



AEGEAN
UNIVERSITY

Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:
Ολοκληρωμένη Σχεδίαση Καινοτόμων Προϊόντων

Νικόλαος Εμμανουήλ Γέμελος (18002)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σχεδιασμός καθίσματος για τους κοινόχρηστους χώρους μιας πόλης.»

Επιβλέπων Καθηγητής : Παρασκευάς Παπανίκος

Μέλη επιτροπής: Παρασκευάς Παπανίκος, Βασίλειος Παπακωστόπουλος, Σοφία Κυρατζή

Ευχαριστίες,

Η παρούσα διπλωματική εργασία συγγράφηκε κατά την τέλεση της στρατιωτικής μου θητείας στην Πολεμική Αεροπορία. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συναδέλφους μου Σμηνίτες και Αξιωματικούς της Μ.Κ. Ραχών για την κατανόηση και την ανοχή που έδειξαν όλο αυτό το διάστημα.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που έχει σταθεί αρωγός σε κάθε επιλογή μου.

Τέλος, ιδιαίτερες ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παρασκευά Παπανίκο και τον καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Μπάιλα, χωρίς την βοήθεια των οποίων η ολοκλήρωση της εργασίας θα ήταν αδύνατη.

Υπεύθυνη Δήλωση

Είμαι συγγραφέας αυτής της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων ή ιδεών, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από μένα προσωπικά, ειδικά για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία.

1. Περιεχόμενα

1. Περιεχόμενα.....	1
2. Εισαγωγή	4
3. Στόχος εργασίας.....	4
4. Προσδιορισμός της έννοιας της πόλης και του πολίτη.....	4
5. Πόλης Πρόβλημα.....	6
6. Πόλη και περιβάλλον, δυο δρόμοι παράλληλοι.....	7
7. Βιώσιμες πόλεις	8
8. Οι δημόσιοι κοινόχρηστοι χώροι	9
9. Brief	10
10. Στόχοι.....	10
11. Προβληματικός Χώρος	11
12. Χρήστης	12
13. Προϊόν.....	13
14. Συμμετοχική διαδικασία	13
15. Το Παγκάκι	14
16. Ιστορική αναδρομή	20
17. Υλικά.....	25
Ανακυκλωμένο πλαστικό.....	25
Ξύλο	26
Θερμοεπεξεργασμένο ξύλο.....	26
Πεύκο	26
Σκυρόδεμα	27
Θερμοπλαστικό και χάλυβας	27
Αλουμίνιο.....	27
Ανθρακοχάλυβας και ανοξείδωτο ατσάλι.....	27
Γαλβανισμός	28
Βαφή σε σκόνη	28
Λάκα κατά των γκράφιτι.....	29
Ελαστομερές	29

18.	Ο εναλλακτικός τρόπος σχεδίασης	30
	Αρχές αειφορίας.....	30
	Κυκλικό.....	30
	Δίκαιο.....	31
	Λιτό.....	31
	Ολιστικό.....	32
	Downcycling.....	33
	Upcycling.....	33
	Γιατί η ανακύκλωση δεν είναι η λύση	34
19.	3D Εκτυπωτές - 3D Printers	36
	Εισαγωγή	36
	Συμπεράσματα	36
	Μέρη εκτυπωτή.....	37
	Υλικά.....	38
	PLA.....	38
	ABS.....	38
	Nylon, Wood, Metal, Flex κ.α.	39
	Μέθοδοι για την τρισδιάστατη εκτύπωση	39
	Στερεολιθογραφία.....	39
	Fused Deposition Modelling (FDM) / Fused Filament Fabrication (FFF)	40
	Laser Sintering (LS) / Laser Melting (LM)	42
	Inkjet.....	43
	Digital Light Processing (DLP)	44
	Laminated object manufacturing (LOM).....	45
	Πλεονεκτήματα της χρήσης τρισδιάστατων εκτυπωτών στην οικονομία και την προστασία του περιβάλλοντος.....	46
	Δυνατότητες και Εφαρμογές.....	47
	Το 3D Printing στην κατασκευή επίπλων.....	49
20.	Πλαστικό.....	50
	Εισαγωγή	50
	Είδη Πλαστικών.....	50
	Θερμοπλαστικά.....	51
	Θερμοσκληρυνόμενα	51
	Περιβαλλοντολογικές Επιπτώσεις	52
	Ανακύκλωση Πλαστικών.....	53
	Μηχανικές Ιδιότητες Πολυμερών	54
	Το Πολυαιθυλένιο.....	54

Φυσικές και Μηχανικές Ιδιότητες Πολυαιθυλενίου	55
Ο συσχετισμός της πυκνότητας πολυαιθυλενίου και της τήξης	56
Μετρήσεις	57
Έκθεση στις καιρικές συνθήκες	58
Πλαστικά καπάκια μπουκαλιών	59
21. Εργονομία	60
22. Σχεδιαστικές Προδιαγραφές	63
23. Διαδικασία Κατασκευής	64
Στάδιο 1.....	65
Στάδιο 2.....	66
Στάδιο 3.....	66
Στάδιο 4.....	67
Στάδιο 5.....	68
24. Σχεδιαστικός Προβληματισμός	68
25. Ιδεασμός.....	71
26. Η Σύνθεση.....	77
27. Συναρμολόγηση	78
28. Μηχανική ανάλυση βασικής δομής	80
29. Σχέδια.....	82
30. Βιβλιογραφία	96

2. Εισαγωγή

Παρατηρείται εκτεταμένα το φαινόμενο της απαξίωσης και της μη συντήρησης των σημείων ανάπαυσης και αναμονής πεζών σε πολυσύχναστα σημεία των πόλεων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα κέντρα των πόλεων να γίνονται, σταδιακά, εχθρικά προς τους πολίτες, επηρεάζοντας αρνητικά τη σχέση πόλης-πολίτη. Ο σχεδιασμός ενός νέου μοντέλου καθίσματος μπορεί οπωσδήποτε να προσφέρει στην διαμόρφωση περισσότερο φιλόξενων υποδομών της πόλης, αλλά και να βοηθήσει στην οικοδόμηση μιας νέας σχέσης μεταξύ της πόλης και των πολιτών-επισκεπτών, αφενός ως περιβάλλον διαβίωσης και αφετέρου ως τόπος θέασης της κοινωνίας.

3. Στόχος εργασίας

Στόχος της εργασίας είναι η επανασύσταση της αξίας του δημόσιου χώρου από τους ίδιους τους πολίτες. Ο δημόσιος χώρος, αποκτά εκ νέου ένα σημείο συνάντησης, δημιουργίας σχέσεων και επικοινωνίας. Πώς μπορεί η πρόταση σχεδιασμού ενός καθίσματος για την τοποθέτηση σε κοινόχρηστους χώρους (πάρκα, πλατείες, πεζοδρόμια κ.α.) μιας πόλης να είναι η αφορμή για την επιστροφή των πολιτών σε αυτή και στις συμμετοχικές διεργασίες; Η απάντηση βρίσκεται στην ανάλυση του παρόντος project.

4. Προσδιορισμός της έννοιας της πόλης και του πολίτη.

Ο ορισμός της πόλης είναι ευρέως γνωστός. Σε αυτή την εισαγωγή δεν επιδιώκεται η μορφολογική και δομική περιγραφή της πόλης. Αντίθετα, επιχειρείται η ανάλυσή της, ως σημείο συνάντησης, σύναψης των σχέσεων, διαμόρφωσης της κοινωνίας των πολιτών και πραγμάτωσης του έμφυτου σκοπού του ανθρώπου, αυτού του ανήκειν.

Από τις απαρχές της δημιουργίας της, η πόλη συνθέτει το πλαίσιο της αναφοράς, της προέλευσης και τη δήλωση της ρίζας. Πέρα από τοπόσημο και γεωγραφικό προσδιορισμό, το όνομα της πόλης φέρει μαζί του, και προικίζει τους κατοίκους της με, όλα αυτά τα μοναδικά αρχιτεκτονικά, μορφολογικά, πολιτικά, πολιτισμικά χαρακτηριστικά που την κάνουν να ξεχωρίζει. Σκεφτείτε εννοιολογικά τα επίθετα Αθηναίος, Σπαρτιάτης, Αργεΐος, Θηβαίος αλλά και Σμυρνιός, Κωνσταντινουπολίτης, Αλεξανδρινός. Η δήλωση της καταγωγής τους είναι κάτι πολύ περισσότερο από ένας απλός προσδιορισμός γεωγραφικής προέλευσης. Δηλώνει κουλτούρα, ήθη, έθιμα, τρόπο σκέψης, συμπεριφορά. Αυτή λοιπόν είναι η καταγωγική αξία της πόλης, που περνά διαχρονικά από την εποχή της πόλης Κράτους μέχρι και τη smart city του σήμερα.

Θα λέγαμε λοιπόν πως ως πόλη ορίζεται ο γεωγραφικός τόπος όπου συγκεντρώνονται, οργανώνονται και αναπτύσσονται παράλληλα, τα στοιχεία ενός πληθυσμού ανθρώπων καθώς και τα οικιστικά συμπλέγματα που οι ίδιοι δημιουργούν.

Ο ορισμός και η έννοια της πόλης είχε απασχολήσει και τον Αριστοτέλη. Ωστόσο δίνει μια διαφορετική διάσταση σε αυτόν. Αυτή της ηθικής. Κατά τη φιλοσοφική του αντίληψη η έννοια της ηθικής δεν μπορεί να αυτονομηθεί από την έννοια της πολιτικής (και ως επόμενο, της πόλης).

Η ηθική χαρακτηρίζει την ατομική συμπεριφορά των ατόμων. Κάθε, όμως, άτομο εμπεριέχει την ιδιότητα του πολίτη. Η σχέση ηθικής και πολιτικής είναι σχέση όχι απλώς συνύπαρξης, αλλά και σχέση αλληλοσυμπλήρωσης. Η πολιτική είναι η «αρχιτεκτονική επιστήμη», όπως ορίζεται στην αρχή του Αριστοτελικού «Ηθικά Νικομάχεια» κατά το οποίο είναι δυνατή η επιδίωξη του «άριστου», δηλαδή του υπέρτατου αγαθού, που μόνο μέσα στην πόλη με την κοινωνία μεταξύ των πολιτών δύναται να επιτευχθεί. Στον Αριστοτέλη, λοιπόν, τέμνεται η φιλοσοφία με την πολιτική, η φιλοσοφική σκέψη με την πόλη. Αναζητείται η ηθική μέσα από την πολιτειακή οργάνωση. Για τον Αριστοτέλη, το αληθινό και ύψιστο αγαθό του ατόμου εξισώνεται με το ύψιστο αγαθό της πόλης, την ευδαιμονία της, και κατά συνέπεια με την ευδαιμονία του κάθε πολίτη.

Η παραπάνω αναφορά γίνεται σκόπιμα γιατί θα επιστρέψουμε στη συνέχεια στην έννοια της ηθικής και του αποτυπώματος του πολίτη στο οικιστικό και φυσικό περιβάλλον.

5. Πόλης Πρόβλημα

Από τον Μεσαίωνα ως τη σύγχρονη εποχή, η κοινωνική, πολιτισμική και οικονομική ανάπτυξη βασίστηκε στην πόλη. Η κοινή ιστορία των ευρωπαϊκών πόλεων τους προσέδωσε κοινή όψη. Τους μικρούς δρόμους των μεσαιωνικών κέντρων, τα μεγάλα έργα του 18ου αιώνα και τους μετασχηματισμούς του 19ου και του πρώιμου 20ού αιώνα συμπληρώνουν σήμερα τα γιγαντιαία εμπορικά κέντρα, η παρακμή των άλλοτε ιστορικών κέντρων των πόλεων, η κυκλοφοριακή συμφόρηση, η ομοιόμορφη και μέτρια αρχιτεκτονική στο κέντρο και στην περιφέρεια.

Το μείζον πρόβλημα σήμερα για τις πόλεις είναι η επαναδιατύπωση των αναπτυξιακών τους στόχων τόσο ως προς το περιεχόμενό τους όσο και ως προς την κλίμακά τους. Την κλίμακα αυτή την καθορίζει η λεγόμενη «παγκοσμιοποίηση». Σήμερα, καμία χώρα δεν μπορεί να προχωρήσει μόνη της σε μια απόλυτη αυτοθέσπιση και επομένως και καμία πόλη δεν μπορεί να αγνοεί την οικονομική πολιτική αλλά και την αδυναμία να αντιμετωπίσει μόνη της τα τεράστια προβλήματα. Η παγκοσμιοποίηση καθιστά ασήμαντες τις διαφορές ανάμεσα στις σύγχρονες πόλεις και καθιστά τη συζήτηση για τη βιωσιμότητα του αστικού περιβάλλοντος επίκαιρη για κάθε πόλη.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που αφορούν το αστικό περιβάλλον απαιτείται μια ευρύτερη εξέταση της προέλευσής τους καθώς και μια σφαιρική και όχι κατά τομείς προσέγγιση. Αυτό σημαίνει προσδιορισμό όχι μόνο των άμεσων αιτιών της περιβαλλοντικής υποβάθμισης αλλά και εξέταση των κοινωνικών και οικονομικών επιλογών, οι οποίες αποτελούν τη ρίζα των προβλημάτων αυτών. Απαιτείται μια πολιτική η οποία δεν θα υπολογίζει μόνο τα βραχυχρόνια κόστη και οφέλη αλλά θα θεωρεί κάποιους τομείς του περιβάλλοντος απόλυτους περιοριστικούς όρους στη διαμόρφωσή της.

Τα προβλήματα των πόλεων αποτελούν προειδοποιητικό σήμα μιας βαθύτερης κρίσης που καθιστά αναγκαία την επανεξέταση των μοντέλων οργάνωσης και αστικής ανάπτυξης που ισχύουν σήμερα. Όλες οι πόλεις δεν αντιμετωπίζουν τα ίδια προβλήματα, εφόσον η γεωγραφική τους θέση, η οικονομική και κοινωνική τους ανάπτυξη και οι διαφορετικές οικονομικές τους λειτουργίες διαφέρουν. Απαιτούνται νέες πολιτικές για την ενδυνάμωση του ρόλου των πόλεων ως χώρων κοινωνικής και πολιτισμικής συνοχής, οικονομικής ευμάρειας και βιώσιμης ανάπτυξης, ως χώρων βάσεων για την τοπική δημοκρατία.

Στη παρούσα μελέτη θα επικεντρωθούμε σε μία διάσταση αυτών των προβλημάτων. Σε αυτή της υποβάθμισης των κοινόχρηστων χώρων της πόλης ως σημείο ενδιαφέροντος, συνάντησης και σύναψης των σχέσεων.

6. Πόλη και περιβάλλον, δυο δρόμοι παράλληλοι

Στην εποχή μας, καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε νέα δεδομένα: τον αναβαθμισμένο ρόλο των πόλεων, τις νέες μορφές αστικότητας, τη σχέση μεταξύ αστικής και περιφερειακής ανάπτυξης, την προστασία του περιβάλλοντος και την αποκατάσταση της συνέχειας του αστικού ιστού. Αυτά τα νέα δεδομένα δημιουργούν δυσκολίες αλλά δεν μπορεί και δεν πρέπει να δημιουργούν εμπόδια στο να δοθούν απαντήσεις στις ανάγκες και στις αναμονές της κοινωνίας. Γι' αυτούς τους λόγους το περιβαλλοντικό ζήτημα είναι διαχειριστικό, επιστημονικό, πολιτισμικό αλλά και πολιτικό.

Για την προστασία του περιβάλλοντος δεν αρκεί να γνωρίζουμε το νομοθετημένο ορθό. Οφείλουμε να αλλάξουμε συμπεριφορές και να υιοθετήσουμε ως πολίτες την έννοια της συνυπευθυνότητας. Αυτή είναι μια προϋπόθεση για τη λειτουργία όλων των θεσμών που ξεπερνά τις ανάγκες της εποχής μας και ανάγεται στον τρόπο που το άτομο αντιλαμβάνεται τον εαυτό του ως πολίτη.

Η ανθρωποκεντρική θεώρηση του κόσμου μας, που είναι στο επίκεντρο όλων των ιδεολογιών τους τελευταίους αιώνες, είχε και εξακολουθεί να έχει καταστροφικές συνέπειες για το παγκόσμιο οικοσύστημα. Η επιβίωση των οικοσυστημάτων και η συνεχής συμβολή τους στην ευημερία του ανθρώπου εξαρτώνται από την αναγνώριση των οικολογικών, κοινωνικών, οικονομικών και πολιτισμικών αξιών που ενέχονται στα οικοσυστήματα και από τις αρνητικές επιπτώσεις που συνεπάγεται η καταστροφή τους.

Η κοινή γνώμη, αντιμετωπίζοντας αφενός τη δραματικότητα των σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων και αφετέρου την αδυναμία των κυβερνήσεων να δράσουν αποφασιστικά και αποτελεσματικά, εκφράζεται μέσα από συγκροτημένες ομάδες ευαισθητοποιημένων πολιτών.

Το περιβάλλον και η διαχείρισή του είναι ευθύνη και ταυτόχρονα δοκιμασία. Είναι ευθύνη συμμετοχής, δημιουργίας και πρότασης. Είναι η δοκιμασία ενός πολιτισμού που οριοθετεί τη σχέση ανάμεσα στην καταστροφή του περιβάλλοντος, στο τωρινό οικονομικό μοντέλο και στο πολιτιστικό του υπόβαθρο. Αυτό που χρειάζεται είναι να αμφισβητηθεί η ίδια η έννοια της προόδου που ταυτίζεται με τεχνολογικές και οικονομικές παραμέτρους μετρήσιμες στην αγορά, ενώ ελάχιστα αναφέρεται σε ποιοτικές παραμέτρους, όπως η αρμονική ισορροπία του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον, του πολίτη με τον αστικό χώρο, του ανθρώπου με τον συνάνθρωπό του.

7. Βιώσιμες πόλεις

Οι πόλεις συνιστούν κέντρα πλούσια σε ιστορία και παραδόσεις, σε βιομηχανικές, εμπορικές και κάθε είδους δραστηριότητες. Τα χαρακτηριστικά των πόλεων διαμορφώνουν τη φυσιογνωμία των πολιτών και τον τρόπο ζωής τους, με αποτέλεσμα να λειτουργούν ως σημεία αναφοράς. Η αξία του αστικού περιβάλλοντος αποτελεί κοινωνικό αίτημα καθώς το περιβάλλον δεν νοείται μόνο ως φυσικός χώρος, αλλά κυρίως ως οργανική ενότητα που συνδέει τον άνθρωπο με τη φύση και τον πολιτισμό. Η κοινωνική μας συνείδηση και η ανθρωπιά μας κρίνονται και από τον τρόπο με τον οποίο προστατεύουμε το περιβάλλον της πόλης μας.

Στην προσπάθεια αντιμετώπισης των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες πόλεις, ατμοσφαιρική ρύπανση, απορρίμματα, θόρυβος, μόλυνση υδάτων, πιέσεις στη γη για αστική ανάπτυξη, υποβάθμιση της ποιότητας της ζωής και του αστικού τοπίου, πρέπει να είμαστε ευαίσθητοι στον πλούτο των πόλεών μας και να προστατεύουμε ό,τι πολύτιμο έχουν. Οι πόλεις παρέχουν πλούσια οικοσυστήματα χλωρίδας και πανίδας που συμβάλλουν στη διατήρηση της παγκόσμιας βιοποικιλότητας.

Βρισκόμαστε μπροστά σε απρόσμενες εξελίξεις, με επιπτώσεις στην εικόνα που έχουμε για την πόλη μας. Και σε αυτό το σημείο εστιάζεται η ευθύνη μας απέναντι στον πολίτη, ο οποίος βλέπει τη σημερινή υλοποιημένη αστική εικόνα ως τη μόνη δυνατή πραγματικότητα με την οποία δύσκολα ταυτίζεται. Από τη μια πλευρά έχουμε να αντιμετωπίσουμε προβλήματα μετασχηματισμού της υφιστάμενης πόλης, ενώ από την άλλη προβλήματα δόμησης του ευρύτερου υπό διαμόρφωση αστικού χώρου.

8. Οι δημόσιοι κοινόχρηστοι χώροι

Ας ορίσουμε σε αυτό στο σημείο την έννοια του δημόσιου κοινόχρηστου χώρου. Οι πλατείες, τα πάρκα, οι πεζόδρομοι, τα εμπορικά κέντρα είναι τόποι συνάντησης των πολιτών και χρησιμοποιούνται για την διασκέδαση, τη βόλτα, την ξεκούραση και την επικοινωνία. Οι δημόσιοι κοινόχρηστοι χώροι συνιστούν κύριο συστατικό στη λειτουργία των πόλεων. Αναδεικνύουν τη φυσιογνωμία τους και συμπληρωματικά αποτελούν την προϋπόθεση για την ψυχική υγεία των πολιτών, συμβάλουν δε καθοριστικά στην ποιότητα της ζωής τους. Με αυτόν τον τρόπο οι δημόσιοι κοινόχρηστοι χώροι αποτελούν ένα «Κοινωνικό Αγαθό» το οποίο πρέπει να προσφέρεται σε όλους τους πολίτες ελεύθερα χωρίς περιορισμούς και κυρίως χωρίς οποιαδήποτε οικονομική επιβάρυνση και πρέπει να είναι άνετοι, λειτουργικοί, εύκολα προσβάσιμοι και ασφαλείς για το κοινό και κυρίως για τα παιδιά.

Ένα πρόβλημα που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια είναι η απαξίωση τους, είτε από έλλειψη ενδιαφέροντος της πολιτείας για τη συντήρησή τους είτε από έλλειψη σεβασμού από τους ίδιους τους πολίτες. Αυτό το φαινόμενο έχει οδηγήσει στην σταδιακή απομάκρυνση και αποξένωση των πολιτών από τα κέντρα των πόλεων και κατ' επέκταση στην απομάκρυνση από κάθε είδους πολιτειακή αρχή (κράτος, δήμος, δημόσιο αγαθό). Η κύρια αξία λοιπόν του κέντρου της πόλης εντοπίζεται αποκλειστικά στη συγκέντρωση των εμπορικών καταστημάτων και των χώρων εστίασης γύρω από αυτά.

9. Brief

Σχεδιασμός ενός καθίσματος για την τοποθέτηση σε κοινόχρηστους χώρους (πάρκα, πλατείες, πεζοδρόμια κ.α.) μια πόλης. Μέθοδος της κατασκευής η τρισδιάστατη εκτύπωση και υλικό κατασκευής τα ανακυκλωμένα καπάκια πλαστικών μπουκαλιών.

10. Στόχοι

- Η επανασύσταση της σχέσης πολίτη – πόλης.
- Η δημιουργία ερεθίσματος για τη συμμετοχή των πολιτών στη διαμόρφωση μιας βιώσιμης πόλης.
- Η συμβολή των πολιτών στη διαμόρφωση φιλόξενων υποδομών στο κέντρο της πόλης.
- Ευαισθητοποίηση και περιβαλλοντική προσφορά. (Σύνδεση πόλης-περιβάλλοντος). Καλλιέργεια της αειφόρου σκέψης.
- Η δημιουργία ενός καθίσματος για τους κοινόχρηστους χώρους του κέντρου μιας πόλης.

11. Προβληματικός Χώρος

Για την επιτυχημένη σχεδιαστική πρόταση του αντικειμένου μας είναι απαραίτητη η χαρτογράφηση του προβληματικού χώρου της σχεδίασης. Με βάση τον προβληματικό χώρο θα δομηθεί το πλαίσιο σκέψης και σχεδίασης του προϊόντος. Οι σχεδιαστικές λύσεις που θα προταθούν θα πρέπει να βρίσκονται σε αρμονία και αλληλοσυμπλήρωση με τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του προβληματικού χώρου έτσι ώστε να θεωρηθεί επιτυχημένη η σχεδίαση.

Το περιβάλλον της σχεδίασης ορίζεται από την περιγραφή μας, ως το αστικό – εμπορικό - τουριστικό κέντρο μιας σύγχρονης πόλης, όπου εκεί συγκεντρώνονται και επιτελούν τις δραστηριότητές τους οι πολίτες και οι επισκέπτες της. Ένα τέτοιο αστικό κέντρο συντίθεται από:

- έντονη ροή πεζών
- διαβάσεις πεζών
- φωτεινούς σηματοδότες
- κίνηση μέσω μεταφοράς και στάσεις μέσω μεταφοράς
- κίνηση αυτοκινήτων, δίκυκλων και ποδηλάτων
- θέσεις πάρκινγκ
- εμπορικά καταστήματα
- χώρους πολιτισμού, ψυχαγωγίας και διασκέδασης
- χώρους εργασίας
- οικίες, διαμερίσματα, ξενοδοχεία
- δημόσιες υπηρεσίες και τράπεζες
- χώρους λατρείας
- πάρκα
- δένδρα και φυτά
- τουριστικά αξιοθέατα
- καταστήματα εστίασης (τραπεζοκαθίσματα)
- περίπτερα

- Λεωφόρους, δρόμους, πεζοδρόμια, δρόμους ήπιας κυκλοφορίας, πεζόδρομους, ποδηλατοδρόμους, διαβάσεις πεζών, οδηγούς όδευσης τυφλών και ράμπες ΑΜΕΑ
- δημόσιες τουαλέτες

12. Χρήστης

Το προφίλ των χρηστών διαφέρει όπως ακριβώς διαφέρει σε ηλικία, φύλλο, κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο ο πληθυσμός μιας πόλης. Ως χρήστης ορίζεται οποιοσδήποτε πολίτης ή επισκέπτης της πόλης μπορεί να βρεθεί σε έναν κοινόχρηστο χώρο και να καθίσει στο παγκάκι.

Ωστόσο μπορούμε να επικεντρωθούμε στις δραστηριότητες των χρηστών που λαμβάνουν χώρα στο αστικό κέντρο της πόλης, ώστε να ανιχνεύσουμε τις ανάγκες τους. Οι κύριες δραστηριότητες των πολιτών και επισκεπτών του κέντρου μια πόλης μπορεί να είναι:

- Αγορές προϊόντων
- Πληρωμές
- Εργασία
- Σημείο συνάντησης
- Βόλτα (μόνος, με φίλους ή με κατοικίδιο)
- Αναμονή
- Συμμετοχή σε κοινωνικές ή πολιτιστικές εκδηλώσεις
- Μετακίνηση προς έναν προορισμό
- Ψυχαγωγία και διασκέδαση (φαγητό, ποτό, καφές)
- Τουριστικές περιηγήσεις
-

13. Προϊόν

Η σχεδιαστική πρόταση του καθίσματος, θα πρέπει με βάση τις παραπάνω ανάγκες να προσφέρει μια λύση ξεκούρασης, αναμονής και σημείου στάσης των πολιτών.

14. Συμμετοχική διαδικασία

Οι σύγχρονες προκλήσεις είναι κυρίως κοινωνικής και περιβαλλοντικής φύσης και λύνονται μόνο με αλλαγές στη συμπεριφορά και τον τρόπο ζωής των ανθρώπων. Κεντρικό στοιχείο των οραμάτων των κοινωνικών καινοτομιών είναι οι υπηρεσίες καθώς η αξία συν- δημιουργείται και ορίζεται από τους χρήστες και χρησιμοποιείται όταν πράγματι υπάρξει ζήτηση (Vargo et al. 2008). Οι υπηρεσίες είναι υβριδικής και ετερογενούς φύσης και ο ρόλος των ανθρώπων στη διαμόρφωση των λύσεων και της αξίας αυξάνεται. Κατ' αυτό τον τρόπο η προσοχή μεταφέρεται στις διαδικασίες και τις σχέσεις. Το σύνολο της κοινωνίας μπορεί να θεωρηθεί ως ένα εργαστήριο ιδεών, καθώς καθημερινά οι άνθρωποι επεξεργάζονται τρόπους ύπαρξης και δράσης απαντώντας στα προβλήματά τους και αυτός ακριβώς είναι ο ορισμός της κοινωνικής καινοτομίας.

Οι δημιουργικές κοινότητες συλλογικά καινοτομούν με λύσεις σε προβλήματα της καθημερινής τους ζωής χρησιμοποιώντας προληπτικές και βασισμένες σε ανάγκες προσεγγίσεις για να βρουν λύσεις (Meroni 2007).

Οι λύσεις αυτές, επιτρέπουν στους ανθρώπους της κοινότητας να απαντήσουν στις ανάγκες τους, ενώ μειώνουν υλικές και ενεργειακές ροές (Manzini 2001). Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα καταναμημένο οικονομικό μοντέλο, το οποίο είναι αρκετά συμμετοχικό, διάφανο, υπεύθυνο, αξιόπιστο και ειλικρινές (Cook 2004) και χαρακτηρίζεται από χαμηλή εντατικότητα, όσων αφορά τις μεταφορές και μεγαλύτερη ικανότητα στην ένταξη αποδοτικών ενεργειακών συστημάτων (Vezzoli 2007).

15. Το Παγκάκι

Όλοι μας έχουμε την εικόνα ενός καθίσματος τριών ή και περισσότερων θέσεων τοποθετημένο συνήθως σε κάποια πλατεία, πεζοδρόμιο ή στάση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Με πλάτη ή χωρίς, με αποθέτες χεριών ή όχι, τα παγκάκια φέρουν την ίδια μορφή της παράλληλης διάταξης των θέσεων με προσανατολισμό όλων των καθήμενων προς την ίδια κατεύθυνση. Είτε ένα παγκάκι αποτελείται από τρεις σειρές ίσων ξύλων, είτε ο σχεδιασμός του γίνεται πιο περίπλοκος, το αποτέλεσμα αυτής της παράλληλης διάταξης είναι η παρατήρηση της ίδιας εικόνας από τους καθήμενους. Αυτό δεν είναι απαραίτητα αρνητικό, όταν πρόκειται για την θέαση ενός φυσικού κάλλους ή ενός αξιοθέατου. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση όμως, αυτή η ταυτόχρονη και ταυτόσημη παρατήρηση μια εικόνας, μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα κοινό 'κουτσομπολιό. Ενδεχομένως ο σκοπός της ξεκούρασης και της αναμονής να επιτυγχάνεται, η επικοινωνία όμως και η σύσφιξη των σχέσεων γίνεται ακόμη πιο δύσκολη. Αυτό είναι το σημείο που ο σχεδιασμός των παγκακιών έρχεται σε αντίφαση ακριβώς με την καταγωγική αξία της πόλης. Αυτή της πραγμάτωσης και της δημιουργίας των σχέσεων. Ίσως λοιπόν θα έπρεπε να μας προβληματίσει η διάταξη και η γεωμετρία των θέσεων στον σχεδιασμό, λαμβάνοντας υπόψιν μια πιο σημειολογική διάσταση των δημόσιων καθισμάτων.

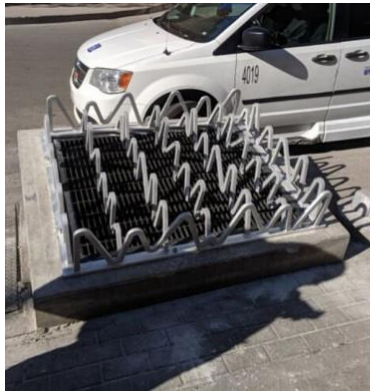
Το κοινό παγκάκι ενός πάρκου ή μιας πλατείας, θεωρείται δεδομένο, χωρίς να του αποδίδουμε ιδιαίτερη προσοχή. Ύστερα από δεκαετίες ανωνυμίας, αυτό το κοινότυπο έπιπλο δρόμου, βρέθηκε στο επίκεντρο μιας έντονης συζήτησης για τον αστικό σχεδιασμό.

Ο αστικός σχεδιασμός επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο συμπεριφέρεται η κοινωνία: σκεφτείτε την πρόσφατη άνοδο της εχθρικής αρχιτεκτονικής (hostile architecture), που έχει σχεδιαστεί για να αποτρέπει τους ανθρώπους από το να περνούν χρόνο στον δημόσιο χώρο



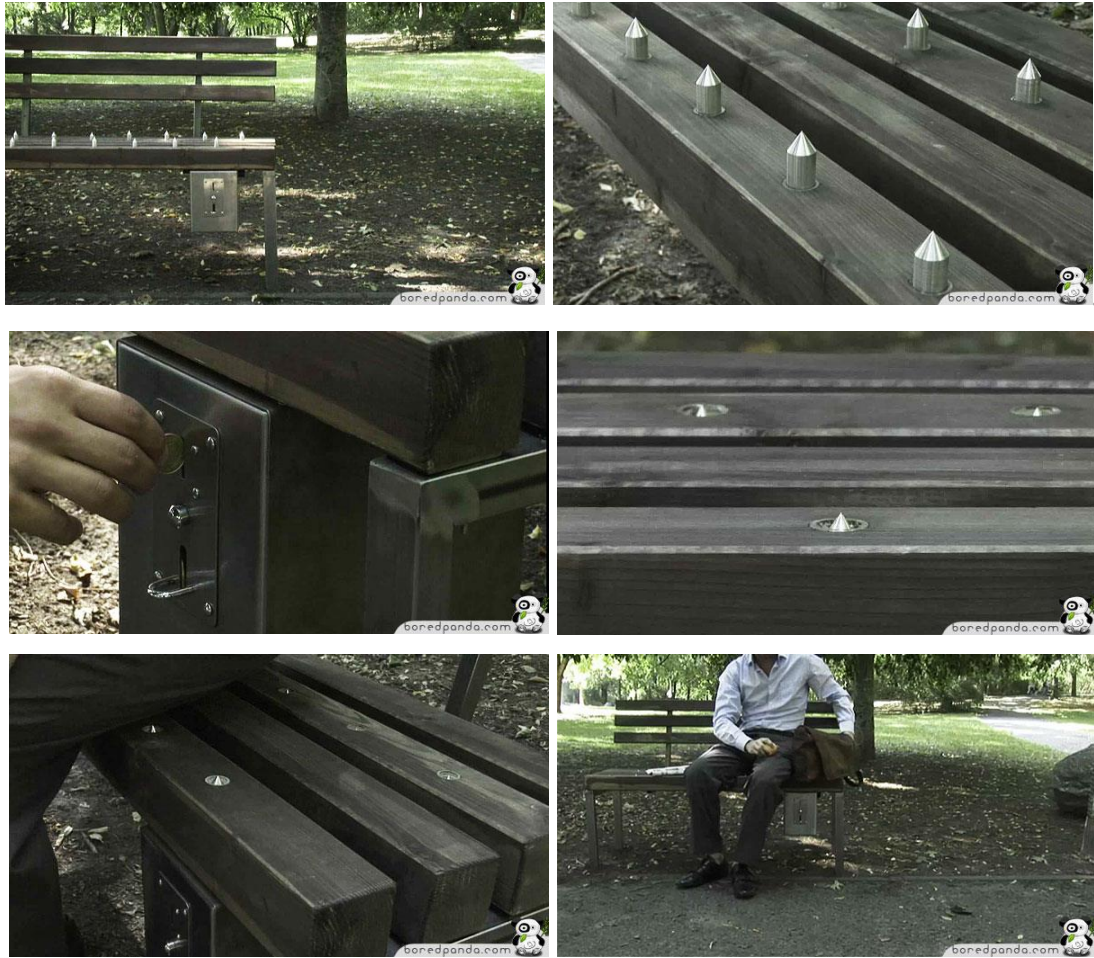
Εικόνα 1.

*Camden Bench.
Χαρακτηριστικό
παράδειγμα της hostile
architecture.
Τοποθετήθηκε το 2012
στο Camden.*



Εικόνα 2.

Παραδείγματα παγκακιών hostile city. Ο σχεδιασμός τους επιτρέπει στον χρήστη μόνο να καθίσει σε αυτά αποτρέποντας κάθε άλλη μη κοινωνικά συμβατή συμπεριφορά.



Εικόνα 3.

Το PAY & SIT: the private bench. Τα μεταλλικά καρφιά υποχωρούν για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα όταν κάποιος ρίξει στη σχισμή 50 λεπτά του ευρώ. Μόλις το χρονικό διάστημα παρέλθει, ακούγεται ηχητική προειδοποίηση και τα καρφιά ανεβαίνουν πάλι.

Η χρήση ενός παγκακιού μπορεί να είναι αρκετά ευέλικτη. Μετατρέπεται εύκολα από ένα σημείο που κάθεται σε μια επιφάνεια για να κοιμηθείς. Αυτού του είδους μεταβολές στη χρήση προσπαθούν να αποτρέψουν τα πρόσθετα στοιχεία του σχεδιασμού π.χ.} διαχωριστικά κλπ. Όπως ακριβώς συμβαίνει στα αεροδρόμια και στους σταθμούς.

Ο σχεδιασμός που αποκλείει τους ανθρώπους από το να περνούν χρόνο στους δημόσιους χώρους, μπορεί να έχει πολύ άσχημες προεκτάσεις στη δομή και τη διαμόρφωση της κοινωνίας.

Ενώ τα πεζοδρόμια, οι δρόμοι και τα πάρκα αποτελούν τις μεγαλύτερες σε έκταση περιοχές ανοιχτού προσβάσιμου χώρου για τους πολίτες, ένα πλήθος αρνητικών κοινωνικών φαινομένων έχει ως αποτέλεσμα να απομακρύνει τους ανθρώπους από αυτές ενώ ως αποτέλεσμα, τους περιορίζει σε ιδιωτικούς ανοιχτούς χώρους (εσωτερικές αυλές, ταράτσες κλπ.) ή ακόμη χειρότερα σε εσωτερικούς χώρους. Τα παγκάκια έχουν φτάσει στο σημείο της δαιμονοποίησης, καθώς οι κάτοικοι φοβούνται πως μπορούν να μετατραπούν ανά πάσα στιγμή σε εστίες κοινωνικής παθογένειας, χρήσης ναρκωτικών, κατάχρησης αλκοόλ κλπ. Το αποτέλεσμα αυτής της αρνητικής προδιάθεσης για τους δημόσιους χώρους είναι η αδιαφορία για τον σχεδιασμό και την δημιουργία φιλόξενων δημόσιων καθισμάτων και παγκακιών.

Η αναγκαιότητα των παγκακιών στους δημόσιους χώρους έχει αναγνωριστεί και από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας. Σε ειδική έκθεση για «φιλικές προς την ηλικία πόλεις», οι οδηγίες που σημειώνονται αφορούν παραδείγματος χάριν στην ανάγκη για παγκάκια που θα προσφέρουν σημείο ανάπαυσης στους ηλικιωμένους. Χωρίς αυτά, λέει ο ΠΟΥ, πολλοί ηλικιωμένοι αισθάνονται παγιδευμένοι στους εσωτερικούς χώρους, ανίκανοι να μετακινηθούν στα τοπικά καταστήματα και απομονωμένοι από την επίσκεψη με τα πόδια σε φίλους και την οικογένεια.

Ωστόσο υπάρχουν αρκετά καινοτόμα παραδείγματα με φιλικούς προς τους ανθρώπους δημόσιους χώρους. Το Βανκούβερ, στον αντίποδα των πρακτικών του Ηνωμένου Βασιλείου για παγκάκια κατά των αστέγων, εγκατέστησε δημόσια καθίσματα που μετατρέπονται εύκολα σε καταφύγια άστεγων τη νύχτα (Εικόνα 4).



Εικόνα 4. Παγκάκι φιλόξενο σε αστέγους στο Βανκούβερ.

Το παγκάκι είναι το πιο αρχέτυπο στοιχείο επίπλων. Πριν υπάρξουν οι καρέκλες, ή ακόμα και τα τραπέζια, υπήρχαν παγκάκια. Η ετυμολογία της λέξης είναι δύσκολη, Παγκάκι < πάγκος < μεσαιωνική, ελληνική πάγκος, μπάγκος < ιταλική banco. Η αγγλική λέξη bank «bank»(τράπεζα) προέρχεται από τα παγκάκια που κάποτε χρησιμοποιούσαν για τις συναλλαγές. ποδοσφαίρου μπορεί ελάτε από τον πάγκο. Η χρήση της λέξης εμφανίζεται ακόμη και σε λαϊκά αποφθέγματα όπως το «κάθε κατεργάρης στον πάγκο του» ή με ποδοσφαιρικούς όρους «έμεινε στον πάγκο».

Εξαιρετικά ενδιαφέροντα είναι και η διάσταση που άκουσα από λόγιο μοναχό.

<< Η λέξη «παγκάκι» προέρχεται από την λέξη «παγκινιά» δηλαδή την άνευ αμοιβής συμμετοχική εργασία, προκειμένου είτε να εκτελεσθεί ένα κοινοτικό έργο π.χ.

ο καθαρισμός των υδραυλάκων στην αρχή κάθε καλοκαιριού ώστε να γίνεται εφικτό το πότισμα των χωραφιών του χωριού, είτε για την ολοκλήρωση ιδιωτικών εργασιών π.χ. μάζεμα καρπών, χτίσιμο οικιών, προσφέροντας ατομική εργασία άνευ αμοιβής, σε αντιστάθμισμα παρόμοιας συνεισφοράς, εναλλάσσοντας τους ρόλους προσφέροντος και λαμβάνοντος. Αυτή η «συμμετοχή στον κόπο», δηλαδή η παγκινιά, γέννησε και την «συμμετοχή στην ξεκούραση», δηλ. το παγκάκι. >>

Αλλά το κάθισμα που μας ενδιαφέρει εδώ είναι ένας πολύ συγκεκριμένος τύπος, ο δημόσιος πάγκος δηλαδή τα δημόσια παγκάκια.

Τα καθίσματα υπάρχουν στις πόλεις εδώ και χιλιετίες. Οι σχεδιαστές των αναγεννησιακών ανακτόρων κατασκεύαζαν πέτρινα καθίσματα στους τοίχους τους ως χειρονομία γενναιοδωρίας προς τους πολίτες, ενώ οι μεσαιωνικές εκκλησίες είχαν παγκάκια που παρείχαν φιλοξενία στους άστεγους, στους ταξιδιώτες, ακόμη και στους εγκληματίες. Ωστόσο μόλις τον 19ο αιώνα, τα δημόσια παγκάκια έγιναν σύμβολο της πόλης των πολιτών.

Τα παγκάκια δηλώνουν με την ύπαρξή τους πως η πόλη είναι ένα περιβάλλον στο οποίο μπορούμε να ανήκουμε, χωρίς να χρειάζεται να καταναλώνουμε. Δεν είναι μια αποξενωτική μητρόπολη που αναπτύσσει πελατειακές σχέσεις με του πολίτες της, αλλά ένας τόπος ικανός να καλωσορίσει και να προσφέρει με γενναιόδωρο τρόπο σε όσους τον ζουν.

16. Ιστορική αναδρομή

Το κάθισμα είναι ένα σημαντικό ζήτημα για τη σύγχρονη εργονομία. Η συχνή χρήση του από τον άνθρωπο και η συσχέτιση του με το μυοσκελετικό σύστημα είναι μόνο ένας από τους λόγους για τη σημασία του. Για να κατανοήσουμε τον τόπο των καθισμάτων στις σύγχρονες δυτικές κοινωνίες, είναι χρήσιμο να κατανοήσουμε την ιστορία του. Αυτή η ιστορία είναι επίσης σημαντική καθώς εξετάζουμε τη μεταφορά της δυτικής εργονομικής έρευνας σχετικά με το καθιστικό σε «άλλους» πολιτισμούς.

Η ιστορία των καθισμάτων γενικότερα, έχει μια μακρά πορεία στον χρόνο, που ξεκινά περίπου το 3.000 π.Χ και τον πολιτισμό των Αιγυπτίων. Από τότε μέχρι σήμερα, οι τύποι των καθισμάτων που έχουν σχεδιαστεί και οι λειτουργίες τους, έχουν υποστεί πολλές χιλιάδες αλλαγές κατά τη διάρκεια των αιώνων. Αυτή η εξελικτική διαδικασία έχει διαμορφώσει και τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τα καθίσματα στη σύγχρονη δυτική κοινωνία. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αυτή η γραμμική ιστορική ανάπτυξη των καθισμάτων και οι επιρροές του εκάστοτε πολιτισμού στον σχεδιασμό και τον λειτουργικό σκοπό των καθισμάτων.

Σε αυτό το σημείο, πρέπει να σημειωθεί ότι παρά τον τεράστιο αριθμό πληροφοριών που τεκμηριώνονται για τους διαφορετικούς τύπους καθισμάτων, αναπτύχθηκαν μόνο τρεις τύποι καθισμάτων. Αυτοί ήταν το σκαμνί, ο πάγκος και η καρέκλα.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η εξέλιξη και ανάπτυξη των σχεδίων που προέκυψαν κατά τη διάρκεια των διαφορετικών περιόδων ανήκουν στις ομάδες τεχνιτών που ασχολήθηκαν με την ανάπτυξη και την παραγωγή καθισμάτων, καθώς και στα εργαλεία, τα υλικά και τις γνώσεις τους. Πρώτοι κατά σειρά στην κατασκευή καθισμάτων ήταν οι ξυλουργοί και οι βοηθοί τους, οι οποίοι ακολουθήθηκαν από τους αντίστοιχους κατασκευαστές και τεχνίτες επίπλου. Στη συνέχεια, μέχρι την αρχή του 20ού αιώνα, κάνουν την εμφάνισή τους οι διακοσμητές, καθώς επίσης και οι τεχνίτες που ασχολούνται με την επένδυση των επίπλων. Τέλος, έπονται οι βιομηχανικοί σχεδιαστές και οι αρχιτέκτονες οι οποίοι πειραματίζονται με τις διάφορες γεωμετρίες και τα σύγχρονα υλικά.

Τα αρχαία αιγυπτιακά έπιπλα είχαν γενικά χαμηλότερο ύψος από τα σύγχρονα έπιπλα. Για παράδειγμα τα κρεβάτια είχαν ύψους περίπου 300 mm, ενώ τα σκαμπό ήταν εξαιρετικά κοντά σε σχέση με τα σύγχρονα πρότυπα. "Όσον αφορά τη χαμηλή θέση των καθισμάτων, το κοντό ανάστημα των πρώτων Αιγυπτιακών λαών μπορεί να είχε κάποια επιρροή, με το μέσο ύψος τους να είναι μόνο μερικές ίντσες πάνω από πέντε πόδια." (Baker, 1966). Ωστόσο, η καρέκλα στην αρχαία Αίγυπτο ήταν αρκετά ψηλά από το έδαφος, απαιτώντας την ύπαρξη ενός υποποδίου που πρόσφερε στήριξη όταν κάποιος καθόταν σε αυτή.

Το σκαμνί φαίνεται να είναι το πιο κοινό και ίσως το παλαιότερο έπιπλο που αναπτύχθηκε από τον πρώιμο αιγυπτιακό πολιτισμό, όπως φαίνεται στο πρώιμο γλυπτό στην εικόνα 5.



Εικόνα 5. Αρχαία Αίγυπτος

Στην περίοδο της Δεύτερης Δυναστείας, το σκαμνί φαίνεται να έχει λάβει τη μορφή ενός συμβόλου υψηλού κοινωνικού στάτους καθώς προορίζεται για τα υψηλά μέλη της κοινωνίας. Μέχρι την περίοδο της Τέταρτης Δυναστείας, η καρέκλα εξελίχθηκε σε τεχνούργημα υψηλής αισθητικής (βλ. Σχήμα 4) και έγινε σύμβολο ευγένειας και εξουσίας. Σε μια διαχρονική επισκόπηση, την ίδια ένδειξη υψηλού κοινωνικού στάτους για την καρέκλα, συναντάμε αρκετούς αιώνες αργότερα στην Αγγλία από τα μέσα του 17^{ου} αιώνα, έτσι όπως υποδηλώνει η Αγγλική λέξη “chairman” (chair + man) που σημαίνει πρόεδρος, όρος που επικρατεί μέχρι και τις μέρες μας. Στην αρχαία Μεσοποταμία, πολιτισμός που αναπτύχθηκε παράλληλα με τον Αιγυπτιακό, οι παραστάσεις θεών και βασιλέων, απεικονίζονται καθήμενοι σε καρέκλες.

Τα πρώτα δείγματα επίπλων από τον ελλαδικό χώρο βλέπουμε στα Μινωικά Ανάκτορα με το θρόνο του βασιλιά Μίνωα να δεσπόζει, και τα παγκάκια των ευγενών περιμετρικά.



Εικόνα 6. Ο Θρόνος του βασιλιά Μίνωα

Επίσης ξύλινοι πάγκοι χρησιμοποιούνταν σε κοινωνικές και λατρευτικές εκδηλώσεις όπως επίσης και στην αρχαία αγορά και τις συνελεύσεις του δήμου. Στα αρχαία στάδια και θέατρα της Αρχαϊκής περιόδου, υπήρχαν ελάχιστα λίθινα καθίσματα που προορίζονταν για τους επισήμους. Αργότερα, στην Ελληνιστική περίοδο, παγιώθηκε ο αρχιτεκτονικός τύπος του θεάτρου με τη λίθινη μορφή, όπως την γνωρίζουμε σήμερα. Εκείνη η εποχή είναι ίσως και το σημείο εισαγωγής των καθισμάτων στη δημόσια σφαίρα.

Γενικότερα, καταλαβαίνουμε πως τα καθίσματα και κατ' επέκταση, τα παγκάκια, υπάρχουν στη ζωή των ανθρώπων από την αρχή της διαμόρφωσης του δημόσιου και κοινωνικού βίου των πολιτών. Ένα παγκάκι χαρακτηρίζεται ως δημόσιο αγαθό καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ισότιμα από όλους και είναι δωρεάν.

Το παγκάκι εντάσσει τους χρήστες του στους ρυθμούς της πόλης.



Εικόνα 7. Στην Princes Street του Εδιμβούργου υπάρχει ένα παγκάκι με μια πινακίδα που αναγράφει, "Στη μνήμη του J.C.H. ο οποίος ήταν συχνά κουρασμένος", δείχνοντας την αυθεντική σχέση της πόλης με τους πολίτες της.

Οι επιγραφές και οι αφιερώσεις σε παγκάκια, είναι στοιχείο ανθρωπομορφισμού, υποδηλώνοντας ότι καθόμαστε με τα φαντάσματα όλων των άλλων που κάθονταν εκεί μπροστά μας.

Εξίσου ενδιαφέρον έχει το γεγονός πως η κουλτούρα και τα πολιτισμικά χαρακτηριστικά του κάθε τόπου και λαού που εγγράφονται στα παγκάκια. Για παράδειγμα στην Αγγλία, οι άνθρωποι τείνουν να δυσανασχετούν αν κάποιος καθίσει δίπλα τους σε ένα παγκάκι, επειδή ταράζει τη μοναχική στιγμή τους. Αντίθετα στις Μεσογειακές χώρες, τα παγκάκια είναι σημείο κοινωνικοποίησης, γνωριμίας, συζήτησης και στοχασμού.

Δίκαια λοιπόν το παγκάκι έχει γίνει ένα σύμβολο της δημοκρατικής πόλης - του ελεύθερου, προσβάσιμου και δίκαιου δημόσιου χώρου που παρέχεται από την πόλη για τους πολίτες της.

17. Υλικά

Υπάρχουν χιλιάδες σχέδια παγκακιών, το καθένα αόριστα διαφορετικό, αλλά επίσης και αόριστα παρόμοιο.

Το Central Park στη Νέα Υόρκη, για παράδειγμα, έχει μια μεγάλη ποικιλία διάφορων σχεδίων στα παγκάκια. Ξεκινούν με τα παραδείγματα ρουστίκ ξυλείας από τον σχεδιαστή του πάρκου, Frederick Law Olmsted και συνεχίζουν με τα πιο λειτουργικά αλλά πολύ κομψά σχέδια του Robert Moses της δεκαετίας του 1930. Η περίοδος της έκρηξης για τα παγκάκια ήταν στα μέσα του 19ου αιώνα καθώς η βιομηχανική επανάσταση είχε καταστήσει την κατασκευή χυτοσιδήρου φθηνή και εύκολη.

Ανακυκλωμένο πλαστικό

Τα παγκάκια από ανακυκλωμένο πλαστικό είναι κατάλληλα τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς χώρους. Το ανακυκλωμένο πλαστικό αποτελείται από απορρίμματα πλαστικών που έχουν καταναλωθεί, σε ένα ποσοστό πάνω από 90%, όπως τα πλαστικά δοχεία, τα μπουκάλια νερού ή σαμπουάν. Αποτελεί καλύτερη επιλογή από το ξύλο καθώς είναι πιο οικονομικό, ανθεκτικό στις σκληρότερες καιρικές συνθήκες και δεν απαιτεί συντήρηση, φινιρίσμα ή βαφή επειδή το χρώμα εγχύνεται στη χημική του δομή. Είναι επίσης ανθεκτικό σε καταχρήσεις όπως γκράφιτι και καθαρίζεται εύκολα με καθαριστικό και νερό. Μπορούν επίσης να μεταφερθούν εύκολα από το ένα σημείο στο άλλο. Τα παγκάκια από ανακυκλωμένο πλαστικό είναι μια μακροχρόνια επένδυση που αντικατοπτρίζει μια περιβαλλοντικά συνειδητή συμπεριφορά.

Ξύλο

Η πιο συνηθισμένη μορφή παγκακιών που συναντάμε σε πάρκα, πλατείες και άλλους δημόσιους χώρους είναι τα παγκάκια κατασκευασμένα από ξύλο. Συνήθως από κέδρο ή πεύκο, τα ξύλινα παγκάκια προσφέρουν σχετική αντοχή ενώ είναι αρκετά δημοφιλή για το κλασικό στιλ τους. Όταν σκεφτόμαστε ένα παγκάκι σε ένα πάρκο ή σε μια πλατεία, πιθανότατα αυτό που μας έρχεται πρώτο στο μυαλό είναι η εικόνα ενός ξύλινου παγκακιού με πλάτη, που βρίσκεται κάτω από τη σκιά ενός δένδρου. Η εικόνα όμως αλλάζει όταν σκεφτούμε ένα πολυσύχναστο κέντρο μια πόλης. Σε αυτή την περίπτωση, άλλα υλικά, όπως ο χάλυβας, έχουν καλύτερη απόδοση για τοποθέτηση σε σημεία υψηλής κυκλοφορίας.

Θερμοεπεξεργασμένο ξύλο

Τα οφέλη του θερμοεπεξεργασμένου ξύλου είναι η ανθεκτικότητα (Class 1 - Η ξυλεία με την υψηλότερη φυσική αντοχή, αναμένεται να έχει διάρκεια ζωής μεγαλύτερη από 25 χρόνια κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μεγαλύτερη από 40 χρόνια εκτεθειμένη πάνω από το έδαφος.), η υψηλή αισθητική, η σταθερότητα στη δομή του και ο φιλικός προς το περιβάλλον χαρακτήρας του. Για την παραγωγή ξύλου το οποίο δεν σαπίζει ή δεν συγκεντρώνει μούχλα γύρω του είναι απαραίτητη η μέθοδος της θερμικής επεξεργασίας. Η θερμική επεξεργασία είναι μια ελεγχόμενη από υπολογιστή διαδικασία θέρμανσης ξύλου η οποία πραγματοποιείται σε ειδικό θάλαμο, σε θερμοκρασία 190°C έως 212°C, κατά τη διάρκεια της οποίας αφαιρούνται όλη η υγρασία, τα οξέα και τα βακτήρια που βρίσκονται στο ξύλο.

Πεύκο

Το κολλημένο λαμινέιτ ξύλο πεύκου σημειώνει πολύ μεγαλύτερη αντοχή σε κάμψη και ραγίσματα ακόμη και από το μασίφ ξύλο. Αιτία, η μοναδική δομή που αποκτά το ξύλο με την προσθήκη της κόλλας. Τείνει να διατηρεί της φυσικές του ιδιότητες χωρίς καμία χημική επεξεργασία ή φινιρίσμα για δεκαετίες.

Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα είναι μια φθηνή λύση για σημεία υψηλής κυκλοφορίας. Πυκνό στη δομή και ισχυρό, όλα τα είδη του σκυροδέματος διαρκούν για μεγάλο χρονικό διάστημα και είναι ιδανικά για πάρκα, σχολεία, στάσεις λεωφορείων και άλλα σημεία ανάπαυσης σε δημόσιους χώρους. Είναι επίσης ανθεκτικό σε βανδαλισμούς και κλοπή λόγω της εγγενούς πυκνότητας και του όγκου. Η μετακίνηση ή κλοπή ενός παγκακιού από σκυρόδεμα φαντάζει αδύνατη.

Θερμοπλαστικό και χάλυβας

Τα παγκάκια κατασκευασμένα από χάλυβα με θερμοπλαστική επικάλυψη χαρακτηρίζονται από υψηλή αντοχή και ανθεκτικότητα. Ο ισχυρός ατσάλινος σκελετός και η υψηλής ποιότητας θερμοπλαστική επίστρωση UV τα κάνει πολύ ανθεκτικά στις καιρικές συνθήκες. Για αυτούς τους λόγους είναι ένα από τα πιο δημοφιλή στυλ παγκακιών, σε μια σειρά από διαφορετικά σχέδια και χρώματα. Η θερμοπλαστική επίστρωση προστατεύει τον χάλυβα στο πέρας των χρόνων χωρίς να απαιτεί συντήρηση.

Αλουμίνιο

Το αλουμίνιο είναι αρκετά δημοφιλές υλικό επειδή είναι ελαφρύ και αντέχει στις κακές καιρικές συνθήκες και την υγρασία. Τέτοιου είδους παγκάκια χρησιμοποιούνται συχνά ως η πιο εύκολη φορητή λύση. Είναι κατάλληλα για παιδικούς σταθμούς, παιδικές χαρές, σχολεία ή για αθλητικές δραστηριότητες. Μπορούν εύκολα να μετακινηθούν από σημείο σε σημείο και από εποχή σε εποχή για μόνιμη ή περιοδική χρήση.

Ανθρακοχάλυβας και ανοξείδωτο ατσάλι

Το ανοξείδωτο ατσάλι (Stainless steel), επίσης γνωστό και ως inox διαφέρει από τον ανθρακοχάλυβα ως προς την ποσότητα του χρωμίου που διαθέτει. Ο ανθρακοχάλυβας σκουριάζει όταν εκτίθεται στον αέρα και την υγρασία. Αυτή η

στρώση οξειδίου του σιδήρου (η σκουριά) είναι ενεργή και επιταχύνει τη διάβρωση δημιουργώντας περισσότερο οξείδιο του σιδήρου. Αντίθετα, το ανοξειδωτο ατσάλι περιέχει επαρκές χρώμιο για να σχηματίσουν μια παθητική μεμβράνη οξειδίου του χρωμίου, η οποία αποτρέπει την περαιτέρω διάβρωση της επιφάνειας και εμποδίζει τη διάβρωση να εξαπλωθεί στην εσωτερική δομή του μετάλλου.

Γαλβανισμός

Ο γαλβανισμός είναι μια αντιδιαβρωτική επεξεργασία στην οποία το υλικό καλύπτεται με μια λεπτή στρώση ψευδάργυρου. Η επιφάνεια μπορεί να διαρκέσει για πολλά χρόνια, παρέχοντας προστασία από τη σκουριά. Όταν εκτίθεται στην ατμόσφαιρα, ο ψευδάργυρος αντιδρά με το οξυγόνο για να σχηματίσει οξείδιο του ψευδαργύρου, το οποίο αντιδρά περαιτέρω με τα μόρια νερού στον αέρα για να σχηματίσει υδροξείδιο του ψευδαργύρου. Το υδροξείδιο του ψευδαργύρου αντιδρά με το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα για να δώσει ένα λεπτό, αδιαπέραστο, ανθεκτικό και αρκετά αδιάλυτο θαμπό γκρι στρώμα ανθρακικού ψευδαργύρου που προσκολλάται πολύ καλά στον υπάρχοντα ψευδάργυρο, προστατεύοντας το υλικό από περαιτέρω διάβρωση.

Βαφή σε σκόνη

Η προστασία του ψευδαργύρου (ο οποίος επιτυγχάνεται κατά το γαλβάνισμα) συνδυάζεται με τη χρήση βαφής σε σκόνη. Το κονιοποιημένο χρώμα φορτίζεται ηλεκτροστατικά και ψεκάζεται στο υλικό. Στη συνέχεια το μέταλλο τοποθετείται σε φούρνο και τα σωματίδια σκόνης λιώνουν και συνενώνονται σχηματίζοντας μια ενιαία στρώση. Ο συνδυασμός της επικάλυψης από πολυεστερική σκόνη και της γαλβανισμένης επιφάνειας παρέχει ένα καλό αισθητικό φινίρισμα, εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες και εξαιρετική αντοχή στη διάβρωση. Το χρώμα προστατεύει, αφενός, την επιφάνεια του ψευδαργύρου από εξωτερικές φθορές και, αφετέρου, δίνει στα προϊόντα την τελική οπτική τους εμφάνιση. Η τελική επίστρωση μπορεί να ποικίλλει από υψηλή στιλπνότητα έως επίπεδη ματ ανάλογα με το σχεδιασμό της σκόνης από τον προμηθευτή.

Λάκα κατά των γκράφιτι

Για να διατηρηθούν τα υλικά από βαφή με σκόνη φρέσκα και ελκυστικά και για να μειωθεί το συνολικό κόστος συντήρησης, μπορεί να εφαρμοστεί επιπλέον προστασία στην επιφάνειά τους με τη στρώση λάκας. Ωστόσο η λάκα προσθέτει στιλπνότητα, οπότε το τελικό χρώμα του υλικού δεν είναι ματ. Η εφαρμογή βερνικιού κατά των γκράφιτι γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως η τακτική βαφή σε σκόνη. Το βερνίκι Anti-Graffiti βασίζεται στη χημεία της πολυουρεθάνης που δημιουργεί έναν παράγοντα αποκλεισμού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σκλήρυνσης. Αυτή η λύση έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει την απλή και ταχεία απομάκρυνση των περισσότερων μορφών γκράφιτι και συνιστάται όταν υπάρχει ο κίνδυνος τέτοιων βανδαλισμών. Οι πιο συχνές εφαρμογές γίνονται σε βαγόνια τρένων, τραμ και λεωφορείων, στάσεις λεωφορείων, τηλεφωνικούς θαλάμους, σχολικά έπιπλα, έπιπλα εξωτερικού χώρου και δρόμου, παγκάκια, πινακίδες, περίφραξη και δημόσια κτίρια.

Ελαστομερές

Το ελαστομερές είναι ένα υλικό που εμφανίστηκε πρόσφατα στον χώρο των αστικών επίπλων, ενώ ως επί το πλείστον έχει βιομηχανική εφαρμογή. Το υβριδικό σύστημα ελαστομερούς ψεκάσμου υβριδικής πολυουρίας / πολυουρεθάνης υψηλής απόδοσης δύο συστατικών, εφαρμόζεται συνήθως για την προστασία επιφανειών από περιοχές που χρησιμοποιούνται έντονα, όπως καταστρώματα σκαφών. Αυτή η ουσία έχει εξαιρετική θερμική σταθερότητα και καλή χημική αντοχή, παρέχοντας επιπλέον προστασία για το μέταλλο. Τα μεταλλικά παγκάκια είναι εξαιρετικά πρακτικά για τους αστικούς χώρους. Ωστόσο όταν η ατμόσφαιρα είναι κρύα, όλο και λιγότερος κόσμος θα ήθελε να καθίσει σε αυτά. Το επιφανειακό στρώμα ελαστομερούς καθιστά το μέταλλο πιο ζεστό για να καθίσει κάποιος, ενώ παράλληλα προστατεύει το υλικό από τη διάβρωση και τους βανδαλισμούς όπως τα γκράφιτι.

18. Ο εναλλακτικός τρόπος σχεδίασης

Τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο έντονη η συζήτηση για τις επιπτώσεις που έχει η ανθρώπινη δραστηριότητα στο περιβάλλον. Στη βιομηχανία των επίπλων, πολλές από τις τεχνικές και τα υλικά που χρησιμοποιούνται έχουν σημαντική επιβάρυνση σε αυτό. Γι' αυτό τον λόγο έχουν αναπτυχθεί αρκετές εναλλακτικές προτάσεις για τον σχεδιασμό και τη διαχείριση των πρώτων υλών στον σχεδιασμό των επίπλων. Στο παρακάτω κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής αναφορά στην αειφορία και την αειφόρο σχεδίαση.

Αρχές αειφορίας.

Η αειφορία ως τρόπος σχεδίασης συμπυκνώνεται στις παρακάτω αρχές και νοήματα που ορίζουν το μοντέλο της. Αυτό το μοντέλο θα πρέπει να είναι:

Κυκλικό

Όλες οι προσεγγίσεις της αειφορίας ταυτίζονται με τη υιοθέτηση κυκλικού κύκλου ζωής και την εγκατάλειψη του γραμμικού μοντέλου ζωής προϊόντων και μέσω αυτού την τελική εξάλειψη της έννοιας των αποβλήτων. Η ανακύκλωση, η επισκευή και τα προγράμματα επιστροφής είναι παραδείγματα προς αυτή την κατεύθυνση. Η κυκλικότητα της ζωής είναι η λογική απάντηση στο ζήτημα των ορίων. Σηματοδοτεί την μετάβαση από μια οικονομία τύπου “cowboy”, που θεωρεί πως οι φυσικοί πόροι είναι άπειροι στην προσφορά και η φύση μπορεί να απορροφήσει όλα τα απόβλητα, σε μια οικονομία τύπου “αστροναύτη”, όπου οι πόροι είναι δεδομένοι και βρίσκονται σε ένα κλειστό κύκλωμα. Πρόκειται δηλαδή για την αναπαράσταση ενός κλειστού βρόχου, “cradle to cradle” μοντέλο, όπου το προϊόν δεν απορρίπτεται αλλά χρησιμοποιείται εκ νέου. Τα βήματα του μοντέλου της κυκλικής οικονομίας ορίζονται ως υποβάθμιση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακύκλωση και ανάκτηση. Η κυκλική οικονομία έρχεται σε αντίθεση με την γραμμική οικονομία, η οποία έχει ως

μοντέλο το “cradle to grave”. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κυκλικότητα αφορά τόσο τα υλικά όσο και την ενέργεια. (Μποφυλάτος, 2017)

Δίκαιο

Η κοινωνική πτυχή της αειφορίας είναι τόσο σημαντική όσο και η περιβαλλοντική. Θα ήταν συνετό να μετατοπίσουμε την κοινωνία μας σε δράσεις που σέβονται το περιβάλλον και επιτρέπουν την βιώσιμη ανάπτυξη. Σε αυτό το πνεύμα κάθε πλαίσιο που ισχυρίζεται ότι υποστηρίζει την αειφορία πρέπει να εξετάσει τα κοινωνικά ζητήματα που συνδέονται με την απόκτηση των πόρων, την κατασκευή, τη χρήση και τη διάθεση. (Μποφυλάτος, 2017)

Όπως και κάθε άλλη πτυχή της αειφορίας δεν θα πρέπει να την βλέπουμε από την πλευρά της ελαχιστοποίησης των κοινωνικών επιπτώσεων, αλλά θα πρέπει να εργαστεί για τη βελτίωση των κοινωνικών συνθηκών μέσω του σχεδιασμού. Αντί να στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των κοινωνικών επιπτώσεων θα πρέπει να στοχεύει στη δημιουργία ενός συστήματος σχεδιασμού παραγωγής και διανομής χωρίς «κοινωνικές» επιπτώσεις. (Μποφυλάτος, 2017)

Λιτό

Ο λιτός χαρακτήρας της αειφορίας περιγράφει την ανάγκη να χρησιμοποιούνται τα υλικά και η ενέργεια με πιο ορθολογικό τρόπο. Αυτή η συνθήκη προκύπτει από την καλύτερη κατανόηση του προβλήματος των ορίων. Εφόσον οι πόροι είναι πεπερασμένοι τότε κι εμείς πρέπει να τους χρησιμοποιήσουμε με τον ίδιο ρυθμό που αναπληρώνονται, εάν θέλουμε να αποφύγουμε την εξάντλησή τους.

Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις όσον αφορά το ποιος είναι ο πιο ορθολογικός τρόπος χρησιμοποίησης πόρων: Η περίπτωση της οικολογικής αποδοτικότητας (eco-efficiency) και αυτή της οικολογικής αποτελεσματικότητας (eco-effectiveness).

Ο όρος «οικολογική αποδοτικότητα» βασίζεται στην ιδέα της δημιουργίας περισσότερων αγαθών και υπηρεσιών με τη χρήση λιγότερων πόρων και τη δημιουργία λιγότερων αποβλήτων και ρύπανσης. (Μποφυλάτος, 2017)

Σύμφωνα με τον ορισμό του WBCSD, οικο-αποδοτικότητα επιτυγχάνεται μέσα από την σχεδίαση "ανταγωνιστικών αγαθών και υπηρεσιών που ικανοποιούν τις ανθρώπινες ανάγκες και βελτιώνουν την ποιότητα της ζωής, με σταδιακή τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων, καθ 'όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής σύμφωνα με την εκτιμώμενη φέρουσα δυνατότητα της Γης." (WBCSD 1992).

Όλες οι εκδοχές της οικολογικής αποδοτικότητας έχουν τέσσερα βασικά χαρακτηριστικά:

- Η ιδέα πως η τεχνολογική καινοτομία αποτελεί την κύρια λύση για την επίτευξη βιωσιμότητας.
- Η εμπιστοσύνη στην ικανότητα των αγορών να λειτουργούν με έναν τρόπο που θα βοηθήσει στην ανάδειξη της βιωσιμότητας.
- Εμπιστοσύνη στις αγορές (εάν λειτουργούν με σωστό τρόπο).
- Η «αναπτυξιολαγνεία» (Growthphilia): η πεποίθηση πως δεν υπάρχει τίποτα λάθος με την ανάπτυξη. (Boulangier 2010)

Από την άλλη πλευρά, η περίπτωση της οικολογικής αποτελεσματικότητας, προτείνεται σαν ιδέα από το cradle to cradle πλαίσιο και είναι μια έννοια που αναπτύχθηκε ως απάντηση στα όρια της οικολογικής αποδοτικότητας. Οι επικριτές της, ισχυρίζονται πως έχει μόνο τη δυνατότητα να επιβραδύνει το ρυθμό της περιβαλλοντικής εξάντλησης και δεν μπορεί να ανατρέψει την παραγωγή των αχρησιμοποίητων ή μη ανακυκλωμένων απορριμμάτων. Η οικο-αποτελεσματικότητα προτείνει μια συνέργεια καλοηθών πόρων ή ακόμα και πόρων που μπορούν να λειτουργήσουν ώστε να επιτευχθούν οι σχεδιαστικοί στόχοι. Αντίθετα με την λογική της χρήσης λιγότερων πόρων, αντιπροτείνει την χρήση περισσότερων, αλλά με έναν τρόπο που δεν προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, όπως ακριβώς οι κύκλοι ζωής των βιολογικών οργανισμών.

Ολιστικό

Η αειφορία απαιτεί μια συστημική οπτική, δεδομένου ότι καταπιάνεται με πολύπλοκα συστήματα με κακώς καθορισμένα όρια, όπως η αγορά, το οικολογικό σύστημα ή το κοινωνικό σύστημα. Η συστημική σκέψη προσφέρει τα εργαλεία για την κατανόηση και την αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με την αειφορία,

ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει υπόψιν τις συσχετίσεις μεταξύ των συστημάτων αυτών. Επίσης λόγω της αρχής της ολότητας η υιοθέτηση της οριστικότητας ως μια από τις αρχές της αειφορίας διασφαλίζει ότι δεν θα χρησιμοποιηθούν μηχανιστικά.

Ένα ακόμα σημαντικό εργαλείο που η θεωρία των συστημάτων έχει να προσφέρει στην σχεδίαση για αειφορία είναι αυτό των αρχετύπων συστημάτων. «...μια δομή η οποία παρουσιάζει μια εμφανή συμπεριφορά κατά την πάροδο του χρόνου και έχει επαναλαμβανόμενο χαρακτήρα σε πολλούς κλάδους της επιστήμης» (Braun 2002)

Downcycling

Με τον όρο downcycling αναφερόμαστε στην διαδικασία ανακύκλωσης που έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία πόρων χαμηλότερης ποιότητας από τους αρχικούς. Π.χ. χαρτί, πλαστικά.

Αυτή η διαδικασία κάθε φορά δημιουργεί χαμηλότερης ποιότητας υλικό με αποτέλεσμα η συνεχής διαδικασία υποβάθμισης να οδηγεί τελικά σε άχρηστα υλικά. Το downcycling μειώνει την ποιότητα του υλικού συναρτήσει του χρόνου. Όταν τα πλαστικά ομοιογενούς προέλευσης π.χ pet , αναμιγνύονται με διαφορετικά πλαστικά τότε προκύπτει η παραγωγή ενός υβριδίου κατώτερης ποιότητας, το οποίο στη συνέχεια μορφοποιείται σε κάτι φθινό, όπως ένα παγκάκι ή ένας προφυλακτήρας αυτοκινήτου.

Upcycling

Τόνοι αποβλήτων παράγονται καθημερινά στις πόλεις μας. Για να επαναπροσδιορίσουμε την έννοια της ανακύκλωσης που προηγουμένως περιοριζόταν στη διαλογή απορριμμάτων.

Upcycling σημαίνει δημιουργική επαναχρησιμοποίηση. Είναι μια ειδική διαδικασία ανώτερη της ανακύκλωσης που στόχο έχει όχι μόνο την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων, αλλά και την επεξεργασία των άχρηστων προϊόντων σε νέες, υψηλότερης ποιότητας προϊόντα. Το upcycling ξεχωρίζει σαν διαδικασία για την αειφόρο καινοτομία του καθώς χρησιμοποιεί τα υλικά στην αρχική

τους μορφή, εξοικονομεί πόρους και χρήματα αυξάνοντας έτσι την ποιότητα του προϊόντος.

Στόχος του upcycling είναι να αποφευχθεί η σπατάλη δυνητικά χρήσιμων υλικών με τη χρήση των υφιστάμενων. Αυτό μειώνει την κατανάλωση των νέων πρώτων υλών κατά τη δημιουργία νέων προϊόντων. Η μείωση της χρήσης των νέων πρώτων υλών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της χρήσης ενέργειας, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της ρύπανσης των υδάτων, των αερίων του θερμοκηπίου, ακόμη και των εκπομπών άνθρακα.

Ομάδες νέων σχεδιαστών προσπάθησαν να μετατρέψουν τα "σκουπίδια" σε δυνητικά εμπορεύσιμα προϊόντα όπως σακίδια από πλαστικές σακούλες ή υποδήματα και ρούχα από πλαστικό συλλεγμένο από τους ωκεανούς. Ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ορχήστρα de Instrumentos Reciclados de Cateura στην Παραγουάη, τα μουσικά όργανα της οποίας είναι κατασκευασμένα από υλικά που προέρχονται από τον χώρο υγειονομικής ταφής της πόλης.

Γιατί η ανακύκλωση δεν είναι η λύση

Η περιβαλλοντολογική ρύπανση από το πλαστικό στη θάλασσα είναι ήδη ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα του κόσμου και η αύξησή της γίνεται με καταστροφικό ρυθμό. Αν και είναι δύσκολο να μετρηθεί, εκτιμάται ότι υπάρχουν περίπου 150 εκατομμύρια τόνοι πλαστικών στους ωκεανούς, ενώ κάθε χρόνο προστίθενται επιπλέον οκτώ εκατομμύρια τόνοι. Αυτό, χαρακτηριστικά ισοδυναμεί με την ανατροπή ενός φορτηγού απορριμμάτων γεμάτο πλαστικό στον ωκεανό κάθε λεπτό, κάθε μέρα, για ένα χρόνο. Εάν συνεχίσουμε με τον τρέχοντα ρυθμό, θα υπάρχει περισσότερο πλαστικό από τα ψάρια - από άποψη βάρους - έως το 2050, σύμφωνα με έκθεση του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ.

Το πλαστικό έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα χαμηλού κόστους, ευέλικτο υλικό που το καθιστά ιδανικό για χρήση σε πολλές εφαρμογές. Ωστόσο, έχει παγιώσει ένα μοντέλο συμπεριφοράς «μίας χρήσης» με περίπου το 50% του πλαστικού να χρησιμοποιείται μόνο μία φορά και στη συνέχεια να πετάγεται, σύμφωνα με το Plastic

Oceans. Η ίδια πηγή αναφέρει επίσης, ότι παράγουμε 300 εκατομμύρια τόνους πλαστικού το χρόνο, ενώ η παραγωγή κατά την τελευταία δεκαετία ήταν μεγαλύτερη από τον προηγούμενο αιώνα.

Ωστόσο, σύμφωνα με τον Carsten Wachholz, ανώτερο υπεύθυνο πολιτική για τη διατήρηση των πόρων και την πολιτική προϊόντων στο Ευρωπαϊκό Γραφείο Περιβάλλοντος (ΕΕΒ), η ανακύκλωση δεν είναι η πανάκεια του προβλήματος της μόλυνσης. Όπως ο ίδιος ισχυρίζεται, ενώ η ανακύκλωση είναι καλύτερη από το να πετάς το πλαστικό, υπάρχουν πιο αποδοτικοί τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος. Για παράδειγμα, η μείωση της ποσότητας και των τύπων διαφορετικών πλαστικών που χρησιμοποιούμε, θα είχε καλύτερα αποτελέσματα.

Το πρόβλημα έγκειται στο γεγονός πως η ανακύκλωση, στο μεγαλύτερό της μέρος, δεν διαχωρίζει διαφορετικά πλαστικά μεταξύ τους, γεγονός που καθιστά τη διαδικασία λιγότερο αποτελεσματική. Για παράδειγμα, εάν ανακυκλώσετε ένα πλαστικό μπουκάλι νερό, θα αναμιχθεί με άλλα πλαστικά, καθιστώντας πολύ απίθανο να εμφανιστεί ξανά ως το ίδιο αντικείμενο.

Η λύση είναι πως: «Πρέπει να απλοποιήσουμε την ποικιλία των πλαστικών που διατίθενται στην αγορά, διαφορετικά η ανακύκλωση θα καταλήγει πάντα σε κάποια πλαστικά χαμηλότερης ποιότητας.»

Ο Wachholz σημειώνει πως εάν μειωθεί η κατανάλωση, θα είναι οικονομικά βιώσιμο να εξετάσουμε την καθιέρωση πιο αποτελεσματικών διαδικασιών ταξινόμησης-ανακύκλωσης-συλλογής που εστιάζουν σε μεμονωμένα πλαστικά αντί να ομαδοποιούνται όλα μαζί. Αυτό θα σήμαινε ότι τα μπουκάλια νερού ανακυκλώνονται ως μπουκάλια νερού, κάτι που θα είχε πολύ μεγαλύτερη επίδραση στην ποσότητα πλαστικού που παράγεται.

19. 3D Εκτυπωτές - 3D Printers

Εισαγωγή

Οι 3D Εκτυπωτές - 3D Printers, χρησιμοποιούνται για την τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing) και την κατασκευή τριών διαστάσεων στερεών αντικειμένων εκ του μηδενός, χωρίς τη χρήση καλουπιών ή άλλων βοηθημάτων, που θα προέλθουν από ένα ψηφιακό αρχείο. Στον κλάδο του 3D printing υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι κατασκευής, με την πιο διαδεδομένη στην κατηγορία των οικιακών εκτυπωτών την μέθοδο της κατασκευής λιωμένου νήματος ή αλλιώς εναπόθεσης υλικού σε διαδοχικές στρώσεις (Fused Filament Fabrication). Σύμφωνα με αυτή την μέθοδο ο 3D εκτυπωτής ελεγχόμενος από έναν υπολογιστή εκτελεί μια σειρά κινήσεων οι οποίες βασίζονται στο τρισδιάστατο σχέδιο του χρήστη. Το σχέδιο αυτό γίνεται σε προγράμματα σχεδίασης τρισδιάστατων αντικειμένων. Έτσι το υλικό που έχουμε τοποθετήσει (πλαστικό, νάιλον κ.α.) και έχει τη μορφή νήματος, θερμαίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες (190-240c) μέχρι να λιώσει και ο εκτυπωτής να μπορέσει να εναποθέσει μια λεπτή στρώση υλικού και να κατασκευάσει το αντικείμενο. Η κάθε στρώση που τοποθετείται, στερεοποιείται άμεσα. Η διαδικασία συνεχίζεται από το κάτω μέρος του αντικειμένου μέχρι και την κορυφή και στο τέλος έχουμε ένα ανθεκτικό αντικείμενο το οποίο είναι η ακριβής εκτέλεση του τρισδιάστατου σχεδίου μας. Ως υλικό χρησιμοποιούνται διάφορες μορφές πλαστικού, όπως pla, abs αλλά και μορφές ανακυκλώσιμου ξύλου, νάιλον και εύκαμπτου πλαστικού.

Συμπεράσματα

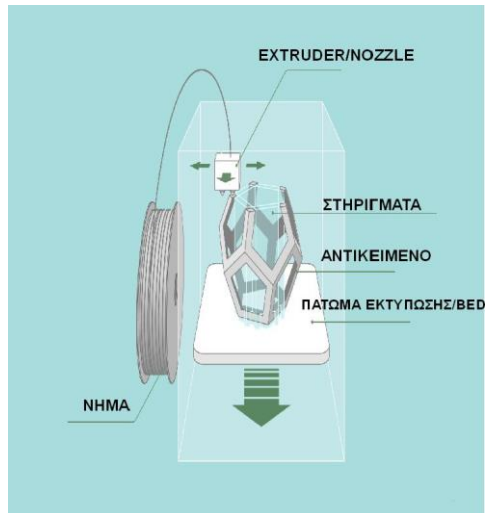
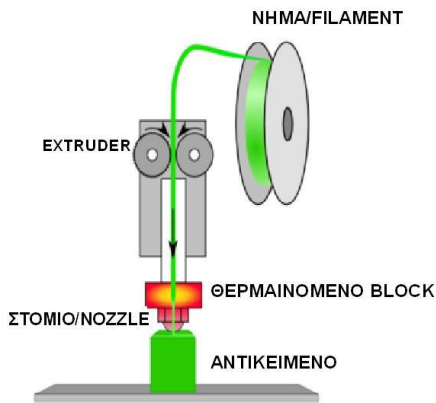
Κάνοντας μια ανασκόπηση της τελευταίας δεκαετίας, η αγορά του 3D printing έχει αλλάξει δραστικά. Μια τεχνολογία που ξεκίνησε για την παραγωγή πρωτότυπων σχεδίων, έχει ραγδαία αποκτήσει τεράστια δυναμική στην κατασκευή εξαρτημάτων τελικής χρήσης για βιομηχανικές εφαρμογές. Το 2019 ήταν έτος ορόσημο σε αυτήν την εξέλιξη.

Η τρισδιάστατη εκτύπωση αλλάζει την ανάπτυξη νέων προϊόντων και αλυσίδων εφοδιασμού σε παγκόσμια κλίμακα. Το ρεκόρ ύψους 1,1 δισεκατομμυρίων δολαρίων επενδύθηκε σε 3D printing startups μόνο το 2019. Παρατηρούμε λοιπόν πέραν του επιστημονικού, το επενδυτικό και επιχειρηματικό ενδιαφέρον που συγκεντρώνει αυτή η αγορά.

Το 2019, η παγκόσμια αγορά του 3D printing εκτιμάται πως ανέρχεται στα 12,1 δισ. δολάρια κατά μέσο όρο (σε ένα εύρος τιμών μεταξύ 9,9 δισεκατομμυρίων δολαρίων και 15,0 δισεκατομμυρίων δολαρίων, από διαφορετικούς αναλυτές), σημειώνοντας αύξηση 25% από έτος σε έτος από το 2014. Το παραπάνω ποσό συμπεριλαμβάνει και τα έσοδα από τα ψηφιακά συστήματα εκτύπωσης, λογισμικό, υλικά και υπηρεσίες. Για τα επόμενα πέντε χρόνια, οι αναλυτές αναμένουν ότι η αγορά θα αυξηθεί κατά μέσο όρο στο 24%, φτάνοντας τα 35,0 δισεκατομμύρια δολάρια έως το 2024 ενώ συμφωνούν επίσης πως θα διπλασιάζει το μέγεθός της περίπου κάθε τρία χρόνια.

Μέρη εκτυπωτή

Για να κατανοήσουμε τα μέρη ενός 3D εκτυπωτή θα πρέπει να σκεφτούμε τους τρεις άξονες που εκτυπώνει. Οι x και y άξονες είναι η κίνηση στο πάτωμα εκτύπωσης και ο z άξονας είναι η κίνηση στον κατακόρυφο άξονα. Κάθε άξονας ελέγχεται από ένα μοτέρ. Ένα μοτέρ επίσης έχει και το extruder. Το extruder είναι το εξάρτημα που τραβάει ή σπρώχνει το νήμα ανάλογα με τις ανάγκες της εκτύπωσης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχέδιο. Το νήμα προωθείται προς το hotend, το ζεστό μέρος, όπου θερμαίνεται από το θερμαινόμενο block σε κατάλληλες θερμοκρασίες (170-240c) μέχρι να λιώσει. Το λιωμένο νήμα βγαίνει από το στόμιο σε μικρότερη διάμετρο 0,3-0,6 χιλιοστά και τοποθετείται πάνω στο πάτωμα της εκτύπωσης. Ο έλεγχος της διαδικασίας εκτύπωσης γίνεται από τον υπολογιστή και η σύνδεση του μηχανήματος και του υπολογιστή γίνεται μέσα από την κεντρική πλακέτα του εκτυπωτή.



Εικόνα 8.

Υλικά

Τα πιο δημοφιλή υλικά που χρησιμοποιούνται για τη 3D εκτύπωση είναι :

PLA

Πολυμερές υλικό το οποίο κατασκευάζεται από ανανεώσιμους πόρους (αραβόσιτο, σακχαρότευτλα). Το θερμοπλαστικό υλικό αυτό είναι μη τοξικό, βιοδιασπώμενο και έτσι δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Προσφέρει αντοχή και εκτυπώνεται σε θερμοκρασίες 180-220c. Η εκτύπωση του δεν προκαλεί αλλοιώσεις στο κάτω μέρος του αντικειμένου. Για να πετύχει η καλύτερη στερέωση του PLA στο πάτωμα εκτύπωσης (bed) χρησιμοποιείται ταινία painters tape ή ακόμα και θερμαινόμενο πάτωμα εφόσον φτάνει στους 50c.

ABS

Πολυμερές πλαστικό πολύ ανθεκτικό το οποίο το βρίσκουμε σε αρκετές εφαρμογές της βιομηχανίας. Είναι και αυτό μη τοξικό, η θέρμανση του θέλει καλύτερα αερισμένο δωμάτιο. Εκτυπώνεται κοντά στους 230c. Η χρήση θερμαινόμενου πατώματος εκτύπωσης είναι απαραίτητη για την αποφυγή αλλοιώσεων του κάτω μέρους του αντικειμένου.

Nylon, Wood, Metal, Flex κ.α.

Υπάρχουν εκτυπωτές που δέχονται και άλλα υλικά τα οποία παρουσιάζουν διαφορετική αντοχή, όψη και ελαστικότητα. Το nylon και το flex θέλουν υψηλότερες θερμοκρασίες και μεγαλύτερη εξειδίκευση. Είναι πιο εύκαμπτα και κατάλληλα για συγκεκριμένα σχέδια. Το wood και το metal προέρχονται από ανακυκλώσιμο ξύλο και ρινίσματα μετάλλου αντίστοιχα και μας δίνει της εικόνα του ξύλινου ή μεταλλικού αντικειμένου.

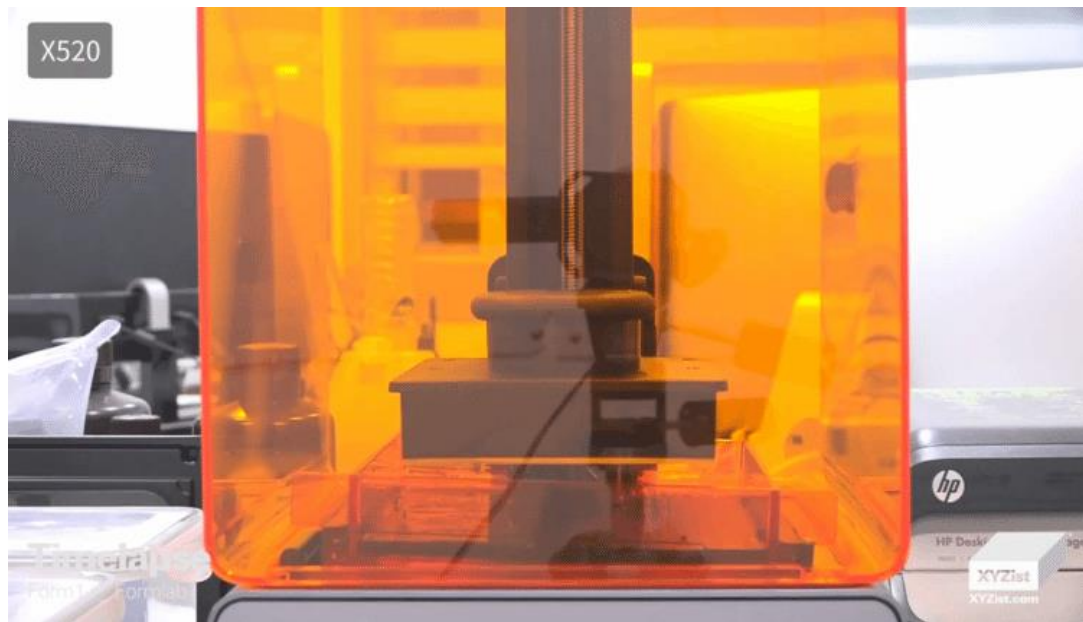
Όλα τα παραπάνω υλικά αγοράζονται σε μορφή νήματος τυλιγμένου σε ένα καρούλι. Η χαμηλή υγρασία είναι σημαντική για την αποφυγή φουσκάλων στα αντικείμενα. Ο εκτυπωτής τραβάει το νήμα και ξεκινάει να το λιώνει. Οι χρωματισμοί είναι δεκάδες ενώ υπάρχουν ειδικά πλαστικά που μπορούν να αλλάζουν χρώμα ανάλογα την θερμοκρασία και την ποσότητα φωτός.

Μέθοδοι για την τρισδιάστατη εκτύπωση

Στερεολιθογραφία

Η στερεογραφία επινοήθηκε από τον Charles Hull το 1984. Αποτελεί την παλαιότερη τεχνική για την τρισδιάστατη εκτύπωση και βασίζεται στο γεγονός ότι τα υγρά πολυμερή στερεοποιούνται όταν εκτεθούν σε υπεριώδη ακτινοβολία.

Μία πλατφόρμα βυθίζεται ελάχιστα σε ένα δοχείο που περιέχει υγρή, ακρυλική ρητίνη. Στην συνέχεια μια κεφαλή laser υπεριωδών ακτινών χαμηλής ισχύος κινούμενη οριζοντίως και καθέτως σχεδιάζει το αντικείμενο.



Εικόνα 9.

Τα σημεία που περνάει το laser στερεοποιούνται και έτσι δημιουργείται το πρώτο στρώμα. Μετά την δημιουργία του πρώτου στρώματος, η βάση βυθίζεται κι άλλο και ακολουθείται η ίδια διαδικασία για το επόμενο στρώμα.

Μόλις ολοκληρωθεί όλο το αντικείμενο, αφαιρείται από το υγρό, πλένεται και αφαιρούνται τυχόν ατέλειες. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την θέρμανση του αντικειμένου σε έναν φούρνο υπεριωδών ακτινών για την ολοκλήρωση της στερεοποίησης.

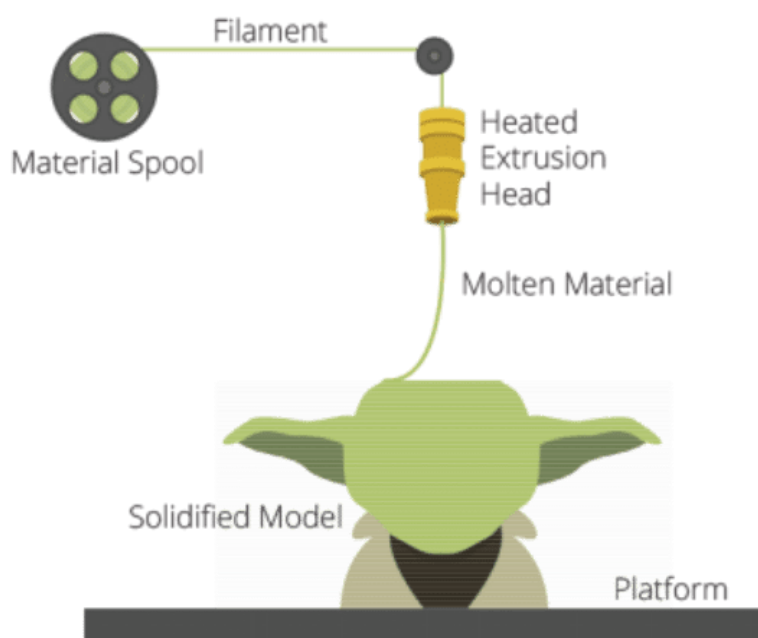
Στις αρχές της χρήσης της στερεολιθογραφίας, τα αντικείμενα που δημιουργούνταν ήταν αρκετά εύθραυστα και με λιγοστή λεπτομέρεια. Όμως με την συνεχή βελτίωσή της τεχνολογίας, έχει καταφέρει να παράγει αρκετά λεπτομερή και ανθεκτικά μοντέλα.

Fused Deposition Modelling (FDM) / Fused Filament Fabrication (FFF)

Ουσιαστικά οι μέθοδοι FDM και FFM είναι ακριβώς η ίδια μέθοδος. Απλά η ονομασία fused deposition modeling και η συντόμευση FDM έχουν κατοχυρωθεί από την εταιρεία Stratasys. Η ονομασία Fused Filament Fabrication και η συντόμευση FFF

δημιουργήθηκαν από το RepRap Project και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ελεύθερα και χωρίς περιορισμούς από τρίτους κατασκευαστές τρισδιάστατων εκτυπωτών. Καμιά φορά θα συναντήσουμε την ίδια τεχνολογία με την ονομασία Plastic Jet Printing (PJP).

Ανεξαρτήτως της ονομασίας, στην πράξη το υλικό, που βρίσκεται σε μορφή νήματος, περνά από έναν εξωθητή, ο οποίος έχει τέτοια υπολογισμένη ροπή ώστε να περνάει μια συγκεκριμένη ποσότητα υλικού. Στην συνέχεια, το υλικό περνάει σε ένα χώρο στον οποίο θερμαίνεται μέχρι να λιώσει και εξέρχεται μέσω μιας κεφαλής. Μόλις ολοκληρωθεί το πρώτο στρώμα, η βάση στην οποία είναι τοποθετημένη κινείται προς τα κάτω, ώστε πάνω από το υπάρχον στρώμα να δημιουργηθεί ένα νέο.



Εικόνα 10.

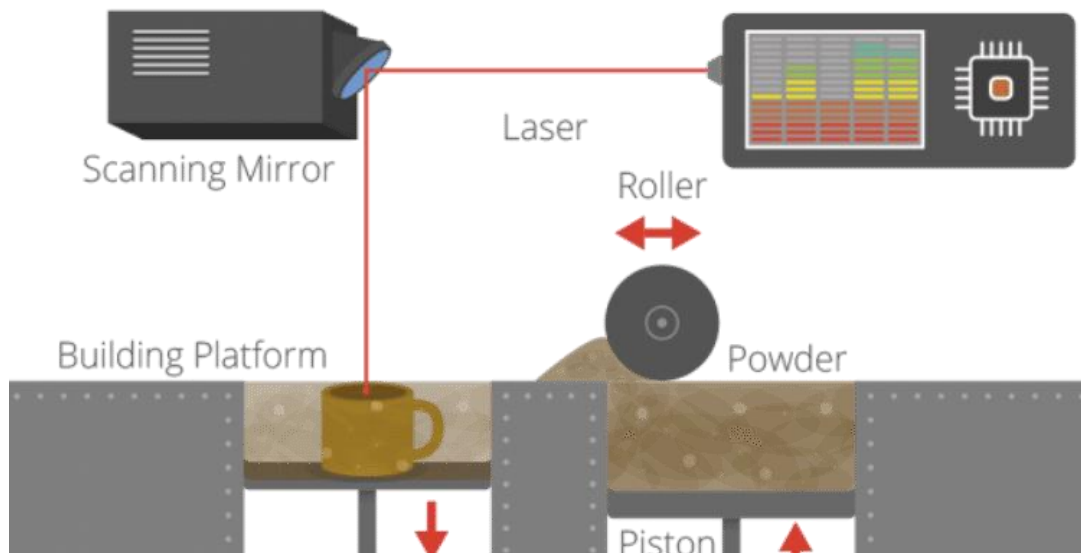
Σε πολλές περιπτώσεις που το αντικείμενο χρειάζεται επιπλέον στήριξη, υπάρχει μια δεύτερη κεφαλή η οποία εκκρίνει υλικό στήριξης. Αυτό το υλικό διαλύεται στο νερό. Στο τέλος της εκτύπωσης, το αντικείμενο πλένεται με νερό υπό πίεση, ώστε να αποκολληθεί το περισσευούμενο υλικό.

Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί την πιο δημοφιλή τεχνική που εφαρμόζεται στους τρισδιάστατους εκτυπωτές. Αυτό οφείλεται στο χαμηλό κόστος υλοποίησής της και στα οικονομικά υλικά που χρησιμοποιεί. Τέτοια υλικά είναι το χαρτί, το κερί, και τα μέταλλα.

Laser Sintering (LS) / Laser Melting (LM)

Οι δύο αυτές μέθοδοι τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι όμοιες. Η κύρια διαφορά τους είναι το είδος του υλικού που χρησιμοποιούν και το ποσό της θερμότητας που ασκούν στο υλικό αυτό. Οι εκτυπωτές που χρησιμοποιούν αυτές τις μεθόδους αποτελούνται από μία βάση, μια δεξαμενή, και έναν κύλινδρο.

Στην δεξαμενή βρίσκεται το υλικό σε μορφή σκόνης, η οποία ωθείται μέσω του κυλίνδρου στην βάση. Η βάση είναι σε πιο χαμηλό ύψος από το υπόλοιπο σύστημα. Το ύψος αυτό εξαρτάται από το ύψος της στρώσης που θέλουμε να δημιουργήσουμε. Αφού τοποθετηθεί η σκόνη πάνω στη βάση, μια δέσμη φωτός laser θερμαίνει τα σημεία του υλικού που θέλουμε να σταθεροποιήσουμε, μέσω ενός καθρέφτη.



Εικόνα 11.

Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία, η βάση κινείται προς τα κάτω και επαναλαμβάνεται η διαδικασία.

Η διαφορά είναι ότι στην LS η σκόνη θερμαίνεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε να ενωθούν τα μόρια των κόκκων σκόνης, ενώ στην LM το υλικό λιώνει πλήρως, ώστε να δημιουργηθεί μια ομοιόμορφη μάζα. Η LS χρησιμοποιείται για μίγματα μετάλλων ενώ η LM για καθαρά μέταλλα.

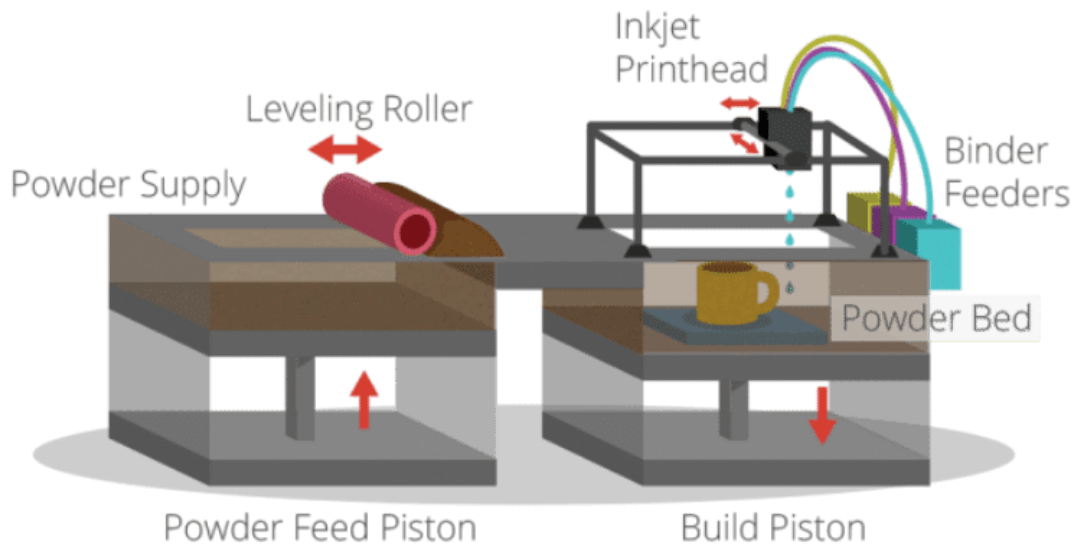
Inkjet

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές inkjet χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, οι οποίες υλοποιούν την ίδια ακριβώς εργασία με πανομοιότυπο τρόπο. Οι δύο αυτές κατηγορίες είναι οι binder jetting και οι direct material jetting.

Οι binder jetting εκτυπωτές χρησιμοποιούν υλικά σε μορφή σκόνης για την τρισδιάστατη εκτύπωση. Ένας κύλινδρος ωθεί ένα ποσό σκόνης στην βάση κατασκευής. Σε αυτό το σημείο, κάποιες κεφαλές που βρίσκονται πάνω από την βάση κατασκευής ψεκάζουν μια ειδική κόλλα στα σημεία που θέλουμε να σταθεροποιηθεί το αντικείμενο. Τα σημεία που έχουν ψεκαστεί με κόλλα, γίνονται ένα ενιαίο σώμα και η περιττή σκόνη απομακρύνεται. Στην συνέχεια, η βάση κατεβαίνει και ξαναγίνεται η ίδια διαδικασία για το επόμενο στρώμα.

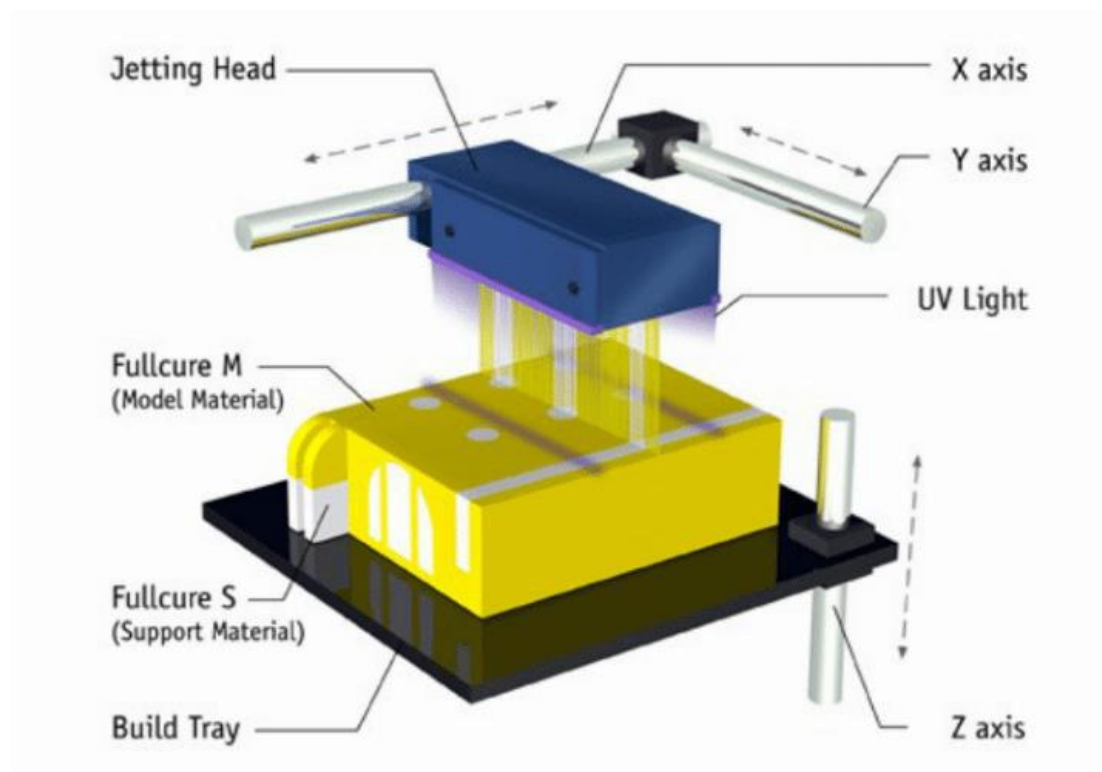
Προαιρετική είναι η τοποθέτηση του τελικού αντικειμένου σε φούρνο για αύξηση της αντοχή του. Επιπλέον, μπορούν να προστεθούν διάφορα χρώματα κόλλας, ώστε το αντικείμενο να είναι χρωματιστό.

Inkjet: Binder Jetting



Εικόνα 12.

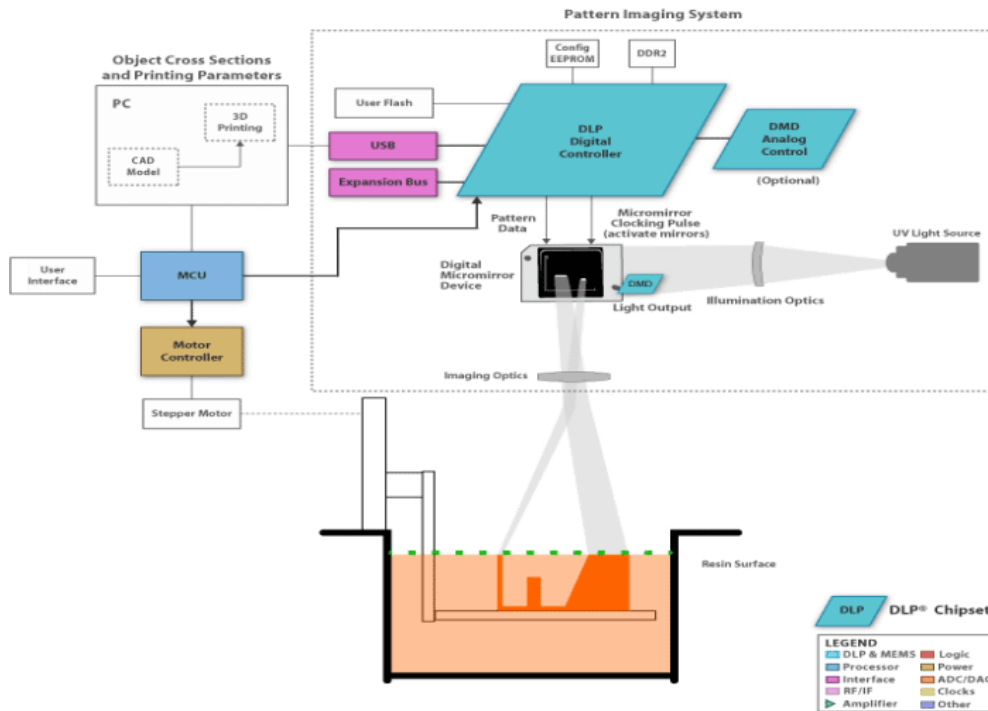
Στους direct material jetting εκτυπωτές χρησιμοποιούνται κεφαλές με πολλά ακροφύσια, τα οποία ψεκάζουν το υγρό υλικό σε ποσότητες μη ορατές στο ανθρώπινο μάτι. Αυτές οι κεφαλές έχουν την δυνατότητα να εκκρίνουν το βασικό υλικό αλλά και το υλικό στήριξης ταυτόχρονα. Γύρω από τις κεφαλές εκπέμπεται υπεριώδης ακτινοβολία, η οποία στερεοποιεί το αντικείμενο. Μόλις τελειώσει το τρέχον στρώμα, η βάση κατεβαίνει και δημιουργείται το επόμενο. Στο τέλος της εκτύπωσης, το υποστηρικτικό υλικό μπορεί να αφαιρεθεί με το χέρι.



Εικόνα 13.

Digital Light Processing (DLP)

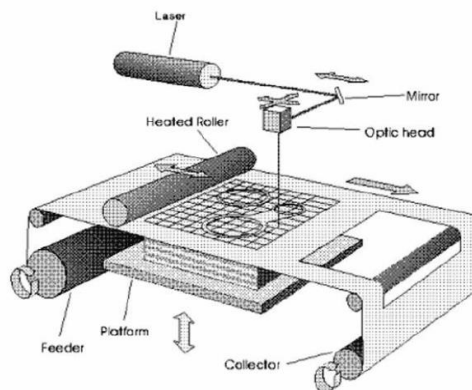
Η μέθοδος DLP μοιάζει σε μεγάλο βαθμό με τη στερεολιθογραφία. Η βασική διαφορά είναι πως χρησιμοποιείται απλούστερη πηγή φωτός αντί για laser. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι καταναλώνει λιγότερο υλικό, άρα αποτελεί και πιο οικονομική μέθοδο. Κατά τα άλλα, ακόμη και ως προς το φινίρισμα, ισχύει ό,τι και στη στερεολιθογραφία.



Εικόνα 14.

Laminated object manufacturing (LOM)

Η διαδικασία δημιουργίας ενός μοντέλου με χρήση της μεθόδου LOM, έχει ως βάση πολλαπλά φύλλα χαρτιού. Το πρώτο φύλλο τοποθετείται σε μια βάση και από πάνω του περνάει ένας κύλινδρος. Στη συνέχεια, ένα laser κόβει το στρώμα του φύλλου χαρτιού στο επιθυμητό σχήμα. Για το επόμενο στρώμα συνέχεια τοποθετείται ένα νέο φύλλο χαρτιού και ξανά ακολουθείται η ίδια διαδικασία. Το τελικό αντικείμενο καλύπτεται με βερνίκι για μεγαλύτερη αντοχή.



Εικόνα 15.

Πλεονεκτήματα της χρήσης τρισδιάστατων εκτυπωτών στην οικονομία και την προστασία του περιβάλλοντος.

Η τεχνική του additive manufacturing είναι μια πολύ καλύτερη μέθοδος κατασκευής για την προστασία του περιβάλλοντος σε σχέση με το subtractive manufacturing. Για τους μεγάλους κατασκευαστές, που εκτυπώνουν τρισδιάστατά σε μέταλλο ή πλαστικό, η εξοικονόμηση υλικού που επιτυγχάνουν είναι πολύ μεγαλύτερη σε σχέση με το αν εφάρμοζαν τόρνο ή φρέζα για τη διαδικασία κατασκευής. Η χρήση λοιπόν πολυεστερικών υλικών και μετάλλων από τους τρισδιάστατους εκτυπωτές, μπορεί να αποτελέσει τεράστιο βήμα για την προστασία του περιβάλλοντος. Λόγω του ότι αυτά τα υλικά αυτά είναι πλήρως ανακυκλώσιμα, θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν ήδη εκτυπωμένα αντικείμενα με άλλα, χωρίς την ανάγκη νέων φυσικών πόρων.

Μάλιστα, μια ομάδα σχεδιαστών επιδιώκει να κατασκευάσει έναν εκτυπωτή ο οποίος θα μπορεί να ανακυκλώνει ο ίδιος συγκεκριμένους τύπους πλαστικών. Ο εκτυπωτής 3D θα επιτρέπει στον χρήστη του να τροφοδοτεί χρησιμοποιημένα πλαστικά αντικείμενα, τα οποία κανονικά θα απορρίπτονταν ως σκουπίδια, στην κορυφή του μηχανήματος. Στη συνέχεια, το μηχάνημα θα αλέθει το πλαστικό σε ένα υλικό σαν σκόνη. Σε αυτό το σημείο, ο εκτυπωτής λιώνει αυτή τη σκόνη και την εκβάλλει σε λιωμένη μορφή, όπως θα έκανε ένας συνηθισμένος εκτυπωτής FDM με νήμα. Αποτυχημένες εκτυπώσεις, αλλά και οικιακά αντικείμενα όπως πλαστικά μπουκάλια, θα είναι η πρώτη ύλη του για την τρισδιάστατη εκτύπωση.

Όσο αφορά τον τομέα της οικονομίας, η ανερχόμενη τεχνολογία για την τρισδιάστατη εκτύπωση θα χρειάζεται έμπειρους και καταρτισμένους πληροφορικούς και ηλεκτρονικούς για να εφαρμοστεί. Ως αποτέλεσμα θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας. Δεν είναι τυχαίο που όλο και περισσότεροι επενδυτές δείχνουν ενδιαφέρον στην έρευνα για αυτές τις τεχνολογίες.

Δυνατότητες και Εφαρμογές

Ο σκοπός της τρισδιάστατης εκτύπωσης ήταν η εύκολη, γρήγορη και οικονομική παραγωγή πρωτοτύπων. Πριν το προϊόν κατασκευαστεί, με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής, ο σχεδιαστής μέσω του 3D printed πρωτότυπου είναι σε θέση να δει τη γεωμετρία, τη δομή και το μέγεθος του προϊόντος σε φυσικό μέγεθος ή σε κλίμακα.

Παρόλο που ένα πολύ μεγάλο μέρος της τρισδιάστατης εκτύπωσης εξακολουθεί να επικεντρώνεται στην ταχεία δημιουργία πρωτοτύπων, η 3D printed τεχνολογία χρησιμοποιείται πλέον σε πολλούς διαφορετικούς τομείς, ακόμη και για την κατασκευή τελικών προϊόντων και εξαρτημάτων.

Μερικές από τις εφαρμογές του 3D printing είναι:

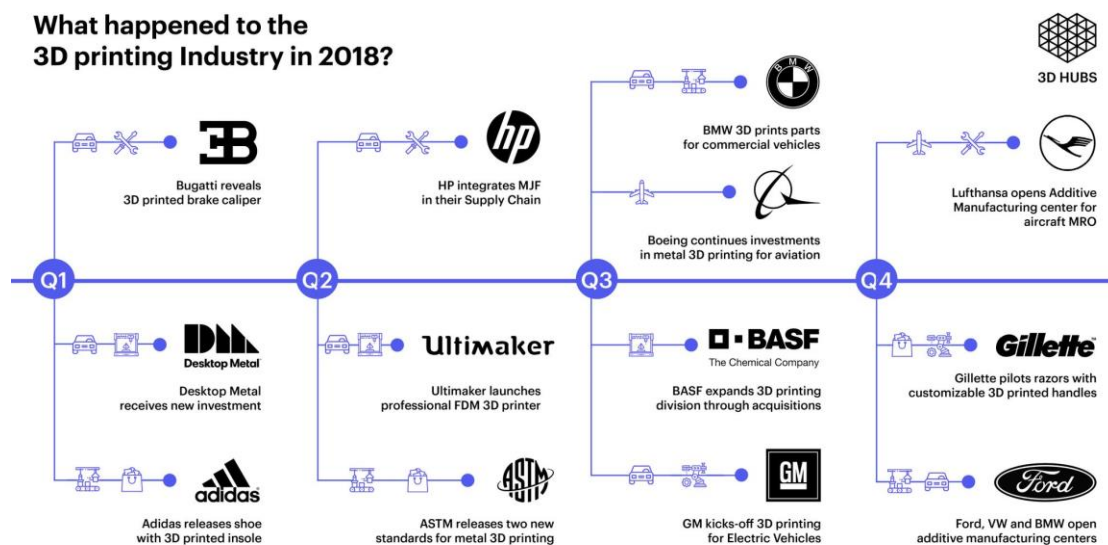
- Εκτύπωση αξεσουάρ όπως θήκες και βάσεις smartphone, κουτιά κ.λπ.
- Εκτύπωση ανταλλακτικών για οικιακές συσκευές, ηλεκτρικές συσκευές, υπολογιστές, κάμερες κ.α.
- Εκτύπωση τμημάτων 3D εκτυπωτών.
- Εκτύπωση παιχνιδιών και εργαλείων.
- Εκτύπωση έργων τέχνης και κοσμημάτων.
- Εκτύπωση υφασμάτων για τη δημιουργία ρούχων ή ακόμη και παπουτσιών.
- Εκτύπωση 3D selfies.
- Παραγωγή εξοπλισμού στο διάστημα.
- Εκτύπωση υλικών και ανταλλακτικών στην αυτοκινητοβιομηχανία.
- Βιοprinting (π.χ. πρόσθετα μέλη ακόμη και τεχνητά όργανα).
- Εκτύπωση τροφίμων.
- Εκτύπωση σπιτιών ή δομικά στοιχεία.
- Εκτύπωση επίπλων

Η έκθεση 3D-Printing Trends 2019 περιλαμβάνει αποτελέσματα από μια έρευνα 400 επιχειρήσεων, καθώς και τη βάση δεδομένων παραγγελιών του 3D Hubs. Στην

συγκεκριμένη έκθεση, διαπιστώνεται ότι το 3D printing εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό στην αυτοκινητοβιομηχανία και την αεροδιαστημική, προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας κατασκευής.

Σύμφωνα με την έκθεση, τα τρία τέταρτα των μεγάλων κατασκευαστών αυτοκινήτων στις ΗΠΑ και τη Γερμανία χρησιμοποιούν τρισδιάστατους εκτυπωτές για την παραγωγή ανταλλακτικών τελικής χρήσης.

Το 2018, η έκθεση παραθέτει μια σειρά από παραδείγματα τρισδιάστατης εκτύπωσης υψηλής ποιότητας όπως αυτά του κατασκευαστή πολυτελών σπορ αυτοκινήτων Bugatti που χρησιμοποιεί 3D printed δαγκάνες φρένων. Το παπούτσι με 3D εκτυπωμένες σόλες της Adidas, τα ξυραφάκια Gillette με εργονομικές λαβές και μια σειρά από επενδύσεις σε μεταλλικές τρισδιάστατες μεθόδους εκτύπωσης από την αεροδιαστημική εταιρεία Boeing.



Εικόνα 16.

Το 3D Printing στην κατασκευή επίπλων

Στη συμβατική παραγωγή των επίπλων, υπάρχει κίνηση της πρώτης ύλης μεταξύ διαφορετικών σταθμών και σταδίων παραγωγής. Με τις συμβατικές μεθόδους κατεργασίας, η πρώτη ύλη μπορεί να περιστρέφεται γύρω από τον άξονά της κατά την κοπή, την αφαίρεση υλικού, τη συναρμολόγηση και ούτω καθεξής. Αυτός ο κύκλος εργασιών, είναι ένα επιπλέον χρηματικό και χρονικό κόστος για τους κατασκευαστές. Δημιουργεί επίσης απαιτήσεις κεφαλαιουχικού εξοπλισμού και εργατικού δυναμικού για τον χειρισμό των μηχανημάτων, την μεταφορά των προϊόντων (μεταφορικές ταινίες, φορτωτές, γερανοί κλπ). Η καινοτομία του 3D Printing έγκειται στο γεγονός πως δεν υπάρχει σχεδόν καμία σπατάλη, όπως στα συμβατικά συστήματα παραγωγής, λόγω των μειωμένων σταθμών εργασίας. Αντ' αυτού, τα προϊόντα μπορούν να ολοκληρωθούν πρακτικά σε μερικούς σταθμούς με τα μόνα μηχανήματα που χρειάζονται να είναι ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής για τη μοντελοποίηση και την παραγωγή δεδομένων παραγωγής και ένας 3D εκτυπωτής για την κατασκευή του προϊόντος και το φινίρισμα της επιφάνειας.

Σύμφωνα με τους Gibson, Rosen και Stucker, χρειάζονται εβδομάδες για τον ίδιο χειρισμό υλικών στη συμβατική κατεργασία με CNC. Λόγω του πλεονεκτήματος της ταχύτητας παραγωγής, η 3D εκτύπωση χρησιμοποιείται συνήθως για την κατασκευή πρωτότυπων ή εξαρτημάτων. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Winnan, το 2011, ένα ποσοστό της τάξης του 20% των 3D προϊόντων προορίζονταν ως τελικά προϊόντα, ενώ εκτιμάται πως μέχρι το 2050 αυτό το ποσοστό θα αυξηθεί στο 50%.

Οι κύριες εφαρμογές της 3D εκτύπωσης, που αναφέραμε προηγουμένως, όπως η αεροδιαστημική βιομηχανία, οι αυτοκινητοβιομηχανίες και οι ιατρικές βιομηχανίες μπορούν να θεωρηθούν ως αγορές προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας, με τα προϊόντα να είναι σχετικά μικρότερα από τα έπιπλα. Ωστόσο, σήμερα η χρήση μεθόδων 3D εκτύπωσης για την παραγωγή επίπλων γίνεται ευρέως διαδεδομένη παρά το γεγονός ότι υπάρχουν αρκετές δυσκολίες. Αυτές έγκεινται στο γεγονός πως υπάρχουν αρκετοί παράμετροι στην κατασκευή των επίπλων όπως το φινίρισμα, η ποιότητα της επιφάνειας, η δυνατότητα της μαζικής παραγωγής, η εγκατάσταση του υλικού, οι σχετικά μεγάλες διαστάσεις, οι μηχανικές ιδιότητες κ.λπ.. Επίσης όταν ο 3D εκτυπωτής

είναι μικρών διαστάσεων και δεν μπορεί να παράξει ενιαίο το τελικό σχέδιο είναι απαραίτητη η χειρωνακτική εργασία της συναρμολόγησης.

20. Πλαστικό

Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται ειδική μνεία για ένα βασικό υλικό κατασκευής παγκακιών, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα, το πλαστικό. Συγκεκριμένα θα επικεντρωθούμε στο ανακυκλωμένο πλαστικό, ώστε να εκπληρώνουμε τις επιταγές της αειφόρου σχεδίασης και του πράσινου μοντέλου ανάπτυξης. Ωστόσο είναι απαραίτητη η περιγραφή των ειδών και των ιδιοτήτων των πλαστικών.

Ο όρος πλαστικό είναι κοινή ονομασία που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια ευρεία ποικιλία συνθετικών ή ημισυνθετικών οργανικών στερεών υλικών. Τα πλαστικά είναι σχεδόν αποκλειστικά πολυμερή μεγάλου μοριακού βάρους, εξ ου και η ονομασία πολλών εξ αυτών φέρει το πρόθεμα πολυ-, και που μπορεί να περιέχουν πρόσθετα, οργανικά ή μη, για βελτίωση των ιδιοτήτων τους (μηχανική αντοχή, εμφάνιση, χρώμα κλπ).

Η χρήση του πλαστικού ως υλικό κατασκευής επίπλων είναι πολύ συχνή. Ωστόσο η επιλογή του κατάλληλου τύπου πλαστικού προϋποθέτει την καλή γνώση των βασικών ιδιοτήτων και διαφορών μεταξύ των κυρίων τύπων πλαστικού.

Είδη Πλαστικών

Οι δύο μεγάλες κατηγορίες στις οποίες κατατάσσονται τα πλαστικά είναι τα θερμοπλαστικά και τα θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά. Τα θερμοπλαστικά είναι πολυμερή που αποκτούν μεγαλύτερη πλαστικότητα, δηλαδή ευκολία στο να

παραμορφωθούν και να αποκτήσουν το επιθυμητό σχήμα, όταν θερμαίνονται. Στα θερμοσκληρυνόμενα κατά την πρώτη θέρμανση και ανάμιξη των συστατικών τους προκαλείται πολυμερισμός και σκλήρυνση κατά τρόπο μη αντιστρεπτό. Δηλαδή τα θερμοσκληρυνόμενα μετά την πήξη τους δεν δύνανται να μορφοποιηθούν περαιτέρω.

Θερμοπλαστικά

- Πολυπροπυλένιο - PP

Συσκευασίες τροφίμων, οικιακές συσκευές.

- Πολυαιθυλένιο - PE

Πλαστικές σακούλες, πλαστικές φιάλες, καπάκια μπουκαλιών, σωλήνες.

- Χλωριούχο πολυβινύλιο ή πολυβινυλοχλωρίδιο - PVC

Μόνωση ηλεκτρικών καλωδίων, δίσκοι γραμμοφώνων, κουφώματα.

- Νάιλον ή πολυαμίδες

Διακόπτες, πρίζες, τάπητες, μελανοταινίες, συνθετικά υφάσματα, πετονιά.

Θερμοσκληρυνόμενα

- Βακελίτης

Καλές μηχανικές ιδιότητες, προφυλακτήρες αυτοκινήτων, δάπεδα.

- Εποξειδική ρητίνη

Ακριβό υλικό, κόλλες, ανθρακονήματα, σκάφη θαλάσσης.

- Πολυεστερικές ρητίνες (τα πολυεστερικά πλαστικά γενικά μπορεί να είναι είτε θερμοπλαστικά είτε θερμοσκληρυνόμενα, ανάλογα με τη χημική σύσταση, ενώ οι ακόρεστοι πολυεστέρες ή αλλιώς πολυεστερικές ρητίνες είναι θερμοσκληρυνόμενα)

Παρόμοιες εφαρμογές με την εποξειδική ρητίνη αλλά με χαμηλότερο κόστος.

- Βινυλεστέρας
Μηχανικές ιδιότητες και κόστος κάπου ανάμεσα σε πολυεστέρες και εποξειδικές ρητίνες, χρησιμοποιείται εκτεταμένα σε σύνθετα, ενισχυμένα με ίνες, πλαστικά.

Περιβαλλοντολογικές Επιπτώσεις

Λόγω της μεγάλης μοριακής τους μάζας τα πλαστικά είναι ανθεκτικά στις φυσικές διαδικασίες αποδόμησης. Αυτή τους η ιδιότητα και η αργή αποσύνθεσή τους έχει ως αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται όλο και μεγαλύτερες ποσότητες πλαστικού στο φυσικό περιβάλλον και ιδιαίτερα στις θάλασσες με σοβαρές επιπτώσεις στη χλωρίδα, την πανίδα και την ατμόσφαιρα. Όπως αναφέρει το Ocean Conservancy, πρωτοπόρες χώρες στην μόλυνση του πλαστικού είναι η Κίνα, η Ινδονησία, οι Φιλιππίνες, η Ταϊλάνδη και το Βιετνάμ οι οποίες απορρίπτουν περισσότερο πλαστικό στη θάλασσα από ό,τι όλες οι άλλες χώρες μαζί. Σύμφωνα με μια εκτίμηση των Weisman και Alan (2007) στο βιβλίο τους *The world without us*, από τη δεκαετία του 1950 μέχρι σήμερα έχει απορριφθεί το ποσό του ενός δισεκατομμυρίου τόνων πλαστικού.

Η επίδραση των πλαστικών στην υπερθέρμανση του πλανήτη είναι μικτή. Τα πλαστικά γενικά κατασκευάζονται από πετρέλαιο και όταν το πλαστικό αποτεφρώνεται, αυξάνονται οι εκπομπές άνθρακα. Ακόμη και τα βιοδιασπώμενα πλαστικά, προκαλούν εκπομπές μεθανίου. Από την άλλη, λόγω της ελαφρότητας του πλαστικού έναντι του γυαλιού ή του μετάλλου, η διαδικασία της παραγωγής του, μειώνει την κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, η συσκευασία ποτών σε πλαστικό PET αντί για γυαλί ή μέταλλο εκτιμάται ότι εξοικονομεί 52% στην ενέργεια μεταφοράς. Ωστόσο η ενέργεια της παραγωγής του είναι πολύ υψηλότερη σε σχέση με την παραγωγή σιδήρου, γυαλιού, χάλυβα ή χαρτιού.

Ανακύκλωση Πλαστικών

Η ανακύκλωση πλαστικών είναι η διαδικασία ανάκτησης πλαστικών απορριμμάτων, επεξεργασίας του υλικού και μεταποίησής του σε χρήσιμα προϊόντα. Δεδομένου ότι η πλειονότητα του πλαστικού είναι μη βιοδιασπώμενο, η ανακύκλωσή του αποτελεί παγκόσμια προσπάθεια μείωσης της ροής των πλαστικών αποβλήτων που ευθύνονται για την εκτεταμένη μόλυνση των ωκεανών και του περιβάλλοντος γενικότερα.

Σε αντίθεση με την περισσότερο προσοδοφόρα ανακύκλωση μετάλλων, η ανακύκλωση του πλαστικού όπως και του γυαλιού είναι συχνά πιο δύσκολη λόγω της χαμηλής πυκνότητας και της χαμηλής αξίας τους. Υπάρχουν επίσης πολλά τεχνικά εμπόδια κατά την ανακύκλωση πλαστικών που αφορούν τη διαχείριση, τη διαλογή και την επεξεργασία των διαφορετικών πολυμερών. Για παράδειγμα, όταν λιώνουν διαφορετικοί τύποι πολυμερών, τείνουν να διαχωρίζονται τα διαφορετικά τους συστατικά, όπως συμβαίνει κατά τη μίξη του νερού με το λάδι. Αυτός ο διαχωρισμός προκαλεί δομική αστάθεια στο νέο υλικό, πράγμα που σημαίνει πως η χρήση αυτών των πολυμερών μπορεί να γίνει σε περιορισμένες εφαρμογές. Αυτή η συμπεριφορά συναντάται και στα δύο πιο δημοφιλή πλαστικά, το πολυπροπυλένιο και το πολυαιθυλένιο. Γεγονός που περιορίζει τη χρησιμότητά τους για ανακύκλωση. Κάθε φορά που ανακυκλώνεται το πλαστικό, πρέπει να προστίθενται επιπλέον νέα υλικά για τη βελτίωση της ακεραιότητάς του. Έτσι, ακόμη και στο ανακυκλωμένο πλαστικό έχει προσθέσει νέο πλαστικό. Το ίδιο κομμάτι πλαστικού μπορεί να ανακυκλωθεί μόνο 2-3 φορές προτού μειωθεί η ποιότητά του στο σημείο που δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί ξανά. Έχουμε λοιπόν μια συνεχή ‘υποβάθμιση’ (downcycling) του υλικού.

Μηχανικές Ιδιότητες Πολυμερών

Συχνά ένα υλικό καθίσταται ακατάλληλο για χρήση, είτε λόγω υπερβολικής παραμόρφωσης είτε λόγω θραύσης. Για τον λόγο αυτό τόσο η υπερβολική παραμόρφωση όσο και η θραύση αναφέρονται συνολικά ως μηχανική αστοχία.

Ένα από τα πιο σημαντικά φαινόμενα στα πολυμερή είναι αυτό της θραύσης διότι προσδιορίζει τη διάρκεια ζωής του υλικού. Διακρίνονται δύο είδη θραύσης στα πολυμερή. Η ψαθυρή και η ελατή θραύση. Εξ αυτών η ψαθυρή είναι και η πιο επικίνδυνη λόγω της μη ύπαρξης προειδοποιητικών σημαδιών πριν τη θραύση. Γενικά στα πολυμερή η θραύση μπορεί να είναι ψαθυρή ή όλκιμη όχι μόνο ανάλογα με το πολυμερές αλλά και ανάλογα με της συνθήκες της φόρτισης (θερμοκρασία, ρυθμός παραμόρφωσης, πεδίο τάσεων, φύσης προσθέτω ν, κλπ. Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις στη μελέτη της θραύσης των πολυμερών. Η πρώτη εξετάζει μοριακά το φαινόμενο ενώ η δεύτερη είναι αυτή του συνεχούς μέσου (μηχανική της θραύσης). Γενικά η μοριακή θεώρηση οδηγεί σε υψηλότερες εκτιμήσεις δυσθραυστότητας από αυτές που προκύπτουν στην πράξη λόγω μικροσκοπικών ατελειών, γεωμετρικών ασυνεχειών, κλπ. Η μηχανική της θραύσης είναι περισσότερο κοντά στην πραγματικότητα αλλά πάντα θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη και την ειδική μοριακή διαμόρφωση των πολυμερών.

Το Πολυαιθυλένιο

Το PE είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό, δηλαδή πολυμερές που μπορεί να μαλακώσει με τη χρήση θερμότητας, μέσω πίεσης να λάβει διάφορες μορφές και τέλος να σκληρύνει όταν ψυχθεί. Όπως και το πολυπροπυλένιο, ανήκει στις πολυολεφίνες, μια ομάδα υλικών που έχουν γενικά χαμηλή απορροφητικότητα στα υγρά, μέτρια έως χαμηλή διαπερατότητα στα αέρια, υψηλή αντοχή και ευελιξία στις χαμηλές θερμοκρασίες και σχετικά χαμηλή θερμική αντοχή. Τα πλαστικά PE σχηματίζουν εύκαμπτα αλλά ανθεκτικά προϊόντα και διαθέτουν εξαιρετική αντοχή σε πολλές χημικές ουσίες.

Παράγονται τρεις ποιότητες πολυαιθυλενίου με διαφορετικές ιδιότητες:

- Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (PE-LD ή LDPE), $\rho=0,910-0,925$ [g/cm³]
- Πολυαιθυλένιο μέσης πυκνότητας (PE-MD ή MDPE), $\rho=0,926-0,940$ [g/cm³]
- Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (PE-HD ή HDPE), $\rho=0,941$ [g/cm³]

(Η πυκνότητα αναφέρεται στην πυκνότητα του φυσικού PE που δεν έχει συνενωθεί με πρόσθετα και / ή χρωστικές ουσίες.)

Φυσικές και Μηχανικές Ιδιότητες Πολυαιθυλενίου

Το πολυαιθυλένιο είναι ένα ημικρυσταλλικό πολυμερές υλικό αποτελούμενο από μακρά, όμοια με αλυσίδα, μόρια σε διάφορα μήκη και αριθμούς διακλαδώσεων. Καθώς ο αριθμός των διακλαδώσεων αυξάνεται, η κρυσταλλικότητα του πολυμερούς και συνεπώς η πυκνότητά του μειώνεται, επειδή τα μόρια δεν μπορούν να συσσωρευτούν κοντά μεταξύ τους. Η πυκνότητα επηρεάζει πολλές από τις φυσικές ιδιότητες που σχετίζονται με την απόδοση του τελικού υλικού. Ιδιότητες όπως αντοχή σε ρωγμές, στον εφελκυσμό και η ακαμψία επηρεάζονται από την πυκνότητα του πολυμερούς όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Table 1-1 Effects of density, molecular weight, and molecular weight distribution

Property	As Density Increases	As Molecular Weight Increases	As Molecular Weight Distribution Broadens
Tensile	Increases	Increases	—
Stiffness	Increases	Increases slightly	Decreases
Impact strength	Decreases	Increases	Decreases
Low temperature brittleness	Increases	Decreases	Decreases
Abrasion resistance	Increases	Increases	—
Hardness	Increases	Increases slightly	—
Softening point	Increases	—	Increases
Stress crack resistance	Decreases	Increases	Increases
Permeability	Decreases	Increases slightly	—
Chemical resistance	Increases	Increases	—
Melt strength	—	Increases	Increases

Πίνακας 1

Η κρυσταλλικότητα χαρακτηρίζεται από την πυκνότητα. Αυξημένη πυκνότητα σημαίνει αυξημένη κρυσταλλικότητα και άρα αυξημένο μέτρο ελαστικότητας,

αυξημένη σκληρότητα, αυξημένη αντοχή σε εφελκυσμό και κάμψη, αυξημένη χημική αντοχή, αυξημένη αδιαπερατότητα έναντι των αερίων και ατμών και αυξημένη αντοχή στην θερμότητα. Αυξημένη μοριακή μάζα σημαίνει, αυξημένο βαθμό πολυμερισμού και άρα αυξημένη αντοχή σε κρούση, σε σχηματισμό ρωγμών τάσης και σε χάραξη.

Ο συσχετισμός της πυκνότητας πολυαιθυλενίου και της τήξης

Στα παρακάτω διαγράμματα, δοκίμια πολυαιθυλενίου χαμηλής (LDPE) και υψηλής (HDPE) πυκνότητας, με γνωστές πυκνότητες, μετρώνται χρησιμοποιώντας την μέθοδο DSC ώστε να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ τήξης και πυκνότητας.

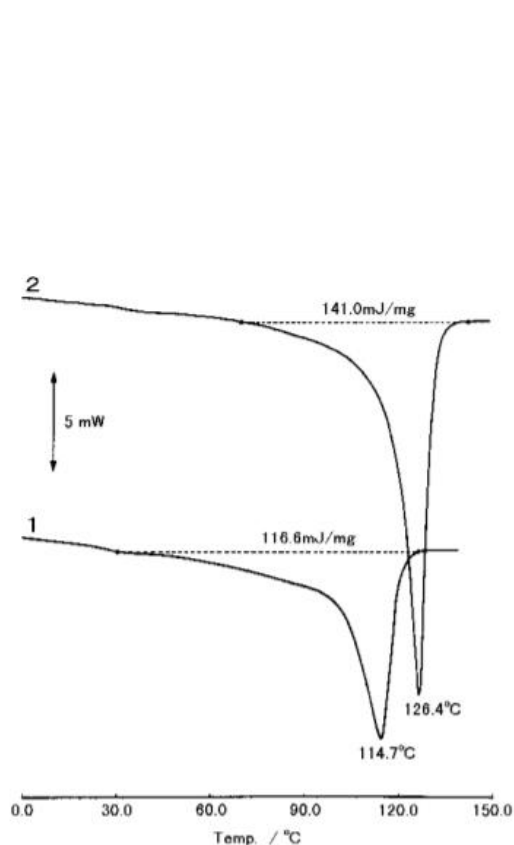


Figure 1 DSC curves for LDPE
Density
1: 0.922g/cm³
2: 0.934g/cm³

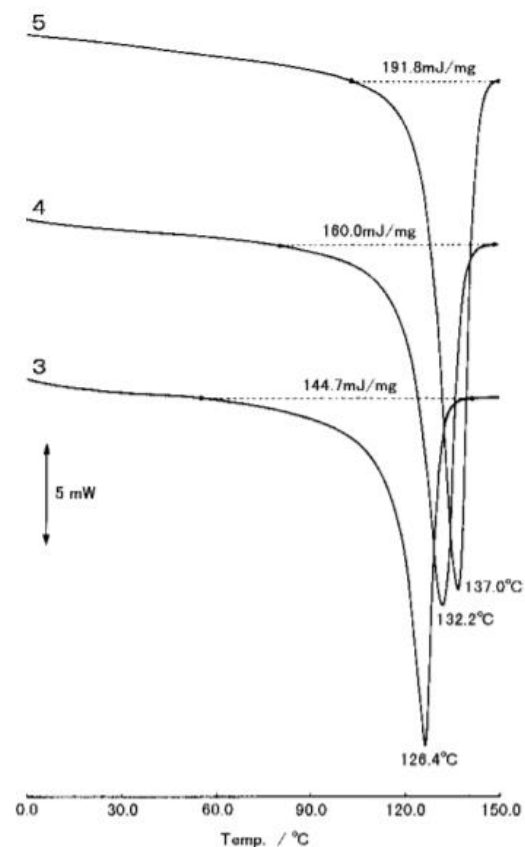


Figure 2 DSC curves for HDPE
Density
3: 0.935g/cm³
4: 0.944g/cm³
5: 0.958g/cm³

Διάγραμμα 1.

Μετρήσεις

Οι καμπύλες 1 και 2 στο Διάγραμμα 1, δείχνουν τα αποτελέσματα μέτρησης DSC για LDPE και HDPE. Γι' αυτές τις μετρήσεις, δοκίμια βάρους περίπου 10 mg θερμάνθηκαν στους 10°C/min. Όλα τα δοκίμια τήχθηκαν και στη συνέχεια κρύωσαν σε θερμοκρασία δωματίου.

Η ενδοθερμική μέγιστη θερμοκρασία και η θερμότητα τήξης σημειώθηκαν στα Figures 1 και 2. Το Figure 3 δείχνει καθαρά ότι όσο υψηλότερη είναι η πυκνότητα, τόσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία αιχμής και τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμότητα τήξης. Συγκεκριμένα, η θερμότητα τήξης έδειξε μια καλή γραμμική σχέση. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η πυκνότητα ενός άγνωστου δοκιμίου πολυαιθυλενίου μπορεί να εκτιμηθεί από το ύψος της θερμότητας τήξης. Ωστόσο, οι πυκνότητες διαφέρουν ανάλογα με τη μέθοδο κατασκευής, οπότε τέτοιες έρευνες απαιτούν δοκίμια με γνωστή πυκνότητα. Στη βιβλιογραφία έχει αναφερθεί σημείο τήξης στους 142°C και θερμότητα τήξης 286.7 J/g για πλήρως κρυσταλλωμένο πολυαιθυλένιο. Ο λόγος της θερμότητας τήξης των δειγμάτων και της θερμότητας τήξης του πλήρως κρυσταλλωμένου πολυαιθυλενίου χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό του βαθμού κρυστάλλωσης. Αυτά τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

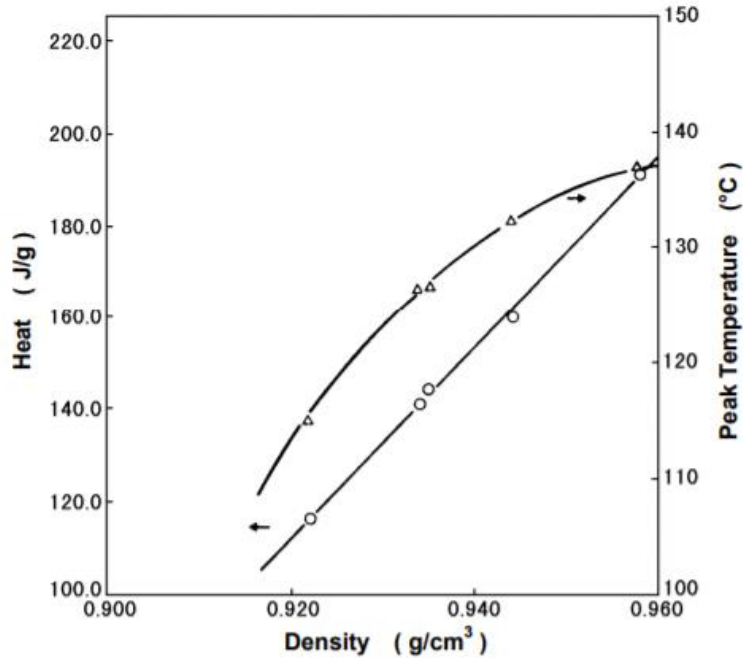


Figure 3 The Relation of Melting Heat and Peak Temperature with Density in Polyethylene

Table 1 Degree of Crystallization of Polyethylene

Density (g/cm ³)	Peak Temperature (°C)	Melting Heat (J/g)	Degree of Crystallization (%)
0.922	114.7	116.6	40.7
0.934	126.4	141.0	49.2
0.935	126.4	144.7	50.5
0.944	132.2	160.0	55.8
0.958	137.0	191.8	66.9

Πίνακας 2

Έκθεση στις καιρικές συνθήκες

Με την πάροδο του χρόνου, οι υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV) και το οξυγόνο μπορούν να προκαλέσουν υποβάθμιση στα πλαστικά, επηρεάζοντας αρνητικά τις φυσικές και μηχανικές τους ιδιότητες. Για να αποφευχθεί αυτό, διάφοροι τύποι σταθεροποιητών και πρόσθετων ενώνονται σε ένα πολυμερές για να το προστατεύσουν από αυτά τα φαινόμενα. Ο βασικότερος σταθεροποιητής υπεριώδους ακτινοβολίας που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία είναι ο μαύρος άνθρακας, το πιο αποτελεσματικό

πρόσθετο υλικό ικανό να αναστέλλει τις αντιδράσεις που προκαλούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία. Ο άνθρακας είναι εξαιρετικά σταθερός όταν εκτίθεται σε εξωτερικές συνθήκες για μεγάλο χρονικό διάστημα και είναι σχετικά φθηνός σε σύγκριση με άλλα συστήματα χρωστικών. Η έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία οδηγεί στο σχηματισμό ελεύθερων ριζών εντός της πολυμερικής μήτρας. Αυτές οι ελεύθερες ρίζες είναι στη συνέχεια διαθέσιμες για αντίδραση με άλλα μόρια εντός του πολυμερούς και το αποτέλεσμα μπορεί να είναι μια σημαντική μείωση των φυσικών ιδιοτήτων του υλικού. Με την ύπαρξή του, ο μαύρος άνθρακας που υπάρχει στο πολυμερές, δρα ως πρωταρχικός απορροφητής της υπεριώδους ακτινοβολίας, αποκλείοντας έτσι το σχηματισμό ελεύθερων ριζών. Με αυτόν τον τρόπο, αποτρέπεται η υποβάθμιση του υλικού και οι φυσικές ιδιότητες του πολυμερούς διατηρούνται ακόμη και μετά από ουσιαστικά μεγάλες περιόδους έκθεσης σε εξωτερικό περιβάλλον.

Πλαστικά καπάκια μπουκαλιών

Τα πλαστικά καπάκια μπουκαλιών βρίσκονται παντού γύρω μας. Ο Ελβετός σχεδιαστής Albert Obrist, το 1970, ήταν ο πρώτος που σχεδίασε πλαστικό πόμα για μπουκάλια ανθρακούχων αναψυκτικών (Carbonated Soft Drinks - CSD) και το κατασκεύασε από HDPE με την τεχνική της έγχυσης. Αρχικά προοριζόταν για χρήση σε επαναχρησιμοποιούμενα γυάλινα μπουκάλια, ιδέα του προσέελκυσε γρήγορα το ενδιαφέρον της βιομηχανίας μπουκαλιών PET που αναπτύχθηκε ταχέως στα τέλη της δεκαετίας του '70. Τα βασικά πλεονεκτήματα των καπακιών από HDPE έναντι του αντίστοιχου από αλουμίνιο, είναι πρώτον ότι προστατεύουν το στόμιο της φιάλης από τη φθορά που προκαλείται μέσω της τριβής των βολτών του αλουμινίου στο γυαλί του λαιμού και δεύτερον ότι οι βόλτες των καπακιών από HDPE έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια στη γεωμετρία τους. Οι καινοτομίες του Obrist ενσωματώθηκαν στη συνέχεια στην παραγωγική διαδικασία της Crown Cork και της Seal Company στα μέσα της δεκαετίας του 1980.

Την ίδια περίοδο, η Alcoa CSI εξαγόρασε την H-C Industries και κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας τη διαδικασία χύτευσης με συμπίεση για πλαστικά καπάκια

CSD. Σε σύγκριση με τη χύτευση σε καλούπι, η χύτευση με συμπίεση εκείνη την εποχή έφτανε την υπερδιπλάσια παραγωγή.

Από τότε, οι μεταβαλλόμενες ανάγκες των καταναλωτών, καθώς και οι νέες τάσεις στα αναψυκτικά, οι κανονισμοί και οι τεχνολογικές εξελίξεις, έχουν οδηγήσει σε νέες καινοτομίες και βελτιώσεις στο σχεδιασμό των συσκευασιών και των καπακιών τους. Αυτό που δεν έχει αλλάξει, ωστόσο, είναι η ανάγκη για σφιχτά πώματα, που προστατεύουν το περιεχόμενο μιας φιάλης, είναι εύκολο να ανοίξουν και να σφραγιστούν εκ νέου και φυσικά να είναι οικονομικά συμφέρουσα η παραγωγή τους.



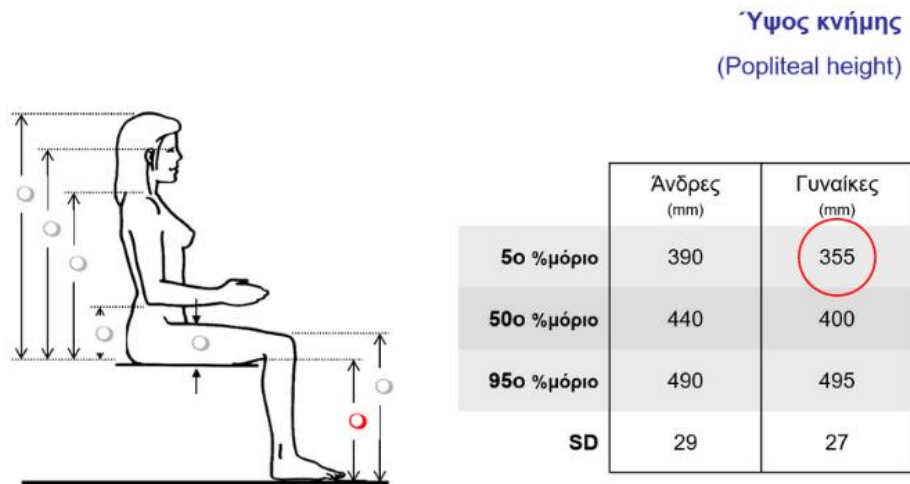
Εικόνα 17. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά σχέδια καπακιών. Κάποια από αυτά είναι αποσπώμενα, άλλα μένουν πάνω στο μπουκάλι.

21. Εργονομία

Το κάθισμα θα πρέπει να σχεδιαστεί με βάση τα εργονομικά δεδομένα που προκύπτουν, ύστερα από την περιγραφή του προφίλ των χρηστών, του πλαισίου της χρήσης καθώς και τη φύση αυτής. Πιο συγκεκριμένα, για το κάθισμα που αφορά την τοποθέτηση στους κοινόχρηστους χώρους μιας πόλης, τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού-στόχου δεν έχουν κάποια συγκεκριμένη ομογενοποίηση. Η ανομοιογένεια που συναντάται στην ευρεία μάζα του πληθυσμού μιας πόλης δημιουργεί μοιραία και μια ποικιλομορφία χρηστών. Διαφορετικά φύλα, ηλικίες, ύψη, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά. Για την καλύτερη ικανοποίηση αυτού του εύρους χρηστών, από τη στιγμή που υπάρχει η ίδια απαίτηση πρόσβαση και στα δύο φύλα, επιλέγεται ως εύρος σχεδιασμού το 5^ο εκατοστημόριο των γυναικών ή 95^ο εκατοστημόριο των ανδρών. Στην περίπτωση το παγκακίου για τους δημόσιους χώρους μια πόλης η μέτρηση που

μας ενδιαφέρει είναι το ύψος του καθίσματος. Συγκεκριμένα, το ύψος της κνήμης για το 5^ο εκατοστημόριο γυναικών είναι 355 mm. Επομένως, για να μην αποκλείουμε κανένα χρήστη, το ύψος του καθίσματος του παγκακιού καθορίζεται στα 355 mm.

Διαστάσεις σώματος (καθιστή θέση)



Πανεπιστήμιο Αιγαίου – Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων – Β. Παπακωστόπουλος και Σ. Φωτιάδης
πηγή: Pheasant, S. (1990). *Anthropometrics: an introduction*, British Standards Institute.

Εικόνα 18.

Όπως φαίνεται και στη σελίδα 95, ο σχεδιασμός μας δίνει την ευελιξία στη σύνθεση, με τη χρήση από παιδιά να είναι εφικτή.

Η κλίση της πλάτης τοποθετείται στις 105° ώστε να δημιουργεί την άνετη θέση του καθίσματος, εφ' όσον το παγκάκι χρησιμοποιείται για ξεκούραση και χαλάρωση, όπως περιγράφηκε και στο πλαίσιο της χρήσης. Ωστόσο η θέση του καθίσματος δεν έχει αρνητική κλίση. Ο λόγος αποφυγής της αρνητικής κλίσης είναι η απλούστευση του σχεδίου. Όπως εξηγείται και στη συνέχεια, στην ανάλυση του τελικού προϊόντος, σκοπός είναι η όσο το δυνατόν απλούστευση του σχεδίου με τη χρήση του μικρότερου εφικτού αριθμού διαφορετικών στοιχείων. Συγκεκριμένα αν στο τελικό προϊόν προστίθεντο και κλίση καθίσματος, οι πέντε βασικοί κωδικοί κουτιών του τελικού σχεδίου θα έπρεπε να γίνουν δέκα. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα η εκτύπωση και η συναρμολόγηση να γίνεται αρκετά περίπλοκη.

Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση, η κλίση των 105° της πλάτης και η μηδενική κλίση της επιφάνειας του καθίσματος πιθανώς να προκαλούσαν ολίσθηση του χρήστη πάνω στο κάθισμα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, υπάρχει αντίσταση στην ολίσθηση, λόγω της τραχείας επιφάνειας του καθίσματος, που δημιουργείται έτσι όπως τοποθετείται το υλικό του 3D printer κατά την εκτύπωση των layers του σχεδίου.

22. Σχεδιαστικές Προδιαγραφές

Έχοντας πλέον ορίσει τον προβληματικό χώρο, τον χρήστη και το προϊόν, προχωράμε στην σύνθεση των σχεδιαστικών προδιαγραφών που θα μας διευκολύνουν στη διαδικασία του ιδεασμού. Οι σχεδιαστικές προδιαγραφές είναι ουσιαστικά η κωδικοποιημένη και δομημένη περιγραφή των αναγκών για την προσέγγιση και εν τέλει την ικανοποίηση του σχεδιαστικού μας προβλήματος.

1. Να είναι ασφαλής κατασκευή

Να έχει ασφάλεια ως προς τη δομή και τη σταθερότητα.

2. Να είναι άνετη κατασκευή

Να παρέχει ξεκούραση στο χρήστη ως σημείο ανάπαυσης.

3. Να μπορεί να τοποθετηθεί σε κοινόχρηστους χώρους (πάρκα, πλατείες, πεζοδρόμια κ.α.) μια πόλης.

4. Να ενθαρρύνει τη συμμετοχική διαδικασία της κατασκευής – από τους πολίτες για την πόλη.

Επανασύσταση της σχέσης πόλης-πολίτη.

5. Να ενθαρρύνει την επικοινωνία μεταξύ των πολιτών – σημείο συνάντησης.

6. Ως υλικό να χρησιμοποιηθούν ανακυκλωμένα καπάκια πλαστικών μπουκαλιών.

7. Να έχει σύγχρονη και μοντέρνα αισθητική.

8. Μέθοδος παραγωγής θα είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing).

9. Να μπορεί να κατασκευαστεί από εκτυπωτή με μέγιστες διαστάσεις: 20cm x 20cm x 25cm.

10. Να είναι ανθεκτικό.

Αντοχή στη διάβρωση, τις καιρικές συνθήκες, την κόπωση και τον βανδαλισμό.

11. Να μην μπορεί να μετακινηθεί από οποιονδήποτε.

Η κατασκευή να προστατεύεται από απόπειρες κλοπής.

12. Να εξυπηρετεί το 95% του πληθυσμού.

13. Να έχει σημείο/δέσιμο για κατοικίδια.

14. Να έχει θέση για ποδήλατο.

15. Ύψος καθίσματος: 355 mm.

23. Διαδικασία Κατασκευής

Δεν είναι ευρέως γνωστό στο κοινό το γεγονός ότι για τους διαφορετικούς τύπους πλαστικών μπορεί να διαφέρει πολύ και η διαδικασία που απαιτείται για την ανακύκλωσή τους. Ένα κοινό παράδειγμα είναι τα πλαστικά μπουκάλια. Το υλικό με το οποίο τα μπουκάλια είναι κατασκευασμένα είναι το PET ενώ τα καπάκια είναι κατασκευασμένα από HDPE (συχνό στη χρήση είναι ακόμη και το πολυπροπυλένιο - PP). Κατά την ανακύκλωση τα μπουκάλια και τα καπάκια πρέπει να διαχωρίζονται καθώς η διαδικασία ανακύκλωσής τους είναι διαφορετική. Σε μεγάλη κλίμακα αυτός ο διαχωρισμός συνεπάγεται υψηλό κόστος εργασίας και πιθανή σπατάλη κάποιου υλικού, ανάλογα με τη μέθοδο διαλογής που ακολουθείται. Φυσικά αφήνοντας τα καπάκια πάνω στα μπουκάλια είναι καλύτερη επιλογή από το να πετάγονται στον κάδο των κοινών απορριμμάτων και να καταλήγουν σε κάποιο χώρο υγειονομικής ταφής. Η ιδανική διαδικασία θα ήταν να συνεχίσει να γίνεται η ανακύκλωση του διαφανούς τμήματος των φιαλών (το PET), ενώ τα πλαστικά καπάκια να τα χρησιμοποιούμε για τη δημιουργία νέων προϊόντων σε μια ακολουθία της λογική του upcycling που περιγράψαμε προηγουμένως.

Μια τέτοια εφαρμογή upcycling είναι η δημιουργία filament (πρώτη ύλη) 3D εκτυπωτή από τα καπάκια των πλαστικών μπουκαλιών. Η πρώτη πηγή άφθονου και φθηνού πλαστικού είναι το ίδιο το μπουκάλι, το οποίο είναι κατασκευασμένο από PET (κωδικός ανακύκλωσης 1, εικ.5). Ωστόσο, για να τροφοδοτήσουμε έναν εκτυπωτή 3D, πρέπει πρώτα να φτιάξουμε πλαστικό νήμα σταθερής διαμέτρου. Για να επιτευχθεί αυτό, το PET πρέπει να θερμανθεί σε θερμοκρασία που το καθιστά μαλακό (όχι υγρό) έτσι ώστε να μπορεί να εξωθηθεί εφαρμόζοντας πίεση μέσω μιας οπής με μέγεθος που θα καθορίσει τη διάμετρο του νήματος. Το πρόβλημα που βρίσκει κανείς είναι ότι στη διαδικασία εφαρμογής θερμότητας στο PET, το υλικό κρυσταλλώνεται και γίνεται εύθραυστο. Για να αποφευχθεί αυτή η κρυστάλλωση θα πρέπει να είμαστε πολύ ακριβείς στον έλεγχο της θερμοκρασίας και των ρυθμών θέρμανσης / ψύξης ολόκληρης της διαδικασίας, προκειμένου να διατηρηθεί το

PET σε άμορφη μορφή. Οι τεχνικές προκλήσεις που είναι εγγενείς σε αυτήν τη διαδικασία καθιστούν το PET λιγότερο κατάλληλο για ένα έργο DIY, όπως το concept της παρούσας μελέτης.



Εικόνα 19. Οι κωδικοί ανακύκλωσης του κάθε είδους πλαστικού.

Ενώ το πολυπροπυλένιο (κωδικός ανακύκλωσης 5, *εικ.5*) είναι ένα πολύ δημοφιλές υλικό για την κατασκευή καπακιών μπουκαλιών σε πολλές χώρες, στην Ελλάδα, οι περισσότερες εταιρείες προτιμούν το HDPE (κωδικός ανακύκλωσης 2, *εικ.5*) ως υλικό για πλαστικά καπάκια.

Στη συνέχεια περιγράφονται όλα τα στάδια της διαδικασίας κατασκευής.

Στάδιο 1

Αρχικά θα πρέπει να εξασφαλίσουμε αρκετή πρώτη ύλη για τη δημιουργία του filament. Σε αυτό το στάδιο, τα καπάκια συλλέγονται από τους πολίτες σε ειδικούς αποθετήρες, ή μέσα σε «κούφια» μακέτα του τελικού σχεδίου του καθίσματος κατασκευασμένη από plexi glass ή διαφανές πολυκαρβονικό. Η διαδικασία αυτή ενθαρρύνει τη συμμετοχή των πολιτών στην διαμόρφωση φιλόξενων υποδομών, τους εισάγει σε μια λογική ανακύκλωσης, zero waste και αειφόρου ανάπτυξης ενώ τέλος δημιουργεί μια κουλτούρα ενεργειών από τους πολίτες για τους πολίτες. Η διαπερατότητα του υλικού της μακέτας βοηθά στην άμεση οπτική επαφή με τον όγκο των καπακιών που συγκεντρώνονται και την πορεία εξέλιξης της ανακύκλωσης.

Στάδιο 2

Όταν τα καπάκια φτάσουν το όριο-στόχο και γεμίσουν το δοχείο, τότε ακολουθεί η διαδικασία της διαλογής τους ανάλογα με το χρώμα και το υλικό τους.



Εικόνα 20.

Στάδιο 3

Στη συνέχεια τα καπάκια συνθλίβονται και γίνονται ρινίσματα με τη βοήθεια ειδικού εργαλείου.

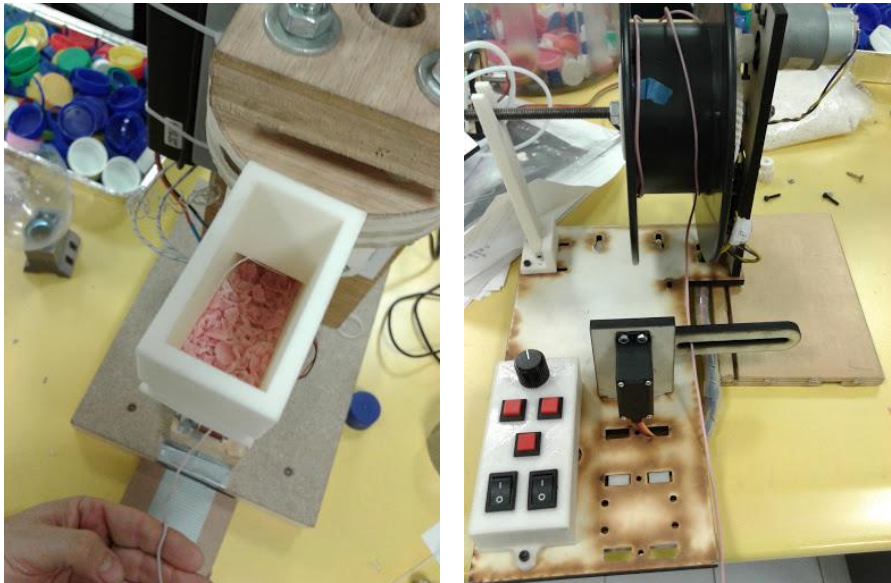


Εικόνα 21.

Το υλικό που προκύπτει πρέπει να στεγνώσει καλά πριν εισέλθει στον εξωθητή νήματος.

Στάδιο 4

Σε αυτό το στάδιο τα ρινίσματα περνούν από ένα ειδικό μηχάνημα και γίνονται filament που θα χρησιμοποιηθεί στον 3D εκτυπωτή. Η θερμοκρασία του εξωθητή νήματος ρυθμίζεται περίπου στους 132°C, έτσι όπως μας περιγράφεται στο πείραμα του Scifablab.



Εικόνα 22.

Το νήμα βγαίνει από τον εξωθητή πολύ ζεστό και είναι ακανόνιστο στην αρχή. Εδώ θα πρέπει να βεβαιωθούμε ότι το βάρος του νήματος που κρέμεται, καθώς και η θερμοκρασία εξώθησης, ο ρυθμός τροφοδοσίας, η πίεση κ.λπ., παραμένουν σταθερές, έτσι ώστε η διάμετρος του νήματος να φτάσει σε κάποια ομοιομορφία.

Στάδιο 5

Ο 3D εκτυπωτής, δημιουργεί το τρισδιάστατο μοντέλο που του έχουμε δώσει.



Εικόνα 23.

24. Σχεδιαστικός Προβληματισμός

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να σταθούμε στην σχεδιαστική προδιαγραφή που αφορά την κατασκευή του προϊόντος από εκτυπωτή με μέγιστες διαστάσεις εκτύπωσης 20cm x 20cm x 25cm. Σε αυτή την προδιαγραφή συνοψίζεται και η σχεδιαστική πρόθεση του concept.

Η χρήση των 3D εκτυπωτών στην κατασκευή μεγάλης κλίμακας έργων είναι πλέον δεδομένη. Οι σχεδιαστές, είτε γιατί γοητεύονται από την κατασκευαστική πρόκληση, είτε γιατί οι ουσιαστικές ανάγκες του έργου το απαιτούν (οικονομία υλικού, απομακρυσμένη παραγωγή, λεπτομερειακός σχεδιασμός, διεργασίες φιλικές προς το περιβάλλον) έχουν εισάγει το 3D printing σε πολλά νέα πεδία και βιομηχανίες. Οι μεγάλη πρόκληση αφορά κυρίως την μεγάλη κλίμακα της εκτύπωσης, την πρώτη ύλη καθώς και το πεδίο της εφαρμογής. Έχουμε δει για παράδειγμα εκτυπωτές να τυπώνουν ολόκληρα σπίτια, μέρη αεροσκαφών, αυτοκίνητα κλπ. Αυτή η τάση έχει φέρει φυσιολογικά και μια ανάλογη ανάπτυξη στα λογισμικά και στις δυνατότητες των νέων

εκτυπωτών. Υπάρχουν εκτυπωτές που μοιάζουν με ολόκληρα δωμάτια και μπορούν να εκτυπώσουν προϊόντα μεγάλων διαστάσεων . Ωστόσο η πρόσβαση σε τέτοιους εκτυπωτές είναι πολύ δύσκολη λόγω της σπανιότητάς τους αλλά και λόγω του υψηλού κόστους απόκτησης ή ενοικίασής τους.

Θα ήταν απλό λοιπόν να σχεδιάσουμε ένα προϊόν που θα έπρεπε να εκτυπωθεί σε έναν τέτοιο εκτυπωτή. Πόσο όμως εφικτό και ρεαλιστικό θα ήταν ένα τέτοιο έργο; Φανταστείτε τις διαστάσεις του εκτυπωτή που θα θέλαμε για να τυπώσουμε ένα παγκάκι 3 θέσεων. Σε αυτή την πρόκληση απαντά η συγκεκριμένη σχεδιαστική προδιαγραφή.

Ένας οικιακός εκτυπωτής με μέγιστες διαστάσεις εκτύπωσης 20cm x 20cm x 25cm είναι πολύ πιο εφικτό οικονομικά βιώσιμο να βρεθεί σε ένα σχολείο, στο εργαστήριο ενός Πανεπιστημίου, σε ένα κέντρο εκμάθησης STEM, στη δομή ενός Δήμου, σε μια βιβλιοθήκη, επιχείρηση κλπ. Οι συγκεκριμένες διαστάσεις εξάλλου έχουν επιλεγεί ύστερα από έρευνα των δημοφιλέστερων μοντέλων που κυκλοφορούν στην αγορά.



Εικόνα 24.

Πρόκειται για μια πρόταση σχεδίου -παγκάκι για τους κοινόχρηστους χώρους μιας πόλης- το οποίο όμως αντί να έχει κατασκευαστεί σε μια ενιαία φόρμα, με τη χρήση

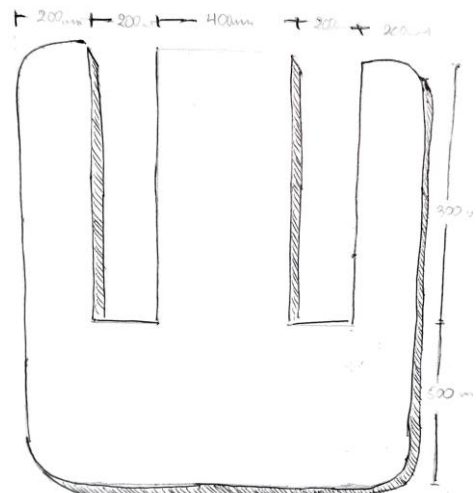
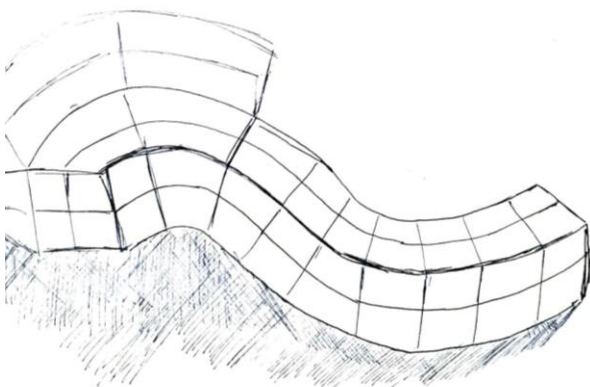
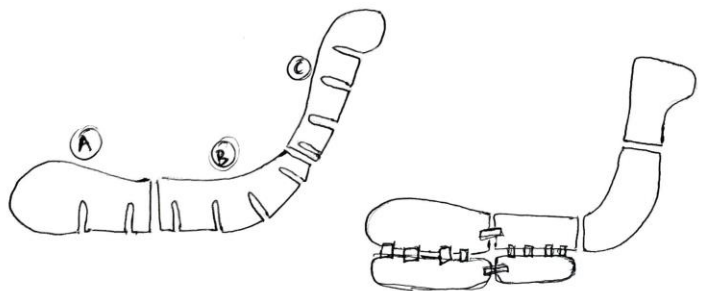
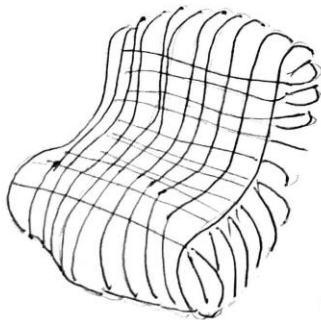
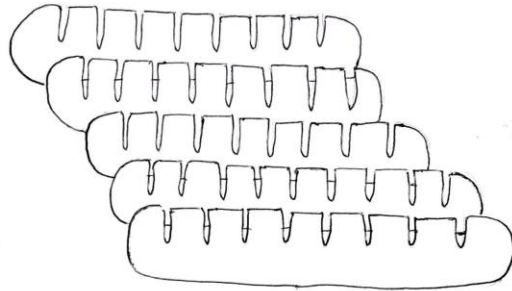
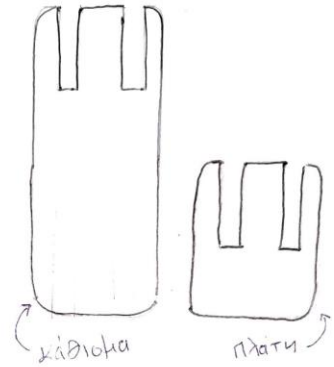
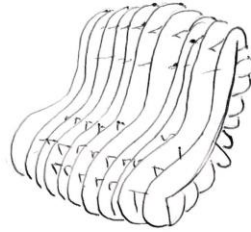
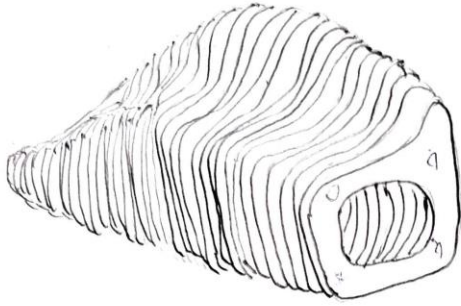
ενός γιγάντιου εκτυπωτή, να αποτελείται από επιμέρους κομμάτια. Η απάντηση της μιας πρόκλησης όμως δημιούργησε μια σειρά από άλλες προκλήσεις με σημαντικότερες τις εξής δύο:

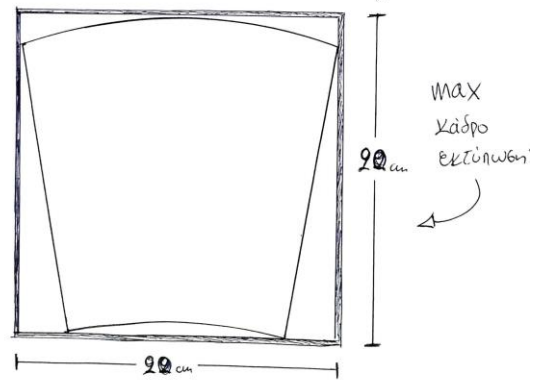
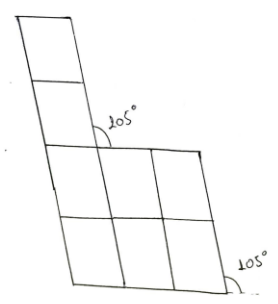
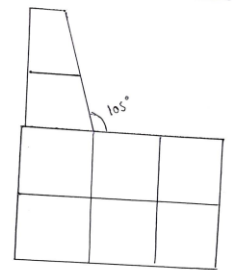
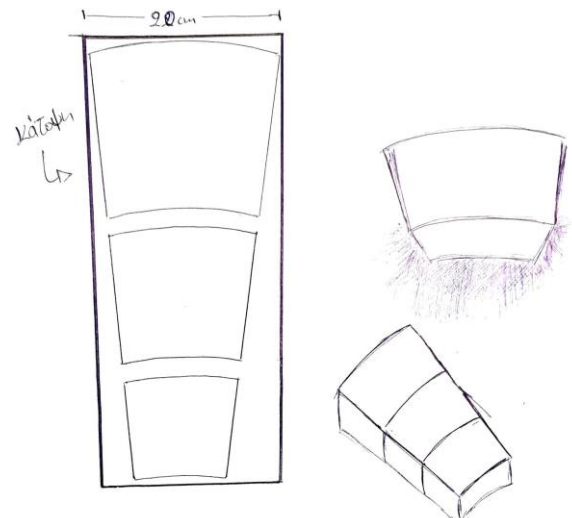
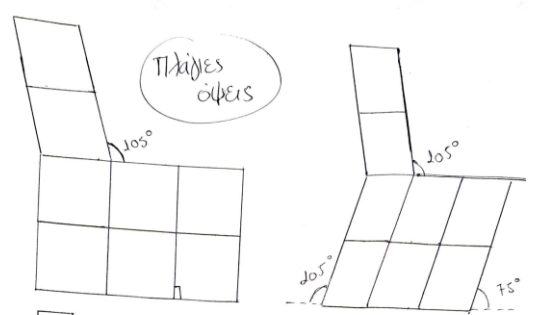
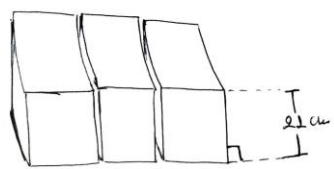
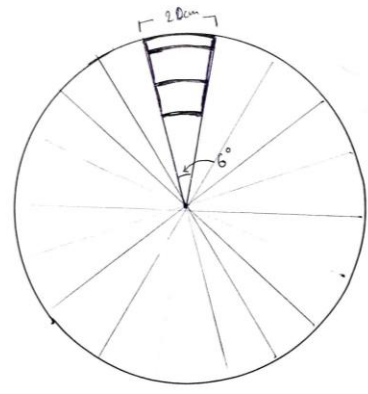
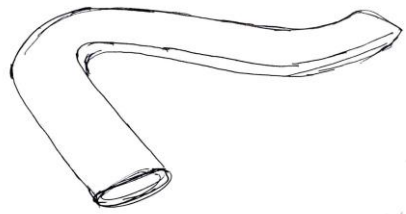
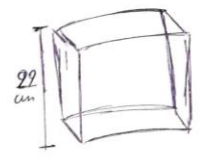
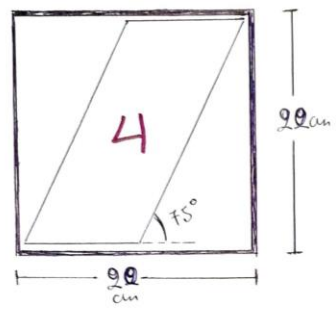
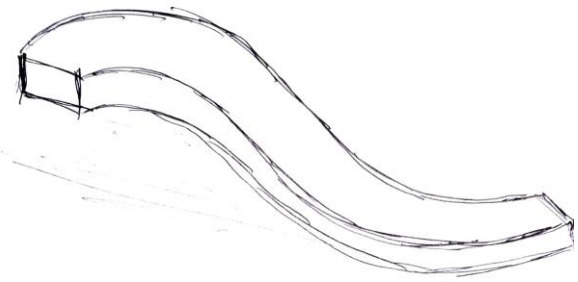
- Με ποιόν τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί ένα παγκάκι αποτελούμενο από τόσο μικρά μέρη;
- Πώς θα συνδέονται αυτά τα μέρη μεταξύ τους;

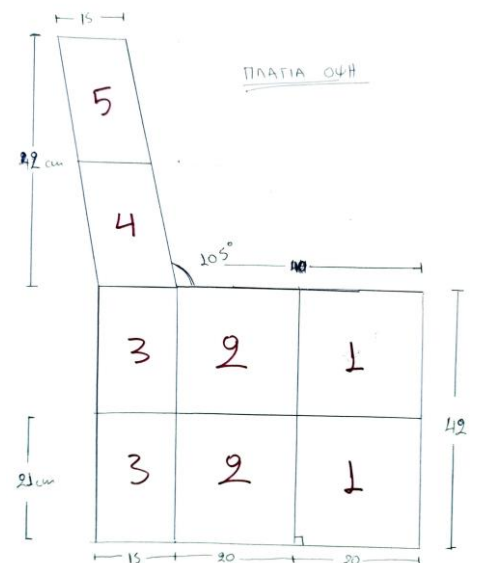
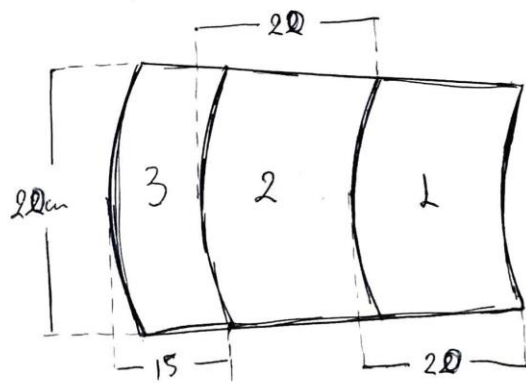
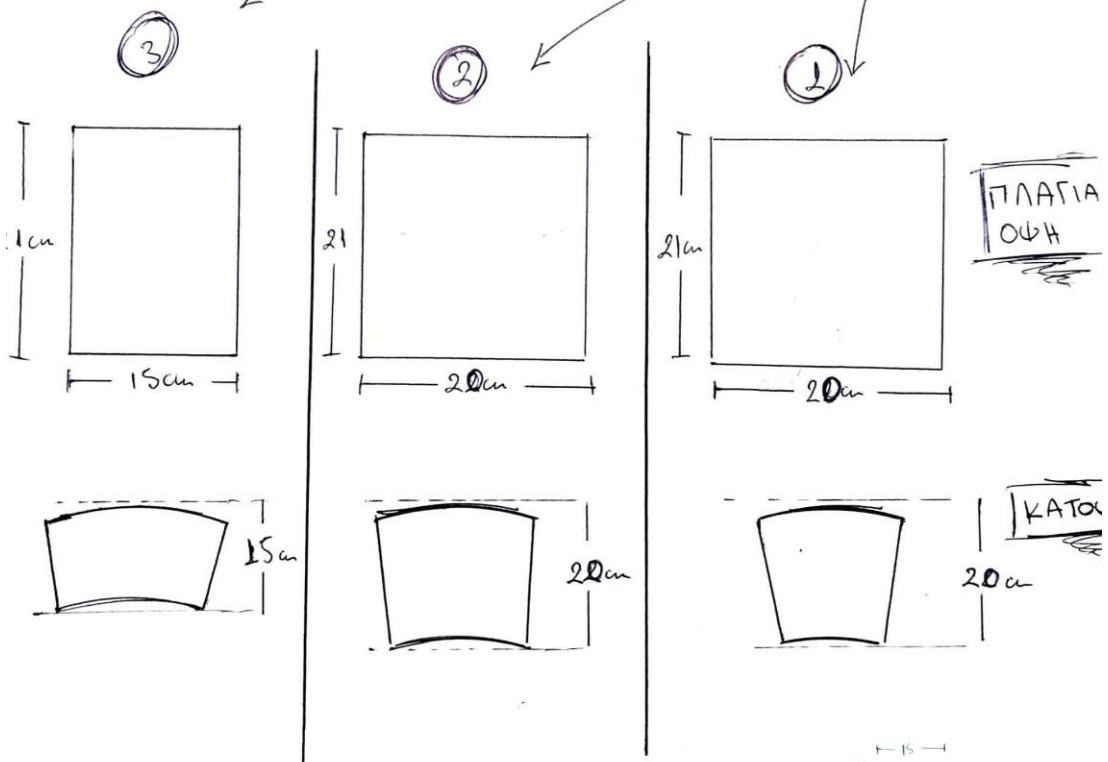
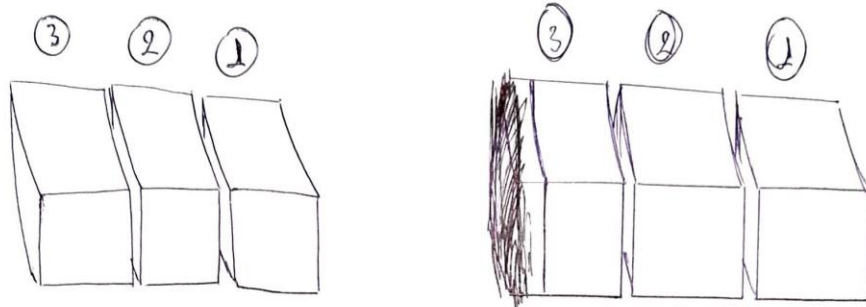
Οι παραπάνω προβληματισμοί εκφράστηκαν με σκέψεις και αρκετά σχέδια στο χαρτί. Ωστόσο σε κάθε σχέδιο η προδιαγραφή του κάδρου της εκτύπωσης έμοιαζε πολύ περιοριστική γι' αυτό και η πλήρης ανάπτυξη εκτεταμένων εναλλακτικών concepts ήταν αδύνατη. Σ' αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί πως ακόμη και μετά την επιλογή του τελικού σχεδίου, δυσκολίες στην κατασκευή, τις εργομετρικές διαστάσεις και τον γραμμικό σχεδιασμό έφεραν εκ νέου αλλαγές, αναθεωρήσεις και προσαρμογές στο concept.

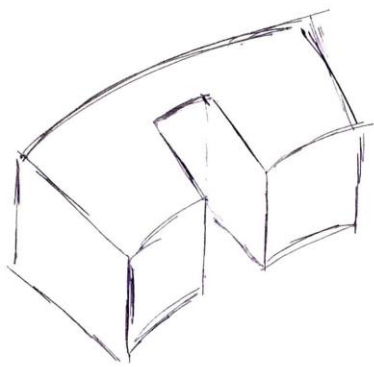
Στη συνέχεια παρουσιάζονται αυτές οι σκέψεις και οι ιδέες των επιμέρους λύσεων.

25. Ιδεασμός

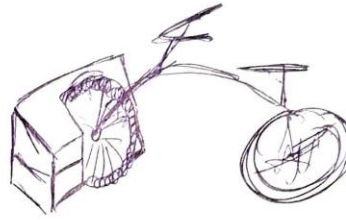




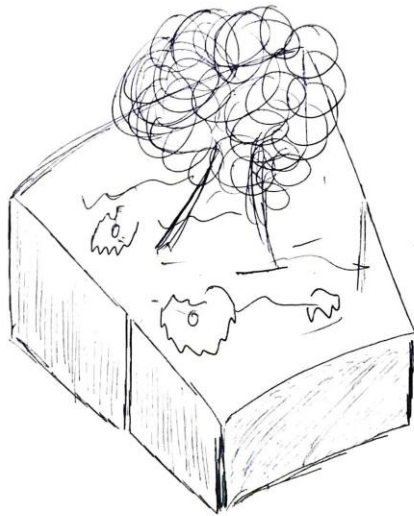
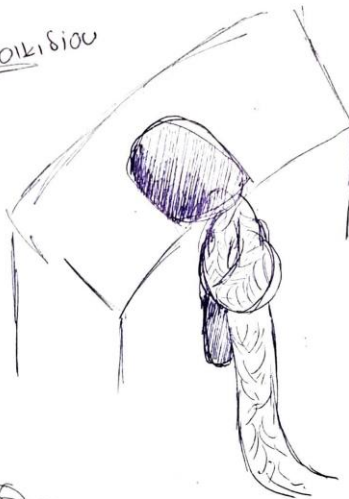
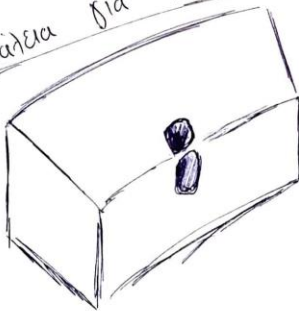




δέση ποδηλάτου

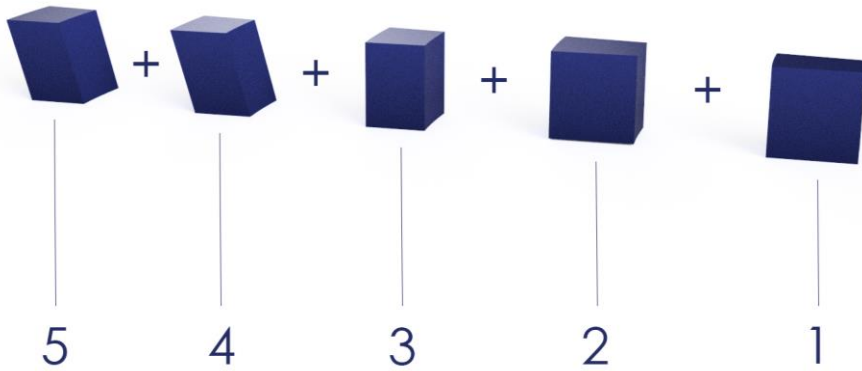


Ασπίδα για λαμπάκι κατοικίδιου



Σαρντινιέρα

ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ



=

Πέντε βασικοί κωδικοί από τουβλάκια και ορισμένες παραλλαγές τους, μπορούν να σχηματίσουν άπειρους συνδυασμούς και συνθέσεις. Αναλόγως με την έκταση της επιφάνειας που επιθυμούμε να καλύψουμε καθώς και το υλικό της εκτύπωσης που έχουμε στη διάθεσή μας, μπορούμε να αναπαράγουμε συνεχώς νέους συνδυασμούς.

Τα βασικά τουβλάκια έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε πιθανή διάταξη και σύνθεσή τους να δημιουργεί καμπύλες γεωμετρίας. Με αυτή τη γεωμετρία, οι χρήστες κάθονται 'κατά πρόσωπο', ο ένας απέναντι στον άλλον, δημιουργώντας έτσι μικρές παρέες. Αφήνουμε πίσω μας τα ξεπερασμένα σχέδια των παγκακιών, που θέλει τους χρήστες να κάθονται ο ένας δίπλα στον άλλον με προσανατολισμό όλων προς την ίδια κατεύθυνση.

Αυτοί οι αφηρημένοι κύκλοι...επαφών έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να ενθαρρύνουν την επικοινωνία και την κοινωνικοποίηση.



26. Η Σύνθεση

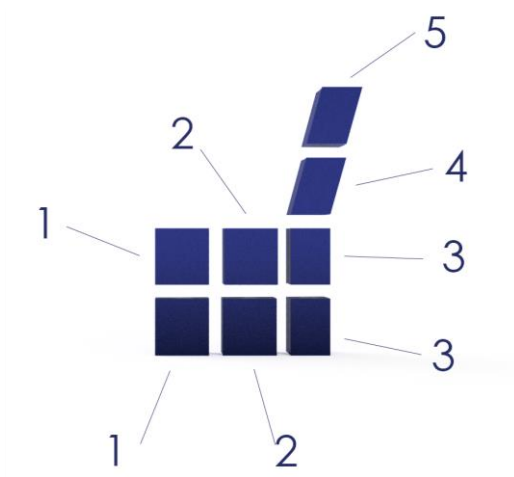
Τα βασικά μέρη είναι οι πέντε κωδικοί από τουβλάκια εκ των οποίων, τρία τουβλάκια αποτελούν το κάθισμα (κωδ. 1,2,3) και δύο την πλάτη (κωδ. 3,4). Κάθε τουβλάκι έχει διατομή παρόμοια του τραπεζίου, με την άνω και κάτω έδρα του να είναι τα τόξα ομόκεντρων κύκλων με σταθερή γωνία στις 6° μοίρες.

Ένα στοιχείο που δίνει ακόμη μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο σχέδιο είναι η ακριβής γεωμετρία που δημιουργεί. Για παράδειγμα, η τοποθέτηση με την ίδια φορά κυρτότητας από 60 τουβλάκια δημιουργούν έναν τέλειο κύκλο!

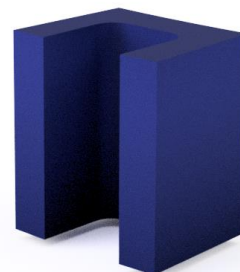
Συγκεκριμένα, για την αυστηρή αυτή γεωμετρία χρειάστηκε η σχεδίαση 8 ομόκεντρων κύκλων και η χάραξη δυο ακτινών με γωνία 6° μοιρών. Το τόξο της άνω πλευράς ενός κουτιού είναι ίδιο με το τόξο της κάτω πλευράς του επόμενου, δημιουργώντας έτσι μια συνέχεια μεταξύ τους. Ο περιορισμός ωστόσο των δυνατοτήτων του εκτυπωτή (20cm x 20cm x 25cm) δημιούργησε μια επιπλέον πρόκληση στη σχεδίαση, καθώς το μέγιστο 'κάδρο' της εκτύπωσης σε κάτοψη είναι το 20cm x 20cm. Επομένως για το τουβλάκι με το μεγαλύτερο τόξο (no 5) θα έπρεπε η προβολή της απόσταση του άνω τόξου (μεγάλο) με τη χορδή του κάτω τόξου (μικρό) να είναι σε απόσταση έως 20cm. Η ίδια λογική ακολουθήθηκε και στο σχεδιασμό και των υπόλοιπων κωδικών.

Η ιδιαιτερότητα στα τουβλάκια 4 και 5 είναι η κλίση των 105° που έχουν για να σχηματίζουν την άνετη στάση του καθίσματος. Οι προβολές των εξωτερικών τόξων των πλευρών του στο ίδιο επίπεδο είναι ο οδηγός που καθορίζει των απόσταση και κατ' επέκταση τη διατομή τους (εικόνα 35, Σελίδα 95).

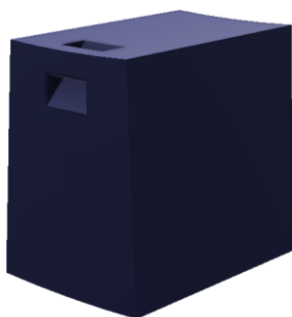
Συμπληρωματικά των βασικών κωδικών έχουν σχεδιαστεί και κάποιες επιμέρους παραλλαγές τους. Για παράδειγμα μια θέση στάθμευσης για ποδήλατο



(παραλλαγή του κωδ. 3) ή σημείο για να δένεις του λουράκι ενός κατοικίδιου (παραλλαγή του κωδ. 1).



Παραλλαγή του κωδ. 3



Παραλλαγή του κωδ. 1



27. Συναρμολόγηση

Το πολυαιθυλένιο είναι ένα ιδιαίτερο υλικό το οποίο δεν κολλάει με ευκολία. Για παράδειγμα η χρήση απλής εποξικής κόλλας, παρ' ότι για τα υπόλοιπα πλαστικά είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος συγκόλλησης, στην περίπτωση του πολυαιθυλενίου θα αστοχούσε. Αυτός είναι και ο λόγος που σε αρκετές περιπτώσεις γίνεται χρήση βιδών, καρφιών ή μεταλλικών συνδετήρων (π.χ πριτσίνια) για την στερέωση του πολυαιθυλενίου. Παλιότερα, το HDPE μπορούσε να συγκολληθεί μόνο με τήξη της επιφάνειάς του. Ωστόσο, πρόσφατες καινοτομίες δημιούργησαν εποξειδικές κόλλες που επιτρέπουν την προσαρμογή του HDPE σε άλλα πολυμερή όπως το PVC, το

fiberglass και ο χάλυβας. Στην αγορά υπάρχουν διαφορετικές μάρκες κόλλας HDPE, όπως το Pro-poly, η 3M Adhesives, η Reltek LLC και το TAP Poly-Weld. Ωστόσο, αυτό που έχουν κοινό είναι η ανάγκη προετοιμασίας της επιφάνειας του HDPE για να δεχθεί την κόλλα. Αυτή η προετοιμασία αφορά κυρίως την καθαριότητα της επιφάνειας και το ξύσιμό της έτσι ώστε να γίνει τραχεία η επιφάνεια συγκόλλησης. Στην περίπτωση της εκτύπωσης με 3D εκτυπωτή, αυτή η προεργασία δεν χρειάζεται, καθώς η επιφάνεια είναι ήδη τραχεία έτσι όπως εκτυπώνεται με τα layers του εκτυπωτή.

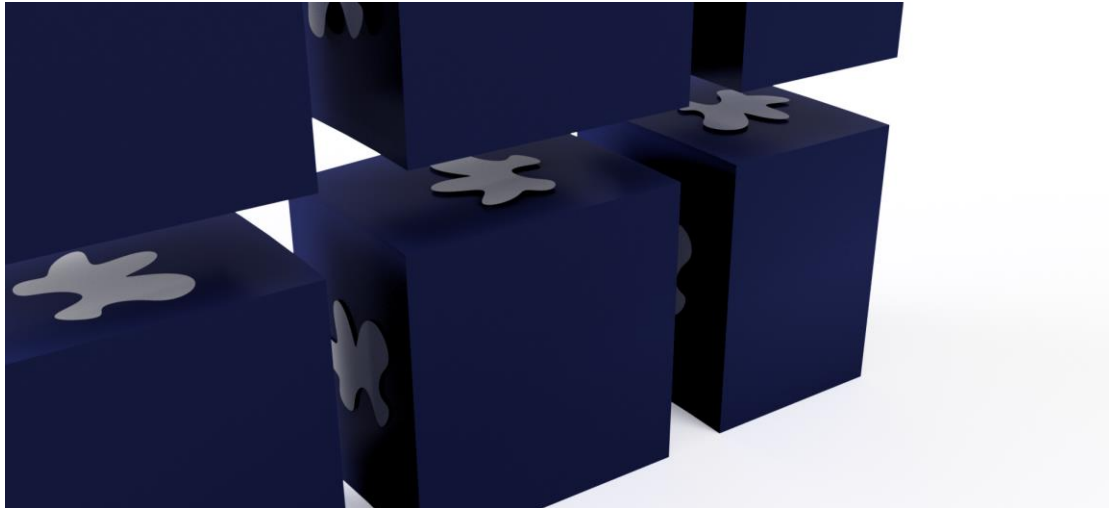
Μερικά παραδείγματα ενδεδειγμένων υλικών κόλλας είναι τα παρακάτω:

Όνομασία Κόλλας	Κατασκευαστής
DP 8005	3M Adhesives
DP 8010	3M Adhesives
B45TH	Reltek LLC

Πίνακας 3.

Γενικά, το HDPE είναι δύσκολο να κολληθεί με άλλα υλικά ή μεταξύ του, λόγω της χαμηλής επιφανειακής ενέργειας που έχει. Ωστόσο έχουν επιτευχθεί τιμές αντοχής διατμητικής τάσης μεγαλύτερες από 1.000 psi.

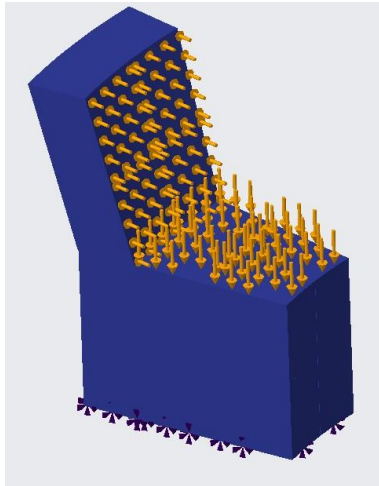




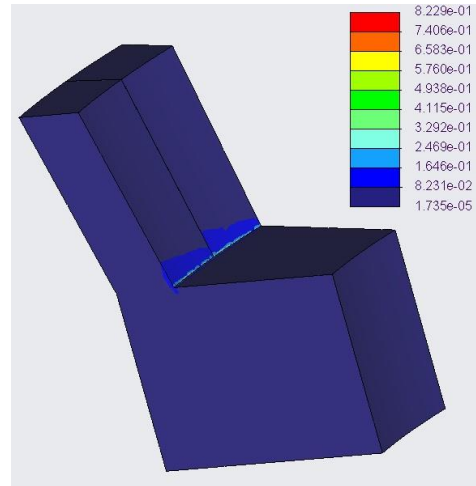
28. Μηχανική ανάλυση βασικής δομής

Ακολουθεί η μηχανική ανάλυση μιας βασικής δομής με σκοπό να βρεθεί η μηχανική συμπεριφορά των βασικών στοιχείων κάτω από τα αναμενόμενα φορτία. Το μοντέλο της βασικής δομής στο Creo Simulate φαίνεται στην Εικόνα 25. Ως υλικό θεωρήθηκε PE υψηλής πυκνότητας που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία έχει μέτρο ελαστικότητας περίπου 1 GPa, όριο διαρροής περίπου 20 MPa και πυκνότητα 950 kg/m³. Η δομή πακτώθηκε στις κάτω επιφάνειες και εφαρμόστηκε δύναμη 120 kg (1200 N) στο κάθισμα και 60 kg (600 N) στην πλάτη. Θεωρήθηκε επίσης το ίδιο βάρος (βαρύτητα).

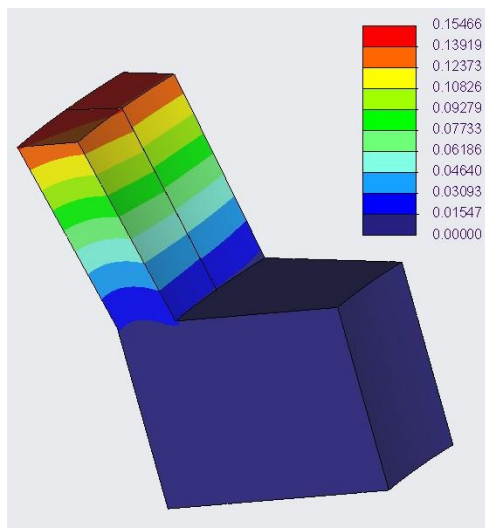
Η κατανομή των τάσεων και μετατοπίσεων παρουσιάζεται στις εικόνες 26 και 27. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τάση είναι στη σύνδεση της πλάτης με το κάθισμα και δεν ξεπερνάει το 1 MPa. Η μέγιστη μετατόπιση είναι στο πάνω μέρος της πλάτης και είναι περίπου 0,2 mm. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι οποιαδήποτε δομή ίδιου τύπου έχει ικανοποιητική αντοχή και μικρή παραμόρφωση.



Εικόνα 25. Μοντέλο στο Creo Simulate

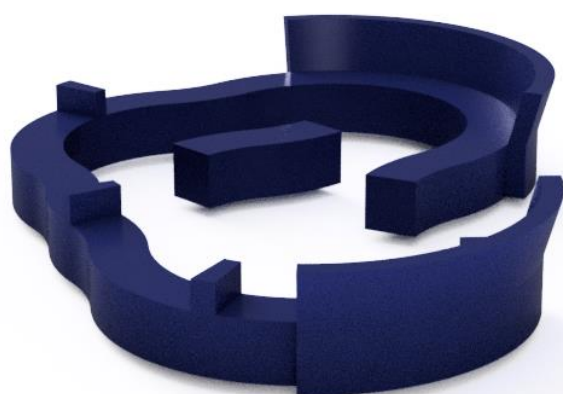


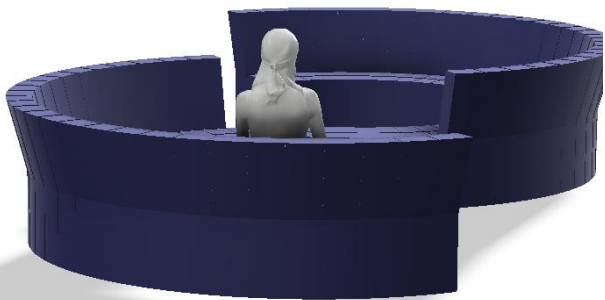
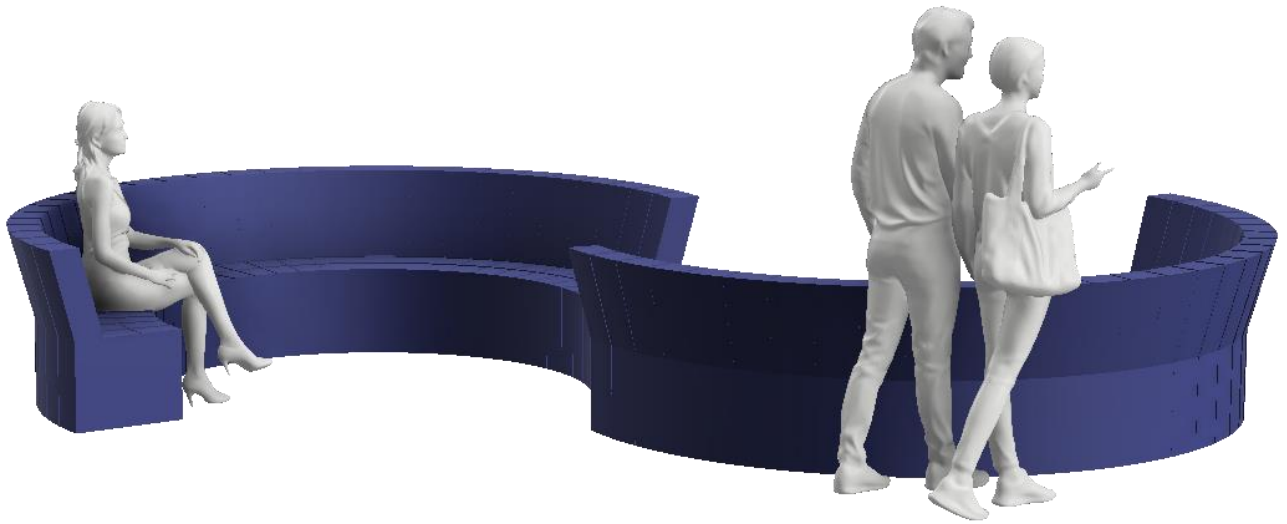
Εικόνα 26. Κατανομή τάσεων

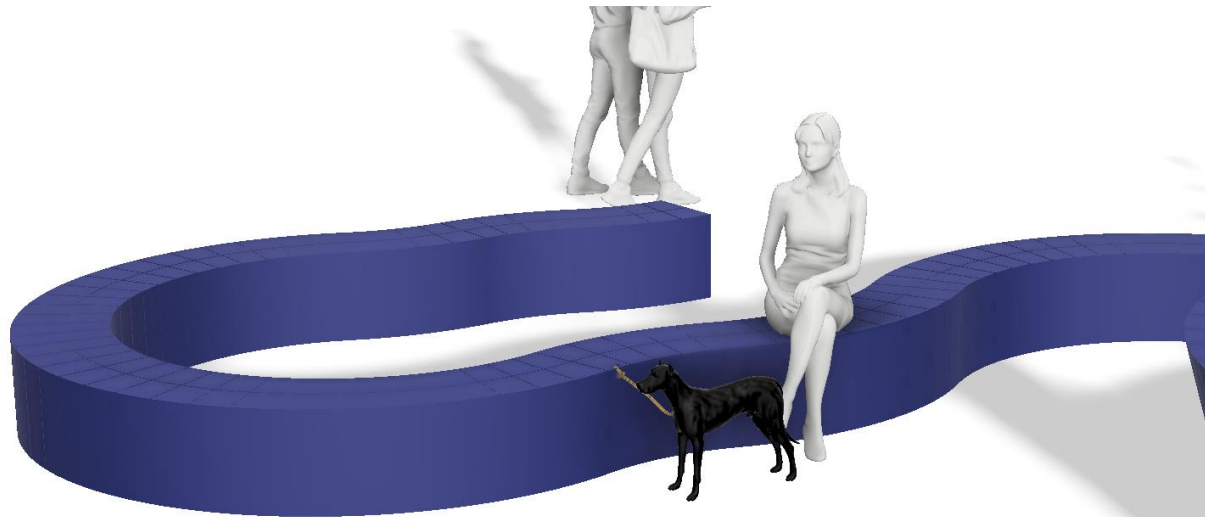


Εικόνα 27. Κατανομή μετατοπίσεων

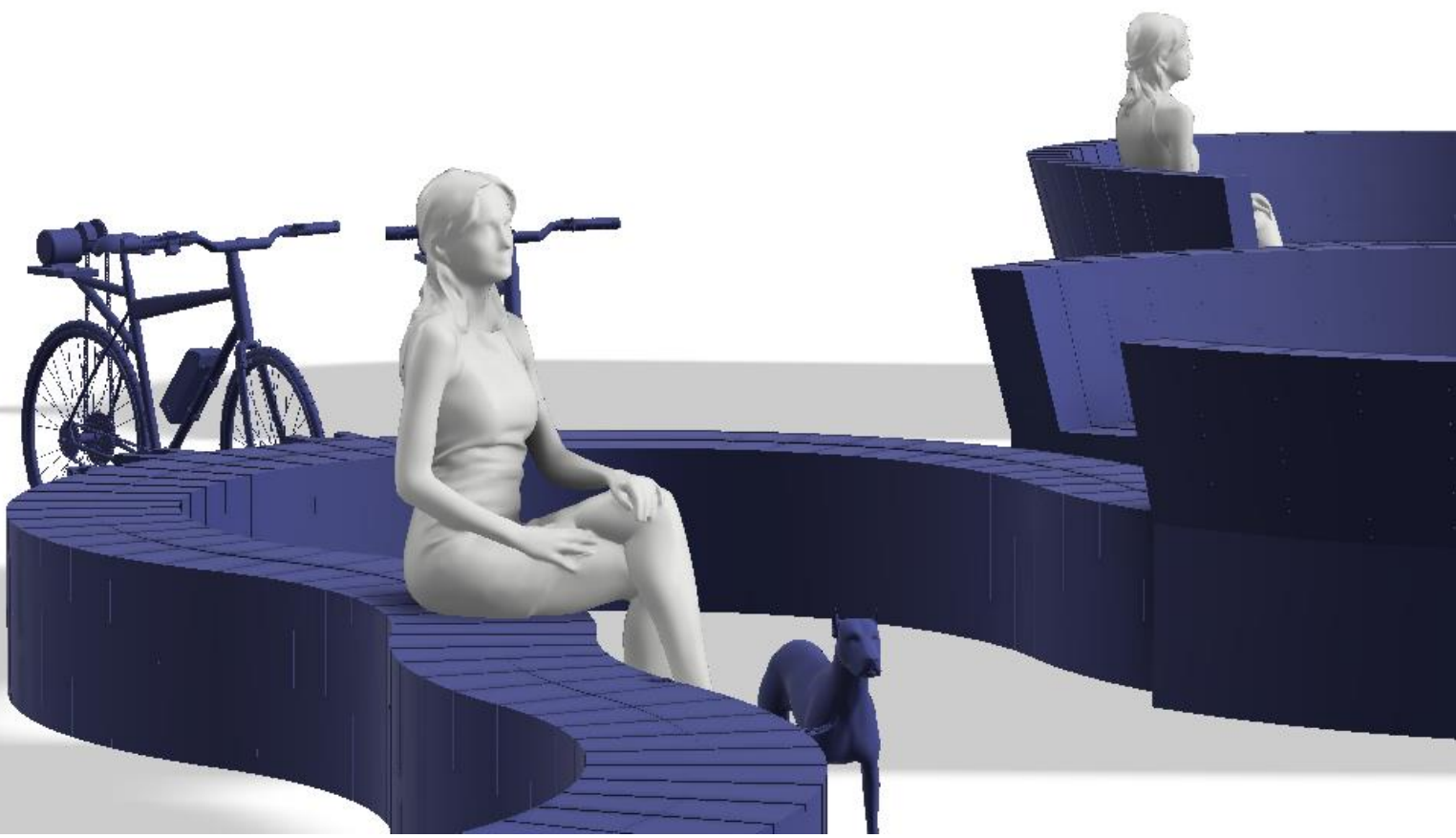
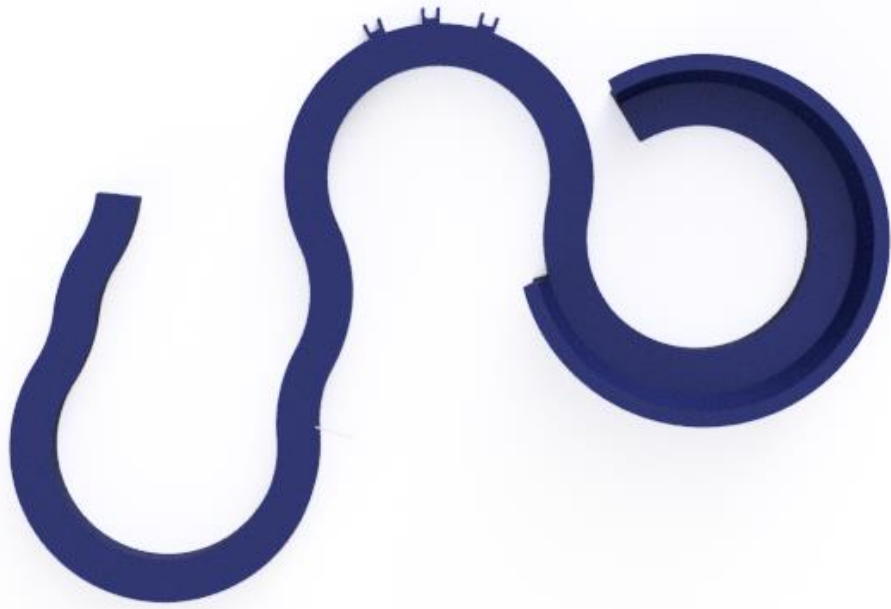
29. Σχέδια



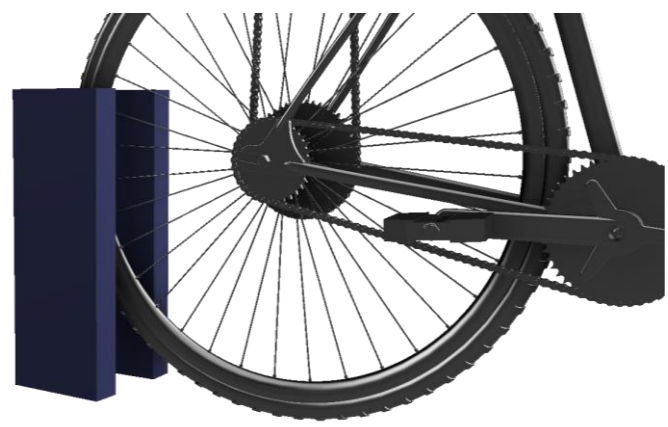
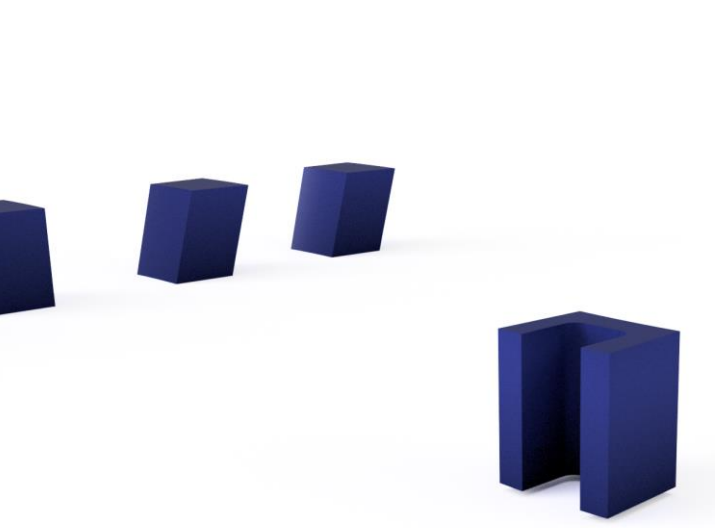


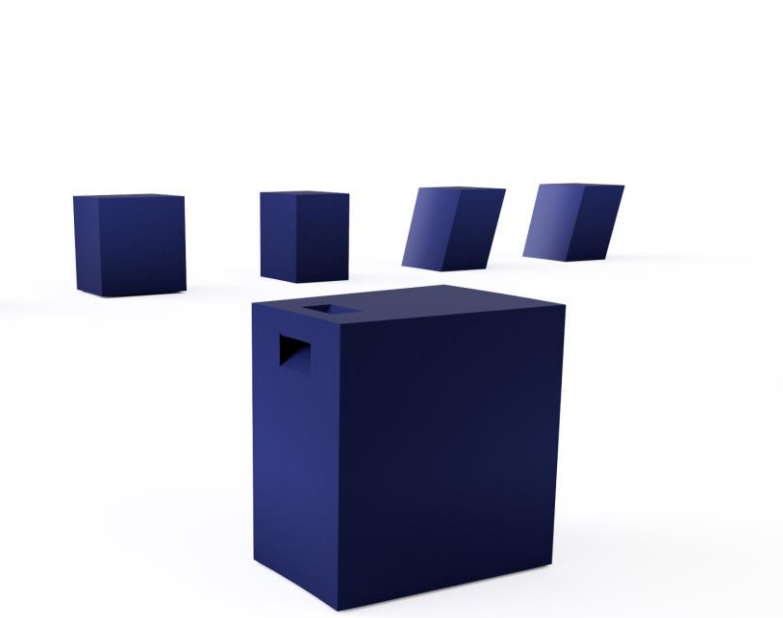




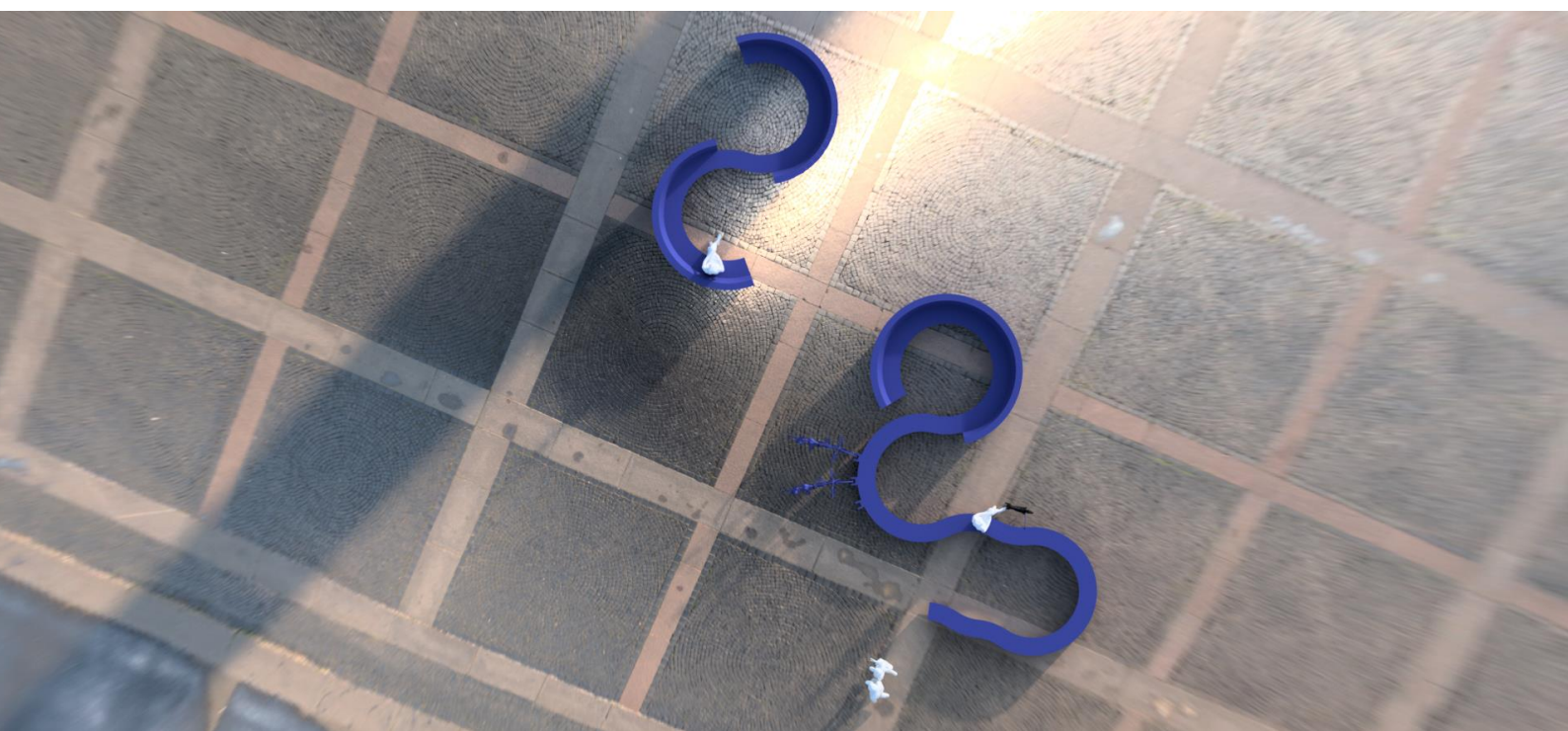


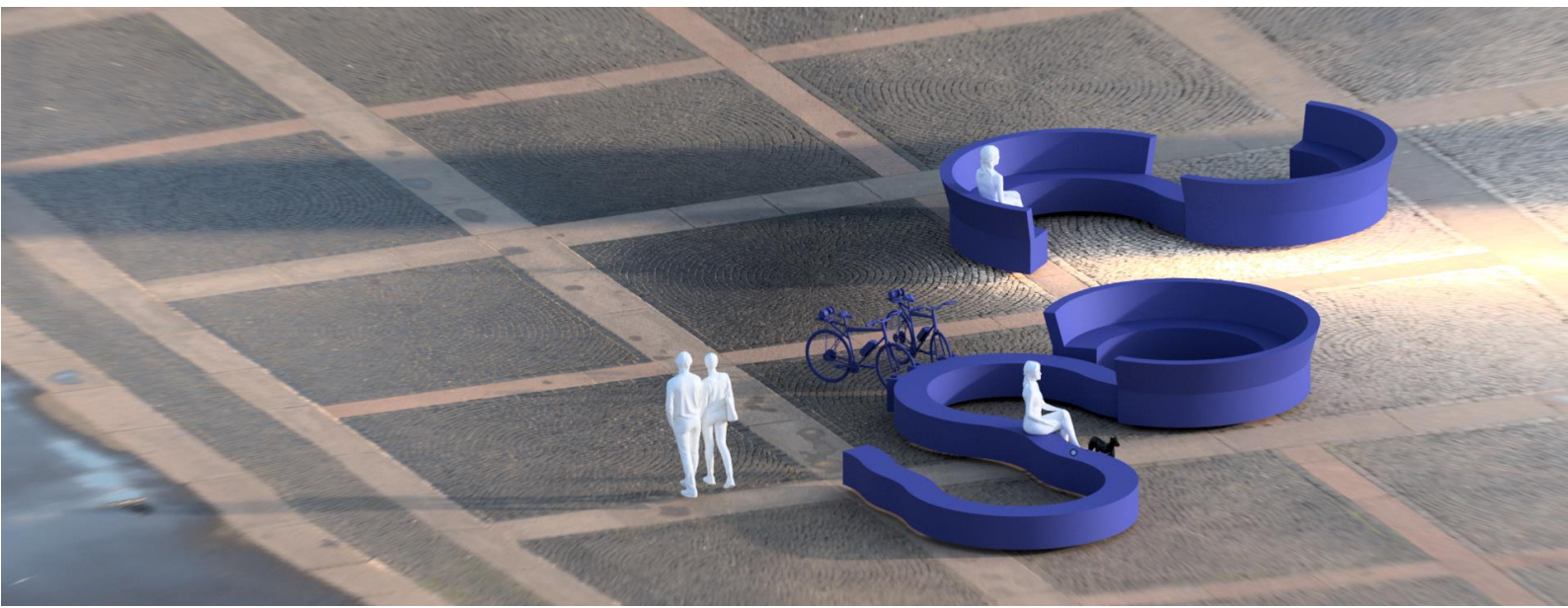
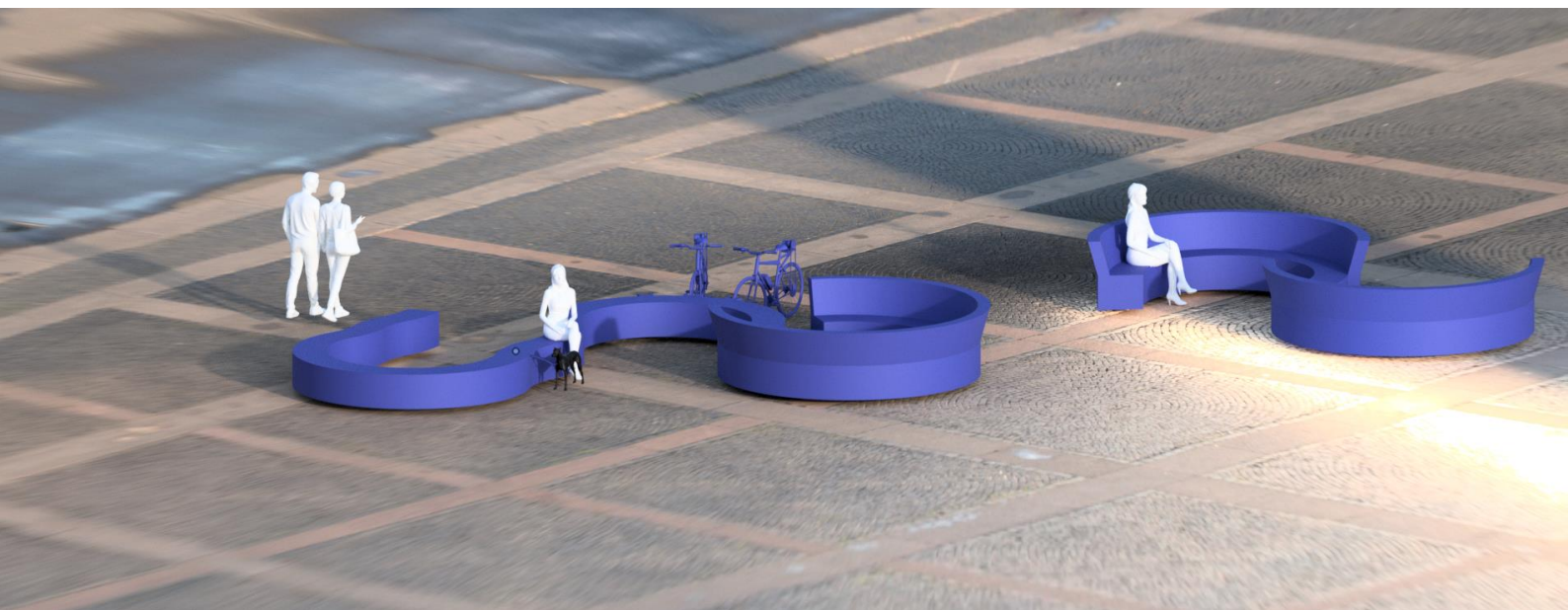


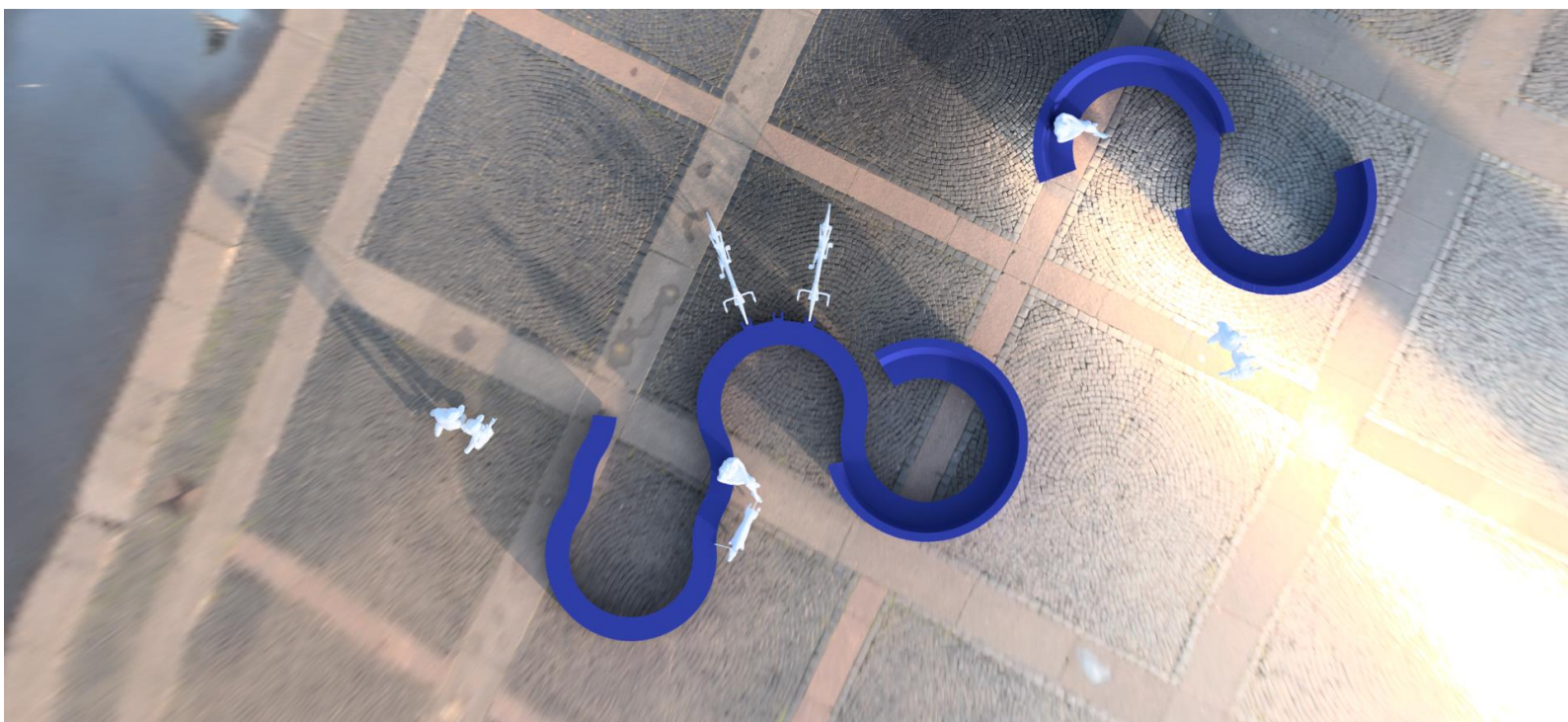


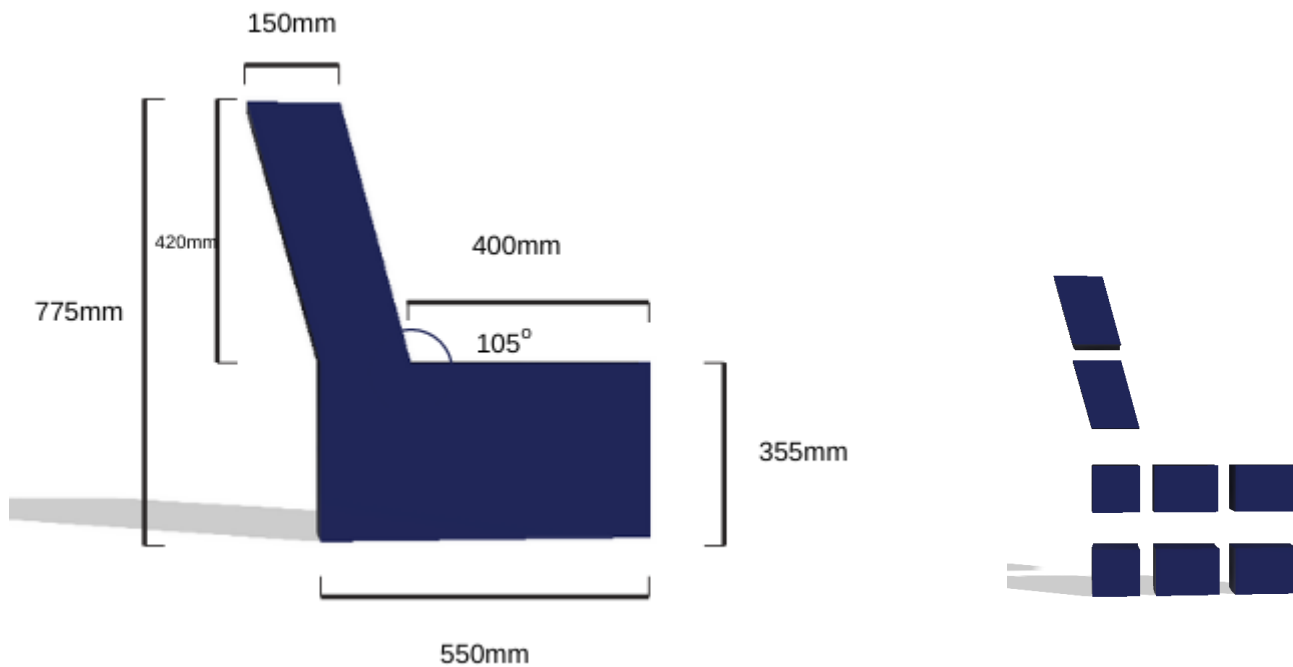


Μανεπιστήμιο Αιγαίου



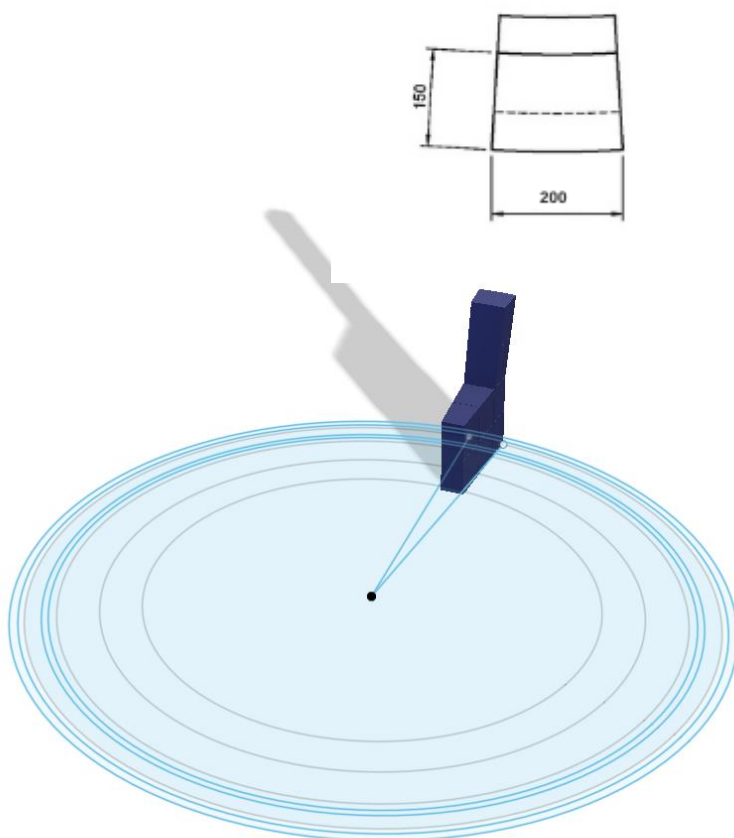






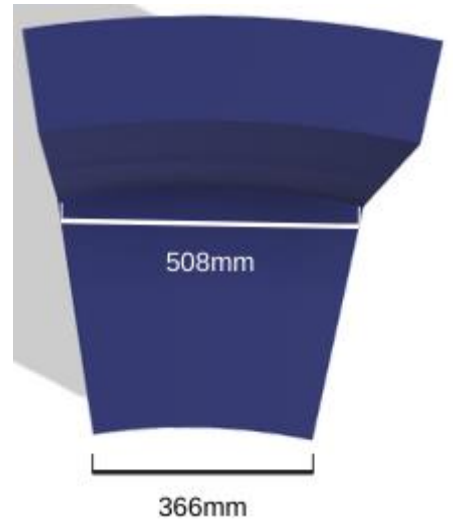
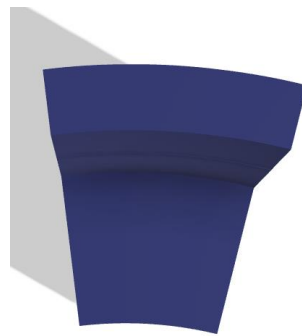
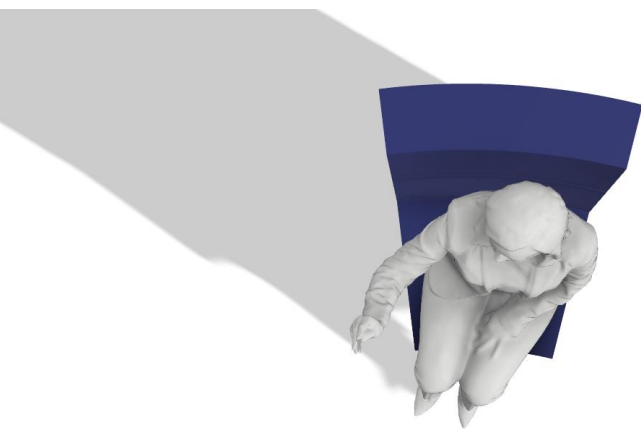
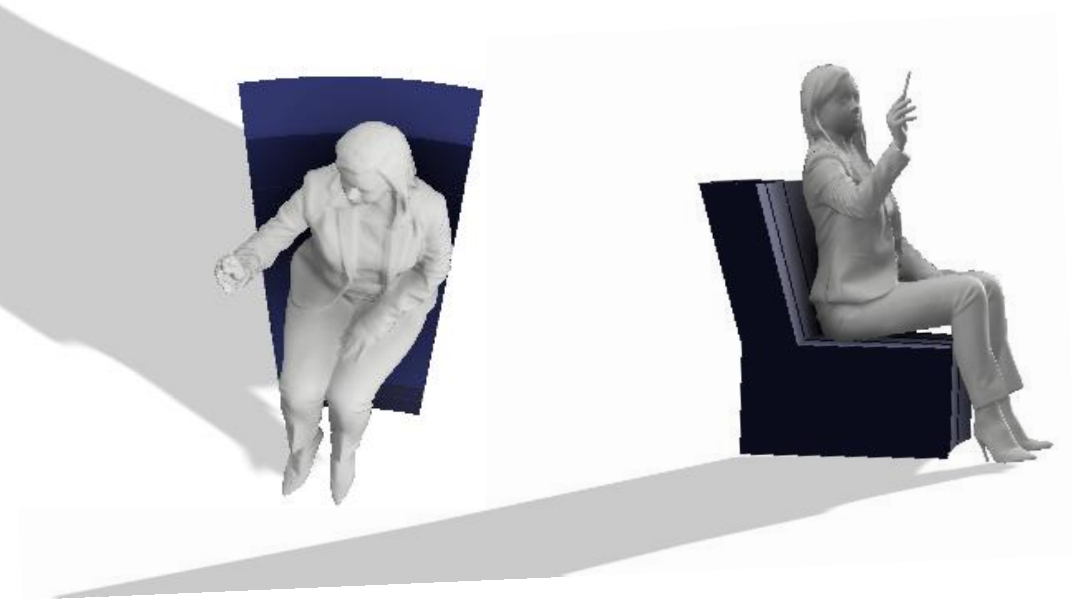
Εικόνα 33.

Κάτοψη κύβου no 5

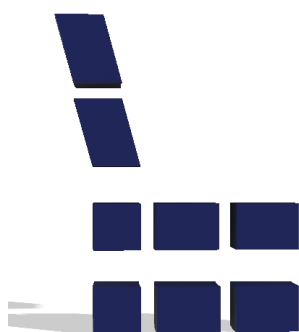


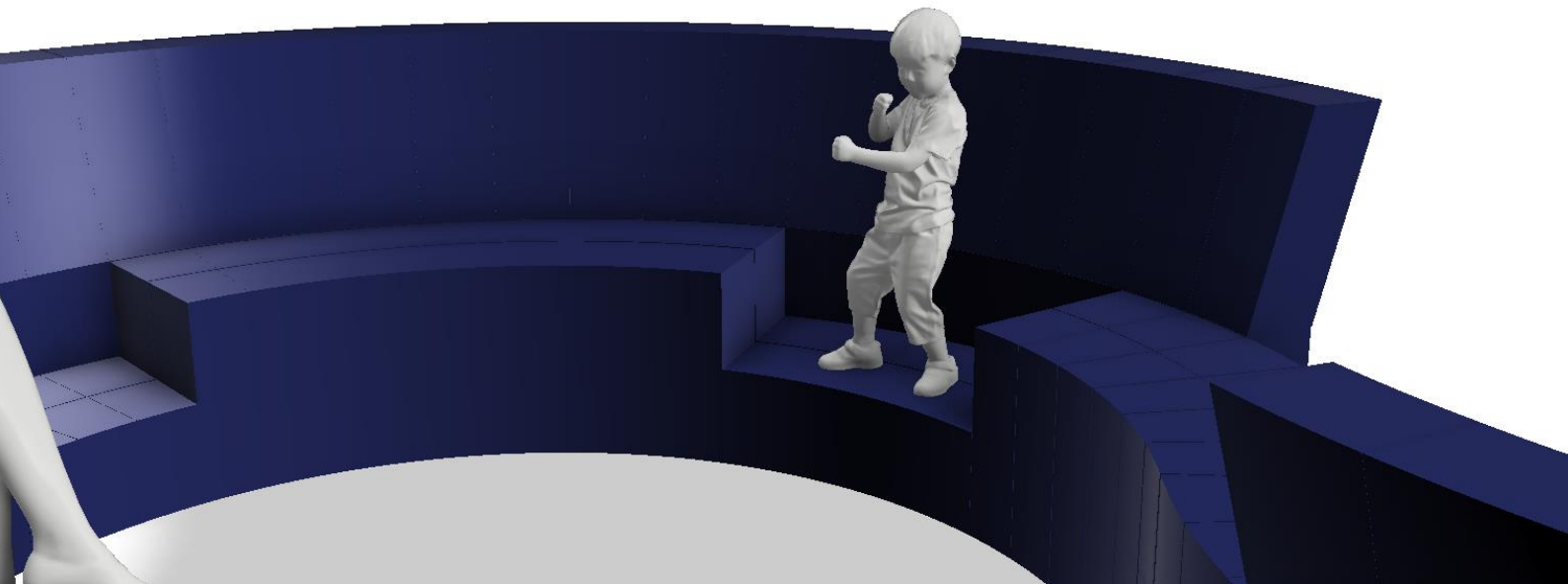
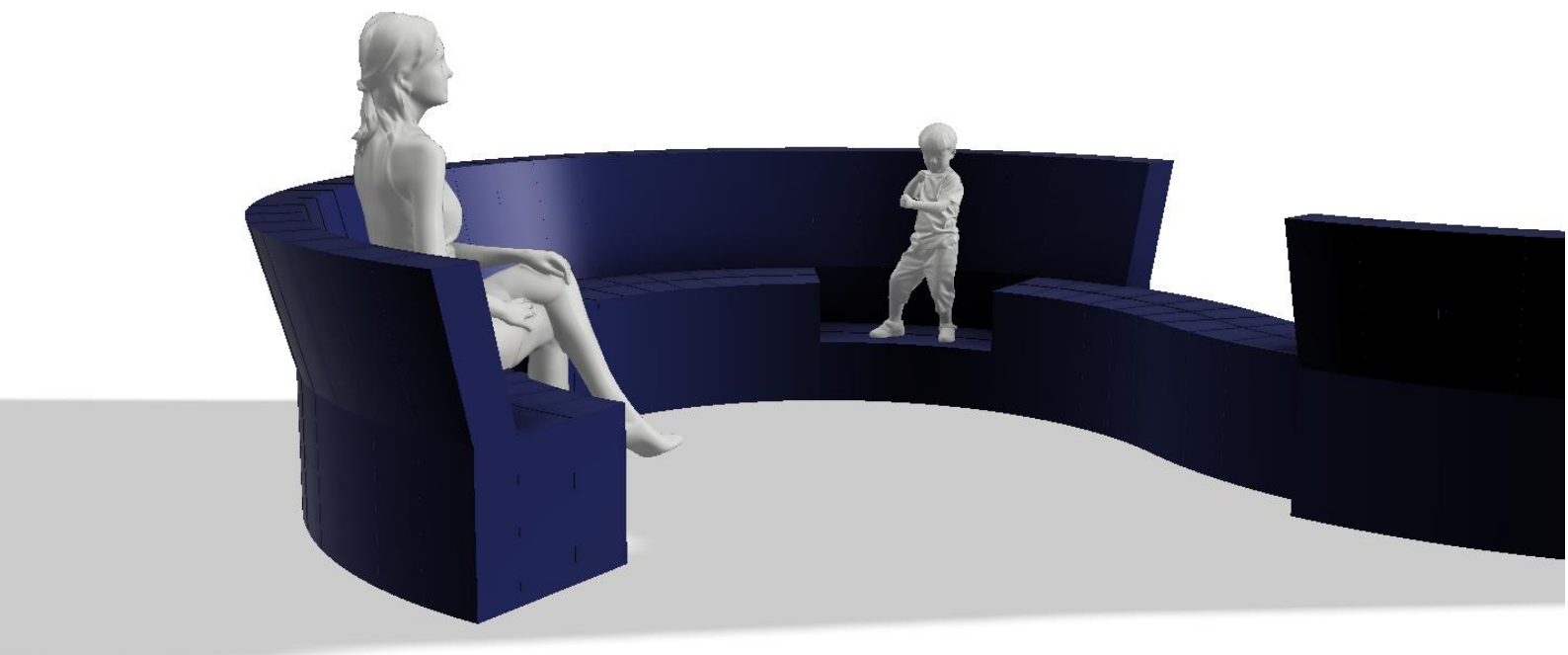
Εικόνα 34.

Εικόνα 35.



Δεδομένου ότι το πλάτος γοφών των γυναικών που βρίσκονται στο 95^ο εκατοστημόριο είναι 435mm το επαρκές κάθισμα με ελάχιστα τουβλάκια με πλάτη είναι x3 (επί τρία) η βασική σύνθεση των κωδικών. Σύνολο δηλαδή 24 τουβλάκια.





30. Βιβλιογραφία

<https://issuu.com/stipoteam/docs/benches>

<http://www.publicspaces.eu/>

<https://www.coca-cola.gr/zero-waste-future/print-your-city-mporoun-ta-plastika-pou-petame-na-omorfinoun-tis-poleis-mas>

<https://thenewraw.org/Zero-Waste-Lab>

<https://www.voria.gr/article/print-your-city-3d-ektipomeno-epiplo-apo-anakiklomeno-plastiko>

<http://users.teilar.gr/~mantanis/Tsaliki.pdf>

<http://users.teilar.gr/~mantanis/ergasia-07.pdf>

<https://docplayer.gr/109238559-Meleti-kataskeyis-pagkakiou-astikoy-perivallontos.html>

<http://eranistis.net/wordpress/2015/01/30/%CE%BF-%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%84%CE%AD%CE%BB%CE%B7%CF%82-%CE%B7-%CF%80%CF%8C%CE%BB%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BF%CE%B9-%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CF%84%CE%B5%CF%82/>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%8C%CE%BB%CE%B9%CF%82>

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%8C%CE%BB%CE%B7>

https://www.potamitisvekris.com/wp-content/uploads/2015/06/fil_publications973370524.pdf

<https://www.tovima.gr/2008/11/24/opinions/gia-na-zoyme-se-kalyteres-sygxrones-poleis/>

http://www.materials.uoi.gr/polymers/assets/lectures%20pdfs/Texnologia_Part2.pdf

<https://www.furniturelinkca.com/plastics.htm>

<https://www.thomasnet.com/articles/plastics-rubber/bioresin-plastics/#register>

<https://www.dezeen.com/2017/02/26/simon-kern-design-chair-recycled-fallen-leaves-bioplastic-chair-furniture/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Plastic>

https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR1_en.pdf

<https://www.euronews.com/2018/04/19/why-recycling-is-not-the-answer-for-fighting-the-plastic-pollution-problem>

<https://www.bpiworld.org/Zero-Waste>

<https://www.thebalancesmb.com/what-does-biodegradable-mean-2538213>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Biodegradation>

<https://www.britannica.com/topic/bench-furniture>

<https://schoolpress.sch.gr/istoriomnemones/%CF%83%CF%80%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%80%CE%BB%CE%B1->

[%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B1%CE%B9%CE%B1-%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CE%BD%CE%B1/](#)

https://id.elsevier.com/as/authorization.oauth2?platSite=SD%2Fscience&scope=openid%20email%20profile%20els_auth_info%20els_idp_info%20urn%3Acom%3Aelsevier%3Aidp%3Apolicy%3Aproduct%3Ainst_assoc&response_type=code&redirect_uri=https%3A%2F%2Fwww.sciencedirect.com%2Fuser%2Fidentity%2Flanding&authType=SINGLE_SIGN_IN&prompt=login&client_id=SDFE-v3&state=retryCounter%3D0%26csrfToken%3Dbe36c81c-deaa-4252-a8ad-34729226b958%26idpPolicy%3Durn%253Acom%253Aelsevier%253Aidp%253Apolicy%253Aproduct%253Ainst_assoc%26returnUrl%3D%252Fscience%252Farticle%252Fabs%252Fpii%252FS0160791X14000396%26uuid%3D27ec1c85-0c73-4340-9df2-7b552694d165%26prompt%3Dlogin%26cid%3Darp-623a475a-a719-49e3-ad5d-4869166b4e28

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391017300022>

<http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3367/%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%A0%CE%9B%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%91%20%20%CE%A5%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%91%2C%20%CE%91%CE%93%CE%9F%CE%A1%CE%95%CE%A3%20%26%20%CE%94%CE%99%CE%91%CE%A7%CE%95%CE%99%CE%A1%CE%99%CE%A3%CE%97.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<file:///C:/Users/ngeme/Downloads/%CE%94%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE.pdf>

file:///C:/Users/ngeme/Downloads/Plastic_Degradation_and_Its_Environmental_Implicat.pdf

<https://re-inventing-public-spaces.tumblr.com/manifesto>

<https://www.finewoodworking.com/2005/09/12/a-short-history-of-benches>

<https://www.ft.com/content/f38b96f2-1019-11e5-ad5a-00144feabdc0>

<https://dirt.asla.org/2013/12/18/the-humble-public-bench-becomes-comfortable-inclusive-and-healthy/>

<https://www.citymetric.com/horizons/park-bench-powerful-symbol-debate-people-friendly-spaces-392>

<https://www.factoryfurniture.co.uk/projects/>

<https://sanfrancisco.cbslocal.com/2011/03/15/san-francisco-police-begin-enforcing-sitlie-law/>

https://www.boredpanda.com/pay-sit-the-private-bench/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=organic

https://www.who.int/ageing/publications/Global_age_friendly_cities_Guide_English.pdf

<https://el.wiktionary.org/wiki/%CF%80%CE%AC%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CF%82>

<https://diyporterslodge.wordpress.com/2014/05/09/lifes-a-bench/>

<https://www.terraboundsolutions.com/park-benches-a-variety-of-materials/>

<http://users.teilar.gr/~mantanis/ergasia-02.pdf>

<https://extery.com/en/materials/>

<https://www.gardenbenches.com/blog/choosing-best-material-outdoor-furniture/>

<https://www.archiexpo.com/architecture-design-manufacturer/made-from-recycled-materials-bench-21265.html>

<https://www.etymonline.com/word/chairman>

<https://www.grammarphobia.com/blog/2016/10/chairman.html>

<http://acornantiquesupholstery.co.uk/History%20of%20Seating.htm>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Upcycling>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Eco-efficiency>

http://www.kubrick.com.hk/index.php/zh_hk/9789889891329.html

<https://up-fuse.com/product-category/stationery/>

<https://up-fuse.com/>

<http://scifablab.ictp.it/2014/11/25/from-bottle-caps-to-3d-printing-an-open-guide/>

<https://felfil.com/recycling-with-felfil-evo-from-plastic-caps-to-3d-printing-filament/?v=5ea34fa833a1>

<https://www.3dexpert.gr/main/3dprinters-intro/>

<https://www.3dexpert.gr/3d-printing-news/ti-einai>

<https://www.3dexpert.gr/main/3dprinters-intro/ilika>

<https://www.3dexpert.gr/main/3dprinters-intro/meri-ektipoti>

<https://www.pcsteps.gr/100046-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF>

[%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B7-3d-printing/](#)

[https://www.pcsteps.gr/100046-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B7-3d-printing/#_CAD](#)

[https://3dprint.com/15103/3d-re-printer/](#)

[https://www.sculpteo.com/en/3d-printing/3d-printing-technologies/](#)

[https://techhq.com/2019/03/3d-printing-is-finding-its-place-in-enterprise/](#)

[https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4939-2113-3](#)

[https://downloads.3dhubs.com/3D_printing_trends_report_2020.pdf?utm_campaign=Gated%20Content%20Downloads&utm_medium=email&_hsmi=82605589&_hsenc=p2ANqtz-9Rkai6AG2rpQW50Z8IBQA_WZs_65UGmXjCjWqM6dY0h3EEk1q3WGwqicjIdvBQhXIpztsKriQUb3e54qcHijpsra-pQ&utm_content=82605589&utm_source=hs_automation](#)

[https://all3dp.com/3d-printing-3d-printer-guide-101-questions/](#)

[https://www.researchgate.net/publication/283539028_Additive_Manufacturing_Is_It_a_New_Era_for_Furniture_Production](#)

[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B5%CE%B9%CF%86%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%AF%CE%B1%CF%83%CE%B7](#)

https://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2015/11/The-Bench-Project_single-pages.pdf

<https://www.forbes.com/sites/hannahleung/2018/04/21/five-asian-countries-dump-more-plastic-than-anyone-else-combined-how-you-can-help/#379e8b5e1234>

https://www.materials.uoc.gr/el/undergrad/courses/ETY349/notes/2017/lecture_9.pdf

<https://en.wikipedia.org/wiki/Polyethylene>

<https://www.woodsolutions.com.au/glossary/Durability-Class>

<https://www.amazon.com/Best-Sellers-Industrial-Scientific-3D-Printers/zgbs/industrial/6066127011>

<https://www.convertart.gr/el/about/plirofories-upcycling>

<https://www.emcoplastics.com/assets/pdf/HDPE/HDPE%20Fabrication%20Guide.pdf>

https://www.awwa.org/Portals/0/files/publications/documents/samples/30055_excerpt

Hitachi Hight-Tech Science Corporation (TA no.26 Feb. 1986) | *«DSC Measurement of Polyethylene – The correlation of polyethylene density and melting.»*

Hayden K. Webb, Jaimys Arnott, Russell J. Crawford and Elena P. Ivanova (2013) | *«Plastic Degradation and Its Environmental Implications with Special Reference to Poly(ethylene terephthalate).»*

3D HUBS (2020) | *«3D printing trends 2020 Industry highlights and market trends.»*

BEH - Βιομηχανία Πλαστικών Σωλήνων Πολυαιθυλενίου (2013) | *Τεχνικό Φυλλάδιο*

A. Καλτσής (2017) | *«Τρισδιάστατη εκτύπωση & στρατιωτικές εφαρμογές» Αγγλικός Τίτλος: «3D Printing & military applications.»*

Ζ. Ζαχοπούλου (2019) | «Κατασκευή βιοδιασπώμενου επίπλου από συνδυασμό οργανικών υλικών και ρητίνης.»

Νίκης-Δανάης Χανιά (2013) | «Εφαρμογή Σύγχρονων Μεθόδων κι Εργαλείων Μηχανολογικού Σχεδιασμού στη Συστηματική Προσέγγιση Ανάπτυξης Βιομηχανικών Προϊόντων.»

Σ. Πουρναρά (2013) | «Αστικοί Κοινόχρηστοι Χώροι Πρασίνου.»

Α. Γαλάνης (2019) | «Σχεδιασμός Συσκευασίας Λιπαντικών.»

Ε. Ρουσάκη (2018) | «Σχεδίαση και κατασκευή πολυμορφικού επίπλου και συσκευασίας από χαρτόνι.»

Μ. Ρομοσιού | «Σχεδιασμός Στεγάστρου Αναμονής πεζών στο αστικό περιβάλλον της Αθήνας.»

Δ. Βορίσης | «Ο ρόλος της τοπικής κοινωνικής καινοτομίας στην περιβαλλοντική προστασία, την οικονομία και την ολοκληρωμένη ανθρώπινη ανάπτυξη: Θεωρητικό πλαίσιο και μελέτη παραδειγματικών περιπτώσεων.»