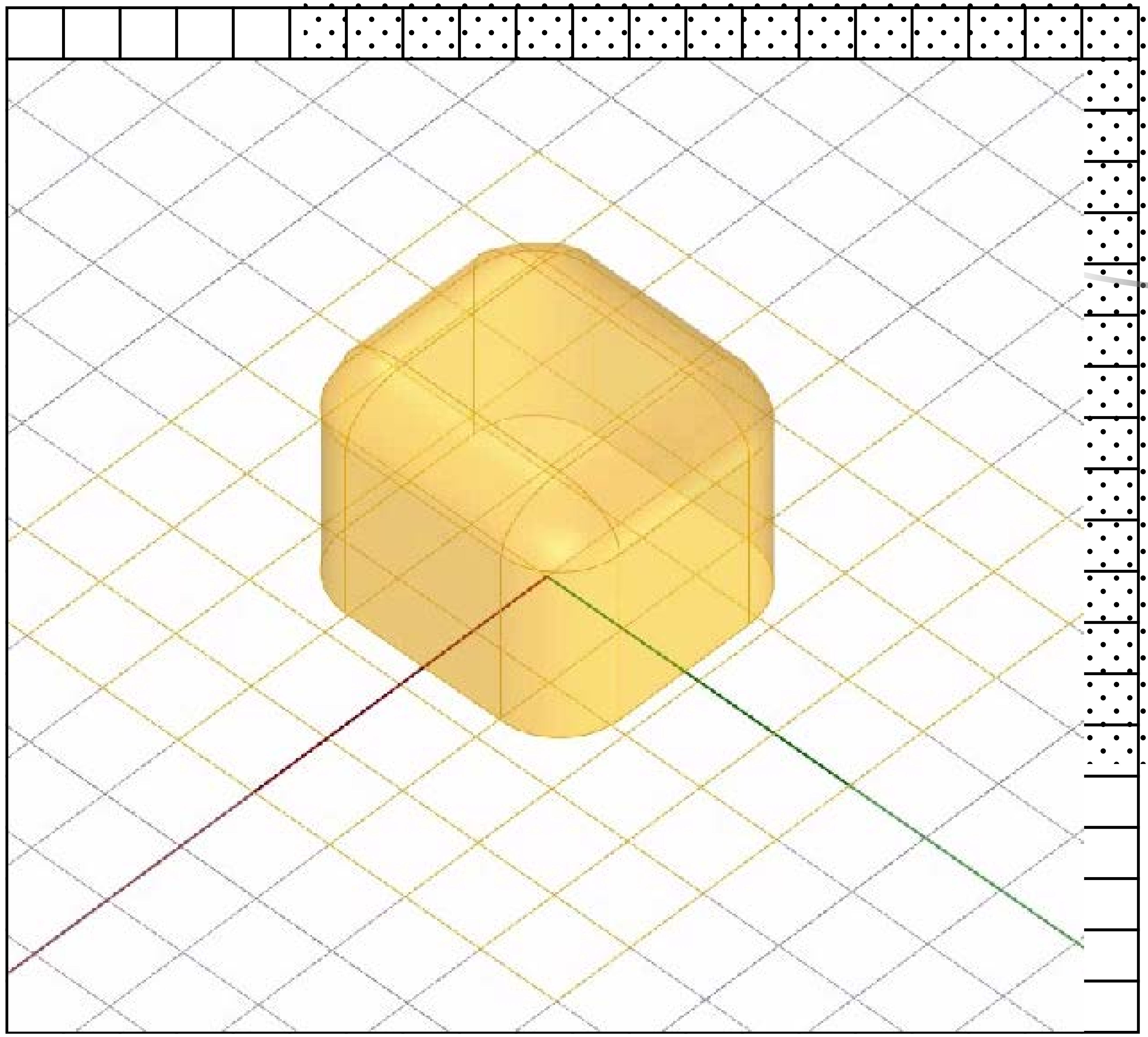
ΚΑΘΕ ΑΝΟΙΓΜΑ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ
ΜΕΤΑΦΕΡΕΤΑΙ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΑΛΛΕΣ ΠΛΕΥΡΕΣ

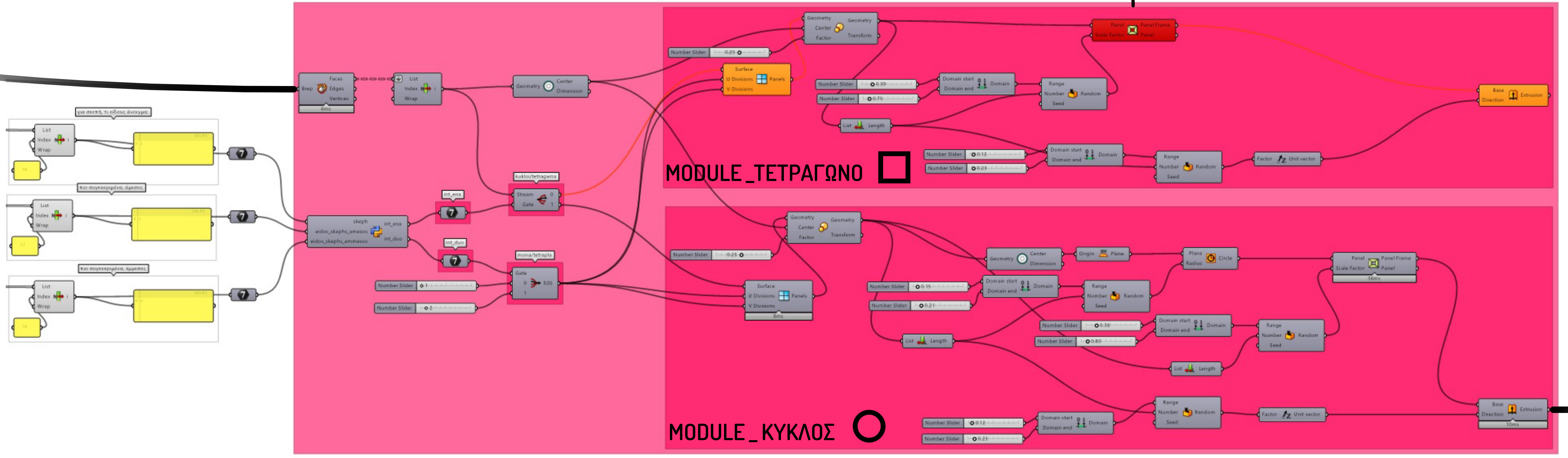


ανάρθρωση αλγορίθμου

Σχηματισμός ανοίγματος οροφής

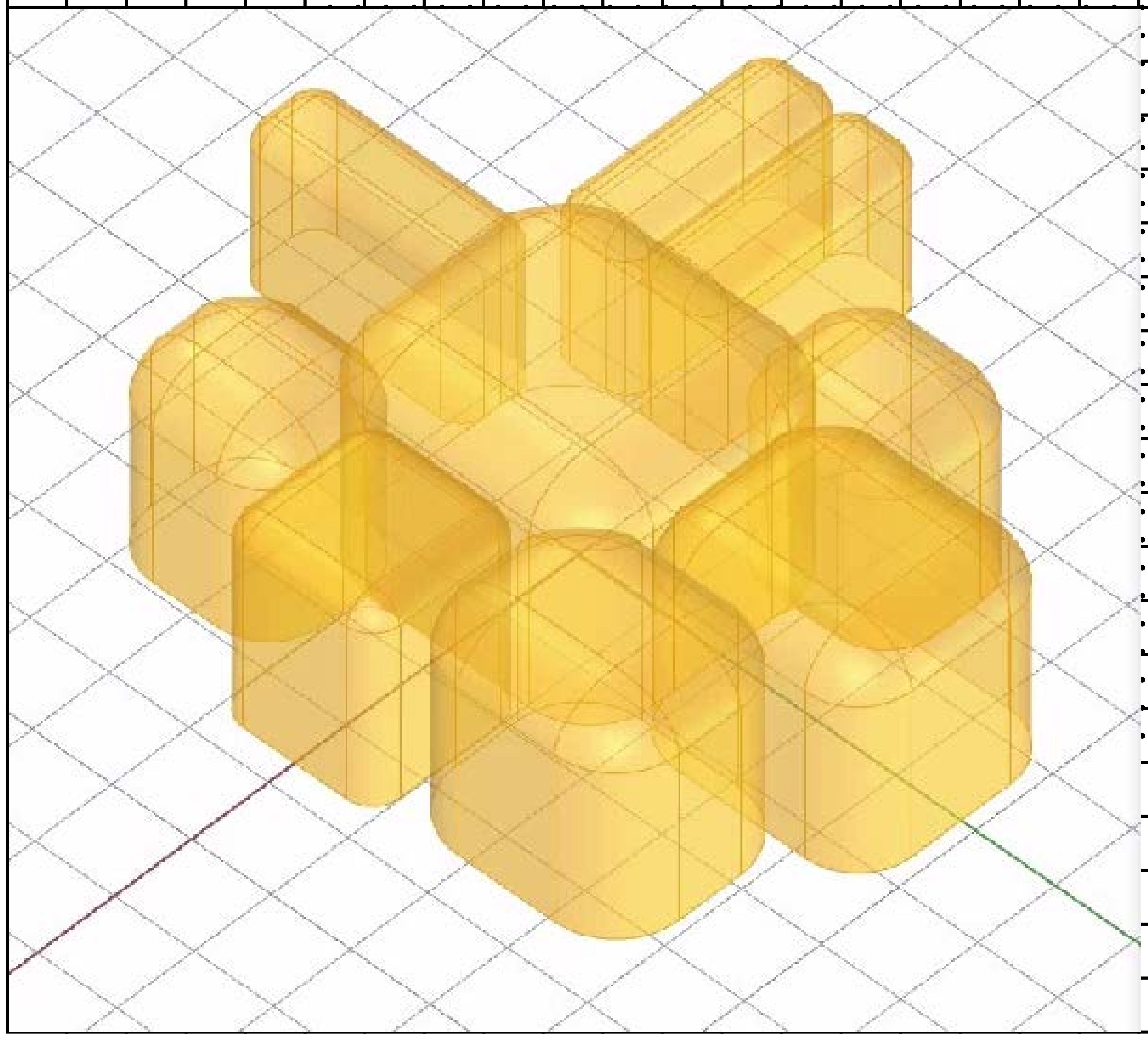






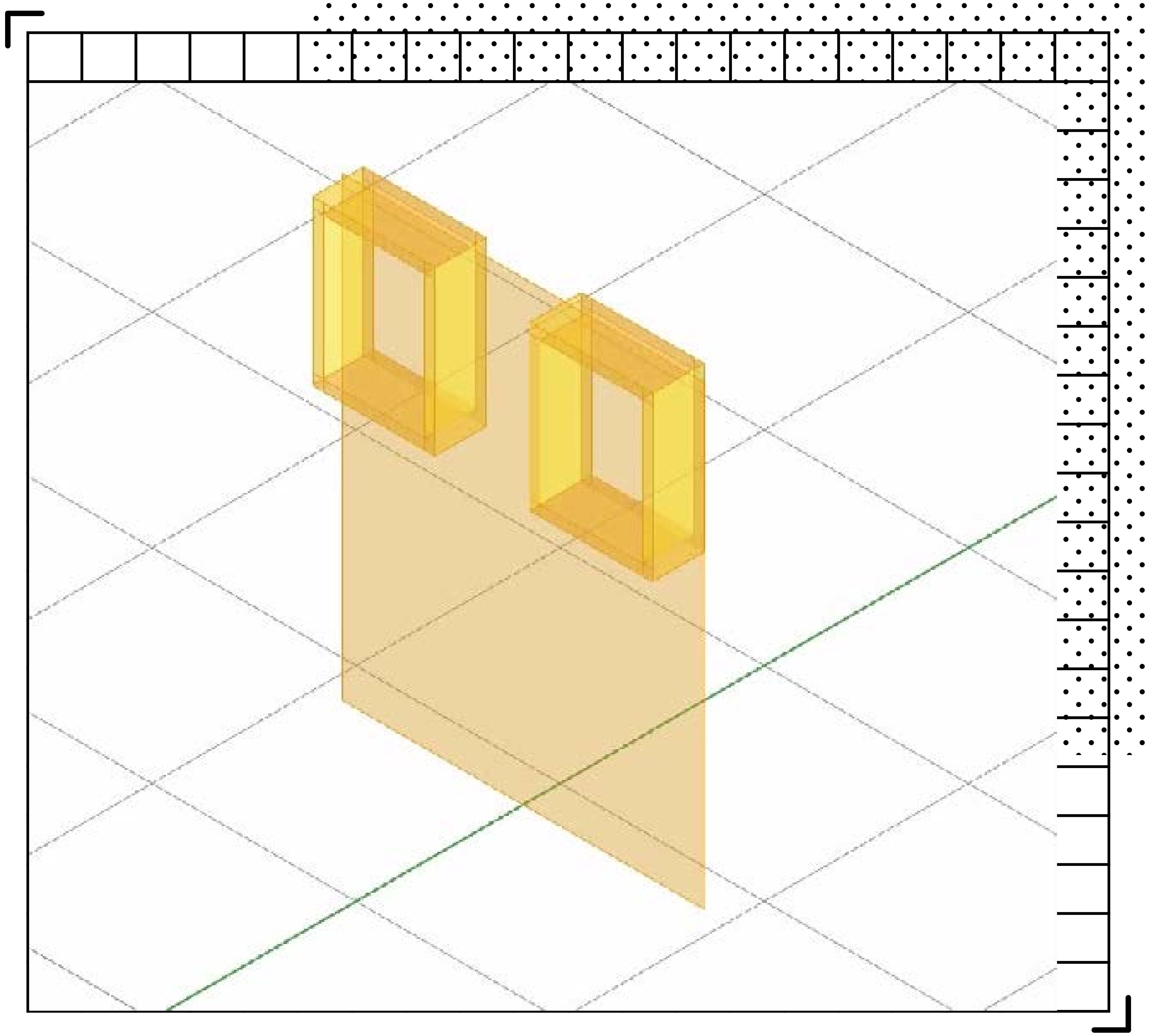
ανάρθρωση αλγορίθμου

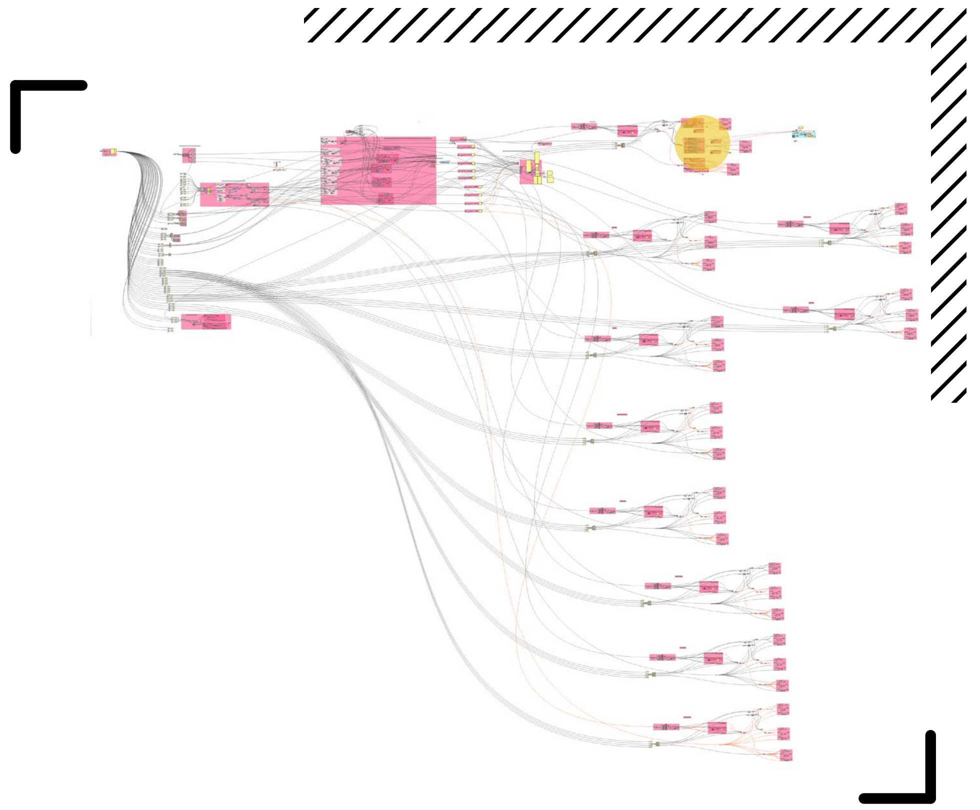
Σχηματισμός όλων των ανοιγμάτων βάσει επιλογών



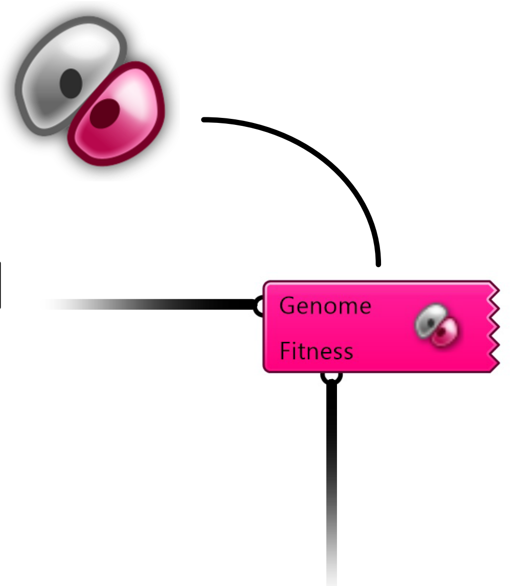
διάρθρωση αλγορίθμου

Βιοκλιματική μετατροπή στοιχείων ανοιγμάτων

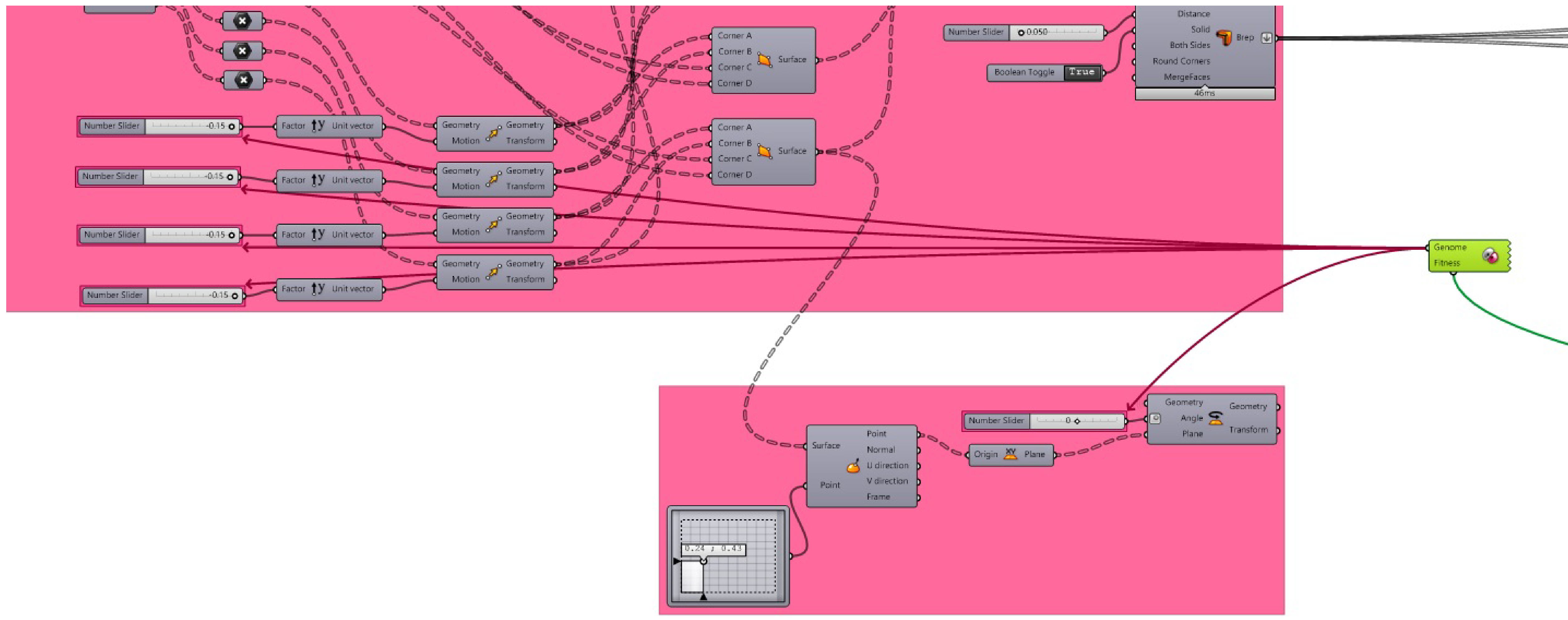




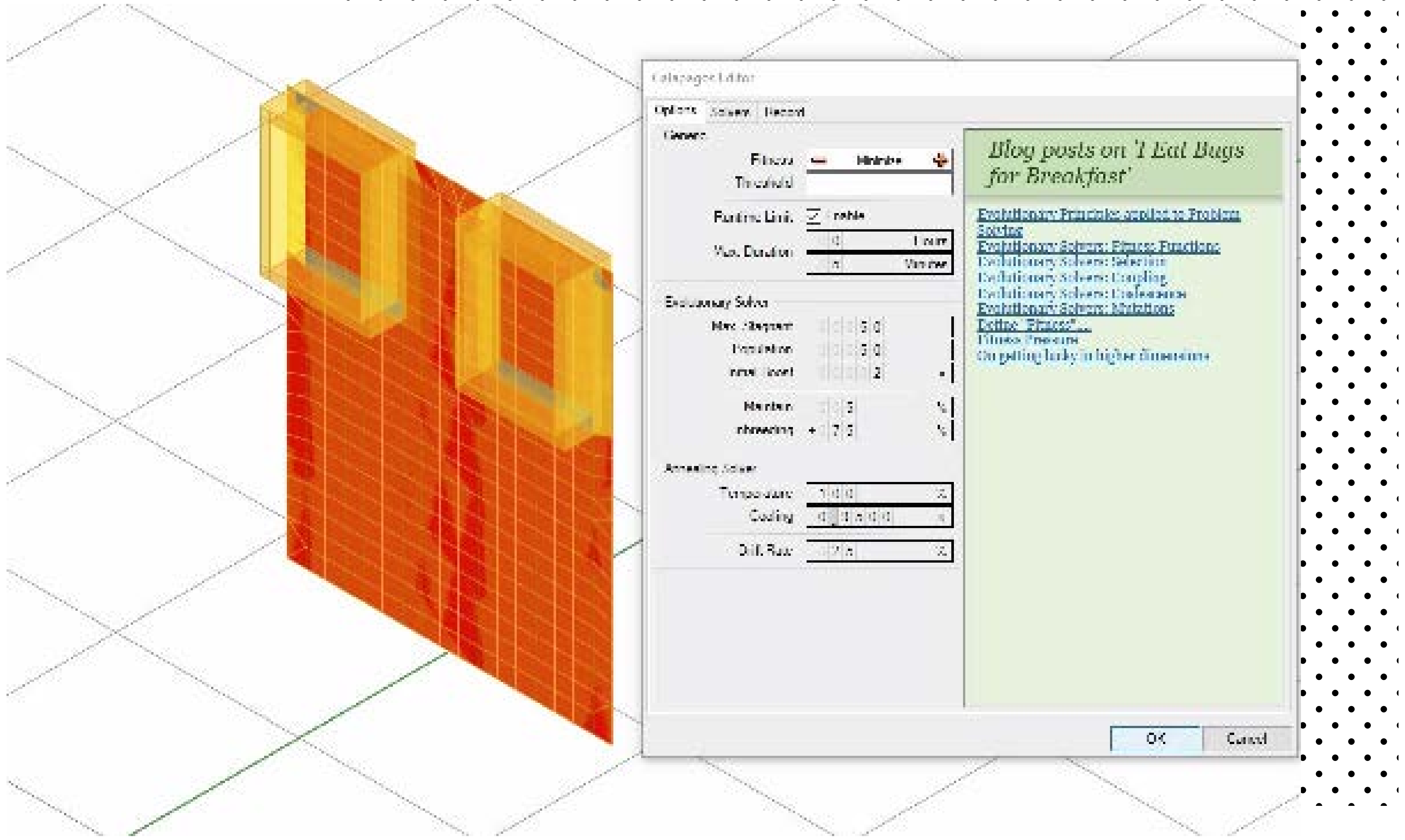
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΤΡΟΠΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ

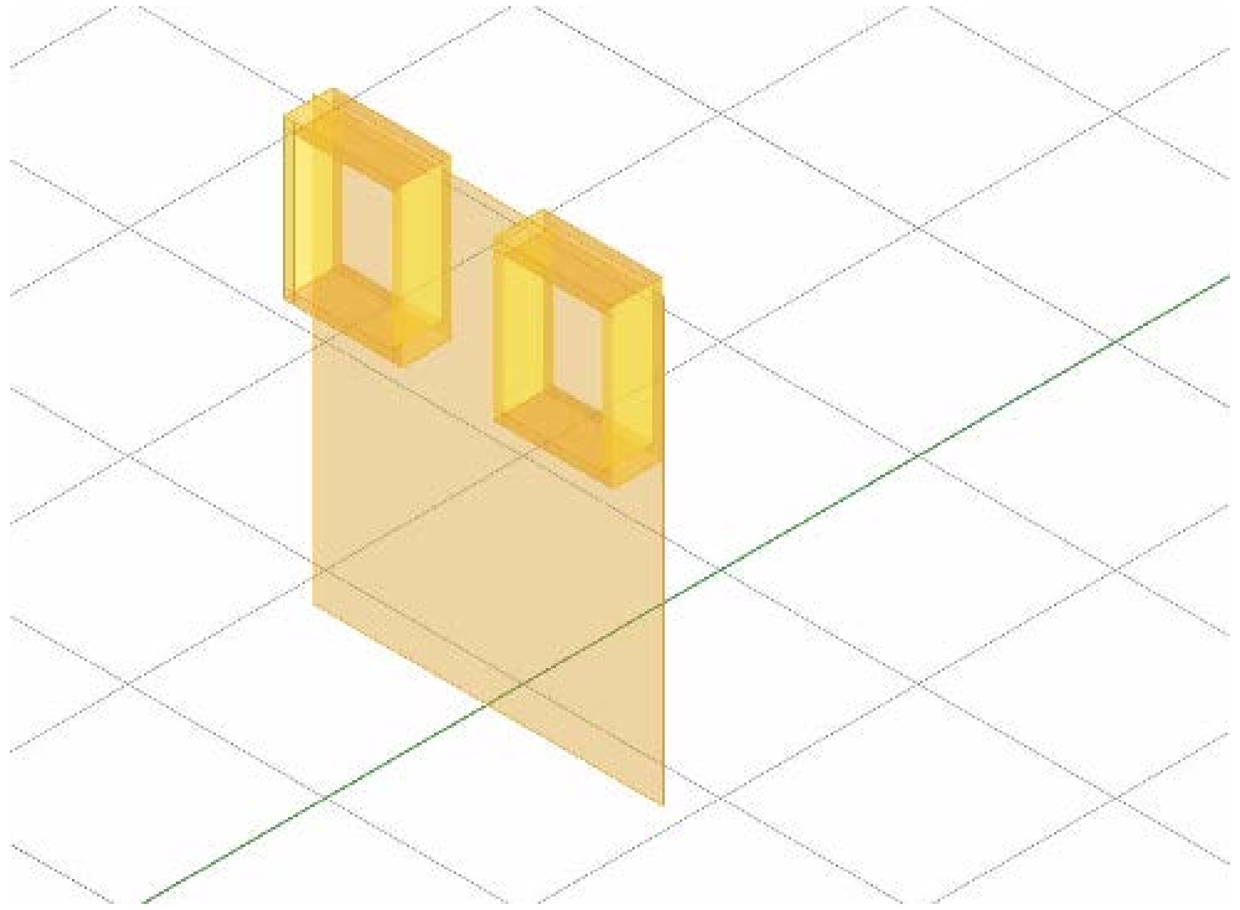


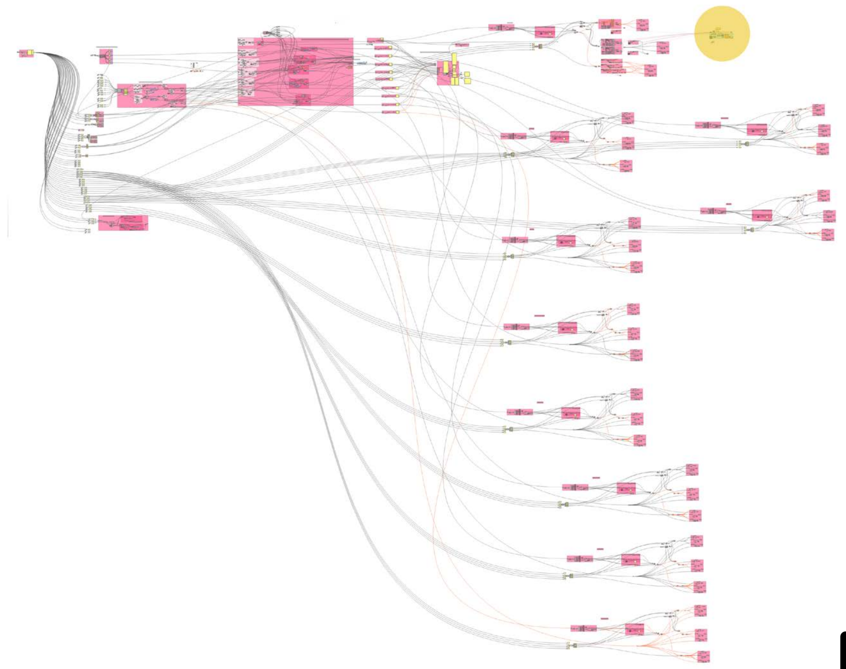
ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ
ΕΙΤΕ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΕΙΤΕ ΕΛΑΧΙΣΤΟΥ

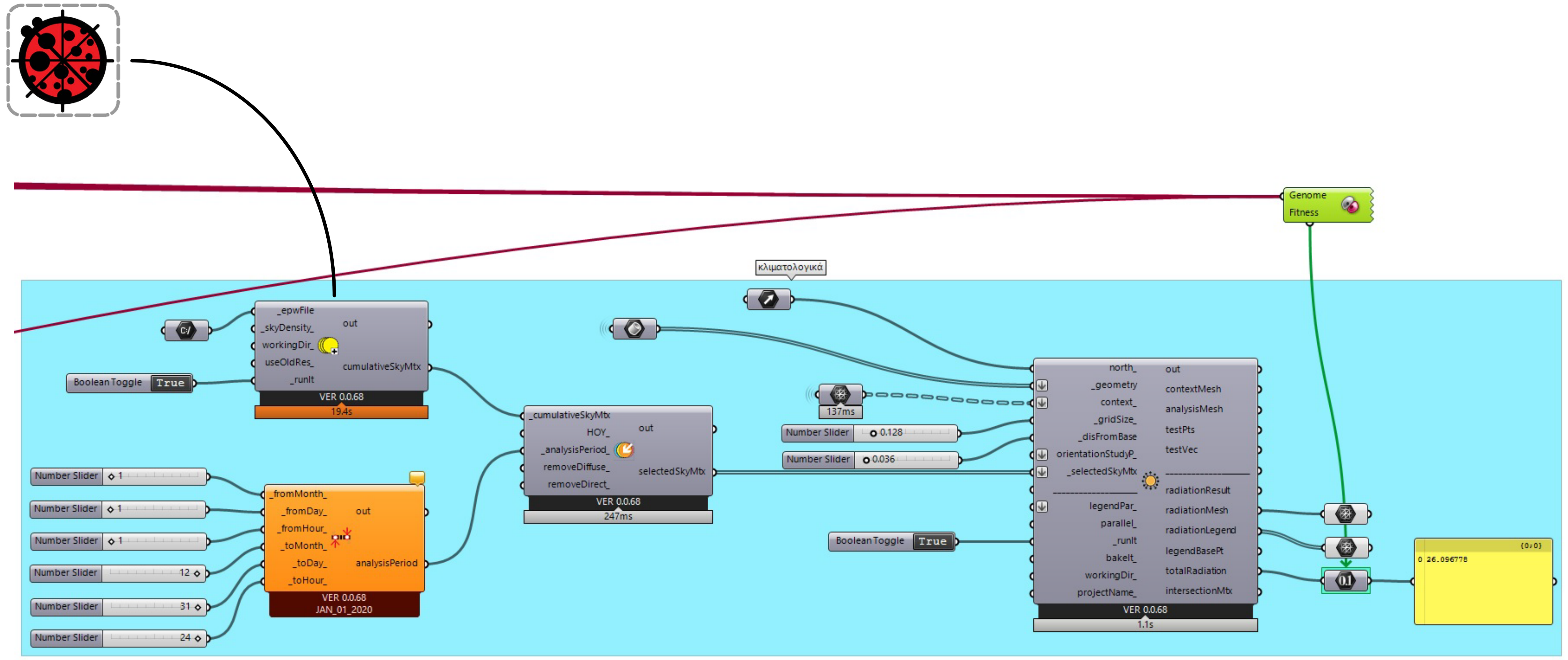


εφάρμοση αλγορίθμου
Ανάλυση κλιματολογικών δεδομένων





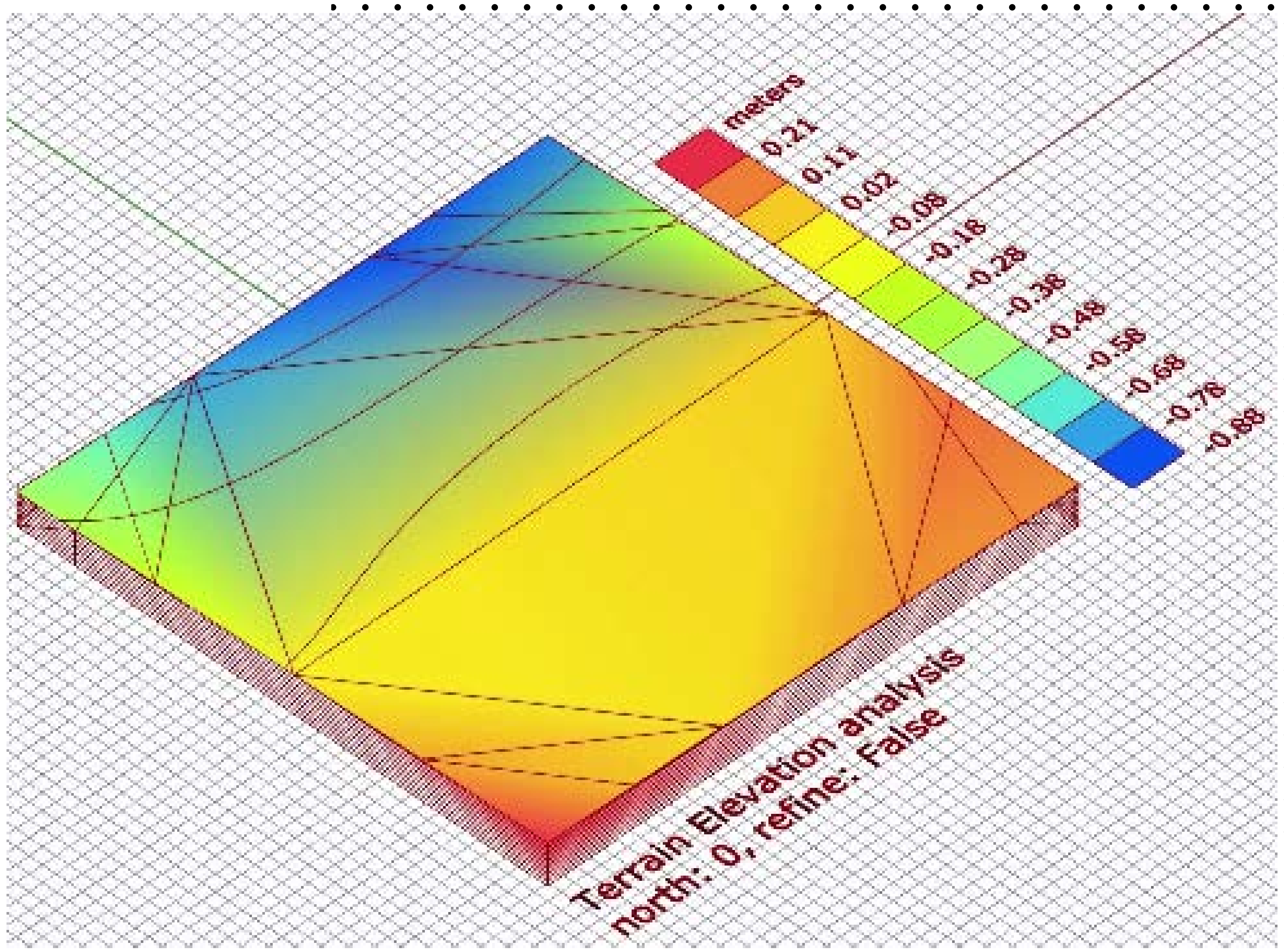


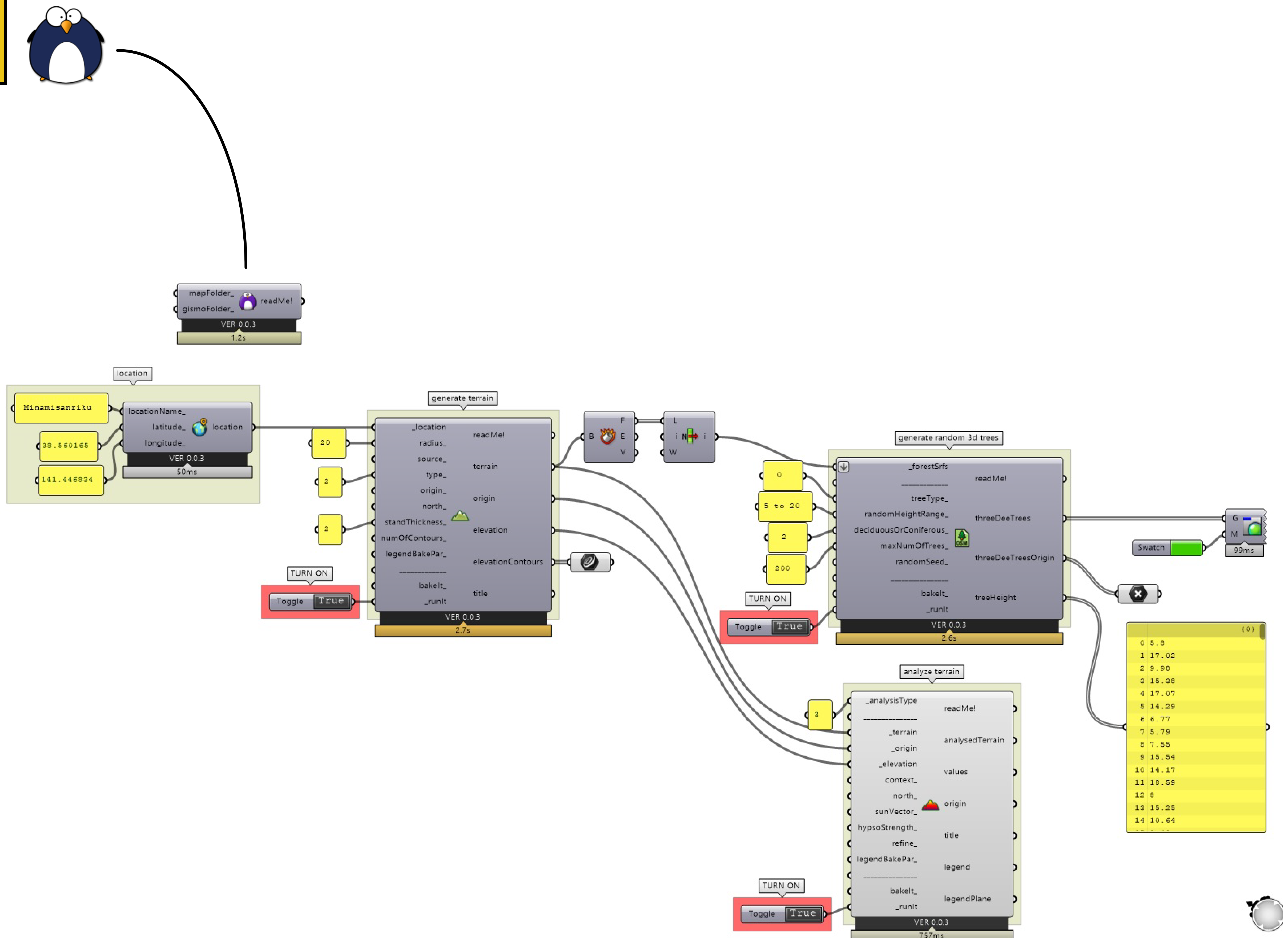


βέλτιστο μορφολογικό αποτέλεσμα για ελάχιστη προσλαμβάνουσα ακτινοβολία [Kwh] στο εσωτερικό της μονάδας

διάρθρωση αλγορίθμου

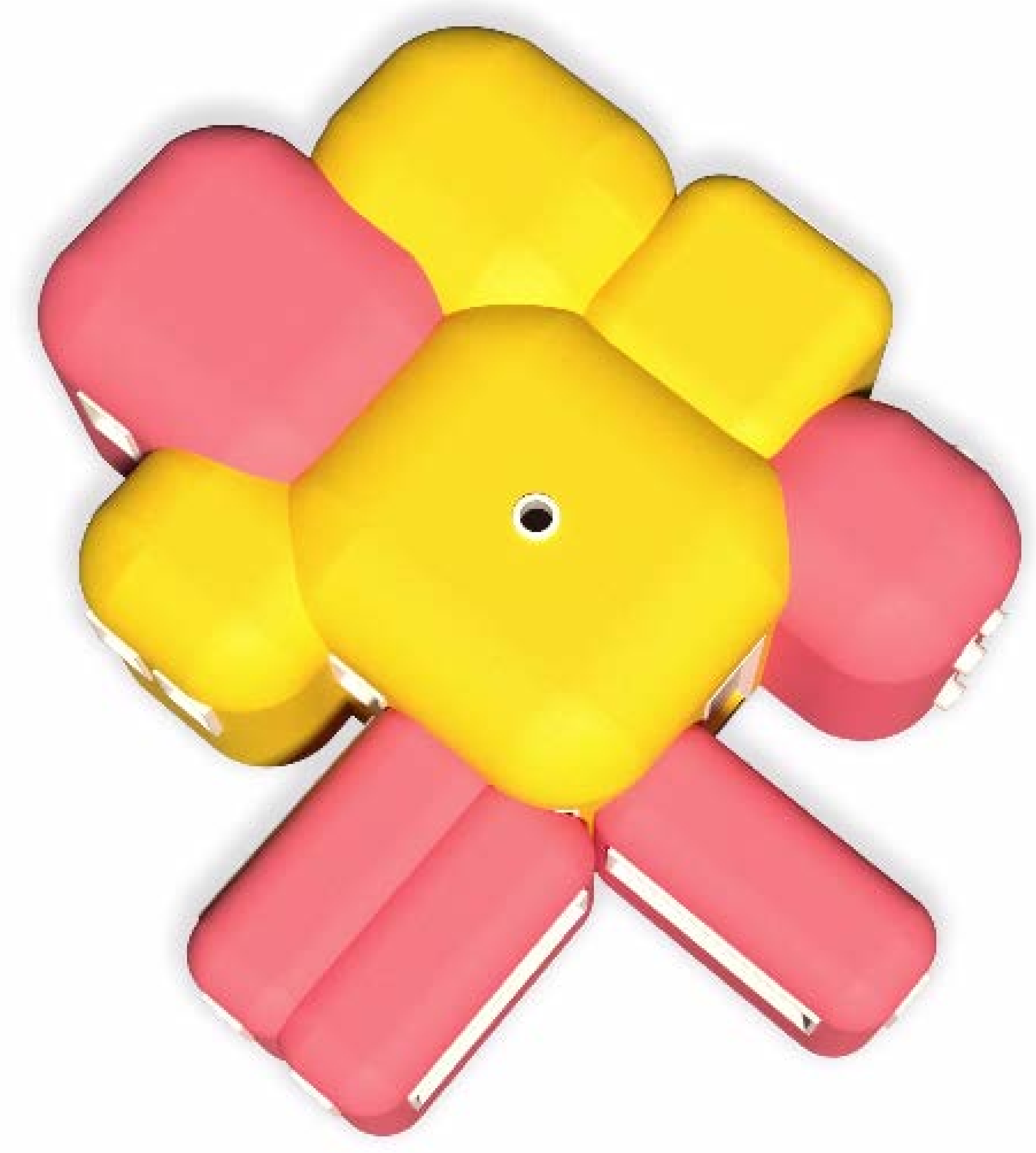
Σχηματισμός τοπογραφικού

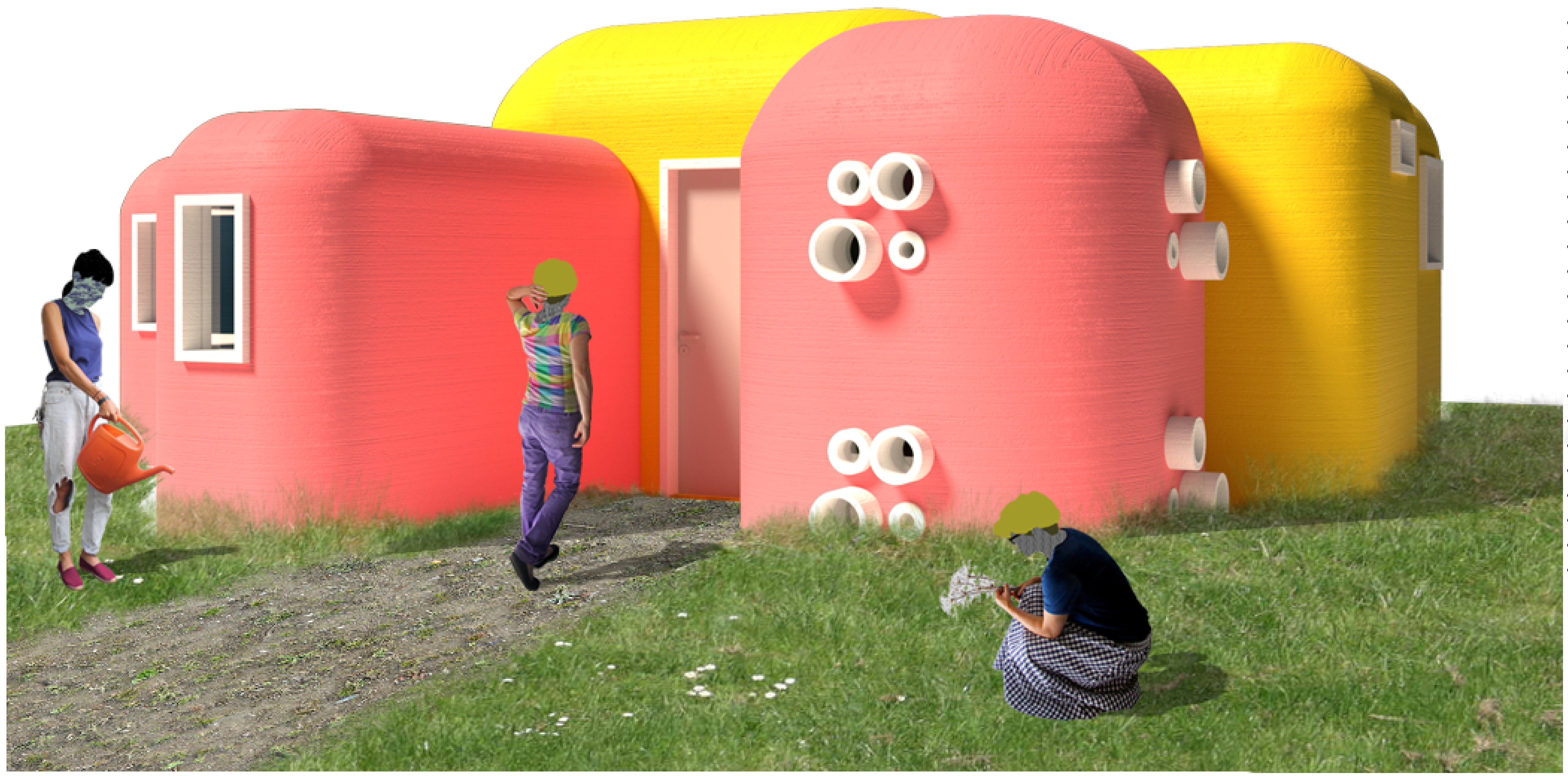




scanning εδάφους περιοχής μελέτης → generate τοπογραφικό + χλωρίδα

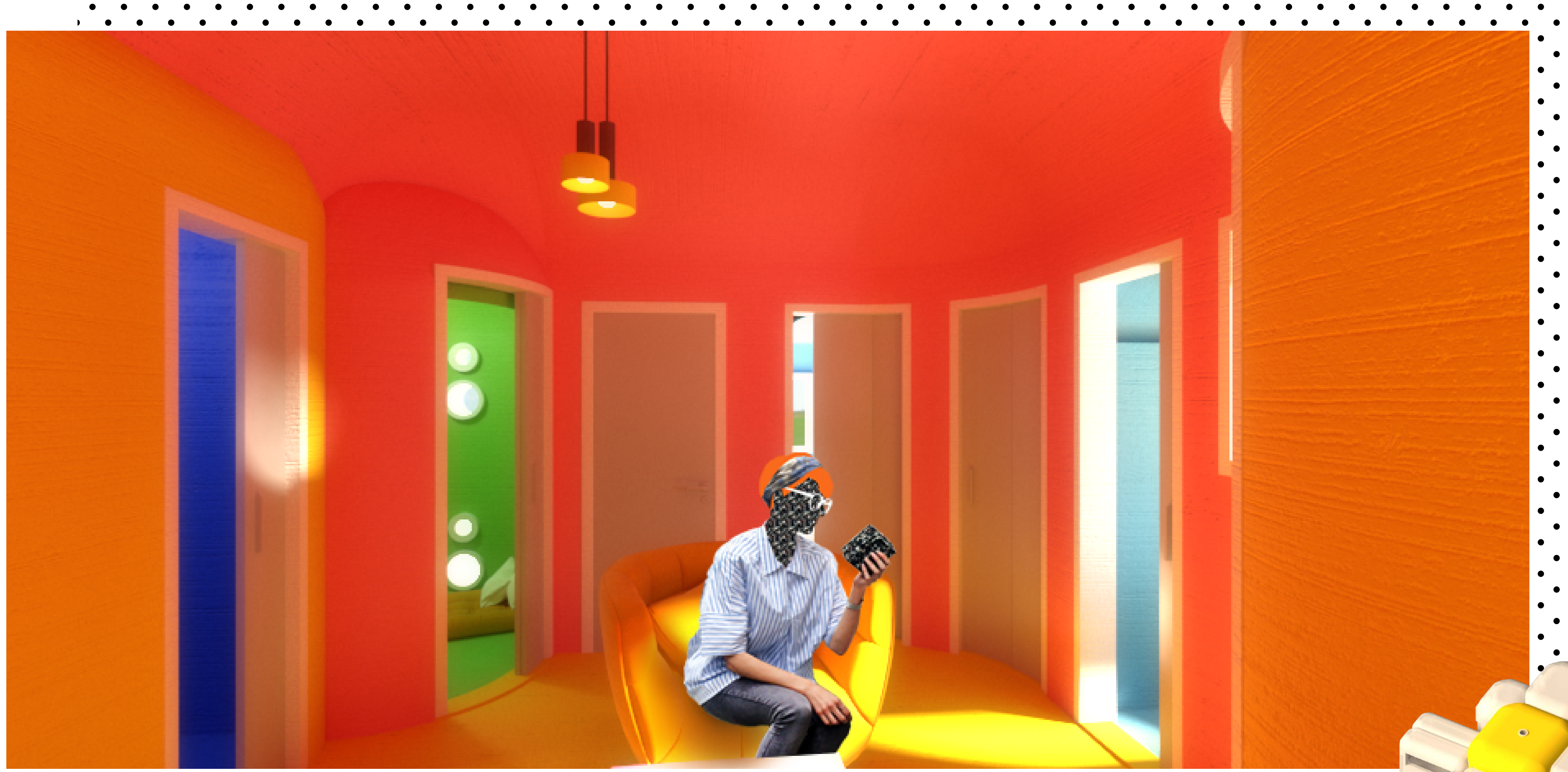
Παράδειγμα μονάδας

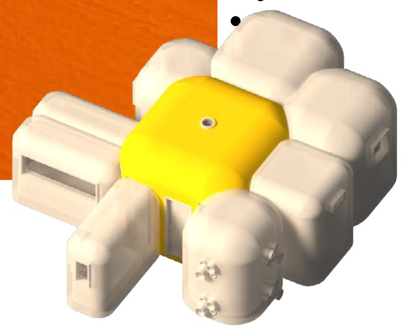




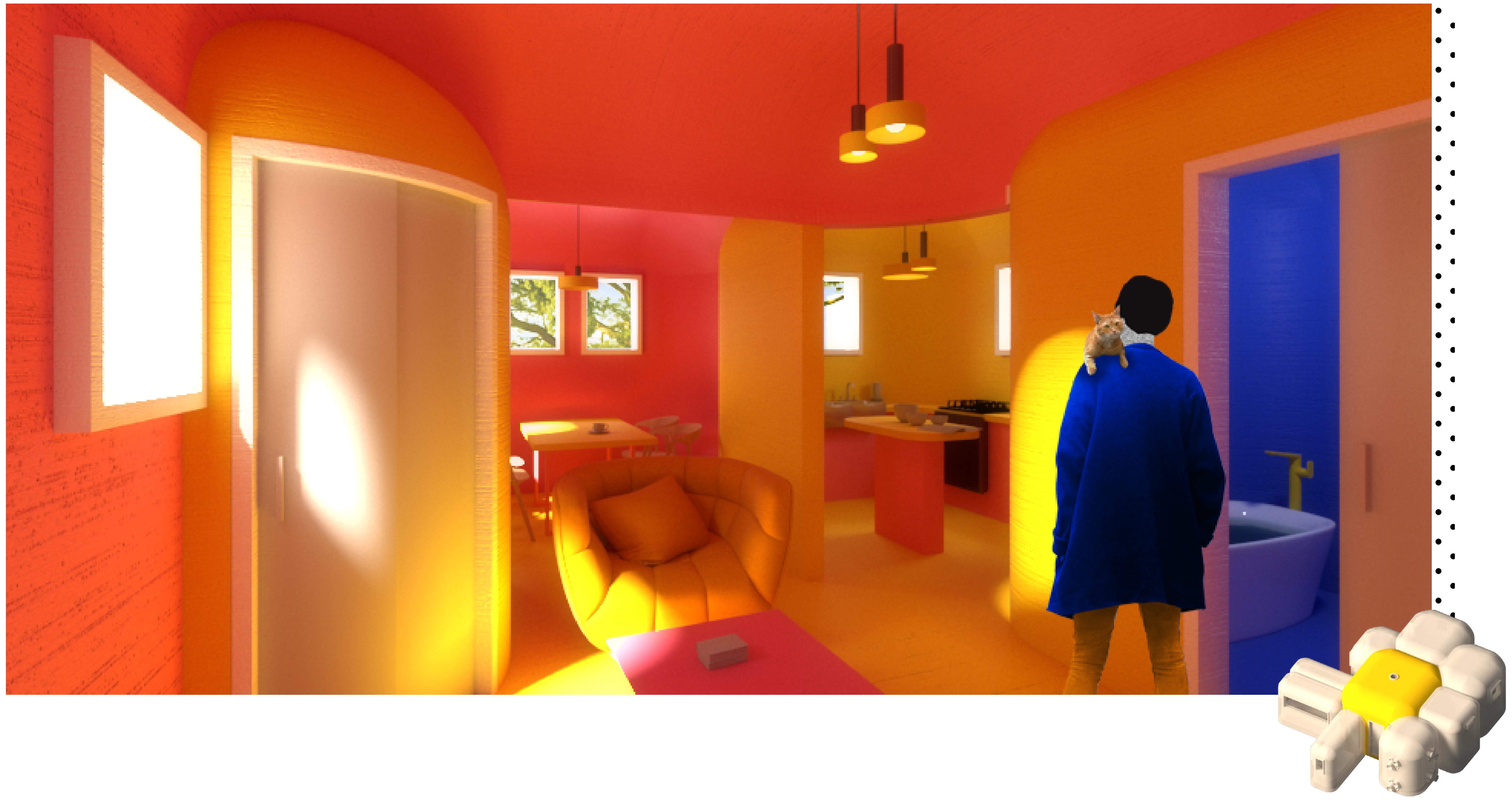
Επιλογή χρωματικών αποχρώσεων χώρων με γνώμονα τη θετική ψυχολογικά επιρροή.
Το κάθε χρώμα μεταφέρει στιγμιαία, έννοιες και μηνύματα.

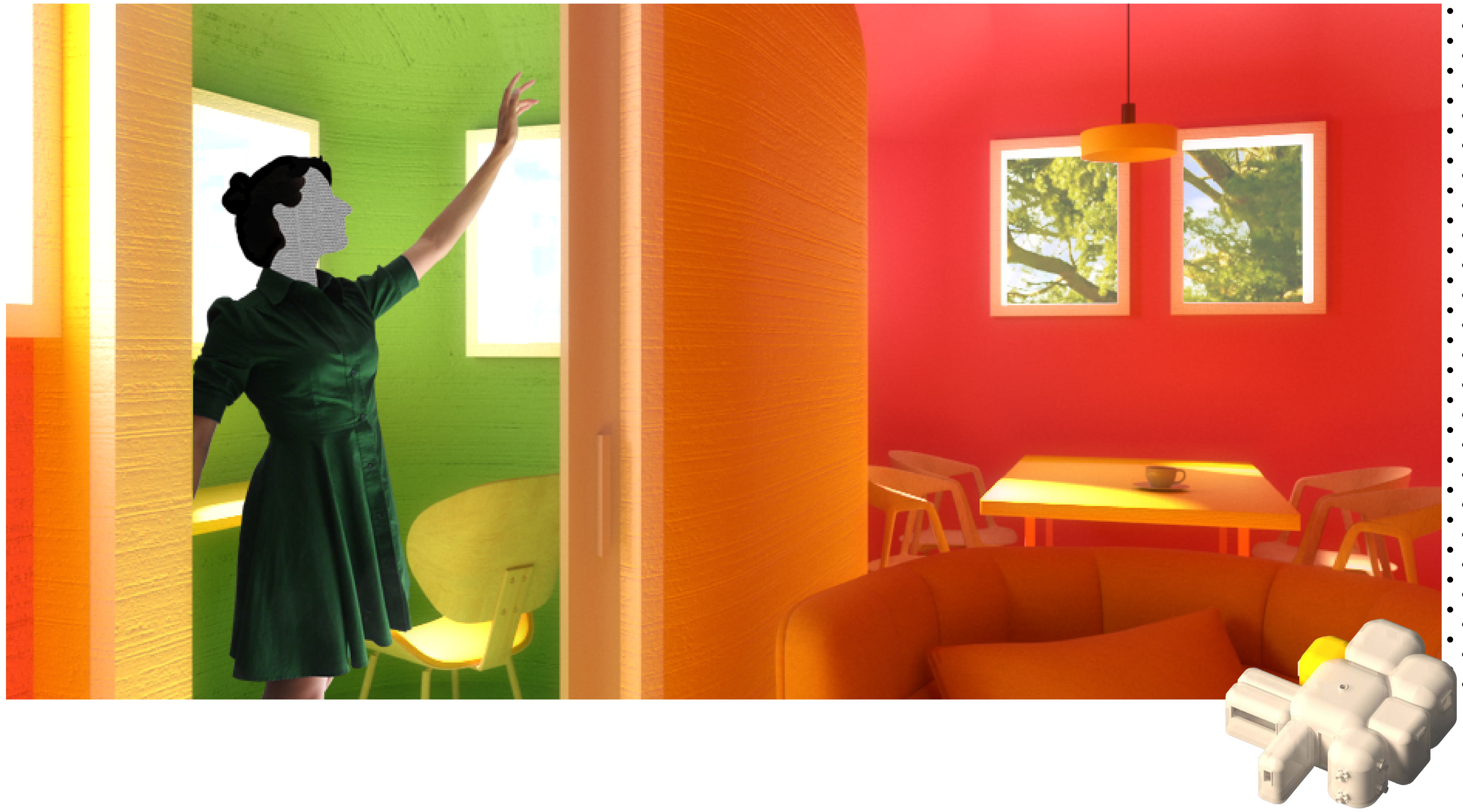
Παράδειγμα μονάδας





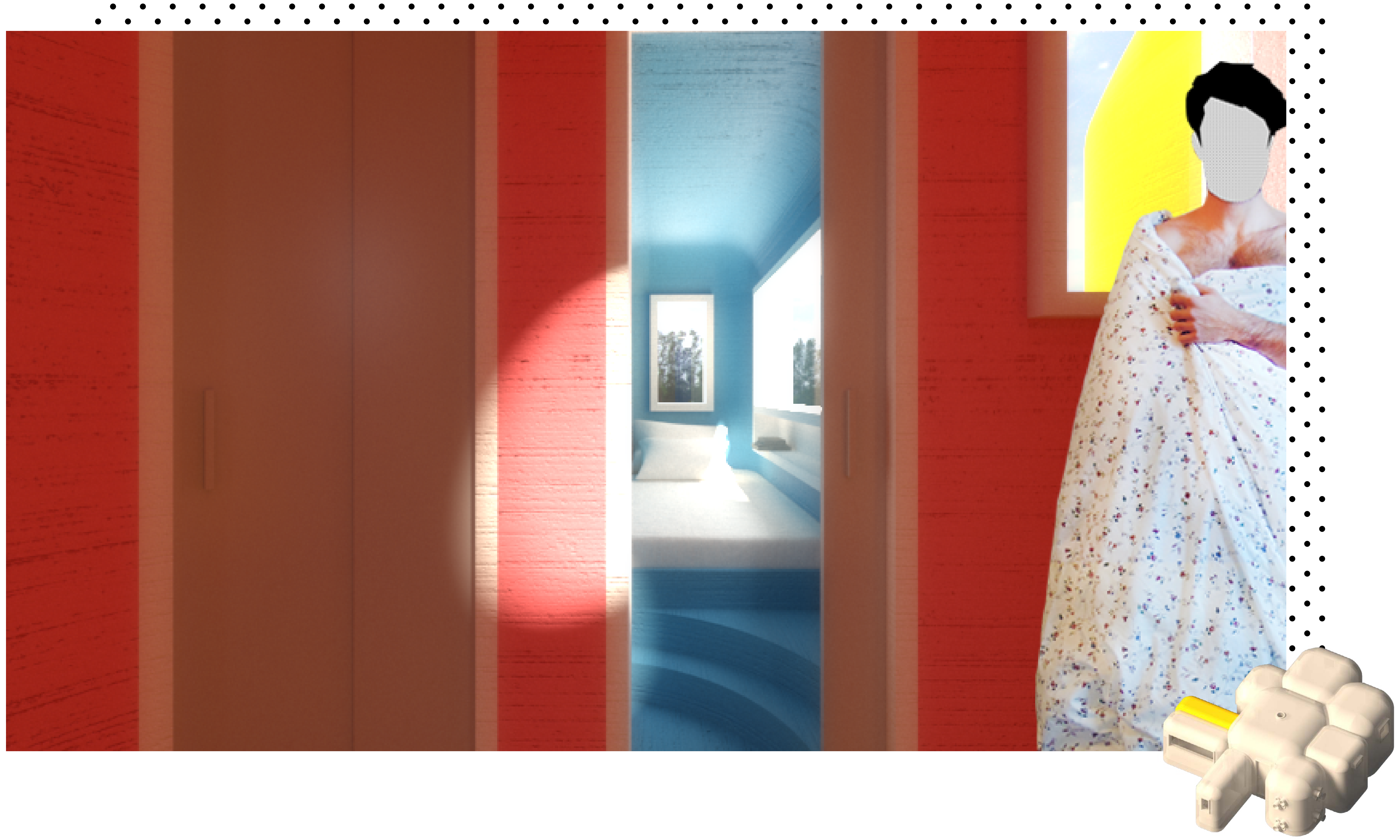
Παράδειγμα μονάδας





Παράδειγμα μονάδας

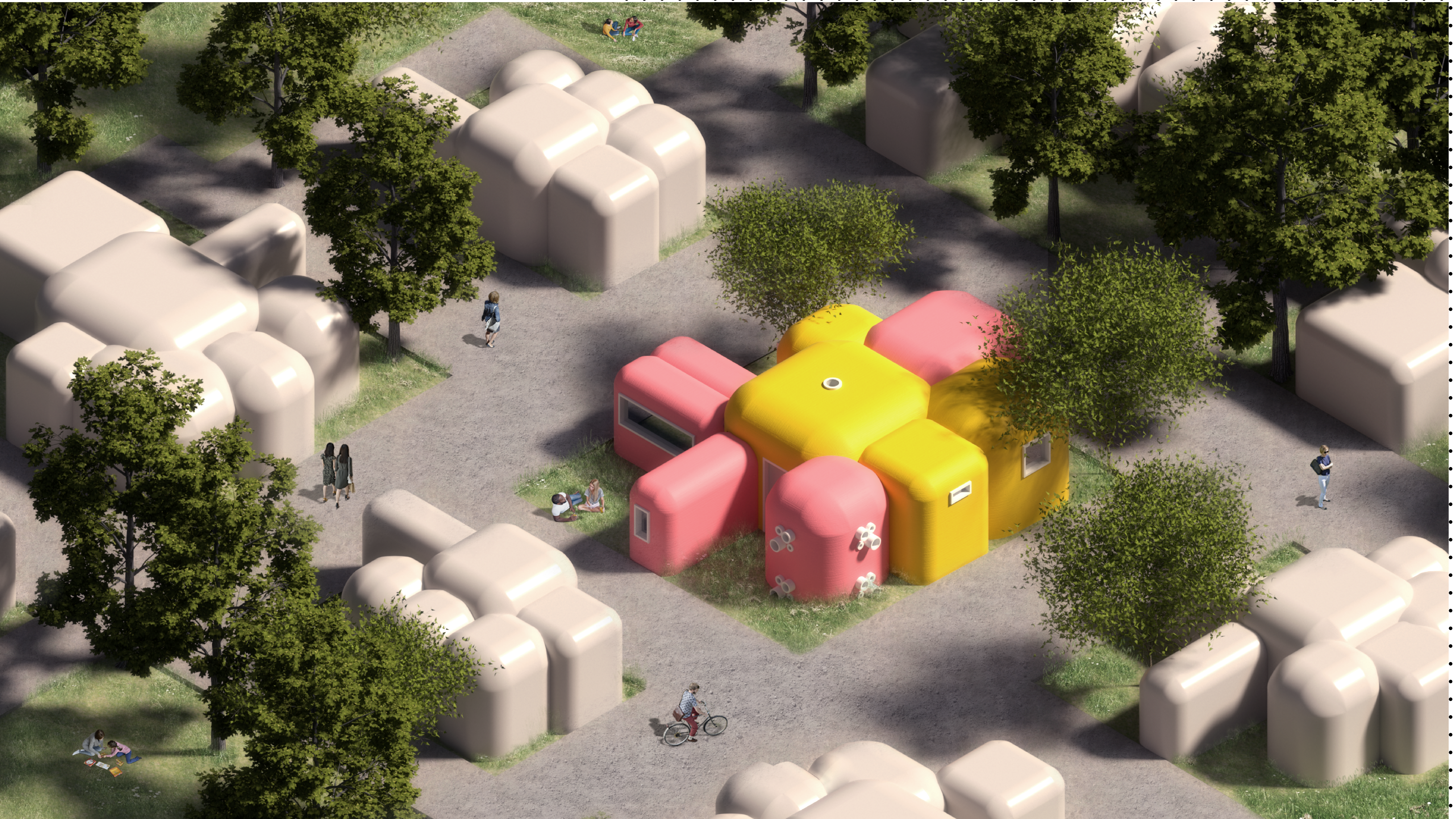
Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις

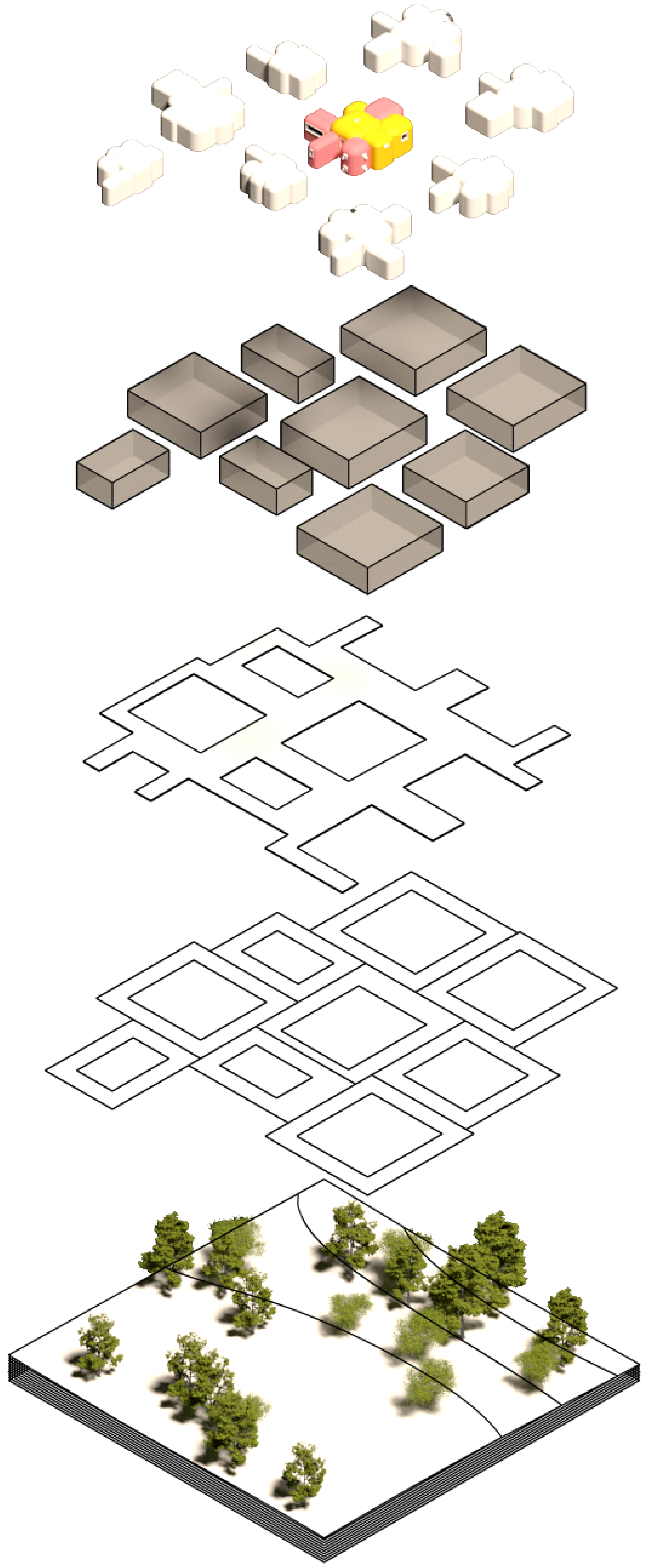


Παράδειγμα μονάδας
Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις

Το μεγαλύτερο μέρος του εξοπλισμού είναι διαμορφωμένο έτσι, ώστε να μπορεί να εκτυπωθεί κι αυτό παράλληλα με το κέλυφος της κατασκευής.

Παράδειγμα μέρους οικισμού





Μακέτα