



Polycubes / Πόλ(ε)ι(ς)-κύβων

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Διπλωματική Εργασία
φοιτήτρια: Α. Παντελίδου
επιβλέπων καθηγητής: Ζ.Κοτιώνης

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την πόλη ως ένα σύστημα και τις συνθήκες λειτουργίας της ως οργανισμό. Είναι ένα σύστημα το οποίο γεννιέται, αναπτύσσεται και πεθαίνει όπως κάθε ζωντανός οργανισμός. Το «μέρος» εξαρτάται από το «όλον» και το αντίστροφο. Το μεμονωμένο κτίριο είναι μέρος του συνόλου και όχι ξεχωριστή μονάδα μέσα στον ευρύτερο αστικό ιστό. Επίσης, η μονάδα/το κύτταρο συνθέτει τον αστικό ιστό. Έτσι, η μονάδα αφορά πολύ καθαρά την πόλη, ενώ ο εσωτερικός χώρος της είναι η αντανάκλαση των εξωτερικών κοινόχρηστων χώρων. Οι δύο αυτοί αντίθετοι χώροι αλληλοκαλύπτονται δημιουργώντας ένα αυτογενές πολεοδομικό σύστημα.

Η μονάδα /κύτταρο πολλαπλασιάζεται και καλύπτει το χώρο όπως ένα μωσαϊκό, όπως μια συλλογή τετραγώνων που καλύπτουν μια επιφάνεια. Μια τέτοια συλλογή τετραγώνων είναι και τα πολυόμινα.

Η εν λόγω έρευνα ξεκίνησε να πειραματίζεται με τα τρία πολυόμινα του Roger Penrose -το δωδεκάμινο, το εικοσιδυάμινο και το τριαντατετράμινο- με αναπτύγματα αυτών και στις τρεις καρτεσιανές διαστάσεις. (δωδεκάκυβος, εικοσιδυάκυβος, τριαντατετράκυβος)

Το πολυόμινο που επιλέχθηκε, είναι το δωδεκάμινο- δωδεκάκυβος

Το σχήμα του επιλεγέντος δωδεκάκυβου είναι τέτοιο ώστε όπως και να τοποθετηθεί στο χώρο, ο κάθε μονόκυβος που το αποτελεί, έχει πάντοτε μία πλευρά ανοιχτή για τον σωστό ηλιασμό και αερισμό των επιμέρους μονάδων.

Οι συνδυασμοί των δωδεκάκυβων προκύπτουν με αντιγραφή (copy), περιστροφή (rotate) και αντανάκλαση (mirror)

Είναι ένα πρότυπο που μπορεί να εφαρμοστεί σε μια ευρύτερη περιοχή ανεξάρτητα από τοπικές και γεωγραφικές συνθήκες. Λόγω των πολλών συνδυασμών που προκύπτουν υπάρχει πολυμορφικότητα και πολυπλοκότητα στα αναπτύγματα των ιδιωτικών και δημόσιων χώρων

The current thesis project considers the city as a system and its' functioning conditions as a living organism. It is a system which is born, develops itself and finally dies just like any other living being. Every part depends on the whole and vice versa. The buildings of a city are also a part of a bigger 'whole' and cannot be analyzed as a special unit. Each unit composes the urban map. Thus, the unit/cell is clearly connected to the city and the inner spaces that consist it can be seen as a reflection of the outer public spaces. These two dissenting spaces complete one another by creating a new autogenous urban system.

The cell multiplies itself and covers up space just like mosaic, like a collection of squares that tiles a surface. Polygonimos do constitute such a collection of squares.

The current research has started its experiments using the three polyominoes of Roger Penrose – the dodecomino, the eikodimino and the triantatetromino – unfolding them in all three dimensions . The polyomino that was selected for further analysis is the dodecomino. The shape of this particular dodecacube offers at least one free side in all twelve cubes that consist it, no matter how we place it in three dimensional space. Therefore, there is always an open surface in order to properly lighten and ventilate the individual units of space that will occur. Different combinatiois of the policubes arise using the norms of copy, mirror and rotate.

All the above result in a model that fits into a wider territory, regardless of local and geographical conditions. On account of the numerous combinations that occur, we can have multiform and complex formulations of public and private spaces.

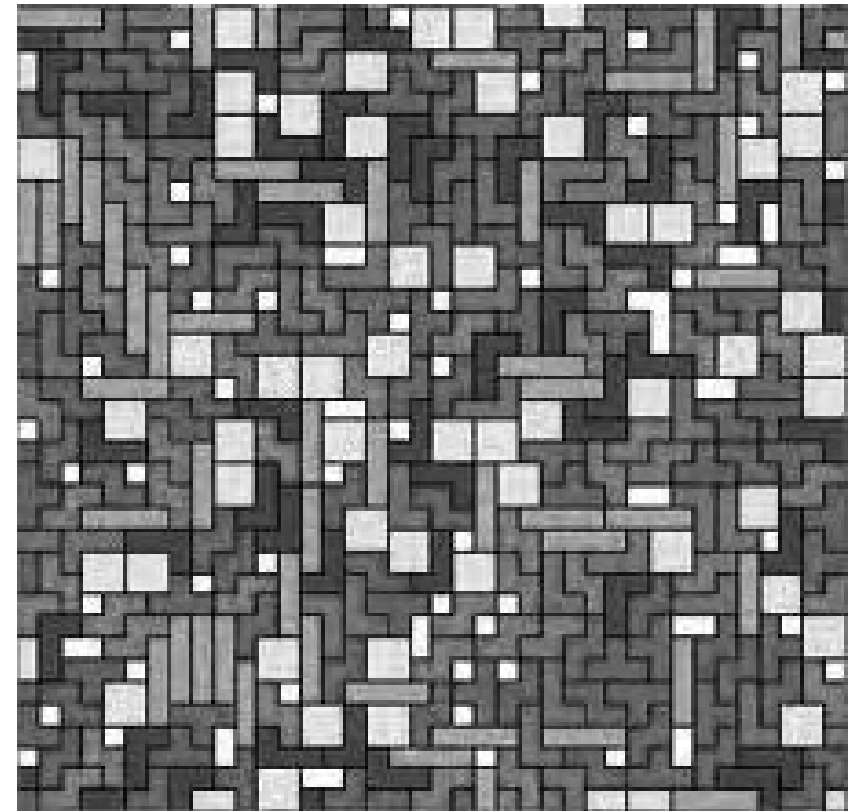
Περιεχόμενα

Εισαγωγή	2
Πολυόμινα (polyominoes)	3
Πολυκύβοι (polycubes)	4
Μωσαϊκά πολυόμινων (Tiling by polyominoes)	5
Κανόνες σχεδίασης και συνδυασμοί	7
Περιοχή μελέτης	10
Βιβλιογραφία	12
Σχέδια πρότασης ενός συγκροτήματος	13

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την πόλη ως ένα σύστημα και τις συνθήκες λειτουργίας της ως οργανισμό. Είναι ένα σύστημα το οποίο γεννιέται, αναπτύσσεται και πεθαίνει όπως κάθε ζωντανός οργανισμός. Το «μέρος» εξαρτάται από το «όλον» και το αντίστροφο. Το μεμονωμένο κτίριο είναι μέρος του συνόλου και όχι ξεχωριστή μονάδα μέσα στον ευρύτερο αστικό ιστό. Επίσης, η μονάδα/κύτταρο συνθέτει τον αστικό ιστό (σύνθεση των στοιχείων της πόλης σε ένα δομημένο οργανικό σύνολο). Έτσι, η μονάδα αφορά πολύ καθαρά την πόλη, ενώ ο εσωτερικός χώρος της είναι η αντανάκλαση των εξωτερικών κοινόχρηστων χώρων. Οι δύο αυτοί αντίθετοι χώροι αλληλεπικαλύπτονται δημιουργώντας ένα αυτογενές πολεοδομικό σύστημα.

Η μονάδα /κύτταρο πολλαπλασιάζεται και καλύπτει το χώρο όπως ένα μωσαϊκό, όπως μια συλλογή τετραγώνων που καλύπτουν μια επιφάνεια. Μια τέτοια συλλογή τετραγώνων είναι και τα πολυόμινα.



εικόνα 1

Πολυόμινα (polyominoes)

Το πολυόμινο είναι ένα γεωμετρικό σχήμα μιας επιφάνειας που προκύπτει από την ένωση ενός ή παραπάνω τετραγώνων από άκρη σε άκρη. Είναι ένα πολυμορφικό σχήμα που τα κύτταρά του είναι τετράγωνα. Τα πολυόμινα ταξινομούνται ανάλογα με τα πόσα κύτταρα/τετράγωνα τα συνθέτουν. (εικόνες 2,3)

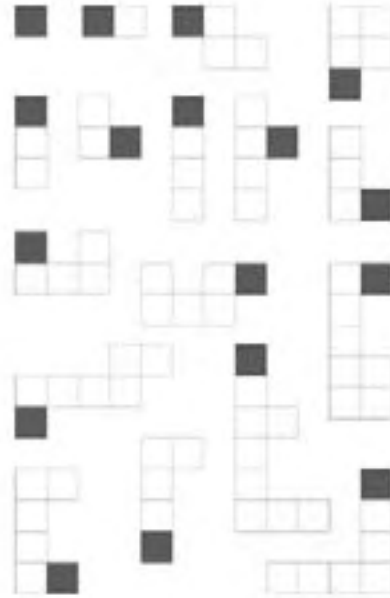
Ο αριθμός των πολυόμινων είναι άπειρος καθώς και οι συνδυασμοί μεταξύ αυτών. Κάθε πολυόμινο της τάξης $n+1$ μπορεί να αναπτυχθεί προσθέτοντας ένα τετράγωνο σε ένα πολυόμινο. Αυτό οδηγεί σε αλγόριθμους για την παραγωγή και την αρίθμηση τους. Θεωρίες και αριθμητικοί υπολογισμοί κατέληξαν στην εκτίμηση του τύπου

$$A_n \sim \frac{c\lambda^n}{n}$$

όπου $\lambda=4,0626$ και $c=0,3169$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (A_n)^{1/n} = \lambda$$

Η ονομασία των πολυόμινων προέκυψε από το παιχνίδι ντόμινο και ανάλογα με τον αριθμό των κυττάρων/ τετραγώνων που το συνθέτουν. (πίνακας εικόνας 3)



εικόνα 2

Αριθμός κυττάρων Όνομα

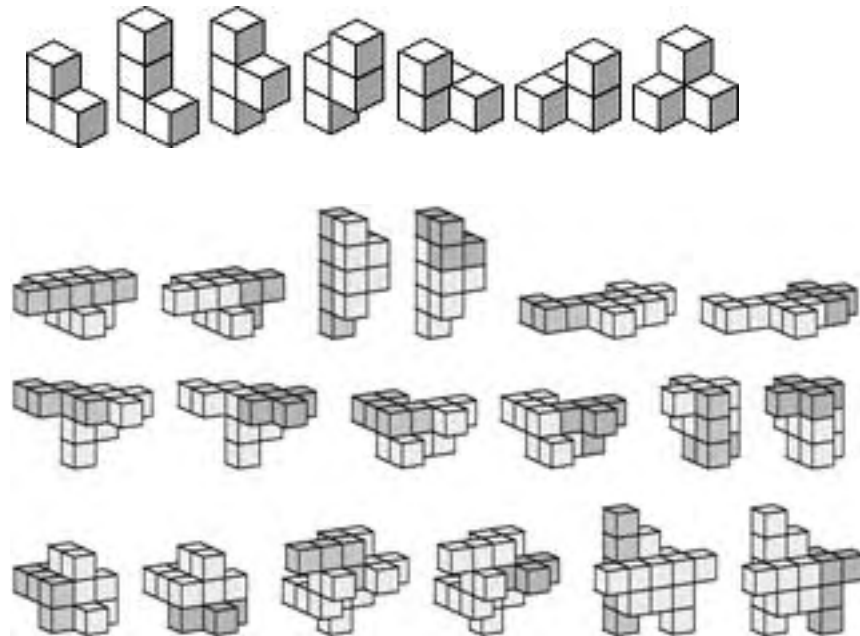
Αριθμός κυττάρων	Όνομα
1	monomino
2	domino
3	tromino or triomino
4	tetromino
5	pentomino or pentamino
6	hexomino
7	heptomino
8	octomino
9	nonomino or enneomino
10	decomino
11	undecomino or hendecomino
12	dodecomino

εικόνα 3

Πολυκύβη (polycubes)

Ένας πολυκύβος είναι ένα στερεό που συγκροτείται από την ένωση ενός ή περισσότερων ίσων κύβων πλευρά με πλευρά. Οι τρεις διαστάσεις των πολυκύβων είναι αναλόγες των επίπεδων πολυόμινων.

Αντιστοίχως, όπως και με τα πολυόμινα, ο αριθμός των πολυκύβων είναι άπειρος καθώς και οι συνδυασμοί μεταξύ αυτών. Κάθε πολυκύβος της τάξης $n+1$ μπορεί να αναπτυχθεί προσθέτοντας έναν κύβο σε ένα πολυκύβο.



εικόνα 4

1	monocube
2	dicube
3	tricube
4	tetracube
5	pentacube
6	hexacube
7	heptacube
8	octocube

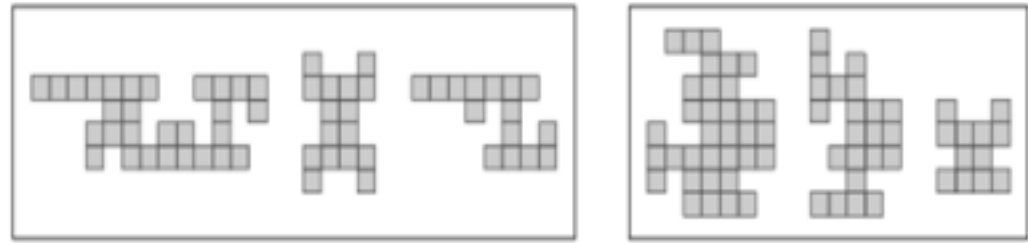
εικόνα 5

Μωσαϊκά πολυόμινων (Tiling by polygonimoes)

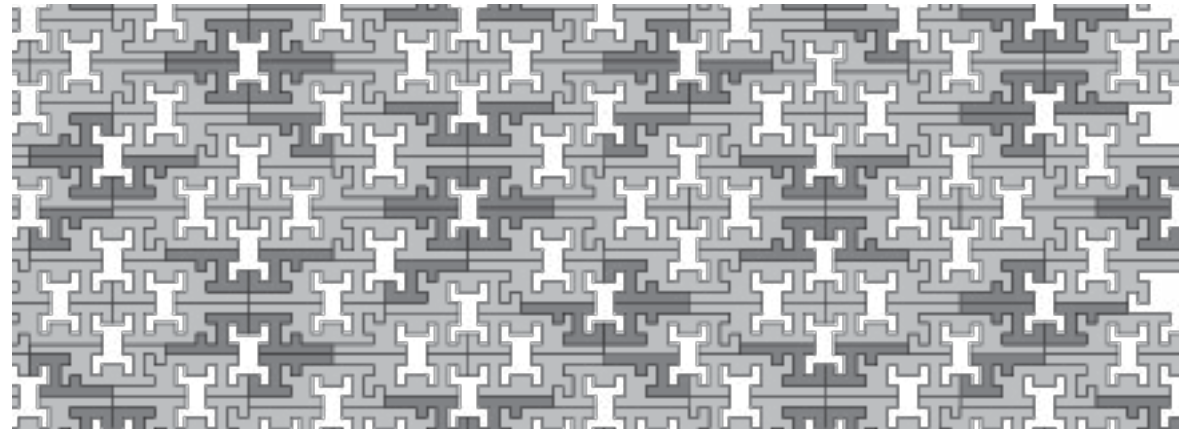
Ένα μωσαϊκό πολυόμινων είναι η συλλογή τετραγώνων που καλύπτουν μια επιφάνεια

Ο Solomon Golomb (Αμερικάνος μαθηματικός και μηχανικός) έχει ασχοληθεί με τέτοια μωσαϊκά από τα τέλη της δεκαετίας του 1950, δημιουργώντας αναρίθμητα μοτίβα πλακόστρωσης (εικόνα 1). Πολύ πρόσφατα έχουν ανακαλυφθεί τέτοια μοτίβα τα οποία είναι μη περιοδικά. Τα μη περιοδικά μοτίβα προκύπτουν

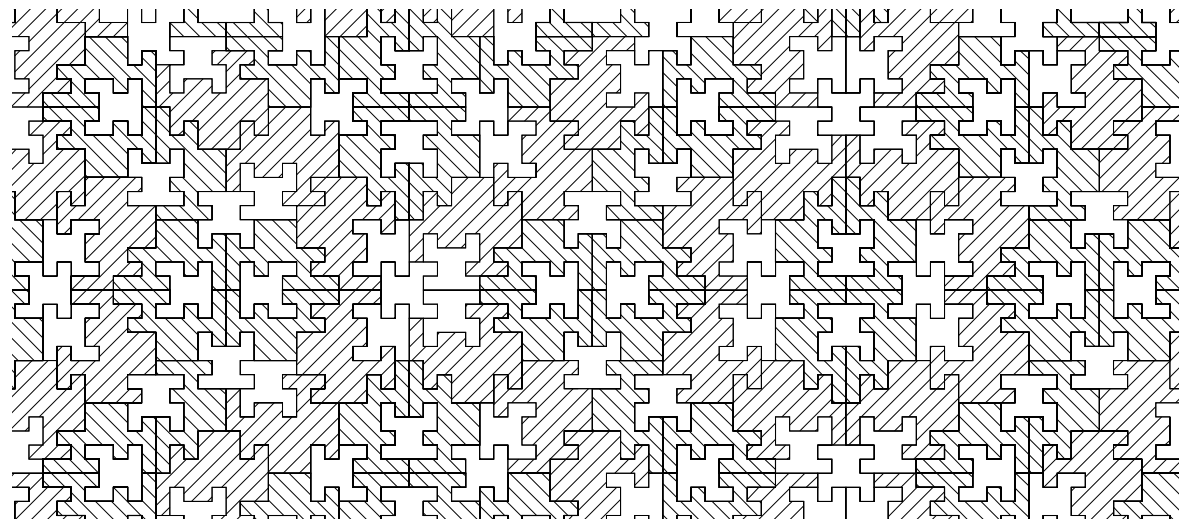
Δύο από τα πιο γνωστά μη περιοδικά μοτίβα που έχουν βρεθεί είναι το μοτίβο του Roger Penrose (Άγγλος μαθηματικός, φυσικός και φιλόσοφος), το 1994 (εικ. 9) και του Matthew Cook (Αμερικανός μαθηματικός και προγραμματιστής υπολογιστών) λίγα χρόνια μετά (εικ. 9). Τα τρία πολυόμινια της εικόνας 7 στα αριστερά είναι αυτά που χρησιμοποίησε ο Roger Penrose ενώ αυτά στα δεξιά της ίδιας εικόνας του Matthew Cook . Τα μοτίβα αυτά μπορούν να καλύψουν το άπειρο χωρίς κανένα κενό.



εικόνα 7



εικόνα 8



εικόνα 9

Η εν λόγω έρευνα ξεκίνησε να πειραματίζεται με τα τρία πολύμινα του Roger Penrose -το δωδεκάμινο , το εικοσιδυάμινο και το τριαντατετράμινο- με αναπτύγματα αυτών και στις τρεις καρτεσιανές διαστάσεις. (δωδεκάκυβος, εικοσιδυάκυβος, τριαντατετράκυβος)

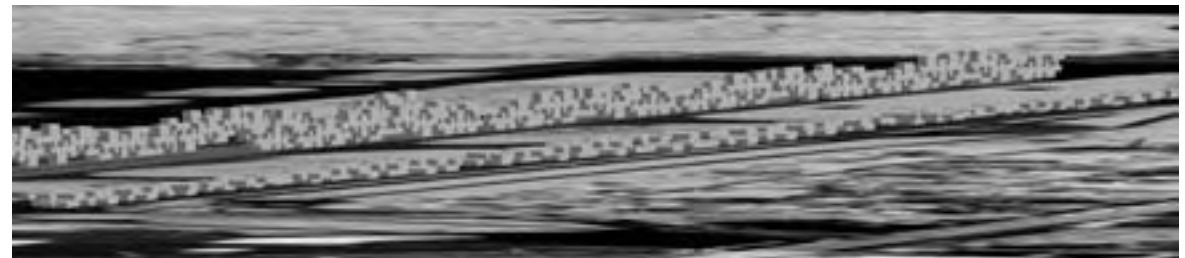
Το πολύμινο που επιλέχθηκε τελικά, είναι το δωδεκάμινο- δωδεκάκυβος.

Το σχήμα του επιλεχθέντος δωδεκάκυβου είναι τέτοιο ώστε όπως και να τοποθετηθεί στο χώρο, ο κάθε μονόκυβος που το αποτελεί, έχει πάντοτε μία πλευρά ανοιχτή για τον σωστό ηλιασμό και αερισμό των επιμέρους μονάδων.

Είναι ένα πρότυπο που μπορεί να εφαρμοστεί σε μια ευρύτερη περιοχή ανεξάρτητα απο τοπικές και γεωγραφικές συνθήκες. Λόγω των πολλών συνδυασμών που προκύπτουν υπάρχει πολυμορφικότητα και πολυπλοκότητα στα αναπτύγματα των ιδιωτικών και δημόσιων χώρων.



εικόνα 10



εικόνα 11



εικόνα 12



εικόνα 13

Κανόνες σχεδίασης και συνδυασμοί

Ως ελάχιστη μονάδα κατοίκησης θεωρούμε το ένα μονόκυβο του δωδεκάκυβου, το οποίο έχει διαστάσεις: 5,5x5,5x5,5 μέτρα.

Σύμφωνα με αυτόν τον κανόνα δημιουργούνται οι χρήσεις γης για ένα άτομο και στη συνέχεια με το ανάπτυγμά του η κατοικία, η γειτονιά, η πόλη.

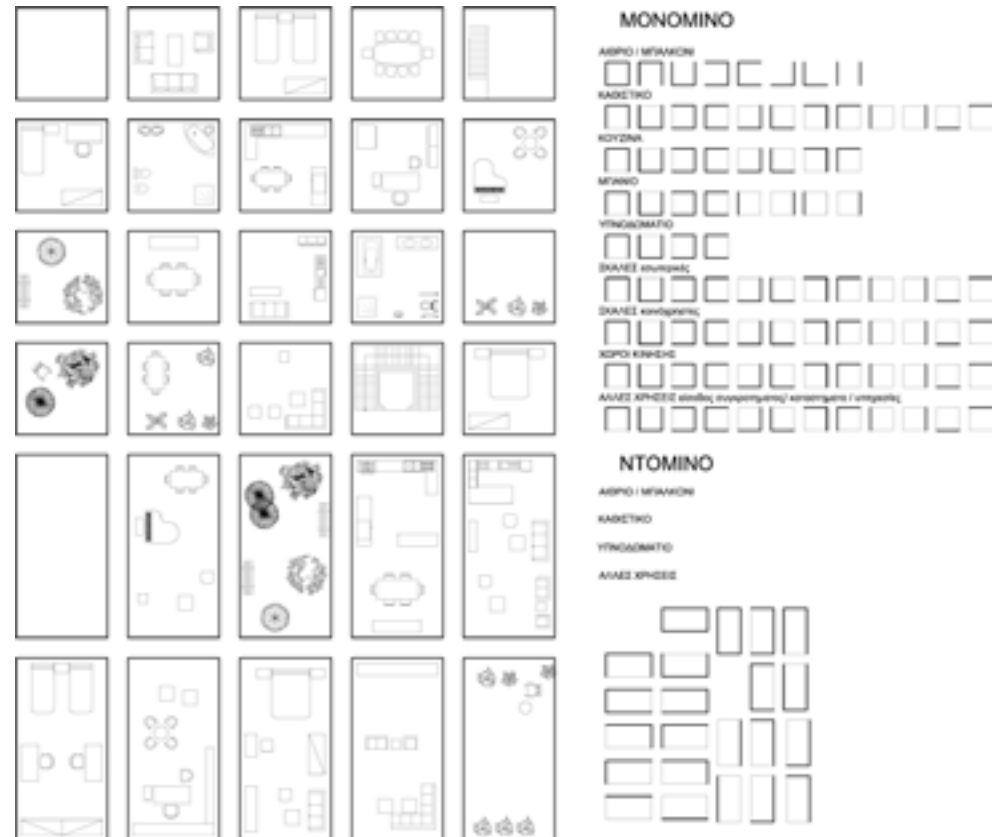
Το μονόμινο (δηλ. η επιφάνεια 5,5x5,5 μέτρα) χωρίζεται και αυτό σε επιμέρους μονάδες, όπως φαίνεται στον πίνακα (εικόνα 13), οι οποίες παραλαμβάνουν τις διάφορες χρήσεις (εικόνα 15) και ορίζουν την κυκλοφορία στην κατοικία, στους κοινόχρηστους χώρους, καθώς και την πεζή μετακίνηση ενός ατόμου στα όρια μιας περιοχής.

Ο δωδεκάκυβος αποτελεί μια ομάδα δύο έως πέντε κατοικιών και συνθέτει ένα συγκρότημα μιας ομάδας ανθρώπων σε ένα κτίριο. Τα αναπτύγματα που προκύπτουν από το μωσαϊκό του δωδεκάκυβου δημιουργούν σε μεγαλύτερη κλίμακα ομάδες γειτονιάς και επεκτείνοντάς το προς το άπειρο συνθέτουν τις πόλεις-κύβων.

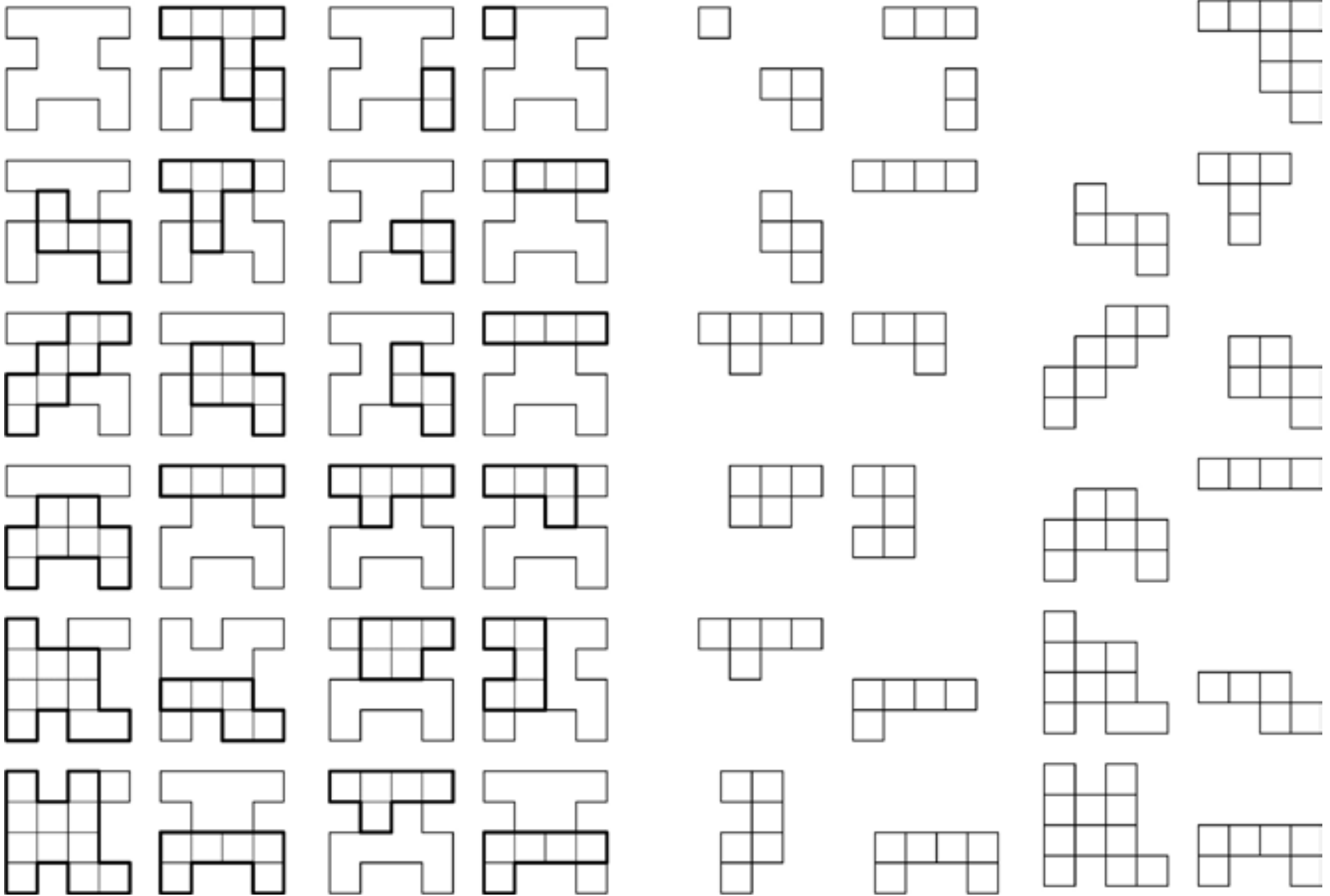
Οι συνδυασμοί των δωδεκάκυβων προκύπτουν με αντιγραφή (copy), περιστροφή (rotate) και αντανάκλαση (mirror) όπως φαίνεται στην εικόνα 17.



εικόνα 14



εικόνα 15



εικόνα 16



εικόνα 17

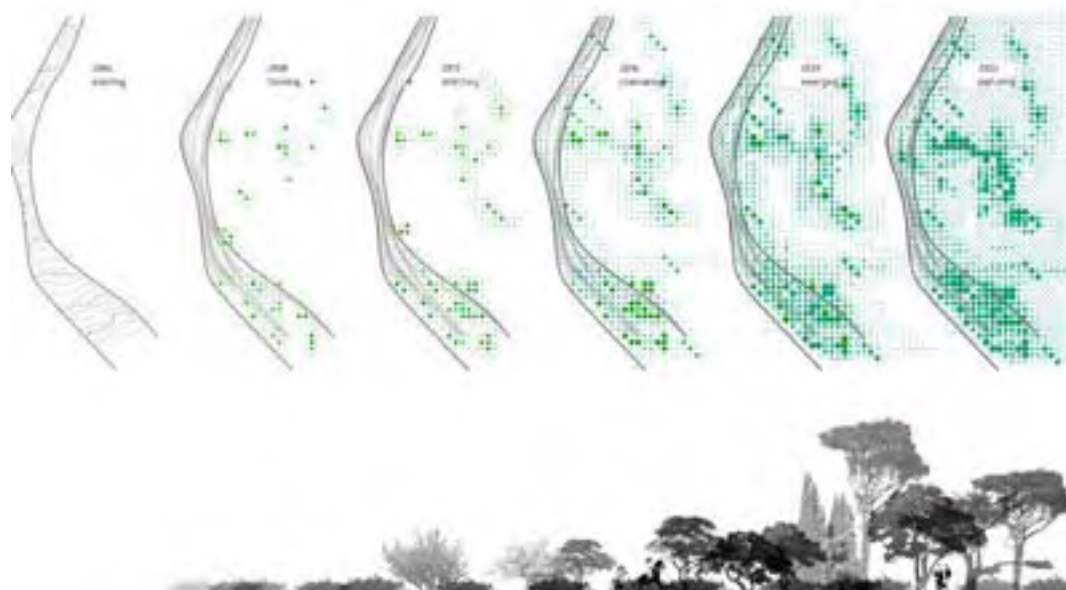
Περιοχή μελέτης

Όπως προαναφέρθηκε το μοντέλο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί σε μια ευρύτερη περιοχή ανεξάρτητα από τοπικές και γεωγραφικές συνθήκες. Παρ' όλα αυτά επιλέχθηκε ως περιοχή της εφαρμογής το Ελληνικό αεροδρόμιο στην Αθήνα.

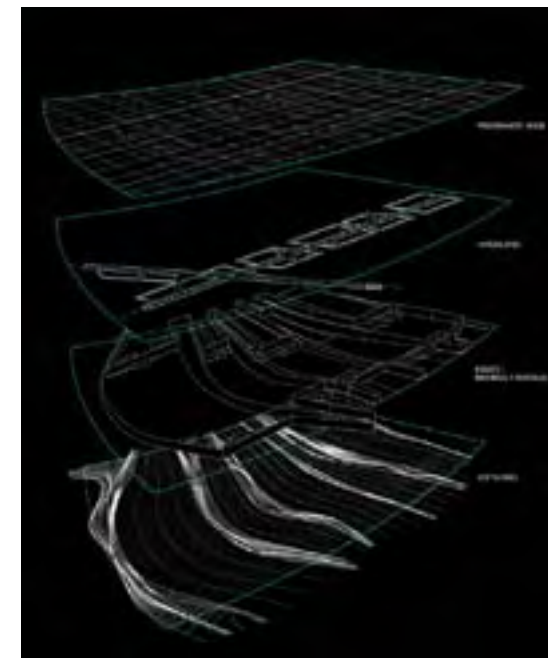
Είναι ένα μεγάλης έκτασης κενό οικοπέδο που περιβάλλεται από τον άναρχο και πολύ πυκνό ιστό της πόλης και για αυτό το λόγο υπάρχει η πρόθεση, το προτεινόμενο σύστημα να εφαρμοστεί με την μικρότερη δυνατή κάλυψη του οικοπέδου.

Η πρόθεση αυτή συμπίπτει με την πρόθεση του ελληνικού δημόσιου για αστική ανάπτυξη της περιοχής.

Την περίοδο 2003-2007 προγραμματίστηκε από το ελληνικό δημόσιο, για τον χώρο του πρώην αεροδρομίου, ένα έργο εκτεταμένης αστικής ανάπτυξης με τον τίτλο «Μητροπολιτικό Πάρκο Ελληνικού» και η δημιουργία εντός του πάρκου μίας μικρής πόλης με επιφάνειες κτιρίων οι οποίες κυμαίνονταν στις τελικές προτάσεις το 2007- 2008 από τα 1.300.000 μ² έως τα 1.450.000 μ². Τον Δεκέμβριο του 2003, προκηρύχθηκε Διεθνής Αρχιτεκτονικός Διαγωνισμός, σε συνεργασία με την Διεθνή Ένωση Αρχιτεκτόνων για τον σχεδιασμό του χώρου. Στον διαγωνισμό κατατέθηκαν 159 προτάσεις, και βραβεύτηκαν 3 ενώ έτυχαν διάκρισης άλλες 6. Το πρώτο βραβείο έλαβε η πρόταση ομάδας συνεργαζόμενων γραφείων από το Παρίσι και τη Νέα Υόρκη: DZO Architecture (Elena Fernandez – David Serero / New York, Arnaud Descombes – Antoine Regnault / Paris, Philippe Coignet (Landscape Architect), Ryosuke Shimoda και Erwin Redl (Artist).



εικόνα 18



εικόνα 19

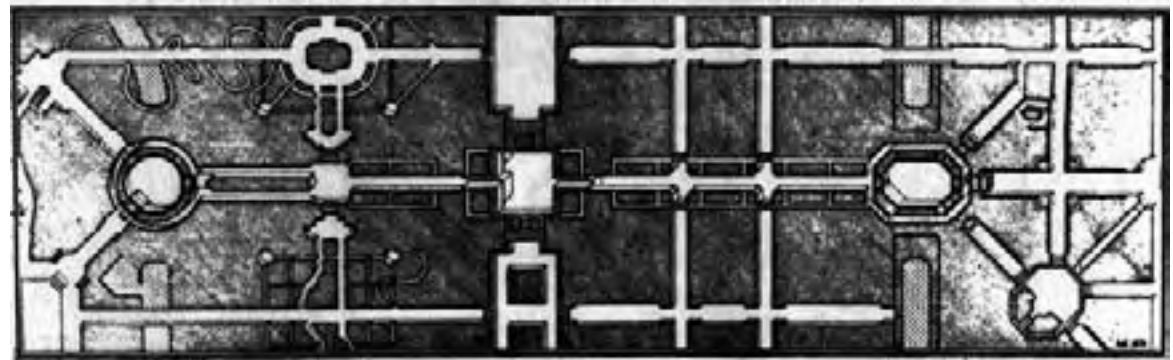
Ως περιοχή δόμησης επιλέχθηκαν οι δύο αεροδιάδρομοι, έκτασης μήκους 3 χιλιομέτρων και πλάτους περίπου 100 μέτρων. Η γραμμική αυτή διάταξη των πολυκύβων προτείνεται για την μικρότερη δυνατή κάλυψη του οικοπέδου αλλά και τη θέαση της παραλίας από σχεδόν όλες τις κατοικίες των συγκροτημάτων. Η ευρύτερη περιοχή του αεροδρομίου προτείνεται για καλλιέργειες και πάρκο αναψυχής μαζί με υπαίθρια αγορά (εικόνα 20).

Γενικότερα, οι γραμμικές διατάξεις σε σχέση με έναν άξονα μπορούν να αναφέρονται σε ορισμένα οικοδομικά τετράγωνα, ελεύθερους χώρους και άξονες κυκλοφορίας, αλλά και να χαρακτηρίζουν το σύνολο της χωρικής δομής μιας πόλης.

Τέτοιες διατάξεις συναντάμε σε πολυάριθμες προτάσεις και εφαρμογές. Μία από αυτές είναι του Rob Krier για το κέντρο της Leinfelden. (εικόνα 21)



εικόνα 20



εικόνα 21

Βιβλιογραφία

Vichera, M. "Polyominoes." <http://www.vicher.cz/puzzle/polyform/minio/polynom.htm>.

Weisstein, E. W. "Books about Polyominoes." <http://www.ericweisstein.com/encyclopedias/books/Polyominoes.html>.

Wijshoff, H. A. G. and van Leeuwen, J. "Arbitrary Versus Periodic Storage Schemes and Tessellations of the Plane Using One Type of Polyomino." Inform. and Control 1984.

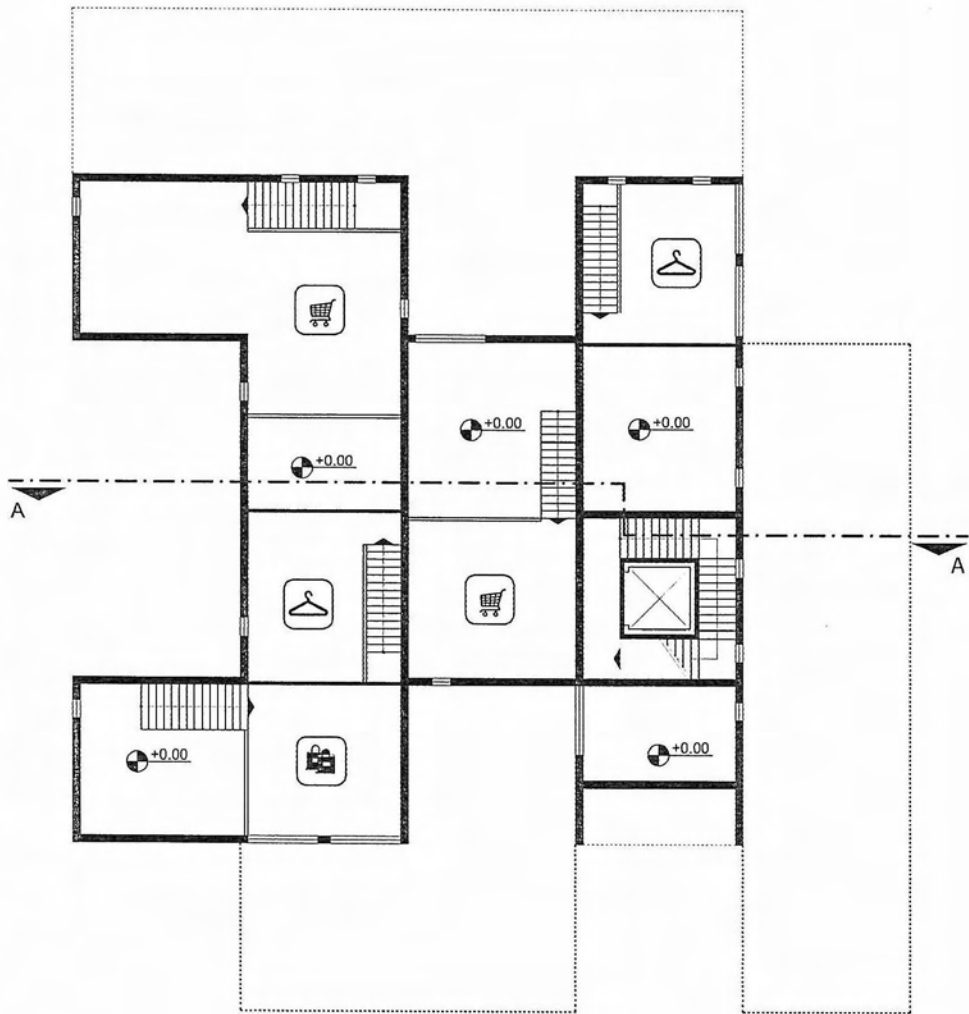
Wolfram, S. A New Kind of Science. Champaign, IL: Wolfram Media, 2002.

Schroepfel, R. Item 109 in Beeler, M.; Gosper, R. W.; and Schroepfel, R. HAKMEM. Cambridge, MA: MIT Artificial Intelligence Laboratory, Memo AIM-239, Feb. 1972. <http://www.inwap.com/pdp10/hbaker/hakmem/polyominos.html#item109>.

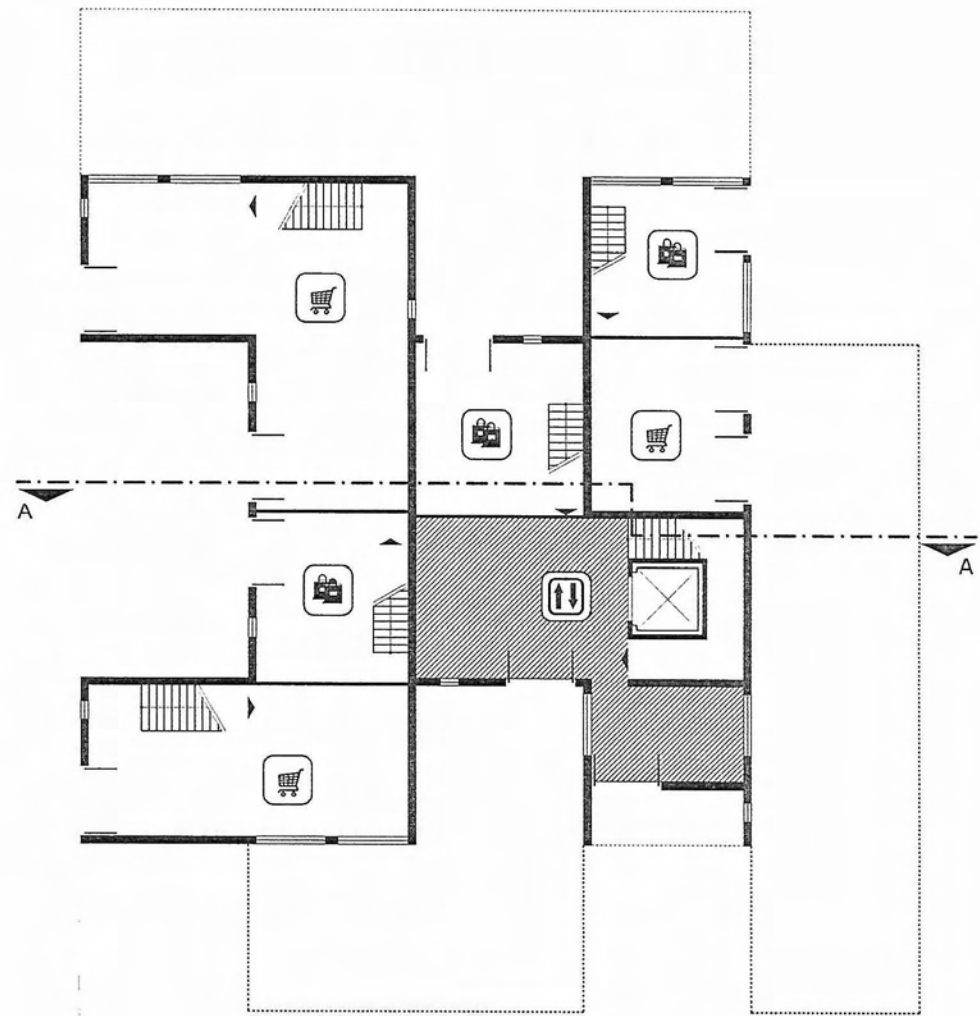
server.uia-architectes.org/texte/france/Hellenikon/03_top_e.html

Νίκος Κομνηνός – Θεωρία της αστικότητας <http://www.urenio.org/el/wp-content/uploads/2008/10/theory-of-urbanity-3.pdf>

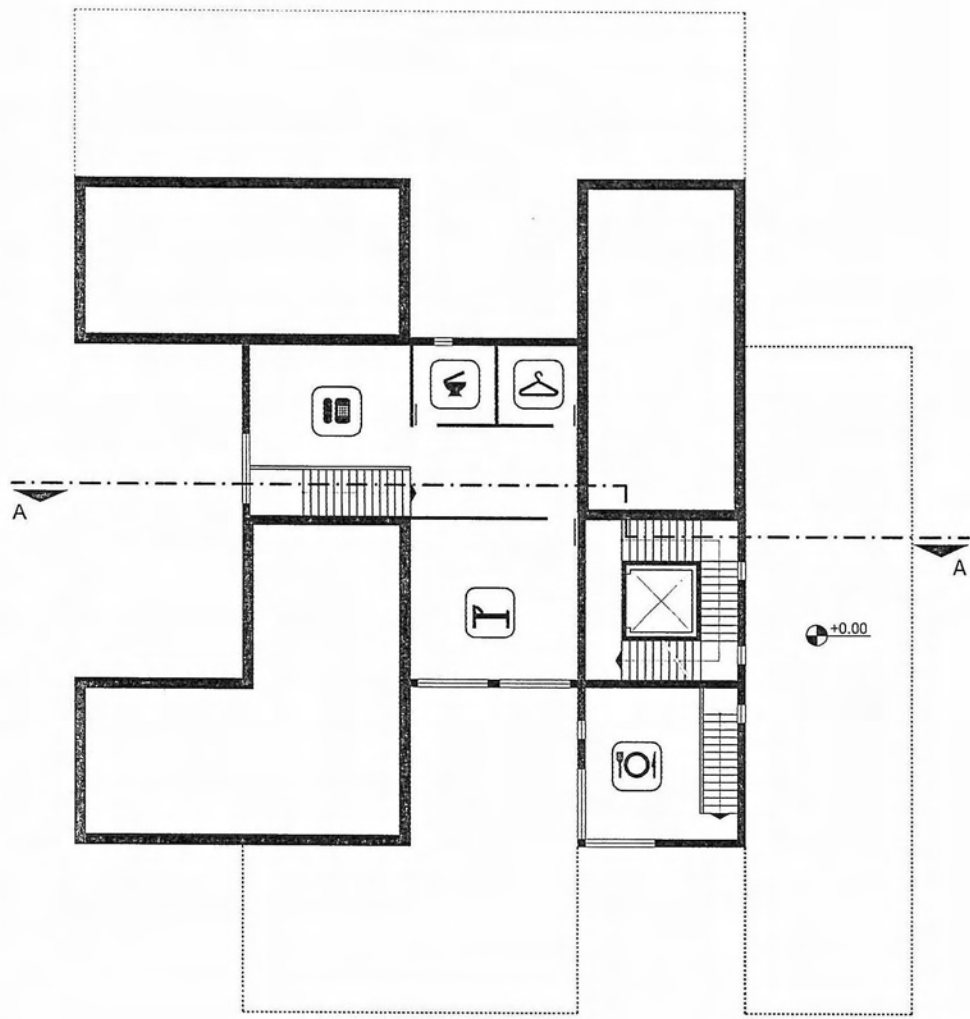
Σχέδια πρότασης ενός συγκροτήματος



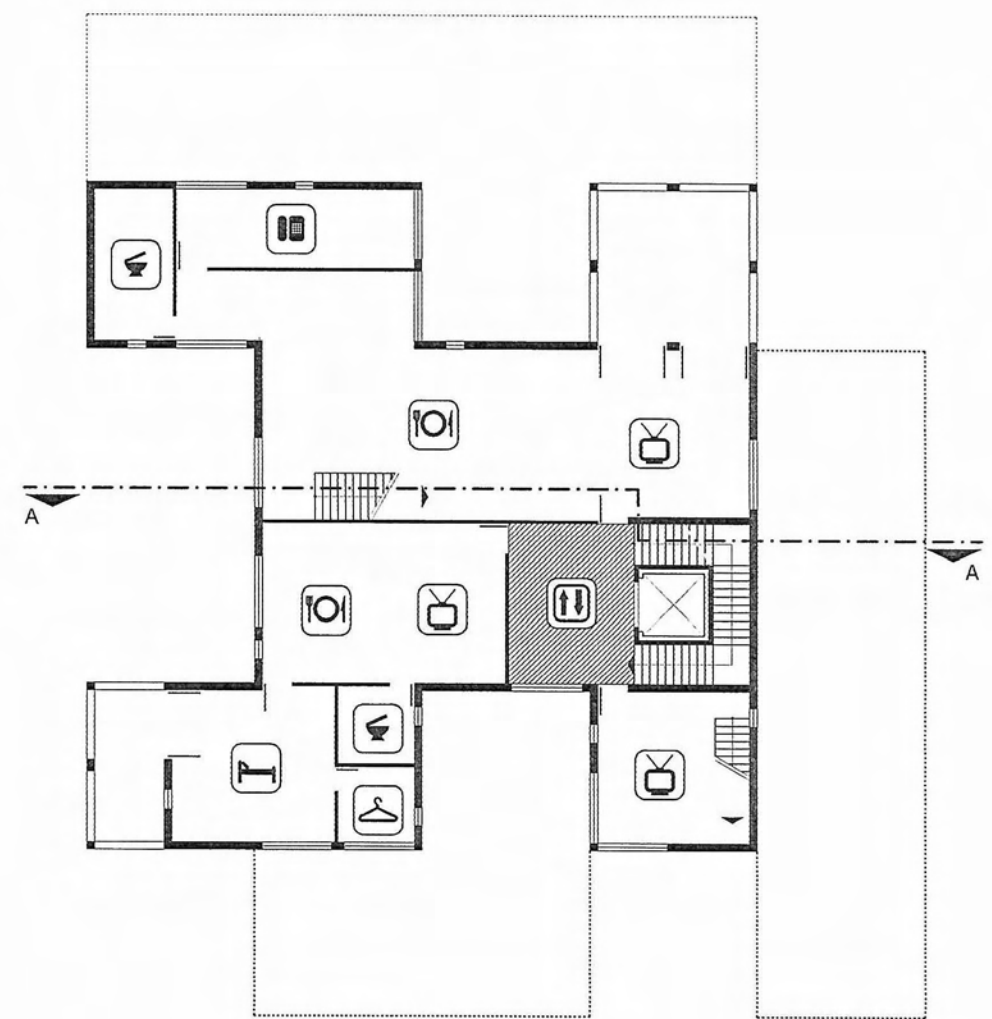
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ [+2.85] ΚΛ.1:250



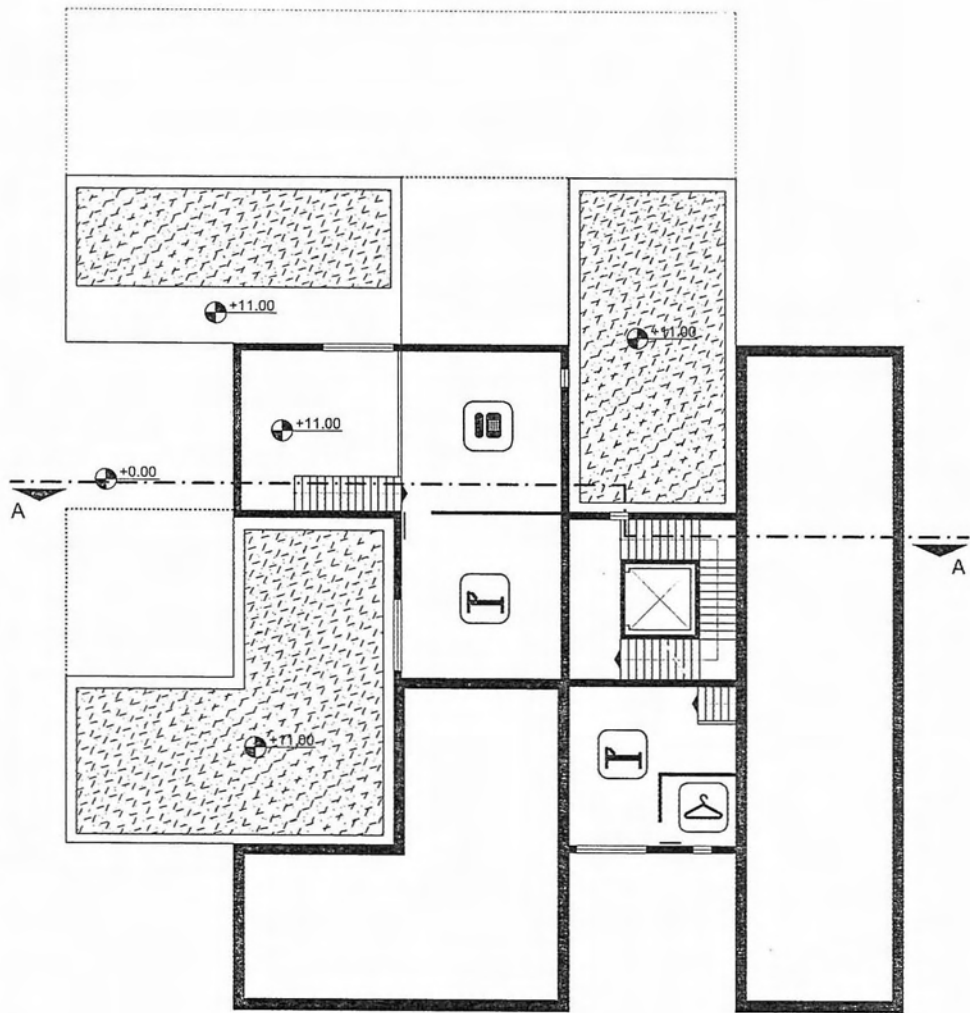
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ [+0.00] ΚΛ.1:250



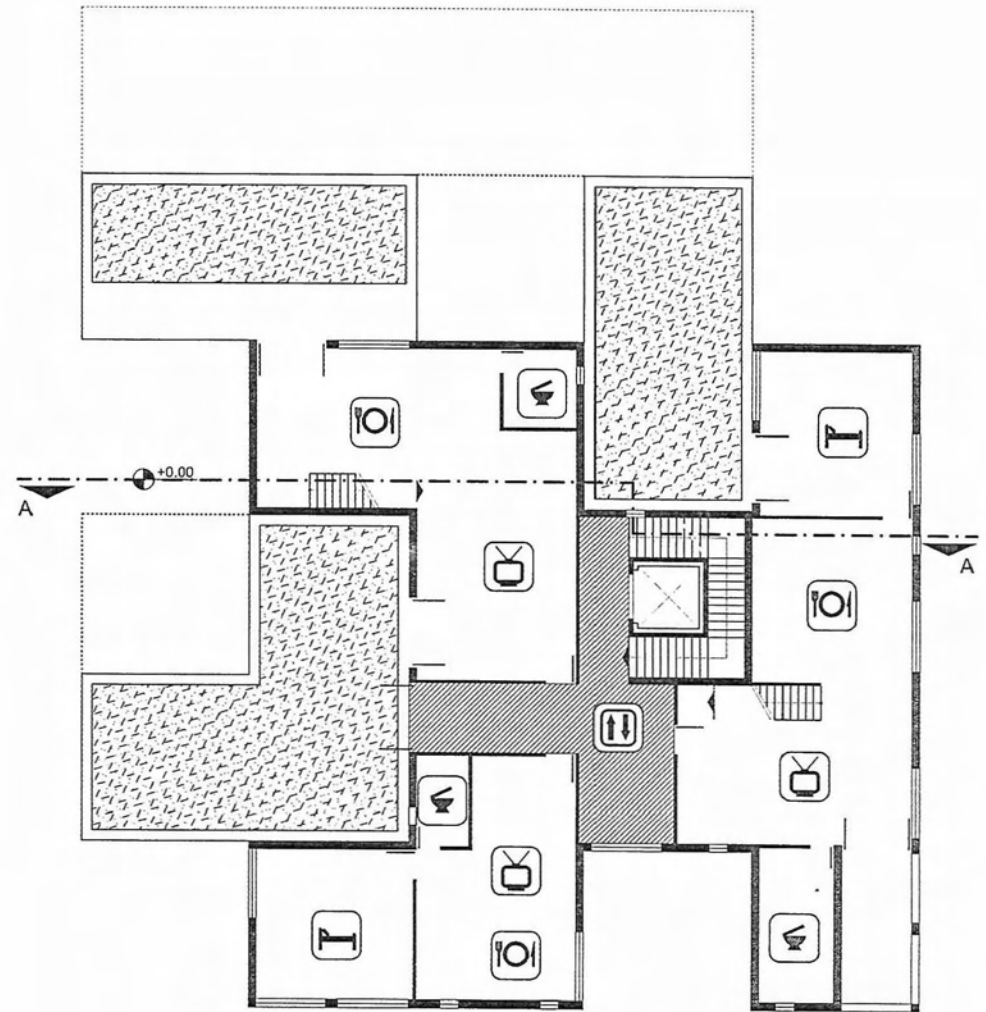
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ 1ου ΟΡΟΦΟΥ [+8.35] ΚΛ.1:250



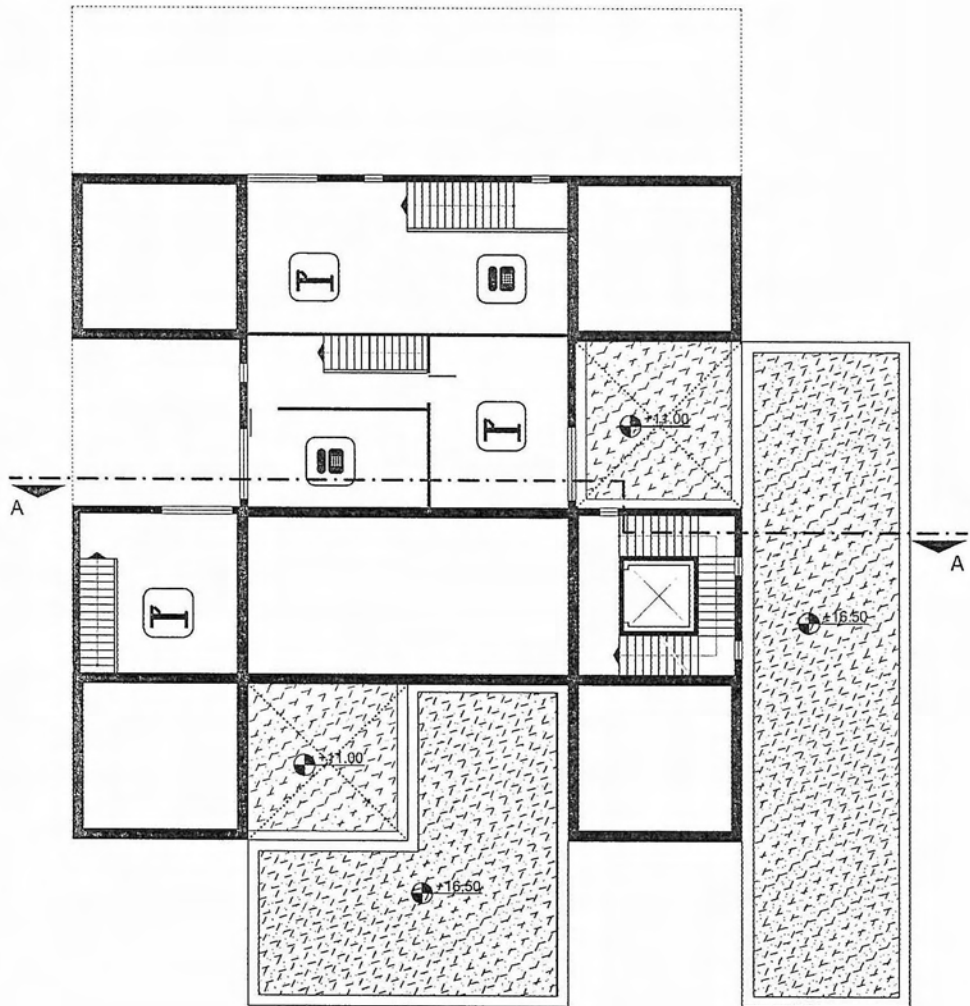
ΚΑΤΟΨΗ 1ου ΟΡΟΦΟΥ [+5.50] ΚΛ.1:250



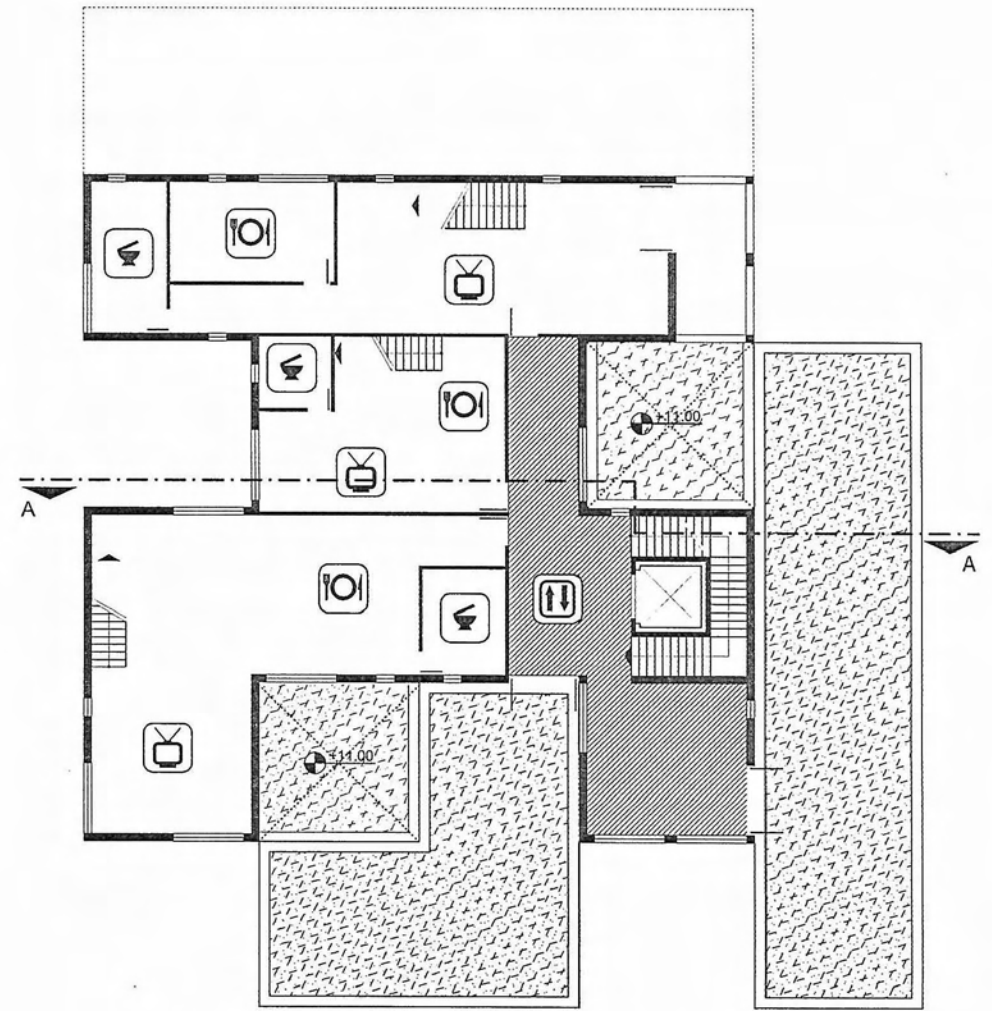
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ 2ου ΟΡΟΦΟΥ [+13.85] ΚΛ.1:250



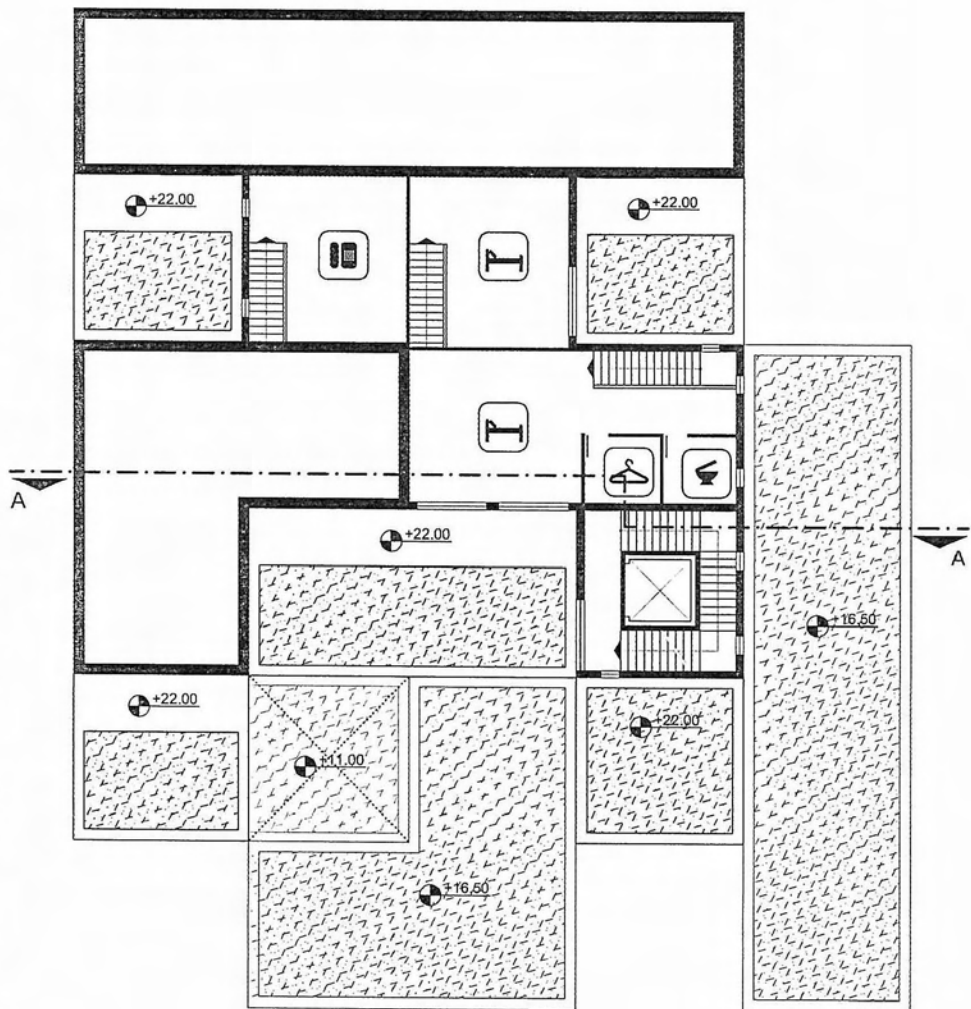
ΚΑΤΟΨΗ 2ου ΟΡΟΦΟΥ [+11.00] ΚΛ.1:250



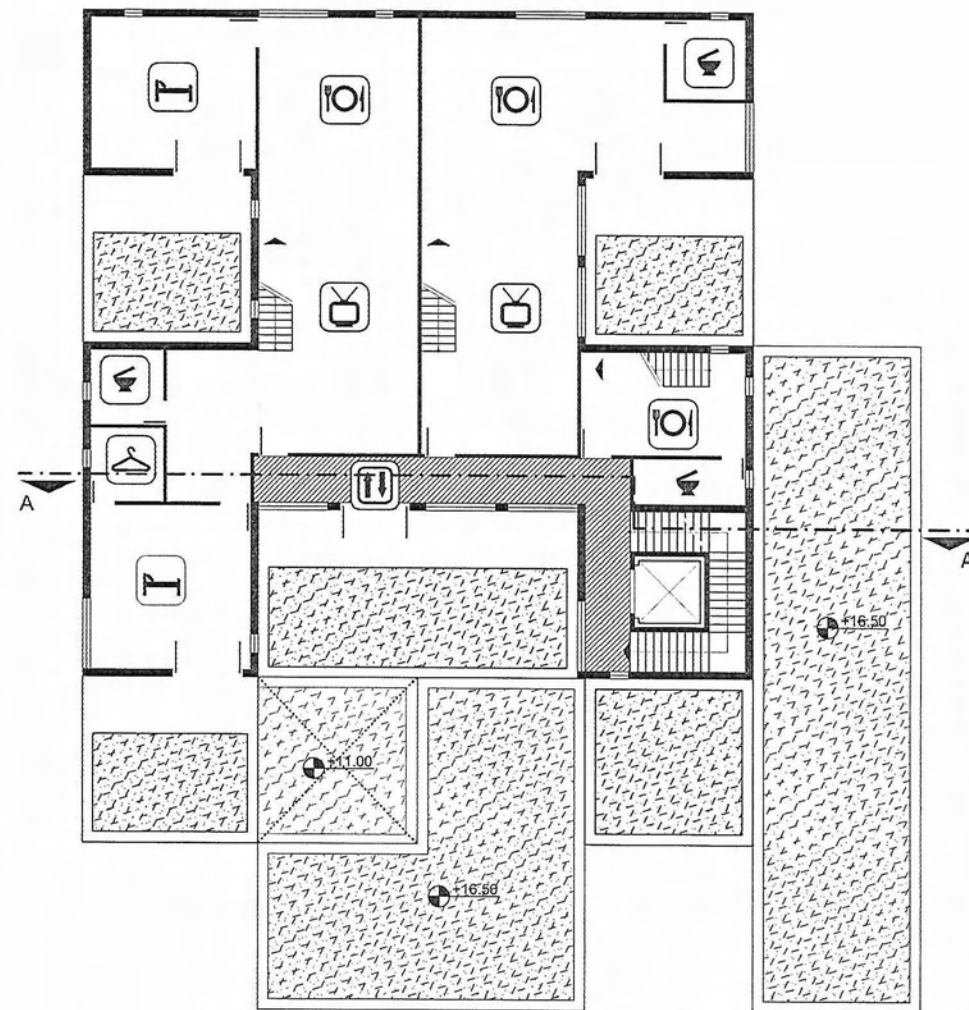
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ 3ου ΟΡΟΦΟΥ [+19.35] ΚΛ.1:250



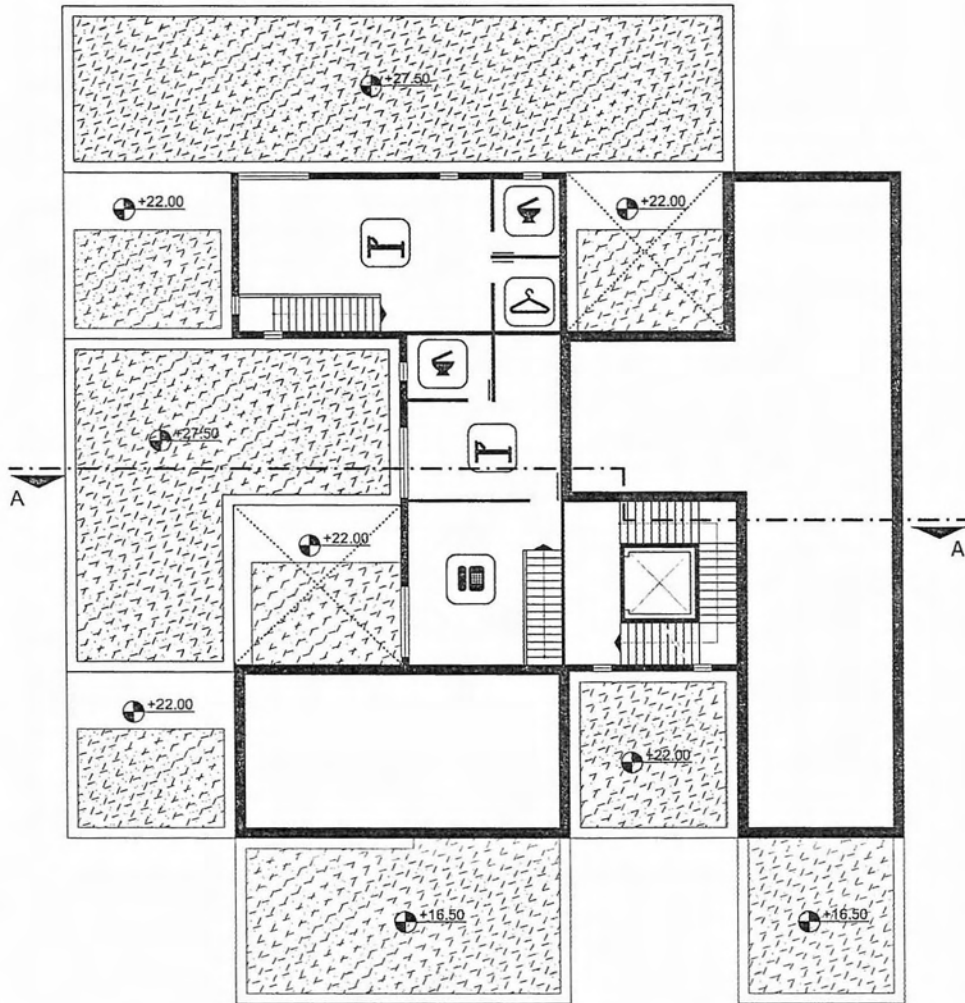
ΚΑΤΟΨΗ 3ου ΟΡΟΦΟΥ [+16.50] ΚΛ.1:250



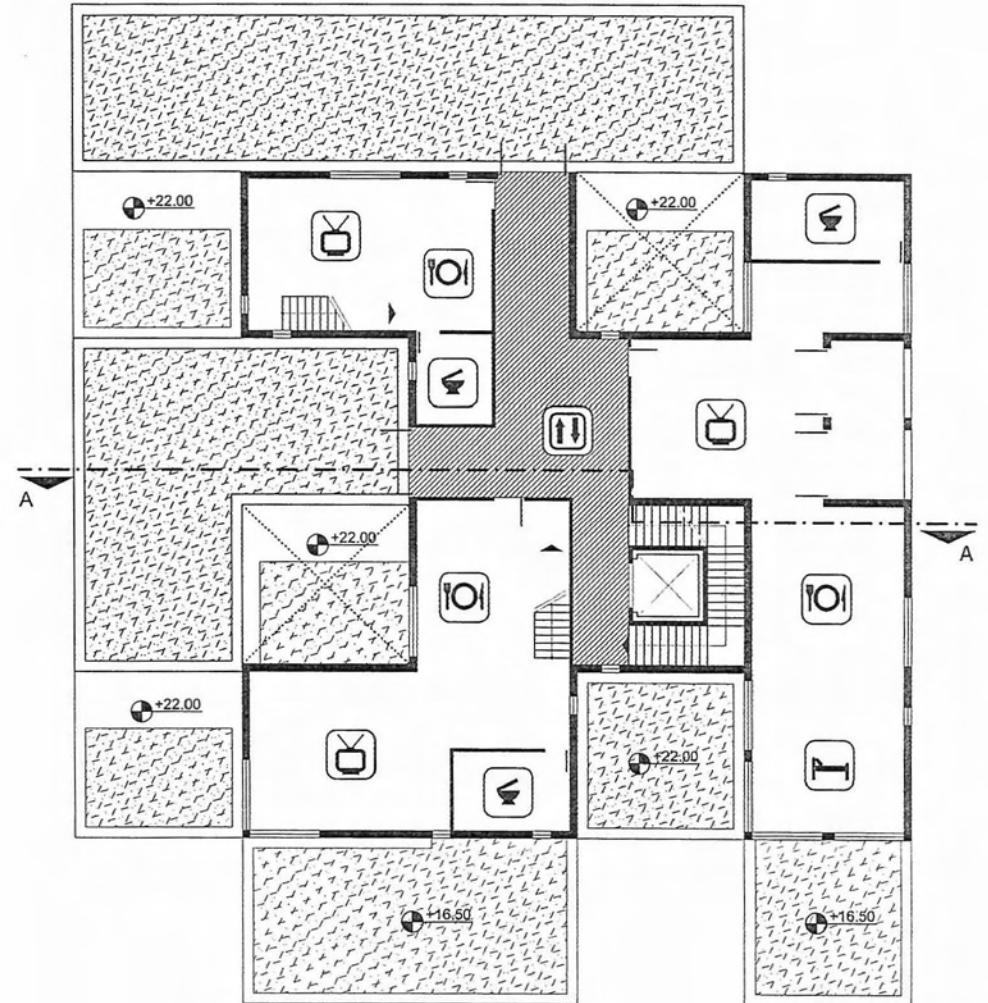
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ 4ου ΟΡΟΦΟΥ [+24.85] ΚΛ.1:250



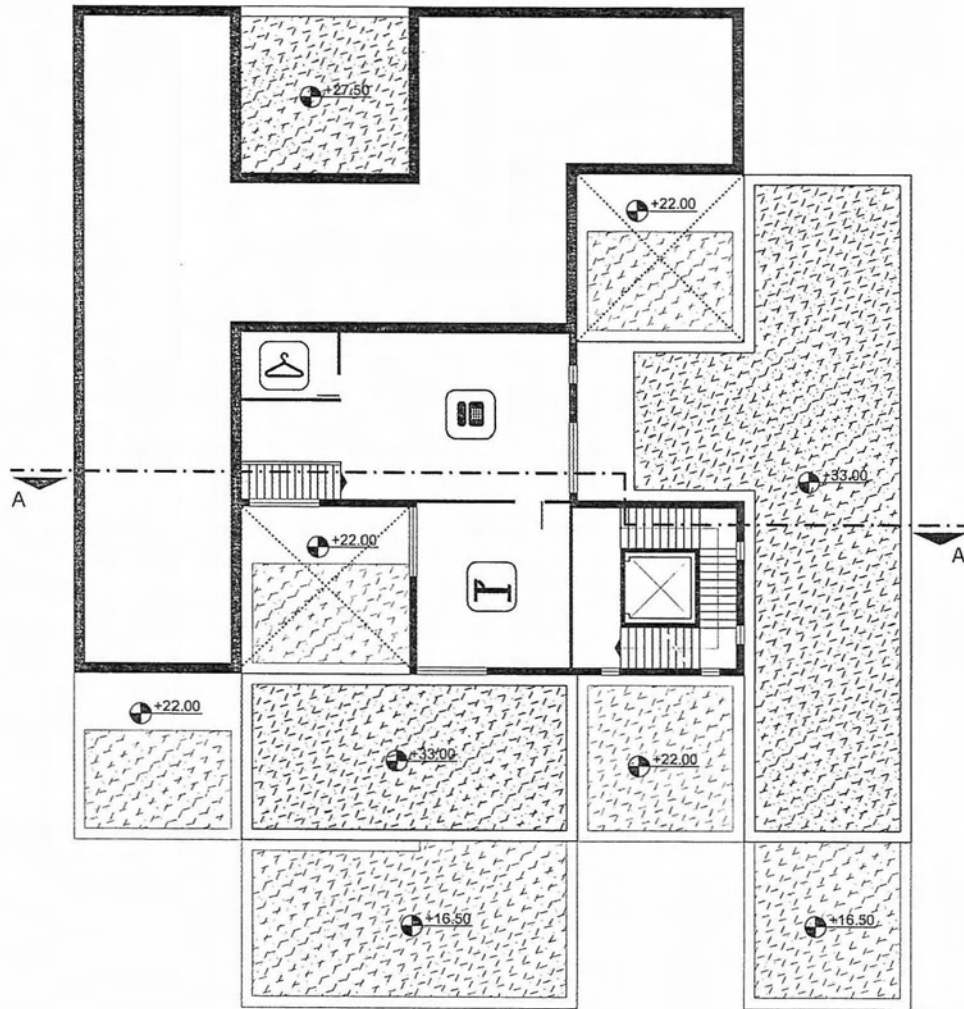
ΚΑΤΟΨΗ 4ου ΟΡΟΦΟΥ [+22.00] ΚΛ.1:250



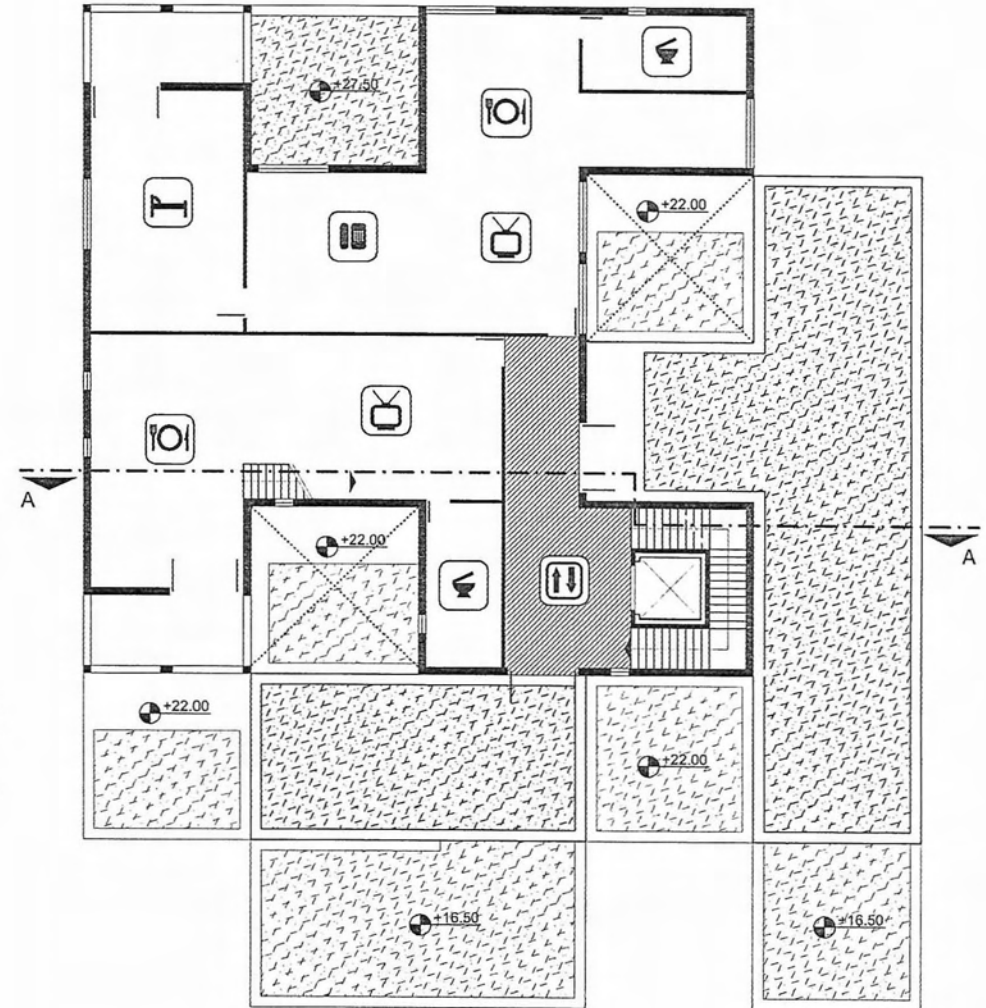
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ 5ου ΟΡΟΦΟΥ [+30.35] ΚΛ.1:250



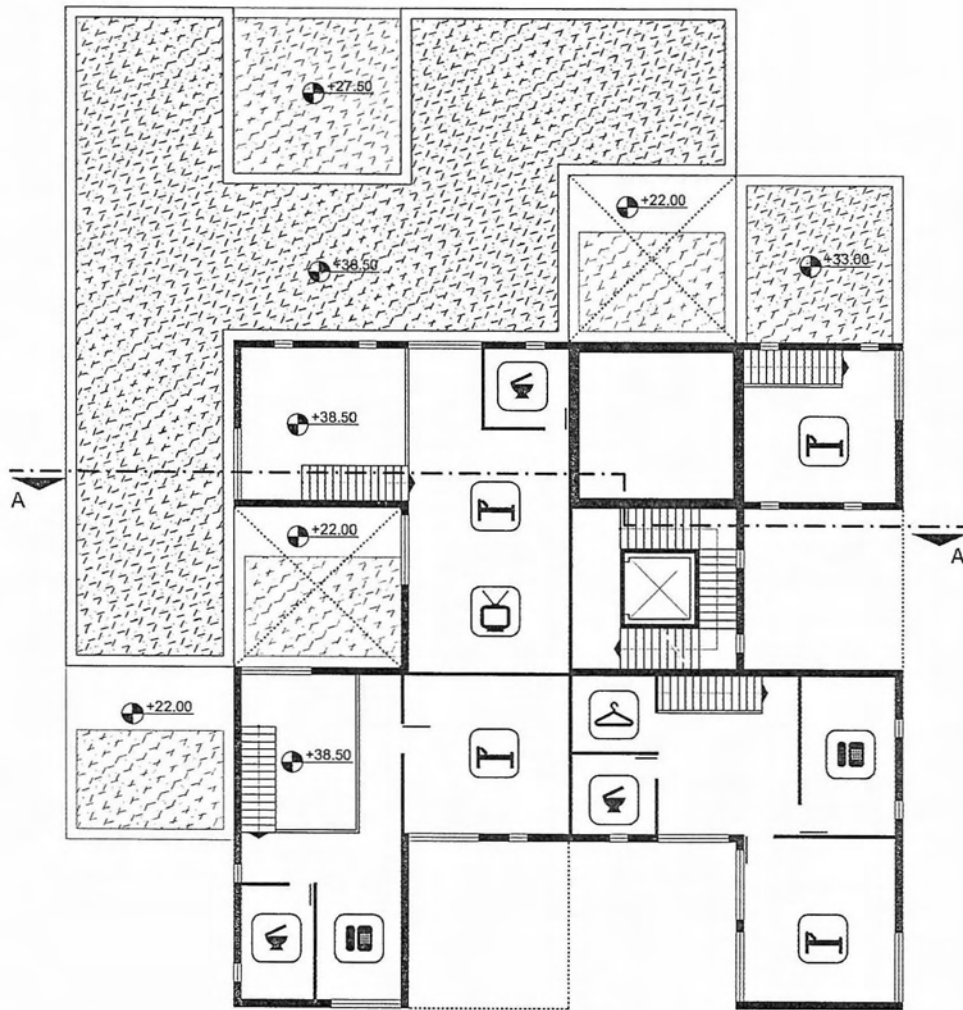
ΚΑΤΟΨΗ 5ου ΟΡΟΦΟΥ [+27.50] ΚΛ.1:250



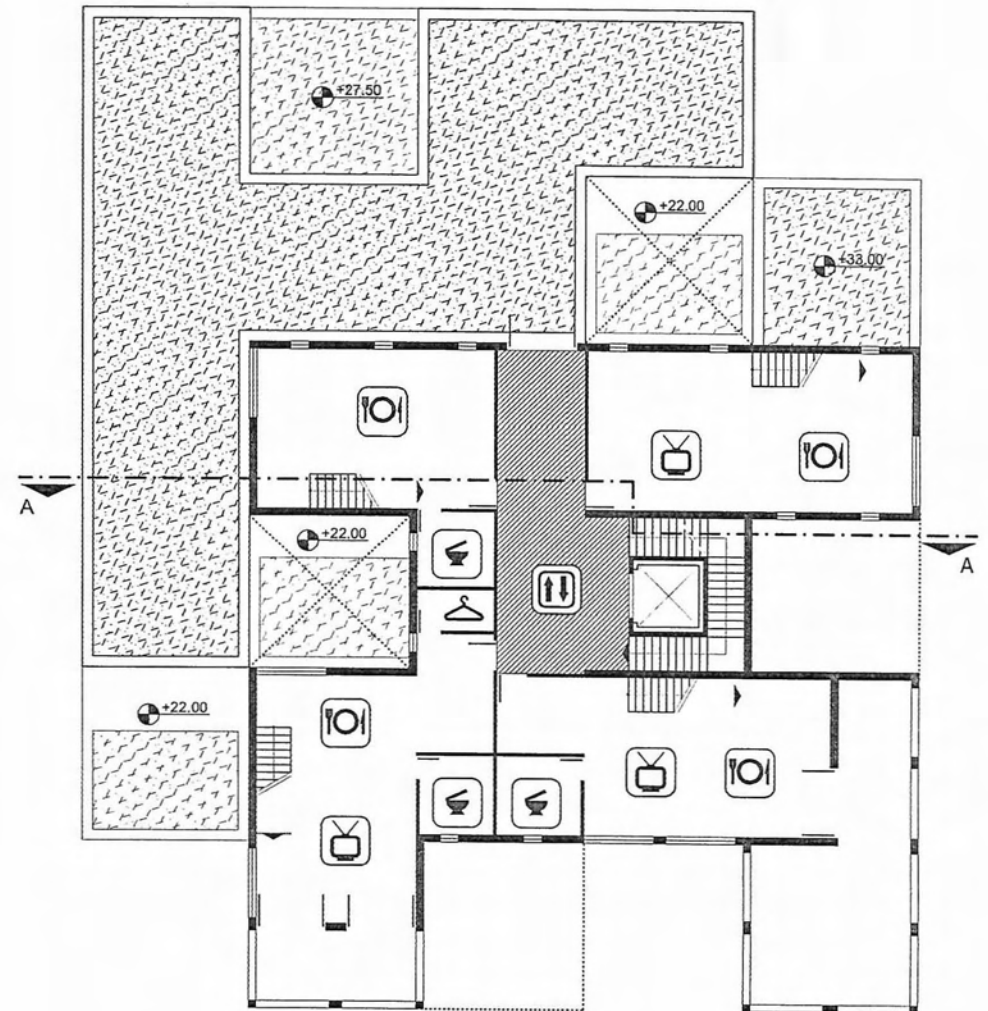
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ 6ου ΟΡΟΦΟΥ [+35.85] ΚΛ.1:250



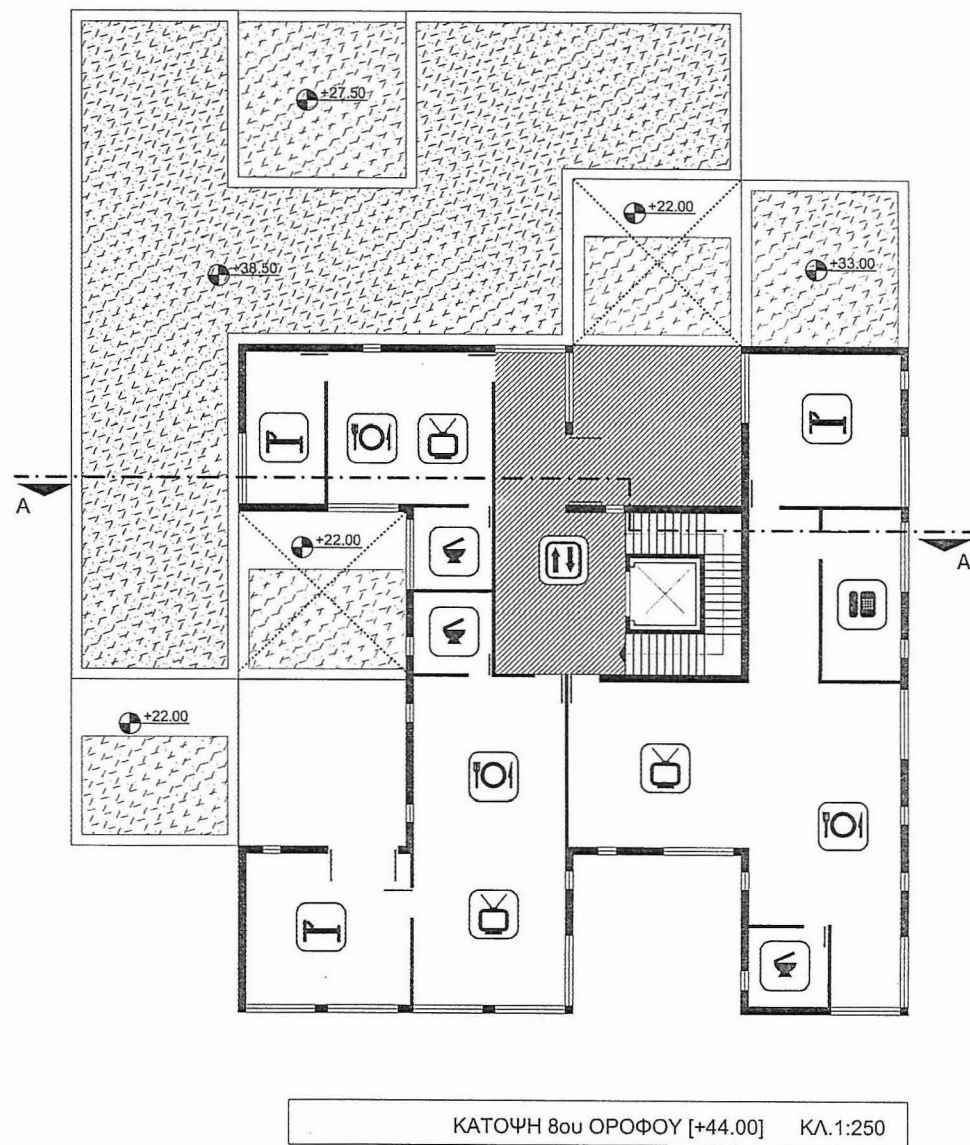
ΚΑΤΟΨΗ 6ου ΟΡΟΦΟΥ [+33.00] ΚΛ.1:250



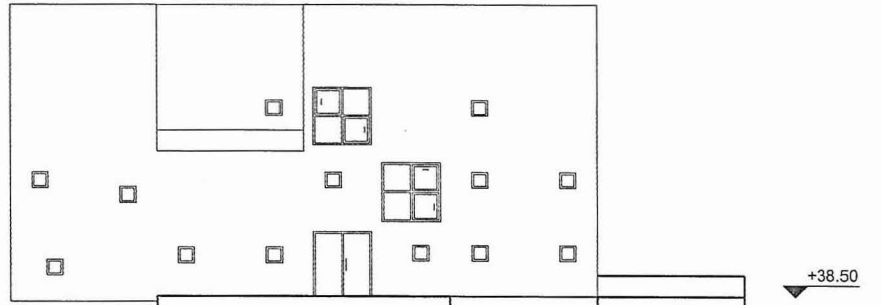
ΚΑΤΟΨΗ ΠΑΤΑΡΙΩΝ 7ου ΟΡΟΦΟΥ [+41.35] ΚΛ.1:250



ΚΑΤΟΨΗ 7ου ΟΡΟΦΟΥ [+38.50] ΚΛ.1:250

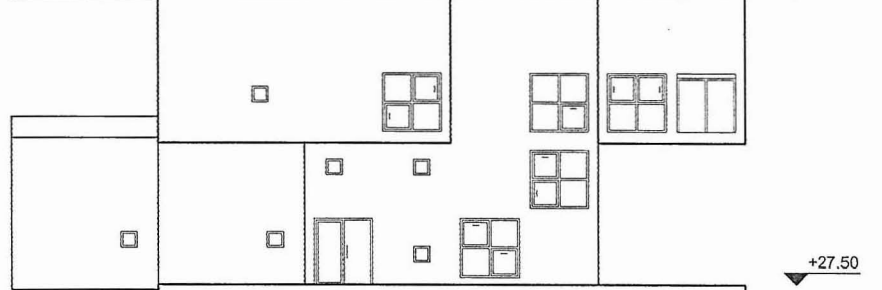


+49.50



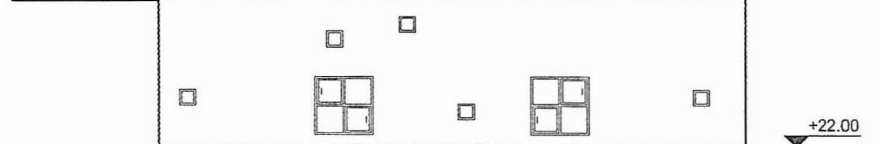
+38.50

+33.00



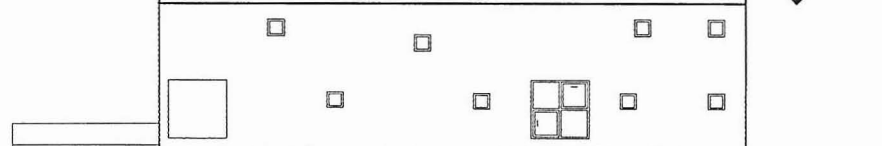
+27.50

+22.00



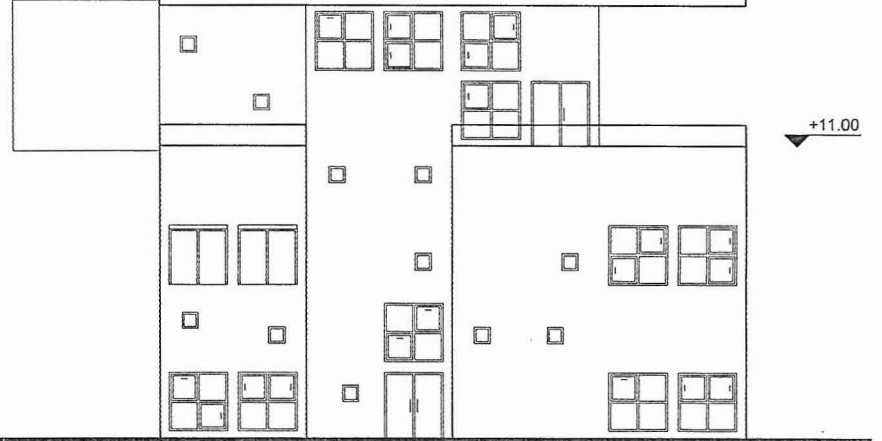
+22.00

+16.50

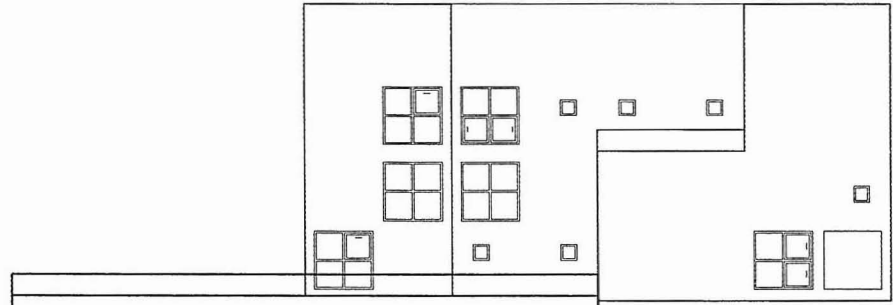


+11.00

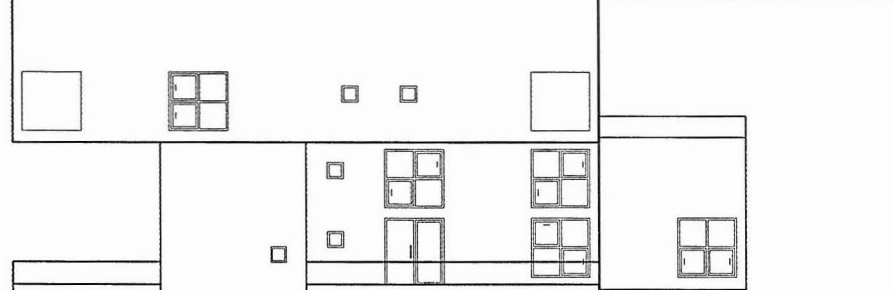
+0.00



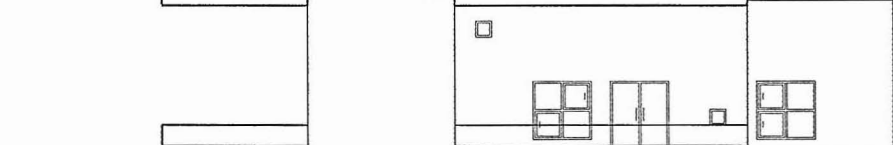
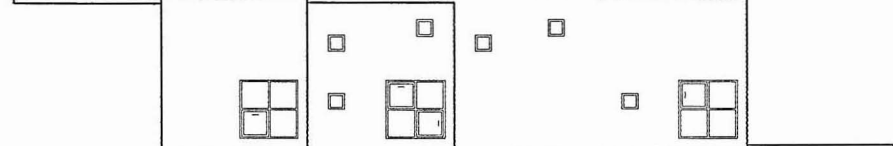
+38.50



+27.50



+11.00



ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

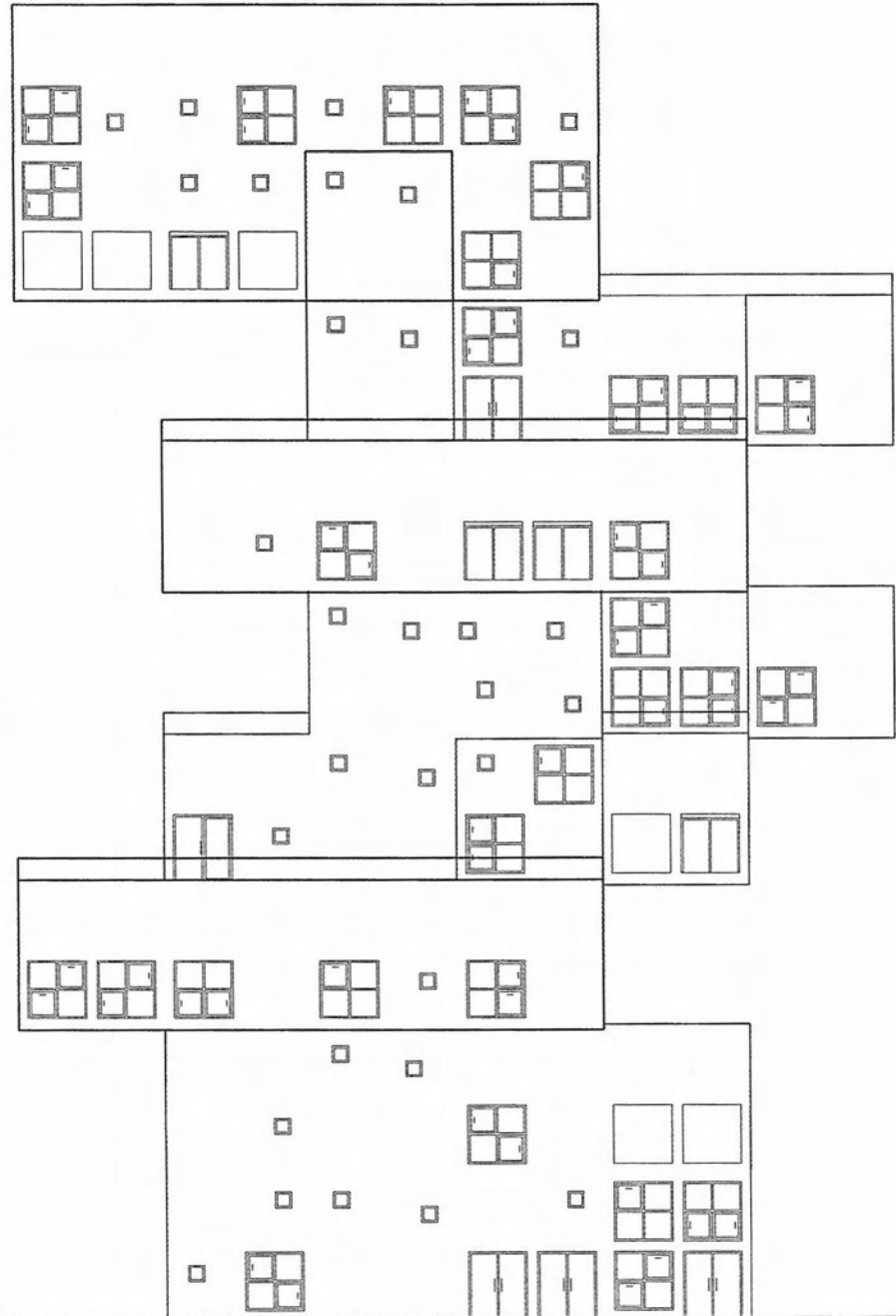
+49.50

+44.00

+33.00

+22.00

+16.50



+38.50

+27.50

+11.00

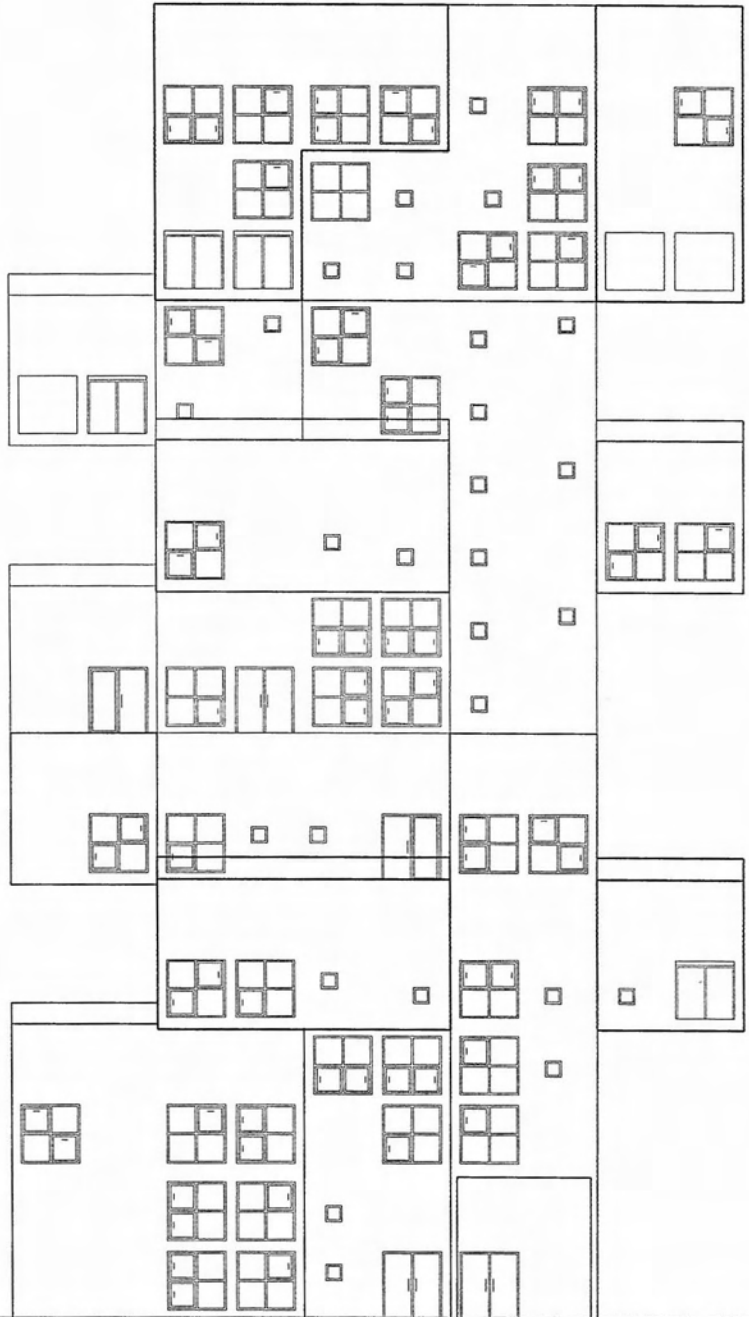
ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

+49.50

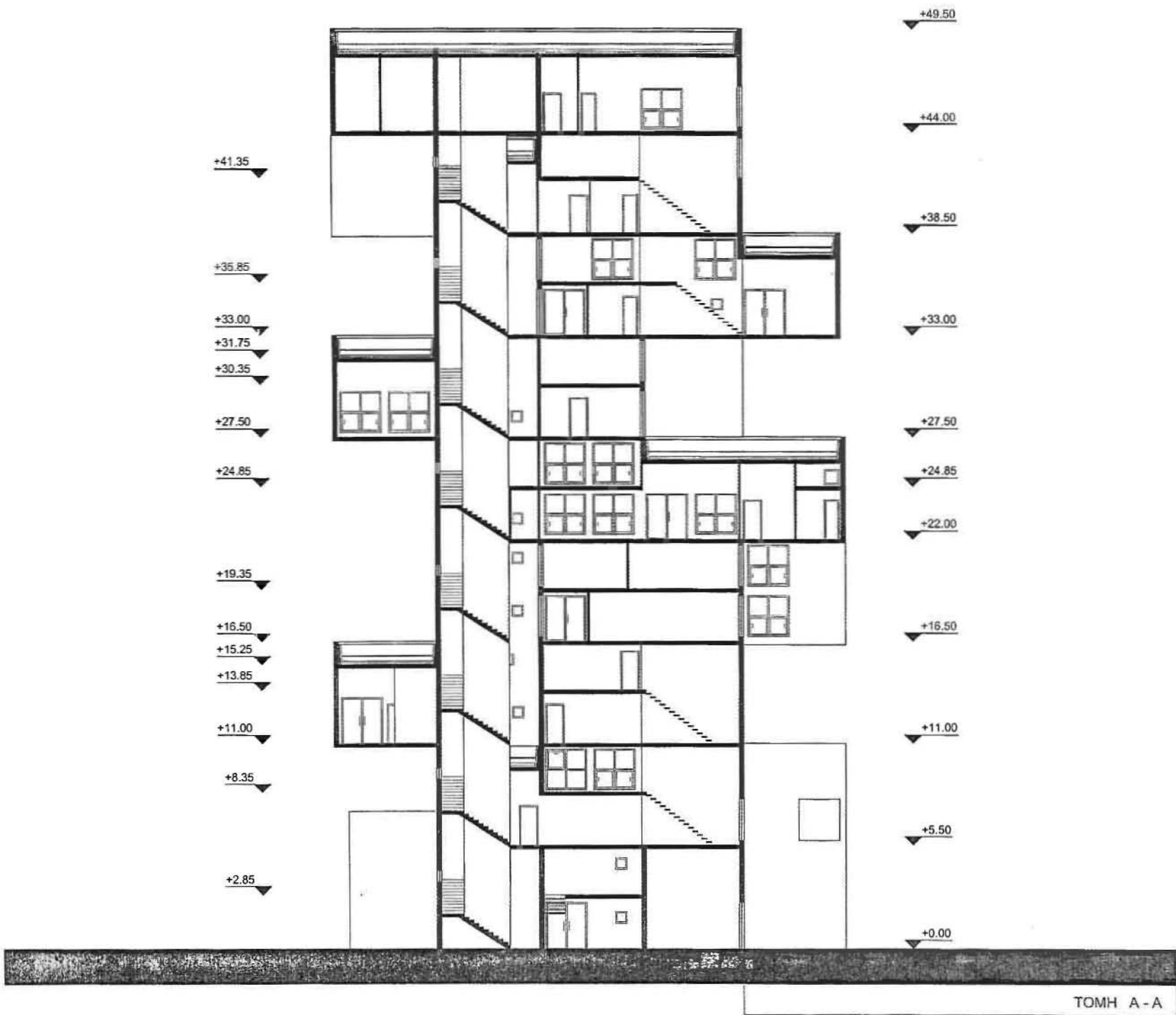
+33.00

+22.00

+16.50



ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



TOMH A-A



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000115175