



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
Π.Μ.Σ. ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΡΓΩΝ & ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική εργασία με τίτλο:

**ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΡΙΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ
ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΕΠΙΠΛΩΝ**

Της: Ντίτσου Αικατερίνης

Α.Μ. ΤΜΔ 1923

ΔΗΛΩΣΗ

<< Η εργασία αυτή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά και μόνο για την απόκτηση του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού τίτλου >>

<< Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του μη πρωτότυπου υλικού ΜΔΕ ανήκουν στο μεταπτυχιακό φοιτητή και το επιβλέπον μέλος ΔΕΠ εις ολόκληρο, δηλαδή εκάτερος μπορεί να κάνει χρήση αυτών χωρίς την συναίνεση του άλλου. Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του πρωτότυπου μέλους ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή και τον επιβλέποντα από κοινού, δηλαδή δεν μπορεί ο ένας από τους δύο να κάνει χρήση αυτού χωρίς τη συναίνεση του άλλου. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η δημοσίευση του πρωτότυπου μέρους της διπλωματικής εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου απο τον ένα εκ των δύο, με την προϋπόθεση ότι αναφέρονται τα ονόματα και των δύο. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του μη συμμετέχοντα στην συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατα οποιοδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο >>.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα προς ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ένταξη της τεχνολογίας της τριδιάστατης (3D) εκτύπωσης στην επιπλοποιία. Η τριδιάστατη εκτύπωση είναι μια νέα τεχνολογία που εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και έχει ενταχθεί σε διάφορους τομείς οικονομικής δραστηριότητας, όπως η αρχιτεκτονική, η αμυντική βιομηχανία, η αυτοκινητοβιομηχανία, η αρχαιολογία, η παραγωγή ενδυμάτων και η παροχή υπηρεσιών υγείας. Η δομή ενός συμβατικού τριδιάστατου εκτυπωτή είναι τόσο απλή, ώστε ένας απλός χρήστης μπορεί να συναρμολογήσει τον δικό του. Η απλή δομή του εκτυπωτή δίνει επίσης στον χειριστή την δυνατότητα να επέμβει και με τις κατάλληλες τροποποιήσεις, να δημιουργήσει ένα μηχάνημα που να καλύπτει τις απαιτήσεις του, όπως να εκτυπώνει αντικείμενα σε μεγάλες διαστάσεις. Η κατασκευή επίπλων αποτελεί μια παραδοσιακή ανθρώπινη δραστηριότητα και η σχετική τεχνολογία κατασκευής εξελίσσεται συνεχώς. Αξίζει να σημειωθεί ότι σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό και την παραγωγή των σύγχρονων επίπλων παίζει η εργονομική μελέτη και η εφαρμογή των σχετικών αρχών, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή άνεση και ασφάλεια. Η τριδιάστατη εκτύπωση αποτελεί σχετικά νέα μέθοδο στον κλάδο της επιπλοποιίας και τα περισσότερα, αν όχι όλα, τα παραδείγματα εφαρμογών συνδέονται με πρωτότυπο, εξειδικευμένο εξοπλισμό 3D εκτύπωσης. Τα έπιπλα που έχουν κατασκευασθεί με τη συγκεκριμένη μέθοδο θεωρούνται μοναδικά και καινοτόμα, ενώ πολλά από αυτά έχουν παρουσιασθεί και βραβευθεί σε εκθέσεις σχεδιασμού επίπλων. Μέρη ή εξαρτήματα επίπλων τριδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να κατασκευασθούν από ποικιλία υλικών όπως διαφόρων ειδών πλαστικά/πολυμερή, ελαστικά υλικά, κεραμικά και μέταλλα (πολύτιμα και μη). Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά της τριδιάστατης εκτύπωσης καθώς οι καθιερωμένες μέθοδοι σχεδιασμού και κατασκευής επίπλων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά διάφορες περιπτώσεις εφαρμογής της τεχνολογίας στην επιπλοποιία. Τέλος, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία σχεδιασμού μιας περσίδας επίπλου μίνι μπαρ, καθώς και τα αποτελέσματα μια πρώτης ανάλυσης της δυνατότητας κατασκευής αυτής με μεθόδους 3D εκτύπωσης.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με στήριξαν σε αυτήν την προσπάθεια, δίνοντας μου τον δρόμο και την αξία της συνεχούς εξέλιξης και διεύρυνσης των γνώσεων. Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ιωάννη Γιαννατσή, για την άριστη συνεργασία και την καθοδήγηση στην διερεύνηση του θέματος της διπλωματικής εργασίας και ύστερα όλους τους καθηγητές για το ενδιαφέρον τους να μας μεταφέρουν τις γνώσεις και την επαγγελματική τους εμπειρία. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξη που μου προσφέρουν σε κάθε μου επιλογή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Τι είναι η 3D εκτύπωση

1.1 Έννοιες και ορισμοί.....	9
1.2 Βασικές Μέθοδοι Προσθετικής Κατασκευής.....	10
1.3 Υλικά ΠΚ και 3D εκτύπωσης.....	12
1.4 Εφαρμογές ΠΚ και 3D εκτύπωσης.....	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Σχεδιασμός και κατασκευή επίπλων

2.1 Σχεδιασμός επίπλων.....	20
2.2 Καθιερωμένες μέθοδοι παραγωγής επίπλων.....	22
2.3 Κατηγορίες επίπλων και εργονομία.....	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Παραδείγματα εφαρμογών τριδιάστατης εκτύπωσης στην επιπλοποιία.....	27
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Μελέτη Περίπτωσης

4.1 Κατηγοριοποίηση Προϊόντων.....	50
4.2 Διαδικασίες ανάπτυξης προϊόντος.....	52
4.3 Μελέτη καλύμματος εξαερισμού.....	57

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	67
--------------------------	-----------

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Διαδικασία σχεδιασμού.....	21
Πίνακας 2: Σχεδιαστικά προγράμματα και ποσοστό χρήσης.....	22
Πίνακας 3: Maind map.....	63
Πίνακας 4: Αξιολόγηση ιδεών.....	64

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Διαστάσεις Καναπέ.....	25
Εικόνα 2: Σύνδεση Καρέκλας.....	26
Εικόνα 3: Σύνδεση με μόντσο.....	26
Εικόνα 4: Σύνδεση με μισοχαρακτό.....	26
Εικόνα 5: Τραπέζι με σύνδεσμο από 3D εκτυπωτή.....	27
Εικόνα 6: Παραγωγή συνδέσμου για τραπέζι	27
Εικόνα 7: Ραφιέρα με συνδέσμους από 3D εκτυπωτή.....	27
Εικόνα 8: Σύνδεσμος ξύλων απο 3D εκτυπωτή.....	27
Εικόνα 9: Γραφείο από τον Joris Laarman.....	28
Εικόνα 10: MGX' s Root Chair του Kol Mac.....	28
Εικόνα 11: Πολυθρόνα από 3D εκτυπωτή.....	29
Εικόνα 12: Έκθεση Print the future.....	29
Εικόνα 13: Πολύχρωμη καρέκλα Drawn.....	30
Εικόνα 14: Κάθισμα Drawn.....	30
Εικόνα 15: RvR.....	31
Εικόνα 16: Endless Chair.....	31
Εικόνα 17: Ντουλάπι από συνδυασμό υλικών.....	31
Εικόνα 18: Τραπέζι της Roche Bobois.....	31

Εικόνα 19 : Μεταλλικές καρέκλες Continuum3.....	32
Εικόνα 20: Σκαμπό Henri Canivez.....	33
Εικόνα 21: Κάθισμα παιχνιδιών.....	34
Εικόνα 22: Καρέκλες CurVoxels.....	34
Εικόνα 23: Εκτυπωτής καρέκλας CurVoxels.....	35
Εικόνα 24: Κυψελοειδές τραπέζιακι.....	35
Εικόνα 25: Δομή Τραπεζιού.....	35
Εικόνα 26: Καρέκλα SILQ.....	36
Εικόνα 27: Βραχίονας SILQ.....	36
Εικόνα 28: Βιορητίνες.....	37
Εικόνα 29: Τραπέζι από Γεωργικά Απόβλητα.....	37
Εικόνα 30: Πολυθρόνα από πλαστικά απόβλητα	38
Εικόνα 31: Μηχανή εκτύπωσης.....	38
Εικόνα 32: Οροφή ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος.....	39
Εικόνα 33: Τραπέζι Slicelab.....	40
Εικόνα 34: Καρέκλες Rio.....	41
Εικόνα 35: Εκτύπωση με χρωματική διαβάθμιση.....	42
Εικόνα 36: Καρέκλα χρωματικής διαβάθμισης.....	42
Εικόνα 37: Πάγκους χρωματικής διαβάθμισης.....	43
Εικόνα 38: Σκαμπό χρωματικής διαβάθμισης.....	43
Εικόνα 39: Βάζο χρωματικής διαβάθμισης.....	43
Εικόνα 40: Τραπέζι Καρυδιάς με 3D εκτύπωση.....	44
Εικόνα 41: Διαδικασία εκτύπωσης RLP.....	45
Εικόνα 42: Τραπέζι Turnstone Bassline.....	45

Εικόνα 43: Καρέκλα Durotaxis.....	46
Εικόνα 44: Τραπέζι ηφαιστειακός βράχος.....	46
Εικόνα 45: Ξαπλώστρα του Kytanen.....	46
Εικόνα 46: Έπιπλα της Ventry Paris.....	47
Εικόνα 47:3D εκτυπωμένες καρέκλες με αντικείμενο έμπνευσης τον πύργο Άιφελ.....	47
Εικόνα 48:Περσίδα αλουμινίου 400mm x 80mm.....	58
Εικόνα 49:Περσίδα απο ατσάλι 300mm x 60mm.....	58
Εικόνα 50:Περσίδα αλουμινίου 440mm x 70mm.....	58
Εικόνα 51:Περσίδα αλουμινίου 300mm x 70mm.....	58
Εικόνα 52: Μεταλλική περσίδα αρχιτέκτονα.....	61
Εικόνα 53: Ανακύκλωση αέρα mini bar.....	61
Εικόνα 54: Ιδέες ανάπτυξης προϊόντος.....	62
Εικόνα 55: Πρόοψη πειραματικής περσίδας.....	64
Εικόνα 56: Αξονομετρικό πίσω όψης πειραματικής περσίδας.....	64
Εικόνα 57: Αξονομετρικό πειραματικής περσίδας.....	64

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία μελετά την τριδιάστατη εκτύπωση (3D printing) στο χώρο της επιπλοποιίας. Παρουσιάζεται η πλήρης ανάλυση του γνωστικού πεδίου, παράλληλα με την διερεύνηση του τρέχοντος επιπέδου τεχνολογίας και των δυνατοτήτων που προσφέρει σε σχέση με τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Παρουσιάζονται, επίσης, οι βασικοί τύποι υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συγκεκριμένη τεχνολογία, καθώς και τα βασικά στάδια σχεδιασμού και βιομηχανικής παραγωγής ενός επίπλου. Με τον όρο βασικά στάδια σχεδιασμού αναφερόμαστε στον προγραμματισμό την ανάπτυξη ιδέας, τον σχεδιασμό σε επίπεδο συστήματος, τις δοκιμές βελτιώσεις και την παραγωγή. Τα στάδια σχεδιασμού συμβάλουν στην δημιουργία ενός επιτυχημένου προϊόντος και αναλύονται εκτενέστερα στην συνέχεια της εργασίας.

Η τριδιάστατη (3D) εκτύπωση είναι μια μέθοδος κατασκευής αντικειμένων μέσω της διαδοχικής πρόσθεσης επάλληλων στρώσεων στερεού υλικού. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην τριδιάστατη εκτύπωση είναι ποικίλα, όπως πλαστικό, μέταλλα, συνθετικά και μπορούν να είναι σε μεγάλο ποσοστό ανακυκλώσιμα, συντελώντας έτσι στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Ο χρόνος εκτύπωσης εξαρτάται, κυρίως, από το μέγεθος του αντικειμένου, τη μέθοδο κατασκευής και το υλικό. Ένας τυπικός τριδιάστατος εκτυπωτής εξώθησης υλικού (material extrusion) αποτελείται, συνήθως, από τα εξής συστήματα: την κεφαλή εναπόθεσης, τον μηχανισμό εξώθησης υλικού, την πλατφόρμα εκτύπωσης, το πλαίσιο στήριξης και το υλικό εκτύπωσης. Βασικό στάδιο της διαδικασίας 3D εκτύπωσης αποτελεί η σχεδίαση του ψηφιακού μοντέλου και ο προγραμματισμός της διαδικασίας μέσω ειδικού λογισμικού. Για αυτό τον λόγο η συγκεκριμένη τεχνολογία αναφέρεται συχνά και με τον όρο «ψηφιακή κατασκευή» (digital manufacturing). Αξίζει να αναφερθεί πως οι εφαρμογές της τεχνολογίας δεν περιορίζονται σε έναν τομέα, αλλά καλύπτουν ένα ευρύ πλαίσιο κλάδων και επιστημών που εμπλουτίζεται συνεχώς.

Στην συμβατική επιπλοποιία, τα προϊόντα χωρίζονται σε κατηγορίες (π.χ. τραπέζια, καρέκλες, έπιπλα αποθήκευσης κλπ.). Στην κάθε κατηγορία επίπλων τηρούνται συγκεκριμένες εξωτερικές διαστάσεις και σχεδιαστικά χαρακτηριστικά, τα οποία εφαρμόζονται και στα έπιπλα 3D εκτύπωσης για λόγους εργονομίας. Η χρήση 3D εκτυπωτών στην επιπλοποιία έχει επιτρέψει την κατασκευή μοναδικών έργων, που χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερη γεωμετρία, χρώματα και υφή. Για την δημιουργία επίπλων μεγάλου όγκου έχουν αναπτυχθεί ειδικά συστήματα 3D εκτύπωσης. Τριδιάστατοι εκτυπωτές έχουν, επίσης, χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ειδικών καλουπιών χύτευσης τμημάτων ή ολόκληρων επίπλων.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται συνοπτικά οι παραπάνω εφαρμογές και τα αποτελέσματα σχετικών μελετών από τη διεθνή βιβλιογραφία. Σε πιο πρακτικό επίπεδο, εξετάζεται, επίσης, η δυνατότητα εκμετάλλευσης της τεχνολογίας σε μία μελέτη περίπτωσης η οποία αφορά στην κατασκευή μιας περσίδας εξαερισμού για έπιπλα εντοιχισμού/προστασίας μικρών ψυγείων (μίνι μπαρ). Τα αποτελέσματα της μελέτης φαίνεται να συνηγορούν με την άποψη ότι η συνδυασμένη χρήση εξελιγμένων σχεδιαστικών προγραμμάτων και τριδιάστατων εκτυπωτών, μπορεί να επιτρέψει την κατασκευή επίπλων μεγαλύτερης γεωμετρικής πολυπλοκότητας με αυξημένο, αλλά όχι υπέρμετρο, σχετικό κόστος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

Η τεχνολογία της Τριδιάστατης Εκτύπωσης

1.1 Έννοιες και ορισμοί

Η Τριδιάστατη Εκτύπωση (3D printing) αποτελεί μια υποκατηγορία της ευρύτερης οικογένειας μεθόδων που προσδιορίζονται με τον όρο «Προσθετική Κατασκευή» (Additive Manufacturing). Στην Προσθετική Κατασκευή (ΠΚ) τα αντικείμενα κατασκευάζονται μέσω της διαδοχικής πρόσθεσης επάλληλων στρώσεων υλικού. Ανάλογα με την τεχνολογία ΠΚ μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα υλικά, όπως: φωτοπολυμεριζόμενες ρητίνες, θερμοπλαστικά, χαρτί, κεραμικά, μέταλλα, μελάνες που περιέχουν ανθρώπινα κύτταρα, ακόμα και βρώσιμες πρώτες ύλες. Βάση για την κατασκευή αποτελεί το τριδιάστατο ψηφιακό μοντέλο του αντικειμένου, το οποίο δημιουργείται χρησιμοποιώντας κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα ή μέσω ενός τριδιάστατου σαρωτή. Πρόκειται λοιπόν για μια διαδικασία στην οποία τα τριδιάστατα ψηφιακά μοντέλα μετασχηματίζονται σε πραγματικά αντικείμενα.

Με τον όρο «Τριδιάστατη Εκτύπωση» προσδιορίζονται, συνήθως, τα χαμηλότερου κόστους και δυνατοτήτων συστήματα ΠΚ. Τα σχετικά συστήματα βασίζονται στην πλειοψηφία τους στις τεχνολογίες της εξώθησης υλικού ή αυτή του φωτοπολυμερισμού. Ο τριδιάστατος εκτυπωτής (3D printer) είναι η συσκευή που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των φυσικών μοντέλων. Γενικά ο εκτυπωτής είναι μια συσκευή εξόδου ενός υπολογιστικού συστήματος, και έχει ως σκοπό να αποτυπώσει τις πληροφορίες, που δημιουργήθηκαν σε ένα λογισμικό σχεδίασης σε ένα φυσικό μέσο. Σε αντίθεση λοιπόν με έναν εκτυπωτή γραφείου, ο τριδιάστατος εκτυπωτής μεταφέρει τις πληροφορίες του ψηφιακού αρχείου όχι σε χαρτί, αλλά σε μία επιφάνεια κατασκευάζοντας το αντικείμενο με τη χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνικής σχηματισμού των στρώσεων. Μερικά από τα πιο δημοφιλή λογισμικά σχεδίασης αντικειμένων για τριδιάστατη εκτύπωση είναι τα: AutoCAD, OpenSCAD, Rhino3d, CATIA, Solidworks, 3ds MAX και Photoshop CC.

Απαρχή για τη ΠΚ και τη 3D εκτύπωση θεωρείται το 1980, έτος κατά το οποίο ο Dr. Hideo Kodama παρουσίασε πρώτος μια μέθοδο Ταχείας Πρωτοτυποποίησης (Rapid Prototyping - RP) με χρήση φωτοπολυμερών υλικών. Η πρώτη αντίστοιχη συσκευή αναπτύχθηκε αργότερα, το 1983, από τον Chuck Hull, ο οποίος επινόησε την τεχνική της Στερεολιθογραφίας. Το 1987 παρουσιάστηκε από την εταιρία 3D Systems το πρώτο εμπορικά διαθέσιμο σύστημα Στερεολιθογραφίας, το SLA-1. Στη συνέχεια αυξήθηκε το ενδιαφέρον και πολλές εταιρείες ανέπτυξαν διάφορες μεθόδους ΠΚ. Έως τις αρχές του 2000 και λόγω του μεγάλου μεγέθους και κόστους τους, τα σχετικά συστήματα χρησιμοποιούνταν κυρίως από ομάδες σχεδιασμού νέων προϊόντων για κατασκευή πρωτοτύπων, προκειμένου να δουν αν το προϊόν είναι το επιθυμητό και να προχωρήσουν σε μαζική παραγωγή. Μετά το 2000 έγιναν σημαντικές αλλαγές και σημειώθηκαν εξελίξεις στον τομέα των 3D εκτυπωτών και της τριδιάστατης εκτύπωσης γενικότερα. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν εκτυπωτές που υποστηρίζουν την παράλληλη επεξεργασία διαφορετικών χρωμάτων ή υλικών, ενώ το 2001 παρουσιάστηκε και ο πρώτος επιτραπέζιος τριδιάστατος εκτυπωτής. Κατά τη δεκαετία του 2000 υπήρξε σημαντική

εξέλιξη, επίσης, στις τεχνικές ΠΚ επεξεργασίας μετάλλων, γεγονός που άρχισε να καθιστά τις τεχνολογίες ΠΚ ανταγωνιστικές των κλασσικών κατεργασιών κοπής σε κάποιες εφαρμογές.

Ο χρόνος κατασκευής με μια μέθοδο ΠΚ εξαρτάται από το μέγεθος του αντικειμένου που κατασκευάζεται, τις παραμέτρους εκτύπωσης και το υλικό, και μπορεί να κυμαίνεται από λίγα λεπτά έως πολλές ώρες. Όταν τελειώσει η διαδικασία κατασκευής, το αντικείμενο υπόκειται, συνήθως, σε περαιτέρω επεξεργασία η οποία διαφέρει ανάλογα με τη μέθοδο ΠΚ που χρησιμοποιήθηκε. Η σχετική επεξεργασία μπορεί να περιλαμβάνει μόνο την αποκόλληση από την πλατφόρμα εκτύπωσης, αλλά και την αφαίρεση βοηθητικού υλικού που χρησιμοποιείται για τη στήριξη προεξοχών, τον καθαρισμό από άλλα υπολείμματα, και άλλες εργασίες. Αντίστοιχα, το κόστος κατασκευής διαφέρει ανάλογα με τη μέθοδο ΠΚ και μπορεί να κυμαίνεται από λίγα έως αρκετές χιλιάδες ευρώ. ^(π1)

1.2 Βασικές Μέθοδοι Προσθετικής Κατασκευής

Μερικές από τις πιο γνωστές και δημοφιλείς τεχνικές ΠΚ, σήμερα, αναλύονται παρακάτω.

Στερεολιθογραφία

Η μέθοδος της Στερεολιθογραφίας βασίζεται στον φωτοπολυμερισμό. κατά το οποίο ένα πολυμερές σε υγρή μορφή εκτίθεται σε υπεριώδεις φως, και στερεοποιείται. Το φωτοπολυμερές (ρητίνη) εμπεριέχεται σε μια δεξαμενή, στο εσωτερικό της οποίας, κινείται κάθετα μια πλατφόρμα. Για την πρώτη στρώση η πλατφόρμα τοποθετείται λίγο πιο κάτω από την επιφάνεια τους φωτοπολυμερούς. Ο υπολογιστής του συστήματος κατευθύνει μια υπεριώδη ακτίνα λέιζερ που στερεοποιεί την επιφάνεια της ρητίνης και ύστερα η πλατφόρμα κατεβαίνει, προκειμένου η στερεοποιημένη επιφάνεια να καλυφθεί από ρητίνη και να δημιουργηθεί μια νέα στρώση του μοντέλου. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, το τελικό προϊόν αφαιρείται, καθαρίζεται με διαλύτη και ύστερα τοποθετείται σε θάλαμο υπεριώδους ακτινοβολίας για σκλήρυνση. ^(π.1)

Εναπόθεση υλικού

Η συγκεκριμένη τεχνολογία εκτύπωσης υλικού μοιάζει με αυτή της εκτόξευσης μελάνης (inkjet) των εκτυπωτών χαρτιού. Η κεφαλή του εκτυπωτή κινείται ελεύθερα στο οριζόντιο επίπεδο και εναποθέτει το υλικό εκτύπωσης και το υλικό στήριξης. Όταν τελειώσει μία στρώση, η πλάκα εκτύπωσης κατεβαίνει λίγο και ξεκινάει η κατασκευή της επόμενης στρώσης. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να ολοκληρωθεί το αντικείμενο ^(π.2)

Εξώθηση Υλικού

Η πιο κοινή διαδικασία τριδιάστατης εκτύπωσης είναι η εξώθηση υλικού. Η εξώθηση υλικού λειτουργεί σαν ένα ψεκαστήρα κόλλας. Το υλικό θερμαίνεται ώσπου να υγροποιηθεί και να απελευθερωθεί από το ακροφύσιο του εκτυπωτή. Η εναπόθεση του υλικού βασίζεται σε ψηφιακή πληροφορία σε μορφή διατομών, που προσδιορίζει πού πρέπει να εναποτεθεί υλικό. Το υλικό στερεοποιείται και ενώνεται με το προηγούμενο στρώμα, πριν η πλατφόρμα χαμηλώσει εκ νέου και η κεφαλή εκτύπωσης εναποθέσει το επόμενο στρώμα. Σε κάποιες περιπτώσεις, η πλατφόρμα κατασκευής μπορεί να χρειαστεί προετοιμασία όπως καθαρισμό ή την εφαρμογή ειδικής κόλλας, για να αποτραπεί η μετακίνηση και η στρέβλωση του αντικειμένου λόγω θερμότητας.

Το Reprap Project (2005) άλλαξε το πλαίσιο ανάπτυξης της τεχνολογίας, καθώς οδήγησε στην ανάπτυξη συστημάτων και λογισμικού 3D εκτύπωσης, ανοικτού κώδικα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι τριδιάστατοι εκτυπωτές να γίνουν πιο προσβάσιμοι σε όλους. Το 2008 άρχισαν να διατίθενται οι οδηγίες κατασκευής του εκτυπωτή Reprap Darwin, ο οποίος είχε τη δυνατότητα να κατασκευάσει τα μισά από τα επιμέρους εξαρτήματά του. Την επόμενη χρονιά κυκλοφόρησε με πολύ χαμηλό κόστος το Reprap Kit, που περιλάμβανε όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα όπως και τις οδηγίες για την συναρμολόγησή του. Από τότε η εξέλιξη των συστημάτων είναι συνεχής, ενώ επεκτείνονται και οι εφαρμογές της τεχνολογίας σε διάφορους κλάδους. Πλέον το κόστος ενός εκτυπωτή εξώθησης υλικού έχει μειωθεί σημαντικά, καθώς ένας οικιακός εκτυπωτής τιμολογείται περίπου στα 500 δολάρια.

Τήξη με δέσμη ηλεκτρονίων

Η τήξη με δέσμη ηλεκτρονίων είναι μια τεχνολογία ΠΚ επεξεργασίας μετάλλων. Τα κράματα μετάλλων παρέχονται σε μορφή πούδρας ή σύρματος, ενώ η συγκόλληση επιτυγχάνεται αξιοποιώντας τις δέσμες ηλεκτρονίων ως πηγή θερμότητας. Μία εταιρία που δραστηριοποιείται στη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι η ARCAM, τα συστήματα της οποίας διαθέτουν μια δέσμη ηλεκτρονίων υψηλής ισχύος, η οποία παρέχει την απαραίτητη ενέργεια για την τήξη των υλικών. Η διαδικασία του χτισίματος επιτελείται σε κενό και υψηλή θερμοκρασία και έτσι τα παραγόμενα αντικείμενα διαθέτουν σε αρκετές περιπτώσεις καλύτερες ιδιότητες από αυτές που επιτυγχάνονται με κατεργασίες κοπής. ^(π.3)

1.3 Υλικά ΠΚ και 3D εκτύπωσης

Μερικά από τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα και δημοφιλή υλικά ΠΚ και 3D εκτύπωσης, όπως και οι συνήθειες χρήσεις τους, παρουσιάζονται παρακάτω ^(π.4).

Ακρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο-στυρόλιο

Το ακρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο-στυρόλιο (Acrylonitrile Butadiene Styrene - ABS) είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό, το οποίο είναι άμορφο και σε στερεά μορφή δεν απορροφά νερό. Είναι σχετικά δημοφιλές στη 3D εκτύπωση καθώς τα μοντέλα ABS είναι χρήσιμα για λειτουργικές εφαρμογές, λόγω των σχετικά καλών ιδιοτήτων και της μεγάλης ακρίβειας στην απόδοση διαστάσεων και λεπτομερειών. Παρότι δεν απαιτείται ιδιαίτερος καθαρισμός ή μετεπεξεργασία των μοντέλων, ο σχετικός χρόνος μπορεί να είναι σημαντικός καθώς η τραχύτητα των παραγόμενων επιφανειών είναι σχετικά μεγάλη.

Πολυγαλακτικό οξύ

Το πολυγαλακτικό οξύ (Polylactic acid - PLA) είναι ένα βιοδιασπώμενο θερμοπλαστικό υλικό, φιλικό προς το περιβάλλον καθώς κατασκευάζεται από ανανεώσιμους πόρους. Αποτελεί δημοφιλές υλικό καθώς είναι σχετικά φθηνό και η επεξεργασία του με μεθόδους εξώθησης υλικού δεν απαιτεί ιδιαίτερα ακριβό εξοπλισμό ή υψηλή εμπειρία. Τα μοντέλα PLA δέχονται επεξεργασία λείανσης καθώς και μηχανική κατεργασία, ενώ μπορούν να βαφτούν με ακρυλικά και άλλα χρώματα. Λόγω της μικρής θερμικής αντοχής του δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές που παρατηρούνται υψηλές θερμοκρασίες.

Φωτοπολυμερείς ρητίνες

Οι φωτοπολυμερείς ρητίνες είναι θερμοσκληρυνόμενα πολυμερή υλικά, ακρυλικού ή εποξειδικού συνήθως χαρακτήρα. Χρησιμοποιούνται τόσο σε χαμηλότερων προδιαγραφών 3D εκτυπωτές όσο και σε βιομηχανικά συστήματα ΠΚ σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλή κατασκευαστική ακρίβεια και ποιότητα επιφανειών. Τα σχετικά μοντέλα θέλουν αρκετή μετεπεξεργασία προκειμένου να καθαριστούν και να αυξηθεί η σκληρότητα/αντοχή τους.

Πολυαμίδιο

Τα αντικείμενα που κατασκευάζονται από πολυαμίδιο (polyamide) είναι εξαιρετικά εύκαμπτα και παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη αντοχή σε καταπονήσεις. Το πολυαμίδιο είναι ένα μακρομόριο με επαναλαμβανόμενες μονάδες, που συνδέονται με αμιδικούς δεσμούς. Μπορεί να είναι είτε φυσικό είτε τεχνητό. Τα αντίστοιχα υλικά ΠΚ παρουσιάζουν πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες και επιτρέπουν αρκετά καλή κατασκευαστική ακρίβεια. Η υφή των παραγόμενων επιφανειών μοιάζει να είναι πορώδης/ κοκκώδης, ανάλογα με την τεχνολογία ΠΚ που χρησιμοποιείται. Το πολυαμίδιο θεωρείται ιδανικό για χρήστες/σχεδιαστές με μικρή σχετικά εμπειρία στη 3D εκτύπωση, καθώς παρέχεται σχετικά φθηνά και προσφέρει μέγιστη ελευθερία δημιουργίας, χωρίς περιορισμούς στην διαδικασία εκτύπωσης. Τα μοντέλα πολυαμιδίου δεν είναι, συνήθως, κατάλληλα για χρήση σε εξωτερικούς χώρους, αφού απορροφούν την υγρασία, μπορούν όμως να γίνουν υδατοστεγή μετά από δευτερεύουσα

επεξεργασία. Στα μοντέλα με μεγάλες επίπεδες επιφάνειες απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, καθώς είναι πιθανόν να παραμορφωθούν λόγω συρρικνώσεων. Το πολυαμίδιο χρησιμοποιείται για την κατασκευή πολύπλοκων μοντέλων, για μικρές παρτίδες μοντέλων, όπως επίσης και για φωτιστικά και λειτουργικά πρωτότυπα. Σύνθετα υλικά με βάση το πολυαμίδιο όπως το Alumide (νάιλον ενισχυμένο με κόκκους αλουμινίου) χρησιμοποιούνται επίσης όλο και συχνότερα σε εφαρμογές ΠΚ. Η επεξεργασία του συγκεκριμένου υλικού γίνεται με τη μέθοδο της επιλεκτικής συσσωμάτωσης με λέιζερ.

Κεραμικά

Τα κεραμικά υλικά είναι ανόργανα, μη μεταλλικά υλικά, συνήθως κρυσταλλικά οξείδια, νιτρίδια ή καρβίδια. Κεραμικά μπορούν να θεωρηθούν και υλικά που βασίζονται στον άνθρακα ή το πυρίτιο. Τα κεραμικά υλικά παρουσιάζουν υψηλή σκληρότητα και υψηλή αντοχή σε θλίψη/συμπίεση, σε υψηλές θερμοκρασίες και στη χημική διάβρωση. Είναι, όμως, σχετικά ψαθυρά και εμφανίζουν χαμηλή αντοχή σε διάτμηση και εφελκυσμό. Τα κεραμικά μοντέλα ΠΚ κατασκευάζονται, συνήθως, από πυριτία-αλουμίνα σε μορφή πούδρας και σφραγίζονται με πορσελάνη και διοξείδιο του πυριτίου και είναι ιδιαίτερος χρήσιμα σε ιατρικές εφαρμογές, καθώς και στη κατασκευή ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών προϊόντων.

Ορείχαλκος

Ο ορείχαλκος αποτελεί κράμα χαλκού και ψευδαργύρου. Η αναλογία των δύο μετάλλων μπορεί να μεταβληθεί και έτσι αποκτούμε διάφορα είδη ορείχαλκου με ποικίλες ιδιότητες. Γενικά, ο ορείχαλκος θεωρείται υποκατάστατο κράμα. Ο ορείχαλκος έχει μεγαλύτερη πλαστικότητα από τον χαλκό ή τον ψευδάργυρο μεμονωμένα και θεωρείται σχετικά εύκολο για επεξεργασία υλικό, λόγω του χαμηλού σημείου τήξεως του και των χαρακτηριστικών ροής του. Μεταβάλλοντας τις αναλογίες χαλκού και ψευδαργύρου, οι ιδιότητες του ορείχαλκου αλλάζουν, προσφέροντάς μας έτσι σκληρό και μαλακό ορείχαλκο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κραμάτων ορείχαλκου είναι ανακυκλώσιμα. Τα 3D μοντέλα από ορείχαλκο, χρησιμοποιούνται συνήθως στον τομέα της διακόσμησης, εξαιτίας του λαμπρού χρυσού τους χρώματος. Επίσης, ο ορείχαλκος χρησιμοποιείται σε μηχανισμούς που δέχονται μικρές σχετικά καταπονήσεις ή δυνάμεις τριβής, όπως κλειδαριές, γρανάζια, ρουλεμάν, πόμολα, βαλβίδες κτλ. Επιπλέον, χρησιμοποιείται στην κατασκευή μουσικών οργάνων λόγω των ακουστικών του ιδιοτήτων. Τέλος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μινιατούρες και για γλυπτά.

Ανοξείδωτος χάλυβας

Ο ανοξείδωτος χάλυβας είναι ένα κράμα σιδήρου-άνθρακα-χρωμίου με εξαιρετική αντοχή στην ατμοσφαιρική οξείδωση και στη διάβρωση από οξέα. Τα μοντέλα ανοξείδωτου χάλυβα παράγονται συνήθως με μεθόδους ΠΚ επεξεργασίας πούδρας. Αποτελεί ένα από τα φθηνότερα μεταλλικά υλικά ΠΚ και θεωρείται υλικό κατάλληλο τόσο για μικρά σε μέγεθος όσο και για μεγάλα αντικείμενα. Χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή λειτουργικών εξαρτημάτων, όπως και για την παραγωγή ανταλλακτικών και κοσμημάτων, αφού τα μοντέλα δεν διαβρώνονται, ούτε οξειδώνονται εύκολα όταν εκτίθενται στον αέρα και την υγρασία.

Τιτάνιο

Το τιτάνιο είναι ένα λαμπερό μέταλλο με ασημένιο χρώμα, χαμηλή πυκνότητα και υψηλή αντοχή. Θεωρείται υλικό υψηλής αξίας και χρησιμοποιείται, συχνά, στην παραγωγή κοσμημάτων και ρολογιών. Αποτελεί το ανθεκτικότερο υλικό που μπορεί να κατεργαστεί με μεθόδους ΠΚ, σήμερα. Οι χρησιμότερες ιδιότητες του μετάλλου είναι η αντοχή στη διάβρωση και ο πολύ υψηλός λόγος μηχανικής αντοχής προς πυκνότητα. Τα τριδιάστατα μοντέλα τιτανίου κατασκευάζονται με μεθόδους ΠΚ επεξεργασίας πούδρας και θεωρούνται ποιοτικά ισοδύναμα με αυτά που παράγονται με άλλες κατασκευαστικές μεθόδους. Λόγω της βιοσυμβατότητας, το τιτάνιο χρησιμοποιείται, επίσης, συχνά στην κατασκευή εμφυτευμάτων με μεθόδους ΠΚ.

Χρυσός

Ο χρυσός είναι ένα από τα λιγότερο αντιδραστικά χημικά στοιχεία, που υπό κανονικές συνθήκες βρίσκονται σε στερεή μορφή. Οι ιδιαίτερες ιδιότητές του, όπως η υψηλή πλαστικότητα, η ολκιμότητα, η αντίσταση στη διάβρωση καθώς και η υψηλή αγωγιμότητα έχουν συμβάλει σε ποικίλες χρήσεις του χρυσού. Τα τριδιάστατα μοντέλα χρυσού που εκτυπώνονται, δημιουργούνται από στερεό χρυσό, που παράγεται μέσω ανάμιξης με ένα άλλο στοιχείο (π.χ. χαλκός) για να αυξηθεί η σχετική σκληρότητα και αντοχή. Η συνηθέστερη εφαρμογή αφορά στην κατασκευή κοσμημάτων, 3D εκτυπωμένα μοντέλα χρυσού μπορούν, όμως να χρησιμοποιηθούν και για οδοντιατρικές εφαρμογές όπως και για την κατασκευή αντικειμένων με ενσωματωμένα ηλεκτρονικά στοιχεία .

1.4 Εφαρμογές ΠΚ και 3D εκτύπωσης

Οι εφαρμογές των τεχνολογιών ΠΚ και 3D εκτύπωσης επεκτείνονται διαρκώς σε νέους τομείς και κλάδους (π.5-7). Μερικοί από αυτούς παρουσιάζονται παρακάτω.

Αρχιτεκτονική και τοπογραφία

Στην αρχιτεκτονική η ένταξη του 3D εκτυπωτή έχει οφελήση τόσο στην αποτύπωση ιδεών όσο και στην δημιουργία έργων. Μεσω μιας 3D εκτύπωσης μπορεί να δημιουργηθεί από μια απλή μακέτα έως ένα ολόκληρο κτίριο. Ακόμη αποτυπώνονται περίπλοκες ιδέες και ιδιαίτερες γεωμετρίες που με διαφορετικό τρόπο θα ήταν δύσκολο να αποτυπωθούν και να κατανοηθούν λεπτομερώς. Γενικότερα η τριδιάστατη εκτύπωση προσφέρει εύκολη παραγωγή μοντέλων ιδεών, μαζικές μελέτες, καλύτερες παρουσιάσεις και την δημιουργία ενός γενικού σχεδίου. Μελλοντικά προβλέπεται να κατασκευάζονται κτίρια με υλικό εκτύπωσης το τσιμέντο. Με αυτόν τον τρόπο κατασκευής το εκάστοτε έργο θα είναι λιγότερο κοστοβόρο, καθώς θα μειωθεί ο αριθμός των εργατών. Μέσα σε αυτο το πλαίσιο αξίζει να αναφερθεί το Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) για τα τοπογραφικά δεδομένα που μπορούν να εκτυπωθούν σε τριδιάστατα. Η χρήση 3D εκτυπωμένων χαρτών έχει ωφελήσει διάφορους τομείς όπως και τον στρατό καθώς ο Κινεζικός στρατός το 2013 εκτύπωσε τον τοπογραφικό του χάρτη σε μέγεθος A4.

Άμυνα

Στον τομέα των όπλων και των πυρομαχικών οι 3D εκτυπωτές κυριαρχούν με την εκτύπωση μεταλλικών και θερμοπλαστικών όπλων. Το 1911 απο την solid Concepts εκτυπώθηκε ένα 3D όπλο ενώ υπάρχουν σχέδια για AR-15 και ερευνάται η κατασκευή πυραύλων. Επίσης το Αμερικανικό Ναυτικό εδώ και πέντε χρόνια κάνει δοκιμές για τριδιάστατα εκτυπωμένα πυρομαχικά. Τα τριδιάστατα πυρομαχικά θεωρούνται περισσότερο θανατηφόρα και φθηνότερα αλλά προκαλούν μεγαλύτερη περιβαλλοντική καταστροφή σε σύγκριση με τα συμβατικά. Ο στρατός μέσω ερευνητικών προγραμμάτων σχεδιάζει μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα διάταξης UAV τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μάχες αφού η ταχύτητα τους φτάνει τα 88 χιλιόμετρα ανα ώρα. Η Stratasys με την Flight Sciences το 2015 για πρώτη φορά έφτιαξαν ένα νέο εκτυπωμένο UAV το οποίο φτάνει την ταχύτητα των 240 χιλιομέτρων την ώρα. Προς την ίδια κατεύθυνση ερευνών κινήθηκε το πανεπιστήμιο του Sheffield Advanced Manufacturing Research Centre με την Boeing όπου κατασκεύασαν ένα όχημα UAV. Κάποιες από τις εφαρμογές της τριδιάστατης εκτύπωσης στο στρατό είναι η δημιουργία εξαρτημάτων από 3D εκτυπωτή για μαχητικό αεροσκάφος από την εταιρεία BAE Systems. Τα εξαρτήματα αυτά είναι κάλυμμα ρανταρ και μέρος του συστήματος προσγείωσης. Ακόμη άλλες εταιρείες έχουν εκτυπώσει μέρη μονοθεσιου κινητήρα, ανταλλακτικά ελικοπτέρου, μπουλόνια, παξιμάδια και μέρη κράνους, εξωτερικό κάλυμμα βαλβίδας για λάστιχα στρατιωτικών οχημάτων.

Αεροναυπηγική

Παράλληλα με όσα έχουν αναφερθεί έως τώρα η τριδιάστατη εκτύπωση έχει θέση και στην αεροναυπηγική. Με την βοήθεια των τριδιάστατων εκτυπωτών μπορούν να σχεδιάζουν και να βελτιώνουν τμήματα αεροπλάνων βελτιώνοντας τις μηχανικές τους ιδιότητες. Ως αποτέλεσμα αυτού θα είναι η μικρότερη κατανάλωση καυσίμων και η βελτιστοποίηση της αντοχής. Στην αεροναυπηγική τα τελευταία χρόνια θεωρείται συνηθισμένη η διαδικασία σχεδιασμού εξαρτημάτων μέσω προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή και η εκτύπωση τους.

Αυτοκινητοβιομηχανία

Αναμφισβήτητα σημαντική είναι η χρήση της τριδιάστατης εκτύπωσης στην Μηχανολογία και στην Αυτοκινητοβιομηχανία. Στον κλάδο της μηχανολογίας η τριδιάστατη εκτύπωση έχει λάβει χώρο στην κατασκευή και ανακατασκευή διαφόρων ανταλλακτικών. Το πλεονεκτήμα των εκτυπωμένων ανταλλακτικών είναι πως έχουν σημαντικά μικρότερα βάρος από τα κοινά εξαρτήματα. Μια επιπλέον εφαρμογή είναι η εκτύπωση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, αυτό γίνεται με μια διαδικασία ενός μελανιού (Nano Ink) που τυπώνεται σε άλλα υλικά και λειτουργεί ως ηλεκτρικός αγωγός. Η χρήση του τριδιάστατου εκτυπωτή έχει εφαρμοστεί σε αμάξια, ποδήλατα και αεροσκάφη. Πιο συγκεκριμένα στην φόρμουλα1 έχουν εκτυπωθεί πρωτότυπα μοντέλα με την χρήση της συνθετικής ρητίνης.

Σχεδιασμός και ανάπτυξη προϊόντων

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός είναι η υπηρεσία σύλληψης - ανάπτυξης της ιδέας και των προδιαγραφών που βελτιστοποιούν τη λειτουργία, την αξία, την αισθητική των προϊόντων και των συστημάτων προς αμοιβαίο όφελος τόσο των χρηστών όσο και των κατασκευαστών (σύμφωνα με το Industrial Design Society of America- IDSA). Γενικά η τριδιάστατη εκτύπωση έχει ωφελήσει το τομέα της βιομηχανίας καθώς έχουν εκτυπωθεί αρκετά βοηθήματα κατασκευής ποικίλων αντικειμένων. Με την χρήση τριδιάστατων εκτυπωτών επιτυγχάνεται απόλυτη ακρίβεια και δίνεται η δυνατότητα να εκτυπωθούν εργαλεία μετα απο ειδική παραγγελία. Επίσης οι 3D εκτυπωτές δίνουν την δυνατότητα να εκτυπώνονται εξαρτήματα μικρού όγκου σε περιορισμένα τεμάχια και συνεπώς αποφεύγονται οι κίνδυνοι που επιφέρει η εκτύπωση μεγάλων παρτίδων. Η τριδιάστατη εκτύπωση μπορεί να εποφελήσει την παραγωγή ενός εργοστασίου με τους εξής τρόπους:

- Οικονομική παραγωγή παραγωγή αντικειμένων και εργαλείων που χρησιμοποιούνται συχνά σε έργα.
- Δημιουργία ανταλλακτικών
- Δημιουργία μικρών παρτίδων.

- Στον τομέα της ανάπτυξης προϊόντων, η εκτύπωση των ιδεών έχει συμβάλλει στην δημιουργία αντικειμένων που θα κατακτήσουν την αγορά. Με αυτή την κίνηση δίνεται η δυνατότητα χωρίς υψηλό κόστος να υλοποιηθούν πολλές και ιδιαίτερες και να επιλεγεί η καλύτερη. Έτσι λοιπόν υπάρχει:
- Καλύτερη λήψη αποφάσεων
- Επιλογή σχήματος και εμφάνισης
- Δημιουργία λειτουργικών προτύπων.

Εκπαίδευση

Στον τομέα της εκπαίδευσης, το μάθημα μπορεί να γίνει πιο διαδραστικό και δημιουργικό με την δημιουργία τριδιάστατων μοντέλων. Με την χρήση τριδιάστατου εκτυπωτή στην εκπαίδευση η αίθουσα διδασκαλίας μετατρέπεται σε ένα μικρο ερευνητικό κέντρο που κάνει το μάθημα πιο προσιτό και κατανοητό.

Ψυχαγωγία

Με την πάροδο του χρόνου οι τριδιάστατοι εκτυπωτές θα έχουν χρήση ψυχαγωγικού χαρακτήρα και όχι επαγγελματικού για ανθρώπους. Με αισιόδοξη ματιά μπορούμε να φανταστούμε ένα μέλλον, στο οποίο η παραγωγή καταναλωτικών αγαθών θα συνδέεται με την ψυχαγωγία καθώς κάθε σπίτι θα έχει και από έναν 3D εκτυπωτή για οικιακή χρήση. Όλες οι οικογένειες με την κατοχή ενός τριδιάστατου εκτυπωτή θα μπορούν να εκτυπώνουν παιχνίδια για τα παιδιά, διακοσμητικά αντικείμενα, εργαλεία και ότι άλλο μπορεί να χρειαστούν και να φανταστούν. Ακόμη με μια σάρωση και μια εκτύπωση, μπορεί πλέον να κρατήσει τον εαυτό του και τα μέλη της οικογένειάς του σε μια μικρογραφία.

Αρχαιολογία

Παράλληλα με όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα αξίζει να αναφερθεί η συμβολή της τριδιάστατης εκτύπωσης στην αρχαιολογία. Με την χρήση της φωτογεωμετρίας και της τριδιάστατης σάρωσης μπορούν να εκτυπωθούν πιστά αντίγραφα αγαλμάτων. Το υλικό με τα οποία κατασκευάζονται τα αγάλματα είναι η μαρμαρόσκονη ή η ρητίνη. Εκτυπωμένα 3D καλούπια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην μαζική παραγωγή. Ακόμη η σάρωση και η εκτύπωση δίνει την δυνατότητα να αποκατασταθούν κατεστραμμένα τμήματα αγαλμάτων συμβάλλοντας στη διατήρηση της πολιτιστικής ιστορίας ενός τόπου.

Κοσμήματα και Ενδυση

Σημαντική είναι και η συμβολή του 3D εκτυπωτή στην τέχνη. Το τριδιάστατη εκτύπωση τα τελευταία χρόνια έχει θέση σε διάφορες τέχνες όπως τα κοσμήματα, η ενδυση και την υπόδηση. Στον τομέα του κοσμήματος βρίσκει μεγάλη άνθηση η 3D εκτύπωση διευκολύνοντας την παραγωγή πολύπλοκων κοσμημάτων, ενώ έχει εφαρμοστεί και στον χώρο της μόδας σε παπούτσια και ρούχα. Σκοπός αυτής της νεας τάσης είναι ο πελάτης να έχει την δυνατότητα να επιλέξει τα αξεσουάρ και την προσωπική του εικόνα, ένω στα αθλητικά έχει εφαρμοστεί περισσότερο για να επιτευχθεί η βέλτιστη επίδοση τους. Ωστόσο αυτα τα καταναλωτικά προϊόντα πιθανόν να παραμείνουν ως ένα μικρό μέρος της βιομηχανικής παραγωγής.

Μαγειρική

Η τεχνική της τριδιάστατης εκτύπωσης εφαρμόστηκε και στα τρόφιμα. Οι 3D εκτυπωτές τροφίμων έχουν μια ειδική δεξαμενή υπό πίεση και εξωθούν την πρώτη ύλη σε μορφή υγρού ή πάστας. Ο TNO είναι ένας εκτυπωτής που εκτυπώνει 15-20 τεμάχια τροποποιημένων ζυμαρικών ανα 2 λεπτά. Παρόμοιας κατηγορίας εκτυπωτές είναι ο Foodini, ο Beehex, Choc Creator και ο XYZ .

Ιατρική

Μια επιστήμη όπως η ιατρική χρειάζεται συνεχή εξέλιξη και βέλτιστη τεχνολογία. Η ένταξη της τριδιάστατης εκτύπωσης έδωσε την δυνατότητα στην ιατρική, να κάνουν τριδιάστατη σάρωση σε ασθενείς και να έχουν όλες τις απαραίτητες λεπτομέρειες για το κάθε πρόβλημα που χρειάζεται να αντιμετωπίσουν. Επίσης έχει συμβάλει στην βελτίωση του χειρουργικού σχεδιασμού, στην καλύτερη επικοινωνία με τους ασθενείς και στην εκτύπωση εργαλείων. Η κατασκευή ιατρικού εξοπλισμού, ακουστικών βαρηκοΐας, εμφυτευμάτων και προσθετικών μελών, είναι λίγες μόνο από τις δυνατότητες της 3D εκτύπωσης.

- ^(π.1) Τρισδιάστατη Εκτύπωση - Μέθοδοι εκτύπωσης. 3druck.com. [online] Available at: <https://3druck.com/wp-content/uploads/2012/04/Choc-Creator-3D-Schokolade> [Accessed at 03 April 2021]
- ^(π.2) Αλέξανδρος- Γεώργιος Μουντογιαννάκης, Αχιλλέας Μόσχος from Aristotle University of Thessaloniki: 3D Εκτύπωση: Λειτουργία, Εφαρμογές και Ανησυχίες, Ιανουάριος 2015, Conference paper, Available at: https://www.researchgate.net/publication/270823636_3D_Printing_How_It_ [Accessed at 03 April 2021]
- ^(π.3) Electron Beam Melting - EBM Process, Additive Manufacturing | Arcam AB. [online] Available at: <http://www.arcam.com/technology/electron-beam-melting/> [Accessed at 03 April 2021]
- ^(π.4) 3dexpert.gr. Υλικά | 3Dprinters - 3DScanners - Fillaments. [online] Available at: <http://www.3dexpert.gr/intro/ilika/> [Accessed at 25 April 2021]
- ^(π.5) Kalani Kirk Hausman, Richard Horne: 3D Printing For Dummies, John Wiley & Sons, Inc.,2014, New Jersey
- ^(π.6) Janani Gopalakrishnan Vikram: 3D Printers to Print Lunar Base and Living Tissue, Electronics For You Plus, June 2014, p.28
- ^(π.7) Hod Lipson, Melba Kurman : Fabricated: The New World of 3D Printing,

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Σχεδιασμός και κατασκευή επίπλων

2.1 Σχεδιασμός επίπλων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται σχεδιαστικά λογισμικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία αντικειμένων. Υπάρχουν εμπορικά προγράμματα για τον προαναφερθέντα σκοπό καθώς και προγράμματα για σχεδίαση στον κυβερνοχώρο εκ των οποίων τα περισσότερα προσφέρουν λύσεις τριδιάστατης εκτύπωσης (π.8).

Η Χρήση Η/Υ στην σχεδίαση

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής δέχεται ειδικά σχεδιαστικά προγράμματα που κάνουν την διαδικασία σχεδιασμού πιο εύκολη και γρήγορη. Τα περισσότερα προγράμματα σχεδιάζουν και διδιάστατα και τριδιάστατα με αποτέλεσμα να υπάρχει πλήρης εικόνα του αντικειμένου και του χώρου. Πλεονεκτήματα των σχεδιαστικών προγραμμάτων είναι :

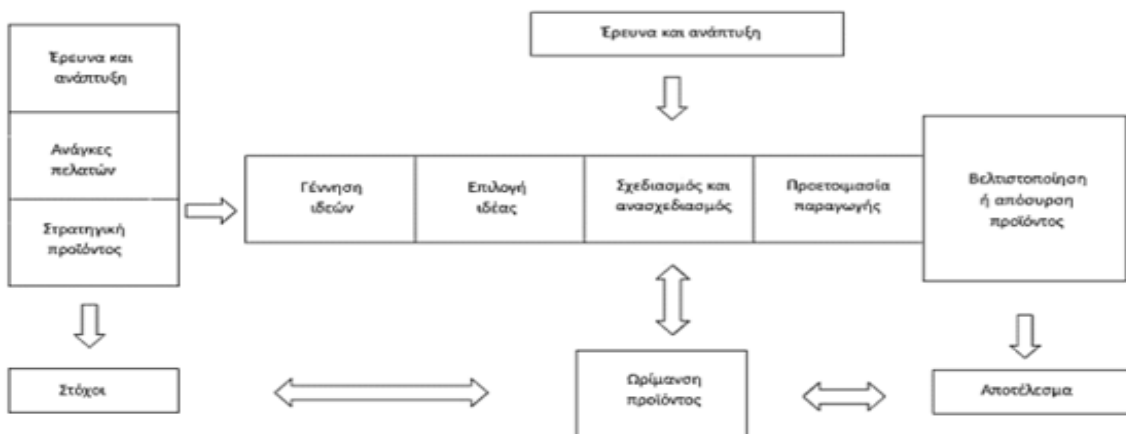
- Εξοικονόμηση χρόνου
- Εξοικονόμηση κόστους
- Ακρίβεια στην σχεδίαση
- Ευελιξία στην συνεργασία και την αποστολή αρχείων
- Διευκόλυνση αλλαγών (π.9)

Καινοτομία στον σχεδιασμό επίπλων

Οι εταιρείες σε σπάνιες περιπτώσεις πλέον αναπτύσσουν ένα προϊόν εξ' ολοκλήρου. Συνήθως βασίζουν το προϊόν στην προηγούμενη έκδοση του, την οποία βελτιώνουν, διορθώνουν και βελτιώνουν αισθητικά με βάση την τάση της εποχής. Στα προϊόντα που δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα μεταφέρεται η τεχνογνωσία άλλων εταιρειών. Η καινοτομία στα έπιπλα τα τελευταία χρόνια δεν ξεπερνά το 10%. Στην ακόλουθη εικόνα φαίνονται τα στάδια του σχεδιασμού μέχρι το τελικό αποτέλεσμα. Το ποσοστό της καινοτομίας επηρεάζει τόσο το χρόνο όσο και το κόστος της παραγωγής.

Βασικά στάδια και λειτουργίες στο βιομηχανικό σχεδιασμό

- Δημιουργία ιδέας
- Χρήση παλαιότερων μορφών προϊόντων
- Εισαγωγή κριτηρίων μελέτης σε κάθε στάδιο
- Επισκόπηση της μελέτης σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας
- Δυνατότητα αντίστροφης μηχανικής (δημιουργία τριδιάστατου μοντέλου με λεπτομερή ψηφιακή αποτύπωση σε φυσικό ή υπο κλίμακα μέγεθος)
- Μεταφορά και χρήση μοντέλων σε άλλα συστήματα CAD για ακριβή μοντελοποίηση
- Ευκολία χρήσης και μάθησης
- Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης υπαρχόντων σχεδίων
- Απλό αλλά ακριβείας σύστημα τριδιάστατης μοντελοποίησης
- Δυνατότητα κινηματικής ανάλυσης σε δύο και τρεις διαστάσεις
- Συμβατότητα με άλλα συστήματα σχεδίασης



Πίνακας 1: Διαδικασία σχεδιασμού

ESTIA	Rhinocerus	Inventor series				
1992 PRO	Strata 3D	Ideas master				
AutoCAD	Form Z	Solid edge				
Maya	Solidworks	Helix				
3ds MAX	Pro-engineer	Bruce				
Lightwave	Vectorworks	Poser	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ %
Hountini	Archicad	Motionbuilder	AutoCAD	53,8	Inventor series	7,7
Softimage XSI	Amapi/InfinitiD/Carrara	Sculptor	3D MAXEdgecam	30,8	Form Z	7,7
Messiah	Ray dream studio	Tekton	Pro-engineer	23,1	ESTIA	7,7
Universe	Renderman	Claris CAD	1992 PRO	23,1	Archicad	7,7
Truespace	Catia	Planit	Lightware	7,7	Cadware	7,7
Imagine	Allplan	Edgecam	Cinema 4D	7,7		

Πίνακας 2: Σχεδιαστικά προγράμματα και ποσοστό χρήσης

Δραστηριότητες ανάπτυξης προϊόντος με τα εργαλεία σχεδιομελέτης

Στον ηλεκτρονικό υπολογιστή δίνεται η δυνατότητα τόσο να σχεδιασθή ένα έπιπλο ή οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο όσο και το να γίνουν και οι απαραίτητες μελέτες. Η σχεδίαση του προϊόντος γίνεται μέσω του συστήματος CAD, η μορφή ονομάζεται CAID , η εικονική πραγματικότητα VR, CAM είναι οι κατεργασίες που θα υποβληθεί το προϊόν αφού σχεδιασθή, CAE η ανάλυση των τάσεων και της θερμότητας αναλύοντας την αντοχή του προϊόντος και DMU η ανάλυση της συναρμολόγησης.

2.2 Καθιερωμένες μέθοδοι παραγωγής επίπλων

Διαδικασίες δημιουργίας ενός επίπλου

Τα έπιπλα είναι ένα κομμάτι της ανθρώπινης καθημερινότητας και της αισθητικής. Για να δημιουργηθεί ένα έπιπλο χρειάζεται να γίνουν κάποιες διαδικασίες, τόσο στο κομμάτι της μελέτης όσο και της παραγωγής (π.10).

Αρχικά γίνεται μελέτη και αποτύπωση του χώρου με τις ακριβείς διαστάσεις που θα τοποθετηθούν τα έπιπλα. Στην συνέχεια γίνεται σύλληψη της ιδέας και της αισθητικής που θα δημιουργεί ο χώρος. Ακολουθεί ένα σκίτσο με τα έπιπλα, επιλογή υλικών και χρωμάτων.

Οι 3D εκτυπωτές προσφέρουν λύσεις στο επόμενο στάδιο της δημιουργίας ενός επίπλου που αφορά το κατασκευαστικό μέρος.

Έχοντας όλες τις προδιαγραφές του επίπλου ξεκινάει ο κατασκευαστικός σχεδιασμός, συνήθως σε 3D πρόγραμμα. Στα κατασκευαστικά σχέδια υπάρχουν όλες οι λεπτομέρειες για κάθε τμήμα και στάδιο του επίπλου.

- Διαστάσεις
- Υλικά, πάχος υλικών,
- Λεπτομέρειες στην διατομή
- Επεξεργασίες
- Τρόπο συναρμολόγησης

Αναλώσιμα εξαρτήματα συναρμολόγησης στην επιπλοποιία

Για να συναρμολογηθεί (μονταριστεί) ένα έπιπλο χρησιμοποιούνται διάφορα εξαρτήματα. Τα εξαρτήματα συναρμολόγησης συνήθως είναι μεταλλικά, πλαστικά ή ξύλινα. Μερικά από αυτά είναι τα εξής: Μεντεσέδες, συρόμενοι μηχανισμοί, κουμπάσα, ντίζες στήριξης, βεντούζες σιλικόνης, ρυθμιζόμενα ποδαράκια, keku, πείροι, καβίλιες φεράμια και πολλά άλλα. Εκτός από όσα εξαρτήματα προαναφέρθηκαν υπάρχουν αρκετά τα οποία είναι εμφανή και επηρεάζουν άμεσα την αισθητική. Σε αυτήν την περίπτωση ανήκουν τα τακάκια, μεντεσέδες, περσίδες εξαερισμού, λαβές και άλλα εξαρτήματα. Με την χρήση της τριδιάστατης εκτύπωσης δίνετε η δυνατότητα να κατασκευαστεί ένα αντικείμενο ακριβώς όπως έχει το έχει φανταστεί ο σχεδιαστής του επίπλου και στο χρώμα που επιθυμεί.

2.3 Κατηγορίες επίπλων και εργονομία

Κατηγορίες καθισμάτων

Τα καθίσματα χωρίζονται σε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με την χρήση και τις ανάγκες που εξυπηρετούν. Πρώτων τα σκαμνιά είναι μια κατηγορία μικρών καθισμάτων με βοηθητική χρήση που εξοικονομούν χώρο. Βασικό χαρακτηριστικό είναι πως έχουν πλάτη, ενώ στην κάτοψη οι σύνηθες διαστάσεις είναι 25 x 40 cm και ύψος 25cm για βοηθητική εργασία, 40-45cm για οικιακή χρήση και 75cm για Μπάρ. Δεύτερων οι καρέκλες είναι το πιο σύνηθες κάθισμα. Οι καρέκλες πρέπει να είναι ανατομικές και αναπαυτικές καθώς ενδείκνυται για πολύωρο κάθισμα σε αντίθεση με τα σκαμπό. Τρίτων οι πολυθρόνες είναι το πιο αναπαυτικό κάθισμα μετά τις καρέκλες. Τέταρτον υπάρχουν οι καρέκλες γραφείου. Η βάση του καθίσματος τις περισσότερες φορές έχει δυνατότητα περιστροφής γύρω από τον άξονα της και επιτυγχάνεται η άνεση.

Κατηγορίες τραπέζιων

Τα τραπέζια όπως και οι καρέκλες χωρίζονται σε κατηγορίες με κριτήριο την καθημερινή χρήση τους. Τα τραπέζια διαχωρίζονται σε βοηθητικά τραπέζια, οικιακά, εστιατορίων, γραφεία εργασίας και γραφεία εστίασης – bar, ενώ τα οικιακά χωρίζονται τραπέζια με αδιαίρετα καπάκια και τραπέζια με αποσπώμενα καπάκια. Τα σύνηθες σχήματα τραπέζιων είναι τετράγωνα, ορθογώνια, κυκλικά και οβάλ. Επίσης αξίζει να σημειωθεί πως τα γραφεία αποτελούν εξέλιξη των απλών τραπέζιων και χρησιμοποιούνται στους χώρους εργασίας. Τα περισσότερα γραφεία συμπεριλαμβάνουν τουλάχιστον μια στήλη με συρτάρια ή δύο συρτάρια ή ακόμη εκτός της συρταριέρας η βασική τους γεωμετρία είναι σε σχήμα Π.

Κατηγορίες γραφείων

Τα κλασικά γραφεία διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες.

- Τραπεζογραφεία με μία σειρά συρταριέρας
- Γραφεία πέντε συρταριών
- Γραφεία $\frac{1}{2}$ Π όπου τα συρτάρια έχουν τοποθετηθεί μόνο από την μια πλευρά του γραφείου.
- Γραφεία Π που έχουν τοποθετηθεί σε δύο στήλες
- Σεκρετέρ. Το σεκρετέρ είναι συνδυασμός τραπέζιου και ντουλαπιού που διαθέτει πολλά συρτάρια και θήκες στο καπάκι

Κατηγορίες καναπέδων

Οι καναπέδες είναι εξέλιξη των καθισμάτων με σκοπό την άνεση. Τα είδη των καπέδων είναι ανάλογα την χωρητικότητα τους και διακρίνονται σε διθέσιους, τριθέσιους ή και μεγαλύτερους.

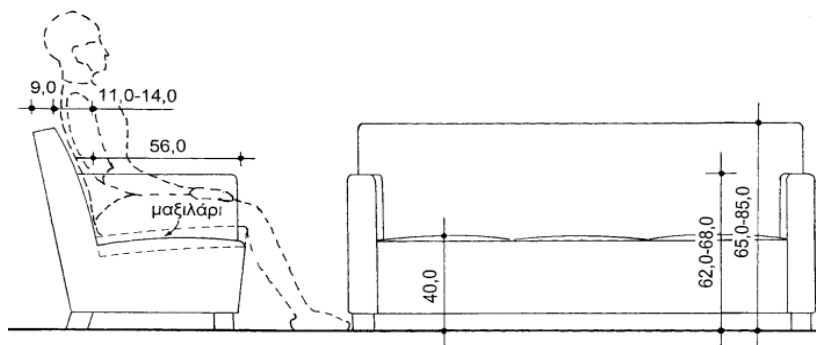
Βασικοί παράμετροι σχεδιασμού επίπλων

Βασικό στον σχεδιασμό καθισμάτων είναι να δημιουργείται το αίσθημα της άνεσης και της εργονομίας, με στόχο να αποφευχθεί η αίσθηση δυσφορίας και η δημιουργία μυοσκελετικών προβλημάτων. Το κέντρο βάρους σε καθημερινή στάση είναι σε μια νοητή γραμμή 2,5 cm πιο μπροστά από το στήθος ενώ η απόσταση του καθίσματος από το έδαφος είναι περίπου 43 – 45 cm και το συνολικό ύψος της καρέκλας περίπου 86 cm.

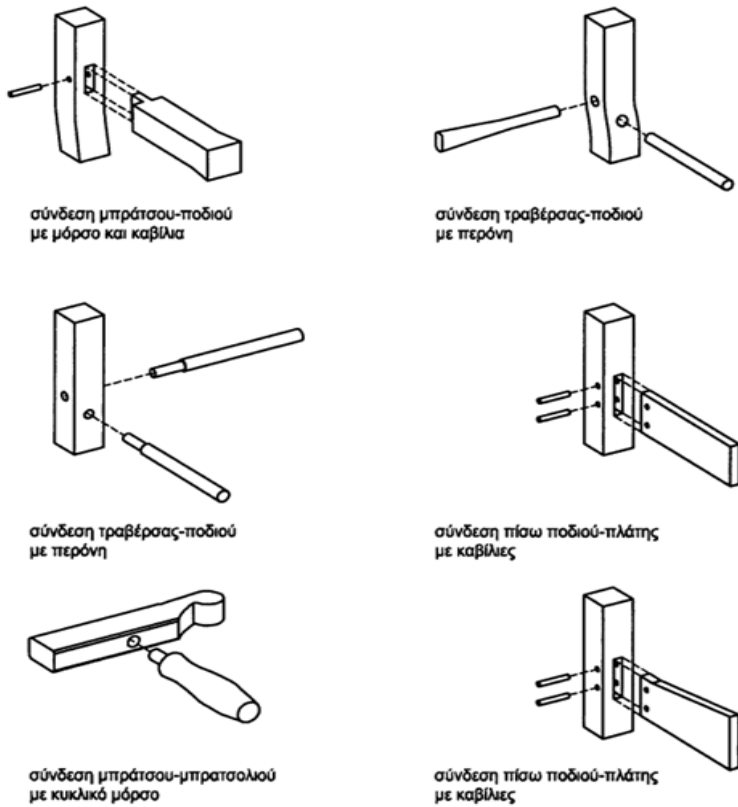
Τα τραπέζια όπως και οι καρέκλες πρέπει να είναι ανατομικά και οι διαστάσεις τους ορίζονται ανάλογα με την χρήση για την οποία κατασκευάζονται. Οι πλειοψηφία των τραπεζιών έχει ύψος 75 – 80 cm εκτός από τα τραπέζια που ο χρήστης είναι σε όρθια στάση, σε αυτή την περίπτωση το ύψος του τραπεζιού προσαρμόζεται σε 90 cm, ενώ το τραπεζάκι σαλονιού είναι 50cm. Στα ξύλινα έπιπλα και κάθε είδους έπιπλα πρέπει να εξασφαλίζεται αντοχή και σταθερότητα. Οι συνδέσεις στα τραπέζια γίνονται με μόρσα ή καβίλιες και τα μεταλλικά τους μέρη συνδέονται με ηλεκτροκόλληση ή κοχλίωση. Τα καπάκια των τραπεζιών μπορούν να φτιαχτούν από πηγάκια, μοριοσανίδα ή mdf και άλλα υλικά.

Τα γραφεία έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τα κλασικά τραπέζια. Για να είναι εργονομικό ένα γραφείο η απόσταση της επάνω επιφάνειας από το έδαφος θα πρέπει να είναι στα 75-80cm. Ακόμη είναι σημαντικό η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ συρταριού και μηρών να είναι τουλάχιστον 19 cm, ώστε να υπάρχει ελεύθερη κίνηση του καθίσματος ενώ το συνολικό πλάτος κυμαίνεται από 1 -1,5m. Στην κατασκευή γραφείων πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι διαστάσεις του πληκτρολογίου, της οθόνης και της κεντρικής μονάδας του υπολογιστή.

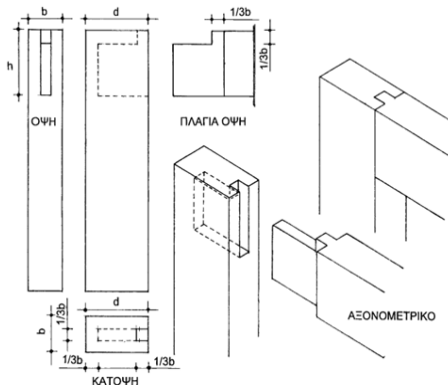
Στην κατηγορία των καναπέδων όπως και στις άλλες κατηγορίες που αναφέραμε η εργονομία και η άνεση κατά την χρήση είναι από τους πιο βασικούς παράγοντες που χρειάζεται να εξεταστούν κατά τον σχεδιασμό. Προκειμένου ένας καναπές να προσφέρει την μέγιστη άνεση στον χρήστη δημιουργήθηκαν καναπέδες με μηχανισμό ώστε να μετατρέπονται σε κρεβάτι, αυτοι οι καναπέδες χωρίζονται σε συρόμενους και πτυσσόμενους. Η ωφέλιμη διάσταση ενός καναπέ υπολογίζεται ως πολλαπλάσιο των 55 ή 60cm. Κατα συνέπεια ένας τριθέσιος καναπές έχει μήκος $3 \times 60 + 2 \times 20 = 220\text{cm}$ συνολικό μήκος (20 = πάχος βραχίονα).



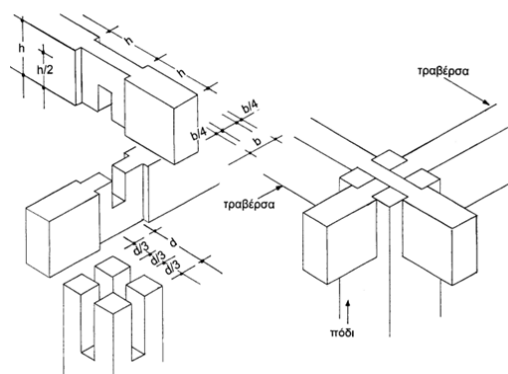
Εικόνα 1 : Διαστάσεις Καναπέ



Εικόνα 2: Σύνδεση Καρέκλας



Εικόνα 3: Σύνδεση με μόρσα



Εικόνα 4: Σύνδεση με μισοχαρακτό

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

- (π.8) Earle, J. (2004). Engineering Design Graphics. Prentice Hall.
- (π.9) Νικόλαος Μπιλάλης, Εμμανουήλ Μαραβελάκης Συστήματα CAD/CAM & ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ, εκδόσεις ΚΡΙΤΙΚΗ
- (π.10) Κυριακίδης Γεώργιος και Παπαζογλάκης Κωνσταντίνος: Κατασκευαστικό Σχέδιο Επίπλου και Επιπλοποιίας- Οργανισμός εκδόσεων διδακτικών βιβλίων.

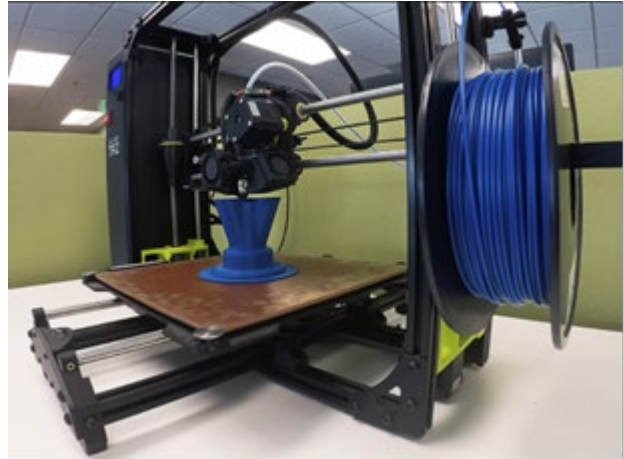
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Παραδείγματα εφαρμογών τριδιάστατης εκτύπωσης στην επιπλοποιία

Τρόποι σύνδεσης επίπλων από 3D εκτυπωτή



Εικόνα 5: Τραπέζι με σύνδεσμο από



Εικόνα 6: Παραγωγή συνδέσμου για τραπέζι

3D εκτυπωτή

Στις εικόνες 5 & 6 βλέπουμε ένα σύνδεσμο τραπεζιού. Ο σύνδεσμος αυτός βιδώνεται στο καπάκι του τραπεζιού και στην συνέχεια τα πόδια στον σύνδεσμο. Ο σύνδεσμος έχει φτιαχτεί με τέτοιο τρόπο ώστε τα πόδια να εφαρμόζουν στον σύνδεσμο με ακρίβεια χιλιοστού. Ακόμη με αυτόν τον σύνδεσμο επιτυγχάνεται η ακριβής κλίση και απόσταση που επιθυμεί ο σχεδιαστής να έχουν τα πόδια. Ο συμβατικός τρόπος κατασκευής αυτού του τραπεζιού θα χρειαζόταν χρόνο, κόπο και μεγάλη ακρίβεια τόσο από τον επιπλοποιό όσο και από το κατασκευαστικό σχέδιο ώστε να υπάρχει υπάρχει ισορροπία και αντοχή στο έπιπλο .



Εικόνα 7: Ραφιέρα με συνδέσμους από

3D εκτυπωτή



Εικόνα 8: Σύνδεσμος ξύλων από

3D εκτυπωτή

Στις εικόνες 7 & 8 βλέπουμε μία ραφιέρα συναρμολογημένη απο συνδέσμους που έχουν κατασκευαστή από τριδιάστατους εκτυπωτές. Αυτοί οι σύνδεσμοι πρώτων διευκολύνουν την διαδικασία κατασκευής. Με τους εξής συνδέσμους μειώνεται ο χρόνος κατασκευής καθώς δεν χρειάζεται να γίνουν φάλτσες (να κοπούν υπο κλίση) οι ακμές του ξύλου, ώστε να κολληθούν και να μείνουν για ώρες στην βίδα ώστε να στεγνώσει η κόλλα (βίδα ονομάζεται ένα εργαλείο το οποίο ασκεί δύναμη στα ξύλα). Δεύτερον με την χρήση των συνδέσμων της φωτογραφία δίνεται η δυνατότητα στον αγοραστή του να συνδέσει τα εξάγωνα με δικό του τρόπο και να φτιάξει το δικό του έπιπλο. (π.11)

Εργα στερεολιθογραφίας



Εικόνα 9: Γραφείο απο τον Joris Laarman



Εικόνα 10: MGX' s Root Chair του Kol Mac

Στις εικόνες 9 & 10 βλέπουμε δύο έργα στερεολιθογραφίας. Αυτα τα έργα ήταν δύσκολο να παραχθούν και να πωληθούν λόγω δυσκολίας στην κατασκευή και αυξημένου κόστους αντίστοιχα. Το γραφείο του Joris Laarman δεν είναι ένα οικονομικό έργο στερεολιθογραφίας με αντικείμενο έμπνευσης τα πουλιά που πετούν. Απο την άλλη μεριά η καρέκλα είναι και αυτή ένα αρκετά δαπανηρό έργο. Ο Laarman είναι παγκοσμίως γνωστός για τις τριδιάστατες εκτυπώσεις μεγάλου όγκου και διατηρεί μια έκθεση στο Friedman Benda στην Νέα Υόρκη. Ο Laarman για τις περισσότερες εκτυπώσεις χρησιμοποιεί έναν ρομποτικό τριδιάστατο εκτυπωτή MX3D-Metal που εκτυπώνει χρησιμοποιώντας ανοξείδωτο χάλυβα και άλλα μέταλλα. Ο MX3D-Metal εκτυπώνει στον αέρα δημιουργώντας γραμμές και πολύπλοκα σχέδια. (π.12)

Print the future

Print the future ονομάζεται ένα κατάστημα με έπιπλα φτιαγμένα σε 3D εκτυπωτή στο Μανχάταν με ιδρυτές τον Neil Patel και τον Raj Bharti. Η εταιρεία print the future με έδρα το Βανκούβερ του Καναδά, κατασκευάζει έπιπλα με 100% απο αναλώσιμα υλικά και στην ακριβής ποσότητα. Ακόμη η εταιρεία δίνει την δυνατότητα στο πελάτη να παρακολουθεί την παραγωγή-εκτύπωση του επίπλου που έχει ζητήσει, γεγονός που προσελκύει το ενδιαφέρον των πελατών. Το 2017 δημιούργησαν ένα νέο κατάστημα στην Νέα Υόρκη ενώ παράλληλα πραγματοποιούν εκτυπώσεις στο Μανχάταν.

Όραμα της εταιρείας είναι να πωλούνται προσιτά έπιπλα σχεδιαστών που από ιδέα γίνονται πραγματικότητα σε χρόνο είκοσι τεσσάρων ωρών. Στόχος της εταιρείας είναι να ενδυναμώσει την ομάδα της με σχεδιαστές πουλώντας κατευθείαν στους καταναλωτές και να ανοίξει καταστήματα σε όλο τον κόσμο. Στις ακόλουθες εικόνες 11 & 12 βλέπουμε έργα της Print the future. (π.13)



Εικόνα 11: Πολυθρόνα από 3D εκτυπωτή



Εικόνα 12: Έκθεση Print the future

Drawn

Η Drawn είναι μία Γαλλική εταιρεία που δημιουργήθηκε το 2012 από τον Sylvain Charriot και τον Samuel Javelle και πραγματοποιεί τριδιάστατες εκτυπώσεις ολόκληρων επίπλων. Οι δύο άντρες δημιούργησαν ένα ρομποτικό τριδιάστατο εκτυπωτή - βραχίονα που ονομάζεται Galatea. Το όνομα Galatea εμπνεύστηκε από ένα γλυπτό του μυθολογικού Έλληνα γλύπτη Πυγμαλίωνα. Η εταιρεία έχει την δυνατότητα να εκτυπώνει μεγάλου μεγέθους αντικείμενα σε μικρό χρονικό διάστημα με ομοιόμορφο αποτέλεσμα. Η Drawn χρησιμοποιεί σαν χαρακτηριστικό της τα στρώματα- γραμμές εκτυπώσεων ενώ εκτυπώνει σε διάφορα χρώματα. Στόχοι της εταιρείας είναι να κυκλοφορήσουν την δική τους σειρά προϊόντων με 3D εκτυπωμένα έπιπλα και να δημιουργήσουν εργαστήρια που θα διδάσκουν σχεδίαση και εκτύπωση επίπλων. Επίσης οι καλλιτέχνες και οι σχεδιαστές να έχουν πρόσβαση στα εργαστήρια ώστε να εκτυπώνουν τα δικά τους σχέδια επίπλων. Η Drawn κατέστησε τις γραμμές χαρακτηριστικό του αντικειμένου κάτι που φαίνεται στις εικόνες 13 & 14. (π.14)



Εικόνα 13: Πολύχρωμη καρέκλα Drawn



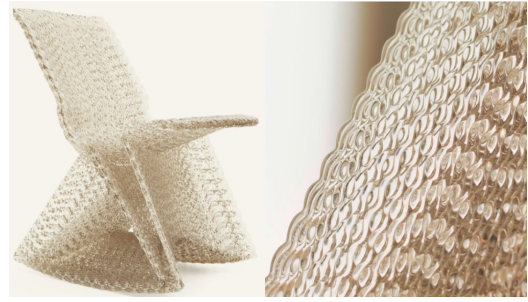
Εικόνα 14: Κάθισμα Drawn

Dirk Vander Kooij

Ο Dirk είναι γνωστός για την επανάσταση που προκάλεσε στο κόστος των τριδιάστατων εκτυπωτών. Αναφερόμαστε στο Ολλανδό Dirk Vander Kooij ο οποίος έχει εκτυπώσει μεγάλη ποικιλία τριδιάστατων επίπλων όπως καρέκλες, τραπέζια, βάζα και άλλα πολλά. Ο Vander κατασκευάζει τα έπιπλα που εμπνέεται με την βοήθεια ενός τριδιάστατου εκτυπωτή που εκτυπώνει προς διάφορες κατευθύνσεις και όχι μόνο με κινήσεις μπροστά και πίσω. Ο Dirk Vander Kooij με την χρήση του τριδιάστατου εκτυπωτή που προαναφέρθηκε κατασκεύασε μια καρέκλα. Η καρέκλα RvR (Εικ. 15) με συμπαγής δομή όπου η οι χρωματική χρωματικοί τόνοι αλλάζουν σε σχήμα γραμμών. Η καρέκλα κυκλοφόρησε σε 9 διαφορετικές χρωματικές αποχρώσεις στην τιμή των 614,68 € και σε διαστάσεις 154 x B54 x Y8, ενώ ζύγιζε 10kg. Το 2011 ο Dirk κατασκεύασε την Endless καρέκλα (Εικ. 16). Για να μπορέσει να κατασκευαστή αυτή η καρέκλα χρειάστηκε η επαναδιαμόρφωση ενός ρομποτικού βραχίονα, που εξωθεί ανακυκλωμένο πλαστικό και με την χρήση ενός ειδικού μοτέρ ώστε να κατασκευαστούν τριδιάστατα έπιπλα σε ιδιαίτερη μορφή (Εικ. 17). Η τιμή στην οποία πωλείται η καρέκλα με όνομα endless chair κυμαίνεται απο 2.928,20 € έως 3.194,40 € στην περίπτωση που είναι κουνιστή. Ακόμη αξίζει να αναφερθεί η κατασκευή επίπλων που έχει πραγματοποιήσει απο συνδυασμό υλικών. Άλλο ένα έπιπλο που ανήκει στην συλλογή του με συνδυασμό υλικών είναι το ντουλάπι το οποίο περιέχει ξύλινα ράφια και το βλέπουμε στην ακόλουθη φωτογραφία. Αυτά είναι μερικά μόνο έργα από την πλούσια συλλογή του Vander. (π.15)



Εικόνα 15: RvR



Εικόνα 16: Endless Chair



Εικόνα 17: Ντουλάπι από συνδυασμό υλικών

Κεραμεικός τριδιάστατος εκτυπωτής

Δημιουργός του τριδιάστατου εκτυπωτή είναι ο Olivier Van Herpt. Ο Olivier χρειάστηκε 8 χρόνια για να ολοκληρώσει το έργο του και να δημιουργήσει έναν 3D εκτυπωτή που να εκτυπώνει πορσελάνη και κεραμική πορσελάνη (Εικ. 18).



Εικόνα 18: Τραπέζι της Roche Bobois

Το τραπέζι είναι σχεδιασμένο από τους Antoine Fritsch και Vivien Durisotti για την Γαλλική εταιρεία roch bobois. Η βάση του τραπεζιού είναι εκτυπωμένη από σκυρόδεμα οπύ σε μία συνεχόμενη κίνηση προς τα πάνω το ακροφύσιο με ψηφιακή λειτουργία διανέμει UHPC , δηλαδή σκυρόδεμα που σκληραίνει κατά την διάρκεια της στρώσης. Μια ακόμη καινοτομία της εταιρείας είναι η δημιουργία ενός λογισμικού που μέσω αυτού οι πελάτες θα μπορούν να βοηθήσουν στην κατασκευή αντικειμένων. (π.16)

Continum3

Continum3 ονομάζεται η συλλογή του John Brisella με επιμεταλλωμένες καρέκλες. Οι ασημένιες καρέκλες (Εικ. 19) εκτυπώθηκαν σε τεχνολογία SLA/DLP και φαίνονται πως είναι φτιαγμένες από νερό. Η μεταλλικές καρέκλες τριδιάστατης εκτύπωσης στοχεύουν στην μαζική παραγωγή σχεδίων εκτυπωμένα από μέταλλο αναδεικνύοντας τόσο την κλασική μορφή όσο και τα μοντέρνα έπιπλα. (π.17)



Εικόνα 19 : Μεταλλικές καρέκλες Continum3

Σκαμπό βάσει δεδομένων



Εικόνα 20: Σκαμπό Henri Canivez

Ο Henri Canivez εφηύρε ένα σκαμπό που συλλέγει τις προδιαγραφές του εκάστοτε χρήστη όσο αφορά τις διαστάσεις και του βάρους του. Στην εικόνα 20 βλέπουμε τα σκαμπό δεδομένων εκτυπωμένα σε μικρή κλίμακα. Ο Henri Canivez συνεργάστηκε με την εταιρεία 3D Printer Builder και την CNC Speedform ώστε να πραγματοποιήσει την εφεύρεση του. Έτσι ανάλογα με τα δεδομένα του χρήστη δίνεται η δυνατότητα να εκτυπωθεί ένα προσωπικό σκαμπό βάσει των αναγκών του. Αν ο χρήστης του σκαμπό είναι βαρύς θα γίνουν πιο πυκνές δομές και ίσως χρειαστεί να αλλάξει και το σχέδιο. Τα σκαμπό του Henri Canivez εκτυπώνονται σε δύο εκδόσεις. Ένα σκαμπό κατασκευάζεται από τον εκτυπωτή Builder Extreme σε PLA και το δεύτερο από αλουμίνιο και κράμα γυαλιού με νάιλον. (π.18)

Συνεργασία UNYQ- IKEA-Area Academy

Η UNYQ είναι μια εταιρεία της Silicon Valley που χρησιμοποιεί 3D εκτυπωτές και ψηφιακά μέσα για να δημιουργεί καινοτομίες στον τομέα της ιατρικής. Η UNYQ προχώρησε σε μία συνεργασία με την εταιρεία IKEA η οποία κατασκευάζει έπιπλα και μαζί με την Area Academy εκπαιδευτική εταιρεία e-sport και αποφάσισαν να αναπτύξουν καθίσματα για παίκτες. Μέσα από αυτή την συνεργασία σε τρεις εβδομάδες εφηύραν ένα εργονομικό τριδιάστατο εκτυπωμένο κάθισμα για παιχνίδια. Αυτή η καρέκλα (Εικ. 21) παρουσιάστηκε πρώτη φορά από την IKEA στο Democratic Design Days στην Σουηδία. Σημαντικό ρόλο στην εφεύρεση αυτής της καρέκλας είχε η εμπειρία από πολύωρο κάθισμα σε καρέκλες για παιχνίδια αλλά οι γνώσεις της Area Academy στην κινητικότητα που χρειάζεται να επιτρέπουν αυτά τα καθίσματα. (π.19)



Εικόνα 21: Κάθισμα παιχιδιών

3D Καρέκλες από το University College London

Μια ομάδα φοιτητών ονόματι CurVoxels από την Αρχιτεκτονική σχολή του Λονδίνου ανέπτυξε μια νέα τεχνική 3D εκτύπωσης για περίπλοκες καμπύλες. Οι καρέκλες (Εικ. 22) αποτελούνται από φιλιγκραν και σπειρώματα (filigree cantilever chairs and a filigree spiral staircase) τα οποία υπάρχουν συνήθως σε κοσμήματα. Οι καρέκλες της ομάδας CurVoxels είναι εμπνευσμένες από την καρέκλα Panton που σχεδιάστηκε το 1906 από τον Verner Panton και ήταν η πρώτη πλαστική καρέκλα με καλούπι στον κόσμο.



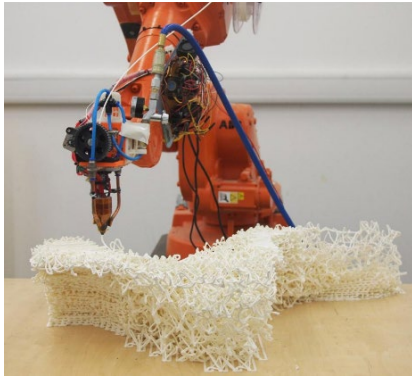
Εικόνα 22: Καρέκλες CurVoxels

Οι καρέκλες της ομάδας CurVoxels παρουσιάστηκαν στην έκθεση αποφοίτησης Bartlett's B-Pro Show 2015 στο Λονδίνο και στην έκθεση Le Mans το 2015 στην Γαλλία.

Διαδικασία κατασκευής:

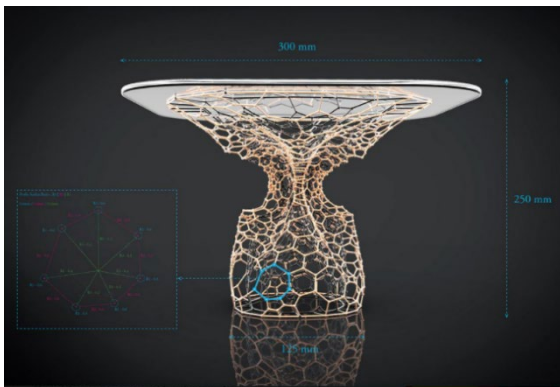
Το 3D μοντέλο είναι voxelized (δηλαδή το αντικείμενο διασπάται σε μικρά pixel). Τα voxels μετατρέπονται σε καμπύλη δίνοντας διάφορα μοτίβο στην καρέκλα. Το μέγεθος των voxels

και η κατανομή της πυκνότητας αλλάζει ανάλογα με το βάρος που χρειάζεται να αντέχει η καρέκλα. Για να κατασκευαστούν οι καρέκλες η ομάδα αρχικά χρειάστηκε να δημιουργήσει ένα ακροφύσιο που θα εξωθεί πλαστικό νήμα 4-6mm που θα σταθεροποιείται στον αέρα. Ο εκτυπωτής ρομπότ (Εικ. 23) που χρειάστηκε για τη παραγωγή της καρέκλας να δημιουργήσει σε 3D περιβάλλον απο μια αλγοριθμική τεχνική ώστε να βγάζει την επιθυμητή ποσότητα υλικού σε συνεχή ρυθμό. Η Ομάδα CurVoxels για την εκτύπωση της καρέκλας χρησιμοποίησε λιγότερο υλικό και δημιούργησε ένα πιό συμπαγές έπιπλο με πολλές λεπτομέρειες. (π.20)

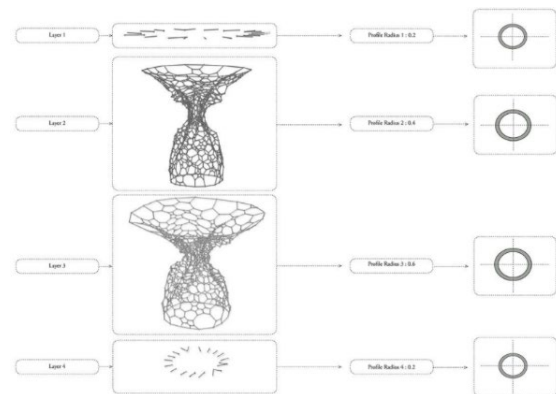


Εικόνα 23: Εκτυπωτής καρέκλας CurVoxels

Κυψελοειδές τραπέζι



Εικόνα 24: Κυψελοειδές τραπέζι



Εικόνα 25: Δομή Τραπεζιού

Το τραπέζι σχεδιάστηκε απο τον Onur Ozkaya το 2014 και κυκλοφόρησε στην αγορά το 2015. Ο Onur είναι λέκτορας στο London Metropolitan University και στο Cambridge School of Arts. Το τραπέζι δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας τρία στρώματα κυψελοειδούς δομής ώστε το έπιπλο να είναι ελαφρύ με υψηλή αντοχή. Καθε στρώμα έχει διαφορετικό πάχος (Εικ. 25)

για εξοικονόμηση υλικού ενώ παράλληλα με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνει το έπιπλο να δημιουργεί διαφορετικές σκιές ανάλογα με τον φωτισμό. Το τραπέζι έχει διαστάσεις 300mm x 300mm x 350mm (Εικ. 24) και στο πάνω μέρος φέρει γυάλινη επιφάνεια που δίνει την αίσθηση ενός μεγαλύτερου τραπεζιού. Το πλαίσιο του τραπεζιού έχει εκτυπωθεί από νάιλον με την διαδικασία SLS σε 48 ώρες. Καθε στρώμα περιλαμβάνει τρεις διαφορετικές σφαιρικές γωνίες για δομικό αλλά και οπτικό λόγο. Ο Onur Ozkaya ξεκίνησε να πειραματίζεται σε τεχνικές και εργαλεία κατασκευής από όταν σπούδαζε στην αρχιτεκτονική στο Λονδίνο, ύστερα ασχολήθηκε με την έρευνα και επικεντρώθηκε στην γεωμετρία. (π.21)

3D Εκτύπωση σε καρέκλες Steelcase

Οι Fast Radius και Carbon συνεργάστηκαν με σκοπό η Steelcase να χρησιμοποιήσει την τριδιάστατη εκτύπωση και να βελτιώσει τα προϊόντα της. Το όραμα της Steelcase είναι να κάνει την καρέκλα SILQ (Εικ. 26) ιδανική για τον καταναλωτή. Οι Fast Radius και Carbon σχεδίασαν εργονομικά και εκτύπωσαν ένα προσαρμοσμένο κάλυμμα βραχίονα καρέκλας (Εικ. 27). Η Εκτύπωση του βραχίονα έγινε στην Fast Radius στο Σικάγο. Για να ολοκληρωθεί το project χρειάστηκαν 8 εβδομάδες, δημιουργήθηκαν 12 σχέδια, ενώ η αρχική ιδέα άλλαξε περίπου 100 φορές. Το 2018 η Steelcase παρουσίασε την καρέκλα SILQ με τον 3D βραχίονα στην έκθεση NeoCon 2018 που σχετίζεται με τον βιομηχανικό εμπορικό σχεδιασμό και κέρδισε 2 βραβεία, Βραβείο καινοτομίας και το βραβείο Best in Competition. (π.22)



Εικόνα 26: Καρέκλα SILQ



Εικόνα 27: Βραχίονας SILQ

Έπιπλα από Γεωργικά Απόβλητα

Η ομάδα σχεδιασμού Model No. 3D εκτυπώνει έπιπλα από γεωργικά απόβλητα (π.23). Τα αντικείμενα είναι εκτυπωμένα από βιοπολυμερές και φυτικές ρητίνες χωρίς την χρήση χημικών. Με αυτόν τον τρόπο εκτύπωσης γίνεται ανακύκλωση άχρηστων πόρων. Τα βιοπολυμερή κατασκευάζονται από φυτά, έτσι το οξυγόνο βοηθά στην αντιστάθμιση του διοξειδίου του άνθρακα που μπορεί να δημιουργηθεί κατά την παραγωγή.

Ιδρύθηκε από τους Jillian Northrup, Jeffrey McGrew, Vani Khosla και Adam Weaver το 2018. Η εταιρεία σχεδιάζει και κατασκευάζει έπιπλα προωθώντας την τεχνολογία της βιωσιμότητας καθώς όλα τα υλικά είναι από επιλεγμένα οικολογικά υλικά με διαδικασίες που ελαχιστοποιούν τα απόβλητα. Αρχικά δημιουργείται ένα σχέδιο μικρής κλίμακας το οποίο εκτυπώνεται για να γίνουν οι πρώτες δοκιμές σχετικά με την αισθητική και την λειτουργικότητα. Οι εκτυπώσεις γίνονται σε μεγάλους εξατομικευμένους εκτυπωτές και χρησιμοποιούν εργαλεία CNC, ώστε να υπάρχει το αποτέλεσμα όπως ακριβώς έχει ζητηθεί σχετικά με την μορφή, τις διαστάσεις και το χρώμα. Η εταιρεία έχει μεγάλη ποικιλία σε καρέκλες, τραπέζια και διακοσμητικά είδη (Εικ. 29). Στόχος της ομάδας είναι να σχεδιάζουν έπιπλα φιλικά προς το περιβάλλον και προς όλους.

Η model no έχει δημιουργήσει τους δικούς της εκτυπωτές προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες παραγωγής, ενώ τα υλικά που χρησιμοποιεί είναι κυρίως το PLA, οικολογική ρητίνη (Εικ. 28) και γεωργικά απόβλητα ενός Αμερικανικού κατασκευαστή με όνομα NatureWorks. Παράλληλα με αυτά τα υλικά πειραματίζεται με κάνναβη, κεραμικά, ξύλα και υφάσματα.



Εικόνα 28: Βιορητίνες



Εικόνα 29: Τραπέζι από Γεωργικά Απόβλητα

The New Raw

Το The Tew Raw είναι ένα στούντιο Έρευνας και Σχεδιασμού με έδρα το Ρότερντάμ και ιδρύθηκε το 2015 από τον Πάνο Σακκά και την Φωτεινή Σετάκη. Το στούντιο επικεντρώνεται στην κατασκευή επίπλων από βιώσιμες διαδικασίες παραγωγής, καθώς χρησιμοποιούν απόβλητα για την κατασκευή επίπλων. Η χρήση ανακυκλωμένου πλαστικού επηρεάζει θετικά τις περιβαλλοντικές συνθήκες και συχνά καλούνται να απαντήσουν στις εξής ερωτήσεις:

- Πόσο ανακυκλωμένο πλαστικό περιέχει το προϊόν;
- Τι είδους πλαστικό χρησιμοποιείτε;
- Από που προέρχεται το υλικό;

Τα έπιπλα του κατασκευάζονται είναι από φθινό, ελαφρύ και ανθεκτικό υλικό. Επίσης δίνεται η δυνατότητα να επισκευαστούν, επαναχρησιμοποιηθούν και να ανακυκλωθούν.

Έπιπλα δημόσιων χώρων από ανακυκλώσιμο πλαστικό:

Το 2019 ο Πάνος Σακκάς και η Φωτεινή Σετάκη της ‘The New Raw’ συμμετείχαν σε μία έρευνα μηδενικών απορριμμάτων στην Θεσσαλονίκη και χρησιμοποίησαν πλαστικά απόβλητα σε τριδιάστατη εκτύπωση. Η ομάδα εκτυπώνει έπιπλα για δημόσιους και εξωτερικούς χώρους με υλικό ανακυκλώσιμων πλαστικών αντικειμένων (Εικ. 30 & 31). Η έρευνα έγινε μέσω ενός προγράμματος της Coca-Cola για μηδενικά απορρίμματα. Το πρόγραμμα έδωσε την δυνατότητα στους πολίτες να συμμετέχουν στην διακόσμηση της πόλης τους και να εκτιμήσουν την διαδικασία της ανακύκλωσης. Τα έπιπλα που διακοσμούν τους δρόμους διαθέτουν θέση για ποδήλατα, μικρό γυμναστήριο, γλάστρα, μπόλ σίτισης ζώων και βιβλιοθήκη.



Εικόνα 30: Πολυθρόνα από πλαστικά απόβλητα



Εικόνα 31: Μηχανή εκτύπωσης

Τα πρώτα έπιπλα τυπώθηκαν το 2018 και διακόσμησαν την παραλία της Θεσσαλονίκης, ενώ δημιουργήθηκαν 3.000 διαφορετικά σχέδια. Μέσω της ιστοσελίδας printyourcitycoca-cola.gr

οι πολίτες μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους σχέδια και να επιλέξουν την πόλη στην οποία θέλουν να τοποθετηθούν. (π.24)

Η συμβολή της τριδιάστατης εκτύπωσης στην κατασκευή του ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος

Το ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος χρειάστηκε περίπου μία δεκαετία μέχρι την ολοκλήρωση του ενώ ξεχωρίζει για την αρχιτεκτονική του. Επίσης το ίδρυμα έχει λάβει περιβαλλοντική πιστοποίηση LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) για την ενεργειακή στέγη που αποτελείται από λεπτά κομμάτια τριδιάστατης εκτύπωσης, τα οποία υποστηρίζονται από λεπτές κολώνες. Η οροφή είναι αντοχής και απορροφά τους κραδασμούς σεισμών, ανέμων κ.α., ενώ καλύπτεται από φωτοβολταϊκά πάνελ και θεωρείται θαύμα της μηχανικής καθώς η λεπτή κατασκευή της έχει γίνει με σκυρόδεμα (Εικ. 32). Η πολυεθνική ARRK που δημιουργεί από το 1948 3D μοντέλα αποφάσισε πως το SLS ήταν η καλύτερη μέθοδος κατασκευής, ενώ η κατασκευή έγινε τμηματικά. Για την εκτύπωση του μοντέλου οροφής χρησιμοποιήθηκε πούδρα από νάιλον και γυαλί σε στρώσεις 5mm και συνομολογήθηκαν από επιπλοποιούς. Η ενεργειακή στέγη σχεδιάστηκε από το τεχνικό και σχεδιαστικό γραφείο Expedition του Λονδίνου. Το γραφείο Expedition έδρασε ως κατασκευαστική στο έργο και τιμήθηκε περαιτέρω όταν το Μουσείο V&A του Λονδίνου όταν ζήτησε να κατασκευάσουν ένα μοντέλο κλίμακας της οροφής ως εκθεσιακό έργο. (π.25)



Εικόνα 32: Οροφή ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος

3D Καλούπια από την Slicelab

Το Slicelab είναι ένα πειραματικό στούντιο σχεδιασμού με έδρα το Ντένβερ των ΗΠΑ και την Νέα Υόρκη. Ιδρύθηκε το 2012 από τους αρχιτέκτονες Arthur Azoulay και Diego Taccioni, ώστε να προσφέρουν υπηρεσίες σχεδιασμού προϊόντων και συμβουλές κατασκευής. Στόχος είναι με την χρήση 3D εκτυπωμένων καλούπιων να δημιουργήσουν άκαμπτα, ιδιαίτερα, με πολλές λεπτομέρειες και λεπτές γεωμετρίες σκυροδέματα. Το Slicelab συνεργάστηκε με το Concreteworks και το Hummingbird για να κατασκευάσουν ένα τραπέζι που ονομάστηκε Delicate Density Table (Εικ. 33). Για την δημιουργία του τραπεζιού ένωσαν μεταξύ τους μοναδικά καλούπια ώστε να φτιάξουν ένα λευκό τσιμεντένιο τραπέζι 86 kg και διαστάσεων 152,5 x 45,5 x 38 cm. Πριν την κατασκευή αδιάβροχων καλουπιών, χρησιμοποίησαν ψηφιακή προσομοίωση και βελτιστοποίηση και παρατήρησαν ότι χρειαζόνταν 23 διαφορετικά κομμάτια από PLA που στερεώνονται μεταξύ τους ώστε να δημιουργήσουν μια μεγάλη επιφάνεια η οποία θα αντέχει 200kg σκυροδέματος. Για την κατασκευή τραπεζιού χρειάστηκε μεγάλη προσοχή στην σειρά που συναρμολογήθηκαν τα κομμάτια PLA. Επίσης χρειάστηκε μεγάλη ακρίβεια στην εκτύπωση ώστε να μην σπάσει το πλαστικό και να μην δημιουργηθούν ανωμαλίες στην επιφάνεια των κομματιών. (π.26)



Εικόνα 33: Delicate Density Table

Καρέκλες RIO από την Morgan Studio

RIO ονομάζεται μία σειρά καθισμάτων από την Morgan Studio. Η Morgan Studio είναι εταιρεία επίπλων που αποφάσισε να ενσωματώσει διάφορες παραλλαγές με την ίδια βασική δομή σε καθίσματα της σειράς RIO. Το καινοτόμο στην σειρά επίπλων RIO είναι πως οι καρέκλες προσφέρουν την επιλογή μιας διαφορετικής πλάτης. Η σειρά αποτελείται από

καρέκλα με ξύλινη συμβατική πλάτη, υφασμάτινη πλάτη και μία καρέκλα με πλάτη από τριδιάστατη εκτύπωση, διαθέσιμη σε δύο επιλογές. Η πλάτη της καρέκλας RIO από 3D εκτυπωτή ενώ χαρακτηρίζεται από την λεπτότητα και την καμπυλότητα στη πλάτη και τους βραχίονες. Για την κατασκευή του βραχίονα χρησιμοποιήθηκε SLS ενώ το πίσω μέρος ήταν κατασκευασμένο με πολυαμίδιο στην λευκή του εκδοχή και από επιμεταλλωμένη ρητίνη στην άλλη εκδοχή βραχίονες (Εικ. 34).



Εικόνα 34: Καρέκλες Rio

Η καρέκλες σχεδιάστηκαν από τον Mehran Gharleghi, studio integrate που εδρεύει στον τομέα αρχιτεκτονικής και σχεδιασμού στο Λονδίνο. Συνεργάστηκαν με τον Morgan και δημιούργησαν μια ξεχωριστή σειρά ανθεκτικών καθισμάτων. Το πλέγμα της πλάτης δημιουργήθηκε με αφαίρεση υλικού, ενώ κατασκευάστηκαν πλάτες με μικρές διαφορές στο μοτίβο ώστε κάθε σετ να είναι διαφορετικό. Η αφαίρεση υλικού στην πλάτη επιλέχθηκε ώστε η καρέκλα να αποκτήσει εύκαμπτη ιδιότητα και να γίνει πιο ελαφριά. ^(π.27)

3D Εκτυπωμένα Έπιπλα με Χρωματική Διαβάθμιση

Η incremental 3D σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα ανακάλυψε την χρωματική διαβάθμιση κατά την διάρκεια της εκτύπωσης ^(π.28). Για να επιτευχθεί η διαβάθμιση κατά την διάρκεια της τριδιάστατης εκτύπωσης θα πρέπει η βαφή να προστεθεί απευθείας στο ακροφύσιο ώστε να πραγματοποιηθεί τοπικός χρωματισμός (Εικ. 35). Με την χρήση του τοπικού χρωματισμού μέσω του ακροφύσιου πέτυχαν εξοικονόμηση χρόνου και κόστους.



Εικόνα 35: Εκτύπωση με χρωματική διαβάθμιση

Το υλικό που χρησιμοποιείται χαρακτηρίζεται σκυρόδεμα. Τέτοιου είδους υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε κατασκευή κτιρίου εκτός από κατασκευή επίπλων καθώς είναι οικονομικά, οικολογικά και επιταχύνουν την διαδικασία παραγωγής.

Η incremental 3D προκειμένου να εφαρμόσει τις ερευνητικές τεχνικές της συνεργάστηκε με τον Aduatz ο οποίος είχε γνώσεις τριδιάστατης εκτύπωσης, CNC και 3D laser scanner. Τα έργα του Aduatz χαρακτηρίζονται απο κομψότητα και αρμονία ενώ θεωρεί πως η χρωματική διαβάθμιση είναι η θεμελιώδης αρχή του σχεδιασμού. Η χρωματική διαβάθμιση στα έργα του αναφέρει πως είναι η αντίληψη του περιβάλλοντος και η ψηφιακή αντανάκλαση, ενώ κατασκευάζει λειτουργικά αντικείμενα με την χρήση καινοτόμων τεχνολογιών.

Με την συνεργασία της incremental 3D και του Aduatz δημιουργήθηκε μια ξεχωριστή συλλογή επίπλων βασισμένη στην ένταση των χρωμάτων και στις καμπύλες. Τα έπιπλα είναι εκτυπωμένα 3D σε ένα ρομποτικό σύστημα βραχιόνων.

Η συλλογή απο αυτην την συνεργασία περιείχε:



Εικόνα 36: Καρέκλα χρωματικής διαβάθμισης 108 x 95 x 102 cm ενισχυμένη με ατσάλι για μεγαλύτερη αντοχή φορτίων. Η καρέκλα δημιουργήθηκε σε μπλε, μπεζ, μαύρο, πράσινο και κόκκινο σε περιορισμένα κομμάτια 10 τεμάχια.



Εικόνα 37: Πάγκος χρωματικής διαβάθμισης 149 x 56 x 45cm και 230 x 56 x 45cm βαμμένα με χάλυβα.



Εικόνα 38: Σκαμπό χρωματικής διαβάθμισης 54 x 56 x 45 cm



Εικόνα 39: Βάζο χρωματικής διαβάθμισης 60 x 60x152cm σε μπλέ, μπέζ, μαύρο, πράσινο και κόκκινο χρώμα ενώ κατασκευάστηκαν μόνο 50 τεμάχια. (π.3.18)

Τριδιάστατα Εκτυπωμένο Τραπέζι Καρδιάς



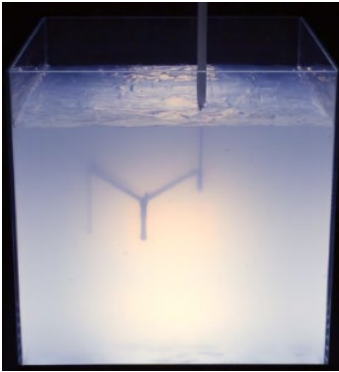
Εικόνα 40: Τραπέζι Καρδιάς με 3D εκτύπωση

Η Aleksandrina Rizova είναι αρχιτέκτονας και διατηρεί ένα στούντιο με την ονομασία ALEKSA από το 2015 στο Λονδίνο. Η Aleksandrina σχεδίασε ένα τραπέζι στο οποίο συνδύασε το ξύλο καρδιάς με την τριδιάστατη εκτύπωση όσον αφορά την βάση του τραπεζιού όπως βλέπουμε στην εικόνα 40. Αντί για ξύλινη βάση με την βοήθεια ενός 3D εκτυπωτή διαμόρφωσε ένα περίπλοκο, κυψελοειδές στήριγμα. Στην κατασκευή είναι εμφανής η αντίθεση των υλικών και των χρωμάτων ενώ η καρδιά δίνει την αίσθηση της ζεστασιάς. Επίσης υπάρχει αντίθεση στο μαλακό με το σκληρό υλικό όπως και στο ελαφρύ με το βαρύ. Αρχικά το τραπέζι φτιάχτηκε σε σχεδιαστικό πρόγραμμα με μεγάλη ακρίβεια ώστε να εφάπτονται τα πόδια και ύστερα ακολούθησε επεξεργασία σε CNC. Στην συνέχεια κατασκευάστηκε ένα βοηθητικό τραπέζι καθώς το αρχείο στάλθηκε σε τριαξονικό CNC ώστε να φτιαχτεί ένα πανομοιότυπο αντίγραφο του μοντέλου 3D από συμπαγές πλαστικοποιημένο υλικό καρδιάς, ενώ η επιφάνεια του τραπεζιού χρειάστηκε ειδική κατεργασία ώστε να είναι κυματιστή στο κάτω μέρος, μια διαδικασία που διήρκεσε 6 ώρες. Ακόμη η επιφάνεια του τραπεζιού χρειάστηκε βάνιμο ενώ τα πόδια κατασκευάστηκαν σε μηχανή SLS στο μέγιστο μέγεθος (π.29).

Τεχνική 3D Εκτύπωσης RLP σε Έπιπλα

Η τριδιάστατη εκτύπωση είναι μια διαδικασία που έχει προκαλέσει επανάσταση στον τομέα της βιομηχανίας και έχει απασχολήσει τα περισσότερα ινστιτούτα τεχνολογίας. MIT ονομάζεται το ινστιτούτο τεχνολογίας στην Μασαχουσέτη. Μια ερευνητική ομάδα του MIT με όνομα self-assembly lab και οι ερευνητές του κατασκευάζουν έπιπλα γραφείου για την Steelcase με μια ιδιαίτερη μέθοδο τριδιάστατης εκτύπωσης. Η καινοτόμος τεχνική τριδιάστατης εκτύπωσης που ονομάζεται Rapid Liquid Printing (RLP) επιτρέπει τη γρήγορη

κατασκευή μεγάλης κλίμακας επίπλων μέσω προσαρμοσμένων κομματιών. Η διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής είναι διαφορετική από την συνηθισμένη και πιο γρήγορη καθώς τα μέρη του επίπλου σχεδιάζονται μέσα σε μια δεξαμενή πηκτώματος gel (Εικ. 41). Ένα ελεγχόμενο ακροφύσιο εξωθεί το πλαστικό υγρό, καουτσούκ ή ακόμη και αφρό στο 3d χώρο της δεξαμενής, το υγρό στερεοποιείται και σκληραίνει μέσα σε λίγα λεπτά, ύστερα το αντικείμενο πλένεται και είναι έτοιμο για χρήση.



Εικόνα 41: Διαδικασία εκτύπωσης RLP



Εικόνα 42: Τραπέζι Turnstone Bassline

Η συγκεκριμένη διαδικασία κατασκευής δίνει την ελευθερία στους σχεδιαστές να κάνουν πραγματικότητα το έπιπλο που έχουν φανταστεί χωρίς τεχνικές δυσκολίες. Η παρούσα διαδικασία έχει χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ενός τραπεζιού Turnstone Bassline (Εικ. 42) όπως και για άλλα έπιπλα. Το εργαστήριο Self- Assembly του MIT συνεργάζεται με ακαδημαϊκούς, μη κερδοσκοπικούς, κυβερνητικούς και εμπορικούς εταίρους ενώ πήρε το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1914 (π.30).

Synthesis Design

Ο Αρχιτέκτονας Alvin Huang είναι ιδρυτής και διευθυντής της Synthesis Design και αναπληρωτής καθηγητής στην σχολή Αρχιτεκτονικής του USC. Η εταιρεία Synthesis Design που προσφέρει πλήρη σχεδιασμό σπιτιών και εξωτερικών χώρων στο North Vancouver. Από την άλλη μεριά η Stratasys είναι μια εταιρεία με έδρα το Ισραήλ η οποία επαναστατεί στην βιομηχανία μέσα από διάφορους τομείς όπως η οδοντιατρική έως και η αυτοκινητοβιομηχανία μέσα από την τριδιάστατη εκτύπωση. Ο Alvin Huang αποφάσισε να φτιάξει μία καρέκλα με την χρήση πολλαπλών υλικών μέσω ενός τριδιάστατου εκτυπωτή. Η Stratasys ζήτησε από τη Synthesis να χρησιμοποιήσει τον εκτυπωτή Objet500 Connex3 που εκτυπώνει αντικείμενα μεγάλης κλίμακας. Οι αρχιτέκτονες για τον σχεδιασμό της καρέκλας χρησιμοποίησαν διάφορα

λογισμικά όπως Rhino, Grasshopper, Weaverbird, Z Brush και Maya. Η καρέκλα έχει ωοειδής μορφή και παίρνει δύο θέσεις σταθερή και κουνιστή ενώ εντύπωση κάνει το λεπτό πλέγμα σε συνδυασμό με την ακαμψία. Η κατασκευή έχει γίνει με συνδυασμό υλικών, ενώ περιέχει μεταλλικά μέρη για τα οποία χρειάστηκε συγκόλληση. Το κάθισμα χαρακτηρίζεται από το όμπρε λευκό με τικουάζ χρώμα και ιδιαίτερη γεωμετρία (Εικ. 43) (π.31)



Εικόνα 43: Καρέκλα Durotaxis

Janne Kyttanen

Ο Janne Kyttanen είναι ο σχεδιαστής τριδιάστατα εκτυπωμένων, με πολλά από τα έργα του να έχουν παρουσιαστεί σε κορυφαίες γκαλερί και μουσεία σε όλων τον κόσμο. Στην εικόνα 44 βλέπουμε ένα τραπέζι από την συλλογή του σχεδιαστή με αντικείμενο έμπνευσης ένα ηφαιστειακό βράχο. Το τραπέζι είναι εμπνευσμένο από ηφαιστειακό βράχο γεγονός που γίνεται φανερό και μέσα από τα χρώματα που έχει επιλέξει να χρησιμοποιήσει. Στην εικόνα 45 βλέπουμε μια ξαπλώστρα από χαλκό και χρώμιο, η οποία έχει εκτυπωθεί σε εκτυπωτή ProX 950 χρησιμοποιώντας στερεολιθογραφική τεχνολογία (SLA). Για την εκτύπωση χρειάστηκαν 3 εβδομάδες ενώ έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο που ελαχιστοποιείται η ποσότητα υλικού και συγχρόνως να έχει μεγάλο βαθμό αντοχής (π.32).



Εικόνα 44: Τραπέζι ηφαιστειακός βράχος



Εικόνα 45: Ξαπλώστρα του Kyttanen

Ventry Paris

Η Ventry Paris είναι μια εταιρεία στο Παρίσι που κατασκευάζει έπιπλα υψηλών προδιαγραφών τόσο στον σχεδιασμό όσο και στα υλικά που χρησιμοποιεί από το 2009 (π.33). Η Ventry Paris έχει κατασκευάσει μέσω 3D εκτύπωσης φωτιστικά, ξαπλώστρες, σκαμπό μπαρ κ.α. (Εικ. 46). Στην εικόνα 47 βλέπουμε δύο καρέκλες εμπνευσμένες από τον πύργο του Άιφελ. Οι καρέκλες σχεδιάστηκαν από τον Τουρέιν και ονομάζονται Άιφελ, ενώ για να κατασκευαστούν χρησιμοποιήθηκε τεχνική στερεολιθογραφίας. Ο Τουρέιν έχει σχεδιάσει επίσης τραπέζι βάση ένα οργανικό κυτταρικό μοτίβο από χυτό σε μπρούτζο. Αυτά τα τραπέζια εκτυπώθηκαν σε ένα ενιαίο κομμάτι σε μηχανή SLA και στην συνέχεια χυτεύθηκαν σε μπρούτζο.



Εικόνα 46: Έπιπλα της Ventry Paris



Εικόνα 47: 3D εκτυπωμένες καρέκλες με αντικείμενο έμπνευσης τον πύργο Άιφελ

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

- (π.11) July 26, (2018). ‘Unique 3D Printed Connectors Help You Create Versatile Pieces of Furniture’ Available at: <https://3dprint.com/220554/3d-printed-furniture-connectors/> [Accessed at 05 August 2021]
- (π.12) February 20, (2014) ‘MX3D-Metal Anti-Gravity 3D Printer Unveiled’ Available at: <https://3dprint.com/1167/mx3d-metal-anti-gravity-3d-printer-unveiled/> [Accessed at 05 August 2021]
- (π.13) ‘Available at : all3dp.com [Accessed at 05 August 2021]

- (π.14) June 21, (2014) ‘French Company, Drawn, is Now 3D Printing Entire Furniture Pieces.. And They Are Amazing’ Available at : <https://3dprint.com/6853/drawn-3d-printed-furniture/> [Accessed at 05 August 2021]
- (π.15) Available at : dirkva++nderkooij.com/ [Accessed at 05 August 2021]
- (π.16) Available at : www.roche-bobois.com [Accessed at 06 August 2021]
- (π.17) Available at : <https://3dprint.com/> [Accessed at 06 August 2021]
- (π.18) October 29, (2018) ‘Henri Canivez’s 3D Printed Data Stool Will Be Unique to You’ Available at: <https://3dprint.com/228658/henri-canivezs-3d-printed-data-stool-will-be-unique-to-you/> [Accessed at 06 August 2021]
- (π.19) June 12, (2018) ‘IKEA Debuts 3D Printed Gaming Chair Prototype, Developed in Collaboration with UNYQ and Area Academy’ Available at: <https://3dprint.com/216438/3d-printed-gaming-chair/> [Accessed at 12 August 2021]
- (π.20) Available at: <https://www.curvoxels.com/cantilever-chair> [Accessed at 12 August 2021]
- (π.21) Available at: <http://www.onurozkaya.co.uk/Cellular-Table> [Accessed at 13 August 2021]
- (π.22) Available at: <https://www.steelcase.com/eu-en/products/office-chairs> [Accessed at 13 August 2021]
- (π.23) Available at: <https://app.shapediver.com/> [Accessed at 13 August 2021]
- (π.24) December 10, (2020) ‘The recent pandemic crisis has raised many questions about the future of living and working spaces. The New Raw reflects on the “new normal”: is it really a thing? Is it going to stay or get outdated soon?’ Available at: <https://designwanted.com/tech/the-new-raw-plastic-waste-furniture-3d-printing/> [Accessed at 20 August 2021]
- (π.25) July 2, (2016) ‘Stunning Energy-Efficient Roof Replicated in Equally Stunning 3D Printed Scale Model from ARRK’ Available at: <https://3dprint.com/140825/arrk-expedition-roof-model/> [Accessed at 20 August 2021]
- (π.26) ‘DELICATE DENSITY - R&D’ Available at: Available at: <https://slicelab.com/about/#services> [Accessed at 20 August 2021]
- (π.27) ‘Rio Dining/Meeting Chair’ Available at: <https://www.morganfurniture.co.uk/product/181-dining-meeting-chair/> [Accessed at 20 August 2021]
- (π.28) March 26, (2021) ‘3D Printed Concrete Furniture Given Soft Aesthetic with Gradient Color Technique’ Available at: <https://3dprint.com/280058/3d-printed-steel-reinforced-concrete-gradient-colors-furniture-collection/> [Accessed at 20 August 2021]
- (π.29) Available at: <https://www.aleksastudio.co.uk/3d-printed-table> [Accessed at 20 August 2021]

- ^(π.30) April 25, (2017) ‘Custom Furniture Built in Minutes: MIT Self-Assembly Lab Teams Up With Furniture Manufacturer to Develop New 3D Printing Process’ Available at: <https://3dprint.com/172315/mit-steelcase-rlp-furniture/> [Accessed at 20 August 2021]
- ^(π.31) ‘Durotaxis Chair’ Available at: <http://synthesis-dna.com/projects/durotaxis> [Accessed at 20 August 2021]
- ^(π.32) January 16, (2015) ‘Janne Kyttanen’s 3D Printed Lounger Takes Approx. 840 Hours of Continuous Printing to Complete’ Available at: <https://3dprint.com/google-search/?q=Janne%20Kyttanen> [Accessed at 20 August 2021]
- ^(π.33) March 31, (2015) ‘Emmanuel Touraine’s and Ventry Paris’ Eiffel Tower-Inspired 3D Printable Chairs & More’ Available at: <https://3dprint.com/54686/ventury-3d-printed-chairs/> [Accessed at 20 August 2021]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Μελέτη Περίπτωσης

Το κεφάλαιο αυτό γράφεται μετά από την σφαιρική άποψη που έχει σχηματιστεί γύρω από την τριδιάστατη εκτύπωση, τον τρόπο λειτουργίας και το πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην επιπλοποιία.

Σε αυτό το σημείο αναφέρονται οι διαδικασίες ανάπτυξης προϊόντων τόσο σε θεωρητικό επίπεδο όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Στόχος είναι να αναπτυχθεί ένα νέο προϊόν ακολουθώντας κάποιες στρατηγικές και να συνδέσει την τριδιάστατη εκτύπωση με την επιπλοποιία.

4.1 Κατηγοριοποίηση Προϊόντων

Είδοι διαδικασίας

- Γενικά Προϊόντα– Έλξη αγοράς:

Σε αυτό το είδος διαδικασίας εντοπίζεται η ευκαιρία και στην συνέχεια επιλέγεται το μέσο τεχνολογίας για την ικανοποίηση του πελάτη. Τα χαρακτηριστικά του είναι ο προγραμματισμός, η ανάπτυξη ιδεών, ο σχεδιασμός σε επίπεδο συστήματος, ο λεπτομερής σχεδιασμός, η βελτιστοποίηση και η εντατικοποίηση παραγωγής.

- Προϊόντα ώθησης Τεχνολογίας

Στα προϊόντα ώθησης τεχνολογίας αναφερόμαστε σε μία νέα τεχνολογία που βρίσκει την κατάλληλη αγορά. Χαρακτηριστικό είναι η ανάπτυξη ιδέας βάση κάποιας τεχνολογίας και πως ο προγραμματισμός περιλαμβάνει το ταίριασμα της τεχνολογίας και της αγοράς.

- Προϊόντα Πλατφόρμας

Προϊόν πλατφόρμας είναι ένα νέο προϊόν βάση κάποιου προϋπάρχον και ανήκει σε ένα τεχνολογικό υποσύστημα.

- Προϊόντα έντασης Τεχνολογίας

Τα χαρακτηριστικά των προϊόντων αυτής της διαδικασίας περιορίζονται από την διαδικασία παραγωγής. Πρέπει από την αρχή να καθοριστεί η υπάρχουσα διαδικασία, το προϊόν, και η διαδικασία που αναπτύσσονται.

- Προσαρμοσμένα Εξατομικευμένα Προϊόντα

Σε αυτή την διαδικασία ανήκουν αντικείμενα στα οποία έχουν γίνει μικρές παραλλαγές υπάρχοντων προϊόντων ενώ υπάρχει εκσυγχρονισμένη δομημένη διαδικασία.

- Προϊόντα Υψηλού Κινδύνου

Τα προϊόντα υψηλού κινδύνου έχουν αβεβαιότητα αγοράς και κινδύνους. Οι κίνδυνοι φαίνονται από νωρίς και παρακολουθούνται από νωρίς καθώς γίνονται αναλύσεις και δοκιμές.

- Προϊόντα Ταχείας Τεχνολογίας

Στα προϊόντα ταχείας τεχνολογίας υπάρχει γρήγορη μοντελοποίηση και προτυποποίηση. Σε αυτές τις περιπτώσεις γίνονται επαναλήψεις λεπτομερούς σχεδιασμού – δοκιμής έως να τελειώσει ο διαθέσιμος χρόνος ή τα χρήματα.

- Πολύπλοκα Συστήματα

Σε αυτόν τον τύπο διαδικασίας υπάρχουν συστήματα, υποσυστήματα, συστατικά. Ακόμη στα υποσυστήματα υπάρχουν ομάδες και εργαζόμενοι που εργάζονται παράλληλα έως την ολοκλήρωση και την επικύρωση του Προϊόντος.

Τύποι έργων ανάπτυξης

- Νέες πλατφόρμες προϊόντων. Η νέες πλατφόρμες προϊόντων αφορούν την δημιουργία μιας νέας κατηγορίας προϊόντων βασισμένη σε νέα κοινή πλατφόρμα, ενώ απευθύνεται σε γνωστές αγορές και κατηγορίες προϊόντων.
- Παράγωγα Υφιστάμενων Πλατφορμών Προϊόντων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν έργα που επεκτείνουν μια υπάρχουσα πλατφόρμα προϊόντων για να απευθυνθεί καλύτερα σε γνωστές αγορές με ένα ή περισσότερα νέα προϊόντα.
- Οριακές βελτιώσεις υπάρχοντων προϊόντων. Σε αυτά τα έργα υπάρχει προσθήκη ή τροποποίηση ορισμένων προϊόντων, ώστε να διατηρηθεί μια σειρά σύγχρονη και ανταγωνιστική.

- Δημιουργία θεμελιωδώς νέων προϊόντων. Τα έργα αφορούν διαφορετικά προϊόντα και τεχνολογίες παραγωγής και εισάγει την εταιρεία που παράγει το προϊόν σε νέες ανταγωνιστικές αγορές. Αυτά τα έργα φέρουν μεγαλύτερους κινδύνους από τα έργα άλλων κατηγοριών αλλά φέρουν μακροπρόθεσμη επιτυχία.

4.2 Διαδικασίες ανάπτυξης προϊόντος

Προγραμματισμός -> Ανάπτυξη Ιδέας-> Σχεδιασμός σε επίπεδο συστήματος-> Δοκιμές βελτίωσης-> Άνοδος Παραγωγής

- Διαδικασία ανάπτυξης και οργάνωσης
- Αναγνώριση ευκαιρίας
- Αναγνώριση Αναγκών Πελάτη
- Προδιαγραφές προϊόντος
- Δημιουργία ιδεών
- Επιλογή ιδέας
- Δοκιμή Ιδεών
- Αρχιτεκτονική προϊόντος
- Βιομηχανικός σχεδιασμός
- Σχεδιασμός για το περιβάλλον (οικολογικός σχεδιασμός)
- Σχεδιασμός προς παραγωγή
- Προτυποποίηση
- Εύρωστος σχεδιασμός
- Πνευματική ιδιοκτησία
- Οικονομικά ζητήματα της ανάπτυξης προϊόντων
- Διαχείριση Έργων

Διαδικασία προσδιορισμού ευκαιριών

Για τον προσδιορισμό των ευκαιριών χρειάζεται μια έρευνα καταναλωτών. Με την έρευνα προσδιορίζονται τα κενά στην αγορά και τι ανάγκες καλύπτουν τα ανταγωνιστικά προϊόντα

Η διαδικασία προσδιορισμού ευκαιριών σε βήματα είναι η εξής:

- Δημιουργία δήλωσης καινοτομίας
- Δημιουργία και ανίχνευση πολλαπλών ευκαιριών
- Έλεγχος και αξιολόγηση ευκαιριών
- Ανάπτυξη υποσχόμενων ευκαιριών
- Επιλογή καλών ευκαιριών
- Προβληματισμός σχετικά με τα αποτελέσματα και την διαδικασία

Τύποι ευκαιριών

Οι τύποι ευκαιριών για την δημιουργία ενός προϊόντος είναι η συνάρτηση της γνώσεις των αναγκών της αγοράς και της γνώσεις της λύσης, των αναγκών και χωρίζεται σε δύο διαστάσεις. Η λύση των αναγκών γίνεται μέσα από την τεχνολογία τις μεθόδους και τις διαδικασίες.

Διάσταση 1^η : Είναι ο βαθμός στον οποίο η ομάδα είναι εξοικειωμένη με την λύση που έχει χρησιμοποιήσει.

Διάσταση 2^η : Είναι ο βαθμός στον οποίο η ομάδα είναι εξοικειωμένη με την ανάγκη και τις λύσης που χρειάζεται η αγορά.

Ορίζοντας 1^{ος} : Είναι οι βελτιώσεις, επεκτάσεις, παραλλαγές και η μείωση του κόστους. Στον ορίζοντα 1 ανήκουν τα προϊόντα που είναι βελτιώσεις, επεκτάσεις και παραλλαγές ενός υπάρχον προϊόντος.

Ορίζοντας 2^{ος} : Είναι η νέα επικράτεια τεχνολογίας για μία ή δύο διαστάσεις αγοράς ή τεχνολογίας , υπάρχει παρακείμενη ανάπτυξη νέας γενιάς σε υπάρχουσα λύση.

Ορίζοντας 3^{ος} : Νέα κατηγορία προϊόντος με αβεβαιότητα Σε αυτόν τον ορίζοντα ανήκουν τα προϊόντα νέων κατηγοριών που απευθύνονται σε νέες αγορές και εξερευνούν καινοτόμες λύσεις.

Διαδικασία ανάπτυξης ιδεών

Η ιδέα είναι η κατα προσέγγιση περιγραφή της τεχνολογίας, των αρχών λειτουργίας και της μορφής του προϊόντος. Είναι η περιγραφή του πώς το προϊόν θα ικανοποιήσει τις ανάγκες των πελατών. Ο βαθμός στον οποίο ένα προϊόν ικανοποιεί τους πελάτες και μπορεί επιτυχώς να εμπορευματοποιηθεί εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα της υποκείμενης ιδέας. Μια καλή ιδέα μπορεί να εμφανίζεται ανεπαρκώς στις επόμενες φάσεις της ανάπτυξης, αλλά μία κακή ιδέα σπάνια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να επιτύχει εμπορικά. Η δημιουργία ιδεών είναι οικονομική διαδικασία. Η διαδικασία αρχίζει με ένα σύνολο αναγκών του πελάτη και με τις επιθυμητές προδιαγραφές, ως αποτέλεσμα έχει μια σειρά από ιδέες προϊόντων από τις οποίες τελικά επιλέγεται μια.

Μέθοδος 5 Βημάτων ανάπτυξης ιδεών

- Αποσαφήνιση του προβλήματος (κατανόηση, αποσύνθεση, εστίαση και υποπροβλήματα)
- Εξωτερική αναζήτηση (κατ'εξοχήν χρήστες, εμπειρογνώμονες, βιβλιογραφία, συγκριτική αξιολόγηση)
- Εσωτερική αναζήτηση (μεμονωμένοι, ομάδα)
- Συστηματική διερεύνηση (δενδροταξινόμηση, πίνακας συνδυασμών)
- Προβληματισμός σχετικά με λύσεις και διαδικασία (δημιουργική αντίδραση)

Επιλογή ιδεών

Η επιλογή ιδεών είναι η διαδικασία αξιολόγησης σε σχέση με τις ανάγκες των πελατών καθώς και με άλλα κριτήρια. Πρέπει να γίνεται σύγκριση σχετικών πλεονεκτημάτων και αδυναμιών των ιδεών, τόσο για μία ιδέα όσο και για περισσότερες.

Μέθοδοι επιλογής ιδεών

- Εξωτερική απόφαση (ιδέες από πελάτη ή άλλον)
- Ηγέτης του προϊόντων ο οποίος είναι μέλος της ομάδας ανάπτυξης
- Διαίσθηση (επιλογή ιδέας με διαίσθηση χωρίς κριτήρια)

- Ψηφοφορία (όλα τα μέλη της ομάδας ανάπτυξης προϊόντων ψηφίζουν και επιλέγεται η ιδέα με τις περισσότερες ψήφους).
- Αξιολόγηση παγκόσμιου ιστού (online βαθμολογία).
- Υπέρ και Κατα (καταγραφή πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων).
- Προτυποποίηση και έλεγχος.
- Πίνακες απόφασης (βαθμολόγηση με προκαθορισμένα κριτήρια και συντελεστή βαρύτητας).

Πλεονεκτήματα επιλογής ιδέας

- Το προϊόν είναι εστιασμένο στον πελάτη λόγω της αξιολόγησης.
- Ανταγωνιστικό σχέδιο λόγω της σύγκρισης με τους ανταγωνιστές.
- Καλύτερος συντονισμός προϊόντος – παραγωγής
- Μικρότερος χρόνος εισαγωγής προϊόντος. Γρήγορη επικοινωνία μηχανικών σχεδίασης, παραγωγή και βιομηχανικών σχεδιαστών.
- Αποτελεσματική λήψη αποφάσεων με δομημένη μέθοδο επιλογής βάσει κριτηρίων.
- Τεκμηρίωση της διαδικασίας απόφασης με αρχείο και επιχειρηματολογία ιδεών.

Στάδιο ανάπτυξης και επιλογής ιδέας

Για να επιλεγεί μια ιδέα που θα υλοποιηθεί αρχικά πρέπει να τηρηθούν κάποιες διαδικασίες. Πρώτον, γίνεται η προετοιμασία ενός πίνακα με τα κριτήρια επιλογής και τις ιδέες που υπάρχουν. Δεύτερον, γίνεται βαθμολόγηση των ιδεών στο καλύτερο σημειώνεται +, ίδιο με αλλο 0 και στο χειρότερο -. Τα αντικειμενικά μέτρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση για την βαθμολόγηση. Τρίτον, γίνεται κατάταξη των ιδεών, αθροίζουμε τα +, τα 0 και τα -, πρώτα κατατάσσονται τα περισσότερα + και μετά τα λιγότερα -. Τέταρτον, γίνεται συνδυασμός και βελτίωση των ιδεών. Σκεφτόμαστε αν υπάρχει κάποια ιδέα η οποία υποβαθμίζεται από ένα χαρακτηριστικό που μπορεί να τροποποιηθεί. Ύστερα, σκεφτόμαστε αν υπάρχουν κάποιες ιδέες που μπορούν να συνδυαστούν. Πέμπτον, επιλέγονται μια ή περισσότερες ιδέες και επιλέγονται ποιές ιδέες θα βελτιωθούν και θα αναλυθούν. Αυτό είναι ένα στάδιο που επηρεάζεται από τα άτομα, το χρήμα και τον χρόνο. Έκτον υπάρχει προβληματισμός γύρω από

τα αποτελέσματα και την διαδικασία. Πρέπει να έχουν συζητηθεί όλα τα ζητήματα και η επιλεγμένη ιδέα να ικανοποιεί τους πελάτες και να είναι οικονομικά επιτυχημένη. Τέλος αφού έχουν ολοκληρωθεί οι διαδικασίες η ομάδα ανάπτυξης προϊόντων χρειάζεται να αξίζει να αναρωτηθεί κατα πόσο και με ποιόν τρόπο η μέθοδος επιλογής της ιδέας ήταν ομαδική και με ποιόν τρόπο μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση της ομάδας.

Κριτήρια – ερωτήματα για την ιδέα

- Υπάρχει αγορά και πραγματικό προϊόν;
- Μπορούμε να κερδίσουμε και να γίνει ανταγωνιστικό ώστε να επιτύχει;
- Αξίζει τον κόπο να υλοποιηθεί; Είναι το κέρδος επαρκές και οι κίνδυνοι αποδεκτοί;

Δοκιμή Ιδέας

Στην δοκιμή μία ιδέα καταγράφονται τα ερωτήματα που η ομάδα ανάπτυξης προϊόντος επιθυμεί να απαντηθούν. Η δοκιμή ιδεών θεωρείται μια πειραματική διαδικασία όπου αναζητάτε μια περιγραφή του προϊόντος από τους δυνητικούς πελάτες της αγοράς-στόχου. Η δοκιμή ιδεών στηρίζεται σε δεδομένα που συλλέγονται άμεσα από δυνητικούς πελάτες και λιγότερο από την ομάδα ανάπτυξης. Με την δοκιμή ιδεών επαληθεύεται πως οι ανάγκες έχουν ικανοποιηθεί, αποτιμάται η δυναμική των πωλήσεων και συλλέγονται πληροφορίες για το πως χρειάζεται να βελτιωθεί το προϊόν. Δοκιμή ιδεών γίνεται στον προσδιορισμό της αρχικής ευκαιρίας, στην επιλογή ποιά ιδέα θα υλοποιηθεί, στην εκτίμηση δυναμικότητας των πωλήσεων και στο αν θα συνεχιστεί η ανάπτυξη και η εμπορευματοποίηση.

Χρήστης ηγέτης

Χρήστης ηγέτης ονομάζεται αυτός που έχει μεγάλη εμπειρία και εξειδίκευση στο προϊόν που σχεδιάστηκε. Αν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του ηγέτη χρήστη τότε έχει δημιουργηθεί ένα επιτυχημένο προϊόν. Από την στιγμή που ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του ηγέτη χρήστη ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του ηγέτη χρήστη ικανοποιούνται και του απλού χρήστη. Ο ηγέτης χρήστης είναι ο πιο αυστηρός κριτής, έχει πολλές γνώσεις και μπορεί να δώσει λύσεις.

Χαρακτηριστικά επιτυχούς ανάπτυξης προϊόντος

Με την επιτυχή ανάπτυξη προϊόντων τα προϊόντα παράγονται και πωλούνται με κέρδος. Στην ανάπτυξη προϊόντος υπάρχουν πέντε διαστάσεις αξιολόγησης. Πρώτον αξίζει να αναφερθούμε στην ποιότητα προϊόντος, δηλαδή κατα πόσο ικανοποιεί τις ανάγκες και κατα

πόσο είναι αξιόπιστο. Η ποιότητα ανακλάται στο μερίδιο αγοράς και στην τιμή που οι πελάτες είναι πρόθυμη να το αγοράσουν. Δεύτερον είναι το κόστος του προϊόντος. Το κόστος περιλαμβάνει τα έξοδα εξοπλισμού, εργαλεία και το πρόσθετο κόστος. Προσδιορίζει το ποσοστό κέρδους που έχει η επιχείρηση για συγκεκριμένο όγκο πωλήσεων και για συγκεκριμένη τιμή. Τρίτων είναι ο χρόνος Ανάπτυξης, δηλαδή πόσο γρήγορα αναπτύχθηκε το προϊόν. Τέταρτον το κόστος ανάπτυξης. Λεγοντας κόστος ανάπτυξης ενός προϊόντος αναφερόμαστε στο κόστος που επομίστηκε η εταιρεία για την ανάπτυξη του, αυτό το κόστος είναι μέρος της επένδυσης και του κέρδους. Πέμπτον είναι η ικανότητα ανάπτυξης του προϊόντος, η εταιρεία μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιο κεφάλαιο για την ανάπτυξη μελλοντικών προϊόντων με αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο. Μια υψηλή απόδοση σχετικά με αυτές τις διαστάσεις μπορεί να οδηγήσει σε οικονομική επιτυχία.

Δυσλειτουργίες στην δημιουργία ιδεών

- Εξέταση μίας ή δύο εναλλακτικών λύσεων που συχνά είναι από δυναμικά μέλοι της ομάδας ανάπτυξης προϊόντων.
- Αποτυχία προσεκτικής εξέτασης της χρησιμότητας των ιδεών που χρησιμοποιούνται από άλλες επιχειρήσεις σε παρόμοια ή μη παρόμοια προϊόντα.
- Συμμετοχή μόνο ενός ή δύο ατόμων στην διαδικασία με αποτέλεσμα την έλλειψη επιστοστοσύνης και δέσμευση από την υπόλοιπη ομάδα.
- Αναποτελεσματική ενοποίηση των πολλά υποσχόμενων επιμέρους λύσεων.
- Αποτυχία επανεξέτασης ενός συνόλου κατηγοριών λύσεων.

4.3 Μελέτη καλύμματος εξαερισμού

Αναγνώριση ευκαιρίας

Η μελέτη περίπτωσης αφορά μια επιχείρηση κατασκευής επίπλων για ξενοδοχεία, εταιρείες και πολυτελής χώρους. Η εταιρεία κατασκευάζει έπιπλα μετά από ειδικές παραγγελίες και καθημερινά προμηθεύεται νέα βοηθητικά εξαρτήματα επιπλοποιίας. Μερικά απο αυτά τα εξαρτήματα είναι μεντεσέδες, φεράμια, κουμπάσα και ποδαράκια επίπλων όπου χρησιμοποιούνται συχνά και υπάρχει μεγάλη ποικιλία στο εμπόριο ώστε να καλύπτουν κάθε ανάγκη. Η εταιρεία κατασκευάζει πολύ συχνά κατασκευάζει έπιπλα mini bar. Τα έπιπλα mini bar έχουν την ιδιαιτερότητα πως χρειάζονται ένα σημείο εξαερισμού που συνήθως είναι σε

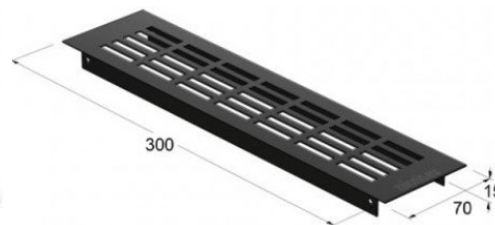
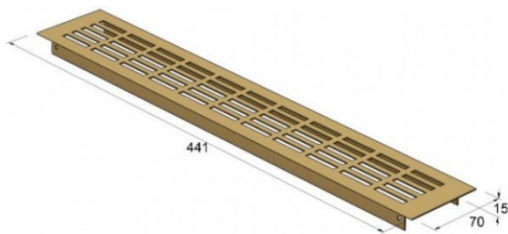
εμφανές μέρος και επηρεάζει το κομμάτι της αισθητικής. Στο εμπόριο υπάρχουν συγκεκριμένα σχέδια από περσίδες εξαερισμού και μια ειδική παραγγελία εκτοξεύει το κόστος στα ύψη. Η δυνατότητα κατασκευής περσίδων εξαερισμού σε 3D εκτυπωτή θα έδινε την δυνατότητα στο σχεδιαστή να σχεδιάσει ένα κάλυμμα εξαερισμού όπως επιθυμεί και στο χρώμα του επιπλού ώστε να επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Συγκριτική Αξιολόγηση Ανταγωνιστών

Οι περισσότερες εταιρείες εμπορεύονται τα ίδια καλύμματα εξαερισμού. Στην συνέχεια βλέπουμε κάποιες περσίδες εξαερισμού που χρησιμοποιούνται στα έπιπλα.



Εικόνα 48:Περσίδα αλουμινίου 400mm x 80mm Εικόνα 49:Περσίδα απο ατσάλι 300mm x 60mm



Εικόνα 50:Περσίδα αλουμινίου 440mm x 70mm Εικόνα 51:Περσίδα αλουμινίου 300mm x 70mm

Γνώση Αγοράς

Παρατηρώντας τις παραπάνω περσίδες είναι φανερό πως όλες οι περσίδες εξαερισμού ανεξαρτήτως εταιρείας είναι παρόμοιες. Το μήκος και το ύψος είναι παρόμοιο καθώς πρέπει να φεύγει συγκεκριμένη ποσότητα αέρα αλλά εκτός από αυτό παρατηρούμε πως τα χρώματα είναι μπεζ, χρυσό, μαύρο, ασημί ώστε να ταιριάζουν με τις περισσότερες αποχρώσεις επίπλου.

Χαρακτηριστικά Καινοτομίας

Στόχος είναι η δημιουργία ενός νέου καλύμματος εξαερισμού σε διαφορετικό σχήμα που να μην θυμίζει τις κλασικές περσίδες. Επίσης το νέο κάλυμμα εξαερισμού θα δenei ομοιόμορφα με το έπιπλο χωρίς να θυμίζει το μεταλλικό στοιχείο.

Δυνατότητα Επικράτησης στην Αγορά

1. Υπάρχει πραγματική αγορά και προϊόν;

Υπάρχει ανάγκη; Ναι

Θα το αγοράσει ο καταναλωτής; Ναι

Υπάρχει ήδη κάποια βιώσιμη ιδέα για το προϊόν; Ναι

Είναι κοινωνικά αποδεκτό; Ναι

θα ικανοποιήσει την αγορά το προϊόν; Ναι

Θα υπάρχει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα; Ναι

Το αντιληπτό ρίσκο είναι αποδεκτό από τον καταναλωτή; Ναι

2. Είναι ανταγωνιστικό το προϊόν;

Έχουμε ανταγωνιστικό πλεονέκτημα; Ναι

Είναι σωστός ο χρόνος εισαγωγής στην αγοράς; Ναι

Θα κερδίσουμε τον υφιστάμενο ανταγωνισμό; Ναι

Γνωρίζουμε την αγορά τουλάχιστον το ίδιο καλά, ανα όχι καλύτερα από τους ανταγωνιστές;
Ναι

3. Αξίζει να βγει στην αγορά; Είναι αποδεκτή επενδυτική απόδοση και το ρίσκο αποδεκτό;

Θα είναι κερδοφόρο; Ναι

Αποδεχόμαστε το ρίσκο; Ναι

Περιγραφή προϊόντος

Μετά από μια έρευνα αγοράς και απο βιωματική εμπειρία παρατηρήθηκε έλλειψη σχεδιαστικής ποικιλίας σε καλύμματα αεραγωγού. Το προϊόν που σχεδιάζεται θα εκτυπώνεται σε 3D εκτυπωτή και θα έχει την δυνατότητα να εκτυπώνετε στην ίδια απόχρωση με το έπιπλο. Επίσης θα δίνεται η δυνατότητα να έχει την κατάλληλη διάσταση και το σχέδιο που επιθυμεί ο σχεδιαστής του επίπλου. Ο επιχειρηματικός στόχος της ιδέας είναι η επίτευξη κέρδους και η κατοχή μεριδίου της αγοράς. Η πρωτεύουσα αγορά είναι η εταιρείες κατασκευής επίπλων, ενώ η δευτερεύουσα αγορά είναι για οικιακή χρήση.

Ανάγκες καταναλωτών

Στα πλαίσια μιας μικρής έρευνας που διεξάγει σε εργοστάσιο παραγωγής επίπλου καταγράφηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά που χρειάζεται ένα κάλυμμα εξαερισμού. Στην έρευνα συμμετείχαν 4 εργαζόμενοι σε εργοστάσιο παραγωγής επίπλων εργαζόμενοι στο τμήμα παραγωγής και έχοντας τοποθετήσει πολλές περσίδες εξαερισμού. Από τους εργαζόμενους ζητήθηκε να αναφέρουν ποία είναι τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν τα καλύμματα εξαερισμού με την σειρά αναφέροντας ποία είναι τα περισσότερα σημαντικά και ποία τα λιγότερα σημαντικά. Στην συνέχεια αναφέρονται τα χαρακτηριστικά και σε παρένθεση ο βαθμός σημαντικότητας:

Να περνάει η κατάλληλη ποσότητα αέρα (5)

Να εφαρμόζει ακριβώς στην εσοχή (3)

Να είναι σταθερή ώστε να μην μετακινείται με τον αέρα (5)

Να τοποθετείται με ευκολία (4)

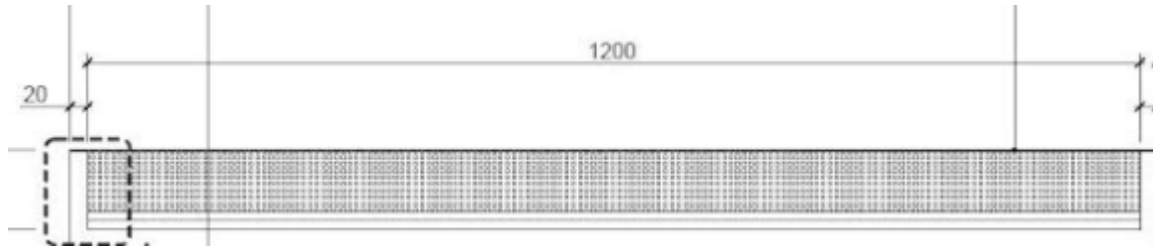
Να ταιριάζει με το έπιπλο (2)

Να κατασκευάζεται γρήγορα (3)

Διαδικασία παραγγελίας περσίδων

Η χρήση περσίδων γίνεται κυρίως σε έπιπλα mini bar. Όταν μια εταιρεία κατασκευής επίπλων αναλάβει να κατασκευάσει τα έπιπλα ενός ξενοδοχείου μπαίνει στην διαδικασία να σχεδιάσει πολλά mini bar για τα δωμάτια των ξενοδοχείων. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού επίπλου mini bar ο σχεδιαστής καλείται να μελετήσει την ανακύκλωση αέρα που χρειάζεται να γίνεται στο έπιπλο. Τα ψυγεία για να λειτουργήσουν χωρίς προβλήματα χρειάζεται να έχουν ελεύθερο χώρο στο πίσω μέρος και μπροστά ώστε να γίνεται ανακύκλωση αέρα και το ψυγείο να παίρνει τον αέρα που χρειάζεται. Ακόμη αξίζει να σημειωθεί στο πίσω μέρος των ψυγείων εκπέμπεται θερμότητα και θερμαίνεται κατά συνέπεια ο περιβάλλον αέρας φτάνοντας στην θερμοκρασία των 35 βαθμών κατ' εκτίμηση. Ο σχεδιαστής του επίπλου ή ο αρχιτέκτονας σχεδιάζει μια μεταλλική περσίδα που πολλές φορές είναι δύσκολο να κατασκευαστεί ανεβάζοντας την τιμή του επίπλου. Όταν σχεδιαστεί η μεταλλική περσίδα το σχέδιο στέλνεται σε έναν αρμόδιο σιδερά που είναι σε θέση να αναλάβει ειδικές κατασκευές και ξεκινάει η διαδικασία κατασκευής ενός δείγματος, ακολουθεί έγκριση από τον πελάτη (κατασκευαστή επίπλου) και η μαζική παραγωγή. Στις μεταλλικές περσίδες τις περισσότερες φορές χρειάζεται κοπή με λείζερ και στο τέλος χρωματισμός με ηλεκτροστατική βαφή. Όταν μια περσίδα χρειάζεται ηλεκτροστατική βαφή εκτός από την αύξηση του κόστους συνεπάγεται και αύξηση του χρόνου κατασκευής. Ο σύνθητος χρόνος παράδοσης μιας περσίδας που χρειάζεται λείζερ και ηλεκτροστατική βαφή είναι τέσσερις ημέρες ενώ το κόστος κυμαίνεται απο 22-30 ευρώ ανάλογα με την πολυπλοκότητα του σχεδίου.

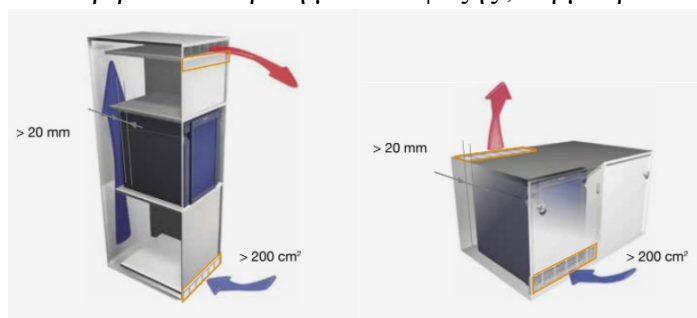
Στην ακόλουθη εικόνα βλέπουμε μια μεταλλική διάτρητη λάμα σε διαστάσεις 120 cm x 7cm, που έχει σχεδιαστή από έναν αρχιτέκτονα για να διακοσμήσει και να καλύψει το κενό εξαερισμού. Η μεταλλική λάμα είναι διάτρητη σε τετραγωνικές διατομές 5mm x 5mm και περιμετρικό στρατζάρισμα 2 cm για την τοποθέτηση, ενώ ζητήθηκε να βαφτεί σε μαύρο ηλεκτροστατικό χρώμα και να διακοσμήσει ένα έπιπλο φυσικού χρώματος ξύλου. Το κόστος της συγκεκριμένης περσίδα είναι 24 ευρώ.



Εικόνα 52: Μεταλλική περσίδα αρχιτέκτονα

Λειτουργία εξαερισμού ψυγείων

Όπως προαναφέρθηκε για να λειτουργήσει σωστά ένα ψυγείο και να μην δημιουργηθεί τεχνικό πρόβλημα χρειάζεται να υπάρχει ο κατάλληλος ελεύθερος χώρος ώστε να ανακυκλώνεται ο αέρας. Για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη απόδοση ψύξης με ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας, πρέπει να τηρούνται πολλές βασικές αρχές κατά την εγκατάσταση ενός mini bar. Η θερμότητα που εκπέμπει η μονάδα ψύξης, από το εσωτερικό του ψυγείου εκπέμπεται στο πίσω μέρος του mini bar. Πρέπει να υπάρχει επαρκής αερισμός για να αποφευχθεί η συσσώρευση θερμότητας. Ο ελεύθερος χώρος για τον εισερχόμενο και εξερχόμενο αέρα πρέπει να είναι τουλάχιστον 200 cm². Η απόσταση από το πίσω μέρος του mini bar έως την πλάτη του επίπλου ή τον τοίχο πρέπει να είναι τουλάχιστον 2 cm. Στο ψυγείο εισέρχεται αέρας περιβάλλοντος και εξέρχεται ζεστός αέρας από την θερμότητα που εκπέμπει στο περιβάλλον αέρα η μονάδα ψύξης, θερμοκρασία που εκπέμπεται είναι περίπου 35 °C.

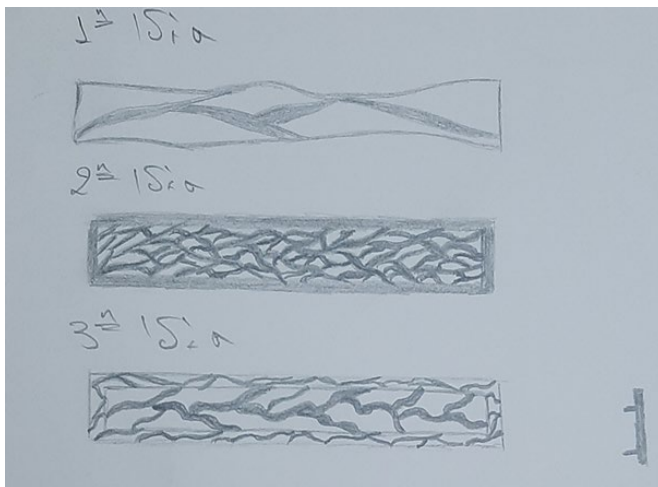


Εικόνα 53: Ανακύκλωση αέρα mini bar

Δημιουργία ιδεών



Πίνακας 3: Mind map



Εικόνα 54: Ιδέες ανάπτυξης προϊόντος

Αξιολόγηση ιδεών

		Ιδέες		
		1 ^η	2 ^η	3 ^η
1	Ελαφρύ	+	+	+
2	Ανθεκτικό	0	0	0
3	Ελεύθερη εξαγωγή αέρα	+	-	+
4	Εύκολη τοποθέτηση	-	+	+
5	Σταθερή τοποθέτηση	-	+	+
6	Αισθητική	-	+	+
7	Κατασκευάζεται γρήγορα	+	-	0

ΣΥΝ	4	4	5
ΙΔΙΑ	1	1	2
ΜΕΙΟΝ	3	2	0
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ	1	2	5
ΣΕΙΡΑ	3	2	1
ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ?	NO	NO	YES

Πίνακας 4: Αξιολόγηση ιδεών

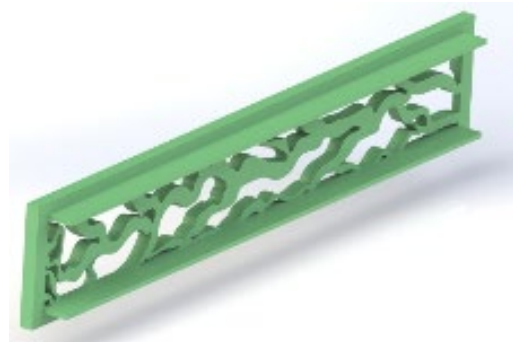
Στην 1η ιδέα παρατηρούμε το κυματοειδές σχήμα όχι μόνο στο εσωτερικό του καλύματος , αλλά και στην εξωτερική γεωμετρία. Σε αυτήν την περίπτωση εξάγεται με ευκολία μεγάλη ποσότητα αέρα καθώς το γέμισμα είναι αερό αλλά η τοποθέτηση σε ξύλινη κατασκευή είναι δύσκολη. Για να τοποθετηθεί η συγκεκριμένη γεωμετρία απαιτεί το ξύλο να κοπεί σε CNC και να υπάρχει απόλυτη εφαρμογή.

Στην 2η ιδέα το κάλυμμα εξαερισμού χαρακτηρίζεται από το πλαίσιο και το πυκνό γέμισμα. Το αρνητικό σε αυτήν την περίπτωση είναι πως λόγω του πυκνού γεμίσματος εξάγεται περιορισμένη ποσότητα αέρα.

Στην 3η περίπτωση έχει γίνει συνδυασμός της 1ης και 2ης ιδέας. Σε αυτήν την ιδέα υπάρχει ορθογώνιο πλαίσιο 1cm ώστε να διευκολύνεται η τοποθέτηση στο έπιπλο, ενώ το γέμισμα είναι σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο από την 1η και την 2η ιδέα. Στην πίσω όψη υπάρχει ένα ορθογώνιο πλαίσιο σε υποχώρηση βάθους 2cm ώστε να αγκαλιάζει το ξύλινο πλαίσιο και να μπορεί να κολληθεί . Το κυματοειδές σχέδιο υπάρχει τόσο στο εσωτερικό όσο και στο πλαίσιο 1cm για ομοιόμορφο αποτέλεσμα. Ακόμη το κάλυμμα εξαερισμού θα εκτυπώνεται απο PLA υλικό ίδιας απόχρωσης με το έπιπλο.



Εικόνα 55: Πρόοψη πειραματικής περσίδας



Εικόνα 56: Αξονομετρικό πίσω όψης πειραματικής περσίδας



Εικόνα 57: Αξονομετρικό πειραματικής περσίδας

Τελικές προδιαγραφές αντικειμένου

Το αντικείμενο που προκρίθηκε σαν ιδέα να κατασκευαστή είναι η περσίδα με τα χαρακτηριστικά της 3ης ιδέας που προαναφέρθηκε. Η περσίδα εξαερισμού θα κατασκευαστεί από PLA υλικό όπου η απόχρωση του θα είναι ίδια με την απόχρωση του επίπλου ώστε να φαίνεται ομοιόμορφο. Η περσίδα θα έχει πλαίσιο 1cm και γύρισμα στο πίσω μέρος ώστε να μπορεί να βιδώνεται και να υπάρχει σταθερότητα στην τοποθέτηση (εικ.55,56 &57). Επίσης στο εσωτερικό του θα περιέχει λεπτές κυματοειδής γραμμές ως γέμισμα ενώ τα καινά που θα δημιουργούνται ανάμεσα στις γραμμές θα είναι επαρκεί ώστε να ανακυκλώνεται ο αέρας . Η κατασκευή έχει διαστάσεις 40 cm x 7cm και λόγω του υλικού που έχει επιλεγεί και του αρεού γεμίματος επιτυγχάνεται το προϊόν να είναι ελαφρύ και να κατασκευάζεται σε γρήγορους ρυθμούς.

Σύγκριση ιδέας

Είναι σημαντικό να δημιουργούνται συνεχώς καινοτόμες ιδέες και να κατασκευάζονται προϊόντα από διαφορετικά υλικά από τα τετριμμένα. Η περσίδα από PLA σε ποικιλία χρωμάτων ανάλογη του επίπλου είναι κάτι που δεν έχει υλοποιηθεί μέχρι σήμερα. Αυτά που αναφέρθηκαν είναι σε αντίθεση με τις περισσότερες περσίδες εξαερισμού στο εμπόριο μεταλλικές ή πλαστικές που έχουν την ίδια μορφή χωρίς κάποια καινοτομία. Όταν κάποιος χρειαστεί να προμηθευτεί μια ιδιαίτερη περσίδα αναγκάζεται να κάνει μια ειδική παραγγελία που θα του κοστίσει χρόνο και χρήμα, ενώ είναι πολύ πιθανό να μην έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα που είχε φανταστεί. Από την άλλη μεριά μια τριδιάστατη εκτυπωμένη περσίδα δεν έχει μεγάλη διαφορά στο χρόνο και το κόστος που απαιτεί για να κατασκευαστεί αλλά δίνει την ελευθερία στον σχεδιαστή να υλοποιηθεί η περσίδα εξαερισμού όπως ακριβώς την φαντάστηκε χωρίς τεχνικούς περιορισμούς. Αυτή η καινοτομία ίσως είναι μια καλή αρχή για να ενταχθεί η τριδιάστατη εκτύπωση στην Ελληνική επιπλοποιία χωρίς να χρειάζεται μεγάλη οικονομική επένδυση.

Κατηγοριοποίηση προϊόντος

Το είδος της διαδικασίας που εφαρμόστηκε στο πειραματικό μέρος είναι η ώθηση τεχνολογίας προϊόντος. Όλη η εργασία βασίζεται στη τριδιάστατη εκτύπωση ως τεχνολογική μέθοδος και το πώς έχει ενταχθεί στον τομέα της επιπλοποιίας. Εντοπίστηκε ένα πρόβλημα στον τομέα της επιπλοποιίας και δόθηκε λύση.

Η περσίδα κατασκευασμένη από τριδιάστατη εκτύπωση ανήκει σε νέες πλατφόρμες ανάπτυξης προϊόντων. Αφορά μια νέα κατηγορία που είναι η εκτύπωση 3D περσίδων για έπιπλα, που δίνει την δυνατότητα στον σχεδιαστή του επίπλου να διακοσμήσει το έπιπλο που σχεδίασε με μια περσίδα όπως ακριβώς την φαντάζεται χωρίς τεχνικούς περιορισμούς. Το προϊόν βασίζεται σε μια πλατφόρμα που είναι η περσίδες εξαερισμού στα έπιπλα και απευθύνεται σε γνωστή αγορά τις εταιρείες κατασκευής επίπλων όπου είναι και ο χρήστης ηγέτης.

Σχετικά με τους τύπους ευκαιριών η μελέτη κατατάσσεται στον ορίζοντα 2. Η μελέτη ανήκει στον ορίζοντα 2 καθώς η τεχνολογία τριδιάστατης εκτύπωσης είναι μια επικρατής τεχνολογία σε όλους τους τομείς όπως και στην επιπλοποιία κυρίως στο εξωτερικό. Το τριδιάστατα εκτυπωμένο κάλυμμα είναι η νέα γενιά των απλών περσίδων εξαερισμού που χρησιμοποιούνται στην επιπλοποιία, ώστε να δώσουν λύση στον εξαερισμό που χρειάζονται τα mini bar.

Βιβλιογραφία Κεφαλαίου

- (π.34) Karl T. Ulrich, Steven D.Eppinger-Σχεδιασμός και ανάπτυξη προϊόντων Επιμέλεια Νικόλαος Μπιλάλης - ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τριδιάστατη εκτύπωση είναι μια νέα τεχνολογία που εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και έχει ενταχθεί σε πολλούς τομείς και κλάδους οικονομικής δραστηριότητας. Υπάρχουν πολλά είδη τριδιάστατων εκτυπωτών από απλούς, μικρού μεγέθους, επιτραπέζιους εκτυπωτές έως συστήματα εξοπλισμένα με ρομποτικό βραχίονα για την κατασκευή αντικειμένων υψηλής γεωμετρικής πολυπλοκότητας και μεγάλου μεγέθους. Κεντρικό ρόλο στις εξελίξεις παίζει η τεχνολογία της εξώθησης υλικού, η οποία αναπτύσσεται συνεχώς και επιτρέπει στους σχεδιαστές/χρήστες να αναπτύξουν σχετικά εύκολα ένα σύστημα κατάλληλο για ειδικές κατασκευές, τροποποιώντας το βασικό σχέδιο ενός εκτυπωτή.

Η επιπλοποιία είναι ένας τομέας που υπάρχει από τα αρχαία χρόνια και σχετίζεται κυρίως με την επεξεργασία του ξύλου. Στην συμβατική – παραδοσιακή επιπλοποιία υπάρχει ποικιλία εξαρτημάτων και πρώτων υλών που συναρμολογούνται και κατεργάζονται με συγκεκριμένες μεθόδους. Όμως στην συμβατική επιπλοποιία πολλές φορές δημιουργούνται τεχνικά προβλήματα λόγω των προδιαγραφών, των εξαρτημάτων και των περιορισμένων τρόπων που μπορούν να συνδεθούν τα κομμάτια ξύλου ώστε να φτιαχτεί ένα έπιπλο. Σε αντίθεση με την συμβατική επιπλοποιία τα έπιπλα που κατασκευάζονται με τριδιάστατο εκτυπωτή μπορούν να έχουν ιδιαίτερη γεωμετρία, χρώμα και υφή κάνοντας πραγματικότητα το έπιπλο που φαντάστηκε ο σχεδιαστής με κάθε λεπτομέρεια.

Για να αναπτυχθεί ένα νέο προϊόν χρειάζεται να προηγηθεί μελέτη γύρω από αυτό. Αρχικά γίνεται μελέτη της τεχνολογίας, της αγοράς και των αναγκών που έχουν οι καταναλωτές ώστε το προϊόν να κερδίσει μερίδιο στην αγορά. Η χρήση σχεδιαστικών λογισμικών έχει ωφελήσει ιδιαίτερα την βιομηχανία καθώς πριν κατασκευαστεί ένα αντικείμενο δίνεται η δυνατότητα τριδιάστατης απεικόνισης αλλά και CAM-CAE ανάλυσης. Μέχρι σήμερα έχουν κατασκευαστεί πολλά έπιπλα από αρχιτέκτονες-σχεδιαστές με την μέθοδο της τριδιάστατης εκτύπωσης, κυρίως σε χώρες του εξωτερικού αλλά και στην Ελλάδα σε μικρότερο βαθμό. Η διαδικασία της τριδιάστατης εκτύπωσης δίνει την δυνατότητα καινοτομίας και τεχνολογικής εξέλιξης.

Για την καλύτερη εκτίμηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών που συνδέονται με την εφαρμογή της 3D εκτύπωσης στην επιπλοποιία μελετήθηκε η περίπτωση ενός νέου καλύμματος εξαερισμού. Οι περσίδες εξαερισμού που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τυποποιημένες χωρίς εύρος επιλογών. Η πρωτότυπη περσίδα που σχεδιάστηκε θα κατασκευάζεται από οικονομικό και ανακυκλώσιμο υλικό, γεγονός που δίνει την δυνατότητα να κυκλοφορήσουν στο εμπόριο καινοτόμα σχέδια περσίδων εξίσου εργονομικά με τα συμβατικά. Το κόστος της τριδιάστατα εκτυπωμένης περσίδας θα ανέρχεται περίπου στα 30-35 ευρώ/τμχ μη έχοντας μεγάλη διαφορά με τις ειδικές κατασκευές μεταλλικών περσίδων που κοστίζουν 24-30 ευρώ, ενώ και οι δύο διαδικασίες κατασκευής χρειάζονται περίπου τέσσερις μέρες για να ολοκληρωθούν. Σύμφωνα με τα πρώτα αποτελέσματα η κατασκευή του καλύμματος εξαερισμού με 3D εκτύπωση συμφέρει οικονομικά στην περίπτωση που ο πελάτης επιθυμεί κάποιο ιδιαίτερο σχέδιο περσίδας και είναι διαθέσιμος να επωμιστεί ελαφρώς μεγαλύτερο κόστος προκειμένου να παράγει ένα πιο καινοτόμο προϊόν.