



# **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

## **ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

### **ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

#### **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

#### **ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΧΕΙΡΟΣ**

**Μανώλης Τζεβελεκάκης**

**A.M: 701252017214**

**Επιβλέπων: Φίλιππος Αζαριάδης-Τοπάλογλου**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024**



# **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

## **ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΧΕΙΡΟΣ**

**Μανώλης Τζεβελεκάκης**

**A.M: 701252017214**

**Επιβλέπων: Φίλιππος Αζαριάδης-Τοπάλογλου**

**ΑΘΗΝΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION  
ENGINEERING**

**THESIS**

**HAND MULTI-TOOL DESIGN**

**EMMANUIL TZEVELEKAKIS**

**R.N: 701252017214**

**Supervisor: Philip Azariadis-Topaloglou**

**ATHENS, SEPTEMBER 2024**

**Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:**

Επιβλέπων                      Φίλιππος Αζαριάδης-Τοπάλογλου

Μέλος                              Γεωργία Χειρχαντέρη

Μέλος                              Χρήστος Δρόσος,

Ευχαριστώ πολύ  
τον επιβλέποντα καθηγητή Φίλιππο Αζαριάδη-Τοπάλογλου  
για την αμέριστη βοήθεια και στήριξη  
στη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας μου.  
Επίσης ευχαριστώ την οικογένεια μου,  
τους φίλους μου, καθώς και όσους/ες  
ήταν δίπλα μου καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.  
Μ.Τ.



## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος ΤΖΕΒΕΛΕΚΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ, με αριθμό μητρώου 701252017214, φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, δηλώνω υπεύθυνα ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας, και κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου.

Ο Δηλών



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΧΕΙΡΟΣ**  
**Μανώλης Τζεβελεκάκης**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τη σχεδίαση ενός πολυεργαλείου χειρός το οποίο αποτελεί ένα πολυμορφικό αντικείμενο που παρέχει τη δυνατότητα να καλύπτονται πολλαπλές ανάγκες με τη χρήση του. Για τον λόγο αυτό τα πολυεργαλεία γίνονται ολοένα και πιο δημοφιλή, με την αγορά να απαρτίζεται από πολλά και διαφορετικά προϊόντα.

Η διαδικασία του σχεδιασμού περιλαμβάνει τη λήψη αποφάσεων και την επίλυση ζητημάτων που προκύπτουν. Για να διασφαλιστεί η ορθή λήψη των αποφάσεων απαιτείται μια λογική, μεθοδική και σταδιακή προσέγγιση.

Η εργασία ακολουθεί μια καθολική και συστηματική πορεία για την σχεδίαση του προϊόντος. Το πρώτο κεφάλαιο αποτελείται από το θεωρητικό υπόβαθρο του βιομηχανικού σχεδίου και των διαδικασιών που ακολουθούνται για τη σχεδίαση ενός προϊόντος, και ολοκληρώνεται με τον ορισμό και την ανάλυση της σχεδίασης με ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Έπειτα προσεγγίζεται το προϊόν που πρόκειται να σχεδιασθεί, ξεκινώντας από τον ορισμό των εργαλείων και μια ιστορική αναδρομή παράλληλα με το βιομηχανικό σχέδιο. Ορίζεται το πολυεργαλείο το οποίο κατηγοριοποιείται με βάση τις σημερινές μορφές που συναντάται στην αγορά και αναλύονται τα υλικά από τα οποία κατασκευάζεται.

Στη συνέχεια παρατίθεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη σχεδίαση του πολυεργαλείου, ξεκινώντας από την έρευνα αγοράς, τον ορισμό του πεδίου του προβλήματος και τις παραμέτρους που τέθηκαν ώστε να ολοκληρωθεί ο τελικός επιθυμητός στόχος. Ακολουθεί η αναζήτηση στοιχείων σχετικά με τα εργαλεία που θα περιέχει το προς σχεδίαση προϊόν ώστε να ληφθούν οι καταλληλότερες αποφάσεις για την τελική διαμόρφωση του πολυεργαλείου. Η διαδικασία συμπίπτει σε πολλά στάδια με τις αρχές της αντίστροφης μηχανικής κατά την οποία ένα σύνολο αποσυναρμολογείται πλήρως ώστε να αντληθούν πληροφορίες και στη συνέχεια επανασχεδιάζεται.

Το τελευταίο κεφάλαιο αποτελείται από την αναλυτική απεικόνιση της σχεδίασης μέσω του Creo Parametric, λογισμικού ηλεκτρονικής σχεδίασης. Τα βασικά στάδια της σχεδίασης των εξαρτημάτων του πολυεργαλείου συνοδεύονται από εικόνες και σχόλια που αφορούν την επιλογή του σχεδιασμού. Η εργασία ολοκληρώνεται με την απεικόνιση της συναρμογής των τμημάτων του πολυεργαλείου και την μετατροπή τους μέσω της συνδεσμολογίας σε μηχανισμούς, ώστε το τελικό προϊόν να είναι πλήρως λειτουργικό.



# THESIS

## HAND MULTI-TOOL DESIGN

EMMANUIL TZEVELEKAKIS

### ABSTRACT

This thesis focuses on the design of a multi-tool which is a multifunctional object is able to cover multiple needs with its use. For this reason the multi-tools are becoming increasingly popular, with the market consisting of many different products.

The design process involves making decisions and resolving issues that arise. In order to ensure that the right decisions are made, a logical, methodical and gradual approach is required. The project follows a universal and systematic path to product design.

The first chapter consists of the industrial design's theoretical background, the processes followed to design a product and the definition and analysis of computer-aided design.

The product is then approached, initially by the definition of the tools and their historical background alongside the industrial design. The multi-tool is defined and categorized based on the current forms found on the market and also the materials from which it is made are analyzed.

Next, the process followed for the multi-tool's design is described, starting with the market research, the definition of the application field and the parameters that were set to complete the final desired objective. Then, a search of information is conducted on the tools that the product will contain, in order to make the most appropriate decisions for the final configuration of the multi-tool. The process coincides in many stages with the principles of reverse engineering, in which a set is completely disassembled for the extraction of information and then it is redesigned. The final chapter consists of a detailed illustration of the design through Creo Parametric, a software for computer-aided design. The main steps of the multi-tool components' design are accompanied by pictures and comments on the choice of design approach. The paper concludes with an illustration of the assembly of the multi-tool parts and the way they are converted into mechanisms so that the final product is fully functional.

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ</b>	
1.1 Το βιομηχανικό σχέδιο	1
1.2 Ο βιομηχανικός σχεδιασμός ως διαδικασία	2
1.3 Η Αντίστροφη Μηχανική	5
1.4 Σχεδίαση και παραγωγή με την βοήθεια Η/Υ	7
1.5 Το Creo Parametric	11
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟ</b>	
2.1 Το εργαλείο	15
2.2 Η ιστορική αναδρομή του εργαλείου και η πορεία προς το βιομηχανικό σχέδιο	16
2.3 Το πολυεργαλείο	20
2.3.1 Διάφοροι τύποι πολυεργαλείων	21
2.3.2 Τα υλικά των πολυεργαλείων	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟΥ</b>	
3.1 Η αγορά και οι ανάγκες του αγοραστή	27
3.2 Ορισμός του προβλήματος	31
3.3 Δυνατότητα υλοποίησης- ερευνητικοί στόχοι	31
3.4 Εννοιολογικός σχεδιασμός, δημιουργία και βαθμολόγηση ιδεών	32
3.5 Ανάλυση των χαρακτηριστικών των εργαλείων	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΠΛΗΡΟΥΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ</b>	
4.1 Τα επιμέρους στοιχεία	44
4.1.1 Η πένσα	44
4.1.2 Το μαχαίρι	49
4.1.3 Το πριόνι	52
4.1.4 Η ράσπα	56
4.1.5 Το ανοιχτήρι για κονσέρβες	59
4.1.6 Το ανοιχτήρι για φιάλες	63
4.1.7 Το κατσαβίδι με τις αποσπώμενες μύτες	65
4.1.8 Τα πλαϊνά μέταλλα	77
4.2 Η συναρμογή	83
4.2.1 Η συναρμογή της πένσας	83
4.2.2 Η συναρμογή της αριστερής λαβής	85
4.2.3 Η συναρμογή της δεξιάς λαβής	87
4.2.4 Η τελική συναρμογή του πολυεργαλείου	90



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άφιξη της Βιομηχανικής Επανάστασης επέτρεψε την παραγωγή πολλών πανομοιότυπων χρηστικών αντικειμένων προσιτών στον κάθε άνθρωπο. Ο βιομηχανικός σχεδιασμός αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας, προηγείται από αυτήν και καθορίζει όλα τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του προς παραγωγή αντικειμένου.

Η διαδικασία του βιομηχανικού σχεδιασμού είναι περίπλοκη και περιλαμβάνει μια σειρά βημάτων που απαιτούνται για την εύρεση μιας αποδεκτής λύσης σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Οι λύσεις που προκύπτουν αποτυπώνονται στα τεχνικά συστήματα που δημιουργούνται. Μια αποδεκτή λύση χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητά της να εφαρμόζεται πλήρως στο καθορισμένο προϊόν, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη το κόστος παραγωγής και λειτουργίας, καθώς και το περιβαλλοντικό της αποτύπωμα. Σημαντικό ρόλο, επίσης, στον σχεδιασμό και την παραγωγή χρηστικών αντικειμένων διαδραματίζει και η ανταγωνιστικότητα της αγοράς, η οποία συντελεί στην ολοένα αυξανόμενη ποιότητα και λειτουργικότητα του αντικειμένου, καθώς επίσης και στο τίμημα που καταβάλλει ο καταναλωτής για να το αποκτήσει (σχέση τιμής προϊόντος και ποιότητας).

Η διπλωματική εργασία αφορά την σχεδίαση ενός πολυεργαλείου προσεγγίζοντας τη διαδικασία μέσω της μεθόδου της αντίστροφης μηχανικής, στην οποία το ζητούμενο τελικό προϊόν διαιρείται σε επιμέρους στοιχεία. Για την εύρεση μιας βελτιστοποιημένης σχεδιαστικής λύσης τίθενται οι απαραίτητοι περιορισμοί όπως το μέγεθος και η χρήση. Στην αρχή μελετάται ο τομέας του σχεδιασμού και το αντικείμενο που πρόκειται να σχεδιαστεί. Η έρευνα συνεχίζεται στα τμήματα που απαρτίζουν το προς σχεδίαση αντικείμενο ώστε να προσδιοριστεί η τελική επιλογή της μορφής του. Ακολουθεί η σχεδίαση του κάθε τμήματος ξεχωριστά με βάση τις απαιτήσεις που έχουν προηγουμένως τεθεί. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με την φάση της συναρμογής του αντικειμένου, ενώ παράλληλα πραγματοποιούνται οι απαραίτητες τροποποιήσεις στον σχεδιασμό για την ορθή λειτουργικότητα του προϊόντος.

### 1.1 Το βιομηχανικό σχέδιο

Το ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) δίνει τον ακόλουθο ορισμό για το βιομηχανικό σχέδιο: Ο σχεδιασμός (προϊόντων) είναι μια δημιουργική εργασία της οποίας σκοπός είναι να ορίσει τις ποικίλες ποιότητες των προϊόντων ή συστημάτων προϊόντων. Ο σχεδιασμός ενός προϊόντος είναι ο κεντρικός παράγοντας που δίνει στην τεχνολογία ένα «ανθρώπινο» πρόσωπο, έτσι ώστε να γίνει ελκυστική σε αυτόν που απευθύνεται προς χρήση. Ο σχεδιασμός, επίσης, είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες πολιτισμικής και οικονομικής ανταλλαγής μεταξύ των ανθρώπων.[1]

Το βιομηχανικό σχέδιο κατοχυρώνεται στην Ελλάδα από τον ΟΒΙ. Ο Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας δίνει τον ακόλουθο ορισμό: Βιομηχανικό σχέδιο είναι η εξωτερικά ορατή εικόνα του συνόλου ή μέρους ενός βιομηχανικού ή βιοτεχνικού προϊόντος, η οποία προκύπτει από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που έχει (π.χ. η γραμμή, το σχήμα, το χρώμα κλπ.).[2]

Στις μέρες μας η θέση του βιομηχανικού σχεδίου τόσο ως προς το αντικείμενο όσο και προς τη συσκευασία του (όπου αυτή απαιτείται) είναι πρωτεύουσα για πολλούς λόγους: επιθυμία διαφοροποίησης του καταναλωτή, καινοτομία προϊόντος, μόδα της εποχής κλπ. Για να είναι εύχρηστο ένα προϊόν οφείλει να πληροί κάποιους κανόνες όπως της εργονομίας, της μακροβιότητας, της αισθητικής, της φιλικότητας με το περιβάλλον, της σχέσης τιμής/απόδοσης κ.λπ. με αποτέλεσμα ο σχεδιασμός και η υλοποίηση ενός προϊόντος να απαιτεί τη συνεργασία πολλών ανθρώπων με διαφορετικές ειδικότητες οι οποίοι εργάζονται ως ομάδα γι' αυτόν τον σκοπό.

Διατρέχοντας την ιστορία του βιομηχανικού σχεδίου παρατηρούμε ότι αυτό συνδέεται στενά με ανακαλύψεις και εφευρέσεις, υλικά φυσικά ή χημικά. Επίσης, συνδέεται και με κάποια καλλιτεχνικά κινήματα αφού ο πρώτος σχεδιαστής αντικειμένων ήταν καλλιτέχνης.

«Σκέφτομαι άρα σχεδιάζω», γράφουν οι Φρίμαν και Κλαρκ στην αρχή του βιβλίου τους «Τα μυστικά του design», και αναφέρονται στους πρώτους ανθρώπους οι οποίοι υπήρξαν και οι πρώτοι σχεδιαστές αντικειμένων, και συγκεκριμένα εργαλείων αλλά το βιομηχανικό σχέδιο όπως το εννοούμε σήμερα είναι στενά συνδεδεμένο με τη βιομηχανική επανάσταση [3].

## **1.2 Ο βιομηχανικός σχεδιασμός ως διαδικασία**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον βιομηχανικό σχεδιασμό είναι πολλοί και διάφοροι μεταξύ τους: η αγορά και η οικονομία, οι επιστήμες και η τεχνολογία, το περιβάλλον και η αειφορία, η αισθητική, η ισορροπημένη σχέση ανάμεσα στον τεχνικό και τον βιομηχανικό σχεδιασμό, η συσκευασία και η μεταφορά του προϊόντος.

Μια κατηγοριοποίηση του βιομηχανικού σχεδιασμού είναι η εξής :

1 Εμπορικός σχεδιασμός: ορίζεται ως βιομηχανικός σχεδιασμός ή σχεδιασμός προϊόντων και αποτελεί το μεγαλύτερο κομμάτι της εργασίας των σχεδιαστών. Αποσκοπεί καθαρά στο κέρδος, γι' αυτό και οι κανόνες της αγοράς τον επηρεάζουν σημαντικά.

2 Σχεδιασμός με γνώμονα την υπευθυνότητα- Υπεύθυνος σχεδιασμός (Responsible design): το ενδιαφέρον επικεντρώνεται όχι στο κέρδος αλλά στο να εξυπηρετηθούν κοινωνικές ομάδες με ιδιαίτερες ανάγκες.

3 Πειραματικός σχεδιασμός: κατέχει ένα πολύ μικρό κομμάτι στον χώρο του σχεδιασμού και ενδιαφέρεται περισσότερο για την εξερεύνηση, τον πειραματισμό και τη διαδικασία παρά για το τελικό αποτέλεσμα.

4 Διαλογικός σχεδιασμός: ο πιο σπάνιος απ' όλους, στοχεύει στη δημιουργία αντικειμένων τα οποία προωθούν τον διάλογο μεταξύ των ανθρώπων σε διάφορα θέματα. [9]

Το 1990 ο γερμανός σχεδιαστής Dieter Rams διατυπώνει τις «δέκα αρχές του σχεδιασμού.»

- i. Καινοτομία: τόσο στην εμφάνιση όσο και στη λειτουργικότητα.
- ii. Χρησιμότητα: το προϊόν να είναι όσο το δυνατόν πιο εύχρηστο.
- iii. Αισθητική: σχέδιο, χρώμα και λεπτομέρεια του προϊόντος να είναι σε ιδανική αρμονία.
- iv. Επεξηγηματικότητα: η λειτουργία του προϊόντος να είναι ξεκάθαρη , δηλαδή να μη χρειάζεται ο χρήστης εγχειρίδιο για να καταλάβει τον τρόπο λειτουργίας του.
- v. Διακριτικότητα: ο καλός σχεδιασμός είναι πάντα διακριτικός.
- vi. Τιμιότητα: ο σωστός σχεδιασμός είναι πάντα τίμιος, δεν παραπλανά ούτε χειραγωγεί τον χρήστη.
- vii. Διάρκεια: τα προϊόντα σχεδιάζονται σε βάθος χρόνου ώστε η χρήση του να είναι μακρόχρονη.
- viii. Σχολαστικότητα: υπαγορεύει στον σχεδιαστή μέριμνα για τη λεπτομέρεια και συνέπεια ως προς τη σχεδίαση
- ix. Φιλικός προς το περιβάλλον: λογική χρήση των πρώτων υλών, ελαχιστοποίηση της φυσικής και οπτικής ρύπανσης.
- x. Όσο το δυνατόν λιγότερο design: λίγο αλλά καλό design, καθαρότητα και απλότητα («σαν το προϊόν να μην έχει σχεδιαστεί» όπως λέει ο Jonathan Ive, σχεδιαστής πολλών επιτυχημένων προϊόντων της Apple. [9])

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

1 Η ιδέα και η ανάγκη για μια καινούργια δημιουργία : Μια καθημερινή ανάγκη, ένα παράπονο πελάτη, ο ανταγωνισμός και άλλοι λόγοι είναι αυτοί οι οποίοι ωθούν τον σχεδιαστή να προχωρήσει στην αναζήτηση μιας ιδέας για ένα καινούριο σχέδιο.

2 Αναλυτική περιγραφή του προϊόντος-στόχου: Το σημαντικότερο στάδιο στο οποίο μπαίνουν οι βάσεις της διαδικασίας σχεδιασμού του προϊόντος. Σ' αυτό το στάδιο καθορίζονται τα χρηστικά χαρακτηριστικά του προϊόντος, τα χαρακτηριστικά του πελάτη-στόχου, οι δυνατότητες του κατασκευαστή, ο αισθητικός χαρακτήρας του προϊόντος, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και οι τρόποι συσκευασίας, μεταφοράς κ.λπ..

3 Παραγωγή ιδεών: Στο τρίτο στάδιο (που είναι και από τα πιο σημαντικά) ο σχεδιαστής προτείνει ιδέες για το προϊόν με τη μορφή σκίτσων ή τρισδιάστατων μοντέλων σε Η/Υ.

4 Αξιολόγηση ιδεών: Είναι η στιγμή κατά την οποία οι ιδέες αξιολογούνται και είτε απορρίπτονται όλες ή κάποια προκρίνεται για το επόμενο στάδιο.

5 Δημιουργία μοντέλου σε πραγματική κλίμακα: Η ιδέα που προκρίθηκε ελέγχεται σε πραγματική κλίμακα. Δημιουργούνται με σχετική ακρίβεια μοντέλα (μακέτες) από υλικά πολύ κοντά στα πραγματικά.

6 Αξιολόγηση μοντέλου: Το μοντέλο αξιολογείται και συνήθως παρουσιάζεται και σε μια ομάδα πελατών οι οποίοι είναι και οι χρήστες. Έτσι η ομάδα των σχεδιαστών-κατασκευαστών του προϊόντος το διορθώνουν και το βελτιώνουν.

7 Αναλυτικός σχεδιασμός και επιλογή λεπτομερειών: Το προϊόν στο στάδιο αυτό σχεδιάζεται αναλυτικά και επιλέγονται τα υλικά, τα χρώματα και οτιδήποτε άλλο χρειάζεται για την υλοποίησή του.

8 Δοκιμαστική παραγωγή προϊόντος: Παράγονται δοκιμαστικά κάποια προϊόντα για να ελεγχθεί η αξιοπιστία και η ορθότητά τους πριν την οριστική κυκλοφορία τους στην αγορά.

9 Τελική παραγωγή και προώθηση στην αγορά: Τα παραχθέντα προϊόντα περνούν από ποιοτικό έλεγχο και προωθούνται σε εμπορικές εκθέσεις για να αντληθούν συμπεράσματα από τους υποψήφιους αγοραστές. Στη συνέχεια, εφόσον δεν υπάρχουν αλλαγές, το προϊόν διατίθεται προς πώληση.

Βασικές παράμετροι του βιομηχανικού σχεδιασμού είναι η ανθρωπομετρία και η εργονομία. Η πρώτη είναι η επιστήμη που ασχολείται με τις διαστάσεις και τις δυνατότητες του ανθρώπου σε σχέση με το εργασιακό περιβάλλον του. Αυτή είναι εκείνη που προσφέρει στον σχεδιαστή πολύτιμα στοιχεία ώστε να μπορέσει αυτός να σχεδιάσει ένα εύχρηστο και κατάλληλο αντικείμενο για τον εργαζόμενο. Η δεύτερη αποσκοπεί στη βελτίωση της ανθρώπινης απόδοσης και καλής υγείας μέσω των κατάλληλων εργαλείων, μηχανημάτων κ.λπ. [9]

Υπάρχουν πολλά είδη βιομηχανικού σχεδιασμού ή design: [5]

1 Αεροδυναμικό: Γέννημα της δεκαετίας του 1930 με αεροδυναμικά σχήματα. [Εικόνα 1.1]

2 Αντι-ντιζάιν: Εισάγει ένα διασκεδαστικό ποπ στοιχείο στο design με στόχο να εκπλήξει ή και να σοκάρει.

3 Βιομορφικό (ή οργανικό): Αντλώντας έμπνευση από τα θεμελιώδη κινήματα του Νταντά και του Σουρεαλισμού, στον βιομορφισμό τα στοιχεία διαμορφώνονται ώστε να αντανακλούν φυσικά μοτίβα και βιολογικά σχήματα που υπάρχουν στο περιβάλλον.

4 Γραφιστικό: Αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1950 και αναφέρεται στον σχεδιασμό τυπωμένων στοιχείων σε συνδυασμό με εικόνες.

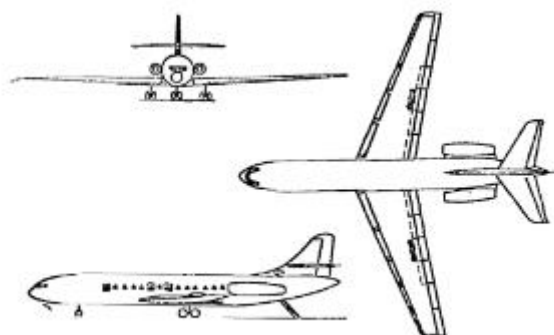
5 Εναλλακτικό: Αντίδραση στο αντικείμενο μιας χρήσης της δεκαετίας εμφανίστηκε την επόμενη δεκαετία. Μινιμαλιστικό, μη εμπορικό design.

6 Μεταμοντέρνο: Πλουραλιστικό, κάνει την εμφάνισή του στη δεκαετία του 1970. Επιχειρεί να τα συμπεριλάβει (παλαιά και σύγχρονα) όλα σε μια σύνθεση.

7 Μινιμαλιστικό: Τα στοιχεία του design περιορίζονται στο ελάχιστο.

8 Τοπικό-Παραδοσιακό: Αυτό που δανείζεται στοιχεία από την παράδοση και τα προσαρμόζει σε ένα άλλο είδος design.

9 Χάι-Τεκ: Αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1980 και χρησιμοποιεί βιομηχανικά υλικά χωρίς διακοσμητικά στοιχεία.



Εικόνα 1.1 Το αεροσκάφος Caravelle, το πρώτο που τοποθέτησε τους κινητήρες στο οπίσθιο τμήμα της ατράκτου, αυξάνοντας τα αεροδυναμικά χαρακτηριστικά. [6]

### 1.3 Η Αντίστροφη Μηχανική

Ο τομέας της μηχανικής περιλαμβάνει το σχεδιασμό, την παραγωγή, τη συναρμολόγηση και τη συντήρηση διαφόρων προϊόντων και συστημάτων. Χωρίζεται κυρίως σε δύο κατηγορίες: την κλασική (ή εμπρόσθια) μηχανική και την αντίστροφη μηχανική. Η κλασική μηχανική είναι η καθιερωμένη μέθοδος ανάπτυξης της πορείας από τις αφηρημένες έννοιες και τα λογικά σχέδια προς την πραγματική υλοποίηση ενός συστήματος. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις όπου ένα σύστημα ή φυσικό αντικείμενο υπάρχει χωρίς τεχνικές προδιαγραφές, όπως σχέδια ή λίστες υλικών. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η αντίστροφη μηχανική χρησιμοποιείται για την αναδημιουργία ενός υπάρχοντος εξαρτήματος, υποσυνόλου ή προϊόντος χωρίς το πλεονέκτημα της τεκμηρίωσης ή ενός μοντέλου υπολογιστή. Η διαδικασία αυτή μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός γεωμετρικού μοντέλου CAD από τρισδιάστατα σημεία που συλλέγονται μέσω σάρωσης ή ψηφιοποίησης υφιστάμενων αντικειμένων. Οι εφαρμογές της αντίστροφης μηχανικής εντοπίζονται στη μηχανολογία, την ηλεκτρονική μηχανική, τη μηχανική των υπολογιστών, τη χημική μηχανική και τη βιολογία συστημάτων. [7,8]

Η ακριβής διαδικασία της αντίστροφης μηχανικής μπορεί να ποικίλλει, αλλά συνήθως περιλαμβάνει κάποιες εκδοχές των ακόλουθων βημάτων:

#### 1. Προεπισκόπηση

Σε πρώτη φάση, πρέπει να προσδιοριστεί το αντικείμενο στο οποίο πρόκειται να εφαρμοσθεί η μέθοδος της αντίστροφης μηχανικής. Ενδεχομένως να πρόκειται για μια διαδικασία, ένα συγκεκριμένο εξάρτημα υλικού ή ένα ολόκληρο πρόγραμμα λογισμικού.



## 2. Έρευνα

Η φάση της έρευνας έχει βαρύνουσα σημασία, ιδίως όταν οι μηχανικοί δεν διαθέτουν το αρχικό προϊόν. Οι πληροφορίες σχετικά με τον αρχικό πηγαίο κώδικα ενός συστήματος υπολογιστών, τις ακριβείς προδιαγραφές υλικού, τις διαδικασίες κατασκευής και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν μπορούν να παράσχουν σημαντική υποστήριξη στην ακριβή αναδημιουργία οποιουδήποτε προϊόντος στο οποίο έχει εφαρμοστεί αντίστροφη μηχανική.

## 3. Αποσυναρμολόγηση

Αυτό το βασικό βήμα απαιτεί από τους μηχανικούς να αποδομήσουν μεθοδικά το αρχικό προϊόν. Στην περίπτωση των φυσικών αντικειμένων, αυτό περιλαμβάνει τον διαχωρισμό κάθε εξαρτήματος για την αποκάλυψη της εσωτερικής δομής της συσκευής. Οι μηχανικοί που ασχολούνται με την αποσυναρμολόγηση ενός φυσικού αντικειμένου συνήθως διασφαλίζουν ότι κάθε εξάρτημα επισημαίνεται και αποθηκεύεται με τη σειρά αφαίρεσης.

Η αντίστροφη ανάπτυξη ενός λογισμικού περιλαμβάνει την αποσυναρμολόγηση και την ανάλυση του αρχικού πηγαίου κώδικα. Όσον αφορά τις διαδικασίες, μπορεί να απαιτήσει μια ολοκληρωμένη εξέταση κάθε επιμέρους τμήματος. Ανάλογα με την κατάσταση του αρχικού προγράμματος ή τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν στο προηγούμενο βήμα, ενδέχεται να είναι απαραίτητες ορισμένες υποθέσεις. Ανεξάρτητα από τις συνθήκες, οι μηχανικοί πρέπει να στοχεύουν στη μέγιστη δυνατή ακρίβεια κατά την αποδόμηση του αντικειμένου.

## 4. Ανάλυση και αξιολόγηση

Αφού αποσυναρμολογηθούν τα επιμέρους στοιχεία, είναι απαραίτητη η λεπτομερής εξέταση κάθε τμήματος. Αυτή η φάση ενδείκνυται για να σημειωθούν τυχόν αλλαγές στον σχεδιασμό και να καταγραφούν ενδεχόμενες αποκλίσεις ή σφάλματα που εντοπίζονται. Είναι σημαντικό να διασφαλίζεται ότι όλες οι παρατηρήσεις καταγράφονται διεξοδικά για μελλοντική αναφορά.

## 5. Επανασχεδιασμός και ανακατασκευή

Σε αυτό το στάδιο, οι μηχανικοί προχωρούν στην επανασυναρμολόγηση του προϊόντος με την αντίστροφη σειρά της αποσυναρμολόγησης του. Είναι ζωτικής σημασίας να εξακριβωθεί ότι κάθε εξάρτημα αντιστοιχεί στο αρχικό προϊόν. Σε περίπτωση που υπάρχουν περισσεύματα εξαρτημάτων ή αν η τελική συναρμολόγηση φαίνεται ελλιπής, είναι απαραίτητο να επαναληφθούν τα βήματα της διαδικασίας, ώστε να διασφαλιστεί η ακρίβεια. Το επανασυναρμολογημένο προϊόν πρέπει να αποδίδει τα ίδια αποτελέσματα με το πρωτότυπο. Η επιτυχής ανακατασκευή ενός σωστά επανασυνδεδεμένου προϊόντος υποδηλώνει ότι έχουν ληφθεί υπόψη όλα τα βασικά εξαρτήματα και διαδικασίες.

Πέραν της ανακατασκευής, υπάρχει η δυνατότητα βελτιώσεων στον σχεδιασμό ή η ανάπτυξη μιας καινούριας εκδοχής του προϊόντος.

Με την προϋπόθεση ότι όλα τα προηγούμενα στάδια έχουν εκτελεστεί αποτελεσματικά, οι μηχανικοί διαθέτουν ένα ισχυρό θεμέλιο για τις μελλοντικές τους κινήσεις. Οι γνώσεις που αποκτώνται από τη διαδικασία αντίστροφης

μηχανικής αποτελούν ένα σημαντικό βήμα για νέους σχεδιασμούς και τροποποιήσεις. [7]

Οι τεχνικές αντίστροφης μηχανικής μπορούν να εφαρμοστούν για την αντιμετώπιση ζητημάτων που προκύπτουν σε διάφορους τομείς. Αρχικά, τα μοντέλα CAD πολλές φορές δεν είναι άμεσα διαθέσιμα ή κατάλληλα για εξαρτήματα που πρέπει να αναπαραχθούν ή να τροποποιηθούν. Η εν λόγω κατάσταση αποτελεί σημαντική πρόκληση για τα συστήματα με μακροπρόθεσμο κύκλο ζωής, ιδίως όταν τα αποθέματα ανταλλακτικών έχουν εξαντληθεί και οι αρχικοί προμηθευτές δεν είναι σε θέση ή δεν επιθυμούν να προβούν σε εξατομικευμένες σειρές παραγωγής ανταλλακτικών. Σε πολλές περιπτώσεις, ο αρχικός σχεδιασμός του προϊόντος δεν έχει ενσωματωθεί σε συστήματα CAD, ή η τεκμηρίωση που αφορά τον αρχικό σχεδιασμό είναι ανεπαρκής ή λείπει. Επιπλέον, ακόμη και όταν υπάρχουν μοντέλα CAD, μπορεί να μην υποστηρίζουν επαρκώς τις τροποποιήσεις ή την κατασκευή με σύγχρονες μεθόδους. Οι τροποποιήσεις που πραγματοποιούνται στο εργοστάσιο μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα το αρχικό μοντέλο CAD να μην αντιπροσωπεύει πλέον με ακρίβεια τη γεωμετρία του εξαρτήματος. [8]

#### **1.4 Σχεδίαση και παραγωγή με την βοήθεια Η/Υ**

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1960, όταν εμφανίστηκε για πρώτη φορά ο όρος της σχεδίασης με τη βοήθεια Η/Υ (Computer-Aided Design ή CAD) μέχρι και σήμερα, έχει παρουσιαστεί ένα πολύ σημαντικό ερευνητικό έργο για την αυτοματοποίηση ενός πλήθους εργασιών που γίνονται στο πλαίσιο της διαδικασίας σχεδιασμού, της μηχανικής και της κατασκευής προϊόντων. Στις μέρες μας ένα προϊόν σχεδιάζεται σε εξειδικευμένα λογισμικά CAD, αναλύεται ως προς τις μηχανικές του ιδιότητες σε αντίστοιχα λογισμικά Ανάλυσης με τη βοήθεια Η/Υ (Computer-Aided Engineering ή CAE) και κατασκευάζεται με σύγχρονες διαδικασίες Παραγωγής με τη βοήθεια Η/Υ (Computer-Aided Manufacturing ή CAM). Η ολοκλήρωση της ανάλυσης ως ένα απαραίτητο συστατικό της σχεδίασης ενός προϊόντος έχει οδηγήσει στην υιοθέτηση του όρου CAD/CAM, ο οποίος περιγράφει όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, από τον ιδεασμό, τον λεπτομερειακό σχεδιασμό, την ανάλυση και βελτιστοποίηση μέχρι και τον προγραμματισμό των παραγωγικών διαδικασιών. Τα συστήματα CAD/CAM αποτελούν ένα αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης διαδικασίας σχεδίασης προϊόντων και ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια του σύγχρονου μηχανικού. Οι δυνατότητες που προσφέρουν τα σημερινά συστήματα περιλαμβάνουν τη γεωμετρική μοντελοποίηση του προϊόντος, την ανάλυσή του με μεθόδους που βασίζονται σε πεπερασμένα στοιχεία, την παραγωγή τεχνικών σχεδίων, την παραγωγή πρωτοτύπων με τη μέθοδο της προσθετικής κατασκευής, την προετοιμασία της διαδικασίας παραγωγής και πολλά άλλα.

Μέσω της χρήσης των συστημάτων CAD/CAM επιδιώκεται η σχεδίαση και κατασκευή προϊόντων που έχουν υψηλή ποιότητα, χαμηλό κόστος παραγωγής, μικρό χρόνο σχεδίασης-παραγωγής, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται η γρήγορη και

αποδοτική ανταπόκριση στις ανάγκες και αλλαγές της αγοράς καθώς και η βέλτιστη αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού. [9]

### **Ορισμός**

Οι τεχνολογίες Ανάλυσης με τη βοήθεια Η/Υ (CAE) αφορούν τη χρήση υπολογιστικών συστημάτων για την ανάλυση της γεωμετρίας CAD, επιτρέποντας στον/στη σχεδιαστή/-τρια να προσομοιώσει και να μελετήσει τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες του προϊόντος, έτσι ώστε να μπορεί να αναθεωρήσει και να βελτιώσει το αντίστοιχο σχέδιο. Η ανάλυση με τη χρήση πεπερασμένων στοιχείων είναι ίσως η πιο διαδεδομένη μέθοδος προσομοίωσης, στην οποία χρησιμοποιείται ένα απλοποιημένο μοντέλο ανάλυσης. Το απλοποιημένο μοντέλο διαφέρει από το λεπτομερές σχέδιο, δεδομένου πως έχουν αφαιρεθεί λεπτομέρειες που δεν παίζουν ρόλο στη λειτουργική συμπεριφορά του προϊόντος. Η έγκαιρη βελτιστοποίηση ενός σχεδίου προϊόντος χρησιμοποιώντας τα εργαλεία CAE έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του συνολικού χρόνου παραγωγής και του αντίστοιχου κόστους.[9]

### **Ιστορική Αναδρομή**

Το 1957 ο Dr. Patrick J. Hanratty δημιούργησε το PRONTO, το πρώτο εργαλείο προγραμματισμού με αριθμητικό έλεγχο. Ωστόσο ο Ivan Sutherland θεωρείται συχνά ως ο πρωτοπόρος του CAD για την ανάπτυξη του Sketchpad το 1963 το οποίο αποτελούσε μέρος της διδακτορικής του διατριβής στο MIT. Το Sketchpad παρείχε τη δυνατότητα στους χρήστες να αλληλοεπιδρούν με το λογισμικό χρησιμοποιώντας ένα ελαφρύ στυλό σε μια μεγάλη οθόνη CRT, μια πρωτοποριακή καινοτομία σε μια εποχή που οι υπολογιστές λειτουργούσαν κυρίως σε λειτουργία παρτίδων με διάτρητες κάρτες και μαγνητικές ταινίες.

Η πρώτη γενιά των συστημάτων CAD αναπτύχθηκαν αρχικά από κατασκευαστές στα μέσα την δεκαετίας του 1960 και αποτελούσαν δισδιάστατες (2D) εφαρμογές σχεδίασης. Η General Motors παρήγαγε το DAC (Design Automated by Computer), η McDonnell-Douglas το CADD (1966), η Ford το PDGS (1967) και η Lockheed το CADAM (1967).

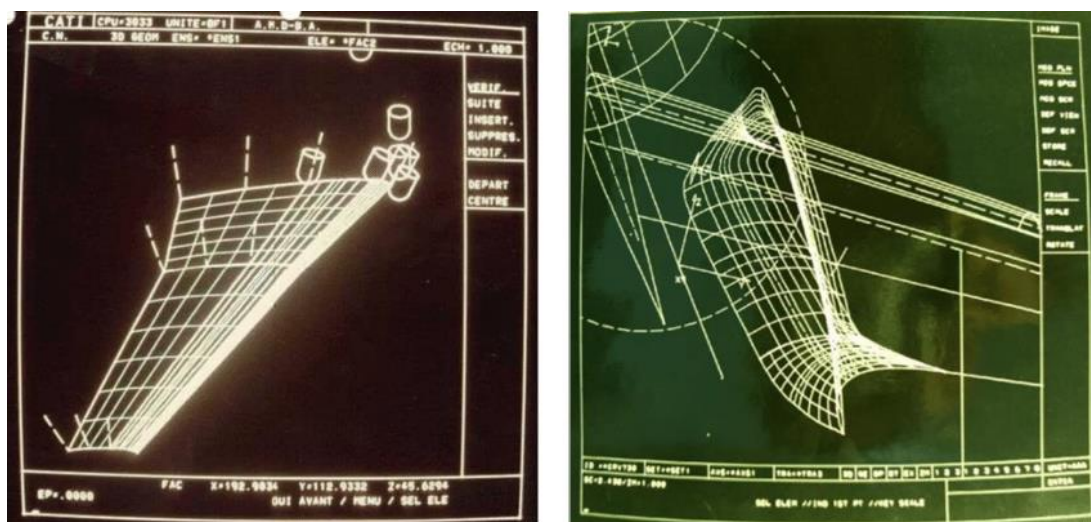
Η δεκαετία του 1970 σηματοδότησε την έναρξη της εμπορικής χρήσης του CAD. Το 1975 η United Computing πούλησε το πρώτο σύστημα Unigraphics System το οποίο επικεντρώθηκε στη δισδιάστατη μοντελοποίηση και σχεδίαση. Την ίδια χρονιά η Avion Marcel Dassault εξαγόρασε το CADAM από τη Lockheed και ξεκίνησε την ανάπτυξη ενός τρισδιάστατου συστήματος CAD γνωστού ως CATI το 1977.

Μέχρι το 1979, η Boeing, η General Electric και το NIST καθιέρωσαν μια νέα μορφή ανταλλαγής τρισδιάστατων δεδομένων που ονομάστηκε IGES.

Το 1981 η Unigraphics παρουσίασε το πρώτο της σύστημα μοντελοποίησης στερεών, το UniSolids, ενώ η Avion Marcel Dassault ίδρυσε τη Dassault Systemes η οποία κυκλοφόρησε το CATIA V1, την πρώτη εμπορική έκδοση του CATI, ως

προσθήκη στο CADAM το επόμενο έτος. Επιπλέον, η SDRC εισήγαγε το I-DEAS το ίδιο έτος. [10,11]

Το 1983 εισήλθε στην αγορά το Unigraphics II, ενώ η Autodesk, που ιδρύθηκε το προηγούμενο έτος, παρουσίασε το AutoCAD, ένα λογισμικό CAD με τιμή περίπου 1.000 δολάρια για τους χρήστες PC. Την επόμενη χρονιά η Apple παρουσίασε το Macintosh 128 και λίγο αργότερα κυκλοφόρησε το MiniCAD, μια εφαρμογή CAD για Mac με τις μεγαλύτερες πωλήσεις. Ωστόσο, στα μέσα της δεκαετίας του 1980, τόσο τα PC όσο και τα Mac υστερούσαν σε απόδοση σε σύγκριση με τους περιβάλλοντα εργασίας UNIX. Το 1984 η Dassault Systemes παρουσίασε το CATIA V2, μια λύση λογισμικού ανεξάρτητη από το CADAM. [Εικόνα 1.2, [10,11]



Εικόνα 1.2 Στιγμιότυπα του λογισμικού CATIA V2, 1984 [11]

Η βιομηχανία CAD γνώρισε μια σημαντική αλλαγή το 1987 με την κυκλοφορία του Pro/Engineer από την Parametric Technology Corporation, που σηματοδότησε το ντεμπούτο του πρώτου παραμετρικού και συσχετιστικού μοντελοποιητή στερεών για περιβάλλοντα εργασίας UNIX. Η αρχική έκδοση του Pro/Engineer διέθετε ένα πρωτοποριακό και φιλικό προς τον χρήστη περιβάλλον εργασίας βασισμένο στο xWindow. Μέχρι το επόμενο έτος το CATIA και το Unigraphics ήταν επίσης διαθέσιμα για περιβάλλοντα εργασίας UNIX. Το 1989, ως απάντηση στις εξελίξεις του Pro/Engineer, η Unigraphics απέσυρε σταδιακά το UniSolids και ξεκίνησε ένα νέο πρόγραμμα που χρησιμοποιούσε τον πυρήνα Parasolid, γνωστό ως UG/Solids. Επιπλέον, την ίδια χρονιά κυκλοφόρησε ο πυρήνας ACIS.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 το λογισμικό CAD στράφηκε από τη λειτουργία σε κεντρικούς υπολογιστές και μικροϋπολογιστές στη λειτουργία σε περιβάλλοντα εργασίας UNIX. Η αγορά ελεγχόταν κατά κύριο λόγο από ορισμένες εταιρείες όπως η IBM-Dassault Systemes, η EDS-Unigraphics, η Parametric Technology και η SDRC.

Το τοπίο άρχισε να αλλάζει το 1994 όταν η Microsoft παρουσίασε το πρώτο της λειτουργικό σύστημα 32-bit ταυτόχρονα με την κυκλοφορία του Pentium Pro από την Intel. Αυτό οδήγησε στην ταχεία διαθεσιμότητα των ACIS και Parasolid για Windows NT.

Το 1995 η κυκλοφορία του SolidWorks έκανε το 3D CAD προσιτό σε επιτραπέζιους υπολογιστές, αλλάζοντας σημαντικά τη δυναμική της αγοράς και

δημιουργώντας μια νέα κατηγορία 3D CAD μεσαίας τιμής. Το 1996 η Intergraph κυκλοφόρησε το SolidEdge, ένα σύστημα CAD βασισμένο στο ACIS που έμοιαζε πολύ με το SolidWorks, ενώ η Autodesk, αντιμετωπίζοντας τη μείωση του μεριδίου αγοράς με το AutoCAD, παρουσίασε το Mechanical Desktop το οποίο έγινε γρήγορα το λογισμικό CAD με τις περισσότερες πωλήσεις παγκοσμίως.

Το 1997, η Dassault Systemes, η εταιρεία ανάπτυξης του CATIA, εξαγόρασε το SolidWorks για 320 εκατομμύρια δολάρια και η EDS-Unigraphics αγόρασε το SolidEdge.

Το έτος 1998 τίθεται σε κυκλοφορία το CATIA V5 το οποίο ήταν πλήρως συμβατό με τα Windows. Το 1999 η Autodesk κυκλοφόρησε το Inventor, μια λύση 3D CAD βασισμένη στον πυρήνα ACIS, ξεφεύγοντας από το Mechanical Desktop που βασιζόταν στο AutoCAD. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 η εστίαση των προγραμματιστών CAD μετατοπίστηκε στη βελτίωση των χαρακτηριστικών διαχείρισης δεδομένων προϊόντος (PDM) και στην επίτευξη συνδεσιμότητας στο διαδίκτυο, χωρίς να σημειωθούν σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις.

Το 2000, η Dassault Systemes απέκτησε τον πυρήνα μοντελοποίησης ACIS και το 2001 η Unigraphics Solutions μετατράπηκε σε UGS και εξαγόρασε την SDRC.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 2000 η πρωταρχική εστίαση των προγραμματιστών CAD ήταν στον εξορθολογισμό των διαδικασιών μοντελοποίησης και στη βελτίωση της φιλικότητας προς τον χρήστη καθώς και στην ενσωμάτωση του CAD σε ολοκληρωμένα συστήματα διαχείρισης του κύκλου ζωής του προϊόντος (PLM).

Το 2007 η SpaceClaim παρουσίασε ένα πρωτοποριακό σύστημα 3D CAD που χαρακτηρίζεται από τις δυνατότητες άμεσης μοντελοποίησης χωρίς ιστορικό. Σε απάντηση σε αυτή την καινοτομία οι προγραμματιστές CAD που βασιζόνταν σε χαρακτηριστικά άρχισαν να ενσωματώνουν λειτουργίες άμεσης μοντελοποίησης στις προσφορές τους στα τέλη της δεκαετίας του 2000. Μέχρι το 2008 το NX και το SolidEdge είχαν ενσωματώσει ένα νέο εργαλείο γνωστό ως Synchronous Technology, ενώ το SolidWorks παρουσίασε το Instant 3D. Επιπλέον, το CATIA V6, το οποίο κυκλοφόρησε επίσης το 2008, ενεργοποίησε τις λειτουργίες άμεσης επεξεργασίας. Το επόμενο έτος, το 2009, η Autodesk παρουσίασε την τεχνολογία Inventor Fusion, σηματοδοτώντας την εμφάνιση των υβριδικών συστημάτων CAD.

[10]

## 1.5 To Creo Parametric

Η χρήση δισδιάστατων σχεδίων για τη δημιουργία τρισδιάστατων στοιχείων αποτελεί μια πρακτική και αποτελεσματική στρατηγική για την κατασκευή στερεών μοντέλων. Πολλά σχέδια παρουσιάζουν ένα ομοιόμορφο σχήμα προς μία κατεύθυνση. Δεδομένου ότι οι σύγχρονες συσκευές εισόδου και εξόδου του υπολογιστή είναι κυρίως δισδιάστατες, αυτή η τεχνική μοντελοποίησης είναι ιδιαίτερα πλεονεκτική. Επιπλέον, υποστηρίζει τη διαδικασία σχεδιασμού, επιτρέποντας στους σχεδιαστές να συλλάβουν τη ιδέα του αντικειμένου της εργασίας τους, ενώ παράλληλα αντικατοπτρίζει με ακρίβεια τις σχεδιαστικές τους προθέσεις. [12]

Πολλά από τα σύγχρονα συστήματα CAD/CAM υποστηρίζουν πλέον τη σχεδίαση βάσει χαρακτηριστικών (feature-based modeling), η οποία επιτρέπει στους σχεδιαστές να διατυπώνουν σχήματα μέσω των σύνθετων πρωταρχικών στοιχείων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση παρουσιάζει δύο διακριτά πλεονεκτήματα σε σχέση με την παραδοσιακή μοντελοποίηση που βασίζεται αποκλειστικά στη λεπτομερή γεωμετρία. Προσφέρει μια πιο φιλική προς το χρήστη διεπαφή και ενισχύει τον αυτοματοποιημένο σχεδιασμό διεργασιών καθιστώντας την πρόθεση του σχεδιαστή πιο προφανή. Η τεχνική παραμετρικής μοντελοποίησης με βάση τα χαρακτηριστικά δίνει τη δυνατότητα να ενσωματώνεται η αρχική πρόθεση σχεδιασμού στην κατασκευή του μοντέλου, επιτρέποντας στα μεμονωμένα εξαρτήματα να υπαγορεύουν τη γεωμετρία σε συνάρτηση με τις τροποποιήσεις του σχεδιασμού. Καθώς τα χαρακτηριστικά τροποποιούνται, το σύστημα ενημερώνει αυτόματα ολόκληρο το αντικείμενο, αποκαθιστώντας εκ νέου τις συνδέσεις μεταξύ των επιμέρους στοιχείων του μοντέλου.

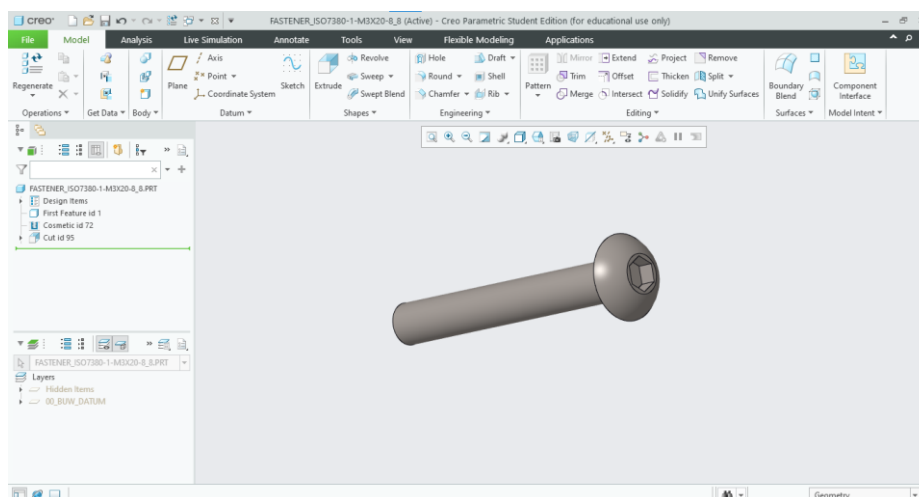
Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχει ακόμη ομοφωνία σχετικά με τα ακριβή πρωτότυπα μοντέλα που θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε αυτά τα συστήματα. Ιδανικά, ένα περιβάλλον σχεδίασης με βάση τα χαρακτηριστικά θα περιλάμβανε πρωτότυπα που θα περιγράφουν λεπτομερώς την ονομαστική γεωμετρία, τις ανοχές, τα υλικά, τα τελειώματα, τις ιδιότητες συναρμολόγησης και άλλες πτυχές της πρόθεσης σχεδίασης. Στις εμπορικές εφαρμογές CAD, όπως το Pro/ENGINEER της Parametric, η έμφαση τείνει να δίνεται σε χαρακτηριστικά μορφής που συνήθως συνδέονται με τις εργασίες κατεργασίας.[7]

Το Creo Parametric διαθέτει ένα ευρύ φάσμα ισχυρών εργαλείων μοντελοποίησης και σχεδιασμού, προσφέροντας πολλαπλές δυνατότητες εκτέλεσης των εργασιών σχεδιασμού. Στον πυρήνα της η μοντελοποίηση με βάση τα χαρακτηριστικά επικεντρώνεται στη σταδιακή προσθήκη απλών στοιχείων για τη δημιουργία μοντέλων. Η προσέγγιση της παραμετρικής μοντελοποίησης με βάση τα χαρακτηριστικά βελτίωσε σημαντικά την τεχνολογία στερεάς μοντελοποίησης, καθιστώντας την ένα σημαντικό εργαλείο σχεδιασμού. Η μέθοδος αυτή αυτοματοποιεί τις διαδικασίες σχεδιασμού και επανεξέτασης μέσω της εφαρμογής μεταβλητών. Ο όρος «παραμετρική» σημαίνει ότι οι γεωμετρικές παράμετροι σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των διαστάσεων, μπορούν να τροποποιηθούν σε οποιοδήποτε σημείο κατά τη διάρκεια της εργασίας του σχεδιασμού. Τα χαρακτηριστικά (features) είναι καθιερωμένα εξαρτήματα ή εργαλεία κατασκευής

όπου οι χρήστες ορίζουν τις θεμελιώδεις παραμέτρους. Ένα εξάρτημα χαρακτηρίζεται από μια ακολουθία τεχνικών χαρακτηριστικών που μπορούν να τροποποιηθούν ανά πάσα στιγμή. Η έννοια των παραμετρικών χαρακτηριστικών καθιστά τη διαδικασία μοντελοποίησης περισσότερο αντιπροσωπευτική του πραγματικού κατασκευαστικού σχεδιασμού και όχι μόνο του μαθηματικού πλαισίου των εφαρμογών στερεάς μοντελοποίησης. [12, 13]

Στο Creo Parametric η διαδικασία παραμετρικής μοντελοποίησης εξαρτημάτων περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1. Ρύθμιση μονάδων και βασικής γεωμετρίας αναφοράς.
2. Καθορισμός του τύπου του βασικού χαρακτηριστικού, του πρώτου στερεού χαρακτηριστικού του σχεδίου. Κάποιοι συνηθισμένοι τύποι βασικών χαρακτηριστικών είναι οι λειτουργίες Extrude, Revolve ή Sweep.
3. Δημιουργία ενός πρωταρχικού δισδιάστατου σκίτσου του σχήματος του βασικού κορμού του σχεδίου.
4. Εφαρμογή και τροποποίηση περιορισμών και διαστάσεων στο δισδιάστατο σκίτσο.
5. Μετατροπή του δισδιάστατου παραμετρικού σκίτσου σε τρισδιάστατο στοιχείο. [Εικόνα 1.3]
6. Προσθήκη επιπλέον παραμετρικών στοιχείων προσδιορίζοντας τις σχέσεις των στοιχείων και ολοκλήρωση του σχεδιασμού.
7. Εκτέλεση αναλύσεων και προσομοιώσεων, όπως ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων (FEA) ή δημιουργία διαδρομής κοπής (CNC), στο υπολογιστικό μοντέλο και τελειοποίηση του σχεδιασμού ανάλογα με τις ανάγκες.
8. Τεκμηρίωση του σχεδιασμού με τη δημιουργία των επιθυμητών σχεδίων 2D/3D. [12]



Εικόνα 1.3 Βίδα τύπου allen στο περιβάλλον εργασίας του Creo Parametric 10.0

Τα μοντέλα που βασίζονται σε χαρακτηριστικά, είναι κατάλληλα για τη δημιουργία μηχανικών εξαρτημάτων μέσω της αντίστροφης μηχανικής. Είναι επίσης ιδιαίτερα ωφέλιμα για τον βιομηχανικό σχεδιασμό και την κατασκευή, καθώς παρέχουν τη δυνατότητα για άμεσες τροποποιήσεις. Τόσο οι τεχνικές που βασίζονται σε χαρακτηριστικά, όσο και οι τεχνικές που λειτουργούν με περιορισμούς εμπίπτουν

στην κατηγορία των μεθόδων που βασίζονται στην αξιοποίηση πληροφοριών. Οι ερευνητές μπορούν να αποκομίσουν πολύτιμες πληροφορίες αξιοποιώντας τη σχεδιαστική πρόθεση και τις συσχετίσεις των στοιχείων που υπάρχουν σε μοντέλα που προορίζονται για βιομηχανικούς σκοπούς, καθώς αυτό μπορεί να διαφωτίσει χαρακτηριστικά του αντικειμένου που έχουν ξεπεραστεί. Οι εν λόγω πληροφορίες μπορούν να αναπαρασταθούν γεωμετρικά. [7]

Συνοψίζοντας τα πλεονεκτήματα της παραμετρικής μοντελοποίησης:

- Αυτή η μεθοδολογία ευθυγραμμίζεται με την αρχή του σχεδιασμού που δίνει προτεραιότητα στο σχήμα έναντι του μεγέθους.
- Επιτρέπει την εφαρμογή γεωμετρικών και διαστατικών περιορισμών, καθώς και παραμετρικών εξισώσεων, για την αποτελεσματική μεταφορά των σχεδιαστικών προθέσεων.
- Όταν μεταβάλλεται μια παράμετρος σε πολύπλοκα σχέδια, ολόκληρο το σύστημα -συμπεριλαμβανομένων των εξαρτημάτων, των συναρμογών και των σχεδίων- μπορεί να ενημερώνεται χωρίς πρόβλημα.
- Οι σχεδιαστές μπορούν να διερευνήσουν και να αξιολογήσουν γρήγορα διάφορες προσεγγίσεις και εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού για να προσδιορίσουν την πιο αποτελεσματική.
- Τα υπάρχοντα δεδομένα σχεδιασμού μπορούν να αξιοποιηθούν για τη δημιουργία νέων σχεδίων.
- Ο σχεδιασμός μπορεί να υλοποιηθεί με ταχείς ρυθμούς. [12]

### **Ιστορία του CREO**

Η PTC παρουσίασε το Pro/ENGINEER, τον προκάτοχο του PTC Creo, το 1988, γεγονός που αποτέλεσε σημαντικό βήμα ως η πρώτη εταιρεία που πρόσφερε παραμετρικό λογισμικό μοντελοποίησης στερεών που χρησιμοποιούσε συσχετιζόμενα στοιχεία. Την ίδια χρονιά ο γνωστός κατασκευαστής βαρέος εξοπλισμού John Deere έγινε ο πρώτος πελάτης της PTC. Το 1992 η εταιρεία οικοδομικού εξοπλισμού Caterpillar έγινε ο μεγαλύτερος πελάτης της PTC και το Pro/ENGINEER αναγνωρίστηκε ως τεχνολογία της χρονιάς από το Industry Week. Το 1998, η PTC ξεκίνησε το Windchill πρωτοπορώντας σε λύσεις βασισμένες στο διαδίκτυο για τη διαχείριση του κύκλου ζωής του προϊόντος. Μέσα σε ένα χρόνο η εταιρεία ανακοίνωσε ότι ξεπέρασε τους 25.000 πελάτες. Έκτοτε, η PTC απέκτησε με στρατηγική και συνεργάστηκε με διάφορες εταιρείες, διευρύνοντας την παροχή λύσεων της ώστε να συμπεριλάβει προηγμένες δυνατότητες όπως η προσομοίωση σε πραγματικό χρόνο και ο προγραμματισμός παραγωγής οι οποίες το 1985, θεωρούνταν απρόσιτες. Ακολουθεί ένα σύντομο χρονοδιάγραμμα:

- 1998 - Η εταιρεία προωθεί το Windchill και θεωρείται η πρώτη στην αγορά με διαδικτυακές λύσεις για τη διαχείριση του κύκλου ζωής του προϊόντος (PLM). Η PTC εξαγοράζει την Computervision Corp.
- 2005 - Εξαγοράζει την Arbortext για την τεχνολογία τεχνικών εκδόσεων.



- 2006 - Εξαγοράζει την Mathsoft για το λογισμικό υπολογισμού μηχανικών έργων. Εξαγοράζει την ITEDO για το λογισμικό τρισδιάστατης τεχνικής απεικόνισης.
- 2007 - Εξαγοράζει την CoCreate για την τεχνολογία άμεσης μοντελοποίησης.
- 2013 - Απόκτηση της ThingWorx, της εταιρείας με έδρα το Exton της Πενσυλβάνια, η οποία δημιούργησε μια πλατφόρμα για τη δημιουργία και την εκτέλεση εφαρμογών για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT).
- 2015 – Αποκτά το Vuforia από την Qualcomm Connected Experiences, Inc., θυγατρική της Qualcomm Incorporated. Η πλατφόρμα Vuforia είναι μια τεχνολογική πλατφόρμα επαυξημένης πραγματικότητας (AR).
- 2018 - Εξαγορά της Frustrum για την τεχνολογία δημιουργικού σχεδιασμού της.
- Εξαγοράζοντας την Co-Create το 2007 η PTC διέθετε πλέον μια ιδιαίτερα ισχυρή τεχνολογία στο δυναμικό της. Αυτή ήταν η δυνατότητα άμεσης μοντελοποίησης. Η εταιρεία ξεκίνησε να ενσωματώνει την τεχνολογία άμεσης μοντελοποίησης με την παραμετρική λειτουργία του Pro/ENGINEER. Αφού το υλοποίησε με επιτυχία, η εταιρεία αποφάσισε να αλλάξει την επωνυμία του προϊόντος για να αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι η PTC μπορούσε πλέον να παρέχει τη δυνατότητα τόσο της άμεσης όσο και της παραμετρικής μοντελοποίησης. Το νέο πρόγραμμα PTC Creo παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 2010. [14]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΟ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟ

### 2.1 Το εργαλείο

Στο Χρηστικό Λεξικό της Νεοελληνικής Γλώσσας της Ακαδημίας Αθηνών, στο λήμμα *εργαλείο* εντοπίζεται ο ακόλουθος ορισμός: Αντικείμενο, συνήθως μικρό και μεταλλικό, που χρησιμεύει στην εκτέλεση ορισμένης εργασίας· οτιδήποτε χρησιμοποιείται για να διευκολύνει κάποια δραστηριότητα, διαδικασία· ενώ στο Εικονογραφημένο Εγκυκλοπαιδικό Λεξικό Πάπυρος Larousse αναφέρεται: τεχνητό όργανο που χρησιμοποιείται με το χέρι ή προσαρμοσμένο σε μηχανή για εκτέλεση ορισμένου έργου· (μτφ.) μέσο με αποφασιστική συμβολή στην επίτευξη ενός έργου.

Όπως παρατηρείται και οι δυο ορισμοί δεν αναφέρονται καθόλου στο σχέδιο ή την αισθητική του εργαλείου αλλά μόνο στη χρησιμότητά του. Στις μέρες μας, ωστόσο, δεν υπάρχει κανένα εργαλείο το οποίο να μην έχει σχεδιαστεί, λειτουργικά όσο και αισθητικά, ως την παραμικρότερη λεπτομέρεια. Η χρησιμότητα συμβαδίζει απόλυτα με τη μορφή του βιομηχανικού αντικειμένου ή «αντικειμένου εν σειρά» όπως το προσδιορίζει ο Gillo Dorfles. Σειρά, κατά Dorfles, είναι η δυνατότητα αναπαραγωγής ενός καθορισμένου μοντέλου (standard) με τυποποιημένα στοιχεία και χαρακτηριστικά σε όσα αντίγραφα είναι επιθυμητό. Κύριο χαρακτηριστικό ενός τέτοιου προϊόντος είναι η απουσία ατέλειας και η πλήρης ομοιότητα των παραγόμενων αντικειμένων. [3]

Με τη λέξη εργαλείο, σύμφωνα με το λεξικό του Cambridge γίνεται αναφορά σε οτιδήποτε βοηθά στην πραγμάτωση μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας. Η λέξη πιο συγκεκριμένα πηγάζει από τα αρχαία κίβλας χρόνια, όπου το εργαλείο είναι ένα αντικείμενο που χρησιμοποιείται με τα χέρια για την κατασκευή ή επισκευή κάποιου άλλου. [17]

Η βασικότερη διάκριση των χειροκίνητων εργαλείων διαρθρώνεται στις εξής κατηγορίες, στις οποίες βασίζονται και οι περισσότερες μετεξελίξεις τους:

- 1) **Εργαλεία μέτρησης και χάραξης:** Εργαλεία μέτρησης είναι τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την χαράξη και την επισήμανση ενός σημείου. Με τον όρο χάραξη εννοείται η μεταφορά από ένα σχέδιο ή και από το μυαλό στο κομμάτι που πρόκειται να κατεργασθεί.
- 2) **Εργαλεία συγκράτησης:** Είναι τα εργαλεία με τα οποία συγκρατούνται ή σφίγγονται τα υλικά σε ένα σημείο κατά τη διάρκεια της κατεργασίας τους. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η επιθυμητή ακρίβεια και ευστοχία. Τέτοιου είδους εργαλεία είναι οι μέγγενες, οι σφιγκτήρες και οι πένσες.
- 3) **Εργαλεία κρούσης:** Τα εργαλεία κρούσης αποτελούν εργαλεία μέσω των οποίων ασκείται δύναμη στα προσκείμενα υλικά. Εργαλεία όπως τα σφυριά και οι πόντες χρησιμοποιούνται σε διάφορες δραστηριότητες όπως η ξυλουργία, η μεταλλουργία, όπου χρειάζεται να πακτωθούν βίδες.
- 4) **Κοπτικά εργαλεία:** Εργαλεία κοπής είναι τα εργαλεία που χρησιμοποιούμε για να χαράζουμε και να δίνουμε σχήμα ή να αφαιρούμε υλικό. Είναι συνήθως κατασκευασμένα από μέταλλο και ακονίζονται ώστε να

διατηρείται η αιχμηρότητά τους. Μερικά από τα πιο γνωστά εργαλεία κοπής είναι το μαχαίρι, το πριόνι, το ψαλίδι.

- 5) **Εργαλεία σύσφιξης:** Όπως και τα προηγούμενα, είναι εργαλεία χειρός με σκοπό τη σύνδεση και τη σύσφιξη υλικών. Εργαλεία αυτής της ομάδας είναι κλειδιά, κατσαβίδια αλλά και η πένσα η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τέτοιου είδους σκοπούς. [18,19]

## 2.2 Η ιστορική αναδρομή του εργαλείου και η πορεία προς το βιομηχανικό σχέδιο

Τα πρώτα εργαλεία ήταν φτιαγμένα από πέτρα ή από άλλα φυσικά υλικά (τα αρχαιότερα χρονολογούνται πριν από 2.500.000 χρόνια). Μια μεγάλη δημιουργική έκρηξη του ανθρώπου παρατηρείται πριν από 25.000 χρόνια. Σ' αυτήν την περίοδο φαίνεται πως έχουν κατασκευαστεί περιδέραια, μουσικά όργανα, αγαλματίδια κ.λπ. Η ανακάλυψη του τροχού από τους Σουμέριους (~3200 π.Χ.) υπήρξε πολύ σημαντική στην ιστορία του ανθρώπου. Επίσης η εφεύρεση του αρότρου βοήθησε τον άνθρωπο να καλλιεργεί με αποτέλεσμα αυτός να μπορέσει να κατοικήσει σε ένα μέρος. Ο τόρνος χρησιμοποιήθηκε στη Μέση Ανατολή πριν το 3000 π.Χ. για την κατασκευή επίπλων.[5] Παράλληλα με την κατασκευή του αντικειμένου οι άνθρωποι ξεκίνησαν να ενδιαφέρονται όλο και περισσότερο για την εμφάνισή του. Όλα αυτά τα αντικείμενα κατασκευάζονται με τα χέρια αλλά αυτό δεν εμποδίζει τους ανθρώπους να παράγουν ένα αντικείμενο σε πολλά αντίγραφα (πρόκες, αμφορείς κ.λπ.).

Οι απαρχές, ωστόσο, του βιομηχανικού σχεδίου ή σχεδιασμού προϊόντων, όπως εννοείται σήμερα, ανάγονται στην εποχή της βιομηχανικής επανάστασης κατά τον 18<sup>ο</sup> και 19<sup>ο</sup> αιώνα. Η ολοένα αυξανόμενη ζήτηση αγαθών δημιούργησε την ανάγκη ενός πιο μελετημένου και οργανωμένου σχεδιασμού τον οποίο ανέλαβαν οι καλλιτέχνες της εποχής, οι μόνοι που γνώριζαν σχέδιο. Αρχίζει να διαφαίνεται η ανάγκη εξειδικευμένων σχεδιαστών που να ασχολούνται αποκλειστικά με τον σχεδιασμό προϊόντων. Αλλά στον 20<sup>ο</sup> αιώνα και στις μέρες μας οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ βιομηχανικού σχεδίου, ζωγραφικής, γλυπτικής, αρχιτεκτονικής και εσωτερικής διακόσμησης είναι ιδιαίτερα ισχυρές. [3]

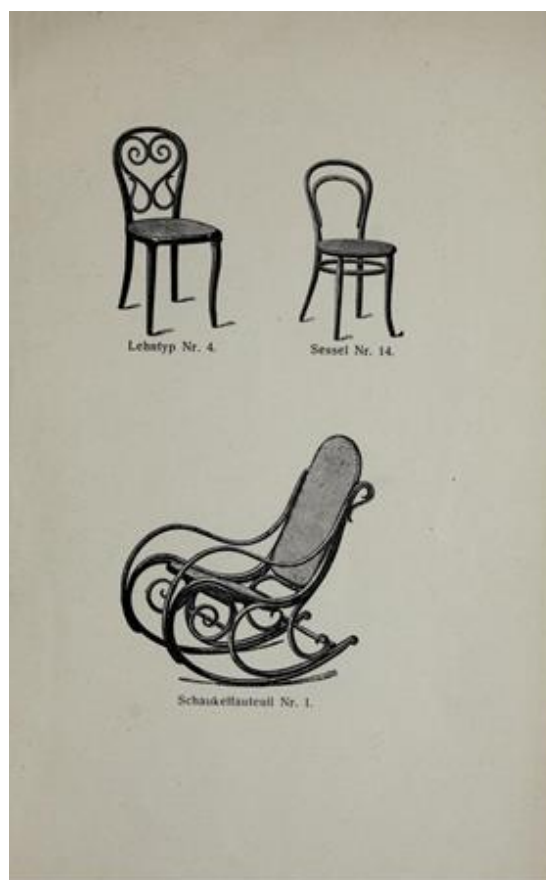
Στις 21 Φεβρουαρίου 1804, στην Ουαλία, το πρώτο κανονικό τρένο με ατμομηχανή υψηλής πίεσης κάνει το πρώτο του ταξίδι με επιτυχία. Έναν χρόνο αργότερα, το 1803, ο άγγλος Μπράιν Ντόνκιν σχεδιάζει και κατασκευάζει μια μικρή βέργα που στην άκρη της φέρει μια χαλύβδινη μύτη πέννας.

Το 1837 ιδρύεται στο Λονδίνο το London School of Design (αργότερα Βασιλικό Κολλέγιο Τέχνης) το οποίο είναι η απαρχή μιας σειράς σχολών που δημιουργούνται σε όλη τη Βρετανία. Το 1867 ιδρύεται στο Βερολίνο το Μουσείο Διακοσμητικών Τεχνών και Ντιζάιν στο οποίο μπορεί κάποιος να δει παραδείγματα σχεδιασμού αντικειμένων από όλο τον κόσμο.

Στη δεκαετία 1850 οι αμερικανοί Σάμιουελ Κολτ και Φάιλο Ρέμινγκτον σχεδιάζουν όπλα αλλά αργότερα ο δεύτερος στρέφεται στην παραγωγή γραφομηχανών. Το 1853 ο αμερικανός Άιζακ Σίνγκερ κυκλοφορεί την πρώτη ραπτομηχανή και λανσάρει την αγοραπωλησία με δόσεις.

Ένας από τους πρώτους επαγγελματίες βιομηχανικούς σχεδιαστές είναι ο γερμανοαυστριακός Μάικλ Θόνετ ο οποίος σχεδίασε καρέκλες και έπιπλα

χρησιμοποιώντας ατμό στην επεξεργασία του ξύλου. Το 1858 σχεδίασε την καρέκλα Αρ. 14, γνωστή ως καρέκλα καφενείου, η οποία είναι και η πιο δημοφιλής μέχρι σήμερα. [Εικόνα 2.1]



Εικόνα 2.1 Σχέδια του Μάικλ Θόνετ και η Καρέκλα Αρ. 14 [20]

Το 1868 οι αμερικανοί Sholes και Glidden κατοχυρώνουν τη γραφομηχανή. Το 1876 ο Αλεξάντερ Γκράχαμ Μπελ κατασκεύασε το πρώτο τηλέφωνο που αποτελούνταν από μια ελαστική μεμβράνη η οποία βρισκόταν μπροστά από σιδηρομαγνητικό πυρήνα περιτυλιγμένο με μονωμένο αγωγό. Τη συσκευή αυτή τη χρησιμοποιούσαν για ομιλίες σε κοντινές αποστάσεις.

Ο άνθρωπος που άσκησε μεγάλη επιρροή στην εξέλιξη του βιομηχανικού σχεδίου είναι ο βρετανός Ουίλιαμ Μόρις (1834-1896). Σχεδιαστής υφασμάτων, καλλιτέχνης, συγγραφέας, συνδεδεμένος με την Αδελφότητα των Προραφαηλιτών και το κίνημα Art and Crafts. Ίδρυσε μια καλλιτεχνική και σχεδιαστική εταιρεία με τους ζωγράφους Έντουαρντ Μπερν-Τζόουνς και Ντάντε Γκάμπριελ Ροσέτι που ενέπνευσε σημαντικά τη διακόσμηση εκκλησιών και σπιτιών κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Το 1866 ο Μόρις παρουσιάζει την πρώτη αναδιπλούμενη καρέκλα που φέρει το όνομά του, ιδανική για ταξίδια.

Το Κίνημα Arts & Crafts (Κίνημα Τεχνών και Χειροτεχνίας) που δημιούργησε ο Μόρις με τους συνεργάτες του στάθηκε ορόσημο στην ιστορία του βιομηχανικού σχεδίου και πρόδρομος της Αρ Νουβώ (Art Nouveau). Στα πλαίσια του κινήματος αυτού έδρασαν και η Συντεχνία Century (1882) με ιδρυτή τον Α. Χ. Μάκμερντο (αξίζει να σημειωθούν εδώ οι καρέκλες που σχεδίασε), η Συντεχνία Εργατών της

Τέχνης (1884) και η Συντεχνία Χειροτεχνημάτων (1888) που ίδρυσε ο Τ. Ρ. Άσμπι, της οποίας τα ασημικά και τα κοσμήματα είχαν τρομερή επιτυχία.

Ένας άλλος «προφήτης» του βιομηχανικού σχεδίου είναι ο πολυπράγμων βρετανός Κρίστοφερ Ντρέσερ ο οποίος, αγνοώντας τις μεσαιωνικές απόψεις του Κινήματος Τεχνών και Χειροτεχνίας, πίστευε ότι ένα καλοσχεδιασμένο αντικείμενο οφείλει να συμμορφώνεται με τους κανόνες της λειτουργικότητας, της απλότητας και της μηχανικής επιδεξιότητας.[Εικόνα 2.2] Τα σχέδιά του σε αντικείμενα από γυαλί ξεπέρασαν εκείνα του Γκαλέ και του Τίφανι. Ο Ντρέσερ είναι ο άνθρωπος που εξύψωσε τον βιομηχανικό σχεδιασμό και τη διακόσμηση εσωτερικού χώρου σε τέχνη.



Εικόνα 2.2 Μινιμαλιστική ασημένια τσαγιέρα του Ντρέσερ (1881) [5]

Ήδη από τη δεκαετία του 1860 διάφοροι προσπάθησαν να σχεδιάσουν μηχανές που να κινούνται με άλλο καύσιμο εκτός του άνθρακα αλλά μόλις το 1877 ο γερμανός Νικόλαους Ότο κατοχυρώνει μια τετράχρονη μηχανή εσωτερικής καύσεως που λειτουργεί με γκάζι και βελτιώνει αισθητά την απόδοσή της. Τη δεκαετία του 1890 ο γερμανός Βίλχελμ Μάιμπαχ σχεδίασε το πρώτο αποδοτικό καρμπυρατέρ που μετέτρεπε τη βενζίνη σε κατάλληλο καύσιμο – αυτή είναι η απαρχή του πρώτου αυτοκινήτου.

Στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα και στα πλαίσια του καλλιτεχνικού ρεύματος Art Nouveau (Νέα Τέχνη) που συνδυάζει στοιχεία του παρελθόντος με εκείνα του μέλλοντος, ο σχεδιασμός μπαίνει σε πρώτο πλάνο σχετικά με τα αντικείμενα καθημερινής χρήσης. Κυριαρχούν η πλούσια διακόσμηση, οι σπείρες και οι ανάλαφρες και κυματοειδείς καμπύλες. Στα γυαλικά κυριαρχεί ο Εμίλ Γκαλέ και ο Λούις Τίφανι, στην αρχιτεκτονική ο βαρόνος Βίκτορ Όρτα, στα έπιπλα ο Τ. Ρ. Μάκιντος. [21]

Το 1898 αυστριακοί νέοι καλλιτέχνες δημιουργούν την «Απόσχιση της Βιέννης» και ακολουθούν δικό τους δρόμο: βάζουν απέναντι στις καμπυλωτές γραμμές της Art Nouveau τις γωνίες. Ο Γιόζεφ Χόφμαν και ο Τσαρλς Ρένι Μάκιντος σχεδιάζουν έπιπλα, μαχαιροπίρουνα κ.λπ. επιλέγοντας απλές και ίσιες γραμμές.

Στον κύκλο της «Απόσχισης» ανήκει και ο γερμανός αρχιτέκτονας και σχεδιαστής Πίτερ Μπέρνερς που σήμερα θεωρείται ως ο πρώτος βιομηχανικός σχεδιαστής. Ο Μπέρνερς εργαζόταν από το 1903 για την εταιρεία AEG. Σχεδίασε τα εργοστάσια, τα προϊόντα καθώς και τα εμπορικά σήματά της. Το 1908 σχεδιάζει τον ηλεκτρικό ανεμιστήρα του ο οποίος αποτελεί ένα εντελώς σύγχρονο προϊόν. Άλλα προϊόντα

που σχεδίασε είναι έπιπλα, γυαλικά, κεραμικά, κοσμήματα αλλά ήταν επίσης αυτός που άνοιξε δρόμους στη σύγχρονη αρχιτεκτονική.

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, στην Ευρώπη, υπάρχουν έντονες συζητήσεις και προβληματισμός για τον δρόμο που ο βιομηχανικός σχεδιασμός έπρεπε να ακολουθήσει. Οι Ευρωπαίοι θέτουν ως στόχο τον συνδυασμό τέχνης και εμπορίου. Ο βέλγος Χένρι βαν ντε Βέλντε και ο γερμανός Ρίχαρντ Ράιμερσμιτ μαζί με άλλους γερμανούς επαγγελματίες τεχνικούς ιδρύουν την κατασκευαστική συντεχνία Deutscher Werkbund με σκοπό τους να προσφέρουν καλοσχεδιασμένα προϊόντα μαζικής παραγωγής. Ο Ρίχαρντ Ράιμερσμιτ έγινε γνωστός για τα μηχανικά έπιπλά του.

Το 1909 εκδηλώνεται στην Ιταλία το κίνημα του Φουτουρισμού με ιδρυτή Τον Φ. Τ. Μαρινέτι. Ο Φουτουρισμός υμνεί τη μηχανή και τις νέες τεχνολογίες. Στην ομάδα συμμετέχουν ποιητές, ζωγράφοι, αρχιτέκτονες, σχεδιαστές κ.ά. Την μεγαλύτερη επίδρασή του ασκεί στη Ρωσία. [22]



Εικόνα 2.3 Ενρίκο Πραμπολίνι, Τραπέζι για το σπίτι του καλλιτέχνη, 1925-6[22]

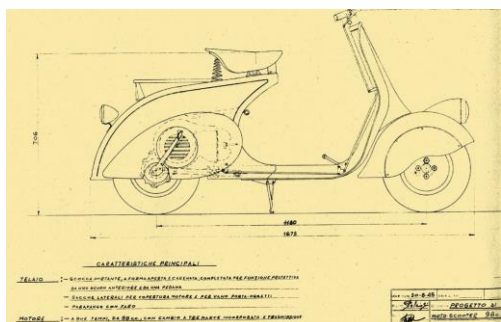
Το 1917 ο ολλανδός ζωγράφος Πιет Μοντριάν με τον επίσης ολλανδό αρχιτέκτονα Τεό βαν Ντέσμπουργκ σχηματίζουν το κίνημα De Stijl (Το Στυλ) και εκδίδουν το ομώνυμο περιοδικό. Το κίνημα επιχειρεί να γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα στην τεχνική και την τέχνη προοιωνίζοντας έτσι το Μπαουχάους. Προτείνει απλή έκφραση, αφηρημένα σχήματα δηλωτικά της πνευματικότητας και τα βασικά χρώματα (κίτρινο, κόκκινο, μπλε). Οι αντιλήψεις αυτές επηρέασαν σημαντικά το βιομηχανικό σχέδιο και την τυπογραφία.[22]

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα τα κινήματα του φουτουρισμού, του κυβισμού, του σουπρεματισμού, του κονστρουκτιβισμού και της αφαίρεσης επηρεάζουν τον βιομηχανικό σχεδιασμό και, φυσικά, και την μετεπαναστατική Ρωσία (1917). Ανάμεσα στους διάφορους σχεδιαστές ξεχωρίζουν δυο γυναίκες: η Βαρβάρα Στεπάνοβα και η Λιουμπόφ Ποπόβα που διακρίνονται ως σχεδιάστριες μόδας και υφασμάτων.

Στην Παγκόσμια Έκθεση της Νέας Υόρκης το 1939 οι σχεδιαστές Γκέντες, Λεβί, Τιγκ και Ντρέιφους παρουσιάζουν φουτουριστικά εκθέματα με αεροδυναμικές και ελικοειδείς γραμμές οι οποίες θα κυριαρχήσουν στον βιομηχανικό σχεδιασμό για μια εικοσαετία.

Το 1938 ο γερμανός Φερντινάντο Πόρσε σχεδιάζει το Φολκσβάγκεν (=αυτοκίνητο του λαού) το οποίο συνδυάζει έναν οπίσθιο αερόψυκτο κινητήρα με ένα αεροδυναμικό σχήμα αυτοκινήτου. (5)

Ο σουηδός Σίξτεν Σάξον παρουσίασε στην SAAB το αεροδυναμικό SAAB 92 το οποίο παραγόταν για 35 χρόνια. Παράλληλα κάνει την εμφάνισή της η Vespa 98 (=σφήκα) σε σχέδιο του μηχανικού αεροσκαφών Κοραντίνο ντ' Ασκάνιο και παραγωγή της Πιάτζιο.



Εικόνα 2.4

Αριστερά: το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας της πρώτης Vespa 98c, Δεξιά: η πρώτη έκδοση του μοντέλου. [23]



Εικόνα 2.5

Το 1957 ο άγγλος Μάλκολμ Σάγιερ σχεδιάζει χρησιμοποιώντας μαθηματικούς τύπους (προοιωνίζοντας έτσι το πρόγραμμα σχεδιασμού CAD) την Jaguar E-Type, ένα από τα πιο καινοτόμα και ωραιότερα αυτοκίνητα στον κόσμο.

### 2.3 Το πολυεργαλείο

Πολυεργαλείο ονομάζεται οποιαδήποτε συσκευή περιέχει διάφορα εργαλεία προσαρτημένα επάνω της.[25] Με την κυριολεκτική προσέγγιση της λέξης, πολυεργαλείο μπορεί να θεωρηθεί οτιδήποτε φέρει πάνω από μία λειτουργία. Παρόλα αυτά, όταν γίνεται αναφορά σε ένα πολυεργαλείο στις μέρες μας, εννοείται ένα φορητό αντικείμενο που αποτελείται από ένα σύνολο βασικών εργαλείων συνδεδεμένων επάνω του με απλούς μηχανισμούς. Τα εργαλεία που συναντώνται ως επί το πλείστον στα πολυεργαλεία είναι μαχαίρια, κατσαβίδια, πένσες, πριόνια, ψαλίδια κ.λπ.

Το πρώτο πολυεργαλείο έφερε στο φως μια αρχαιολογική σκαπάνη, το οποίο χρονολογείται γύρω στο 300 π.Χ. στα περίχωρα της ρωμαϊκής αυτοκρατορίας. Είναι ασημένιο και διαθέτει πιρούνι με τρεις αιχμές, κουτάλι, μαχαίρι, λαβή και ακίδα (αναδιπλούμενα). Η τελευταία χρησιμοποιούνταν για την εξαγωγή κρέατος από σαλιγκάρια και όστρακα. Κάθε μέλος του έχει ζωγραφιές, πράγμα που το καθιστά έργο τέχνης. Πιθανόν ανήκε σε κάποιον υψηλόβαθμο αξιωματικό ο οποίος το χρησιμοποιούσε στις εκστρατείες. [25]





Εικόνα 2.6 Ρωμαϊκό πολυεργαλείο, ~300 π.Χ. [26]

Σήμερα στην αγορά κυκλοφορούν πολλά πολυεργαλεία, μηχανικά ή ηλεκτρικά, για πολλές και ποικίλες χρήσεις. Λόγω του χαμηλού βάρους και του μικρού σχήματός τους είναι εξαιρετικά εύχρηστα και γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται από επαγγελματίες, τεχνίτες, καλλιτέχνες, χομπίστες, εκδρομείς κ.ά.

### 2.3.1 Διάφοροι τύποι πολυεργαλείων

Μια κατηγοριοποίηση των φορητών πολυεργαλείων που παρουσιάζεται παρακάτω γίνεται με τα βασικότερα δύο κριτήρια: τα εργαλεία που περιέχονται και το συνολικό μέγεθος του αντικειμένου. Προκύπτουν οι εξής κατηγορίες:

#### 1) Μπρελόκ Πολυεργαλεία

Τα πολυεργαλεία μπρελόκ είναι αρκετά μικρά ώστε να είναι δυνατό να κρεμαστούν από κάποιον κρίκο για κλειδιά, δίχως να καταλαμβάνουν πολύ χώρο. Αν και όλα τα πολυεργαλεία υπό μία έννοια είναι φορητά, της συγκεκριμένης υποκατηγορίας υπερέρχουν σε αυτή την ιδιότητα, καθώς είναι συνήθως ελαφριά και σε τέτοιο μέγεθος ώστε να μπορεί κανείς να τα κουβαλήσει με ευκολία οπουδήποτε καθημερινά. Αυτό αποτελεί έναν βασικό περιορισμό όσον αφορά τον αριθμό των εργαλείων που είναι συνδεδεμένα. Σε αντίθεση με ένα πολυεργαλείο πλήρους μεγέθους το οποίο μπορεί να φέρει διψήφιο αριθμό εργαλείων, τα πολυεργαλεία μπρελόκ χωρούν στην ουσία μόνο τα απολύτως απαραίτητα. Τα εργαλεία με τη σειρά τους είναι σχετικά μικρά σε μέγεθος, καθιστώντας τα όχι τόσο κατάλληλα για πιο απαιτητικές εργασίες. Τα πολυεργαλεία μπρελόκ έχουν συγκεκριμένες δυνατότητες και μεγάλη χρησιμότητα σε καθημερινές εφαρμογές.





Εικόνα 2.7 Μίνι πολυεργαλείο με λουρί για προσάρτηση στα κλειδιά [26]

## 2) Πολυεργαλεία τσέπης

Η ονομασία υποδηλώνει ότι τα πολυεργαλεία τσέπης είναι επίσης φορητά αντικείμενα τα οποία στην κυριολεξία χωρούν στην τσέπη ενός παντελονιού. Η συγκεκριμένη κατηγορία αποτελεί ουσιαστικά τον ενδιάμεσο σταθμό μεταξύ των πολυεργαλείων μπρελόκ και πλήρους μεγέθους. Ο επιπλέον χώρος που διαθέτουν τα συγκεκριμένα πολυεργαλεία επιτρέπει την προσθήκη κάποιων επιπλέον εργαλείων όπως κάποιο κατσαβίδι ή κλειδί.

## 3) Πολυεργαλεία πλήρους μεγέθους

Στα πολυεργαλεία πλήρους μεγέθους δεν υπάρχει περιορισμός που να αφορά το μέγεθος άρα και τον αριθμό των εργαλείων τους. Συνηθίζεται ο βασικός κορμός ενός πολυεργαλείου αυτής της κατηγορίας να είναι μια πένσα-κόφτης. Γύρω από τον κορμό του, στο πλάι, είναι προσαρτημένα τα υπόλοιπα εργαλεία τα οποία μπορεί να είναι ψαλίδι, πριόνι, λίμα, μαχαίρι, κατσαβίδι, κάποιο πολυγωνικό κλειδί. Παρόλη τη χρησιμότητα που μπορεί ένα πολυεργαλείο πλήρους μεγέθους να προσφέρει, υστερεί λόγω του μεγάλου όγκου που διαθέτει στη μεταφορά. Αν αυτό δεν αποτελεί πρόβλημα για τον χειριστή, τότε σαφώς είναι η καλύτερη επιλογή για πολλές διαφορετικές δραστηριότητες, αφού παρέχει τις περισσότερες δυνατότητες.

## 4) Εξειδικευμένα Πολυεργαλεία

Εκτός από τις παραπάνω κατηγορίες, υπάρχει μια ακόμη, στην οποία το προϊόν διαμορφώνεται από τις ανάγκες της δραστηριότητας που θα χρησιμοποιηθεί. Πρόκειται για ένα πιο εξειδικευμένο αντικείμενο από το οποίο προκύπτει και η κατηγορία στην οποία εντάσσεται. Τα εργαλεία που ονομάζονται εξειδικευμένα σχεδιάζονται για συγκεκριμένες ανάγκες όπως η επιδιόρθωση ενός ποδηλάτου, ο καθαρισμός ενός όπλου κλπ.

Λόγω του ότι τα εξειδικευμένα πολυεργαλεία είναι σχεδιασμένα ώστε να εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες, μπορεί να φέρουν πολλά διαφορετικά

εργαλεία. Παραδείγματος χάρη, ένα πολυεργαλείο επιδιόρθωσης ποδηλάτου (Εικόνα 10) μπορεί να περιέχει διάφορες μύτες κατσαβιδιών όπως εξαγωνικές, πλακέ, Phillips, Torx. Από την άλλη, τα πολυεργαλεία που ειδικεύονται στην συντήρηση ενός όπλου μπορεί να διαθέτουν από ένα εργαλείο διόπτρας μέχρι μια ελικοειδή βούρτσα.

Τα εξειδικευμένα πολυεργαλεία είναι πολύ εξυπηρετικά αρκεί ο χειριστής να έχει μελετήσει σωστά την εργασία για την οποία προορίζονται. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα πολυεργαλεία, δεν είναι σε τόσο μεγάλο βαθμό γενικής χρήσεως και στοχεύουν στην εκτέλεση ειδικότερων εργασιών.



Εικόνα 2.8 Πολυεργαλείο επισκευής ποδηλάτου[27]

### **Τα εργαλεία**

Ο τύπος των πολυεργαλείων αναμφίβολα αποτελεί έναν βασικό παράγοντα στην επιλογή του αγοραστή αλλά τα εργαλεία που φέρει το προϊόν είναι ίσως το πιο σημαντικό κριτήριο.

Τα εργαλεία μπορεί να είναι πραγματικά πολλά ή πιο συγκεκριμένα κάθε είδους εργαλείο που μπορεί να σχεδιαστεί και να συμπεριληφθεί σε ένα πολυεργαλείο. Μερικά από τα συνηθέστερα εργαλεία είναι:

- Μαχαίρι
- Πένσα
- Κόφτης
- Λίμα
- Ψαλίδι
- Τσιμπίδα
- Ανοιχτήρι φιάλης
- Ανοιχτήρι κονσέρβας

### **2.3.2 Τα υλικά των πολυεργαλείων**

Όπως σε κάθε εργαλείο, τα υλικά είναι σημαντικά όταν πρόκειται για πολυεργαλεία. Το πολυεργαλείο πρέπει να είναι ανθεκτικό στη διάβρωση, τις κρούσεις και την κανονική φθορά που προκύπτει από την καθημερινή χρήση και τον χρόνο.

### **Υψηλής ποιότητας ανοξείδωτος χάλυβας**

Ο χάλυβας ή ατσάλι αποτελείται από διαφορετικούς συνδυασμούς μετάλλων και κραμάτων για την παραγωγή λεπίδων για διαφορετικούς σκοπούς και με διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως η διατήρηση της ακμής, η αντοχή στη διάβρωση και η σκληρότητα, χαρακτηριστικά τα οποία είναι από τα πιο συνηθισμένα που αναζητά ο τελικός χρήστης σε ένα εργαλείο.[28]

Η διατήρηση της ακμής είναι η ικανότητα της λεπίδας να διατηρεί την ακμή της μεταξύ των περιόδων ακονίσματος. Η λεπίδα κατά τη χρήση υφίσταται μια φυσιολογική φθορά, χάνοντας με τον καιρό την αιχμηρότητά της, για τον λόγο αυτό τα μαχαίρια ακονίζονται ανά διαστήματα.

Αντοχή στη διάβρωση είναι η ικανότητα του εργαλείου να αποτρέπει τη χρώση από διαδικασίες οξείδωσης. Ο ανοξείδωτος χάλυβας είναι υψηλής αντοχής στην διάβρωση (σκουριά) σε διάφορα περιβάλλοντα, και ιδιαίτερα στην περιβάλλουσα ατμόσφαιρα. Το κυρίαρχο στοιχείο χρωμάτωσης είναι το χρώμιο όπου απαιτείται συγκέντρωση 11 wt% Cr. Η αντίστασή τους μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη νικελίου και μολυβδαινίου. Για την κατασκευή των πολυεργαλείων συνήθως χρησιμοποιούνται μαρτενσιτικοί ή σκληροί ιζηματογενείς ανοξείδωτοι χάλυβες.[29]

Η σκληρότητα είναι η ικανότητα του αντικειμένου να αντέχει στη χρήση χωρίς να υφίσταται μόνιμη παραμόρφωση και μετράται στην κλίμακα Rockwell.

Επειδή τα πολυεργαλεία είναι, εξ ορισμού, κατασκευασμένα από «πολλαπλά» εργαλεία, συνήθως αποτελούνται από μερικά διαφορετικά κράματα μετάλλων σχεδιασμένα για διαφορετικούς σκοπούς.

Συνήθως τα πολυεργαλεία κατασκευάζονται από δύο διαφορετικούς τύπους ανοξείδωτου χάλυβα: 420 HC και 154 CM.

### **Ανοξείδωτος χάλυβας 420 HC**

Το συγκεκριμένο κράμα ανοξείδωτου χάλυβα έχει πολύ υψηλή αντοχή στον εφελκυσμό. Χρησιμοποιείται συχνά σε μαχαιροπίρουνα για την ανθεκτικότητα και την αντοχή του σε κρούση.

Λόγω της ανθεκτικότητάς του ο ανοξείδωτος χάλυβας 420 HC χρησιμοποιείται για την κατασκευή της πλειονότητας των εργαλείων ενός πολυεργαλείου - τις περισσότερες φορές για μαχαίρια, πριόνια, κατσαβίδια και λίμες. Ως αποτέλεσμα, τα ίδια τα εργαλεία είναι πολύ ανθεκτικά στην θραύση και μπορούν να αντέξουν συνεχή, εντατική χρήση [28]

### **Ανοξείδωτος χάλυβας 154 CM**

Ο ανοξείδωτος χάλυβας 154 CM είναι μια παραλλαγή του μαρτενσιτικού ανοξείδωτου χάλυβα 440C στην οποία έχει προστεθεί μολυβδαίνιο. Προσφέρει συνήθως μια καλή ισορροπία σκληρότητας, ακαμψίας και αντίστασης στη διάβρωση χωρίς να υπερτερεί σε καμία από αυτές τις κατηγορίες. Παρόλα αυτά το συγκεκριμένο κράμα είναι ιδιαίτερα καλό στην διατήρηση της ακμής.

Στην πραγματικότητα, ο ανοξείδωτος χάλυβας 154 CM μπορεί να διατηρήσει την ακμή του έως και τρεις φορές περισσότερο από τον ανοξείδωτο χάλυβα 420 HC.

Λόγω αυτής της ικανότητάς το εν λόγω υλικό να μπορεί να παραμένει κοφτερό, πολλοί κατασκευαστές κατασκευάζουν τους κόφτες συρμάτων των πολυεργαλείων τους από ανοξείδωτο χάλυβα 154 CM. Οι κόφτες συρμάτων είναι, άλλωστε,

ενσωματωμένοι στις πένσες και είναι πολύ δύσκολο να τους φτάσει κανείς και να τους ακονίσει. [30]

### **CPM S30V**

Το CPM S30V ανακαλύφθηκε πρόσφατα (2001) και είναι ένας μαρτενσιτικός ανοξείδωτος χάλυβας, κατασκευασμένος από σκόνη (πυροσυσσωματωμένος) που έχει συσταθεί για να παρέχει έναν υψηλό συνδυασμό σκληρότητας, αντοχής στη φθορά και αντοχής στη διάβρωση. Η χημική του σύνθεση είναι σχολαστικά ισορροπημένη για να διευκολύνει τη δημιουργία καρβιδίων βαναδίου, τα οποία είναι πιο αποτελεσματικά και σκληρότερα από τα καρβίδια χρωμίου όσον αφορά την αντοχή στη φθορά. Ο συγκεκριμένος χάλυβας λόγω της εφαρμογής της μεταλλουργικής διαδικασίας σε σκόνη, υφίσταται μείωση στο μέγεθος των καρβιδίων. Το αποτέλεσμα είναι ένας ιδιαίτερα βελτιωμένος κόκκος στον χάλυβα που ενισχύει σημαντικά την ανθεκτικότητά του. Το S30V παρουσιάζει σημαντική βελτίωση στην ανθεκτικότητα σε σύγκριση με άλλους χάλυβες υψηλής σκληρότητας και θεωρείται χάλυβας υψηλής ποιότητας για την κατασκευή μαχαιριών. [29,31]

### **Αλουμίνιο**

Το αλουμίνιο και τα κράματά του χαρακτηρίζονται από μια σχετικά χαμηλή πυκνότητα ( $2.7\text{g/cm}^3$  έναντι  $7.9\text{g/cm}^3$  στους χάλυβες), υψηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα και αντίσταση στη διάβρωση σε ορισμένα κοινά περιβάλλοντα, συμπεριλαμβανομένης και της συνήθους ατμόσφαιρας.

### **Σειρά 6000 - Κράματα μαγνησίου και πυριτίου**

Η σειρά 6000 περιλαμβάνει κράματα που συνδυάζουν μαγνήσιο και πυρίτιο, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό πυριτίου μαγνησίου.

Παρουσιάζουν ανώτερη αντοχή, εξαιρετική αντίσταση στη διάβρωση και ευνοϊκή δυνατότητα κατεργασίας. Επιπλέον, τα υλικά αυτά ανταποκρίνονται θετικά στη θερμική κατεργασία και διατηρούν την εργασιμότητά τους μετά από διεργασίες όπως η σκλήρυνση ή η ανόπτηση.

Τα συγκεκριμένα κράματα χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες βιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων των κατασκευών, της αρχιτεκτονικής και της βιομηχανίας αυτοκινήτων λόγω της πολυχρηστικότητάς τους.[32]

### **Σειρά 7000 - Κράματα ψευδαργύρου**

Τα κράματα της σειράς 7000 είναι από τα πιο ισχυρά διαθέσιμα και ξεπερνούν σε αντοχή πολλές ποικιλίες χάλυβα. Ο ψευδάργυρος λειτουργεί ως το κύριο στοιχείο του κράματος το οποίο συμπληρώνεται από μικρότερες ποσότητες μαγνησίου ή άλλων μετάλλων για τη διατήρηση ενός βαθμού επεξεργασίας. Αυτό το μοναδικό μείγμα παράγει ένα μέταλλο που είναι εξαιρετικά σκληρό, ισχυρό και ανθεκτικό στην καταπόνηση. Αυτά τα κράματα βρίσκουν εκτεταμένη εφαρμογή στον τομέα της αεροδιαστημικής λόγω της εξαιρετικής αναλογίας αντοχής προς βάρος, ενώ χρησιμοποιούνται επίσης σε καθημερινά προϊόντα όπως αθλητικά είδη και προφυλακτήρες αυτοκινήτων.[32]

### **Τιτάνιο**

Το τιτάνιο και τα κράματα τιτανίου αποτελούν σχετικά νέα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές της μηχανολογίας και παρουσιάζουν έναν ιδιαίτερο συνδυασμό ιδιοτήτων. Το καθαρό μέταλλο έχει μια σχετικά χαμηλή πυκνότητα ( $1.7 \text{ g/cm}^3$ ), υψηλό σημείο τήξης ( $168 \text{ C}$ ) και μέτρο ελαστικότητας  $107 \text{ GPa}$ . Τα κράματα τιτανίου είναι εξαιρετικά ισχυρά, η αντοχή τους σε εφελκυσμό σε θερμοκρασία δωματίου μπορεί να φτάσει μέχρι  $1400 \text{ MPa}$  αποδίδοντας αξιοσημείωτες ειδικές αντοχές. Επιπλέον, τα κράματα είναι πολύ όλκιμα με εύκολη σφυρηλάτηση και μηχανική επεξεργασία. [29]

Στα πολυεργαλεία, δεν αποκλείεται τα εργαλεία που περιέχονται να κατασκευαστούν από τιτάνιο. Το εν λόγω υλικό βέβαια χρησιμοποιείται σπανιότερα για λεπίδες μαχαιριών και γενικότερα τμήματα που προορίζονται για κοπή λόγω της αδυναμίας του να ανταποκριθεί στη σκληρότητα του χάλυβα μαχαιριών, η οποία είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της ακμής. Ωστόσο, το τιτάνιο διαθέτει εξαιρετικές ιδιότητες που δεν διαθέτει ο χάλυβας. Είναι σχεδόν άθραυστο και έχει αναλογία αντοχής προς βάρος που υπερβαίνει εκείνη του χάλυβα. Επιπλέον, το τιτάνιο είναι αδρανές και εξαιρετικά ανθεκτικό στη διάβρωση, ιδιότητα που εξασφαλίζει ότι δεν θα σκουριάσει ποτέ. Είναι επίσης μη μαγνητικό, πράγμα που σημαίνει ότι δεν θα προκαλέσει στατικούς σπινθήρες. Είναι συνηθέστερο σε προϊόντα όπως τα πολυεργαλεία το τιτάνιο να είναι το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται τα περιφερειακά τμήματα όπως οι λαβές ή οι βίδες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΣ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΟΛΥΕΡΓΑΛΕΙΟΥ

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την σχεδίαση του πολυεργαλείου απαρτίζεται από τα εξής στάδια:

- Έρευνα της αγοράς και των αναγκών του αγοραστή
- Ορισμός του προβλήματος
- Δυνατότητα υλοποίησης- ερευνητικοί στόχοι
- Εννοιολογικός σχεδιασμός- δημιουργία ιδεών
- Βαθμολόγηση και επιλογή ιδεών
- Υλοποίηση ή λεπτομερής σχεδιασμός, σχεδιασμός σε CAD [33,34]

### 3.1 Η αγορά και οι ανάγκες του αγοραστή

Η αγορά των πολυεργαλείων αναφέρεται σε φορητά, συμπαγή εργαλεία χειρός, που συγκεντρώνουν πολλαπλές λειτουργίες σε μία μόνο συσκευή. Τα πολυμορφικά εργαλεία σχεδιάζονται για να είναι αποτελεσματικά και εύκολα στη μεταφορά, επιτρέποντας στους χρήστες να εκτελούν διάφορες εργασίες χρησιμοποιώντας μόνο ένα εργαλείο. Οι λόγοι που οδηγούν στην ανάπτυξη αυτής της αγοράς οφείλονται στην ελκυστικότητα της ευελιξίας και της πρακτικότητας. Το φάσμα των αγοραστών στο οποίο αναφέρεται η συγκεκριμένη αγορά είναι ευρύ και διαρκώς αυξανόμενο. Αρχικά οι φίλοι των δραστηριοτήτων στη φύση και οι χομπίστες καταλαμβάνουν ένα αναπόσπαστο και σταθερό κομμάτι αγοραστών. Τα πολυεργαλεία αποτελούν ένα ιδιαίτερα χρήσιμο αντικείμενο για περιπατητές, πεζοπόρους, καταδύτες, κατασκηνωτές, μοτοσικλετιστές κ.ά.

Οι επαγγελματίες στον τομέα των κατασκευών και των επισκευών συχνά βασίζονται στα πολυεργαλεία για την εκτέλεση εργασιών που απαιτούν τη χρήση διαφορετικών εργαλείων.

Σύμφωνα με έρευνα αγοράς της Cognitive Market Research το μέγεθος της παγκόσμιας αγοράς πολλαπλών εργαλείων ανέρχεται σε 2,7 δισεκατομμύρια δολάρια το 2023 και θα αυξηθεί με μέσο ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης (CAGR) 4,90% από το 2023 έως το 2030. [35]

Οι ανάγκες του αγοραστή ποικίλλουν ανάλογα με τον σκοπό για τον οποίο αγοράζει το πολυεργαλείο. Για παράδειγμα, τα εργαλεία που χρειάζονται οι χρήστες μπορεί να διαφέρουν από δραστηριότητα σε δραστηριότητα και να εξειδικεύονται ανάλογα. Έπειτα από έρευνα στην αγορά συγκεντρώθηκαν τα εξής βασικότερα κριτήρια ως προς την επιλογή και την αγορά ενός πολυεργαλείου:

- Επιλογή εργαλείων: Αποτελεί το πρώτο και κυριότερο κριτήριο τις περισσότερες φορές. Τα πολυεργαλεία διαθέτουν διάφορους συνδυασμούς εργαλείων όπως πένσες, μαχαίρια και κατσαβίδια, καθώς και εξειδικευμένες επιλογές όπως κόφτες καλωδίων, ανοιχτήρια μπουκαλιών και μικροσκοπικά πριόνια. Οι αγοραστές συνήθως επιλέγουν ένα πολυεργαλείο με βάση τον συνδυασμό των εργαλείων που αυτό περιλαμβάνει.

- Μέγεθος και βάρος: Τα πολυεργαλεία που είναι συμπαγή και ελαφριά είναι εξαιρετικά για χρήση εν κινήσει. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η προσθήκη περισσότερων εργαλείων αυξάνει τόσο το βάρος όσο και το μέγεθος του προϊόντος. Οι αγοραστές θα πρέπει να αξιολογούν τα προαναφερθέντα κριτήρια πριν αποφασίσουν να αγοράσουν ένα προϊόν.
- Τιμή: Τα πολυεργαλεία διατίθενται σε ένα ευρύ πεδίο τιμών, το οποίο ξεκινά από μερικά ευρώ και φτάνει μέχρι αρκετές εκατοντάδες, ανάλογα με την επιλογή των εργαλείων και την προσφερόμενη ποιότητα.
- Υλικό και κατασκευή: Πολυεργαλεία κατασκευασμένα από ανθεκτικά υλικά όπως ανοξείδωτο ατσάλι ή τιτάνιο, με στιβαρά, καλά σχεδιασμένα εξαρτήματα, συνήθως αντέχουν σε βαρύτερες χρήσεις και στο πέρασμα του χρόνου, αποτελώντας πρώτη επιλογή για έναν αγοραστή που αναζητεί ένα ανθεκτικό προϊόν.
- Μορφή: Το κριτήριο της αισθητικής είναι ένα επιπλέον αξιοσημείωτο κριτήριο. Ο αγοραστής πολλές φορές έλκεται από ένα σχήμα, ένα χρώμα ή ένα σύνολο χαρακτηριστικών σε ένα αντικείμενο, χαρακτηριστικά τα οποία τον ωθούν στο να το αποκτήσει.

Η αγορά των πολυεργαλείων χαρακτηρίζεται από τη συνεχή καινοτομία στον σχεδιασμό και τη λειτουργικότητα. Οι κατασκευαστές επενδύουν σημαντικά στην έρευνα και την ανάπτυξη για να παρουσιάσουν πολυεργαλεία που καλύπτουν διάφορες εφαρμογές. Τα σύγχρονα πολυεργαλεία είναι συμπαγή και φορητά και διαθέτουν πολλές λειτουργίες, όπως κοπή, σύσφιξη, βίδωμα, ακόμη και ηλεκτρονικές δυνατότητες όπως φώτα LED και θύρες φόρτισης USB. Η εν λόγω αγορά είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική και χαρακτηρίζεται από καθιερωμένους κατασκευαστές και έναν αυξανόμενο αριθμό καινοτόμων νεοσύστατων εταιρειών. Οι μεγάλες εταιρείες του κλάδου όπως η Leatherman Tool Group Inc., η Victorinox AG και η SOG Specialty Knives & Tools Inc. έχουν διατηρήσει την κυριαρχία τους μέσω της διαφοροποίησης των προϊόντων, των τεχνολογικών εξελίξεων και των στρατηγικών συνεργασιών.

Η αυξανόμενη απήχηση των υπαίθριων δραστηριοτήτων και της διαβίωσης στη φύση έχει ενισχύσει σημαντικά τη ζήτηση των πολυεργαλείων. Οι λάτρεις του κάμπινγκ, της πεζοπορίας, του ψαρέματος και των ταξιδιών θεωρούν τα πολυεργαλεία απαραίτητα λόγω της συμπαγούς και ευέλικτης χρήσης τους. Τα εργαλεία αυτά παρέχουν βασικές λειτουργίες όπως κοπή, πριόνισμα και άνοιγμα μπουκαλιών, καλύπτοντας διάφορες ανάγκες που προκύπτουν σε ένα εξωτερικό περιβάλλον.

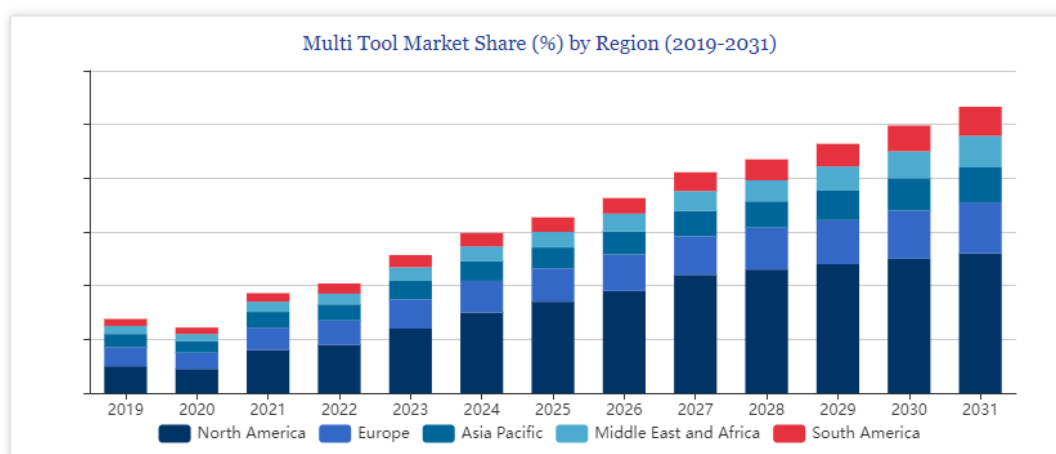
Η ικανότητα των πολυεργαλείων να προσφέρουν λειτουργίες ζωτικής σημασίας για την διαβίωση στην φύση ευθυγραμμίζεται απόλυτα με τις απαιτήσεις αυτού του κοινού.

### **Ο γεωγραφικός χάρτης της αγοράς**

Η παρακάτω έκθεση που παρέχει η Cognitive Market Research αναλύει την αγορά πολλαπλών εργαλείων διαχωρισμένη σε 5 μεγάλες περιοχές:

- Βόρεια Αμερική (Ηνωμένες Πολιτείες, Καναδάς, Μεξικό)
- Ευρώπη (Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Γερμανία, Ιταλία, Ρωσία, Ισπανία, Σουηδία, Δανία, Ολλανδία, Ελβετία, Βέλγιο)
- Ασία-Ειρηνικός (Κίνα, Ιαπωνία, Κορέα, Ινδία, Αυστραλία, Φιλιππίνες, Σιγκαπούρη, Μαλαισία, Ταϊλάνδη, Ινδονησία, Υπόλοιπο της περιοχής APAC)
- Νότια Αμερική (Βραζιλία, Αργεντινή, Κολομβία, Περού, Χιλή, υπόλοιπη Νότια Αμερική)
- Μέση Ανατολή και Αφρική (Σαουδική Αραβία, Τουρκία, Νιγηρία, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Αίγυπτος, Νότια Αφρική, χώρες του ΣΣΚ, Υπόλοιπο ΜΑΕ)

Όσον αφορά τα έσοδα, το μερίδιο της αγοράς πολλαπλών εργαλείων της Βόρειας Αμερικής ανέρχεται στο 38% της συνολικής αγοράς.[35]



Εικόνα 3.1 Ο γεωγραφικός χάρτης της αγοράς των πολυεργαλείων [36]

## Τα είδη

Σύμφωνα με την εν λόγω εταιρία έρευνας αγοράς, η δημοτικότητα των πολυεργαλείων οφείλεται στην ευέλικτη λειτουργικότητά τους και τον συμπαγή σχεδιασμό τους. Τα αντικείμενα αυτά είναι εξαιρετικά φορητά, καθώς χωράνε εύκολα σε τσέπες, σακίδια ή μπρελόκ, καθιστώντας τα βολικά για καθημερινή μεταφορά.

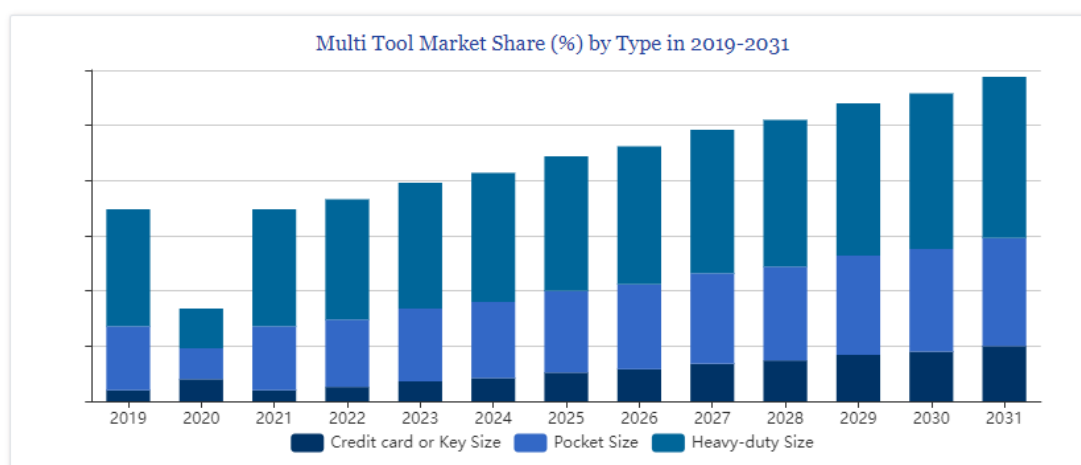
Τα πολυεργαλεία πλήρους μεγέθους έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν με επιτυχία ένα μεγάλο εύρος διεργασιών που απαιτούν τη χρήση εργαλείων. Αποτελούν την πρωταρχική επιλογή των αγοραστών που δεν λαμβάνουν τόσο υπόψη ως παράμετρο το μέγεθος και το βάρος. [Εικόνα 3.2]

Τα πολυεργαλεία τσέπης προτιμώνται από τους λάτρεις της υπαίθρου, τους χομπίστες και τους επαγγελματίες για τις πολυχρηστικές δυνατότητές τους, οι οποίες περιλαμβάνουν εργασίες όπως κοπή, βίδωμα και άνοιγμα μπουκαλιών. Ο



ελαφρύς και συμπαγής σχεδιασμός τους τα καθιστά ιδανικά για κάμπινγκ, πεζοπορία και διάφορες υπαίθριες δραστηριότητες.

Η κατηγορία των πολυεργαλείων σε μέγεθος πιστωτικής κάρτας ή κλειδιού αναπτύσσεται ταχύτατα στην αγορά. Το λεπτό προφίλ τους, που μοιάζει με πιστωτική κάρτα, καθιστά τα εργαλεία αυτά ιδιαίτερα φορητά καθώς χωράνε εύκολα σε τσέπες ή σε ένα πορτοφόλι, χωρίς να προσθέτουν περιττό όγκο. Ο διακριτικός σχεδιασμός αυτών των εργαλείων επιτρέπει στους χρήστες να έχουν εύκολη πρόσβαση στις βασικές λειτουργίες, καθιστώντας τα ιδανικά για όσους επιθυμούν να αποφύγουν να μεταφέρουν ένα αντικείμενο με επιπλέον βάρος και όγκο. Αυτό έχει οδηγήσει στην αυξανόμενη δημοτικότητά τους μεταξύ των ανθρώπων που κατοικούν σε πόλεις, των επαγγελματιών και των ατόμων που εκτιμούν τον μινιμαλισμό και την αποτελεσματικότητα.

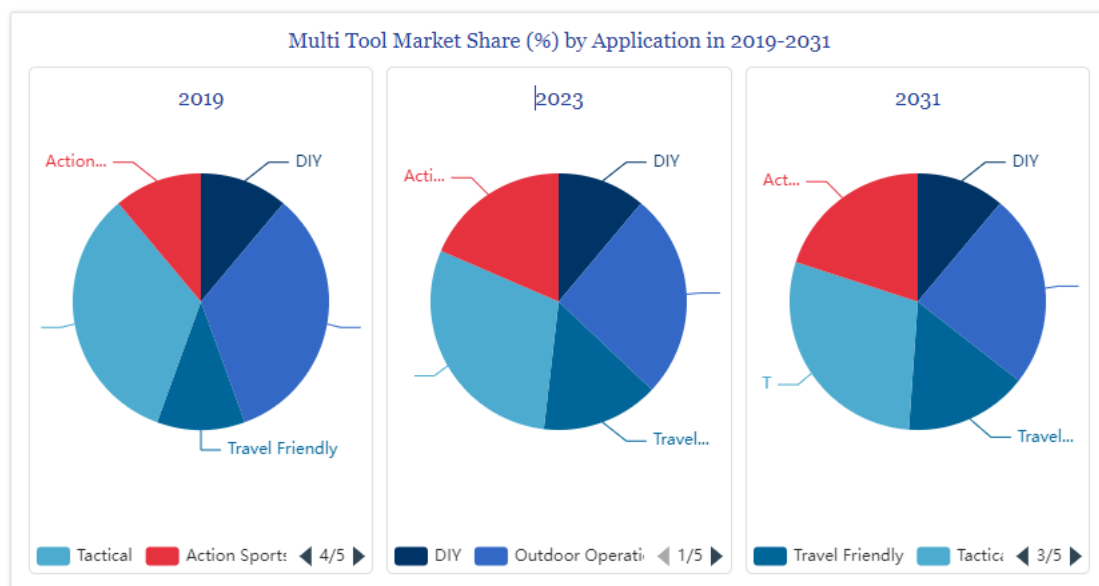


Εικόνα 3.2 Η κατανομή της αγοράς των πολυεργαλείων με βάση το είδος. [36]

### Οι αγοραστές

Όπως διαπιστώνεται από την Εικόνα 3.3, η κορυφαία ομάδα στην αγορά είναι άνθρωποι που ασχολούνται με υπαίθριες δραστηριότητες. Για την συγκεκριμένη ομάδα η κατοχή ενός πολυεργαλείου είναι αναγκαία για την εκτέλεση διαφόρων εργασιών στη φύση. Ένα μικρότερο μερίδιο στην αγορά καταλαμβάνει η ομάδα ανθρώπων που κατασκευάζουν ή επιδιορθώνουν οι ίδιοι. Τα πολυεργαλεία που έχουν σχεδιαστεί για σκοπούς ιδιοκατασκευών είναι προσαρμοσμένα ώστε να ικανοποιούν συγκεκριμένες απαιτήσεις του χρήστη. Η αύξηση της δημοτικότητας αυτών των προϊόντων μπορεί να συνδεθεί με τον αυξανόμενο αριθμό ατόμων που συμμετέχουν σε εργασίες βελτίωσης του σπιτιού, επισκευής και δημιουργικής απασχόλησης. Η ευελιξία και τα φιλικά προς τον χρήστη χαρακτηριστικά τα καθιστούν απαραίτητα για όσους στοχεύουν στην αποτελεσματική εκτέλεση διαφόρων οικιακών εργασιών. Σύμφωνα με την Cognitive Market Research, το τμήμα που παρουσιάζει την ταχύτερη ανάπτυξη στην αγορά πολυεργαλείων είναι η κατηγορία των πολυεργαλείων που είναι κατάλληλη για χρήση σε ταξίδια. Αυτά τα πολυεργαλεία είναι συμπαγή, ελαφριά και κατασκευασμένα με στόχο τη δυνατότητα μεταφοράς κατά τη διάρκεια ταξιδιών, υπαίθριων δραστηριοτήτων ή καθημερινής ρουτίνας. Παρέχουν βασικές λειτουργίες όπως το άνοιγμα

μπουκαλιών, το κόσψιμο σχοιινών και ο χειρισμός μικρών εργαλείων, καλύπτοντας τις ανάγκες των ταξιδιωτών, των λάτρων της υπαίθρου και των πολυπραγμόνων ατόμων. Η άνοδος της δημοτικότητας των ταξιδιών εξερεύνησης και των υπαίθριων δραστηριοτήτων έχουν ενισχύσει σημαντικά τη ζήτηση για τα πολυεργαλεία ταξιδιωτικού χαρακτήρα.[36]



Εικόνα 3.3 Οι διαφορετικές ομάδες ανθρώπων στην αγορά των πολυεργαλείων. [36]

### 3.2 Ορισμός του προβλήματος

Τα μεμονωμένα εργαλεία είναι χρήσιμα αλλά όταν πρόκειται για πολλές και διαφορετικές δραστηριότητες, τότε μπορεί να καταλαμβάνουν πολύ χώρο. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα κάποιο να ξεχαστεί.

Τα πολυεργαλεία προσφέρουν μια ικανοποιητική λύση στο ανωτέρω ζήτημα επειδή διαθέτουν πολλαπλά εργαλεία σε μία μονάδα αντικειμένου. Με την αγορά ενός και μόνο πολυεργαλείου ο αγοραστής στοχεύει στην κάλυψη πολλών διαφορετικών αναγκών, αποκτώντας μια μεγάλη ποσότητα εργαλείων σε ένα ορισμένο κόστος.

### 3.3 Δυνατότητα υλοποίησης - ερευνητικοί στόχοι

Οι καινοτόμες εξελίξεις δίνουν τη δυνατότητα στις εταιρείες να προσφέρουν πιο βελτιωμένες λύσεις και υπηρεσίες, οι οποίες, με τη σειρά τους, συμβάλλουν στην ανάπτυξη της βιομηχανίας πολυεργαλείων. Σήμερα υπάρχουν αναρίθμητες επιλογές στον κλάδο των πολυεργαλείων, καλύπτοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό τις υπάρχουσες ανάγκες του αγοραστή. Πληθώρα πολυεργαλείων με διαφορετικά εξαρτήματα και σχεδιασμό συνθέτουν την αγορά, καθιστώντας τον κλάδο αρκετά ανταγωνιστικό και θέτοντας τον σχεδιαστικό πήχη αρκετά υψηλά.

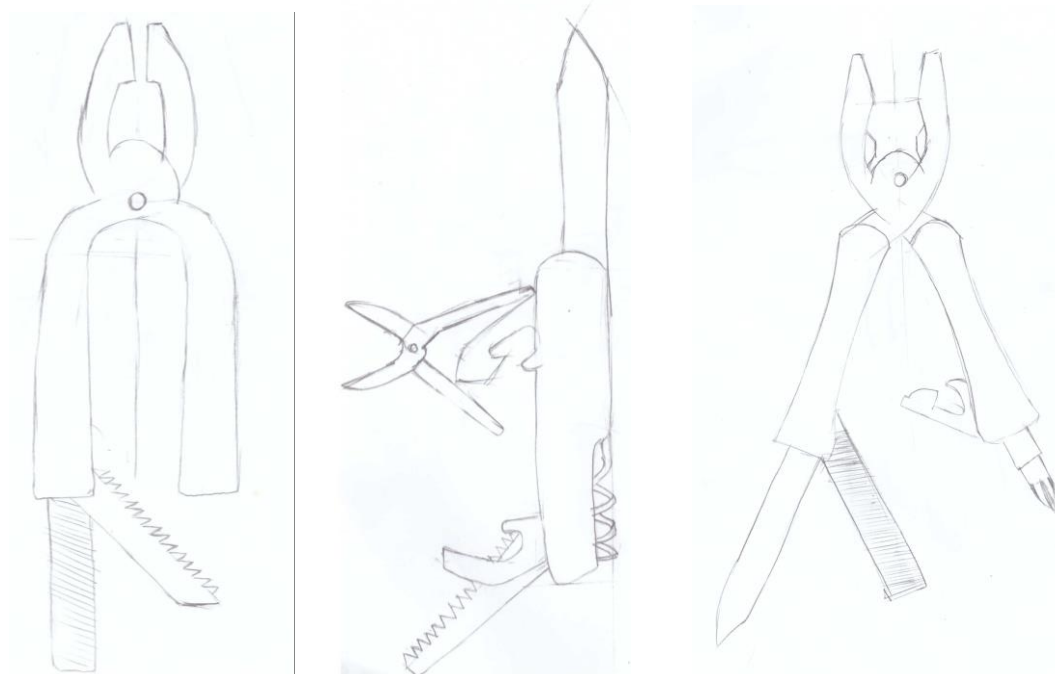
Οι στόχοι που τέθηκαν όσον αφορά τον σχεδιασμό είναι να δημιουργηθεί μια καινούρια ιδέα ενός προϊόντος με βάση τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις. Επίσης να εφαρμοστεί ο σχεδιασμός του πολυεργαλείου ώστε να είναι εύχρηστο, συμπαγές και λειτουργικό. Ως προς την ανάπτυξη, να δημιουργηθεί ένα πρακτικό προϊόν με προορισμό την καθημερινή χρήση και την επιτυχή εξυπηρέτηση των αναγκών του αγοραστή.

Γι' αυτόν τον λόγο στον τρόπο που προσεγγίσθηκε η εύρεση της λύσης του σχεδιασμού τέθηκαν ορισμένοι περιορισμοί, ενώ κατά την υλοποίηση και τελειοποίηση (ιδίως κατά την συναρμογή) αυξήθηκαν ώστε να ικανοποιείται η λειτουργικότητα του πολυεργαλείου.

Οι αρχικοί παράμετροι ήταν η πολυχρησιμότητα, δηλαδή η δυνατότητα χρήσης σε συγκεκριμένες δραστηριότητες. Έπειτα, σε ένα μικρότερο βαθμό αλλά εξίσου σημαντικό, η φορητότητα, επομένως τέθηκε ένας περιορισμός στο συνολικό μέγεθος. Μια άλλη παράμετρος ήταν ένας μοντέρνος σχεδιασμός, ελκυστικός στον αγοραστή ο οποίος να εναρμονίζει την αναλογία γωνιών/καμπυλών.

### 3.4 Δημιουργία ιδεών, εννοιολογικός σχεδιασμός

Βάσει των παραπάνω σχεδίων παράχθηκαν διάφορες καινούριες ιδέες και σχέδια κατά την διάρκεια του εννοιολογικού σχεδιασμού. [Εικόνα 3.4]



Εικόνα 3.4 Αποτύπωση ιδεών Αρ. 1,2, και 3.

### 3.5 Βαθμολόγηση και επιλογή ιδεών

Η βαθμολόγηση έγινε με βάση τις τρέχουσες και προβλεπόμενες μελλοντικές τάσεις της αγοράς. Την υψηλότερη βαθμολογία συγκέντρωσε το σχέδιο Αρ. 3 το οποίο ως ιδέα κατατάσσεται στην κατηγορία των πολυεργαλείων πλήρους μεγέθους. Το πολυεργαλείο προς σχεδίαση αποφασίστηκε να διαθέτει έναν ικανοποιητικό αριθμό εργαλείων για διάφορες δραστηριότητες, διατηρώντας τη δυνατότητα μεταφοράς ακόμη και σε μια ευρύχωρη τσέπη. επικράτησε η ιδέα της τοποθέτησης του εργαλείου της πένσας, γύρω από το οποίο χτίζονται τα πολυεργαλεία αυτής της κατηγορίας με την τοποθέτηση των υπολοίπων εξαρτημάτων στις λαβές της πένσας. Τα εργαλεία που σχεδιάστηκαν και περιέχονται στο πολυεργαλείο είναι τα ακόλουθα:

- Πένσα
- Μαχαίρι
- Πριόνι
- Ράσπα
- Ανοιχτήρι για κονσέρβα
- Ανοιχτήρι για μπουκάλι
- Κατσαβίδι με αποσπώμενες μύτες

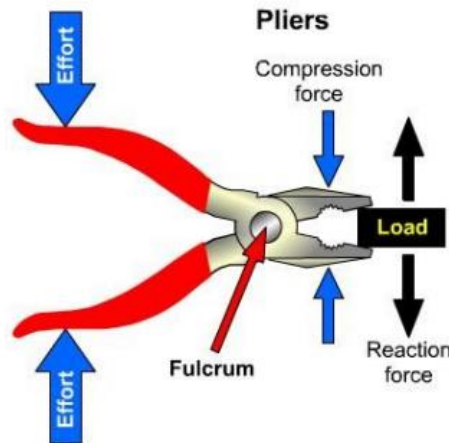
Πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε σχεδιαστική εργασία μέσω Η/Υ, μελετήθηκαν τα χαρακτηριστικά των προς σχεδίαση εργαλείων ώστε να επιλεγεί η καταλληλότερη μορφή.

Όλα τα εργαλεία παρουσιάζουν και μοιράζονται κάποια ίδια, βασικά χαρακτηριστικά ώστε να επιτελούν μια συγκεκριμένη εργασία. Παρακάτω θα αναλυθούν μερικά από τα σημαντικότερα στοιχεία που διαμορφώνουν τα εργαλεία που συμπεριλήφθηκαν στο τελικό προϊόν.

#### **Πένσα**

Οι πένσες είναι πολυχρηστικά εργαλεία χειρός που προορίζονται για τη συγκράτηση, κοπή, κάμψη και σύσφιξη διαφόρων υλικών. Αποτελούνται από ένα ζεύγος μεταλλικών μοχλών που συνδέονται σε ένα μόνο σημείο περιστροφής. Τα μακρύτερα άκρα λειτουργούν ως λαβές, ενώ τα κοντύτερα άκρα περιέχουν σιαγόνες. Η διαμόρφωση των σιαγόνων είναι που διακρίνει τους διάφορους τύπους πένσας. [36]

Η λειτουργία της πένσας οφείλεται στην αρχή του μοχλού σύμφωνα με την οποία η αύξηση της απόστασης μεταξύ των βραχιόνων του μοχλού (των λαβών) και του σημείου περιστροφής έχει ως αποτέλεσμα την άσκηση μεγαλύτερης δύναμης στη σταθερή πλευρά του άξονα (τις σιαγόνες). Αυτός ο σχεδιασμός επιτρέπει στη δύναμη που ασκείται στις λαβές να μεγεθύνεται σημαντικά κατά την μεταφορά της στις σιαγόνες, διευκολύνοντας μια ισχυρή σύσφιξη ή την ικανότητα να κόβονται με ευκολία σκληρά υλικά.



Εικόνα 3.5 Η λειτουργία του μηχανισμού μοχλού στην πένσα [37]

Τα στοιχεία μιας πένσας είναι τα ακόλουθα:

#### Σιαγόνες

Το τμήμα της πένσας χάρη στο οποίο επιτυγχάνεται η λαβή ονομάζεται σιαγόνες ή μύτη. Οι πένσες είναι εξοπλισμένες τόσο με επίπεδες όσο και με οδοντωτές σιαγόνες για να εξασφαλίζουν πιο ασφαλές και πιο σφιχτό κράτημα, ενώ ορισμένα σχέδια περιλαμβάνουν επίσης λεπίδες για σκοπούς κοπής. Επιπλέον, ορισμένοι τύποι πένσας διαθέτουν λαβές σε κυκλικό σχήμα και οδοντωτές σιαγόνες σε κάθε πλευρά, καθιστώντας τις αποτελεσματικές για τη συγκράτηση στρογγυλών υλικών όπως σύρμα ή σωλήνες. Τα άκρα των σιαγόνων είναι συνήθως είτε τετράγωνα είτε κωνικά σχεδιασμένα. [38,39]

#### Σημείο στρέψης

Το συνδετικό μέρος της πένσας ονομάζεται σημείο στρέψης ή σημείο στήριξης. Είναι το εξάρτημα που επιτρέπει το άνοιγμα και το κλείσιμο των σιαγόνων και των λαβών και είναι απαραίτητο για την αποτελεσματική λειτουργία της τσιμπίδας. Ορισμένα μοντέλα διαθέτουν ρυθμιζόμενο σημείο περιστροφής επιτρέποντας στους χρήστες να τροποποιούν το εύρος ανοίγματος των σιαγόνων.

#### Λαβές

Οι λαβές χρησιμεύουν ως περιοχές επαφής για τον χρήστη και ο σχεδιασμός μπορεί να είναι σε ευθεία ή σε καμπύλη μορφή. Συνήθως είναι επικαλυμμένες με πλαστικό ή γυμνό μέταλλο, ανάλογα με τον τύπο της πένσας. Οι μακρύτερες λαβές παρέχουν αυξημένη ώθηση, επιτρέποντας την εκτέλεση εργασιών με μειωμένη προσπάθεια. Επιπλέον, ορισμένες λαβές είναι μονωμένες για να εξασφαλίζουν την ασφάλεια κατά τη διάρκεια ηλεκτρικών εφαρμογών. [38,39]

Ενδεικτικά παραδείγματα πενσών είναι πένσες για συνδυαστική χρήση, πένσες κοπής, πένσες ασφάλισης, πένσες πρεσαρίσματος καθώς επίσης και άλλες που σχεδιάζονται για εξειδικευμένες εργασίες. [39]

## Μαχαίρι

Μαχαίρι είναι ένα εργαλείο κοπής το οποίο φέρει λεπίδα που μπορεί να είναι είτε μόνιμα στερεωμένη στη λαβή είτε αρθρωτή για εύκολη χρήση. Αυτή η κατηγορία εργαλείων, γνωστή ως εργαλεία μαχαιροποιίας, περιλαμβάνει το ευρύτερο φάσμα εργαλείων κοπής. [36]

Τα στοιχεία ενός μαχαιριού είναι:

- η λεπίδα που είναι το κοφτερό μεταλλικό έλασμα. Κατασκευάζεται από διάφορα υλικά όπως ο ανοξείδωτος χάλυβας, ο χάλυβας υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα, το τιτάνιο και το κεραμικό.
- η λαβή ή στέλεχος, το προεξέχον τμήμα του μαχαιριού που κρατείται από το χέρι. Ο σχεδιασμός της λαβής πρέπει να καθιστά το κράτημα του μαχαιριού άνετο προς τον χρήστη. Η σωστή ισορροπία του μαχαιριού στο χέρι βοηθά στην αποτελεσματική και ασφαλή χρήση του. Μια λαβή μπορεί να είναι κατασκευασμένη από διάφορα υλικά: πλαστικό, ξύλο, σκληρό καουτσούκ ή διάφορα μέταλλα, ιδίως ανοξείδωτο ατσάλι.
- η αιχμή, που είναι το άκρο του μαχαιριού και χρησιμοποιείται για το τρύπημα
- η ακμή η οποία είναι η κοπτική επιφάνεια του μαχαιριού που εκτείνεται από την αιχμή έως τη φτέρνα
- η κόψη, το σχήμα διατομής της λεπίδας
- η ράχη αναγνωρίζεται ως το παχύτερο τμήμα της λεπίδας. Στα μαχαίρια με μονή αιχμή βρίσκεται στην πλευρά απέναντι από την ακονισμένη άκρη. Στα μαχαίρια με διπλή κόψη, η ράχη βρίσκεται συνήθως προς το κέντρο της λεπίδας.[40]

Τα αρχικά κοπτικά εργαλεία και όπλα που χρησιμοποιούνταν για το κυνήγι και την άμυνα ήταν κατασκευασμένα από πέτρα και πυριτόλιθο και τελικά εξελίχθηκαν σε υλικά όπως ο χαλκός και ο σίδηρος. Οι Ρωμαίοι εισήγαγαν τις τεχνικές επεξεργασίας σιδήρου στους πρώτους Βρετανούς, ενώ πιστεύεται ότι οι Νορμανδοί εισβολείς έφεραν μαζί τους ειδικευμένους σιδηρουργούς και μεταλλουργούς. Τα αρχαιολογικά ευρήματα περιλαμβάνουν ατσάλινα μαχαίρια δείπνου από τη ρωμαιοβρετανική εποχή, ωστόσο ελάχιστα μεσαιωνικά μαχαίρια με λαβές από πολύτιμα ή ημιπολύτιμα υλικά έχουν διασωθεί λόγω φθοράς από τον καθαρισμό και το τρόχισμα. Ορισμένα πρώιμα μαχαίρια και όπλα απέκτησαν φήμη για την εξαιρετική δεξιότητά τους, ιδίως οι λεπτοδουλεμένες λεπίδες από το Τολέδο και τη Δαμασκό. Πριν από τον 17ο αιώνα στην Ευρώπη μόνο τα εύπορα νοικοκυριά διέθεταν επαρκή σερ μαχαιροπίρουνων για να παρέχουν μαχαίρια στους καλεσμένους. Μέχρι τα τέλη του 17ου αιώνα οι αργυροχρυσόχοι ήταν σε θέση να προμηθεύουν αρκετά μαχαιροπίρουνα για τους καλεσμένους ενός νοικοκυριού. Παρόλο που τα ατομικά μαχαίρια δεν μεταφέρονταν πλέον, ένα πλήρες σερ μαχαιροπίρουνων που περιελάμβανε μαχαίρι, πιρούνι, κουτάλι και ποτήρι, έγινε απαραίτητο για τους ταξιδιώτες, ενώ τέτοια σερ εξακολουθούσαν να παράγονται μέχρι τον 19ο αιώνα. Το συνηθισμένο επιτραπέζιο μαχαίρι του 18ου αιώνα διέθετε λαβή σε σχήμα πιστολιού και καμπύλη λεπίδα που έμοιαζε με θηκάρι. Στη σύγχρονη

εποχή τα επιτραπέζια μαχαίρια από ανοξείδωτο χάλυβα έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη τυποποιημένων σχεδίων που θέτουν ως προτεραιότητα την πρακτικότητα και την ανθεκτικότητα.[41]

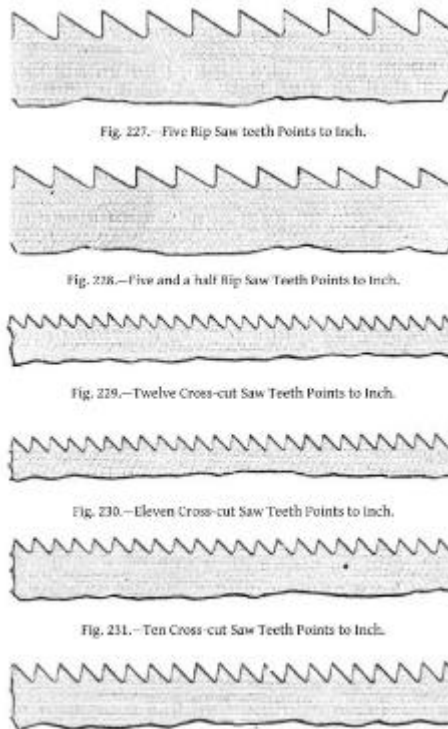
### **Πριόνι**

Στον χώρο της επεξεργασίας ξύλου και της κατασκευής επίπλων, τα πριόνια χειρός είναι απαραίτητα εργαλεία για την κοπή ξύλου σε διάφορα σχήματα. Αυτή η διαδικασία κοπής διεξάγεται κυρίως για την ένωση των κομματιών και τη διαμόρφωση ενός ξύλινου αντικειμένου. Τα εν λόγω πριόνια λειτουργούν με μια σειρά από αιχμηρές ακμές κατασκευασμένες από υλικό που είναι πιο σκληρό από το ίδιο το ξύλο. Ενώ μπορεί να μοιάζουν με τις πριονοκορδέλες, τα πριόνια χειρός διακρίνονται από τις επίπεδες, αιχμηρές ακμές τους. Μια σημαντική παράμετρος στην κατασκευή πριονιών είναι η γεωμετρία των δοντιών η οποία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη διαδικασία πριονίσματος.

Τα βασικά στοιχεία της γεωμετρίας των δοντιών του πριονιού είναι το βήμα, η κλίση, η καμπύλη, η λοξότμηση και η στρέψη.

### **Βήμα**

Στην ορολογία της κατασκευής πριονιών το βήμα αναφέρεται στον αριθμό των σημείων ή των δοντιών που υπάρχουν στην μέτρηση μιας ίντσας. Μπορεί να αναπαρασταθεί ως σημεία ανά ίντσα (ppi) ή δόντια ανά ίντσα (tpi). Η τραχύτητα και η αποτελεσματικότητα των πριονιών αξιολογούνται με βάση του βήματος. Για να κόβει ένα πριόνι αποτελεσματικά και προς τις δύο κατευθύνσεις, η γωνία των δοντιών από τα σημεία πρέπει να είναι ομοιόμορφη και στις δύο πλευρές. Η μέτρηση αυτή είναι ζωτικής σημασίας για τον καθορισμό του βάθους των αυλακώσεων, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του πριονιού στην απομάκρυνση της σκόνης από την κοπή. Ένα πριόνι με μικρότερο βήμα τείνει να απαιτεί μεγαλύτερη προσπάθεια για να ξεκινήσει, λειτουργεί με μεγαλύτερη ταχύτητα κοπής και παράγει πιο τραχύ φινίρισμα, καθιστώντας το ιδανικό για μεγαλύτερες εργασίες. Αντίθετα, καθώς αυξάνεται ο βαθμός βήματος, κατά την εργασία παρατηρείται ευκολότερη εκκίνηση, επιβραδυμένο πριόνισμα και αποδίδει καθαρότερο φινίρισμα, καθιστώντας το πιο κατάλληλο για ελαφρύτερα και λεπτότερα υλικά. [19]



Εικόνα 3.6 Διαφορετικά βήματα πριονιών [19]

### Κλίση

Πρόκειται για τη γωνία της επιφάνειας κοπής του δοντιού η οποία έχει καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα του πριονίσματος. Σε γωνία 0 μοιρών το δόντι είναι τοποθετημένο κάθετα, με αποτέλεσμα να υπάρχει μια επιθετική δράση κοπής. Με την κλίση του δοντιού προς τα εμπρός για τη δημιουργία θετικής γωνίας μπορεί κανείς να επιτύχει μια πιο επιθετική κοπή - ωστόσο αυτό καθιστά δύσκολη την έναρξη και τη διατήρηση της κοπής, αποδυναμώνοντας ενδεχομένως την υποκοπή του δοντιού. Η θετική κλίση συναντάται συχνά σε ορισμένα ιαπωνικά πριόνια όπου ο συνδυασμός ενισχυμένης έλξης και σκληρότερου χάλυβα μετριάζει ορισμένα από τα μειονεκτήματα που σχετίζονται με αυτή τη γωνία. Αντίθετα, η μείωση της κλίσης ή η αύξηση της γωνίας μακριά από την κοπή διευκολύνει την ευκολότερη έναρξη της κοπής, επιτρέποντας στα δόντια να γλιστρούν πιο ομαλά πάνω στο υλικό. Ενώ αυτή η ρύθμιση απλοποιεί την έναρξη της κοπής, μπορεί επίσης να μειώσει την ταχύτητα κοπής καθώς τα δόντια μπορούν να απομακρυνθούν από το υλικό. Μια χαμηλότερη γωνία κλίσης μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα κοπής, αλλά μπορεί να απαιτεί μεγαλύτερη δεξιότητα για την αποτελεσματική διαχείριση του πριονισμού. Η ρύθμιση αυτής της γωνίας είναι απαραίτητη για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης σε διάφορους τύπους ξύλου, είτε πρόκειται για σκληρότερο είτε για μαλακότερο ξύλο.

Γενικά, τα πριόνια ακονίζονται με σταθερή κλίση κατά μήκος των λεπίδων τους, αλλά υπάρχουν ορισμένα που διαθέτουν προοδευτική κλίση. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους. Η πρώτη προσέγγιση είναι να τροχιστούν ή να κοπούν τα πρώτα εκατοστά στο άκρο του πριονιού με πιο επιθετική κλίση. Η δεύτερη προσέγγιση περιλαμβάνει μια σταδιακή μείωση της τριβής σε όλο το μήκος του πριονιού. Και οι δύο μέθοδοι έχουν έναν κοινό στόχο: την απλοποίηση της



εκκίνησης της διαδικασίας κοπής με ταυτόχρονη αποτελεσματική αξιοποίηση της ορμής και της δύναμης κατά το μεσαίο και το τελικό τμήμα της διαδρομής. [19]

#### Κύρτωμα

Το κύρτωμα ή αλλιώς καμπυλότητα ορίζεται ως η μέτρηση του κατά πόσο μια γραμμή κάμπτεται σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν διαθέτουν όλα τα πριόνια καμπυλότητα τα πριόνια με πλάτη, ειδικότερα, δεν διαθέτουν αυτή την ιδιότητα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, όσο βαρύτερη ή πιο απαιτητική είναι η εργασία για την οποία έχει σχεδιαστεί το πριόνι, τόσο πιο σημαντική τείνει να είναι η καμπυλότητα.

Η διαδικασία διαμόρφωσης των δοντιών περιλαμβάνει τη διάταξή τους σε ένα ήπιο τόξο και, στη συνέχεια, τη λείανση για να διατηρηθεί αυτό το τόξο ανέπαφο. Το άνοιγμα μπορεί να κυμαίνεται από μηδενικό έως 9,5 mm ή και περισσότερο στα μεγαλύτερα πριόνια κοπής.[42]

#### Λοξότμηση

Η γωνία που δημιουργείται από το μπροστινό άκρο του δοντιού σε σχέση με μια γραμμή που χαράσσεται κάθετα στην πλάκα του πριονιού είναι καθοριστικής σημασίας. Η προσθήκη της λοξότμησης μετατρέπει τα δόντια σε μικρά μαχαίρια που κόβουν αποτελεσματικά τον κόκκο και όχι απλώς σαν σμίλη. Η υψηλότερη λοξότμηση οδηγεί σε καθαρότερη κοπή, αλλά θέτει παράλληλα σε κίνδυνο την αντοχή των δοντιών. Καθώς αυξάνεται η γωνία κλίσης, το μπροστινό μέρος των δοντιών μειώνεται σε μέγεθος, οδηγώντας σε αυξημένη ευθραυστότητα του χάλυβα. Κατά συνέπεια, τα πριόνια με απότομη γωνία λοξότητας είναι καταλληλότερα για μαλακότερα ξύλα που ασκούν λιγότερη πίεση στα πιο εύθραυστα δόντια. Αντίθετα, τα δόντια πριονιού με ελάχιστη ή καθόλου λοξότητα παράγουν πιο τραχιά κοπή και απαιτούν μεγαλύτερη προσπάθεια για να περάσουν μέσα από το ξύλο. Η δράση κοπής που διευκολύνεται από τη λοξότμηση είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική λειτουργία ενός καλά ρυθμισμένου πριονιού εγκάρσιας κοπής χωρίς να προκαλεί θρυμματισμό ή σχίσσιμο κατά μήκος του κόκκου. Αν και η λοξότμηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της κατεργασίας γωνιακών στομιών, ο πιο απλός τρόπος εφαρμογής της λοξότμησης είναι η περιστροφή της λίμας από πλευρά σε πλευρά, επιτρέποντας τη μεταβολή της γωνίας από δόντι σε δόντι. Θεωρητικά, ένα πριόνι σχισίματος σχεδιάζεται χωρίς λοξότμηση στην πράξη, ωστόσο, μια μικρή λοξότμηση εφαρμόζεται συχνά για να εξασφαλιστεί μια πιο ομαλή κοπή, ιδίως σε πριόνια που μπορεί να μην παράγουν καθαρό σχίσσιμο όπως πριόνια με χελιδονοουρά. [19]

#### Στρέψη

Η στρέψη αποτελεί την τοποθέτηση ή την κάμψη κάθε εναλλασσόμενου δοντιού προς τη μία πλευρά. Τα δόντια κάμπτονται σε απόσταση από την πλάκα του πριονιού για να διευρυνθεί η εγκοπή και το πριόνι να λειτουργεί με λιγότερη εμπλοκή. Όσο ευρύτερη είναι η εγκοπή, τόσο περισσότερο υλικό αφαιρείται και επομένως τόσο περισσότερη εργασία απαιτείται. Ομοίως, τόσο πιο ασταθής είναι η δράση καθώς η πλάκα του πριονιού μπορεί τώρα να κουνιέται στην ευρύτερη εγκοπή και να διαταράσσει την ακριβή κοπή. [42,43]

Συνεπώς η στρέψη πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν μικρότερη λόγω της αυξημένης προσπάθειας που απαιτείται για τη λειτουργία του πριονιού.

Όταν κόβεται ξηρό, σκληρό και λεπτό ξύλο κατά μήκος, αρκεί ένα μικρό σύνολο στρέψης. Αντίθετα, για μαλακά, νωπά, παχιά ή ρητινώδη υλικά, απαιτείται μεγαλύτερη στρέψη για τη σωστή λειτουργία του πριονιού. Αυτό οφείλεται στο ότι η στρέψη δημιουργεί μια χαραγή που είναι ελαφρώς ευρύτερη από το πάχος της λεπίδας, η οποία βοηθά τις ευρύτερες επιφάνειες να κινούνται μέσα στο ξύλο με τη μικρότερη δυνατή τριβή. Εάν η εγκοπή είναι στενή, το πριόνι θα κολλήσει και μπορεί να εκτραπεί στην εγκοπή καθώς προσπαθεί να βρει τρόπο να παρακάμψει τη συσσωρευμένη σκόνη με αποτέλεσμα το πριόνι να μη λειτουργεί σωστά.[42,43]

### **Ράσπα**

Η ράσπα είναι ένα εργαλείο κατασκευασμένο από χάλυβα με μικρά δόντια που είναι κομμένα στην επιφάνειά του. Η επιφάνεια μιας ράσπας χαρακτηρίζεται από μεμονωμένα ανυψωμένα δόντια, γνωστά ως οδόντες, τα οποία είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα σε ολόκληρη την περιοχή εργασίας. Όταν εφαρμόζονται σε ένα υλικό, αυτές οι οδοντώσεις έχουν ως στόχο να το διαμορφώνουν αποτελεσματικά. Ενώ έχει παρόμοιο σχήμα με τη λίμα, τα δύο εργαλεία έχουν διαφορετικές επιφάνειες εργασίας. Οι οδόντες είναι σχεδιασμένοι για ταχεία αφαίρεση υλικού· ωστόσο συνήθως δεν αποδίδουν τόσο ομαλό φινίρισμα όσο οι λίμες. Οι οδόντες υπερέχουν στην εξάλειψη τόσο μεγάλων όσο και μικρών ατελειών καθώς και στη στρογγυλοποίηση αιχμηρών άκρων και γωνιών. Είναι ιδιαίτερα πλεονεκτικές για τη διαμόρφωση των άκρων των κόκκων και άλλων δύσκολων περιοχών που δεν είναι εύκολο να υποστούν επεξεργασία με πλάνες, σμίλες ή πριόνια. Οι στρογγυλεμένες ράσπες είναι περισσότερο κατάλληλες για την κατεργασία κοίλων τμημάτων του υλικού.[44,45]

Τα δόντια μπορούν να κατασκευαστούν με μηχανικές ή χειροκίνητες τεχνικές, με τη μηχανική παραγωγή να είναι η πιο συνηθισμένη προσέγγιση. Οι ράσπες διακρίνονται από το γεγονός ότι δεν μπορούν να προσαρμοστούν από τον χρήστη και τα κοπτικά τους στοιχεία δεν μπορούν να αντικατασταθούν.

Ως αποτέλεσμα, η αντοχή τους καθορίζεται από τις συνήθειες χρήσης· με προσεκτική συντήρηση, ωστόσο, μια ράσπα είναι απίθανο να χρειαστεί αντικατάσταση. Οι οδόντες προσφέρονται σε διάφορα μήκη: οι κοντύτεροι προτιμώνται γενικά για λεπτές, μικρής κλίμακας εργασίες, ενώ οι μακρύτεροι χρησιμοποιούνται για ευρύτερες εφαρμογές ξυλουργικής. Επιπλέον, ορισμένες ράσπες φέρουν έναν αριθμό που υποδεικνύει τον αριθμό των δοντιών ο οποίος επηρεάζει την υφή της τελικής επιφάνειας. Όσο μικρότερος είναι ο αριθμός, τόσο μεγαλύτερα είναι τα δόντια, γεγονός που επιτρέπει την αποτελεσματικότερη αφαίρεση του υλικού.[44,45]

### **Ανοιχτήρι για κονσέρβα**

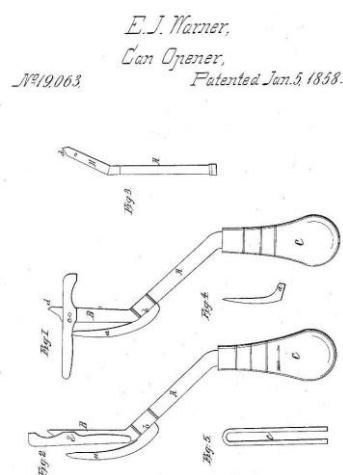
Είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται για το άνοιγμα ή την αφαίρεση του καπακιού ενός μεταλλικού κουτιού. Υπάρχουν διάφορα σχέδια, από μικρά χειροκίνητα εργαλεία έως αυτοματοποιημένες συσκευές που αφαιρούν γρήγορα

και εύκολα το καπάκι της κονσέρβας. Ο βασικός σχεδιασμός του διαθέτει δύο λαβές που συγκλίνουν στον τροχό κοπής. Ο μηχανισμός είναι σχεδιασμένος για να ασφαλίσει τον τροχό κοπής στο χείλος του δοχείου χρησιμοποιώντας τις λαβές, και στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να περιστρέψει τον τροχό ή το κουμπί για να περιστρέψει τον τροχό κοπής, αφαιρώντας αποτελεσματικά το καπάκι από το δοχείο.

Στην αρχή, τα κονσερβοκούτια ήταν συμπαγείς κατασκευές από βαρύ σφυρήλατο σίδηρο που συχνά ζύγιζαν περισσότερο από το περιεχόμενό τους. Οι στρατιώτες στις αρχές του 1800 κατέφευγαν σε ποικίλους τρόπους ώστε να καταφέρουν να τα ανοίξουν, συνήθως τρυπώντας τα με τις ξιφολόγχες.

Τα αρχικά ανοιχτήρια κονσερβών προσέφεραν μικρή βελτίωση σε σχέση με αυτή τη μέθοδο. Το άνοιγμα μιας κονσέρβας απαιτούσε το χτύπημα του καπακιού με ένα αιχμηρό εργαλείο, ακολουθούμενο από μια περιστροφική κίνηση πριονίσματος γύρω από την άκρη για την πρόσβαση στο περιεχόμενο. Αυτή η διαδικασία δεν ήταν μόνο δύσχρηστη, αλλά εγκυμονούσε και κινδύνους για την ασφάλεια του χρήστη.[46]

Η κατάσταση βελτιώθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1850 όταν οι κατασκευαστές άρχισαν να παράγουν λεπτότερα ατσάλινα κουτιά. Το 1858 ο Ezra Warner από το Waterbury του Κονέκτικατ κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μια σημαντική καινοτομία. [Εικόνα 3.7] Ο Warner σχεδίασε μια αιχμηρή λεπίδα με σκοπό να πιέζεται μέσα στο δοχείο αντί να καρφώνεται, με ένα προστατευτικό που περιόριζε τη διεύθυνσή της στο περιεχόμενο. Μόλις το προστατευτικό απομακρυνόταν, μια δεύτερη καμπύλη λεπίδα που έμοιαζε με δρεπάνι έκοβε γύρω από το πάνω μέρος του κουτιού με τρόπο πριονιού, αφήνοντας ωστόσο μια τραχιά και οδοντωτή άκρη.



Εικόνα 3.7 Ανοιχτήρι κονσέρβας, E. J. Warner, κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στις 5 Ιανουαρίου 1858 [47]

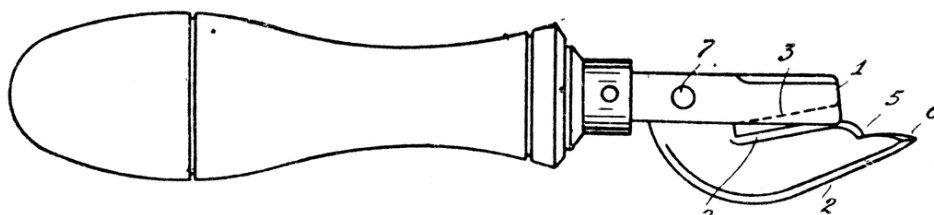
Το 1870 ο William Lyman από το West Meriden του Κονέκτικατ πρότεινε ένα εντυπωσιακά σύγχρονο σχέδιο ανοίγματος κονσερβών που ενσωμάτωνε έναν τροχό κοπής. Ωστόσο, ο σχεδιασμός αυτός είχε σημαντικούς περιορισμούς: απαιτούσε

ακριβή τοποθέτηση στο κέντρο του καπακιού για να λειτουργήσει αποτελεσματικά και χρειαζόταν προσαρμογές για διαφορετικά μεγέθη κονσερβών.

Το ανοιχτήρι για κονσέρβες υπέστη σημαντικό εκσυγχρονισμό το 1925 όταν η Star Can Opener Company του Σαν Φρανσίσκο βελτίωσε τον αρχικό σχεδιασμό της λεπίδας του Lyman ενσωματώνοντας έναν δεύτερο οδοντωτό τροχό, γνωστό ως «τροχό προώθησης» ή «γρανάζι περιστροφής». Αυτή η προσθήκη επέτρεψε στη συσκευή να πιάνει το κουτάκι με ασφάλεια συμπιέζοντας το χείλος μεταξύ των δύο τροχών. Η εισαγωγή των ηλεκτρικών ανοιχτηριών κουτιών το 1931 βασίστηκε σε αυτές τις θεμελιώδεις αρχές οι οποίες παραμένουν σε ισχύ στα σημερινά σχέδια.

Παρά την πάροδο 70 ετών τα σχέδια των ανοιχτηριών κονσερβών έχουν δει ελάχιστες καινοτομίες, παρά τις δυνατότητες βελτίωσης. Το συνηθισμένο ανοιχτήρι κονσερβών που λειτουργεί με το χέρι έχει συχνά ως αποτέλεσμα το καπάκι να πέφτει μέσα στο κουτάκι, αφήνοντας πίσω του έναν αιχμηρό μεταλλικό δίσκο που πρέπει να ανακτηθεί. Ένας εναλλακτικός σχεδιασμός αντιμετωπίζει αυτό το πρόβλημα με την τοποθέτηση του κοπτικού τροχού κάτω από το χείλος, επιτρέποντας στο καπάκι να αποσπάται καθαρά, ενώ αφήνει μια αιχμηρή άκρη στην ίδια την κονσέρβα. [47]

Στα πολυεργαλεία συχνά περιλαμβάνεται το ανοιχτήρι κονσερβών το οποίο έχει την προέλευσή του από τα ανοιχτήρια τύπου P-38 και P-51 που χρησιμοποιούσε ο αμερικανικός στρατός, αλλά και τα ανοιχτήρια των εταιριών παραγωγής και προμηθευτών μαχαιριών του ελβετικού στρατού Victorinox and Wenger. Η πρώτη εκδοχή του ανοιχτηριού για κονσέρβες ήταν αφιερωμένη αποκλειστικά στη λειτουργία του ανοίγματος. Το εργαλείο αποτελούνταν από ένα γάντζο που είχε ακονισμένη άκρη και ένα προεξέχον τμήμα για να ακουμπάει στο χείλος της κονσέρβας. Η λειτουργία περιελάμβανε το τρύπημα της κονσέρβας με τον αιχμηρό γάντζο μέχρι η προεξοχή να έρθει σε επαφή με το χείλος. Στη συνέχεια, το ανοιχτήρι μετακινούνταν περιμετρικά της κονσέρβας, ανασηκώνοντας την αιχμηρή άκρη του γάντζου για να κόψει το μέταλλο.



Εικόνα 3.8 Σχέδιο από ανοιχτήρι για κονσέρβες [48]

### Ανοιχτήρι για φιάλη

Ανοιχτήρια φιαλών ονομάζονται τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για το άνοιγμα μπουκαλιών με μεταλλικά καπάκια. Λειτουργούν με ένα μηχανισμό μοχλού που λυγίζει απαλά το καπάκι της κορώνας για την αφαίρεση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με την τοποθέτηση ενός βραχίονα πάνω από το καπάκι που το ασφαλίζει από κάτω, ανασηκώνοντάς το έτσι προς τα πάνω, είτε με τη χρήση μιας λεπτής ράβδου

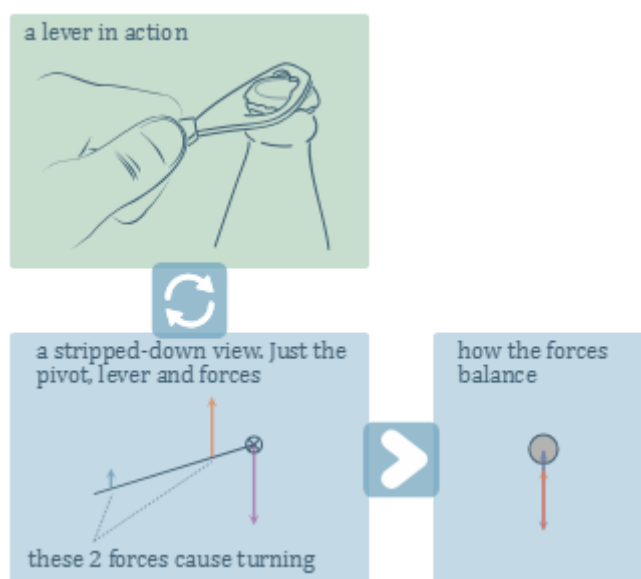
εξοπλισμένης με ένα δόντι στο αντίθετο άκρο η οποία λειτουργεί με την ίδια αρχή του μοχλού. [49]

Ένας απλός μοχλός επηρεάζεται από τρεις πρωταρχικές δυνάμεις. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι εν προκειμένω το ανοιχτήρι μπουκαλιών. Για την αφαίρεση του μεταλλικού καπακιού από ένα μπουκάλι πρέπει να τραβηχτεί προς τα πάνω το ένα άκρο του ανοιχτηριού ώστε να περιστρέψει το κέντρο του καπακιού, με αποτέλεσμα το ανασήκωμά του και το άνοιγμα του μπουκαλιού.

Οι τρεις δυνάμεις που επενεργούν σε αυτό το σύστημα μοχλού είναι οι ακόλουθες:

- Η δύναμη που εφαρμόζεται από το χέρι όταν ανασηκώνεται η λαβή του μοχλού η οποία συχνά αναφέρεται ως πίεση.
- Η δύναμη που ασκείται από το καπάκι το οποίο τραβάει προς τα κάτω το χείλος του μοχλού, γνωστή ως φορτίο.
- Η δύναμη προς τα κάτω από την άκρη του καπακιού που δρα στον μοχλό στο σημείο περιστροφής. [Εικόνα 3.9]

Όταν οι δυνάμεις αυτές εξισορροπούνται, ο μοχλός παραμένει σε κατάσταση ηρεμίας, χωρίς να παρουσιάζει καμία τάση να κινηθεί είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω. Για την αφαίρεση του καπακιού πρέπει να ασκηθεί μεγαλύτερη δύναμη στο άκρο του ανοίγματος. Αυτή η αυξημένη πίεση ενισχύει την προς τα πάνω δύναμη που ασκείται από το χείλος του ανοίγματος στο καπάκι, ενώ παράλληλα εντείνει την προς τα κάτω δύναμη από την άκρη του καπακιού στον άξονα περιστροφής. [50]



Εικόνα 3.9 Ανάλυση των δυνάμεων που επενεργούν για την απελευθέρωση του καπακιού από το μπουκάλι.[50]

### Κατσαβίδι

Το κατσαβίδι είναι ένα εργαλείο χειρός για το ξεβίδωμα και το σφίξιμο βιδών. Η επιλογή ενός κατσαβιδιού καθορίζεται από τη διαμόρφωση της σχισμής ή της εσοχής που υπάρχει στην κεφαλή της βίδας. Ένα κατσαβίδι αποτελείται από τρία βασικά εξαρτήματα: τη λαβή, το στέλεχος και το άκρο.[19] Καθένα από αυτά τα

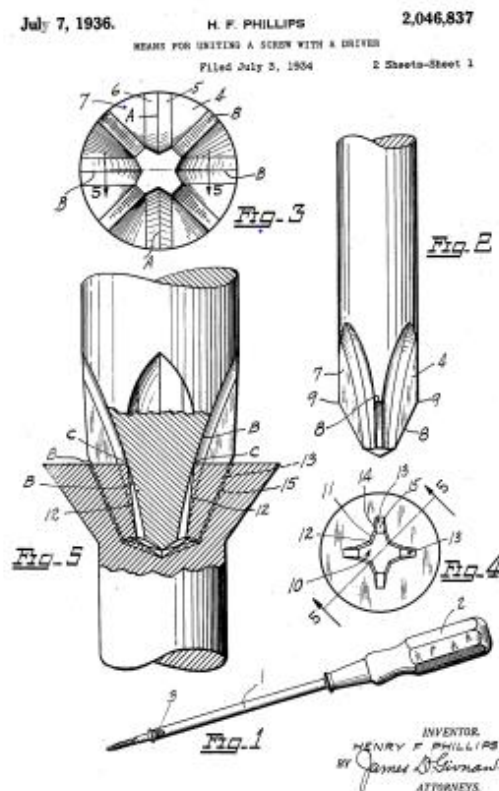
στοιχεία κατασκευάζεται μέσω μιας μηχανικής διαδικασίας που περιλαμβάνει τη διαμόρφωση του υλικού με εξώθηση και στη συνέχεια θερμική επεξεργασία για να επιτευχθεί η απαιτούμενη αντοχή σε εφελκυσμό.

Είναι σημαντικό το άκρο του κατσαβιδιού να ταιριάζει ακριβώς με το σχήμα της εγκοπής στην κεφαλή της βίδας. Η σωστή προσαρμογή είναι απαραίτητη, διαφορετικά, η χρήση ενός λανθασμένου κατσαβιδιού μπορεί να οδηγήσει σε ολίσθηση προκαλώντας ενδεχομένως ζημιά στο άκρο της βίδας.

Οι άκρες ή μύτες των κατσαβιδιών μπορεί να διατίθενται σε διάφορες μορφές όπως επίπεδη (με εγκοπή), σταυρωτή (Phillips, Εικόνα 3.10), Pozidriv, τετράγωνη, εξάγωνη (εξαγωνική), Inbus (Allen) και Torx. Επιπλέον, υπάρχουν εξειδικευμένα κατσαβίδια με μοναδικά σχέδια όπως τα offset, η κασάνια και οι τύποι με κρούση. Ορισμένα κατσαβίδια είναι επίσης εξοπλισμένα με μαγνητικό άκρο για να βοηθούν στην ασφαλή συγκράτηση των βιδών. [39]

Οι άκρες των κατσαβιδιών μπορούν να κατασκευαστούν από μια σειρά μετάλλων και κραμάτων, όπως:

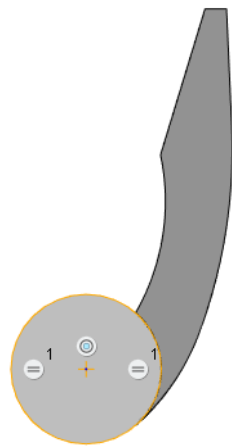
- Τιτάνιο
  - Ανοξείδωτο χάλυβα
  - χάλυβα υψηλής ταχύτητας, που συνήθως αναγράφεται ως HSS
  - χάλυβα εργαλείων χρωμίου-βαναδίου-μολυβδαινίου, συντομογραφία CVM
  - Διάφορα μη σπινθηροβόλα μέταλλα για τον περιορισμό του κινδύνου ανάφλεξης.
- [51]



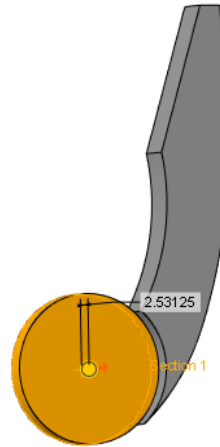
Εικόνα 3.10 Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για το κατσαβίδι Phillips, το οποίο ανέπτυξαν οι Henry F. Phillips και Thomas Fitzpatrick, κατοχυρώθηκε από το Γραφείο Διπλωμάτων Ευρεσιτεχνίας και Εμπορικών Σημάτων των Ηνωμένων Πολιτειών στις 7 Ιουλίου 1936. [52]



Στη συνέχεια φτιάχτηκε σε σχήμα κύκλου το συνδετικό σημείο των τμημάτων της πένσας με εξώθηση υλικού  $5.0625/2 = 2.53125$  mm, καθώς το εργαλείο της πένσας αποτελείται από το ζεύγος δύο ιδίων συνδεδεμένων εξαρτημάτων. [Εικόνες 4.4,4.5]

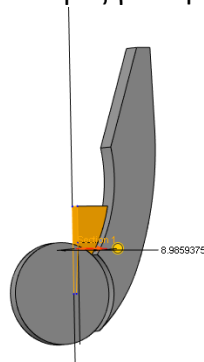


Εικόνα 4.4

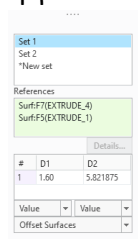


Εικόνα 4.5

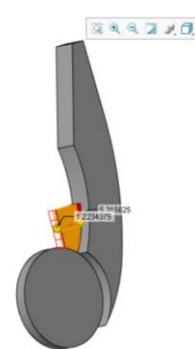
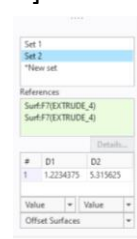
Έπειτα σχεδιάστηκε το τμήμα του εξαρτήματος το οποίο θα γίνει ο κόφτης στην πένσα. Με τη χρήση της εντολής chamfer δόθηκε λοξότμηση με set1 και set2 στις δύο πλευρές για τη δημιουργία του κόφτη. [Εικόνες 4.6-4.8]



Εικόνα 4.6

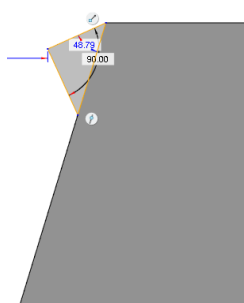


Εικόνα 4.7

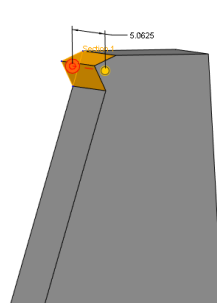


Εικόνα 4.8

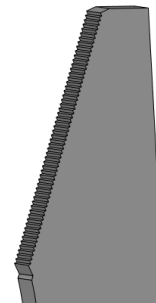
Στο επόμενο στάδιο ξεκίνησε η κατασκευή των σιαγόνων με τη σχεδίαση ενός τριγώνου και τη χρήση της εντολής pattern για τη δημιουργία ολόκληρης της σειράς των άνω επιπέδων οδόντων κατά μήκος του επιθυμητού τμήματος. [Εικόνες 4.9-4.11]



Εικόνα 4.9



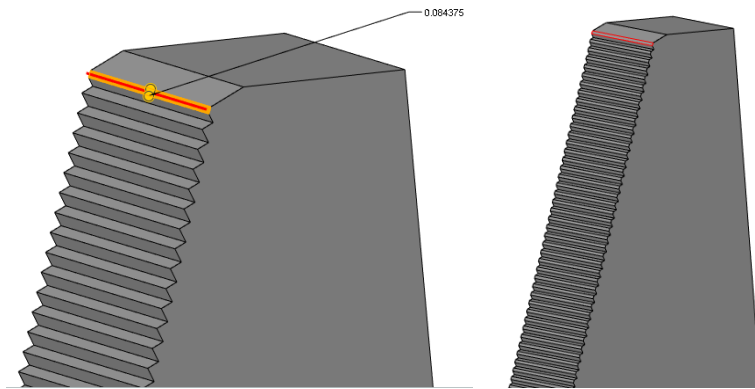
Εικόνα 4.10



Εικόνα 4.11



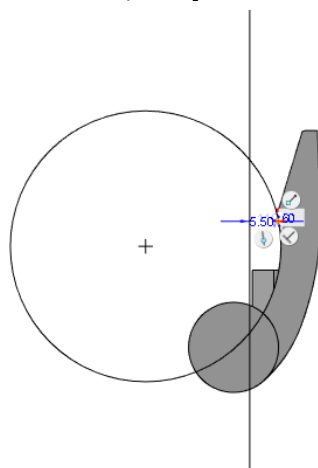
Έπειτα προσδόθηκε λοξότμηση με τη χρήση της εντολής chamfer ώστε να γίνουν επίπεδοι οι οδόντες. [Εικόνες 4.12,4.13]



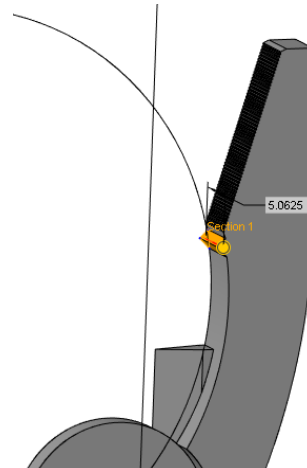
Εικόνα 4.12

Εικόνα 4.13

Αντίστοιχα σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το κατώτερο τμήμα της σιαγόνας. Το εν λόγω τμήμα σχεδιάστηκε με καμπυλότητα (ως μέρος ενός κύκλου), η οποία εξυπηρετεί στην αποτελεσματικότερη σύσφιξη κυκλικών επιφανειών όπως ένας σωλήνας. [Εικόνα 4.14,4.15]

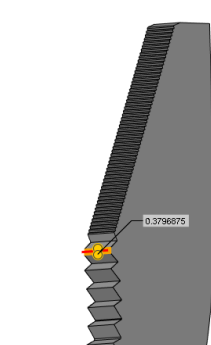


Εικόνα 4.14

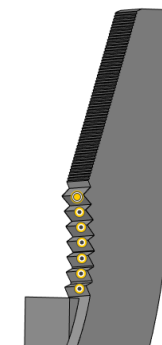


Εικόνα 4.15

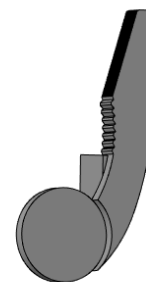
Με τον ίδιο τρόπο όπως και παραπάνω δόθηκε λοξότμηση μέσω της εντολής chamfer [Εικόνα 4.16] και δημιουργήθηκε η δεύτερη σειρά των επιπέδων οδόντων μέσω της εντολής pattern.[Εικόνα 4.17,4.18]



Εικόνα 4.16

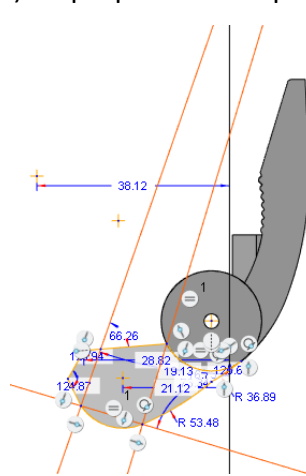


Εικόνα 4.17

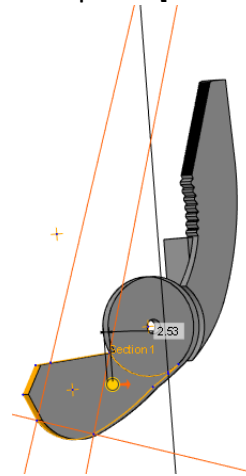


Εικόνα 4.18

Ακολούθως δημιουργήθηκε η οπή σύνδεσης των δύο τμημάτων της πένσας και σχεδιάστηκε το κατώτερο τμήμα με πάχος 2.53mm.[Εικόνα 4.19] Επίσης εφαρμόστηκαν οπές διαμέτρου 2.9mm με την εντολή hole.[Εικόνα 4.20]



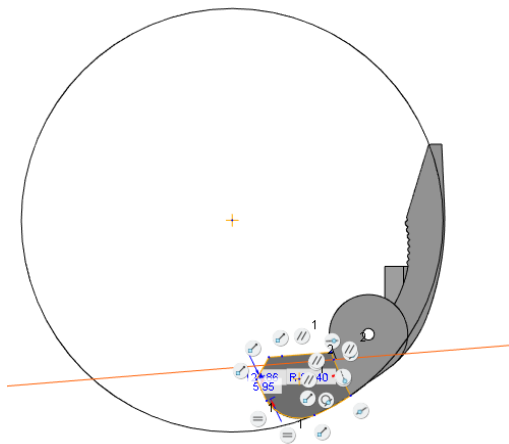
Εικόνα 4.19



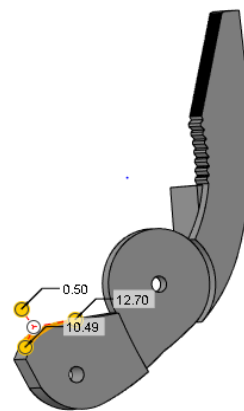
Εικόνα 4.20

Στη συνέχεια σχεδιάστηκε με πάχος 2.53125mm το υπόλοιπο μισό τμήμα, με ένα περιθώριο λόγω της κίνησης που κάνει η πένσα όταν ανοιγοκλείνει. Προστέθηκε η οπή στην οποία θα συνδεθεί η πένσα με τις λαβές. [Εικόνα 4.21]

Με τις εντολές round και chamfer προσδόθηκε μια καμπυλότητα και λοξότμηση αντίστοιχα ώστε ο σχεδιασμός του εξαρτήματος να ταιριάζει με εκείνο των λαβών. [Εικόνα 4.22]

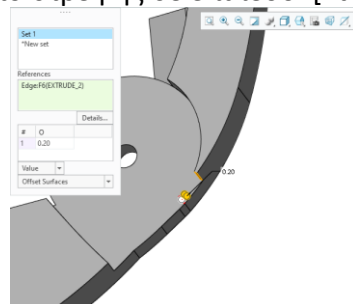


Εικόνα 4.21

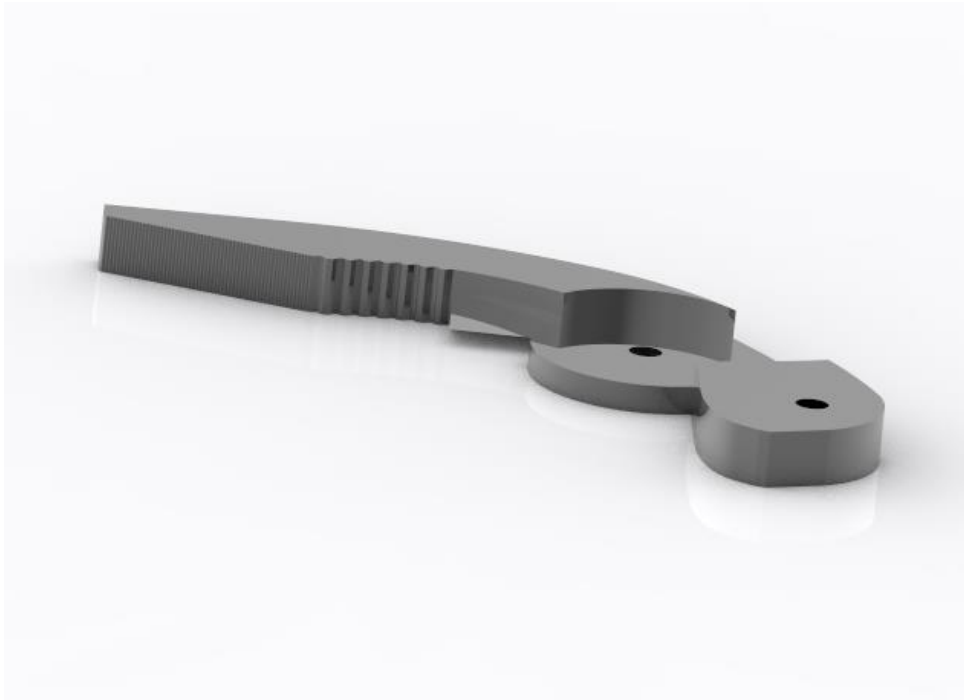


Εικόνα 4.22

Τέλος, για την ομαλή λειτουργία της πένσας, με την εντολή chamfer μετατράπηκε η γωνία που υπήρχε στο σημείο στρέψης σε επίπεδο. [Εικόνα 4.23]



Εικόνα 4.23



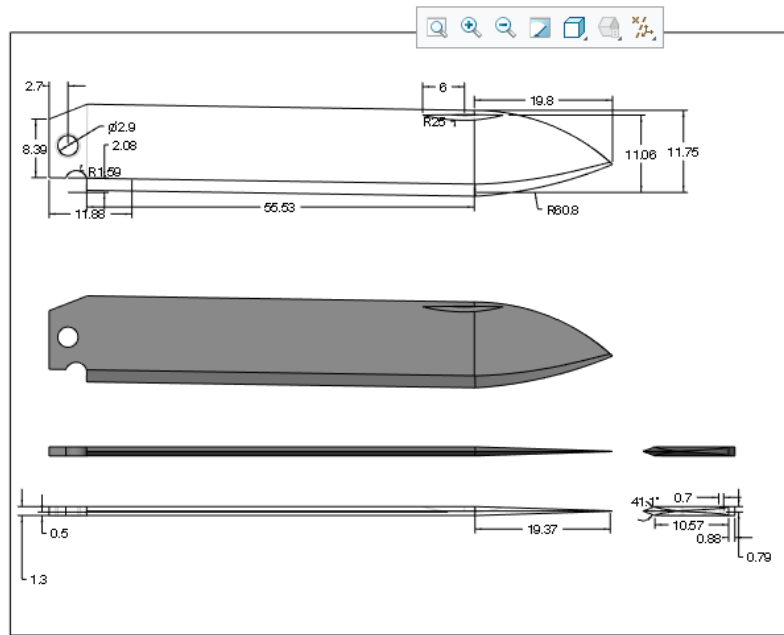
Εικόνα 4.24



Εικόνα 4.25

Φωτορεαλιστικές εικόνες του ενός από τα δύο τμήματα της πένσας που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10. [Εικόνες 4.23,4.24]

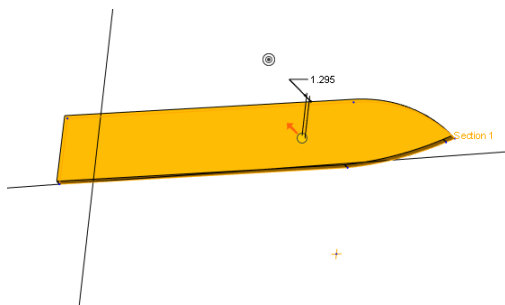
#### 4.1.2 Η λεπίδα



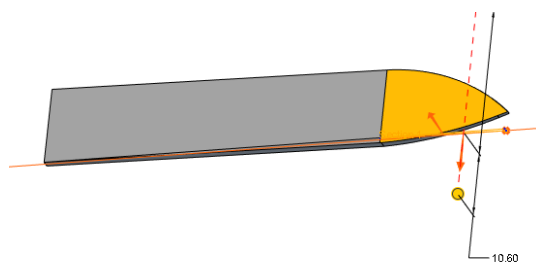
SCALE: 5.000 TYPE: PART NAME: KN/MECO/PY2 SEE: C

Εικόνα 4.26 Οι τρεις όψεις του τεχνικού σχεδίου της λεπίδας του μαχαιριού

Αρχικά σχεδιάστηκε το βασικό σχήμα της λεπίδας με την επιλογή μιας μεγαλύτερης καμπύλης στο άνω μέρος και την ακμή ελαφρώς τοποθετημένη προς τα κάτω. Έπειτα έγινε εξώθηση υλικού με πάχος 1.295mm.[Εικόνα 4.27] Στη συνέχεια, μέσω ενός τριγώνου και με τη χρήση της εντολής αφαίρεσης υλικού, αφαιρέθηκε προοδευτικά στο εμπρόσθιο μέρος της λεπίδας το πάχος έως τον κεντρικό άξονα. Το ίδιο έγινε και από την κάτω πλευρά δημιουργώντας έτσι την ακμή της λεπίδας του μαχαιριού.[Εικόνα 4.28]

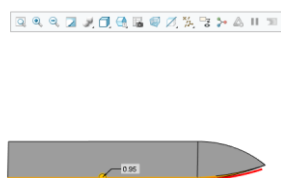
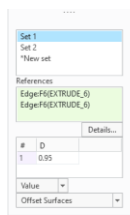


Εικόνα 4.27

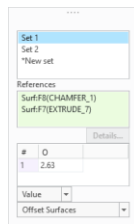


Εικόνα 4.28

Με τη χρήση της εντολής chamfer προσδόθηκε λοξότμηση θέτοντας την ίδια τιμή στα set1 και set2 που αντιστοιχούν στη καμπύλη η οποία ενώνει την ακμή με τη λεπίδα και στην λεπίδα αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο σχηματίστηκε η λεπίδα του μαχαιριού. [Εικόνα 4.28,4.29]

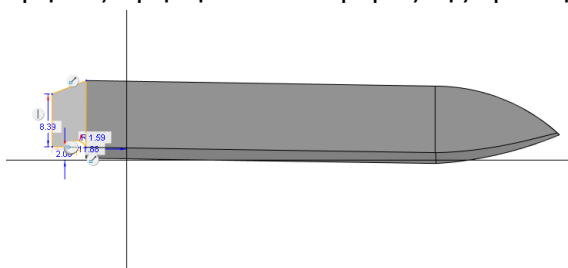


Εικόνα 4.29

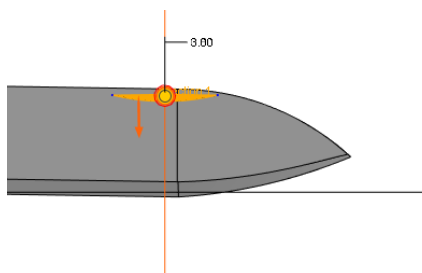


Εικόνα 4.30

Έπειτα σχεδιάστηκαν και σχηματίστηκαν το συνδετικό τμήμα του μαχαιριού με το πολυεργαλείο [Εικόνα 4.30] και η εγκοπή όπου εφάπτεται το δάκτυλο για το άνοιγμα το εργαλείου.[Εικόνα 4.31] Στη συνέχεια με την εντολή chamfer δόθηκε μια μικρή λοξότμηση στο κάτω μέρος της εγκοπής.

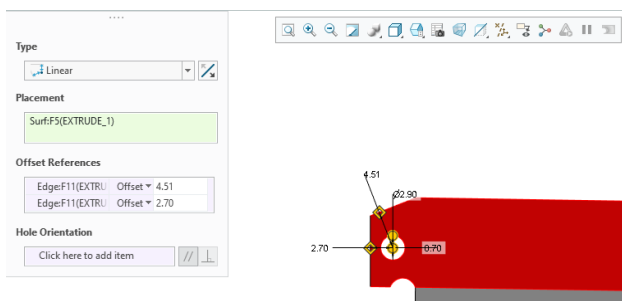


Εικόνα 4.31

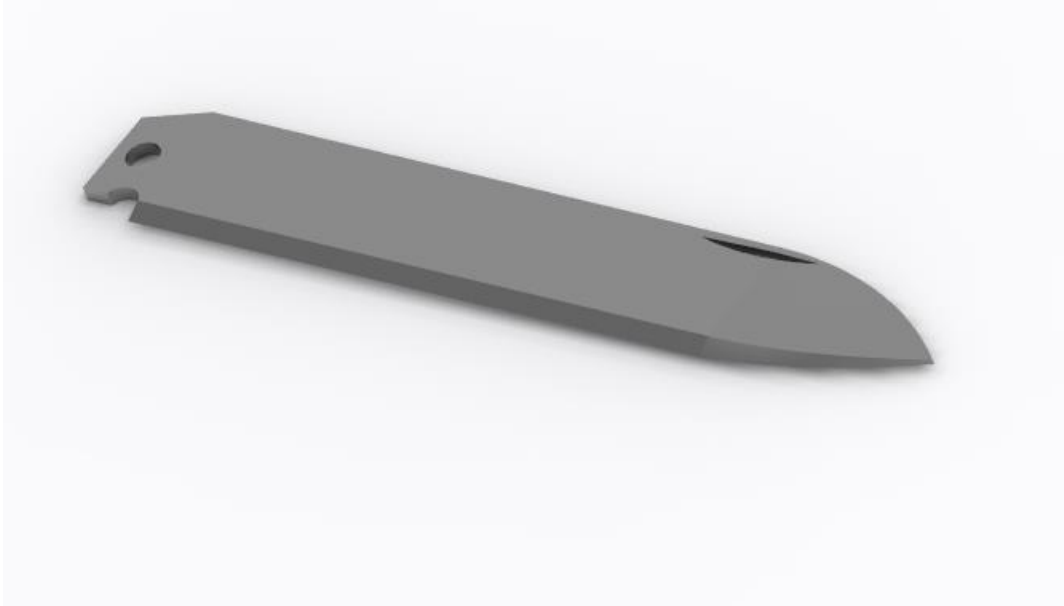


Εικόνα 4.32

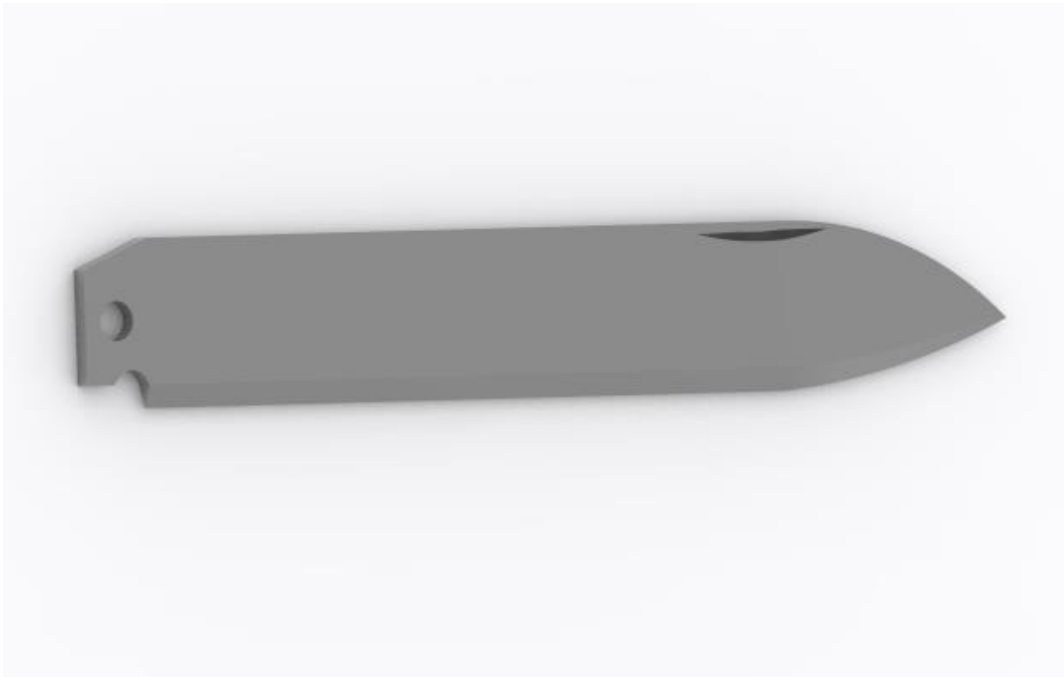
Τέλος, ανοίχτηκε μια οπή για τη σύνδεση στις λαβές του πολυεργαλείου. Τα συγκεκριμένα στάδια [Εικόνες 4.30-4.32] εντοπίζονται σε όλα τα εργαλεία που τοποθετούνται στις λαβές του πολυεργαλείου (πλην της πένσας).



Εικόνα 4.33



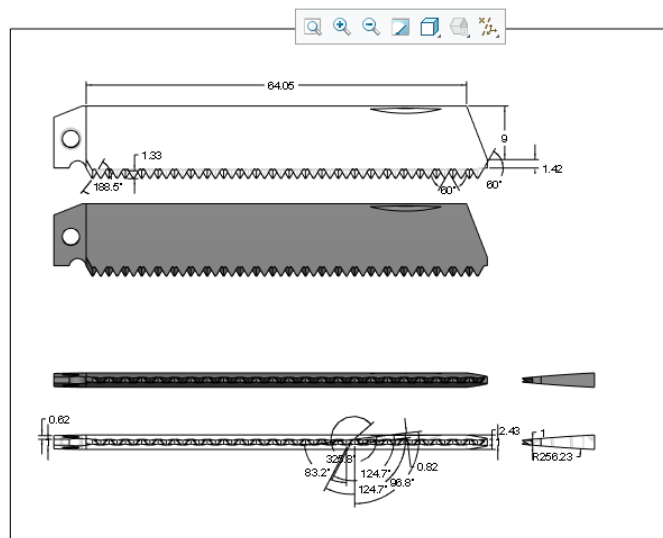
Εικόνα 4.34



Εικόνα 4.35

Φωτορεαλιστικές εικόνες του μαχαιριού που τραβήχτηκαν μέσω του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0 [Εικόνα 4.34,4.35]

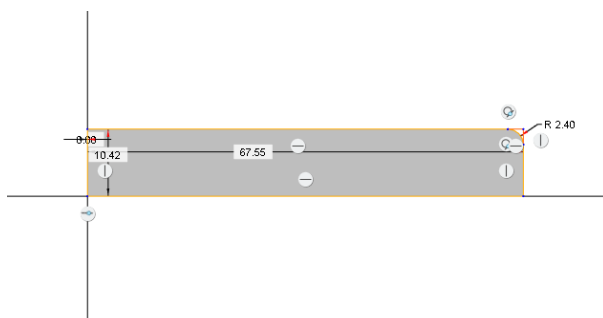
### 4.1.3 Το πριόνι



SCALE: 5.000 TYPE: PART NAME: PRONICO.PYS SIZE: C

Εικόνα 4.36 Οι τρεις όψεις του τεχνικού σχεδίου του πριονιού

Πρώτα σχεδιάστηκε το βασικό σχήμα του πριονιού το οποίο είναι ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο. [Εικόνα 4.37] Μια αρχική ιδέα ήταν η άνω δεξιά γωνία να αντικατασταθεί από καμπύλη. Έπειτα έγινε εξώθηση υλικού με πάχος 2.425mm. [Εικόνα 4.38]



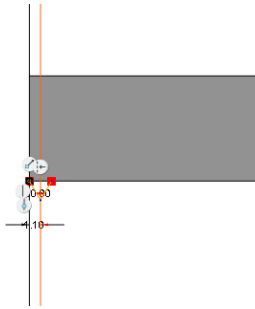
Εικόνα 4.37



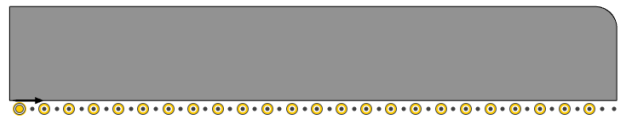
Εικόνα 4.38

Στη συνέχεια, για τον σχηματισμό των δοντιών, σχεδιάστηκε ένα ισόπλευρο τρίγωνο με κάθε γωνία ίση με  $60^\circ$ , το οποίο σημαίνει μηδενική κλίση του κάθε οδόντος σε συνάρτηση με την κοπτική επιφάνεια. [Εικόνα 4.39] Η επιλογή της κλίσης έγινε λόγω του ότι αναφερόμαστε σε ένα σχετικά μικρό εργαλείο συγκριτικά με κανονικά πριόνια της αγοράς. Έπομένως, λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων, προτιμήθηκε κανονική κάθετη σχεδίαση του οδόντος, η οποία σε συνδυασμό με ένα σχετικά μεγάλο βήμα (ο αριθμός οδόντων είναι 48), συμβάλλει στην επίτευξη μιας αποτελεσματικής κοπής δίχως υπερβολικό κόπο κατά την εκκίνηση.

Με τη χρήση της εντολής pattern σχηματίστηκε η πρώτη σειρά δοντιών από την οποία επιλέχθηκαν το πρώτο, το τρίτο κ.ο.κ. Στο τέλος δεν επιλέχθηκε η τοποθέτηση δοντιών. [Εικόνα 4.40]



Εικόνα 4.39



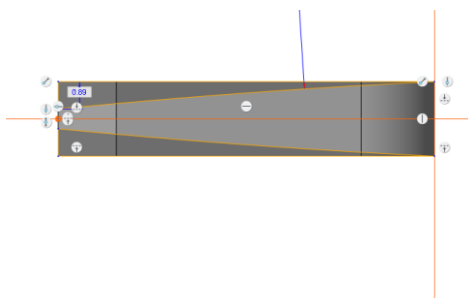
Εικόνα 4.40

Με τον ίδιο τρόπο, για τη δημιουργία της δεύτερης σειράς δοντιών, σχεδιάστηκε ξανά ένα ισόπλευρο τρίγωνο 60°, εφαρμόστηκε η εντολή pattern και επιλέχθηκαν ξανά τα δόντια 1,3,5 κ.ο.κ. [Εικόνα 4.41]

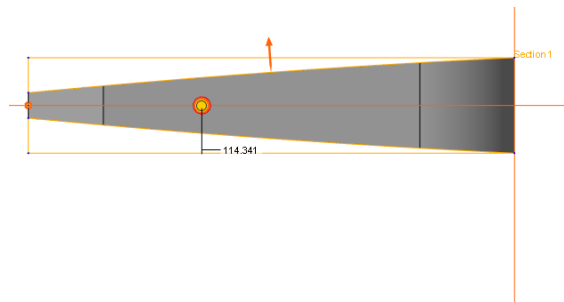


Εικόνα 4.41

Έπειτα, για την προοδευτική λέπτυνση του πάχους του πριονιού προς τα δόντια, σχεδιάστηκαν δύο ίδια τρίγωνα, ένα για κάθε πλευρά, και χρησιμοποιήθηκε η εντολή remove material. [Εικόνες 4.42,4.43]

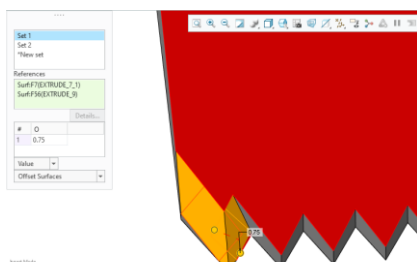


Εικόνα 4.42



Εικόνα 4.43

Για να δοθεί λοξότμηση στα δόντια και η μορφή ενός κοφτερού διαμαντιού χρησιμοποιήθηκε η εντολή chamfer με set 1,2 με την ίδια τιμή λοξότμησης [Εικόνα 4.44] και η εντολή pattern για να κατασκευαστεί η πρώτη σειρά. Με τον ίδιο τρόπο κατασκευάστηκε και η δεύτερη σειρά των δοντιών. [Εικόνα 4.45]



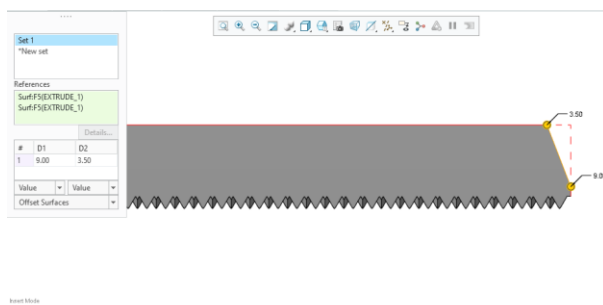
Εικόνα 4.44



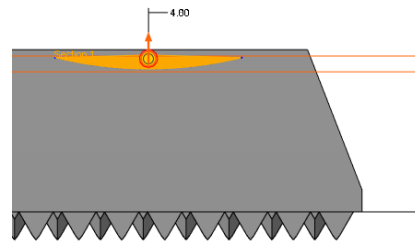
Εικόνα 4.45



Έπειτα με τη χρήση της εντολής chamfer δόθηκε κλίση στην άνω δεξιά γωνία [Εικόνα 4.46] και στη συνέχεια κατασκευάστηκε το συνδετικό τμήμα του πριονιού με το πολυεργαλείο. Για το άνοιγμα του εργαλείου σχεδιάστηκε η εγκοπή αντίστοιχη και με τα υπόλοιπα εργαλεία. [Εικόνα 4.47]

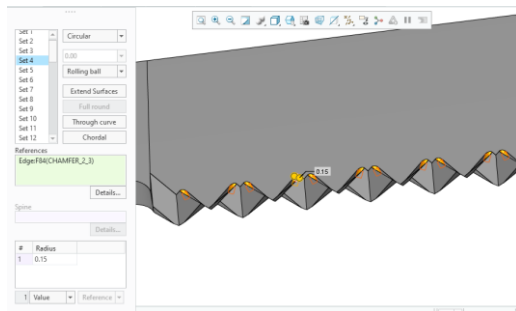


Εικόνα 4.46

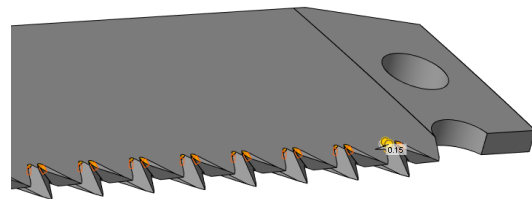


Εικόνα 4.47

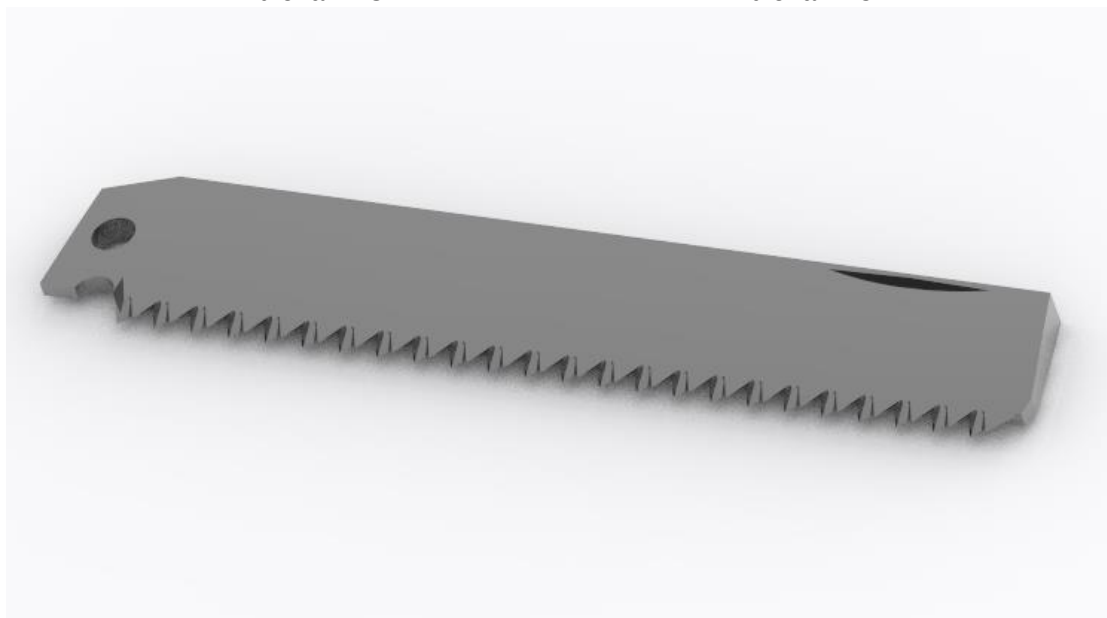
Τέλος, για τη δημιουργία των κενών που εξυπηρετούν στην απομάκρυνση του υλικού κατά την εργασία χρησιμοποιήθηκε η εντολή round με sets για τις δύο σειρές δοντιών. [Εικόνα 4.48,4.49]



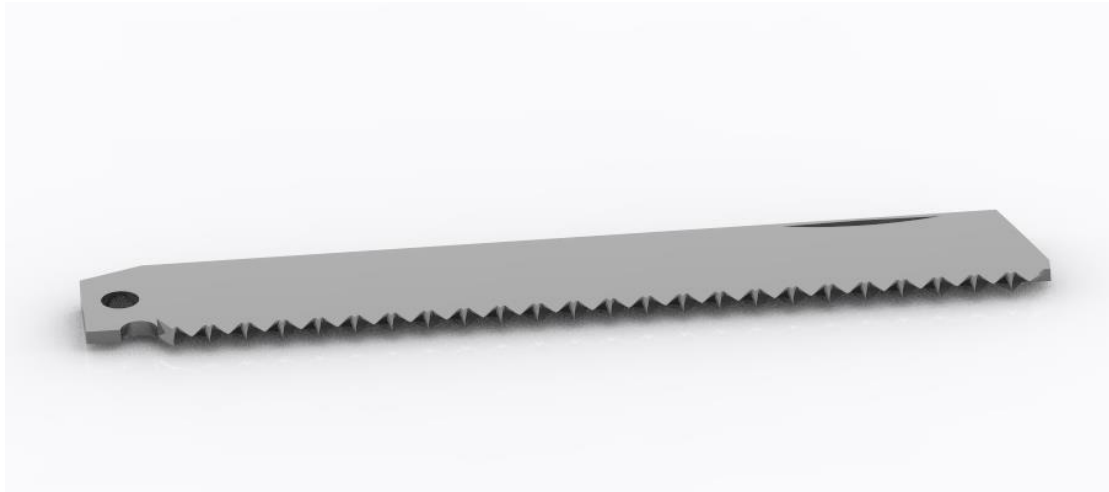
Εικόνα 4.48



Εικόνα 4.49



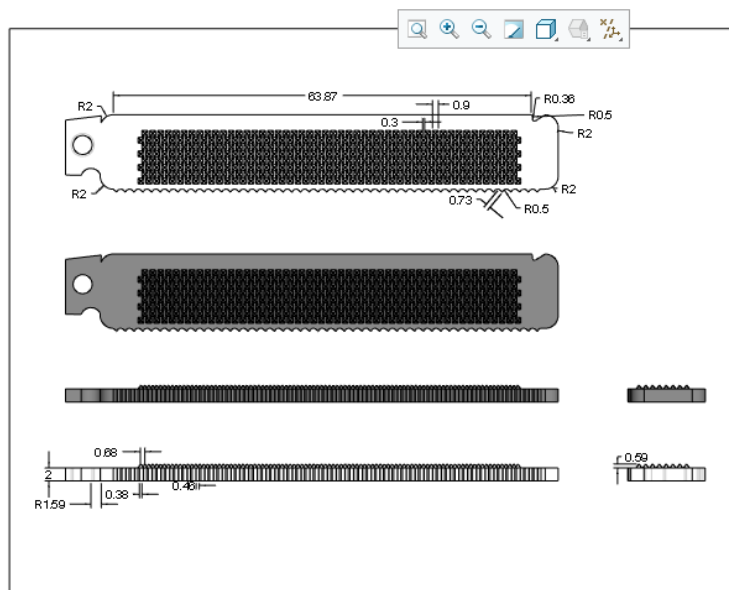
Εικόνα 4.50



Εικόνα 4.51

Φωτορεαλιστικές εικόνες του πριονιού που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0. [Εικόνες 4.50,4.51]

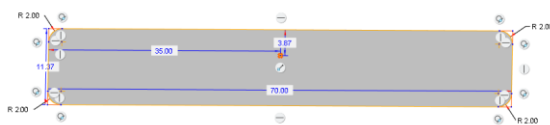
#### 4.1.4 Η ράσπα



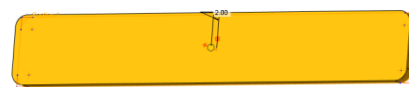
SCALE:5.000 TYPE:PART NAME:RASPA SIZE:C

Εικόνα 4.52 Οι τρεις όψεις του τεχνικού σχεδίου της ράσπας

Αρχικά σχεδιάστηκε ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με καμπύλες αντί για γωνίες και πάχος 2mm. [Εικόνες 4.53,4.54]

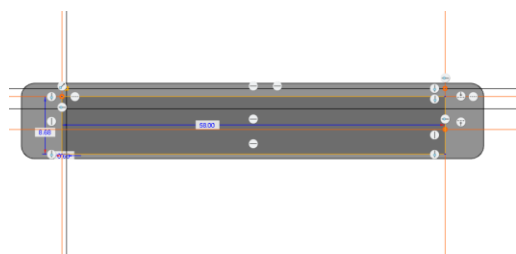


Εικόνα 4.53

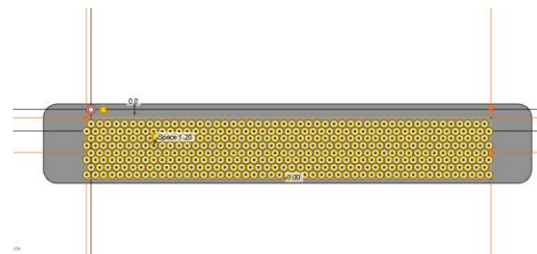


Εικόνα 4.54

Έπειτα ορίστηκε ένα τετράγωνο, η επιφάνεια όπου ήταν επιθυμητό να κατασκευαστούν τα δόντια καθώς και παράμετροι σχετικοί με την κατανομή τους. Με την εντολή pattern δημιουργήθηκε το σύνολο των κύβων. [Εικόνες 4.55,4.56]

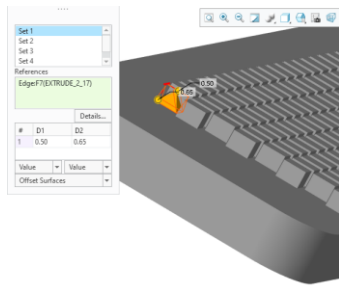


Εικόνα 4.55

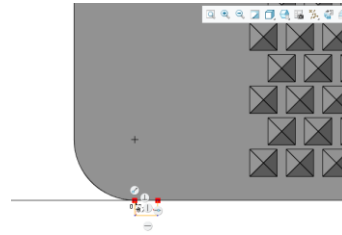


Εικόνα 4.56

Ακολούθως με την εντολή chamfer και sets 1,2,3,4 σμιλεύτηκε ο πρώτος κύβος ώστε να μετατραπεί σε ένα δόντι.[Εικόνα 4.57] Με την εντολή pattern εφαρμόστηκε η λοξότμηση σε όλους τους κύβους και έτσι κατασκευάστηκαν τα δόντια της ράσπας.[Εικόνα 4.58]

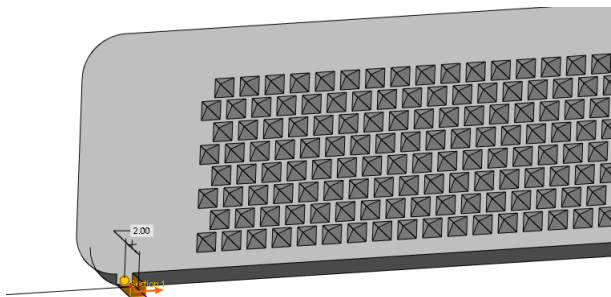


Εικόνα 4.57

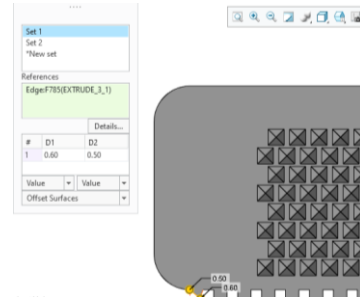


Εικόνα 4.58

Για μικρότερες ή διαφορετικού τύπου εφαρμογές επιλέχθηκε η σχεδίαση μιας σειράς οδοντωτών προεξοχών σε μορφή λίκας. Έτσι σχεδιάστηκε στο κάτω μέρος της ράσπας ένα τετράγωνο με πάχος 2mm. [Εικόνα 4.59]



Εικόνα 4.59

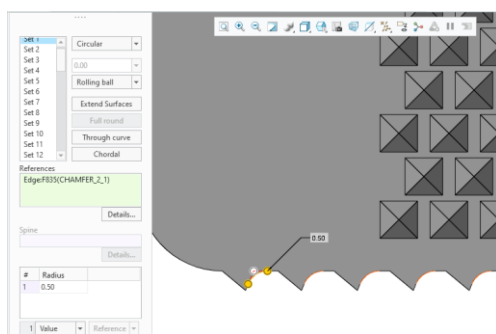


Εικόνα 4.60

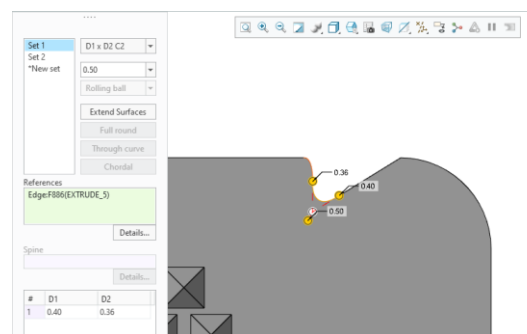
Έπειτα με την εντολή chamfer προσδόθηκε η απαραίτητη λοξότμηση [Εικόνα 4.60] και με την εντολή rpattern σχηματίστηκε η σειρά των οδοντωτών προεξοχών. Με τη χρήση της εντολής round αντικαταστάθηκε η γωνία που μεσολαβεί ανάμεσα στις προεξοχές με καμπύλη, προσφέροντας περισσότερη χρηστικότητα. [Εικόνα 4.61]

Επίσης ξανά με την εντολή round δημιουργήθηκε στο άνω δεξιό τμήμα του εργαλείου μια εγκοπή ώστε να μπορεί ο χρήστης να το τραβήξει προς τα έξω από το πολυεργαλείο. [Εικόνα 4.62]

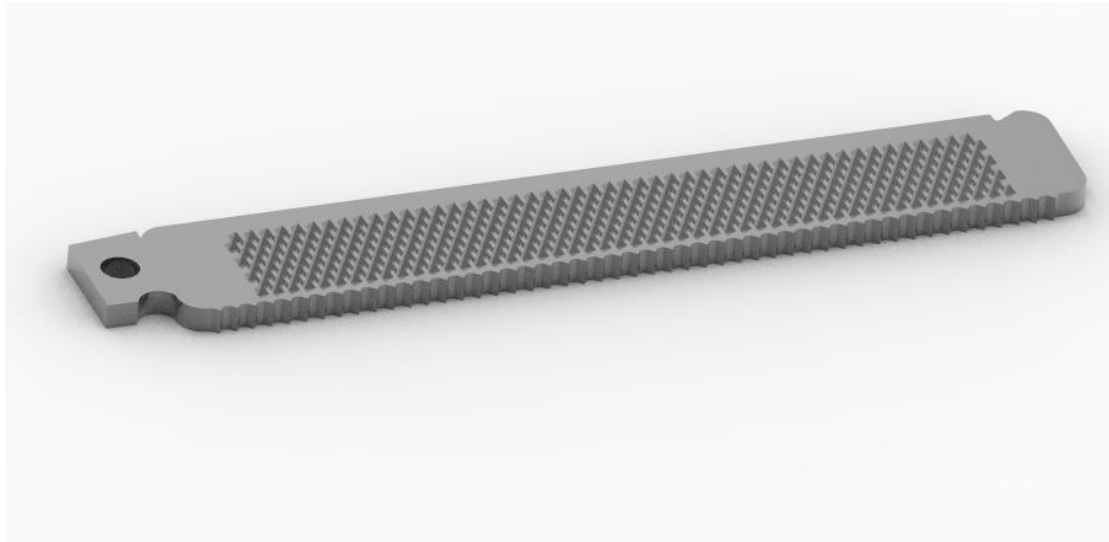
Τέλος, κατασκευάστηκε το συνδεδεμένο τμήμα της ράσπας με το πολυεργαλείο και η οπή διαμέτρου 2.9mm.



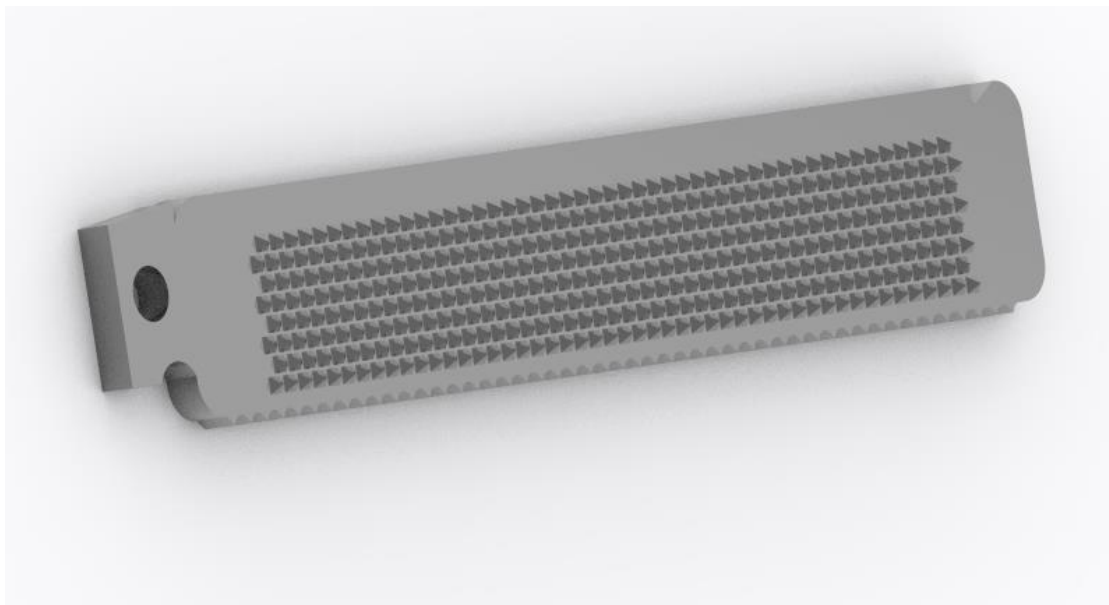
Εικόνα 4.61



Εικόνα 4.62



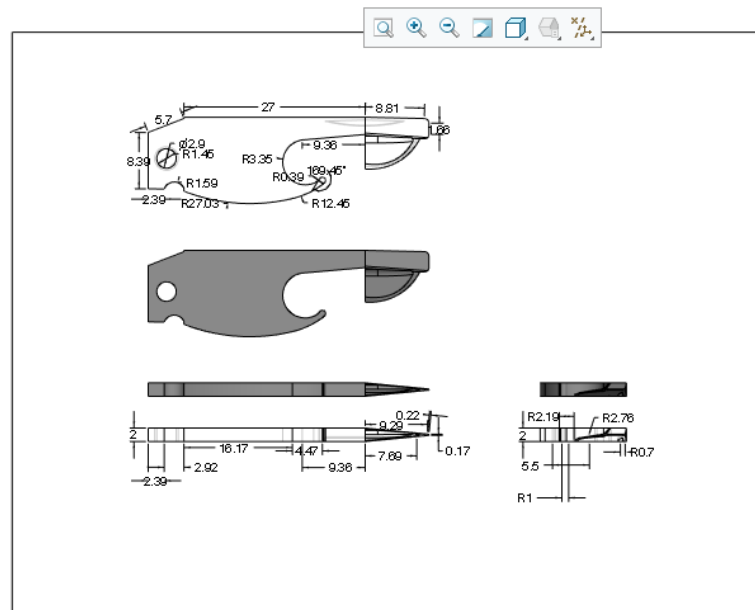
Εικόνα 4.63



Εικόνα 4.64

Φωτορεαλιστικές εικόνες της ράσπας μέσω του Render Studio του Creo Parametric 10.0.[Εικόνες 4.63,4.64]

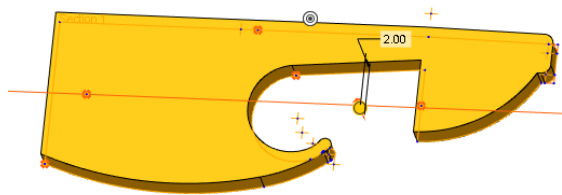
#### 4.1.5 Το ανοιχτήρι για κονσέρβα



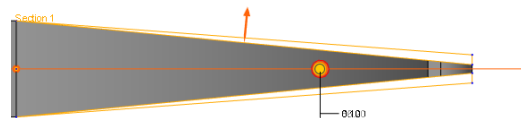
SCALE: 5.000 TYPE: PART NAME: CAN OPENER SIZE: C

Εικόνα 4.65 Οι τρεις όψεις του τεχνικού σχεδίου του ανοιχτηριού κονσερβών.

Πρώτα σχεδιάστηκε το κύριο σχήμα του ανοιχτηριού κονσέρβας αποτελούμενο από την εγκοπή όπου εφάπτεται με το εξωτερικό τμήμα της κονσέρβας ώστε να επιτυγχάνεται η αντίσταση κατά την κοπή, και το κοπτικό τμήμα το οποίο τοποθετείται κάθετα ώστε να κόψει το καπάκι. Το πάχος που δόθηκε είναι 2mm. [Εικόνα 4.66] Έπειτα, με τον σχεδιασμό δύο ίδιων τριγώνων με τη χρήση ενός άξονα και την εντολή mirror, αφαιρέθηκε υλικό προοδευτικά για να είναι η άκρη του εργαλείου λεπτή ώστε να διευκολύνεται η ολοκλήρωση της κοπής. [Εικόνα 4.67]



Εικόνα 4.66

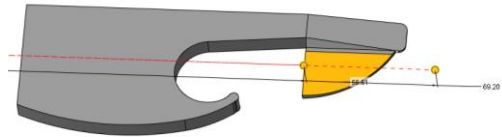


Εικόνα 4.67

Στην συνέχεια σχεδιάστηκε η πλευρά της κοπτικής επιφάνειας του ανοιχτηριού με τον τρόπο της σχεδίασης και αφαίρεσης υλικού extrude>remove material. [Εικόνα 4.68,4.69]

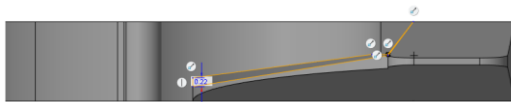


Εικόνα 4.68

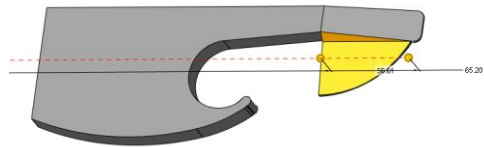


Εικόνα 4.69

Η παραπάνω διαδικασία έγινε σταδιακά, σε τρία διαφορετικά βήματα για τη διερεύνηση και εύρεση της βέλτιστης σχεδιαστικής λύσης. [Εικόνα 4.70,4.71]

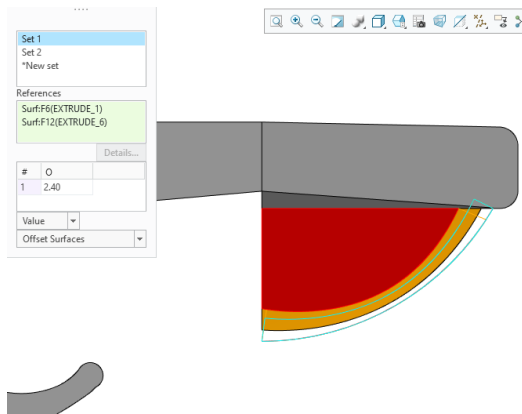


Εικόνα 4.70

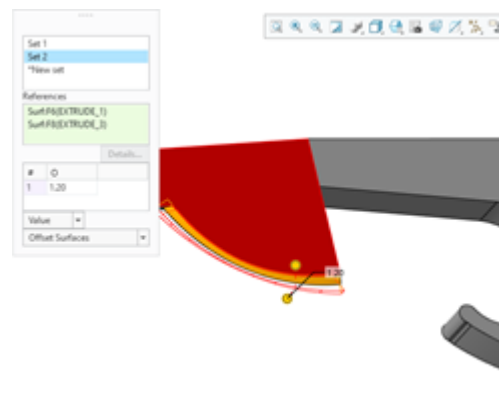


Εικόνα 4.71

Στη συνέχεια με τη χρήση της εντολής chamfer κατασκευάστηκε η αιχμή του κοπτικού τμήματος του εργαλείου, προσθέτοντας τη διπλάσια κλίση στην μία πλευρά από την άλλη. [Εικόνα 4.72,4.73]

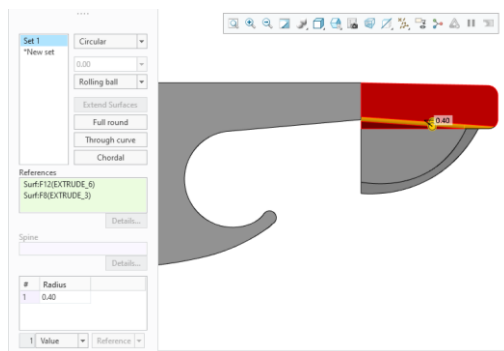


Εικόνα 4.72

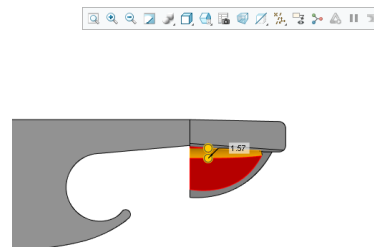


Εικόνα 4.73

Με την εντολή round λειάνθηκε το σημείο μεταξύ του κοπτικού τμήματος και του βασικού κορμού του εργαλείου για αισθητικούς λόγους. [Εικόνα 4.74,7.75]

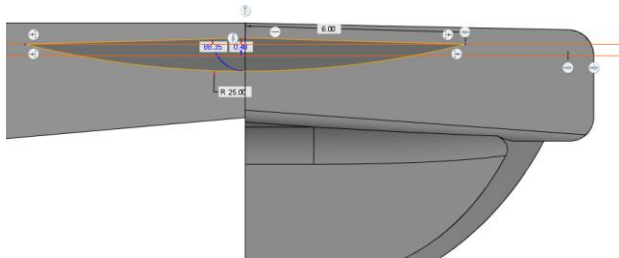


Εικόνα 4.74

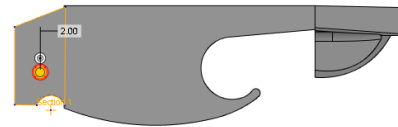


Εικόνα 4.75

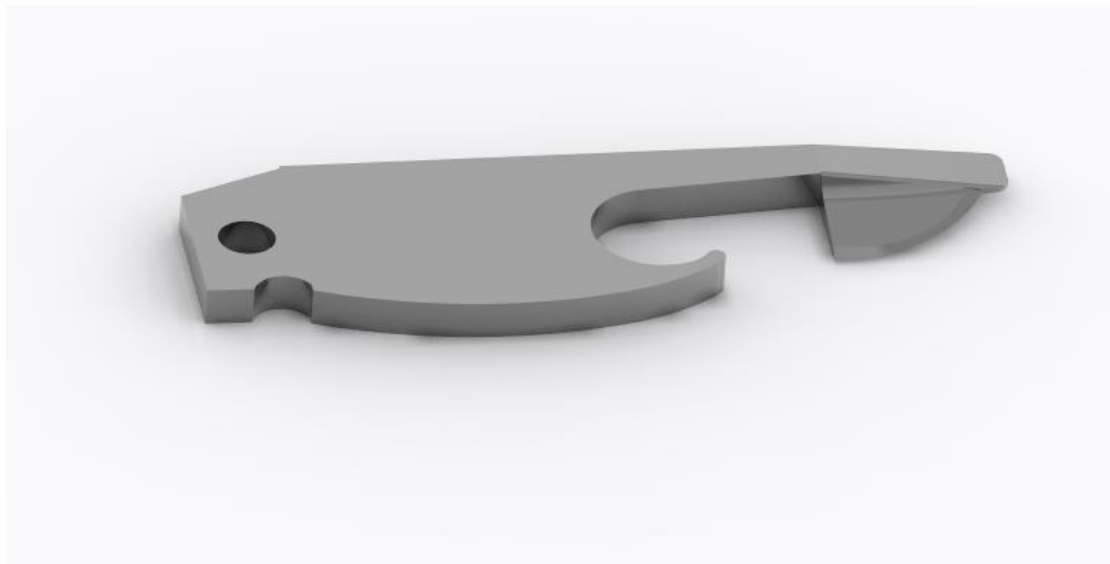
Τέλος, σχηματίστηκαν τα κοινά χαρακτηριστικά που μοιράζονται όλα τα εργαλεία που περιέχονται στις λαβές του πολυεργαλείου: το σημείο που εφαρμόζει το χέρι για να τραβηχτεί προς τα έξω το εργαλείο, το συνδετικό τμήμα με το πολυεργαλείο και οι οπές. [Εικόνες 4.76,4.77]



Εικόνα 4.76



Εικόνα 4.77



Εικόνα 4.78

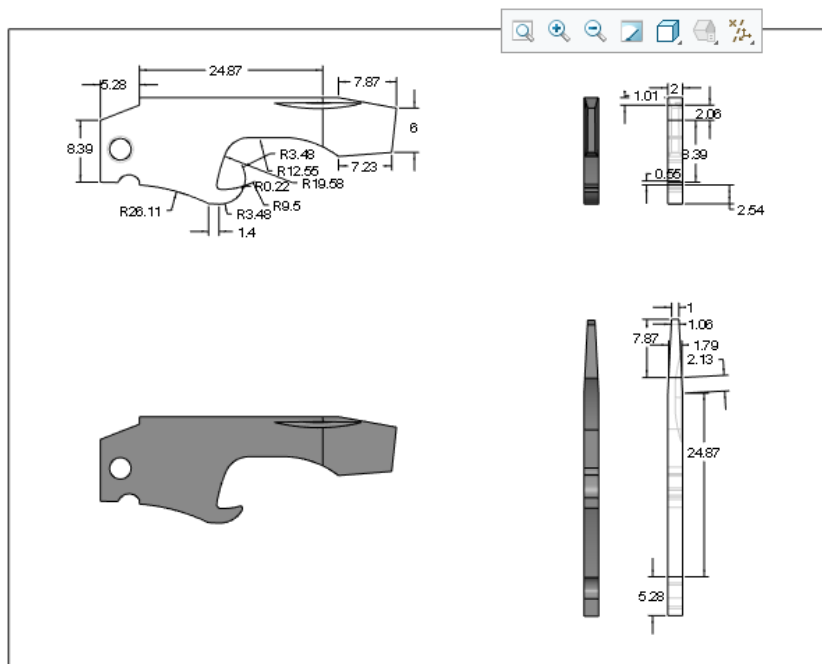




Εικόνα 4.79

Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις του ανοιχτηρού κονσέρβών που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0.[Εικόνες 4.78,4.79]

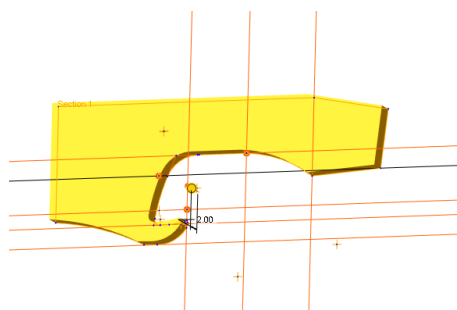
#### 4.1.6 Το ανοιχτήρι για φιάλη



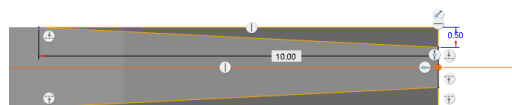
SCALE: 5.000 TYPE: PART NAME: ANOIXHTHRIKOPIY SEE: C

Εικόνα 4.80 Οι τρεις όψεις του τεχνικού σχεδίου του ανοιχτηριού φιαλών.

Όπως και στο ανοιχτήρι για κονσέρβες, και εδώ στην αρχή σχεδιάστηκε ο βασικός κορμός του εξαρτήματος. [Εικόνα 4.81] Στη συνέχεια αφαιρέθηκε γραμμικά υλικό με τη βοήθεια της εντολής mirror για τη σχεδίαση δύο ίδιων τριγώνων. [Εικόνα 4.82]

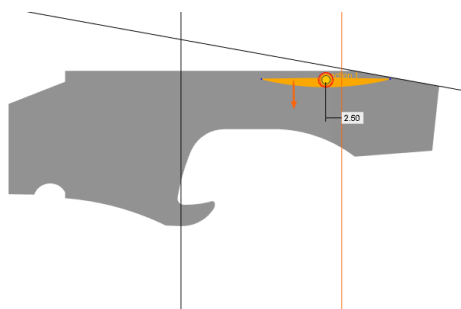


Εικόνα 4.81

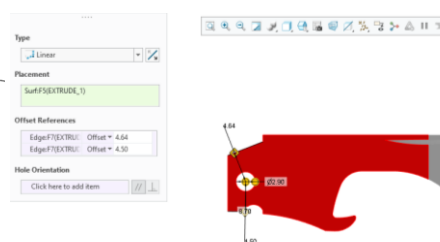


Εικόνα 4.82

Έπειτα προστέθηκαν τα κοινά χαρακτηριστικά των εργαλείων. [Εικόνες 4.83,4.84]



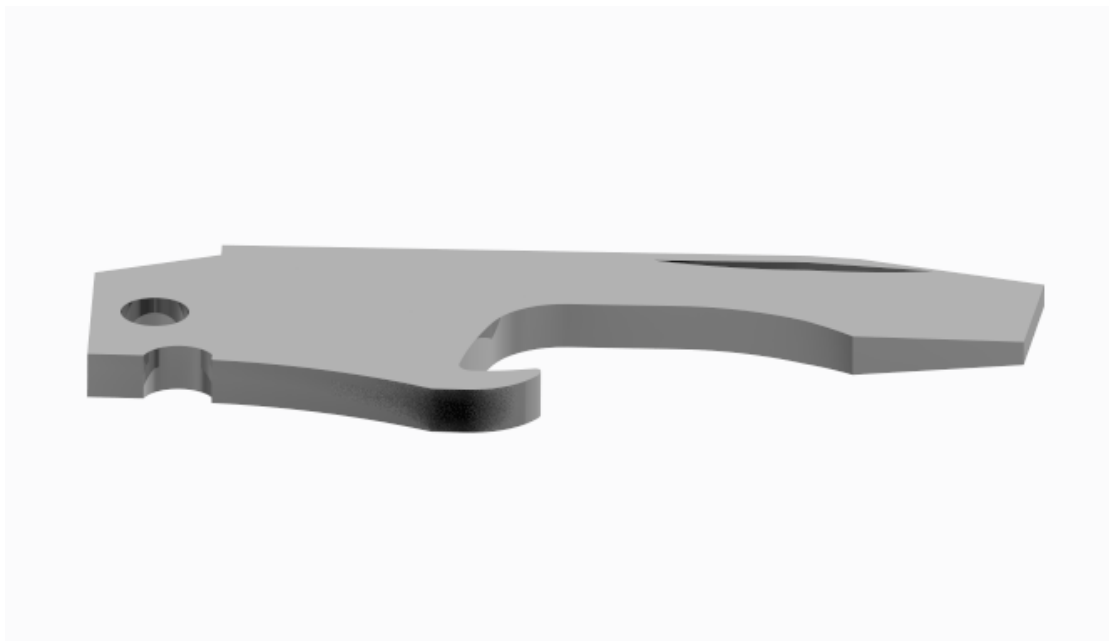
Εικόνα 4.83



Εικόνα 4.84



Εικόνα 4.85

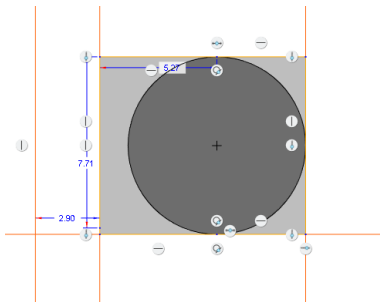


Εικόνα 4.86

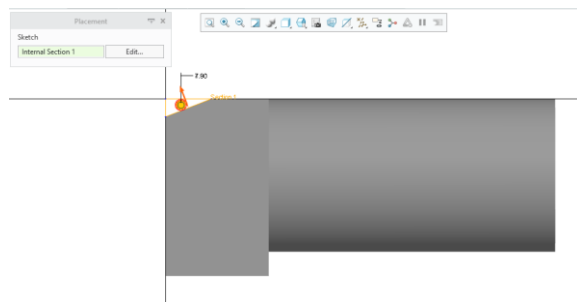
Φωτορεαλιστικές εικόνες του ανοιχτηριού φιαλών που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0. [Εικόνες 4.85,4.86]



Με τον ίδιο τρόπο (sketch>extrude material και sketch>remove material) διαμορφώθηκε το συνδετικό τμήμα του εξαρτήματος με το πολυεργαλείο. [Εικόνα 4.92]

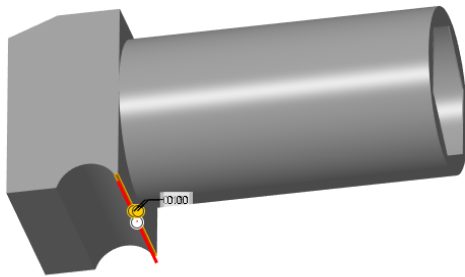


Εικόνα 4.92

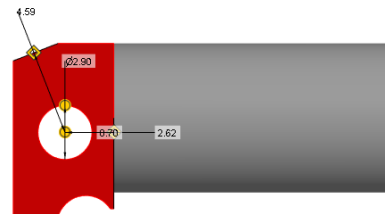


Εικόνα 4.93

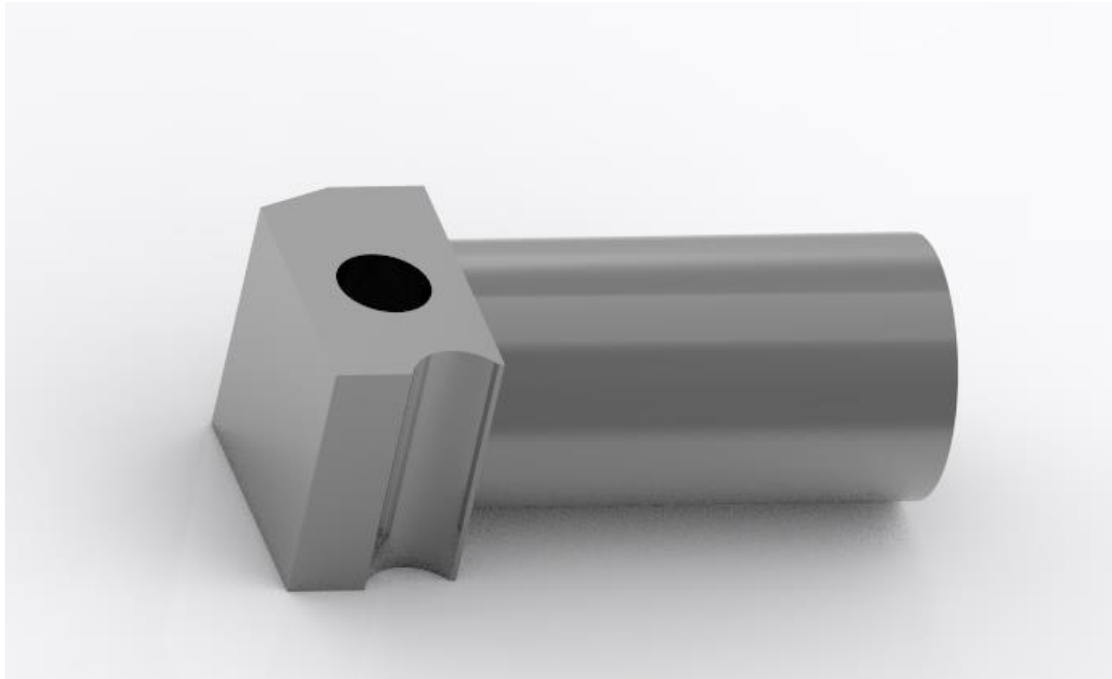
Με την χρήση της εντολής chamfer μετατράπηκε η γωνία σε επίπεδο στο κάτω μέρος του συνδετικού τμήματος και, τέλος, εφαρμόστηκε σπή διαμέτρου 2.9mm με την εντολή hole. [Εικόνες 4.94,4.95]



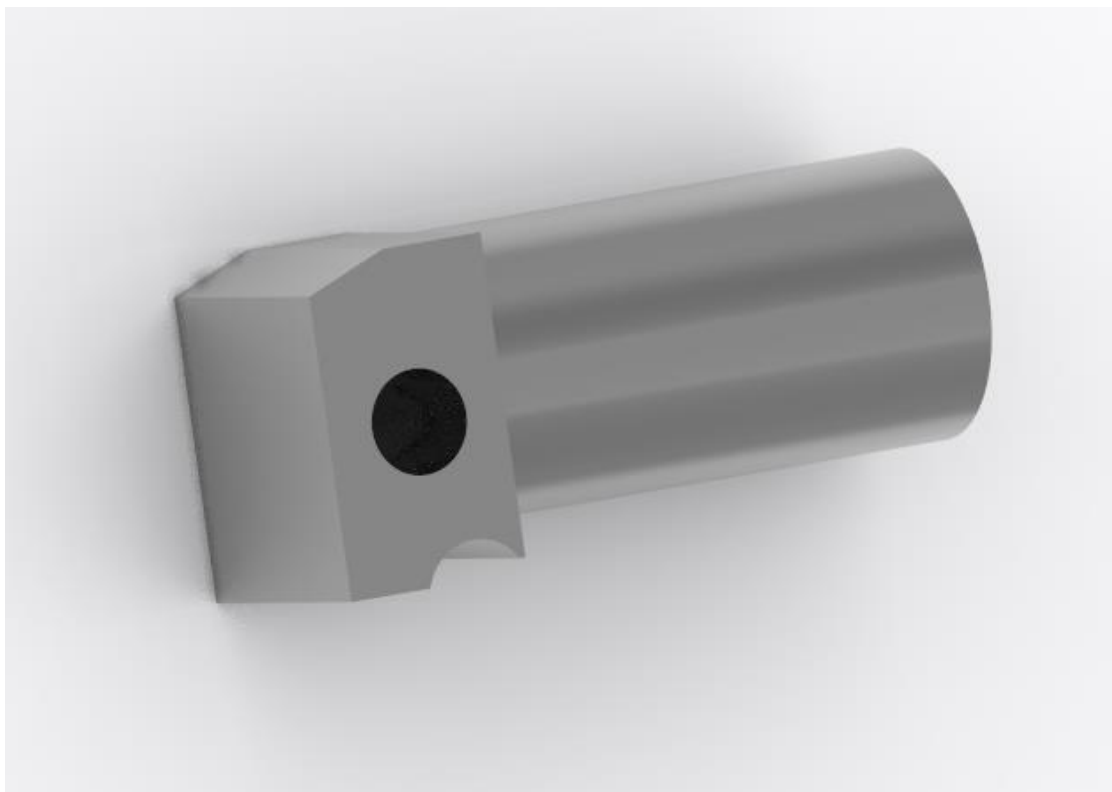
Εικόνα 4.94



Εικόνα 4.95

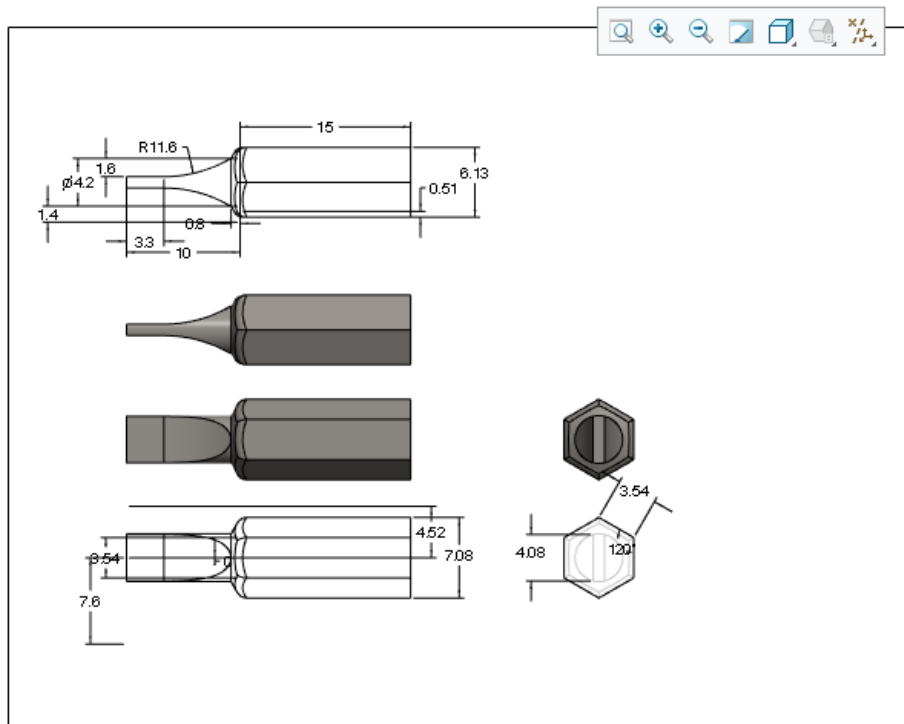


Εικόνα 4.96



Εικόνα 4.97

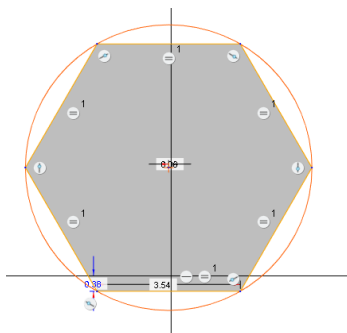
Φωτορεαλιστικές εικόνες του εξαρτήματος υποδοχής των μυτών κατσαβιδιού που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0. [Εικόνες 4.96,4.98]



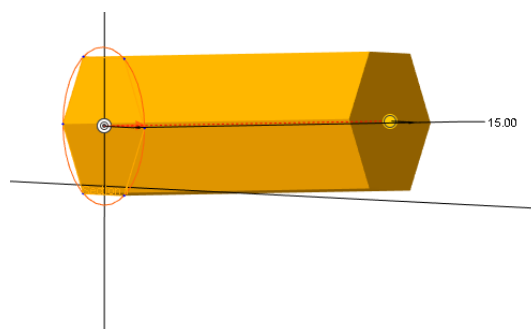
SCALE: 7.000 TYPE: PART NAME: KATS4/101\_MUTI\_PLAKE2 SIZE: C

Εικόνα 4.98 Το τεχνικό σχέδιο της μύτης κατσαβιδιού 4mm.

Αρχικά σχεδιάστηκε ένα εξάγωνο με μήκος πλευράς 3.54mm, δύο χιλιοστά μικρότερης από το εξάγωνό του προηγούμενου εξαρτήματος, [Εικόνα 4.99] ώστε να εφαρμόζει στο εξάρτημα υποδοχής. Η εξώθηση υλικού έγινε με μήκος 15mm. [Εικόνα 4.100]

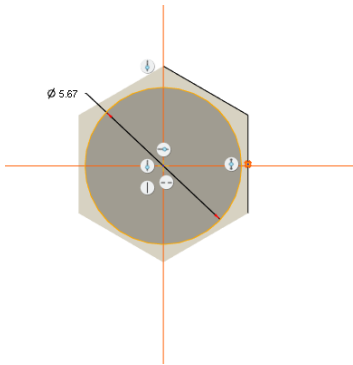


Εικόνα 4.99

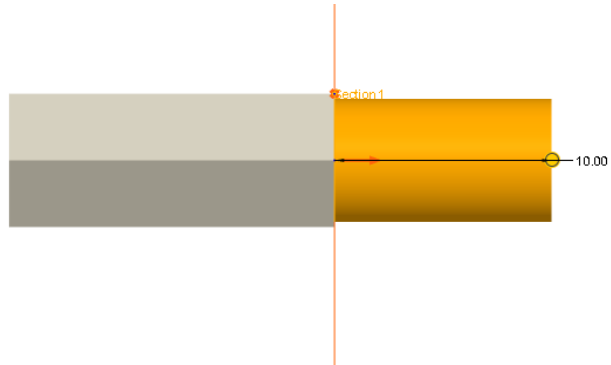


Εικόνα 4.100

Στη συνέχεια σχεδιάστηκε στο κέντρο ένας κύκλος με διάμετρο 4.2mm [Εικόνα 4.101] και έγινε εξώθηση υλικού με μήκος 10mm. [Εικόνα 4.102]

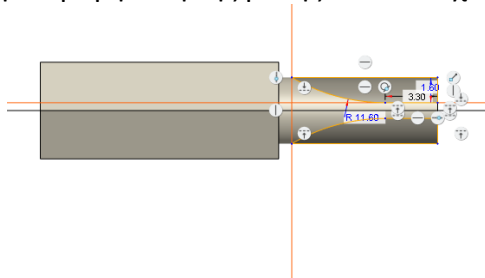


Εικόνα 4.101

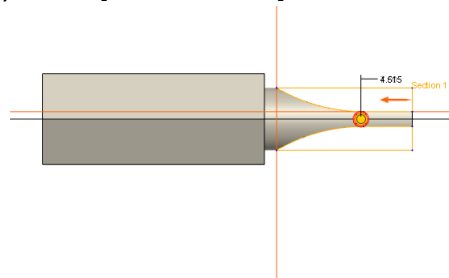


Εικόνα 4.102

Έπειτα σχεδιάστηκε το τμήμα που θα αφαιρεθεί και προβλήθηκε με τη βοήθεια ενός άξονα το ίδιο κομμάτι από την κάτω πλευρά. [Εικόνα 4.103] Στη συνέχεια αφαιρέθηκε το απαραίτητο υλικό με τη χρήση της εντολής `extrude>remove material` για τη διαμόρφωση της μύτες πλακέ πάχους 4mm. [Εικόνα 4.104]

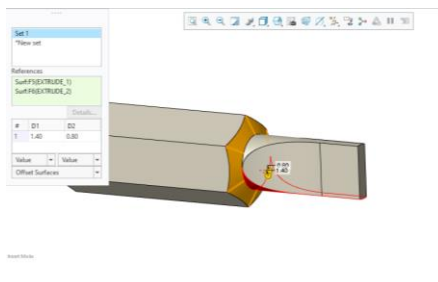


Εικόνα 4.103

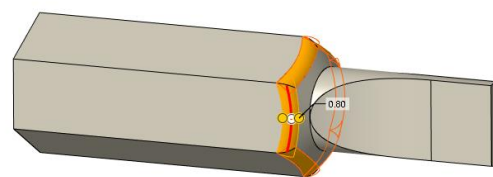


Εικόνα 4.104

Τέλος, με τις εντολές `chamfer` και `round` έγινε η απαραίτητη διαμόρφωση του σημείου μεταξύ της μύτες και του κορμού. Το συγκεκριμένο κομμάτι του σχεδιασμού αποτελεί ίδιο στοιχείο σε όλες τις μύτες κατασαβιδιού που σχεδιάστηκαν όπως και το εξαγωνικό σχήμα τους.

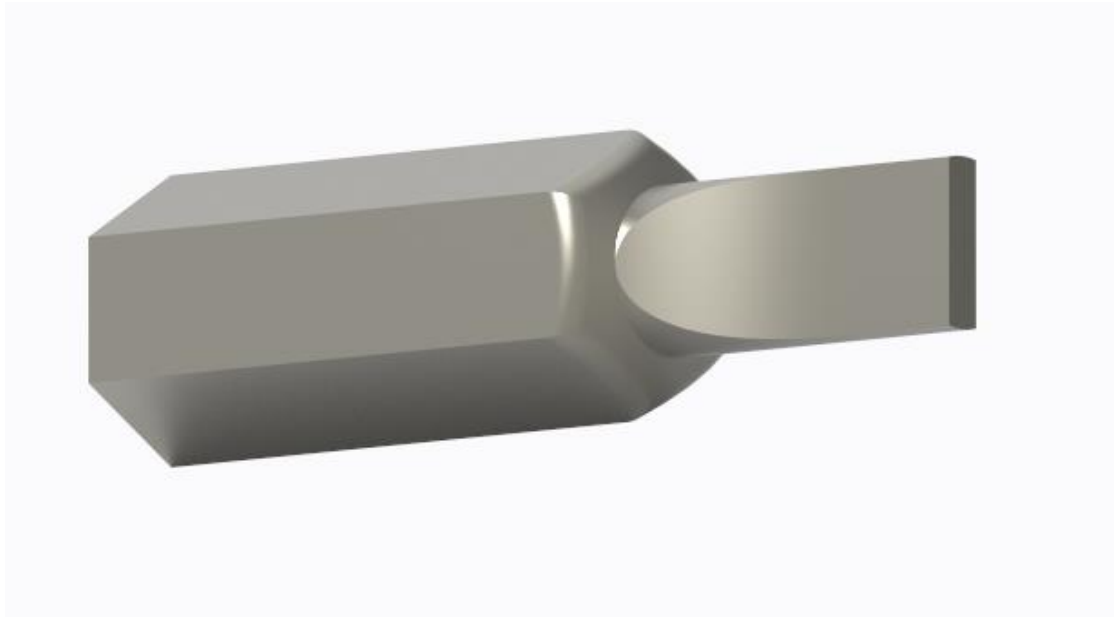


Εικόνα 4.105

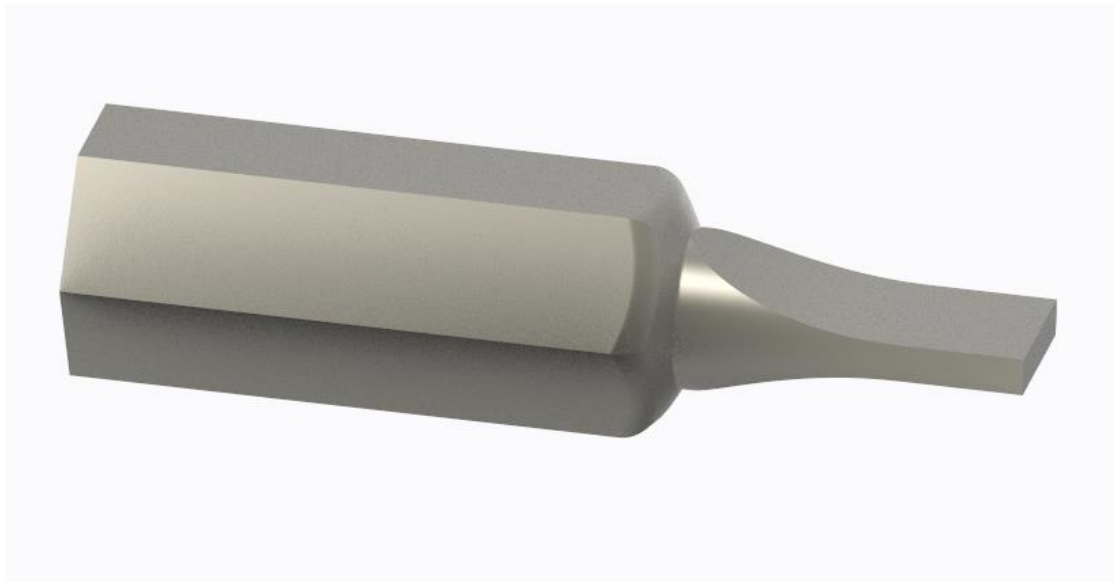


Εικόνα 4.106



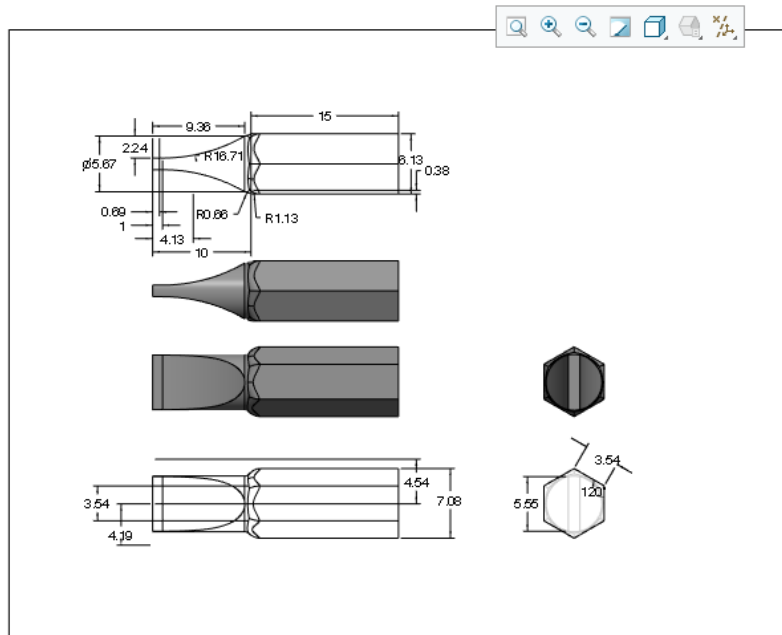


Εικόνα 4.107



Εικόνα 4.108

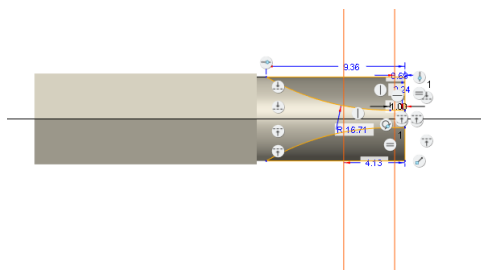
Φωτορεαλιστικές εικόνες των μυτών καταβιδιού που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0. [Εικόνες 4.107,4.108]



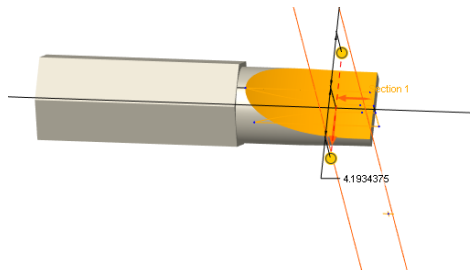
SCALE:17.000 TYPE:PART NAME:KATS/MI/IDI\_MUTI\_PLAKE1 SIZE:C

Εικόνα 4.109 Το τεχνικό σχέδιο της μύτης καταβιδιού ύψους 5.5 mm.

Η διαδικασία σχεδιασμού του βασικού κορμού είναι η ίδια με την παραπάνω. Ομοίως με τον σχεδιασμό της μύτης ύψους 4mm, αφαιρέθηκε το απαραίτητο υλικό με τη χρήση της εντολής `extrude>remove material` για τη διαμόρφωση της μύτης πλακέ πάχους 5mm. [Εικόνες 4.110,4.111]

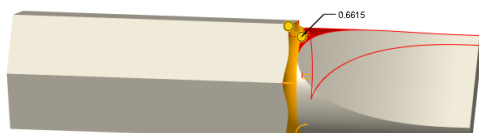


Εικόνα 4.110

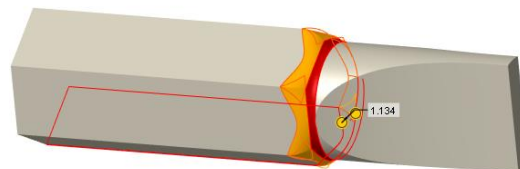


Εικόνα 4.111

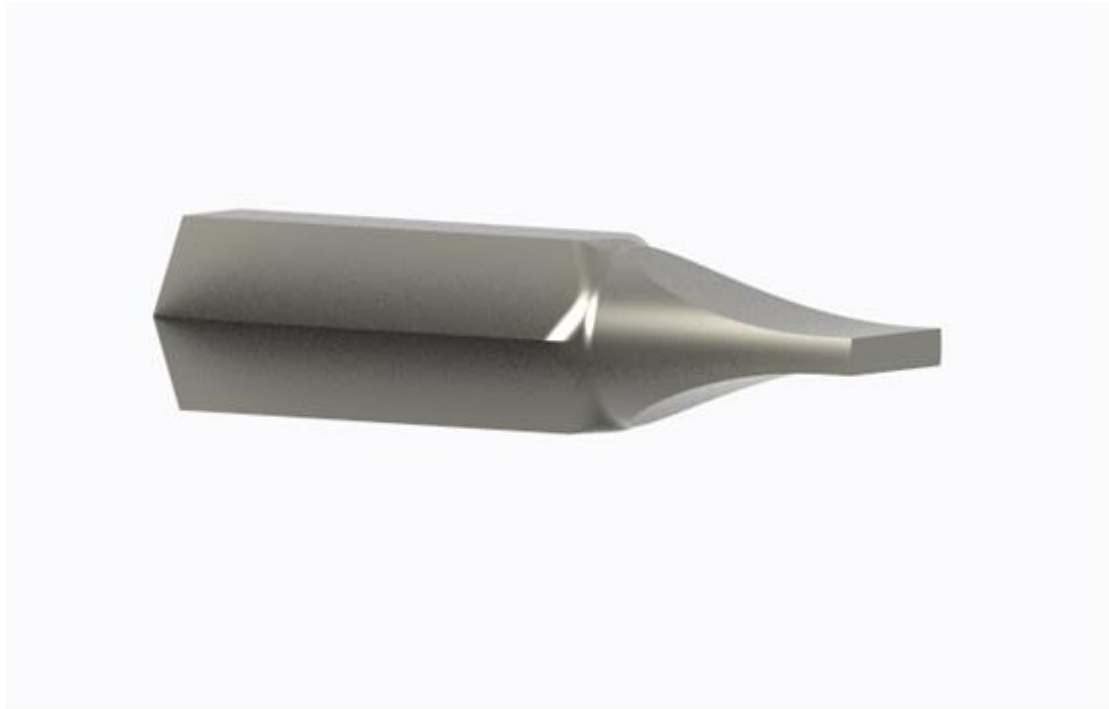
Τέλος, με την εντολή `round` πραγματοποιήθηκε η τελική διαμόρφωση μεταξύ κορμού-μύτης.



Εικόνα 4.112



Εικόνα 4.113

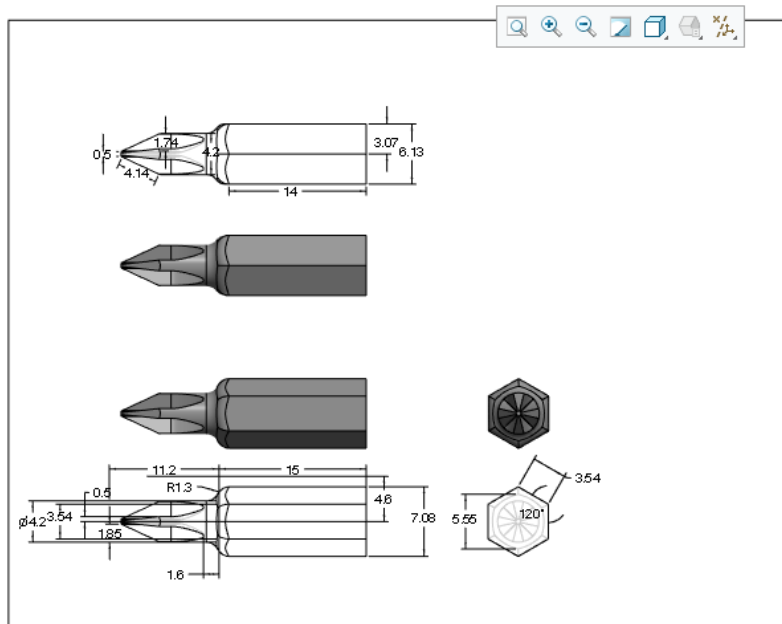


Εικόνα 4.114



Εικόνα 4.115

Φωτορεαλιστικές εικόνες του εξαρτήματος υποδοχής των μυτών κατσαβιδιού που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0. [Εικόνες 4.115,4.115]

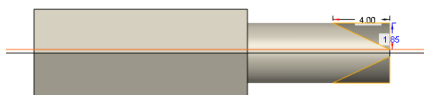


SCALE: 1:000 TYPE: PART NAME: KATSANIDI STAVROS\_MUTI\_05.MMM SIZE: C

Εικόνα 4.116 Το τεχνικό σχέδιο της μύτες κατσαβιδιού σταυρού πάχους 0.5mm.

Πρώτα σχεδιάστηκε ένα εξάγωνο με μήκος πλευράς 3.54mm, δύο χιλιοστά μικρότερης από το εξάγωνό του ώστε να εφαρμόζει στο εξάρτημα υποδοχής. Η εξώθηση υλικού έγινε με μήκος 15mm. Έπειτα σχεδιάστηκε στο κέντρο ένας κύκλος με διάμετρο 4.2mm και έγινε εξώθηση υλικού με μήκος 10mm.

Για τη δημιουργία του σταυρού στο μπροστινό μέρος της μύτες σχεδιάστηκε ένα τρίγωνο το οποίο προβλήθηκε με τη χρήση ενός άξονα και της εντολής mirror.[Εικόνα 4.117] Έπειτα έγινε αφαίρεση υλικού με την εντολή extrude>remove material. [Εικόνα 4.118]

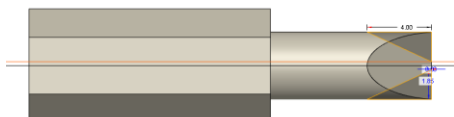


Εικόνα 4.117

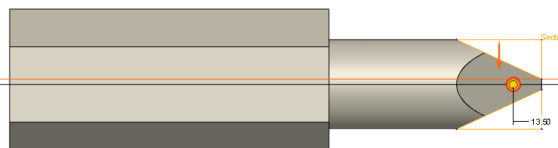


Εικόνα 4.118

Ομοίως και για τις υπόλοιπες δύο πλευρές ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. [Εικόνες 4.119,4.120]

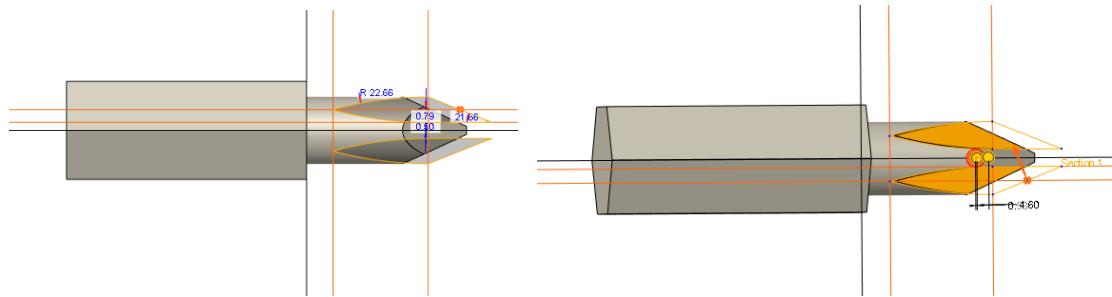


Εικόνα 4.119



Εικόνα 4.120

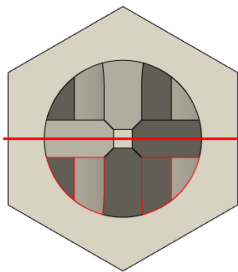
Με την ίδια μέθοδο σχεδιάστηκε το τμήμα που έπρεπε να αφαιρεθεί για τη διαμόρφωση του σταυρού στο εξάρτημα. [Εικόνες 4.121,4.122]



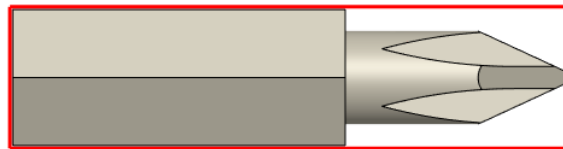
Εικόνα 4.121

Εικόνα 4.122

Έπειτα με τη χρήση της εντολής mirror προβλήθηκε η ανωτέρω διαδικασία και στο υπόλοιπο τμήμα της άκρης του κατσαβιδιού. [Εικόνες 4.123,4.124]

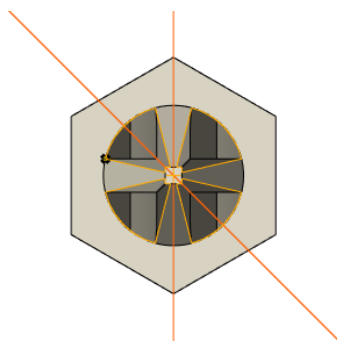


Εικόνα 4.123

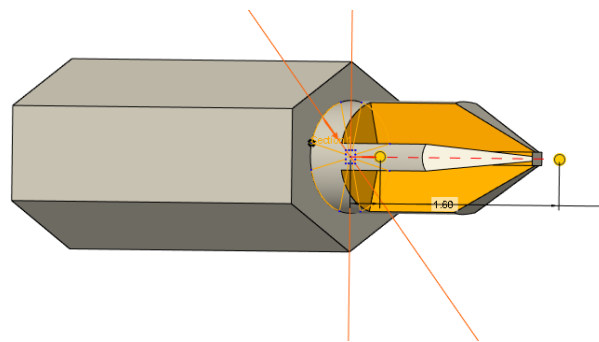


Εικόνα 4.124

Με τη χρήση αξόνων σχεδιάστηκαν όμοια τμήματα και αφαιρέθηκε υλικό για τη συνέχεια της διαμόρφωσης του εξαρτήματος. [Εικόνες 4.125,4.126]

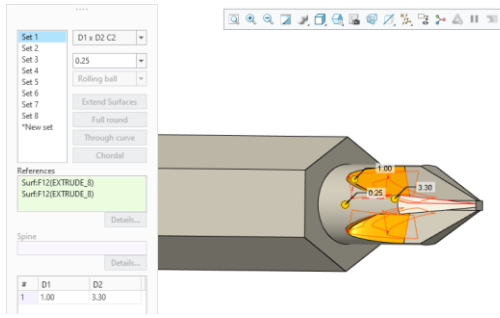


Εικόνα 4.125

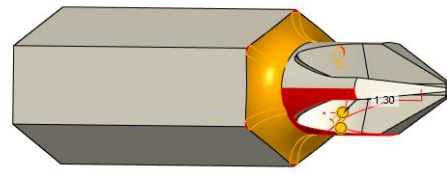


Εικόνα 4.126

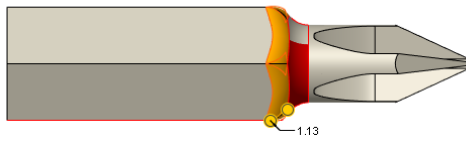
Έπειτα με την εντολή round δόθηκε καμπυλότητα τόσο στο εξωτερικό σχήμα της μύτες ώστε να είναι όμοια με τις υπόλοιπες, [Εικόνες 4.128,4.129] όσο και στο εσωτερικό για τη διαμόρφωση της περιοχής ανάμεσα στις πλευρές του εξαρτήματος που εφαρμόζουν στην κεφαλή της βίδας. [Εικόνες 4.127,4.130,4.131]



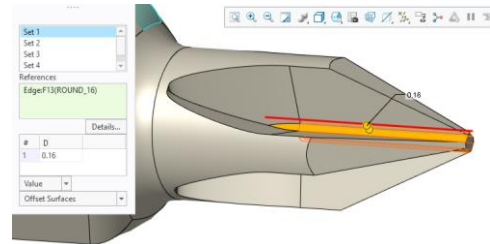
Εικόνα 4.127



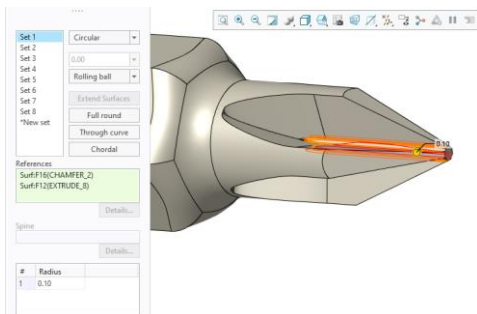
Εικόνα 4.128



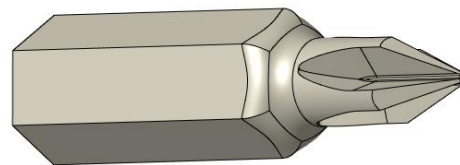
Εικόνα 4.129



Εικόνα 4.130



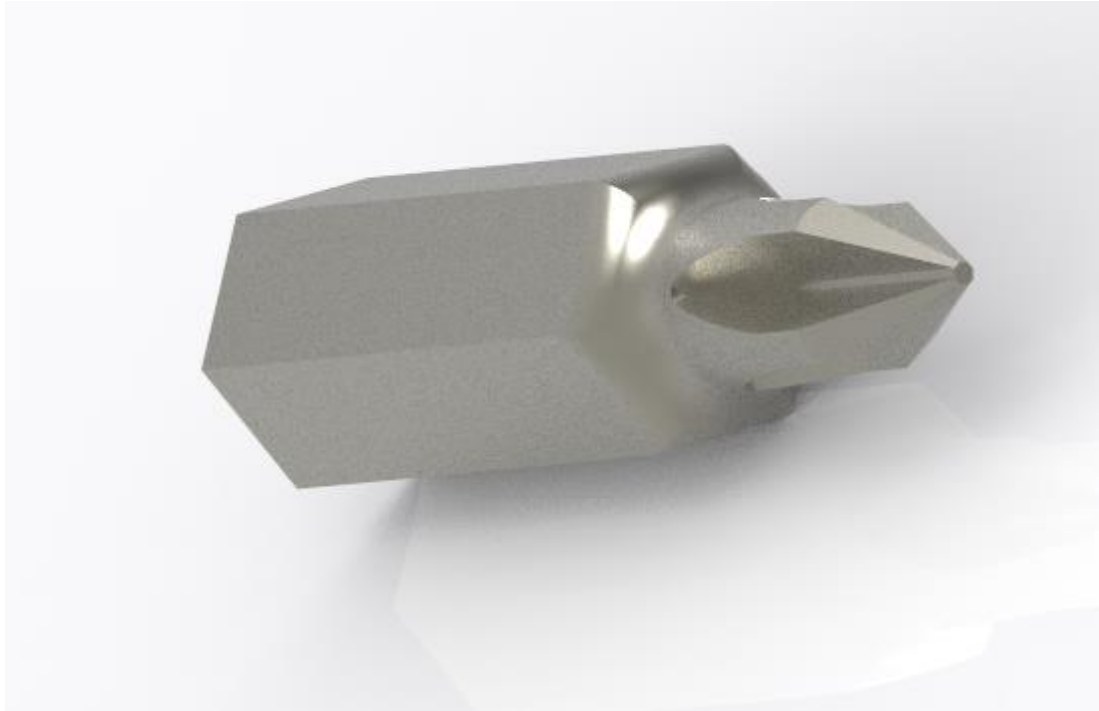
Εικόνα 4.131



Εικόνα 4.132



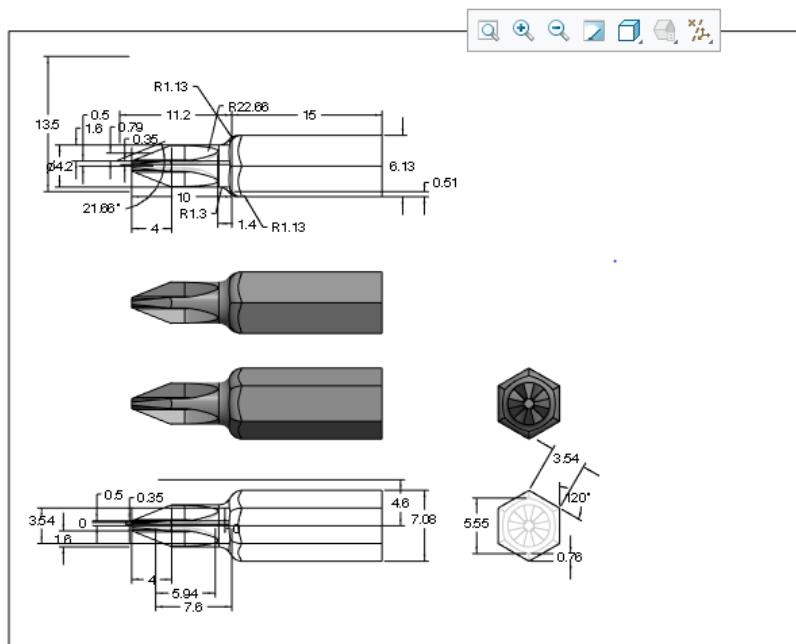
Εικόνα 4.133



Εικόνα 4.134

Φωτορεαλιστικές εικόνες του εξαρτήματος υποδοχής των μυτών καταβιδιού που τραβήχτηκαν με τη χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0. [Εικόνες 4.133,4.134]

Η ίδια μεθοδολογία ακολουθήθηκε για τη σχεδίαση της μύτες του καταβιδιού πάχους 1mm.

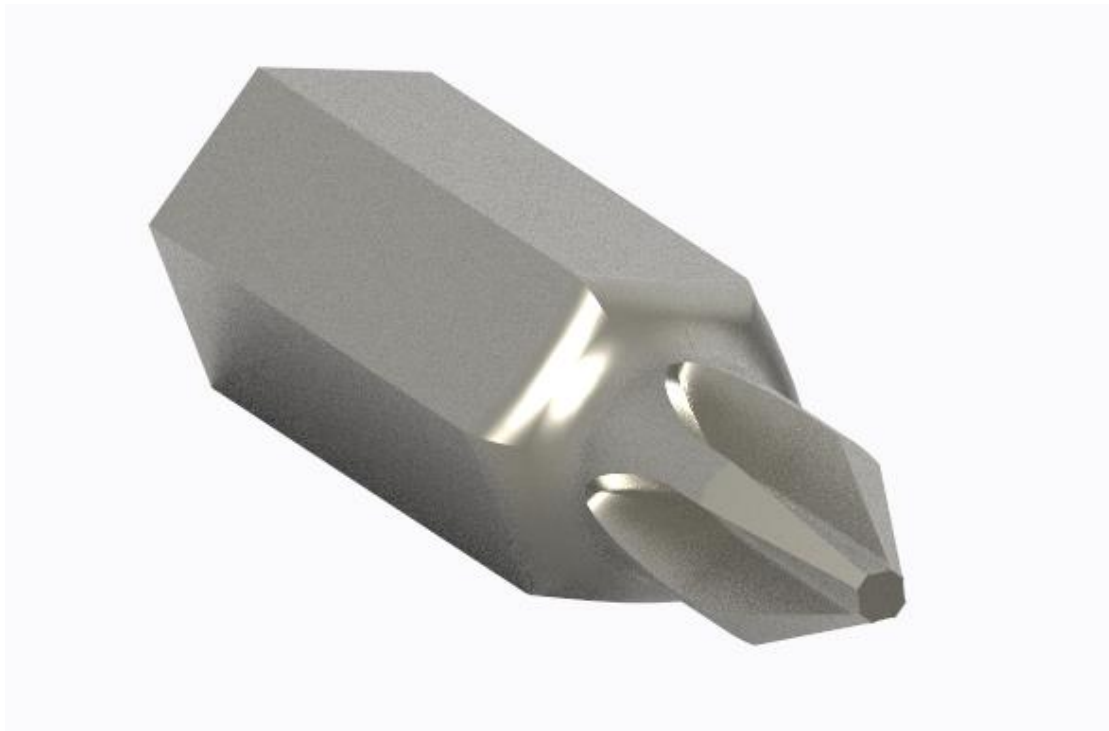


SCALE: 17.000 TYPE: PART NAME: KATS/4/ID1\_STAVROS\_MUTI\_1MM SIZE: C

Εικόνα 4.135 Το τεχνικό σχέδιο της μύτες καταβιδιού σταυρού πάχους 1mm.



Εικόνα 4.136



Εικόνα 4.137

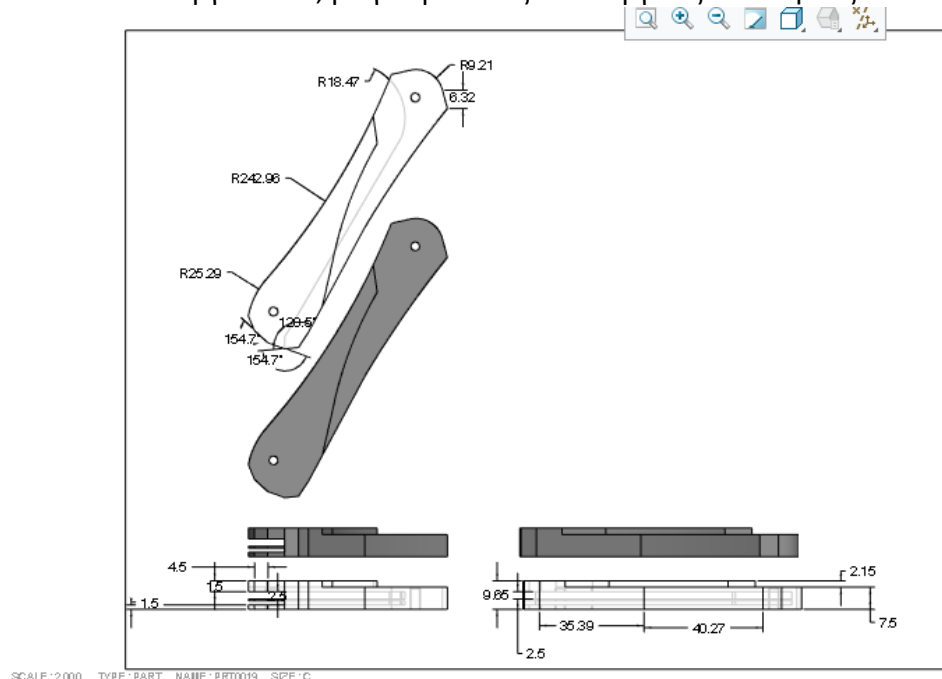
Φωτορεαλιστικές εικόνες του εξαρτήματος υποδοχής των μυτών κατσαβιδιού που τραβήχτηκαν με την χρήση του Render Studio που προσφέρει το Creo Parametric 10.0. [Εικόνες 4.136,4.137]

#### **4.1.8 Τα πλαϊνά μέταλλα**

Τα prt0019, prt0020, prt0021, prt0022 αποτελούν τα πλαϊνά μέταλλα που πλαισιώνουν τις λαβές του πολυεργαλείου. Μοιράζονται τον ίδιο σχεδιασμό και διαφέρουν ως προς τον εσωτερικό σχεδιασμό τους ο οποίος καθορίζεται από τα

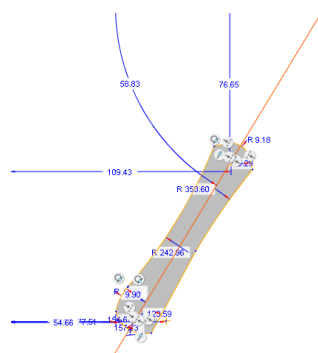


εργαλεία που το καθένα φέρει εντός του. Με αυτόν τον τρόπο ο αρχικός σχεδιασμός τους τροποποιήθηκε ελαφρώς κατά τη διάρκεια της συναρμογής, όπως και των πολυεργαλείων, με γνώμονα τις λειτουργικές απαιτήσεις του αντικειμένου.

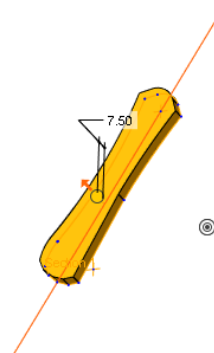


Εικόνα 4.138 Το τεχνικό σχέδιο του prt0019

Αρχικά σχεδιάστηκε το βασικό σχήμα του μετάλλου. Δόθηκε έμφαση στις καμπύλες στα σημεία όπου το χέρι θα κρατάει το αντικείμενο, ώστε να επιτυγχάνεται μια ικανοποιητική εργονομία κατά τις διαφορετικές χρήσεις του (κοπή, σύσφιξη, πριονισμός κ.λπ.). [Εικόνες 4.139,4.140]

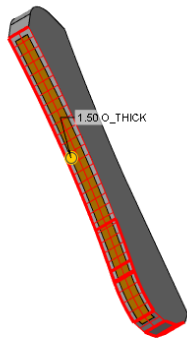


Εικόνα 4.139

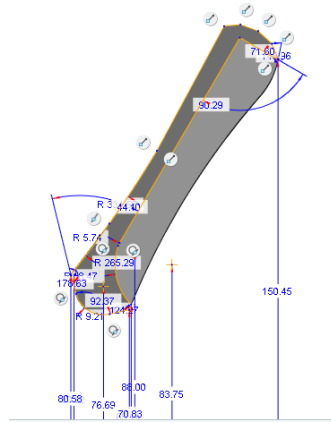


Εικόνα 4.140

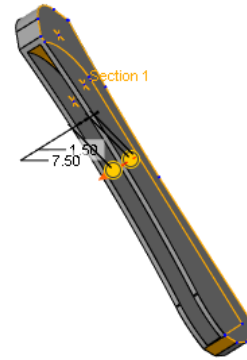
Εφόσον δημιουργήθηκε κέλυφος στο εσωτερικό του εξαρτήματος με την εντολή shell,[Εικόνα 4.141] επανασχεδιάστηκε το εσωτερικό σε παράλληλο σχεδιασμό με εκείνον των αντικειμένων που θα φέρει. [Εικόνες 4.142,4.143]



Εικόνα 4.141

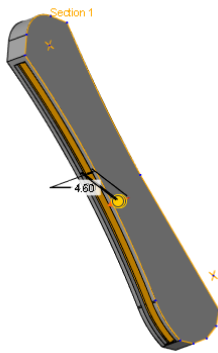


Εικόνα 4.142



Εικόνα 4.143

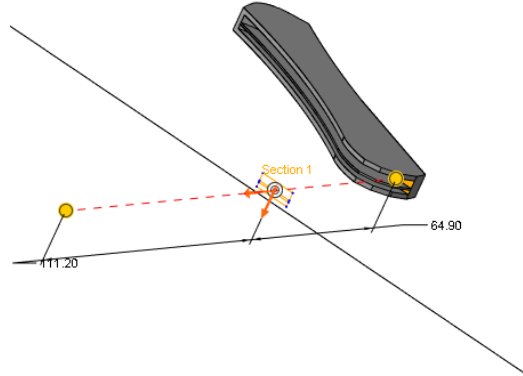
Έπειτα σχεδιάστηκε το διαχωριστικό στρώμα μεταξύ των δύο εργαλείων που θα φέρει το συγκεκριμένο εξάρτημα.[Εικόνα 4.144] Στη συνέχεια, με τη σχεδίαση δύο ορθογώνιων παραλληλόγραμμων και την εντολή `extrude>remove material` αφαιρέθηκε υλικό στο κάτω μέρος του prt0019 ώστε να είναι δυνατή η εκτέλεση της περιστροφικής κίνησης των εργαλείων.[Εικόνα 4.145,4.146]



Εικόνα 4.144

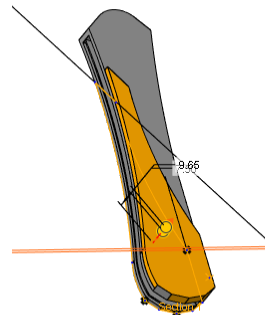
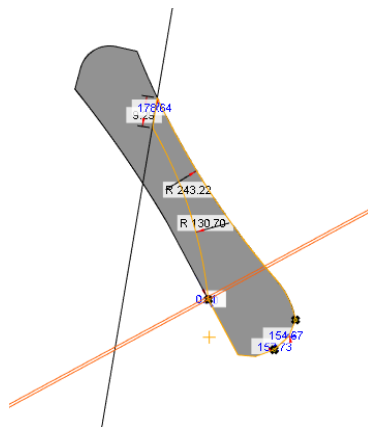


Εικόνα 4.145



Εικόνα 4.146

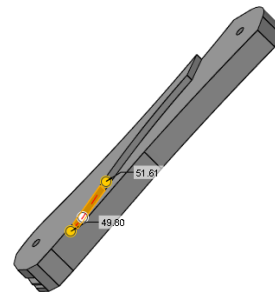
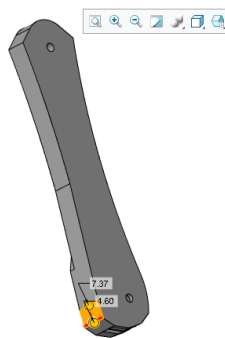
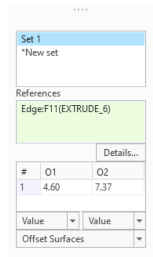
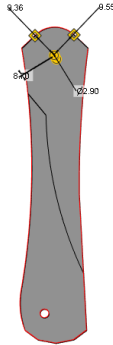
Στη συνέχεια σχεδιάστηκε το τμήμα του εξαρτήματος το οποίο θα περιβάλει την πένσα όταν το πολυεργαλείο είναι κλειστό. Το εν λόγω στοιχείο εφάπτεται με το αντίστοιχο τμήμα (εν προκειμένω το prt0020). [Εικόνες 4.147,4.148]



Εικόνα 4.147

Εικόνα 4.148

Τέλος, ορίστηκαν οι οπές του εξαρτήματος με την εντολή hole,[Εικόνα 4.149] και με τη χρήση της εντολής chamfer διαμορφώθηκε κατάλληλα το προηγούμενο τμήμα ώστε να εφαρμόζει η πένσα στο εσωτερικό κατά το κλείσιμο. [Εικόνες 4.150,4.151]

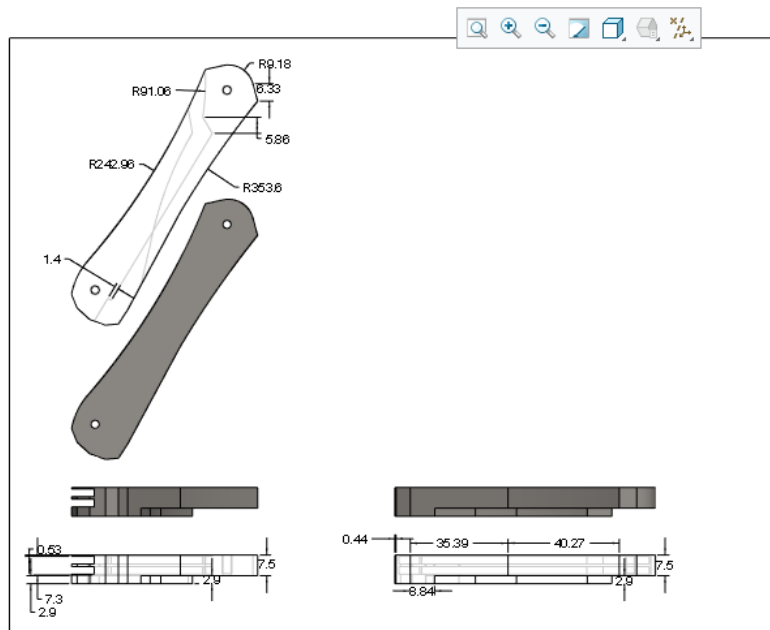


Εικόνα 4.149

Εικόνα 4.150

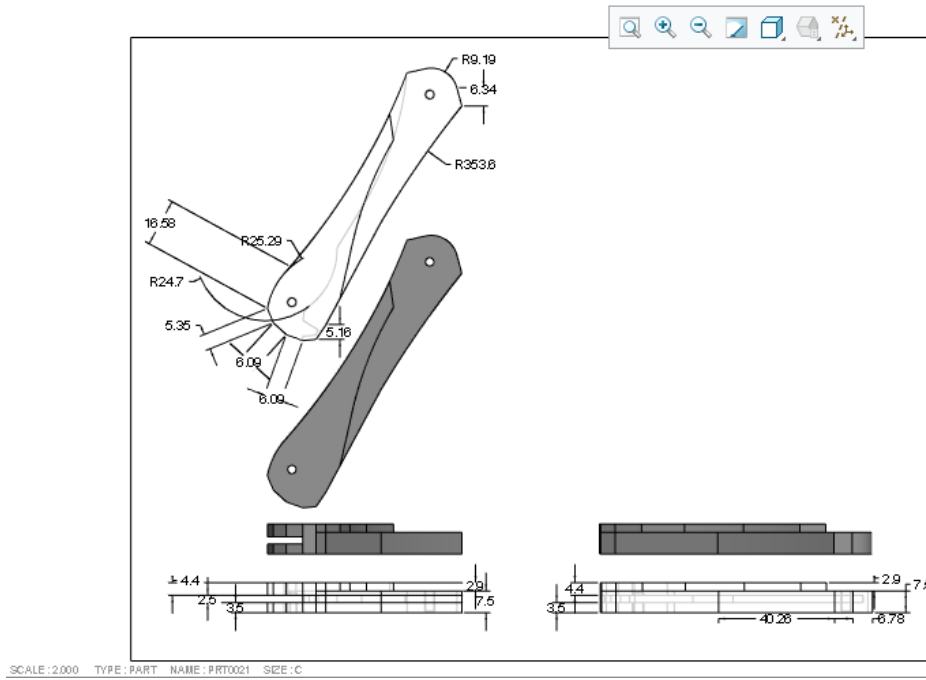
Εικόνα 4.151

Κατά τον ίδιο τρόπο σχεδιάστηκαν και τα prt0020, prt0021, prt0022 με τις κατάλληλες εσωτερικές τροποποιήσεις ώστε να ταιριάζουν τα εργαλεία που θα συναρμολοστούν.

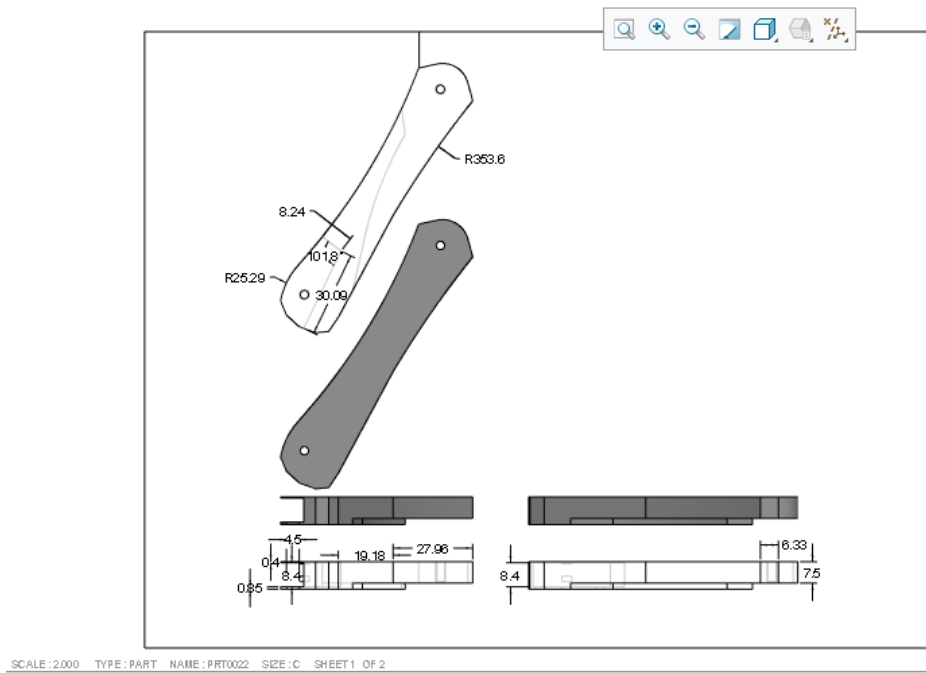


SCALE: 2.000 TYPE: PART NAME: PRTO020 SIDE: C

Εικόνα 4.152 Το τεχνικό σχέδιο του prt0020



Εικόνα 4.153 Το τεχνικό σχέδιο του prt0021



Εικόνα 4.154 Το τεχνικό σχέδιο του prt0022



Εικόνα 4.155



Εικόνα 4.156



Εικόνα 4.157



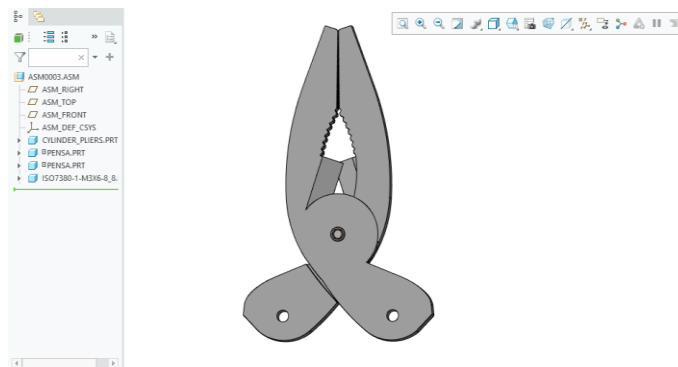
Εικόνα 4.158

Φωτορεαλιστικές εικόνες των εξαρτημάτων prt0019, prt0020, prt0021, prt0022.  
[Εικόνες 4.155-4.158]

## 4.2 Η συναρμογή

Για τη συναρμογή, με τη ρύθμιση της έντασης του υλικού του τιτανίου, αλλάχθηκε το χρώμα των λαβών σε πιο σκούρο, ώστε να δημιουργείται μια ελαφριά αντίθεση με τα εργαλεία και να διαχωρίζονται μεταξύ τους. Η συναρμογή στο Creo Parametric γίνεται μέσω του τύπου αρχείου asm.

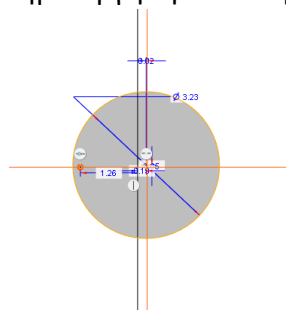
### 4.2.1 Η συναρμογή της πένσας



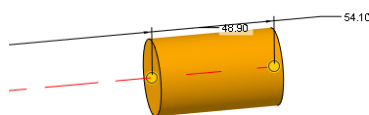
Εικόνα 4.159

Για τη συναρμογή της πένσας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής εξαρτήματα: ένας κυλινδρος, δύο ίδια τμήματα της ήδη σχεδιασμένης πένσας και μια βίδα τύπου allen ISO7380-1-M3X6-8\_8.

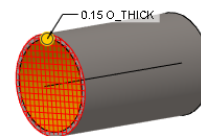
Κατά την κατασκευή του κυλίνδρου σχεδιάστηκε ένας κύκλος διαμέτρου 3.23mm και έγινε εξώθηση υλικού σε μήκος 5.2mm.[Εικόνες 4.160,4.161] Έπειτα δημιουργήθηκε κέλυφος στο εσωτερικό του με την εντολή shell. [Εικόνες 4.162]



Εικόνα 4.160

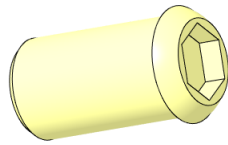


Εικόνα 4.161



Εικόνα 4.162

Επίσης χρησιμοποιήθηκε μια βίδα τύπου allen ISO7380-1-M3X6-8\_8 που προσφέρει το πρόγραμμα στην ενότητα tools>screw, της οποίας η κεφαλή και το μήκος τροποποιήθηκαν με βάση τις ανάγκες της συναρμογής.[Εικόνες 4.163] Για τη συναρμογή, αρχικά ορίστηκε ο κύλινδρος σε προεπιλεγμένη σταθερή θέση (set as default) η οποία στην πένσα είναι το σημείο στρέψης. Είναι απαραίτητη προϋπόθεση, όταν το επιθυμητό είδος συναρμογής περιλαμβάνει περιστροφή, να ορίζεται ως σταθερό το εξάρτημα στο οποίο θα περιστρέφονται τα υπόλοιπα συνδεδεμένα εξαρτήματα. [Εικόνα 4.164]



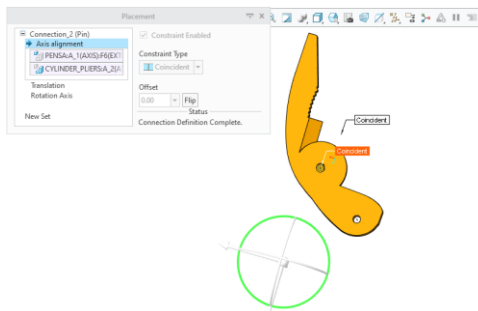
Εικόνα 4.163



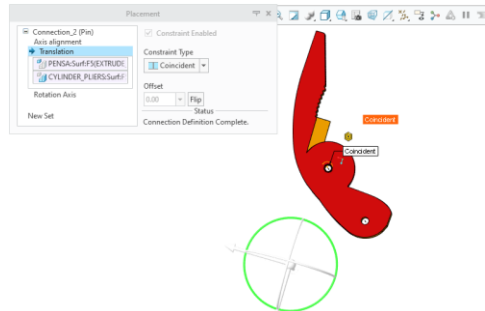
Εικόνα 4.164

Ακολούθησε η σύνδεση του ενός τμήματος της πένσας στον κύλινδρο, η οποία επιτεύχθηκε με την επιλογή του τύπου σύνδεσης pin connection. Η συνδεσμολογία τύπου pin επιτρέπει την περιστροφή αντικειμένων γύρω από έναν άξονα. Έπειτα ορίστηκαν οι εξής τρεις παράμετροι της συνδεσμολογίας pin: η ευθυγράμμιση των αξόνων (Axis allignment), η μετάθεση (translation) και η περιστροφή (rotation). Κατά την ευθυγράμμιση των αξόνων επιλέχθηκαν οι άξονες του κυλίνδρου και της κεντρικής οπής της πένσας. Με αυτόν τον τρόπο το τμήμα της πένσας συνδέθηκε ομόκεντρα με τον κύλινδρο. [Εικόνα 4.165]

Στη συνέχεια ορίστηκε η μετατόπιση των δύο συνδεδεμένων εξαρτημάτων. Για τον ορισμό της μετάθεσης επιλέχθηκε ο τύπος περιορισμού coincident ο οποίος τοποθετεί το σημείο αναφοράς του εξαρτήματος σε θέση που συμπίπτει με το σημείο αναφοράς της συναρμολόγησης. [Εικόνα 4.166]

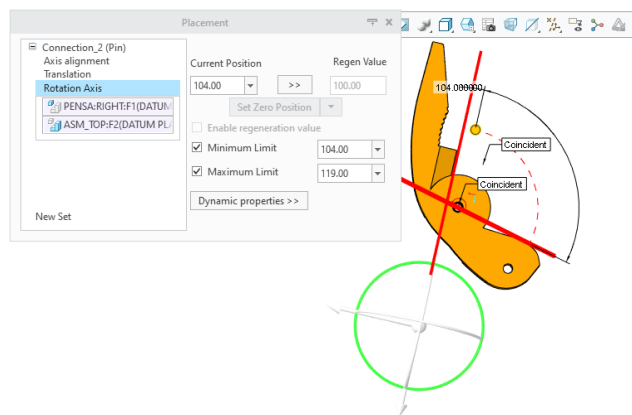


Εικόνα 4.165



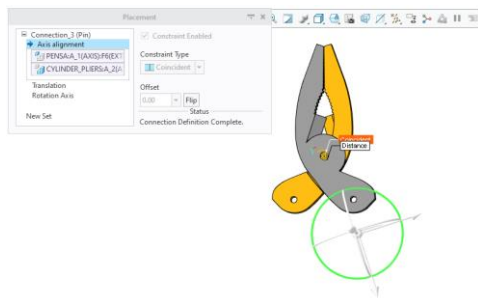
Εικόνα 4.166

Τέλος ορίστηκε το εύρος της τιμής των μοιρών της περιστροφικής κίνησης που θα εκτελεί το τμήμα της πένσας. Το εύρος είναι ίσο με 15 μοίρες. [Εικόνα 4.167]

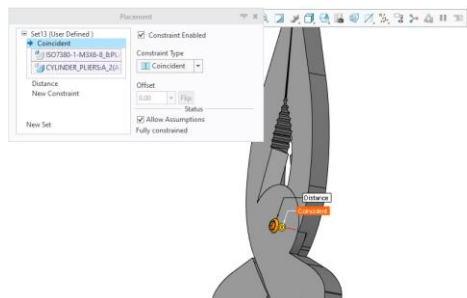


Εικόνα 4.167

Με τον ίδιο τρόπο σύνδεσης (pin) συνδέθηκε το δεύτερο μισό της πένσας.[Εικόνα 4.168] Τέλος, εφαρμόστηκε η βίδα τύπου allen με τον περιορισμό coincident και επιλέγοντας τους άξονες των οπών της πένσας και της βίδας. [Εικόνα 4.169]



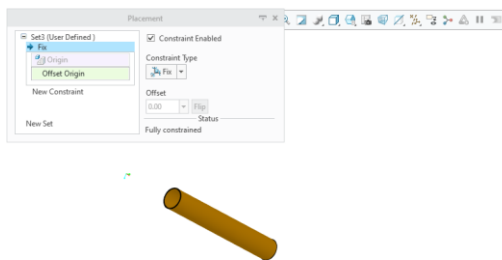
Εικόνα 4.168



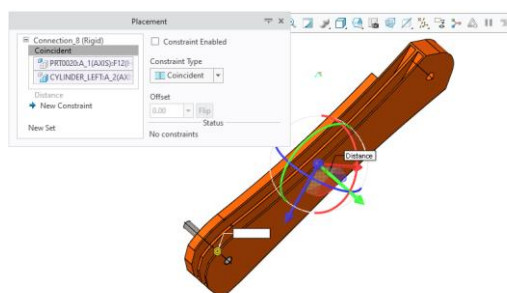
Εικόνα 4.169

#### 4.2.2 Η συναρμογή της αριστερής λαβής

Αρχικά ορίστηκε ο κάτω κύλινδρος σε προεπιλεγμένη σταθερή θέση (set as fix). [Εικόνα 4.170] Έπειτα, με τη χρήση του περιορισμού coincident συνδέθηκε το prt0020, με επιλογή τις δύο άκρες των συνδεόμενων εξαρτημάτων (κυλίνδρου-prt0020). Με αυτόν τον τρόπο το prt0020 εφαρμόστηκε επακριβώς στο πρώτο μισό του κυλίνδρου. [Εικόνα 4.171]

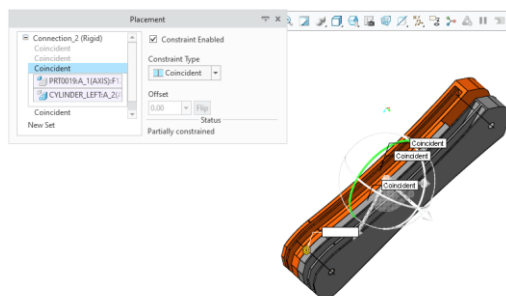


Εικόνα 4.170

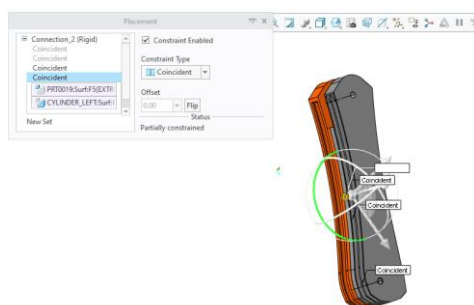


Εικόνα 4.171

Στη συνέχεια, πάλι με τον περιορισμό coincident, επιλέχθηκαν οι άξονες της οπής του prt0019 και του κυλίνδρου,[Εικόνα 4.172] και με τον ορισμό ενός νέου coincident, εφαρμόστηκε το prt0019 στο δεύτερο μισό του κυλίνδρου (άκρη του prt0019 με την άκρη του κυλίνδρου). [Εικόνα 4.173]



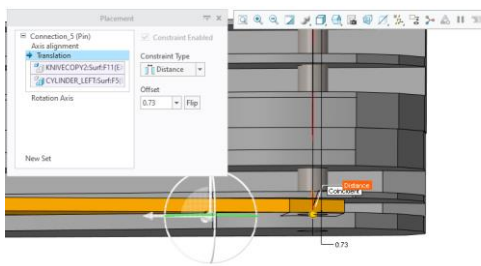
Εικόνα 4.172



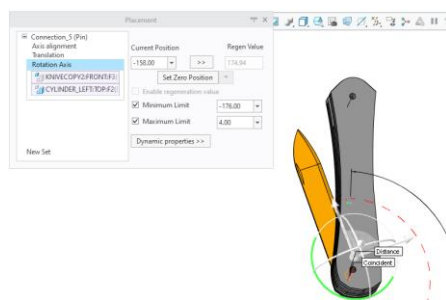
Εικόνα 4.173



Έπειτα, αφού ολοκληρώθηκε η συναρμογή της αριστερής λαβής, ξεκίνησε η τοποθέτηση των εργαλείων. Πρώτα συνδέθηκε το μαχαίρι μέσω της εντολής rip. Για την ευθυγράμμιση ορίστηκαν ως άξονες εκείνοι του κυλίνδρου και της οπής του μαχαιριού. Έπειτα στην παράμετρο μετατόπιση (translation) με τη χρήση του περιορισμού distance τοποθετήθηκε η λεπίδα του μαχαιριού στο κατάλληλο διάκενο που έχει προσχεδιασθεί στη λαβή.[Εικόνα 4.174] Τέλος, ορίστηκε το πεδίο τιμών των μοιρών της περιστροφικής κίνησης που θα εκτελεί η λεπίδα του μαχαιριού. Οι -176 μοίρες αντιστοιχούν στην τιμή όπου η λεπίδα είναι πλήρως κλειστη, ενώ όταν η τιμή των μοιρών είναι 4, η λεπίδα είναι πλήρως ανοιχτη. Στην εικόνα 4.175 η λεπίδα βρίσκεται στην θέση των -158 μοιρών.

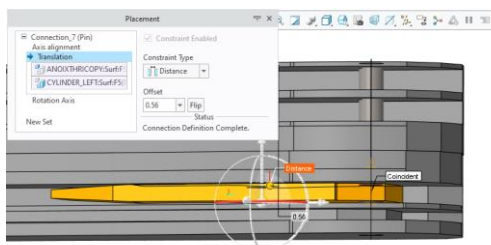


Εικόνα 4.174

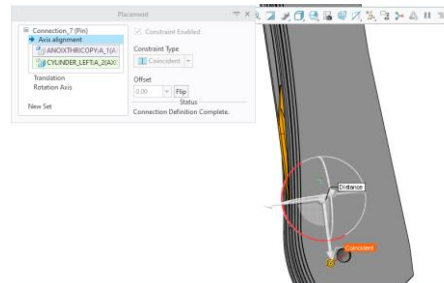


Εικόνα 4.175

Ομοίως η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για το ανοιχτήρι φιαλών. Μέσω του τρόπου σύνδεσης rip και τον ορισμό των παραμέτρων ευθυγράμμισης, μετατόπισης στον καθορισμένο άξονα και περιστροφής, τοποθετήθηκε το εν λόγω εξάρτημα στις λαβές. [Εικόνα 4.176,4.177]

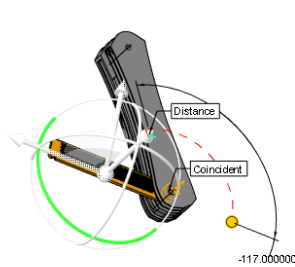


Εικόνα 4.176

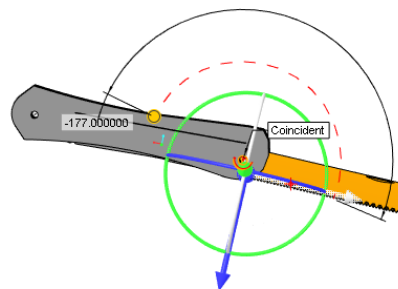


Εικόνα 4.177

Αντίστοιχα, η ίδια μεθοδολογία εφαρμόστηκε για την σύνδεση της ράσπας και του πριονιού. [Εικόνες 4.178,4.179]

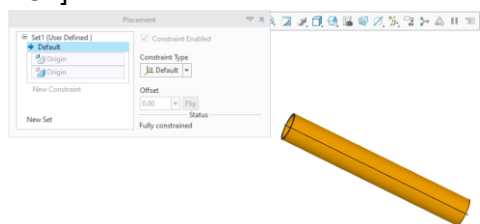


Εικόνα 4.178

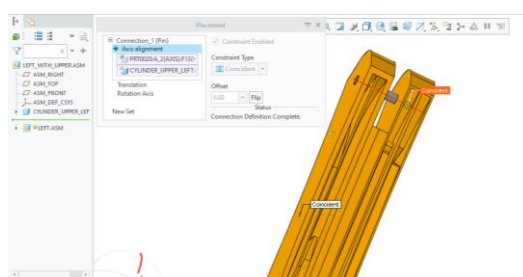


Εικόνα 4.179

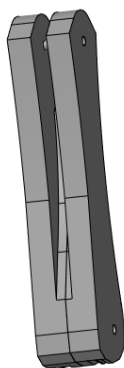
Αφού ολοκληρώθηκε η συναρμογή των εργαλείων στην αριστερή λαβή, ακολούθησε η συναρμογή ολόκληρης τη λαβής στον άνω κύλινδρο, πάνω στον οποίο θα συνδεθεί μετέπειτα η πένσα. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε με το άνοιγμα ενός καινούριου αρχείου asm., στο οποίο ορίστηκε ως default ο άνω αριστερός κύλινδρος,[Εικόνα 4.180] και με τη χρήση της σύνδεσης pin, συναρμόστηκε το προηγούμενο αρχείο της αριστερής λαβής με όλα τα εργαλεία. Με αυτόν τον τρόπο η λαβή μπορεί να διαγράφει περιστροφική κίνηση γύρω από τον άξονα του άνω κυλίνδρου, το οποίο στο συνολικό προϊόν μεταφράζεται ως η κίνηση που θα εκτελούν οι λαβές ώστε να ανοίγει το εργαλείο της πένσας. [Εικόνα 4.181]



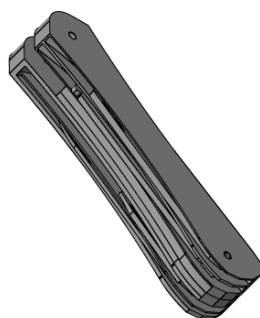
Εικόνα 4.180



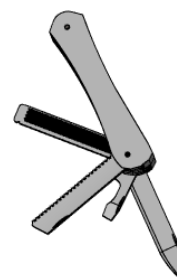
Εικόνα 4.181



Εικόνα 4.182



Εικόνα 4.183

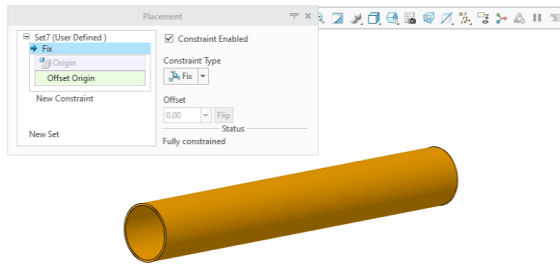


Εικόνα 4.184

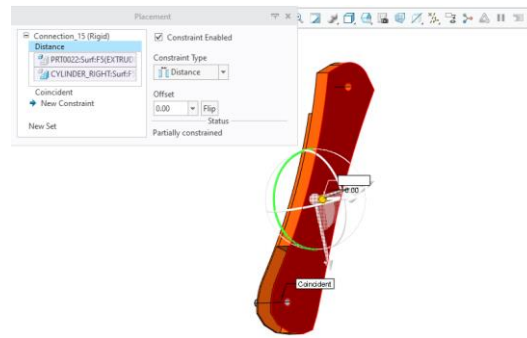
Η συναρμογή της αριστερής λαβής με όλα τα εργαλεία. [Εικόνες 4.182-184]

### 4.2.3 Η συναρμογή της δεξιάς λαβής

Ομοίως με την αριστερή λαβή, πρώτα τοποθετήθηκε με τον τύπο περιορισμού fix ο κάτω κύλινδρος.[Εικόνα 4.185] Στη συνέχεια με τον περιορισμό distance ορίστηκε με τιμή 0 η εφαρμογή του prt0022 στο πρώτο μισό του μήκους του κυλίνδρου. Αποτελεί έναν εναλλακτικό τρόπο περιορισμού σύνδεσης έναντι του coincident, εφόσον φυσικά η τιμή είναι ίση με μηδέν. [Εικόνα 4.186]

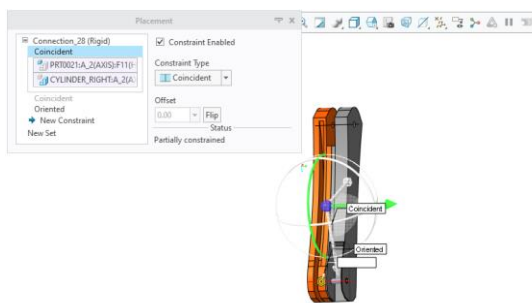


Εικόνα 4.185

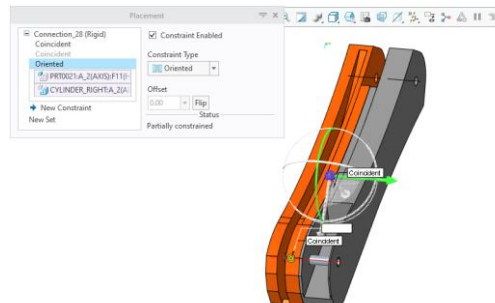


Εικόνα 4.186

Έπειτα με τους περιορισμούς coincident και oriented εφαρμόστηκε και ευθυγραμμίστηκε το prt0021. [Εικόνες 4.187,4.188]

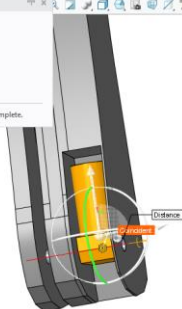
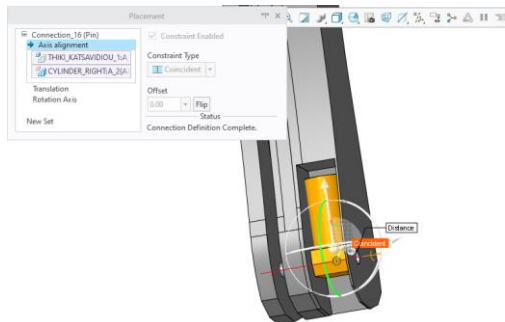


Εικόνα 4.187

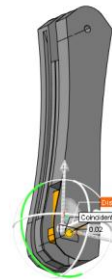
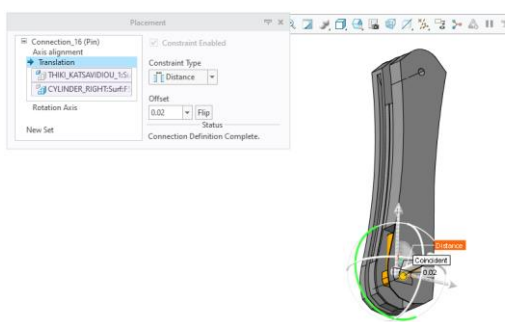


Εικόνα 4.188

Με τη συνδεσμολογία pin συναρμόστηκε το εργαλείο του κατσαβιδιού. Όπως και παραπάνω, ορίστηκαν οι παράμετροι της ευθυγράμμισης, της μετάθεσης και της περιστροφής. [Εικόνες 4.189,4.190]

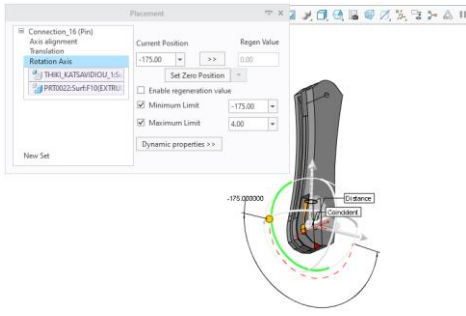


Εικόνα 4.189

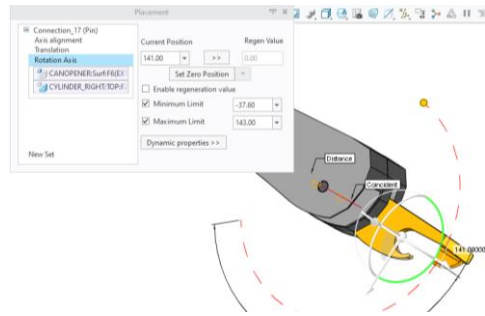


Εικόνα 4.190

Η τιμή -175 αντιστοιχεί στη θέση όπου η θήκη του κατσαβιδιού είναι κλειστή,[Εικόνα 4.191] και η τιμή 4 στη θέση όπου είναι πλήρως ανοικτή. Ομοίως συναρμόστηκε το ανοιχτήρι για κονσέρβες.[Εικόνα 4.192]

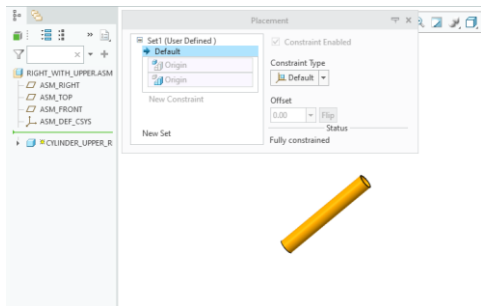


Εικόνα 4.191

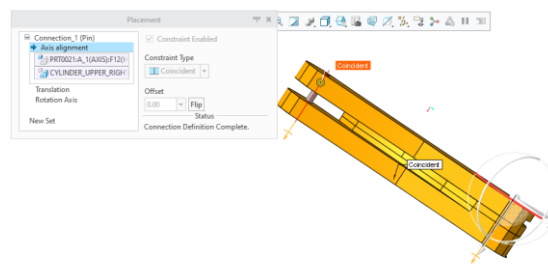


Εικόνα 4.192

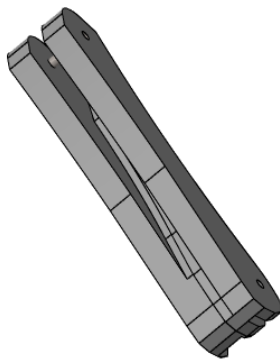
Έπειτα ακολούθησε η σύνδεση της λαβής στον άνω κύλινδρο. Όπως και στην αριστερή λαβή, ανοίχτηκε ένα καινούριο αρχείο asm., στο οποίο ορίστηκε ως default ο άνω αριστερός κύλινδρος,[Εικόνα 4.193] και με την χρήση της pin, συναρμόστηκε το προηγούμενο αρχείο της δεξιάς λαβής.[Εικόνα 4.194]



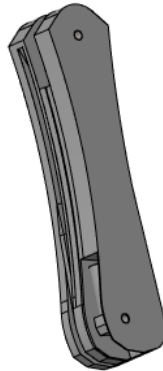
Εικόνα 4.193



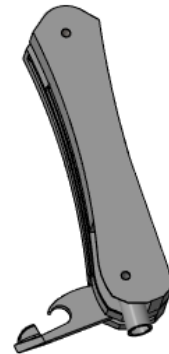
Εικόνα 4.194



Εικόνα 4.195



Εικόνα 4.196

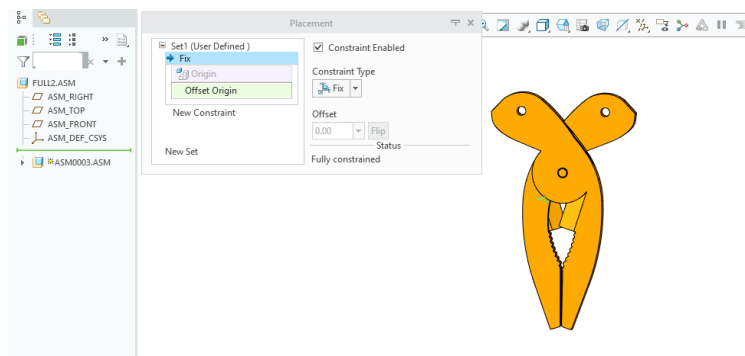


Εικόνα 4.197

Η δεξιά λαβή με τη θήκη κατσαβιδιού και το ανοιχτήρι κονσέρβας. [Εικόνες 4.195-4.197]

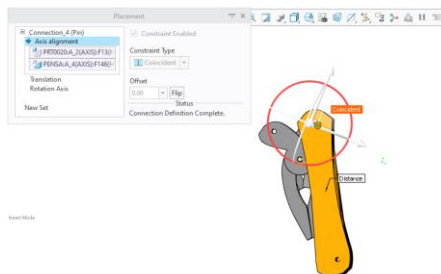
#### 4.2.4 Η τελική συναρμογή του πολυεργαλείου

Για την τελική συναρμογή χρησιμοποιούνται όλα τα προηγούμενα αρχεία. Η λογική του πολυεργαλείου πλήρους μεγέθους (πένσας) είναι ότι η λαβή συνδέεται με διαγώνιο τρόπο με το εξάρτημα της πένσας, δηλαδή η αριστερή λαβή με το δεξί εξάρτημα. Επίπλέον, οι συνδέσεις των λαβών πρέπει να γίνουν με τέτοιο τρόπο ώστε όταν είναι ανοιχτές να επενεργούν στη λειτουργία της πένσας και να κλείνουν γύρω από το εργαλείο της πένσας. Για την επίτευξη του ανωτέρω ορίστηκε με τύπο περιορισμού fix η συναρμογή της πένσας. [Εικόνα 4.198]

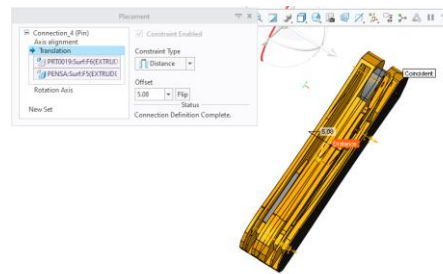


Εικόνα 4.198

Στη συνέχεια συνδέθηκε με τύπο σύνδεσης pin η δεξιά λαβή. Για την ευθυγράμμιση επιλέχθηκαν οι άξονες της οπής του συνδεόμενου εξαρτήματος της πένσας και της οπής του prt0020. [Εικόνα 4.199] Έπειτα με τον περιορισμό distance ορίστηκε η θέση της λαβής ώστε να περιέχεται με ακρίβεια η πένσα εντός της. [Εικόνα 4.200]

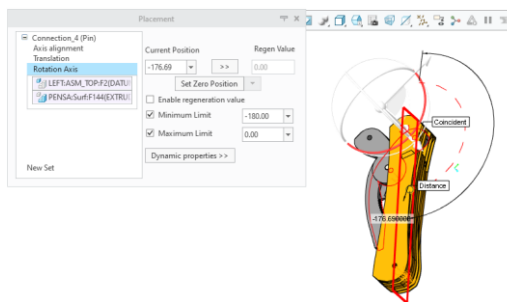


Εικόνα 4.199

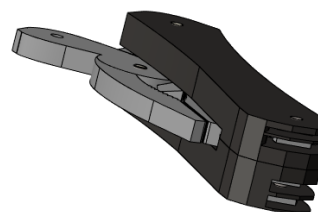


Εικόνα 4.200

Τέλος, ορίστηκαν οι μοίρες της περιστροφικής κίνησης που θα εκτελεί η λαβή. [Εικόνα 4.201]

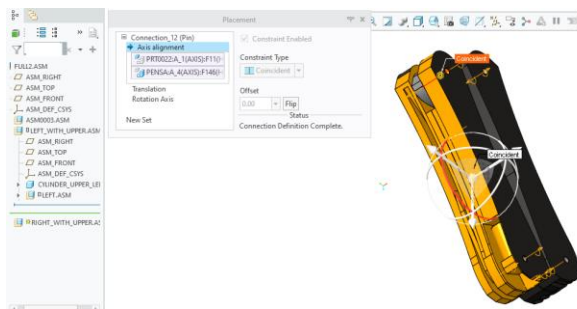


Εικόνα 4.201

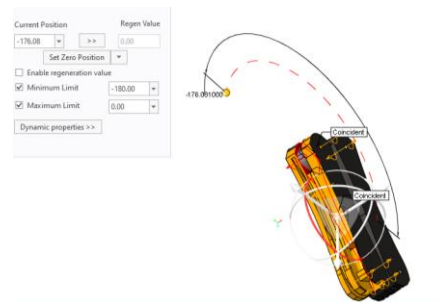


Εικόνα 4.202

Αντίστοιχα και για την αριστερή λαβή ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία. [Εικόνες 4.203,4.204]

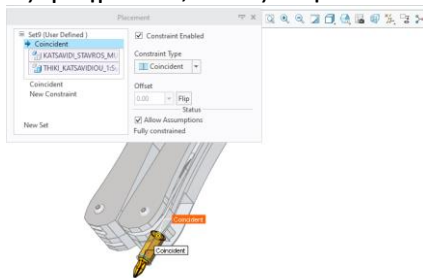


Εικόνα 4.203

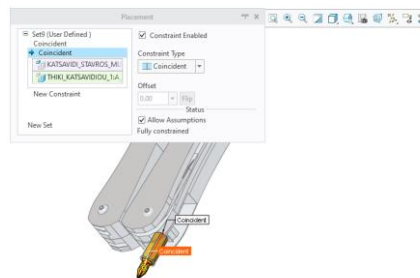


Εικόνα 4.204

Για την προσθήκη της μύτης Phillips(σταυρού) πάχους 1mm, χρησιμοποιήθηκε δύο φορές ο περιορισμός coincident. Την πρώτη επιλέγοντας τα τμήματα που είναι επιθυμητό να έρθουν σε επαφή, δηλαδή η πίσω πλευρά της μύτης με το επίπεδο τμήμα του εσωτερικού της θήκης του κατσαβιδιού.[Εικόνα 4.205] Την δεύτερη επιλέγοντας του δύο άξονες, της μύτης και της θήκης του κατσαβιδιού.[Εικόνα 4.206] Με αυτόν τον τρόπο συμπίπτουν οι άξονες και τα τμήματα των συνδεδεμένων εξαρτημάτων, όπως στην Εικόνα 4.207.



Εικόνα 4.205



Εικόνα 4.206

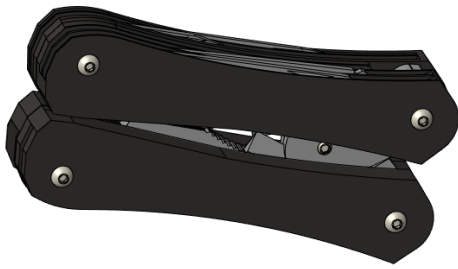


Εικόνα 4.207

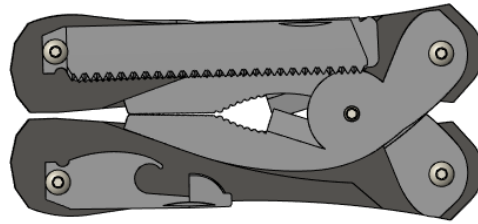
Αριστερά η τελική άποψη του συναρμολογημένου προϊόντος σε κλειστή θέση.[Εικόνα 4.208] Δεξιά διακρίνεται ο εσωτερικός σχεδιασμός του πολυεργαλείου. [Εικόνα 4.209]

Οι διαστάσεις του πολυεργαλείου είναι : 107mm X 22mm X 49mm με στρογγυλοποίηση προς τα επάνω.

Με τη λειτουργία drag components του Creo Parametric, παρέχεται η δυνατότητα μετακίνησης των στοιχείων εντός μιας συναρμογής, στο πλαίσιο του προκαθορισμένου εύρους κίνησης. Επιπροσθέτως με την λήψη στιγμιότυπων, η θέση της συναρμογής αποθηκεύεται στο εκάστοτε στιγμιότυπο την στιγμή της αποτύπωσης. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει οποιαδήποτε στιγμή επιθυμεί σε διαφορετικές φάσεις της συναρμογής.

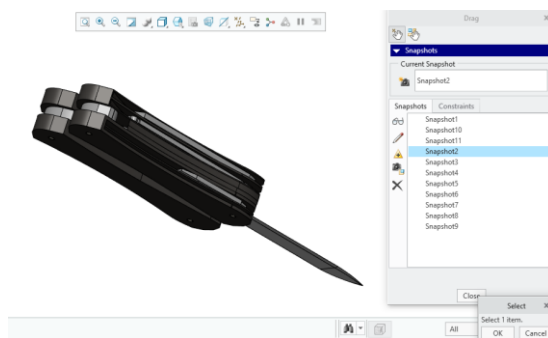


Εικόνα 4.208

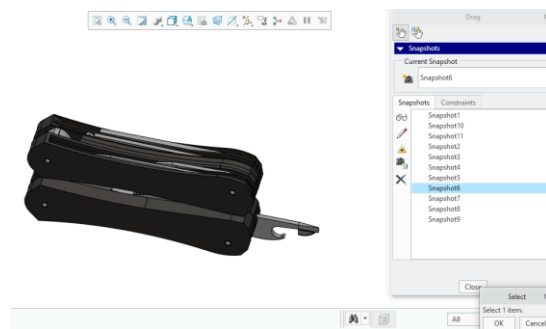


Εικόνα 4.209

Η λήψη στιγμιότυπων, εκτός της εφαρμογής για την φωτορεαλιστική απεικόνιση κάθε εργαλείου σε θέση χρήσης, χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση μιας βελτιστοποιημένης θέσης των οπών σύνδεσης της πένσας με τις λαβές, καθότι η δυνατότητα δοκιμής και αξιολόγησης που παρέχεται είναι άμεση. Αριστερά το Snapshot2 που αντιστοιχεί στη φάση που το μαχαίρι στο πολυεργαλείο είναι ανοιχτό,[Εικόνα 4.210] δεξιά το Snapshot5, στο οποίο το ανοιχτήρι κονσέρβας είναι ανοιχτό. [Εικόνα 4.211]



Εικόνα 4.210

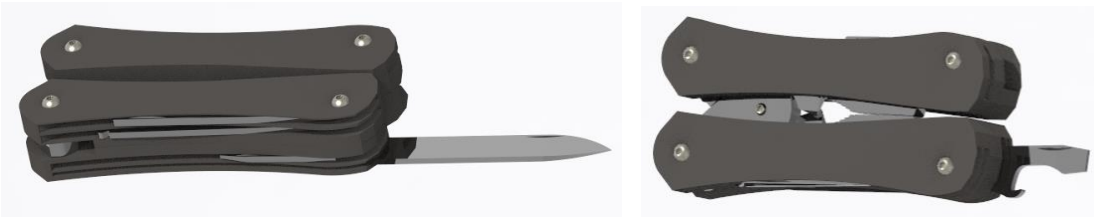


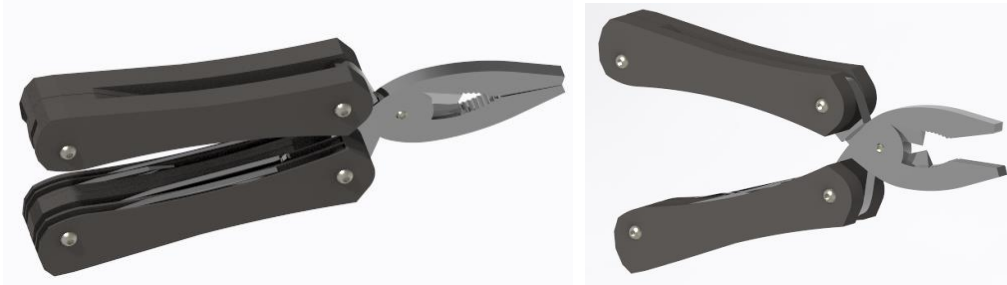
Εικόνα 4.211

### **Συμπεράσματα-Μελλοντική έρευνα**

Η παρούσα εργασία είχε ως σκοπό την σχεδίαση ενός πολυεργαλείου χειρός, προσφέροντας στον χρήστη την δυνατότητα να το μεταφέρει με ευκολία ώστε να έχει πολλαπλά εργαλεία στην διάθεσή του. Οι στόχοι που είχαν επίσης τεθεί ήταν να προσεγγισθεί η διαδικασία του σχεδιασμού του προϊόντος μέσω ενός ολιστικού και ανθρωποκεντρικού τρόπου. Ολοκληρώνοντας, να παραχθεί η απαραίτητη εξοικίωση με το περιβάλλον σχεδίασης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Όλοι οι ανωτέρω στόχοι επιτεύχθηκαν. Συμπερασματικά, η διαδικασία σχεδίασης ενός προϊόντος αποτελείται από πολλά και διαφορετικά στάδια, εξίσου σημαντικά, για την διερεύνηση των σχεδιαστικών λύσεων. Η μέθοδος της αντίστροφης μηχανικής και η σχεδίαση με Η/Υ προσφέρει την δυνατότητα στην ταχύτερη εύρεση των εν λόγω λύσεων. Μελλοντικά, σε συνέχεια της συγκεκριμένης εργασίας, μπορούν να γίνουν διάφορες στατικές αναλύσεις μέσω του Creo Simulate που περιέχεται στο Creo Parametric ή κάποιου άλλου προγράμματος. Σε μια στατική ανάλυση μπορούν να υπολογιστούν οι παραμορφώσεις, οι τάσεις και οι καταπονήσεις του μοντέλου σε σχέση με τα φορτία και τους περιορισμούς που έχει προηγουμένως καθορίσει ο χρήστης. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να επαναξιολογηθούν ορθότερα τα αποτελέσματα της μελέτης σχεδιασμού. Επίσης σε συνέχεια του σχεδιασμού του προϊόντος, θα μπορούσε να σχεδιαστεί μια θήκη ώστε να μεταφέρεται το πολυεργαλείο και καλλύματα για τις λαβές.







## Βιβλιογραφία

- [1] International Council of Societies of Industrial Design
- [2] Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας
- [3] Εισαγωγή στο βιομηχανικό σχέδιο, Gillo Dorfles, Μτφρ. Πέτρος Πέτρου, Εκδ. ROMA 5 design, 1988
- [4] Βιομηχανικός σχεδιασμός προϊόντος (Β' έκδοση), Γεωργία Χειρχαντέρη, Εκδ. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2020
- [5] Τα μυστικά του design, Τζούλιαν Φρίμαν & Πολ Κλαρκ, Μτφρ. Γιώργος Μπέτσος, Εκδ. Μοτίβο Α.Ε., Αθήνα, Χ.Χ
- [6] Aerodynamics and flight dynamics of turbojet aircraft, LIGUM, T.I, National Aeronautics and Space Administration, 1969
- [7] Reverse Engineering: A Industrial Perspective, Vinesh Raja, Kieran Fernandes, Springer-Verlag London, 2008
- [8] Feature-Based Reverse Engineering of Mechanical Parts Thompson William B., Jonathan C. Owen, H. James de St. Germain, Stevan R. Stark, Jr., and Thomas C. Henderson, IEEE transactions on robotics and automation, Vol. 1, No. 15, (February, 1999)
- [9] Εισαγωγή στην Παραμετρική Σχεδίαση με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, Φ. Αζαριάδης-Τοπάλογλου, Σ. Κυρατζή, Κ. Μπάιλας, ΚΑΛΛΙΠΟΣ, 2023
- [10] THE FUTURE AND THE EVOLUTION OF CAD, Stefano Tornincasa, Francesco Di Monaco, 2010 Politecnico di Torino for 14th International Research/Expert Conference
- [11] Amélioration de l'interopérabilité BIM via un cadre de co-modélisation par requêtes et enrichissements itératifs de données, Lea Sattler, Automatique / Robotique. HESAM Université, 2021. Français.
- [12] Parametric Modeling with Creo Parametric 3.0, Randy Shih, Ιαν 2014, SDC Publications
- [13] Creo Parametric 7.0 for Designers, 7th Edition, Prof. Sham Tickoo, Purdue University Northwest, USA, CAD/CIM Technologies, 2020
- [14] Parametric Technology Company, PTC Inc.
- [15] Χρηστικό Λεξικό της Νεοελληνικής Γλώσσας, Ακαδημία Αθηνών, Αθήνα, 2014
- [16] Εικονογραφημένο Εγκυκλοπαιδικό Λεξικό Πάπυρος Larousse, Εκδ. Πάπυρος, Αθήνα, 2003
- [17] Cambridge Dictionary
- [18] Μηχανουργική Τεχνολογία. Τόμος Α και Β, Λοπρέστη.Σ., Μπάχα,Γ. , Ίδρυμα Ευγενίδου 1971, Αθήνα
- [19] The Handyman's Book of Tools, Materials, and Processes Employed in Woodworking, Paul N. Hasluck, 1903
- [20] Michael Thonet : der Erfinder und Begründer der Bugholzmöbel-Industrie : Lebens- und Charakterbild für Volk und Jugend

- [21] Σύντομο λεξικό όρων της ζωγραφικής, Στέλιος Λυδάκης-Τάκης Βογιατζής, Εκδ. Μέλισσα, Αθήνα, 1977
- [22] Futurismo & Futurismi, Επιμ. Pontus Hulten, Εκδ. Bompiani, 1986
- [23] WIDE, Piaggio Group Magazine, Magazine published by Piaggio & C. S.p.A.
- [24] Collins English Dictionary
- [25] Μηχανή του χρόνου, Τηλεοπτική εκπομπή και Ιστοσελίδα του Χρίστου Βασιλόπουλου
- [26] hobbyhouse.pl
- [27] Specialized Specialized Bicycle Components, Inc.
- [28] The Leatherman Blog
- [29] Επιστήμη και τεχνολογία των υλικών, William D. Callister, JR | G. RETHWISCH, 9<sup>η</sup> Έκδοση, 2018
- [30] Data Sheet Niagara Specialty Metals
- [31] Data Sheet - CPM S30V, Hudson Tool Steel Corporation
- [32] metals4u.co.uk
- [33] Design, Development And Testing Of A Multifunctional Jar And Bottle Opener, Hashit Kuchhal and E Rajkumar, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 2021
- [34] Σχεδιασμός και ανάπτυξη προϊόντων, 5<sup>η</sup> Έκδοση, Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, Εκδ. Τζιόλα
- [35] Cognitive Market Research
- [36] Encyclopedia Britannica
- [37] Multimedia Design and Technology Teaching Resources
- [38] Linqip Corporation
- [39] AutoEdu
- [40] Jayfisher: Knife
- [41] The 20 Most Important Tools-No. 1 The Knife, David M. Ewalt, Forbes, 2005-08-31
- [42] Blackburn Tools
- [43] Renaissancewoodworker.com
- [44] Common Woodworking
- [45] Tools for Working Wood
- [46] Invention & Technology Magazine
- [47] ConnecticutHistory.org
- [48] Craftsmanspace
- [49] Clip Art ETC
- [50] Institute of Physics
- [51] RS Components
- [52] United States Patent Office