

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΣΚΟΡΔΟΥ ΝΑΤΑΛΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δ. ΨΥΧΟΓΥΙΟΣ

Θέμα: Ψηφιακά παραγόμενες προκατασκευασμένες  
μονάδες για τη προβολή ψηφιακού εκθεσιακού  
υλικού

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΟΝΤΑΣ ΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

---

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

### Α΄ ΜΕΡΟΣ ΕΡΕΥΝΑ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΟΡΟΛΟΓΙΑ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- 2.1 Εισαγωγή στην προκατασκευή
- 2.2 Βιομηχανική τυποποίηση
- 2.3 Προτυποποίηση στην κατοικία:  
Ευρώπη και Αμερική
- 2.4 Φορντισμός και προκατασκευή
- 2.5 20ος αιώνας και προκατασκευή
- 2.6 Στεγαστική κρίση και η συμβολή του  
Bauhous στην προκατασκευή
- 2.7 Το παράδειγμα της Ιαπωνίας
- 2.8 Η προκατασκευή στην Ελλάδα

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΝΕΑ ΓΕΝΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- 3.1 Η προκατασκευή του σήμερα
- 3.2 Modular construction
- 3.3 Εισαγωγή νέων τεχνολογιών στην κατασκευή

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

- 4.1 Ψηφιακή παραγωγή (DGML)
- 4.2 Το παράδειγμα του WikiHouse

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

- 5.1 ΚΑΤΗΓΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

## Β΄ ΜΕΡΟΣ Η ΠΡΟΤΑΣΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

- 6.1 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ
- 6.2 ΙΔΕΑ-ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ
- 6.3 MASTERPLAN-ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΡΓΟ
- 6.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ
- 6.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
- 6.5.1 ΜΟΝΑΔΑ
- 6.5.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 1
- 6.5.3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 2
- 6.6 ΠΕΡΓΚΟΛΑ

### ΜΕΡΟΣ Γ΄ ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

- 7.1 ΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ:
- 7.2 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

#### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΠΗΓΕΣ

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

#### ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη δημιουργία προκατασκευασμένων μονάδων, με τη βοήθεια ψηφιακών μέσων παραγωγής, για την προβολή ψηφιακού εκθεσιακού υλικού. Σκοπός είναι μέσω της έρευνας και της κληρονομιάς που άφησε η ιστορία της προκατασκευής να σχεδιαστούν μονάδες ελαφριάς κατασκευής, οι οποίες θα μπορούν μέσω της επαναληψής τους να καλύψουν τις απαιτήσεις ενός εκθεσιακού χώρου.

Η φιλοσοφία του σχεδιασμού βασίζεται στις ανοιχτού τύπου κατασκευές, οι οποίες διατείνονται δημόσια για επεξεργασία και τροποποίηση στο κοινό, μέσω διαδυκτιακών πλατφόρμων(forum).Βασικός στόχος του σχεδιασμού των μονάδων αυτών είναι να μπορούν να υλοποιηθούν οπουδήποτε στον κόσμο, χωρίς μεγάλο κόστος παραγωγής ή μεταφοράς καθώς και με τις λιγότερες δυνατές εξειδικευμένες γνώσεις.

Προυπόθεση του σχεδιασμού της συγκεκριμένης κατασκευής είναι η τοποθέτησή τους σε ανοιχτό χώρο, οποιουδήποτε ανάφλυφου καθώς και η χρήση ψηφιακών μέσων παραγωγής (CNC) και ελαφριών δομικών υλικών (δομική ξυλεία, κόντρα πλακέ θαλάσσης).

Στο πρώτο μέρος της διπλωματικής μου εργασίας, θα αναφερθεί η έρευνα που έγινε για να καταλήξω τελικά στη δημιουργία των μονάδων αυτών. Αρχικά, παραθέτονται ορισμοί για τον προσδιορισμό των εννοιών- κλειδιά που θα βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση του θέματος.

Στη συνέχεια, θα ακολουθήσει μία σύντομη αναφορά στην ιστορία της προκατασκευής και έπειτα μέσω προυπάρχοντων παραδειγμάτων προκατασκευής θα γίνει προσπάθεια να καταστεί κατανοητή η έννοια και η ουσία του θέματος. Επίσης

θα κατηγοροποιηθούν οι τύποι και οι μορφές που θα μπορούσε να πάρει η προκατασκευή.

Στο δεύτερο μέρος, θα παρουσιαστεί η πρότασή μου για τον σχεδιασμό των προκατασκευασμένων μονάδων που εξυπηρετούν το θέμα της διπλωματικής μου εργασίας.

Στο τρίτο μέρος, θα γίνει μία λεπτομερής παρουσίαση των δοκιμών που έγιναν για να υλοποιηθεί μία μικρογραφία των μονάδων αυτών καθώς και της πορείας που ακολουθήθηκε για να καταλήξω στη τελική τους μορφή.

**ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ-ΕΡΕΥΝΑ:** Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει λόγος για τη γέννηση και την εξέλιξη της προκατασκευής ως βασικό συστατικό για την δημιουργία μίας κατασκευής, με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου, χρήματος και δυναμικού. Αρχικά, θα αναφέρω ένα ευρετήριο ορολογίας και εννοιών οι οποίες θα βοηθήσουν τον αναγνώστη στην γρήγορη και εύκολη κατανόηση του θέματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΟΡΟΛΟΓΙΑ

### ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΕΝΝΟΙΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται έννοιες και λέξεις-κλειδιά, τα οποία θα βοηθήσουν στην καλύτερη και ευκολότερη κατανόηση του θέματος. Το πλαίσιο γύρω από το οποίο βασίζεται η διπλωματική μου εργασία είναι αυτό της προκατασκευής. Η προκατασκευή σαν έννοια έχει βασικό της στοιχείο την τυποποίηση.

Ένας θεωρητικός ορισμός αναφέρει ότι “τυποποίηση” είναι η “διατύπωση σε κανόνες των προβλημάτων σε όλους τους τομείς της σκέψης και της δραστηριότητας του ανθρώπου με σκοπό την καθιέρωση μιας ακριβούς τάξης, λογικής και αρμονίας”, ουσιαστικά δεν έχει όρια. (Ζαχαριάδης, 1988)

Επίσης “Τυποποίηση” χαρακτηρίζεται η σταθερή επανάληψη στοιχείου σε μορφή, ποιότητα, χρόνο ανεξάρτητο από τους λόγους και το κίνητρο της επανάληψης αυτής.

Σταθερότυποι:

Ο όρος σταθερότυποι ή αλλιώς Standardisation προέρχεται από την λατινογενή λέξη standard, που σημαίνει πρότυπο ή κανόνας με την έννοια της κατά καθιέρωσης μιας αρχής και χρησιμοποιήθηκε στα τέλη του 19ου αιώνα. Οι Σταθερότυποι μπορούν να χαρακτηριστούν σαν κάτι επανολαμβανόμενο ως βάση για σύγκριση με το κοινώς αποδεκτό. (Ζαχαριάδης, 1988)

“Προτυποποίηση”:

Είναι η διαδικασία δημιουργίας προτύπων-

καλουπιών, τα οποία με την επανάληψή τους θα παράξουν ένα τμήμα μίας κατασκευής. Ένα πρότυπο απαιτεί την οργάνωση και λειτουργία ενός συστήματος διαχείρισης της ποιότητας, την ύπαρξη ενός εργαστηρίου ποιοτικού ελέγχου αλλά και τον τρόπο λειτουργίας του. (pdf1)

Η Προτυποποίηση βασίζεται στην ύπαρξη σταθεροτύπων, στη διαστασιολόγηση των παραγόμενων αντικειμένων και στη επανάληψη αυτών. Η βασικότερη διαφορά μεταξύ Πρότυπου και Σταθερότυπου είναι σε ποσοτικό επίπεδο. Ο Σταθερότυπος βασίζεται στον μέσο όρο, στον τύπο που εμφανίζεται συχνότερα ενώ το πρότυπο μπορεί να είναι και μοναδικό. (Ζαχαριάδης, 1988)

Η προτυποποιημένη κατασκευή σύμφωνα με τη Wikipedia είναι μία κατασκευή που αποτελείται από εργοστασιακά εξαρτήματα ή μονάδες που μεταφέρονται και συναρμολογούνται επί τόπου για να σχηματίσουν το πλήρες κτίριο. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για κινητές δραστηριότητες ή για νέους οικισμούς. Πρόκειται για μαζική εκτός εργοστασίου οικονομική, γρήγορη και ποιοτική παραγωγή εξαρτημάτων για τη δημιουργία μιας ολοκληρωμένης κατασκευής.

Προκατασκευή:

Ως Προκατασκευή ονομάζουμε μία διαδικασία παραγωγής στοιχείων-εξαρτημάτων από διάφορα υλικά, που παράγονται σε ειδικές εγκαταστάσεις. (δομικά εργοστάσια, εργοτάξια ή σε ανεξάρτητες βιομηχανίες), μπορούν να μεταφερθούν και να συναρμολογηθούν επί τόπου στο εργοτάξιο για να σχηματίσουν μία ολοκληρωμένη κατασκευή.

Η προετοιμασία των προκατασκευασμένων στοιχείων μπορεί να γίνει είτε από ένα εργοστάσιο είτε από διαφορετικά. (διπλωματική1)

Ένας ακόμη ορισμός αναφέρει τη προκατασκευπή ως μία παραγωγή βιομηχανοποιημένων στοιχείων τα οποία συσχετίζονται μεταξύ τους μέσω ενός κοινού κώδικα έτσι ώστε να μπορούν να επαναληφθούν. Επομένως, η προκατασκευή συνδέεται άμεσα με τη διαστασιολογική τυποποίηση. (Βαρίτου, 1980).

Σύμφωνα με τον László Mokk προκατασκευή είναι μία μέθοδος κατασκευής που απλουστεύει τη διαδικασία παραγωγής μειώνοντας την χειρωνακτική εργασία, χάρις την εισαγωγή των τεχνολογικών μέσων- εργαλείων στην κατασκευή.

Επομένως η διαδικασία κατασκευής των έργων προκατασκευής χωρίζονται σε 3 βήματα: πρώτα γίνεται η παραγωγή των προκατασκευασμένων στοιχείων, έπειτα μεταφέρονται στο εργοτάξιο και τέλος συναρμολογούνται τα στοιχεία μεταξύ τους έτσι ώστε να αποτελέσουν τη τελική κατασκευή συνδεοντάς τη με τη θεμελίωση. Το μεγαλύτερο κομμάτι της διαδικασίας κατασκευής λαμβάνει χώρα στο εργοστάσιο. Αν και η παραγωγική διαδικασία προκατασκευασμένων τμημάτων κάνει την διαδικασία κατασκευής πιο γρήγορη, η συναρμολόγηση στο χώρο του εργοστασίου μπορεί να είναι χρονοβόρα λόγω των κλιματικών συνθηκών της περιοχής. Για το λόγο αυτό απαιτεί πλήρη συνεργασία μελέτης και κατασκευής, δε μπορεί να υλοποιηθεί σε διαφορετικά και ανεξάρτητα μεταξύ τους στάδια. (διπλωματική 1)

Το φάσμα της προκατασκευής είναι τεράστιο, η προκατασκευή μπορεί να πάρει πολλές μορφές και διάφορες κλίμακες, από λαξευτοί λίθοι, ικριώματα, μεταλότυποι, δοκάρια, κουφώματα, μέχρικαιολόκληρα τμήματα της κατασκευής (ολόκληρα δωμάτια, κουζίνα, μπάνιο) αλλά και ολόκληρη η κατασκευή να είναι χωρισμένη σε προκατασκευασμένες μονάδες. (Μπίρης). Ωστόσο η προκατασκευή απαιτεί συνεχής

εξέλιξη και έρευνα στην τυποποίηση των τμημάτων ενός έργου, των υλικών που να χρησιμοποιήσουν, τις τεχνολογίες, έτσι ώστε να οδηγηθούν σε όσο το δυνατόν καλύτερο (διπλωματική1)

Βιομηχανοποίηση:

Είναι η μέθοδος παραγωγής που είναι βασισμένη σε μηχανοποιημένες διαδικασίες παραγωγής και οργανωμένες με έναν επαναληπτικό τρόπο που απαιτεί συνέχεια. Η βιομηχανική παραγωγή βασίζεται στην επαναληπτική διαδικασία, δηλαδή στη συνεχή αντιγραφή του ίδιου ακριβώς αντικειμένου.

(Ζαχαριάδης, 1988)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### 2.1 Εισαγωγή στην προκατασκευή

Η προτυποποίηση είναι 'Μία μακρά οικονομική ιστορία του βιομηχανικού κτηρίου που μπορεί να παρακολουθηθεί από την αρχαιότητα. Ένα βασικό θέμα της μοντέρνας έρευνας και πειράματος, γεννήθηκε από την ένωση αρχιτεκτονικής και βιομηχανίας» (Barry Bergdoll, επιμελητής της έκθεσης του Μουσείου σύγχρονης τέχνης 2008 'Home delivery') (Ryan E.Smith)

Η ιστορία μας παρέχει μία τεράστια συλλογή παραδειγμάτων προκατασκευασμένων και τυποποιημένων κατασκευαστικών μονάδων ανά εποχή. Όπως αναφερθήκαμε θεμέλιο της προκατασκευής είναι η τυποποίηση. Η ιστορία της τυποποίησης θα μπορούσε να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις κύριες φάσεις: η πρωτόγονη-αρχαία φάση, η Βιομηχανική φάση από την Αναγέννηση και την αρχή της Βιομηχανοποίησης μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα και η οργανωτική φάση από τις αρχές του 20ου αιώνα. (Ζαχαριάδης,1988)

Η πρώτη φάση ξεκινάει από την αρχή της ανθρωπότητας όταν πρωτοδημιουργήθηκε η ανάγκη του ανθρώπου να θεσπίσει κανόνες για την συμπεριφορά, τον τρόπο ζωής, τη συλλογή τροφής καθώς και τη δημιουργία στέγης. Δημιούργησε κάποια πρότυπα για να μπορέσει να επικοινωνήσει με τους άλλους ανθρώπους και να επιβιώσει στο πέρασμα του χρόνου. Οι πρώτες καταγεγραμμένες μαρτηριές για χρήση προκατασκευαστικών στοιχείων στην αρχαιότητα ήταν στον πολιτισμό της Μεσοποταμίας, απ' όπου αντλούμε αρκετά παραδείγματα προτυποποίησης των κατασκευών με την εφεύρεση των οπτόπλινθων και με τη χρήση τεχνικών όπως της ωμής

πλίνθου ή το ισόδομο λαξευτό σύστημα λιθοδομής. (διπλωματική1) Στην κλασική εποχή, με τη χρήση αναλογιών και ρυθμών δινόταν η δυνατότητα της επανάληψης στοιχείων. Οι αρχιτέκτονες της εποχής έφτιαχναν μακέτες-πρότυπα, τα οποία τα έδιναν στους τεχνίτες για να τα κατασκευάσουν. Το ισόδομο σύστημα ήταν αυτό που κατά κύριο λόγο ακολουθούνταν (όλα τα τεμάχια ήταν ίσου μεγέθους και ορθογωνίου σχήματος), συχνή ήταν και η χρήση του ψευδοισόδομου συστήματος. (Μπούρας, 1991)



εικόνα 1: Μουσείο σύγχρονης τέχνης Νέα Υόρκη



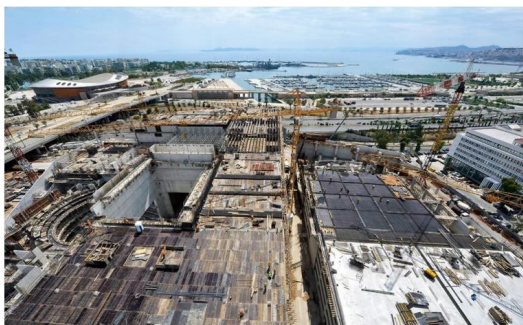
εικόνα 2: Έκθεση 2008 'Home delivery'



Αιώνες πριν αναπτυχθεί η θεωρία της προκατασκευής, τμήματα κτηρίων παρήχθησαν εκτός εργοστασίου. Δομικά στοιχεία, όπως τούβλα και ξυλεία, συχνά προετοιμάζονταν μακριά από τα εργοτάξια, ανεξάρτητα από οποιοδήποτε συγκεκριμένο αρχιτεκτονικό σχέδιο. Η χρήση ξύλινων προκατασκευασμένων στοιχείων ήταν συχνό φαινόμενο στην Ιαπωνία μέχρι τον 12ο αιώνα και για σπίτια στη Ρωσία και στην Σκαδιναβία τουλάχιστον από το 18ο αιώνα.

Όπως υποστηρίζει ο ιστορικός προκατασκευής Gilbert Herbert, κατά τον 19ο αιώνα ξεκίνησαν πιο συστηματικά οι προσπάθειες για επινόηση συστημάτων με τα οποία τα περισσότερα στοιχεία-εξαρτήματα ενός κτηρίου θα μπορούσαν να κατασκευαστούν στο εργαστήριο ενός οικοδόμου πριν από τη συναρμολόγηση τους επιτόπου στο εργοτάξιο. (Ryan E. Smith)

Αυτή είναι και η δεύτερη φάση η οποία επηρεάζει άμεσα τη προκατασκευή και αποτελεί θεμέλιο για τη σκέψη και τη δημιουργία των σημερινών προκατασκευασμένων κτηρίων. Είναι η στιγμή που η χρήση της τυποποίησης γίνεται πλέον συνειδητά σε Ευρώπη και Αμερική για μαζική παραγωγή (1760-1830) (Ζαχαριάδης 1988).



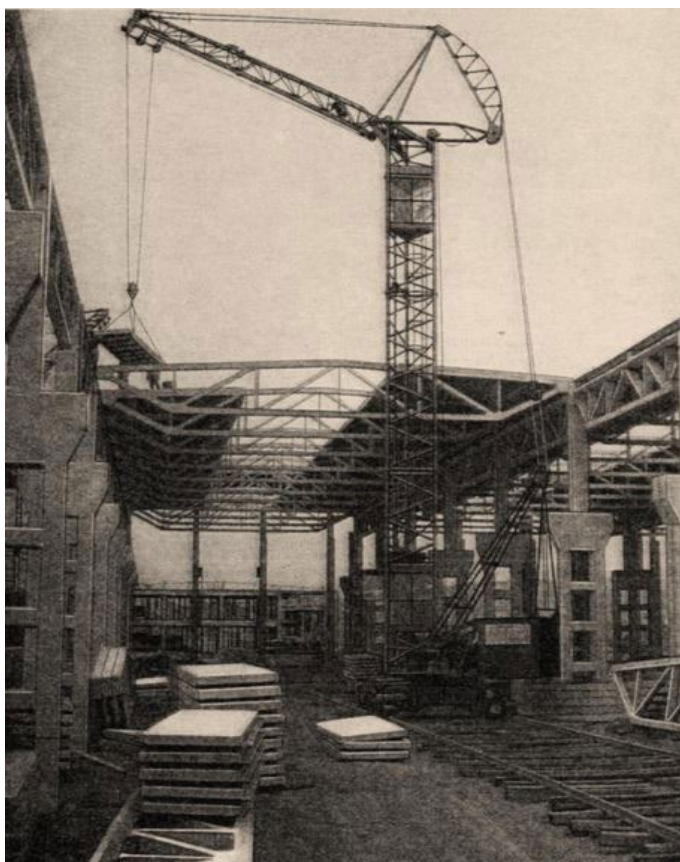
εικόνα 3: Το εργοτάξιο του Κέντρου Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος (ΚΠΗΣΝ)

## 2.2 Βιομηχανική τυποποίηση

Η Βιομηχανική Επανάσταση έφερε νέες διαστάσεις και ερμηνείες στον όρο τυποποίηση καθώς έγινε συνειδητή και προγραμματισμένη μέσω της μαζικής παραγωγής βιομηχανικών προϊόντων-κατασκευών. Γι αυτό το λόγο καθιερώθηκε ο όρος χαρακτηρισμός “Βιομηχανική Τυποποίηση”. (ηλ. πηγή1)

Με τη παγκοσμιοποίηση γεννήθηκε η ανάγκη συνεργασίας βιομηχανιών από διάφορα σημεία της γης, και την εκμετάλευση της τεχνολογίας καθώς και των πρώτων υλών κάθε χώρας για τη δημιουργία καλύτερων και ευέλικτων προϊόντων. Για τη δημιουργία μίας κατασκευής υπήρξε η δυνατότητα διαχωρισμού των τμημάτων του και η κατασκευή του σε διαφορετικά μέρη ακόμα και χώρες. Προυπόθεση των επιμέρους στοιχείων του κάθε αντικειμένου που κατασκευάζονταν ήταν να έχει σταθερές διαστάσεις, μορφή ή ιδιότητες έτσι ώστε να μπορούν να συναρμολογηθούν και να κουμπώσουν σωστά μεταξύ τους. Καθώς τα εξαρτήματα μίας κατασκευής μπορούσαν να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν σε διαφορετικές χώρες υπήρξε η ανάγκη δημιουργίας μιας κοινής γλώσσας-κώδικα για την εύκολη επικοινωνία και συνεργασία.

Συνεπώς, για να κατασκευαστεί ένα έργο ήταν αναγκαία η ύπαρξη κανόνων που αναφέρονται σε διαστάσεις των δομικών στοιχείων καθώς και των απαιτούμενων εργαλείων που θα χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες (βίδες, σωλήνες, μονώσεις, πόρτες, παράθυρα). Τα συστήματα αυτά ονομάστηκαν σταθέροτυποι (standards) κοινοί για όλους όσους συνεργάζονταν στην υλοποίηση του έργου. (Ζαχαριάδης, 1988)



εικόνα 4: Εργοστάσιο προκατασκευής με μεταφορά με γερανό



εικόνα 5: Κατασκευή σπιτιών, προκατασκευασμένα σπίτια με

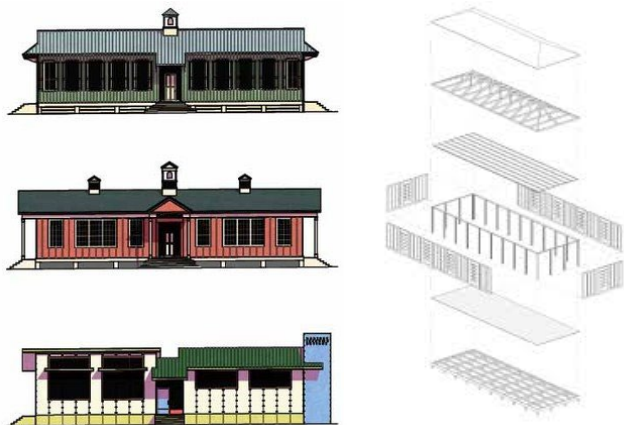
διπλό τοίχιο, προπλάκα

### 2.3 Προτυποποίηση στην κατοικία: Ευρώπη και Αμερική

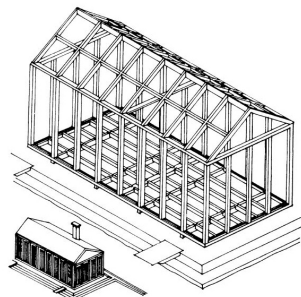
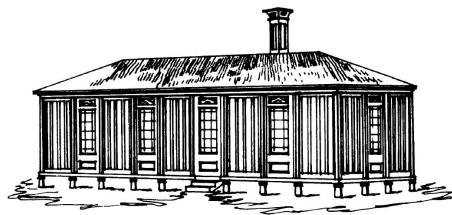
Η προτυποποίηση στην κατοικία γεννήθηκε από την ένωση της αρχιτεκτονικής και της βιομηχανίας. Οι αναφορές που υπάρχουν και μπορούμε να πούμε ότι τίθεται η αρχή της έννοιας της προτυποποίησης της κατοικίας είναι με τα παραδείγματα της Μεγάλης Βρετανίας από το 17ο και μετά, στην οποία προετοιμαζόνταν και κατασκευάζονταν σπίτια-καταφύγια, κατά κύριο λόγο από ξύλο, και μεταφέρονταν για να τοποθετηθούν σε άλλες χώρες, κυρίως για τους μετανάστες των αποικιών της.(διάλεξη,ΤΑΜ,Μετσοβίου,2018)

Γνωστό παράδειγμα προτυποποιημένων κατασκευών, είναι το καταφύγιο Manning's cottage που σχεδίασε ο Λονδρέζος John Manning για τον γιό του που μετανάστευσε στην Αυστραλία. Η κατασκευή του ήταν πολύ απλή, από ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης.(διάλεξη,ΤΑΜ,Μετσοβίου,2018) Αποτελούνταν από ένα ειδικό σύστημα προκατασκευασμένων κουφωμάτων και εξαρτημάτων. Δομικά στοιχεία όπως αυλακώσεις, πλάκες δαπέδου και τριγωνικά δοκάρια επίσης κατασκευάζονταν με το ίδιο σύστημα-λογική.(Ryan E.Smith) Τα panels του καταφυγίου ήταν από ένα υλικό που ονομάζεται corrugated iron(κυμματιστό σίδηρο) και έβγαινε σε διαστάσεις 3ftx 2ft. Τα στοιχεία αυτά κούμπωναν ανάμεσα στις αυλακώσεις και ήταν τυποποιημένα,καθώς και παρείχαν την δυνατότητα εναλλαξιμότητας. Η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων τους γίνονταν βιδωτά με με τυποποιημενο γαλλικό κλειδί στο χώρο του εργοταξίου και η μεταφορά τους γίνονταν εύκολα από ένα άτομο.(διάλεξη,ΤΑΜ,Μετσοβίου,2018)

Βασική πηγή έμπνευσης για τη λειτουργία του καταφυγίου αποτέλεσαν τα Βρετανικά καταφύγια shelters και ο σχεδιασμός του βασίστηκε στις δεξιότητες της βρετανικής ξυλουργικής στη ναυπηγική βιομηχανία.(Gilbert Herbert,1972)



εικόνα 6 -7 :Όψεις Manning's cottage portable

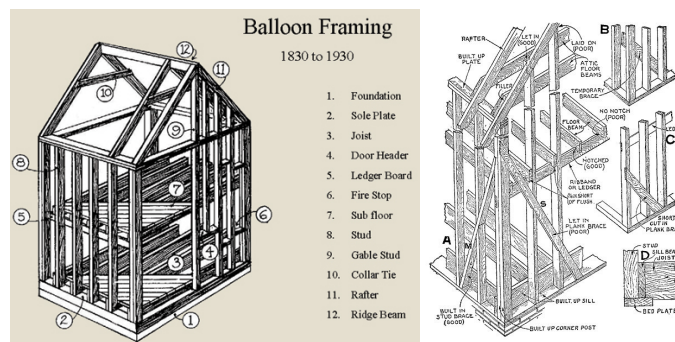


εικόνα 8-9:σχέδια του καταφυγίου του John Manning

Πόλλες χώρες, συμπεριλαμβανομένου και των ΗΠΑ έχοντας την ανάγκη για στέγαση των πολιτών τους, προμηθεύτηκαν τέτοιου είδους κατασκευές από την Αγγλία.Η μεταφορά τους γινόταν μέσω πλοίων και κατευθύνονταν σχεδόν σε όλες τις άκρες της γης όπως την Αυστραλία ή την Νότια Αφρική.(Ryan E.Smith)Καθώς όμως η προκατασκευασμένη αγγλική αρχιτεκτονική δεν μπορούσε να προσαρμοστεί στις ειδικές τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, παρατηρήθηκε στροφή στην τοπική αγορά και ανάγκη για χρήση νέων υλικών.(διπλωματική 1)

Όσο αφορά τις ΗΠΑ χαρακτηριστικό παράδειγμα προτυποποίησης υπήρξε το σύστημα πλαισίωσης balloon frame, το οποίο εφευρέθηκε το 1833 στο Σικάγο από τον Augustine Taylor, όμως έκανε πάνω από 100 χρόνια για να εισαχθεί στην αρχιτεκτονική θεωρία και πρακτική.(ηλ.πηγή)

Πρόκειται για ένα σύστημα ξύλινης πλαισίωσης. Δεν υπήρχαν δοκάρια, αλλά 2x4 ή 2x6 σεταπό δοκάρια ενωμένα πολύ κοντά μεταξύ τους. Η ξύλινη επένδυση μπαίνειεξωτερικά τουσκελετούκαιόλασυγκρατούνται από σιδερένια καρφιά (MOMA,2008)



εικόνα 10-11: balloon framing system

Τα υλικά των προκατασκευασμένων εξαρτημάτων δεν περιορίστηκαν στην χρήση του ξύλου, αλλά σύντομα στη βιομηχανία εξαπλώθηκε η χρήση του μετάλλου και του χυτοσίδηρου. Δομικά στοιχεία όπως παράθυρα, κολόνες, δοκάρια, δοκοί από χυτοσίδηρο προτυποποιούνταν στο εργοστάσιο και τοποθετούνταν στο συνολικό κτήριο στο εργοτάξιο. Στην Αγγλία και στη Γαλλία στα μέσα του 19ου αιώνα έγιναν πολύ γνωστά τα δομικά στοιχεία από χυτοσίδηρο μέσα από καταλόγους όπου περιείχαν την πλήρη περιγραφή τους, τις διαστάσεις τους και τον τρόπο κατασκευής τους. Οι παραγγελίες γίνονταν μέσω των καταλόγων και μεταφέρονταν σε όλα τα σημεία της γης, όπου και συναρμολογούνταν στο κάθε έργο. Χάρης στο υλικό αυτό υπήρχε δυνατότητα επαναληψιμότητας και τυποποίησης καθώς μπορούσε να χυτευθεί σε επαναλαμβανόμενα δομικά στοιχεία, να μεταφερθεί και να συναρμολογηθεί επί τόπου χωρίς τη ανάγκη ύπαρξης εξειδικευμένου προσωπικού. Επιπλέον ο χυτοσίδηρος παρείχε ευελιξία και μορφολογική ελευθερία. Δομικά στοιχεία από χυτοσίδηρο μπορούσαν να παραχθούν σε διάφορα στυλ παίρνοντας ακόμα και τη μορφή γνωστών διακοσμητικών στοιχείων (κιονόκρανα, κλπ). (διάλεξη TAM, Μετσοβίου, 2018)



εικόνα 12: Προκατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος

Σημαντικό παράδειγμα προκατασκευής με χυτοσίδηρο ήταν το Crystal Palace κατασκευάστηκε στην Αγγλία το 1851 από τον Joseph Paxton (ένας συνδιασμός του cottage με χρήση χυτοσίδηρου) και αποτελεί το μεγαλύτερο επαναλαμβανόμενο σύστημα εξαρτημάτων που συναρμολογούνταν και δημιουργούσαν έναν ενιαίο σκελετό. Το Crystal Palace βασίστηκε σε τυποποιημένα μέλη και συνδέσμους, αποτέλεσμα μαζικής παραγωγής, και απόλυτα εναλλάξιμα και σε κατάλληλη ποσότητα έτσι ώστε το έργο να εφοφηθεί από οικονομία κλίμακας. Το κτήριο είχε διαστάσεις τεράστιες για την εποχή, με μήκος 564μ και ύψος 39μ οργανωμένο σε έναν κατασκευαστικό κάναβο 7,32 μέτρων και έναν κάναβο εξωτερικού περιβλήματος 2,4 μ. (Ryan E. Smith και διάλεξη TAM, Μετσοβίου, 2018)

Η κατασκευή με χυτοσίδηρο αποτέλεσε τον πρόδρομο της σύγχρονης κατασκευής δομικού χάλυβα, χρησιμοποιώντας μαζικά παραγόμενα εξαρτήματα.

Κύρια χαρακτηριστικά της προκατασκευής μπορούμε να αναφέρουμε την εξοικονόμηση τόσο χρόνου όσο και χρήματος. Η δύναμη της τεχνολογίας έδωσε νέες διαστάσεις στην παραγωγή καθώς όλο και περισσότερες κατασκευές μπορούσαν να προκατασκευαστούν και να μεταφερθούν σε οποιοδήποτε σημείο της γης και να συναρμολογηθούν επί τόπου. Η όλο αυξανόμενη εισροή ανθρώπων δημιούργησε μεγάλη ανάγκη για στέγαση και γρήγορων λύσεων μεγάλου όγκου παραγωγής σε μικρό χρονικό διάστημα. Ο Naylor στην Νέα Υόρκη κατασκεύασε πάνω από 500 σπίτια γνωστά ως καλύβες Quonset κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πολέμου, για χρήση ως βιομηχανικά κτήρια, αποθηκευτικούς χώρους, κλπ. (Ryan E. Smith)



εικόνα 13: Crystal palace



εικόνα 14: Crystal palace εσωτερικό



εικόνα 15: Crystal palace

## 2.4 Φορντισμός και προκατασκευή

Στις απαρχές του 19ου αιώνα κυρίως με την αυγή της Βιομηχανικής επανάστασης, η προκατασκευή άρχισε να ακμάζει με γοργούς ρυθμούς. Μεγάλη συμβολή στην προκατασκευή υπήρξε η αυτοκινητοβιομηχανία της Αγγλίας όπου προκατασκευάζονταν εξαρτήματα-ανταλλακτικά αυτοκινήτου, συγκεκριμένων διαστάσεων για να «κουμπώνουν» σε όλες τις βιομηχανίες της χώρας αλλά και σε άλλες του εξωτερικού. Ο Φορντισμός (fordism) είναι η βάση των σύγχρονων οικονομικών και κοινωνικών συστημάτων στη βιομηχανική, τυποποιημένη, μαζική παραγωγή και τη μαζική κατανάλωση. (ηλ.πηγή) Το όνομά του το πήρε από τον Henry Ford, ο οποίος το 1890-1910 ίδρυσε την Ford Motor Company, για μαζική παραγωγή αυτοκινήτων με την χρήση ανταλλακτικών κάνοντας την τιμή προσιτή στον μέσο καταναλωτή. Πρόκειται για ένα μοντέλο οικονομικής επέκτασης και τεχνολογικής προόδου που βασίζεται στην μαζική παραγωγή, την κατασκευή τυποποιημένων προϊόντων σε τεράστιους όγκους με μηχανήματα ειδικού σκοπού και με ανειδίκευτη εργασία. (Ryan E. Smith)



εικόνα 16: Henry Ford, αυτοκινητοβιομηχανία Ford.

## 2.5 20ς αιώνας και προκατασκευή

Ως βασικές αρχές του Φορντισμού μπορούμε να ονομάσουμε την τυποποίηση του προϊόντος, τη χρήση γραμμών συναρμολόγησης, τα εργαλεία με τα οποία οι ανειδίκευτοι εργαζόμενοι συνεισφέρουν στο τελικό προϊόν. Μετά το 1910 με εμφανή επιρροή από την παραγωγή του Ford και με τη πρόοδο της τυποποίησης στην γραμμή παραγωγής, η προκατασκευή υιοθετήθηκε από τη βιομηχανία στέγασης, προσφέροντας σπίτια σε ποικιλία μεγέθους και ποιότητας. Η προτυποποίηση μεγεθών, μήκους-πλάτους άπότηρεπε τυχόν σφάλματα στην τελική κατασκευή και υπήρχε η δυνατότητα να χρησιμοποιούνταν σε μεγάλο βαθμό και σε διαφορετικά προϊόντα. (Ryan E.Smith)



εικόνα 17: Προτυποποίηση στην Ford Motor Company

Στις αρχές του 20ου αιώνα μετά τη έξαρση της βιομηχανοποίησης και την όλο και αυξανόμενη ανάγκη για στέγαση, η προκατασκευή έγινε συχνό φαινόμενο στην αρχιτεκτονική. Συμβολή στην προκατασκευή αποτέλεσε το σύστημα έτοιμων κατασκευαστικών στοιχείων, ready-to-build με το ισχυρό σύστημα marketing και την προσιτή τιμή καθώς και την ποικιλία ενός τυποποιημένου προϊόν για τον καταναλωτή. (MOMA,2008) Το kit houses είναι ένα παράδειγμα συνδιασμού balloon frame κατασκευής με προκατασκευασμένη ξυλεία, εμφανώς επηρεασμένο από την παραγωγή του Ford. Μέσω του Ready(readi)-cut σύστημα, όλα τα απαραίτητα στοιχεία για να χτιστεί ένα σπίτι προετοιμάζονταν και κατασκευάζονταν στα εργοστάσια και μεταφέρονταν σε άλλες περιοχές για να στηθούν επί τόπου στο εργοτάξιο. (Ryan E.Smith)

Όσο αφορά τις ΗΠΑ, η American Housing ήταν από τα πρώτα αναγνωρίσιμα αρθρωτά παραδείγματα των κτηρίων προκατασκευής. Η General Houses μαζί με την American housing ανέπτυξαν καινοτόμα συστήματα panel όπως η Pierce Foundation, που προκατασκεύασε ένα πυρήνα υπηρεσιών για κουζίνα, μπάνιο, συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού κατά παραγγελία μέσω καταλόγων.

Τα μεταπολεμικά σπίτια αφορούσαν κατασκευές από σίδηρο προκατασκευασμένα σε εργοστάσια αεροπλάνων, με παραδοσιακή μορφή απλά και λιτά αετώματα οροφής και βεράντες. Ένα από τα πιο χρησιμοποιημένα συστήματα πάνελ ήταν αυτό του Carl Strandland , προπολεμικό σύστημα σάντουιτς που κατασκευάζονταν στο εργοστάσιο με μη καθορισμένα μεγέθη πάντα και χωρισμένο σε κομμάτια.

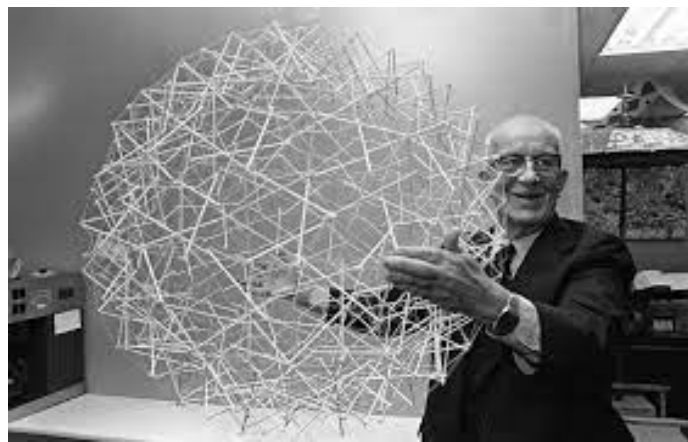
## 2.6 Στεγαστική κρίση και η συμβολή του Bauhaus στην προκατασκευή

Για την αντιμετώπιση της στεγαστικής κρίσης του 1920-1930 καθώς και της αποδυναμωμένης οικονομίας τους, η Ευρώπη και η ΗΠΑ στράφηκαν στη χρηματοδότηση της μαζικής παραγωγής κατοικιών. Η ιδέα της μαζικής παραγωγής κατοικίας για τον Le Corbusier ήταν ανάλογη της μαζικής παραγωγής των αυτοκινήτων και περιελάμβανε 2 μέρη: τη δημιουργία προκατασκευασμένων στοιχείων για την κατοικία στο εργοστάσιο και εν συνεχεία την εισαγωγή της τεχνολογίας του σκυροδέματος που περιελάμβανε μία ημι-βιομηχανοποιημένη διαδικασία in situ. Ο ίδιος άλλωστε αποκαλούσε το σπίτι «μηχανή του κατοικείν». (διπλωματική1)

Γνωστοί αρχιτέκτονες του 20ου αιώνα όπως Walter Gropius, Konrad Wachsmann, μέσω του Bauhaus, αναζήτησαν μια υποκείμενη γεωμετρία για όλες τις επίσημες έρευνες, για την αναζήτηση μίας συμμαχίας μεταξύ τέχνης και βιομηχανίας. Η σχολή του Bauhaus αν και δεν μελέτησε ποτέ συγκεκριμένα δομικά συστήματα, προώθησε την τυποποίηση και τη βιομηχανοποίηση της κατασκευής απλουστεύοντας τις μορφές και την κατασκευαστική λογική των κτηρίων. (διάλεξη, TAM, Μετσοβίου, 2018,) Η ιδέα της βιομηχανοποιημένης κατοικίας-κατασκευής πραγματοποιείται με την επανάληψη του ίδιου τυποποιημένου κατασκευαστικού στοιχείου πχ. κλίμακες, θύρες, παράθυρα, κλπ. τα οποία στη συνέχεια θα εντάσσονταν σε συγκεκριμένες τυπολογίες κατοικίας. (MOMA, 1008) Για τον W. Gropius «η προκατασκευή είναι το μέλλον της αρχιτεκτονικής». Τα βιομηχανικά παραγόμενα έργα μείωναν τη τιμή της κατασκευής και αύξαναν την ποσότητα παραγωγής.

(διάλεξη, TAM, Μετσοβίου, 2018,)

Σύντομα δημιουργήθηκε η ανάγκη για παραγωγή ελαφριών δομικών υλικών όπως αλουμίνιο και προκατασκευασμένων συστημάτων για να αντιμετωπιστούν οι απαιτήσεις της μεταφοράς και της συναρμολόγησης. Ο Buckminster Fuller ήταν εκείνος εξερεύνησε τα ολοκληρωμένα συστήματα ενός κτηρίου προσθέτοντας στην κατασκευή κι άλλα θέματα σχεδιασμού όπως γεωμετρία για αντοχή σε εφελκυσμό σε δομές, θέματα θέρμανσης, εξαερισμού, φωτισμού μέσω του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και όχι με μηχανικές προσθήκες στο σώμα του κτηρίου. (MOMA, 2008)



εικόνα 18: Buckminster Fuller

Ένα από τα έργα του που υιοθετούσε αυτές τις αρχές ήταν και το Dymaxion House, το οποίο σχεδίασε το 1928. Πρόκειται για μία εξάγωνη φουτουριστική κατασκευή από αλουμίνιο συνολικής επιφάνειας 100μ<sup>2</sup>. Η κατασκευή στηριζόταν σε ένα κεντρικό στύλο, ο οποίος εμπεριείχε όλες τις εγκαταστάσεις και τους υγρούς χώρους ενώ τα υπόλοιπα μέρη της κατασκευής αναρτώνταν από το στύλο με συρματόσχοινα. Με αυτό τον τρόπο η εσωτερική διαρρύθμιση ήταν ευέλικτη καθώς οι τοίχοι δεν ήταν φέροντες.(ηλ.πηγη1)

Ο Fuller εγκατέστησε ένα προωθημένο σύστημα κλιματισμού και αερισμού με αεριοστρόβιλους στη στέγη καθώς και σύστημα διαχείρισης και ανακύκλωσης του βρόχινου νερού. Επίσης περιείχε προκατασκευασμένη μονάδα μπάνιου το Dymaxion Bathroom, στο οποίο ήταν απαιτούμενο μόνο ένα φλιτζάνι ζεστού νερού ενώ η τουαλέτα δεν κατανάλωνε καθόλου νερό. Ο Fuller ήταν ο δημιουργός της έννοιας ephemeralization, της τεχνολογικής ανακάλυψης να επιτυγχάνει μεγαλύτερη απόδοση(προϊόντων, υπηρεσίες και τεχνολογία) με λιγότερο προσπάθεια, χρόνο και πόρους.

Το Dymaxion House δεν υλοποιήθηκε ακριβώς στη μορφή που του αρχικού σχεδιασμού. Η αρχιτεκτονική φιλοσοφία του Fuller ήταν βασισμένη στις αρχές και στα υλικά των αεροσκαφών και είχε στόχο στην αξιοποίηση των μονάδων αεροβιομηχανίας. Κοντά στη μορφή του Dymaxion House υλοποιήθηκε το Wichita House, το οποίο είχε μόνο αυτούσιο το Dymaxion. (διάλεξη, ΤΑΜ, Μετσοβίου, 2018,)



εικόνα 19-21: Dymaxion House σχέδια



Οι προσεγγίσεις της προκατασκευής στην στέγαση ακολούθησαν αυτές του πολέμου που προηγήθηκε . Τα προκατασκευασμένα συστήματα χρησιμοποιούνταν καθολικά στα μέσα του 60' στις χώρες του ανατολικού μπλόκ τα οποία αναπτύχθηκαν κυρίως με βάση τα Γερμανικά πρότυπα, με την εισαγωγή ελαφριάς ξυλείας στην κατασκευή, κελύφη από αλουμίνιο, πλαστικό ή από ναλοβάμβακα και τη μείωση του αριθμού των εξαρτημάτων. Η αρχιτεκτονική λειτουργούσε πλέον με τεχνική ματιά και όχι με αισθητική. Το προκατασκευασμένο σκυρόδεμα έκανε την εμφανισή του και έγινε ανάρπαστο.

Η επέκταση της προκατασκευής σε συστήματα μεγάλης κλίμακας εδρεύθηκε κατά την περίοδο του 60'-70' και βασίστηκαν είτε στην επανάληψη, είτε στην προετοιμασία των δομικών και άλλων στοιχείων εκτός εργοταξίου. Λαμπρό παράδειγμα είναι εκείνο του Richard J. Dietrich το 1969-1970, το Metastadt. Δημιουργώντας το λεγόμενο Metacity building system, το οποίο περιλάμβανε εσωτερικά ένα ορθογώνιο ατσάλινο πλαίσιο που θα μπορούσε να χωρέσει μονάδες και προγράμματα σε διάφορες κλίμακες. Το πλαίσιο αυτό είχε άκαμπτες συνδέσεις και έδινε την δυνατότητα ευελιξίας ως προς το συνδιασμό τους και στην τελική μορφή του κτηρίου. Στόχος του ήταν να αραιώσει την κτηριακή υποδομή στο κέντρο των πόλεων μέσω ολοκληρωμένων συστημάτων που θα εμπεριείχαν πολλές αστικές χρήσεις.(στέγαση, εργασία, πολιτισμό, διασκέδαση) Οραματιζόμενος μια μορφή αστικής πυκνότητας ως ανοιχτό επεκτάσιμο σύστημα, το οποίο θα μπορούσε να επεκταθεί σε διασταυρώσεις αυτοκινητόδρομων και αφήνοντας το έδαφος ελεύθερο για να δημιουργηθεί μία πυκνή υποδομή.(MOMA,2008)

## 2.7 Το παράδειγμα της Ιαπωνίας

Η Ιαπωνία σήμερα κυριαρχεί στην παραγωγή προκατασκευασμένων σπιτιών, καθώς το 20% της παραγωγής διατίθεται στην εγχώρια αγορά κατοικιών. Κατασκευαστικές όπως η Panasonic και η Toyota, Toyota Dream House, συνεργαζόμενες με κυβερνητικούς και χρηματοοικονομικούς φορείς, έχουν εφαρμόσει επιτυχώς το όραμα του Le Corbusier να κατασκευάσει το σπίτι ως μέσο διαβίωσης. (MOMOA,2008)

Το Ιαπωνικό σπίτι κατασκευάστηκε το 1954-1955 στον κήπο του Μουσείου Μοντέρνας τέχνης της Αμερικής.

Η κατασκευή κτήριων στην Ιαπωνία βασίζονταν από την αρχαιότητα στις αρχές της προκατασκευής από εξειδικευμένες συντεχνίες τεχνιτών και καθέ μια από αυτές ήταν υπεύθυνες για συγκεκριμένα κομμάτια του κτιρίου τα οποία προκατασκεύαζαν και συναρμολογούσαν επί τόπου . Η κατασκευαστική λογική ήταν εκείνη της post and beam construction, που βασίζονταν στη διάταξη με ρυθμιζόμενες κολόνες. Έπειτα τα κομμάτια από διάφορα μέρη της Ιαπωνίας συναρμολογούνταν με ακρίβεια σαν κομμάτια παζλ. Το 1959 η Ιαπωνική βιομηχανία προκατασκευασμένων σπιτιών άνοιξε ραγδαία εξαιτίας διαφόρων αιτιών με κύρια αυτή του υπερπληθυσμού ο οποίος δημιουργούργησε μεγάλη ανάγκη για στέγαση. (MOMA,2008)

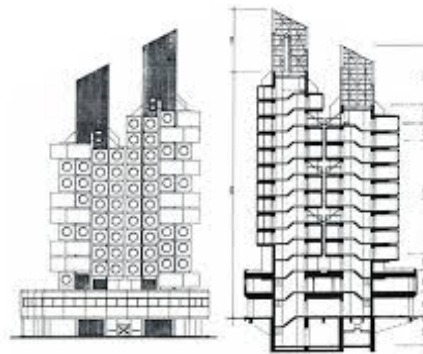
Η National, Misawa Homes παρήγαγε σπίτια σαν κιβώτια για επίπεδες πυκνοκατοικημένες περιοχές που έπειτα αναβαθμίστηκαν με την προσθήκη οι στεγών και τα πολλαπλών επιπέδων. Τα προκατασκευασμένα σπίτια χωρίζονταν σε δύο κατηγορίες. Στα κλειστού τύπου, με τυποποιημένες μονάδες μεγέθους δωματίου και τα ανοιχτού

τύπου από ξύλινα ή χαλύβδινα συστήματα με panel αλουμινίου, ελαφρύ σκυρόδεμα, κεραμικές κατασκευές κ.α.(ηλ.πηγή2) Χρησιμοποιούνταν συνήθως τυποποιημένα μεγέθη με πλάτος 2,7-3,6 ή αρθρωτές κολώνες τοποθετημένες ανά 0,9-1μ. Τα προκατασκευασμένα σπίτια με panel (427μ2) ικανοποίησαν τις ανάγκες στέγασης και μετεξελίξαν την παραδοσιακή αρχιτεκτονική ξύλινων σκελετών σε προκατασκευασμένες μονάδες. (ΜΟΜΑ,2008)

Προσεγγίζοντας μια μεγαλύτερης κλίμακας κατασκευή για κατοίκηση, θα μπορούσαμε να αναφερθούμε σ' ένα παράδειγμα το οποίο έχει υλοποιηθεί και υπάρχει μέχρι και σήμερα, αυτό του Nakagin Capsule Tower. Δημιουργήθηκε το 1972 σχεδιασμένο γύρω από το όραμα μιας προσαρμοσιμης, δυναμικής, συνεχώς μεταβαλλόμενης αρχιτεκτονικής. Οι κάψουλες σχεδιάστηκαν για να στεγάζουν ταξιδιώτες επιχειρηματίες που εργάζονταν στο κέντρο του Τόκιο. Όλα τα χαρακτηριστικά και τα εξαρτήματα ήταν εργοστασιακά κατασκευασμένα και προσυναρμολογημένα.(ηλ.πηγή)Ο δημιουργός του, Kisho Kurokawa, επικεντρώθηκε στη δημιουργία 2 κεντρικών πυρήνων από οπλισμένο σκυρόδεμα, στο οποίο προσάρτισε προκατασκευασμένες κάψουλες ελάχιστων διατάσεων 2.5x4m. Η κάθε κάψουλα βιδωνόταν σε 4 μόνο σημεία κάνοντας την ανεξάρτητη και ευέλικτη στη μετακίνηση. Το έργο απαρτιζόταν από 140 κάψουλες, τις οι οποίες κατασκευάστηκαν σε ένα επαρκές εργοστάσιο της Σίγκα και μεταφέρθηκαν με φορτηγό και τοποθετήθηκαν με τη βοήθεια γερανού. Οι κάψουλες είχαν ήδη προκατασκευασμένα από το εργοστάσιο όλα τα εσωτερικά τους, επίπλωση και εγκαταστάσεις.

Αρχικά ο σκοπός της δημιουργίας τους ήταν για την στέγαση των ατόμων που εργάζονταν έως αργά το βράδυ και δεν μπορούσαν να επιστρέψουν

στις κατοικίες τους. Σήμερα, έχει μείνει αυτούσιο χωρίς καμία αλλαγή και κινδυνεύει για κατεδάφιση. (ΜΟΜΑ 2008)



εικόνα 22: Nakagin Capsule Tower

Συνεπώς η προκατασκευή στην Ιαπωνία είναι ένα ανοιχτό σύστημα κατασκευής με απεριόριστες δυνατότητες. Η επιτυχία της βασίζεται στην οργανωμένη και υψηλά εξειδικευμένη τεχνική του παρελθόντος η οποία μπορούσε να αφομειωθεί από την βιομηχανική παραγωγή, καθώς και τις αναγκες που δημιουργήθηκαν την μεταπολεμική περίοδο. Ωστόσο τα μεταβαλλόμενα δημογραφικά στοιχεία και οι τόποι ζωής απαιτούν την συνεχή εξέλιξή του. Οι εξελίξεις στην ψηφιακή προκατασκευή χρησιμεύουν ως προβάδισμα για τη νέα γενιά πειραματικών κατασκευών. Η προκατασκευή προσφέρει περαιτέρω δυνατότητες να διατηρηθεί η βιωσιμότητα μέσω της αυξημένης αποτελεσματικότητας στην παραγωγή και τη χρήση υλικών και την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας χρησιμοποιώντας στρατηγικές φυσικού φωτισμού και αερισμού. (ΜΟΜΑ)

## 2.8 Η προκατασκευή στην Ελλάδα

Η Προκατασκευή δεν είχε στην Ελλάδα την ανάλογη εξέλιξη που είχε στις άλλες χώρες, διότι εμφανίστηκε με ιδιωτικές πρωτοβουλίες που ήταν ασυντόνιστες, χωρίς πλαίσιο ανάπτυξης της βιομηχανοποιημένης δόμησης. Για την Προκατασκευή υπάρχουν δύο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της οικονομικής των κατασκευών: η επίδραση του κεφαλαίου και το περίσσειμα ανεκδικεμένου εργατικού δυναμικού. Προκατασκευασμένα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα εμφανίζονται για πρώτη φορά στην ελληνική αγορά στις αρχές της δεκαετίας του 1970 όπου αναπτύχθηκαν κυρίως συστήματα βαριάς Προκατασκευής, ιδιαίτερα για βιομηχανικούς χώρους.

Η συμμετοχή του κράτους ήταν σε πειραματικές εφαρμογές, κυρίως για σχολικά κτίρια και κατοικίες για μετανάστες. Τους ιδιωτικούς φορείς Προκατασκευής μπορούμε να τους κατατάξουμε σε εταιρείες που ασχολούνται με την κατασκευή μικρών κατοικιών (κυρίως μονόροφων) και εταιρείες που ασχολούνται με έργα μεγαλύτερης κλίμακας (κυρίως βιομηχανικούς χώρους. (Ζαχαριάδης, 1988) Στα λεγόμενα προκάτ κτήρια (κυρίως μονοόροφα) ο ενδιαφερόμενος διαλέγει την κατοικία που επιθυμεί μέσω καταλόγων με διαθέσιμες έτοιμες επιλογές. Τα προκάτ κτήρια περιλαμβάνουν σπίτια καταλόγου, τροχοβίλες ή τα λυόμενα Ένα παράδειγμα προκατασκευής που υιοθετήθηκε στην Ελλάδα ήταν αυτό του “Λυόμενου”, τα οποία αποσκοπούσαν τη προσωρινή στέγαση κατοικίικων μετά από κάποια φυσική καταστροφή που συνέδεσε την Προκατασκευή με πρόχειρες κατασκευές.

Η περιορισμένη αγορά προκατασκευασμένων κατοικιών στην Ελλάδα, το μεγάλο κόστος και η έλλειψη προδιαγραφών και ελέγχου έχουν σαν αποτέλεσμα την συνήθως κακιά ποιότητα των

κατασκευών και το περιορισμό της έρευνας στο ελάχιστο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η προκατασκευή στην Ελλάδα να έχει ταυτιστεί με χαμηλής ποιότητας κατασκευές. (διατριβή,



εικόνα 23:Στάδιο ρυθμικής



εικόνα 24: Κατασκευή γεφυρών με την μέθοδο των προκατασκευασμένων δοκών

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΝΕΑ ΓΕΝΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

### 3.1 Η προκατασκευή του σήμερα

Μετά το '80, τα κίνητρα της προκατασκευής άλλαξαν. Βασικός στόχος τους δεν είναι μόνο η παραγωγή οικονομικών κατασκευών αλλά προσανατολίζονται σε άλλες αξίες όπως η ανάδειξη της οικολογίας μέσω των κατασκευών και η στροφή σε φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις, με τη χρήση οικολογικών πρώτων υλών. Γι αυτό το λόγο αποκτούν μεγάλο βαθμό αυτονομίας και ελευθερίας και μέσω της προκατασκευής οι σύγχρονοι αρχιτέκτονες προσπαθούν πλέον να αντιμετωπιστούν σοβαρότερα προβλήματα.(ρύπανση του περιβάλλοντος, της ατμόσφαιρας,διοξείδιο του άνθρακα κλπ)

Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από ευρεία χρήση της προκατασκευής σε υλικά και στοιχεία που μετά τη μαζική εργοστασιακή τους παραγωγή μεταφέρονται έτοιμα στο εργοτάξιο και προσαρμόζονται στα κτήρια, γεγονός που όμως προϋποθέτει την ύπαρξη διαδικασιών τυποποίησης των πρώτων υλών και των μεθόδων παραγωγής βάσει συγκεκριμένων προτύπων και συστηματοποίηση των εργασιών σε κάθε στάδιο του έργου, ώστε να αυξάνεται η αποδοτικότητα ελαχιστοποιώντας παράλληλα το χρόνο.

Ένα παράδειγμα ευρέως γνωστό για τη χρήση στα τέλη του 20ου και στον 21ο αιώνα με βασικό πλεονέκτημα την εύκολη μετακίνηση ήταν τα container ή αλλιώς Εμπορευματοκιβώτιο. Τα χαρακτηριστικά του είναι οι τυποποιημένες διατάξεις του στο χαμηλό κόστος παραγωγής λόγω της μαζικής παραγωγής, η συμβατότητα σε όλες τις μορφές μεταφοράς, η ανθεκτικότητα στις καιρικές συνθήκες, η μεγάλη διάρκεια ζωής και η

δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης(επαναχρηση) με άλλες μορφές. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι η εύκολη σύνδεση μεταξύ τους για τοποθέτηση το ένα δίπλα στο άλλο, ή πάνω από το άλλο και αποτελούν στοιχειώδεις μονάδες χώρου. (διάλεξη) Τα container μπορούν να πάρουν διάφορες μορφές και να χρησιμοποιηθούν επαναλαμβανόμενα για τη δημιουργία κτηρίων μεγαλύτερης κλίμακας(μουσεία, σχολεία, κατοικίες,ξενοδοχεία, χώρους εκδηλώσεων, προσωρινές κατασκευές όπως περίπτεραop up stores).(MOMA,2008)



εικόνα 25: Concor Kanakpura Jaipur ICD Export Data | Exporters Data of Kanakpura Jaipur ICD Port India



εικόνα 26: Angled shipping container houses a staircase for Israeli port office by Potash Architects

### 3.2 MODULAR CONSTRUCTION

Η μέθοδος προκατασκευής modular construction πρόκειται για τη χρήση προκατασκευασμένων μονάδων(modules), οι οποίες μεταφέρονται στο εργοτάξιο, συναρμολογούνται και επαναλαμβάνονται έτσι ώστε να δημιουργήσουν μεγάλες χωρικές μονάδες. Η παραγωγή τους γίνεται στο εργοστάσιο και μπορεί να περιλαμβάνει την τοποθέτηση των εγκαταστάσεων ή και της επίπλωσης. Η σύνδεση των μονάδων διαμορφώνει μία αυτοφερόμενη δομή ή προυποθέτει έναν ξεχωριστό φέροντα οργανισμό. Η λογική της παραγωγής αυτής θυμίζει τα τουβλάκια LEGO και μπορεί να πάρει τη μορφή μεμονομένης κατοικίας ή και πολυόροφου κτηρίου.

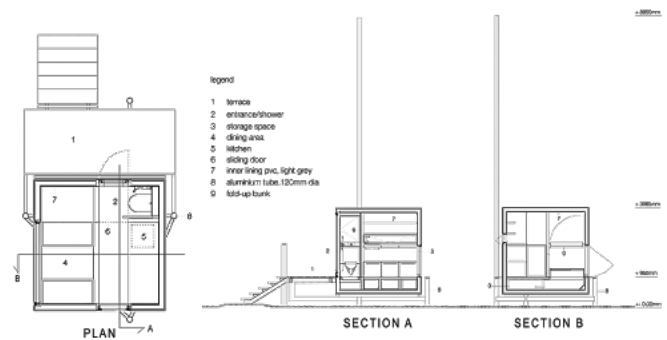
Το βασικό της πλεονέκτημα είναι ότι τα modules μπορούν να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν αυτούσια είτε να αποσυναρμολογηθούν στα επιμέρους στοιχεία που τα απαρτίζουν. Αυτό τους προσδίδει το χαρακτηριστικό της επανάχρησης.

Η modular κατασκευή βασίζεται είτε στην ύπαρξη τρισδιάστατου ξύλινου σκελετού είτε από σκελετό ανοξείδωτου χάλυβα και από τοίχους πάνελ με μόνωση.Αυτός ο τρόπος κατασκευής συνίσταται για ψηλή δόμηση. Αφού κατασκευαστούν οι μονάδες (modules) συνδέονται μεταξύ τους καθ' ύψος ώστε να διαμορφώσουν ένα ενιαίο κτηριακό σκελετό. (διάλεξη, TAM, Μετσοβίου, 2018)



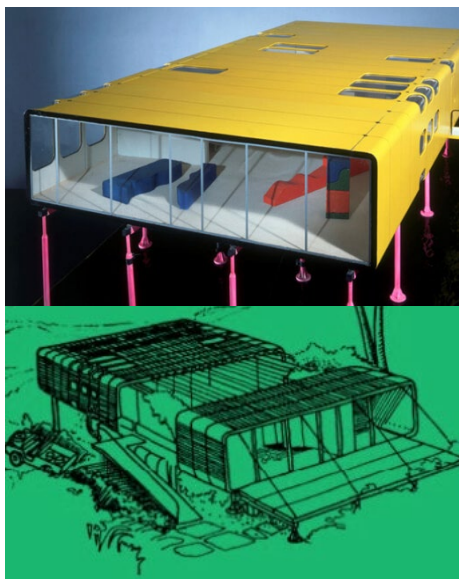
εικόνα 27: Modular construction

Ένα επίσης πρόσφατο εγχείρημα ήταν εκείνο του Micro compact home. Σκοπός ήταν η δημιουργία μίας κατασκευής για βραχυχρόνια διαβίωση. Ο σχεδιασμός του ξεκίνησε το 2001 και αποτελεί ένα από τα καλύτερα εμπορικά παραδείγματα προκατασκευασμένων σπιτιών. Πυρήνας της κατασκευής είναι ο κυβικός σκελετός του από ελαφριά ανθεκτικά πλαίσια ατσάλιου που ζυγίζουν μόλις 2,2 τόνους. (ηλ.πηγή 2) Η φιλοσοφία της κατασκευής είναι να μην υπάρχουν υλικά αντικείμενα όπως συσκευές, προσωπικά αντικείμενα παρα μόνο τα απολύτως απαραίτητα. Όλα τα υπολοιπα θα είναι ψηφιακά. Κάθε μονάδα μπορεί να λειτουργήσει ως αυτόνομη και ανεξάρτητη μονάδα ή να συνδυαστεί με τις άλλες με οποιοδήποτε τρόπο και να δημιουργήσουν σύνθετες δομές. (MOMA, 2008)



εικόνα 28-29: Micro compact house, Richard Horden

Ένα ακόμα παράδειγμα της ίδιας λογικής, είναι το Zip up enclosures, το οποίο θεωρείται ένα από τα βρετανικά high-tech, σχεδιασμένο από τον Richard Rogers το 1968. Πρόκειται για μία προκατασκευασμένη μονάδα η οποία μπορεί να συνδυαστεί και να επεκταθεί (3 feet βάθος και 30 feet μήκος. Είναι φορητή κατασκευή, έχει μορφή σωληνοειδή, με αλουμινένια πάνελ τύπου «σάντουιτς», με καμπυλωμένες ακμές και με γυάλινες επιφάνειες στις μεγάλες πλευρές. Τα δομικά στοιχεία (τοίχοι, οροφές, πατώματα, ανοίγματα), παράγοντο στο εργοστάσιο και συναρμολογούνται στο οικοπέδο. Η κατασκευή δεν εδραιώνονται πάνω σε σταθερά θεμέλια αλλά τοποθετείται σε οποιοδήποτε ανάγλυφο πάνω σε ασφάλτρινου στύλους, σε απόσταση από το έδαφος ενώ συνδυάζοντας πολλές μονάδες μαζί δημιουργούνται νέες σύνθετες δομές. Τα υλικά κατασκευής είναι υψηλής τεχνολογίας, PVC, υριδικό πλαστικό και καουτσούκ. (MOMA, 2008)



εικόνα 30-31: Zip-up enclosures

### 3.3 Εισαγωγή νέων τεχνολογιών στην κατασκευή

Νέες αρχιτεκτονικές ιδέες οδήγησαν στην αντικατάσταση της βαριάς κατασκευής από μπετόν με ελαφριές εποχιακές προκατασκευασμένες μονάδες, προσαρμοσμένες στο περιβάλλον τους. Η τεχνολογική πρόοδος και τα νέα τεχνολογικά επιτεύγματα έφεραν τη ψηφιακή καινοτομία στην κατασκευή και στον σχεδιασμό. Πρόκειται για μία νέα γενιά κατασκευής εκτός εργοταξίου, προσαρμοσμένες στο κλίμα της περιοχής της τοποθέτησής τους και παραγόμενες μέσω ψηφιακών συστημάτων όπως CNC (COMPUTER NUMERICAL CONTROL) για ηλεκτρονικά ελεγχόμενες κατασκευές. Μέσω αυτών των συστημάτων επιτυγχάνεται ο πλήρης έλεγχος της διαδικασίας κατασκευής με ακρίβεια σε αντικείμενα σχεδίασης και δομικά μέσα καθώς και η δυνατότητα προσαρμογής σε ατομικές προτιμήσεις και τοπικές συνθήκες περιβάλλοντος. Γίνεται λόγος λοιπόν για έναν νέο τύπο κατασκευής, με αλγόριθμο κατασκευής και για νέους τρόπους παραγωγής, αυτούς της ψηφιακής παραγωγής.

Στόχος των σημερινών οι αρχιτεκτόνων είναι μέσω της τεχνολογίας και των νέων υλικών να προσελκύσουν ολοένα και διαφορετική βάση πελατών, δημιουργώντας μία αρχιτεκτονική, μία κατασκευαστική παραγωγή με νέες τυπολογίες που θα παράγεται σε οποιοδήποτε χώρο και θα προσαρμόζεται διαφορετικούς ιστότοπους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

### 4.1 Ψηφιακή παραγωγή(DGML)

Με την αυξανόμενη πρόσβαση σε τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) και την εξέλιξη των τεχνολογιών, καθώς και την εισαγωγή των τεχνολογιών στη αρχιτεκτονική, δίνεται πλέον η δυνατότητα για ψηφιακή παραγωγή. Η ψηφιακή παραγωγή μέσω τεχνολογιών fab lab (laser cutting, CNC, Vinyl Cutter, 3d printing) ανοίγει νέους ορίζοντες στην αρχιτεκτονική, στο σχεδιασμό και στην κατασκευαστική διαδικασία. Η φιλοσοφία της διαφέρει κατά πολύ από αυτή των συμβατικών βιομηχανικών παραγωγών, καθώς χρησιμοποιούν δημοκρατικές και συλλογικές διαδικασίες. Ο σχεδιασμός γίνεται μέσω πλατφόρμας ανοιχτού κώδικα και προυποθέτει μια ανοιχτή διαδικασία με βάση τις αρχές του open source, περιλαμβάνοντας την ανάπτυξη ανοιχτού και ελεύθερου λογισμικού και αρχιτεκτονικής. Τέτοια παραδείγματα πλατφορμας είναι η Linux και η Wikipedia.

Η φιλοσοφία του ανοιχτού κώδικα είναι η δημιουργία κοινοτήτων μέσα από τις οποίες γίνεται δωρεάν χρήση και διάθεση γνώσης και πληροφορίας που επιτέπει τη ενθάρυνση της μρφοποίησης, επεξεργασίας βελτιστοποίησης των ήδη υπάρχοντων πληροφοριών από τον χρήστη. Μέσω τετοιων τύπου κοινωνικής δικτύωσης προωθείται η συζήτηση, η εμπλοκή και η συνεργασία ατόμων διαφορετικής εξειδίκευσης καθώς και ερασιτεχνών κάνοντας χρήση των γνωσεων και των εμπειριών τους. Δίνεται η δυνατότητα παραγωγής προϊόντων ίδια λογικής αλλά διαφοροποιημένα μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας εργαλεία παραμετρικού σχεδιασμού ή λογικής BIM. Συνεπώς, επιτυγχάνεται η καινοτομία αφού



εικόνα 32-34:

οι ιδέες προκύπτουν από συλλογική σκέψη. Στα συγκεκριμένα forum δίνεται η επιλογή αδειών Creative Commons που ορίζουν τα πνευματικά δικαιώματα των παραγόμενων έργων, έτσι ώστε να επιτρέπεται η διαθεσή τους δημόσια νόμιμα και να μπορούν να τροποποιηθούν-επεξεργαστούν, βελτιστοποιηθούν(ανάλογα με τη κάθε άδεια) από άλλα άτομα της κοινότητας. Η χρηματοδότηση τέτοιων έργων βασίζεται όλο και περισσότερο στη δημόσια μέριμνα και σε μικροδωρεές. Η παραγωγή μπορεί να γίνει τοπικά με χαμηλό κόστος, προσαρμοσμένη στις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής και στις προσωπικές επιθυμίες του πελάτη καθώς και μειώνεται το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αφού δεν χρειάζεται να μεταφερθούν υλικά και μηχανήματα.

Δύο έννοιες που είναι σημαντικό να ερευνήσουμε σε τέτοιου είδους κατασκευές είναι το ποσοστό βολικότητας και το ποσοστό διαφάνειας. Η βολικότητα αφορά: τη δυνατότητα των ατόμων να μπορούν να κατασκευάσουν μόνοι τους τέτοιες κατασκευές χωρίς την απαραίτητη βοήθεια των ειδικών, την κατανόηση του προϊόντος από τον χρήστη, τη δυνατότητα του προϊόντος να προσαρμόζεται στις περιβαλλοντικές συνθήκες κάθε περιοχής αλλά και στις προσωπικές επιθυμίες του χρήστη και την επανεξέταση του σχεδιασμού των προϊόντων ως προς την αναμενόμενη απαρχαιώση.

Η έννοια της διαφάνειας( openness) αφορά τη δυνατότητα που δίνει το προϊόν στο χρήστη να έχει πλήρη πρόσβαση σε μία βιβλιοθήκη εργαλείων, την ελευθερία διανομής πληροφοριών και γνώσης και την ελευθερία στην παραγωγή.

Αυτό επιτυγχάνεται όταν το προϊόν διατίθεται δημόσια και όλοι μπορούν να το χρησιμοποιήσουν, να το τροποποιήσουν με όποιο τρόπο αυτοί επιθυμούν. Προυπόθεση είναι οι χρήστες το διαθέσουν το υλικό

που τροποποίησαν και το αποτέλεσμα της τροποποίησης αυτής, και αυτοί με τη σειρά τους νόμιμα δημόσια.

Ως πλεονεκτήματα των open products μπορούμε να αναφέρουμε την αύξηση της φήμης τους προϊόντος, τη συνεχή βελτίωσή του χωρίς κάποιο επιπλέον κόστος και ίσως τη μείωση του κόστους σε σχέση με ένα προϊόν που είναι κλειστό. (Christina Pri-  
anolou, Vasilis Niaros, 2019)



εικόνα 35: Open Product Data



εικόνα 36: Openness



εικόνα 37: Worldwide network



## 4.2 Το παράδειγμα του WikiHouse

Πηγή έμπνευσης και κινητήρια δύναμη για τη δημιουργία της διπλωματικής μου εργασίας αποτέλεσε το παράδειγμα του WikiHouse το οποίο βασίζεται στις αρχές της ανοιχτού τύπου κατασκευής. Το Wiki house πρόκειται για μία προκατασκευασμένη μονάδα από επαναλαμβανόμενα ξύλινα προφίλ που σχηματίζουν ένα βασικό κάναβο. Οι μονάδες αυτές μπορούν να επαναληφθούν με οποιοδήποτε τρόπο και να αποτελέσουν ένα νέα κατασκευή. (ηλ.πηγη)Η εκτασή του δηλαδή μπορεί να είναι άπειρη. Τα προφίλ που χρησιμοποιούνται είναι από δομική ξυλεία (κόντρα πλακέ θαλάσσης ή OSB) και κόβονται με τεχνολογία CNC σε φύλλα διαστάσεων 1200mm x 2400mm. Κάθε προφίλ αποτελείται από δύο στρώσεις κόντρα πλακέ θαλάσσης ή OSB σε απόσταση 20cm με ενδιάμεσα μονωτικό υλικό. Η σύνδεση μεταξύ των προφίλ γίνεται μέσω εγκοπών και σφήνων και με τη βοήθεια ενός σφυριού, οι διαστάσεις των οποίων είναι συγκεκριμένες. Η κατασκευή στηρίζεται σε πέδιλα έτσι ώστε να προσαρμόζεται κάθε φορά στις διαφορετικό ανάγλυφο του εδάφους. (διάλεξη, TAM, Μετσοβίου, 2018)

Η συναρμολόγηση της κατασκευής γίνεται επί τόπου στο εργοτάξιο. Πρώτα γίνεται η συναρμολόγηση του σκελετού. Τα προφίλ τοποθετούνται πάνω σε οδηγούς και συναρμολογούνται διαδοχικά μέσω ενδιάμεσων δοκών. Αφού ολοκληρωθεί η συναρμολόγηση του σκελετού, καλύπτεται πάνελ πλήρωσης ή πατώματος τα οποία βιδώνονται στους οδηγούς και έπειτα στο έδαφος. Η οροφή μπορεί να πάρει οποιαδήποτε μορφή (σε λογικά πλαίσια) και κλίση. Τέλος, γίνεται η επικάλυψη της κατασκευής με υγρομονωτική μεμβράνη και τοποθετούνται κουφώματα και εξωτερικοί οδηγοί, οι οποίοι στηρίζουν



εικόνα 38: Wiki house



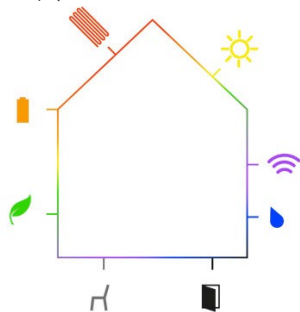
εικόνα 39: Εξαρτήματα wiki house



εικόνα 40: Κατασκευή του Wiki house Den Bosch

τα υλικά της πρόσοψης και της στέγασης(διάλεξη,ΤΑ Μ,Μετσοβίου,2018).

Η κοινότητα Wikihouse πλησιάζει τη λογική της dgml ψηφιακής παραγωγής. Πρόκειται για μία πλατφόρμα(forum) στην οποία μπορεί να συμμετάσχει ο καθένας, αποτελείται από εξειδικευμένους επαγγελματίες αλλά και από απλούς πολίτες διάφορων ειδικοτήτων που θέλουν να συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία. Στην πλατφόρμα αυτή είναι διαθέσιμα σχέδια(σε autocad ) και τρισδιάστατα μοντέλα (σε sketch up) και πληροφορίες για τη βασική μορφή του Wikihouse καθώς και ήδη εφαρμοσμένα project που «ανέβηκαν» από μέλη της πλατφόρμας και έτοιμα να επεξεργαστούν και να τροποποιηθούν από άλλους χρήστες. Υπάρχουν διαθέσιμες άδειες πνευματικών δικαιωμάτων για κάθε έργο που «ανεβαίνει» καθορίζοντας τη διαφανειά του. Βασική προπόθεση είναι ο κάθε χρήστης να ανεβάσει τις τροποποιήσεις του, δημόσια στην πλατφόρμα και να τα διαθέσει λεπτομερή πληροφορίες με σχόλια σχετικά με το project του ελεύθερα στους άλλους χρήστες.(ανάλογα και με τις διαθέσιμες άδειες). Έτσι δημιουργείται μία συνεχής συζήτηση και βελτιστοποίηση του πρωταρχικού έργου-ιδέας του Wikihouse δημιουργώντας όλο και καλύτερες κατασκευές.(Christina Prianolou,Vasilis Niaros,2019)



εικόνα 41:



εικόνα 42: Wikihouse community



εικόνα 43: Συναρμολόγηση του Wikihouse

Ένα υλοποιημένο παράδειγμα Wikihouse είναι αυτό του Den Bosh, μία παγκόσμια πρωτοβουλία, που ξεκίνησε το 2001 και ελέγχεται από μία μη κερδοσκοπική οργάνωση τη Wikihouse Foundation, που δημιουργήθηκε για αυτό το λόγο. Το Wikihouse Den Bosh κατασκευάστηκε το 2019 από τη Patricia Sips και μία ομάδα από 22 άτομα διαφορετικών ηλικιών και επαγγελματιών. Η κατασκευή αποτελούνταν από 4 κομμάτια και χρησιμοποιήθηκαν ανακυκλώσιμα υλικά.



εικόνα 44: CNC cutter wikihouse construction



εικόνα 45: Wiki house of Den Bosch

Μία πρόσφατη έρευνα (Prianolou, Christina and Niaros, Vasilis(2019)) αξιολόγησε και ανέλυσε δύο βασικές έννοιες πάνω στις οποίες βασίζεται η θεωρία του Wikihouse, συνεπώς και του μοντέλου GDML. Οι δύο αυτές αρχές ήταν αυτή του Openness(διαφάνεια) και αυτή του conviviality(βολικότητα). Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν τα εξής: Όσο αφορά τη βολικότητα:

1. Εύκολα προσβάσιμα υλικά, εύκολη συναρμολόγηση, δύσκολο στη συντήρηση χωρίς εξειδικευμένο τεχνικό
2. Ποικιλία υλικών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν
3. Οι τιμές θεωρήθηκαν από υψηλές έως προσιτές
4. Τα εργαλεία θεωρήθηκαν εξειδικευμένα από τους απλούς πολίτες, συνηθισμένα για τους μηχανικούς
5. Τα CNC μηχανήματα κρίθηκαν απαραίτητα
6. Περιβαντολογικά φιλική κατασκευή εκτός από μερικά τοξικά αέρια κατά τη κατασκευή
7. Αυξημένη κοινωνική συνεργασία και απαραίτητος ο ρόλος της για να πετύχει μακροπρόθεσμα το project. Όσο αφορά το openness:

1. Διαθεσιμότητα σε πολλές πλατφόρμες για σχέδια, όχι όχι όμως μία ενιαία παγκοσμίως
2. Πρόσβαση σε αρχείο με σχέδια αλλά και πολλά από αυτά ήταν μη οργανωμένα ή μη επεξεργασίμα
3. Πλήρης οδηγίες συναρμολόγησης και λίστα με υλικά χωρίς της ύπαρξη κοστολογίου
4. Διαθέσιμες άδειες για διανομή και επεξεργασία. Τα κριτήρια που έθεσε ο ερευνητής για την αξιολόγηση της διαφάνειας και της βολικότητας ήταν τα εξής: Conviviality:

1. Υλικά
2. Παραγωγή

3. Χρήση
4. Υποδομή
1. Σχετικότητα
2. Προσβασιμότητα
3. Χρησιμότητα προς τους χρήστες
4. Καταλληλότητα

Openness:

1. Δημοσιοποίηση σχεδίων
  2. Οδηγίες συναρμολόγησης
  3. Κατάλογος υλικών
  4. Διαθεσιμότητα πληροφοριών σε επεξεργάσιμη μορφή
  5. Οδηγός διανομής
  6. Άδεια ελεύθερης διανομής και επεξεργασίας
  7. Δημοσιευμένος κατάλογος υλικών σε επεξεργάσιμη μορφή
  8. Δημοσιευμένες οδηγίες συναρμολόγησης σε επεξεργάσιμη μορφή
- (Christina Priavoliou, Vasilis Niaros, 2019)

Dimensions //	Materials	Production	Use	Infrastructure	
Levels →	Harvesting, processing and disposal of raw matter	Assembling raw materials and preproducts	Performing the task it was built for	Needed environment for using	
Remarks on Levels →					
<b>Relatedness</b>	Process flow → Right to creative input Final end-product → Limiting final different inputs Market design → Final design Top-down control → Bottom-up control Organizational centralization → Decentralization Allow implementation → Request local traditions	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting
<b>Access</b>	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes
<b>Adaptability</b>	Special machines → Everybody tools Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible
<b>Bio-Interaction</b>	Deteriorating soil → Improving soil Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity
<b>Appropriateness</b>	For print → Easily printable For web → Easily accessible Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy
	Materials	Manufacturing	Use	Infrastructure	

Figure A1. The original version of the matrix of convivial technologies (MCT).

Dimensions //	Materials	Production	Use	Infrastructure	
Levels →	Harvesting, processing and disposal of raw matter	Assembling raw materials and preproducts	Performing the task it was built for	Needed environment for using	
Remarks on Levels →					
<b>Relatedness</b>	Process flow → Right to creative input Final end-product → Limiting final different inputs Market design → Final design Top-down control → Bottom-up control Organizational centralization → Decentralization Allow implementation → Request local traditions	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting	Factors competition → Supports trade Innovation competition → Supports innovation Market design → Final design Organizational centralization → Organizational centralization Process flow → Right to creative input Creative industries → Creative industries Creative industries → Creative industries Lighting → Lighting
<b>Access</b>	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes	Skills → Right to acquire Innovation → Innovation Secret or patented → Knowledge freely Need of energy → Need of local knowledge Standardized processes → Standardized processes Specialized processes → Specialized processes
<b>Adaptability</b>	Special machines → Everybody tools Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible	Fixed end-product → Inherently changeable Special machines → Everywhere possible Special conditions → Everywhere possible Special materials → Everywhere possible
<b>Bio-Interaction</b>	Deteriorating soil → Improving soil Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity	Air pollution → Supports clean air Water pollution → Improving water quality Air pollution → Improving air quality Toxic waste → Biodegradable Suppression organic → Allow co-productivity
<b>Appropriateness</b>	For print → Easily printable For web → Easily accessible Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy	Special tools → Standardized tools Agreed local settings → Uses local settings Not recyclable → Easily recyclable Renewable → Renewable energy Fixed energy → Renewable energy
	Materials	Manufacturing	Use	Infrastructure	

Figure A2. The modified version of the MCT.

Table A1. The open-O-meter tool.

open-O-meter		YES	NO
Which sources have you opened?			
1	Are the design files published?		
2	Technical components of the product are publicly available (CAD-files, computer code etc.)		
3	Are the assembly instructions published?		
4	Instructions for how to assemble are quickly available		
5	Is the bill of materials published?		
6	The product's bill of material is publicly available		
7	Is the contributing guide published?		
8	A guide for how users can contribute is available		
	Are the published design files in editable formats?		
	Are the published assembly instructions in editable formats?		
	Are the published instructions in editable format?		
	Is the published bill of materials in editable format?		
	The bill of materials is published in editable format		
	Is all this information published under a license allowing commercial reuse?		
	An open source license is used that allows users to commercially reuse the product		

εικόνα 46: Research framework

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ  
ΑΝΑΛΥΣΗ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΚΑΤΗΓΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕΣΩ ΓΝΩΣΤΩΝ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ:

#### 5.1 ΤΥΠΟΣ Α:

Ως προς τον τύπο προκατασκευής:

5.1.1. Συστήματα «κλειστής» προκατασκευής, δηλαδή στοιχεία προοριζόμενα για συγκεκριμένη περίπτωση αρχιτεκτονικής σύνθεσης ευρείας εφαρμογής. (metastadt, manning portable cottage)

5.1.2. Συστήματα «ανοικτής» προκατασκευής, δηλαδή στοιχεία μαζικής κατασκευής βάσει τυποποίησης, προσαρμοζόμενα σε οποιαδήποτε περίπτωση. (Ρωμαίος, 1973)(micro compact house, dymaxion house)

5.1.3. Συστήματα «μικτής» προκατασκευής, ένας συνδιασμός των δύο παραπάνω.(διπλωματική1) (wikihouse, zip-up enclosure)

Κλειστη θεωρείται η Προκατασκευή, όταν συντίθεται από προϊόντα ενός συστήματος, το οποίο καλύπτουν όλα τα φάσματα κατασκευής (από τη θεμελίωση ως τα φινιρίσματα) και είναι αποκλειστικά ή παραγωγή μιας βιομηχανίας (σε μέγεθος συγκροτήματος). Το σύστημα κλειστής Προκατασκευής στοχεύει στην πλήρη βιομηχανική παραγωγή του κτιρίου, αποτελείται από περιορισμένα στοιχεία, απαιτεί βαρέα μηχανήματα ανύψωσης και ειδικές συνθήκες μεταφοράς και συναρμολόγησης και επιπλέον είναι δυσκολότερη η εκ νέου επεξεργασία της-αλλαγή της. (Ζαχαριάδης, 1988) Κατά κύριο λόγο αφορά κατασκευές από οπλισμένο σκυροδέμα και προσαρμόζεται καλύτερα στα εκτεταμένα κτηριακά έργα δίνοντας οικονομοτεχνικά ευνοϊκότερες λύσεις. (συχνή η χρήση της στην Ελλάδα) (Μπίρης, 1973). Η «κλειστή» προκατασκευή δεν είναι εύκαμπτη, αλλά παρουσιάζει το πλεονέκτημα της προβλεψιμότητας.

Η Ανοικτή Προκατασκευή αφορά κτήρια με στοιχεία από βιομηχανικά υλικά του εμπορίου τα οποία μπορούν να παραχθούν από διάφορες βιομηχανίες. Δομικά στοιχεία όπως εξωτερικοί ή διαχωριστικοί τοίχοι, πόρτες, παράθυρα προέρχονται από διαφορετικές πηγές παραγωγής και είναι κατάλληλα μελετημένα και σχεδιασμένα έτσι ώστε να «κουμπώνουν» σε οποιοδήποτε έργο.

Η «ανοικτή» προκατασκευή θυμίζει ένα τρισδιάστατο πάζλ, έχει ποικιλομορφία καλύπτει με το εύρος της κάθε οικονομική και αισθητική απαίτηση των πελατών. Είναι εύκολα προσαρμόσιμη σε διαφορετικές συνθήκες και μπορεί να βελτιωθεί και να ανανεωθεί. Όμως απαιτεί εξειδίκευση, συνεχής έρευνα, ειδικές γνώσεις στα νέα τεχνολογικά μέσα ανοικτή και πολύ υψηλό επίπεδο εκβιομηχάνισης(διπλωματική1).

Η μικτή κατασκευή πρόκειται για τη κατασκευή η οποία περιλαμβάνει εξαρτήματα-στοιχεία και από τα δύο προηγούμενα συστήματα.

ΤΥΠΟΣ Α:

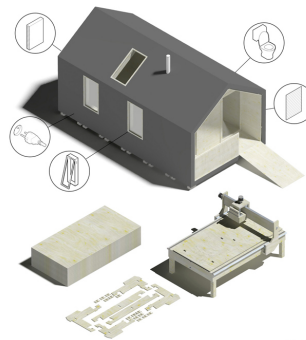
ΚΛΕΣΤΗ  
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΜΙΚΤΗ  
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

ΑΝΟΙΧΤΗ  
ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ



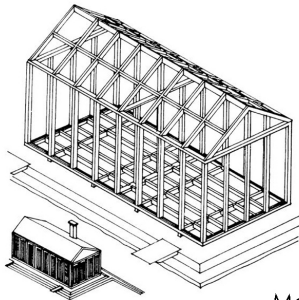
Metastadt



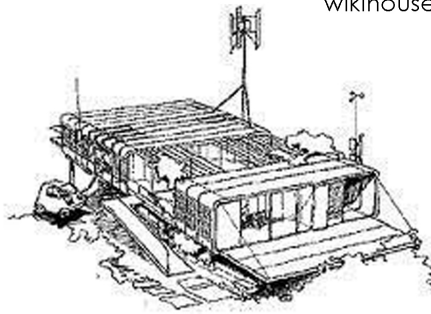
wikihouse



Micro  
Compact House



Manning  
Portable  
Colonial  
Cottage



Zip-Up  
House



dymaxion  
house

διάγραμμα 1:

## 5.2 ΤΥΠΟΣ Β:

Ως προς τη κλίμακα:(το μέγεθος της κατασκευής)

5.2.1. Αντικείμενο: Οποιοδήποτε αντικείμενο που προορίζεται σε επίπλωση ή για διακοσμητικό στοιχείο .

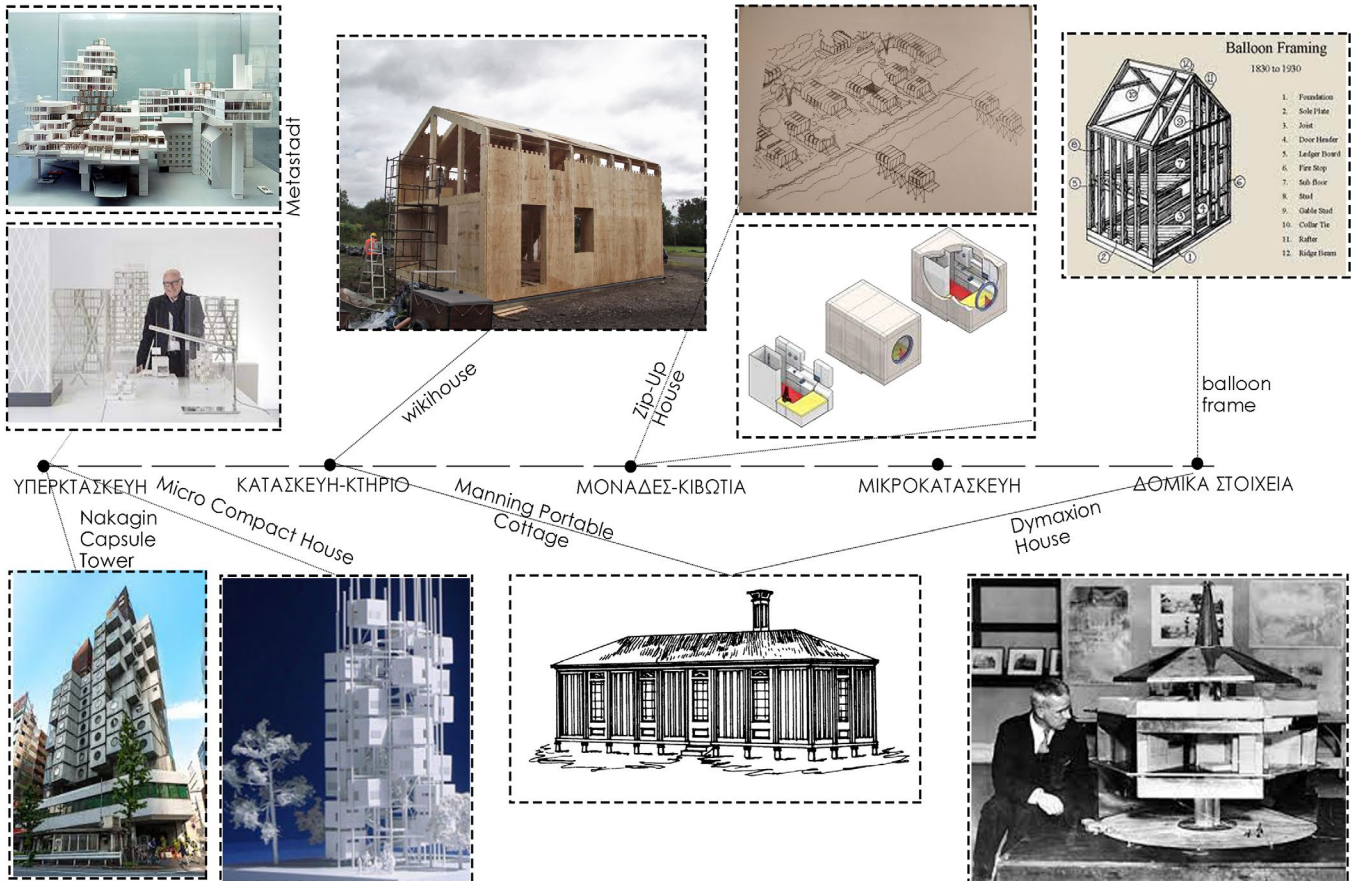
5.2.2. Δομικά στοιχεία: Κάθε στοιχείο που είναι σταθερά ενσωματωμένο στο κτίριο (ή στο δομικό έργο ή κατασκευή) κατά τρόπο μόνιμο. Το σύνολο των δομικών στοιχείων απαρτίζουν το δομικό έργο ή κτίριο ή κατασκευή.(balloon frame)

5.2.3. Μικροκατασκευές: Αυτόνομες κατασκευές μεγέθους δωματίου.(nakagin capsule tower,micro compact house)

5.2. 4. Μονάδες-κιβώτια:Μονάδες διαστάσεων ενός δωματίου οι οποίες πολλαπλασιάζονται και δημιουργούν μία ενιαία κατασκευή.(zip-up enclosure)

5.2. 5. Κτήρια: Οποιασδήποτε μορφής κτηρίου. (wikihouse)

5.2. 6. Υπερκατασκευές:Πολύροφα κτήρια ή συγκροτήματα κτηρίων μεγέθους έως και οικοδομικού τετραγώνου(metastadt,micro compact)





### 5.3 ΤΥΠΟΣ Γ:

Ως προς το βάρος και τη δυσκαμψία των προκατασκευασμένων στοιχείων:

(Μπίρης):

5.3.1. Ελαφριά προκατασκευή: Τα υλικά αυτών των στοιχείων είναι συνήθως είτε ξύλινα είτε μεταλλικά. Συνδέονται μεταξύ τους χωρίς τη χρήσητσιμέντου.

(wikihouse, micro compact house, zip up enclosure, dymaxion house)

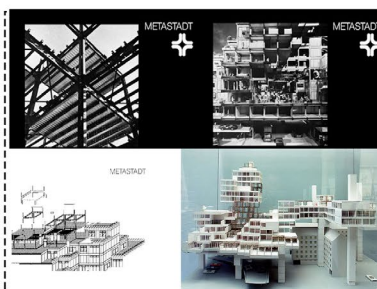
5.3.2.Βαρεία προκατασκευή 1½ - 5½ t ανά τεμάχιο:Η κατασκευή αυτών των στοιχείων γίνεται σε μονάδες παραγωγής και πρόκειται για στοιχεία κυρίως από οπλισμένο σκυρόδεμα.Η προκατασκευή τους γίνεται είτε σε εργοστάσιο είτε στο εργοτάξιο.(metastadt, Nakagin Capsule Tower.

5.3.3.Σύμμεικτη: Συνδυασμός προκατασκευής από σκυρόδεμα και από μεταλλικά στοιχεία. (διπλωματική1) (zip-up enclosure, manning portable)

ΒΑΡΟΣ:



Nakagin Capsule Tower



Metastadt



wikihouse

ΒΑΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

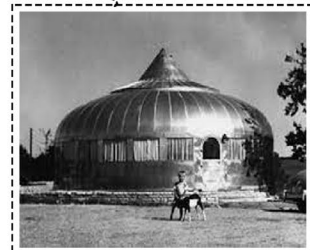
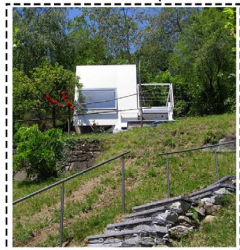
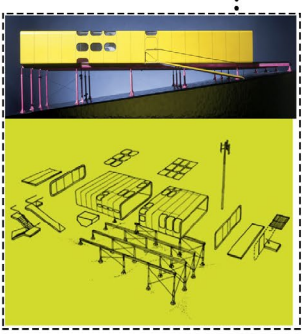
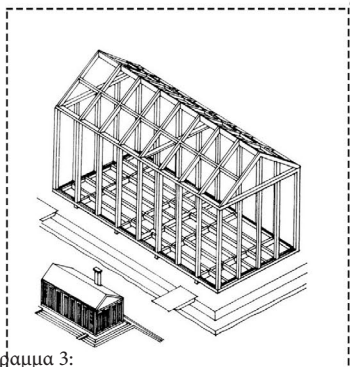
ΕΛΑΦΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Manning Portable Colonial Cottage

Zip-Up House

Micro Compact House

Dymaxio House



διάγραμμα 3:

#### 5.4 ΤΥΠΟΣ Δ:

Ως προς τον Τύπο παραγωγής:

Ως προς τον χώρο της παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων υπάρχουν 2 τύποι προκατασκευής):

5.4.1. Σε μονάδες παραγωγής: Το αντικείμενο που παράγεται στο εργοστάσιο, μεταφέρεται και συναρμολογείται στη τελική του τοποθεσία. (man-ning portable cottage, metastadt, Nakagin capsule towel)

5.4.2. Στο εργοτάξιο: Κατασκευάζεται στο εργοτάξιο, αλλά τοποθετείται αργότερα στη τελική του θέση. (dymaxion house, wikihouse)

5.4.3. Συνδυασμός Εργοταξιακής και εργοστασιακής παραγωγής δηλαδή παραγωγή στο εργοστάσιο και συννορμολόγηση στοιχείων στα Εργοτάξια.

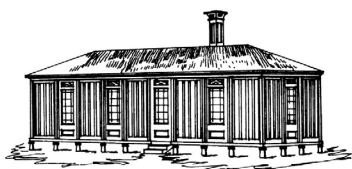
(Μενέλαος Ξενάκης, διάλεξη) (zip-up enclosure, wiki-house, micro compact house, nakagin capsule towel)

Η εργοστασιακή παραγωγή ενδείκνυται για μαζική παραγωγή. Οι προϋποθέσεις που είναι απαραίτητες για τη σωστή λειτουργία της είναι, οι ειδικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις, η πλήρης εξειδίκευση για τα μηχανήματα, ο συνεχής ποιοτικός έλεγχος των παραγόμενων προϊόντων, έτσι ώστε να είναι της ίδια ποιότητας και η μεταφορά στο χώρο που θα τοποθετηθεί η κατασκευή. (Διπλωματική 1)

Τα πλεονεκτήματα της εργοταξιακής παραγωγής είναι η εξοικονόμηση χρόνου που θα απαιτούσε η παραγωγή στο εργοστάσιο και η μεταφορά τους στο εργοτάξιο. Τα κύρια μειονεκτήματα της είναι η εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες της περιοχής που θα τοποθετηθεί, αλλά και η αδυναμία υψηλού επιπέδου μηχανοποίησης στο βαθμό που το έργο είναι προσωρινό. (Διπλωματική 1)

# ΤΥΠΟΣ Δ:

## ΧΩΡΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ:

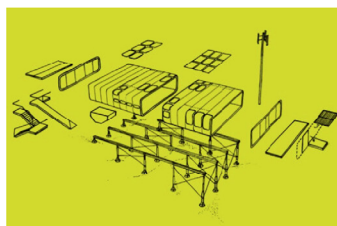
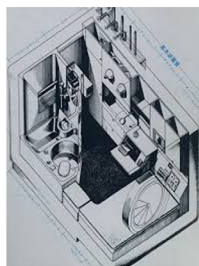


Manning Portable Cottage



Metastadt

Nakagin Capsule Tower

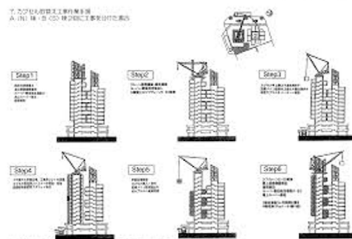


Zip-Up House

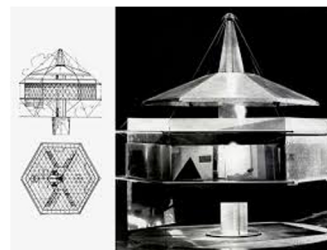


Wikihouse

Nakagin Capsule Tower



Micro Compact home



Dymaxion House

διάγραμμα 4:

## 5.5 ΤΥΠΟΣ Ε:

Ως προς την υλικοτητα της κατασκευής:

5.5.1. Ξύλο(manning portable cottage, wikihouse)

5.5. 2. Μέταλλο (αλουμίνιο)(micro compact house)

5.5. 3.Οπλισμένο σκυρόδεμα (metastadt, dymaxion house, micro compact house, nakagin capsule tower)

5.5.4. Πλαστικό,συνθετικά υλικά(zip-up enclosure)

1.Οι ιδιότητες του ξύλου είναι αυτές που το καθορίζουν κατάλληλο για προκατασκευή καθώς έχει σχετικά μικρό βάρος υψηλή θερμοχωρητικότητα και αντοχή σε εφελκυσμό και οι συνδέσεις μεταξύ των επιμέρους ξύλινων στοιχείων γίνονται πολύ εύκολα(συνήθως «κουμπωτά»). Κύριο μειονέκτημά του είναι η δυνατότητα εξάντλησης των πόρων που περιορίσε τη χρήση του στη βόρεια Ευρώπη. (wiki-house,manning portable cottage)

2.Το αλουμίνιο λόγω του χαμηλού ειδικού βάρους και της αυξημένης αντοχής έναντι διαβρώσεως αποτελεί μία καλή λύση για προκατασκευή δομικών στοιχείων. (ΥΠΙΚΕ,ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α': ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ – Άρθρο 3: Ορισμοί)(micro compact house,dymaxion house)

3. Το οπλισμένο σκυρόδεμα σε προκατασκευασμένα κτήρια είναι συχνό φαινόμενο και συνήθως ενδείκνυται για μεγάλα κτήρια με σχετικά απλή μορφή. Η χρήση προκατασκευασμένου σκυροδέματος κυρίως γραμμικής προκατασκευής, παρατηρείται συχνά στα βιομηχανικά κτήρια καθώς χαρακτηρίζονται από τη χρήση κανάβου, τυποποίηση και συνήθως είναι ισόγεια.

Τα πλεονεκτήματά του είναι η ανθεκτικότητα, το σχετικά χαμηλό αρχικό κόστος της ενέργειας για την παραγωγή, χωρίς μεγάλα έξοδα εφαρμογής, υψηλή θερμική μάζα, αντοχή στη φωτιά, ηχομονωτική

ικανότητα, δυνατότητα ανακύκλωσης τσιμέντου και οπλισμών καθώς και η δυνατότητα να πάρει ακρετές μορφές καθώς είναι εύπλαστο. Τα μειονεκτήματα συγκεντρώνονται κυρίως στην μεταφορά και ανύψωση των προκατασκευασμένων στοιχείων καθώς απαιτεί ειδικό μηχανικό και τεχνικό εξοπλισμό και το σχετικά μεγάλο τους βάρος που δυσκολεύουν την κατασκευή του. (διπλωματική 1)(nakagin capsule tower,micro compact house,dymaxion house,metastadt)

4. Το πλαστικό πρόκειται για ένα δομικό υλικό ελαφρύ, οικονομικό και οικολογικό. Είναι εύκαπτο και μπορεί να διαμορφωθεί σε οποιαδήποτε μορφή, χρώμα και υφή. Η υλικοτητά του προσφέρει διαφάνεια, οδηγώντας το φυσικό φως μέσα στην κατασκευή καθώς και δομική σταθερότητα. λόγω της αντοχής του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε τμήμα της κατασκευής, όπως πρόσοψη,οροφή ανοίγματα και άλλα.Στην κατηγορία του πλαστικού περιλαμβάνεται το PVC, το καοτσουκ και άλλα.(ηλ. πηγή 3)(zip-up enclosure)

## ΤΥΠΟΣ Ε:



ΞΥΛΟ



ΜΠΕΤΟ  
(ΧΑΛΥΒΑΣ)



ΠΛΑΣΤΙΚΟ



ΜΕΤΑΛΛΟ



wikihouse



nakagin capsule tower



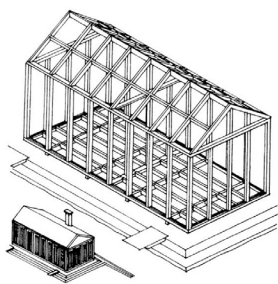
dymaxion  
house



Zip-Up  
House



Micro  
Compact  
House



Manning  
Portable  
Colonial  
Cottage



Micro Compact  
House



Metastadt

διάγραμμα 5:

## 5.6 ΤΥΠΟΣ ΣΤ:

Ως προς τον τρόπο συναρμολόγησης των στοιχείων της κατασκευής:

5.6.1. Με χύτευση: Χύτευση ονομάζουμε την μέθοδο παραγωγής αντικειμένων, κατά την οποία το υλικό (μέταλλο, μπετό) σε υγρή μορφή παροχετεύεται σε καλούπι. Όταν ψύχεται (στερεοποιείται) παίρνει το σχήμα του καλουπιού. (nakagin capsule tower, micro compact house,

5.6.2. Βιδωτά: Είναι όταν για την ένωση των στοιχείων της κατασκευής χρησιμοποιούνται βίδες και μεταλλικά ελάσματα. (metastadt, dymaxion house, manning portable cottage )

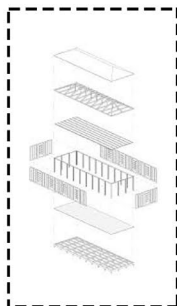
5.6.3. Κουμπωτά: Όταν τα εξαρτήματα μιας κατασκευής “κουμπώνουν” το ένα με το άλλο μέσω εγκοπών και σφήνων. (wikihouse)

5.6.4. Συγκολιτά: Όταν χρησιμοποιείται η συγκόλληση για την ένωση δύο τμημάτων της κατασκευής. (metastadt)



Nakagin  
Capsule  
Tower

Manning Portable  
Cottage



wikihouse

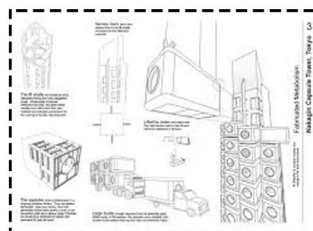


ΧΥΤΕΥΣΗ

ΒΙΔΩΤΟ

ΚΟΥΜΠΩΤΟ (ΣΦΗΝΕΣ-ΕΓΚΩΠΕΣ)

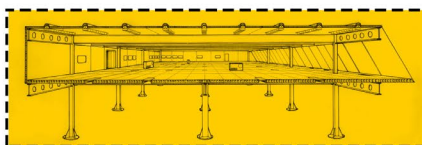
ΣΥΓΚΟΛΗΣΗ



Dymaxion  
House



Metastadt



Zip-Up  
House

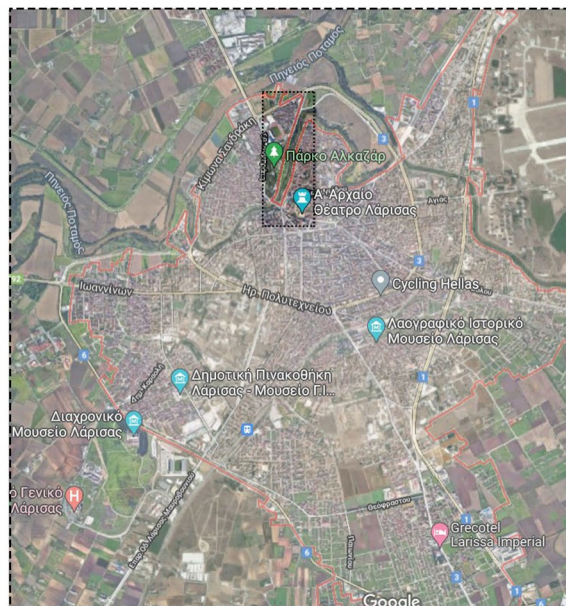
Στην ενότητα αυτή θα γίνει η παρουσίαση της πρότασης για τη δημιουργία μονάδων εκθεσιακού χώρου, τοποθετημένα σε ανοιχτό χώρο πρασίνου. Ο σχεδιασμός τους έχει γίνει με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν και να πολλαπλασιαστούν σε οποιοδήποτε σημείο ανοιχτού χώρου και με την προϋπόθεση ότι η έκθεση που θα φιλοξενεί θα βασίζεται σε ψηφιακό υλικό.

## 6.1 ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ:

Στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασία επέλεξα να τοποθετήσω το project μου στην πόλη της Λάρισας, σε ανοιχτό χώρο πρασίνου, παράλληλα στον Πηνειό ποταμό.

Η Λάρισα είναι πόλη της Θεσσαλίας, έδρα του δήμου Λαρισαίων και πρωτεύουσα της Περιφερειακής Ενότητας Λάρισας. Αποτελεί σημαντικό εμπορικό κέντρο και κόμβο επικοινωνιών και συγκοινωνιών, ενώ η περιοχή φημίζεται για την αγροτική της παραγωγή καθώς βρίσκεται στην Θεσσαλική Πεδιάδα. Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 ο πληθυσμός της ανέρχεται στους 144.651 κατοίκους και η εκτασή της στα 88 τ.χλμ. Είναι χτισμένη σε μεσόγεια θέση στις δύο όχθες του Πηνειού ποταμού και βρίσκεται στο κέντρο του ανατολικού τμήματος της θεσσαλικής πεδιάδας. Το υψόμετρο της πόλης από το επίπεδο της θάλασσας είναι στα 80 μέτρα. Τα βουνά που περικλείουν την πόλη είναι από ανατολικά τα όρη Όσσα (1972 μ.) και Μαυροβούνι (1.054 μ.), από βόρεια ανατολικά τα όρη Κάτω Όλυμπος (1.587 μ.) και Όλυμπος (2.918 μ.), από βόρεια δυτικά το όρος Μελούνα και το όρος Τίτανος (693 μ.).(ηλ.πηγη 4)

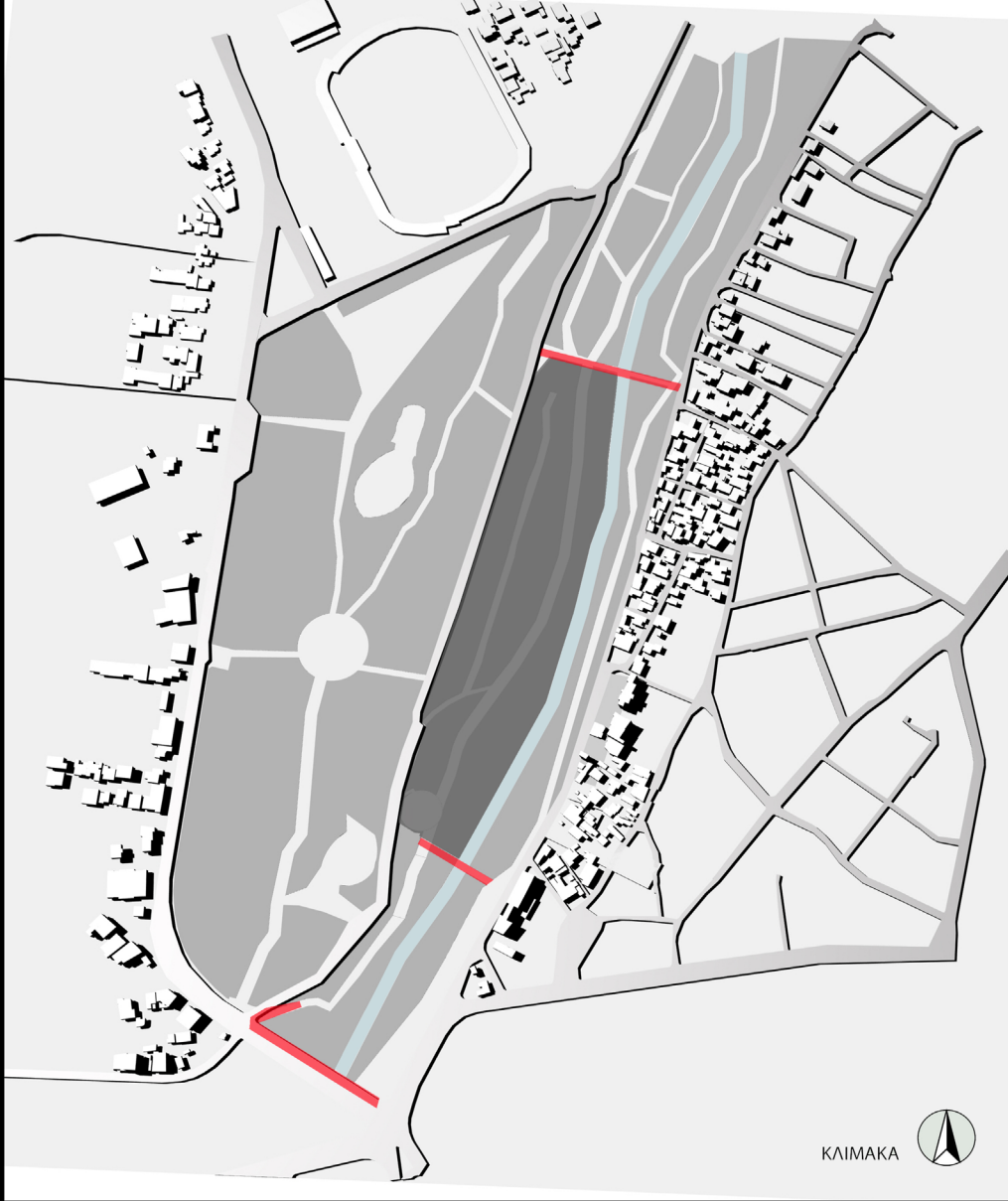
Το σημείο που θα τοποθετηθεί η κατασκευή είναι προσβάσιμο από τρία σημεία, δύο γέφυρες, η μία από το δρόμο και η δεύτερη από την άλλη πλευρά του ποταμού. Το τρίτο σημείο είναι η σκάλα στην κεντρική πεζογέφυρα. Η τοποθέτηση σε αυτό τον χώρο γίνεται για στρατηγικούς λόγους, καθώς αποτελεί ένα σημείο με μεγάλη κινητικότητα (χώρος ελεύθερος για περίπατο, αθλητικές δραστηριότητες, τρέξιμο, χαλάρωση)



ΧΑΡΤΗΣ ΛΑΡΙΣΙΑΣ







- ΣΗΜΕΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ-ΓΕΦΥΡΕΣ
- ΠΟΤΑΜΙ
- ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΖΟΟΜ:  
Περιοχή μελέτης

## 6.2 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ-ΙΔΕΑ

Το συγκεκριμένο project τόσο στο κατασκευαστικό κομμάτι όσο και στην επιλογή της θεματολογίας που θα φιλοξενή, βασίζεται στο πρότυπο του ανοιχτού συστήματος κατασκευής. Πηγή έμπνευσης για τη δημιουργία του αποτέλεσε η κατασκευαστική λογική του Wikihouse Den Bosch και γενικότερα όλη η φιλοσοφία πάνω στην οποία στηρίχτηκε ο σχεδιασμός των ανοιχτού τύπου κατασκευών.

Όπως και με το παράδειγμα του Wikihouse έτσι και στο project αυτό δημιουργείται μία κοινότητα, η οποία έχει στόχο τη συνεργασία διάφορων ειδικοτήτων και τεχνογνωσιών για την παραγωγή ενός έργου. Συγκεκριμένα κάθε άτομο, ακόμα και ένας απλός πολίτης, μπορεί να συμμετάσχει τόσο στη διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής όσο και στην επιλογή και στη σύνθεση της έκθεσης που θα φιλοξενή το project. Προϋπόθεση είναι ο πολίτης που θα επιθυμεί να συμμετάσχει σε ένα από τα δύο μέρη (Κατασκευαστικό μέρος και θέμα έκθεσης) ή και στα δύο, να μοιράζει την τεχνογνωσία του και την εμπειρία του στα υπόλοιπα μέλη της κοινότητας. Η συλλογή διαφόρων ειδικοτήτων γίνεται καθαρά έτσι ώστε να υπάρχουν οι ειδήμονες για την σωστή λειτουργία του προγράμματος οι οποίοι θα μεταδώσουν τις γνώσεις τους στους υπόλοιπους αλλά και πολίτες οι οποίοι θέλουν να συμμετέχουν για να προσφέρουν στην πόλη τους.



### 6.3 MASTERPLAN:(ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΡΓΟ)

Το project αναπτύσσεται γραμμικά με τη μορφή ενός φιδιού, το οποίο προκύπτει από την αποφυγή της υπάρχουσας φύτευσης και ακολουθεί την ροή του ποταμού. Το πράσινο του οικοπέδου έχει διατηρηθεί και έχει ενισχυθεί σε διάφορα σημεία δημιουργώντας την αίσθηση μικρών δασών. Η έκτασή του project είναι απεριόριστη και εξαρτάται από το θέμα που θα φιλοξενεί κάθε φορά. Η εναλλαγή της θεματολογίας θα ποικίλει ανάλογα με τις ανάγκες της έκθεσης. Οι βασικές κατασκευαστικές ενότητες στις οποίες χωρίζεται το project είναι: τη μονάδα-modules και την πέργκολα. Υπάρχουν δύο τύποι μονάδας, η πρώτη η οποία περιέχει τον κατάλληλο εξοπλισμό έτσι ώστε να γίνεται η καταγραφή επι τόπου των αφηγήσεων-ιστοριών και η δεύτερη στην οποία θα γίνεται η προβολή του υλικού αυτού. Η δεύτερη κατασκευαστική ενότητα είναι η πέργκολα που οριοθετεί το project, κατευθύνει τον επισκέπτη προς τον εκθεσιακό χώρο, και τον προσκαλεί να ακολουθήσει την πορεία αυτή.

Το masterplan, όπως αναφέρθηκε, οργανώνεται με τη μορφή καμπυλώσεων-φιδιού δημιουργώντας μία διαδρομή. Η διαδρομή αυτή έχει δύο σημεία κύριας εισόδου έτσι ώστε απ' όπου κι αν εισέρχεται ο περαστικός να μπορεί να παρακολουθήσει το θέμα της έκθεσης. Υπάρχουν 3 σημεία εκτόνωσης, που αγκαλιάζονται από τη βασική διαδρομή-«φιδάκι» και στα οποία μπορούν να λαμβάνουν χώρα διάφορες δράσεις, όπως παρουσιάσεις των ιστοριών της έκθεσης με τη μορφή αφηγήσεων, δημιουργία συζητήσεων για άτομα με προβλήματα όρασης ή μαθησιακές δυσκολίες, μέσα σε ένα περιβάλλον που δίνει την αίσθηση της οικογένειας-παρέας. Τις ώρες που δεν θα λαμβάνει χώρα κάποια δράση θα μπορεί να χρησιμοποιείται ο χώρος για χαλάρωση και παιχνίδι, ή σημείο για συζήτηση. Οι χώροι αυτοί έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να έχουν θέα προς το ποτάμι. Όλη η κατασκευή στρέφεται προς το ποτάμι.

Το κάθε σημείο εκτόνωσης είναι και εκείνο που διαχωρίζει το θέμα της έκθεσης σε 3 κομμάτια ανάλογα με

την χρονολογία. Το πρώτο κομμάτι αφορά τη Λάρισα του παρελθόντος (από την απελευθέρωσή της το 1881 έως τη δεκαετία του 80'). Σκόπος δεν είναι τόσο η ιστορική παράθεση γεγονότων όσο οι προσωπικές ιστορίες και το πώς βίωσαν κάποιες καταστάσεις οι ίδιοι οι πολίτες ακόμη και ιστορίες που έμαθαν από τους προγόνους τους που ζούσαν εκείνη την εποχή. Το υλικό της έκθεσης μπορεί να είναι βίντεο με διηγήσεις που προέρχονται όχι μόνο από ιστορικούς και ειδήμονες αλλά και από πολίτες που έχουν να μοιραστούν τη δική τους ιστορία.

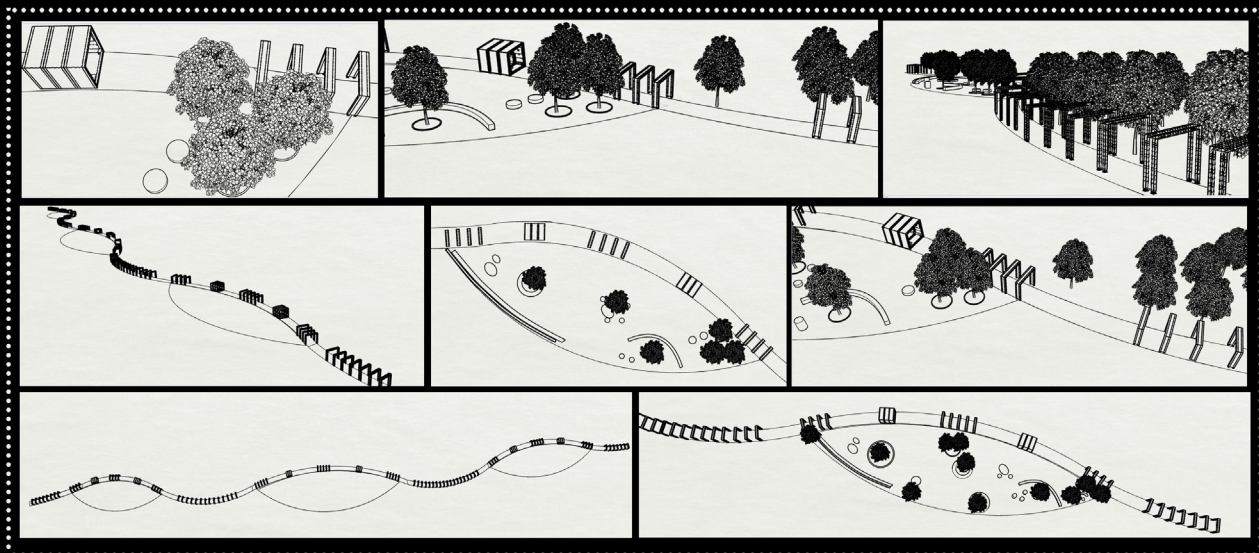
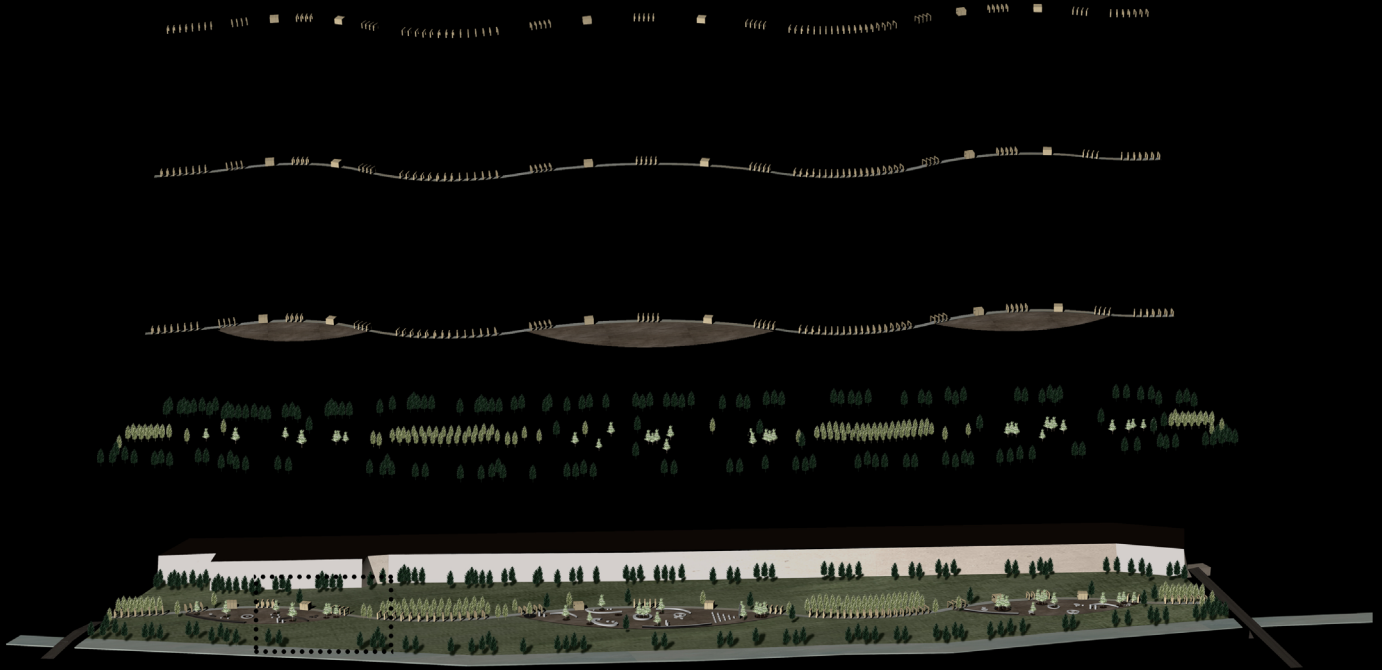
Το δεύτερο κομμάτι ξεκινά τις αρχές της δεκαετίας του 90' έως και σήμερα όπου και κλείνει το θέμα του παρόντος. Το τρίτο κομμάτι και τελευταία κατηγορία ανήκει το μέλλον, όπου και θα παρουσιάζονται καινοτομίες, ιδέες που αφορούν την εξέλιξη της πόλης της Λάρισας για την καλύτερη διαβίωση σε αυτή, κάνοντάς την μία πόλη του μέλλοντος. Ο κάθε πολίτης θα μπορεί μέσω βίντεο περιορισμένης διάρκειας να μιλάει για τις ιδέες του που αφορούν την πόλη, και μπορεί να σχετίζονται με τις δραστηριότητες του ή προτάσεις για project που θα βοηθήσουν στην ανάπτυξη της πόλης.

Κάθε μονάδα οριοθετείται από μία ομάδα από πέργκολες, από τις οποίες η τελευταία είναι εκείνη στην οποία αναγράφεται και ο τίτλος της έκθεσης που φιλοξενεί η συγκεκριμένη μονάδα-modulo. Οι αποστάσεις της κάθε πέργκολας με την επομένη της είναι τέτοιες, έτσι ώστε να μην περιορίζεται η θέα και να δίνεται έμφαση στο περιβάλλον.

# MASTERPLAN: ΠΡΟΟΠΤΙΚΟ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ

## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

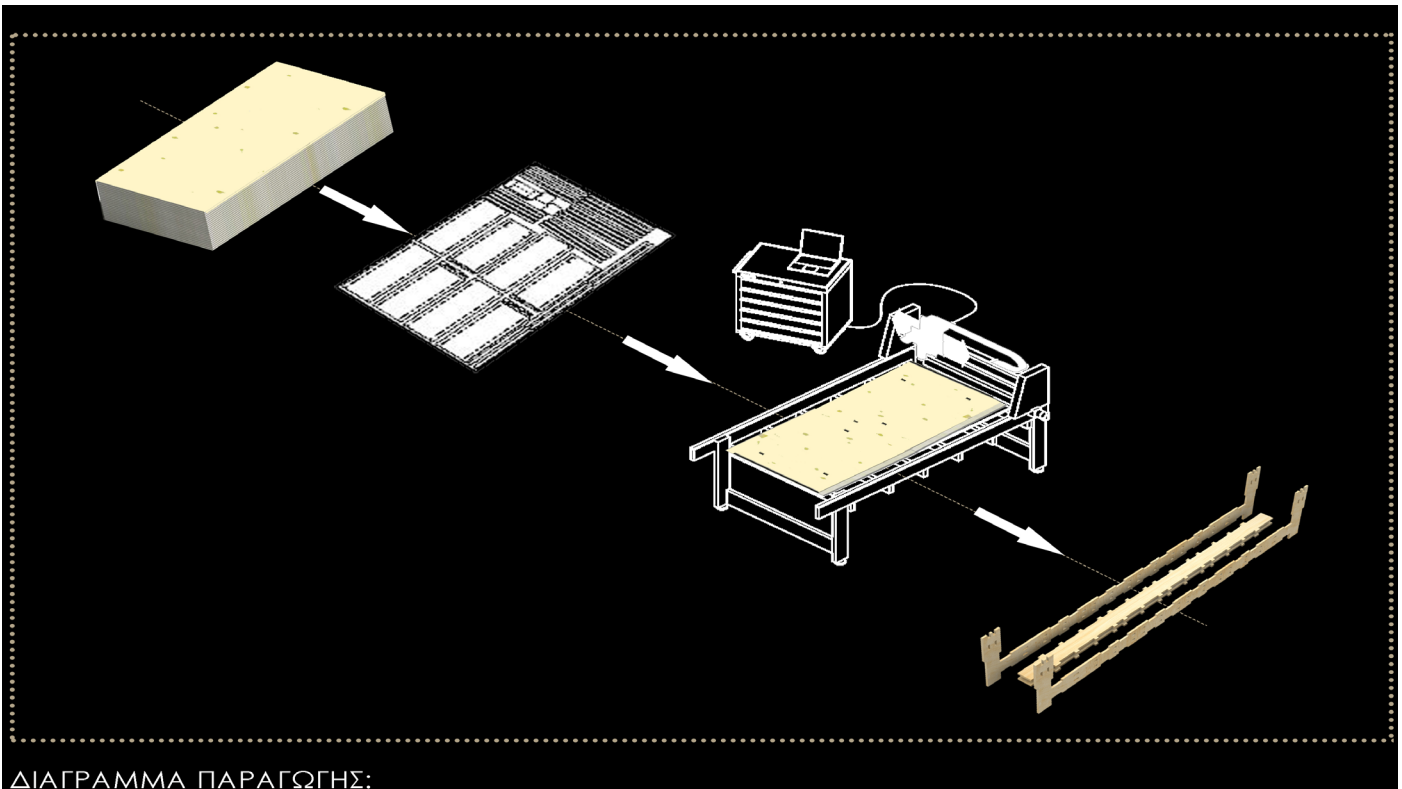
- Παρέμβαση-φύτευση
- υπάρχων πράσινο
- χώροι δράσης
- γέφυρες
- ποτάμι-Πηνειός
- επικλινές έδαφος



#### 6.4 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ:

Η παραγωγή και η συναρμολόγηση της κατασκευής θα γίνει επί τόπου στο χώρο που θα τοποθετηθεί. Μέσω ειδικών μηχανημάτων CNC θα γίνει η κοπή των κομματιών- εξαρτημάτων της κατασκευής, θα γίνει η συναρμολογή τους με τη χρήση μόνο ενός σφυριού καθώς και με τη βοήθεια των οδηγών συναρμολόγησης (βλ. παράρτημα). Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν είναι επιφάνειες κόντρα πλακέ θαλάσσης διαστάσεων 1.25m x 3m και πάχους 0.02m.(διάγραμμα Av)

Η συναρμολόγηση των εξαρτημάτων-στοιχείων της κατασκευής γίνεται μέσω εγκοπών. Το ένα εξάτημα κουμπώνεται με το άλλο με τη βοήθεια ενός μόνο σφυριού.



## 6.5 Η ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

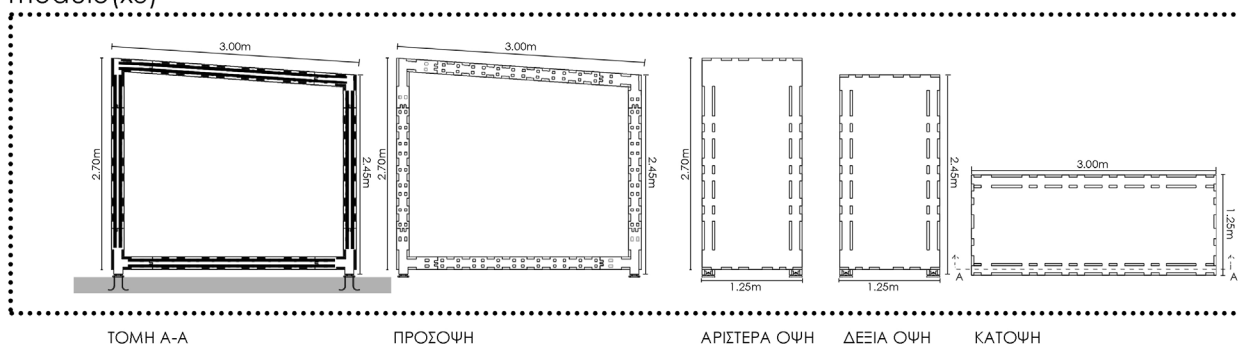
Η μονάδα αποτελείται από 3 modulo ενωμένα μέσω ενός ειδικού συστήματος, τοποθετημένο εσωτερικά των «τοιχωμάτων» της κατασκευής. Το κάθε modulo αποτελείται από προτυποποιημένα εξαρτήματα συγκεκριμένων διαστάσεων, με την ένωση των οποίων δημιουργούν το modulo.

Η κάθε μονάδα εμπεριέχει τον κατάλληλο τεχνολογικό εξοπλισμό καθώς και έπιπλα, σχεδιασμένα και συναρμολογημένα με τον ίδιο τρόπο, έτσι ώστε να καλύψει τις ανάγκες της έκθεσης. Το κάθε modulo διαθέτει διάφορα κενά- θέσεις, πάνω στα οποία κουμπώνει ο εξοπλισμός- έπιπλα. Οι θέσεις αυτές είναι σε διάφορα σημεία έτσι ώστε να είναι ευέλικτα στη τελική οργάνωση του εσωτερικού της μονάδας, ανάλογα με τις ανάγκες τις εκάστοτε έκθεσης (Διάγραμμα Αν)

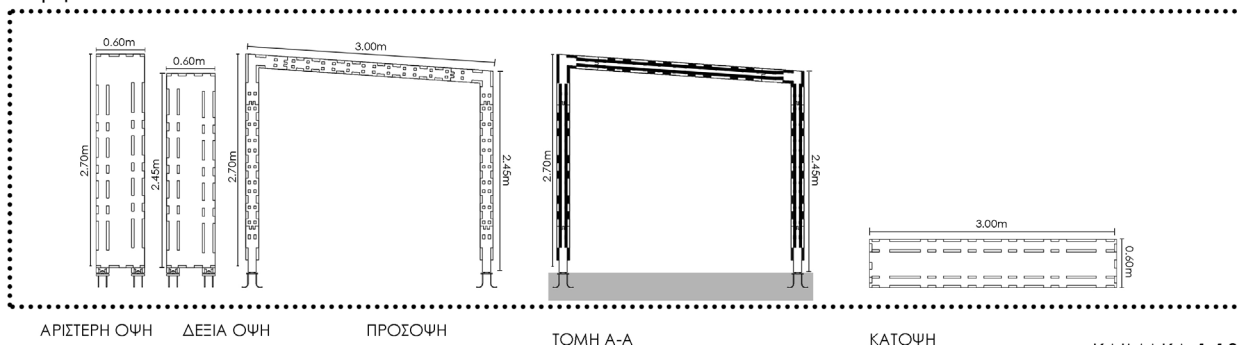
διάγραμμα: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ-ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ modulo (x3)

Η κατασκευή στηρίζεται πάνω σε μεταλλικά θεμέλια-«ποδαράκια» τα οποία αυξομειώνονται, για να έχουν τη δυνατότητα να προσαρμόζονται στο ανάγλυφο του εδάφους. Όσο αφορά την οροφή έχει γίνει μία αισθητή κλίση έτσι ώστε να μπορούν να φεύγουν τα νερά της βροχής. Επίσης έχει ενισχυθεί με ασφαλτόπανο έτσι ώστε να μην επιτρέπει το νερό να εισχωρήσει στο υλικό της κατασκευής. Η κλίση αυτή εκτός από λειτουργικό, έχει και συμβολικό χαρακτήρα καθώς έχει στραφεί προς τη μεριά του ποταμού, για να φανεί η σημασία που δίνεται στο ποτάμι άρα και στη φύση.

Η ένωση των modules γίνεται με ένα σύστημα, το οποίο διαπερνά τα τοιχώματα της κατασκευής μέσα από τις γωνίες της.

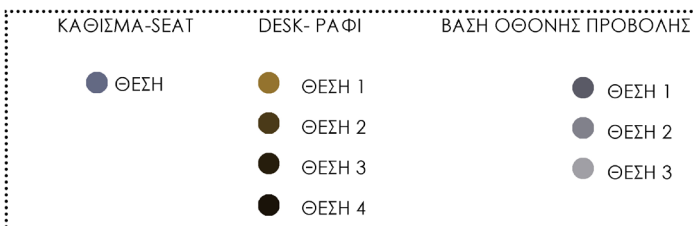
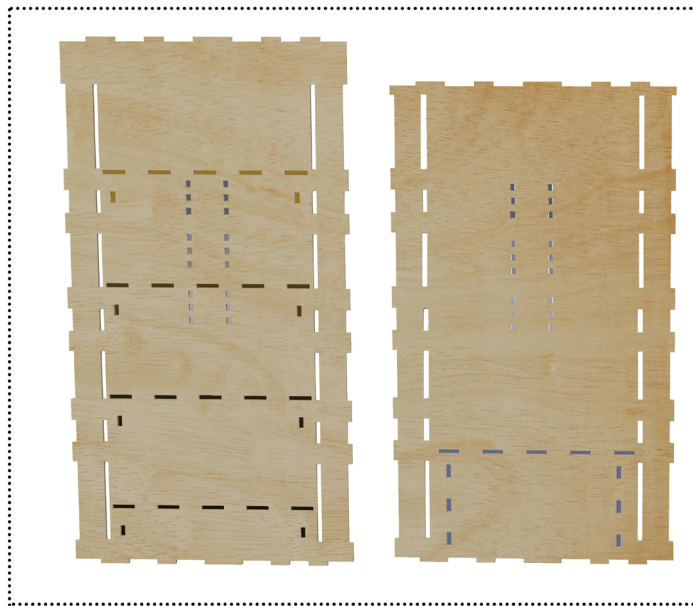


### πέργκολα

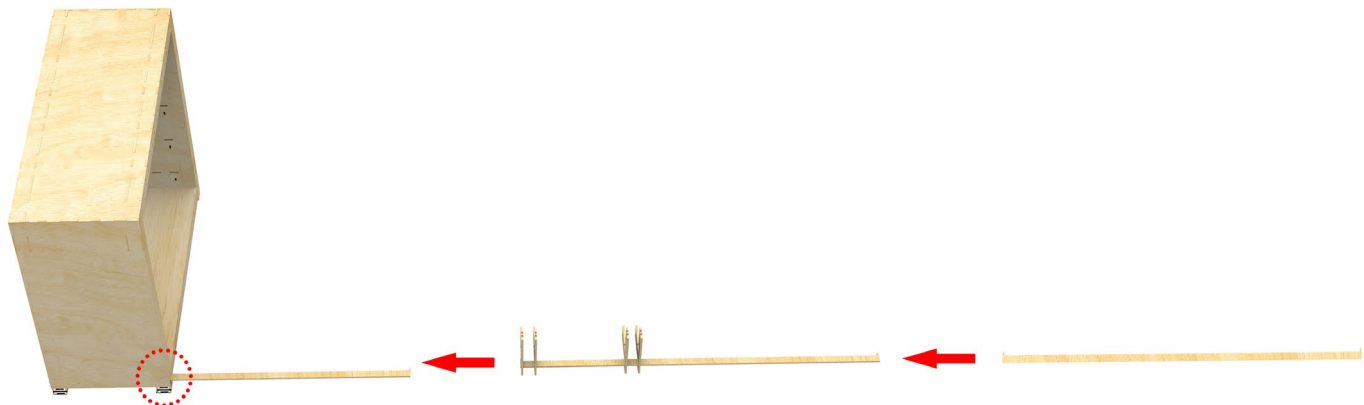


ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

Διάγραμμα: Θέσεις για εσωτερικά-έπιπλα



Διάγραμμα: Σύνδεση μεταξύ modules.



Η μονάδα- έκθεσης θα περιλαμβάνει ένα έπιπλο κάθισμα(seat), ένα έπιπλο-ράφι(desk) όπου θα τοποθετούνται υλικά εκθέματα και μία βάση πάνω στην οποία θα τοποθετούνται smart οθόνες για την προβολή του ψηφιακού υλικού.

Η μονάδα καταγραφής θα εμπεριέχει τον κατάλληλο τεχνολογικό εξοπλισμό για την καταγραφή εικόνας και ήχου, καθώς και έπιπλα όπως κάθισμα(seat), γραφείο- τραπέζι(desk) και βάση για την οθόνη ή για την τοποθέτηση του εξοπλισμού καταγραφής.

Όσο αφορά την πέργκολα, η μορφή της καθώς και ο σχεδιασμός της έχει γίνει έτσι ώστε να συνομιλεί με την μονάδα, καθώς και η νοητή ένωση πέργκολας και μονάδας να δίνει την αίσθηση από μακριά μιας ενιαίας κατασκευής, η μορφή της οπίας θυμίζει την ουρά ενός φιδιού.

Η θεμελίωση της πέργκολας έχει γίνει με σταθερά στηρίγματα-θεμέλια, ίδιων διαστάσεων με αυτών της μονάδας.

Η πέργκολα η οποία βρίσκεται κοντά στη μονάδα είναι και εκείνη που περιέχει μία βάση πάνω στην οποία θα εγκατασταθεί μία οθόνη, μία ψηφιακή επιγραφή, η οποία θα αναγράφει τον τίτλο της έκθεσης που θα φιλοξενεί η μονάδα που ακολουθεί.



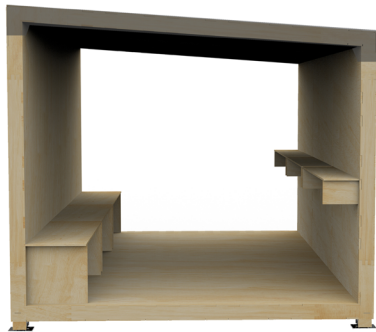
## 6.5.1 ΜΟΝΑΔΑ

ΜΟΝΑΔΑ:  
(x3)Modulo έκθεσης-προβολής



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ:

ασφαλτόπανο: οροφή



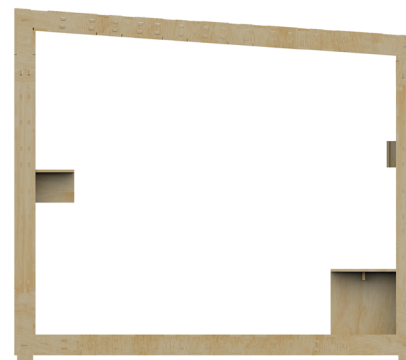
προοπτικό



αριστερή όψη



κάτοψη

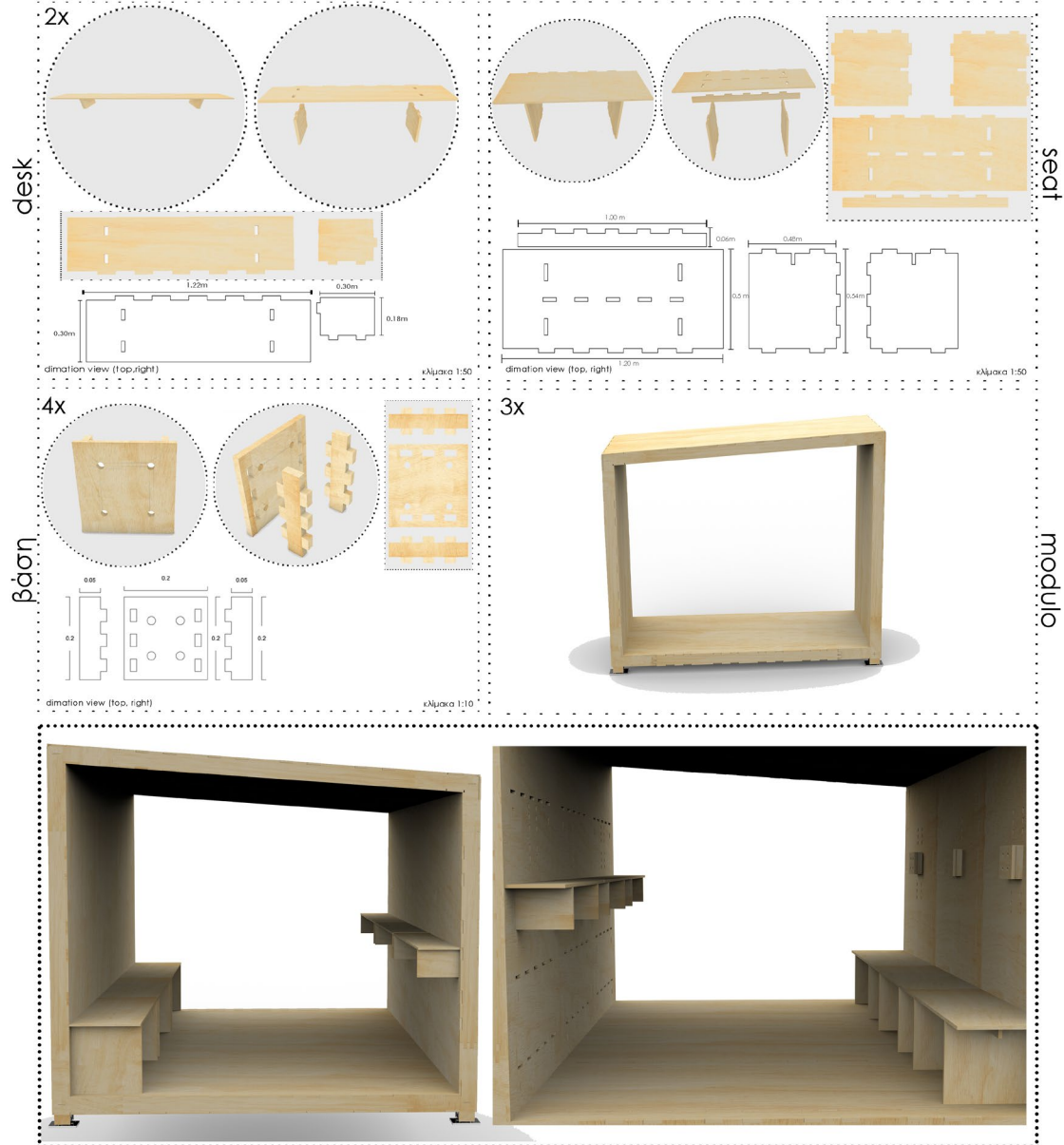


πρόσοψη

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50

## 6.5.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 1

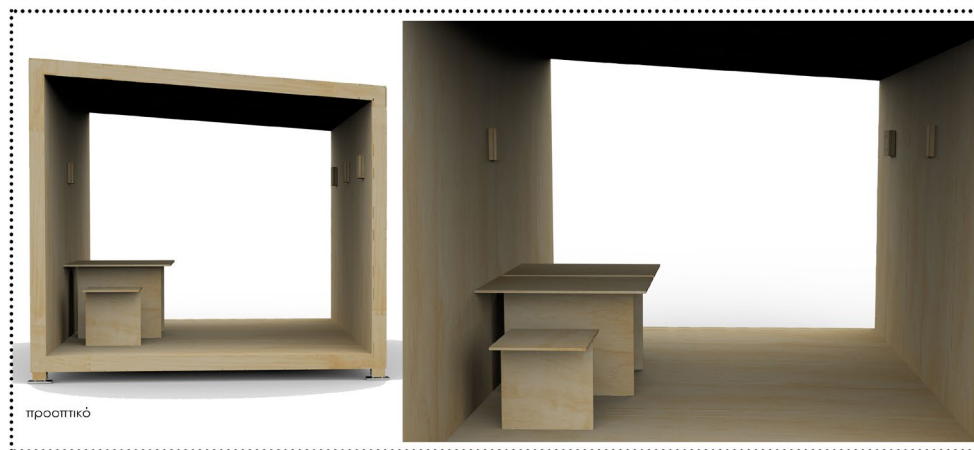
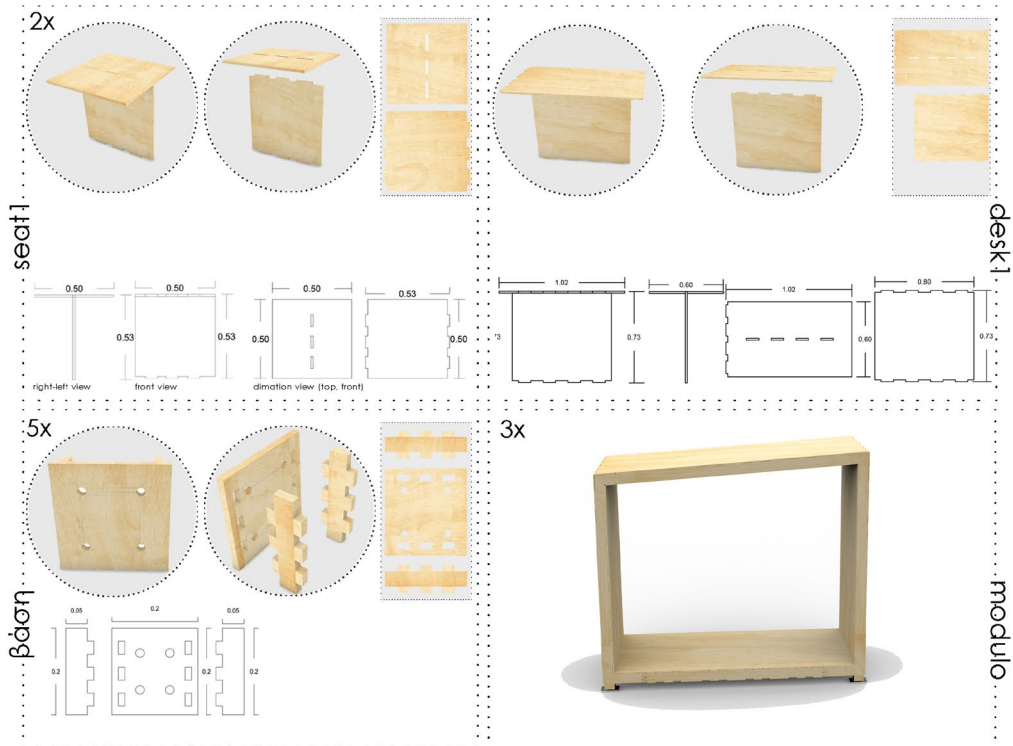
ΜΟΝΑΔΑ ΕΚΘΕΣΗΣ:



Διάγραμμα: Μονάδα και εξοπλισμός 2:

## 6.5.3 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ 2

### ΜΟΝΑΔΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ



Διάγραμμα: Πέργκολα και εξοπλισμός 3

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ (ΕΠΙΠΛΑ)



## ΠΡΟΤΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ:

Στην ενότητα αυτή θα γίνει η παρουσίαση μιας σειράς δοκιμών μακετών εργασίας, οι οποίες βοήθησαν στη δημιουργία της τελικής μορφής της κατασκευής.

## 7.1 ΔΟΚΙΜΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για τον σχεδιασμό της μονάδας και της πέργκολας ακολουθήθηκε μία σειρά δοκιμών μακέτας σε κλίμακα 1:10. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε χαρτόνι γκρί 1.5mm πάχους, στην πορεία χαρτόνι λευκό του 1.5mm ενώ για την τελική μακέτα έγινε χρήση γυαλιστερού λευκού χαρτονιού σε πάχος 2mm έτσι ώστε να πλησιάσει τους ανοιχτούς χρωματισμούς του κόντρα πλακέ θαλάσσης. Με τη βοήθεια των μακετών εργασίας επιτεύχθηκε ο σωστός σχεδιασμός καθώς και η διαδικασία συναρμολόγησης των επιμέρους στοιχείων της κατασκευής. Βασική ιδέα αποτέλεσε το modulo, που επαναλαμβανόμενο και συνδεδεόμενο με τα προηγούμενα θα δημιουργούσε μία μονάδα.

Ο σχεδιασμός των εξαρτημάτων της κατασκευής έπρεπε να γίνει με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μπορούν να κουμπώσουν το ένα με το άλλο και να συναρμολογηθούν με τη χρήση μόνο ενός σφυριού χωρίς καμία άλλη επεξεργασία ή ένωση.

Για την μορφή της πέργκολας, υλοποιήθηκαν διάφορες εναλλακτικές μέχρι την τελική της μορφή, που ήταν παρόμοιας κατασκευαστικής λογικής με αυτή της μονάδας. Σκοπός του σχεδιασμού αυτού ήταν η ένωση όλων των κατασκευαστικών μονάδων(ομάδες πέργκολας,μονάδες-modules) να δημιουργούν μία ενιαία κατασκευή η οποία θύμιζε την ουρά ενός φιδιού

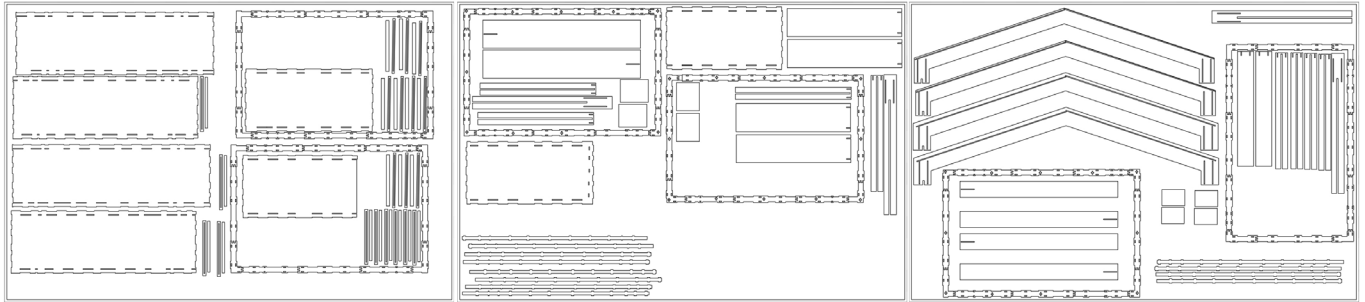
Η κοπή των μακετών εργασίας έγινε στο εργαστήριο της σχολής με την χρήση του μηχανήματος CNC.Μέσω ενός υπολογιστή στέλνονταν τα σχέδια των εξαρτημάτων που αποτελούσαν την κατασκευή, στο μήχνημα για κοπή. Στο κάθε εξάρτημα είχε χαραχτεί ένα κωδικό όνομα για να μπορέσει έπειτα να γίνει εύκολα η συναρμολογήσή τους.

### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΟΠΗΣ:



# ΔΟΜΙΚΗ 1

TEPLATES:



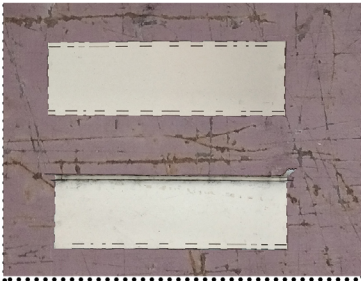
MODULO

ΠΕΡΓΚΟΛΑ:

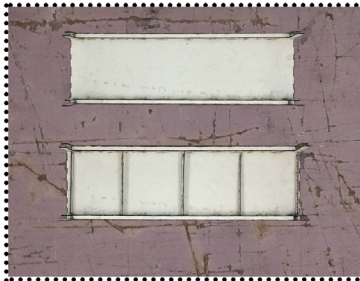
κλίμακα templates 1:10

## ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ MODULO ΒΗΜΑΤΑ:

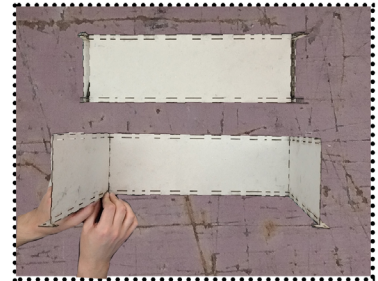
ΒΗΜΑ 1:



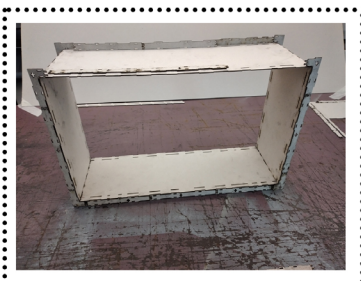
ΒΗΜΑ 2:



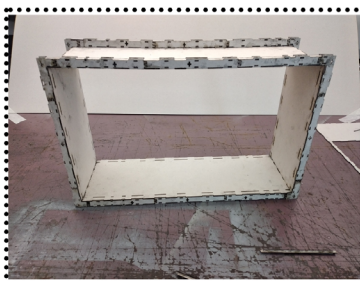
ΒΗΜΑ 3:



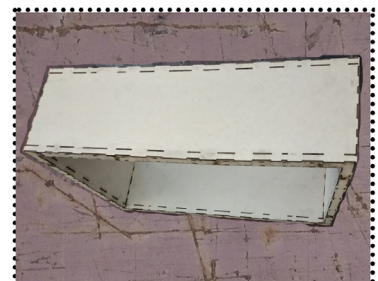
ΒΗΜΑ 4:



ΒΗΜΑ 5:



ΒΗΜΑ 6:



## ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ ΒΗΜΑΤΑ:

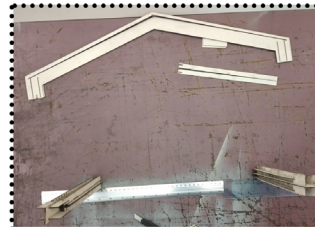
ΒΗΜΑ 1:



ΒΗΜΑ 2:



ΒΗΜΑ 3:

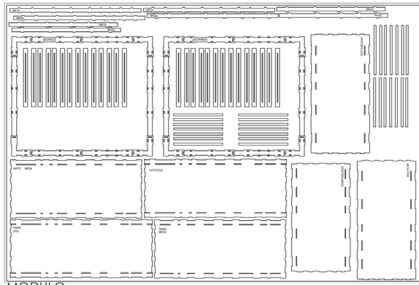


ΒΗΜΑ 4:

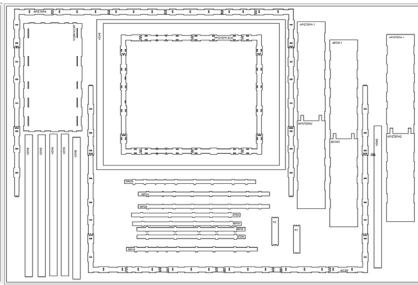


# ΔΟΜΙΚΗ 2

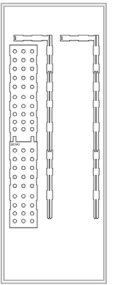
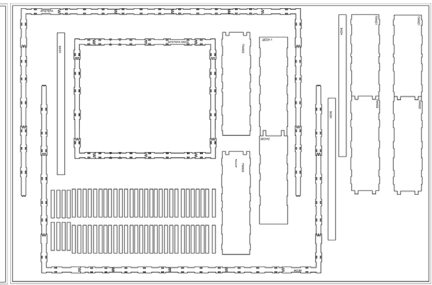
TEPLATES:



MODULO



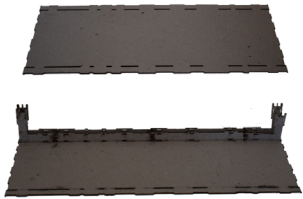
ΠΕΡΓΚΟΛΑ:



## ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ MODULO ΒΗΜΑΤΑ:

κλίμακα 1:10

ΒΗΜΑ 1:



ΒΗΜΑ 2:



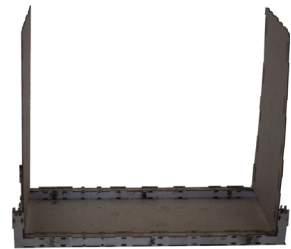
ΒΗΜΑ 3:



ΒΗΜΑ 4:



ΒΗΜΑ 5:



ΒΗΜΑ 6:



## ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ ΒΗΜΑΤΑ:

ΒΗΜΑ 1:



ΒΗΜΑ 2:



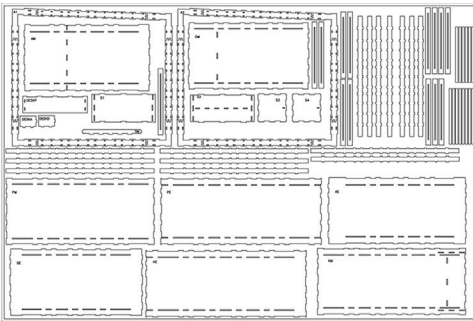
ΒΗΜΑ 3:



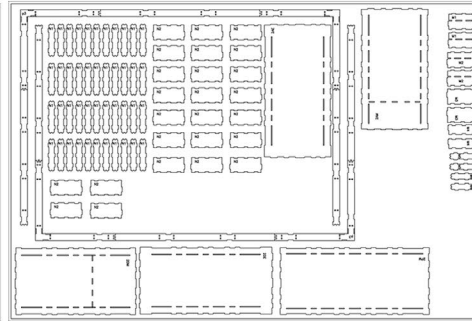


# ΔΟΜΙΚΗ 3

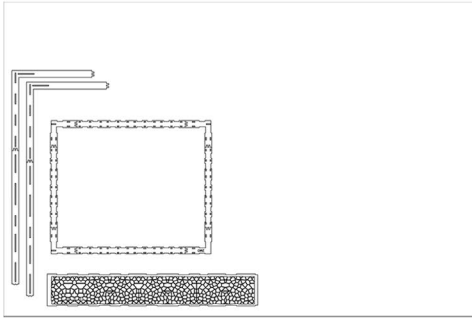
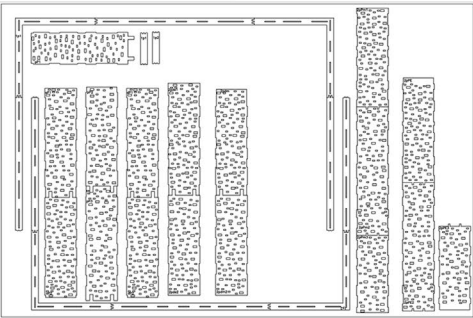
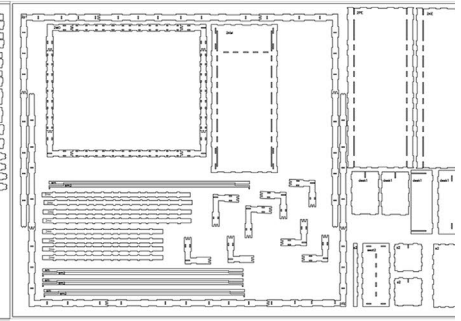
TEPLATES:



MODULO



ΠΕΡΙΚΟΛΑ:



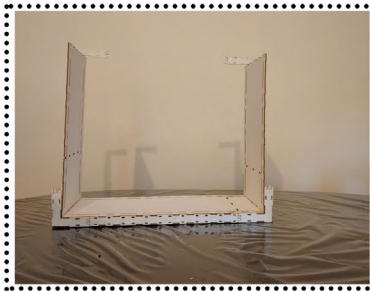
ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ  
MODULO ΒΗΜΑΤΑ:

κλίμακα 1:150

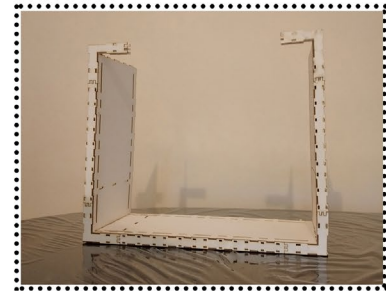
ΒΗΜΑ 1:



ΒΗΜΑ 2:



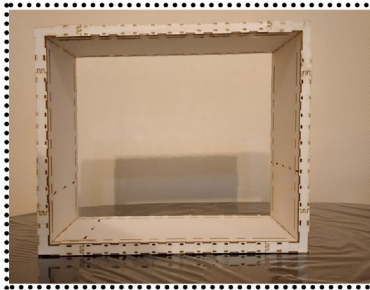
ΒΗΜΑ 3:



ΒΗΜΑ 4:



ΒΗΜΑ 5:

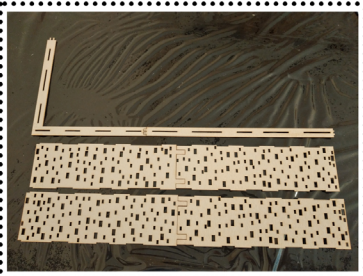


ΒΗΜΑ 6:



ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ  
ΒΗΜΑΤΑ:

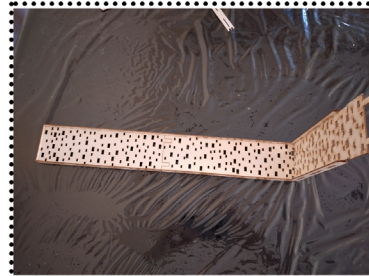
ΒΗΜΑ 1:



ΒΗΜΑ 2:



ΒΗΜΑ 3:



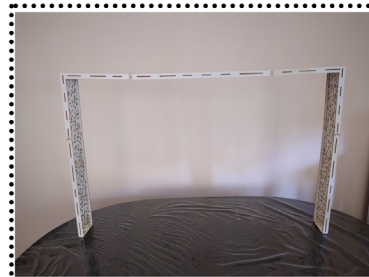
ΒΗΜΑ 4:



ΒΗΜΑ 5:

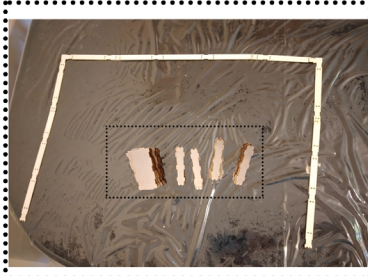


ΒΗΜΑ 6:



ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ 2  
ΒΗΜΑΤΑ:

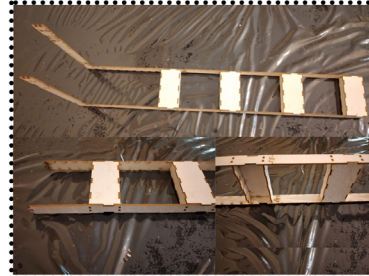
ΒΗΜΑ 1:



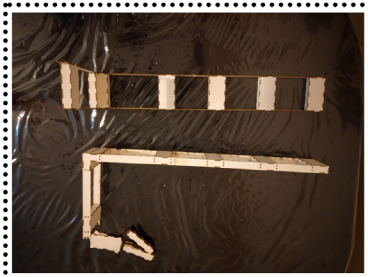
ΒΗΜΑ 2:



ΒΗΜΑ 3:



ΒΗΜΑ 4:



ΒΗΜΑ 5:



ΒΗΜΑ 6:



ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ 3  
ΒΗΜΑΤΑ:

ΒΗΜΑ 1:



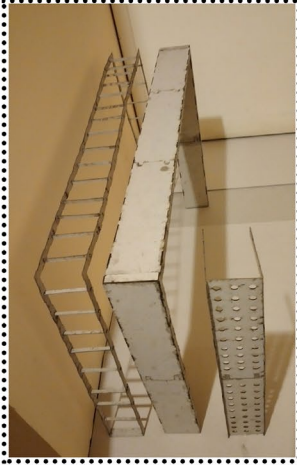
ΒΗΜΑ 2:



ΒΗΜΑ 3:



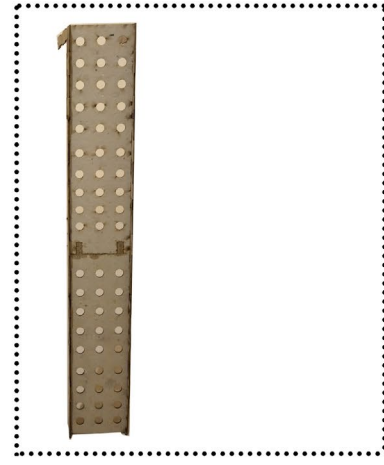
ΠΕΡΓΚΟΛΑ 3-2-5



ΠΕΡΓΚΟΛΑ 4:

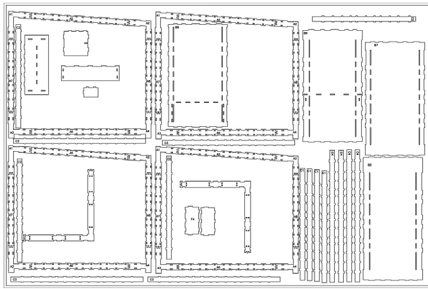


ΠΕΡΓΚΟΛΑ 5:

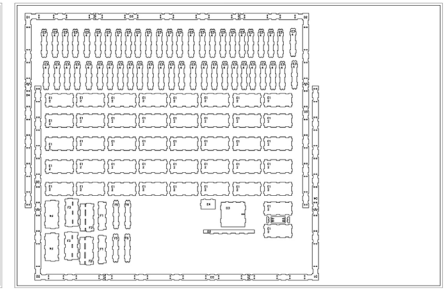
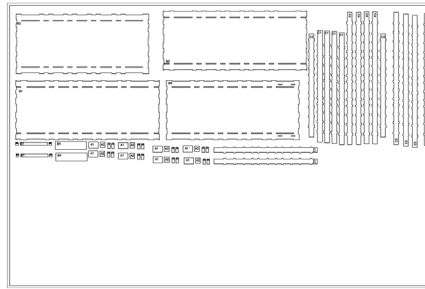


# ΔΟΜΙΚΗ 4

TEPLATES:



MODULO



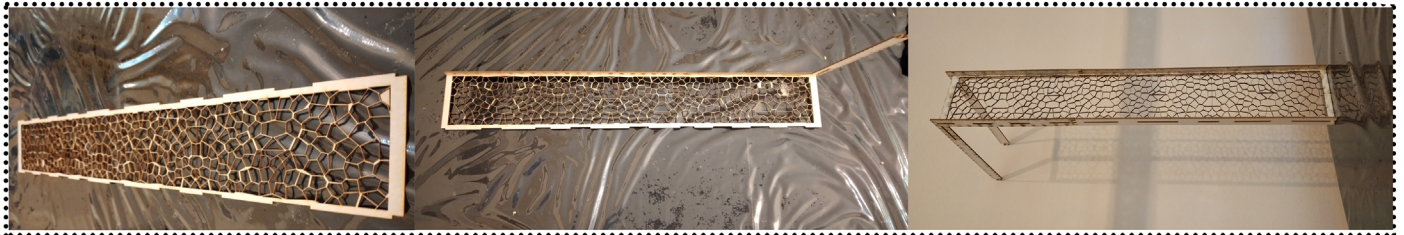
PERFKOLA:

ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ  
ΠΕΡΓΚΟΛΑ ΒΗΜΑΤΑ:

ΒΗΜΑ 1:

ΒΗΜΑ 2:

ΒΗΜΑ 3:



ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ  
MODULO ΒΗΜΑΤΑ:

ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ 2  
ΒΗΜΑΤΑ:

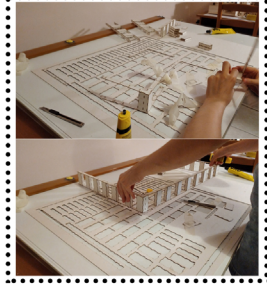
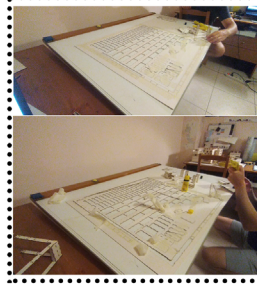
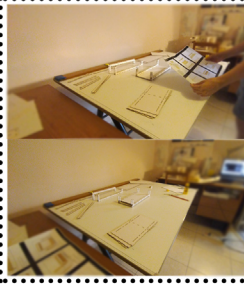
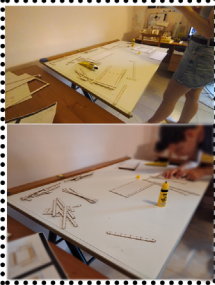
ΒΗΜΑ 1:

ΒΗΜΑ 2:

ΒΗΜΑ 3:

ΒΗΜΑ 1:

ΒΗΜΑ 2:



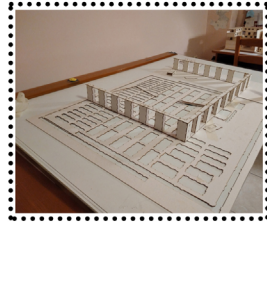
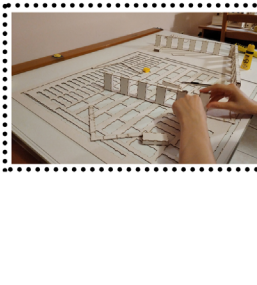
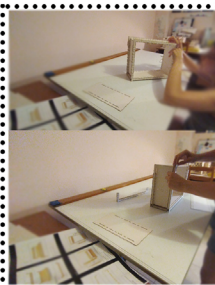
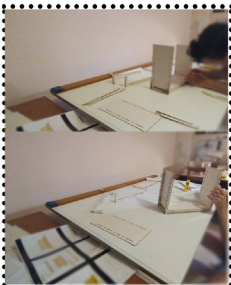
ΒΗΜΑ 4:

ΒΗΜΑ 5:

ΒΗΜΑ 6:

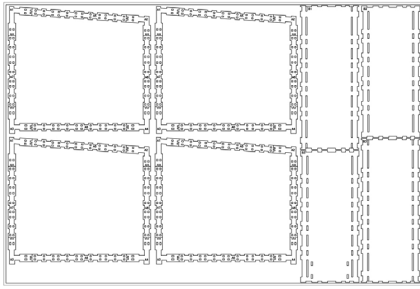
ΒΗΜΑ 3:

ΒΗΜΑ 4:

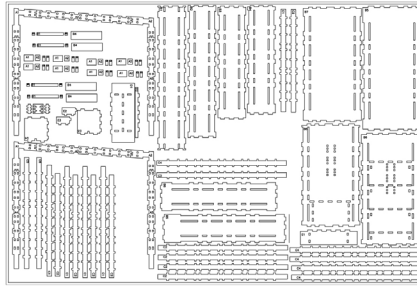


# ΔΟΜΙΚΗ 5

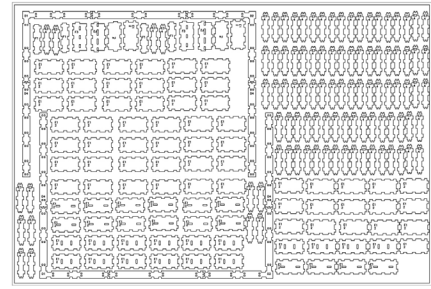
TEPLATES:



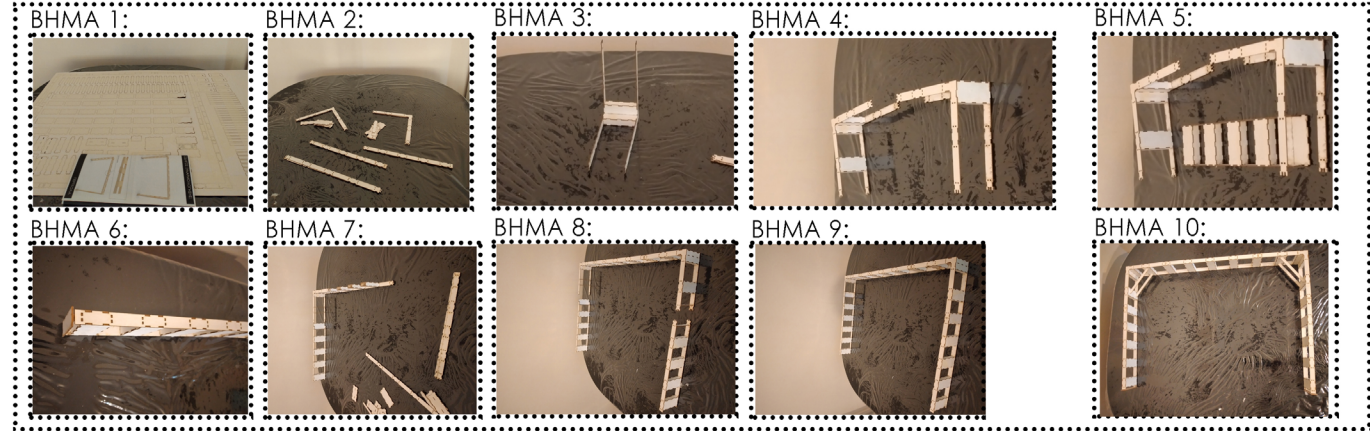
MODULO



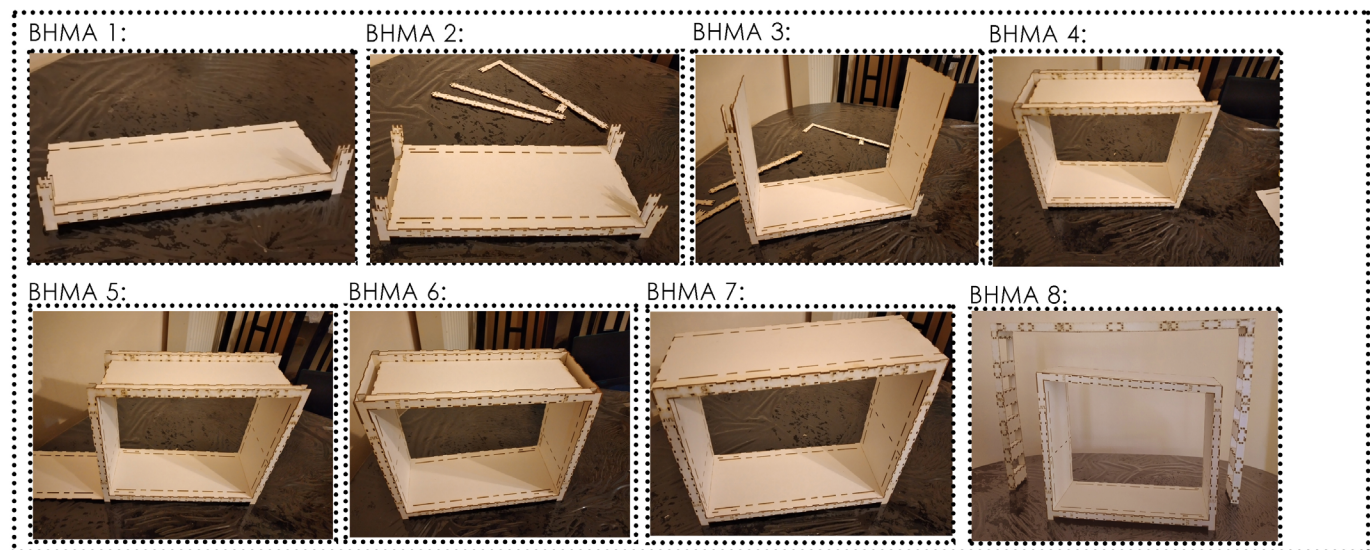
ΠΕΡΓΚΟΛΑ:



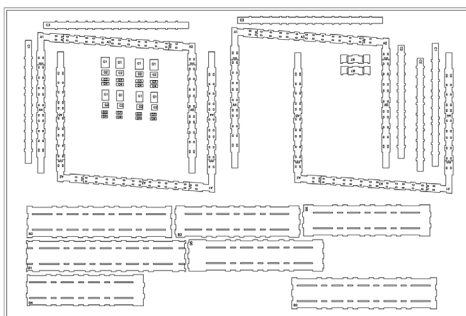
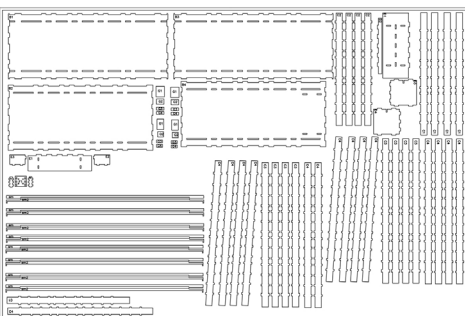
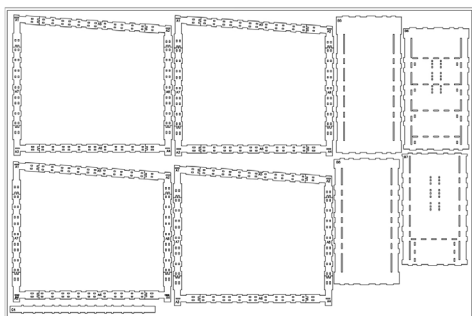
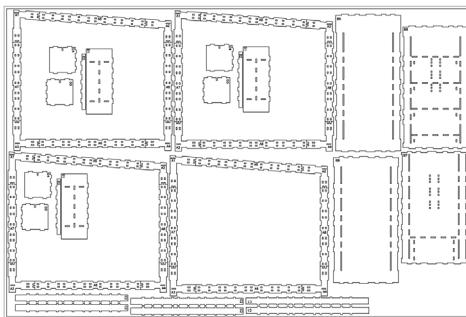
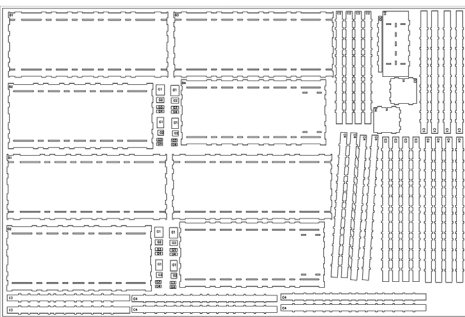
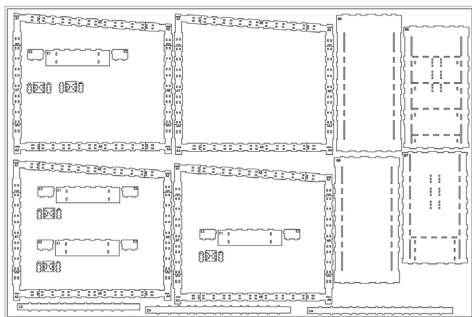
ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑ ΒΗΜΑΤΑ:



ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ  
MODULO ΒΗΜΑΤΑ:



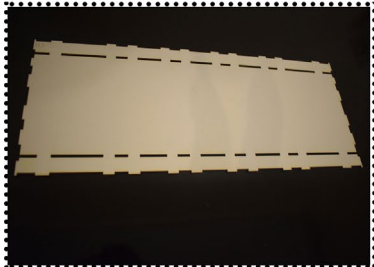
# TEMPLATES ΤΕΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΤΑΣ



# ΤΕΛΙΚΗ ΜΑΚΕΤΑ

ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ  
ΒΗΜΑΤΑ:

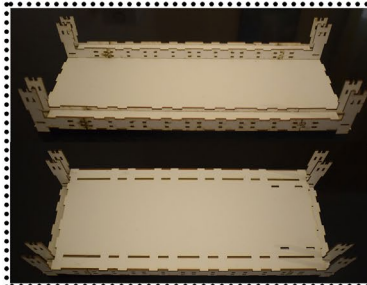
ΒΗΜΑ 1:



ΒΗΜΑ 2:



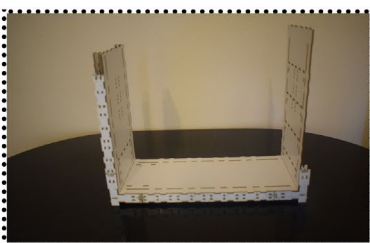
ΒΗΜΑ 3:



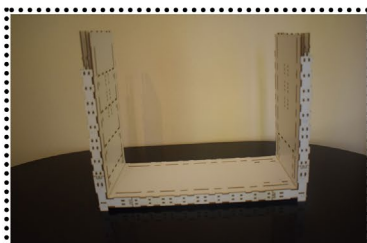
ΒΗΜΑ 4:



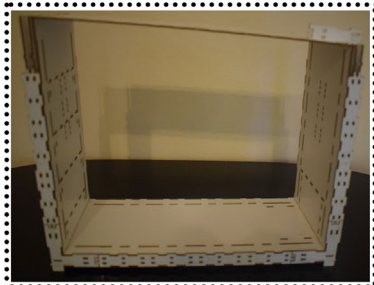
ΒΗΜΑ 5:



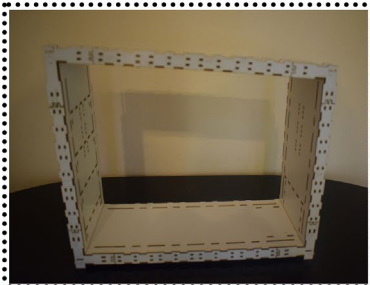
ΒΗΜΑ 6:



ΒΗΜΑ 7:



ΒΗΜΑ 8:



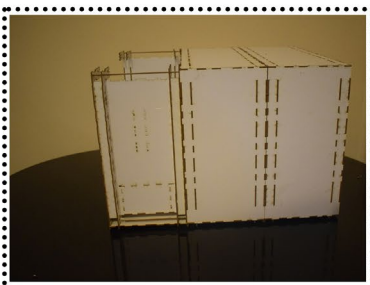
ΒΗΜΑ 9:



ΒΗΜΑ 10:



ΒΗΜΑ 11:

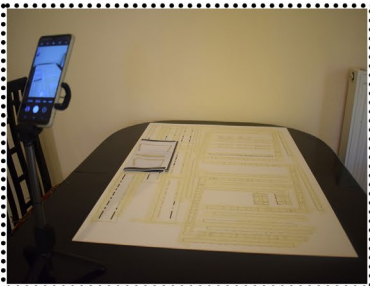


ΒΗΜΑ 12:

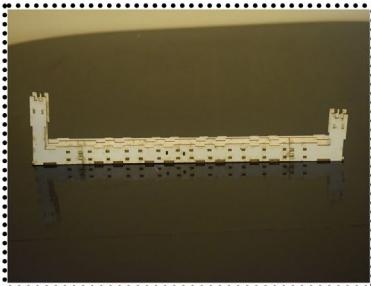


ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΓΚΟΛΑΣ  
ΒΗΜΑΤΑ:

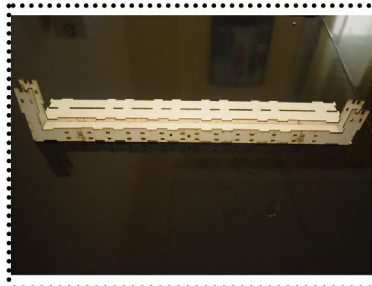
ΒΗΜΑ 1:



ΒΗΜΑ 2:



ΒΗΜΑ 3:



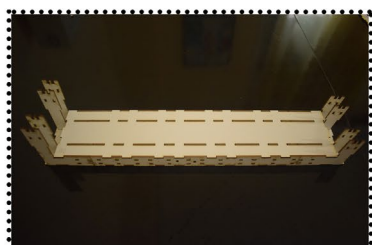
ΒΗΜΑ 4:



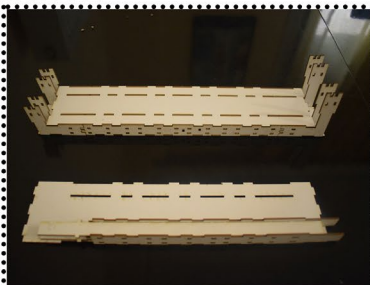
ΒΗΜΑ 5:



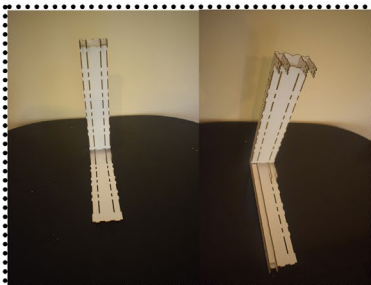
ΒΗΜΑ 6:



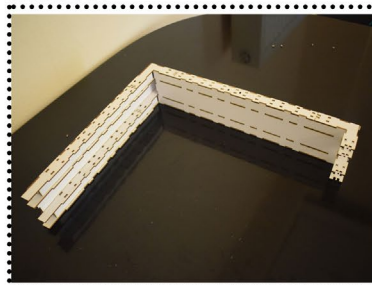
ΒΗΜΑ 7:



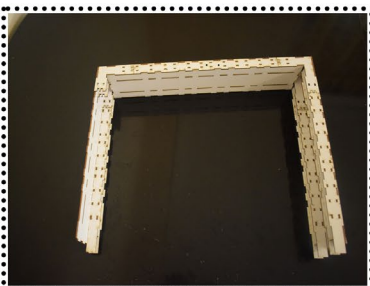
ΒΗΜΑ 8:



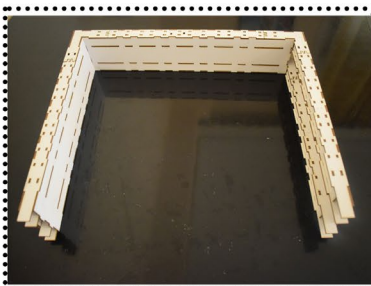
ΒΗΜΑ 9:



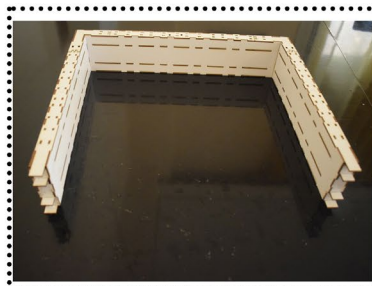
ΒΗΜΑ 10:



ΒΗΜΑ 11:

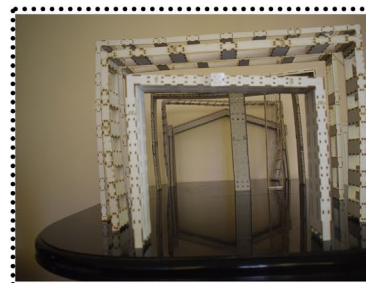
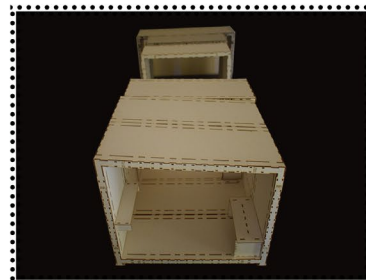
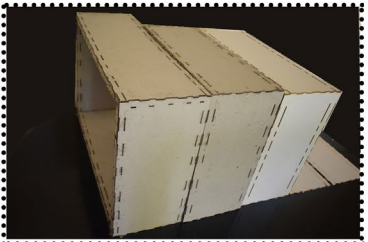
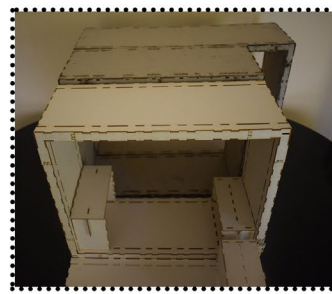
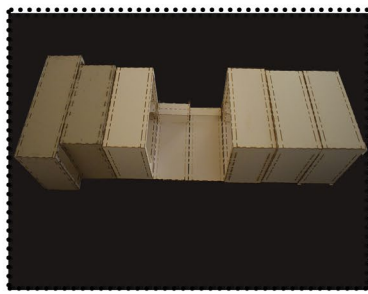
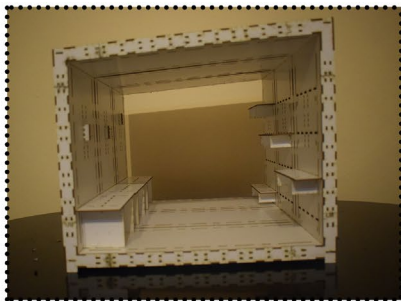


ΒΗΜΑ 12:





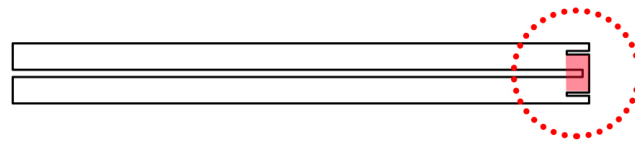
ΣΥΝΟΛΟ ΜΑΚΕΤΩΝ:



## 7.2 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

### Δοκιμή 1η:

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε χαρτόνι γκρί 1.5 mm για την κοπή τόσο της μονάδας-modulo όσο και της πέργκολας. Η αρχική μορφή του modulo ήταν ορθογώνια χωρίς καμία κλίση στην οροφή και με διαστάσεις 4.00m x 1.25m x 2.55m. Όσο αφορά την πέργκολα, η αρχική της μορφή ήταν τριγωνική διαστάσεων 6.00m x 3.70( το ψηλότερο σημείο) x 0.32m. Όσο αφορά τη στατικότητα της μονάδας παρατηρήθηκε μία κίνηση προς τον άξονα x'x, η οποία δυσκόλευε την ακαμψία της κατασκευής(εικόνα 1). Στην πέργκολα παρατηρήθηκε η ύπαρξη δυσλειτουργιών στο σχεδιαστικό κομμάτι κάποιων συγκεκριμένων κατακόρυφων εξαρτημάτων (εικόνα 2), καθώς και μία στατική δυσλειτουργία, με μία κίνηση στον z άξονα και η περιστροφή του(εικόνα 3).



εικόνα 2: Παρατήρηση 1 (2)



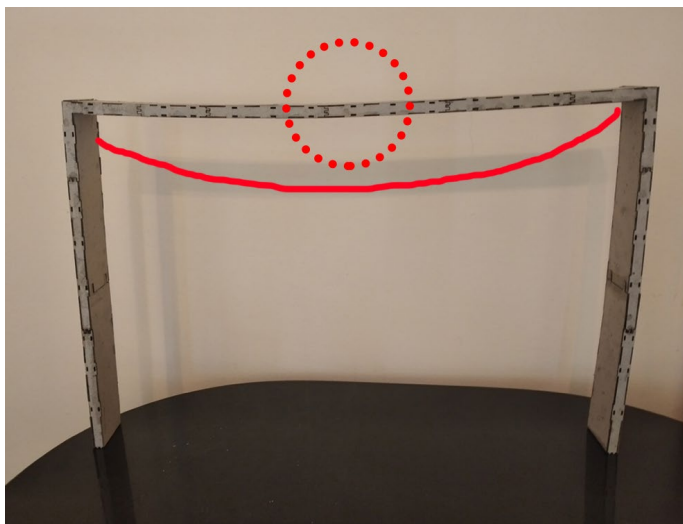
εικόνα 3: Παρατήρηση 1(3)



εικόνα 1: Παρατήρηση 1

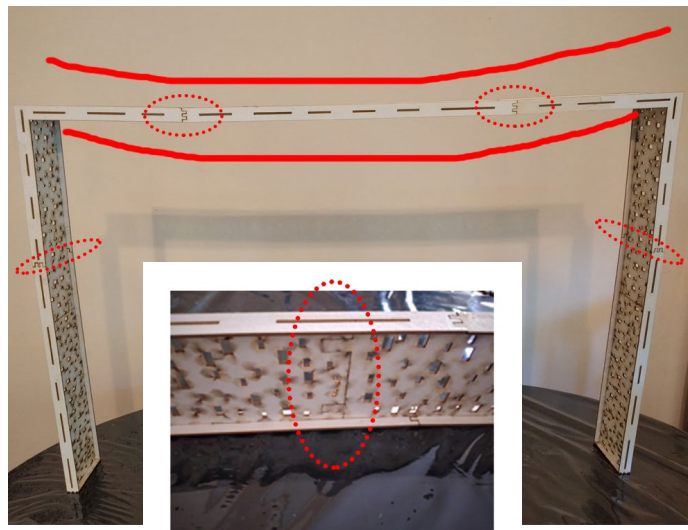
## Δοκιμή 2η:

Η μορφή της πέργκολας τέθηκε σε απανασχεδιασμό καθώς η αρχική μορφή δεν σχετιζόταν καθόλου με το σχεδιασμό της μονάδας-modulo. Οι διαστάσεις της μονάδας άλλαξαν σε 3.00m x 2.50m x 1.25m λόγω των περιορισμών που έθετε η επιλογή υλικού (μέγιστες διαστάσεις φύλλου κόντρα πλακέ θαλάσσης 3.00m x 1.25m). Για να αντιμετωπιστεί η δυσλειτουργία στον χ'χ ισχυροποιήθηκαν οι γωνίες της και μειώθηκε το μήκος του οριζόντιου στοιχείου (οροφής και δαπέδου). Η χρήση του υλικού μακέτας παρέμεινε γκρί 1.5 mm. Παρατηρήθηκε ότι η κίνηση στον χ'χ αποτράπηκε. Όσο αφορά την πέργκολα υιοθετήθηκε ένας σχεδιασμός παρόμοιος με αυτόν της μονάδας-modulo. Οι διαστάσεις του ήταν 6.00m x 4.00m x 0.60m. Λόγω της μεγάλης απόστασης μεταξύ των κατακόρυφων στοιχείων της πέργκολας (6m) παρατηρήθηκε καμπύλωση προς το κέντρο του οριζόντιου στοιχείου. (εικόνα 4)

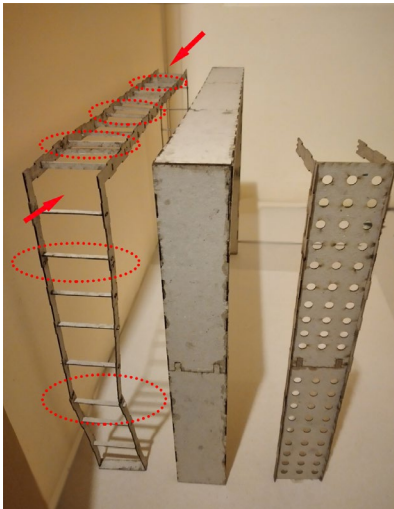


## Δοκιμή 3η:

Η επόμενη μακέτα έγινε με χρήση χαρτονιού λευκού 1.5 mm πάχους έτσι ώστε να πλησιάζει στους ανοιχτούς χρωματισμούς του κόντρα πλακέ δημιουργήθηκε μία ελαφριά κλίση στην οροφή τόσο για λόγους λειτουργικούς (ροή των βρόχινων νερών) τόσο για αισθητικούς λόγους (στροφή-κλίση προς το ποτάμι. Καθώς έγινε ο επανασχεδιασμός της πέργκολας έγιναν διάφορες δοκιμές για τη μορφή του. Στην μορφή(1) έγινε μία απόπειρα να δημιουργηθούν διάτρητα σημεία στην πέργκολα. Τα προβλήματα που εμφανίστηκαν ήταν στα σημεία της σύνδεσης των στοιχείων μεταξύ τους καθώς και στο κέντρο του οριζόντιου στοιχείου που παρατηρήθηκε καμπύλωση λόγω της μεγάλης απόστασης των κατακόρυφων στοιχείων (6m) (εικόνα 5).

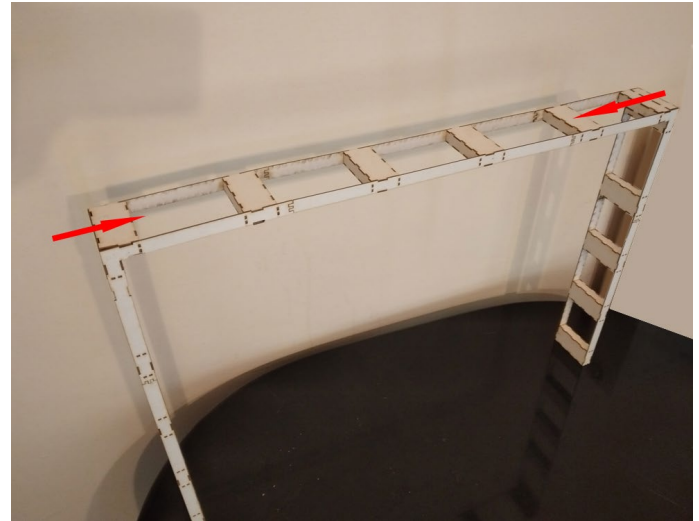


Η μορφή με τα περισσότερα προβλήματα ήταν μορφή (2) στην οποία παρατηρήθηκε, ευλυγησία σε όλα τα στοιχεία της κατασκευής και κυριώς εκεί όπου γίνονταν οι ενώσεις των στοιχείων αυτών. Το πάχος ήταν πολύ λεπτό οπότε σχιζόταν εύκολα και τα εξαρτήματα ήταν μικρά και πολλά άρα και περισσότερα τα σημεία που παρατηρούνταν το λυγισμό τους. Εξωτερικές δυνάμεις μπορούσαν να προκαλέσουν την κίνηση των στοιχείων τόσο στον άξονα  $x'$  όσο και στον άξονα  $z$ . (εικόνα 6)



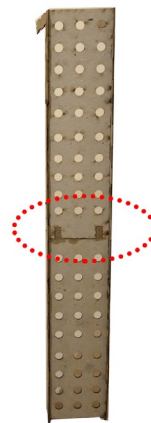
εικόνα 6: Παρατήρηση 3 (2)

Στην μορφή (3) έγινε μία προσπάθεια να λυθούν τα στατικά προβλήματα της προηγούμενης μορφής πέργκολας(2) με τη προσθήκη κάποιων επιφανειών δημιουργώντας “κουτάκια”. Τα προβλήματα στην κίνηση στον  $x'$  άξονα παρέμειναν παρά την μείωση των στοιχείων άρα και των σημείων που γίνεται η ένωσή τους.(εικόνα 7)



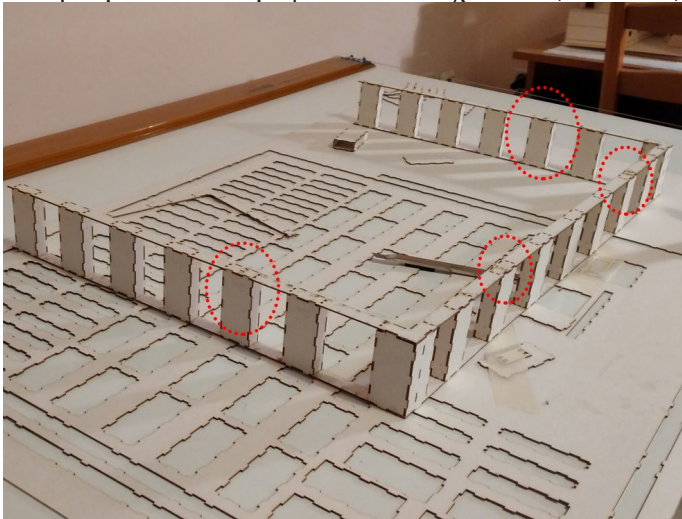
εικόνα 7: Παρατήρηση 3(3)

Η μορφή(4,5) έγινε έτσι ώστε να διαφοροποιηθεί η πέργκολα με την μονάδα και να δημιουργηθούν κάποια διάτρητα σημεία στην κατασκευή.(εικόνα 3: η δεξιά πέργκολα). Όπως και στην προηγούμενη μορφή παρατηρήθηκε κάμψη στο σημείο ένωσης των 2 κατακόρυφων στοιχείων.(εικόνα 8)



#### Δοκιμή 4η:

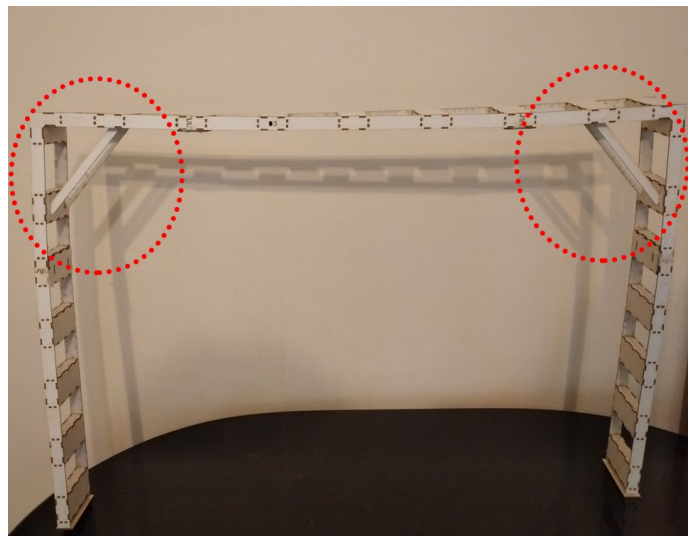
Στο σχεδιασμό της μονάδας διατηρήθηκαν οι διαστάσεις και έγινε στην οροφή μεγαλύτερη κλίση για να γίνει πιο αισθητή. Στα σημεία που γίνεται η ένωση των στοιχείων της πέργκολας θα τοποθετηθούν τα “κουτάκια” στη μέση του σημείου ένωσης των στοιχείων έτσι ώστε να αποφεύγεται το λύγισμα των στοιχείων. (εικόνα 9)



εικόνα 9: Παρατήρηση 4

#### Δοκιμή 5η:

Στον σχεδιασμό της πέργκολας για να αποφευχθεί η κίνηση στον x'x άξονα τοποθετήθηκαν μεταλλικών στηριγμάτων στην δύο γωνίες. (εικόνα10) 10)

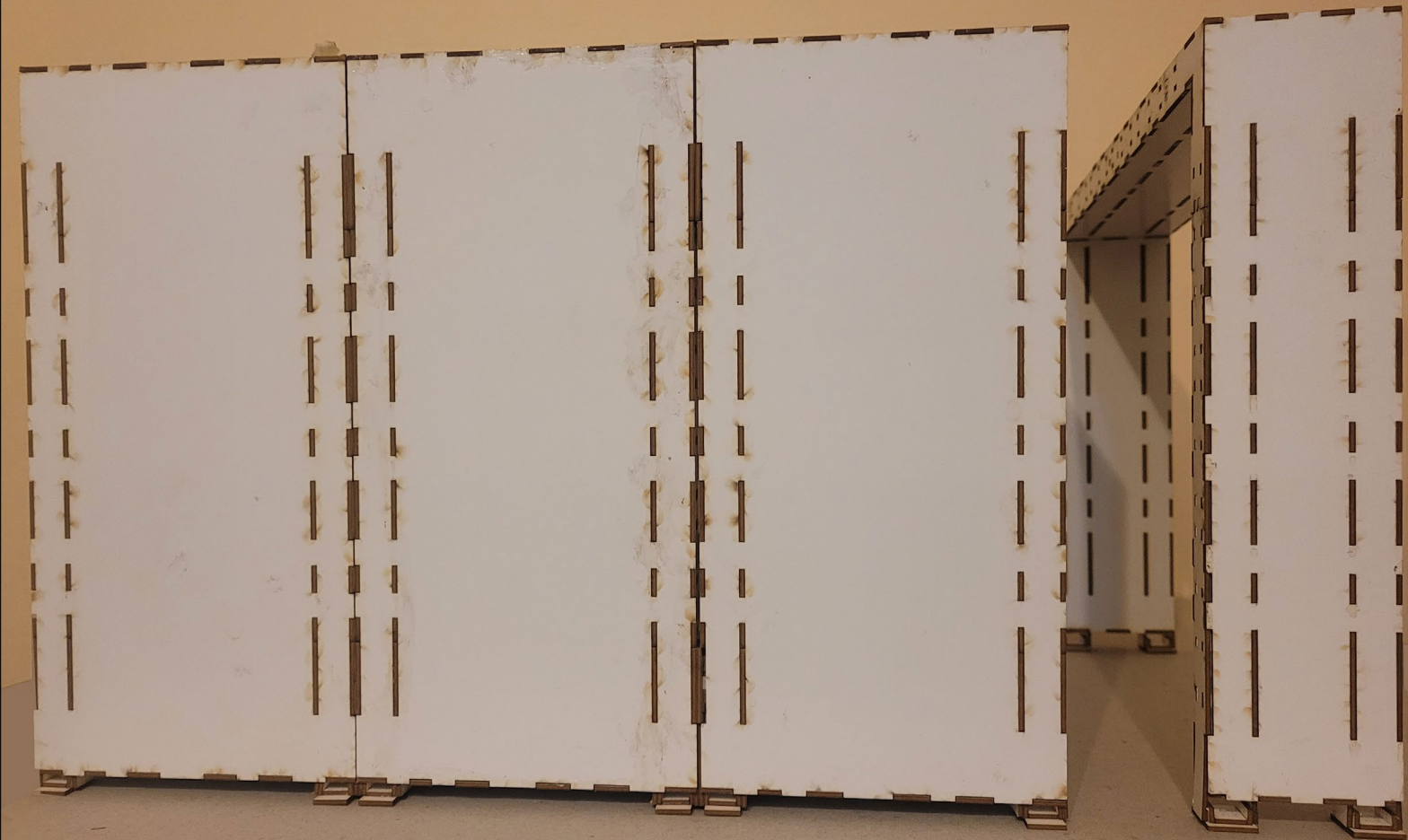


εικόνα 10: Παρατήρηση 5

#### Δοκιμή 6:

Οι προηγούμενες δοκιμές για τη μορφή της πέργκολας δέν ταίριαζαν με τη μορφή της μονάδας έτσι τέθηκε σε επανασχεδιασμό. Έτσι η δοκιμή 6 άρα και τελική μακέτα αποφασίστηκε να κατασκευαστεί με τον ίδιο τρόπο.





## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

1. Graig Delany,2020.Balloon Framing: Definition, Architecture & Construction. {διαδίκτυο},ενημέρωση: 08/14/2020 διαθέσιμο από: <<https://study.com/academy/lesson/balloon-framing-definition-architecture-construction.html>. {πρόσβαση στις: 8/8/2021}
2. <<https://docplayer.gr/856097-Kefalaio-1-protypoiiisi.html>>
3. Amy Frearson,2012.Micro Compact Home 016 by Richard Horden.{διαδίκτυο},ενημέρωση: 19/6/2012 διαθέσιμο από: <<https://www.dezeen.com/2012/06/19/micro-compact-home-016-by-richard-horden/>>{πρόσβαση στις: 1/8/2021}
4. Decobook.gr.Το πλαστικό στην αρχιτεκτονική.{διαδίκτυο} διαθέσιμο από: <<https://www.decobook.gr/diakosmisi/idees-taseis/to-plastiko-stin-arxitektoniki>>{πρόσβαση στις: 8/8/2021}
5. Βικιπαιδεία,2021. Λάρισα. {διαδίκτυο},ενημέρωση: 27/8/2021 διαθέσιμο από:<<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%AC%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B1>> {πρόσβαση στις: 31/8/2021}
6. Wikipedia,2021.Fordism. {διαδίκτυο},ενημέρωση: 28/6/2021 διαθέσιμο από: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Fordism>>{πρόσβαση στις: 10/8/2021}
7. Wikipedia,2021. Prefabrication. ενημέρωση: 22/8/2021 διαθέσιμο από: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Prefabrication>> {πρόσβαση στις: 22/8/2021}
8. Wikipedia,2021. Wikihouse. {διαδίκτυο},ενημέρωση: 19/5/2021 διαθέσιμο από: <<https://el.wikipedia.org/wiki/WikiHouse>> {πρόσβαση στις: 10/8/2021}
9. Open systems lab,2019. Wikihouse project. {διαδίκτυο} διαθέσιμο από: <<https://www.wikihouse.cc/About>> {πρόσβαση στις: 1/8/2021}
10. Gili Merin,2019. "AD Classics: The Dymaxion House / Buckminster Fuller"{διαδίκτυο} ενημέρωση:09/2/2019. διαθέσιμο από: <<https://www.archdaily.com/401528/ad-classics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller>> {πρόσβαση στις: 16/8/2021}
11. <https://www.misawa.co.jp/en/50th/dna/>
12. Rogers Stirk Harbour + Partners. Zip-up house overview.{διαδίκτυο}. διαθέσιμο από: <<https://www.rsh-p.com/projects/zipup-house/>> {πρόσβαση στις: 19/8/2021}
13. Wikipedia,2020. Metastadt (architecture) – Metastadt (Architektur).{διαδίκτυο} ενημέρωση:26/11/2020. διαθέσιμο από: <[https://second.wiki/wiki/metastadt\\_architektur](https://second.wiki/wiki/metastadt_architektur)>{πρόσβαση στις: 10/8/2021}
14. <https://bigbeautifulbuildings.de/en/objects/metastadt?changelang=1> {πρόσβαση στις: 2/8/2021}
15. Andreea Cutieru,2021. Nakagin Capsule Tower Could Face Demolition. {διαδίκτυο}, ενημέρωση: 7/5/2021 διαθέσιμο από: <<https://www.archdaily.com/961330/nakagin-capsule-tower-could-face-demolition>> {πρόσβαση στις: 10/8/2021}
16. Υπουργείο περιβάλλοντος και Ενέργειας. Κανονισμός πυροπροστασίας Κτηρίων. <http://www.opengov.gr/minenv/?p=8494> {πρόσβαση στις: 19/8/2021}



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Βαρίτου, Χρυσάνθη, Καραμιχαλάκου, Χαριτίνη, Νιάκαρος, Βασίλειος (1980). Προκατασκευή στην Ελλάδα, δυνατότητες και προοπτικές, Αθήνα.,Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο - Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Διάλεξη στην Έδρα Οικοδομικής
2. Μπίρης, Κυπριανός (1973α). «Συμπεράσματα του Σεμιναρίου Προκατασκευής», Δομική Προκατασκευή, Αθήνα, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος.
3. Μπίρης, Κυπριανός (1973β). «Η Σύγχρονος Δομική Προκατασκευή», Δομική Προκατασκευή, Αθήνα,Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος
4. Μπούρας, Θ. Χαράλαμπος (1991). Μαθήματα Ιστορίας της Αρχιτεκτονικής, Πρώτος Τόμος, , Αθήνα.Εκδόσεις Συμμετρία
5. Ρωμαίος, Γερ. (1973). «Κατασκευή κτιρίων κατοικιών μέσω της βαρείας προκατασκευής», Δομική Προκατασκευή, , Αθήνα, Τεχνικόν Επιμελητήριο της Ελλάδος
6. Bergdoll, Barry και Christensen, Peter(2008), Home delivery: fabricated modern dwelling, New York, Museum of Modern Arts
7. Ζαχαριάδης, Αγγελος(1988),Συμβολή της πρότυποποίησης στην συστηματοποιημένη δόμηση κατοικίας στην Ελλάδα, Διδακτορική Διατριβή,Θεσσαλονίκη, ΑΠΘ
8. Τριάντη, Αλεξάνδρα(2018),Η υπόσχεση της προκατασκευής,Διάλεξη{διαδίκτυο}, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
9. Ξενάκης, Μενέλαος, Προκατασκευή κτηρίων,Διάλεξη, Αθήνα, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
10. Τσιούμα, Μαρια,(2017). Προκατασκευή: εννοια,ιστορία, προοπτική. Διπλωματική εργασία Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθηνα
11. Smith, E., Ryan(2010), Prefab Architecture: A guide to modular design and construction, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
12. Herbert, Gilbert(1972), The Portable Colonial Cottage, Journal of the Society of Architectural,Vol. 31, No. 4, pp. 261-275, University of California Press

## ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. <https://www.moma.org/about/>
2. <https://www.nysun.com/arts/turning-a-1200-piece-puzzle-into-a-home-with-moma/78789/>
3. <https://m.naftemporiki.gr/story/716564/se-ekseliksi-ta-erga-sto-kentro-politismou-tou-idrvmatos-stauros-niarxos>
4. <https://memorysask.ca/construction-workers?places=133248&sort=alphabetic&sortDir=asc&listLimit=15>
5. <http://www.prohellas.gr/company-technology-greece-en.html>
6. <https://icbcontratistas.com/2020/05/25/la-vivienda-del-futuro-prefabricada-modular-y-adaptable/>
7. [https://www.unitec.ac.nz/epress/wp-content/uploads/2014/09/Some-Assembly-Required\\_Component-and-Ensemble-in-Prefabricated-Australian-Domestic-Construction-by-Marty-Bignell.pdf](https://www.unitec.ac.nz/epress/wp-content/uploads/2014/09/Some-Assembly-Required_Component-and-Ensemble-in-Prefabricated-Australian-Domestic-Construction-by-Marty-Bignell.pdf)
8. [https://www.pinterest.com/emily\\_hobson/class-project-h2-paper/](https://www.pinterest.com/emily_hobson/class-project-h2-paper/)
9. Παρασκευόπουλος, Σπυρίδων(2015), ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ / ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ , Διπλωματική εργασία, εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο, Αθήνα
10. <https://www.pinterest.com/pin/706220785320281818/>
11. [https://it.wikipedia.org/wiki/File:Balloon\\_frame.jpg](https://it.wikipedia.org/wiki/File:Balloon_frame.jpg)
12. <https://docplayer.gr/60817302-P-r-o-k-a-t-a-s-k-e-y-i-e-n-n-o-i-a-i-s-t-o-r-i-a-p-r-o-o-p-t-i-k-e-s-prokataskeyi-ennoia-istoria-prooptikes.html>
13. <https://www.wga.hu/frames-e.html?/html/p/paxton/crystal.html>
14. <https://delphipages.live/ca/divers/crystal-palace-building-london>
15. <https://docplayer.gr/60817302-P-r-o-k-a-t-a-s-k-e-y-i-e-n-n-o-i-a-i-s-t-o-r-i-a-p-r-o-o-p-t-i-k-e-s-prokataskeyi-ennoia-istoria-prooptikes.html>
16. <https://www.motorproyect.com/2011/12/el-personaje-henry-ford.html>
17. <https://eu.usatoday.com/picture-gallery/mon-e-y/cars/2013/07/30/henry-fords-150th-birthday-celebrated/2598697/>
18. <https://www.pinterest.nz/pin/3729612166533885/>
19. < <https://www.archdaily.com/401528/ad-clas-sics-the-dymaxion-house-buckminster-fuller> >
20. <https://medium.com/swlh/in-the-future-everyone-will-be-creative-for-fifteen-minutes-4c8f-8d84911a> >
21. < <https://luminarynyc.wordpress.com/2010/01/17/from-conception-to-reality/> >
22. < <https://www.archdaily.com/110745/ad-clas-sics-nakagin-capsule-tower-kisho-kurokawa> >
23. <https://docplayer.gr/60817302-P-r-o-k-a-t-a-s-k-e-y-i-e-n-n-o-i-a-i-s-t-o-r-i-a-p-r-o-o-p-t-i-k-e-s-prokataskeyi-ennoia-istoria-prooptikes.html>
24. [https://docplayer.gr/57227291-Kataskeyi-gefyron-ue-tin-uethodo-ton-prokataskeyasuenon-dokon.html25. ?](https://docplayer.gr/57227291-Kataskeyi-gefyron-ue-tin-uethodo-ton-prokataskeyasuenon-dokon.html25.)
25. <https://www.pinterest.co.uk/pin/293508100705563311/>
26. <https://www.dezeen.com/2015/07/16/angled-shipping-container-staircase-israeli-port-ashdod-office-potash-architects/>
27. <https://modularhomesource.com/page/3/>
28. <https://www.artarchitecture.info/2020/05/blog-post.html>
29. <https://www.bournemouthecho.co.uk/>

news/17197879.obituary-award-winning-architect-richard-horden/

30. <https://www.pinterest.es/pin/749990144172266318/>

31. <https://www.pinterest.com/d5482dd8031d5220f54948a132d426/dwelling/>

32. <https://www.pinterest.com/pin/737605245215433109/>

33. <https://www.forbes.com/sites/juliabrenner/2019/11/22/the-new-marriott-in-manhattan-is-the-worlds-tallest-modular-hotel/>

34. <https://www.propertyweek.com/comment/rescuing-broken-housing-market-will-take-work/5089208.article>

35. <https://product-open-data.com/>

36. <https://edu2review.com/reviews/luu-lai-ngay-dia-chi-dao-tao-chung-chi-tin-hoc-uy-tin-tai-tphcm-14173.html>

37. <https://www.swisschile.cl/inscribete-en-el-seminario-de-innovacion-para-la-empresa-del-siglo-xxi/>

38. <https://www.domusweb.it/en/architecture/2012/06/19/wikihouse-open-source-housing.html>

39. <https://woodforgood.com/assets/Downloads/Conference%20PDFs/6%20Alastair%20Parvin%20presentation.pdf> <https://www.wikihouse.cc/>

40. <https://www.wikihouse.cc>

41. <https://www.wikihouse.cc/>

42. <https://www.wikihouse.cc>

43. <https://www.wikihouse.cc>

44. [https://www.researchgate.net/figure/The-WikiHouse-building-parts-Wikiparts-Source-WikiHousecc\\_fig1\\_335507479](https://www.researchgate.net/figure/The-WikiHouse-building-parts-Wikiparts-Source-WikiHousecc_fig1_335507479)

45. Priavolou, Christina and Niaros, Vasilis(2019). Assessing the Openness and Conviviality

of Open Source Technology: The Case of the Wiki-House.

46. Priavolou, Christina and Niaros, Vasilis(2019). Assessing the Openness and Conviviality of Open Source Technology: The Case of the Wiki-House.

47. Priavolou, Christina and Niaros, Vasilis(2019). Assessing the Openness and Conviviality of Open Source Technology: The Case of the Wiki-House.

48. Priavolou, Christina and Niaros, Vasilis(2019). Assessing the Openness and Conviviality of Open Source Technology: The Case of the Wiki-House.