



**Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας**

**Πολυτεχνική Σχολή**

**πρώην Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Βιομηχανικού Σχεδιασμού**

**(Εισαγωγική Κατεύθυνση Βιομηχανικού Σχεδιασμού)**

Πτυχιακή Εργασία με τίτλο:

**“Ανάλυση των Επίπλων Επίπεδης Συσκευασίας (Flat Pack Furniture) και Σχεδιασμός τριών Επίπλων σε 3D Λογισμικό CAD ”**

**Ριζοπούλου Αγάπη**

*Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Χαδιώ Κωνσταντζα*

Κοζάνη 2022

## **Ευχαριστίες**

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της.

Ευχαριστώ θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια, κυρία Κωνσταντζα Χαδιώ για την εμπιστοσύνη και την επιστημονική του καθοδήγηση.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένειά μου για τη συμπαράσταση και την κατανόησή τους, καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Πίνακας περιεχομένων

1.	Περίληψη .....	5
2.	Εισαγωγή.....	6
3.	Θεωρητικό Πλαίσιο .....	7
3.1.	Έναρξη Σχεδιασμού Επίπλων Επίπεδης Συσκευασίας .....	7
3.2.	Τρόπος Κατασκευής και Υλικά Επίπλων Επίπεδης.....	8
3.3.	Χρήση Λογισμικού για την Ελαχιστοποίηση Λαθών κατά το Σχεδιασμό....	11
3.4.	Χρήση αισθητήρων για βοήθεια κατά τη συναρμολόγηση.....	15
4.	Παρουσίαση Σχεδίων.....	18
4.1.	Μεθοδολογία.....	22
4.2.	Ανάλυση Σχεδίου Σκαμπό.....	25
4.3.	Ανάλυση Σχεδίου Τραπεζιού .....	27
4.4.	Ανάλυση Σχεδίου Βιβλιοθήκης .....	30
4.5.	Κατασκευαστικά Σχέδια Επίπλων.....	32
5.	Συμπεράσματα .....	39
	Βιβλιογραφία .....	41

Εικόνα 1: Κομμάτια από έπιπλο επίπεδης συσκευασίας.....6

Εικόνα 2: Παράδειγμα κοπής ξύλου σε κέντρο κατεργασίας CNC.....9

Εικόνα 3: Διάφορα είδη σανίδων MDF .....	10
Εικόνα 4: Δημιουργία 3D Μοντέλου από το Construction Interface .....	13
Εικόνα 5: Σφάλμα που προκύπτει από το Pattern Matcher .....	13
Εικόνα 6: Μοτίβα LED: Σωστή/Λάθος Ενέργεια .....	16
Εικόνα 7: Τραπεζί με ενσωματωμένους αισθητήρες στις γωνίες .....	17
Εικόνα 8: Σκαρίφημα Σκαμπό .....	19
Εικόνα 9: Σκαρίφημα Τραπεζί .....	19
Εικόνα 10: Σκαρίφημα Βιβλιοθήκης .....	20
Εικόνα 11: Επιφάνεια Λειτουργίας FUSION 360 .....	21
Εικόνα 12: Επιλογή Drawing στο FUSION 360 .....	22
Εικόνα 13: Καρτέλα MODIFY για την επιλογή Change Parameters .....	23
Εικόνα 14: Παράθυρο για αλλαγή των παραμετρικών διαστάσεων .....	23
Εικόνα 15: Επιλογή υλικού για το σχέδιο.....	24
Εικόνα 16: Βιβλιοθήκη υλικών AUTODESK .....	24
Εικόνα 17: Θέση σκαμπό .....	25
Εικόνα 18: Πρώτο πόδι σκαμπό.....	26
Εικόνα 19: Δεύτερο πόδι σκαμπό .....	26
Εικόνα 20: Τελικό σχέδιο σκαμπό .....	27
Εικόνα 21: Κάτω βάση και πόδι τραπεζιού .....	27
Εικόνα 22: Κάτω βάση, πόδι και πλαϊνή στήριξη τραπεζιού .....	28
Εικόνα 23: Κάτω βάση, πόδια, κεντρική και πλαϊνές στηρίξεις τραπεζιού .....	28
Εικόνα 24: Στηρίξεις τραπεζιού με τις απαραίτητες εγκοπές.....	29
Εικόνα 25: Βάσεις τραπεζιού με τις απαραίτητες στηρίξεις.....	29
Εικόνα 26: Τελικό σχέδιο τραπεζιού .....	30
Εικόνα 27: Σχεδιάγραμμα για την έναρξη του σχεδιασμού της βιβλιοθήκης .....	30
Εικόνα 28: Αριστερή πλευρά βιβλιοθήκης .....	31

Εικόνα 29: Αριστερή, δεξιά πλευρά και πίσω μέρος βιβλιοθήκης .....	31
Εικόνα 30: Τελικό σχέδιο βιβλιοθήκης .....	32
Εικόνα 31: Κατασκευαστικό σχέδιο θέσης σκαμπό .....	33
Εικόνα 32: Κατασκευαστικό σχέδιο πρώτου ποδιού σκαμπό .....	33
Εικόνα 33: Κατασκευαστικό σχέδιο δεύτερου ποδιού σκαμπό.....	34
Εικόνα 34: Κατασκευαστικό σχέδιο βάσης τραπεζιού .....	35
Εικόνα 35: Κατασκευαστικό σχέδιο πλαϊνής στήριξης τραπεζιού .....	35
Εικόνα 36: Κατασκευαστικό σχέδιο κεντρικής στήριξης τραπεζιού.....	36
Εικόνα 37: Κατασκευαστικό σχέδιο ποδιού τραπεζιού .....	36
Εικόνα 38: Κατασκευαστικό σχέδιο πλαϊνής πλευράς βιβλιοθήκης .....	37
Εικόνα 39: Κατασκευαστικό σχέδιο πίσω μέρους βιβλιοθήκης.....	38
Εικόνα 40: Κατασκευαστικό σχέδιο ραφιού βιβλιοθήκης.....	38

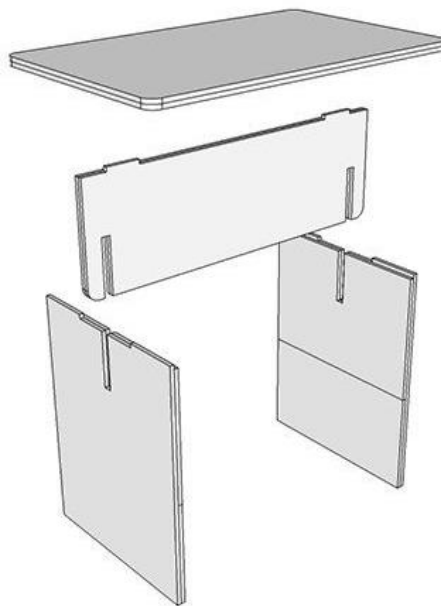
## 1. Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται σε μια ειδική κατηγορία επίπλων, που είναι γνωστά με τον όρο «Έπιπλα Επίπεδης Συσκευασίας» ή αλλιώς «Flat-pack Furniture». Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή για αυτή τη κατηγορία επίπλων και έπειτα αναφέρονται λεπτομέρειες για τη κατασκευή και τη λειτουργικότητα τους. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τρία συγκεκριμένα τρισδιάστατα σχέδια που δημιουργήθηκαν στο σχεδιαστικό λογισμικό Fusion 360 της AUTODESK. Τα σχέδια αυτά είναι τρία έπιπλα. Ένα σκαμπό, ένα τραπέζι και μια βιβλιοθήκη. Στην εργασία αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για το τρισδιάστατο σχεδιασμό του καθενός επίπλου ξεχωριστά αλλά παρουσιάζονται και τα κατασκευαστικά σχέδια για το κάθε έπιπλο. Τέλος, καταγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα που προηγήθηκε και από τα σχέδια που πραγματοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη διπλωματική εργασία.

*Λέξεις Κλειδιά:* Έπιπλα Επίπεδης Συσκευασίας, Flat Pack Furniture, MDF, FFDC, Αισθητήρες, 3D σχέδια, Κατασκευαστικά σχέδια, Fusion 360, Σκαμπό, Τραπέζι, Βιβλιοθήκη

## 2. Εισαγωγή

Τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας ή flat pack furniture είναι μια σχεδιαστική τάση που ταιριάζει στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας και στον γρήγορο τρόπο ζωής, επομένως οι παγκόσμιες σχεδιαστικές τάσεις, ολοένα και περισσότερο στοχεύουν στην εξέλιξη τους. Στην εικόνα 1 φαίνεται ένα παράδειγμα από τα έπιπλα αυτής της κατηγορίας. Πέρα από την αύξηση της ευελιξίας και της διάρκειας ζωής τους, που επιτυγχάνεται μέσω του σωστού σχεδιασμού τους καθώς και της σωστής συναρμολόγησης τους αντίστοιχα, ο σχεδιασμός τέτοιων επίπλων πρέπει να επιδιώκει και την άνετη αποθήκευση τους. Πιο συγκεκριμένα, είτε όταν συσκευάζονται από τον κατασκευαστή είτε όταν αποσυναρμολογούνται για να αποθηκευτούν από το καταναλωτή, κύριος στόχος είναι να καταλαμβάνουν όσο το δυνατό μικρότερο χώρο. Ένας ακόμη παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν κατά το σχεδιασμό είναι η δυνατότητα ανακύκλωσης αυτών των επίπλων, γιατί στην εποχή που ζούμε η προστασία του περιβάλλοντος κατέχει πρωταρχικό ρόλο. Γενικότερα, είναι ευρέως αποδεκτό, ότι τα έπιπλα «Flat-Pack» είναι μια από τις πιο σημαντικές εναλλακτικές λύσεις, που προσφέρονται στο σύγχρονο καταναλωτή, για την αντικατάσταση των παραδοσιακών επίπλων και αυτό λόγω της βελτιωμένης ποιότητάς τους, της προηγμένης σχεδιαστικής σκέψης καθώς και των οικονομικών εξόδων και της ευκολίας μεταφοράς και αποθήκευσης (Amany Mashhour Hendy, 2021).



**Εικόνα 1:** Κομμάτια από έπιπλο επίπεδης συσκευασίας

Πηγή: <https://gr.pinterest.com/pin/539587599080968308/>

### 3. Θεωρητικό Πλαίσιο

#### 3.1. Έναρξη Σχεδιασμού Επίπλων Επίπεδης Συσκευασίας

Πριν από τη δεκαετία του 1950, τα έπιπλα αγοράζονταν ή παραγγέλνονταν από ένα κατάστημα ή ξυλουργό και στη συνέχεια παραδίδονταν έτοιμα στο πελάτη. Σε ορισμένες περιπτώσεις βέβαια παραδίδονταν μετά από μεγάλη καθυστέρηση στο πελάτη. Συνεπώς, υπήρχε μια μεγάλη αναμονή. Τα έπιπλα αυτά ήταν συχνά πολύ βαριά και σχεδόν πάντα από μασίφ ξύλο, ενώ αξίζει να αναφερθεί ότι τα χειροποίητα αυτά έπιπλα απαιτούσαν μεγάλη δεξιοτεχνία για να κατασκευαστούν. Στη σημερινή εποχή, υπάρχει εξοικείωση του κόσμου με τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας. Είναι πάρα πολλά τα καταστήματα στα οποία ο πελάτης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει ένα έπιπλο που επιθυμεί είτε μέσα από μια οθόνη είτε με μια επίσκεψη στο κατάστημα, να το παραλάβει και να το συναρμολογήσει ο ίδιος (Dan Budden, 2013).

Για τη πλειοψηφία των ανθρώπων, ο κύριος λόγος της επιλογής τέτοιων επίπλων είναι το γεγονός ότι αποτελούν μια οικονομική λύση. Παρόλο που ο οικονομικός παράγοντας παίζει σημαντικό ρόλο τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας έχουν και άλλα πλεονεκτήματα. Αρχικά η εγκατάσταση τους είναι πολύ απλή. Επίσης, είναι έπιπλα που είναι άμεσα διαθέσιμα στην αγορά, ενώ η ποικιλία τους είναι τεράστια. Άξιο αναφοράς, αποτελεί το γεγονός, ότι τα έπιπλα αυτά συσκευασμένα καταλαμβάνουν πολύ λίγο χώρο και μπορεί η μεταφορά τους να γίνεται εύκολα, γρήγορα και χωρίς κόπο. Με τη πάροδο των χρόνων και χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας, έχει παρατηρηθεί σαφής βελτίωση στις ιδιότητες των επίπλων επίπεδης συσκευασίας. Είναι πολύ στιβαρά και ανθεκτικά, ενώ είναι και πολύ όμορφα από αισθητική άποψη. Ακόμη και συναρμολογημένα, λόγω των βελτιωμένων ιδιοτήτων τους μπορούν να μεταφερθούν και να ανταπεξέλθουν στις μετακινήσεις από το ένα μέρος στο άλλο, χωρίς να παραμορφωθεί η γεωμετρία τους ή να χειροτερέψουν τα χαρακτηριστικά τους, ένα ακόμη πλεονέκτημα που προσφέρει μεγάλη διάρκεια ζωής για τα έπιπλα αυτά (Dan Budden, 2013).

Η ιστορία αυτού του είδους επίπλων, λέγεται ότι ξεκίνησε το 1956 από τον Gillis Lundgren, Σουηδό σχεδιαστή. Συγκεκριμένα, όταν αναγκάστηκε να μεταφέρει με το αυτοκίνητο του ένα τραπέζι σε ένα πελάτη, διαπίστωσε ότι για να γίνει αυτό εφικτό, ώστε να χωρέσει το τραπέζι στο αυτοκίνητο του, έπρεπε να ξεβιδώσει τα πόδια του



τραπεζιού. Αυτή ήταν και η αφορμή για να ξεκινήσει η ιδέα των επίπλων επίπεδης συσκευασίας. Αξίζει να αναφερθεί, ότι ο συγκεκριμένος κύριος ήταν σχεδιαστής σε μια εταιρία επίπλων που είναι ευρέως γνωστή παγκοσμίως και συγκεκριμένα είναι η σουηδική εταιρία IKEA (Dan Budden, 2013).

### **3.2. Τρόπος Κατασκευής και Υλικά Επίπλων Επίπεδης**

Τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας κατασκευάζονται συνήθως από μοριοσανίδες, που είναι γνωστές με τον όρο chipboards. Αυτές οι μοριοσανίδες αποτελούνται ροκανίδια και ρινίσματα ξύλου, καθώς και άλλα σωματίδια, τα οποία συμπιέζονται όλα μεταξύ τους σε υψηλές δυνάμεις, ώστε να δημιουργηθεί μια συμπαγής σανίδα. Τα ξύλα MDF είναι τέτοιες συμπαγείς σανίδες και χρησιμοποιούνται κατά κόρον για τη κατασκευή των επίπλων επίπεδης συσκευασίας. Η σύσταση τους όμως είναι διαφορετική, σε σχέση με τις απλές μοριοσανίδες. Οι σανίδες ξύλου από MDF αποτελούνται από υπολείμματα μαλακών και σκληρών ξύλων τα οποία αναμιγνύονται με κερί, ώστε να είναι ακόμα πιο ισχυρές και να αντέχουν περισσότερο από τις μοριοσανίδες. Ενώ η μοριοσανίδα τείνει να είναι πιο φθηνότερη, είναι πιο ευαίσθητη όταν έρχεται σε επαφή με το νερό. Σε σχέση βέβαια με μασίφ ξύλα, οι μοριοσανίδες μπορεί να αντέχουν περισσότερο, διότι στα μασίφ ξύλα μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα λόγω των περιβαλλοντικών συνθηκών ή λόγω της μεγάλης ηλικίας του ξύλου. Οι σανίδες MDF μπορεί να μην έχουν σταθερή τιμή, αλλά το υψηλής ποιότητας MDF αντέχει πολύ περισσότερο σε σχέση με τις απλές μοριοσανίδες. Επίσης τα MDF, κατεργάζονται πιο εύκολα στα κέντρα κατεργασίας CNC που τοποθετούνται για να μορφοποιηθούν, μέχρι να προκύψει το τελικό προϊόν που έχει σχεδιαστεί (FLATPACK ASSEMBLY SERVICES).

Τα έπιπλα αφού σχεδιαστούν σε κάποιο σχεδιαστικό λογισμικό (CAD: Computer Aided Design), θα μεταφερθούν σε κάποιο λογισμικό προσομοίωσης κατεργασίας (CAM: Computer Aided Manufacturing). Στο CAM λογισμικό θα γίνει η προσομοίωση της κατεργασίας, με τα αντίστοιχα κοπτικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν στο κέντρο κατεργασίας CNC (CNC: Computer Numerical Control), όπου θα γίνει στη πράξη η κατεργασία. Συνεπώς, από το λογισμικό CAM, προκύπτει ένας κώδικας (GCODE), ο οποίος είναι απαραίτητος για να γίνει σωστά η κατεργασία, διότι οι μηχανές CNC αναγνωρίζουν το GCODE και εκτελούν τις αντίστοιχες εντολές. Τα

κέντρα κατεργασίας CNC είναι μια πολύ σύγχρονη ψηφιακή μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη κατεργασία όλων των υλικών με πολύ μεγάλη ακρίβεια, προφανώς και ξύλων. Πέρα από την ακρίβεια στο τελικό προϊόν, τα κέντρα κατεργασίας εξαλείφουν το κόστος εργασίας των τεχνιτών. Βέβαια, στη περίπτωση των κέντρων κατεργασίας πρέπει να υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό, το οποίο θα έχει τις απαραίτητες γνώσεις, ώστε να χειρίζεται σωστά το κέντρο κατεργασίας. Αν και η εγκατάσταση και η εκπαίδευση προσωπικού μπορεί να είναι αρχικά δαπανηρή, το κόστος ανακτάται μακροπρόθεσμα (FLATPACK ASSEMBLY SERVICES).

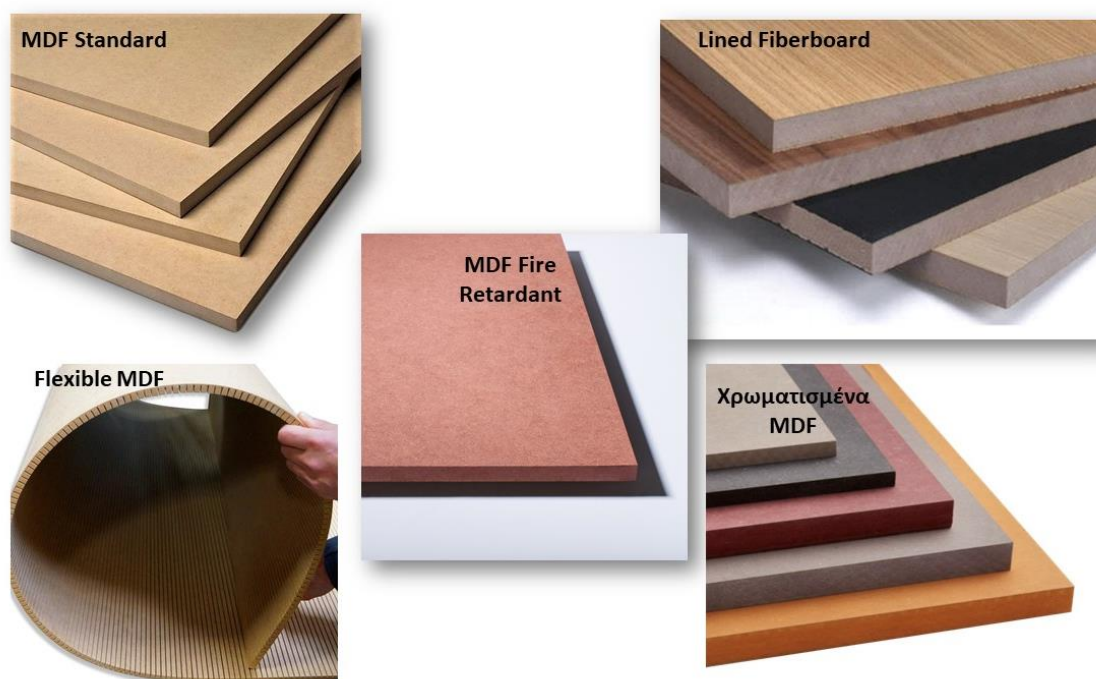


**Εικόνα 2:** Παράδειγμα κοπής ξύλου σε κέντρο κατεργασίας CNC

Πηγή: <https://www.istockphoto.com/photos/wood-cnc>

Όπως, αναφέρθηκε και προηγουμένως οι σανίδες MDF είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως, για την κατασκευή των επίπλων επίπεδης συσκευασίας. Οι σανίδες αυτές, όμως μπορεί να έχουν και διαφορετικά χαρακτηριστικά η μία από την άλλη. Πέρα από το κλασικό MDF (Standard MDF), μπορεί να χρησιμοποιηθεί επενδεδυμένο MDF (Lined Fiberboard), πυράντοχο MDF (MDF Fire Retardant), εύκαμπτο MDF (Flexible MDF) ή ακόμα και χρωματισμένο MDF. Το κλασικό MDF πάνελ κατασκευάζεται με τη χρήση φλοιών παρθένων ξύλων, συνήθως κωνοφόρων. Το ξύλο ανάγεται σε τσιπ και έπειτα μετατρέπεται σε ίνες. Η ανασύνθεση αυτών μέσω μιας διαδικασίας συμπίεσης σε υψηλές θερμοκρασίες και με τη βοήθεια θερμοσκληρυνόμενων ρητινών, επιτρέπει την απόκτηση ενός εξαιρετικά συμπαγούς

πίνακα. Τα χαρακτηριστικά του προϊόντος είναι τέτοια που το καθιστούν χρήσιμο ως έγκυρη εναλλακτική λύση από το μασίφ ξύλο. Το επενδεδυμένο MDF έχει κάποιους πρόσθετους επιλεγμένους καπλαμάδες οι οποίοι κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται για να καλύψουν τις διαφορετικές αισθητικές απαιτήσεις του κάθε πελάτη. Η πυράντοχη ινοσανίδα είναι μια ινοσανίδα, που συνδυάζει όλα τα χαρακτηριστικά της ινοσανίδας, σε συνδυασμό με εκείνα της ινοσανίδας με αντίσταση στην υγρασία, αλλά επιπλέον έχει την ιδιότητα της καθυστέρησης της μετάδοσης της φλόγας σε περίπτωση πυρκαγιάς. Αποτελείται από ίνες ξύλου στις οποίες έχουν προστεθεί ειδικές ρητίνες και φιλικά προς το περιβάλλον πρόσθετα υλικά, τα οποία προσδίδουν την περαιτέρω ιδιότητα της πυραντίστασης στο υλικό. Τέλος, το εύκαμπτο MDF είναι μια ινοσανίδα μεσαίας πυκνότητας με αυλάκωση που επεξεργάζεται με μοναδική πρόθεση τη δημιουργία ενός ελαστικού πάνελ. Το συγκεκριμένο MDF είναι κατάλληλο για γενικές χρήσεις (μη δομικές), εσωτερικές εφαρμογές όπου απαιτείται κάμψη ή εκτροπή (Ξυλική, χ.χ.).



**Εικόνα 3:** Διάφορα είδη σανίδων MDF

Πηγή: <https://xyliki.gr/mdf-new/>

Ακόμη στον επόμενο πίνακα, φαίνονται ορισμένες από τις τυπικές διαστάσεις, τις οποίες μπορεί να προμηθευτεί κανείς, ώστε να ξεκινήσει το σχεδιασμό και τη κατασκευή ενός προϊόντος, χρησιμοποιώντας σανίδες MDF.

Πίνακας 1. Διαστάσεις Σανίδων MDF

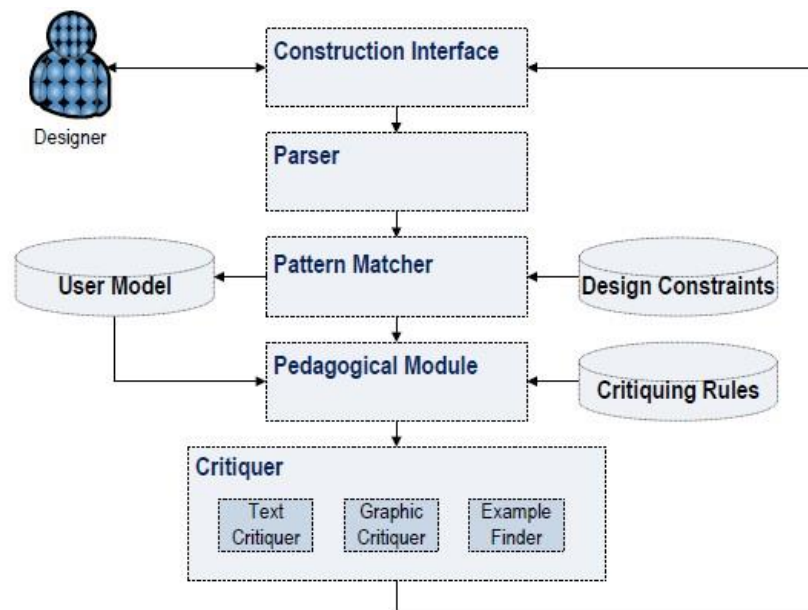
MDF						
Μήκος [mm] x Πλάτος [mm]						
Πάχος [mm]	2200 x 1850	2800 x 2070	3050 x 1220	3050 x 1850	3050 x 2200	3660 x 1850
4	+					
6	+				+	
7	+				+	
8			+	+		+
10			+	+		+
12			+	+		+
16			+	+		+
19			+	+		+
22			+	+		+
25			+	+		+
30			+			
38			+			
40			+			
50			+			

Πηγή: (Ξυλική, χ.χ.)

### 3.3. Χρήση Λογισμικού για την Ελαχιστοποίηση Λαθών κατά το Σχεδιασμό

Ο σωστός σχεδιασμός ενός προϊόντος γενικότερα απαιτεί πολύ λεπτομέρεια. Και στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπου τα προϊόντα είναι έπιπλα επίπεδης συσκευασίας, οι λεπτομέρειες κατά το σχεδιασμό είναι πολλές και τυχόν λάθη, σε διαστάσεις, γεωμετρίες ή ακόμα και ανοχές, μπορεί να εμποδίσουν τη σωστή συναρμολόγηση του μετά τη κατασκευή του. Για το λόγο αυτό, έχουν δημιουργηθεί προγράμματα κριτικού σχεδιασμού με περιορισμούς που προσφέρουν ανατροφοδότηση για τυχόν λάθη, χρησιμοποιώντας πέντε τύπους παράδοσης (ερμηνεία, εισαγωγή, παράδειγμα, επίδειξη και αξιολόγηση) και τρεις τρόπους επικοινωνίας (γραπτά σχόλια, γραφικούς σχολιασμούς και εικόνες). Το λογισμικό αυτό χρησιμοποιείται κυρίως από αρχιτέκτονες μηχανικούς, για αυτό και αναπτύχθηκε από ένα τμήμα αρχιτεκτονικής σε

πανεπιστήμιο της Αμερικής. Συγκεκριμένα η ονομασία του είναι «Flat-pack Furniture Design Critic (FFDC)» και χρησιμοποιεί προσδιορισμένες μεθόδους κριτικής, οι οποίες χρησιμοποιούνται στα στούντιο αρχιτεκτονικής. Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί ότι το λογισμικό αυτό περιλαμβάνει ένα αριθμό στοιχείων (Construction Interface, Parser, Pattern Matcher, Design Constraints, Critiquing Rules, User Model, Pedagogical Module, Critiquer), τα οποία φαίνονται στο σχήμα 1. Στο σχήμα αυτό φαίνεται και η σχέση των στοιχείων αυτών καθώς και η ροή πληροφοριών μεταξύ τους, που επηρεάζει το τελικό σχέδιο (Yeonjoo OH, 2009).

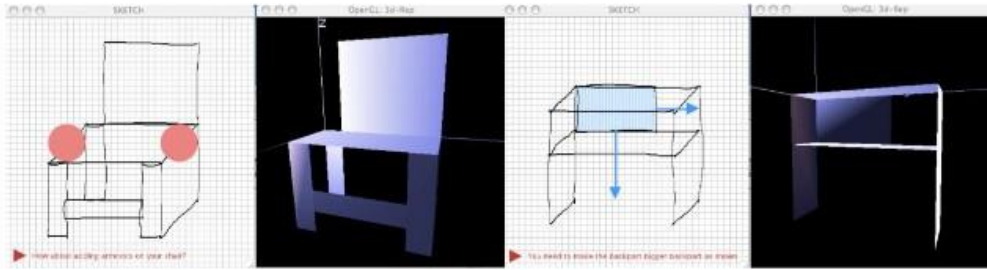


**Σχήμα 1:** Στοιχεία Λογισμικού FFDC

Πηγή: (Yeonjoo OH, 2009)

Πιο συγκεκριμένα για τη λειτουργία του λογισμικού, ένας σχεδιαστής ξεκινά να σχεδιάζει σκιαγραφώντας ένα αξονομετρικό διάγραμμα στην επιφάνεια κατασκευής (Construction Interface) του λογισμικού, χρησιμοποιώντας μια γραφίδα και ένα ψηφιακό tablet. Το λογισμικό καταγράφει όλα τα σκιαγραφημένα γλυφά, προσδιορίζει το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων και δημιουργεί ένα τρισδιάστατο μοντέλο, όπως φαίνεται στην εικόνα 4. Στη συνέχεια, ο αναλυτής (Parser), αναλύει το σκιαγραφημένο διάγραμμα και το τρισδιάστατο μοντέλο, παράγοντας δύο είδη δεδομένων, τα μέρη και τις ιδιότητες τους (μήκος στον άξονα  $x$ , επίπεδο, δεδομένα συντεταγμένων 3D, αρθρώσεις κτλ.) και τη διαμόρφωση των τμημάτων μεταξύ τους (παράλληλότητα, αποστάσεις κτλ.). Μετά από αυτή την ανάλυση, δημιουργείται ένα

αρχείο κειμένου, όπου αποθηκεύεται μια συμβολική αναπαράσταση των σχεδιασμένων επίπλων (Yeonjoo OH, 2009).



**Εικόνα 4:** Δημιουργία 3D Μοντέλου από το Construction Interface

Πηγή: (Yeonjoo OH, 2009)

Το πρόγραμμα αποθηκεύει ένα σύνολο περιορισμών σχεδίασης που αντιπροσωπεύουν αρχές, που πρέπει να γνωρίζουν οι σχεδιαστές. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιούνται δύο είδη περιορισμών, 27 δομικοί περιορισμοί, που καθορίζουν απαγορευμένες και επιτρεπόμενες κατασκευές εξαρτημάτων επίπλων και 36 λειτουργικοί περιορισμοί, που καθορίζουν επιτρεπόμενες λειτουργίες ορισμένων μερών ή ολόκληρων επίπλων. Το ταίριασμα μοτίβων (Pattern Matcher) συγκρίνει τη συμβολική αναπαράσταση του σχεδίου με τους περιορισμούς του σχεδιασμού, προκειμένου να ανιχνεύσει ευκαιρίες κριτικής. Ένα παράδειγμα φαίνεται στην εικόνα 5, όπου το λογισμικό αναγνωρίζει ότι το σχέδιο της καρέκλας παραβιάζει τον αποθηκευμένο περιορισμό ότι μια καρέκλα πρέπει να έχει υποβραχίονια. Οι ακόλουθοι ψευδοκώδικες και τα διαγράμματα δείχνουν τον περιορισμό που έχει παραβιάσει το σχέδιο (Yeonjoo OH, 2009).



**Εικόνα 5:** Σφάλμα που προκύπτει από το Pattern Matcher

Πηγή: (Yeonjoo OH, 2009)

Το τελευταίο μέρος του λογισμικού αφορά τα μοντέλα χρήστη. Συγκεκριμένα, αποθηκεύει δύο τύπους μοντέλου χρήστη, ένα βραχυπρόθεσμο και ένα μακροπρόθεσμο μοντέλο χρήστη. Το βραχυπρόθεσμο μοντέλο χρήστη αποθηκεύει τις συλλογιστικές εξόδους του Pattern Matcher, δηλαδή τους παραβιασμένους και ικανοποιημένους περιορισμούς για την τρέχουσα περίοδο αξιολόγησης. Κάθε παραβιασμένος ή ικανοποιημένος περιορισμός αποθηκεύει τον μοναδικό αριθμό περιορισμού για να υποδείξει ποιος περιορισμός παραβιάστηκε ή ικανοποιήθηκε, εάν αυτός ο περιορισμός παραβιάζεται ή ικανοποιείται, πόσες φορές έχει παραβιαστεί ή ικανοποιηθεί αυτός ο περιορισμός, ποια μέρη επίπλων παραβιάζουν ή ικανοποιούν αυτόν τον περιορισμό, τους τύπους παράδοσης κριτικής που έχουν χρησιμοποιηθεί για την παροχή ανατροφοδότησης σε αυτόν τον περιορισμό και τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους επικοινωνίας κριτικής. Το μακροπρόθεσμο μοντέλο χρήστη αποθηκεύει το ιστορικό όλων των παραβιασμένων και ικανοποιημένων περιορισμών σε πολλαπλές συνεδρίες κριτικής. Χρησιμοποιώντας αυτό το ιστορικό όλων των περιορισμών, το πρόγραμμα βγάζει συμπεράσματα σχετικά με το πόσα γνωρίζει ο σχεδιαστής για αυτό το πεδίο σχεδίασης, όπως τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας, τα συγκεκριμένα αδύνατα και δυνατά σημεία του σχεδιαστή και ποια μέθοδος κριτικής λειτουργεί καλά για ένα συγκεκριμένο σχεδιαστή. Για παράδειγμα, το πρόγραμμα προσδιορίζει έναν σχεδιαστή αρχάριο που τείνει να παραβιάζει σημαντικό περιορισμό. Παρατηρεί επίσης ποιους τύπους περιορισμών τείνει να παραβιάζει ένας σχεδιαστής. Όταν ο σχεδιαστής παραβιάζει κυρίως δομικούς περιορισμούς, το πρόγραμμα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο σχεδιαστής είναι αδύναμος σε δομικές γνώσεις (Yeonjoo OH, 2009).

Αξίζει να αναφερθεί, ότι το λογισμικό αυτό χρησιμοποιείται και στο πανεπιστήμιο για παιδαγωγικούς σκοπούς. Γενικότερα, σκοπός του προγράμματος FFDC είναι να κλείσει το χάσμα μεταξύ της ανθρώπινης κριτικής και των συστημάτων κριτικής που βασίζονται σε υπολογιστές. Προσθέτει τον πλούτο της κριτικής σχεδιασμού στη συμβατική ανατροφοδότηση αυτών των συστημάτων με μορφή διαφορετικών τύπων παράδοσης και τρόπων επικοινωνίας. Ίσως, τα σχόλια αυτά που παρουσιάζονται σε αυτές τις πολλαπλές μεθόδους μπορούν να βοηθήσουν τους σχεδιαστές να αναπτύξουν καλύτερα τις λύσεις και να βελτιώσουν ακόμη παραπάνω τις σχεδιαστικές τους γνώσεις (Mayer, 2001).

### 3.4. Χρήση αισθητήρων για βοήθεια κατά τη συναρμολόγηση

Μια καινοτόμα ιδέα, στην οποία χρησιμοποιήθηκαν έπιπλα επίπεδης συσκευασίας για να εφαρμοστεί, είναι η χρήση αισθητήρων στα μη συναρμολογημένα κομμάτια. Με τους αισθητήρες αυτούς, μπορούν να αναγνωριστούν οι ενέργειες του χρήστη κατά τη συναρμολόγηση και να σταλούν δεδομένα σε ξεχωριστό υπολογιστή. Στον υπολογιστή υπάρχει ένα σχέδιο συναρμολόγησης, το οποίο περιέχει όλες τις πιθανές καταστάσεις συναρμολόγησης. Στη πρώτη κατάσταση όλα τα στοιχεία έχουν αποσυναρμολογηθεί και οι επόμενες καταστάσεις επιτυγχάνονται με βάση τις φυσικές ενέργειες του χρήστη. Η τελική κατάσταση δημιουργίας καθίσταται έγκυρη, αν όλα τα βήματα συναρμολόγησης έχουν εκτελεστεί σωστά. Η βασική αρχή είναι ότι το σύστημα, μπορεί να παρακολουθεί, αναπτύσσοντας αισθητήρες, τις ενέργειες συναρμολόγησης του χρήστη και δίνει συστάσεις ειδικά για τις ανάγκες του χρήστη στην τρέχουσα κατάσταση (Antifakos, 2002).

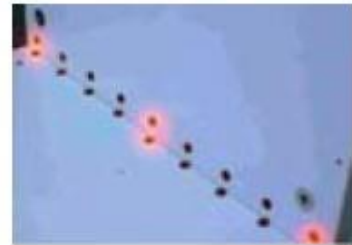
Πιο συγκεκριμένα, για το παράδειγμα των επίπλων επίπεδης συσκευασίας, εντοπίστηκαν πέντε τύποι σχολίων, που θα μπορούσαν να βοηθήσουν το χρήστη:

1. Κατεύθυνση της προσοχής (Direction of attention)
2. Θετική ανατροφοδότηση για σωστή δράση (Positive feedback for right action)
3. Αρνητική ανατροφοδότηση για λάθος ενέργεια (Negative feedback for wrong action)
4. Κατεύθυνση για τελική επεξεργασία μετά τη σύνδεση δύο κομματιών (Fine grain direction)
5. Ειδοποίηση τελικής εργασίας (Notification of finished task)

Αυτά τα σχόλια δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να ανακαλύψουν το σωστό τρόπο συναρμολόγησης των επίπλων. Οι χρήστες ανοίγοντας τη συσκευασία, αμέσως η προσοχή τους στρέφεται στα μέρη με τα οποία θεωρούν ότι θα πρέπει να ξεκινήσουν (Σχόλιο 1). Οι ενέργειες του χρήστη, όπως το γύρισμα και η κίνηση των σανίδων γίνονται αισθητά και μοτίβα πράσινου φωτός που αναβοσβήνουν υποδεικνύουν ποιες άκρες πρέπει να συνδεθούν και με ποιον τρόπο. Εάν οι σωστά ευθυγραμμισμένα τα κομμάτια, ένα συγχρονισμένο μοτίβο πράσινου φωτός υποδεικνύει σε αυτή τη περίπτωση μια καλά εκτελεσμένη ενέργεια (Σχόλιο 2). Εάν ο χρήστης κάνει λάθος ενέργεια, εμφανίζεται ένα μοτίβο κόκκινου φωτός, που αναφέρει ένα λάθος (Σχόλιο 3). Για να διορθωθεί αυτή η λάθος κίνηση, ένα πράσινο μοτίβο που αναβοσβήνει (flash),



δείχνει τη σωστή εναλλακτική. Αφού τα κομμάτια έχουν ευθυγραμμιστεί σωστά μεταξύ τους, τα μεμονωμένα πράσινα φανάρια κατευθύνουν τη προσοχή του χρήστη στις οπές, που πρέπει να εισαχθεί και να σφίξει η βίδα (Σχόλιο 4). Μόλις, ολοκληρωθεί η τελική κατάσταση συναρμολόγησης, τα φώτα LED, υποδεικνύουν ότι η εργασία έχει ολοκληρωθεί (Σχόλιο 5). Αυτά τα μοτίβα με τα φώτα LED, που μόλις παρουσιάστηκαν και φαίνονται και στην εικόνα 6, επεκτείνουν τις στατικές δυνατότητες ενός εξαρτήματος και μπορούν να διδάξουν στο χρήστη με τη μέθοδο «learning by doing», πως το κομμάτια ταιριάζουν μεταξύ τους. Ακόμη το γεγονός αυτό με τις ενδείξεις του πράσινου και του κόκκινου φωτός, επιτρέπει στο χρήστη να πραγματοποιεί οποιαδήποτε ακολουθία ενεργειών, χωρίς να υπάρχει ο φόβος λάθους, καθώς θα υπάρξει ειδοποίηση (Florian Michahelles, 2003 ).



**Εικόνα 6:** Μοτίβα LED: Σωστή/Λάθος Ενέργεια

Πηγή: (Florian Michahelles, 2003 )

Εκτός από αυτού του είδους τους αισθητήρες, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τη συναρμολόγηση των επίπλων επίπεδης συσκευασίας, υπάρχουν και αισθητήρες, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιούνται κατά τη λειτουργία των επίπλων και ουσιαστικά να μετατρέψουν τα κλασικά έπιπλα σε έξυπνα (Smart furniture). Τέτοιοι αισθητήρες μπορεί να υπολογίζουν τις δυνάμεις που δέχεται ένα έπιπλο και ταυτόχρονα να τα μετατρέπουν σε συσκευές μέτρησης του βάρους (A.Schmidt).

Παραδείγματα επίπλων, που χρησιμοποιήθηκαν τέτοιοι αισθητήρες είναι τραπέζια για καφέ, τραπέζια τραπεζαρίας, ράφια και συρταριέρες. Στην εικόνα 7 φαίνεται ένα παράδειγμα τέτοιου τραπεζιού με αυτούς τους αισθητήρες. Οι αισθητήρες σε πρώτο στάδιο είχαν ενσωματωθεί ανάμεσα στο πάνω μέρος του τραπεζιού και στο πλαίσιο του τραπεζιού, αλλά στη συνέχεια θεωρήθηκε καλύτερη ιδέα να βρίσκονται στο κάτω μέρος των ποδιών του τραπεζιού. Μετρώντας το φορτίο σε κάθε γωνία, είναι εύκολο να υπολογιστεί το κέντρο βάρους της επιφάνειας. Παρατηρώντας, το πως μετακινείται

το κέντρο βάρους, είναι εφικτό να ανιχνευθεί η αλληλεπίδραση στην επιφάνεια. Με αυτό το τρόπο ολόκληρη η επιφάνεια μετατρέπεται σε ένα αισθητήρα, επειδή είναι δυνατό να εντοπιστεί με ακρίβεια το βάρος και η τοποθεσία των αντικειμένων που έχουν τοποθετηθεί σε αυτήν την επιφάνεια (Lars Erik Holmqvist, 2003).

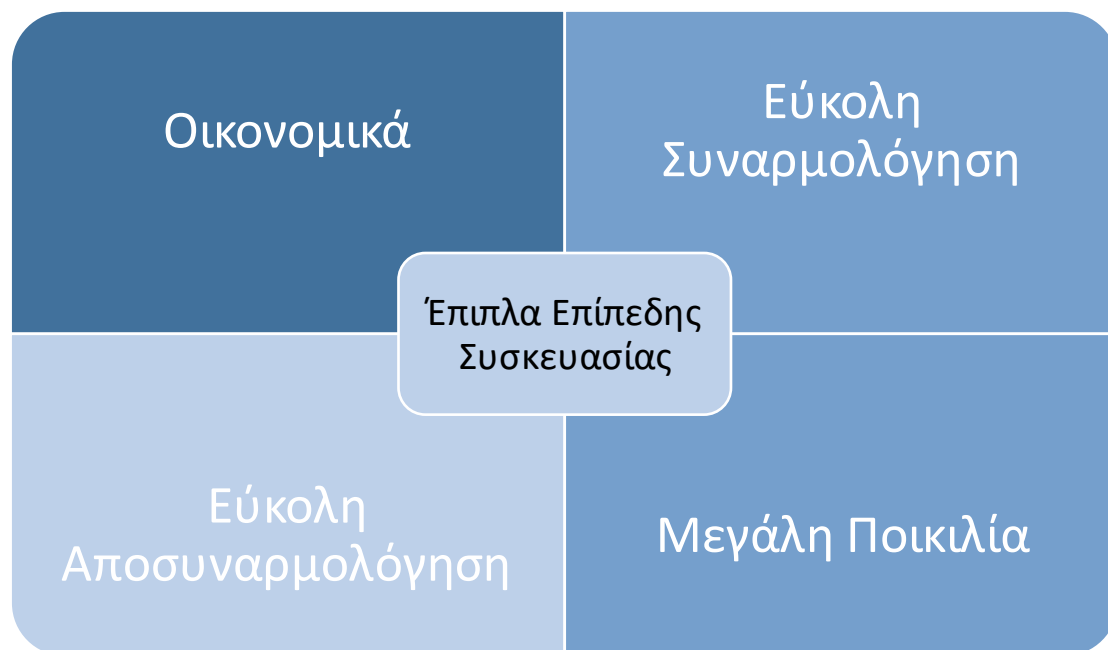


**Εικόνα 7:** Τραπέζι με ενσωματωμένους αισθητήρες στις γωνίες

Πηγή: (Lars Erik Holmqvist, 2003)

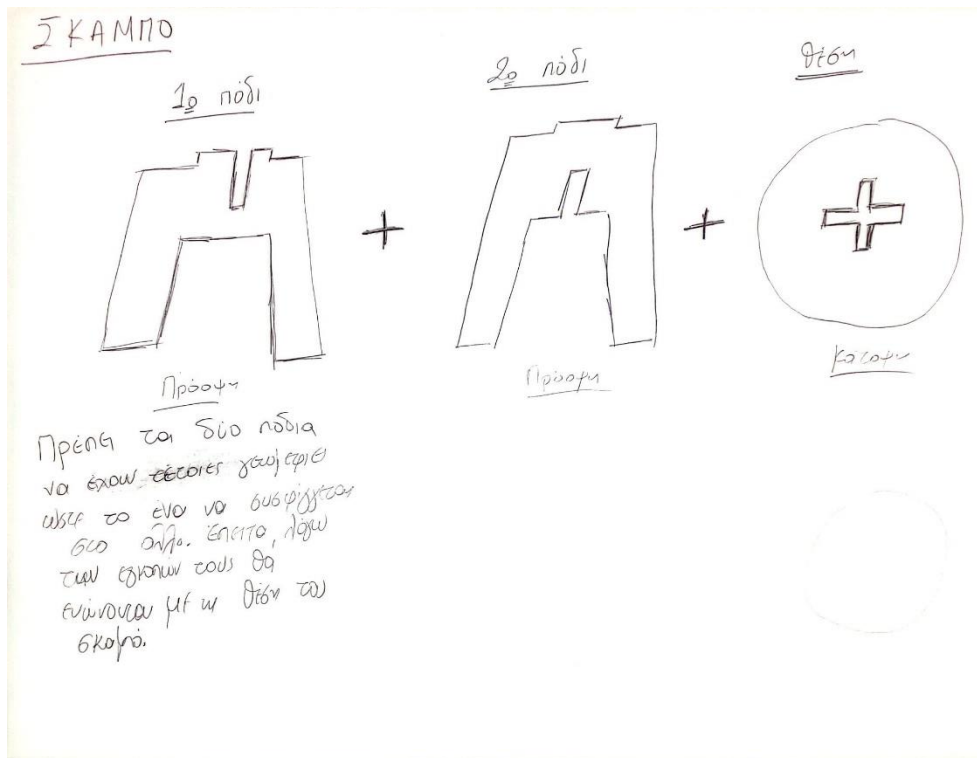
#### 4. Παρουσίαση Σχεδίων

Πριν ξεκινήσει η παρουσίαση των σχεδίων, αναφέρεται ο λόγος που επιλέχθηκαν αυτού του είδους τα έπιπλα. Είναι ευρέως διαδεδομένο, πως στη σημερινή κοινωνία, λόγω του γρήγορου ρυθμού ζωής, η πλειοψηφία του κόσμου δεν παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα σε μια πόλη, πόσο μάλλον σε μια συγκεκριμένη οικία, για διάφορους λόγους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η φοιτητική κοινότητα. Ένας φοιτητής κατά τη διάρκεια της φοίτησης του, μπορεί να αναγκαστεί να μετακομίσει σε διαφορετικό μέρος από αυτό της μόνιμης κατοικίας του. Σαφώς θα πρέπει να εξοπλίσει τη νέα του κατοικία. Αυτά τα έπιπλα, απευθύνονται και σε αυτή τη κοινωνική ομάδα και ήταν και η αφορμή για αυτή τη διπλωματική εργασία. Το διάγραμμα 1 αποτελεί και τον εννοιολογικό χάρτη, ο οποίος ήταν σημαντικός για την έναρξη των σκαριφημάτων των επίπλων, που φαίνονται και στη συνέχεια, αλλά και για την μετέπειτα ολοκλήρωση των τρισδιάστατων σχεδίων.

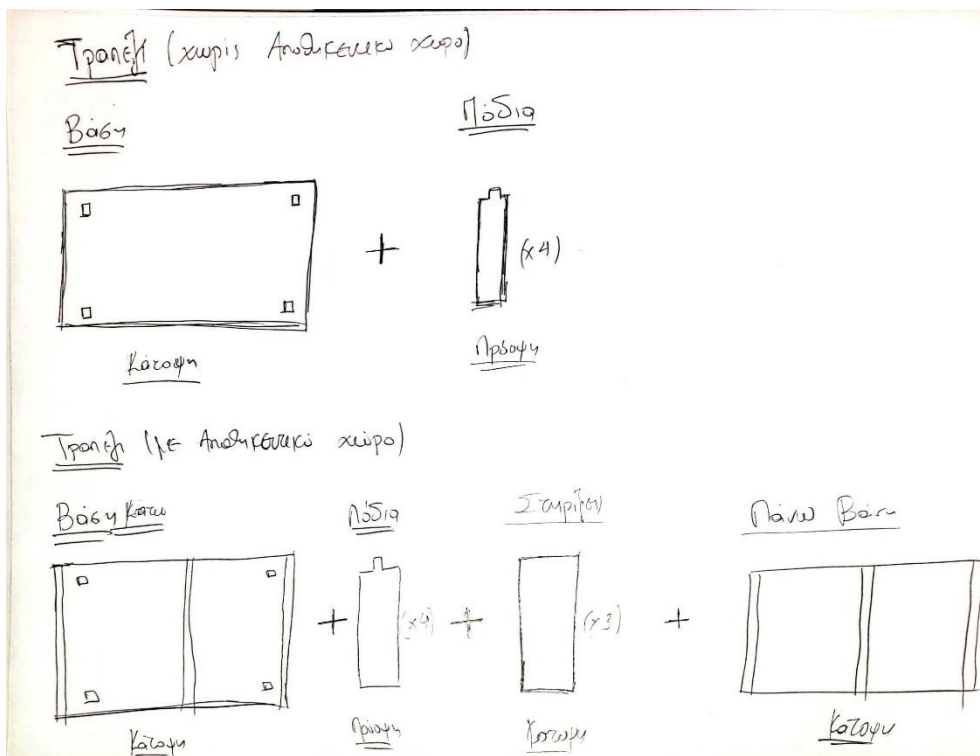


**Διάγραμμα 1:** Εννοιολογικός χάρτης

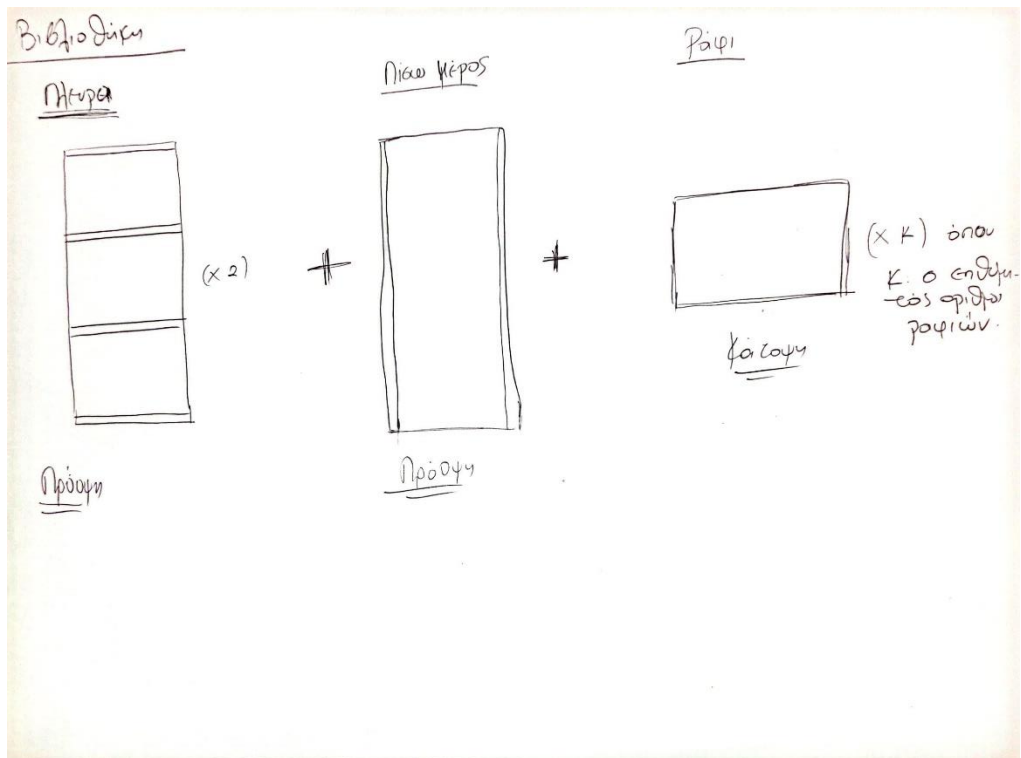
Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά είναι οι παράμετροι που επηρεάζουν το σχεδιασμό αλλά και τη κατασκευή αυτών των επίπλων. Η εύκολη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση ήταν αυτή που επηρέασε τα σκαριφήματα, τα οποία φαίνονται στις εικόνες 8, 9 και 10.



Εικόνα 8: Σκαρίφημα Σκαμπό

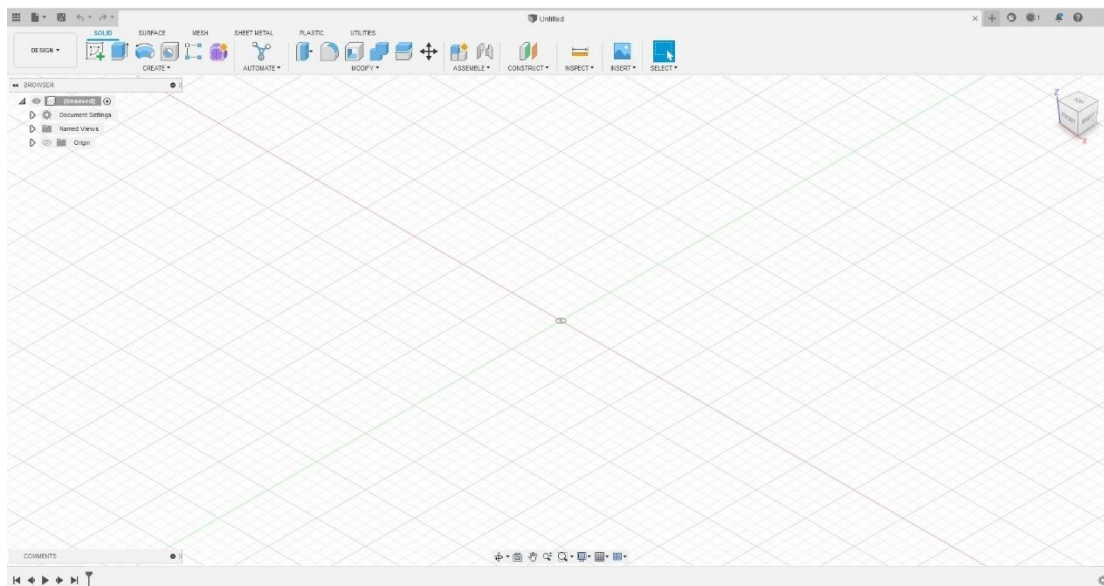


Εικόνα 9: Σκαρίφημα Τραπεζί



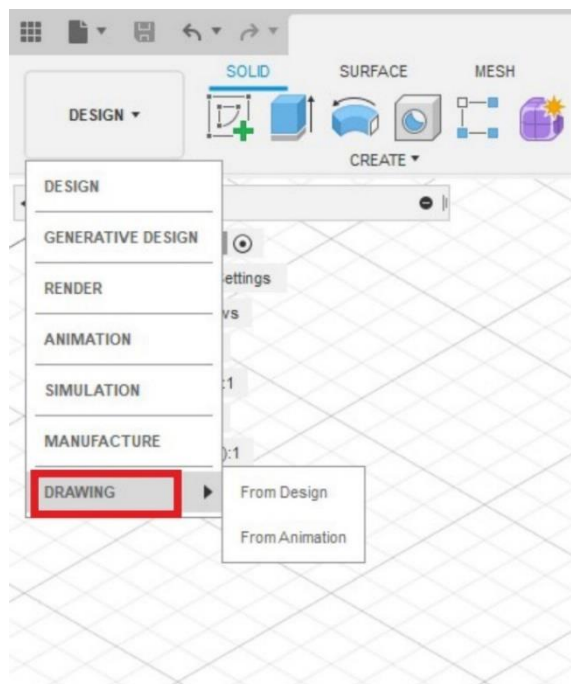
**Εικόνα 10:** Σκαρίφημα Βιβλιοθήκης

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής, δημιουργήθηκαν τρία διαφορετικά σχέδια για έπιπλα επίπεδης συσκευασίας και συγκεκριμένα, ένα σκαμπό, ένα τραπέζι και μια βιβλιοθήκη. Τα σχέδια δημιουργήθηκαν στο σχεδιαστικό πρόγραμμα FUSION 360 στην έκδοση Student, η οποία παρέχεται δωρεάν από την εταιρία AUTODESK. Το λογισμικό είναι ιδιαίτερα εύχρηστο, ενώ η εταιρία διαθέτει βιβλιοθήκη για να διευκολύνει τους χρήστες για τυχόν απορίες με εντολές. Η επιφάνεια λειτουργίας του λογισμικού φαίνεται στην εικόνα 11.



**Εικόνα 11:** Επιφάνεια Λειτουργίας FUSION 360

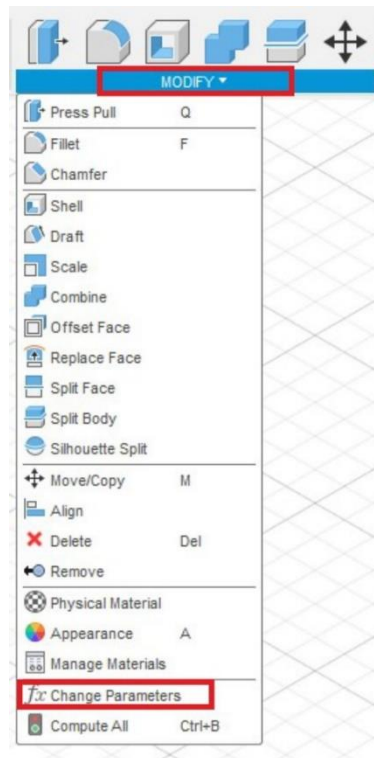
Το λογισμικό αυτό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη, να δημιουργήσει και τα κατασκευαστικά σχέδια, αφού ολοκληρώσει τα τρισδιάστατα σχέδια. Από την επιλογή «DESIGN», η οποία είναι για τα τρισδιάστατα σχέδια, ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την επιλογή σε «DRAWING», όπως φαίνεται και στην εικόνα 12 και να δημιουργήσει τα κατασκευαστικά σχέδια, τα οποία είναι απαραίτητα διότι σε αυτά εμφανίζονται οι διαστάσεις του τεμαχίου που σχεδιάστηκε. Επίσης, όπως σε όλα τα σχεδιαστικά προγράμματα, έτσι και στο FUSION 360, είναι εφικτό ένα σχέδιο να αποθηκευτεί σε μια άλλη μορφή αρχείου (.step, .igs), πέρα από αυτή του FUSION 360 (.f3d), ώστε να μπορεί κάποιος να το ανοίξει και με κάποιο άλλο σχεδιαστικό πρόγραμμα.



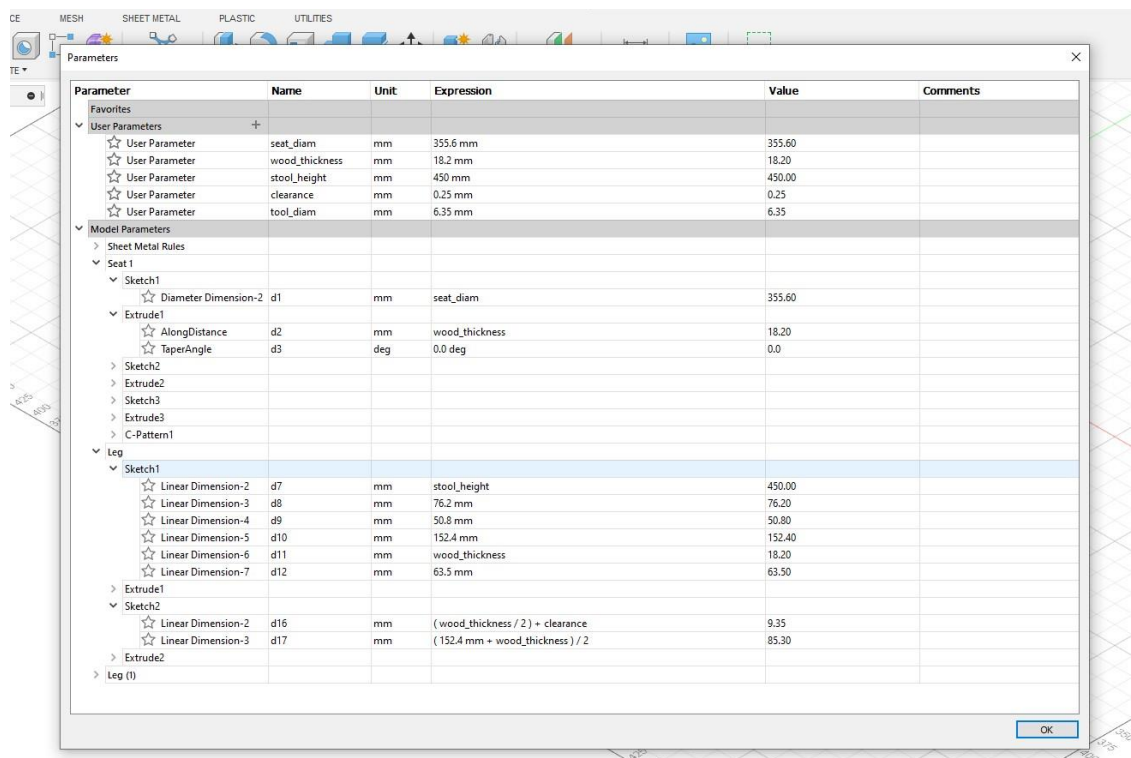
**Εικόνα 12:** Επιλογή Drawing στο FUSION 360

#### 4.1. Μεθοδολογία

Και τα τρία σχέδια που δημιουργήθηκαν, είχαν παραμετρικό τρόπο σχεδίασης. Ο παραμετρικός τρόπος αυτός σχεδίασης, αφορά τις διαστάσεις των σχεδίων. Στο λογισμικό, πριν την έναρξη του σχεδιασμού ή κατά τη διάρκεια, μπορεί ο χρήστης να ορίζει μια ονομασία σε μια διάσταση που θα χρησιμοποιήσει, να ορίσει τη τιμή της διάστασης αυτής και το σχέδιο να παίρνει αυτή τη τιμή αυτόματα, κατά το σχεδιασμό. Το σημαντικό με τις παραμετρικές διαστάσεις, είναι η δυνατότητα να αλλάζει ο χρήστης, όποτε θέλει μια διάσταση και στο σχέδιο να αλλάζει αυτή τη διάσταση αυτόματα, χωρίς να πρέπει να παρέμβει στο σχέδιο ο χρήστης. Για να εντοπίσει ο χρήστης το παράθυρο για τις παραμετρικές διαστάσεις επιλέγει στη καρτέλα «MODIFY», την επιλογή «Change Parameters», όπως φαίνεται και στην εικόνα 13. Οι παραμετρικές αυτές διαστάσεις, ορίζονται στο παράθυρο που φαίνεται στην εικόνα 14. Όλα τα σχέδια, έγιναν σε χιλιοστά [mm] και στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ότι και για τα τρία σχέδια, έχει επιλεγεί το υλικό να είναι ξύλο από τη βιβλιοθήκη υλικών που προσφέρει η AUTODESK, ώστε να είναι ακόμα πιο παραστατικό το σχέδιο.



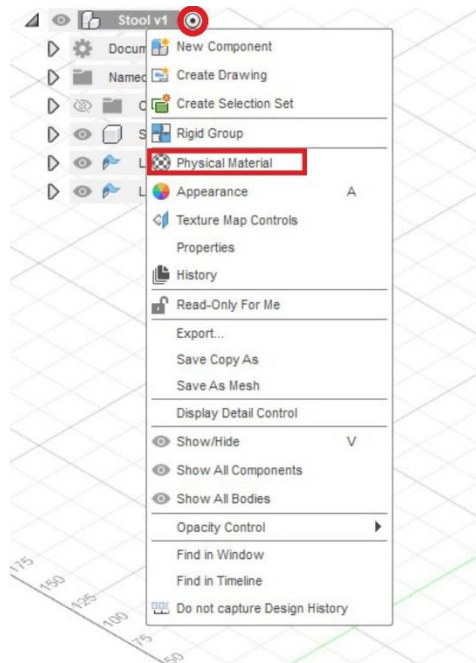
Εικόνα 13: Καρτέλα MODIFY για την επιλογή Change Parameters



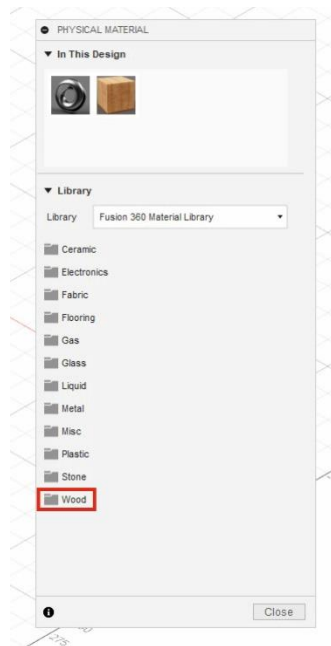
Εικόνα 14: Παράθυρο για αλλαγή των παραμετρικών διαστάσεων



Για να έχει πρόσβαση ο χρήστης στη βιβλιοθήκη υλικών, μπορεί με το ποντίκι του υπολογιστή να ανοίξει τις επιλογές που του δίνει το λογισμικό, κάνοντας δεξί κλικ, όπως φαίνεται στην εικόνα 15, έχοντας επιλέξει το συνολικό σχέδιο, διότι κάθε έπιπλο είναι σχεδιασμένο σε περισσότερα από ένα κομμάτια, τα οποία στην ουσία ενώνονται. Στην εικόνα 16 φαίνονται οι επιλογές που έχει ο χρήστης στη βιβλιοθήκη υλικών.



Εικόνα 15: Επιλογή υλικού για το σχέδιο



Εικόνα 16: Βιβλιοθήκη υλικών AUTODESK

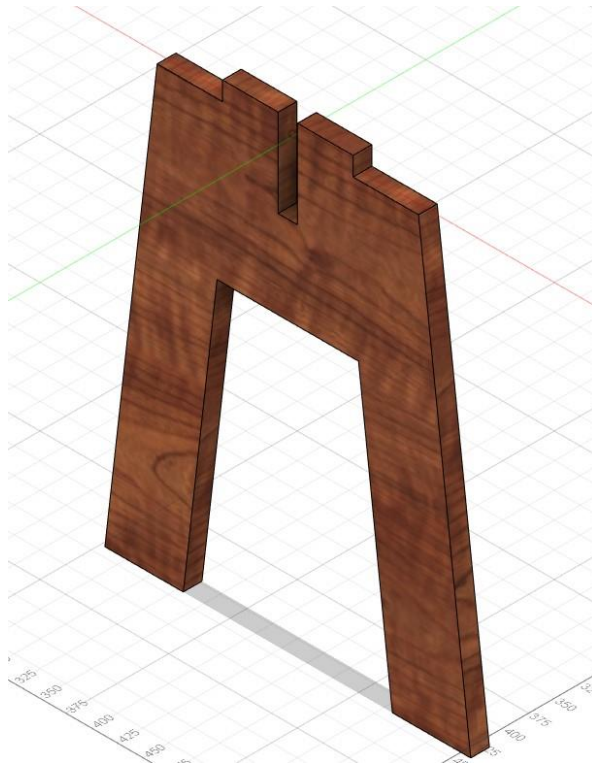
#### 4.2. Ανάλυση Σχεδίου Σκαμπό

Ο σχεδιασμός του σκαμπό ξεκίνησε, δημιουργώντας πρώτα το πάνω μέρος, τη θέση ουσιαστικά, στην οποία μπορεί να κάτσει κάποιος και έπειτα τα δύο πόδια του σκαμπό. Σχεδιάστηκε μια θέση κυκλικής διατομής, στο κέντρο της οποίας υπάρχει μια εγκοπή σε σχήμα σταυρού, στην οποία συσφίγγονται τα δύο πόδια του σκαμπό, όπως φαίνεται και στην εικόνα 17.

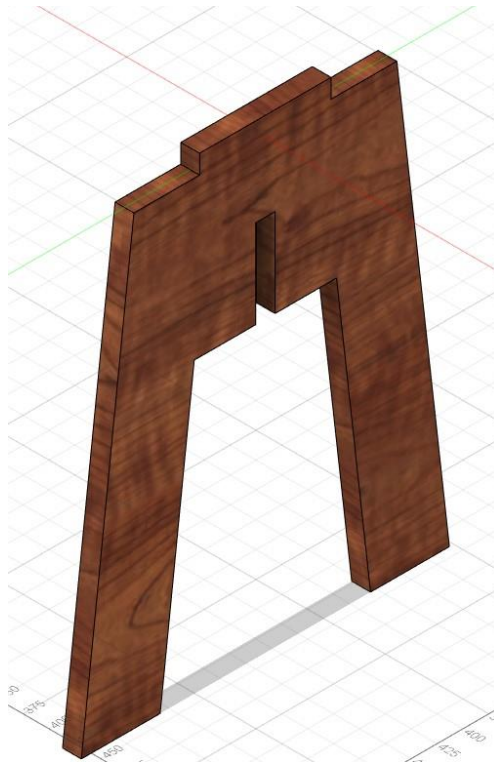


**Εικόνα 17:** Θέση σκαμπό

Στην εικόνα 18 φαίνεται το πρώτο από τα δύο πόδια του σκαμπό. Και τα δύο πόδια είναι ορθογωνικής διατομής, και έχουν σχεδιαστεί, έτσι ώστε το ένα να συσφίγγεται με το άλλο στην εγκοπή που υπάρχει στο πρώτο πόδι στο κέντρο. Τέλος, στην εικόνα 20 φαίνεται το τελικό σχέδιο του σκαμπό. Οι ανοχές των κομματιών είναι τέτοιες, ώστε η συναρμολόγηση να γίνεται με ευκολία και παράλληλα η σύσφιξη να είναι σωστή.



**Εικόνα 18:** Πρώτο πόδι σκαμπό



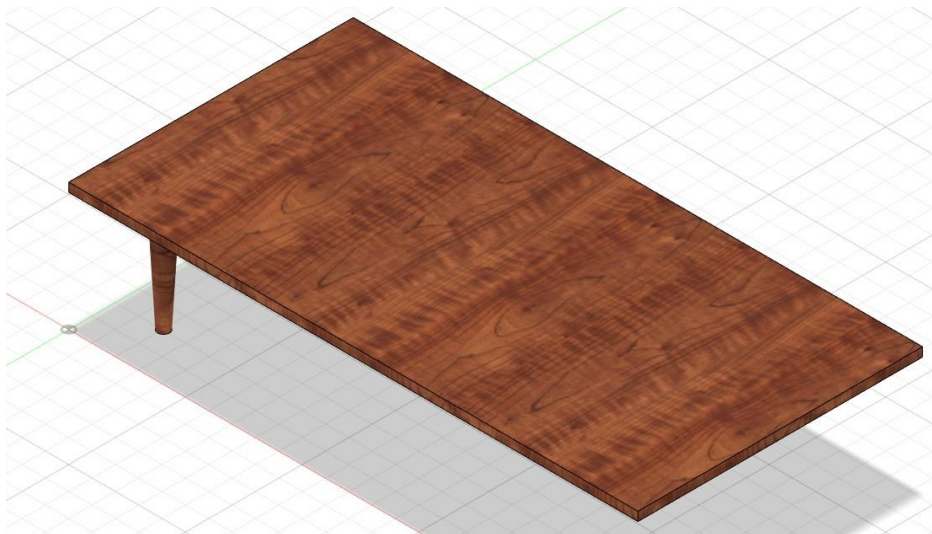
**Εικόνα 19:** Δεύτερο πόδι σκαμπό



**Εικόνα 20:** Τελικό σχέδιο σκαμπό

#### 4.3. Ανάλυση Σχεδίου Τραπεζιού

Ο σχεδιασμός του τραπεζιού, ξεκίνησε και αυτός δημιουργώντας το κάθε κομμάτι ξεχωριστά. Αρχικά, δημιουργήθηκε ένα ορθογώνιο σχεδιάγραμμα (sketch), το οποίο προσδιορίζει τις διαστάσεις του τραπεζιού και αποτέλεσε το κορμό για το σχεδιασμό των υπόλοιπων κομματιών του τραπεζιού.



**Εικόνα 21:** Κάτω βάση και πόδι τραπεζιού

Με κορμό λοιπόν αυτό το σχεδιάγραμμα, πρώτα σχεδιάστηκε το ένα πόδι του τραπέζιού και η κάτω βάση του τραπέζιού, όπως φαίνεται στην εικόνα 21. Στη συνέχεια, σχεδιάστηκε η μία από τις δύο πλαϊνές στηρίξεις του τραπέζιού και συγκεκριμένα αυτή στην αριστερή πλευρά, όπως φαίνεται στην εικόνα 22.



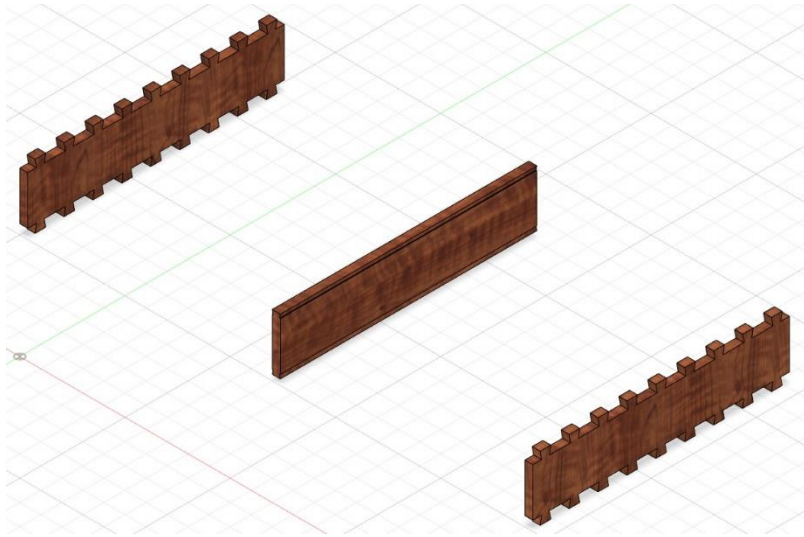
**Εικόνα 22:** Κάτω βάση, πόδι και πλαϊνή στήριξη τραπέζιού

Έπειτα, σχεδιάστηκαν με την εντολή «Mirror» του λογισμικού και τα υπόλοιπα πόδια του τραπέζιού, καθώς και η άλλη πλαϊνή στήριξη. Σειρά, είχε μια στήριξη που βρίσκεται στο κέντρο του τραπέζιού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 23.



**Εικόνα 23:** Κάτω βάση, πόδια, κεντρική και πλαϊνές στηρίξεις τραπέζιού

Τέλος, σχεδιάστηκε η πάνω βάση του τραπεζιού και δημιουργήθηκαν οι απαραίτητες εγκοπές, τόσο στις δύο βάσεις όσο και στις τρεις στηρίξεις, οι οποίες ενώνονται όλες μαζί για τη σωστή συναρμολόγηση του τραπεζιού. Οι εγκοπές τόσο των βάσεων όσο και των στηρίξεων του τραπεζιού φαίνονται στις εικόνες 24 και 25 αντίστοιχα.



**Εικόνα 24:** Στηρίξεις τραπεζιού με τις απαραίτητες εγκοπές



**Εικόνα 25:** Βάσεις τραπεζιού με τις απαραίτητες στηρίξεις

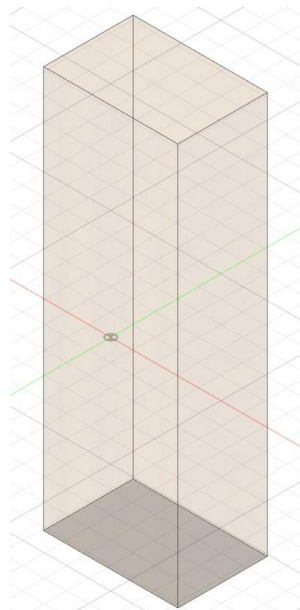
Οι εγκοπές στις δύο βάσεις δημιουργήθηκαν αυτόματα, χρησιμοποιώντας την εντολή «Combine», που διαθέτει το λογισμικό. Αρχικά, η εντολή εκτελέστηκε για τις πλαϊνές στηρίξεις και έπειτα για τη κεντρική. Το τελικό σχέδιο του τραπεζιού φαίνεται στην εικόνα 26.



**Εικόνα 26:** Τελικό σχέδιο τραπεζιού

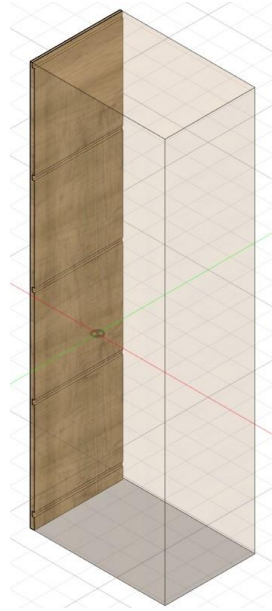
#### 4.4. Ανάλυση Σχεδίου Βιβλιοθήκης

Ο σχεδιασμός της βιβλιοθήκης ήταν και αυτός χωρισμένος σε διαφορετικά κομμάτια, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους. Όπως και στο τραπέζι, έτσι και εδώ δημιουργήθηκε ένα σχεδιάγραμμα, το οποίο χρησιμοποιείται σαν κορμός για να σχεδιαστεί το κάθε κομμάτι ξεχωριστά με βάση τις αρχικές διαστάσεις αυτού του σχεδιαγράμματος.



**Εικόνα 27:** Σχεδιάγραμμα για την έναρξη του σχεδιασμού της βιβλιοθήκης

Έτσι, έχοντας σαν αρχή το σχεδιάγραμμα της εικόνας 27, σχεδιάστηκε η αριστερή πλευρά της βιβλιοθήκης, όπως φαίνεται στην εικόνα 28, με τις τελικές εγκοπές, όπου στηρίζονται τα ράφια.



**Εικόνα 28:** Αριστερή πλευρά βιβλιοθήκης

Με την εντολή «Mirror» του λογισμικού δημιουργήθηκε και η δεξιά πλευρά της βιβλιοθήκης, ενώ σειρά είχε και το πίσω μέρος της βιβλιοθήκης. Αυτά φαίνονται στην εικόνα 29.



**Εικόνα 29:** Αριστερή, δεξιά πλευρά και πίσω μέρος βιβλιοθήκης



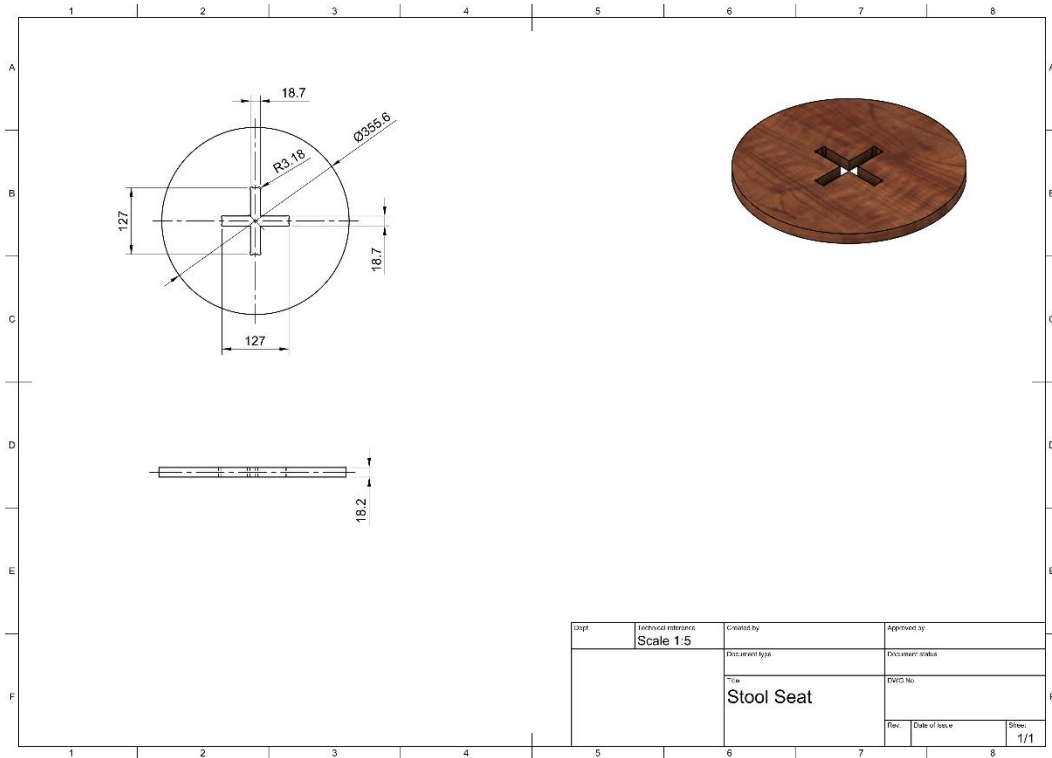
Τέλος, δημιουργήθηκαν και τα ράφια. Στην ουσία δημιουργήθηκε ένα και με την εντολή «Rectangular Pattern» και ορίζοντας τις σωστές αποστάσεις τοποθετήθηκαν στις υπόλοιπες εγκοπές και τα υπόλοιπα ράφια. Το τελικό σχέδιο της βιβλιοθήκης φαίνεται στην εικόνα 30.



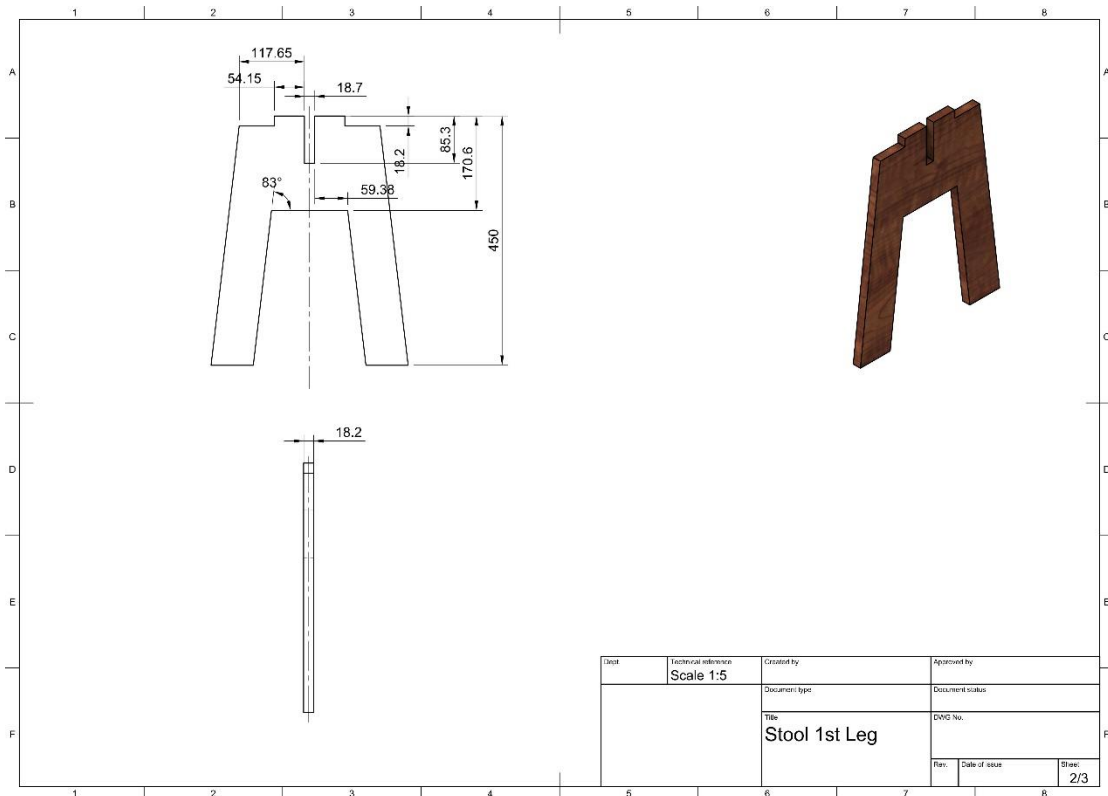
**Εικόνα 30:** Τελικό σχέδιο βιβλιοθήκης

#### **4.5. Κατασκευαστικά Σχέδια Επίπλων**

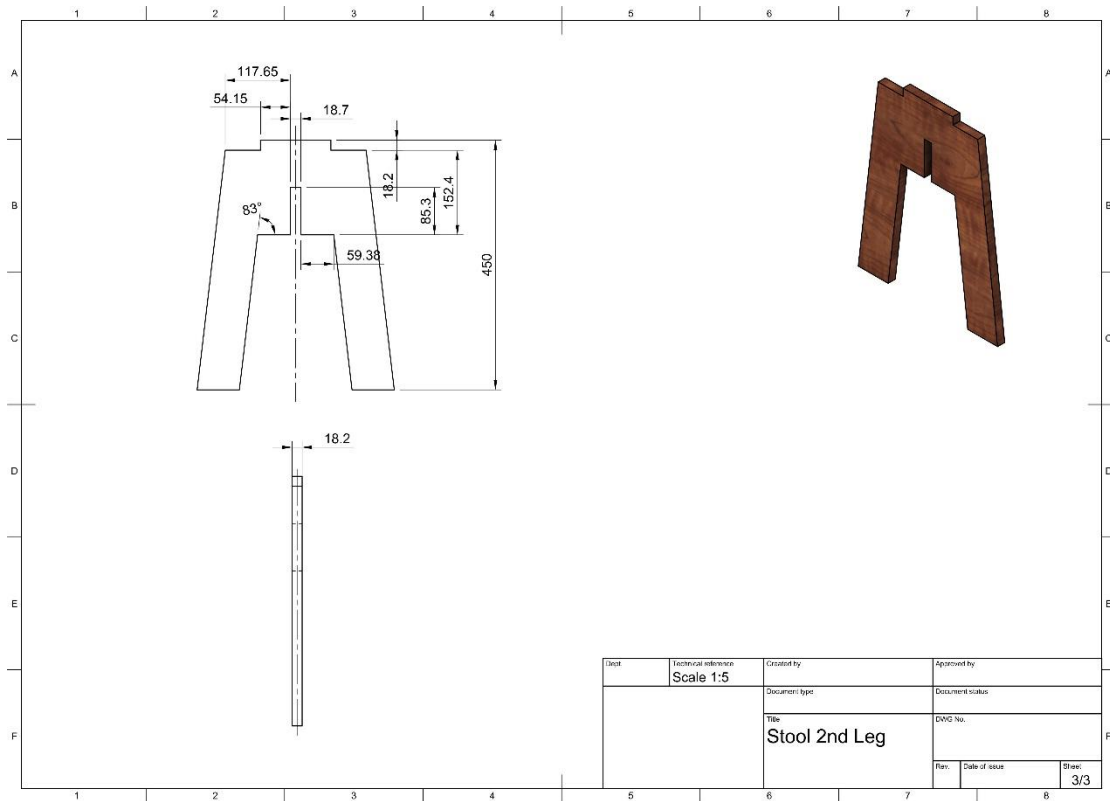
Στη παράγραφο αυτή θα παρουσιαστούν τα κατασκευαστικά σχέδια από το κάθε έπιπλο. Συγκεκριμένα, το σκαμπό αποτελείται από τρία διαφορετικά κομμάτια, τη θέση και τα δύο πόδια, οπότε χρειάζονται τρία κατασκευαστικά σχέδια, τα οποία φαίνονται στις εικόνες 31,32 και 33. Τα κατασκευαστικά σχέδια του σκαμπό είναι σε κλίμακα (scale) 1:5, αλλά οι διαστάσεις που φαίνονται σε αυτά είναι οι πραγματικές και είναι σε χιλιοστά [mm].



**Εικόνα 31:** Κατασκευαστικό σχέδιο θέσης σκαμπό

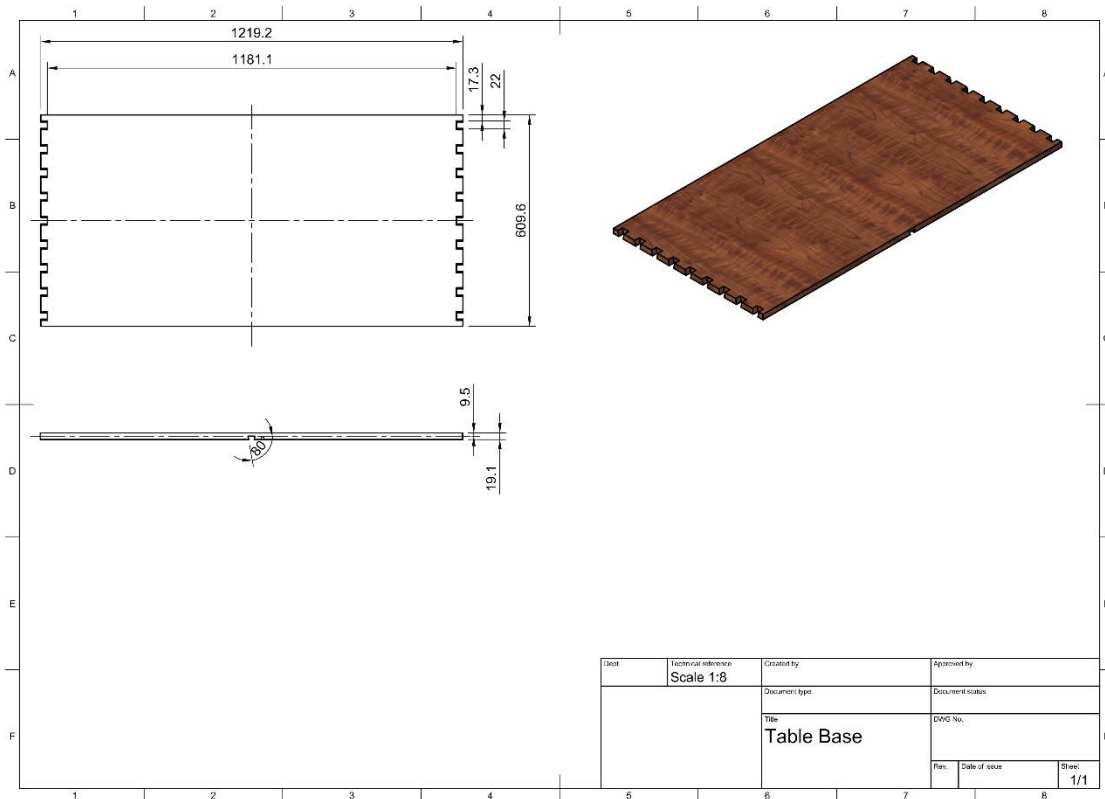


**Εικόνα 32:** Κατασκευαστικό σχέδιο πρώτου ποδιού σκαμπό

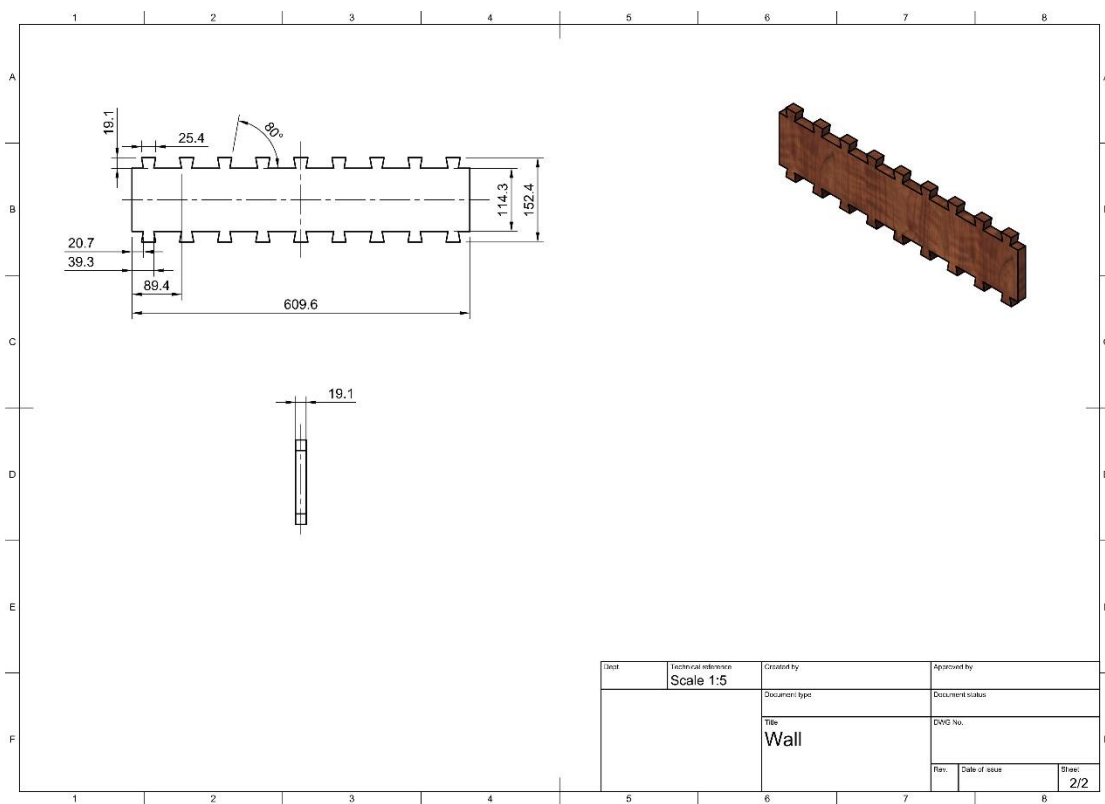


**Εικόνα 33:** Κατασκευαστικό σχέδιο δεύτερου ποδιού σκαμπό

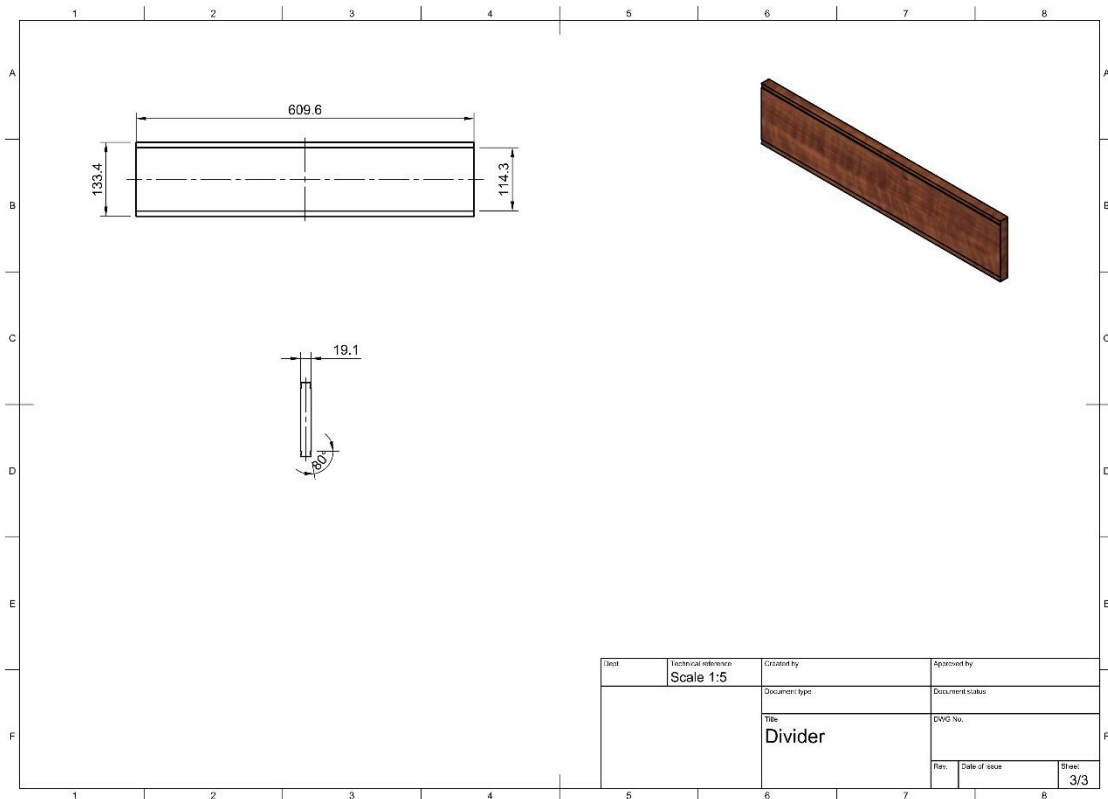
Το τραπέζι αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά κομμάτια, τις βάσεις, τις πλαϊνές και τη κεντρική στήριξη και τα πόδια, οπότε χρειάζονται τέσσερα κατασκευαστικά σχέδια, τα οποία φαίνονται στις εικόνες 34, 35, 36 και 37. Η κλίμακα σε αυτή τη περίπτωση είναι 1:8 είτε 1:5 είτε 1:2.



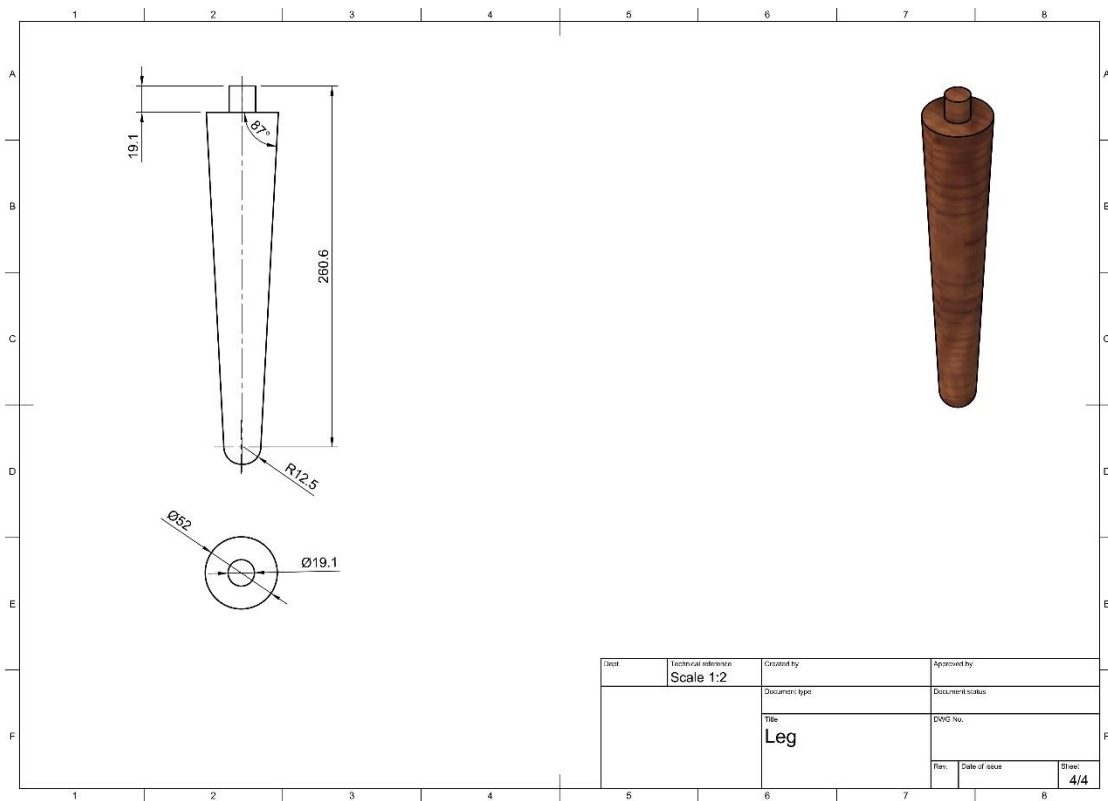
**Εικόνα 34:** Κατασκευαστικό σχέδιο βάσης τραπεζιού



**Εικόνα 35:** Κατασκευαστικό σχέδιο πλαιϊνής στήριξης τραπεζιού

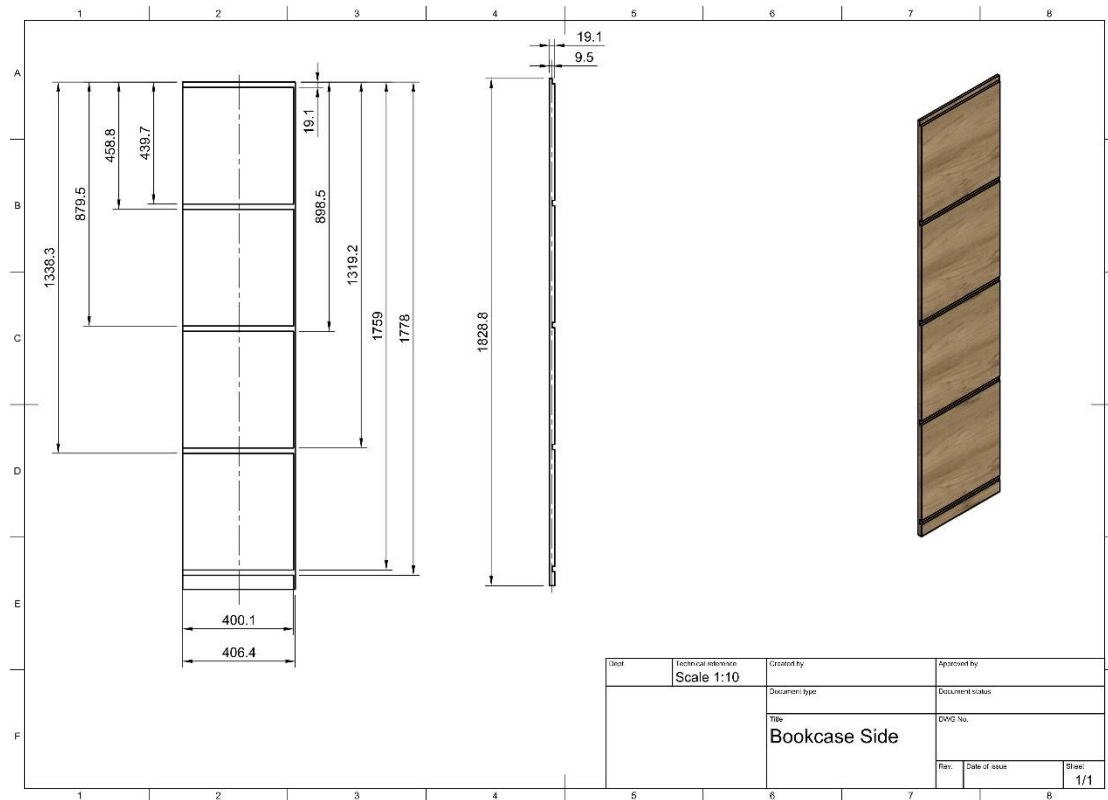


**Εικόνα 36:** Κατασκευαστικό σχέδιο κεντρικής στήριξης τραπεζιού

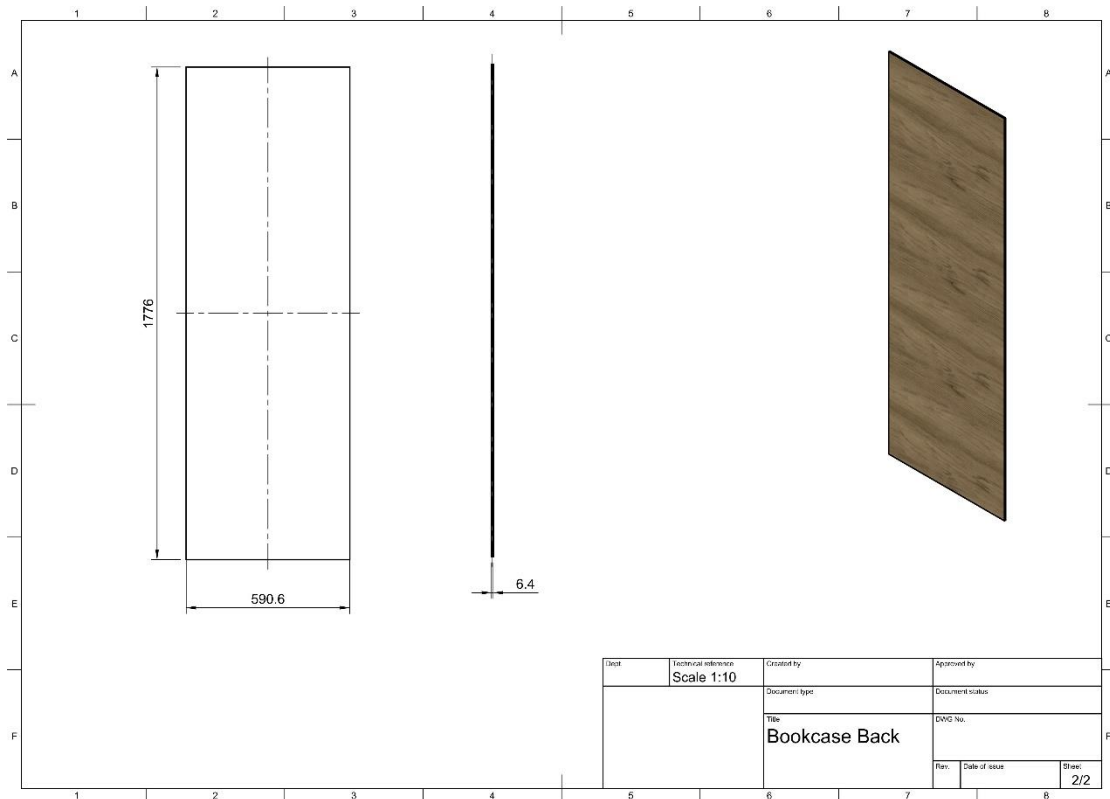


**Εικόνα 37:** Κατασκευαστικό σχέδιο ποδιού τραπεζιού

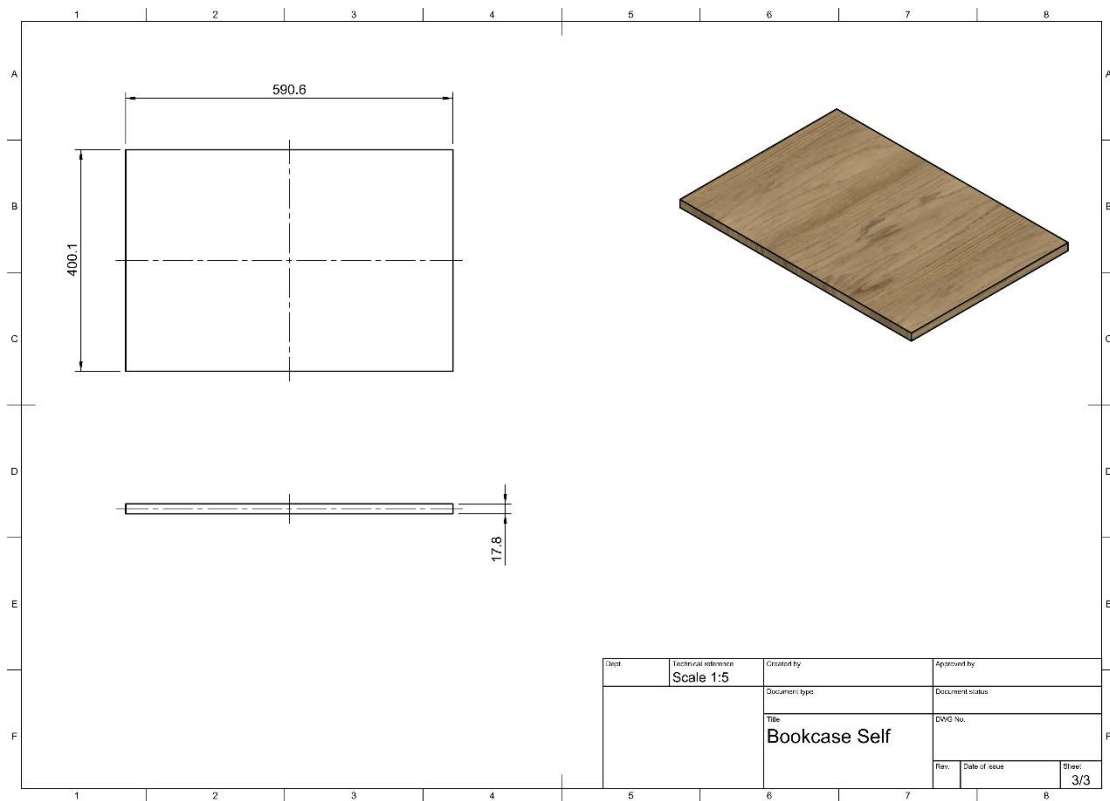
Τέλος, η βιβλιοθήκη αποτελείται από τρία διαφορετικά κομμάτια, τις δύο ίδιες πλαϊνές πλευρές, το πίσω μέρος και τα ράφια, τα οποία φαίνονται στις εικόνες 38, 39 και 40. Η κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε στα κατασκευαστικά σχέδια της βιβλιοθήκης είναι είτε 1:10 είτε 1:5.



**Εικόνα 38:** Κατασκευαστικό σχέδιο πλαϊνής πλευράς βιβλιοθήκης



**Εικόνα 39:** Κατασκευαστικό σχέδιο πίσω μέρους βιβλιοθήκης



**Εικόνα 40:** Κατασκευαστικό σχέδιο ραφιού βιβλιοθήκης

## 5. Συμπεράσματα

Τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας είναι κάτι που διχάζει σε ορισμένες περιπτώσεις το κόσμο. Υπάρχουν άνθρωποι, που αγαπούν πραγματικά την ιδέα να βρεθούν αντιμέτωποι με μια πρόκληση συναρμολόγησης ενός επίπλου. Το θεωρούν μια ωραία ευκαιρία για να δημιουργήσουν με τη χρήση ελάχιστων απλών εργαλείων, από διάφορα κομμάτια ξύλου ένα έπιπλο. Βέβαια, έχοντας τη καθοδήγηση των ειδικών μέσα από τις οδηγίες χρήσης που παρέχει ο κατασκευαστής. Για άλλους ανθρώπους, η ιδέα να φτιάξουν μια ντουλάπα για παράδειγμα από την αρχή είναι κάτι που τους γεμίζει τρόμο. Μπορεί να τους προκαλεί άγχος το γεγονός, ότι ίσως δεν θα κατανοήσουν τις οδηγίες χρήσης και ότι δεν θα καταφέρουν να επιτύχουν το τελικό σκοπό τους, που είναι η δημιουργία του επίπλου (Bonsoni).

Ανεξάρτητα από τις προσωπικές προτιμήσεις του κάθε ατόμου, είναι ευρέως αποδεκτό, ότι τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας είναι ένας πολύ οικονομικός τρόπος για να εξοπλιστεί ένα σπίτι με έπιπλα. Υπάρχει τεράστια ποικιλία. Διαφορετικά είδη ξύλου, διαφορετικά χρώματα και διαφορετικά στυλ. Οπότε, ίσως είναι εφικτό να αναφερθεί ότι τα έπιπλα αυτά είναι ικανά να ανταποκριθούν σε κάθε απαιτητικό στυλ.

Παρατηρώντας τις διάφορες εταιρίες τέτοιων επίπλων να εξελίσσονται συνεχώς τα τελευταία χρόνια, φαίνεται ότι αυτή η κατηγορία των επίπλων θα στηρίζεται από το κόσμο και τα επόμενα χρόνια. Αυτό είναι λογικό, καθώς τα σπίτια συνεχώς γίνονται μικρότερα και οι ανάγκες παραμένουν ίδιες ή αυξάνονται. Για παράδειγμα, μια τυπική οικογένεια τεσσάρων μελών που διαμένει σε μια μεγάλη πόλη, δεν μπορεί να έχει ένα σπίτι με ξεχωριστό χώρο για το κάθε μέλος. Για το λόγο αυτό, στις περιπτώσεις αυτές, πρέπει να μεγιστοποιείται ο χώρος, χρησιμοποιώντας εφευρετικούς μηχανισμούς. Ένας τέτοιος τρόπος είναι τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας.

Εκτός από την εκμετάλλευση του χώρου, αυτά τα έπιπλα λόγω της εύκολης συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησης τους, μπορούν να μεταφέρονται εύκολα από ένα μέρος σε ένα άλλο. Στις μέρες μας, είναι πάρα πολλές οι περιπτώσεις ανθρώπων που συνεχώς μετακομίζουν από τη μία πόλη στην άλλη και συνεπώς από το ένα διαμέρισμα στο άλλο, για διάφορους λόγους κυρίως επαγγελματικούς. Αυτά τα έπιπλα βοηθούν στην εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος σε αυτές τις περιπτώσεις και μπορεί να πει κανείς ότι είναι ιδανικά για κάποιον που έχει μια πολυάσχολη ζωή και ελάχιστο ελεύθερο χρόνο.



Ακόμη, αξίζει να αναφερθεί, ότι χάρη στην εξέλιξη της τεχνολογίας και τα συνεχώς βελτιωμένα σχεδιαστικά λογισμικά, ο σχεδιασμός και οι λεπτομέρειες που μπορούν να έχουν αυτά τα έπιπλα είναι υψηλές. Εκτός όμως από τον λεπτομερή σχεδιασμό και οι κατασκευές των επίπλων γίνονται ακόμα πιο εύκολες, καθώς πλέον οι μηχανές και κυρίως τα κέντρα κατεργασίας CNC, μπορούν να μορφοποιούν κάθε είδους ξύλο, με απίστευτη ακρίβεια. Συνεπώς, από όλες τις απόψεις τα έπιπλα επίπεδης συσκευασίας, διαθέτουν πολλά πλεονεκτήματα, τα οποία έχουν προσελκύσει και θα συνεχίζουν να προσελκύουν το ενδιαφέρον του αγοραστικού κοινού.

## **Βιβλιογραφία**

**A.Schmidt. (χ.χ.). Context Acquisition based on Load Sensing.**

**Amany Mashhour Hendy, S. A. (2021, October). Technology Role in Developing the Concept of Flat-pack Furniture.**

**Antifakos, S. M. (2002, September). Proactive instructions for Furniture Assembly. σσ. 351-360.**

**Bonsoni. (χ.χ.). The History of Flat Pack Furniture: How Flat Pack Furniture Were Invented. Past, Present and Future. Ανάκτηση από <https://en.paperblog.com/the-history-of-flat-pack-furniture-how-flat-pack-furniture-were-invented-past-present-and-future-1633581/>**

**Dan Budden. (2013, May). How Did Flat pack Furniture Come About? Ανάκτηση από <https://www.flatpackdan.com/blog/how-did-flat-pack-furniture-come-about/>**

**FLATPACK ASSEMBLY SERVICES. (χ.χ.). What is Flat Pack Furniture and What are the Benefits? Ανάκτηση από <https://www.flatpackassemblyservices.com/what-is-flat-pack-furniture-and-what-are-the-benefits/>**

**Florian Michahelles, S. A. (2003 , january ). Instructions immersed into real world-How your furniture can teach you.**

**Lars Erik Holmquist, H.-W. G. (2003, April ). Building Intelligent Enviroments with Smart-Its. Emerging Technologies .**

**Mayer, R. (2001). Multimedia Learning: Cambridge University Press.**

**Yeonjoo OH, M. D.-L. (2009, January ). Constraint-based Design Critic for Flat-pack Furniture Design.**

**Ξυλική. (χ.χ.). <https://xyliki.gr/mdf-new/>. Ανάκτηση από <https://xyliki.gr/>**