



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ
ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
«ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ»

Διπλωματική εργασία με τίτλο:

«Σχεδίαση προϊόντων σύμφωνα με τις αρχές της Κυκλικής
Οικονομίας και της Βιομημητικής»

Αριστείδης Χαμόδρακας

Επιβλέπων καθηγητής: Κωνσταντίνος Μπίσας

Τριμελής Επιτροπή Εξέτασης:

Κωνσταντίνος Μπίσας, Νικόλαος Ζαχαρόπουλος, Παρασκευάς Παπανίκος

Αθήνα 2023

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας Εικόνων-Σχημάτων	3
Πίνακας Πινάκων.....	4
Περίληψη	5
Abstract	6
Εισαγωγή.....	8
1. Κυκλική Οικονομία (Circular Economy)	10
Ορισμός.....	10
Εφαρμογές της Κυκλικής Οικονομίας.....	12
2. Βιομιμητική (Biomimetics)	16
Ορισμός.....	16
Ιστορική ανασκόπηση	16
Εφαρμογές της Βιομιμητικής	16
3. Μεθοδολογίες σχεδίασης σύμφωνα με την Κυκλική Οικονομία και την Βιομιμητική	20
Μεθοδολογία Σχεδίασης για την Κυκλική Οικονομία	20
The Circular Design Guide - IDEO and Ellen MacArthur Foundation.....	20
Μεθοδολογίες Σχεδίασης για την Βιομιμητική.....	22
To Design Spiral του Biomimicry Institute	22
Asknature	25
4. Μεθοδολογία σχεδίασης Double Diamond.....	28
5. Ενσωμάτωση εργαλείων στην μεθοδολογία σχεδίασης.....	31
Double Diamond.....	31
Κυκλική Οικονομία	32
Βιομιμητική	34
6. Επιλογή θέματος σχεδίασης.....	35
Design Brief.....	35
7. Σχεδιαστικές Προδιαγραφές	36
Προδιαγραφές αναφοράς.....	37
Προδιαγραφές κυκλικής οικονομίας.....	38
Προδιαγραφές Βιομιμητικής.....	40
8. Σχεδίαση.....	42
Περιγραφή διαδικασίας.....	42
Moodboard.....	43
Idea Pool.....	44
Σκίτσα για την δημιουργία του Concept αναφοράς	51
Concept αναφοράς	54

Concept κυκλικής οικονομίας	57
Concept Βιομηχανικής	60
9. Σύγκριση σχεδιαστικών concepts	64
Περιγραφή	64
Κριτήρια αξιολόγησης.....	64
Σύγκριση	65
Συμπεράσματα	69
Βιβλιογραφία	71
Διαδικτυακές αναφορές.....	73
Αναφορές εικόνων Moodboard	74

Πίνακας Εικόνων-Σχημάτων

Εικόνα 1. Linear-Recycling-Circular Economy https://medium.com/@zeloop/circular-economy-5ac5583c7eb1	8
Εικόνα 2. Σχήμα Κυκλικής Οικονομίας https://esdak.gr/kikliki-oikonomia/	10
Εικόνα 3. Διάγραμμα Πεταλούδας https://emf.thirdlight.com/link/bxqwo5kx53lq-2syjxg/@/preview/1?o	11
Εικόνα 4. Kintsugi Bowl https://austinkleon.com/2019/12/22/kintsugi-and-the-art-of-making-repair-visible/	12
Εικόνα 5. Adidas Shoes made from ocean plastic https://www.dezeen.com/2016/06/08/adidas-trainers-parley-for-the-ocean-plastic-design-recycling/	13
Εικόνα 6. Loop https://exploreloop.com/	13
Εικόνα 7 Phee. https://phee.gr/el/board/	14
Εικόνα 8. BlueCycle Lab https://bluecycle.com/bluecycle-lab/	14
Εικόνα 9. Korres Re-Cycle Lab https://gr.korres.com/el/pages/full-circle-recycle-lab	15
Εικόνα 10. Το φυτό κολλιτσίδα (Arctium lappa) https://greece.inaturalist.org/taxa/75501-Arctium-lappa	17
Εικόνα 11. Η βουτιά της Αλκυόνης https://www.demilked.com/kingfisher-dive-photo-wildlife-photography-alan-mcfayden/	17
Εικόνα 12. Ecovative's Mycelium products https://www.ecovative.com/	18
Εικόνα 13. Sharklet's micropattern https://www.sharklet.com/technology-overview/	18
Εικόνα 14. Biomimetic https://www.biomimetic.gr/	19
Εικόνα 15. The Circular Design Guide https://www.circulardesignguide.com/methods	20
Εικόνα 16. Biomimicry Design Spiral Method https://toolbox.biomimicry.org/methods	23
Εικόνα 17. Asknature "A portal to the wisdom nature holds." https://asknature.org	25
Εικόνα 18. Double Diamond Diagram www.designcouncil.org.uk/	28
Εικόνα 19. Επιλογή και σύνθεση εικόνων από το διαδίκτυο	43
Εικόνα 20. Εργονομία για προφίλ καθίσματος με τις λιγότερες ενοχλήσεις	56

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1. Εργαλεία Circular Design Guide (με κόκκινο τα επιλεγμένα για ανάλυση).....	21
Πίνακας 2. Biomimicry – Nature’s objects and their functions https://www.researchgate.net/figure/An-overview-of-various-objects-from-nature-and-their-selected-functions_fig3_24269577 8/12/22	27

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνάται ο τρόπος με τον οποίο μπορούμε να ενσωματώσουμε στην μεθοδολογία σχεδίασης προϊόντων εργαλεία και ερωτήσεις που βασίζονται στις αρχές της Κυκλικής Οικονομίας και της Βιομημητικής και πώς αυτά επηρεάζουν την σχεδίαση. Η εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη, το θεωρητικό και το σχεδιαστικό.

Στο θεωρητικό μέρος, αναζητήθηκαν μεθοδολογίες σχεδίασης που υπάρχουν ήδη και χρησιμοποιούνται στην Κυκλική Οικονομία και στη Βιομημητική, έγινε επιλογή των σημαντικότερων και παρουσίασή τους. Στην συνέχεια επιχειρήθηκε η αξιοποίηση των καταλληλότερων στοιχείων-εργαλείων της κάθε μεθόδου και η χρησιμοποίησή τους στην μεθοδολογία σχεδίασης του Double Diamond, κυρίως με την μορφή βοηθητικών ερωτήσεων.

Στο σχεδιαστικό μέρος, έγινε εφαρμογή της μεθοδολογίας σχεδίασης Double Diamond με θέμα σχεδίασης μια καρέκλα-πολυθρόνα οικιακής χρήσης. Συντάχθηκαν οι σχεδιαστικές προδιαγραφές και σύμφωνα με αυτές έγινε ιδεασμός με σκίτσα και τρισδιάστατα μοντέλα και από αυτά προέκυψε το Concept αναφοράς. Στην συνέχεια, εφαρμόστηκαν στο Concept αναφοράς οι προδιαγραφές της Κυκλικής Οικονομίας και της Βιομημητικής και δημιουργήθηκαν νέα Concepts σύμφωνα με αυτές.

Τέλος, έγινε σύγκριση της επιρροής και των επιπτώσεων της εφαρμογής των προδιαγραφών της Κυκλικής Οικονομίας και της Βιομημητικής στην σχεδίαση, με κριτήριο την κατασκευασιμότητα και τον τρόπο με τον οποίο αυτή επηρεάζει άλλες παραμέτρους στην δημιουργία των προϊόντων, και καταγράφηκαν τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

Abstract

This diploma thesis explores how we can incorporate tools and questions based on the principles of Circular Economy and Biomimetics into product design methodology and how these affect design. The work is divided into two parts, the theoretical and the design.

In the theoretical part, design methodologies that already exist and are used in Circular Economy and Biomimetics were searched, the most important ones were selected and presented. Subsequently, an attempt was made to utilize the most appropriate elements-tools of each method and use them in the design methodology of Double Diamond, mainly in the form of auxiliary questions.

In the design part, the Double Diamond design methodology was applied with a household armchair as the design theme. The design specifications were composed and according to them ideation process was done with sketches and three-dimensional models from which the Reference Concept was created. Subsequently, the specifications of Circular Economy and Biomimetics were applied to the Reference Concept and new Concepts were created according to them.

Finally, the influence and impact of the application of the specifications of Circular Economy and Biomimetics on design was compared, based on the criterion of manufacturability and how this affects other parameters in the creation of products, and the conclusions that emerged were recorded.

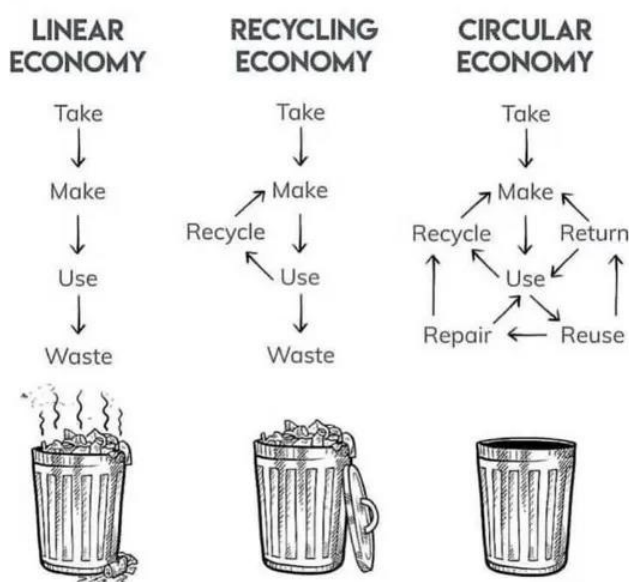
Μέρος Α' – Θεωρητική προσέγγιση

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση των ρύπων και των απορριμμάτων με ταυτόχρονη μείωση των φυσικών πόρων. Βασικό ρόλο στο ζήτημα των απορριμμάτων παίζει η μικρή διάρκεια ζωής των προϊόντων. Η χαμηλή ποιότητα υλικών και ο σύγχρονος τρόπος ζωής που επιβάλλει την γρήγορη αντικατάσταση των αγαθών με νέες και βελτιωμένες εκδόσεις, έχει ως αποτέλεσμα δισεκατομμύρια τόνους απορριμμάτων ετησίως με άμεσο αντίκτυπο στο περιβάλλον και στην υγεία. Παράλληλα, η υπερκατανάλωση και η αυξημένη ζήτηση των πρώτων υλών και των προϊόντων οδηγεί σταδιακά στην εξάντληση των φυσικών πόρων. Σε ορισμένες περιπτώσεις η συλλογή και επεξεργασία των φυσικών πόρων είναι δύσκολη και ασύμφορη, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα στην παραγωγή και παράδοση των πρώτων υλών. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα είναι απαραίτητη η εφαρμογή νέων προσεγγίσεων σχετικά με τη διαχείριση, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των υλικών αγαθών.

Τα τρία μοντέλα οικονομίας που σχετίζονται με την παραγωγή των προϊόντων είναι:

- **Γραμμικό μοντέλο οικονομίας:** Συλλογή πρώτων υλών-Κατασκευή προϊόντος-Χρησιμοποίηση-Απόρριψη
- **Ανακυκλωτικό μοντέλο οικονομίας:** Συλλογή πρώτων υλών-Κατασκευή προϊόντος-Χρησιμοποίηση-Ανακύκλωση-Απόρριψη
- **Κυκλικό μοντέλο οικονομίας:** Συλλογή πρώτων υλών-Κατασκευή προϊόντος-Χρησιμοποίηση-Επαναχρησιμοποίηση-Επισκευή-Ανακατασκευή-Ανακύκλωση



Εικόνα 1. Linear-Recycling-Circular Economy <https://medium.com/@zeloop/circular-economy-5ac5583c7eb1>

Ο γραμμικός τρόπος σκέψης που κυριάρχησε τις τελευταίες δεκαετίες στα προϊόντα μαζικής παραγωγής είχε απώτερο σκοπό το μέγιστο όφελος με την χρησιμοποίηση λιγότερων πόρων, χωρίς να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην αντοχή στον χρόνο και στην περιβαλλοντολογική ρύπανση, μετά το τέλος της ωφέλιμης ζωής τους. Στις μέρες μας

συντηρείται σε έναν μεγάλο βαθμό, εξαιτίας του κέρδους που φέρνει στις εταιρείες η προώθηση νέων τύπων προϊόντων ή βελτιωμένων εκδόσεών τους. Επίσης, λόγω του εξαιρετικά χαμηλού κόστους των αγαθών από τις Ασιατικές χώρες, είναι προτιμότερο να αντικαθίσταται ένα προϊόν, παρά να επισκευάζεται. Τα περισσότερα από αυτά τα προϊόντα δεν ανακυκλώνονται και καταλήγουν σε τεράστιους σκουπιδότοπους που μολύνουν και καταστρέφουν το φυσικό περιβάλλον. Έχουμε δημιουργήσει έναν τρόπο να παράγουμε-χρησιμοποιούμε-απορρίπτουμε προϊόντα χωρίς να αναλογιζόμαστε, στις περισσότερες περιπτώσεις, πού καταλήγουν μετά την απόρριψή τους. Στόχος της Κυκλικής Οικονομίας είναι η εδραίωση ενός κυκλικού τρόπου σκέψης, ο οποίος αφορά σε ένα μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει κοινή χρήση, μίσθωση, επαναχρησιμοποίηση, επισκευή, ανακατασκευή και ανακύκλωση υπαρχόντων υλικών και προϊόντων στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Με αυτόν τον τρόπο, επεκτείνεται ο κύκλος ζωής των προϊόντων και στην πράξη αυτό σημαίνει μείωση των απορριμμάτων στο ελάχιστο. Όταν ένα προϊόν φτάνει στο τέλος της ζωής του, τα υλικά του διατηρούνται για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο και μπορούν να χρησιμοποιηθούν παραγωγικά ξανά και ξανά, δημιουργώντας επιπρόσθετη αξία.

1. Κυκλική Οικονομία (Circular Economy)

Ορισμός

Σύμφωνα με το Άρθρο 2 (9) του Κανονισμού (ΕΕ) 2020/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18ης Ιουνίου 2020 σχετικά με τη θέσπιση πλαισίου για τη διευκόλυνση των βιώσιμων επενδύσεων και για την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΕ) 2019/2088 ως Κυκλική Οικονομία ορίζεται:

«Το οικονομικό σύστημα στο οποίο διατηρείται η αξία των προϊόντων, των υλικών και άλλων πόρων στην οικονομία για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα με την ενίσχυση της αποτελεσματικής χρήσης τους στην παραγωγή και κατανάλωση, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο της χρήσης τους, και με την ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και της αποδέσμευσης επικίνδυνων ουσιών σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους, μεταξύ άλλων μέσω της εφαρμογής της ιεράρχησης των αποβλήτων.»¹

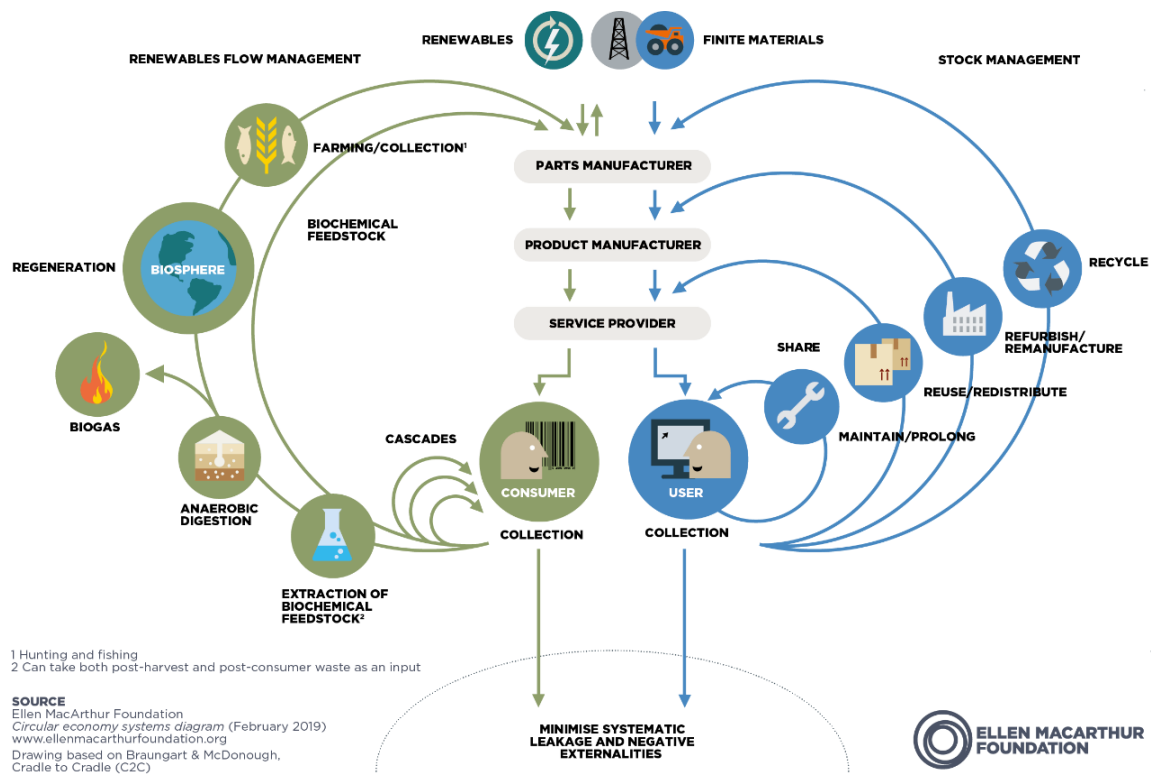


Εικόνα 2. Σχήμα Κυκλικής Οικονομίας <https://esdak.gr/kikliki-oikonomia/>

¹ Κανονισμός (ΕΕ) 2020/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18ης Ιουνίου 2020 σχετικά με τη θέσπιση πλαισίου για τη διευκόλυνση των βιώσιμων επενδύσεων και για την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΕ) 2019/2088

Στο Ellen MacArthur Foundation η Κυκλική Οικονομία περιγράφεται στις παρακάτω τρεις αρχές, με γνώμονα το σχεδιασμό:

- **Εξάλειψη των απορριμμάτων και της ρύπανσης.** Το σημερινό σύστημα take-make-waste αναφέρεται στη διαδικασία κατά την οποία παίρνουμε τις πρώτες ύλες από τη γη, κατασκευάζουμε προϊόντα και στη συνέχεια τα απορρίπτουμε ως απόβλητα. Ο τεράστιος αυτός όγκος των αποβλήτων καταλήγει σε χωματερές ή αποτεφρωτήρες. Καθώς οι πόροι του πλανήτη είναι πεπερασμένοι, αυτό το σύστημα δεν μπορεί να λειτουργήσει μακροπρόθεσμα.
- **Κυκλοφορία προϊόντων και υλικών στην υψηλότερη δυνατή αξία τους.** Οι υλικοί πόροι διατηρούνται σε χρήση, είτε ως προϊόντα είτε, όταν δεν μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν, ως συστατικά ή πρώτες ύλες. Με αυτόν τον τρόπο, τίποτα δεν καταλήγει σαν απόβλητο και διατηρείται η αρχική αξία των προϊόντων και των υλικών.
- **Αναγέννηση της φύσης.** Με τη μετάβαση από μια γραμμική οικονομία "take-make-waste" σε μια κυκλική, διευκολύνουμε τις συνθήκες ανάπτυξης του φυσικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 3. Διάγραμμα Πεταλούδας <https://emf.thirdlight.com/link/bxqwo5kx53lq-2svjxg/@/preview/1?o>

Στο **διάγραμμα του συστήματος της κυκλικής οικονομίας**, γνωστό ως **διάγραμμα πεταλούδας**, απεικονίζεται η συνεχής ροή υλικών σε μια Κυκλική Οικονομία. Διακρίνουμε δύο κύριους κύκλους, τον τεχνικό και το βιολογικό. Στον τεχνικό κύκλο, τα προϊόντα και τα υλικά διατηρούνται σε κυκλοφορία μέσω διαδικασιών όπως η επαναχρησιμοποίηση, η

επισκευή, η ανακατασκευή και η ανακύκλωση. Στον βιολογικό κύκλο, τα θρεπτικά συστατικά από βιοδιασπώμενα υλικά επιστρέφουν στη γη για να αναγεννήσουν τη φύση.

Ο **τεχνικός κύκλος** αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό τρόπο διατήρησης της αξίας των προϊόντων μέσω της διατήρησης και της επαναχρησιμοποίησής τους. Στόχος είναι η διατήρηση των προϊόντων στην αρχική τους μορφή, προκειμένου να αξιοποιηθεί η μέγιστη δυνατή αξία τους, η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και η ανακύκλωση των υλικών, ώστε να μειωθεί η χρήση πρώτων υλών και να εξοικονομηθούν πόροι.

Με αυτά τα δεδομένα ο τεχνικός κύκλος μπορεί να βασίζεται στα εξής επιχειρηματικά μοντέλα:

- κοινή χρήση, ώστε πολλοί χρήστες να έχουν πρόσβαση σε ένα προϊόν.
- επαναχρησιμοποίηση μέσω μεταπώλησης.
- κύκλους συντήρησης, επισκευής και ανακαίνισης.
- ανάπτυξη προϊόντων με μεγαλύτερη αντοχή και ανακυκλώσιμα υλικά.
- βελτίωση της διαδικασίας κατασκευής για τη μείωση των αποβλήτων.

Συνολικά, ο τεχνικός κύκλος αντιπροσωπεύει μια φιλοσοφία που διασφαλίζει την αειφορία των προϊόντων και των υλικών στην οικονομία και κατ' επέκταση τη βιωσιμότητα του πλανήτη και τη δημιουργία μιας οικονομίας κλειστής κυκλοφορίας.

Ο **βιολογικός κύκλος** είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει την ανακύκλωση των βιολογικών υλικών στο φυσικό περιβάλλον. Ξεκινά με την παραγωγή τροφής από τους οργανισμούς στη φύση, οι οποίοι στη συνέχεια χρησιμοποιούνται από άλλους οργανισμούς ή αποβάλλονται και ανακτώνται από το έδαφος μέσω της αποσύνθεσης και της κομποστοποίησης. Ο βιολογικός κύκλος συνδέει τη φύση με την ίδια την ανθρώπινη ύπαρξη. Η ανθρωπότητα χρησιμοποιεί τους φυσικούς πόρους για να επιβιώσει και να αναπτυχθεί και εάν αυτοί οι πόροι δεν ανανεωθούν, τότε η ανθρώπινη ύπαρξη κινδυνεύει. Συμπερασματικά, η κατανόηση της λειτουργίας του βιολογικού κύκλου είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και της αειφορίας του πλανήτη.

Εφαρμογές της Κυκλικής Οικονομίας

Η φιλοσοφία της κυκλικής οικονομίας συναντάται στην τέχνη του Kintsugi, που αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία στα τέλη του δεκάτου έκτου αιώνα. Πρόκειται για μια παραδοσιακή τέχνη στην οποία τα κατεστραμμένα κεραμικά επισκευάζονται με λάκα αναμειγμένη με σκόνη χρυσού, αργύρου ή πλατίνας. Εφαρμόζοντας τις τεχνικές του Kintsugi μπορούμε να ενώσουμε σπασμένα κομμάτια, να γεμίσουμε ρωγμές και τρύπες και να ανακατασκευάσουμε τις άκρες που λείπουν. (Keulemans, 2016). Το



Εικόνα 4. Kintsugi Bowl <https://austinkleon.com/2019/12/22/kintsugi-and-the-art-of-making-repair-visible/>

Kintsugi αντιμετωπίζει τη θραύση και την επισκευή ως μέρος της ιστορίας ενός αντικειμένου, παρά ως κάτι που πρέπει να συγκαλυφθεί και έτσι τα αντικείμενα αποκτούν ξανά ζωή.



Εικόνα 5. Adidas Shoes made from ocean plastic <https://www.dezeen.com/2016/06/08/adidas-trainers-parley-for-the-ocean-plastic-design-recycling/>

αθλητικά παπούτσια ακολουθώντας τις υπάρχουσες διαδικασίες κατασκευής, αντικαθιστώντας όμως τις συνήθεις συνθετικές ίνες με νήματα κατασκευασμένα από το ανακυκλωμένο υλικό [Parley Ocean Plastic](#).

Η αναγκαιότητα της ανακύκλωσης και της εξάλειψης των απορριμμάτων οδήγησε το 2019 στην ίδρυση της Loop, μιας παγκόσμιας πλατφόρμας που προωθεί την επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών των καταναλωτικών προϊόντων. Η Loop συνεργάζεται με εταιρείες και κατασκευαστές και δημιουργεί επαναγεμιζόμενες εκδόσεις των συμβατικών προϊόντων μίας χρήσης. Στη συνέχεια τα προωθεί σε κορυφαίες εταιρείες λιανικού εμπορίου και ενσωματώνει αυτές τις προσφορές στο ηλεκτρονικό εμπόριο και στα φυσικά καταστήματα λιανικής πώλησης.

Στη σύγχρονη εποχή, η Κυκλική Οικονομία προτείνει νέες ιδέες στο σχεδιασμό προϊόντων. Μεγάλες εταιρείες έχουν αναγνωρίσει τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη της και εφαρμόζουν καλές πρακτικές προς αυτή την κατεύθυνση. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό της Adidas, που σχεδίασε και κατασκεύασε



Εικόνα 6. Loop <https://exploreloop.com/>

Εξερευνώντας τα ελληνικά δεδομένα, η εταιρεία PHEE χρησιμοποίησε έναν από τους αρχαιότερους ζώντες οργανισμούς στη γη, τα νεκρά φύλλα του αγχειόσπερμου *Posidonia Oceanica* και κατασκεύασε ένα επίπεδο πάνελ, το PHEE-board. Αξιοποιώντας πλήρως τα φύλλα της Ποσειδωνίας που εκβράζονται στις ακτές της Μεσογείου σε μεγάλες ποσότητες ετησίως, μαζί με βιολογικές ρητίνες, κατάφερε να γίνει η πρώτη εταιρία σε παγκόσμιο επίπεδο που τα εκμεταλλεύτηκε ως πρώτη ύλη. Μεταξύ άλλων, το PheeBoard χρησιμοποιήθηκε και από την εταιρεία κατασκευής χειροποίητων ξύλινων γυαλιών ηλίου Zeyelo που έχει έδρα τη Σύρο. Η Zeyelo δημιούργησε τη σειρά “The Seagrass Collection” με εξαιρετικά ελαφριά γυαλιά, συμμετέχοντας στην αξιοποίηση των φύλλων της Ποσειδωνίας από τις παραλίες της Σύρου.



Εικόνα 7 Phee. <https://phee.gr/el/board/>

Το πρόγραμμα BlueCycle αποτελεί μια ακόμα καινοτομία στην διαχείριση των θαλάσσιων πλαστικών απορριμμάτων. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα Γαλάζιας και Κυκλικής οικονομίας με σκοπό τη δημιουργία ενός νέου «κύκλου» για τα πλαστικά είδη που χρησιμοποιούνται στην αλιεία και τη ναυτιλία. Η διαδικασία που ακολουθείται αφορά στη συλλογή και



Εικόνα 8. BlueCycle Lab <https://bluecycle.com/bluecycle-lab/>

επεξεργασία απορριμμάτων όπως δίχτυα και κάβοι, τη μετατροπή τους σε πέλλετ ή σε νήμα για τρισδιάστατη εκτύπωση. Μέσα από την έρευνα για τη βιωσιμότητα των υλικών και για νέες χρήσεις σχεδιάζονται και αναπτύσσονται καινούργια προϊόντα κατασκευασμένα από θαλάσσια πλαστικά της αλιευτικής και ναυτιλιακής δραστηριότητας. Ο χώρος του Κέντρου στον Πειραιά είναι άρτια εξοπλισμένος και ανοιχτός σε ερευνητές, σχεδιαστές, κατασκευαστές και καλλιτέχνες.

Η εταιρεία Korres δημιούργησε το Re-Cycle Lab, μια δράση για την Ανταποδοτική Ανακύκλωση συσκευασιών. Η διαδικασία που ακολουθείται περιλαμβάνει αρχικά τη συλλογή άδειων συσκευασιών και τη μετατροπή τους σε πρώτη ύλη. Έπειτα, οι πλαστικές συσκευασίες γίνονται τέχνη ή ανακυκλωμένες συσκευασίες. Τα νέα, όμορφα ανακυκλωμένα αντικείμενα, σχεδιασμένα από το Design Lab της KORRES, επιστρέφουν στους καταναλωτές ως επιβράβευση για τη συμμετοχή τους σε αυτή την προσπάθεια. Οι

χάρτινες συσκευασίες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υλικών προώθησης, επίπλων και ανακυκλωμένων χάρτινων κουτιών ενώ τα υλικά από γυαλί είναι 100% ανακυκλώσιμα και μπορούν να ανακυκλώνονται συνέχεια. Σύμφωνα με την Κωνσταντίνα Αγγέλη, χημικό Μηχανικό και Επικεφαλής Έρευνας και Ανάπτυξης και Βιώσιμης Ανάπτυξης «Το Εργαστήριο Ανακύκλωσης είναι ένα εργαστήριο βιωσιμότητας, ένα μονοπάτι για έναν καθαρότερο πλανήτη, η επιλογή του να ζεις με ήθος, να επιστρέφεις στην κοινωνία και να συνυπάρχεις αρμονικά με τη φύση.»



Εικόνα 9. Korres Re-Cycle Lab <https://gr.korres.com/el/pages/full-circle-recycle-lab>

2. Βιομιμητική (Biomimetics)

Ορισμός

Οι όροι Βιομιμητική και Βιομίμηση αναφέρονται σε δύο διαφορετικές διαδικασίες της φυσικής δραστηριότητας.

Η Σοφία Ριζοπούλου στο βιβλίο Βιομιμητική και Βιομίμηση εξηγεί πως η Βιομιμητική (Biomimetics) «βασίζεται στη μελέτη, την ανάδειξη, την αντιγραφή και την προσομοίωση ιδιοτήτων και δομικών χαρακτηριστικών έμβιων οργανισμών που έχουν αποδεδειγμένα αντέξει περιβαλλοντικές καταπονήσεις» ενώ η Βιομίμηση (Biomimicry) «έχει σχέση με την απατηλή μίμηση χαρακτηριστικών ενός οργανισμού από έναν άλλο οργανισμό για ξεγέλασμα, για προσέλκυση ή άμυνα». Πιο συγκεκριμένα, η Βιομιμητική παρατηρεί τις ιδιότητες των ζωντανών οργανισμών, μελετά τα δομικά χαρακτηριστικά τους και αντλεί έμπνευση και γνώση για την κατασκευή νέων πρωτοποριακών προϊόντων. Αντίθετα, η Βιομίμηση αναφέρεται στην ιδιαίτερη συμπεριφορά των οργανισμών να ξεγελούν μέσω της μίμησης άλλους οργανισμούς για προστασία, προσέλκυση θηράματος ή αποφυγή θηρευτών. Στην αγγλική γλώσσα χρησιμοποιείται ο όρος *biomimetic* για την βιομιμητική από τις λέξεις *βίος (bio)* και *μιμητική (mimetic)* και ο όρος *biomimicry* για την Βιομίμηση ή βιομιμητικότητα από τις λέξεις *βίος (bio)* και *μίμηση ή μιμητικότητα (mimicry)*. (Ριζοπούλου, 2021)

Ιστορική ανασκόπηση

Ο Αμερικανός επιστήμονας Otto Herbert Schmitt (1913-1998) είναι ένα από τα σημαντικότερα ονόματα στην ιστορία της Βιομιμητικής. Ειδικευόταν στη βιοφυσική και τη βιομηχανική και έχει σχεδιάσει μια συσκευή που μιμείται τη διάδοση της ενέργειας των νευρώνων, με την οποία συνέβαλε στη δημιουργία του όρου "Βιομιμητική". Αυτός ο όρος αναφέρεται στη μελέτη της δομής, της λειτουργίας και του σχηματισμού βιολογικά παραγόμενων υλικών και μηχανισμών, με σκοπό τη δημιουργία παρόμοιων τεχνητών προϊόντων. Η πρώτη φορά που ο όρος "Βιομιμητική" χρησιμοποιήθηκε σε μια δημοσίευση, ήταν στο 3ο Διεθνές Συνέδριο Βιοφυσικής που διεξήχθη στη Βοστώνη το 1969. Ο ορισμός αυτός καταχωρήθηκε στο Λεξικό Meriam-Webster το 1974, βασιζόμενος στη δουλειά του Schmitt. Το 1997, η βιολόγος Janine Benyus δημοσίευσε το βιβλίο της με τίτλο "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature", προβάλλοντας τη Βιομίμηση ως διαδικασία που θα μπορούσε να επαναπροσδιορίσει τη σχέση ανθρώπου-περιβάλλοντος και να παράγει καινοτόμα υλικά. Αργότερα ίδρυσε το Biomimicry Institute, μέσω του οποίου διαδίδονται οι αρχές της Βιομιμητικής και παρέχονται εκπαιδευτικά σεμινάρια, συμβουλευτική σε επιχειρήσεις και διενεργούνται διαγωνισμοί επιβράβευσης καινοτόμων ιδεών. Η διάδοση των αρχών της βιομίμησης στο ευρύ κοινό συνέβαλε στην ανάπτυξη της διεπιστημονικής έρευνας. (Ριζοπούλου, 2021)

Εφαρμογές της Βιομιμητικής

Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα Βιομιμητικής αποτελεί το αυτοκόλλητο φερμουάρ "Velcro". Το προϊόν αυτό επινοήθηκε από τον Ελβετό μηχανικό George de Mestral το 1955, η έμπνευσή του όμως έχει ως αφετηρία το έτος 1941. Ο de Mestral επιστρέφοντας από το κυνήγι, παρατήρησε τα σπέρματα από το φυτό *Arctium lappa* που ήταν κολλημένα στο παντελόνι



Εικόνα 10. Το φυτό κολλιτσιδά (Arctium lappa) <https://greece.inaturalist.org/taxa/75501-Arctium-lappa>

του και στον σκύλο του. Η μελέτη αυτού του φυτού, τον οδήγησε στην κατασκευή ενός νέου είδους ένωσης υφασμάτων, που έφερε στη μια πλευρά γάντζους και στην άλλη θηλιές. Το καινοτόμο αυτό προϊόν άρχισε να εισέρχεται στην αγορά με αργούς ρυθμούς στις αρχές της δεκαετίας του 1960, κυρίως σε προϊόντα ένδυσης και υπόδησης. Η μεγάλη ανατροπή έγινε όταν η ΝΑΣΑ χρειάστηκε ένα σύστημα

στερέωσης, για να συγκρατεί τα αντικείμενα προσκολλημένα στους τοίχους όσο τα αεροσκάφη βρισκόνταν σε τροχιά. Σήμερα το Velcro έχει ευρεία χρήση σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας και της καθημερινής ζωής.

Ένα ακόμα παράδειγμα Βιομιμητικής, είναι το πτηνό Αλκυόνη (Kingfisher), η βουτιά του οποίου στο νερό οδήγησε στον σχεδιασμό του Bullet Train της Ιαπωνίας. Το ράμφος του έχει σχήμα μακρόστενου κώνου με αποτέλεσμα το πτηνό να μπορεί να διεισδύει ομαλά στο νερό χωρίς να δημιουργεί κύματα συμπίεσης κάτω από την επιφάνεια ή θόρυβο. Αυτό έδωσε την έμπνευση στον επικεφαλής μηχανικό της εταιρείας των ιαπωνικών τρένων Eiji Nakatsu, που επιζητούσε να επιλύσει το πρόβλημα του δυνατού θορύβου που προκαλούσαν τα τρένα όταν έβγαιναν από τις σήραγγες. Ο σχεδιασμός της μύτης του τρένου σύμφωνα με την μορφή του ράμφους βελτίωσε την αεροδυναμική, με αποτέλεσμα το τρένο να κινείται για μεγαλύτερη απόσταση με 15% λιγότερη κατανάλωση ενέργειας ενώ η θορυβώδης έξοδος από τις σήραγγες μειώθηκε σημαντικά.



Εικόνα 11. Η βουτιά της Αλκυόνης <https://www.demilked.com/kingfisher-dive-photo-wildlife-photography-alan-mcfayden/>

Εφαρμογές της Βιομιμητικής συναντούμε σε πρωτοπόρες εταιρείες στη διεθνή αγορά αλλά και στην Ελλάδα. Η Ecovative είναι μια εταιρεία τεχνολογίας μυκηλίου που σχεδιάζει και αναπτύσσει βιώσιμα υλικά που προέρχονται απευθείας από τη φύση. Το μυκήλιο

περιγράφεται συχνά ως «δομή ρίζας» των μανιταριών και έχει διακλαδωτή και νηματώδη όψη. Τα δίκτυα μυκηλίου είναι εξαιρετικά λεπτά και ισχυρά, με υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό και έχουν την ικανότητα να αντιστέκονται στο νερό, τη φθορά και τις τεράστιες εσωτερικές ή εξωτερικές πιέσεις. Η Ecovative έχει πετύχει να παράγει πλήρως διαμορφωμένες κατασκευές στο χυτήριο μυκηλίου της, που αποδίδουν το ίδιο ή καλύτερα από το πλαστικό, το δέρμα και άλλα υλικά. Τα παραγόμενα προϊόντα μετατρέπονται σε κομπόστ στο τέλος της ζωής τους με μηδενικό περιβαλλοντικό κόστος.



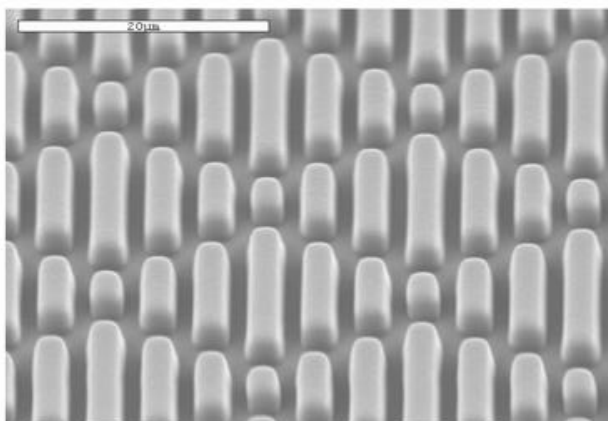
Building and Construction



Mushroom® Packaging

Εικόνα 12. Ecovative's Mycelium products <https://www.ecovative.com/>

Η εταιρεία Sharklet παράγει αντιμικροβιακά προϊόντα που εμπνέονται από την ικανότητα του δέρματος του καρχαρία να απωθεί βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς. Οι



The positive Sharklet micropattern. This specific shape - uniform widths, diamond pattern, shared small feature - are all contributors to Sharklet's antimicrobial properties

Εικόνα 13. Sharklet's micropattern <https://www.sharklet.com/technology-overview/>

καρχαρίες είναι ανθεκτικοί στην προσκόλληση των οργανισμών πάνω στο δέρμα τους, συμπεριλαμβανομένων των φυκιών και των πεταλίδων. Τα εξειδικευμένα προϊόντα της Sharklet ακολουθούν το σχήμα και το μοτίβο των δερματικών κηλίδων του καρχαρία και μπορούν να αξιοποιηθούν σε κοινόχρηστους χώρους και χώρους που υπάρχουν υψηλές απαιτήσεις υγιεινής.

Η ελληνική εταιρεία Biomimetic εφαρμόζει τη Βιομιμητική στον τομέα της νανο-υφής λέιζερ για γυάλινες επιφάνειες. Το τελικό προϊόν με την διαδικασία πράσινου λέιζερ συνδυάζει αντι-ανακλαστικές, αντιθαμβωτικές και υπερ-υδρόφιλες ιδιότητες. Οι μέθοδοι που ακολουθεί είναι φιλικές προς το περιβάλλον και δεν βασίζονται σε επιβλαβείς χημικές ουσίες.



Εικόνα 4. Biomimetic <https://www.biomimetic.gr/>

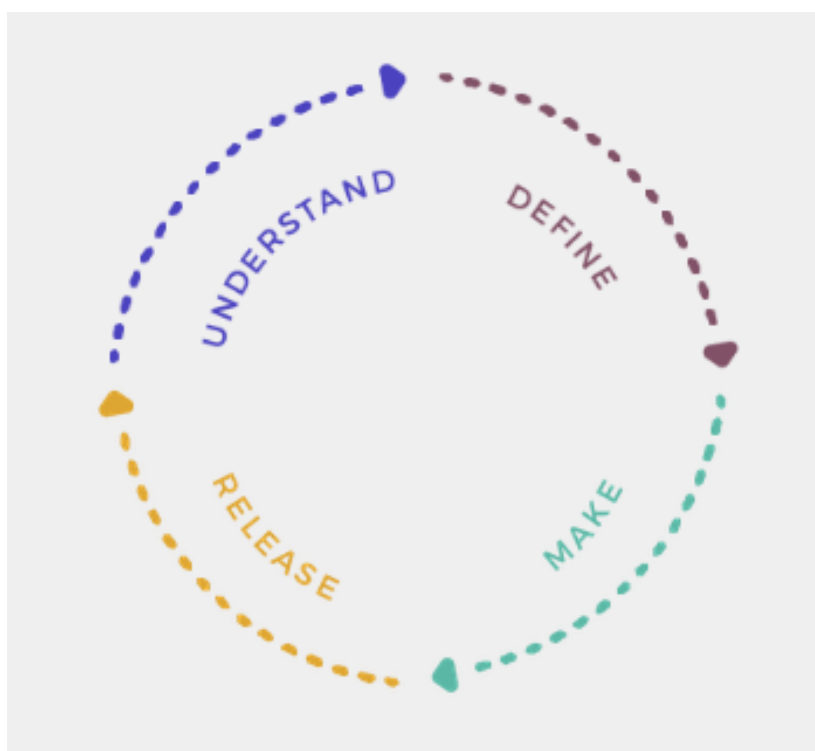
3. Μεθοδολογίες σχεδίασης σύμφωνα με την Κυκλική Οικονομία και την Βιομημητική

Μεθοδολογία Σχεδίασης για την Κυκλική Οικονομία

The Circular Design Guide - IDEO and Ellen MacArthur Foundation.

Το Ellen MacArthur Foundation είναι ένα ίδρυμα που αναπτύσσει και προωθεί την ιδέα της κυκλικής οικονομίας μέσω δράσεων και συνεργασιών με επιχειρήσεις, ακαδημαϊκούς κύκλους, υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και φορείς. Η IDEO είναι ένα από τα μεγαλύτερα Design Studios στον κόσμο. Έχει αναπτύξει πρωτοποριακές και καινοτόμες μεθόδους σχεδίασης και είναι απ' τις πρώτες εταιρίες που χρησιμοποίησαν το Design Thinking στην σχεδίαση προϊόντων, βοηθώντας στην διάδοση του όρου και της χρήσης του. Από τη συνεργασία των δύο αυτών οργανισμών δημιουργήθηκε η μεθοδολογία σχεδίασης **Circular Design Guide**.

Η μεθοδολογία αυτή αποτελείται από τέσσερις κατηγορίες και αναπαρίσταται σε κυκλικό σχήμα το οποίο παραπέμπει στην Κυκλική Οικονομία, όπως παρατηρούμε στην εικόνα 15.



Εικόνα 5. The Circular Design Guide <https://www.circulardesignguide.com/methods>

Η κάθε κατηγορία περιλαμβάνει διάφορα εργαλεία που βοηθούν την σχεδίαση σε όλες τις φάσεις της. Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται τα εργαλεία της κάθε κατηγορίας.

Understand	Define	Make	Release
Understand Circular Flows	Define your Challenge	User-Centred Research	Product Journey Mapping
Regenerative Thinking	Find circular Opportunities	Circular Brainstorming	Launch to Learn
Service Flip	Building Teams	Embed Feedback Mechanisms	Imagine New Partnerships
Insides out	Circular Buy-In	Smart Material Choices	Create Your Narrative
Inspiration: Digital Systems	Circular Business Model	Concept Selection	Align Your Organisation
Learn from Nature	Create Brand Promise	Rapid Prototyping	Continuous Learning Loop

Πίνακας 1. Εργαλεία Circular Design Guide (με κόκκινο τα επιλεγμένα για ανάλυση)

Παράθεση επιλεγμένων εργαλείων της μεθόδου Circular Design Guide

Understand Circular Flows

Κατανόηση των διαφορετικών τρόπων που δύναται να αλλάξει το προϊόν ώστε να γίνει περισσότερο «κυκλικό».

Service Flip

Διερεύνηση τρόπων μετατροπής κοινών προϊόντων σε ένα μοντέλο υπηρεσιών.

Insides Out

Αποσυναρμολόγηση ενός καθημερινού προϊόντος με στόχο την καλλιέργεια ενσυναίσθησης σχετικά με τις συνέπειες της αποσυναρμολόγησης και της ανάκτησης υλικών και εξαρτημάτων.

Learn from Nature

Άντληση έμπνευσης από τη φύση για την αντιμετώπιση των σχεδιαστικών προκλήσεων.

Define Your Challenge

Διατύπωση της κυκλικότητας και του προσδοκώμενου αντίκτυπου και σύσταση μιας ομάδας που θα ευθυγραμμιστεί με τους απαιτούμενους στόχους.

Find Circular Opportunities

Προσδιορισμός μικρών μετρήσιμων ευκαιριών σχεδιασμού για κυκλικότητα.

Circular Brainstorming

Συνεργατική ανάπτυξη ιδεών γύρω από τις αρχές της κυκλικότητας.

Smart Material Choices

Επιλογές υλικών κατασκευασμένα από ασφαλή συστατικά, που μπορούν να ανακυκλώνονται συνεχώς και στο τέλος του κύκλου ζωής τους να επιστρέφουν στη φύση χωρίς να τη βλάπτουν.

Concept Selection

Επιλογή των κατάλληλων κυκλικών εννοιών με βάση τον τρόπο με τον οποίο ευθυγραμμίζονται με την στρατηγική της επιχείρησης.

Rapid Prototyping

Δημιουργία πρόχειρων και γρήγορων πρωτοτύπων για δοκιμή της τελικής ιδέας πριν βγει το προϊόν στην αγορά.

Product Journey Mapping

Ανάλυση κύκλων χρήσης του προϊόντος και των εξαρτημάτων του. Διερεύνηση του τι θα συμβεί με τον καιρό, πώς μπορεί να χαλάσει το προϊόν, τι συμβαίνει τότε.

Continuous Learning Loops

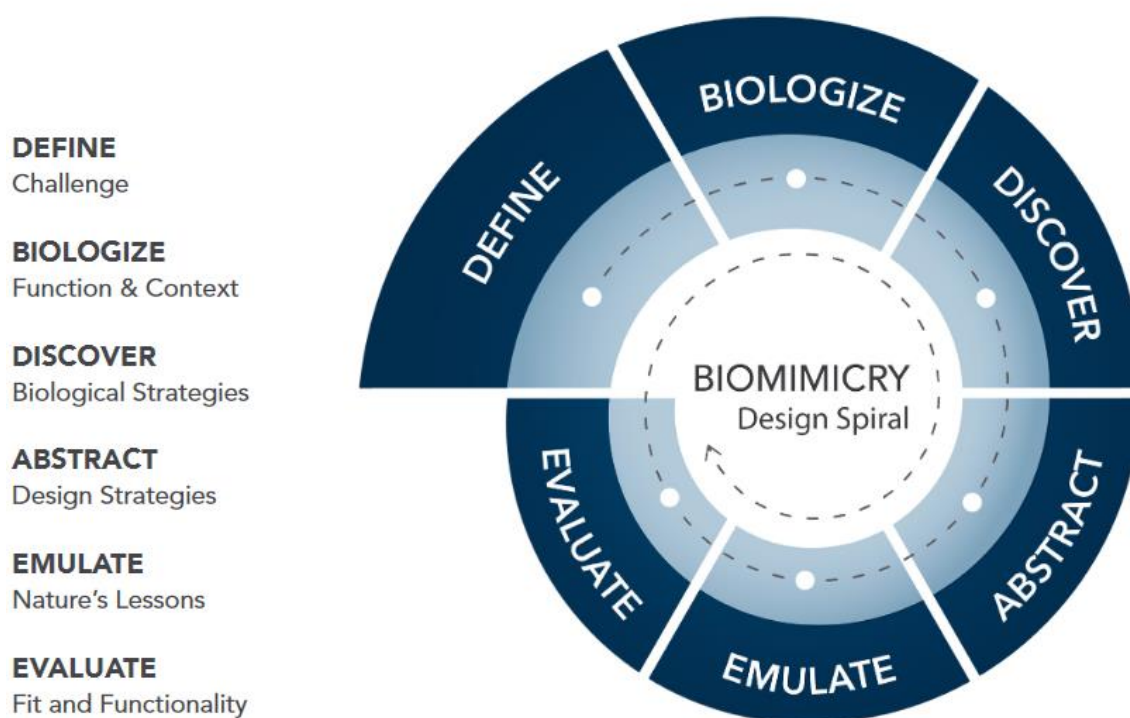
Αξιοποίηση σχολίων (feedback) με σκοπό την εξέλιξη του προϊόντος, την ανάπτυξη της επιχείρησης ή τον εντοπισμό της επόμενης κυκλικής παρέμβασης, ακόμη και την εξέλιξη του ίδιου του μηχανισμού ανατροφοδότησης.

Μεθοδολογίες Σχεδίασης για την Βιομμητική

To Design Spiral του Biomimicry Institute

Το Biomimicry Institute είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που ίδρυσε η Janine Benyus, με σκοπό να αποτελέσει η βιολογία ένα φυσικό κομμάτι της σχεδιαστικής διαδικασίας.

Το Design Spiral είναι μια Βιομημητική μεθοδολογία σχεδίασης σε σχήμα σπείρας. Όπως δείχνει η εικόνα 16, η διαδικασία δεν είναι γραμμική αλλά επαναληπτική. Ακολουθώντας τα βήματα και συγκλίνοντας προς το κέντρο της σπείρας, μπορούμε να επιστρέψουμε σε προηγούμενα βήματα, να ξαναδούμε τη δουλειά που έχουμε κάνει και να εξάγουμε νέα συμπεράσματα.



Εικόνα 6. Biomimicry Design Spiral Method <https://toolbox.biomimicry.org/methods>

Το διάγραμμα αποτελείται από έξι βήματα, όπως αναφέρονται παρακάτω:

DEFINE

Προσδιορίζουμε με ξεκάθαρο τρόπο τον αντίκτυπο που θέλουμε να έχει το σχέδιο μας στον κόσμο και τα κριτήρια και τους περιορισμούς που θα καθορίσουν την επιτυχία.

BIOLOGIZE

Αναλύουμε τις απαραίτητες λειτουργίες και το πλαίσιο/περιβάλλον που η σχεδιαστική μας λύση πρέπει να αντιμετωπίσει. Τις επαναδιατυπώνουμε με βιολογικούς όρους, έτσι ώστε να μπορούμε να «ρωτήσουμε τη φύση» για συμβουλές.

DISCOVER

Ψάχνουμε για μοντέλα στη φύση (οργανισμούς και οικοσυστήματα) που χρησιμοποιούν τις ίδιες λειτουργίες και πλαίσιο/περιβάλλον με την σχεδιαστική μας λύση. Στην συνέχεια αναγνωρίζουμε/ανακαλύπτουμε τις βιολογικές στρατηγικές που υποστηρίζουν την επιβίωση και την επιτυχία τους.

ABSTRACT

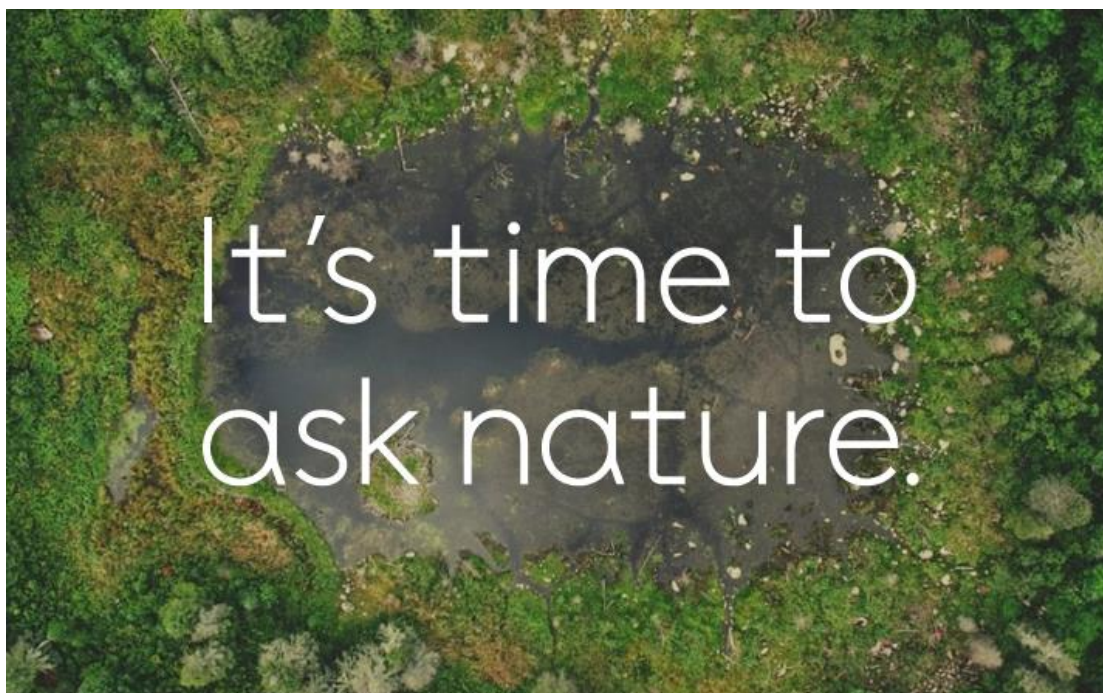
Μελετάμε προσεκτικά τα απαραίτητα χαρακτηριστικά ή τους μηχανισμούς που καθιστούν τις βιολογικές στρατηγικές επιτυχημένες. Με τη χρήση απλής γλώσσας καταγράφουμε πως καταλάβαμε ότι τα χαρακτηριστικά λειτουργούν, χρησιμοποιώντας και σκίτσα για να διασφαλίσουμε τι κατανοήσαμε με ακρίβεια.

EMULATE

Ψάχνουμε για μοτίβα και σχέσεις ανάμεσα στις στρατηγικές που βρήκαμε και εστιάζουμε στα καίρια μαθήματα που θα δώσουν πληροφορίες για την λύση μας. Δημιουργούμε design concepts βασισμένα σε αυτές τις στρατηγικές.

EVALUATE

Αξιολογούμε το πόσο καλά τηρούνται τα κριτήρια στα design concepts και τους περιορισμούς της σχεδιαστικής πρόκλησης και κατά πόσο ταιριάζουν στα συστήματα της γης. Λαμβάνουμε υπόψη τη βιωσιμότητα της τεχνολογίας και του μοντέλου της επιχείρησης. Προσαρμόζουμε και επαναλαμβάνουμε προηγούμενα βήματα όπου χρειάζεται, για την δημιουργία μιας βιώσιμης λύσης.



Εικόνα 7. Asknature “A portal to the wisdom nature holds.” <https://asknature.org>

Το Asknature είναι ένα ακόμα project του Biomimicry Institute που έχει την φύση ως το κέντρο της γνώσης και μπορεί να μας δώσει τις απαντήσεις και τις λύσεις που ψάχνουμε στην σχεδίαση των προϊόντων. Μέσα στις σελίδες της πλατφόρμας, μπορούμε να βρούμε κατηγορίες φυτών και ζώων με χιλιάδες παραδείγματα στοιχείων της μορφολογίας, συμπεριφοράς και επιτυχημένων στρατηγικών τους, που μπορεί να αποτελέσουν πηγή έμπνευσης στην σχεδιαστική μας πρόταση.

“The biomimics are discovering what works in the natural world, and more important, what lasts. After 3.8 billion years of research and development, failures are fossils, and what surrounds us is the secret to survival. The more our world looks and functions like this natural world, the more likely we are to be accepted on this home that is ours, but not ours alone.”

Janine M. Benyus

Η φύση με τα δισεκατομμύρια χρόνια έρευνας και ανάπτυξης μπορεί να μας καθοδηγήσει στο να δημιουργήσουμε έναν αρμονικό και αναγεννητικό κόσμο ευημερίας. Έχουμε πλέον τη δυνατότητα να συνεργαστούμε παγκοσμίως για να σχεδιάσουμε αυτόν τον κόσμο για το μέλλον όλων των ειδών και αυτό ξεκινάει με το να ρωτήσουμε την φύση.

Τα τρία αλληλοεξαρτώμενα στοιχεία αυτής της φιλοσοφίας είναι τα εξής:

1. (Re)Connect-(Επανα)Σύνδεση: Η αυξανόμενη συνειδητοποίηση ότι οι άνθρωποι, ατομικά και ως είδος, είναι μέρος της φύσης, μέσω μιας βαθύτερης σύνδεσης που τιμά την αμοιβαία σχέση μεταξύ όλων των ζωντανών όντων.

2. **Emulate-Μίμηση:** Η επιστημονική πρακτική της μάθησης και στη συνέχεια της αναπαραγωγής των μορφών, των διαδικασιών και των οικοσυστημάτων της φύσης για τη δημιουργία πιο αναγεννητικών σχεδίων.

3. **Ethos-Ήθος:** Η συνειδητοποίηση ότι οι άνθρωποι έχουν ευθύνη να συντηρούν και να προστατεύουν τη φύση, καθώς μαθαίνουν από αυτή και να τηρούν τα όρια του πλανήτη και τις αρχές για κάθε καινοτομία εμπνευσμένη από τη φύση.

Ο τρόπος που προτείνει το Asknature για να εφαρμόσουμε αυτή την πρακτική, ακολουθεί τα παρακάτω βήματα.

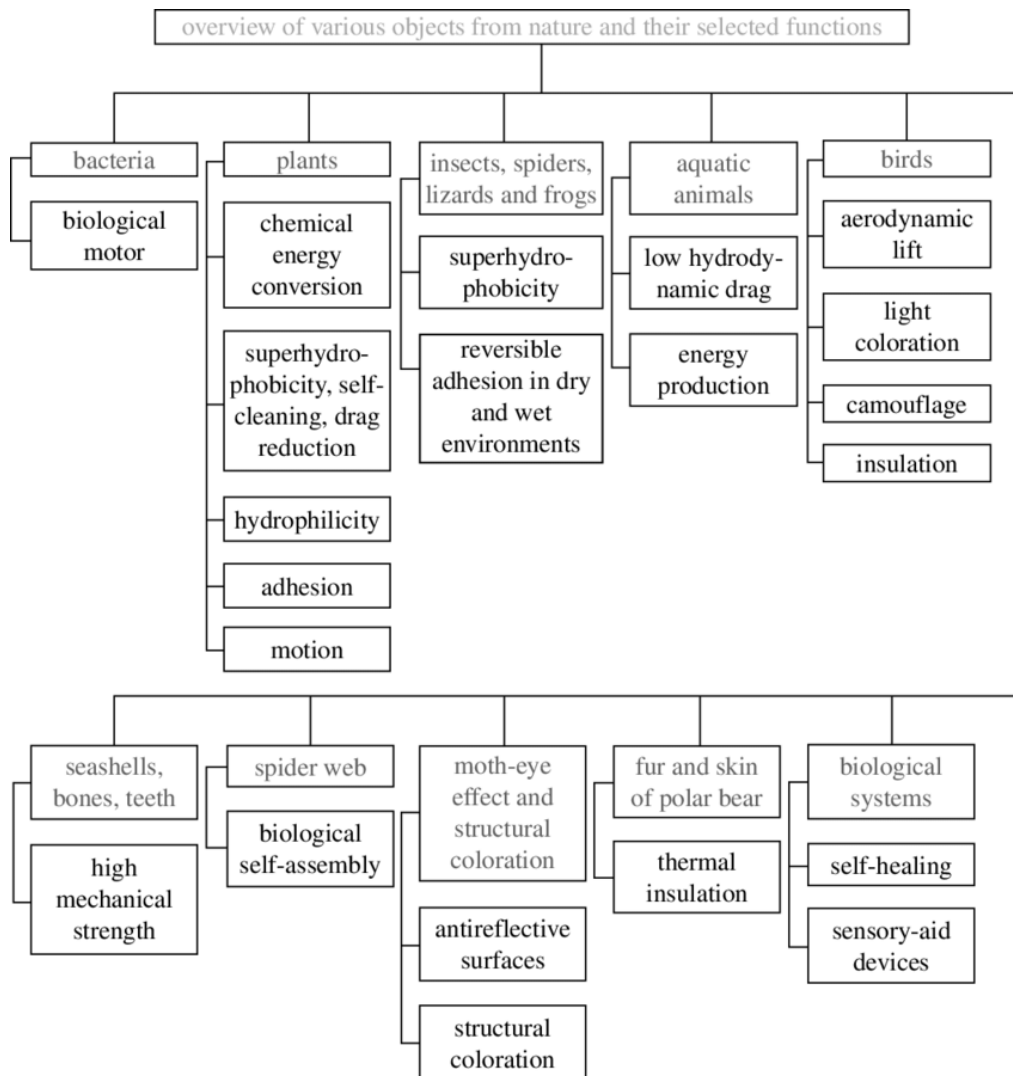
- **Quiet your cleverness.** -Κατευνάστε την ευφυΐα σας.
- **Ask Nature a question.** -Θέστε μια ερώτηση στη φύση.
- **Observe and listen deeply.** -Παρατηρήστε και ακούστε βαθιά.
- **Apply wisdom to create a regenerative world.** -Εφαρμόστε σοφία για να δημιουργήσετε έναν αναγεννητικό κόσμο.
- **Give thanks.** -Δώστε Ευχαριστίες

Η προσέγγιση αυτής της διαδικασίας είναι περισσότερο πνευματική. Χρειάζεται να έρθουμε σε επαφή με τη φύση, να σταματήσουμε τις σκέψεις, να αισθανθούμε το περιβάλλον, να παρατηρήσουμε και να αφουγκραστούμε αυτό που συμβαίνει γύρω μας. Έτσι, θα ξαναθυμηθούμε ότι αποτελούμε μέρος της φύσης και αυτή η σύνδεση θα μας βοηθήσει να εμπνευστούμε.

Η επιστήμη της Βιομίμησης, σύμφωνα με το Biomimicry Institute, ακολουθεί σχεδιαστική προσέγγιση με βάση τρεις αρχές:

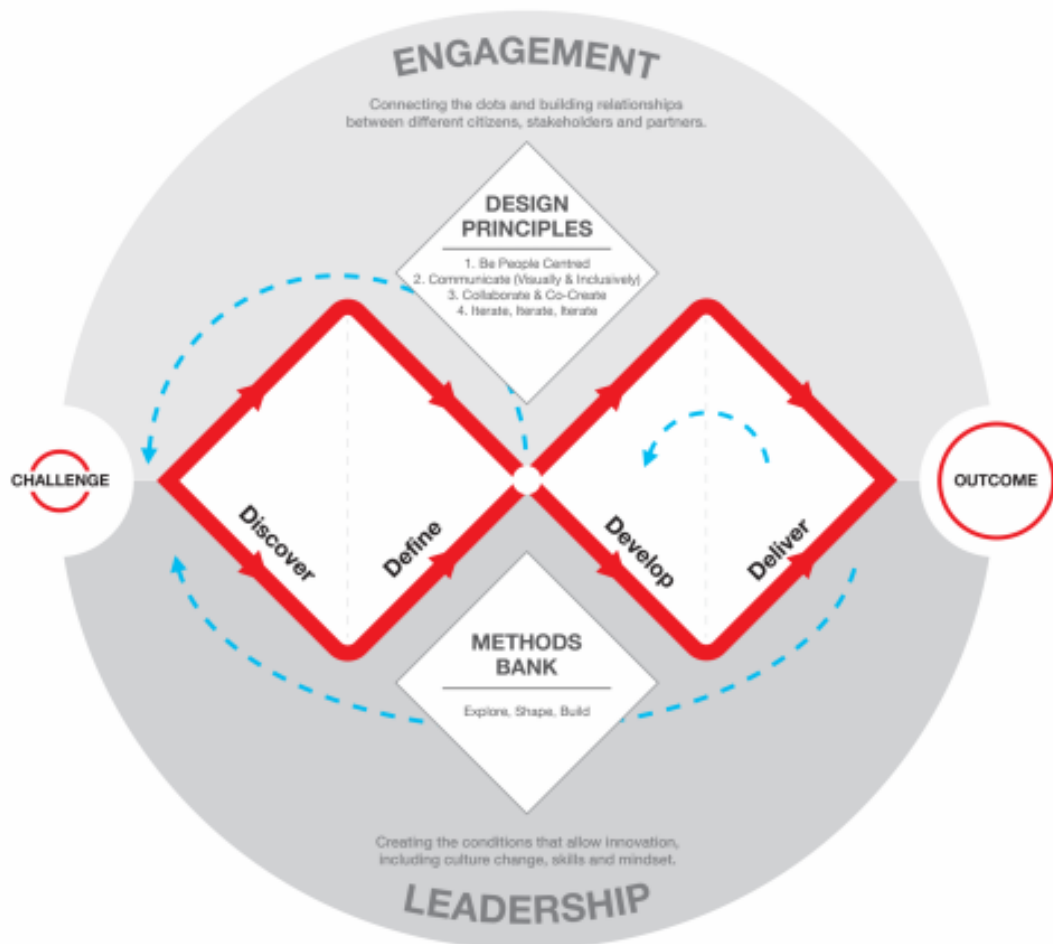
- **Η φύση ως πρότυπο (Nature as model).** Το φυσικό περιβάλλον και οι συμπεριφορές των οργανισμών γίνονται εμπνευση για το σχεδιασμό και κατ'επέκταση για την επίλυση ανθρώπινων προβλημάτων.
- **Η φύση ως μέτρο σύγκρισης (Nature as measure).** Η φύση είναι ο κριτής για την «ορθότητα» των καινοτομιών μας διότι μετά από δισεκατομμύρια χρόνια εξέλιξης γνωρίζει τι λειτουργεί, τι είναι κατάλληλο και τι διαρκεί.
- **Η φύση ως μέντορας (Nature as mentor).** Η φύση προσεγγίζεται με έναν νέο τρόπο, όχι πλέον ως τόπος εκμετάλλευσης αλλά ως πεδίο γνώσης από το οποίο έχουμε πολλά να μάθουμε.(Benyus, 2009)

Ο πίνακας 2 που ακολουθεί περιλαμβάνει τα διάφορα στοιχεία της φύσης και τις ιδιότητες που έχουν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός ιδεών και στρατηγικών για τις προδιαγραφές των προϊόντων:



Πίνακας 2. Biomimicry – Nature’s objects and their functions https://www.researchgate.net/figure/An-overview-of-various-objects-from-nature-and-their-selected-functions_fig3_24269577

4. Μεθοδολογία σχεδίασης Double Diamond



Εικόνα 8. Double Diamond Diagram www.designcouncil.org.uk/

Η διαδικασία: χρησιμοποιώντας το Double Diamond

Το Double Diamond του Design Council είναι μια διαδικασία σχεδιασμού που απευθύνεται τόσο σε σχεδιαστές όσο και σε μη σχεδιαστές. Τα δύο διαμάντια διερευνούν ένα ζήτημα αρχικά σε μεγάλο εύρος (αποκλίνουσα σκέψη) και στη συνέχεια συγκρίνοντας τα δεδομένα γίνεται επιλογή των καταλληλότερων (συγκλίνουσα σκέψη).

Discover (Ανακάλυψη). Περιλαμβάνει τη διαδικασία κατά την οποία γίνεται η κατανόηση του ζητήματος και στη συνέχεια ξεκινάει η έρευνα.

Define (Προσδιορισμός). Η γνώση που συγκεντρώθηκε από τη φάση της ανακάλυψης και της έρευνας, μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό της πρόκλησης με διαφορετικό τρόπο.

Develop (Ανάπτυξη). Το δεύτερο διαμάντι ενθαρρύνει τις εναλλακτικές απαντήσεις στο ίδιο πρόβλημα, αναζητώντας έμπνευση από άλλες πηγές και συν-σχεδιάζοντας με διαφορετικούς ανθρώπους.

Deliver (Παράδοση). Η παράδοση περιλαμβάνει τη δοκιμή λειτουργικότητας των διαφορετικών λύσεων σε μικρή κλίμακα, με σκοπό την απόρριψη ή τη βελτίωσή τους.

Η διαδικασία απεικονίζεται στο διάγραμμα γραμμικά, στην πραγματικότητα όμως μπορεί να επαναπροσδιορίζεται, συχνά επιστρέφοντας πάλι στην αρχή για τη βελτίωση των ιδεών και των προϊόντων.

Οι αρχές του σχεδιασμού

Το πλαίσιο για την καινοτομία περιγράφει τέσσερις βασικές αρχές που πρέπει να υιοθετήσουν οι υπεύθυνοι επίλυσης προβλημάτων, με σκοπό την καλύτερη απόδοσή τους.

- Προτεραιότητα στους ανθρώπους και διερεύνηση των αναγκών τους σχετικά με τη χρήση μιας υπηρεσίας.
- Επικοινωνία για κοινή κατανόηση του προβλήματος και των ιδεών.
- Συνεργασία και συνδημιουργία με σκοπό την άντληση έμπνευσης.
- Επανάληψη της διαδικασίας για την καλλιέργεια της εμπιστοσύνης στις αρχικές ιδέες, τον έγκαιρο εντοπισμό λαθών και την αποφυγή κινδύνων.²

² <https://www.designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/tools-frameworks/framework-for-innovation-design-councils-evolved-double-diamond/>

Μέρος Β' - Σχεδίαση

5. Ενσωμάτωση εργαλείων στην μεθοδολογία σχεδίασης

Double Diamond

Για να προσθέσουμε εργαλεία και ερωτήσεις στην μεθοδολογία σχεδίασης του Double Diamond, αρχικά θα εξετάσουμε αναλυτικά σε ποια από τα στάδια της μπορούν να εφαρμοστούν.

- **Discover.** Στο πρώτο βήμα μπορούμε να προσθέσουμε ερωτήσεις σύμφωνα με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Μπορούμε να σκεφτούμε την φύση για έμπνευση, πράγμα το οποίο θα μας βοηθήσει να στοχεύσουμε την έρευνά μας και να ορίσουμε τον προβληματικό χώρο και την σχεδιαστική μας πρόταση (Brief). Είναι σημαντικό από την αρχή να σκεφτόμαστε την φύση και την κυκλική προσέγγιση που πρέπει να έχουμε στην πρότασή μας.

- **Define.** Στο δεύτερο βήμα μπορούμε να αξιολογήσουμε τα δεδομένα που συγκεντρώσαμε από τη φάση της ανακάλυψης υπό το πρίσμα της κυκλικότητας και της Βιομιμητικής. Εδώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα προηγούμενα στοιχεία που συλλέξαμε για να αρχίσουν να συγκλίνουν τα δεδομένα μας και να φιλτράρουμε της πληροφορίες που έχουμε συγκεντρώσει.

Στην μέση των δύο διαμαντιών δημιουργούμε τις προδιαγραφές, οι οποίες είναι το πιο σημαντικό σημείο της εφαρμογής των εργαλείων. Αυτό διότι μπορούμε να θέσουμε τα χαρακτηριστικά, τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς σύμφωνα με την κυκλικότητα και την Βιομιμητική. Έτσι, θα δημιουργήσουμε ένα καλά ορισμένο προϊόν, το οποίο θα είναι εμπνευσμένο από τη φύση και φιλικό προς το περιβάλλον.

- **Develop.** Στο τρίτο βήμα μπορούμε σύμφωνα με τις τελικές σχεδιαστικές προδιαγραφές να ξεκινήσουμε τον ιδεασμό και την σχεδίαση. Εδώ μπορούμε να αναπτύξουμε τις ιδέες μας ελεύθερα αλλά έχοντας στο πίσω μέρος του μυαλού μας την φύση. Μπορούμε να δημιουργήσουμε και να επιλέξουμε concepts designs σύμφωνα με τις αρχές που έχουμε ορίσει.

- **Deliver.** Το τέταρτο βήμα περιλαμβάνει τη δοκιμή διαφορετικών λύσεων σε μικρή κλίμακα, την απόρριψη εκείνων που δεν θα λειτουργήσουν και τη βελτίωση αυτών που θα λειτουργήσουν. Οπότε, μπορούμε να αξιολογήσουμε τις σχεδιαστικές μας λύσεις, δημιουργώντας πρωτότυπα. Τα πρωτότυπα αυτά μπορούν να ακολουθούν μια διαδικασία δημιουργίας που να είναι σύμφωνη με τις αρχές που έχουμε ορίσει.

Κυκλική Οικονομία

Σύμφωνα με την μέθοδο **The Circular Design Guide** που είδαμε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα εξής εργαλεία:

Understand Circular Flows

Service Flip

Insides Out

Define Your Challenge

Smart Material Choices

Product Journey Mapping

Για να προσθέσουμε την Κυκλική Οικονομία στην σχεδίαση, τα βήματα που χρειάζεται να ακολουθήσουμε και να εξετάσουμε είναι τα εξής:

- Σκεφτόμαστε το **διάγραμμα της πεταλούδας** με τον τεχνικό και βιολογικό κύκλο και βλέπουμε ποια χαρακτηριστικά θέλουμε να έχει το προϊόν μας.

Τεχνικός κύκλος

- ✓ Επαναχρησιμοποίηση (επιστρέφει το προϊόν απευθείας στους χρήστες).
- ✓ Επισκευή (επιστρέφει το προϊόν στον πάροχο του προϊόντος/υπηρεσίας).
- ✓ Ανακαίνιση (επιστρέφει το προϊόν στον πάροχο του προϊόντος/υπηρεσίας).
- ✓ Ανακατασκευή (ξαναπερνάει το προϊόν από την διαδικασία κατασκευής).
- ✓ Ανακύκλωση (τελευταίο στάδιο).

Βιολογικός κύκλος

- ✓ Το προϊόν επιστρέφει θρεπτικά συστατικά πίσω στη γη στο τέλος της χρήσης του π.χ. με κομποστοποίηση, βιοαποδόμηση κ.λπ.
- ✓ Το προϊόν επιτρέπει στα βιολογικά υλικά και τις θρεπτικές βιοχημικές ουσίες να εξαχθούν και να αξιοποιηθούν μέσω άλλων εφαρμογών, πριν επιστρέψουν στο έδαφος.

- **Ο κύκλος ζωής του προϊόντος**

Ξεκινάμε ρωτώντας: Πόσος χρόνος είναι η αρχική προβλεπόμενη φάση χρήσης για το προϊόν ή την υπηρεσία; Θα μπορούσε αυτό να επεκταθεί;

Στη συνέχεια σκεφτόμαστε τι ακολουθεί. Τι συμβαίνει μετά τον πρώτο κύκλο χρήσης;

- **Η επιλογή υλικών**

- ✓ Καταχωρούμε τα υλικά του προϊόντος.
- ✓ Εξετάζουμε εάν κάποιο από αυτά τα υλικά μπορεί να διαχωριστεί.
- ✓ Ρωτάμε: Πού πηγαίνει το κάθε υλικό μετά τον τρέχοντα κύκλο χρήσης;

- **Τα σπονδυλωτά (modular) και τυποποιημένα εξαρτήματα**

Τα προϊόντα μπορούν να διαμορφωθούν σπονδυλωτά και να τυποποιηθούν, ώστε τα προβληματικά μέρη να μπορούν εύκολα να απομονωθούν και να αντικατασταθούν.

- **Ο σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση**

Σκεφτόμαστε από την αρχή του σχεδιασμού, την εύκολη αποσυναρμολόγηση και αποσύνδεση των μερών που αποτελούν το προϊόν μας.

- **Ο σχεδιασμός για μέγιστη διάρκεια ζωής**
Σχεδιάζουμε προϊόντα με στόχο την μεγαλύτερη δυνατή αντοχή στον χρόνο.
- **Η αποδοτικότητα της παραγωγικής διαδικασίας**
Σκεφτόμαστε και σχεδιάζουμε την παραγωγική διαδικασία έτσι ώστε να μπορέσουμε να μειώσουμε το αποτύπωμα που αφήνει και να ελαχιστοποιήσουμε τα απόβλητα.

Βιομημητική

- Design Spiral

- Ask Nature

Για να προσθέσουμε την Βιομημητική στην σχεδίαση, τα βήματα που χρειάζεται να ακολουθήσουμε και να εξετάσουμε είναι τα εξής:

- **Ask Nature**

Ρωτάμε: Πως η φύση κάνει αυτή την λειτουργία;

- **Define**

Εξετάζουμε το Design Brief απ' την οπτική της φύσης.

- **Biologize**

Βιολογισμός (Biologize) της ερώτησης. Μεταφράζουμε την λειτουργία της σχεδιαστικής μας λύσης, σε λειτουργία της φύσης.

- **Discover**

Ψάχνουμε στην φύση για «μοντέλα αριστείας» που δίνουν λύση στην πρόκληση που έχουμε. Βρίσκουμε τα καλύτερα φυσικά μοντέλα που απαντούν στις ερωτήσεις μας.

- **Abstract**

Βρίσκουμε τα χαρακτηριστικά και τις διαδικασίες μέσα στη φύση που φέρνουν την επιτυχία. Μαθαίνουμε λεπτομέρειες και κατανοούμε τα χαρακτηριστικά δημιουργώντας σκίτσα.

- **Emulate**

Ψάχνουμε μοτίβα και σχέσεις στις στρατηγικές που βρήκαμε και δημιουργούμε design concepts.

- **Evaluate**

Αξιολογούμε τα κριτήρια στα design concepts και πόσο ταιριάζουν στα συστήματα της γης.

6. Επιλογή θέματος σχεδίασης

Για την επιλογή του θέματος σχεδίασης θεωρήθηκε κατάλληλο ένα αρχέτυπο αντικείμενο, το οποίο χρησιμοποιείται από όλους τους ανθρώπους παγκοσμίως, ανεξαρτήτως οικονομικής κατάστασης και γεωγραφικής τοποθεσίας και είναι άμεσα αναγνωρίσιμο σε όλες τις μορφές και σχέδια που μπορεί να παίρνει. Αυτό είναι μια **καρέκλα** οικιακής χρήσης.

Design Brief

Σε αυτό το βήμα ορίζουμε ένα ενδεικτικό design brief που περιγράφει την διερεύνηση της παρούσας εργασίας, στην προσέγγιση της εφαρμογής των αρχών της Κυκλικής Οικονομίας και Βιομημητικής στην καρέκλα οικιακής χρήσης.

Την ορίζουμε ως **καρέκλα-πολυθρόνα** για να γίνει πιο στοχευμένη η σχεδίαση του αντικειμένου και περιγράφονται τα εξής:

Πλαίσιο-Δραστηριότητα

- Οικιακός χώρος, εσωτερικό περιβάλλον.
- Σαλόνι, γραφείο και υπνοδωμάτια.

Χρήστες

Οι δυνητικοί χρήστες για την καρέκλα-πολυθρόνα οικιακής χρήσης είναι κυρίως ενήλικα άτομα όλων των ηλικιών.

Ενδεικτικό Brief

«Δημιουργία καρέκλας-πολυθρόνας για οικιακή χρήση μελετώντας τις σχεδιαστικές επιπτώσεις της εφαρμογής των αρχών της κυκλικής οικονομίας και της Βιομημητικής».

7. Σχεδιαστικές Προδιαγραφές

Σύμφωνα με το ενδεικτικό Design Brief «**Δημιουργία καρέκλας-πολυθρόνας για οικιακή χρήση μελετώντας τις σχεδιαστικές επιπτώσεις της εφαρμογής των αρχών της Κυκλικής Οικονομίας και της Βιομημητικής**» προχωράμε στην δημιουργία των σχεδιαστικών προδιαγραφών.

Οι προδιαγραφές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- 1. Αναφοράς**
- 2. Κυκλικής Οικονομίας**
- 3. Βιομημητικής**

Οι προδιαγραφές προκύπτουν από την σχεδιαστική πρόθεση ή την λύση που θέλουμε να δώσουμε. Εδώ η πρόθεση είναι να μελετηθούν οι αρχές της Κυκλικής Οικονομίας και Βιομημητικής, οπότε στην κατηγορία 1 θα ορίσουμε και πάλι ενδεικτικές προδιαγραφές που να είναι σύμφωνες όμως με ένα εργονομικό κάθισμα άνεσης.

Στις κατηγορίες προδιαγραφών 2 και 3 θα χρησιμοποιήσουμε ερωτήσεις που θα μας βοηθήσουν στην δημιουργία τους. Αυτές οι ερωτήσεις προκύπτουν από τα εργαλεία των μεθοδολογιών σχεδίασης και τις αρχές της κυκλικής οικονομίας και Βιομημητικής.

Στο τέλος θα αξιολογήσουμε και θα επιλέξουμε προδιαγραφές και από τις τρεις κατηγορίες, για να δημιουργηθούν τα ανάλογα design concepts.

Προδιαγραφές αναφοράς

Αρχικά ορίζουμε τις ενδεικτικές προδιαγραφές για την καρέκλα αναφοράς, οι οποίες διαμορφώνονται σύμφωνα με τα παρακάτω στοιχεία:

1. Χαρακτηριστικά - Τι πρέπει να είναι το προϊόν
2. Λειτουργικές απαιτήσεις - Τι πρέπει να κάνει το προϊόν
3. Περιορισμοί – Ποιοτικοί / Ποσοτικοί

Στην συνέχεια δημιουργούμε τις προδιαγραφές και ορίζουμε:

Χαρακτηριστικά

- Η πλάτη του καθίσματος να έχει ελαστικότητα
- Η έδρα του καθίσματος να είναι από μαλακό υλικό
- Ο τρόπος στήριξης του καθίσματος να είναι κουμπωτός/συρταρωτός

Λειτουργικές απαιτήσεις

- Να υποστηρίζει το σώμα στα κατάλληλα σημεία για να προσφέρει άνετο κάθισμα
- Να υποστηρίζει τα χέρια

Περιορισμοί

- Ο σκελετός στήριξης του καθίσματος να αντέχει βάρος έως 120Kg
- Ελάχιστες εξωτερικές διαστάσεις: Ύψος 1000mm, Πλάτος 600mm και Βάθος 600mm
- Τα υλικά του να είναι ανακυκλώσιμα

Στην συνέχεια ιεραρχούμε τις προδιαγραφές και βάζουμε αρίθμηση, ξεκινώντας με την πιο σημαντική στο νούμερο 1 και συνεχίζοντας με σειρά προτεραιότητας.

1. Να υποστηρίζει το σώμα στα κατάλληλα σημεία για να προσφέρει άνετο κάθισμα.
2. Να υποστηρίζει τα χέρια.
3. Η πλάτη του καθίσματος να έχει ελαστικότητα.
4. Η έδρα του καθίσματος να είναι από μαλακό υλικό.
5. Ο τρόπος στήριξης του καθίσματος να είναι συρταρωτός-κουμπωτός.
6. Ο σκελετός στήριξης του καθίσματος να αντέχει βάρος έως 120Kg.
7. Ελάχιστες εξωτερικές διαστάσεις: Ύψος 1000mm, Πλάτος 600mm και Βάθος 600mm.
8. Τα υλικά του να είναι ανακυκλώσιμα.

Προδιαγραφές Κυκλικής Οικονομίας

Αρχικά θέτουμε ερωτήσεις σύμφωνα με τα εργαλεία της μεθοδολογίας **The Circular Design Guide** που διευκολύνουν την διαδικασία δημιουργίας των προδιαγραφών:

Understand Circular flows (Technical and Biological Cycle):

- Μπορεί να αποσυναρμολογηθεί εύκολα;
- Μπορεί να επισκευαστεί εύκολα;
- Μπορεί να ανακατασκευαστεί;
- Μπορεί να μεταποιηθεί;
- Μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί;
- Μπορούν τα υλικά του να είναι βιοδιασπώμενα;
- Πώς θα μπορούσε να γίνει το προϊόν αρθρωτό;
- Μπορεί η κατασκευή του να γίνει τοπικά;
- Μπορεί κάποιο από τα υλικά να αναζητηθεί τοπικά;
- Μπορεί να ελαχιστοποιηθεί η ποσότητα των αποβλήτων που παράγει το προϊόν;
- Μπορεί να ανακυκλωθεί;
- Μπορεί να κατασκευαστεί με εναλλακτικές μεθόδους;
- Μπορεί να κατασκευαστεί με προσθετική μέθοδο (3d printing);

Service Flip

- Μπορεί το προϊόν να μετατραπεί σε υπηρεσία;
- Μπορεί να μην υπάρχει ιδιοκτησία;
- Μπορεί να προσφέρεται ως προϊόν με μίσθωση;
- Μπορούμε να παρέχουμε υπηρεσία συντήρησης για την επέκταση της ζωής του προϊόντος;

Insides Out

- Τι βλέπουμε όταν αποσυναρμολογήσουμε/διαλύσουμε το αντικείμενο; Ποια είναι τα μέρη του;
- Μπορούν να αξιοποιηθούν μέρη/τμήματα του προϊόντος;
- Μπορούν να αντικατασταθούν μέρη/τμήματα του προϊόντος;
- Ποια από τα εξαρτήματα του μπορούν να αντικατασταθούν;
- Μπορούν οι χρήστες να το επισκευάσουν μόνοι τους;
- Μπορούμε να διευκολύνουμε τους χρήστες για να το επισκευάσουν;

Smart Material Choices

- Μπορούν τα υλικά του να είναι φιλικά προς το περιβάλλον;
- Μπορούν τα υλικά του να προέρχονται από απόβλητα;
- Μπορούν τα υλικά του να μην περιέχουν χημικά;
- Μπορεί να επιστρέψει στην φύση χωρίς να την βλάψει;
- Μπορεί να επιστρέψει στην φύση ως θρεπτικό συστατικό;
- Μπορεί το προϊόν να συμβάλει στον βιοκύκλο με κάποιο τρόπο;
- Μπορούν τα μέρη του να συνδεθούν μόνο με οργανικά υλικά;

Product Journey Mapping

- Πόσους κύκλους χρήσης μπορεί να έχει το προϊόν;
- Πόση μπορεί να είναι η διάρκεια ζωής του προϊόντος;

- Μπορεί να παραταθεί η διάρκεια ζωής του προϊόντος;
- Πότε προβλέπεται να χαλάσει το προϊόν;
- Με ποιον τρόπο μπορεί να χαλάσει το προϊόν;
- Τι θα συμβεί όταν χαλάσει;
- Πόσες φορές μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί;
- Μετά το τέλος του κύκλου ζωής του, μπορεί να έχει άλλη χρήση;

Προδιαγραφές που προκύπτουν από τις παραπάνω ερωτήσεις

- Να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί
- Τα εξαρτήματα του να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν
- Τα εξαρτήματα του να μπορούν να αξιοποιηθούν σε άλλες χρήσεις
- Τα μέρη του να μπορούν να ανακυκλωθούν
- Τα εξαρτήματα του να μπορούν να αποσυναρμολογηθούν εύκολα
- Τα εξαρτήματα του να μπορούν να αντικατασταθούν εύκολα
- Τα εξαρτήματα του να μπορούν να επισκευαστούν εύκολα
- Τα εξαρτήματα του να μπορούν να ανακατασκευαστούν
- Να είναι κατασκευασμένο από ανακυκλώσιμα υλικά
- Να είναι κατασκευασμένο από ανακυκλωμένα υλικά
- Να είναι κατασκευασμένο από βιοδιασπώμενα υλικά
- Να είναι κατασκευασμένο από οργανικά υλικά
- Οι μέθοδοι κατασκευής του να έχουν χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα
- Η κατασκευή του να γίνεται τοπικά
- Τα μέρη του να μπορούν να κατασκευαστούν με προσθετική μέθοδο (3d printing)
- Να μπορεί να προσφερθεί με μίσθωση
- Τα υλικά του να μην περιέχουν χημικά
- Τα υλικά του να μπορούν να επιστρέψουν στην φύση ως θρεπτικά συστατικά
- Τα μέρη του να συνδέονται με οργανικά/φυσικά υλικά
- Τα μέρη του να κουμπώνουν μεταξύ τους (συνδεσιμότητα των μερών του)
- Τα μέρη του να μην χρειάζονται συνδετικά υλικά
- Να παράγει ελάχιστα απόβλητα κατά την παραγωγή του
- Να παράγει ελάχιστα απόβλητα μετά το τέλος του κύκλου ζωής του

Ιεράρχηση προδιαγραφών

1. Να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί
2. Τα εξαρτήματα του να είναι αρθρωτά/σπονδυλωτά (modular) και να μπορούν να αποσυναρμολογηθούν εύκολα
3. Τα μέρη του σκελετού στήριξης να μπορούν να κατασκευαστούν με προσθετική μέθοδο (3d printing)
4. Οι μέθοδοι κατασκευής του να έχουν χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα και να παράγουν όσο το δυνατόν λιγότερα απόβλητα
5. Τα μέρη του να συνδέονται με οργανικά/φυσικά υλικά
6. Τα υλικά του να μπορούν να επιστρέψουν στην φύση ως θρεπτικά συστατικά
7. Η κατασκευή του να γίνεται όσο πιο τοπικά είναι εφικτό

Προδιαγραφές Βιομημητικής

Θέτουμε ερωτήσεις σύμφωνα με τα εργαλεία της μεθοδολογίας **Biomimicry Design Spiral** και της σελίδας **AskNature**, που διευκολύνουν την διαδικασία δημιουργίας των προδιαγραφών:

AskNature

- Πώς θα το έλυne αυτό η φύση;
- Πώς δεν θα το έλυne αυτό η φύση;
- Πώς η φύση κάνει αυτή την λειτουργία;
- Τι κάνει πολύ καλά/επιτυχημένα κάποιο φυτό ή κάποιο ζώο στην φύση που μπορεί να αποτελεί πηγή έμπνευσης για το design μου;
- Πώς μπορεί το προϊόν μας να αντλήσει έμπνευση από τα ζωντανά συστήματα;

Biologize

- Πώς η φύση δημιουργεί καθίσματα;
- Πώς η φύση βοηθάει τα ζώα να ξεκουράζονται;
- Πώς η φύση συγκρατεί αντικείμενα;
- Πώς η φύση στηρίζει αντικείμενα;
- Πώς η φύση συνδέει αντικείμενα;
- Πώς η φύση κολλάει αντικείμενα μεταξύ τους;
- Πώς η φύση μπορεί να υποστηρίξει την καθιστή θέση;
- Πώς η φύση αντέχει το βάρος;
- Πώς η φύση υποστηρίζει το βάρος;

Discover

- Αν υπάρχουν φυσικά καθίσματα στην φύση τι σχήμα ή τι μορφή έχουν;
- Αν δεν υπάρχουν φυσικά καθίσματα στην φύση, τι υπάρχει που να μοιάζει με κάθισμα;
- Με ποιες μεθόδους συνδέει η φύση αντικείμενα;
- Ποια στοιχεία/οργανισμοί στη φύση έχουν την ιδιότητα να συνδέουν μέρη τους με πολύ ισχυρό τρόπο;
- Πώς τα ζώα αξιοποιούν την μορφολογία του περιβάλλοντός τους για να κάθονται;
- Ποιοι οργανισμοί στη φύση έχουν μεγάλη αντοχή στον χρόνο;
- Ποιοι οργανισμοί στη φύση έχουν μεγάλη ανθεκτικότητα;
- Ποια υλικά στην φύση δεν φθείρονται εύκολα;
- Ποια υλικά στην φύση έχουν μεγάλη αντοχή στον χρόνο;

Γενικές

- Πώς ο άνθρωπος κάθεται στην φύση;
- Πώς ο άνθρωπος αξιοποιεί στοιχεία της φύσης για να κάθεται;
- Διαθέτει η φύση επιφάνειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάθισμα;
- Ποια φυσικά υλικά ταιριάζουν στα καθίσματα;
- Ποια φυσικά υλικά δημιουργούν καθίσματα;
- Ποιο υλικό «κάθεται» με φυσικό τρόπο;

Προδιαγραφές που προκύπτουν από τις παραπάνω ερωτήσεις

- Να έχει οργανική φόρμα
- Να έχει ενιαία φόρμα όπως κάποιο στοιχείο της φύσης
- Το design να είναι εμπνευσμένο από μοτίβα της φύσης
- Να έχει στοιχεία από μοτίβα της φύσης
- Να μοιάζει με κάποιο φυσικό κάθισμα στην φύση
- Η έδρα του καθίσματος να είναι όπως οι κοιλότητες στην φύση
- Η πλάτη του καθίσματος να έχει ελαστικότητα όπως κάποιο στοιχείο της φύσης
- Η σύνδεση των εξαρτημάτων του καθίσματος να είναι εμπνευσμένες από στοιχεία/οργανισμούς της φύσης
- Οι συνδέσεις των μερών του να είναι από οργανική ύλη
- Οι συνδέσεις των μερών του να γίνονται με φυσικό τρόπο
- Τα μέρη του να συγκολλούνται με φυσικά υλικά
- Τα μέρη του να συνδέονται χωρίς συγκολλητικά υλικά
- Τα υλικά κατασκευής να προέρχονται από την φύση
- Να είναι κατασκευασμένο από οργανικά/φυσικά υλικά
- Η αντοχή του σε βάρος να είναι όπως κάποιου ανθεκτικού στοιχείου της φύσης
- Να είναι ανθεκτικό στην φθορά όπως κάποιο στοιχείο της φύσης
- Να μεταβάλλεται η όψη του φυσικά με την φθορά του χρόνου
- Η μεταβολή των φυσικών υλικών λόγω χρόνου να του προσδίδουν άλλη αισθητική

Ιεράρχηση προδιαγραφών

1. Να μοιάζει με κάποιο φυσικό κάθισμα στην φύση
2. Το design να έχει στοιχεία από μοτίβα της φύσης
3. Ο σκελετός στήριξης του καθίσματος να έχει την μορφή κάποιας οργανικής δομής της φύσης
4. Η έδρα και η πλάτη του καθίσματος να μοιάζουν όπως οι κοιλότητες στην φύση
5. Η σύνδεση των εξαρτημάτων του καθίσματος να είναι εμπνευσμένες από στοιχεία/οργανισμούς της φύσης
6. Η αντοχή του σε βάρος να είναι όπως κάποιου ανθεκτικού στοιχείου της φύσης

8. Σχεδίαση

Περιγραφή διαδικασίας

Για την σχεδίαση του καθίσματος θα ακολουθήσουμε τα εξής βήματα:

1. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές αναφοράς θα σχεδιαστεί ένα concept καθίσματος και θα χρησιμοποιηθεί ως αναφορά για την εφαρμογή των αρχών της κυκλικής οικονομίας και Βιομημητικής.
2. Στο concept του καθίσματος αναφοράς θα εφαρμοστούν οι προδιαγραφές που προέκυψαν σύμφωνα με την Κυκλική Οικονομία και θα σχεδιαστεί το concept 1.
3. Στο concept του καθίσματος αναφοράς θα εφαρμοστούν οι προδιαγραφές που προέκυψαν σύμφωνα με την Βιομημητική και θα σχεδιαστεί το concept 2.

Στο πρώτο βήμα θα γίνει ιδεασμός πάνω στις προδιαγραφές αναφοράς και θα δημιουργηθούν σκίτσα και idea pool. Στην συνέχεια θα επιλεγούν τα κατάλληλα σκίτσα για να προχωρήσουμε σε πρωτόλεια σχέδια καρεκλών, από τα οποία θα δημιουργηθεί το concept αναφοράς.

Στα βήματα 2 και 3 θα τροποποιήσουμε το concept αναφοράς, εφαρμόζοντας τις προδιαγραφές της κυκλικής οικονομίας και της Βιομημητικής και θα δημιουργήσουμε νέο concept παρατηρώντας τι αλλάζει και τι δεν αλλάζει στην σχεδίαση.

Moodboard

Στην αρχή της διαδικασίας του ιδεασμού δημιουργείται το moodboard, το οποίο αποτελείται από σύνθεση εικόνων που μπορεί να αποτελούν έμπνευση για την διαδικασία του ιδεασμού των πρωταρχικών σχεδίων.

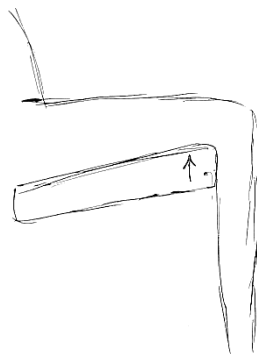
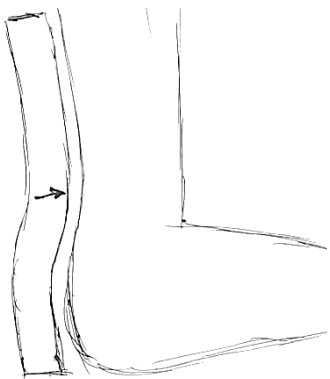
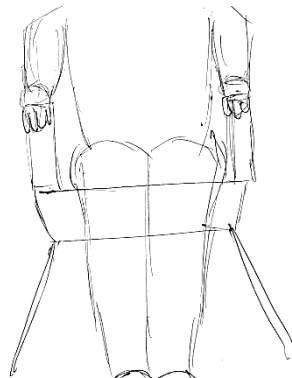
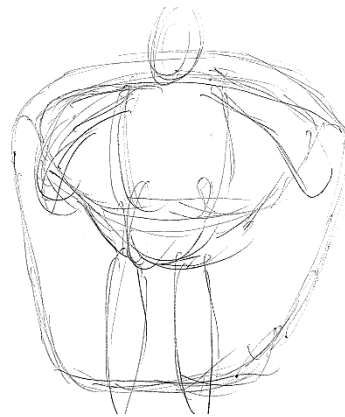


Εικόνα 9. Επιλογή και σύνθεση εικόνων από το διαδίκτυο

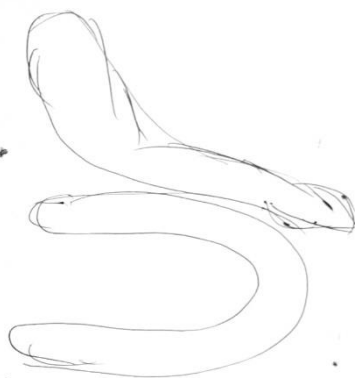
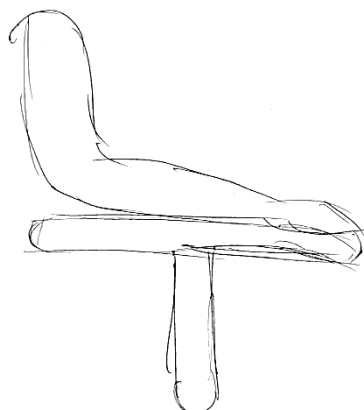
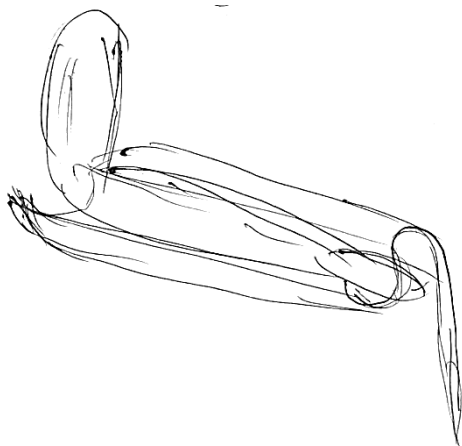
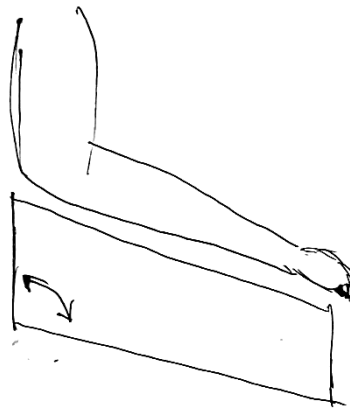
Idea Pool

Ξεκινώντας την διαδικασία του ιδεασμού δημιουργούμε σκίτσα για κάθε προδιαγραφή ξεχωριστά.

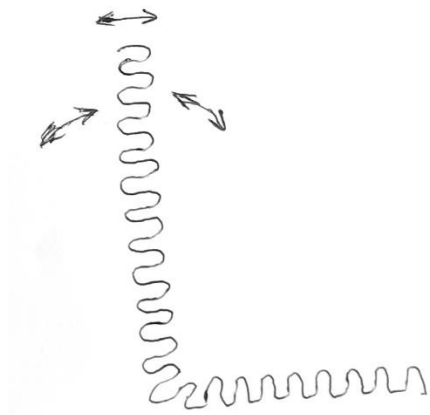
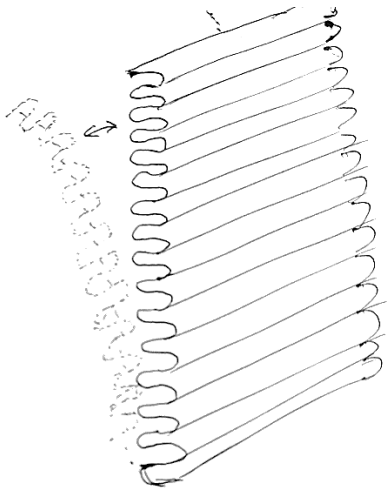
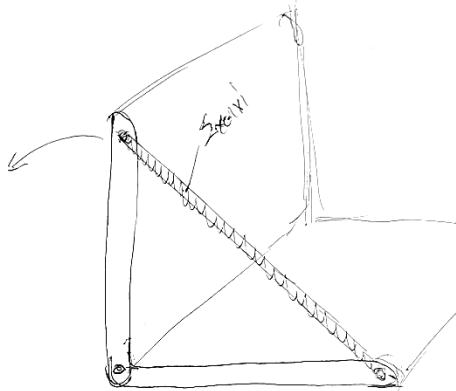
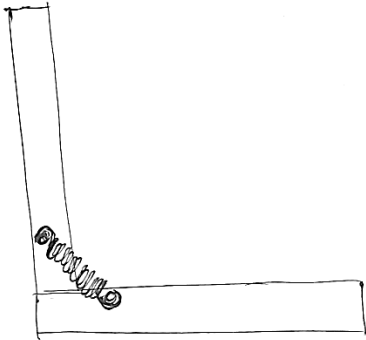
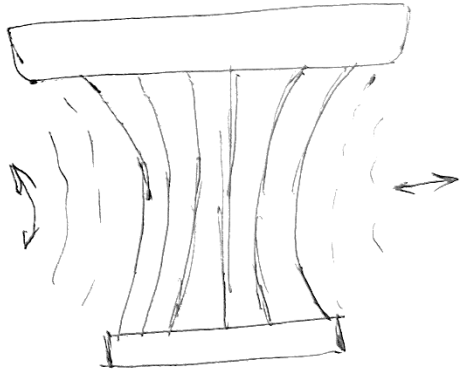
Να υποστηρίξει το σώμα στα κατάλληλα σημεία για να προσφέρει άνετο κάθισμα.



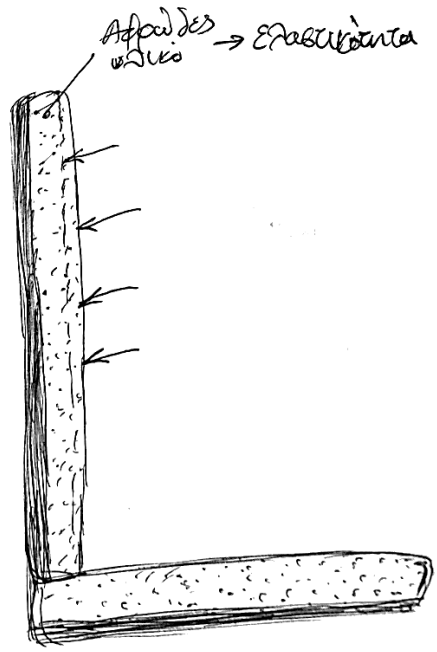
Να υποστηρίξει τα χέρια.



Η πλάτη του καθίσματος να έχει ελαστικότητα



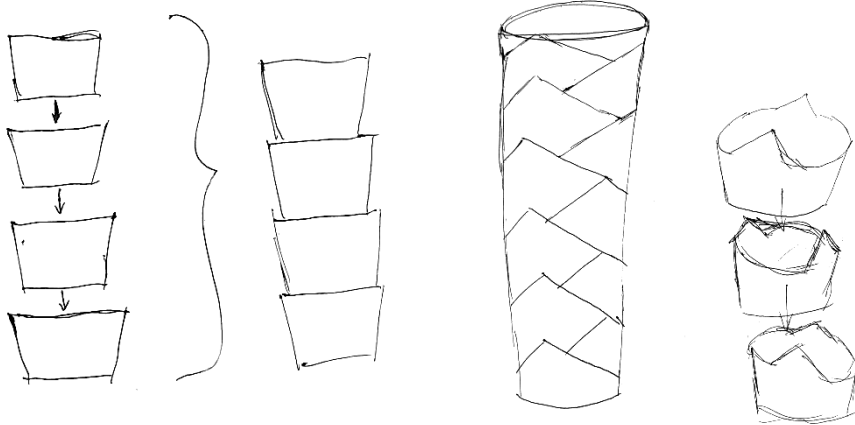
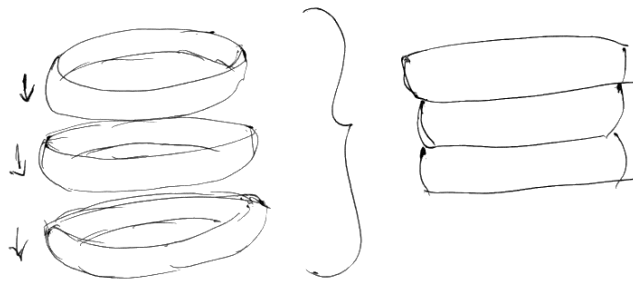
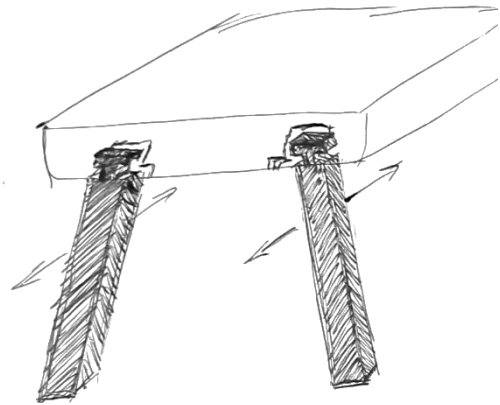
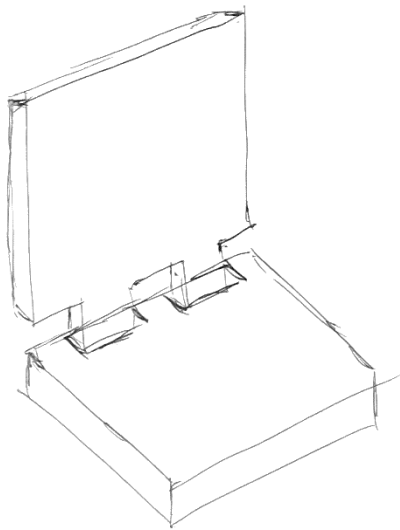
Η έδρα του καθίσματος να είναι από μαλακό υλικό.



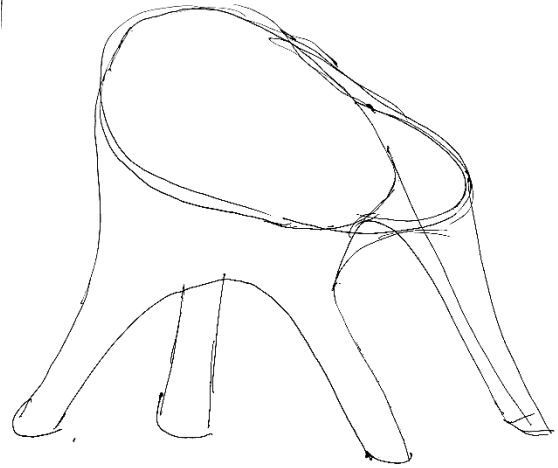
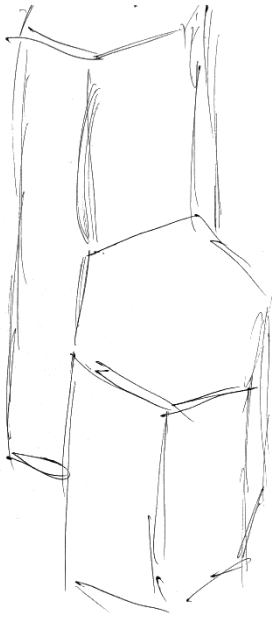
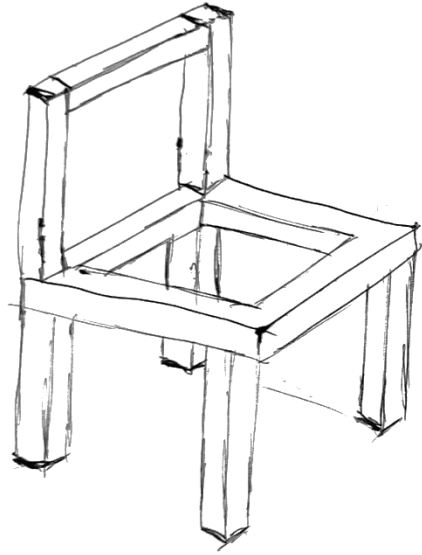
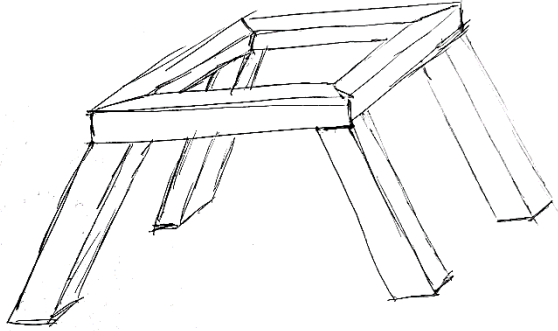
Τα υλικά του να είναι ανακυκλώσιμα.

Υλικά που να μπορούν να ανακυκλωθούν.

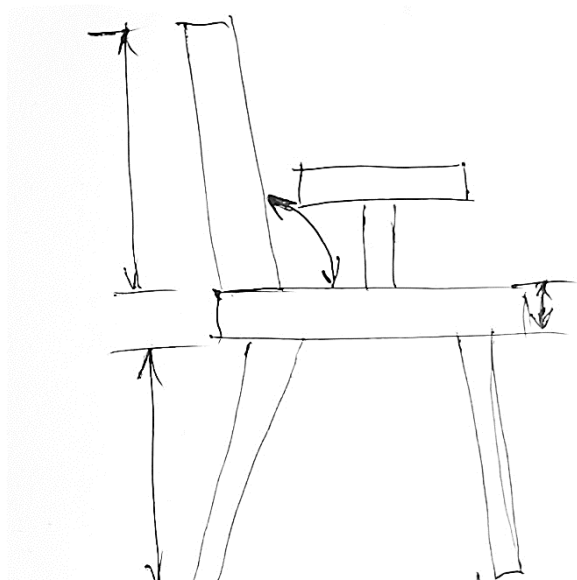
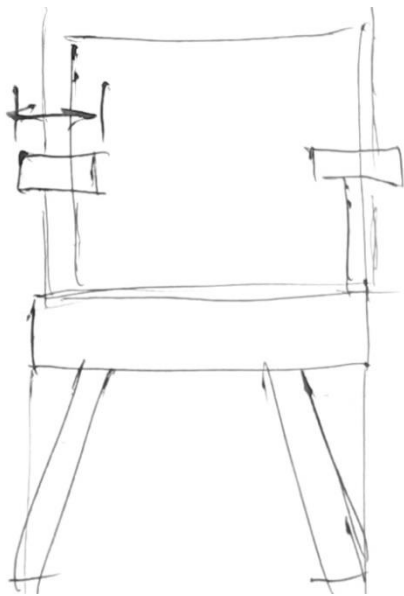
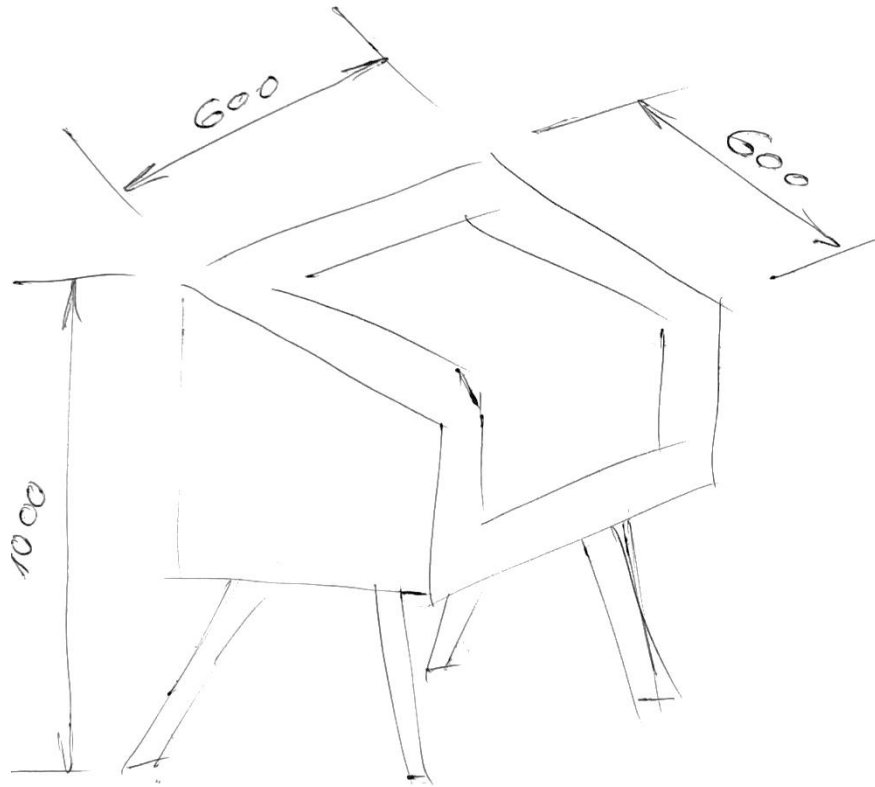
Ο τρόπος στήριξης του καθίσματος να είναι συρταρωτός-κουμπωτός.



Ο σκελετός στήριξης του καθίσματος να αντέχει βάρος έως 120Kg.

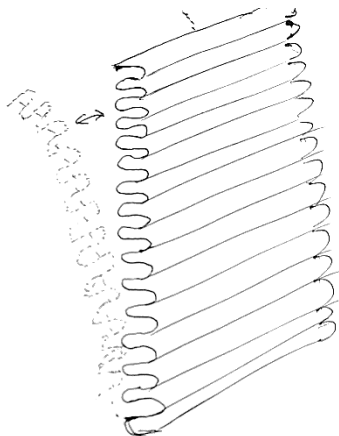
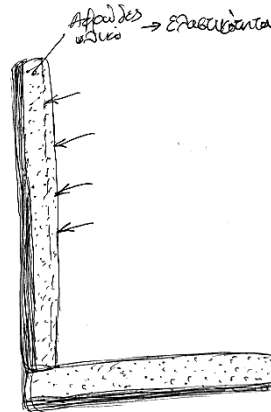
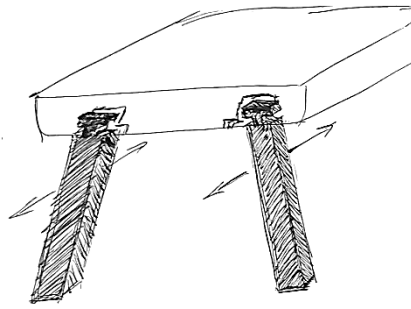
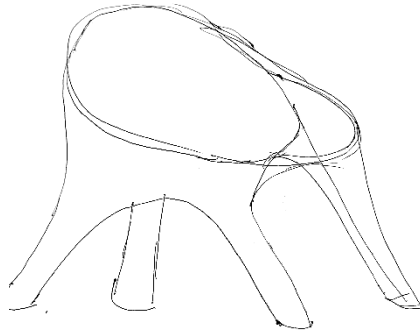


Ελάχιστες εξωτερικές διαστάσεις: Ύψος 1000mm, Πλάτος 600mm και Βάθος 600mm.

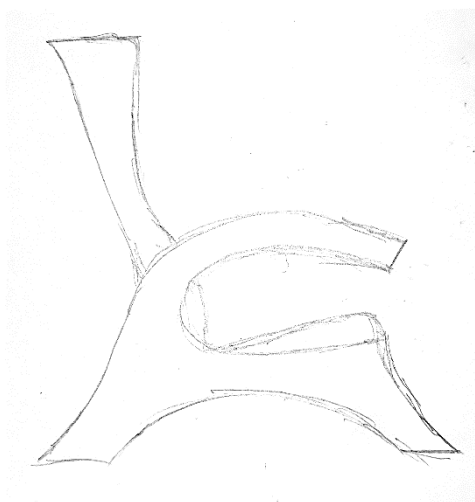
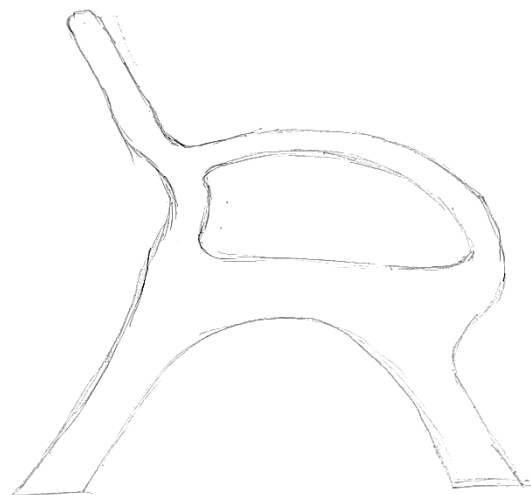
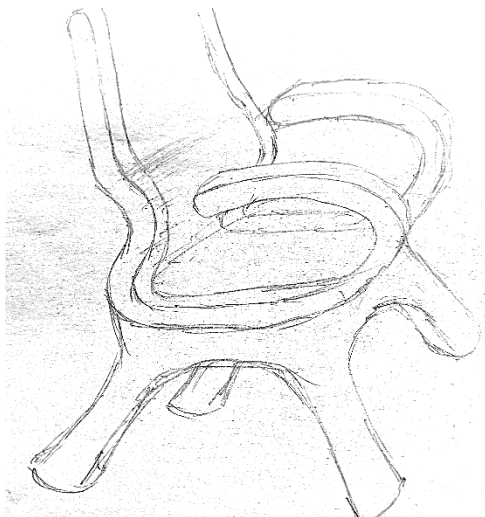
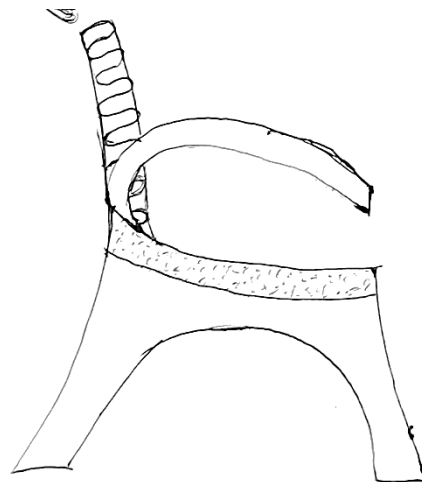
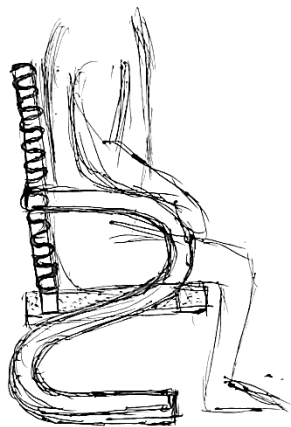


Σκίτσα για την δημιουργία του Concept αναφοράς

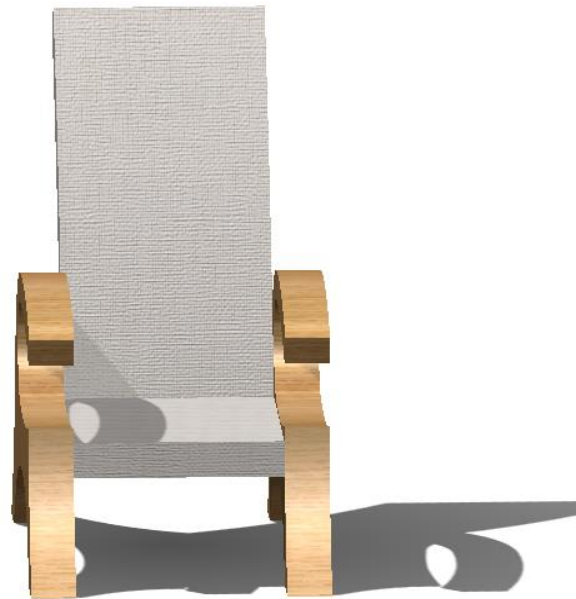
Από τα αρχικά σκίτσα επιλέγουμε κάποια που ταιριάζουν στις προδιαγραφές που έχουμε ορίσει:



Στην συνέχεια τα συνθέτουμε και δημιουργούμε τις ολοκληρωμένες ιδέες σχεδίων.

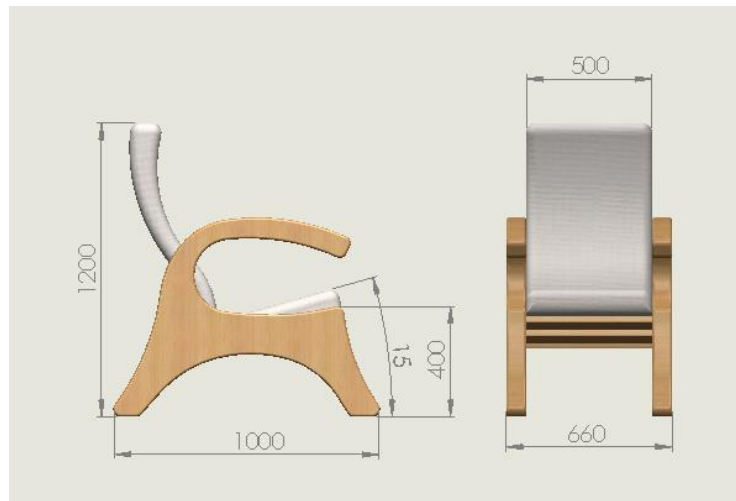


Τέλος, επιλέγουμε ένα σχέδιο από τα προηγούμενα και δημιουργούμε την πρώτη τρισδιάστατη απεικόνιση, με την οποία θα δημιουργήσουμε το Concept αναφοράς.



Concept αναφοράς

Από το προηγούμενο τρισδιάστατο σχέδιο δημιουργούμε το concept αναφοράς.

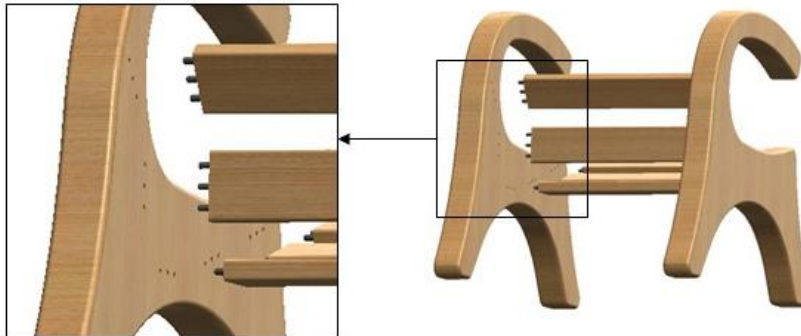


Μέρη-τμήματα καρέκλας

Σκελετός καθίσματος



Σύνδεση σκελετού καθίσματος



Πλαϊνό τμήμα



Ο σκελετός της καρέκλας αποτελείται από δύο πλαϊνά κομμάτια ξύλου που ενώνονται μεταξύ τους με ορθογωνικά οριζόντια στηρίγματα.

Οριζόντιο στηρίγμα



Τα οριζόντια στηρίγματα έχουν μεταλλικούς κυλινδρικούς συνδέσμους, που κουμπώνουν και βιδώνουν στις αντίστοιχες οπές στα πλαϊνά τμήματα.

Κάθισμα



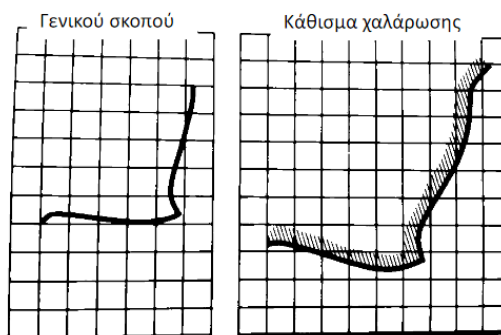
Το κάθισμα είναι από ύφασμα το οποίο καλύπτει όλη την επιφάνεια της έδρας και της πλάτης.

Εργονομία καθίσματος



Το σχήμα του καθίσματος είναι σύμφωνα με το σχήμα για το κάθισμα χαλάρωσης που προκύπτει από την εργονομία.

Προφίλ καθίσματος με τις λιγότερες ενοχλήσεις



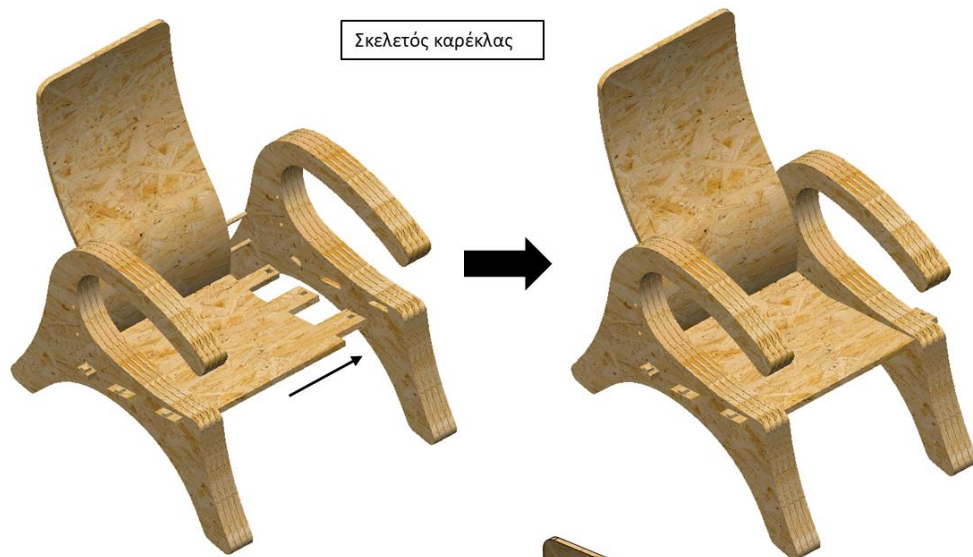
Κλίση έδρας: έως -24° (πίσω τμήμα)
Κλίση πλάτης: 105 έως 110° (σε σχέση με την έδρα)
20 έως 30 (σε σχέση με την κάθετο)
Ύψος πλάτης: 100 έως 180 mm (πάνω από τη μέση)
Οσφυϊκή μοίρα: έως 50 mm (κορυφή στον O4 – O5)

Εικόνα 10. Εργονομία για προφίλ καθίσματος με τις λιγότερες ενοχλήσεις

Concept κυκλικής οικονομίας

Διατηρώντας την μορφή του Concept αναφοράς, δημιουργούμε ένα νέο σύμφωνα με τις προδιαγραφές της κυκλικής οικονομίας.



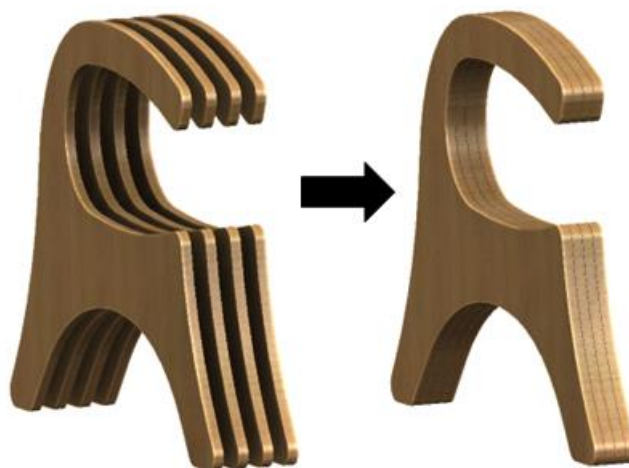


Σκελετός καρέκλας

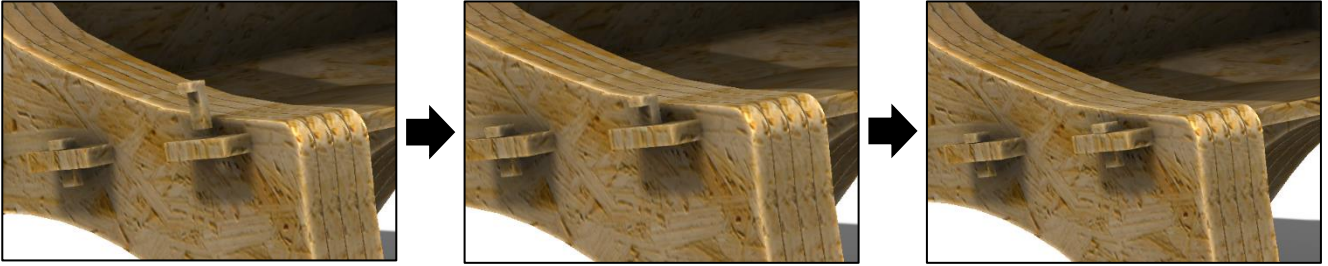
Ο σκελετός της έδρας-πλάτης του καθίσματος αποτελείται από σπονδυλωτά μέρη, που μπορούν να ασφαλισουν με συνδετικά μέσα χωρίς βίδες, καρφιά και κόλλες.



Πολλαπλά φύλλα ξύλου ίδιου σχήματος που ενώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν το πάχος του πλαινού τμήματος που επιθυμούμε.



Τα μέρη του σκελετού κλειδώνουν με συνδετικά εξαρτήματα σχήματος L και ίδιου υλικού.



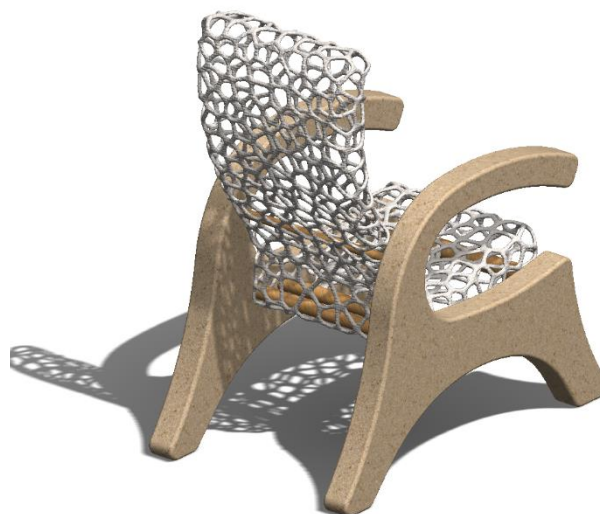
Κάθισμα



Το ύφασμα του καθίσματος είναι από οργανικό βαμβάκι και έχει άνοιγμα για να μπορεί να αφαιρεθεί. Το υλικό γεμίσματος του καθίσματος είναι φυσικό καουτσούκ, το οποίο δίνει ελαστικότητα και αυτό ράβεται σε θήκη από βαιβάκι.

Concept Βιομητικής

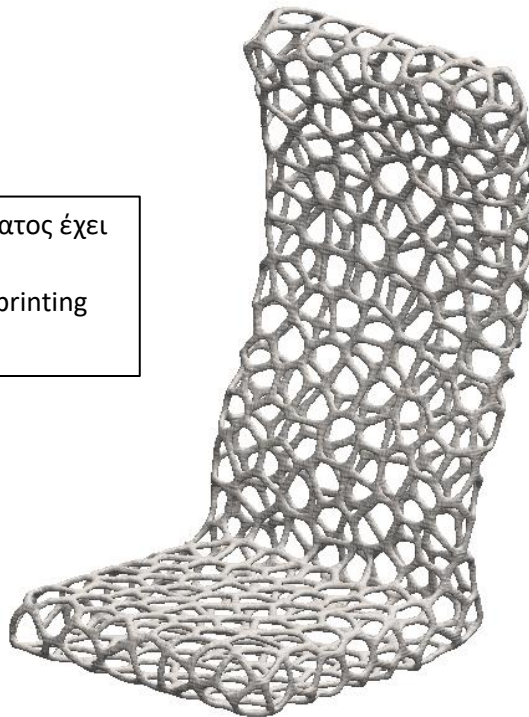
Διατηρώντας την μορφή του Concept αναφοράς, δημιουργούμε ένα νέο σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Βιομητικής.



Τα πλαϊνά κομμάτια του σκελετού είναι από ξύλο επικαλυμμένο με χαλαζιακή άμμο, που προσομοιάζουν την μορφή και την αίσθηση της πέτρας. Συνδέονται με κυλινδρικά κομμάτια ξύλου, τα οποία στηρίζουν και τον σκελετό του καθίσματος.



Ο σκελετός του καθίσματος έχει οργανική μορφή και κατασκευάζεται με 3d printing από πλαστικό υλικό.



Παρακάτω παρουσιάζονται δύο ακόμα μορφές καρεκλών που σχεδιάστηκαν:

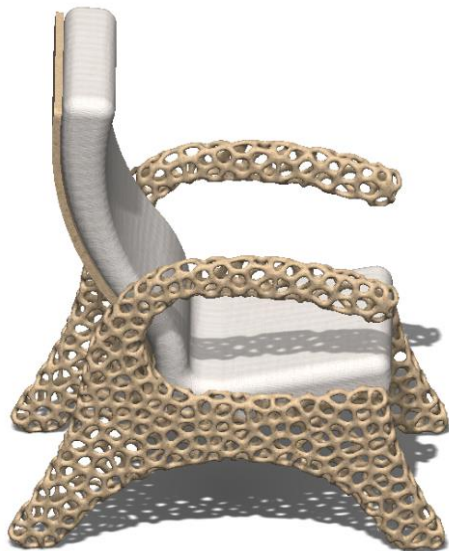
- Μια οργανική
- Μια συνδυαστική Κυκλικής Οικονομίας + Βιομημητικής



Οργανική μορφή που κατασκευάζεται εξ ολοκλήρου με 3d printing.



Συνδυαστικό concept με στοιχεία βιομηχανικής και κυκλικής οικονομίας. Οργανική μορφή 3d printed, και κάθισμα από ξύλο και ύφασμα.



9. Σύγκριση σχεδιαστικών concepts

Περιγραφή

Τα κριτήρια αξιολόγησης προέρχονται από τα βήματα σχεδίασης σύμφωνα με την Κυκλική Οικονομία και την Βιομημητική που περιγράφηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Κριτήρια αξιολόγησης

Για την Κυκλική Οικονομία:

- ✓ Κατασκευασιμότητα
- ✓ Κύκλος ζωής προϊόντος
- ✓ Υλικά
- ✓ Design for Disassembly
- ✓ Ανθεκτικότητα / Μέγιστη διάρκεια ζωής

Για την Βιομημητική:

- ✓ Συμβατότητα με την φύση
- ✓ Υλικά φιλικά προς την φύση
- ✓ Μίμηση στοιχείων της φύσης
- ✓ Αξιοποίηση στοιχείων της φύσης
- ✓ Υιοθέτηση στρατηγικών της φύσης

Επιλέγουμε την **κατασκευασιμότητα**, η οποία είναι ένα βασικό κριτήριο για την δημιουργία ενός προϊόντος και θα γίνει καταγραφή των επιπτώσεων της.

Σύγκριση concepts

Για την σύγκριση των concepts πρώτα θα εξετάσουμε αναλυτικά την **κατασκευασιμότητα** του προϊόντος και άλλες παραμέτρους που επηρεάζει για το κάθε concept ξεχωριστά.

Concept αναφοράς

- Η καρέκλα αποτελείται από δύο πλαϊνά κομμάτια ξύλου που ενώνονται μεταξύ τους με ορθογωνικά οριζόντια κομμάτια ξύλου. Αυτά έχουν μεταλλικούς κυλινδρικούς συνδέσμους που κουμπώνουν και βιδώνουν τον σκελετό σε αντίστοιχες οπές στα πλαϊνά.
- Ο τρόπος κατασκευής του σκελετού του καθίσματος μπορεί να γίνει με διαμόρφωση των ξύλων σε cnc router.
- Ο μορφή του σκελετού μπορεί να είναι από κομμάτια μελαμίνης που εσωτερικά θα έχουν μοριοσανίδα.
- Στο εσωτερικό της έδρας-πλάτης του καθίσματος θα υπάρχει πλαστικό διαμορφωμένο σε καλούπι για να δίνει το σχήμα του καθίσματος, και αφρώδες υλικό που θα δημιουργεί την μαλακή αίσθηση και ελαστικότητα του καθίσματος.
- Τα υφάσματα που καλύπτουν την έδρα-πλάτη του καθίσματος θα καρφώνονται.
- Η κατασκευή των εξαρτημάτων του μπορεί να γίνεται σε διαφορετικά εργοστάσια, με στόχο το χαμηλό κόστος κατασκευής.
- Τα υλικά θα είναι ανακυκλώσιμα όπου αυτό είναι εφικτό.
- Για να αποσυναρμολογηθεί το κάθισμα και να ανακυκλωθεί, θα πρέπει ίσως να καταστρέφονται μέρη του.

Concept Κυκλικής Οικονομίας

- Τα μέρη της καρέκλας μπορούν να ενωθούν σπονδυλωτά για να δημιουργήσουν την τελική μορφή του καθίσματος που θέλουμε.
- Τα πλαϊνά μέρη αποτελούνται από πολλαπλά φύλλα ξύλου ίδιου σχήματος που ενώνονται μεταξύ τους δημιουργούν το πάχος που επιθυμούμε.
- Τυποποίηση των εξαρτημάτων για μείωση κόστους/εύκολη αντικατάσταση
- Οι συνδέσεις των μερών του επιτρέπουν την εύκολη αποσυναρμολόγηση ίσως χωρίς εργαλεία.
- Ο σκελετός αν κατασκευάζεται με προσθετική μέθοδο – Σχεδόν μηδενικά απόβλητα.
- Η κατασκευή με προσθετική μέθοδο μπορεί να γίνεται τοπικά όταν υπάρχει ζήτηση και επιτρέπει να μην δημιουργείται απόθεμα – χαμηλό κόστος.
- Το ξύλο να βάφεται με φυσικό βερνίκι ή να μένει άβαφο ώστε να μπορεί να επιστρέψει στην φύση με ασφάλεια.
- Το υλικό γεμίματος του καθίσματος θα είναι φυσικό καουτσούκ – το οποίο δίνει ελαστικότητα και μπορεί να επιστρέψει στην φύση με ασφάλεια.
- Τα υλικά του να είναι υψηλής ποιότητας και αντοχής για μεγάλη διάρκεια ζωής και δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης
- Τα υφάσματα να είναι από οργανικά υλικά.
- Το κάθισμα για να μπορέσει να σταθεί δημιουργούνται πρόσθετα μέρη στην πλάτη της καρέκλας. Στηρίζεται απευθείας πάνω στον σκελετό, ίσως δένεται με σκοινί.

- Το μαξιλάρι, είναι υφασμάτινο ενιαίο, ραμμένο και διαθέτει άνοιγμα για να μπορεί να αφαιρεθεί και να πλυθεί ή να αντικατασταθεί.
- Το εσωτερικό του μαξιλαριού είναι φτιαγμένο από φυσικό καουτσούκ σε κομμάτια, το οποίο είναι μαλακό υλικό και έχει ελαστικότητα.

Concept Βιομηχανικής

- Σκελετός με οργανική μορφή. Μπορεί να κατασκευαστεί με 3d printing. Είναι ανοιχτός σε όλη την επιφάνεια του το οποίο αφήνει καλύτερη κυκλοφορία αέρα.
- Συνδυασμός σκελετού από ξύλο, επικαλυμμένο με άμμο που προσομοιάζει την πέτρα.
- Τα πλαϊνά ενώνονται με συνδετικά κυλινδρικά ξύλινα μέρη, τα οποία στηρίζουν και το κάθισμα.
- Για να κατασκευαστεί η οργανική μορφή, τότε το πλαστικό υλικό θα πρέπει να είναι σκληρό για να στέκεται.
- Η οργανική μορφή του καθίσματος ίσως χρειάζεται πρόσθετο μαλακό υλικό (μαξιλάρι).
- Τα στηρίγματα της οργανικής μορφής θα είναι εμφανή λόγω της ανοιχτής μορφής.
- Το μαξιλάρι μπορεί να έχει δομή-μοτίβο.

Πίνακες πλεονεκτημάτων-μειονεκτημάτων των Concepts

Concept Αναφοράς	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Η διαμόρφωση με cnc router δίνει ευκολία κατασκευής στο σχήμα.	Χαμηλή προτεραιότητα στην ποιότητα των υλικών.
Κομμάτια ξύλου με μελαμίνη δίνουν πολλές επιλογές στην όψη του αντικειμένου.	Δυσκολία στον διαχωρισμό των υλικών για να ανακυκλωθούν.
Πολλαπλοί προμηθευτές υλικών-εξαρτημάτων για χαμηλό κόστος κατασκευής.	Πολλοί προμηθευτές-μεγαλύτερο αποτύπωμα.

Concept Κυκλικής Οικονομίας

Πλεονεκτήματα

Μειονεκτήματα

Σπονδυλωτά τυποποιημένα κομμάτια - εύκολος τρόπος αποσύνδεσης και αντικατάστασης τους.

Συνδέσεις τμημάτων σε εμφανή σημεία.

Ποιοτικά υλικά – μεγάλη διάρκεια ζωής.

Πιθανόν δύσκολη η διατήρηση των συνδέσεων χωρίς συγκολλητικά μέσα.

Η εύκολη αποσύνδεση σημαίνει ότι μπορεί ο χρήστης να αντικαταστήσει μόνος του κάποιο εξάρτημα-μέρος εάν χρειαστεί.

Η εύκολη αποσυναρμολόγηση ενδεχομένως να δημιουργεί και μείωση της σταθερότητας του αντικειμένου.

Μικρό ενεργειακό αποτύπωμα.

Τα φυσικά-οργανικά υλικά έχουν μεγαλύτερο κόστος.

Κατασκευή κάποιων μερών του σκελετού με 3d printing.

Τα υλικά μπορούν να επιστρέψουν στο περιβάλλον χωρίς να το βλάψουν.

Concept Βιομημητικής

Πλεονεκτήματα

Μειονεκτήματα

Κατασκευή με 3d printing που σημαίνει σχεδόν μηδενικά απόβλητα.

Ίσως περιορισμένες εταιρείες με 3d printers μεγάλων διαστάσεων.

Οι οργανικές μορφές και τα βιομημητικά υλικά δίνουν την αισθητική γλυπτού.

Η σκληρότητα του υλικού του καθίσματος μπορεί να απαιτεί προσθήκη μαξιλαριού.

Μοναδικότητα στο οργανικό design. Μπορεί κάθε σχέδιο να είναι διαφορετικό.

Τα στηρίγματα της οργανικής μορφής θα είναι εμφανή λόγω της ανοιχτής μορφής.

Η ανοιχτή οργανική μορφή του καθίσματος επιτρέπει την κυκλοφορία του αέρα.

Από την σύγκριση σύμφωνα με την κατασκευασιμότητα συμπεραίνουμε ότι:

- Αν θέλουμε μια καρέκλα με σχετικά χαμηλή τιμή, πολλές επιλογές εμφάνισης και δεν μας απασχολεί τόσο η διάρκεια ζωής της και η ποιότητα των υλικών, επιλέγουμε το concept αναφοράς.
- Αν θέλουμε μια καρέκλα με φυσικά υλικά, υψηλής ποιότητας και αντοχής στο χρόνο, με εύκολη αντικατάσταση-επισκευή των μερών της και φιλική προς το περιβάλλον, επιλέγουμε το concept Κυκλικής Οικονομίας.
- Αν θέλουμε μια καρέκλα με οργανική μορφή, με μοτίβα εμπνευσμένα από την φύση και μας αρέσουν τα ιδιόμορφα και μοναδικά σχέδια, τότε επιλέγουμε το concept Βιομημητικής.

Συμπεράσματα

Οι δύο πυλώνες της βιώσιμης σχεδίασης που εξετάστηκαν στην εργασία ήταν η Κυκλική Οικονομία και η Βιομημητική. Η Βιομημητική εμπεριέχεται μέσα στην μεθοδολογία της Κυκλικής Οικονομίας ως τμήμα της, ωστόσο από μόνη της είναι μια ξεχωριστή επιστήμη και για αυτό το λόγο επιλέχθηκε να αναλυθεί παράλληλα στην μεθοδολογία σχεδίασης.

Ξεκινώντας την διαδικασία σχεδίασης και έχοντας στο μυαλό την Κυκλική Οικονομία και την Βιομημητική, δεν μπορούμε να μην επηρεαστούμε από αυτά καθώς είναι διακριτά σε όλη την διαδικασία που ακολουθείται. Από την αρχή, στην φάση της διαδικτυακής έρευνας, εφαρμόζεται υποσυνείδητα ένα «φίλτρο» το οποίο αναγνωρίζει τα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα, τις πράσινες τεχνολογίες και μεθοδολογίες και οτιδήποτε δείχνει στην όψη να μοιάζει με στοιχείο της φύσης και του περιβάλλοντος, φυτικό ή οργανικό. Αντίστοιχα το «φίλτρο» απορρίπτει οτιδήποτε μπορεί να είναι μη φιλικό προς το περιβάλλον, ρυπογόνο και μη ανακυκλώσιμο.

Τα εργαλεία των μεθοδολογιών της Κυκλικής Οικονομίας και της Βιομημητικής που εξετάστηκαν είναι πολύ καλά ορισμένα και βοηθούν στην διαδικασία της σχεδίασης. Σχετικά με την εφαρμογή των εργαλείων και ερωτήσεων, σύμφωνα με τις αρχές των δυο πυλώνων στην μεθοδολογία σχεδίασης του Double Diamond, συμπεραίνουμε ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλα τα στάδιά της. Στην προσέγγιση της συγκεκριμένης εργασίας επιλέχθηκε κυρίως η μορφή των ερωτήσεων, οι οποίες προκύπτουν από την εφαρμογή των αρχών που εξετάστηκαν.

Οι ερωτήσεις που προκύπτουν έχουν διττό χαρακτήρα: Βοηθούν στην δημιουργία και την ανάπτυξη ιδεών, αλλά και την αξιολόγηση των σχεδιαστικών μας προτάσεων, σύμφωνα με τις αρχές που εξετάσαμε. Το πιο σημαντικό σημείο της μεθοδολογίας σχεδίασης στην παρούσα εργασία θεωρήθηκε η δημιουργία των προδιαγραφών σχεδίασης. Από αυτές θέσαμε την βάση για την ανάπτυξη του ιδεασμού και την δημιουργία των design concepts, ορίζοντας μια καρέκλα ως θέμα σχεδίασης και ένα ενδεικτικό Brief για την εφαρμογή των αρχών και των επιπτώσεων τους.

Στις προδιαγραφές λοιπόν έχει δοθεί περισσότερο βάρος και έχουν συνταχθεί αρκετές ερωτήσεις που διευκολύναν την διαδικασία δημιουργίας των σχεδιαστικών προδιαγραφών. Από τον ορισμό των προδιαγραφών δημιουργήθηκε το concept αναφοράς και οι παραλλαγές των design concepts. Τα concepts που προέκυψαν, δείχνουν με απλό τρόπο πώς όταν στο ίδιο ακριβώς σχέδιο προσθέσουμε τις προδιαγραφές των 2 πυλώνων, επηρεάζεται το design του προϊόντος και η κατασκευή του.

Αρχικά δημιουργήθηκε το concept αναφοράς, με προδιαγραφές που ορίστηκαν σύμφωνα με την αντοχή, την άνεση του ανθρώπου και την μορφή σύμφωνα με την εργονομία. Στο concept Κυκλικής Οικονομίας εφαρμόζοντας τις προδιαγραφές, οι διαφορές των σχεδίων που προκύπτουν είναι περισσότερο τεχνικές και κατασκευαστικές και διευκολύνουν κυρίως τον ιδεασμό του τρόπου κατασκευής. Δηλαδή δεν παράγονται τόσες σχεδιαστικές ιδέες αλλά περισσότερο κατευθύνουν την επιλογή των υλικών και του τρόπου κατασκευής. Στο concept της Βιομημητικής υπήρχε περισσότερο έδαφος για ανάπτυξη ιδεών. Για αυτό το λόγο παρουσιάστηκαν τρεις παραλλαγές σχεδίων, μία εκ των οποίων είναι συνδυαστική έκδοση Κυκλικής Οικονομίας και Βιομημητικής. Η συνδυαστική έκδοση μπορούμε να πούμε

ότι εντάσσεται στην Βιομημητική ως προς την μορφή, και υιοθετεί υλικά και κατασκευαστικά στοιχεία από την Κυκλική Οικονομία.

Ως μέτρο σύγκρισης των σχεδίων που δημιουργήθηκαν ορίστηκε η κατασκευασιμότητα και έγινε καταγραφή των επιπτώσεων που έχει και σε άλλες παραμέτρους του προϊόντος. Από την σύγκριση σύμφωνα με την κατασκευασιμότητα συμπεραίνουμε ότι:

- Αν θέλουμε μια καρέκλα με σχετικά χαμηλή τιμή, πολλές επιλογές εμφάνισης και δεν μας απασχολεί τόσο η διάρκεια ζωής της και η ποιότητα των υλικών, επιλέγουμε το concept αναφοράς.
- Αν θέλουμε μια καρέκλα με φυσικά υλικά, υψηλής ποιότητας και αντοχής στο χρόνο, με εύκολη αντικατάσταση-επισκευή των μερών της και φιλική προς το περιβάλλον, επιλέγουμε το concept Κυκλικής Οικονομίας.
- Αν θέλουμε μια καρέκλα με οργανική μορφή, με μοτίβα εμπνευσμένα από την φύση και μας αρέσουν τα ιδιόμορφα και μοναδικά σχέδια, τότε επιλέγουμε το concept Βιομημητικής.

Από την σχεδίαση των design concepts διαπιστώθηκε ότι εφαρμόζοντας ερωτήσεις σε όλα τα βήματα της σχεδίασης των προϊόντων μας βοηθάει να δημιουργήσουμε έναν διαφορετικό τρόπο σκέψης και ένα νέο φίλτρο όπως προαναφέρθηκε, τα οποία μας δίνουν μια νέα οπτική στην σχεδίαση. Όπως στο design thinking έχουμε την ανθρωποκεντρική προσέγγιση, εδώ μπορούμε να δημιουργήσουμε μια «φυσιοκεντρική» προσέγγιση. Με την φύση και το περιβάλλον ως το κέντρο της σχεδιαστικής μας σκέψης.

Ως τελικό συμπέρασμα καταλήγουμε στο ότι ο πιο σημαντικός τρόπος εφαρμογής όλων των εργαλείων, είναι οι ερωτήσεις που κάνουμε σε όλα τα στάδια της δημιουργίας των προϊόντων και έχουν προκύψει από τις αρχές που εξετάσαμε. Θέτοντας τις κατάλληλες ερωτήσεις, αποκτάμε τον τρόπο σκέψης που χρειάζεται για να μπορούμε να απαντήσουμε στις σχεδιαστικές προκλήσεις και να δημιουργήσουμε προϊόντα βιώσιμα, ανθεκτικά και πιο φιλικά προς το περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

- Adriaens, D. (2019, March 13). Evomimetics: the biomimetic design thinking 2.0," Proc. SPIE 10965, Bioinspiration, Biomimetics, and Bioreplication IX, 1096509. doi: 10.1117/12.2514049.
- Alexandridis, G., Tzetzis, D., & Kyratsis, P. (2016). Biomimicry in Product Design through Materials Selection and Computer Aided Engineering. doi:10.1088/1757-899X/161/1/012046. *IOP*.
- Asif, F. M., Roci, M., Lieder, M., Rashid, A., Mihelic, A., & Kotnik, S. (2021). A methodological approach to design products for multiple lifecycles in the context of circular manufacturing systems. *Journal of Cleaner Production*.
- Benyus, J. M. (2009). *Biomimicry*. HarperCollins e-books.
- Boorsma, N., Polat, E., Bakker, C., Peck, D., & Balkenende, R. (2022). Development of the Circular Product Readiness Method in Circular Design. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14159288> .
- Chaturvedi, I., Jandyal, A., Wazir, I., Raina, A., & Haq, M. I. (2022). Biomimetics and 3D printing - Opportunities for design applications. *Sensors International*. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2022.100191>.
- De Fazio, F., Bakker, C., Flipsen, B., & Balkenende, R. (2020). The Disassembly Map: A new method to enhance design for product reparability. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128552>.
- Dokter, G., Thuvander, L., & Rahe, U. (2020). How circular is current design practice? Investigating perspectives across industrial design and architecture in the transition towards a circular economy. *Sustainable Production and Consumption*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.032>.
- Franconi, A., Ceschin, F., & Peck, D. (2022). Structuring Circular Objectives and Design Strategies for the Circular Economy: A Multi-Hierarchical Theoretical Framework. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14159298>.
- Gouveia, J., Pinto, S., Campos, S., Matos, J., Costa, C., Dutra, T., και συν. (2022). Life Cycle Assessment of a Circularity Case Study Using Additive Manufacturing. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14159557>.
- Ilieva, L., Ursano, I., Traista, L., Hoffmann, B., & Dahy, H. (2022). Biomimicry as a Sustainable Design Methodology—Introducing the ‘Biomimicry for Sustainability’ Framework. *Biomimetics*. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7020037> .
- Keulemans, G. (2016). The Geo-cultural Conditions of Kintsugi. *The Journal of Modern Craft*, 9:1, 15-34, DOI: 10.1080/17496772.2016.1183946.
- Macnab, M. (2012). *Design by nature : Using universal forms and principles in design*. Berkeley, CA: New Riders.
- Martínez-Cámara, E., Santamaría, J., Sanz-Adán, F., & Arancón, D. (2021). Digital Eco-Design and Life Cycle Assessment—Key Elements in a Circular Economy: A Case Study of a Conventional Desk. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app112110439> .

- Pawlyn, M. (2016). *Biomimicry in architecture*. Newcastle: RIBA Publishing.
- Peralta, M. E., Alcalá, N., & Soltero, V. M. (2021). Weighting with Life Cycle Assessment and Cradle to Cradle: A Methodology for Global Sustainability Design. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app11199042>.
- Rhizopoulou, S., Spanakis, E., & Argiropoulos, A. (2015). Study of petal topography of *Lysimachia arvensis* grown under natural conditions. *Acta Botanica Gallica*, 162:4, 355-364, doi: 10.1080/12538078.2015.1091985.
- Roithner, C., Cencic, O., & Rechberger, H. (2022). Product design and recyclability: How statistical entropy can form a bridge between these concepts - A case study of a smartphone. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129971>.
- Schimpf, S., Sturm, F., Correa, V., Bodo, B., & Keane, C. (2017). The world of raw materials 2050: Scoping future dynamics in raw materials through scenarios. *ScienceDirect*.
- Sumter, D., De Koning, J., & Balkenende, R. (2020). Circular Economy Competencies for Design. *Sustainability*. doi: 10.3390/su12041561.
- Wang, Y., Harsuvanakit, A., Mincey, T., & Cordella, M. (2022). Towards a digital knowledge base of circular design examples through product teardowns. *ScienceDirect*.
- Zhu, Z., Liu, W., Ye, S., & Batista, L. (2022). Packaging design for the circular economy: A systematic review. *Sustainable Production and Consumption*. doi: 10.1016/j.spc.2022.06.005.
- Μαρμαράς, Ν., & Ναθαναήλ, Δ. (2015). *Εισαγωγή στην εργονομία [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://hdl.handle.net/11419/513>.
- Ριζοπούλου, Σ., Χειμών, Χ., Κούκου, Δ., & Γκίκας, Δ. (2021). *Βιομηχανική και Βιομίμηση [Μεταπτυχιακό εγχειρίδιο]*. Αθήνα: Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://hdl.handle.net/11419/8019>.
- Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης*. (2020, 06, 22). Κανονισμός (ΕΕ) 2020/852 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 18ης Ιουνίου 2020 σχετικά με τη θέσπιση πλαισίου για τη διευκόλυνση των βιώσιμων επενδύσεων και για την τροποποίηση του Κανονισμού (ΕΕ) 2019/2088. [Διαδίκτυο]. Ανάκτηση από <https://circulargreece.gr/wp-content/uploads/2020/11/%CE%9A%CE%91%CE%9D%CE%9F%CE%9D%CE%99%CE%A3%CE%9C%CE%9F%CE%A3-%CE%92%CE%99%CE%A9%CE%A3%CE%99%CE%9C%CE%95%CE%A3-%CE%95%CE%A0%CE%95%CE%9D%CE%94%CE%A5%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3.pdf>.

Διαδικτυακές αναφορές

<https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

<https://esdak.gr/kikliko-oikonomia/>

<https://explorelloop.com/>

<https://circulargreece.gr/>

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

<https://parley.tv/#fortheoceans>

<https://medium.com/@zeloop/circular-economy-5ac5583c7eb1>

<https://emf.thirdlight.com/link/bxqwo5kx53lq-2syjxg/@/preview/1?o>

<https://austinkleon.com/2019/12/22/kintsugi-and-the-art-of-making-repair-visible/>

<https://phee.gr/el/>

<https://zeyelo.com/>

<https://bluecycle.com/>

<https://gr.korres.com/el/pages/full-circle-recycle-lab>

<https://www.velcro.com/news-and-blog/2016/11/an-idea-that-stuck-how-george-de-mestral-invented-the-velcro-fastener/>

https://species.wikimedia.org/wiki/Arctium_lappa

<https://www.ecovative.com/>

<https://www.wired.com/2016/01/alan-mcfadyen-kingfisher-dive/>

<https://www.sharklet.com/>

<https://www.biomimetic.gr/>

<https://www.circulardesignguide.com/methods>

<https://toolbox.biomimicry.org/methods>

<https://asknature.org>

https://www.researchgate.net/figure/An-overview-of-various-objects-from-nature-and-their-selected-functions_fig3_24269577

<https://www.designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/tools-frameworks/framework-for-innovation-design-councils-evolved-double-diamond/>

<https://www.demilked.com/kingfisher-dive-photo-wildlife-photography-alan-mcfayden/>

Αναφορές εικόνων Moodboard

https://en.wikipedia.org/wiki/Patterns_in_nature

<https://list25.com/25-examples-of-perfect-geometry-found-in-nature/>

By Malene Thyssen - Own work, CC BY-SA 3.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=651071>

<https://www.domusweb.it/en/design/2018/07/13/ross-lovegrove-coralised-chair.html>

<https://www.flickr.com/photos/janepell/11812066883/>

<https://www.flickr.com/photos/sheenjek/3826931565/in/photostream>

<https://perierga.gr/201302%ce%b2%cf%81%ce%b1%cf%87%cf%8e%ce%b4%ce%b5%ce%b9%cf%82->

[%cf%83%cf%87%ce%b7%ce%bc%ce%b1%cf%84%ce%b9%cf%83%ce%bc%ce%bf%ce%af-%ce%b2%ce%b1%cf%83%ce%ac%ce%bb%cf%84%ce%b7](https://perierga.gr/201302%ce%b2%cf%81%ce%b1%cf%87%cf%8e%ce%b4%ce%b5%ce%b9%cf%82-%cf%83%cf%87%ce%b7%ce%bc%ce%b1%cf%84%ce%b9%cf%83%ce%bc%ce%bf%ce%af-%ce%b2%ce%b1%cf%83%ce%ac%ce%bb%cf%84%ce%b7)

www.newyorker.com/humordaily-shoutswelcome-to-fall-the-two-days-between-summer-and-winter

<https://www.insider.com/photos-of-shapes-in-nature-2018-6>

<https://molekule.com/blogs/all/the-secret-benefits-of-nature-walking>