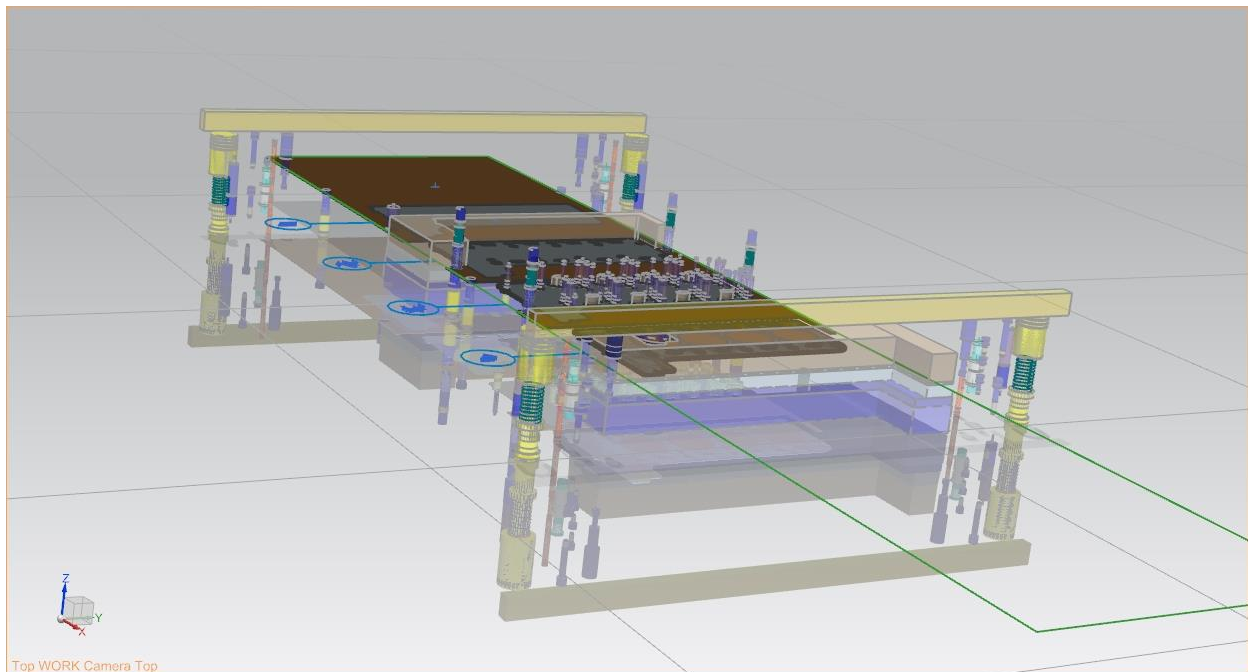


## ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

---



### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

### “ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΟΥ/ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΟΥ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ”

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΔΑΛΙΑΝΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**ΑΜ: 2012010088**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΠΙΛΑΛΗΣ**

Copyright Christos Dalianis, 2019, All rights reserved



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία “Μελέτη και σχεδίαση προσδευτικού/διαμορφωτικού καλουπιού ” εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος στο Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης στα Χανιά. Θεωρώ ως ελάχιστη υποχρέωσή μου, να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν (με τον τρόπο τους) στην εκπόνησή της και ιδιαίτερα:

- Τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κο Μπιλάλη Νικόλαο, για την πολύτιμη υποστήριξή του και τις παραγωγικές υποδείξεις του συμβάλλοντας τα μέγιστα για την κατάρτιση της διπλωματικής μου εργασίας.
- Όλους τους φίλους και συναδέλφους μου προπτυχιακούς αλλά και μεταπτυχιακούς φοιτητές για τις ανταλλαγές απόψεων, το ειλικρινές ενδιαφέρον τους αλλά και τη σημαντική βοήθειά τους σε όλα τα στάδια της εργασίας μου.
- Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, όλους τους ανθρώπους που με στήριξαν, με ένα ειδικό ευχαριστώ στο Γιάννη, τη Βασιλική και τη Σουζάνα , που χωρίς την έμπρακτη ηθική αλλά και υλική υποστήριξη των οποίων, όλο αυτό το ταξίδι γνώσεων και εμπειριών που επισφραγίζεται τώρα, δεν θα ήταν εφικτό.

Σας ευχαριστώ όλους από καρδιάς.

Αφιερώνεται στην Οικογένεια μου,

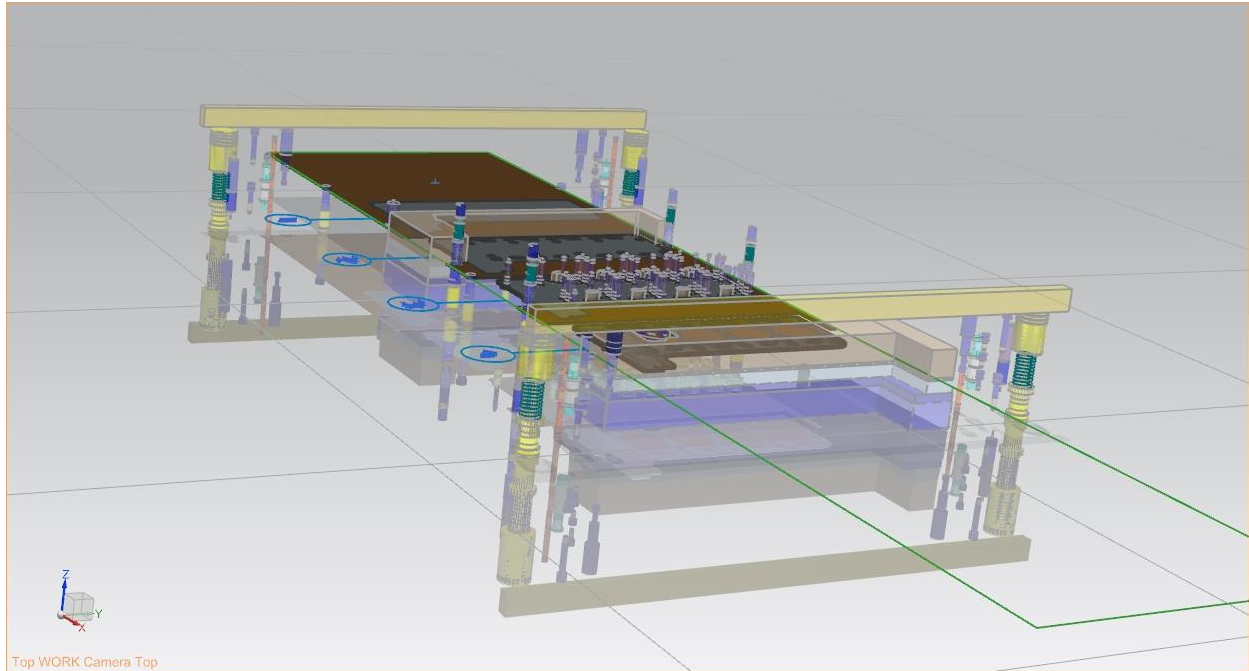
## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Σκοπός της εν λόγω διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και ο σχεδιασμός σε τρισδιάστατο παραμετρικό λογισμικό σχεδίασης ενός προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού (Progressive Die Design). Ο σχεδιασμός έγινε με τη χρήση του λογισμικού NX11 SIEMENS PLM και πιο συγκεκριμένα με το αποκλειστικό εργαλείο του λογισμικού για τέτοιες μορφές, Progressive Die Wizard (PDW) . Πριν από αυτό θα γίνει μια αρχική αναφορά στις τεχνολογίες κατεργασίας μετάλλου που λαμβάνονται υπ όψιν στην ανάπτυξη του καλουπιού, όπως η βαθεία κοίλανση, η κάμψη και η αποκοπή. Εν συνεχεία γίνεται παρουσίαση των συστημάτων σχεδίασης με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (Computer Aided Design CAD) του λογισμικού SIEMENS PLM NX 11.0 και του Wizard σχεδίασης. Παρουσιάζεται το τελικό προϊόν που παράγεται από το καλούπι , γίνεται η εισαγωγή του στο πρόγραμμα και κατόπιν παρουσιάζονται τα στάδια ανάπτυξης του καλουπιού. Τέλος παραθέτεται κατάλογος των ξεχωριστών τεμαχίων/κομματιών που απαρτίζουν το προοδευτικό διαμορφωτικό καλούπι (bill of materials) και γίνεται προσομοίωση της παλινδρομικής κίνησης.

## ABSTRACT

Purpose of this dissertation thesis is the study and design in a three-dimensional parametric environment software of a Progressive Die. The design was made with the use of NX11 SIEMENS PLM software and the specifically dedicated for this kind of processes Progressive Die Wizard (PDW). Before that, there will be a brief introduction into metal manufacturing technologies that occur and should be taken in account on the progressive die design, such as deep drawing, bending, piercing and cutting. Then, a historical overview and presentation of the CAD systems in general is made, as long as a first introduction into SIEMENS NX11.0 and PDW Wizard. The final product is then mentioned, described, imported into the program and the presentation continues with step by step analysis of every procedure. In the end, a bill of materials/components of the assembly is attached, while conclusions and material for further study is also charted.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ-CONTENTS



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ.....	1
“ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΟΔΕΥΤΙΚΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΙΚΟΥ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ PROGRESSIVE DIE WIZARD ΤΟΥ SIEMENS NX 11.0 ” .....	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ .....	9
2. ΔΙΑΜΟΡΩΣΕΙΣ ΕΝ ΨΥΧΡΩ - ΟΡΟΛΟΓΙΑ .....	10
2.1. ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ- ΚΟΠΗ- ΑΠΟΚΟΠΗ (CUTTING) .....	10
2.2. ΨΑΛΙΔΙΣΜΟΣ.....	10
3. ΠΡΕΣΕΣ [2] .....	16
3.1. ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΕΣΩΝ.....	17
3.1.1. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΡΕΣΕΣ .....	18
3.1.2. ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΠΡΕΣΕΣ .....	21
3.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΡΕΣΩΝ .....	22
3.3. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΕ ΠΡΕΣΕΣ .....	24
4. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ.....	25
4.1. COMPUTER AIDED DESIGN ( CAD ) .....	26

4.2.	COMPUTER AIDED MANUFACTURING ( CAM ) .....	26
4.3.	COMPUTER AIDED ENGINEERING (CAE) .....	28
5.	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SIEMENS NX .....	29
6.	ΠΡΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ .....	39
6.1.	Παρέμβυσμα Κυλινδροκεφαλής.....	39
6.2.	Προβλήματα Παρεμβυσμάτων .....	41
6.3.	Επιλεγμένο Παρέμβυσμα .....	43
7.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΆΜΕΣΟΥ ΞΕΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ/ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ (DIRECT UNFOLDING TOOL).....	44
8.	ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ-ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ [5] [6] .....	46
8.1.	Ορισμός Ενδιάμεσων Σταδίων (Define Intermediate Stage).....	46
8.2.	Έναρξη Νέου Προοδευτικού Διαμορφωτικού Καλουπιού (Initialize Progressive Die Project) ..	48
8.3.	Εργαλείο Δημιουργίας Κενού Αναπτύγματος(Blank Generator Tools) .....	49
8.4.	Δημιουργία διάταξης Κενού Αναπτύγματος ( Create Blank Layout) .....	50
8.5.	Σχεδιασμός Αποβλήτου (Scrap Design) .....	51
8.6.	Δημιουργία της Λωρίδας Διάταξης (Strip Layout Design) .....	52
8.7.	Σχεδιασμός Βάσης Καλουπιού (Die Base Design).....	53
8.8.	Εργαλείο View Manager (View Manager Tool) .....	56
8.9.	Δημιουργία των Κεφαλών Διάτρησης και Μήτρων Εισαγωγής ( Piercing Insert & Die Cavity Insert Design) .....	57
8.10.	Σχεδιασμός των Πιλότων Εισαγωγής (Pilot Piercing Tool Insert) .....	62
8.11.	Σχεδιασμός Πιλότων Ανύψωσης ( Pilot Lifter Insert Design) .....	64
8.12.	Δημιουργία Πιλότων Προώθησης (Pilot Guide Lifter Design) .....	65
8.13.	Δημιουργία Λίστας Τεμαχίων (Create Bill Of Material) .....	65
8.14.	Επισκόπηση προσομοίωσης κίνησης (Motion Simulation Overview) .....	66
8.15.	Αναπαραγωγή Προσομοίωσης (Run Simulation) .....	67
8.16.	EXPLODED VIEW.....	68
9.	ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ.....	69
10.	ΣΥΝΟΨΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	69
11.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	70
12.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-BILL OF MATERIALS.....	71



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

Με τον όρο διαμόρφωση [1] εννοείται κατά DIN 8580 κατασκευή με πλαστική μεταβολή του σχήματος ενός στερεού σώματος. Δηλαδή στις διαμορφώσεις τροποποιείται η γεωμετρική μορφή του υλικού. Η διάταξη των ινών παραμένει, βελτιώνεται η αντοχή του υλικού και μπορούν να κατασκευαστούν δύσκολες γεωμετρίες με καλή ποιότητα επιφάνειας και μικρές ανοχές.

Τις μηχανικές διαμορφώσεις μπορούμε να τις κατατάξουμε με διάφορους τρόπους. Οι πιο συνηθισμένες είναι:

### 1.1. Με βάση τη θερμοκρασία:

#### 1. διαμορφώσεις εν θερμώ (θερμηλασία)

- Έλαση
- Σφυρηλάτηση
- Τύπωση εν θερμώ
- Λοιπές κατεργασίες

#### 2. διαμορφώσεις εν ψυχρώ (ψυχρηλασία)

- Απότμηση
- Κάμψη
- Κοίλανση
- Τύπωση
- Λοιπές κατεργασίες

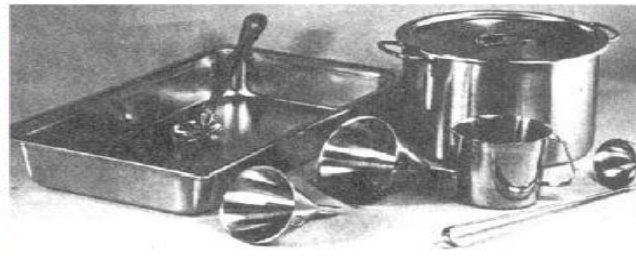
### 1.2. Με βάση τη διαδικασία παραμόρφωσης και του τρόπου χειρισμού του μετάλλου:

#### 1. παραγωγή προϊόντων με πλαστική παραμόρφωση:

- Έλαση (εν θερμώ και εν ψυχρώ)
- Σφυρηλάτηση
- Τύπωση
- Κάμψη
- Κοίλανση
- Ειδικές κατεργασίες

#### 2. παραγωγή προϊόντων με απ ευθείας κοπή

- Κοπή με σφηνοειδή εργαλεία
- Ψαλιδισμός



Εικόνα 1: Αντικείμενα που έχουν παραχθεί από Μηχανικές Διαμορφώσεις [1]

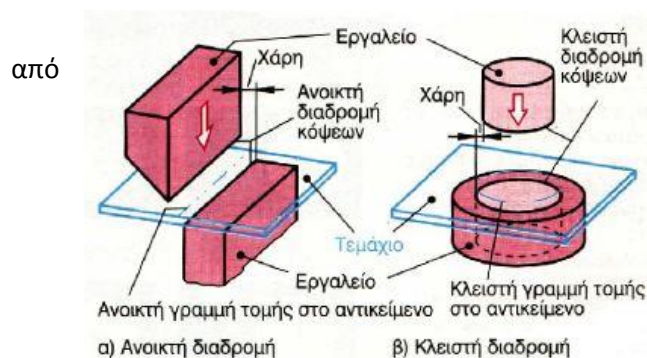
## 2. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ ΕΝ ΨΥΧΡΩ - ΟΡΟΛΟΓΙΑ

### 2.1. ΤΕΜΑΧΙΣΜΟΣ- ΚΟΠΉ- ΑΠΟΚΟΠΉ (CUTTING)

Ο τεμαχισμός κατά DIN 8588 είναι μια μέθοδος διαχωρισμού χωρίς απόβλητα. Είναι δηλαδή η κατεργασία κατά την οποία ένα τμήμα ενός υλικού αποχωρίζεται από το υπόλοιπο, κάτω από την επίδραση μια εξωτερικής δύναμης. Η δύναμη αυτή ασκείται πάνω στο υλικό μέσω ενός κοπτικού εργαλείου το οποίο είναι συνήθως δεμένο σε μια μηχανική πρέσα ή σπανιότερα σε υδραυλική πρέσα και μέσω αυτής κινείται και πιέζει το έλασμα. [1]

Δυο είναι οι μέθοδοι τεμαχισμού ο ψαλιδισμός και η κοπή με σφηνοειδή εργαλεία.

### 2.2. ΨΑΛΙΔΙΣΜΟΣ



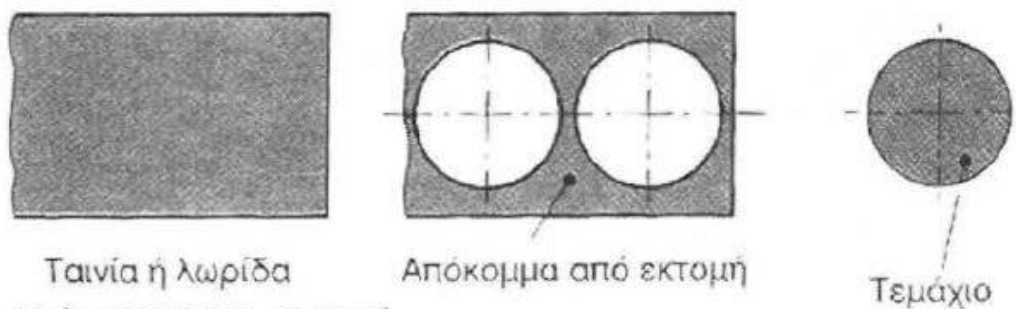
Ο ψαλιδισμός είναι η διαδικασία κατά την οποία το επεξεργαζόμενο υλικό τεμαχίζεται ειδικά κοπτικά εργαλεία τα οποία διέρχονται παράπλευρα και ωθούν το υλικό σε πλαστική παραμόρφωση και εν τέλει θραύση.

Εικόνα 2: Γραφική απεικόνιση ψαλιδισμού. [1]

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι ψαλιδισμού οι οποίες κατατάσσονται παρακάτω ανάλογα με τη θέση της γραμμής τομής.

#### 2.2.1. Η Εκτομή

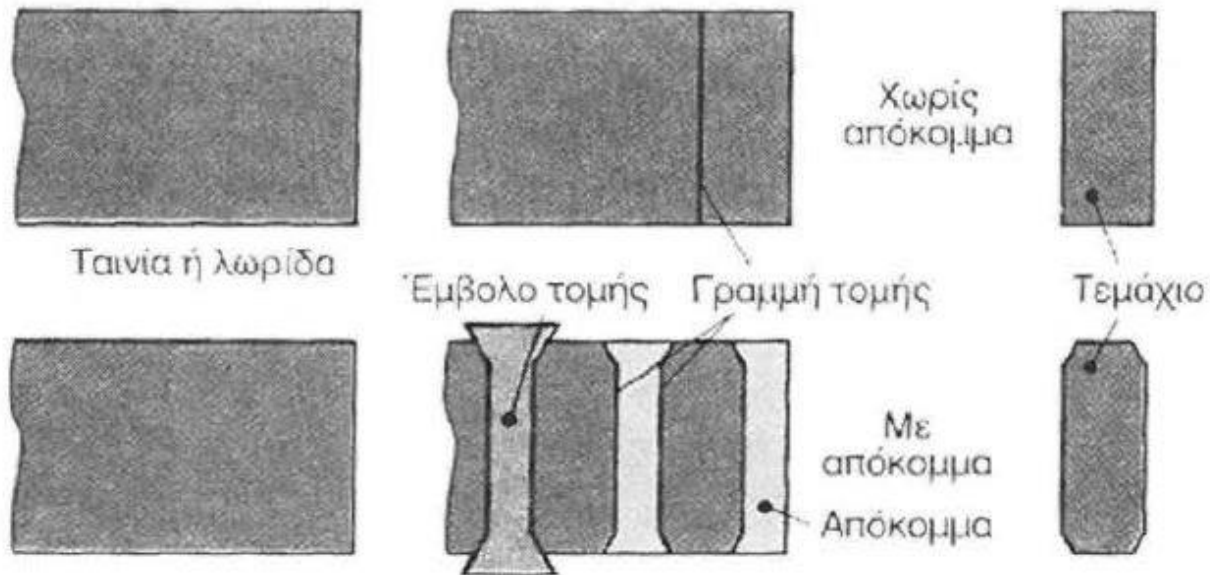
Στην κατεργασία αυτή γίνεται τομή κατά μήκος κλειστής διαδρομής με ωφέλιμη την εσωτερική επιφάνεια που σχηματίζεται. Εφαρμόζεται σε περιπτώσεις που απαιτείται ακρίβεια στις εξωτερικές διαστάσεις ενός αντικειμένου.



Εικόνα 3: Εκτομή. [1]

### 2.2.2. Η Απότμηση

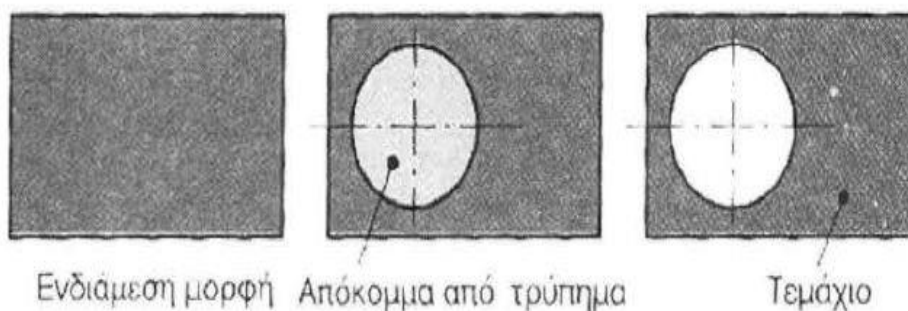
Απότμηση είναι η κατεργασία κατά την οποία αφαιρείται τμήμα από το υλικό το οποίο οριοθετείται από μια ανοικτή γραμμή τομής. Στην κατεργασία αυτή υπάρχει περίπτωση να υπάρξει απόβλητο, χωρίς όμως αυτό να είναι βέβαιο. Η μορφή του παραγόμενου τεμαχίου διαμορφώνεται μόνο από την πλευρά που έγινε η τομή και εφαρμόζεται μόνο σε απλά αντικείμενα.



Εικόνα 4: Απότμηση. [1]

### 2.2.3. Τρύπημα/Διάτρηση:

Ονομάζεται η κατεργασία στην οποία αφαιρείται εσωτερικά υλικό από επιφάνεια, κατά μήκος κλειστής διαδρομής οποιασδήποτε μορφής. Πραγματοποιείται όταν απαιτείται υψηλή ακρίβεια εσωτερικών διαστάσεων.



Εικόνα 5: Τρύπημα/Διάτρηση. [1]

#### 2.2.4. Η Κοπή Εσοχής:

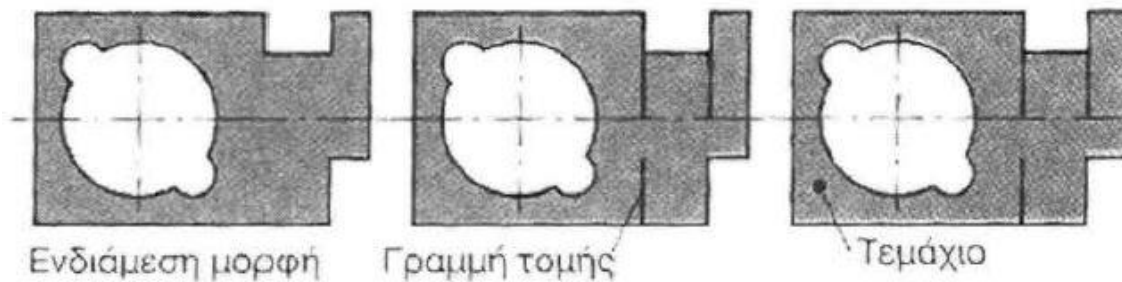
Κατεργασία η οποία χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν ενδιάμεσες φάσεις παραγωγής ενός αντικειμένου. Κατά την κοπή εσοχής αφαιρείται ένα τμήμα της επιφάνειας που οριοθετείται από ανοικτή γραμμή τομής στην εξωτερική ή εσωτερική γραμμή μορφής.



Εικόνα 6: Κοπή Εσοχής. [1]

#### 2.2.5. Η Εντομή:

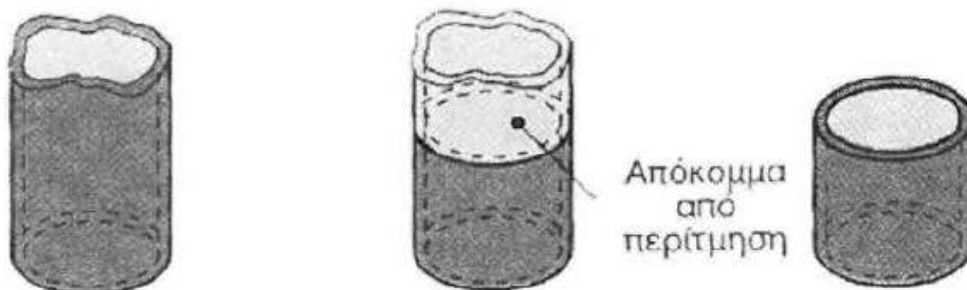
Προπαρασκευαστική κατεργασία, πραγματοποιείται σε τεμάχια στα οποία θα υπάρξει περεταίρω κατεργασία διαμόρφωσης εκτός της κοπής όπως κάμψη, κοίλανση κλπ. Πρόκειται για μερική τομή, κάθετη στο μήκος εσωτερικής ή εξωτερικής διάστασης του αντικειμένου.



Εικόνα 7: Εντομή. [1]

#### 2.2.6. Η Περίτμηση:

Είναι η διαδικασία κοπής των προεκτάσεων στα άκρα ή των προσαυξήσεων που μπορούν να προκύψουν από τις κατεργασίες. Μπορεί να εφαρμοστεί κατά μήκος κλειστής ή ανοικτής γραμμής τομής και εφαρμόζεται σε αντικείμενα στα οποία απαιτείται υψηλή ακρίβειας διαστάσεων και μορφής.



Εικόνα 8: Περίτμηση. [1]

### 2.2.7. Η Αφαίρεση Προεκταμάτων:

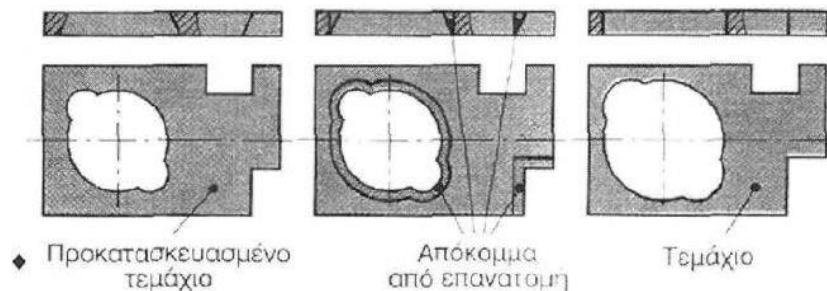
Εφαρμόζεται σε τελικά ή ενδιάμεσα προϊόντα που έχουν προέλθει από απλή χύτευση ή χύτευση υπό πίεση, όπως επίσης και σε σφυρήλατα. Με τη διαδικασία αυτή αφαιρούνται τυχόν προεκτάσεις λόγω προηγούμενης κατεργασίας.



Εικόνα 9: Αφαίρεση Προεκταμάτων. [1]

### 2.2.8. Η απόξεση/Λείανση:

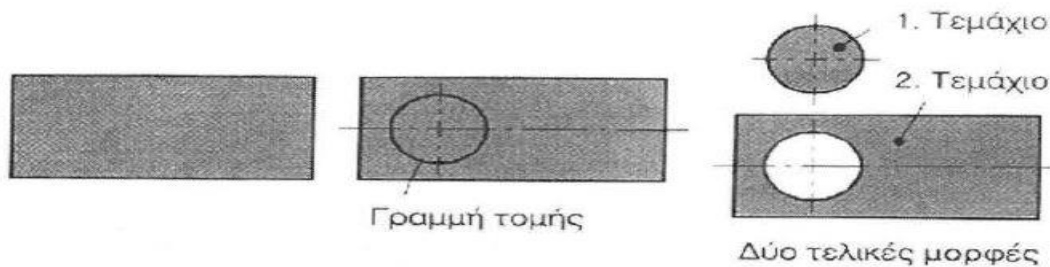
Άλλη μια κατεργασία για την απομάκρυνση πολύ μικρών επιφανειών αποβλήτου. Πρόκειται για αφαίρεση λεπτών περιθωρίων σε τεμάχια που έχο [2]υν υποστεί δεύτερη απότμηση. Εφαρμόζεται σε εσωτερικές κλειστές ή ανοιχτές γραμμές τομής όπου απαιτείται υψηλή ποιότητα επιφάνειας.



Εικόνα 10: Απόξεση/Λείανση. [1]

### 2.2.9. Η κοπή διαχωρισμού:

Η Κοπή διαχωρισμού πραγματοποιείται κατά μήκος μιας κλειστής η ανοιχτής γραμμής τομής, με σκοπό την δημιουργία πολλαπλών τεμαχίων χρησιμοποιώντας την ίδια αρχική μορφή.



Εικόνα 11: Κοπή Διαχωρισμού. [1]



Στα πλεονεκτήματα του ψαλιδισμού περιλαμβάνονται το πολύ χαμηλό ποσοστό παραγόμενου αποβλήτου, άρα και πολύ ψηλός δείκτης παραγόμενων προϊόντων ανά μονάδα υλικού, ο υψηλός ρυθμός παραγωγής, και η ικανότητα για πολύ μεγάλο αριθμό παραγωγής προϊόντων, αφού γίνεται χρήση των σύγχρονων υλικών και τεχνολογιών που επιτρέπουν μέγιστη ανθεκτικότητα.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα του τεμαχισμού είναι η χρονοβόρα κατασκευή των εργαλείων και το κόστος τους, που όμως αντισταθμίζεται από την παραγωγή μεγάλου αριθμού προϊόντων. Τα πάχη των ελασμάτων που μπορούμε να κατεργαστούμε αρχίζουν από τις πιο λεπτές ταινίες (μερικών εκατοστών του χιλιοστού) μέχρι λαμαρίνες από χάλυβα των 8 και ακόμα και των 20mm.

### 2.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΨΑΛΙΔΙΣΜΟΥ

Η διαδικασία της κοπής του ελάσματος μπορεί να χωριστεί σε διαδοχικές φάσεις με τις οποίες η συμπεριφορά του υλικού μεταβάλλεται ανάλογα με την θέση του εμβόλου. Οι φάσεις αυτές περιγράφονται παρακάτω.

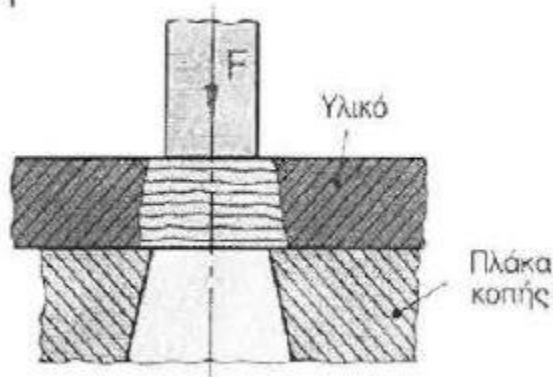
Είναι απαραίτητο να διαθέτουμε σύστημα συμπίεσης (πρέσα) και εργαλείο κοπής το οποίο αποτελείται από ένα κινητό μέρος, το έμβολο, και ένα ακίνητο μέρος, τη μήτρα πάνω στην οποία είναι τοποθετημένο το υλικό.

Η διαδικασία αρχίζει όταν το έμβολο κινούμενο από την πρέσα κατέρχεται και αρχίζει να συμπιέζει το υλικό. Η κατεργασία του τεμαχισμού εξελίσσεται σε επιμέρους στάδια τα οποία είναι:

#### 2.3.1. Φάση 1. Ελαστική παραμόρφωση:

Το υλικό παραμορφώνεται ελαστικά από το κατερχόμενο έμβολο.

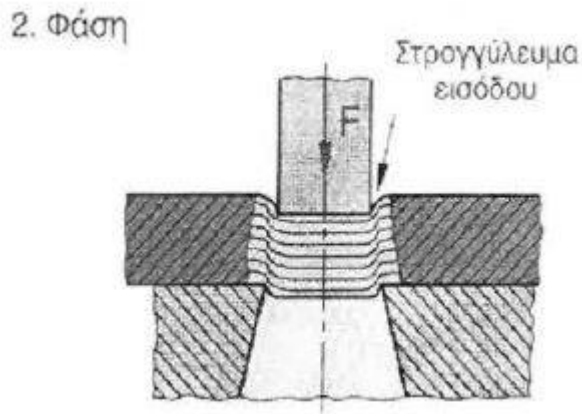
1. Φάση



Εικόνα 12: Ελαστική Παραμόρφωση. [1]

### 2.3.2. Φάση 2 Παραμένουσα Παραμόρφωση:

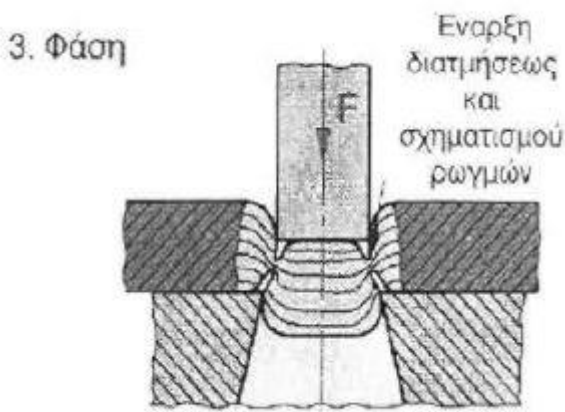
Κατά τη περαιτέρω διείσδυση του εμβόλου στο υλικό, διαστέλλονται οι ίνες του υλικού. Έχουμε υπέρβαση του ορίου ελαστικότητας του υλικού και έτσι εμφανίζεται μια μόνιμη παραμόρφωση. Το υλικό έλκεται από έξω προς την κοπτική ακμή του εμβόλου. Έτσι εμφανίζονται στο έλασμα στρογγυλεύματα των οποίων το μέγεθος εξαρτάται από το πάχος του ελάσματος και τη χάρη μεταξύ εμβόλου και μήτρας.



Εικόνα 13: Παραμένουσα Παραμόρφωση. [1]

### 2.3.3. Φάση 3 Διάτμηση:

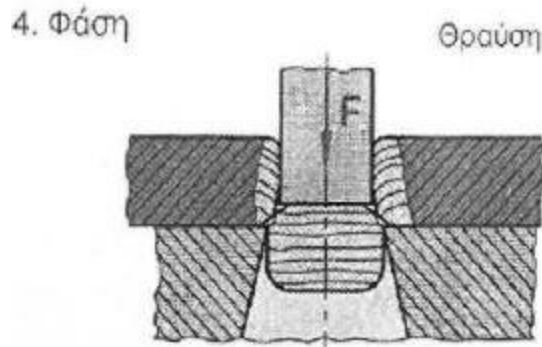
Με τη συνεχιζόμενη διείσδυση του εμβόλου γίνεται υπέρβαση του ορίου διάτμησης του υλικού, το οποίο υποβάλλεται σε διάτμηση μεταξύ των κοπτικών ακμών του εμβόλου και της μήτρας. Εκεί σχηματίζονται και οι επιφάνειες κοπής. Στην περαιτέρω πορεία δημιουργούνται ρωγμές στο υλικό στα σημεία που αυτό έρχεται σε επαφή με τις ακμές του εμβόλου και της μήτρας, οι οποίες τείνουν να συνενωθούν.



Εικόνα 14: Διάτμηση. [1]

#### 2.3.4. Φάση 4 Θραύση:

Η αντοχή της υπόλοιπης διατομής έχει εξασθενήσει τώρα τόσο πολύ, ώστε να συνεχίζεται η ανάπτυξη των ρωγμών, μέχρι τη τελική συνένωση τους οπότε έχουμε την θραύση του υλικού. Η επιφάνεια θραύσης δεν εκτείνεται τώρα κάθετα, αλλά πλάγια προς την επιφάνεια του αντικειμένου.



Εικόνα 25: Θραύση. [1]

#### 2.3.5. Φάση 5 Λείανση των επιφανειών κοπής:

Μετά το διαχωρισμό του υλικού, το έμβολο υποχωρεί (προς τα πάνω). Κατά την κίνηση αυτή το έμβολο πιέζεται από τις δυνάμεις επαναφοράς του υλικού. Με αυτό το τρόπο προκαλείται μια πρόσθετη λείανση της επιφάνειας κοπής. Το υλικό που περισφίγγει το έμβολο απομακρύνεται με τη βοήθεια ενός εξολκέα όταν ανέρχεται το έμβολο.

#### 2.3.6. Φάση 6 Επανάταξη:

Μετά την επιστροφή του εμβόλου σημειώνεται μια ελαστική επαναφορά του υλικού. Αυτή η επαναφορά έχει ως αποτέλεσμα την πολύ μικρή ελάττωση της διαμέτρου των οπών και την αύξηση της διαμέτρου των αποκοπόμενων τεμαχίων, σε σχέση με αυτές του εμβόλου και της μήτρας.

## 3. ΠΡΕΣΕΣ [2]

Οι πρέσες είναι τα μηχανήματα με τα οποία πραγματοποιούνται όλες οι μηχανικές διαμορφώσεις. Χρησιμοποιώντας μηχανική ή υδραυλική ενέργεια μπορούν να ασκήσουν μεγάλες δυνάμεις ώστε να διεξαχθούν μια σειρά από κατεργασίες διαμόρφωσης. Διακρίνονται ανάλογα με τον τύπο τους, την απόδοση, την πηγή ενέργειας κτλ.

Οι πρέσες έχουν την ικανότητα να επιτρέπουν την τοποθέτηση πάνω σε αυτές διάφορων εργαλείων. Έτσι όταν πρόκειται να εκτελέσουμε κάποια κατεργασία διαμόρφωσης παίρνουμε το κατάλληλο για τη διαμόρφωση που επιθυμούμε εργαλείο, το στερεώνουμε αφού πρώτα το ευθυγραμμίσουμε πάνω στην πρέσα και έπειτα μπορούμε να ξεκινήσουμε την κατεργασία. Οι πρέσες



όπως αναφέρθηκε παραπάνω μπορούν να είναι μηχανικές ή υδραυλικές. Στις μηχανικές πρέσες ένας στρόφαλος χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας, ενώ στις υδραυλικές ένα ή περισσότερα έμβολα δίνουν την ενέργεια που χρειαζόμαστε. Τα δυο αυτά είδη πρεσών διαφέρουν μεταξύ τους εκτός από την πηγή ενέργειας και στον τρόπο λειτουργίας. Βασικές διαφορές τους είναι:

Οι υδραυλικές πρέσες εξασκούν σταθερή δύναμη ανά εμβολισμό, ενώ στις μηχανικές, η δύναμη εξαρτάται από την εκάστοτε θέση του διωστήρα.

Στις υδραυλικές πρέσες το μήκος του εμβολισμού μπορεί να οριστεί εύκολα και με ακρίβεια, πράγμα που δεν συμβαίνει με τις μηχανικές.

Η ταχύτητα εμβολισμού στις υδραυλικές πρέσες μπορεί να ρυθμιστεί μέσα σε ένα μεγάλο εύρος, ενώ στις μηχανικές, περιορίζεται από τον τύπο του κιβωτίου ταχυτήτων.

Οι υδραυλικές πρέσες δεν μπορούν να υπερφορτιστούν και έτσι να υποστούν ζημιές, αφού όταν η δύναμη που εξασκείται ξεπεράσει μια οριακή τιμή, η υδραυλική πρέσα σταματά. Αντιθέτως οι μηχανικές πρέσες, αν δεν διαθέτουν ειδική διάταξη για υπερφόρτιση, συνεχίζουν να λειτουργούν ακόμα και αν υπερφορτωθούν και έτσι κινδυνεύουν να υποστούν σοβαρές ζημιές.

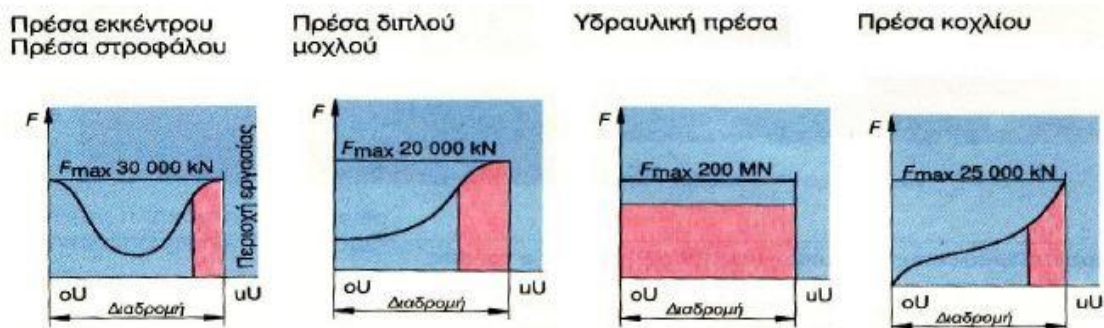
Οι μηχανικές πρέσες επανέρχονται γρηγορότερα σε σχέση με τις υδραυλικές και έτσι είναι καλύτερες όταν απαιτείται υψηλός ρυθμός παραγωγής.

Επειδή η μηχανική ενέργεια αποθηκεύεται στο στρόφαλο, οι μηχανικές πρέσες χρησιμοποιούν μικρότερο κινητήρα. Σε αρκετές περιπτώσεις το μέγεθος του κινητήρα που απαιτείται να έχει μια μηχανική πρέσα, μπορεί να είναι 2,5 φορές μικρότερο από μια υδραυλική.

Η ταχύτητα του εμβόλου στις μηχανικές πρέσες είναι μεγαλύτερη, με συνέπεια οι μηχανικές πρέσες να είναι αποδοτικότερες στον τεμαχισμό που απαιτείται μεγάλο κρουστικό φορτίο. Αντίστοιχα στις υδραυλικές πρέσες λόγω του μεγάλου κρουστικού φορτίου υπάρχει κίνδυνος να υποστεί βλάβη το υδραυλικό σύστημα.

### 3.1. ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΡΕΣΩΝ

Για την επιλογή της κατάλληλης για κάθε κατεργασία πρέσας πρέπει να γνωρίζουμε αρκετά στοιχεία τόσο για την πρέσα όσο και για την ίδια τη κατεργασία που πρόκειται να διεξάγουμε. Σε γενικές γραμμές όμως μπορούμε να πούμε ότι αν γνωρίζουμε το διάγραμμα της μεταβολής της δύναμης που ασκεί η πρέσα σε συνάρτηση με τη διαδρομή του εμβολισμού, μπορούμε να επιλέξουμε την κατάλληλη πρέσα.

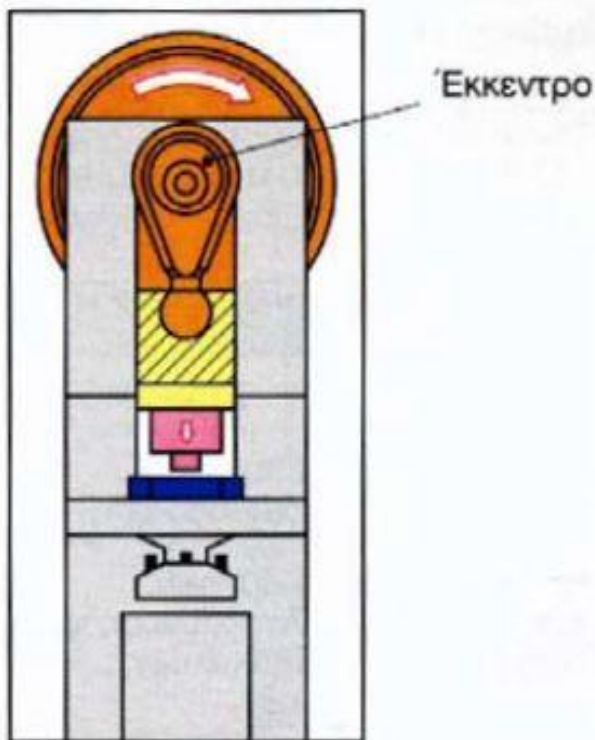


Εικόνα 16: Τυπικά διαγράμματα μεταβολής της δύναμης σε συνάρτηση με την διαδρομή του εμβόλου.

Στο σχήμα παρουσιάζονται τα διαγράμματα δύναμης-διαδρομής της ωστικής κεφαλής, για τα διάφορα τυπικά είδη των πρέσων. Παρατηρώντας το σχήμα βλέπουμε ότι στις πρέσες έκκεντρου και στροφάλου η δύναμη της πρέσας μεταξύ του άνω και κάτω νεκρού σημείου μειώνεται σημαντικά. Συνεπώς δεν πρέπει να γίνεται κατεργασία τεμαχίου σε αυτή τη περιοχή που η πρέσα διαθέτει ελάχιστη δύναμη. Έτσι οι κατεργασίες για τις οποίες είναι κατάλληλες αυτές οι πρέσες είναι η κοπή και η κάμψη. Οι υδραυλικές πρέσες παρουσιάζουν την ιδιότητα του να διατηρούν σταθερή δύναμη σε όλο το μήκος του εμβολισμού. Από την αρχή του εμβολισμού δηλαδή οι πρέσες αυτού του τύπου μπορούν να αποδώσουν τη μέγιστη δύναμη και να τη διατηρήσουν σταθερή. Αυτό είναι αναγκαίο κατά την κοίλανση και τη διάτρηση. Οι πρέσες διπλού μοχλού στην αρχή της διαδρομής αποδίδουν σχεδόν το ένα τρίτο της μέγιστης δύναμης και σταδιακά έως το κάτω νεκρό σημείο αποδίδουν τη μέγιστη δύναμη. Έτσι είναι κατάλληλες για διαμορφώσεις που στην αρχή τους χρειάζεται μικρή δύναμη και κατά το τέλος της παραμόρφωσης απαιτείται η μέγιστη δύναμη. Τέτοιες κατεργασίες είναι η κοπή, η κάμψη και η τύπωση. Στις πρέσες κοχλία η δύναμη στην αρχή της διαδρομής είναι μηδέν και γίνεται μέγιστη στο τέλος της διαδρομής. Η ιδιαιτερότητα τους αυτή τις κάνει κατάλληλες για κατεργασίες διαμόρφωσης σε μήτρες όπου το εργαλείο έρχεται σε επαφή με το προς διαμόρφωση υλικό στο κάτω νεκρό σημείο της κίνησης της ωστικής κεφαλής της πρέσας.

### 3.1.1. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΡΕΣΕΣ

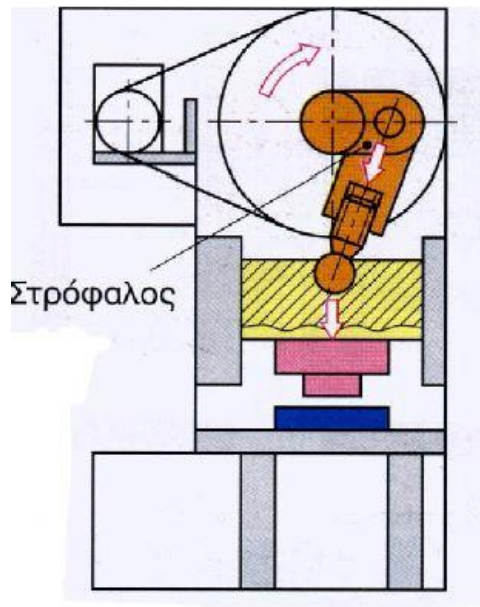
Στις μηχανικές πρέσες η ενεργεία που παράγεται από τον κινητήρα αποθηκεύεται στον στρόφαλο και από εκεί ανάλογα με το είδος της μηχανικής πρέσας μεταφέρεται στην ωστική κεφαλή. Διακρίνονται σε:



#### 3.1.1.1. Πρέσες έκκεντρου.

Στις πρέσες έκκεντρου απλής ενέργειας, ο άξονας τους κινείται από έναν κινητήρα μέσω σφονδύλου, συμπλέκτη και μιας διάταξης φρένου. Στο κόμβιο του έκκεντρου αυτού άξονα βρίσκεται ένας έκκεντρος δακτύλιος, συνδεδεμένος μέσω οδοντωτού δακτύλιου με τον άξονα. Όταν λυθεί ο οδοντωτός δακτύλιος, τότε μπορεί να στραφεί ο έκκεντρος δακτύλιος ανεξάρτητα από τον άξονα. Έτσι μπορεί να μεταβληθεί η διαδρομή της ωστικής κεφαλής της πρέσας. Η παλινδρομική κίνηση της πρέσας μεταφέρεται μέσω διωστήρα μεταβλητού μήκους (παρεμβάλλεται ένας κοχλίας), στην ωστική κεφαλή.

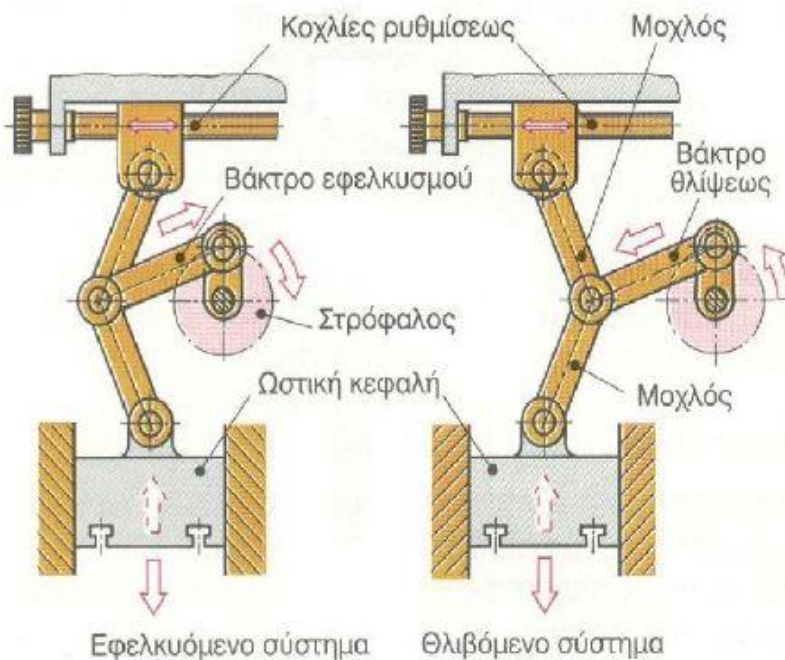
Εικόνα 17: Πρέσα Έκκεντρου. [1]



Εικόνα 18: Πρέσα Στροφάλου.

### 3.1.1.2. Πρέσες στροφάλου:

Η κίνηση της ωστικής κεφαλής επιτυγχάνεται με σύστημα διωστήρα στροφάλου. Από το περιστρεφόμενο στρόφαλο η κίνηση μεταφέρεται στην ωστική κεφαλή μέσω ενός στιβαρού διωστήρα. Εδώ δεν μπορεί να μεταβληθεί η διαδρομή της παλινδρομικής κίνησης, μπορεί όμως να κινηθεί η ωστική κεφαλή μέσω μιας σφαιρικής ατράκτου και έτσι να επιτύχουμε τη σωστή τοποθέτηση κάποιου εργαλείου στην πρέσα. Οι πρέσες στροφάλου μπορούν να ασκήσουν δυνάμεις από 1250 – 40000KN.



Εικόνα 19: Πρέσα Διπλού Μοχλού.

### 3.1.1.3. Πρέσες διπλού μοχλού:

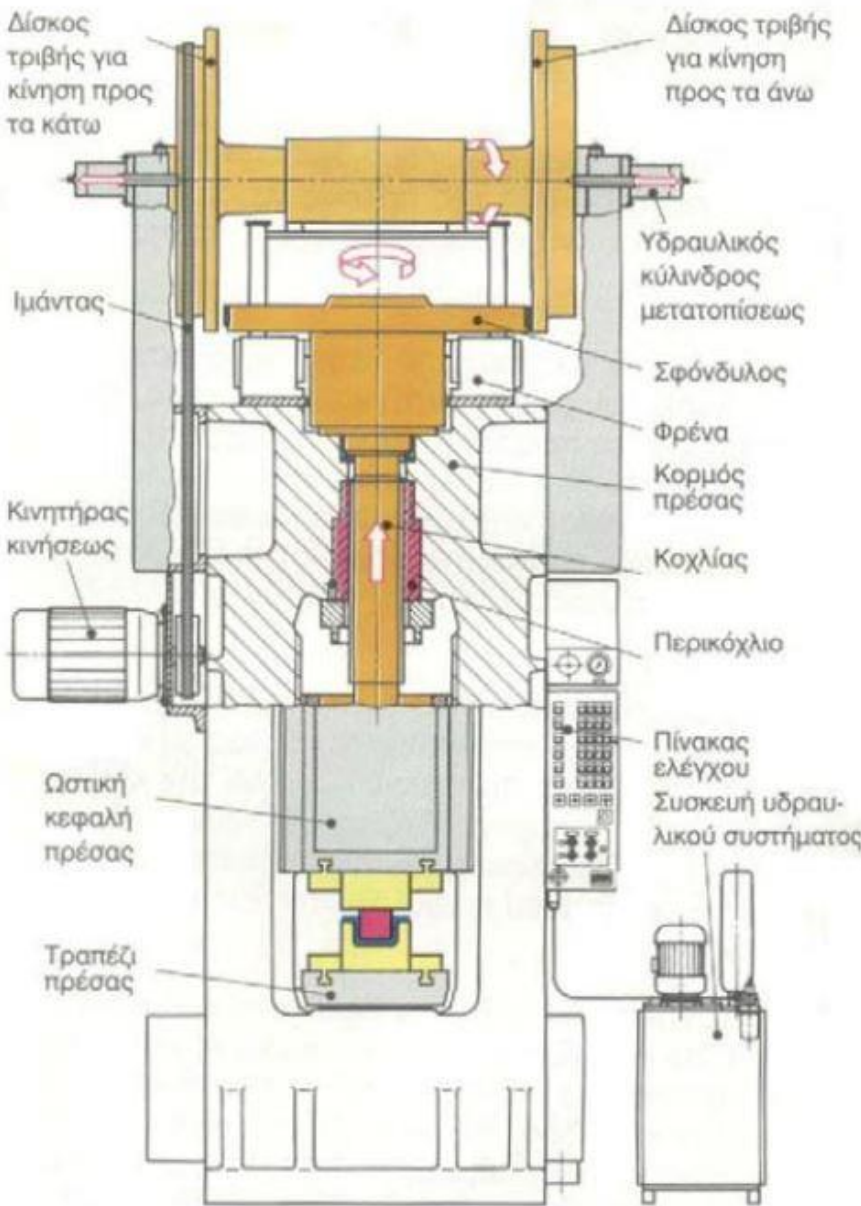
Η περιστροφική κίνηση του στροφάλου μεταφέρεται με μια ελκτική ή θλιπτική ράβδο στους μοχλούς. Αυτά τα συστήματα κίνησης διακρίνονται σε εφελκόμενα και σε θλιβόμενα συστήματα. Κατά την κίνηση των μοχλών, η ωστική κεφαλή κινείται προς τα κάτω και εμφανίζονται στο κάτω νεκρό σημείο πολύ μεγάλες δυνάμεις. Με μεταβολή του άνω κέντρου στροφής του ενός μοχλού με ένα ρυθμιστικό κοχλία μπορεί να ρυθμιστεί με ακρίβεια, η θέση του εργαλείου που απαιτείται για την διεξαγωγή της κάθε κατεργασίας. Οι πρέσες διπλού μοχλού μπορούν να ασκήσουν δυνάμεις από 250-36000KN και είναι κατάλληλες για τύπωμα και λεπτή κοπή διότι η δύναμη της πρέσας αυξάνεται με αργό ρυθμό έως τη μέγιστη τιμή της.



### 3.1.1.4. Πρέσες κοχλία

Οι πρέσες κοχλία χαρακτηρίζονται ως πρέσες με εξάρτηση από την ενεργεία. Τις

χαρακτηρίζουμε έτσι γιατί η κίνηση τους εξαρτάται από την ενέργεια που έχει κάποιο σώμα λόγω της πρόωσης του, της περιστροφής το κτλ. Η μεταφορά της ενέργειας αυτής στην ωστική κεφαλή της πρέσας πραγματοποιείται, ανάλογα με το σκοπό, το μέγεθος, και το κατασκευαστικό είδος, σε μια θέση ή σε δυο ή σε τέσσερις θέσεις. Για το λόγο αυτό οι πρέσες αυτές ονομάζονται αντίστοιχα και πρέσες ενός, δυο ή τεσσάρων σημείων.



Εικόνα 20: Πρέσα Κοχλία. [1]

Οι πρέσες κοχλία(Friction) χρησιμοποιούνται για την κατασκευή προϊόντων συμπίεσης εν ψυχρώ ή εν θερμώ και για εργασίες τυπώματος. Μετά την απελευθέρωση της πρέσας ο κοχλίας αρχίζει να περιστρέφεται παρασυρόμενος από ένα δίσκο τριβής. Ταυτόχρονα βιδώνεται η άτρακτος αυτή στο σπείρωμα του περικοχλίου του κορμού της πρέσας και κινεί την ωστική κεφαλή μαζί με το άνω μέρος του

εργαλείου προς τα κάτω. Η μήτρα στο άνω μέρος του εργαλείου συναντά με ορμή και μεγάλη ταχύτητα το υλικό και διαμορφώνει έτσι το τεμάχιο μέσα στο κλειστό πλέον καλούπι. Με ένα δεύτερο δίσκο τριβής αρχίζει η αντίστροφη κίνηση της ωστικής κεφαλής. Αυτό το είδος της κίνησης ονομάζεται Friction (αγγλ: το προερχόμενο από τριβή). Οι δυνάμεις για την παραμόρφωση του υλικού προέρχονται από την κινητική ενέργεια της άτρακτος και του σφονδύλου.

### 3.1.2. ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΠΡΕΣΕΣ

Οι πρέσες αυτές παίρνουν την δύναμη τους από το συμπιεσμένο λαδί ή αέρα ή άλλο ρευστό που τους παρέχεται. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται πρέσες με εξάρτηση από τη δύναμη. Το μέγεθος του παραγόμενου έργου της πρέσας εξαρτάται από την ισχύ της αντλίας και από τη διατιθέμενη επιφάνεια του εμβόλου.

Στις υδραυλικές πρέσες το εμβολο είναι συνδεδεμένο απ ευθείας με τον φορέα των εργαλείων και την ωστική κεφαλή μέσω ενός στιβαρού βάκτρου. Με την ενεργοποίηση της πρέσας, μια υδραυλική αντλία πιέζει το υδραυλικό ρευστό το οποίο μέσω μιας βαλβίδας έλεγχου περνά στο χώρο του κυλίνδρου επάνω από το έμβολο. Έτσι ενεργώντας το ρευστό στην επιφάνεια του εμβόλου, μεταφέρει την απαιτούμενη δύναμη.



Η κίνηση της πρέσας μπορεί να είναι οριζόντια ή κατακόρυφη, ταυτόχρονα τόσο η δύναμη όσο και η ταχύτητα του εμβόλου μπορούν να ρυθμιστούν με ακρίβεια στις ανάγκες της κάθε κατεργασίας. Η διαδρομή της ωστικής κεφαλής στις πρέσες αυτού του τύπου μπορεί να περιοριστεί σε οποιαδήποτε θέση της συνολικής διαδρομής μέσω των βαλβίδων έλεγχου. Οι υδραυλικές πρέσες ασκούν δυνάμεις έως 20000KN και χρησιμοποιούνται ως πρέσες σφυρηλασίας, λεπτής κοπής και κυρίως ως πρέσες κοίλανσης λόγω της σταθερής δύναμης που ασκούν σε όλο το μήκος του εμβολισμού.

Εικόνα 21: Υδραυλική Πρέσα.



### 3.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΡΕΣΩΝ

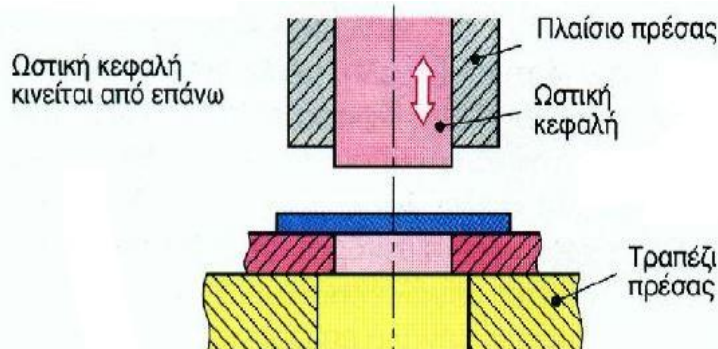
Οι πρέσες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους χαρακτηρίζονται σαν:

- Πρέσες απλής ενέργειας
- Πρέσες διπλής ενέργειας
- Πρέσες σύνθετης ενέργειας.

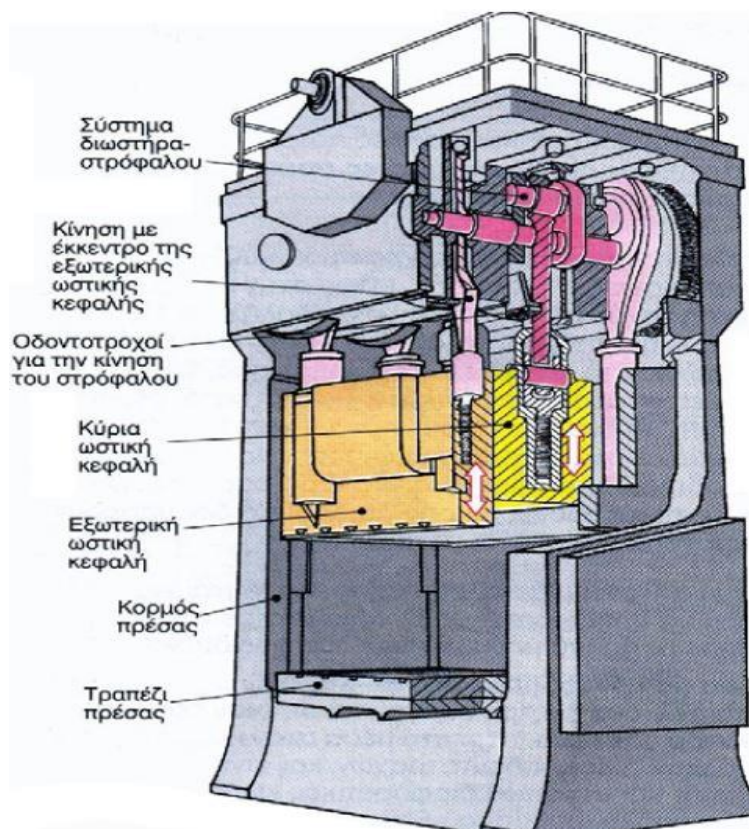
Οι διαφορές στον τρόπο λειτουργίας αυτών των πρεσών είναι ο αριθμός των κινήσεων που μπορούν να πραγματοποιήσουν ταυτόχρονα ή διαδοχικά. Η δυνατότητα αυτών των πρεσών είναι πολύ σημαντική γιατί πολλές φορές κατά τις μηχανικές διαμορφώσεις πρέπει να εκτελεστούν διαφορετικές αλλά εναρμονισμένες μεταξύ τους κινήσεις της πρέσας.

Πρέσες απλής ενέργειας είναι οι πρέσες που διαθέτουν μια ωστική κεφαλή πάνω στην οποία είναι στερεωμένο το εμβολο ή το πάνω μέρος του εργαλείου διαμόρφωσης. οι πρέσες αυτές μπορούν

να εκτελέσουν μόνο μια παλινδρομική κίνηση και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή αντικειμένων απλού σχήματος.



Εικόνα 23: Λειτουργία Πρέσας Απλής Ενέργειας.

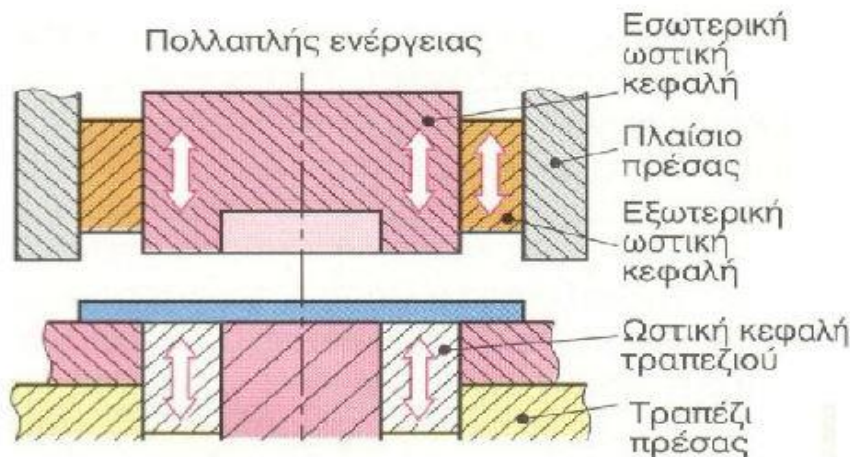


Εικόνα 34: Πρέσα Διπλής Ενέργειας.

Πρέσες διπλής ενέργειας ονομάζονται εκείνες οι πρέσες που μπορούν να εκτελέσουν δυο κινήσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους. Διαθέτουν δυο ωστικές κεφαλές μια εσωτερική και μια εξωτερική. Αν για παράδειγμα χρησιμοποιηθεί μια τεράστια πρέσα για κοίλανση τότε η εξωτερική ωστική κεφαλή φέρει τον συγκρατητή, ενώ η εσωτερική που ονομάζεται και κύρια ωστική κεφαλή, φέρει το εμβολο της κοίλανσης.

Ωστόσο η δεύτερη ωστική κεφαλή μπορεί να βρίσκεται και στο κάτω μέρος της πρέσας (στο τραπέζι της πρέσας). Η κίνηση αυτής της ωστικής κεφαλής μας χρησιμεύει για αλλού είδους κατεργασίες πχ. τη διάτρηση τεμαχίων που έχουν υποστεί κοίλανση από την κίνηση της

κύριας ωστικής κεφαλής της πρέσας. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργίας εξοικονομούμε χρόνο, προσωπικό και αριθμό πρεσών. Η κίνηση της ωστικής κεφαλής που βρίσκεται στο τραπέζι της πρέσας, επιτυγχάνεται είτε με συμπιεσμένο αέρα, είτε με υδραυλικούς κυλίνδρους και μεταφέρεται με πέρους στο εργαλείο μέσω κάποιων διαμπερών οπών του τραπεζιού της πρέσας.



Εικόνα 25: Λειτουργία Πρέσας Πολλαπλής Ενέργειας.

πρέσας μπορούν να ελέγχουν με μηχανικό τρόπο μέσω ανταλλάξιμων έκκεντρων δίσκων έλεγχου ή ηλεκτρονικά μέσω αισθητήριων διαδρομής και αξιολόγησης της θέσης. Σε μια πρέσα με ηλεκτρονικό σύστημα έλεγχου, η διαδρομή, η ταχύτητα και η δύναμη του εμβολισμού μπορούν να ρυθμιστούν με απολυτή ακρίβεια, να απομνημονευτούν από το μηχάνημα και να αναπαραχθούν.

Μια άλλη κατηγορία πρεσών είναι οι πρέσες βαθμίδων οι οποίες συνήθως διαθέτουν μια πλατιά ωστική κεφαλή. Η διαφορά αυτών των πρεσών με τις προηγούμενες είναι ότι διαθέτουν ένα σύστημα με αρπάγες, προσαρμοσμένο στη μορφή του αντικείμενου που κατεργαζόμαστε.

Τα εργαλεία των επιμέρους βαθμίδων κατεργασίας διατάσσονται το ένα διπλά στο άλλο και το προς κατεργασία τεμάχιο μεταφέρεται από τη διάταξη μεταφοράς (αρπάγες) από εργαλείο σε

εργαλείο. Η ωστική κεφαλή φέρει τη διάταξη των εργαλείων και σε κάθε της εμβολισμό παράγεται και μια ενδιάμεση μορφή του αντικείμενου. Η μεταφορά του τεμαχίου γίνεται κατά την άνοδο της ωστικής κεφαλής πράγμα που εξοικονομεί χρόνο στην όλη κατεργασία. Η διάταξη μεταφοράς του αντικείμενου είναι συζευγμένη, μέσω συστήματος κινήσεως με την πρέσα. Έτσι τα αντικείμενα κινούνται οριζόντια από την βαθμίδα κατεργασίας στην επόμενη όταν ανέρχεται η ωστική κεφαλή.

Για την κατασκευή τέτοιων συστημάτων μεταφοράς χρησιμοποιούνται έτοιμα εξαρτήματα. Αυτά είναι προσαρμοσμένα με ακρίβεια στο εκάστοτε προϊόν. Με αυτόν τον



Εικόνα 26: Βαθμωτή Πρέσα.

τρόπο εξοικονομείται χρόνος κατά την προετοιμασία της πρέσας και των εργαλείων μιας κατεργασίας.

### 3.3. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΕ ΠΡΕΣΕΣ

Για την βελτίωση της παραγωγής και την αποφυγή ατυχημάτων, τοποθετούνται στις πρέσες διάφορες βοηθητικές συσκευές. Οι συσκευές αυτές μπορεί να είναι μηχανισμοί προώθησης του υλικού, μηχανισμοί ευθυγράμμισης του τεμαχίου, μηχανισμοί απομάκρυνσης των αποκομμάτων, συσκευές επιτήρησης των εργαλείων, συσκευές ασφάλειας κλπ.

#### 3.3.1. Μηχανισμοί μεταφοράς και ευθυγράμμισης κατεργαζόμενου υλικού.

Η αυτόματη προώθηση του υλικού στην πρέσα επιτυγχάνεται με τη χρήση των συσκευών προώθησης. Η συσκευή αυτές μόλις αρχίσει η άνοδος της ωστικής κεφαλής, προωθούν το υλικό κατά ένα ορισμένο βήμα το οποίο είναι προκαθορισμένο και έχει ρυθμιστεί με ακρίβεια. Η προώθηση γίνεται με κυλίνδρους μεταφοράς ή με λαβίδες μεταφοράς που διαθέτει η προωθητική συσκευή. Αν στο εργαλείο της κατεργασίας έχουν τοποθετηθεί πίστοι-πιλότοι, τότε θα πρέπει να απελευθερώσουν την ταινία κατά τη στιγμή της προώθησης, ώστε αυτή να πάρει τη σωστή θέση μέσα στο εργαλείο από τους πίστους-πιλότους χωρίς κίνδυνο ζημιών. Για την επιτήρηση του εντοπισμού του υλικού μπορούν να τοποθετηθούν φωτοκύτταρα. Σε περίπτωση που την διαδικασία της προώθησης την επιτηρούμε με ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου, τότε θα πρέπει να προγραμματιστούν χωριστά οι συσκευές προώθησης.

Οι μηχανισμοί ευθυγράμμισης του τεμαχίου βρίσκονται προς την πλευρά της πρέσας και ευθυγραμμίζουν το τεμάχιο καθώς αυτό έρχεται από το σύστημα προώθησης.

#### 3.3.2. Μηχανισμοί ασφάλειας και επιτήρησης.

Για την επιτήρηση του εργαλείου και της μηχανής πρέπει να συγκεντρωθούν στοιχεία από την επιχείρηση ώστε αυτά να αξιολογηθούν. Τα στοιχεία αυτά συλλέγονται με τις συσκευές συγκέντρωσης στοιχείων που βρίσκονται στις πρέσες είτε κεντρικά, είτε παράπλευρα. Η παραγωγή ελέγχεται σύμφωνα με κριτήρια καθορισμένα εκ των προτέρων. Η επιτήρηση γίνεται με τη βοήθεια αισθητήρων πχ φωτοκύτταρων, οπτικών μετρητών, μηχανικών επαφών, δυναμόμετρων και διατάξεων απαρίθμησης. Όλα αυτά τα εξαρτήματα μπορούν να τοποθετηθούν σε ένα εργαλείο διαμόρφωσης και να μας δώσουν τις πληροφορίες που επιθυμούμε.

Για την αποφυγή ατυχημάτων κατά τη λειτουργία των πρεσών τοποθετούνται σε αυτές διάφορες συσκευές ασφαλείας. Ο ρόλος των συσκευών αυτών είναι να μην επιτρέπουν στην πρέσα να λειτουργεί αν δεν ικανοποιούνται κάποιες προϋποθέσεις πχ η ταυτόχρονη πίεση από τον χειριστή δυο διακόπτων, η κάθοδος του κλωβού ασφαλείας, η αδεία από το φωτοκύτταρο κτλ.

Κλωβοί προστασίας ή πλέγματα ασφαλείας ή απωθητήρες χεριών είναι κατασκευασμένα από πλαστικό γυαλί (ακρυλική ύαλο) και τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο πάνω στις πρέσες ώστε η κάθοδος της ωστικής κεφαλής να είναι δυνατή, μονό αν έχει τοποθετηθεί η προστατευτική διάταξη μπροστά από το εργαλείο.

Η λειτουργία με δυο χεριά χρησιμοποιείται συχνά στις μικρές και μεσαίου μεγέθους πρέσες. Όταν τελειώσουν οι προκαταρκτικές εργασίες πχ η τοποθέτηση του τεμαχίου, η προώθηση της ταινίας κλπ για την κάθοδο της ωστικής κεφαλής πρέπει ο χειριστής να πιέσει ταυτόχρονα δυο κουμπιά (λογική



and) η να κινήσει δυο μοχλούς. Έτσι εξασφαλίζεται ότι τα χεριά του χειριστή είναι απομακρυσμένα από τα επικίνδυνα σημεία του μηχανήματος.

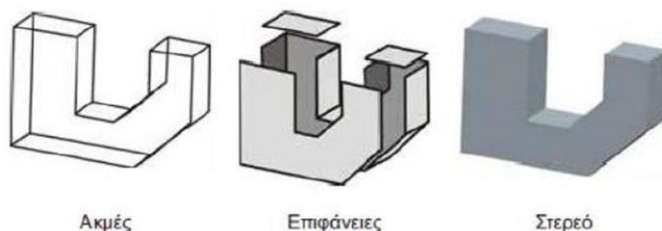
Τα φωτοκύτταρα μπορούν να καλύψουν τις επικίνδυνες περιοχές της πρέσας, αντί ενός πλέγματος προστασίας. Το σύστημα αποτελείται από μια πηγή ακτινών και από ένα ανακλαστήρα τοποθετημένο απέναντι από την πηγή. Οι ακτίνες που εκπέμπονται από την πηγή ανακλώνται στον ανακλαστήρα και επιστρέφουν στην πηγή. Αν για κάποιο λόγο διακοπεί η φωτεινή δέσμη πχ από το χέρι κάποιου χειριστή, τότε το κατερχόμενο εμβολο στάματα με τη βοήθεια μιας ηλεκτρονικής διάταξης. Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούνται συνήθως σε πρέσες που εργάζονται με διαρκή λειτουργία και τις περισσότερες φορές χωρίς συνεχή επιτήρηση.

#### 4. ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ

Για τη μοντελοποίηση των τρισδιάστατων αντικειμένων αναπτύχθηκαν διάφορες μεθοδολογίες με διαφορετικές δυνατότητες μοντελοποίησης, ανάλυσης και ποικιλίας αντικειμένων που καλύπτουν. Αυτές είναι:

- Μοντέλα ακμών (wireframe models)
- Μοντέλα επιφανειών (surface models)
- Μοντέλα στερεών (solid models)
- Παραμετρικά μοντέλα (solid parametric and feature-based models)

Σήμερα τα μοντέλα ακμών χρησιμοποιούνται ως ενδιάμεσο στάδιο για την δημιουργία των μοντέλων επιφανειών καθώς σε αυτά και τα μοντέλα στερεών βασίζονται τα περισσότερα συστήματα τρισδιάστατης απεικόνισης. Η επιλογή της μεθόδου μοντελοποίησης είναι συνάρτηση της εφαρμογής και δεν αφορά τον χρήστη ο οποίος περιορίζεται στην χρήση των παρεχόμενων από το λογισμικό εργαλείων για την δημιουργία της γεωμετρίας του μοντέλου.



Εικόνα 27: Τύποι Τρισδιάστατων Μοντέλων. [3]

#### 4.1. COMPUTER AIDED DESIGN ( CAD )

Ως CAD (Computer Aided Design) ορίζεται η διαδικασία σχεδίασης με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή. Μέσω κατάλληλου γραφικού περιβάλλοντος ο χρήστης αλληλεπιδρά με τον υπολογιστή με σκοπό την δημιουργία ενός τρισδιάστατου μοντέλου του προϊόντος. Σε αυτό το περιβάλλον μπορεί να σχεδιάσει εξ αρχής το προϊόν, να το μεταβάλει, να το αναλύσει και τελικώς να βελτιστοποιήσει αυτό καθαυτό το σχέδιο, καθώς και την διαδικασία που θα ακολουθηθεί για την τελική παραγωγή του όπως και άλλες κάθετες εφαρμογές. Ο τρόπος αυτός σχεδίασης βασίζεται στην τεχνολογία των γραφικών, των βάσεων δεδομένων, της μαθηματικής μοντελοποίησης και της προσομοίωσης.



Εικόνα 28: Τρισδιάστατη Σχεδίαση σε Η/Υ.

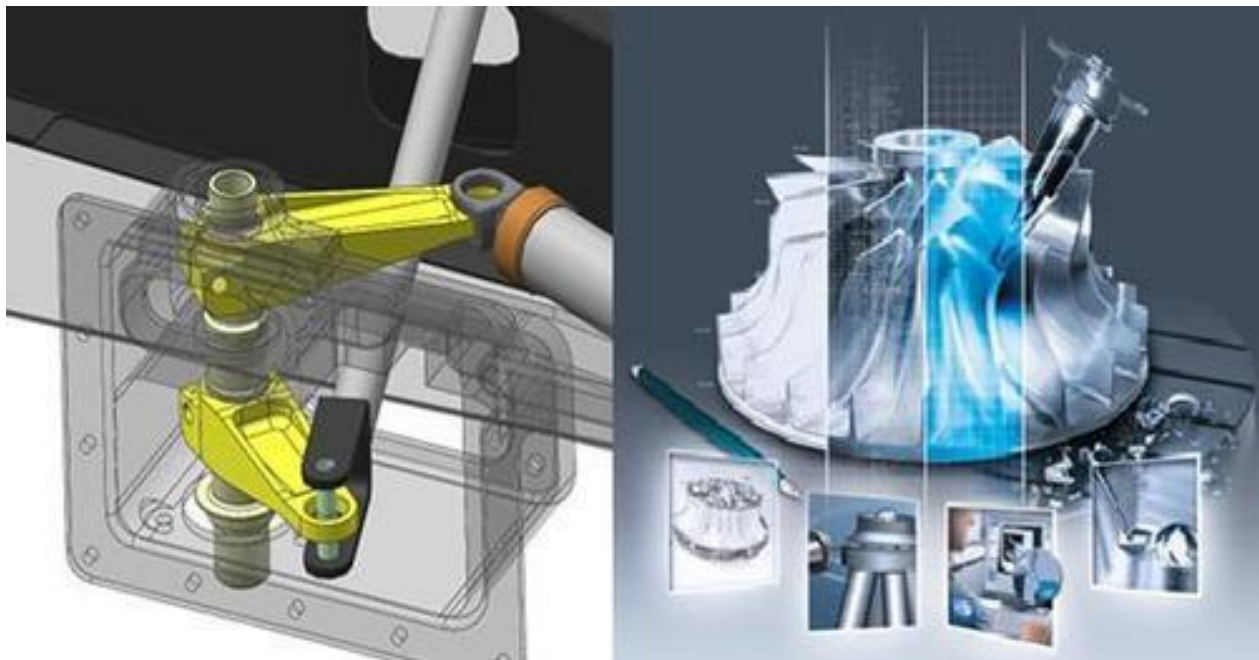
#### 4.2. COMPUTER AIDED MANUFACTURING ( CAM )

Ως συστήματα CAM ορίζεται ο προγραμματισμός και η εκτέλεση των διαδικασιών παραγωγής ενός προϊόντος σε ψηφιακό επίπεδο με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού σε υπολογιστή. Η φυσική εκτέλεση των διαδικασιών παραγωγής γίνεται σε ένα ή παραπάνω μηχανήματα αυτόματης καθοδήγησης με χρήση αριθμητικού ελέγχου CNC με στόχο την ακριβέστερη κατεργασία του προϊόντος. Ακόμα παρέχεται η δυνατότητα προγραμματισμού της αλληλεπίδρασης και του χρόνου συμμετοχής των μηχανών στην παραγωγική διαδικασία αν το σύστημα εφαρμόζεται σε τμήμα ή και ολόκληρη την γραμμή παραγωγής. Ο πρωταρχικός στόχος του είναι να δημιουργήσει μια ταχύτερη

διαδικασία παραγωγής, βελτιστοποίηση της χρήσης εξαρτημάτων και εργαλείων με συνέπεια ακριβέστερες διαστάσεις των προϊόντων, και σε ορισμένες περιπτώσεις χρήση μόνο της απαιτούμενης ποσότητας πρώτης ύλης (ελαχιστοποιώντας έτσι τα απόβλητα), μειώνοντας συγχρόνως την κατανάλωση ενέργειας. Το CAM είναι μια υποστηριζόμενη από ηλεκτρονικό σύστημα διαδικασία, που πραγματοποιείται μετά τη διαδικασία του σχεδιασμού με υπολογιστή (CAD), και την πιθανή τεχνική ανάλυση και βελτιστοποίηση του σχεδίου σε υπολογιστικό σύστημα (CAE). Έτσι το μοντέλο που παράγεται στο CAD και επαληθεύεται σε CAE μπορεί να εισαχθεί στο λογισμικό CAM, το οποίο στη συνέχεια ελέγχει και καθοδηγεί το οποιοδήποτε μηχάνημα ή συστοιχία μηχανημάτων.

Παραδοσιακά, το CAM θεωρείται εργαλείο προγραμματισμού αριθμητικού ελέγχου (NC), στο οποίο παράγονται τελικά ή ενδιάμεσα προϊόντα από δισδιάστατα (2-D) ή τρισδιάστατα (3-D) μοντέλα εξαρτημάτων. Όπως συμβαίνει και με άλλες τεχνολογίες που υποστηρίζονται από τον υπολογιστή, το CAM δεν εξαλείφει την ανάγκη ειδικευμένων επαγγελματιών όπως μηχανικοί κατασκευής, προγραμματιστές NC (Numerical Control) ή μηχανικοί. Το CAM αξιοποιεί τόσο την αξία και τις ικανότητες των πιο εξειδικευμένων επαγγελματιών της βιομηχανίας μέσω προηγμένων εργαλείων παραγωγικότητας, όσο και παράλληλα συμπληρώνει και υποβοηθά τις δεξιότητες των νέων επαγγελματιών μέσω εργαλείων οπτικοποίησης, προσομοίωσης και βελτιστοποίησης.

Τα πακέτα CAM δεν μπόρεσαν, και δεν μπορούν προς το παρόν, να ενεργήσουν και να αντιληφθούν όπως ο άνθρωπος. Δεν είναι ικανά να βελτιστοποιήσουν τις διαδρομές εργαλείων στο βαθμό που απαιτείται από τη μαζική παραγωγή. Οι χρήστες λοιπόν είναι αυτοί που θα επιλέξουν τον τύπο του εργαλείου, τη διαδικασία επεξεργασίας και τις διαδρομές που θα ακολουθηθούν. Παρ' όλα αυτά, αποτελούν παρά πολύ σημαντικό βοήθημα στη σύγχρονη βιομηχανία κατεργασίας, ειδικά σε κλάδους (αεροναυπηγική, μικρορομποτική) όπου ακρίβεια σε διαστάσεις και ανοχές αποτελούν κρισιμότητα κριτήριο.



Εικόνα 29: Προσομοίωση Κατεργασιών σε περιβάλλον Siemens NX.

#### 4.3. COMPUTER AIDED ENGINEERING (CAE)

Η μηχανική με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών (CAE) είναι η ευρεία χρήση λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών για να την υποβοηθήσει και ανάλυση μηχανικών εργασιών. Περιλαμβάνει ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων (FEA), υπολογιστική δυναμική ρευστού (CFD), δυναμική πολλαπλών στοιχείων (MBD), ελέγχους αντοχής και βελτιστοποίηση. Περιλαμβάνεται με το σχεδιασμό με τη βοήθεια υπολογιστή (CAD) και την κατασκευή με υπολογιστή (CAM) στη συλλογική συντομογραφία "CAx". Η τεχνικά υποβοηθούμενη από υπολογιστή μηχανική χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο το λογισμικό CAD (Computer Aided Design), το οποίο μερικές φορές ονομάζεται εργαλείο CAE.

Τα εργαλεία CAE χρησιμοποιούνται, για παράδειγμα, για την ανάλυση της ανθεκτικότητας και της απόδοσης εξαρτημάτων και συγκροτημάτων. Ο όρος περιλαμβάνει προσομοίωση, επικύρωση και βελτιστοποίηση προϊόντων και εργαλείων παραγωγής. Στο μέλλον, τα συστήματα CAE θα είναι σημαντικότεροι πάροχοι πληροφοριών που θα βοηθήσουν στην υποστήριξη ομάδων σχεδιασμού στη λήψη αποφάσεων. Η μηχανική με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η αεροπορία, η διαστημική τεχνολογία και η ναυπηγική βιομηχανία.

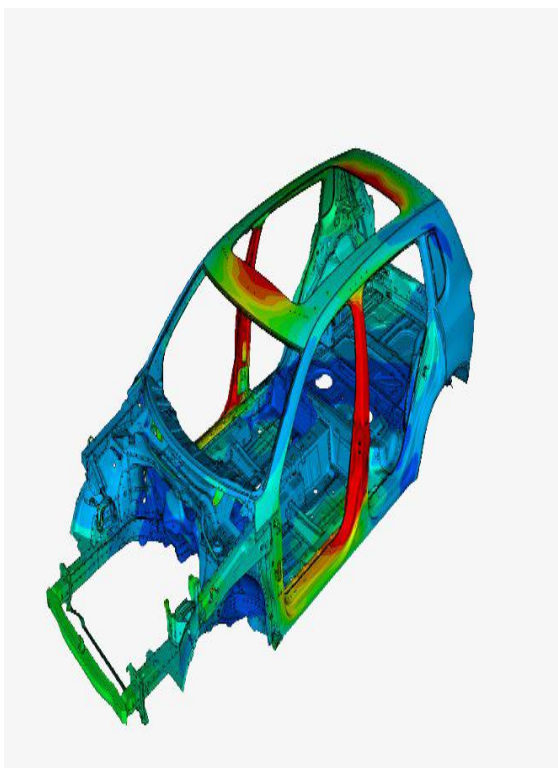
Κατηγορίες CAE:

- Ανάλυση αντοχών σε εξαρτήματα και συναρμογές με ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων (FEA).
- Ανάλυση ροής θερμότητας και ρευστού, Υπολογιστική δυναμική ρευστού (CFD)
- Δυναμική πολλαπλών σωμάτων (MBD) και Κινηματική.
- Εργαλεία ανάλυσης για προσομοίωση διαδικασίας για εργασίες όπως χύτευση και μορφοποίηση πρέσας.
- Βελτιστοποίηση του προϊόντος ή της διαδικασίας.

- Σε γενικές γραμμές, υπάρχουν τρία στάδια σε οποιαδήποτε τεχνική ανάλυση με τη βοήθεια υπολογιστή:

1. Προεπεξεργασία (Pre-process) - καθορίζοντας το μοντέλο και τους περιβαλλοντικούς παράγοντες που πρέπει να εφαρμοστούν σε αυτό. (συνήθως ένα μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων, αλλά χρησιμοποιούνται και οι μέθοδοι facet, voxel και thin sheet)
2. Ανάλυση λύσεων (συνήθως πραγματοποιείται σε υπολογιστές με υψηλή ισχύ)
3. Μετά-επεξεργασία (Post process) των αποτελεσμάτων (χρησιμοποιώντας εργαλεία οπτικοποίησης)

Αυτός ο κύκλος επαναλαμβάνεται, συχνά πολλές φορές, είτε με το χέρι είτε με τη χρήση εμπορικού λογισμικού βελτιστοποίησης.



Εικόνα 30: Προσομοίωση στη Βιομηχανία Αυτοκινήτων με την βοήθεια ψηφιακών εφαρμογών CAE.



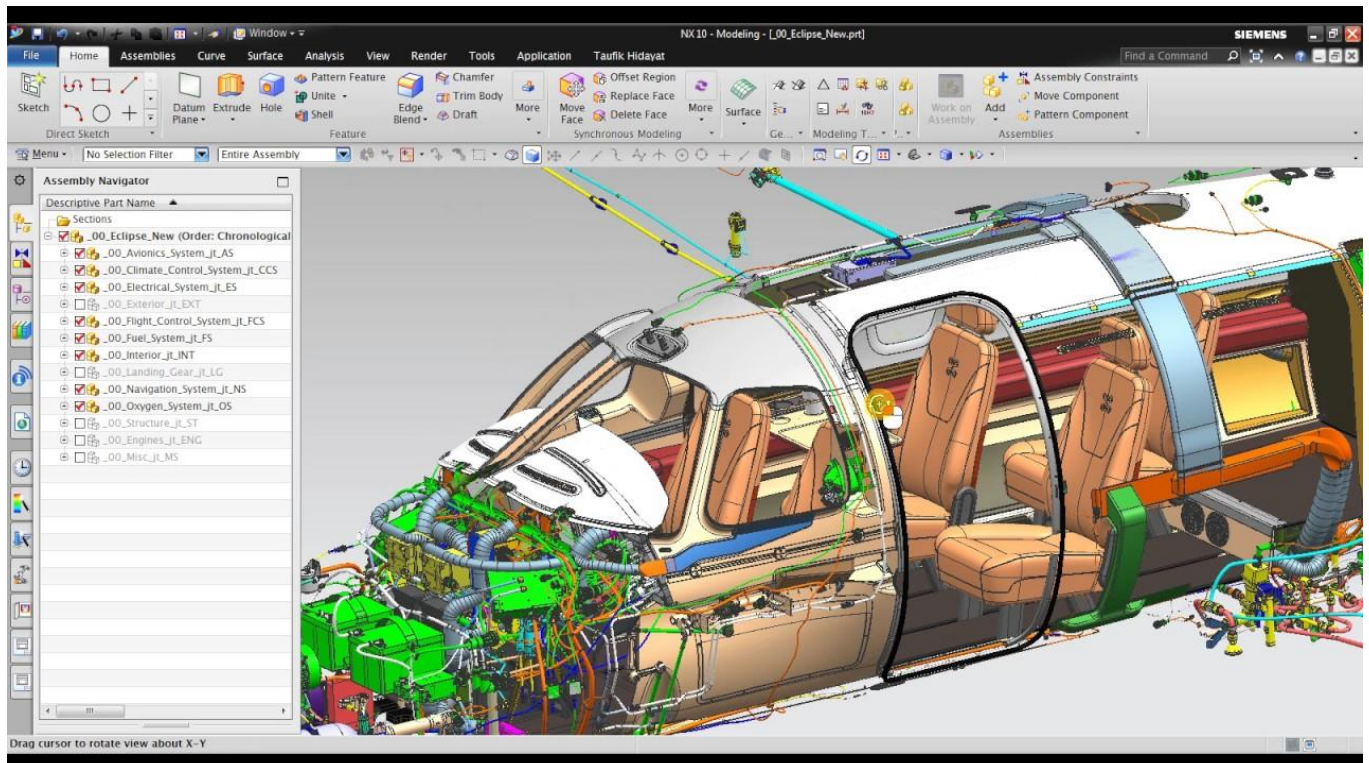


## 5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ SIEMENS NX

Το σύστημα NX αποτελεί την πρόταση της SIEMENS για προγράμματα τύπου 'CAx' (CAD/CAM/CAE). Η σειρά αυτή βρίσκεται συνεχώς υπό εξέλιξη για την καλύτερη προσαρμογή του προγράμματος στις ανάγκες των σχεδιαστών, μηχανικών, χειριστών μηχανημάτων παραγωγής, ερευνητών κλπ. Την στιγμή που παρουσιάζεται η εργασία έχει ήδη εκδοθεί η 12.0.0.27 έκδοση, ενώ η εργασία διεξήχθη σε περιβάλλον Siemens NX 11.

Το NX αρκείται στο κλασσικό σχεδιαστικό περιβάλλον για τον χρήστη, με τις περισσότερες από τις εντολές του σε μπάρα στην κορυφή του παραθύρου, γεγονός που εξυπηρετεί στην εύκολη εκμάθηση του. Ταυτόχρονα όμως υιοθετεί συντομεύσεις και απλοποιημένες κινήσεις που βοηθούν σε πιο πολύπλοκες και χρονοβόρες εργασίες, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση χρόνου και την μείωση του κόστους παραγωγής. Ακόμα παρέχει πλήρως τη δυνατότητα για ανάλυση και μηχανική προσομοίωση, των σχεδιαζόμενων αντικειμένων, τόσο κατά την σχεδίαση νέων αντικειμένων όσο και κατά την αντίστροφη μηχανική.

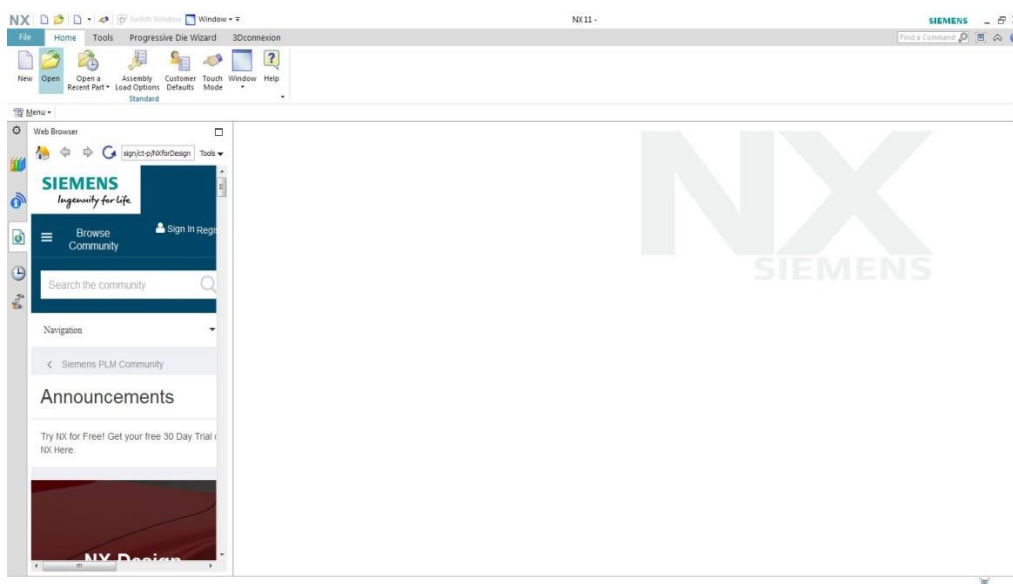
Παρά τις απεριόριστες δυνατότητες του NX, στην εργασία θα περιοριστούμε στο σχεδιαστικό μέρος, καθώς μέλημά μας είναι η τρισδιάστατη οπτικοποίηση του προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού για καλύτερη κατανόηση των δυνατοτήτων της συγκεκριμένης υποεπένδυσης του προγράμματος.



Εικόνα 31: Περιβάλλον Εργασίας NX



Εικόνα 32: Οθόνη Φόρτωσης του SIEMENS NX



Εικόνα 33: Εισαγωγική Διεπαφή Χρήστη (User Interface) του NX11

## 5.1. Περιβάλλον Εργασίας Progressive Die Design



Εικόνα 34: Καρτέλα Διεπαφής Χρήστη (User Interface) του Progressive Die Wizard

Η καρτέλα διεπαφής χρήστη περιέχει το σύνολο των ρυθμίσεων-εργαλείων για την ανάπτυξη του προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού. Τα διαθέσιμα αυτά εργαλεία χωρίζονται σε 9 υποομάδες εργαλείων.

### 1. Intermediate Stage Tools – Ομάδα Εργαλείων Ενδιάμεσων Σταδίων.



Εικόνα 35: Εικονίδια Ομάδας Εργαλείων Ενδιάμεσων Σταδίων

Περιλαμβάνει τα σχετικά με τον ορισμό, παραμετροποίηση και συμβατότητα εργαλεία για το κάθε εισαχθέν τεμάχιο. Περιέχει:

#### 1. Define Intermediate Stage- Ορισμός Ενδιάμεσων Σταδίων Επεξεργασίας

Δημιουργεί τα συσχετιζόμενα μεταξύ τους ενδιάμεσα στάδια ξεδιπλώματος με βάση το τελικό προϊόν που

έχει εισαχθεί.

#### 2. Direct Unfolding – Άμεσο Ξεδίπλωμα

Μετατρέπει ένα τεμάχιο φύλλου μετάλλου, ορίζει ουδέτερο συντελεστή και προετοιμάζει και συγχωνεύει κάμψεις.

#### 3. Bend Operation- Διεργασία Κάμψης

Αποκάμπει, επανακάμπει και επικαλύπτει ευθείες κάμψεις σε ένα τεμάχιο φύλλου μετάλλου.

#### 4. Universal Uniform- Ολικό Ξεδίπλωμα

Δημιουργεί το επίπεδο ανάπτυγμα μιας κατεργασίας κάμψης, ειδικά σε κάποιους πολύπλοκους τύπους, όπως οι ευθείες κάμψεις με κοιλάνσεις, οι φλάντζες περιγράμματος και βαθιές κοιλάνσεις.

#### 5. Analyze Formability- One step – Ανάλυση Συμβατότητας με ένα Βήμα

Δημιουργεί επίπεδο ανάπτυγμα σε όλες η κάποιες από τις επιφάνειες ενός τεμαχίου φύλλου μετάλλου χρησιμοποιώντας Ανάλυση Πεπερασμένων Στοιχείων (FEM Analysis) και υπολογίζει το σχηματισμό λαιμού, την τάση, την στρεπτική τάση, και την ελαστική επαναφορά για να προβλέψει το ρίσκο της διαμόρφωσης.

#### 6. Hem Fixer –Εργαλείο Επιδιόρθωσης Στριφώματος Φύλλου Μετάλλου

Επιδιορθώνεται το στρίφωμα στις άκρες ενός φύλλου μετάλλου έτσι ώστε να μπορεί να ξεδιπλωθεί.

#### 7. Unfolding Simulation – Προσομοίωση Ξεδιπλώματος

Προσομοιώνεται η διαδικασία ξεδιπλώματος μιας ορισμένης από το χρήστη επιφάνειας κάμψης.

#### 8. Convert to Sheet Metal –Μετατροπή σε Φύλλο μετάλλου

Μετατρέπει στερεά σώματα σε τεμάχια φύλλου μετάλλου.

#### 9. NX Unbend – NX Αφαίρεση Κάμψης

Μετατρέπει σε επίπεδο ανάπτυγμα μια επιφάνεια που έχει καμφθεί και το υλικό παρακείμενο της επιφάνειας κάμψης.

#### 10. Nx Rebend – NX Επανάκαμψη

Επαναφέρει ένα ξεδιπλωμένο σημείο στην προηγούμενη λυγισμένη του κατάσταση, μαζί με ότι χαρακτηριστικά προστεθήκαν μετά την διαδικασία αφαίρεσης της κάμψης.

#### 11. Resize Bend Angle – Αλλαγή γωνίας Κάμψης

Αλλάζει τη γωνία κάμψης, παρακάμπτοντας τα χαρακτηριστικά που ορίστηκαν στη διαδικασία της κάμψης.

#### 12. MetaForm

Αποδιαμορφώνει περίπλοκες γεωμετρίες μετατρέποντας τις σε κάποιο εναλλακτικό σχήμα.

## 2. Strip Design - Ομάδα Εργαλείων Διαμόρφωσης Λωρίδας Διάταξης.



Ελέγχει τα σχετικά με τη λωρίδα διάταξης του προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού εργαλεία, όπως εργαλεία ορισμού και επεξεργασίας κενού τεμαχίου κατεργασίας, τμημάτων αποβλήτου και λωρίδας διάταξης. Περιέχει:

Εικόνα 36: Εικονίδια Ομάδα Εργαλείων Διαμόρφωσης Λωρίδας Διάταξης

### 1. Initialize Project – Έναρξη Εργασίας

Δημιουργεί ένα νέο project προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού για ένα τεμάχιο φύλλου μετάλλου, ή ανοίγει ένα προηγούμενο.

### 2. Blank Generator- Δημιουργία Κενού Αναπτύγματος

Δημιουργεί κενά αναπτύγματα μέσα στο νέο project προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού στηριζόμενα στο τεμάχιο φύλλου μετάλλου που εισήχθη κατά την αρχικοποίηση της εργασίας.

### 3. Blank Layout – Διάταξη Κενού Αναπτύγματος

Προσανατολίζει τα τεμάχια σε επίπεδα αναπτύγματα και ορίζει τις σχετικές θέσεις τους, ορίζει το πλάτος της λωρίδας διάταξης και προκαθορίζει το βήμα ανάμεσα στους σταθμούς κατεργασίας.

### 4. Scrap Design – Σχεδιασμός Τμημάτων Αποβλήτου

Ορίζει με ποιο τρόπο και σχηματισμό θα αφαιρεθούν τα τμήματα αποβλήτου και, εάν χρειάζεται, δημιουργεί οπές πιλότων οδήγησης για να ενισχύσει τη μεταφορά της μεταλλικής λωρίδας διαμέσου του καλουπιού.

### 5. Strip Layout- Διάταξη Λωρίδας

Προγραμματίζει τις διαδικασίες σχετικά με την διανομή των διαμορφώσεων στους σταθμούς/στάδια που έχουν οριστεί προηγουμένως, μέχρι το τελικό εξαγόμενο προϊόν από φύλλο μετάλλου να έχει πάρει την επιθυμητή μορφή

### 6. Force Calculation – Υπολογισμός Ισχύος

Υπολογίζει την απαιτούμενη για το σύνολο των διαμορφώσεων που θα πραγματοποιήσει το καλούπι ισχύ.

## 3. Die Design – Ομάδα Εργαλείων Σχεδιασμού Καλουπιού.



Ορίζει τις παραμέτρους αυτού καθαυτού του προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού με εστίαση στα εργαλεία

Εικόνα 37: Εικονίδια Ομάδα Εργαλείων Σχεδιασμού Καλουπιού.



διαμόρφωσης (κάμψη, κοίλανση κλπ), που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν αρχικές τιμές σε ένα κατάντη σχέδιο. Περιλαμβάνει:

1. **Die Base - Εργαλείο σχεδιασμού Βάσης Καλουπιού.**  
Προσθέτει και σχεδιάζει την βάση του καλουπιού, η οποία αποτελείται από μια συναρμογή προτύπων από τη βιομηχανία εξαρτημάτων, και περιλαμβάνει πλάκες, πύλους οδήγησης, δακτυλίους τροφοδοσίας και κοχλίες.
2. **Die Design Setting- Εργαλείο Σχεδιασμού Ρυθμίσεων Καλουπιού**  
Ορίζει τις παραμέτρους σχεδίασης του καλουπιού, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν αρχικές τιμές για ένα κατάντη σχεδιασμό.
3. **Bending Insert Design – Σχεδιασμός Εμβόλων Κάμψης**  
Σχεδιάζει το έμβολο και την μήτρα εισαγωγής για διαμορφώσεις κάμψης
4. **Forming Insert Design –Σχεδιασμός Εμβόλων Κοίλανσης**  
Σχεδιάζει το έμβολο και την μήτρα εισαγωγής για διαμορφώσεις κοίλανσης.
5. **Special Forming- Ειδικές Διαμορφώσεις**  
Δημιουργεί και επεξεργάζεται έμβολα και μήτρες για ειδικές διαμορφώσεις.
6. **Burring Insert Design- Σχεδιασμός Εμβόλων Βαθείας Κοίλανσης**  
Δημιουργεί και επεξεργάζεται έμβολα και μήτρες για διαμορφώσεις βαθείας Κοίλανσης.
7. **Insert Auxiliary Design- Σχεδιασμός Βοηθητικών Στοιχείων Εμβόλων Εισαγωγής.**  
Σχεδιάζει βοηθητικά στοιχεία για έμβολα εισαγωγής και παρέχει εργαλεία αντιγραφής, πίνακα ή διαγραφή.
8. **Insert Edit Tools- Εργαλεία Επεξεργασίας Εμβόλων Εισαγωγής.**  
Παρέχει αντιγραφή και διαγραφή εργαλείων εισαγωγής.
9. **Standard Parts – Πρότυπα Εξαρτήματα.**  
Προσθέτει και επεξεργάζεται εργοστασιακά πρότυπα εξαρτήματα.
10. **General Insert – Γενικά Έμβολα Εισαγωγής.**  
Δημιουργεί ένα γενικό εξάρτημα εισαγωγής για έμβολα διάτρησης και εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας.
11. **Backing Pad – Σχεδιασμός Βάσης Στήριξης**  
Δημιουργεί και επεξεργάζεται τη βάση στήριξης.
12. **Clearance Management –Διαχείριση Χάρης**  
Αναθέτει και ελέγχει τη χάρη μεταξύ ομάδων εργαλείων εισαγωγής, πρότυπων εξαρτημάτων και πλακών του καλουπιού.
13. **Corner Design – Σχεδιασμός Γωνιών**  
Δημιουργεί λοξοτομήσεις και καμπύλες τομές σε στερεά σώματα ή ομάδες εξαρτημάτων.
14. **Relief Design – Σχεδιασμός Χάρης**  
Δημιουργεί ένα στερεό σώμα για να αποκόψει τις τυφλές και τις διαμπερείς οπές στις πλάκες τους καλουπιού, αποτρέποντας παρεμβολές και συγκρούσεις μεταξύ της λωρίδας διάταξης και των πλακών του καλουπιού.
15. **Pocket Design- Σχεδιασμός Τυφλών Οπών**  
Αποκόβει τυφλές οπές για πρότυπα εξαρτήματα ή οποιαδήποτε άλλα τεμάχια στις πλάκες του καλουπιού ή τα εξαρτήματα.
16. **Shim Design – Σχεδιασμός Αποστατών**  
Δημιουργεί αποστάτες για τα έμβολα διάτρησης η τα εξωτερικά εργαλεία διάτρησης.
17. **View Manager – Διαχείριση Όψεων**

Διαχειρίζεται την εμφάνιση της συναρμογής του προοδευτικού διαμορφωτικού χρησιμοποιώντας μέσα όπως η ορατότητα και η απόδοση χρώματος σε τεμάχιο ή εξάρτημα.

#### 18. Concept Design – Σύλληψη/Σχεδίαση.

Διαμορφώνει και εγκαθιστά τις βάσεις και τα τυποποιημένα μέρη του καλουπιού με τις καθορισμένες πληροφορίες.

#### 4. Piercing Insert Tools- Ομάδα Εργαλείων Διάτρησης.



Εικόνα 38: Εικονίδια Ομάδας Εργαλείων Διάτρησης

Περιλαμβάνει τα εργαλεία που αφορούν αποκλειστικά τις ενέργειες διάτρησης του παραγόμενου τεμαχίου με διάφορες μεθόδους.

Συγκεκριμένα:

##### 1. Die Insert - Έμβολο Εισαγωγής (Εσωτερική Διάτρηση)

Σχεδιάζει το έμβολο Εισαγωγής.

##### 2. Cavity And Slug Hole- Κουλόττητα και Μήτρα Εισαγωγής

Σχεδιάζει τη κουλόττητα και τις μήτρες εισαγωγής.

##### 3. Punch Insert- Έμβολο Εισαγωγής (Εξωτερική Διάτρηση)

Σχεδιάζει το έμβολο εισαγωγής εξωτερικής διάτρησης.

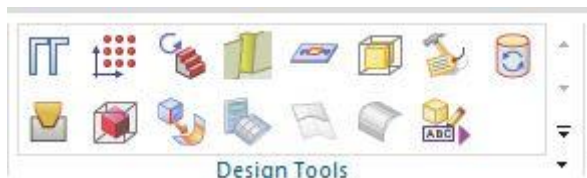
#### 4. Special Piercing - Ειδικές Διατρήσεις

Σχεδιάζει και επεξεργάζεται εργαλεία για ειδικές διατρήσεις σε γωνιακές, πλευρικές διατρήσεις.

#### 5. Piercing Insert Tools – Εργαλεία Διάτρησης

Σχεδιάζει εργαλεία εισαγωγής διάτρησης.

#### 5. Design Tools- Ομάδα Εργαλείων Σχεδίασης.



Εικόνα 39: Εικονίδια Ομάδας Εργαλείων Σχεδίασης

Περιλαμβάνει εργαλεία υποστήριξης και ανάλυσης και της ανάπτυξης. Συγκεκριμένα:

##### 1. Blank Nesting – Εμφώλευση

##### Κενού Αναπτύγματος

Εμφωλεύει κενά αναπτύγματα σε τέτοια διάταξη ώστε να μεγιστοποιηθεί η χρήση του δεδομένου υλικού.

##### 2. Define Positioning Feature- Ορισμός Χαρακτηριστικού Θέσης

Δημιουργεί ένα χαρακτηριστικό θέσης που περιέχει αρκετά σημεία σε ένα σχέδιο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τοποθετηθούν επαναχρησιμοποιούμενα αντικείμενα ή εξαρτήματα.

##### 3. Tooling Part Family Part Tool- Εργαλείο Διαχείρισης Ομάδων Εργαλείων

Ενημερώνει τα συσχετιζόμενα τεμάχια μέσα στον Progressive Die Wizard και στον Engineering Die Wizard, όπως το μήκος των έξυπνων κοχλιών κλπ.

##### 4. Slug Retention – Εργαλείο Συγκράτησης Μητρών Εισαγωγής

Δημιουργεί και επεξεργάζεται οπές για την συγκράτηση των Μητρών εισαγωγής.

##### 5. Stripper Venting - Εξαερισμός Λωρίδας Τεμαχίου.

Δημιουργεί μια οπή εξαερισμού μέσα στην πλάκα της λωρίδας διάταξης.

**6. Stock Size- Εργαλείο Μεγέθους Αρχικής Πρώτης Υλης.**

Δημιουργεί ή επεξεργάζεται το μέγεθος αρχικής πρώτης ύλης σε ένα τεμάχιο προς κατεργασία.

**7. Object Attribute Management- Διαχείριση Χαρακτηριστικών Αντικειμένων**

Αναθέτει και επεξεργάζεται χαρακτηριστικά σε επιλεγμένα τεμάχια.

**8. Delete Files – Διαγραφή Αρχείων**

Διαγράφει αρχεία τεμαχίων τα οποία δεν βρίσκονται πλέον στο δέντρο συναρμογής, από το φάκελο του project.

**9. Trim Solid – Αποκοπή Στερεού**

Δημιουργεί ένα στερεό σώμα αποκοπής χρησιμοποιώντας επιλεγμένες επιφάνειες.

**10. Bounding Body - Περικλείων Στερεό**

Δημιουργεί ένα κύβο που περιέχει τις συσχετισμένες με αυτόν επιλεγμένες επιφάνειες, ακμές, καμπύλες ή έδρες σωμάτων.

**11. Reference Blend – Ενσωμάτωση Αναφοράς**

Δημιουργεί μια χαρακτηριστική ενσωμάτωση που κληρονομεί την ακτίνα μιας αναφερόμενης ενσωμάτωσης ή μιας επιφάνειας.

**12. Calculate Area- Υπολογισμός Εμβαδού**

Υπολογίζει το εμβαδό ενός στερεού σώματος ή τεμαχίου φύλλου μετάλλου το οποίο προβάλλεται σε ένα επίπεδο.

**13. Guided Extension – Εργαλείο Καθοδηγούμενης Επέκτασης**

Επεκτείνει μια επιφάνεια κατά μήκος ενός οδηγού.

**14. Reduce Surface Radius – Μείωση Ακτίνας Επιφάνειας**

Μειώνει την ακτίνα μιας επιφάνειας.

**15. Rename and Export Component – Μετονομασία και Εξαγωγή Εξαρτήματος**

Μετονομάζει ένα εξάρτημα και κατ επιλογήν εξάγει τα αρχεία της συναρμογής

**6. Tooling Validation - Ομάδα Εργαλείων Επικύρωσης Εξαρτημάτων/Εργαλείων.**



Εικόνα 40: Εικονίδια Ομάδας Εργαλείων Επικύρωσης Εξαρτημάτων/Εργαλείων.

Περιλαμβάνει τα εργαλεία για τον έλεγχο στατικών ή δυναμικών παρεμβολών . Συγκεκριμένα:

**1. Preprocess Motion – Προεπεξεργασία Κίνησης**

Ορίζει και φορτώνει το κινηματικό μοντέλο, επισυνάπτει το καλούπι και το τεμάχιο φύλλου μετάλλου στο κινηματικό μοντέλο.

**2. Define Cam – Ορισμός Κάμας (Μηχανικός**

**Άξονας Χρονισμού)**

Δημιουργεί και επεξεργάζεται διάφορες μορφές κάμας (γραμμικές, περιστροφικές κλπ.)

**3. User Defined Motion – Εργαλείο Ορισμού Προγραμματισμένης Από το Χρήστη Κίνησης**

Δημιουργεί, επεξεργάζεται και διαγράφει κινήσεις ορισμένες από το χρήστη.

**4. Run Simulation – Εκτέλεση Προσομοίωσης**

Αναλύει και εκτελεί την κινηματική απεικόνιση της προσομοίωσης της γραμμής διαμόρφωσης του καλουπιού.

**5. Static Interference Check – Έλεγχος Στατικών Παρεμβολών**

Ελέγχει τις κατάσταση παρεμβολών μεταξύ αντικειμένων.

**6. Design Change Check- Έλεγχος Αλλαγών Σχεδίασης.**

Ελέγχει τις αλλαγές στη σχεδίαση και τις σχετικές ενημερώσεις.

**7. WAVE Control –Έλεγχος WAVE Δεδομένων**

Ελέγχει τα δεδομένα WAVE μέσα στο wizard project του καλουπιού.

**8. Check Walls Thickness – Έλεγχος Πάχους Τοιχωμάτων.**

Αναλύει το πάχος τοιχωμάτων πλαστικών και χυτών τεμαχίων.

**7. BOM-2D - Ομάδα Εργαλείων Δημιουργίας Λίστας Τεμαχίων/Υλικών.**



Εικόνα 41: Εικονίδια Ομάδα Εργαλείων Δημιουργίας Λίστας Τεμαχίων/Υλικών.

Περιλαμβάνει τα εργαλεία για τη δημιουργία λίστας τεμαχίων, όπως επίσης και άλλα εργαλεία αξιολόγησης, ανάλυσης και απεικόνισης χαρακτηριστικών του καλουπιού. Συγκεκριμένα:

**1. Bill of Material – Λίστα**

**Υλικών/Εξαρτημάτων**

Δημιουργεί μια λίστα υλικών και εξαρτημάτων του project προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού.

**2. Assembly Drawing – Μηχανολογικά Σχέδια Συναρμογής**

Αυτοματοποιεί τη δημιουργία και τη διαχείριση των μηχανολογικών σχεδίων συναρμογών ενός προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού.

**3. Component Drawing – Μηχανολογικά Σχέδια Εξαρτημάτων**

Αυτοματοποιεί τη δημιουργία και τη διαχείριση των μηχανολογικών σχεδίων εξαρτημάτων ενός προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού.

**4. Hole Table – Πίνακας Οπών.**

Δημιουργεί ένα πίνακα που περιέχει τα μεγέθη και τη θέση των οπών που έχουν επιλεγεί από το χρήστη για απεικόνιση.

**5. Auto Dimension – Αυτόματη Παράθεση Διαστάσεων.**

Αυτοματοποιεί τη δημιουργία συντεταγμένων διαστάσεων για οπές, συμπεριλαμβανομένων οπών για την έναρξη κατεργασίας με Ηλεκτροδιάβρωση Σύρματος.

**6. Merge Sheet – Σύμπτυξη Φύλλων Μετάλλου.**

Συμπτύσσει μεταξύ τους φύλλα μετάλλου από ένα τεμάχιο σε ένα άλλο.

**7. Hole Datum Symbol – Εργαλείο Ορισμού Δεδομένων Οπών.**

Δημιουργεί σύμβολα δεδομένων σε επιλεγμένες οπές.

**8. Cam Automation- Ομάδα Εργαλείων Αυτοματοποίησης Κατεργασιών.**



Περιλαμβάνει εργαλεία προετοιμασίας των εξαρτημάτων για εισαγωγή τους σε πρόγραμμα κατεργασίας CAM. Συγκεκριμένα:

**1. Face Color Management – Διαχείριση Χρώματος Επιφανειών**

Εικόνα 42: Εικονίδια Ομάδας Εργαλείων Αυτοματοποίησης Κατεργασιών.

Θέτει και επεξεργάζεται το χρώμα για τις επιφάνειες που έχουν επιλεχτεί.

2. **Hole manufacturing Note – Εργαλείο Σημειώσεων για κατεργασίες Οπών**  
Προσθέτει πληροφορίες για την κατεργασία επιλεγμένων από το χρήστη οπών.
3. **Wire EDM Start Hole – Ορισμός Τρυπών για Έναρξη Κατεργασίας Ηλεκτροδιάβρωσης Σύρματος**  
Δημιουργεί κύκλους ως εναρκτήριες τρύπες για κατεργασίες Ηλεκτροδιάβρωσης.
4. **Manufacturing Geometry –Εργαλείο Ορισμού Γεωμετριών Προς Κατεργασία**  
Προσθέτει χαρακτηριστικά βιομηχανικής κατεργασίας(CAM) σε επιφάνειες για να αναγνωριστούν από κατάντη περεταίρω κατεργασία

#### 9. Workflow Management- Ομάδα Εργαλείων Διαχείρισης Ροής Εργασιών.



Εικόνα 43: Εικονίδια Ομάδας Εργαλείων Διαχείρισης Ροής Εργασιών.

Περιλαμβάνει εργαλεία που παρέχουν διαχείριση στην μετάβαση σχεδίασης, σε πιθανά επιπρόσθετα καλούπια και σε ταυτόχρονο σχεδιασμό. Συγκεκριμένα:

##### 1. **Changeover Management – Διαχείριση Αλλαγών Σχεδίασης**

Δημιουργεί και διαχειρίζεται τα δεδομένα αλλαγών σχεδίασης για ένα προϋπάρχον project προοδευτικού διαμορφωτικού καλούπιού.

##### 2. **Concurrent Design – Συγχρονισμένη Σχεδίαση**

Διαχειρίζεται τα δεδομένα συγχρονισμένης σχεδίασης.

##### 3. **Quick Quotation – Εργαλείο Γρήγορων Αναφορών.**

Εισάγει αναφορές για το προοδευτικό διαμορφωτικό βασισμένες στο τεμάχι που βρίσκεται στην λωρίδα διάταξης.

Ξεκινώντας από ένα απλό τεμάχιο φύλλου μετάλλου(sheet metal design), η εφαρμογή Progressive Die Design του NX οδηγεί το χρήστη σε όλα τα στάδια που απαιτούνται για την ανάπτυξη ενός προοδευτικού διαμορφωτικού καλούπιού, διεξάγοντας σύνθετες διεργασίες και αυτοματοποιώντας τις εργασίες για σημαντική εξοικονόμηση χρόνου.

##### 5.1.1. Προετοιμασία τεμαχίου (Part Preparation)

Εισάγεται η δυνατότητα σχεδίασης τόσο ευθειών όσο και ελεύθερης μορφής (freeform) φύλλων μετάλλου, χρησιμοποιώντας μια ευρεία γκάμα χαρακτηριστικών του NX. Κάνοντας χρήση των χαρακτηριστικών Feature Recognition, Bend Table and Direct Unfolding, ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει τα σχετικά ενδιάμεσα στάδια του προοδευτικού διαμορφωτικού.

Το NX δίνει επίσης την ικανότητα αξιολόγησης των ήδη σχεδιασμένων τεμαχίων ως προς την μεταποιησιμότητα αυτών χρησιμοποιώντας ανάλυση ποιότητας δεδομένων (data quality analysis), ανάλυση μορφοποίησης (formability analysis) και πεπλατυσμένα αρχικά αναπτύγματα ( flattened blank shapes). Η δυνατότητα απομορφοποίησης σε ένα βήμα(One-step unforming) και η ανάλυση μορφοποίησης καθιστούν ικανή την ανάλυση και σχεδίαση των ενδιάμεσων σταδίων και τα πεπλατυσμένα αναπτύγματα για σύνθετα freeform τεμάχια.

##### 5.1.2. Σχεδιασμός Διαδικασίας (Design Process)

Τα εργαλεία Strip Layout και Scrap Design δίνουν την ικανότητα για γρήγορη προετοιμασία του σχεδίου της προς κατεργασία λωρίδας. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει τις λεπτομέρειες της λωρίδας



χρησιμοποιώντας μια βελτιωμένη νέα ροή εργασιών. Μπορεί επίσης να προσομοιώσει την κατασκευή της λωρίδας, προς επιβεβαίωση της σωστής σειράς των σταθμών κατεργασίας.

Με το NX ο χρήστης μπορεί να σχεδιάσει τη συναρμογή της βάσης του καλουπιού και των εργαλείων διαμόρφωσης για κάθε απαιτούμενη κατεργασία (διάτρηση, κάμψη κτλ). Παρέχεται μια built-in βιβλιοθήκη standard τεμαχίων που περιλαμβάνει τους καταλόγους των περισσότερων προμηθευτών. Οι βιβλιοθήκες βάσεων καλουπιών, standard τεμαχίων και εργαλείων κατεργασίας διευκολύνουν και επιταχύνουν σε μεγάλο βαθμό την ανάπτυξη της δομής του καλουπιού.

#### **5.1.3. Αλλαγή Σχεδιασμού και Έλεγχος Διάδοσης (Design Change and Propagation Control)**

Το λογισμικό NX progressive die design διατηρεί τον συσχετισμό με το σχεδιασμένο τεμάχιο καθ όλη τη διαδικασία του σχεδιασμού του καλουπιού, ελέγχοντας προσεκτικά τις αλλαγές στο σχεδιασμό σε όλα τα εξαρτήματα του καλουπιού. Ο συσχετισμός αυτός με το τελικό τεμάχιο δίνει τη δυνατότητα για γρήγορη ενημέρωση όποιων σχεδιαστικών αλλαγών προκύψουν.

#### **5.1.4. Επαναχρησιμοποίηση Εταιρικών Προτύπων (Re-Use of Company Standards)**

Με το NX, ο χρήστης μπορεί να αναπτύξει και να επαναχρησιμοποιήσει τα σχέδια και τις μεθόδους κατεργασίας για να βελτιώσει τον σχεδιασμό των εργαλείων κατεργασίας καθ όλη τη διαδικασία ανάπτυξης του καλουπιού. Μπορεί να χρησιμοποιήσει πρότυπα, υλικά, εργαλεία και διαδικασίες και να επαναχρησιμοποιήσει δοκιμασμένα σχέδια σε νέα καλούπια. Αυτό επιτρέπει την επιτάχυνση και βελτιστοποίηση της διαδικασίας ανάπτυξης προτυποποιώντας τις διαδικασίες και τα εξαρτήματα. Ο χρήστης μπορεί επίσης να αναπτύξει τα δικά του επαναχρησιμοποιούμενα τεμάχια και να τα καταχωρήσει σε νέες βιβλιοθήκες όπως και να αναπτύξει νέες επαναχρησιμοποιούμενες διαμορφώσεις βάσεων καλουπιών. Το NX επιτρέπει την διαμόρφωση προτύπων εξαγόμενων για την παραγωγή λιστών τεμαχίων, μηχανολογικών σχεδίων, δομές δεδομένων έργου και κώδικες εργαλειομηχανών (NC toolpaths).

#### **5.1.5. Αξιολόγηση Προοδευτικού Διαμορφωτικού Καλουπιού (Progressive Die Design Validation)**

Το NX επιτρέπει την αξιολόγηση τον προοδευτικό σχεδιασμό στο πλαίσιο συναρμολόγησης και σε διάφορες θέσεις, για να εξασφαλιστούν οι σωστές αποστάσεις και τα ανάγλυφα. Είναι δυνατή η ανάλυση της χρήσης υλικού της διάταξης λωρίδας και της ισορροπίας της πίεσης. Το NX μπορεί επίσης να προσομοιώνει την εξέλιξη της ταινίας. Η ενσωματωμένη τεχνολογία προσομοίωσης κίνησης του NX με δυναμική ανίχνευση σύγκρουσης βοηθά να επαληθευτεί η σωστή απόδοση σε όλο το εύρος κίνησης.

#### **5.1.6. Ενσωμάτωση στη Παραγωγή (Manufacturing Integration)**

Με την ενσωμάτωση του λογισμικού NX CAM και του Progressive Die Design Wizard, γίνεται δυνατή η αυτοματοποίηση των διαδικασιών παραγωγής. Το NX CAM προσφέρει αξιόπιστο προγραμματισμό φρεζαρίσματος με λειτουργίες μηχανικής κατεργασίας υψηλής ταχύτητας - ιδανικό για λεπτό φινιρίσμα σε λεπτομερείς μήτρες σε σκληρά υλικά. Εύκολη στη χρήση επίπεδο και κοίλο φρεζάρισμα καθώς και η αυτοματοποιημένη μηχανική κατεργασία (FBM), είναι παραγωγικά εργαλεία για τον NC προγραμματισμό των δομών καλουπιών.

## 6. ΠΡΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ

### 6.1. Παρέμβυσμα Κυλινδροκεφαλής

STANDARD



Εικόνα 44: Παρέμβυσμα (φλάντζα) κυλινδροκεφαλής (Head Gasket) [4]

Το εξαγόμενο προϊόν που επιλέχτηκε για την ανάπτυξη του προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού είναι ένα **Παρέμβυσμα (φλάντζα) κυλινδροκεφαλής (Head Gasket)**



Εικόνα 45: Παρέμβυσμα πάνω από μπλοκ τετρακύλινδρου κινητήρα αυτοκινήτου. [4]

Μια ανταλλακτική φλάντζα κυλινδροκεφαλής πάνω σε ένα τετρακύλινδρο κινητήρα 1989 Vauxhall Astra. Αφού τοποθετηθεί σωστά η φλάντζα, θα ακολουθήσει η κεφαλή του μπλοκ του κινητήρα που θα βιδωθεί με ειδικό μηχανικό αεροκατσάβιδο ακριβείας.

Η φλάντζα κυλινδροκεφαλής είναι μια φλάντζα που παρεμβάλλεται μεταξύ του μπλοκ ενός κινητήρα και της κυλινδροκεφαλής (ων) σε μια μηχανή εσωτερικής καύσης.

Σκοπός της είναι η στεγανοποίηση των κυλίνδρων για να εξασφαλίσει τη μέγιστη συμπίεση και να αποφευχθεί η διαρροή ψυκτικού μέσου ή λαδιού κινητήρα στους κυλίνδρους. Ως τέτοια, είναι η πλέον κρίσιμη εφαρμογή σφράγισης σε οποιονδήποτε κινητήρα και, ως μέρος του θαλάμου καύσης, μοιράζεται τις ίδιες απαιτήσεις αντοχής με τα άλλα στοιχεία του θαλάμου καύσης.

#### 6.1.1. Τύποι Παρεμβυσμάτων:

- Πολυστρωματικός χάλυβας (MLS): Οι περισσότερες σύγχρονες μηχανές εσωτερικής καύσης παράγονται με παρεμβύσματα MLS. Αυτά αποτελούνται από δύο έως πέντε (συνήθως τρία) λεπτά στρώματα από χάλυβα, που είναι διαστρωματωμένα με ελαστομερές. Οι επιφάνειες επαφής είναι συνήθως επικαλυμμένες με επίστρωση τύπου καουτσούκ, όπως το Viton, το οποίο προσκολλάται στο μπλοκ κυλίνδρων και στην κυλινδροκεφαλή, ενώ τα εσωτερικά στρώματα είναι βελτιστοποιημένα για ανθεκτικότητα.
- Στερεός χαλκός: Ένα συμπαγές φύλλο χαλκού, και τυπικά απαιτεί ειδική μηχανική κατεργασία που ονομάζεται «o-ringing» που τοποθετεί ένα κομμάτι σύρμα γύρω από την περιφέρεια του κυλίνδρου για να εφαρμόσει στον χαλκό. Όταν γίνεται αυτό, τα παρεμβύσματα από χαλκό είναι εξαιρετικά ανθεκτικά. Πρόσφατα οι εταιρείες άρχισαν να παράγουν φλάντζες από χαλκό με ενσωματωμένα σύρματα στεγανοποίησης, επιτρέποντας την εκ των υστέρων προσαρμογή τους σε κινητήρες χωρίς την αφαίρεση του μπλοκ κινητήρα για εργασίες μηχανών.
- Σύνθετο: Μια παλαιότερη τεχνολογία. Συνήθως είναι κατασκευασμένες από αμίαντο ή γραφίτη, αλλά είναι πιο επιρρεπείς σε εκρήξεις από τις νεότερες φλάντζες. Οι φλάντζες αμιάντου καθίστανται ολοένα και πιο σπάνιες λόγω ανησυχιών για την υγεία.
- Ελαστομερή: Ένας τύπος παρεμβύσματος που χρησιμοποιείται από την Rover στους κινητήρες της σειράς K. Χρησιμοποιήθηκε μια χαλύβδινη πλάκα πυρήνα με χυτά ελαστικά σφαιρίδια από σιλικόνη για να σφραγίσει περάσματα λαδιού και ψυκτικού μέσου. Οι σπές σφραγίστηκαν με κυλινδρικούς δακτυλίους ανάφλεξης από χάλυβα με πιο συμβατικό τρόπο. Η ιδέα πίσω από το σχεδιασμό της φλάντζας ήταν να παράγει μια έκδοση παραγωγής της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται στους κινητήρες F1 τη δεδομένη χρονική στιγμή. Η αρχική εφαρμογή του παρεμβύσματος στις μικρότερες εκδόσεις της σειράς K ήταν πολύ επιτυχημένη. Ωστόσο, ο επανασχεδιασμός του κινητήρα οδήγησε σε επίμονα προβλήματα με το σχέδιο - η κοινή διεπαφή έγινε ασταθής και η φλάντζα δεν μπόρεσε να ανταποκριθεί.
- Φλάντζες κεφαλής τύπου δακτυλίου: Οι χαλύβδινοι και χάλκινοι δακτύλιοι O -Ring , είναι οι ισχυρότεροι στην κατηγορία τους. Τα παρεμβύσματα αυτά είναι επαναχρησιμοποιήσιμα και εάν χρησιμοποιούνται μεταξύ σωστά προετοιμασμένων επίπεδων επιφανειών θα αποδίδουν το μέγιστο δυνατό σφικτήρα λόγω της μαζικής μείωσης της επιφανείας τους. Τα περισσότερα παρεμβύσματα έχουν σχεδιαστεί για να σφραγίζουν περίπου 100bar πίεση κυλίνδρου μέσα σε κάθε κύλινδρο και ταυτόχρονα να αναμιγνύουν λάδι (7bar @ WOT) και νερό (2bar @ WOT).



Το κόστος αντικατάστασης μιας φλάντζας συνήθως δεν είναι ακραίο, αλλά η τιμή της συνολικής επισκευής είναι σημαντικά υψηλή. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η διαδικασία αφαίρεσης / αντικατάστασης κεφαλής κινητήρα είναι πολύ χρονοβόρα - περίπου το 75% του κόστους θα είναι εργασία. Επιπλέον, οι ανεπιθύμητες φλάντζες που έχουν υποστεί βλάβη συνήθως βλάπτουν σοβαρά τον κινητήρα και απαιτούν ακόμη πιο δαπανηρή εργασία.

## 6.2. Προβλήματα Παρεμβυσμάτων

Ο συνηθισμένος κινητήρας εσωτερικής καύσης είναι ένα τετράχρονο μοντέλο βενζίνης που χρησιμοποιεί τρία κυκλώματα υγρών εργασίας:

1. Εύφλεκτο μίγμα αέρα / καυσίμου
2. Ψυκτικό υγρό με βάση το νερό, συνήθως με ανάμικτη γλυκόλη
3. Λάδι κινητήρα για λίπανση

Όλα αυτά είναι ζωτικής σημασίας, αλλά δεν πρέπει ποτέ να επιτρέπεται η ανάμιξη. Εκτός από το σφράγισμα του κυλίνδρου, η φλάντζα κεφαλής σφραγίζει επίσης τους αγωγούς νερού και λαδιού μεταξύ της κεφαλής και του μπλοκ. Οποιαδήποτε σύνδεση μεταξύ τους θα προκαλέσει βλάβη του κινητήρα ή σημαντικά προβλήματα όπως καύση πετρελαίου (καπνός από την εξάτμιση). Ο μπλε καπνός εξάτμισης μπορεί να είναι ενδεικτικός της καύσης λαδιού. Ο λευκός καπνός εξάτμισης είναι μια ένδειξη καύσης ψυκτικού μέσου, ένα άλλο χαρακτηριστικό της φθοράς της φλάντζας.

Περιστασιακά, η συμπίεση στον κύλινδρο θα προκαλέσει σχηματισμό διαρροών στο παρέμβυσμα και θα πρέπει να αντικατασταθεί η φλάντζα αλλιώς θα προκληθεί σοβαρή ζημιά ("φουσκωμένη" φλάντζα κεφαλής). Το πρόβλημα αυτό επιδεινώθηκε με τη χρήση κεφαλών κυλίνδρου αλουμινίου αντί για σιδήρου. Ενώ ελαφρύτερο από το σίδηρο, το αλουμίνιο έχει πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα θερμικής διαστολής, γεγονός που με τη σειρά του προκαλεί πολύ μεγαλύτερη πίεση στην επένδυση κεφαλής. Οι κατασκευαστές κινητήρων έχουν ανταποκριθεί σε αυτό προσθέτοντας μια επίστρωση μη κολλήματος όπως το Teflon στην επιφάνεια του παρεμβύσματος κεφαλής.

Εάν η φλάντζα αστοχήσει, μπορεί να προκύψουν διάφορα προβλήματα, από την απώλεια συμπίεσης (που οδηγεί σε μείωση ισχύος ή σε τραχύ κινητήρα), στα καυσαέρια που εξαναγκάζονται στο σύστημα ψύξης, με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του κινητήρα και την αυξημένη φθορά του κινητήρα λόγω του λαδιού μηχανής που αναμιγνύεται με αντιψυκτικό. Το ψυκτικό μπορεί να διαρρεύσει στους κυλίνδρους, προκαλώντας την εκροή ατμού και την καταστροφή του καταλύτη. Αν η ποσότητα του ψυκτικού υγρού είναι δε τόσο μεγάλη, μπορεί να παρουσιαστεί υδραυλικό κλείδωμα, προκαλώντας εκτεταμένες ζημιές στον κινητήρα. Μερικές φορές, όλα όσα μπορεί να συμβούν όταν φουσκώσει μια φλάντζα κεφαλής είναι ο υπερβολικός ατμός που βγαίνει από τον σωλήνα εξαγωγής, όμως ο κινητήρας μπορεί να φαίνεται πως λειτουργεί κανονικά, μέχρι να εξαφανιστεί όλο το ψυκτικό υγρό και ο κινητήρας να υπερθερμανθεί. Σε άλλα περιστατικά οι διαρροές συμπίεσης εντοπίζονται σε μικρούς χώρους μεταξύ του παρεμβύσματος, οπότε είτε η κυλινδροκεφαλή ή το μπλοκ κινητήρα παγιδεύουν αέρα ο οποίος στη συνέχεια απελευθερώνεται όταν ο κινητήρας είναι απενεργοποιημένος. Ο αέρας τότε διαφεύγει στο ψυκτικό υγρό και δημιουργεί θύλακες αέρα (φυσαλίδες). Μερικές φορές αυτοί οι θύλακες αέρα μπορούν να παγιδευτούν στον θερμοστάτη ψυκτικού του κινητήρα, προκαλώντας το να παραμείνει κλειστό και να προκαλέσει περαιτέρω υπερθέρμανση, δημιουργώντας έτσι ακόμα περισσότερα κενά μεταξύ του παρεμβύσματος και του κινητήρα. Οι θύλακες αέρα μπορούν επίσης να προκαλέσουν την εκτόνωση του ψυκτικού μέσα στο δοχείο υπερχειλίσας ή διαστολής,

μειώνοντας έτσι την ποσότητα ψυκτικού που διαθέτει ο κινητήρας για να παραμείνει σε κατάλληλη θερμοκρασία.



Εικόνα 46: Φθορά σε Παρέμβυσμα Κεφαλής [4]

Ένα φθαρμένο παρέμβυσμα κεφαλής μπορεί να επιτρέψει τη διαρροή αερίων μεταξύ των κυλίνδρων.

Η κατάσταση ενός παρεμβύσματος κεφαλής εξετάζεται συνήθως ελέγχοντας την πίεση συμπίεσης με έναν μετρητή πίεσης ή καλύτερα με μια δοκιμή διαρροής και / ή επισημαίνοντας οποιαδήποτε ένδειξη καυσαερίων στο σύστημα ψύξης σε έναν υδρόψυκτο κινητήρα. Το λάδι που αναμειγνύεται με το ψυκτικό υγρό και η υπερβολική απώλεια ψυκτικού υγρού χωρίς εμφανή αιτία ή η παρουσία μονοξειδίου του άνθρακα ή αερίων υδρογονανθράκων στο δοχείο διαστολής του συστήματος ψύξης μπορεί επίσης να είναι σημάδι προβλημάτων φλάντζας κεφαλής.

Μια καλή ένδειξη αστοχίας της φλάντζας κεφαλής σε υδρόψυκτους κινητήρες είναι η παρουσία μιας ουσίας που μοιάζει με «μαγιονέζα» στο λάδι, που συχνά παρατηρείται στο δείκτη στάθμης λαδιού ή στο πώμα πλήρωσης λαδιού. Ωστόσο, η παρουσία αυτής της ουσίας δεν αποτελεί απολύτως απόδειξη αστοχίας της φλάντζας, καθώς το λάδι θα μπορούσε να αναμειχθεί με το ψυκτικό μέσω μέσω άλλων οδών. Ομοίως, είναι απολύτως πιθανό να αστοχήσει η στεγανοποίηση της κεφαλής με τέτοιο τρόπο ώστε το νερό να μην έρχεται σε επαφή με το ψυκτικό. Εξαιτίας αυτού, το λάδι που δεν έχει αναμειχθεί με ψυκτικό μέσο δεν πρέπει να θεωρείται ως ένα οριστικό σημάδι ότι η φλάντζα κεφαλής είναι σε καλή κατάσταση.

Μια διαρροή φλάντζας κεφαλής μπορεί να ταξινομηθεί είτε ως εξωτερική είτε ως εσωτερική. Μια εξωτερική διαρροή μπορεί να αναγνωριστεί από λάδι και ψυκτικό υγρό που συσσωρεύεται κάτω από τον κινητήρα. Η παρουσία ψυκτικού μπορεί να ανιχνευθεί με τη λάμψη υπεριώδους ακτινοβολίας (black light) σε μια διαρροή λαδιού. Μια εσωτερική διαρροή μπορεί συνήθως να διαγνωστεί από το υπερβολικό ψυκτικό που συσσωρεύεται στη δεξαμενή εκτόνωσης μαζί με την παρουσία υδρογονανθράκων με τη μορφή αφρού. Η πιθανότητα δημιουργίας ατμών ή συμπύκνωσης ή / και νερού (από το δρόμο ή τη βροχή) (στην εγκατάσταση μετά την πώληση) από εξωτερικό αναπνευστήρα ή δεξαμενή από το κεφάλι (κάλυμμα) μπορεί επίσης να προκαλέσει συσώρευση αφρού αλλά είναι εξαιρετικά απίθανο.

### 6.3. Επιλεγμένο Παρέμβυσμα

Το παρέμβυσμα που επιλέχθηκε αποτελεί απλοποίηση του παρακάτω Mercedes Benz μοντέλου:



- Με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

**Description:** Cylinder cover gasket

**Brand:** Mercedes Benz

**Model:** 113 CDI 116 CDI 2.1L 2.1L 2.1L

200 CDI 220 CDI 180 CDI 2.1LC 2.1LC

C220 CDI 200 CDI 2.1L 2.1L 2.1L C250

CDI C-CLASS CLS 250 2.1L 2.1L

**Engine:** OM651

**Displacement:** 2146 cc

**Combustible:** Diesel.

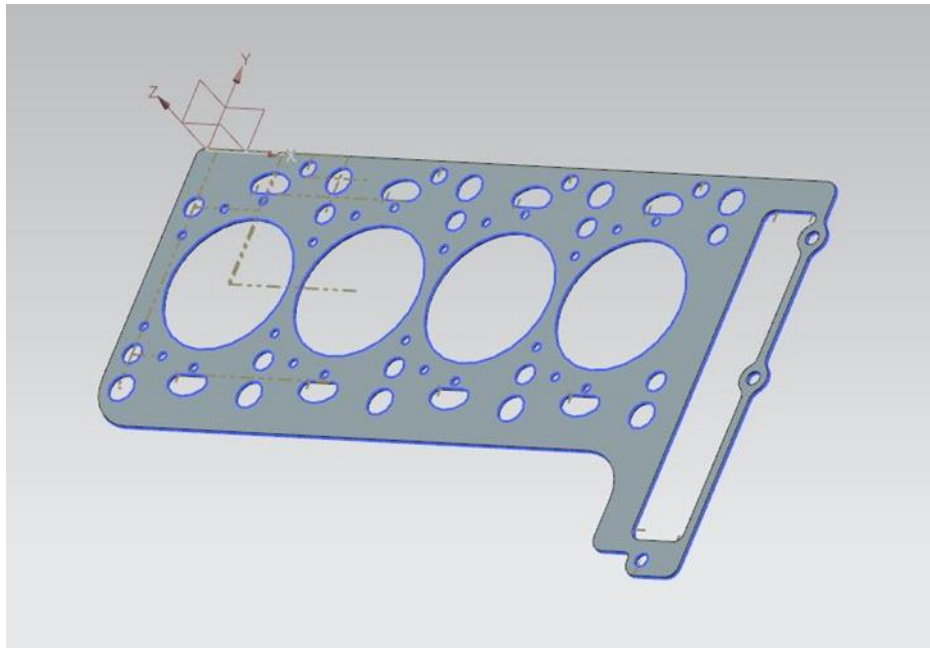
**Year:** 2008

**Piston Diameter:** Approx. 84 mm

**Material:** Multileaf (MLS).

**Thickness:** 1.35 mm.

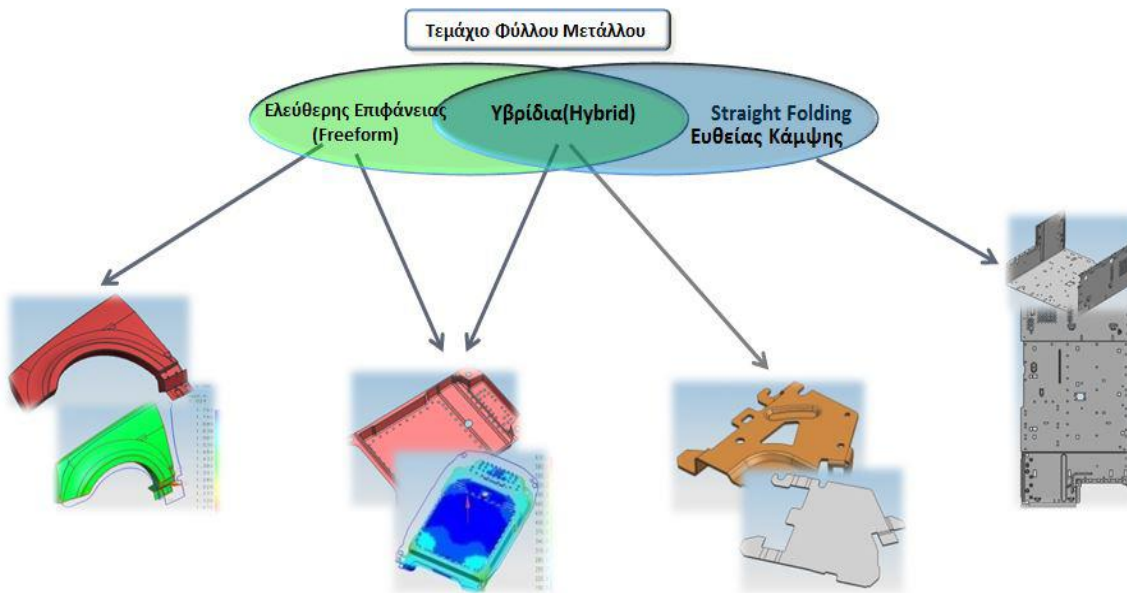
Εικόνα 47: Mercedes Benz Head Gasket [16]



Εικόνα 48: Το τεμάχιο όπως σχεδιάστηκε με το Siemens NX 11.

## 7. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΆΜΕΣΟΥ ΞΕΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ/ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ (DIRECT UNFOLDING TOOL)

### Κατηγοριοποίηση Φύλλων Μετάλλου



Εικόνα 49: Κατηγοριοποίηση Φύλλων Μετάλλου ανάλογα με το είδος των μορφοποιήσεων που έχουν υποστεί.

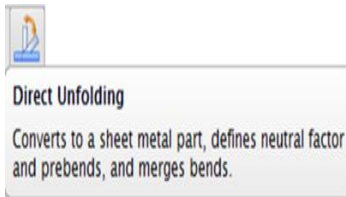
Τα τεμάχια φύλλου μετάλλου αποτελούν μια μεγάλη κατηγορία εξαρτημάτων με μεγάλη πληθώρα εφαρμογών στην κατασκευή, τις μικροεφαρμογές και γενικά σαν εξαρτήματα τελικών συναρμογών σε ένα τεράστιο εύρος προϊόντων.

Στο πλαίσιο έρευνας που αφορά την εργασία, θα χωριστούν σε 3 μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με την μορφή και τον τρόπο που εμφανίζονται οι διαμορφώσεις που τους έχουν δώσει το επιθυμητό σχήμα τους.

- 1) Ελεύθερης Επιφάνειας (Freeform)
- 2) Ευθείας Κάμψης/Αναδίπλωσης (Straight Folding)
- 3) Υβρίδια (Hybrid)

Ο Progressive Die Wizard περιλαμβάνει διαφορετικά εργαλεία αντιμετώπισης και προσέγγισης τεμαχίων φύλλου μετάλλου που σκοπό έχουν αρχικά να επιδιωρθώσουν τυχόν σφάλματα και στη συνέχεια να προετοιμάσουν το τεμάχιο για τα επόμενα στάδια κατεργασίας( απομορφοποίηση σε κενό ανάπτυγμα, σχεδιασμός όλων των ενδιάμεσων σταδίων επεξεργασίας κλπ). Το πιο σημαντικό αποτελεί το εργαλείο Direct Unfolding.

## Λειτουργία:



Εικόνα 50: Εικονίδιο Direct Unfolding.

- Μετατρέπει το εισαχθέν CAD μοντέλο σε τεμάχιο φύλλου μετάλλου.
- Δημιουργεί αναπτύγματα από διαμορφωμένα τεμάχια φύλλων μετάλλου.

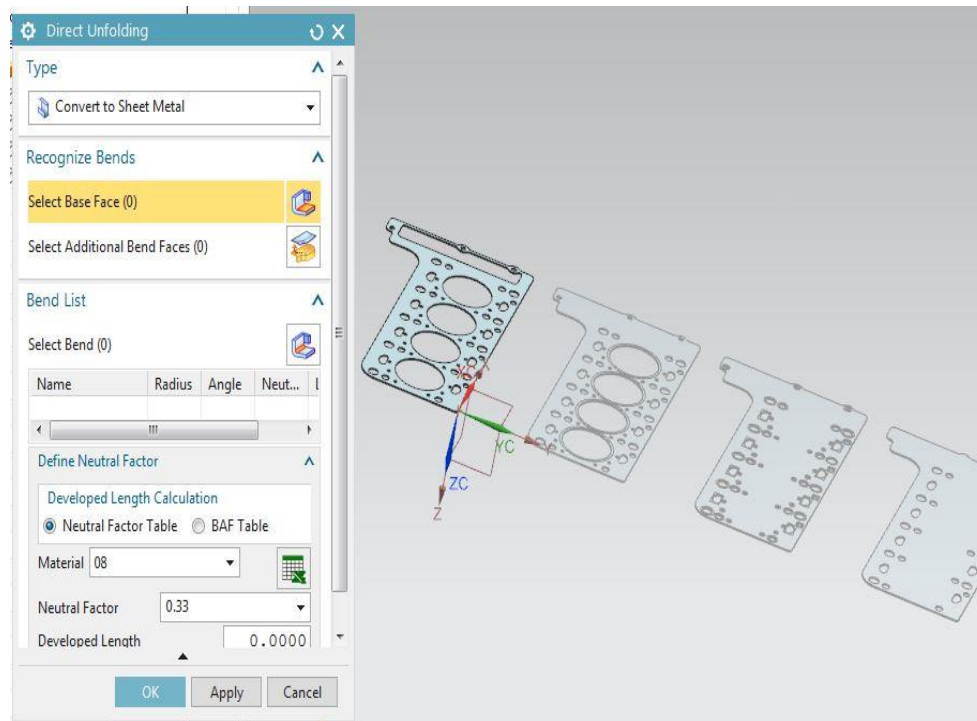
- Μπορεί να διαχειριστεί ακτίνες και στάδια κάμψης.
- Μπορεί να προσθέσει έξτρα γωνίες κάμψης για να εξισορροπήσει

πιθανές επαναφορές

- Αλλάζει τον συντελεστή K και τις αναπτυσσόμενες από αυτόν παραμέτρους μήκους για μεμονωμένες ή πολλαπλές κάμψεις σε ένα τμήμα

τεμαχίου φύλλου μετάλλου.

- Συγχωνεύει κάμψεις με ίση ακτίνα που μοιράζονται έναν κοινό άξονα κάμψης.
- Ορίζει τις παραμέτρους ενδιάμεσων κάμψεων για κάθε κάμψη. Η εντολή Prebend συνδυάζει τις λειτουργίες Divide Face και Extrude σε μια ενιαία λειτουργία Prebend στο Part Navigator (Πλοηγό Εξαρτημάτων, στο αριστερό μέρος της διεπαφής χρήστη).



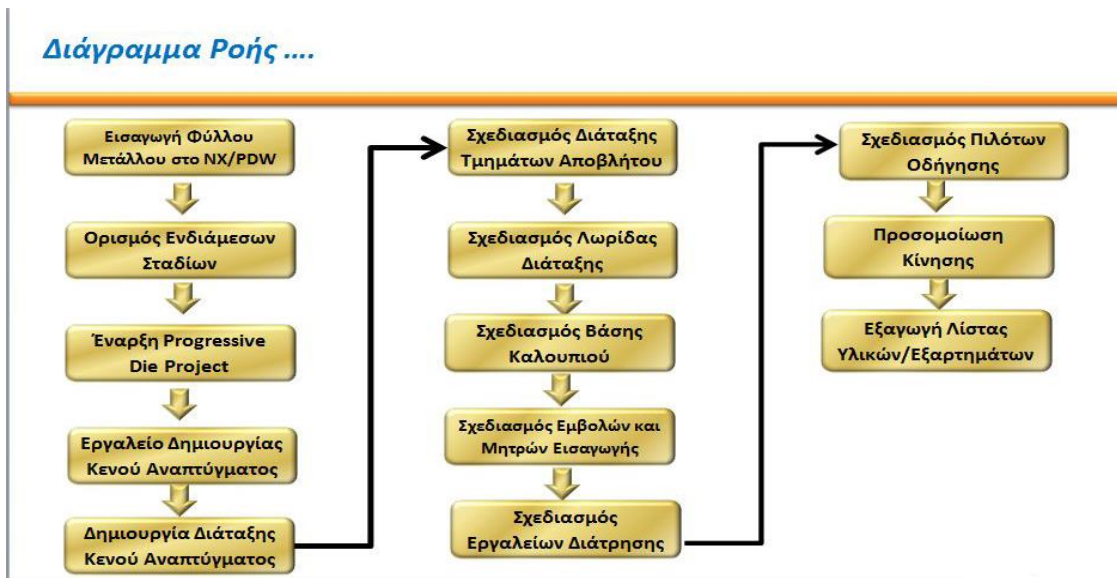
Εικόνα 51: Παράθυρο Διαλόγου Direct Unfolding.

Ο συντελεστής έντασης τάσης,  $K$ , χρησιμοποιείται στη μηχανική θραύσης για την πρόβλεψη της κατάστασης τάσης ("ένταση τάσης") κοντά στην άκρη μιας ρωγμής ή εγκοπής που προκαλείται από ένα απομακρυσμένο φορτίο ή υπολειμματικές τάσεις. Είναι ένα θεωρητικό κατασκευάσμα που εφαρμόζεται συνήθως σε ένα ομοιογενές, γραμμικό ελαστικό υλικό και είναι χρήσιμο για την παροχή ενός κριτηρίου αποτυχίας για εύθραυστα υλικά και είναι μια κρίσιμη τεχνική στις αρχές της αντοχής στην καταστροφή. Η ιδέα μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε υλικά που παρουσιάζουν μικρής κλίμακας απόδοση σε μια άκρη ρωγμών.



## 8. ΡΟΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ-ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ [5] [6]

Έχοντας ολοκληρώσει την σχεδίαση του παρεμβύσματος, ακολουθεί η διαδικασία ανάπτυξης του καλουπιού. Η διαδικασία ανάπτυξης του καλουπιού περιλαμβάνει τα εξής παρακάτω στάδια. Είναι σημαντικό ο χρήστης να γνωρίζει πως ο Progressive Die Wizard του NX δίνει τη δυνατότητα, αλλά πολλές φορές υπάρχει περίπτωση και να απαιτείται, η επιστροφή σε προηγούμενα στάδια ανάπτυξης, για επαναξιολόγηση και ενημέρωση των χαρακτηριστικών του διαμορφωτικού καλουπιού.



Εικόνα 52: Διάγραμμα Ροής Κατεργασιών.

### 8.1. Ορισμός Ενδιάμεσων Σταδίων (Define Intermediate Stage)



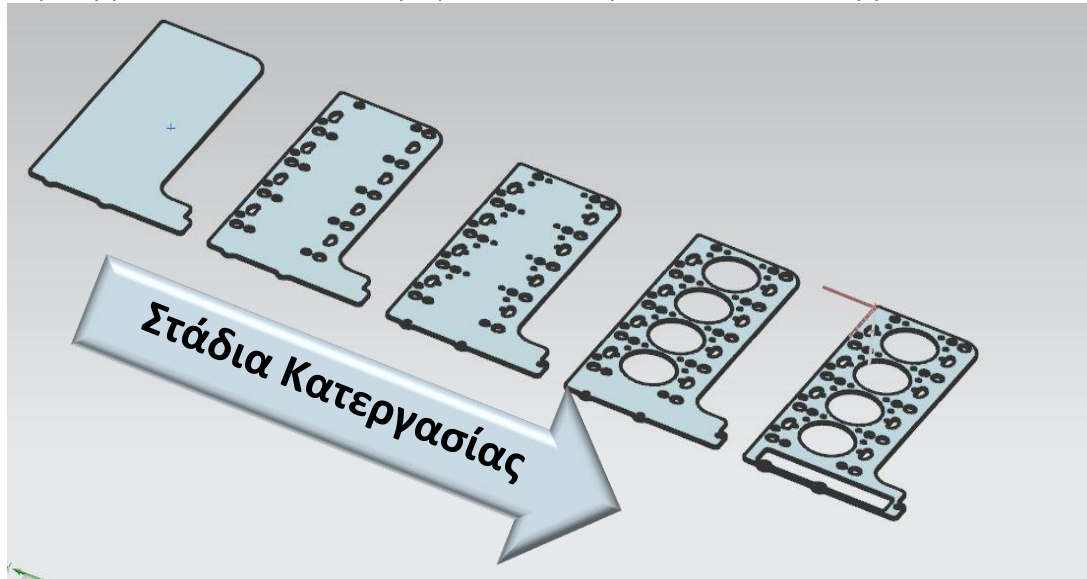
Εικόνα 53: Παράθυρο Διαλόγου Ορισμού Ενδιάμεσων Σταδίων (Define Intermediate Stage)

Προπαρασκευαστικό βήμα στην ανάπτυξη του διαμορφωτικού είναι ο ορισμός των ενδιάμεσων σταδίων/σταθμών που απαιτούνται για την τελική διαμόρφωση. Καθώς δεν είναι δυνατόν όλες οι κατεργασίες να πραγματοποιηθούν σε ένα σταθμό, σε αυτό το βήμα θα οριστεί η σειρά των διατρήσεων με σκεπτικό τη δημιουργία των αντίστοιχων εργαλείων κατεργασίας στα επόμενα βήματα ανάπτυξης. Πολύ σημαντική εδώ είναι η επιλογή From "Part to Blank" αφού θέλουμε το λογισμικό να δημιουργήσει τα προς τα «πίσω» βήματα/σταθμούς κατεργασίας, δηλαδή από το τελικό εξαγόμενο προϊόν στο αρχικό φύλλου μετάλλου.

Γραφική απεικόνιση των σταθμών κατεργασίας του παρεμβύσματος όπως

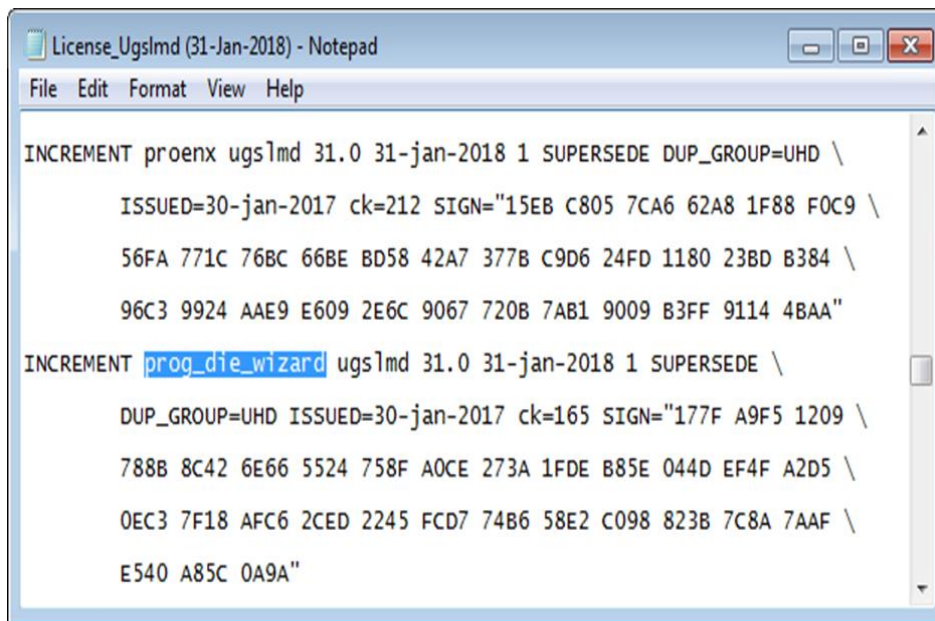


δημιουργήθηκαν από το menu ορισμού των ενδιάμεσων σταδίων κατεργασίας:



Εικόνα 54: Στάδια Κατεργασίας όπως διαμορφώθηκαν.

Σε αυτό το σημείο, προτού επανέλθουμε στο περιβάλλον εργασίας του NX, υπενθυμίζεται στον χρήστη πως για την λειτουργία όλων των απαραίτητων λειτουργιών του Progressive Die Wizard είναι απαραίτητο να επιβεβαιωθεί πως η άδεια του χρήστη συμπεριλαμβάνει το συγκεκριμένο module.



Εικόνα 55: Αρχείο License που συμπεριλαμβάνει το Progressive Die Wizard.

**Variable name :** PDIEWIZARD\_DIR

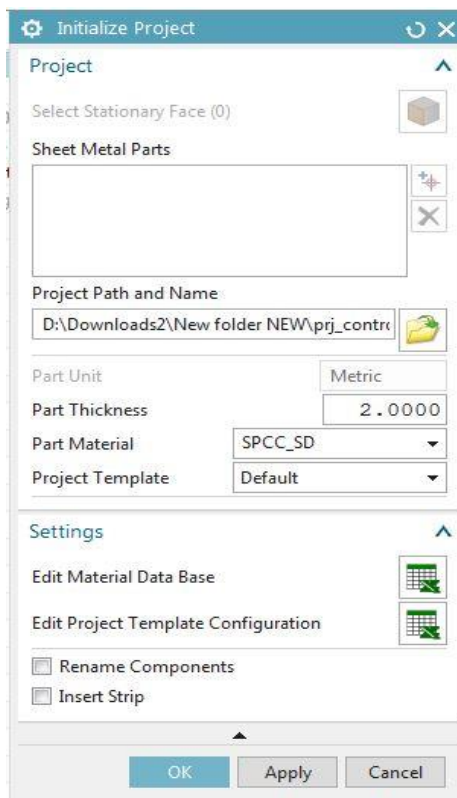
**Variable value :** C:\Program Files\Siemens\NX 10.0\PDIEWIZARD

## 8.2. Έναρξη Νέου Προοδευτικού Διαμορφωτικού Καλονπιού (Initialize Progressive Die Project)



Εικόνα 56: Κουμπί Initialize Project.

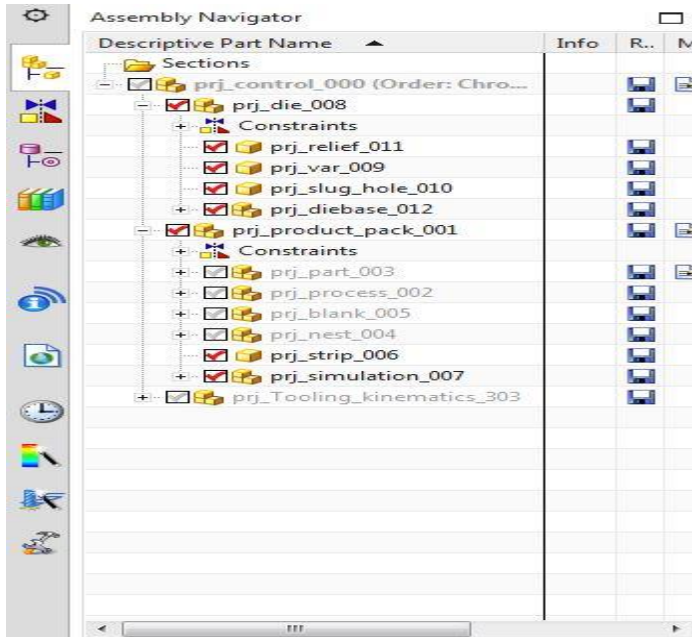
Ένα νέο Progressive Die ξεκινάει πάντα από το μενού Initialize Project. Σε αυτό το μενού, θα οριστεί ποιο τεμάχιο προς επεξεργασία θα εισαχθεί στο Progressive Die Wizard. Το πάχος υλικού από προεπιλογή θα διαβαστεί από το NX βάσει του τρόπου κατασκευής του τμήματος πριν, σε μετρικό ή αγγλικό σύστημα μέτρησης, δηλαδή σε ίντσες ή χιλιοστά. Είναι επίσης δυνατόν να επιλεγεί το διαθέσιμο υλικό από λίστα με ευρέως χρησιμοποιούμενα βιομηχανικά υλικά (βιβλιοθήκες NX), ή να δημιουργηθεί υλικό με ιδιότητες που θα οριστούν από το χρήστη.



Εικόνα 57: Παράθυρο Διαλόγου Initialize Progressive Die Project.

Για αυτό το καλούπι, επιλέγεται το αρχείο final.prt. Το αρχείο είναι το αρχικό τεμάχιο αναφοράς (Head Gasket). Το πάχος είναι σε χιλιοστά, καθώς δημιουργείται το αρχείο. Το πάχος είναι 2 mm. Το υλικό το οποίο επιλέχθηκε είναι το SPCC\_SD (Cold Rolled Steel Coil) από τα προτεινόμενα υλικά που παρέχει το SIEMENS NX στις βιβλιοθήκες του. Πρόκειται για χάλυβα ψυχρής έλασης, κατεργασία που ενισχύει τις

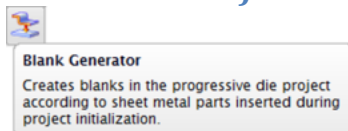
μηχανικές του ιδιότητες, (αντοχή στη θραύση κλπ) ως και 20 %, καθώς και τη ποιότητα επιφάνειας όπως και την ικανότητα κατεργασίας για παραγωγή προϊόντων με μικρότερες ανοχές [7].



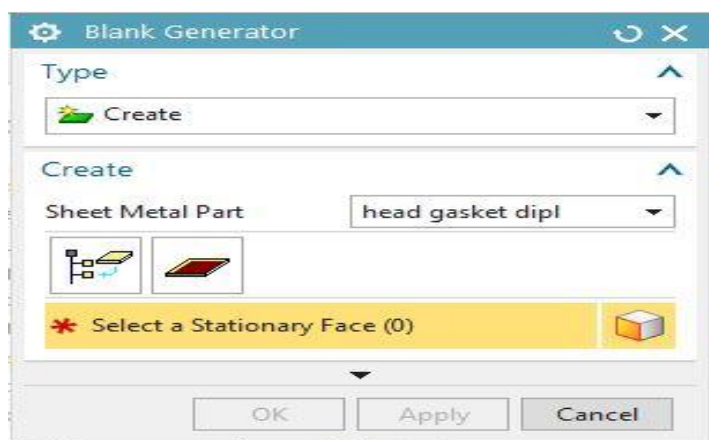
Εικόνα 58 : Δέντρο συναρμολόγησης στο menu πλοήγησης του NX.

Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα δημιουργήθηκε το νέο δέντρο συναρμολόγησης. Το αρχικό αρχείο αναφοράς βρίσκεται στο Subassembly -prj\_product\_pack\_001. (Υποσυναρμολόγηση στο δέντρο συναρμολόγησης το οποίο εμφανίζεται στον πλοηγό εξαρτημάτων αριστερά)

### 8.3. Εργαλείο Δημιουργίας Κενού Αναπτύγματος(Blank Generator Tools)



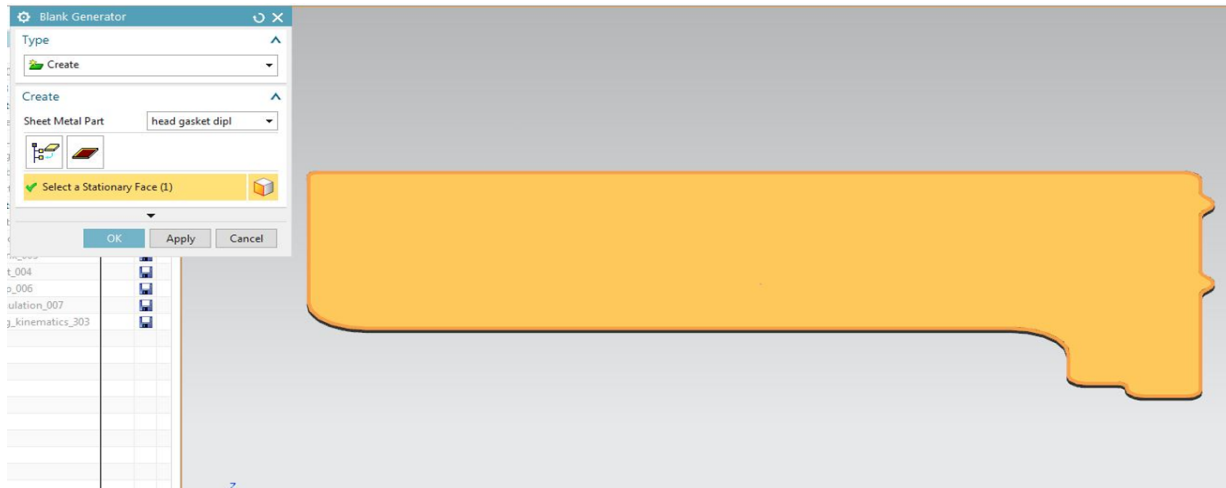
Εικόνα 5: Εικονίδιο Blank Generator



Εικόνα 59: Παράθυρο Διαλόγου Blank Generator

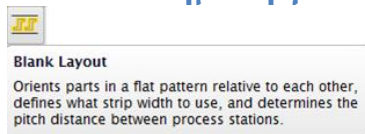
Για την δημιουργία των κενών αναπτυγμάτων (blanks) γίνεται Κλικ στο εικονίδιο Blank Generator. Όταν εμφανιστεί το παράθυρο, επιλέγεται το τεμάχιο head\_gasket\_dipl.par ως κενό αρχείο αναπτύγματος. Δεδομένου ότι υπάρχει μόνο ένα έργο που επιλέξαμε από πριν, τότε μόνο το αρχείο head\_gasket\_dipl.par είναι διαθέσιμο στο αναπτυσσόμενο μενού.

Επιλέγεται η ανώτερη επίπεδη όψη. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή αφού η επάνω όψη θα χρησιμοποιηθεί από το NX Progressive Die Wizard ως η πλευρά του άνω καλουπιού όταν παράγεται η συναρμολόγηση της βάσης και των ομάδων εξαρτημάτων στο Die Management Tool.

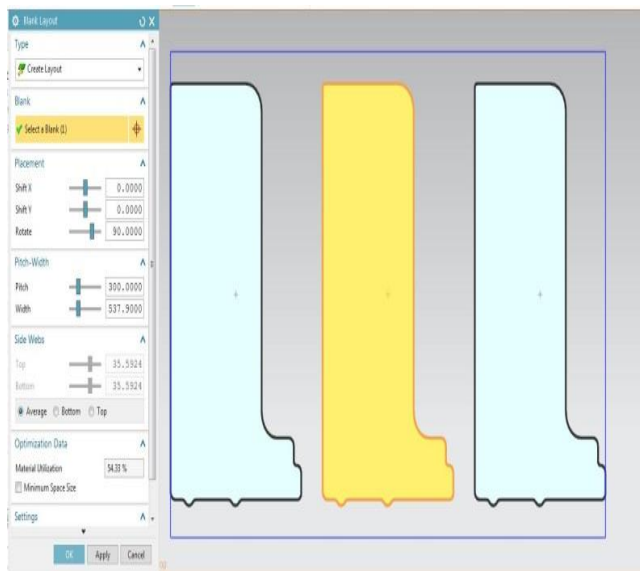


Εικόνα 60: Επελεγμένη Επιφάνεια για ορισμό προσανατολισμού (Άνω Επιφάνεια)

## 8.4. Δημιουργία διάταξης Κενού Αναπτύγματος ( Create Blank Layout)



Εικόνα 61: Εικονίδιο Blank Layout



Εικόνα 62: Παράθυρο Διαλόγου Blank Layout

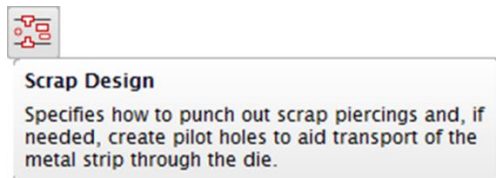
Το αρχικό σχέδιο (blank) εισάγεται στην υπο-συναρμογή. Υπάρχουν άλλα 2 κενά αναπτύγματα. Είναι δυνατή η πρόσθεση έξι ή και περισ [7]σότερων blanks. Σε αυτό το παράδειγμα υπάρχουν τέσσερα κενά μέρη, αφού αποφασίστηκε ότι με αυτό τον τρόπο έχουμε αρκετά ενδιάμεσα στάδια για τον διαμοιρασμό των κατεργασιών, αλλά και όχι περισσότερα από όσο χρειάζεται, πράγμα που σημαίνει ασύμφορη οικονομικά ανάπτυξη καλουπιού.

Από προεπιλογή, το NX χρησιμοποιεί μόνο τρία κενά για κάθε αρχείο έργου. Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί το μενού Add Blank, Copy Blank, Delete Blank και Remove Blank για να προστεθούν ή να αφαιρεθούν blank, για να προσανατολιστεί ένα κενό ανάπτυγμα π.χ. διαγώνια, εμφωλευμένα, σε ζεύγη κλπ. και σε άλλες λειτουργίες για να ελαχιστοποιηθούν τα απόβλητα (Scrap).

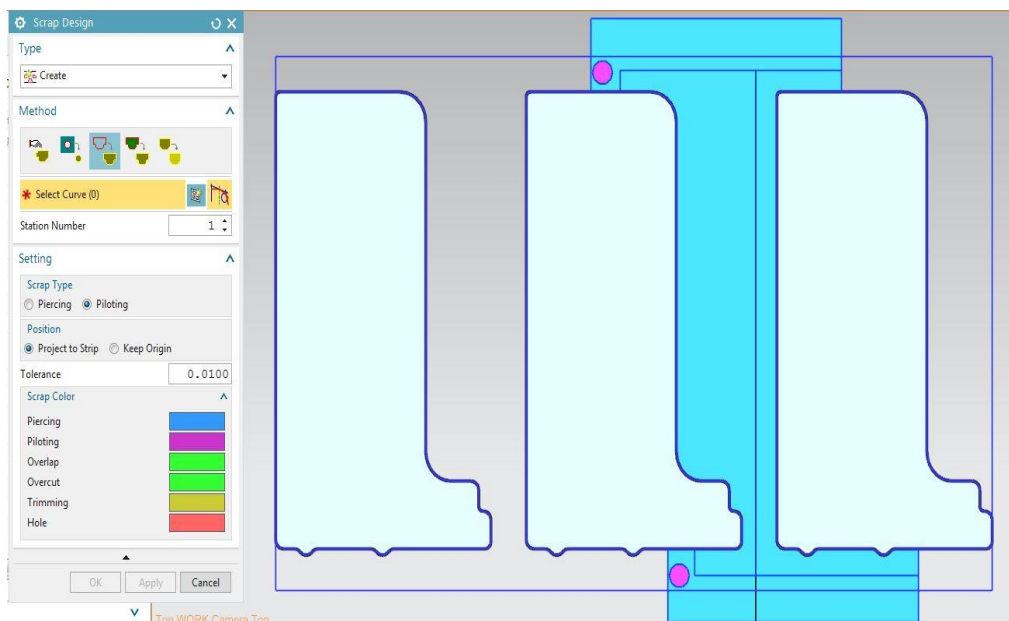
### 8.5. Σχεδιασμός Αποβλήτου (Scrap Design)

Μετά την ολοκλήρωση του κατάλληλου ορισμού των κενών αναπτυγμάτων και των ενδιάμεσων σταδίων επεξεργασίας προχωράμε στο σχεδιασμό της διάταξης του αποβλήτου που θα προκύψει από κάθε διαδικασία διάτρησης ή κοπής.

Παρακάτω φαίνονται τα τμήματα που θα χωριστεί το απόβλητο για τη δημιουργία των γεωμετριών εσωτερικά, εξωτερικά καθώς και οι πιλότοι οδήγησης του φύλλου μετάλλου από τον προηγούμενο στον επόμενο σταθμό κατεργασίας.



Εικόνα 63: Εικονίδιο Scrap Design



Εικόνα 64: Παράθυρο Διαλόγου Scrap Design

Το Scrap Design menu μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Δημιουργία απόβλητου για Διάτρηση (Μπλε χρώμα)
- Δημιουργία αποβλήτου για Πιλότους Οδήγησης (Μωβ Χρώμα)
- Διαχωρισμό αποβλήτου σε τμήματα για κάθε σταθμό κατεργασίας.
- Δημιουργία ακτίνας μεταξύ τμημάτων αποβλήτου.
- Δημιουργία επικάλυψης μεταξύ τμημάτων του αποβλήτου.

Στο συγκεκριμένο καλούπι θα χωριστεί το απόβλητο σε 3 τμήματα με 2 τρύπες για τους πιλότους εκατέρωθεν. Η εξοικείωση με το συγκεκριμένο μενού είναι πολύ σημαντική, αφού η προσθήκη ή αλλαγή της γεωμετρίας του αποβλήτου είναι πολύ συνηθισμένη κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καλουπιού



## 8.6. Δημιουργία της Λωρίδας Διάταξης (Strip Layout Design)

Αφού ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός αποβλήτου, το επόμενο βήμα είναι η δημιουργία της λωρίδας διάταξης.



### Strip Layout

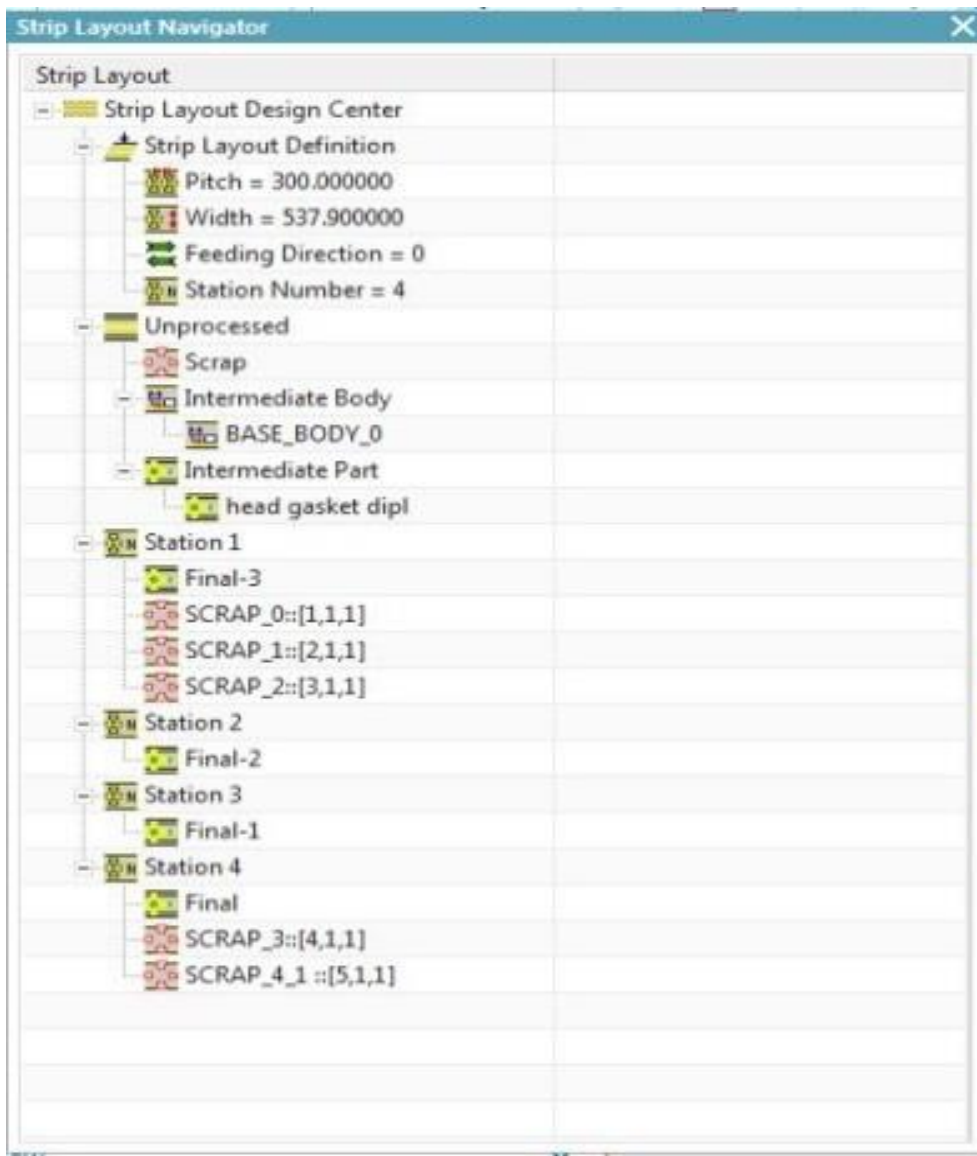
Plans the processes for how to cut off the scrap and for how to form the intermediate stages until the final shape of the sheet metal part is achieved.

Εικόνα 65: Εικονίδιο Strip Layout

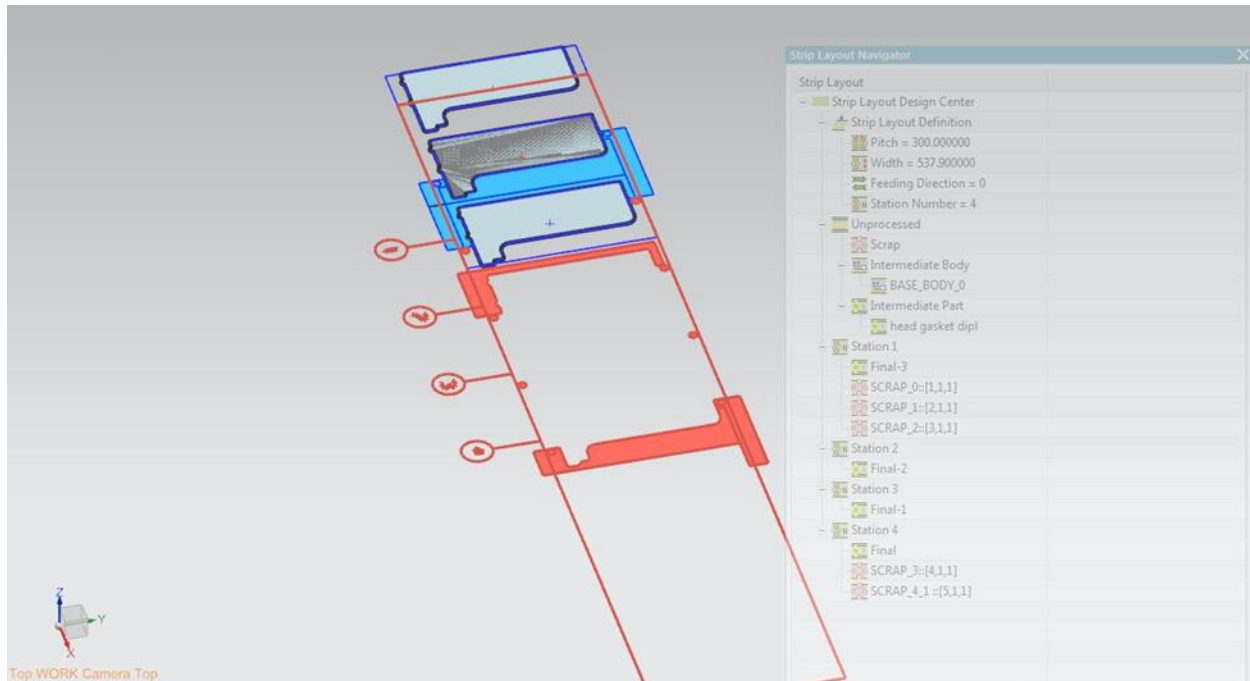
Τροποποιείται ο αριθμός σταθμού σε 4 και, στη συνέχεια, αριστερό κλικ: "Create".

Θα εμφανιστεί το παράθυρο διάταξης.

Από προεπιλογή, όλα τα απόβλητα που έχουν ήδη δημιουργηθεί προηγουμένως θα βρίσκονται στο σταθμό κατεργασίας 1. Αυτά τα απόβλητα μπορούν να ανακατανεμηθούν στους άλλους σταθμούς αφού δημιουργούμε 4 σταθμούς για τη συνολική διαδικασία. Για να υπάρχει διαδραστική ανατροφοδότηση (interactive feedback) όταν μετακινούνται τμήματα αποβλήτου μεταξύ σταθμών χρησιμοποιείται το παράθυρο Dock Layout. Κλικ και Σύρσιμο του επιθυμητού τεμαχίου αποβλήτου στον επιθυμητό σταθμό.



Εικόνα 66: Παράθυρο Διαλόγου Strip Layout



Εικόνα 67: Τελική Μορφή της Λωρίδας Διάταξης μετά την ανακατανομή των τμημάτων αποβλήτου στους σταθμούς κατεργασίας του Προοδευτικού Διαμορφωτικού.

## 8.7. Σχεδιασμός Βάσης Καλουπιού (Die Base Design)



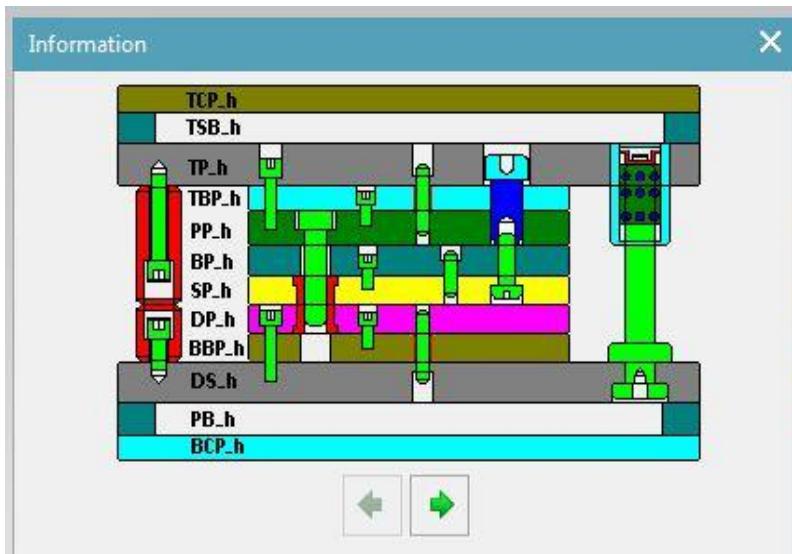
### Die Base

Adds and designs the die base, which consists of an assembly of standard parts, including plates, guide pins, guide bushings, and screws.

Εικόνα 68: Εικονίδιο Die Base

Το menu Die base επιτρέπει τη δημιουργία του άνω και κάτω τμήματος της βάσης του

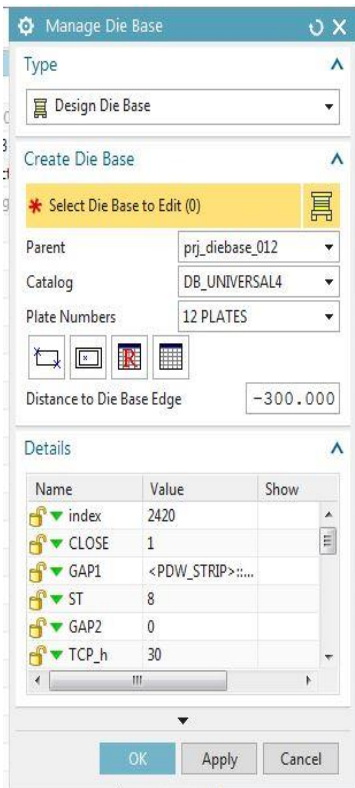
καλουπιού αυτόματα. Το παράθυρο πληροφοριών εμφανίζει οπτικές πληροφορίες για κάθε διάσταση που αφορά τα αυτόματα δημιουργούμενα μέρη :



Εικόνα 69: Πρότυπο σχεδιάγραμμα απεικόνισης διαστάσεων κατά τη δημιουργία της Βάσης Καλουπιού.

Το παράθυρο Διαλόγου του menu “Die Base” δίνει τις παρακάτω δυνατότητες στο χρήστη:

- **Επιλογή Βάσης Καλουπιού (Die Base) για Επεξεργασία**



Εικόνα 70: Παράθυρο Διαλόγου  
Manage Die Base.

Επιτρέπει να επιλέξετε μια υπάρχουσα βάση για την επεξεργασία.

- **Επιλογή Μητρικής Υποσυναρμογής**

Δίνει τη δυνατότητα να οριστεί ο κόμβος γονικής υποσυναρμογής όπου θα εγκατασταθεί η βάση καλουπιού. **Υπόδειξη:** Μπορείτε να αναθεωρήσετε τη δομή συναρμολόγησης του σχεδιασμού του καλουπιού στο Navigator Συναρμολόγησης.

- **Κατάλογος**

Δίνει τη δυνατότητα να οριστεί ένας κατάλογος από τον οποίο μπορεί να επιλεγεί μια τυποποιημένη βάση καλουπιού. Ο λίστα καταλόγων εξαρτάται από τις μονάδες του project και το αρχείο μητρώου βάσης καλουπιού. Μπορείτε να επεξεργαστείτε αυτό το αρχείο για να προσαρμόσετε την εγκατάστασή σας. Για παράδειγμα, όταν οι μονάδες του έργου είναι σε ίντσες, μόνο οι ονομασίες καταλόγου βάσης που ορίζονται στο φύλλο αγγλικών μονάδων του αρχείου καταλόγου εμφανίζονται στη λίστα Κατάλογος.

- **Αριθμοί Πλακών Βάσης**

Επιτρέπει να καθοριστεί ο αριθμός των πλακών βάσης για την εγκατάσταση.

- **Επιλογή περιοχής εργασίας.**

Επιτρέπει να οριστεί η περιοχή εργασίας που περιλαμβάνει καθορισμένες διαδικασίες επιλέγοντας δύο σημεία στην ταινία. **Σημείωση:** Επειδή οι επιλογές βάσης περιορίζονται σε εκείνες που προσφέρονται στον κατάλογο που καθορίσατε, διατίθενται μόνο βάσεις από τον κατάλογο που πληρούν τόσο τις τιμές μήκους και πλάτους της περιοχής εργασίας. Για παράδειγμα, οι διαθέσιμες βάσεις καλουπιών μπορεί να είναι μεγαλύτερες από το μήκος της καθορισμένης περιοχής εργασίας σας.

- **Καθορισμός του σημείου αναφοράς.**

Εμφανίζεται μόνο στην εφαρμογή Progressive Die Wizard.

Επιτρέπει να επιλέξετε ένα σημείο αναφοράς στη διάταξη λωρίδας για να τοποθετήσετε τη βάση μήτρας.

- **Επεξεργασία αρχείου μητρώου**

Ανοίγει ένα υπολογιστικό φύλλο που περιλαμβάνει όλες τις καταχωρημένες βάσεις.

- **Επεξεργασία βάσης δεδομένων**

Ανοίγει ένα υπολογιστικό φύλλο που περιέχει όλα τα δεδομένα παραμέτρων για την επιλεγμένη βάση.

- **Απόσταση από την άκρη της βάσης**

Δίνει τη δυνατότητα να οριστεί η απόσταση από το επιλεγμένο σημείο αναφοράς στην άκρη της βάσης της μήτρας.

Εάν η κατεύθυνση τροφοδοσίας της διάταξης λωρίδας είναι από αριστερά προς τα δεξιά, η τιμή Απόσταση στην άκρη βάσης μετράται από το σημείο αναφοράς που επιλέγετε στο αριστερό άκρο της βάσης της μήτρας. Διαφορετικά, μετράται από το σημείο αναφοράς στο δεξιό άκρο της βάσης της μήτρας.

Στο παράθυρο διαλόγου Manage Die base που θα εμφανιστεί επιλέγεται:

**Catalog :** DB\_UNIVERSAL4

**Plane Number:** 12 PLATES

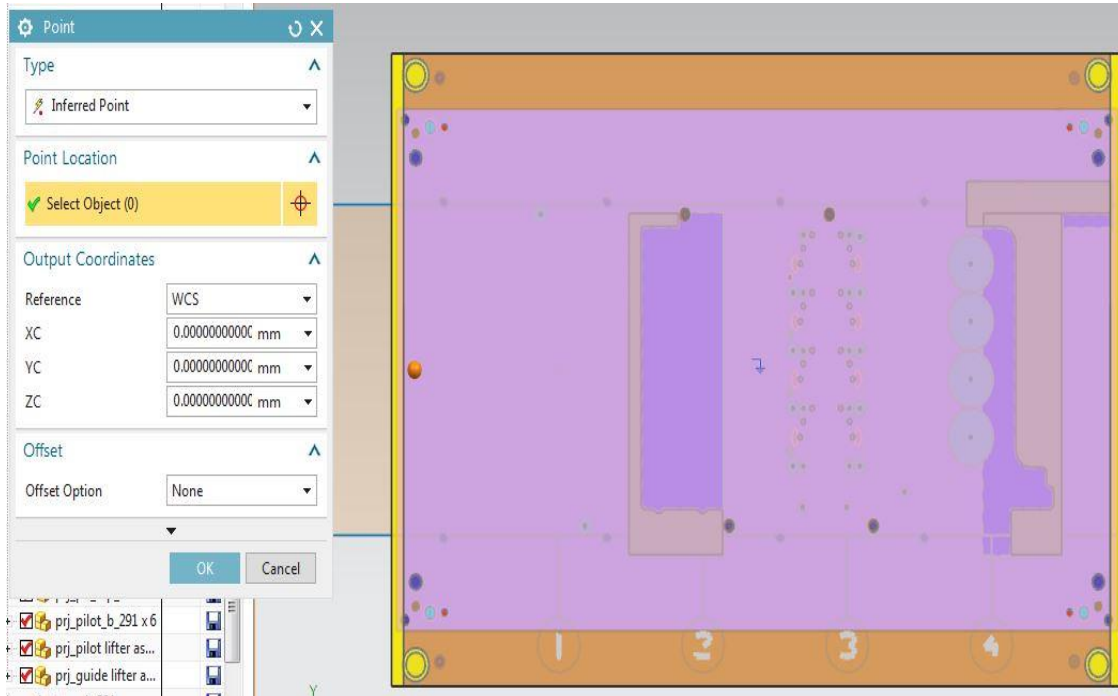
**Index:** 15040

**PL:** 1883

PW: 320

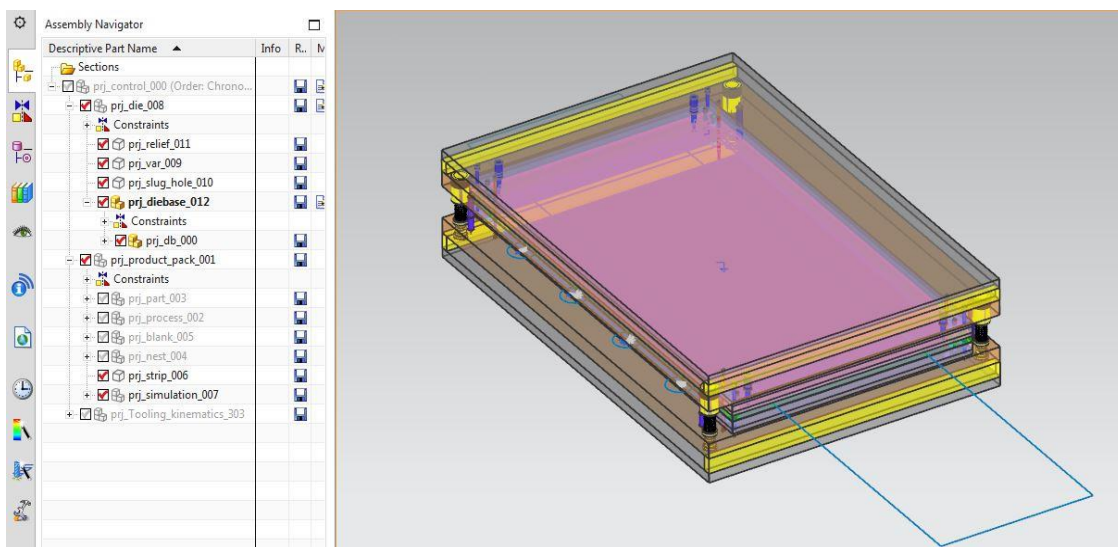
ST:13

Χρησιμοποιώντας το menu Specify Reference Point, επιλέγεται η ακμή μιας οπής για τη δημιουργία Πιλότου οδήγησης της λωρίδας ως σημείο εκκίνησης εισαγωγής της βάσης του καλουπιού.



Εικόνα 71: Παράθυρο Διαλόγου Specify Reference Point.

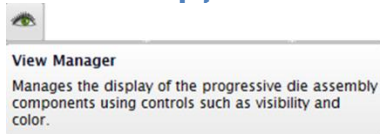
Το NX Progressive Die δημιουργεί αυτόματα το γκρουπ εξαρτημάτων του άνω και κάτω τμήματος της βάσης του καλουπιού. Τα αρχεία μπορούν να εντοπιστούν αριστερά στο Part Navigator, στην υπό-συναρμογή prj\_diebase\_012.



Εικόνα 72: Δέντρο Συναρμογής μετά την δημιουργία των άνω και κάτω τμημάτων της βάσης του καλουπιού.



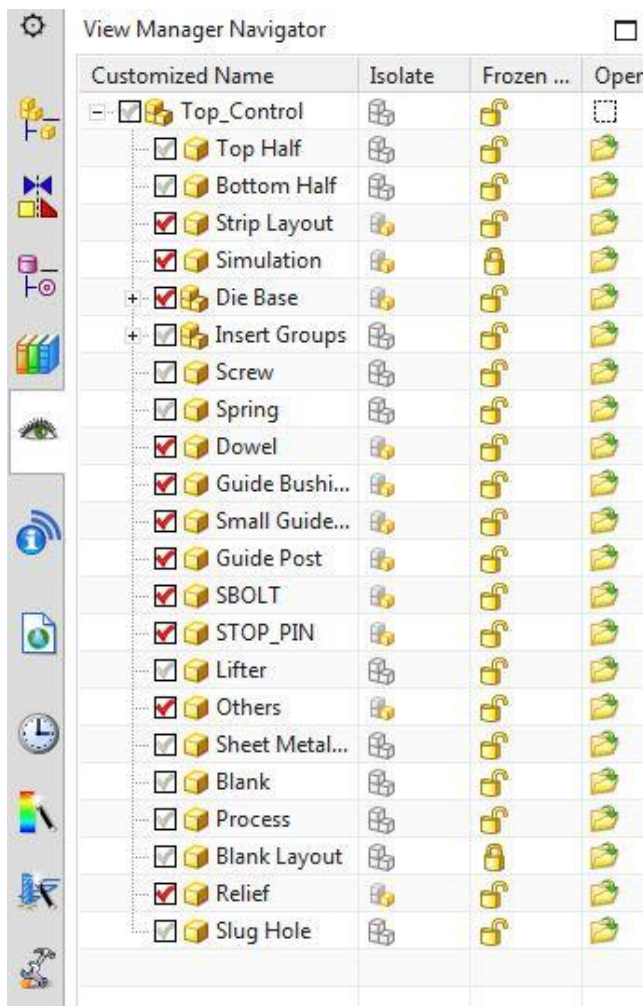
## 8.8. Εργαλείο View Manager (View Manager Tool)



Εικόνα 73: Εικονίδιο View Manager.

Το NX Progressive Die παρέχει το εργαλείο View Manager για να κάνει στον χρήστη ευκολότερη τη χρήση αρχείων μεγάλων συναρμογών όπως είναι το αρχείο μιας συναρμογής ενός προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού.

Το εργαλείο αυτό δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αποκρύψει ή/και να εμφανίσει κάθε εξάρτημα/ομάδα εξαρτημάτων του καλουπιού και της λωρίδας διάταξης βασιζόμενο σε ορολογία που χρησιμοποιείται από την σχετική βιομηχανία.



Εικόνα 74: Απεικόνιση των ομάδων εξαρτημάτων του προοδευτικού διαμορφωτικού στο μενού πλοήγησης View Manager.

Το πρόγραμμα περιήγησης διαχειριστή προβολής εμφανίζει μια δομή δέντρου του τμήματος. Κλικ στην κεφαλίδα στήλης για να ταξινομήσετε την εμφάνιση βάσει αυτού του χαρακτηριστικού. Χρησιμοποιήστε τα σύμβολα συν ή μείον για να αναπτύξετε ή να συμπτύξετε τους κόμβους. Χρησιμοποιήστε τα πλαίσια ελέγχου για να εμφανίσετε ή να αποκρύψετε εξαρτήματα ή ομάδες εξαρτημάτων.

- Προσαρμοσμένο όνομα (Customized Name)**  
 Εμφανίζει το όνομα των κατόχων PDW και των κόμβων. Το όνομα μπορεί να είναι το τυπικό όνομα εξαρτήματος ή μπορεί να προσαρμοστεί αναλόγως.
- Απομόνωση (Isolate)**  
 Ελέγχει την εμφάνιση συγκεκριμένων εξαρτημάτων. Όταν επιλεγθεί ένα εξάρτημα-γονέας στο δέντρο, τα εξαρτήματα-παιδιά επιλέγονται και εμφανίζονται επίσης.
- Παγώμα / Ξεπάγωμα (Freeze/ unfreeze)**  
 Παγώνει / Απελευθερώνει (κλειδώνει / ξεκλειδώνει) ένα εξάρτημα ή σύνολο εξαρτημάτων από την ενημέρωση WAVE διαλόγου κατά τη διάρκεια της τρέχουσας συνεδρίας.
- Κατάσταση Ανοίγματος (Open Status)**  
 Ανοίγει και κλείνει τα αρχεία κάτω από τους υποδοχείς και τους κόμβους.
- Αριθμός Ποσότητας Εξαρτήματος (Attribute Count)**

Δείχνει πόσα ίδια από ένα συγκεκριμένο εξάρτημα υπάρχουν στη συναρμολόγηση.



## 8.9. Δημιουργία των Κεφαλών Διάτρησης και Μήτρων Εισαγωγής (Piercing Insert & Die Cavity Insert Design)



### Piercing Insert Design

Designs piercing punch, die with constant or variable clearance and cavity/slug holes, defines an array of duplicate piercing inserts, and manages design association.

Εικόνα 75: Εικονίδιο Piercing Insert.

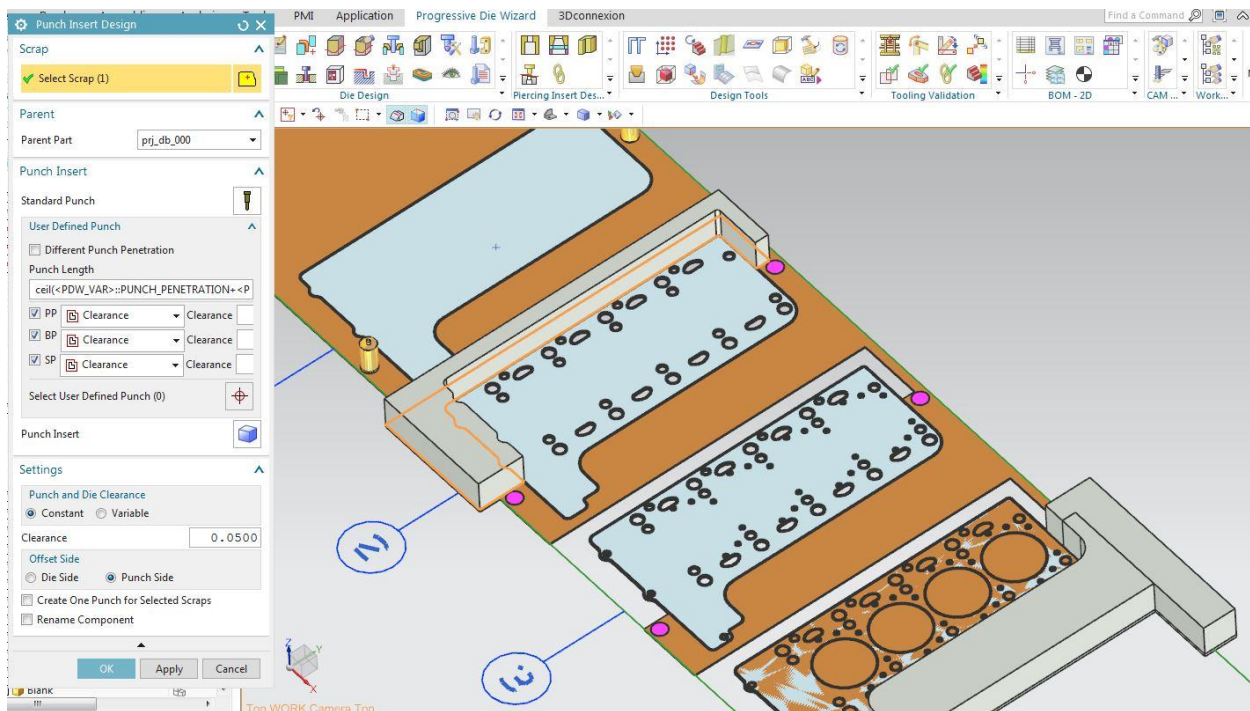
Σε αυτό το στάδιο θα εισαχθούν τα διατρητικά εργαλεία για κάθε τμήμα αποβλήτου. Στη συνέχεια θα δημιουργήσουμε το εσωτερικό απόβλητο για τις τρύπες στην εσωτερική επιφάνεια, και θα δημιουργηθούν ειδικά εργαλεία διάτρησης (Special Piercing) Αφού δημιουργηθούν τα εργαλεία διάτρησης θα δημιουργηθούν και οι κοιλότητες εισαγωγής των εργαλείων στο κάτω μέρος του. Αρχικά θα δημιουργηθούν τα εμβολα για τις εξωτερικές διαμορφώσεις της φλάντζας.

Επιλέγω το κουμπί Punch Insert Design.



Εικόνα 76: Εικονίδιο Punch Insert Design.

Σε αυτό το βήμα επιλέγεται η επιθυμητή επιφάνεια αποβλήτου (scrap) και στο υπο-μενού Offset Side πρέπει να επιβεβαιωθεί πως είναι επιλεγμένη η επιλογή Punch Side. Με αυτό το τρόπο δημιουργώ όλα τα διατρητικά εργαλεία για τις scrap επιφάνειες της λωρίδας διάταξης.



Εικόνα 77: Παράθυρο Διαλόγου Punch Insert Design.

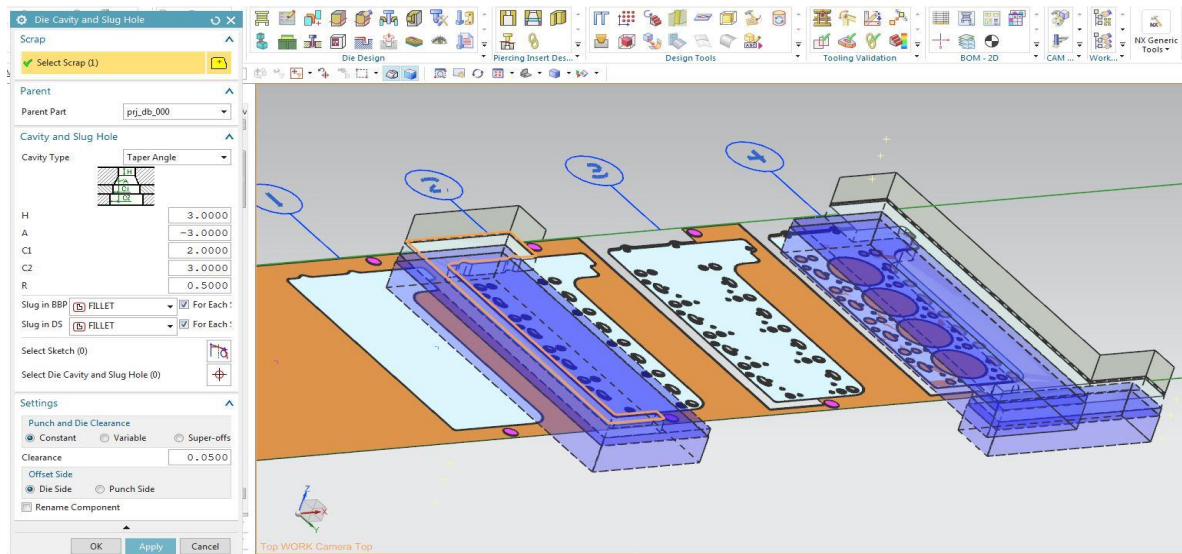
Ολοκληρώνοντας τη διαδικασία για το πάνω μέρος του προσδευτικού διαμορφωτικού, ακολουθεί η δημιουργία των μήτρων εισαγωγής του των διατρητικών από το κάτω μέρος του καλουπιού.

Κλικ στο κουμπί “Die Cavity And Slug Hole”,



Εικόνα 78: Εικονίδιο Die Cavity and Slug Hole.

Και επιλέγονται πάλι οι επιφάνειες αποβλήτου.



Εικόνα 79: Παράθυρο Διαλόγου Die Cavity and Slug Hole.

Στη συνέχεια θα δημιουργηθούν οι οπές στο εσωτερικό του φύλλου μετάλλου. Για τις οπές αυτές θα κάνουμε χρήση των πρότυπων εξαρτημάτων, τα οποία παρέχονται από την βιβλιοθήκη του Progressive Die Wizard. Επιλέγεται το κουμπί “Special Piercing”.



Εικόνα 80: Εικονίδιο Special Piercing.

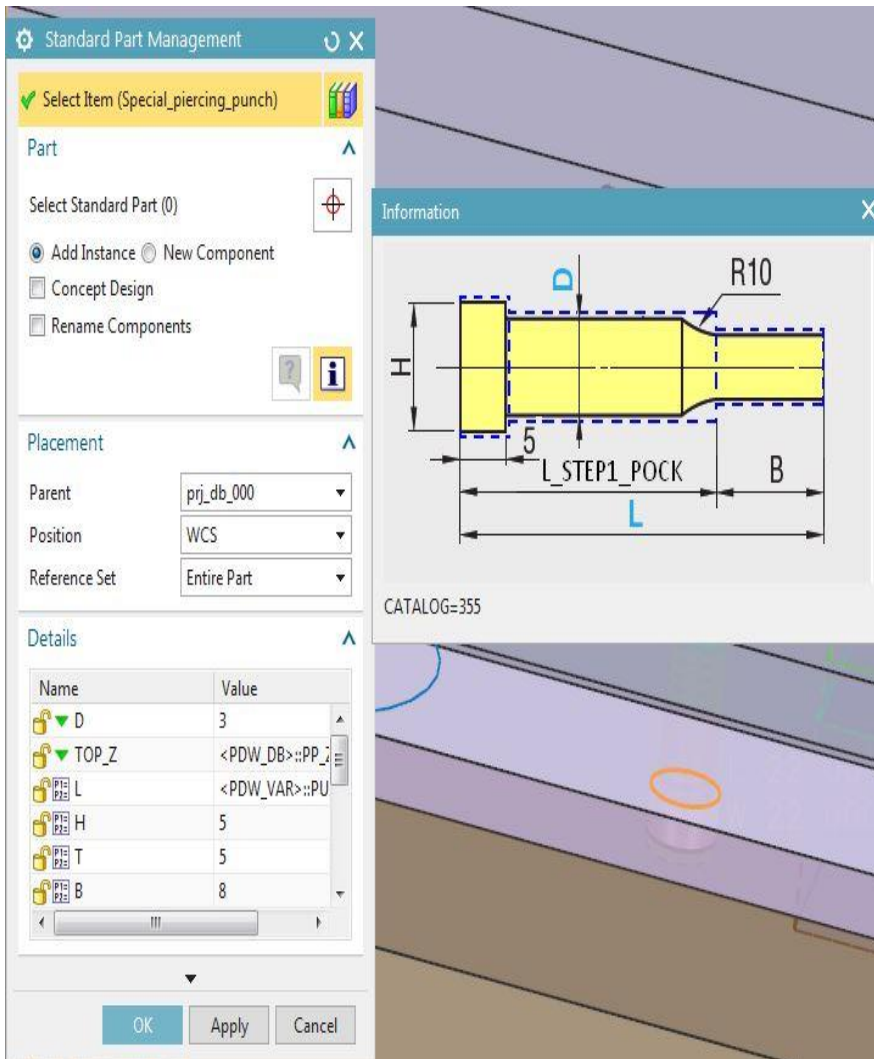
Παράθυρο Διαλόγου “Special Piercing”:

- Τύπος
  - Λίστα τύπων

Δίνει τη δυνατότητα να καθοριστεί ο τύπος λειτουργίας που θα εκτελεστεί.

### ■ Δημιουργία

Επιτρέπει να δημιουργηθεί ένα νέο ένθετο στην τρέχουσα συναρμογή.



Εικόνα 81: Παράθυρο Διαλόγου ορισμού διαστάσεων Standard Part.

### ■ Επεξεργασία

Επιτρέπει να επεξεργαστεί ένα υπάρχον ένθετο στην τρέχουσα συναρμογή.

### ■ Διαγραφή

Επιτρέπει να διαγραφεί ένα ένθετο από την τρέχουσα συναρμολόγηση. Οι ακόλουθες επιλογές εξαρτώνται από τον επιλεγμένο τύπο.

#### • Επιλογή Ακμής

##### ○ Επιλογή Ακμής

Δίνει τη δυνατότητα να επιλεγεί μία ή περισσότερες ακμές που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία του ένθετου.

##### ○ Επιλογή Οπής

#### Επιφάνειας

Επιτρέπει την επιλογή επιφάνειας που περιέχει μια τρύπα που θα χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία του ένθετου.

#### • Επιλογή Ενθέτου

##### ○ Επιλογή Ενθέτου

Δίνει τη δυνατότητα να επιλεγεί το ένθετο προς επεξεργασία, όταν ο τύπος έχει οριστεί στην Επεξεργασία. Επιτρέπει την επιλογή το ένθετου προς διαγραφή, όταν ο Τύπος έχει οριστεί σε Διαγραφή.

#### • Καθορισμός Vector

##### ○ Καθορισμός Vector

Δίνει τη δυνατότητα να καθοριστεί ο φορέας του ένθετου διάτρησης.

##### ○ Καθορισμός προσανατολισμού

Δίνει τη δυνατότητα να καθοριστεί ο προσανατολισμός του ένθετου διάτρησης.

#### • Ειδικό ένθετο

##### ○ Μητρικό Εξάρτημα

Επιτρέπει την επιλογή ενός μητρικού εξαρτήματος για το ένθετο.

##### ○ Τύπος εισόδου

Επιτρέπει την επιλογή τύπου ένθετου για δημιουργία.

- Έμβολο εισόδου
- Μήτρα Εισαγωγής



### Επιλογή Τυποποιημένου κενού

Επιτρέπει να επιλεγεί τυποποιημένο κενό για το ένθετο.

- **Επεξεργασία τυποποιημένου κενού αναπτύγματος**
  - **Επεξεργασία τυποποιημένου κενού αναπτύγματος.**

Επιτρέπει την επιλογή ενός τυποποιημένου κενού αναπτύγματος για επεξεργασία.

- **Όρια**
  - **Αρχή**

Δίνει τη δυνατότητα να καθοριστεί η απόσταση εκκίνησης της διαδρομής εισαγωγής.

- **Τέλος**

Δίνει τη δυνατότητα να καθοριστεί η απόσταση απόστασης της διαδρομής του ένθετου.

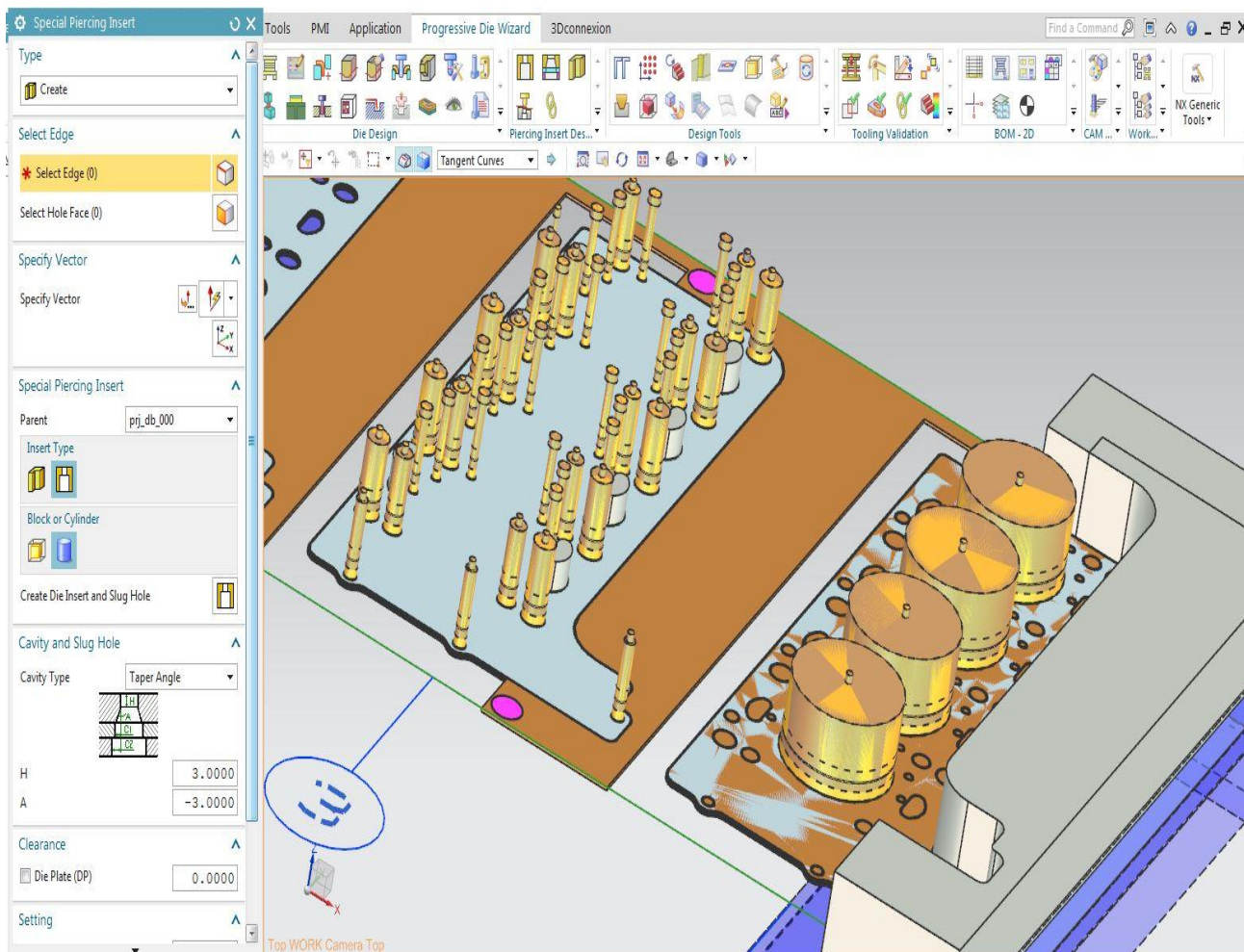
- **Χάρη.**

Δίνει τη δυνατότητα να οριστεί ξεχωριστή χάρη για κάθε πλάκα.

- Πλάκα διάτρησης (PP)
- Κάτω πλάκα (BP)
- Αποσπώμενη πλάκα (SP)

- **Οπή κοιλότητας**

Εμφανίζεται όταν ο τύπος εισαγωγής έχει οριστεί σε Μήτρα Εισαγωγής.



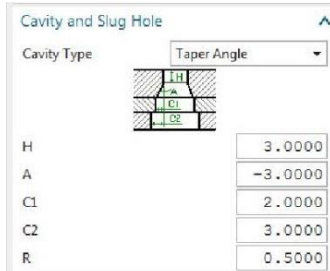
Εικόνα 82: Παράθυρο Διαλόγου Special Piercing.

- **Τύπος κοιλότητας**

Δίνει τη δυνατότητα να οριστεί ο τύπος της οπής κοιλότητας σε μια βάση καλουπιού.

Κωνική γωνία

Δημιουργεί μια κοιλότητα κωνικής γωνίας.



**Εικόνα 83: Διαστάσεις Κοιλότητας**

H - Βάθος τρύπας

A - Διάμετρος της διάκενου της μήτρας (Βήμα, Στρογγυλό Βήμα 1)

Γωνία της διάκενου της μήτρας (Γωνία κλίσης)

C1 - Διάμετρος της οπής κοπής στην επάνω πλάκα στήριξης

C2 - Διάμετρος της οπής κοπής στην πλάκα στήριξης του πυθμένα

Βήμα

Δημιουργεί μια κοιλότητα Βήμα.

- **Χάρη.**

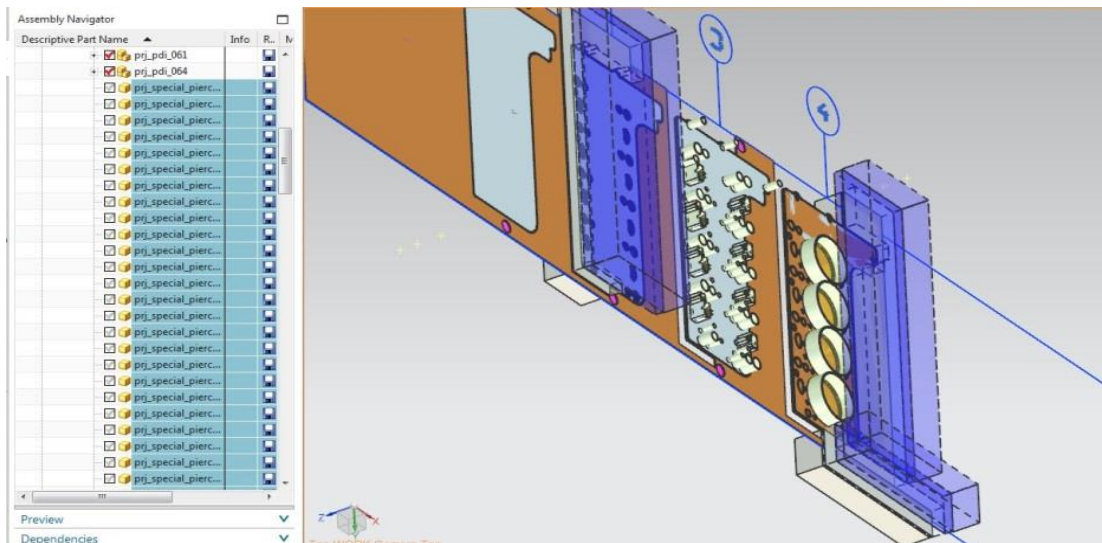
Εμφανίζεται όταν ο τύπος εισαγωγής έχει οριστεί σε Μήτρα Εισαγωγής

- **Πλάκα (DP)**

Επιτρέπει να οριστεί μια τιμή χάρης για την μήτρα στην πλάκα της μήτρας.

1. Επιλέγω "Create"
2. κλικ σε όλες τις οπές με την ίδια διάμετρο
3. Menu Select Edge = Select Hole Face
4. Insert type = Punch
5. Ok

Αντίστοιχα, στο κάτω μέρος του διαμορφωτικού για την δημιουργία των μήτρων εισαγωγής των διατρητικών εργαλείων επιλέγοντας τις ίδιες ακριβώς ρυθμίσεις με μοναδική διαφορά το menu insert type όπου επιλέγεται το Insert.



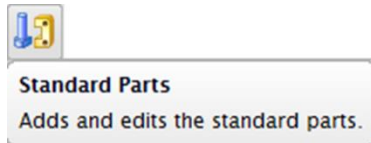
**Εικόνα 84: Θέση των δημιουργημένων εμβόλων και μητρών εισαγωγής στο δέντρο συναρμογής.**

Αξίζει να αναφερθεί και πάλι πως για τον σχεδιασμό των μήτρων εισαγωγής πρέπει να ληφθεί υπόψη πως οπές με τη ίδια διάμετρο πρέπει να επιλεγούν ανά ομάδα διαμέτρου στη δημιουργία διατρητικού και μήτρας (ξεχωριστά special piercing groups).

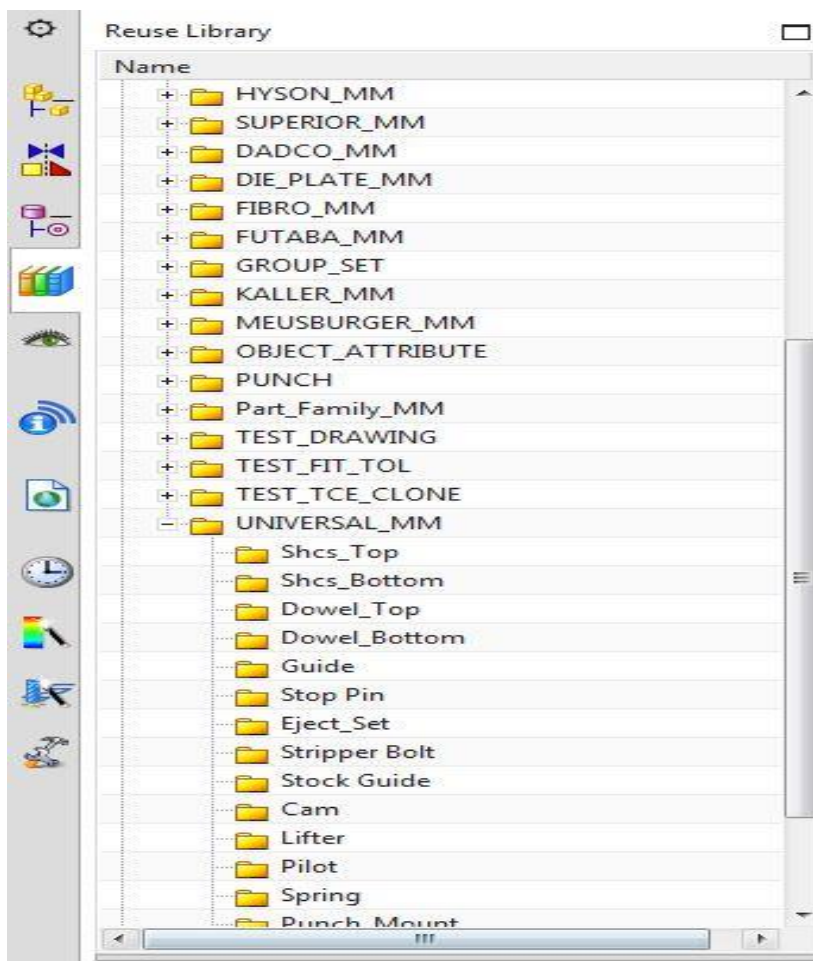


## 8.10. Σχεδιασμός των Πιλότων Εισαγωγής (Pilot Piercing Tool Insert)

Η δημιουργία των οπών πιλότων εισαγωγής είναι η πρώτη διαδικασία στην δημιουργία λωρίδας διάταξης ενός προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού, ήδη κατά τη δημιουργία των τμημάτων αποβλήτου. Δημιουργούνται οι οπές των πιλότων εισαγωγής, και στη συνέχεια χρησιμοποιούνται τα standard insert tools για να δημιουργηθούν οι πιλότοι οδήγησης. Κλικ στο εικονίδιο Standard Parts



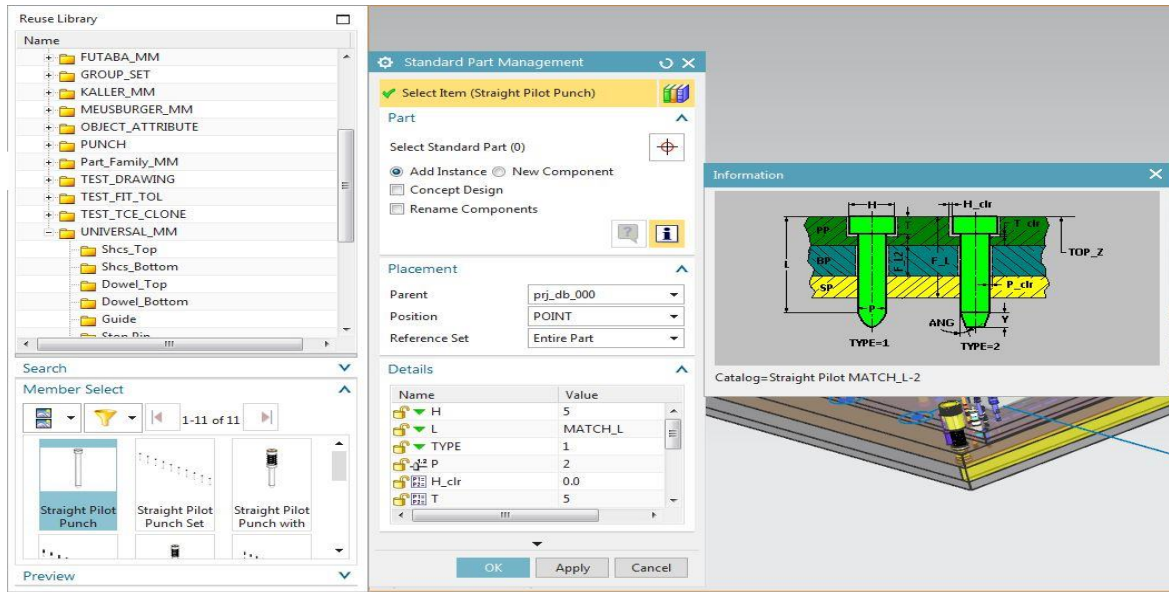
Εικόνα 6: Εικονίδιο Standards Parts



Εικόνα 86: Λίστα Διαθέσιμων Εξαρτημάτων ομαδοποιημένα σε κατηγορίες προμηθευτών και τύπους χρήσης.

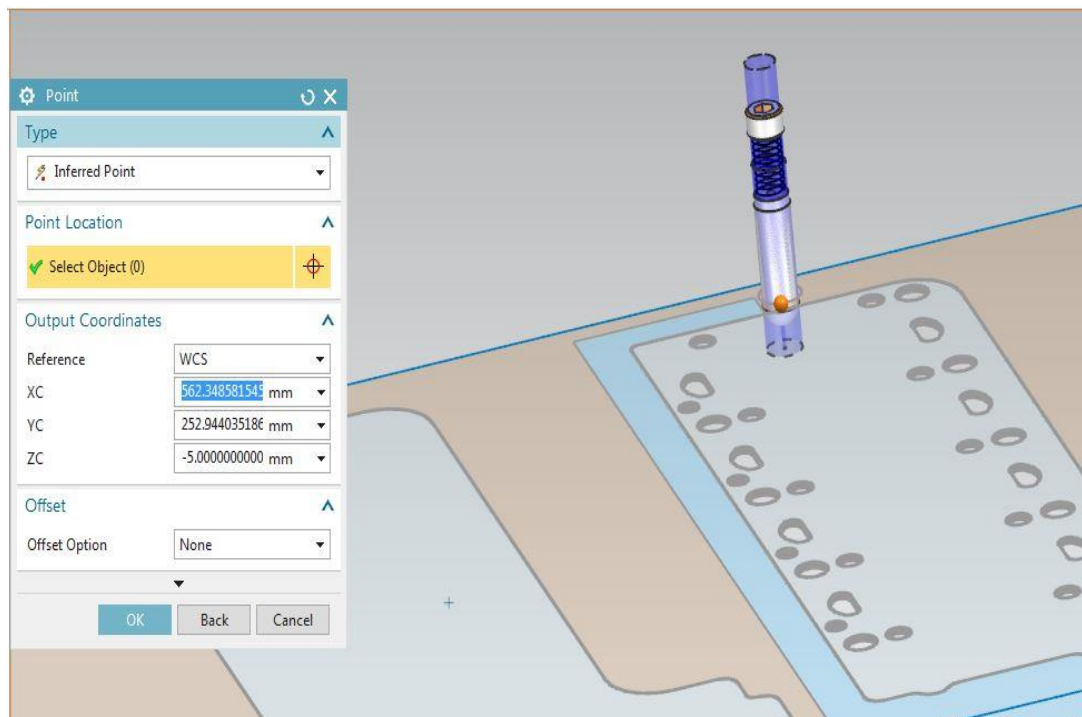
Αλλαγή τιμής H για το επιθυμητό μέγεθος Punch (P). Κάθε διάσταση των προτύπων εξαρτημάτων συνδέεται με άλλη διάσταση, επομένως η αλλαγή μίας διάστασης θα επηρεάσει και όλες τις υπόλοιπες.

Χρησιμοποιείται ο πιλότος στο φάκελο Universal\_MM .



Εικόνα 87: Παράθυρο Διαλόγου Standard Part Management και σχεδιάγραμμα απεικόνισης και επεξεργασίας των διαστάσεων των πιλότων εισαγωγής.

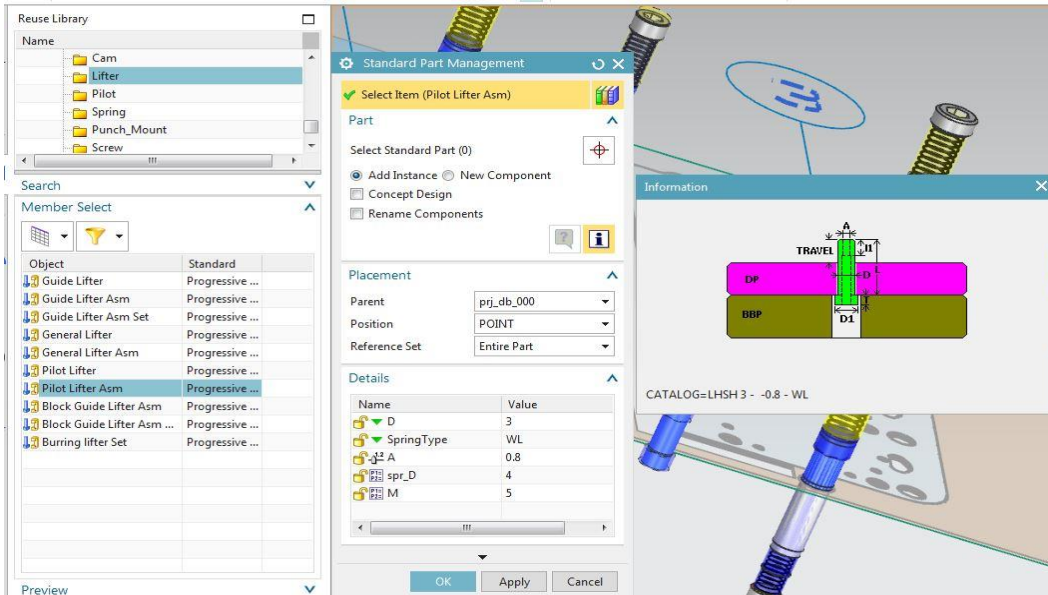
Επιλέγεται τμήμα αποβλήτου (scrap) για Pilot Hole για κάθε στάδιο της διάταξης λωρίδας για να δημιουργήσετε τη συναρμογή εξαρτημάτων Pilot Punch.



Εικόνα 88: Παράθυρο Διαλόγου Specify Point και επιλογή τμήματος αποβλήτου για ορισμό θέσης.

## 8.11. Σχεδιασμός Πιλότων Ανύψωσης ( Pilot Lifter Insert Design)

Αντίστοιχη δουλειά θα γίνει και για τους πιλότους ανύψωσης, δουλεύοντας στο κάτω μέρος του καλουπιού.

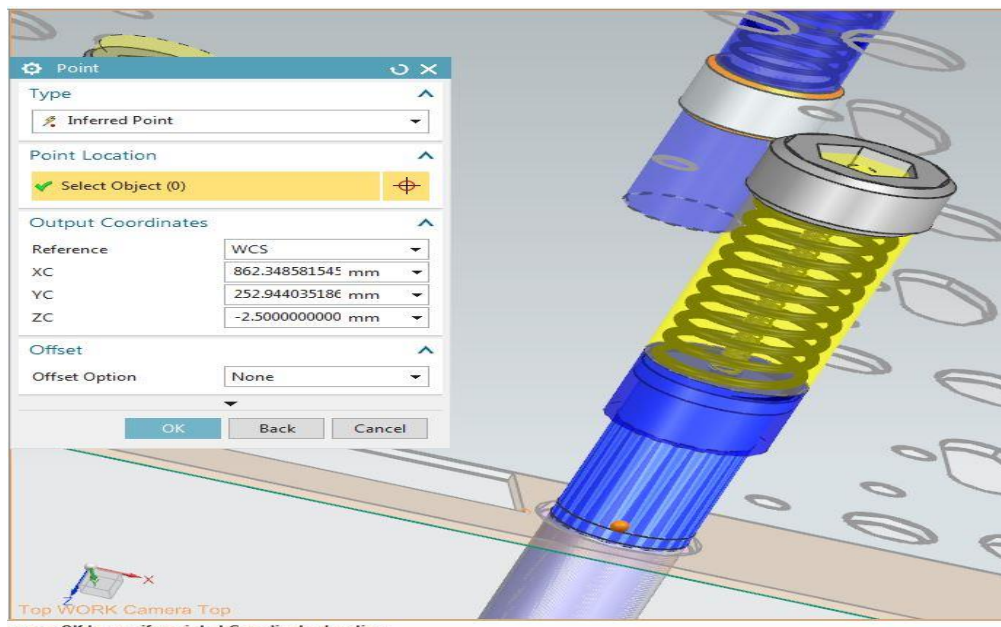


Γίνεται αλλαγή στην τιμή D για το επιθυμητό μέγεθος του πιλότου ανύψωσης ( Punch Lifter). Και εδώ, κάθε διάσταση των προτύπων εξαρτημάτων συνδέεται με άλλη διάσταση, επομένως η αλλαγή μίας διάστασης θα επηρεάσει και όλες τις υπόλοιπες.

Χρησιμοποιείται ο πιλότος ανύψωσης στο φάκελο Universal\_MM.

Εικόνα 89: Παράθυρα Διαλόγου Standard Part Management και σχεδιάγραμμα απεικόνισης και επεξεργασίας διαστάσεων των πιλότων ανύψωσης.

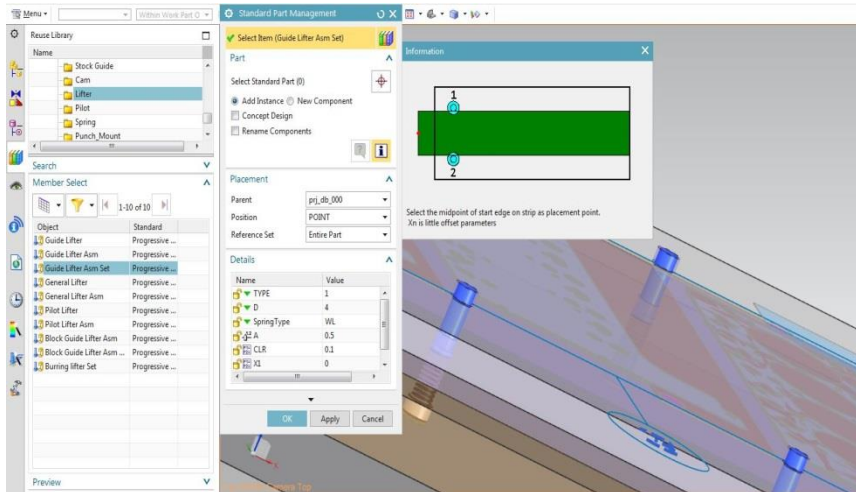
Επιλέγεται τμήμα αποβλήτου (scrap) για Pilot Lifter για κάθε στάδιο της διάταξης λωρίδας για να δημιουργήσετε τη συναρμογή εξαρτημάτων Pilot Lifter.



Εικόνα 90 : Παράθυρο Διαλόγου Specify Point και επιλογή τμήματος αποβλήτου για ορισμό θέσης.

## 8.12. Δημιουργία Πιλότων Προώθησης (Pilot Guide Lifter Design)

Τελευταίο κομμάτι του συστήματος προώθησης είναι η δημιουργία ράουλων τα οποία προωθούν το φύλλο μετάλλου ευθεία σε κάθε επόμενο σταθμό επεξεργασίας του καλουπιού.



Για τη δημιουργία τους επιλέγεται ξανά το κουμπί Standard Parts. Στη συνέχεια στο φάκελο Lifter επιλέγω Guide lifter Asm Set. Το Pilot Guide Lifter set πάντα εισάγεται σε ζευγάρια των 2 εκατέρωθεν της λωρίδας διάταξης. Κατά τη διαδικασία εισαγωγής χρησιμοποιείται η μια άκρη της λωρίδας σαν σημείο αναφοράς.

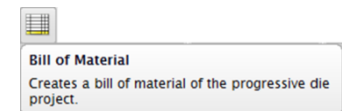
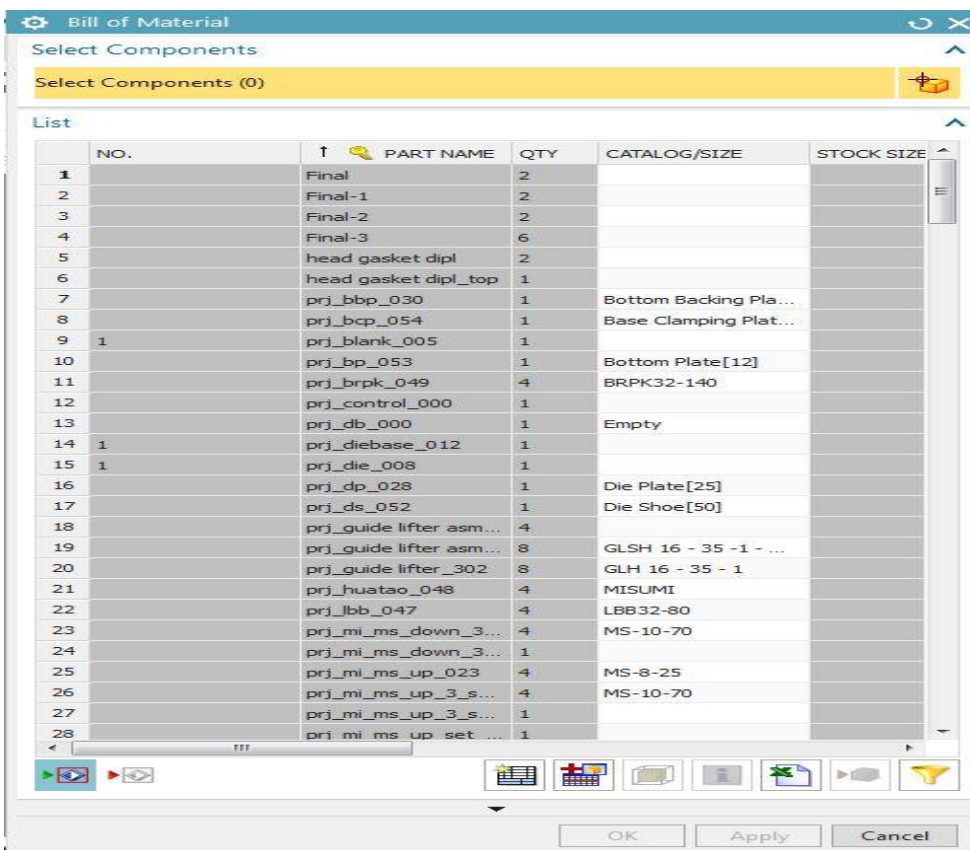
Εικόνα 91: Παράθυρα Διαλόγου Standard Part Management και

σχεδιάγραμμα απεικόνισης και επεξεργασίας θέσεων των πιλότων προώθησης.

## 8.13. Δημιουργία Λίστας Τεμαχίων (Create Bill Of Material)

Το NX Progressive Die διαθέτει εργαλείο Bill of Material (BOM) που επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει BOM με βάση τις ανάγκες της κάθε μονάδας παραγωγής. Αυτό το BOM μπορεί να εξαχθεί σε μορφή Microsoft Excel και επίσης μπορεί να προσαρμοστεί ποιό μέρος χρειάζεται ή δεν

χρειάζεται να εμφανιστεί στο BOM.



Bill of Material  
Creates a bill of material of the progressive die project.

Εικόνα 92: Εικονίδιο Bill of Material.

Εικόνα 93: Παράθυρο Διαλόγου Bill of Material.



## 8.14. Επισκόπηση προσομοίωσης κίνησης (Motion Simulation Overview)

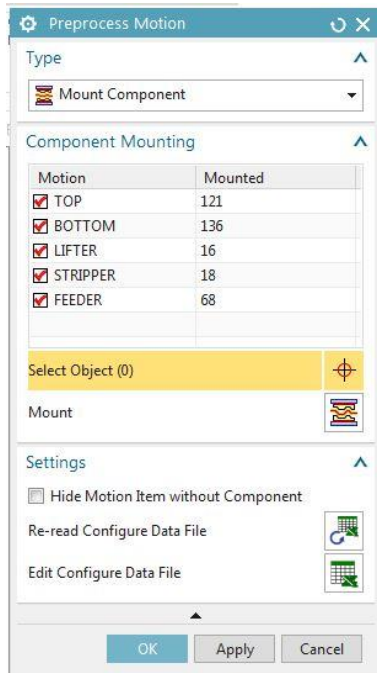
Πριν από τη δημιουργία προσομοίωσης κίνησης σε προοδευτικό διαμορφωτικό καλούπι, ο χρήστης πρέπει να ρυθμίσει όλες τις παραμέτρους στο παράθυρο διαλόγου προεπεξεργασίας κίνησης (Preprocess Motion).



**Motion Preprocess**  
Sets and loads kinematic model, mounts die and sheet metal parts on the kinematic model.

Εικόνα 7: Εικονίδιο Motion Preprocess.

Το παράθυρο πληροφοριών δείχνει απεικόνιση για κάθε παράμετρο.



Εικόνα 95: Παράθυρο Διαλόγου Preprocess Motion.

Στο παράθυρο Preprocess Motion, κλικ μία προς μία σε όλες τις ομάδες και γίνεται σύγκριση το με το επισημασμένο μοντέλο CAD.

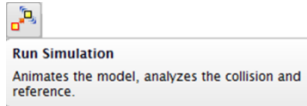
Ο χρήστης μπορεί να προσθέσει αντικείμενο για κάθε κατηγορία χρησιμοποιώντας το κουμπί επιλογής.

Top	= Πάνω μισό του καλουπιού
Bottom	= Κάτω μισό του καλουπιού
Lifter	= Περιέχει του πιλότους ανύψωσης και και τους πιλότους οδήγησης
Stripper	= Πλάκες λωρίδας για το άνω και κάτω συναρμογή καλουπιού
Feeder	= Διάταξη λωρίδας που περιέχει και προσομοίωση κάθε σταθμού



## 8.15. Αναπαγωγή Προσομοίωσης (Run Simulation)

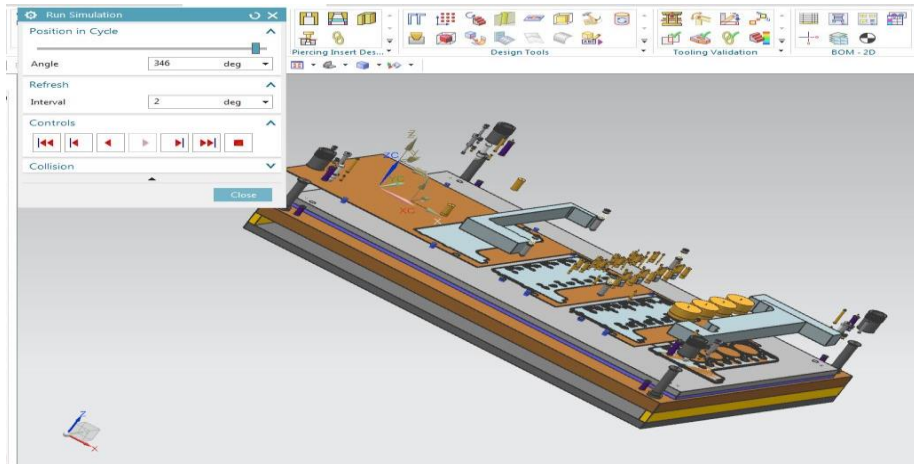
Αφού ολοκληρωθεί η ρύθμιση στο παράθυρο διαλόγου Προεπεξεργασία κίνησης (Preprocess Motion), στη συνέχεια, ακολουθεί το κουμπί Εκτέλεση προσομοίωσης.



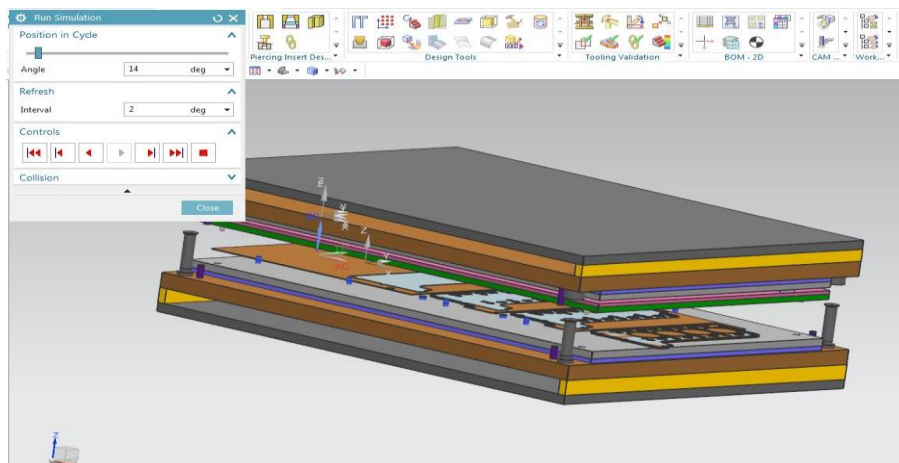
Εικόνα 96: Εικονίδιο Run Simulation.

Στο παράθυρο Εκτέλεσης προσομοίωσης (Run Simulation), είναι δυνατόν ο χρήστης να ελέγξει την κινούμενη εικόνα καθώς και τη να πραγματοποιήσει έλεγχο για σύγκρουση μεταξύ των τμημάτων κατά τη διάρκεια της κίνησης.

Είναι δυνατή η αλλαγή του ρυθμού απεικόνισης των διαστημάτων (μέτρηση ανά 360 μοίρες για επαναληψιμότητα) για τη δημιουργία ομαλότερης κίνησης προσομοίωσης

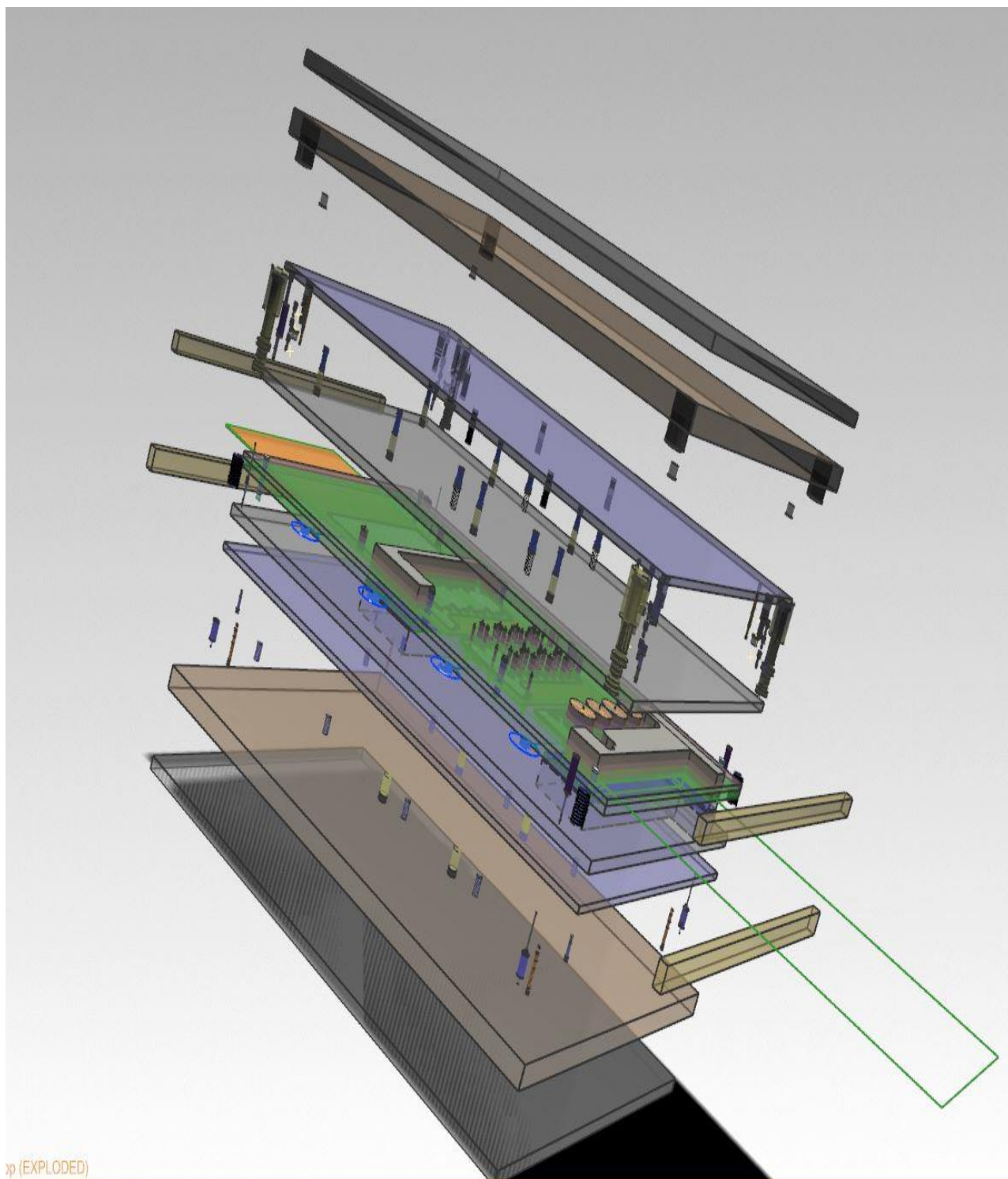


Εικόνα 97: Προσομοίωση με κρυμμένο το άνω τμήμα του καλουπιού



Εικόνα 98: Προσομοίωση με αποκατεστημένο το πάνω τμήμα.

## 8.16. EXPLODED VIEW



Εικόνα 99: Απεικόνιση για την οποία χρησιμοποιήθηκε το Built-in Render του Siemens NX11.

## 9. ΑΣΤΟΧΙΕΣ ΚΑΙ ΕΜΠΟΔΙΑ

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του λογισμικού και συγκεκριμένα στη αυτόματη δημιουργία του άνω και κάτω τμήματος της βάσης του προοδευτικού διαμορφωτικού προέκυψε πρόβλημα καθώς το εγκατεστημένο λογισμικό με το οποίο διεξαγόταν η εργασία δεν διέθετε τις βιβλιοθήκες PDIEWIZARD. Θα ήθελα σε αυτό το σημείο να ευχαριστήσω τον κ. Παύλο Κουλουριδάκη, υπεύθυνο του εργαστηρίου CadLab, χωρίς τη βοήθεια του οποίου δεν θα μπορούσα να έρθω σε επαφή με το ελληνικό τμήμα της τεχνικής υποστήριξης του SIEMENS NX από την προμηθεύτρια εταιρία. Μέσω τηλεφωνικής επικοινωνίας ανιχνεύτηκε το πρόβλημα και στάλθηκαν τα αρχεία που έλειπαν και ήταν απαραίτητα για την ανάπτυξη.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως για την αυτόματη δημιουργία (Auto-generation) των συναρμογών εξαρτημάτων, καθώς και για την εξαγωγή λίστας τεμαχίων (Bill of Materials) είναι απαραίτητο να έχει εγκατασταθεί στο σύστημα που τρέχει το NX και το λογισμικό Windows Excel, αφού χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό σημείων και διαστάσεων.

## 10. ΣΥΝΟΨΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάπτυξη και ο σχεδιασμός ενός προοδευτικού διαμορφωτικού καλουπιού αποτελεί μια χρονοβόρα και ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία. Άλλωστε ακόμα και η ίδια η μέθοδος παραγωγής προτείνεται μόνο στις περιπτώσεις που η ζήτηση του τελικού εξαγόμενου προϊόντος είναι αρκετά μεγάλη για να καλύψει το κόστος παραγωγής του καλουπιού.

Εργαλεία όπως το Progressive Die Wizard τη χρήση του οποίου πραγματοποιήθηκε η εργασία αποτελούν την απάντηση στις σχεδιαστικές προκλήσεις που παρουσιάζει η ανάπτυξη ενός τέτοιου διαμορφωτικού συστήματος. Εισάγοντας αυτοματοποιημένες διαδικασίες και σε άμεση σύνδεση με την αγορά και τη βιομηχανία πρότυπων εξαρτημάτων ο σχεδιαστής μηχανικός επιταχύνει τη διαδικασία ανάπτυξης, έχοντας τη πολύ σημαντική δυνατότητα για αναθεώρηση του συνόλου των επιλογών που έχει κάνει καθ' όλη τη πορεία ανάπτυξης. Πρόκειται για ζήτημα πολύ σημαντικό, αφού η ευελιξία στην παραγωγή αποτελεί κρίσιμο κομμάτι της ανταγωνιστικότητας οποιασδήποτε μονάδας.

Διεξάγοντας την ανάπτυξη του καλουπιού για το παρέμβυσμα (φλάντζα κυλινδροκεφαλής) διαπιστώθηκε πως ο Wizard κατευθύνει και επεξηγεί στο χρήστη το σύνολο των εργασιών που απαιτούνται για την ανάπτυξη και το περιβάλλον ανάπτυξης είναι σχετικά φιλικό ακόμα και για χρήστες του NX χωρίς μεγάλη σχεδιαστική εμπειρία.

Φυσικά για την χρήση και τη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος καλείται ο κάθε χρήστης να γνωρίζει ακριβώς τις κατασκευαστικές προδιαγραφές (διαστάσεις, ανοχές, υλικό και μηχανικές ιδιότητες υλικού) του τελικού προϊόντος που θα παραχθεί.

## 11. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Α. Αντωνιάδης, Μηχανουργική Τεχνολογία 3η έκδοση, ΤΖΙΟΛΑ, 2018.
- [2] Κ. Στέφανος, Κατασκευαστικές Τεχνολογίες, Ηράκλειο, 2003.
- [3] Μπιλάλης Νικόλαος, Μαραβελάκης Εμμανουήλ, Συστήματα Cad/Cam και Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση, Εκδόσεις Κριτική, 2014.
- [4] «Head gasket From Wikipedia, the free encyclopedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Head\\_gasket](https://en.wikipedia.org/wiki/Head_gasket).
- [5] «NX 11 Documentation - Progressive Die Design,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://docs.plm.automation.siemens.com/tdoc/nx/11/nx\\_help/#uid:xid1128421:index\\_pdw](https://docs.plm.automation.siemens.com/tdoc/nx/11/nx_help/#uid:xid1128421:index_pdw).
- [6] «NX 6 - Progressive Die Design through Manufacture Process Optimization,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www-cad.fnl.gov/PLMWorld2008/Tooling/NX%25206%2520ProgDieProcess.pdf>.
- [7] «Cold rolling, From Wikipedia, the free encyclopedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rolling\\_\(metalworking\)#Cold\\_rolling](https://en.wikipedia.org/wiki/Rolling_(metalworking)#Cold_rolling).
- [8] «CAD Laboratory - Technical University of Crete,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cadlab.tuc.gr>.
- [9] «Injection Moulding and Progressive Die Wizard,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.expertcam.gr/images/pdfs/6.INJECTIONMOULDINGANDPROGRESSIVEDIEWIZARD\\_PDF.pdf](https://www.expertcam.gr/images/pdfs/6.INJECTIONMOULDINGANDPROGRESSIVEDIEWIZARD_PDF.pdf).
- [10] «Siemens NX Tooling,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://www.plm.automation.siemens.com/en\\_gb/Images/nx%20tooling%20brochure%20W%201\\_tcm642-4494.pdf](https://www.plm.automation.siemens.com/en_gb/Images/nx%20tooling%20brochure%20W%201_tcm642-4494.pdf).
- [11] «Computer-aided design, From Wikipedia, the free encyclopedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided\\_design](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-aided_design).
- [12] Γιαμάκης Μιχάλης, Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Στεργίου Κωνσταντίνος, «Πτυχιακή Εργασία με θέμα: «Σχεδιασμός και κατασκευή διαμορφωτικού-κοπτικού καλουπιού»,» Αθήνα, 2013.
- [13] Χασαπόπουλος Κωνσταντίνος, Επιβλέπων Καθηγητής: Νικόλαος Μπιλάλης, «Διπλωματική Εργασία με θέμα «Μελέτη και Σχεδίαση Μεταλλικού Καλουπιού για κατασκευή Πλαστικών Προϊόντων »,» Χανιά, 2015.

- [14] «Siemens Nx Tutorial: Automate Progressive Die Design,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://designvisionaries.com/siemens-nx-tutorial-automate-progressive-die-design/>.
- [15] «NX 9 0 Progressive Die Wizard - Webinar PL,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=r0dR4fCV7r4>.
- [16] «TS0053 - ET Engineteam Gasket Set, cylinder head,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.kmotorshop.com/article-detail/view/en/141716/gasket-set-cylinder-head-ts0053-et-engineteam-a6510160469-a6510160569>.
- [17] «CAE From Wikipedia, the free encyclopedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/CAE>.
- [18] «Cam , From Wikipedia, the free encyclopedia,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cam>.

## 12. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ-BILL OF MATERIALS

Siemens Industry Software Co., Ltd B O M Table									
CUSTOMER		<CUSTOMER>		PROJECT NUMBER	<PROJECT_NUMBER>	VERSION		V1	
RELEASE DATE		<DATE>		DESIGNER BY	<DESIGNER>	APPROVED BY			
NO.	PART NAME	QTY	CATALOG/SIZE	STOCK SIZE	BLANK SIZE	MATERIAL	test	SUPPLIER	DESCRIPTION
	Final	2							
	Final-1	2							
	Final-2	2							



	Final-3	6							
	head gasket dipl	2							
	head gasket dipl_top	1							
	prj_bbp_030	1	Bottom Backing Plate[15]						
	prj_bcp_054	1	Base Clamping Plate[30]						
1	prj_blank_005	1							
	prj_bp_053	1	Bottom Plate[12]						
	prj_brpk_049	4	BRPK32-140					MIS UMI	Removable Post
	prj_control_000	1							
	prj_db_000	1	Empty						
1	prj_diebase_012	1							
1	prj_die_008	1							
	prj_dp_028	1	Die Plate[25]						
	prj_ds_052	1	Die Shoe[50]						
	prj_guide lifter asm set_298	4							
	prj_guide lifter asm_299	8	GLSH 16 - 35 -1 - WL50						
	prj_guide lifter_302	8	GLH 16 - 35 - 1						
	prj_huatao_048	4	MISUMI						
	prj_lbb_047	4	LBB32-80					MIS UMI	Ball Bearing Guide Bushing( Loctite adhesive type)
	prj_mi_ms_down_3_segment_027	4	MS-10-70					MIS UMI	Dowel Pins

	prj_mi_ms_down_3_ segment_set_026	1							
	prj_mi_ms_up_023	4	MS-8-25					MIS UMI	Dowel Pins
	prj_mi_ms_up_3_se gment_025	4	MS-10-70					MIS UMI	Dowel Pins
	prj_mi_ms_up_3_se gment_set_024	1							
	prj_mi_ms_up_set_0 22	1							
	prj_msw_293	6	Scew Plugs M20X1.5						
1	prj_nest_004	1							
1	prj_part_003	1							
	prj_pb_051	2	Parallel Bar[50]						
	prj_pdi_058	1							
	prj_pdi_061	1							
	prj_pdi_064	1							
	prj_pilot lifter asm_294	8	LHSH 20 - 35 -2 - WL55						
	prj_pilot lifter_297	8	GLH 20 - 35 - 2						lifter with pilot hole
	prj_pilot_b_291	6	Straight Pilot MATCH_L-20						
	prj_pp_021	1	Punch Holder Plate[20]						
1	prj_process_002	1							
1	prj_product_pack_0 01	1							
	prj_pu_ssp_286	1	SSPS24-					PUN	PUNCHE S

			MATCH_LENGTH					CH	NORMAL & LAPPING TYPE
	prj_pu_ssp_287	1	SSPS24- MATCH_LENGTH					PUN CH	PUNCHE S NORMAL & LAPPING TYPE
1	prj_relief_011	1							
	prj_rguide_046	4	Empty					MIS UMI	Empty
	prj_rguide_set_045	1	MISUMI						
	prj_SBT1_034	4	SBTH 16 - 45 - [d2]					STD	SBOLT
	prj_SBTN_033	4	SBTH 10 - 20 - [d2]					STD	SBOLT
	prj_SBT_032	4	SBTH 16 - 20 - [d2]					STD	SBOLT
	prj_SBT_Set_031	1							
	prj_screw plug_296	8	MSW						Screw Plug
	prj_screw plug_301	8	MSW						Screw Plug
B	prj_sgb1_020	4	Small Guide Bush 17 - 16						
C	prj_sgb2_019	4	Small Guide Bush 17 - 16						
A	prj_sgp_018	4	Small Guide Pin 16 x 80						
	prj_sguide_017	4	Empty					MIS UMI	GUIDE_P OST
	prj_sguide_set_016	1							
	prj_shcs_1_015	4	10 x 60					MIS UMI	SHCS

	prj_shcs_2_013	4	8 x 15					MIS UMI	SHCS
	prj_shcs_3_011	4	8 x 12					MIS UMI	SHCS
	prj_shcs_4_009	4	10 x 45					MIS UMI	SHCS
	prj_shcs_5_007	4	8 x 20					MIS UMI	SHCS
	prj_shcs_set_1_014	1							
	prj_shcs_set_2_012	1							
	prj_shcs_set_3_010	1							
	prj_shcs_set_4_008	1							
	prj_shcs_set_5_006	1							
1	prj_simulation_007	1							
	prj_slug_bbp_059	1							
	prj_slug_bbp_062	1							
	prj_slug_bbp_065	1							
	prj_slug_ds_060	1							
	prj_slug_ds_063	1							
	prj_slug_ds_066	1							
1	prj_slug_hole_010	1							
	prj_special_piercing _die_171	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing _die_178	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing _die_179	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing _die_180	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing	1	Non-standard						

	_die_181		Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_184	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_185	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_186	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_188	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_189	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_190	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_191	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_192	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_193	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_194	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_195	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_196	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_197	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_198	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_200	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_special_piercing_die_201	1	Non-standard Piercing Punch						



prj_special_piercing_die_202	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_203	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_204	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_205	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_206	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_207	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_208	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_209	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_210	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_211	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_212	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_213	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_214	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_215	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_216	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_217	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_218	1	Non-standard Piercing Punch						

prj_special_piercing_die_219	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_220	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_221	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_222	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_223	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_224	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_225	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_226	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_227	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_228	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_229	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_230	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_231	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_232	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_233	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_234	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_235	1	Non-standard Piercing Punch						

prj_special_piercing_die_236	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_237	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_238	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_239	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_240	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_241	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_die_242	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_punch_069	1	655					PUN CH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_070	1	355					PUN CH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_076	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_punch_104	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUN CH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_105	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUN CH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_106	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUN CH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_107	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUN CH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_108	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUN CH	Special Piercing

									Punch
	prj_special_piercing_punch_109	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_110	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_111	1	355					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_112	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_113	1	17.5PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_114	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_115	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_116	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_117	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_118	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_119	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_121	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch

prj_special_piercing_punch_122	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_123	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_124	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_125	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_126	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_127	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_128	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_129	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_130	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_131	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_132	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_133	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing	1	9PUNCH_PENETRA					PUNCH	Special Piercing



	_punch_134		TION+PP_DP_CL					CH	Punch
	prj_special_piercing_punch_135	1	9PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_136	1	9PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_137	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_139	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_140	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_141	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_142	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_143	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_144	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_145	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_146	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
	prj_special_piercing_punch_147	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch

prj_special_piercing_punch_149	1	13.3PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_150	1	17.4PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_151	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_152	1	6PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_153	1	85.5PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_154	1	85.5PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_155	1	85.5PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_156	1	85.5PUNCH_PENETRATION+PP_DP_CL					PUNCH	Special Piercing Punch
prj_special_piercing_punch_157	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_punch_158	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_punch_159	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_punch_160	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_punch_161	1	Non-standard Piercing Punch						
prj_special_piercing_punch_162	1	Non-standard Piercing Punch						

	prj_special_piercing_punch_163	1	Non-standard Piercing Punch						
	prj_spring_050	4	MISUMI						
	prj_spring_292	6	Wire Spring 18-30					STD	Wire Spring
	prj_spring_wire_295	8	WL 22-55					MIS UMI	Round wire spring
	prj_spring_wire_300	8	WL 18-50					MIS UMI	Round wire spring
	prj_sp_005	1	Stripper Plate[20]						
	prj_stop_pin_screw0_040	4							
	prj_stop_pin_screw_044	4							
	prj_stop_pin_sleeve0_039	4							
	prj_stop_pin_sleeve_043	4							
	prj_stop_pin_sub0_038	4	M 5					misumi	
	prj_stop_pin_sub_042	4	M 5					misumi	
	prj_stop_pin_sub_set0_041	1							
	prj_stop_pin_sub_upper_set_037	1							
1	prj_strip_006	1							
	prj_sub_004	1							
	prj_tbp_036	1	Top Backing Plate[15]						
	prj_tcp_003	1	Top Clamping						

			Plate[30]						
	prj_TOOLING_ATTAC H_BOTTOM_314	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_BOTTOM_AT_313	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_FEEDER_312	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_FEEDER_AT_311	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_LIFTER_310	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_LIFTER_AT_309	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_STRIPPER_308	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_STRIPPER_AT_307	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_TOP_306	1							
	prj_TOOLING_ATTAC H_TOP_AT_305	1							
	prj_Tooling_kinemat ics_303	1							
	prj_TOOLING_OPER ATION_304	1							
	prj_tp_002	1	Top Plate[50]						
	prj_tsb_001	2	Top Spacer Bar[40]						
	prj_udp_055	1	PIERCING_PRJ_UD P_055						
	prj_udp_056	1	PIERCING_PRJ_UD P_056						
	prj_udp_057	1	PIERCING_PRJ_UD P_057						

1	prj_var_009	1							
---	-------------	---	--	--	--	--	--	--	--