

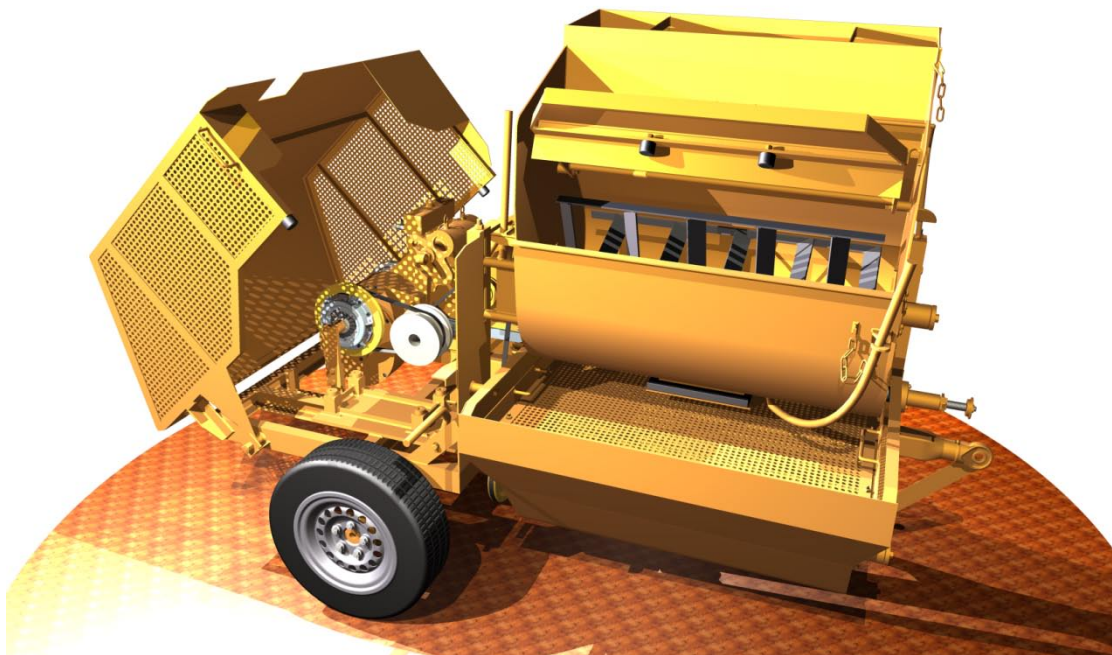


**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

**ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ΔΡΑΚΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ : 96134

ΚΥΚΛΟΣ : ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΩΝ ΜΗΧ/ΓΩΝ ΜΗΧ/ΚΩΝ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ : ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας επιθυμεί να εκφράσει τις ευχαριστίες του στον ΤΟΜΕΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ για την ευκαιρία εκπόνησης της μελέτης αυτής, καθώς επίσης και στον Επίκουρο Καθηγητή Δρ Γεώργιο Βοσνιάκο για την επίβλεψή του, τις συμβουλές του και την υποστήριξή του πάνω σε τεχνικά θέματα. Θα ήθελε ακόμα να ευχαριστήσει τις εταιρείες ΔΑΤΣΕΡΗΣ Γ. & ΑΦΟΙ Α.Ε., VETA A.E.B.E. και ΚΑΡΑΦΩΤΙΑΣ ΓΡΗΓ. & ΣΙΑ Ο.Ε. για τις πολύτιμες πληροφορίες τους πάνω σε θέματα κατεργασίας μεταλλικών ελασμάτων (κοπή laser, υδροκοπή, κάμψη ελασμάτων κλπ). Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Μανωλά Μάρκο, τερναδόρο, υπάλληλο της εταιρείας ΔΡΑΚΟΣ Ο.Ε. για τις συμβουλές του σε θέματα τόννευσης και κατασκευής της κινητήριας τροχαλίας. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Δράκο Γεώργιο για την πλήρη έρευνα αγοράς των πρώτων υλών, για την διατήρηση των στατιστικών στοιχείων πωλήσεων και για τις συμβουλές του πάνω σε οικονομικά θέματα. Τέλος, ο συγγραφέας ευχαριστεί από καρδιάς τον πατέρα του Ιωάννη Δράκο, εμπνευστή του μηχανήματος που παρουσιάζεται στην παρούσα μελέτη, για τις συμβουλές του πάνω σε οικονομοτεχνικά θέματα, στις δημόσιες σχέσεις, στις πωλήσεις, σε θέματα κατεργασιών και για την εκπαίδευση του πάνω στις συμβατικές εργαλειομηχανές και στα εργαλεία χειρός.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 9
1.1. Το πρόβλημα	σελ. 9
1.1.1. Συνοπτική περιγραφή του συστήματος παραγωγής	σελ. 9
1.1.2. Περιγραφή του συστήματος παραγωγής και των επιθυμητών βελτιώσεων	σελ. 10
1.2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση	σελ. 11
1.2.1. Παράλληλη ανάπτυξη προϊόντων και διαδικασιών παραγωγής τους.....	σελ. 12
1.2.2. Προκαταρκτικός σχεδιασμός συστημάτων παραγωγής	σελ. 13
1.3. Δομή της εργασίας	σελ. 15
2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	σελ. 17
2.1. Περιγραφή των υποσυστημάτων του προϊόντος	σελ. 17
2.1.1. Σκελετός	σελ. 18
2.1.1.1. Πλαίσιο σκελετού	σελ. 19
2.1.1.2. Κέλυφος αντλίας	σελ. 20
2.1.2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης	σελ. 22
2.1.3. Υποσύστημα σύμπλεξης – αποσύμπλεξης	σελ. 25
2.1.4. Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού	σελ. 29
2.1.4.1. Κέλυφος άνω αναδευτήρα	σελ. 31
2.1.4.2. Κέλυφος κάτω αναδευτήρα	σελ. 32
2.1.4.3. Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος, άνω αναδευτήρα.....	σελ. 33
2.1.4.4. Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος, κάτω αναδευτήρα.....	σελ. 34
2.1.5. Υποσύστημα δόνησης	σελ. 34
2.1.6. Υποσύστημα άντλησης	σελ. 37
2.1.6.1. Σωλήνας αναρρόφησης	σελ. 38
2.1.6.2. Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης.....	σελ. 39

2.1.6.3.	Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων.....	σελ. 40
2.1.6.4.	Ασφαλιστική βαλβίδα	σελ. 41
2.1.7.	Κάλυμμα	σελ. 42
2.1.8.	Διαιρούμενος άξονας και τροχοί	σελ. 42
2.2.	Περί κατεργασιών	σελ. 43
(α)	Εξέλιξη	σελ. 43
(β)	Αριθμητικός έλεγχος	σελ. 44
(γ)	Λογισμικό CNC	σελ. 46
(δ)	Τόρνοι αριθμητικού ελέγχου	σελ. 47
(ε)	Φρέζες CNC	σελ. 48
(στ)	Κέντρα κατεργασίας	σελ. 49
2.2.1.	Χύτευση	σελ. 51
2.2.2.	Διάτρηση	σελ. 52
2.2.3.	Κατασκευή εσωτερικού σπειρώματος	σελ. 53
2.2.4.	Τόρνευση	σελ. 54
2.2.5.	Πλάνισμα	σελ. 55
2.2.6.	Φρεζάρισμα	σελ. 56
2.2.7.	Λείανση	σελ. 57
2.2.8.	Κοπή οδοντωτών τροχών	σελ. 58
2.2.9.	Ενανθράκωση	σελ. 60
2.2.10.	Εναζώτωση	σελ. 62
2.2.11.	Ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση	σελ. 63
2.2.12.	Κοπή μετάλλων – μεταλλικών ελασμάτων	σελ. 63
(α)	Κοπή με φλόγα οξυγόνο – ασετιλίνης	σελ. 64
(β)	Κοπή μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο – άνθρακα	σελ. 64
(γ)	Κοπή τόξου (AC)	σελ. 65
(δ)	Κοπή με πλάσμα	σελ. 65
(ε)	Κοπή με laser	σελ. 66
(στ)	Υδροκοπή	σελ. 70
2.2.13.	Κάμψη ελασμάτων	σελ. 71

2.2.14. Συγκόλληση μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο (ηλεκτροσυγκόλληση τόξου).....	σελ. 73
2.3. Κατεργασίες: Παλαιότερη κατάσταση	σελ. 74
2.3.1. Σκελετός	σελ. 74
2.3.2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης	σελ. 75
2.3.3. Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού	σελ. 79
2.3.3.1. Κέλυφος άνω αναδευτήρα	σελ. 79
2.3.3.2. Κέλυφος κάτω αναδευτήρα	σελ. 83
2.3.4. Υποσύστημα άντλησης	σελ. 86
2.3.4.1. Ωστήριο	σελ. 86
2.3.4.2. Ασφαλιστική βαλβίδα	σελ. 87
2.4. Κατεργασίες: Νέα κατάσταση	σελ. 88
2.4.1. Σκελετός	σελ. 88
2.4.2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης	σελ. 90
2.4.3. Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού	σελ. 92
2.4.3.1. Κέλυφος άνω αναδευτήρα	σελ. 92
2.4.3.2. Κέλυφος κάτω αναδευτήρα	σελ. 97
2.4.4. Υποσύστημα άντλησης	σελ. 99
2.4.4.1. Πλευρικό τοίχωμα ωστηρίου	σελ. 99
2.4.4.2. Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης ασφαλιστικής βαλβίδας	σελ. 100
3. ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	σελ. 103
3.1. Παρουσίαση του προβλήματος και της εφαρμογής – λύσης	σελ. 103
3.2. Διαχωρισμός των εξαρτημάτων με βάση τις κατεργασίες	σελ. 104
3.2.1. Υποσύστημα 1 – Σκελετός – 01	σελ. 105
3.2.1.1. Υποσύστημα 2 – Πλαίσιο σκελετού – 01	σελ. 105
3.2.1.2. Υποσύστημα 2 – Κέλυφος αντλίας – 02	σελ. 107
3.2.2. Υποσύστημα 1 – Μετάδοσης κίνησης – 02	σελ. 109
3.2.2.1. Υποσύστημα 2 – Διβάθμιος μειωτήρας στροφών – 01.....	σελ. 110

3.2.2.2.	Υποσύστημα 2 – Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας – 02	σελ. 111
3.2.3.	Υποσύστημα 1 – Σύμπλεξης – αποσύμπλεξης – 03	σελ. 112
3.2.4.	Υποσύστημα 1 – Ανάδευσης του υλικού – 04	σελ. 113
3.2.4.1.	Υποσύστημα 2 – Κέλυφος άνω αναδευτήρα – 01.....	σελ. 114
3.2.4.2.	Υποσύστημα 2 - Κέλυφος κάτω αναδευτήρα – 02.....	σελ. 115
3.2.4.3.	Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα – 03	σελ. 116
3.2.4.4.	Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα – 04	σελ. 117
3.2.4.5.	Υποσύστημα 2 - Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα – 05	σελ. 118
3.2.4.6.	Υποσύστημα 2 - Θυρίδα δεξαμενής νερού – 06.....	σελ. 119
3.2.4.7.	Υποσύστημα 2 - Θυρίδα άνω αναδευτήρα – 07.....	σελ. 120
3.2.4.8.	Έδρανο ολίσθησης	σελ. 120
3.2.5.	Υποσύστημα 1 – Δόνησης – 05	σελ. 121
3.2.5.1.	Υποσύστημα 2 – Κόσκινο – 01	σελ. 122
3.2.6.	Υποσύστημα 1 – Άντλησης – 06	σελ. 123
3.2.6.1.	Υποσύστημα 2 - Βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης – 02	σελ. 123
3.2.6.2.	Υποσύστημα 2 - Εκκέντρων – διωστήρων – εμβόλων – 03	σελ. 125
3.2.6.2.1.	Υποσύστημα 3 – Ωστήριο – 01	σελ. 126
3.2.6.2.2.	Υποσύστημα 3 - Κύλινδρος ελατηρίου – 02	σελ. 127
3.2.6.2.3.	Υποσύστημα 3 - Έμβολο – διωστήρας – 03	σελ. 127
3.2.6.3.	Υποσύστημα 2 - Ασφαλιστική βαλβίδα – 04	σελ. 128
3.2.7.	Υποσύστημα 1 – Κάλυμμα – 07	σελ. 129
3.3.	Διαχωρισμός των εξαρτημάτων με βάση τις εργαλειομηχανές	σελ. 130

3.3.1.	Υποσύστημα 1 – Σκελετός – 01	σελ. 131
3.3.1.1.	Υποσύστημα 2 - Πλαίσιο σκελετού – 01	σελ. 131
3.3.1.2.	Υποσύστημα 2 - Κέλυφος αντλίας – 02	σελ. 131
3.3.2.	Υποσύστημα 1 - Μετάδοσης κίνησης – 02	σελ. 132
3.3.2.1.	Τροχαλίες	σελ. 132
3.3.2.2.	Υποσύστημα 2 - Διβάθμιος μειωτήρας στροφών – 01.....	σελ. 133
3.3.2.3.	Υποσύστημα 2 - Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας – 02	σελ. 133
3.3.3.	Υποσύστημα 1 - σύμπλεξης – αποσύμπλεξης – 03	σελ. 133
3.3.4.	Υποσύστημα 1 - Ανάδευσης του υλικού – 04	σελ. 134
3.3.4.1.	Υποσύστημα 2 - Κέλυφος άνω αναδευτήρα – 01.....	σελ. 134
3.3.4.2.	Υποσύστημα 2 - Κέλυφος κάτω αναδευτήρα – 02.....	σελ. 135
3.3.4.3.	Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα – 03	σελ. 135
3.3.4.4.	Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα – 04	σελ. 135
3.3.4.5.	Υποσύστημα 2 - Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα – 05	σελ. 136
3.3.4.6.	Υποσύστημα 2 - Θυρίδα δεξαμενής νερού – 06.....	σελ. 136
3.3.4.7.	Υποσύστημα 2 - Θυρίδα άνω αναδευτήρα – 07.....	σελ. 136
3.3.4.8.	Έδρανο ολίσθησης	σελ. 137
3.3.5.	Υποσύστημα 1 – Δόνησης – 05	σελ. 137
3.3.5.1.	Υποσύστημα 2 – Κόσκινο -01	σελ. 137
3.3.6.	Υποσύστημα 1 – Άντλησης – 06	σελ. 138
3.3.6.1.	Υποσύστημα 2 - Βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης – 02	σελ. 138

3.3.6.2.	Υποσύστημα 2 - εκκέντρων – ωστηρίων - διωστήρων – 03	σελ. 138
3.3.6.2.1.	Υποσύστημα 3 – Ωστήριο – 01	σελ. 139
3.3.6.2.2.	Υποσύστημα 3 - Κύλινδρος ελατηρίου – 02	σελ. 139
3.3.6.2.3.	Υποσύστημα 3 - Έμβολο – διωστήρας – 03	σελ. 139
3.3.6.3.	Υποσύστημα 2 - Ασφαλιστική βαλβίδα – 04	σελ. 140
3.3.7.	Υποσύστημα 1 – Κάλυμμα – 07	σελ. 140
3.4.	Κωδικοποίηση	σελ. 141
3.4.1.	Κατασκευή κωδικού κατεργασμένου εξαρτήματος – βασική μορφή.....	σελ. 141
3.4.2.	Κατασκευή κωδικού κατεργασμένου εξαρτήματος – επέκταση.....	σελ. 143
3.4.3.	Κωδικοποίηση με Microsoft Access	σελ. 146
3.4.3.1.	Εισαγωγή	σελ. 146
3.4.3.2.	Δημιουργία πινάκων	σελ. 146
3.5.	Ανακεφαλαίωση και συμπεράσματα	σελ. 169
4.	ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ CNC	σελ. 170
4.1.	Παρουσίαση του προβλήματος και της εφαρμογής – λύσης	σελ. 170
4.2.	Κινητήρια τροχαλία	σελ. 170
4.3.	Υπολογισμός της διαμέτρου d_k της κινητήριας τροχαλίας	σελ. 174
4.3.1.	Φύλλο εργασίας «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ»	σελ. 177
4.3.2.	Αποτελέσματα και συγκρίσεις	σελ. 179
4.3.3.	Επιλογή βαθμίδας αναφοράς	σελ. 182
4.4.	Εισαγωγή στην παραμετρική μοντελοποίηση της κινητήριας τροχαλίας.....	σελ. 183
4.5.	Παραμετρική μοντελοποίηση της κινητήριας τροχαλίας στο Autodesk Inventor με τη δημιουργία πίνακα σε Excel	σελ. 187
4.5.1.	Σχεδιασμός της κινητήριας τροχαλίας στο Autodesk Inventor.....	σελ. 187
4.5.2.	Φύλλο εργασίας «ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ»	σελ. 195
4.5.3.	Παράμετροι και συνθήκες	σελ. 197

4.5.4. Φύλλο εργασίας «INVENTOR PARAMETERS»	σελ. 201
4.6. Παραμετροποίηση της τροχιάς των κοπτικών εργαλείων	σελ. 201
4.6.1. Εισαγωγή	σελ. 201
4.6.2. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ»	σελ. 203
4.6.3. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΗ 1»	σελ. 204
4.6.4. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΗ 2»	σελ. 211
4.6.5. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΗ 3»	σελ. 216
4.6.6. Φύλλο εργασίας «ΤΡΟΧΑΛΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ»	σελ. 218
4.7. Παραμετρικός προγραμματισμός	σελ. 219
4.7.1. Εισαγωγή	σελ. 219
4.7.2. Παραμετρικός προγραμματισμός σε Heidenhain	σελ. 220
4.7.3. Σχολιασμένο πρόγραμμα	σελ. 221
4.8. Ανακεφαλαίωση	σελ. 266
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 267
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 269

Περιεχόμενα/αρχεία e – ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΟΣ (CD):

- Αρχείο Excel: ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΤΡΟΧΑΛΙΑ
- Αρχείο Access: ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ
- Αρχείο Pdf: SECO_Holemaking_2008
- Αρχείο Pdf: SECO_Turning_2008

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Το πρόβλημα.

1.1.1. Συνοπτική περιγραφή προϊόντος.

Στην παρούσα μελέτη εξετάζεται η κατασκευή του μηχανήματος ανάδευσης, ανύψωσης και εκτόξευσης αμμοκονιάματος και συναφών υλικών. Το μηχάνημα αυτό κατασκευάζεται στην Ελλάδα από το έτος 1974 στην εταιρεία ΔΡΑΚΟΣ Ο.Ε. και απευθύνεται σε κατασκευαστές κτιρίων, κτιριακών εγκαταστάσεων, εργολάβους, υπεργολάβους οικοδομών και γενικά σε επαγγελματίες που ασχολούνται με οικοδομικές εργασίες. Η μορφή του μηχανήματος φαίνεται στην εικόνα 1:



Εικόνα 1: Μηχάνημα ανάδευσης, ανύψωσης και εκτόξευσης αμμοκονιάματος και συναφών υλικών.

Το μηχάνημα αυτό χρησιμοποιείται για επίστρωση αμμοκονιάματος, τσιμεντοκονιάματος, κλπ σε δάπεδα κτιρίων. Το υλικό για την επίστρωση

ετοιμάζεται στους αναδευτήρες και κατόπιν μέσω του υποσυστήματος άντλησης και των ελαστικών σωλήνων μεταφέρεται στον όροφο όπου επιθυμεί ο χειριστής να επιστρέψει.

Αναλυτική περιγραφή των υποσυστημάτων και των τμημάτων που το αποτελούν πραγματοποιείται στο κεφάλαιο 2. Συνοπτικά, όμως, αναφέρουμε τα εξής: Σκελετός, αναδευτήρες, υποσύστημα άντλησης, υποσύστημα μετάδοσης κίνησης, υποσύστημα δόνησης, ως τα σημαντικότερα.

1.1.2. Περιγραφή του συστήματος παραγωγής και των επιθυμητών βελτιώσεων.

Η κατασκευή του μηχανήματος περιλαμβάνει πληθώρα εξαρτημάτων και κατεργασιών. Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται χυτοσίδηρος, χάλυβας κατασκευών, αλουμίνιο και ορείχαλκος. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το μηχάνημα προέρχονται από κατεργασία χυτών, από κατεργασία και συγκόλληση μεταλλικών ελασμάτων και από κατεργασία και συγκόλληση δοκών τυποποιημένων διατομών, όπως δοκών ΠΙ (UPN), κοιλοδοκών κλπ. Επίσης, κάποια εξαρτήματα υπόκεινται και σε θερμικές κατεργασίες όπως ενανθράκωση, εναζώτωση και χρωμίωση (ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση). Οι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του μηχανήματος είναι είτε συμβατικές, είτε CNC καθώς και εργαλεία χειρός, όπως τροχοί κοπής και λείανσης κλπ. Ο χρόνος κατασκευής του μηχανήματος είναι 20 ημέρες.

Τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το προϊόν ξεπερνούν τα 1000 σε αριθμό. Τουλάχιστον 200 από αυτά προέρχονται από κατεργασία μετάλλων τα οποία θα ορίσουμε ως «κατεργασμένα εξαρτήματα». Τα υπόλοιπα π.χ. κοχλίες, περικόχλια, δακτύλιοι, έδρανα κύλισης, στεγανωτικά, ιμάντες κλπ. ανήκουν στα «έτοιμα εξαρτήματα», τα οποία δεν θα μας απασχολήσουν στην παρούσα μελέτη. Με το υπάρχον σύστημα παραγωγής μπορούν να κατασκευαστούν 35 - 40 μηχανήματα / έτος.

Κάθε κατεργασμένο εξάρτημα, μέχρι να αποκτήσει την τελική μορφή του υπόκειται σε μία ή περισσότερες κατεργασίες, σε μία ή περισσότερες εργαλειομηχανές. Καθίσταται, λοιπόν, αναγκαίος ο προσδιορισμός των κατεργασιών που πραγματοποιούνται σε κάθε εξάρτημα και των εργαλειομηχανών που χρησιμοποιούνται. Για την σύνθεση του μηχανήματος στον ελάχιστο δυνατό χρόνο είναι αναγκαία η παράλληλη ανάπτυξη - κατασκευή των εξαρτημάτων ή οικογενειών τους. Έτσι τίθενται τα παρακάτω ερωτήματα:

1. Πως μπορεί να βελτιωθεί το υπάρχον σύστημα παραγωγής, ώστε να αυξηθεί η παραγωγή του προϊόντος;

2. Υπάρχουν εξαρτήματα ή οικογένειες εξαρτημάτων τα οποία μπορούν να κατασκευαστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια σε λιγότερο χρόνο;
3. Πόσο σημαντικός είναι ο ρόλος των εργαλειομηχανών CNC στη βελτίωση της παραγωγής του προϊόντος;

Στην παρούσα μελέτη δίδονται προτάσεις και λύσεις που απαντούν στα παραπάνω ερωτήματα.

1.2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.

1.2.1. Παράλληλη ανάπτυξη προϊόντων και διαδικασιών παραγωγής τους.

Αρκετές εργασίες διεθνώς έχουν προτείνει φιλοσοφίες [B1], ιδέες, αλλά και πρακτικές διαδικασίες, όπως παραμετροποίηση [B2] και νέα πληροφορικά μοντέλα [B4], και εργαλεία λογισμικού που υποστηρίζουν την ανάπτυξη προϊόντων [B3]. Η ροή των διαδικασιών για την ανάπτυξη προϊόντων δίνεται στην [B4], ενώ στην ίδια κατεύθυνση, η πρακτική της Ιαπωνικής βιομηχανίας για ηλεκτρομηχανικά προϊόντα παρουσιάζεται στο [B5]. Ο παράλληλος σχεδιασμός απαιτεί νέες τεχνικές λήψης αποφάσεων με χρήση 'πρακτόρων' [B6], [B7], αλλά και ενδιάμεσους σταθμούς επαλήθευσης της πορείας του σχεδιασμού [B8]. Για την απλοποίηση των παράλληλων διαδικασιών που ακολουθούνται για την ανάπτυξη προϊόντων βασικό ρόλο εξακολουθεί να διαδραματίζει η δυνατότητα διαχωρισμού οικογενειών προϊόντων [B9], αλλά και απλές μα δοκιμασμένες τεχνικές όπως αυτή της ανάλυσης αξίας [B10]. Δεδομένου ότι ο σχεδιασμός οποιουδήποτε προϊόντος βασίζεται στις προδιαγραφές που θέτει ο πελάτης, υπάρχει ανάγκη να συλλεγούν και να μεταφραστούν αυτές οι προδιαγραφές σε τεχνικές προδιαγραφές με αντικρουόμενες μεταξύ τους, που υποστηρίζουν όλες τις φάσεις ζωής του προϊόντος. Ένας τρόπος να γίνει αυτό είναι τα εργαλεία QFD και διάφορα νέα εργαλεία υποστήριξης τους [B11],[B12],[B13]. Στο [B13] εισάγεται πρώτα η έννοια Quality Manufacturability (QM), και κατόπιν μια νέα μεθοδολογία που εστιάζει αποκλειστικά στην αξιολόγηση ενός σχεδίου από μια ποιοτική προοπτική. Ορίζεται αυτή η νέα προσέγγιση ως Design for Quality Manufacturability (ή DFQM). Το QM ενός σχεδίου ορίζεται ως η πιθανότητα να εμφανιστούν οι ατέλειες κατά τη διάρκεια της κατασκευής του. Η DFQM επιτρέπει στους σχεδιαστές προϊόντων για να αξιολογήσει και να βελτιώσει το QM ενός σχεδίου πριν από την παραγωγή πρωτοτύπων.

Η έμφαση στη διεθνή βιβλιογραφία σε τεχνικά θέματα παράλληλου σχεδιασμού δίνεται στη διεπαφή σχεδιασμού και κατασκευής (παραγωγής) επιμέρους εξαρτημάτων (DfM) [B14] και συναρμολογημάτων (DfA) [B15] και σε μικρότερο βαθμό στις διεπαφές σχεδιασμού και κοστολόγησης (DfC) [B16] και σχεδιασμού-παραγωγής και ελέγχου ποιότητας (DfQ) [B17]. Χρησιμοποιώντας έμπειρα ή γενικότερα ευφυή συστήματα είναι δυνατή η αξιολόγηση της

κατασκευασιμότητας ενός προϊόντος βηματικά καθώς σχεδιάζεται [B17], [B19], με την προϋπόθεση να υπάρχει συστηματική περιγραφή των διατιθέμενων κατεργασιών, εί δυνατόν σε ανοιχτά προσβάσιμη μορφή όπως αυτή του NIST (USA) που περιγράφεται στο [B20]. Ολοκληρωμένες προσεγγίσεις DfX δεν έχουν γίνει από την πλευρά του πληροφοριακού μοντέλου, αλλά μόνο από την πλευρά της πολυπαραμετρικής βελτιστοποίησης. Στο [B21] παρουσιάζεται ένα αναλυτικό πλαίσιο «πολλαπλών στόχων» για τον ταυτόχρονο σχεδιασμό του προϊόντος και των διαδικασιών. Ο στόχος είναι να εξεταστεί ταυτόχρονα η προδιαγραφή ανοχής στο προϊόν ή οι διαστάσεις του εξαρτήματος μαζί με την επιλογή των διαδικασιών κατασκευής. Για αυτόν το λόγο εξετάζονται τρεις στόχοι: ελαχιστοποίηση του κόστους μονάδας, ελαχιστοποίηση της ποιοτικής απώλειας και ελαχιστοποίηση της χρονικής ανοχής κατασκευής. Τέλος, από τις ποικίλες εφαρμογές που έχουν υλοποιηθεί και παρουσιασθεί στη βιβλιογραφία η πλέον ενδιαφέρουσα για το προτεινόμενο έργο είναι η [B22], όπου έμφαση δίνεται στο σχεδιασμό του προϊόντος, την ανάλυση του και το σχεδιασμό των κατεργασιών, όπως και η [B22] όπου η έμφαση δίνεται στο σχεδιασμό του συστήματος παραγωγής με βάση το προϊόν. Η [B22] παρουσιάζει μια μελέτη της ανάπτυξης σχεδίου ενός νέου προϊόντος, τα ηλεκτροστατικά ελεγχόμενα παντζούρια. Περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα από τις ηλεκτρομηχανικές και θερμικές αναλύσεις του ίδιου του προϊόντος. Αυτή η μελέτη καθόρισε ότι, για την ανάπτυξη αυτών των προϊόντων, η αποδοτικότερη, λύση διαμόρφωσης πρωτοτύπου ήταν η απλή θερμοπλαστική διαμόρφωση. Επίσης, ο σωστός σχεδιασμός σε συνδυασμό με συναρμολόγηση κατά την κατασκευή του πρωτοτύπου εξοικονομεί χρόνο και χρήμα στο τελικό στάδιο της παραγωγής του προϊόντος.

Στο πλαίσιο του ενσωματωμένου μηχανολογικού σχεδιασμού και της κατασκευής, οι προσεγγίσεις και οι εφαρμογές είναι ευρέως γνωστές σε ακαδημαϊκό και βιομηχανικό επίπεδο. Οι περιορισμοί στην παραγωγή πρέπει να ληφθούν υπόψη ταυτόχρονα με τους οικονομικούς, διοικητικούς ή τους νομοθετικούς περιορισμούς. Τα γεγονότα και οι περιορισμοί πρέπει επομένως να διαμορφωθούν, να τυποποιηθούν και να αντιπροσωπευθούν. Στο [B23], παρουσιάζεται μια διαδικασία για τον σχεδιασμό ενός συστήματος παραγωγής, βασισμένο στη μοντελοποίηση και τη διαμόρφωση της τεχνολογικής γνώσης χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα παραγωγής. Οι αρχιτεκτονικές των συστημάτων συνάγονται με την αξιολόγηση των χρόνων εκτέλεσης και των όρων της δυνατότητας πρόσβασης. Τέλος, η ανάλυση πολλαπλών κριτηρίων χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τους περιορισμούς δαπανών και ικανότητας άμεσου αντιδράσεως της τελικής επιλογής.

1.2.2. Προκαταρκτικός σχεδιασμός συστημάτων παραγωγής.

Ο σχεδιασμός συστημάτων παραγωγής αντιμετωπίζεται κυρίως από την πλευρά της διαχείρισης του συστήματος για την επίτευξη υψηλού βαθμού χρησιμοποίησης, υψηλού ρυθμού παραγωγής, χαμηλού κόστους προϊόντος, δηλαδή με οικονομικά (υπό την ευρεία έννοια κριτήρια). Το σύστημα OPIM που περιγράφεται στο [B39] είναι μια νέα οργανωτική έννοια για τις επιχειρήσεις, η οποία προτείνεται με το στόχο για να ικανοποιήσει διάφορες λειτουργικές απαιτήσεις για την οργάνωση της μελλοντικής επιχείρησης (παραδείγματος χάριν, απαιτήσεις για την ανταγωνιστικότητα, την ευελιξία, την ποιότητα, την αποτελεσματικότητα, κ.λπ.). Μεταφορικά, το σύστημα OPIM χαρακτηρίζεται από την εργοστασιακή ροή μέσω ενός προϊόντος. Αυτό είναι το αντίστροφο μοντέλο του παραδοσιακού παραδείγματος εργοστασίων/επιχείρησης. Το σύστημα OPIM ανήκει στην ευρύτερη έννοια της εικονικής επιχειρηματικής (VE) έννοιας και είναι μια ειδική περίπτωση ενός VE.

Στην αυτοκινητοβιομηχανία θεωρείται ότι τα ευκίνητα συστήματα βιομηχανικής παραγωγής θα επιτρέψουν την ταχεία οικονομικά αποδοτική ανταπόκριση σε απρόβλεπτη και συνεχώς μεταβαλλόμενη ζήτηση των προϊόντων, προσαρμοσμένα στις μεταβαλλόμενες επιθυμίες των πελατών. Εφαρμόζονται μοντέλα για να μελετήσουν την υποθετική απόφαση αν θα επενδύσουν σε ένα αφιερωμένο, ευκίνητο, ή εύκαμπτο σύστημα κατασκευής για την κατεργασία μερών μηχανών και μετάδοσης. Αυτά τα μοντέλα απόφασης είναι ένα πρώτο βήμα προς την ανάπτυξη των πρακτικών εργαλείων επιχειρησιακής περίπτωσης που βοηθούν τη βιομηχανία για να αξιολογήσουν την αξία των ευκίνητων συστημάτων κατασκευής [B41].

Ανάλογες μεθοδολογίες αναπτύχθηκαν στο παρελθόν, πχ GRAI, CIMOSA, κλπ [B25,B37,B38]. Στο [B25], παρουσιάζεται, αρχικά, ο καθορισμός και οι θεμελιώδεις αρχές της επιχειρηματικής διαμόρφωσης. Κατόπιν εστιάζει στις νέες εξελίξεις της γλώσσας διαμόρφωσης CIMOSA, η οποία είναι μια γλώσσα διαμόρφωσης κατάλληλη για την ανάλυση επιχειρηματικών συστημάτων και την θέσπιση προτύπων-μοντέλων. Τα νέα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της γλώσσας αφορούν έναν σαφή χωρισμό μεταξύ της έννοιας των διαδικασιών (που διαμορφώνονται ως ροές της εργασίας) και της έννοιας των πρακτόρων ή των στοιχείων συμπεριφοράς (που διαμορφώνονται από τις μηχανές). Στο [B37] προτείνεται ένα σχήμα ταξινόμησης των αποφάσεων κατασκευής που θα διευκολύνει τον προσδιορισμό και την ανάλυση των αποφάσεων για την κατασκευή των μοντέλων GRAI. Το σχήμα ταξινόμησης είναι βασισμένο σε: (α) μια συνέχεια των οργανωτικών χαρακτηριστικών απόφασης, (β) μια κατηγοριοποίηση της κατασκευής των δικτυακών τομέων απόφασης (DDs) και (γ) ένας κατάλογος διαμορφώσεων συστημάτων κατασκευής.

Ο προκαταρκτικός σχεδιασμός, όμως, αναφέρεται κυρίως σε τεχνικά θέματα, π.χ. αν υπάρχει τεχνικά κατάλληλη εργαλειομηχανή για την κατεργασία μιας οικογένειας κομματιών και παραλλαγών τους, αν υπάρχει αρκετός χώρος για την εκτέλεση κάποιων κινήσεων ενός ρομπότ για φορτοεκφόρτωση μηχανών, αν ένας χειριστής μπορεί να δουλεύει δύο μηχανές CNC ταυτόχρονα κλπ. Αυτή η προσέγγιση έχει ακολουθηθεί σε διάφορες εργασίες διεθνώς, κυρίως βασισμένες σε αρχές μοντελοποίησης της σχετικής γνώσης [B24,B31,B44], και σε γεωμετρικούς αλγορίθμους και γραφικά [B26,B28,B32,B36].

Το [B24] παρουσιάζει το MMDE, ένα περιβάλλον λογισμικού που επιτρέπει τον «εικονικό σχεδιασμό/μηχανολογική μελέτη» των βασισμένων στα συστατικά συστημάτων μηχανών κατασκευής. Περιλαμβάνει ένα σύνολο ιδιαίτερα ενσωματωμένων εργαλείων που υποστηρίζουν την απεικόνιση, το σχέδιο, τον προγραμματισμό, την επαλήθευση και την αξιολόγηση των συστημάτων μηχανών κατασκευασμένα από τα μηχανικά, ηλεκτρονικά, λογισμικά τμήματα/ενότητες σε ένα εικονικό περιβάλλον. Χρησιμοποιώντας την τρισδιάστατη (3-D) γραφική προσομοίωση με διάφορα πρόσθετα εργαλεία, το MMDE υποστηρίζει την απεικόνιση, το σχέδιο, την προσομοίωση και την επαλήθευση του φυσικού μοντέλου και της λογικής ελέγχου για το σχέδιο ή/και τη μετατροπή των συστημάτων μηχανών για να ικανοποιήσει τις νέες ή αλλαγμένες απαιτήσεις εφαρμογών/πελατών, προτού να γίνει οποιαδήποτε πραγματική εφαρμογή.

Οι αλλαγές στον σχεδιασμό συναντώνται συχνά στην διαδικασία ανάπτυξης του προϊόντος. Η πολυπλοκότητα των αλλαγών σχεδιασμού πολλαπλασιάζεται όταν κατά το σχεδιασμό των προϊόντων περιλαμβάνονται πολλοί τομείς μηχανικής. Πολύ συχνά, μια απλή αλλαγή σε ένα μέρος μπορεί να επηρεάσει γειτονικά του μέρη, επομένως, επηρεάζει το σύνολο της συναρμολόγησης του προϊόντος. Και τα δύο, τα τμήματα-μέρη και η συναρμολόγηση πρέπει να αναγεννηθούν για ένα φυσικό, έγκυρο μοντέλο του προϊόντος, την ίδια στιγμή, όπου το αναγεννημένο μοντέλο του προϊόντος πρέπει να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του σχεδιαστή [B42].

Ξεκινώντας τη διαμόρφωση μιας αρχικής τεχνικής λύσης για ένα σύστημα παραγωγής, απαιτούνται γνώσεις και δεδομένα που προέρχονται από διάφορες πηγές και που μπορούν να συνεισφέρουν διαφορετικοί άνθρωποι – ειδικοί, υπάρχει δηλαδή ανάγκη συνεργασίας, πράγμα που έχει αναγνωρισθεί διεθνώς [B40,B46,B48,B49].

Έτσι, έχει αναπτυχθεί τελευταία, στο πλαίσιο του σχεδιασμού προϊόντων και συστημάτων, μια κουλτούρα συνεργασίας για παροχή ολιστικής λύσης [B29,B33,B35] με τη χρήση εικονικών μοντέλων και μάλιστα με χρήση του διαδικτύου [B30,B34,B43,B45,B47]. Το [B34] περιγράφει μια πλατφόρμα e-υπηρεσιών για να εφαρμόσει τη βασισμένη στο WEB, σε απευθείας σύνδεση, κατασκευή μερών υπό μορφή ταυτόχρονης συλλογικής εργασίας. Επιπλέον, μερικά από τα βασικά ζητήματα, συμπεριλαμβανομένης της ψηφιοθέτησης μιας δυνατότητας κατασκευής, επιλογή ενός εφικτού κατασκευαστή, αναμονή μιας στοιχειώδους εργασίας κατασκευής, διαμόρφωση και σχεδιασμός μιας αλυσίδας κατασκευής, απεικόνιση της διαδικασίας κατασκευής, και χρησιμοποίηση του συγχρόνως συνεργάσιμου περιβάλλοντος εργασίας, περιγράφονται λεπτομερώς. Το [B43] περιγράφει διάφορες μεθόδους για τη γλώσσα διαμόρφωσης εικονικής πραγματικότητας (VRML) ως τεχνολογία ολοκλήρωσης απεικόνισης για την κατασκευή των συστημάτων προσομοίωσης. Ένας από τους στόχους ήταν να αναπτυχθεί μια μεθοδολογία ολοκλήρωσης βασισμένη στους δικτυακούς κατασκευαστικούς μεταφραστές για να παραγάγει τα επαναχρησιμοποιήσιμα τμήματα και την προσομοίωση συμβολικών γλωσσών VRML. Η εικονική πραγματικότητα (VR) είναι ένα παραγόμενο από υπολογιστή περιβάλλον που δίνει την παραίτηση της «βύθισης» σε ένα πραγματικό σύστημα. Η VR μπορεί να αντιμετωπιστεί ως βελτιωμένη απεικόνιση που χρησιμοποιείται από ένα σύστημα

προσομοίωσης. Η προσομοίωση παρέχει τις οδηγίες στον προγραμματισμό και την ανάλυση των φυσικών συστημάτων, τα οποία είναι μάλλον ακριβά ή περίπλοκα προς πειραματισμό. Η βιομηχανοποίηση περιλαμβάνει κυρίως τέσσερις βασικές κλάσεις των στοιχειωδών εργασιών εφαρμοσμένης μηχανικής: σχέδιο προϊόντων, σχέδιο παραγωγής, εφαρμογή του συστήματος παραγωγής και λειτουργία του πραγματικού συστήματος παραγωγής. Αυτές οι στοιχειώδεις εργασίες θα μπορούσαν να ωφεληθούν από την εφαρμογή VR μέσω των απεικονίσεων υψηλής πιστότητας, που προβλέπουν το μοντέλο και την αντιπροσώπευση κατάστασης στο τρισδιάστατο περιβάλλον, και την δύναμη του διαλογικού χειρισμού των μεγάλων συνόλων στοιχείων σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο.

1.3. Δομή της εργασίας.

Στο 1^ο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια σύντομη αναφορά στο προϊόν, στη δομή του, αλλά και μια περιγραφή του συστήματος παραγωγής και των επιθυμητών αλλαγών – βελτιώσεων. Ακολουθεί μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω στην παράλληλη ανάπτυξη των προϊόντων και των διαδικασιών παραγωγής τους, και στον σχεδιασμό των συστημάτων παραγωγής.

Στο 2^ο κεφάλαιο, αρχικά, πραγματοποιείται αναλυτική περιγραφή του προϊόντος και των εξαρτημάτων του, ώστε να μπορέσει ο αναγνώστης να κατανοήσει την δομή και την λειτουργία του. Στη συνέχεια περιγράφονται οι κατεργασίες που πραγματοποιούνται για τη σύνθεση-συναρμολόγηση του προϊόντος. Επιλέγονται τα τμήματα του μηχανολογικού προϊόντος στα οποία έχει αλλάξει η φιλοσοφία στην κατεργασία τους. Περιγράφεται ο τρόπος κατεργασίας τους παλαιότερα (με τη χρήση συμβατικών μηχανημάτων-εργαλειομηχανών) και ο νέος τρόπος κατεργασίας τους, με τη χρήση NC εργαλειομηχανών. Ταυτόχρονα γίνεται σύγκρισή ανάμεσα στους χρόνους κατεργασίας (παλαιά – νέα κατάσταση) και εν τέλει εξάγονται συμπεράσματα.

Στο 3^ο κεφάλαιο πραγματοποιείται διαχωρισμός των κατεργασμένων εξαρτημάτων βάσει των κατεργασιών και κατόπιν βάσει των εργαλειομηχανών. Ο διαχωρισμός αυτός επιτρέπει την κωδικοποίηση των εξαρτημάτων του μηχανολογικού προϊόντος και την πλήρη ταξινόμηση τους αναλόγως με τις απαιτήσεις του μηχανικού. Η κωδικοποίηση πραγματοποιείται με τη βοήθεια της εφαρμογής Microsoft Access. Ακολουθούν συμπεράσματα.

Στο 4^ο κεφάλαιο επιλέγονται τα τμήματα-εξαρτήματα του μηχανολογικού προϊόντος τα οποία μπορούν να παραμετροποιηθούν και να δημιουργήσουν «παραμετρικές οικογένειες». Από αυτά τα εξαρτήματα επιλέγεται το πιο περίπλοκο σε παραμετροποίηση, η κινητήρια τροχαλία. Η μοντελοποίηση της πραγματοποιείται στο σχεδιαστικό περιβάλλον του Autodesk Inventor και η παραμετροποίηση της με τη βοήθεια της εφαρμογής Microsoft Excel. Στη συνέχεια

παραμετροποιείται και η τροχιά του κοπτικού εργαλείου της εργαλειομηχανής CNC στην οποία θα κατασκευαστεί η κινητήρια τροχαλία. Ακολουθούν συμπεράσματα.

Ακολουθεί το 5^ο και τελευταίο κεφάλαιο με μια σύντομη ανασκόπηση της μελέτης και με τα συμπεράσματα που προκύπτουν.

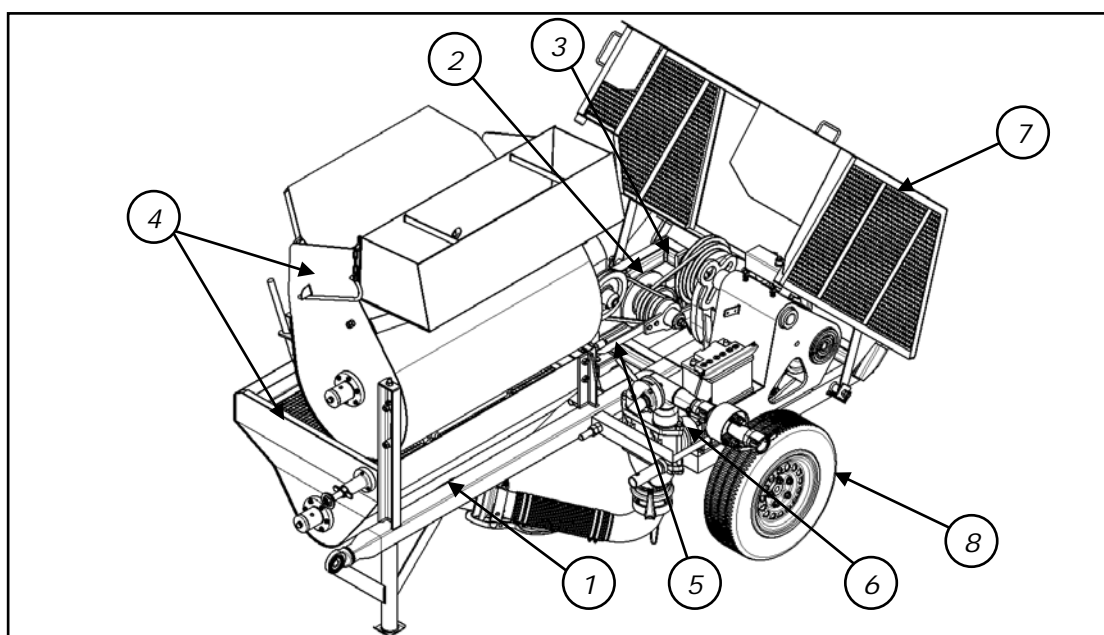
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

2.1. Περιγραφή των υποσυστημάτων του προϊόντος.

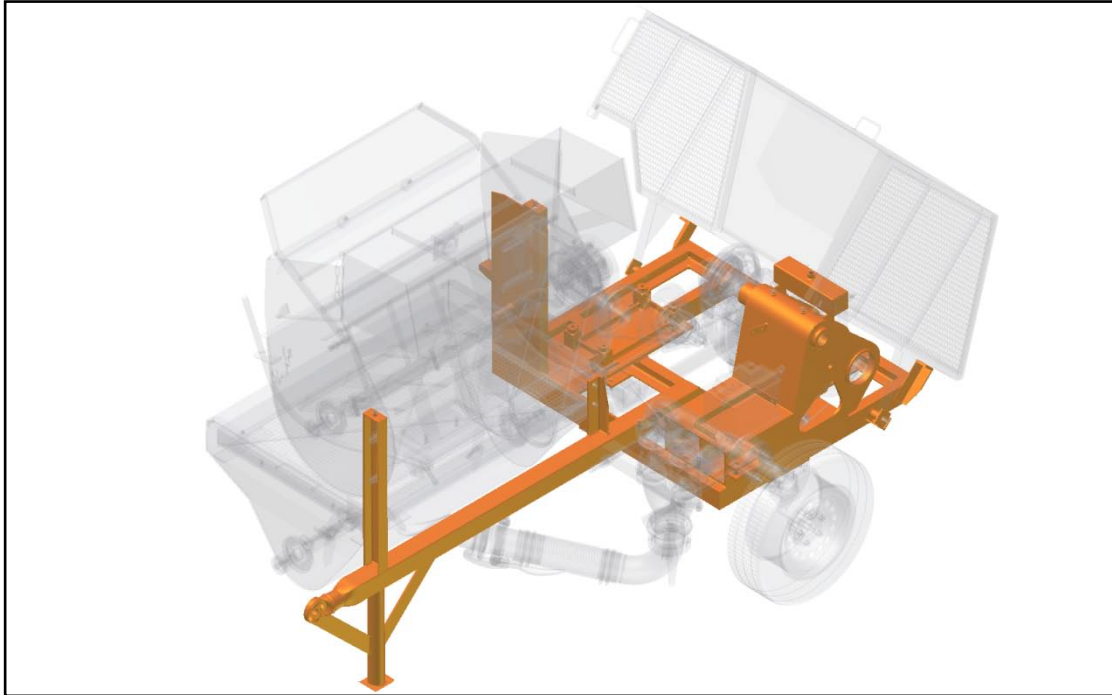
Το μηχάνημα ανάδευσης, ανύψωσης και εκτόξευσης αμμοκονιάματος και συναφών υλικών στο σύνολο της είναι ένα αρκετά πολύπλοκο σε κατασκευή μηχάνημα και για τον λόγο αυτό διαιρείται σε υποκατηγορίες, ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία και ο τρόπος κατασκευής της. Για την διευκόλυνση μας θα ονομάσουμε το μηχάνημα ανάδευσης, ανύψωσης και εκτόξευσης αμμοκονιάματος και συναφών υλικών ως «ΣΥΣΤΗΜΑ» ή «ΠΡΟΪΟΝ» το οποίο αποτελείται από τα εξής «ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»:

1. Σκελετός
2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης
3. Υποσύστημα σύμπλεξης - αποσύμπλεξης
4. Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού
5. Υποσύστημα δόνησης
6. Υποσύστημα άντλησης του υλικού
7. Κάλυμμα
8. Διαιρούμενος άξονας και τροχοί



Σχήμα 2.1: ΣΥΣΤΗΜΑ

2.1.1. Σκελετός.

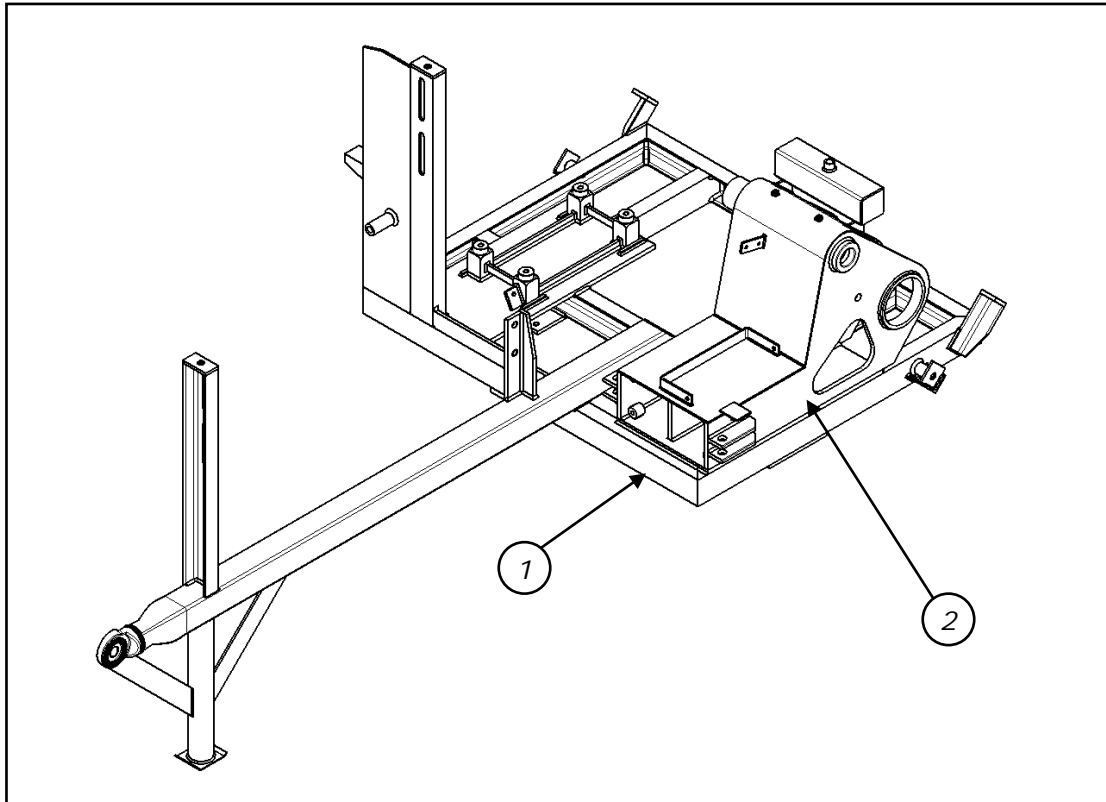


Σχήμα 2.2: Σκελετός

Πάνω σε αυτόν εδράζονται όλα τα επιμέρους υποσυστήματα και πρέπει να είναι τόσο στιβαρός όσο απαιτούν οι δυνάμεις που τον καταπονούν κατά την λειτουργία του συστήματος.

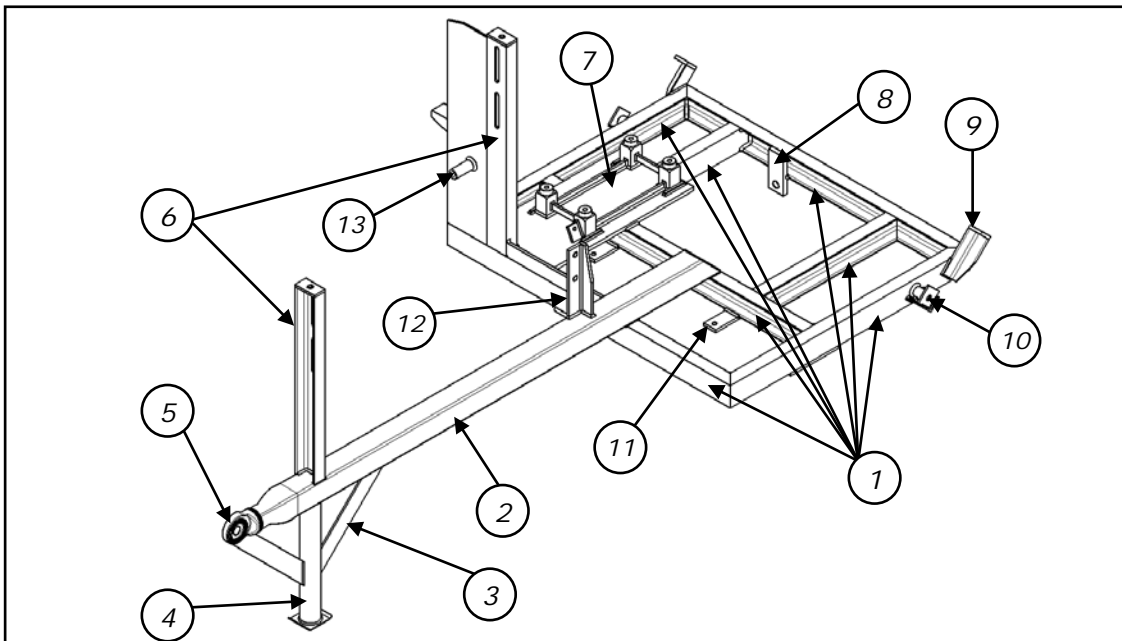
Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο σκελετός είναι:

1. Το πλαίσιο σκελετού
2. Το κέλυφος της αντλίας
και τα οποία φαίνονται στο σχήμα της επόμενης σελίδας:

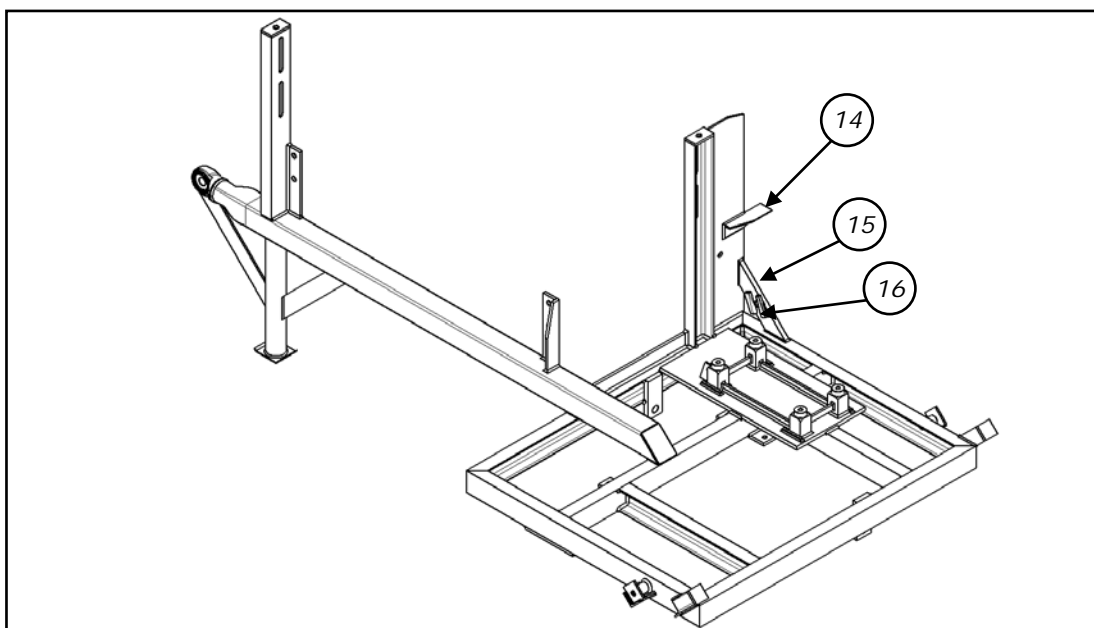


Σχήμα 2.3: Σκελετός: 1. Πλαίσιο σκελετού, 2. Κέλυφος αντλίας

2.1.1.1. Πλαίσιο σκελετού.



Σχήμα 2.4α Πλαίσιο σκελετού



Σχήμα 2.4β Πλαίσιο σκελετού

Τα κύρια¹ μέρη τα οποία αποτελούν το πλαίσιο του σκελετού περιγράφονται στον Πίνακα 2.1.

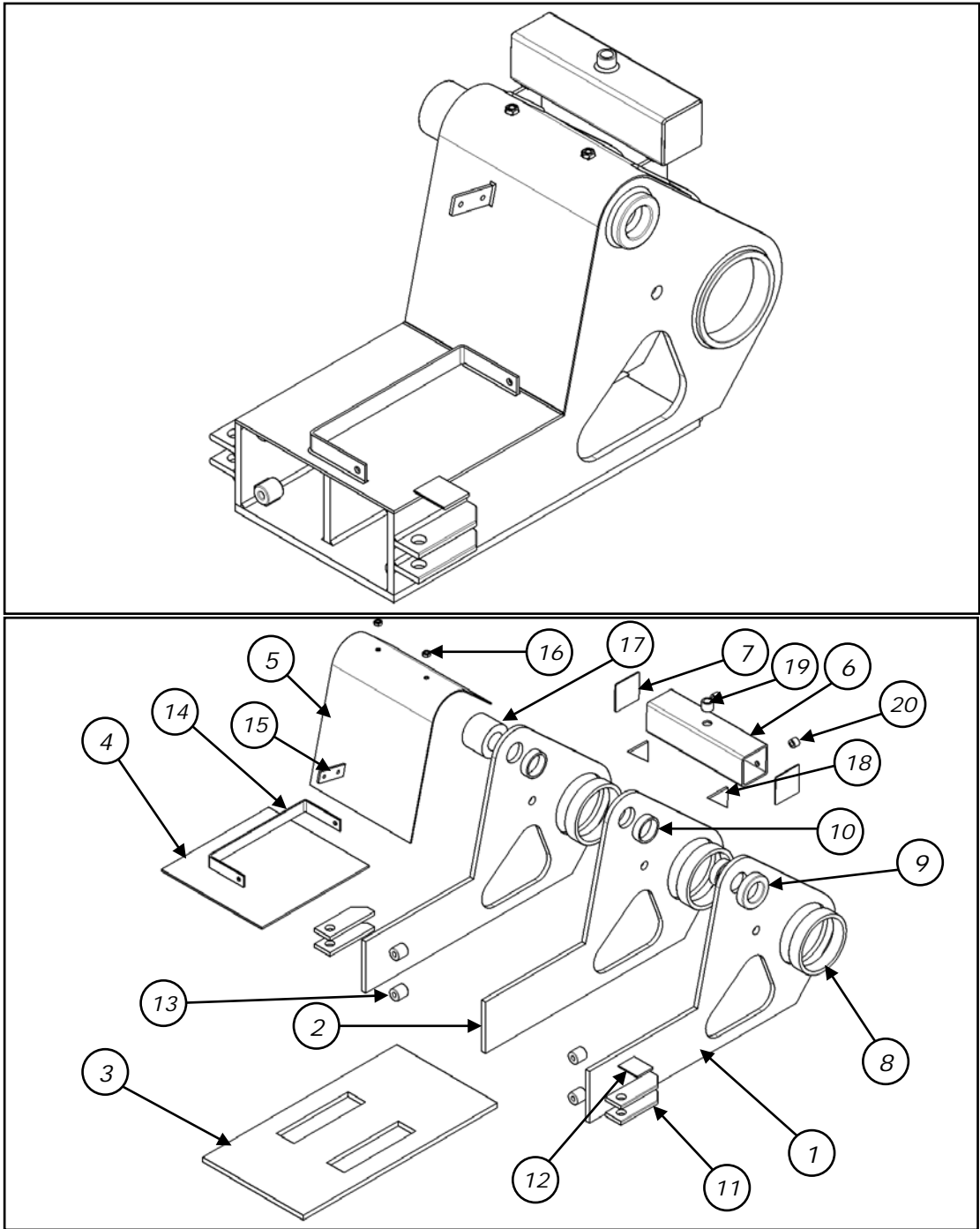
Πίνακας 2.1: Πίνακας εξαρτημάτων πλαισίου σκελετού

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Πλαίσιο έδρασης βάσης κινητήρα και κελύφους αντλίας	Δοκοί Πι
2	Κεντρικός δοκός πλαισίου	Κοιλοδοκός
3	Αντηρίδα ποδιού	Λάμα
4	Πόδι στήριξης σκελετού	Σωλήνας
5	Οδοντωτός σύνδεσμος	
6	Κολώνες στήριξης άνω αναδευτήρα	Δοκοί Πι
7	Βάση κινητήρα	
8	Λάμα στήριξης υποσυστήματος σύμπλεξης - αποσύμπλεξης	Λάμα
9	Αντιστήριξη καλύμματος	Γωνία
10	Έδραση καλύμματος	Γωνία, τούμπο, λάμα
11	Έδραση διαιρούμενου άξονα τροχών	Λάμα
12	Στήριγμα κάτω αναδευτήρα	Γωνία
13	Στήριγμα κάτω αναδευτήρα	Λαμαρίνα, τούμπο
14	Πέλμα έδρασης καλύμματος	Γωνία
15	Νεύρο	Λάμα
16	Λάμα οδήγησης χειρολαβής	Λάμα

2.2. Κέλυφος αντλίας.

Το κέλυφος της αντλίας κατασκευάζεται ξεχωριστά και στη συνέχεια προσαρμόζεται στον σκελετό. Τα μέρη που αποτελούν το κέλυφος της αντλίας φαίνονται στα παρακάτω σχήματα και περιγράφονται στον Πίνακα 2.2.

¹ Περιγράφονται τα **βασικά** μέρη της κατασκευής



Σχήμα 2.5: Κέλυφος αντλίας.

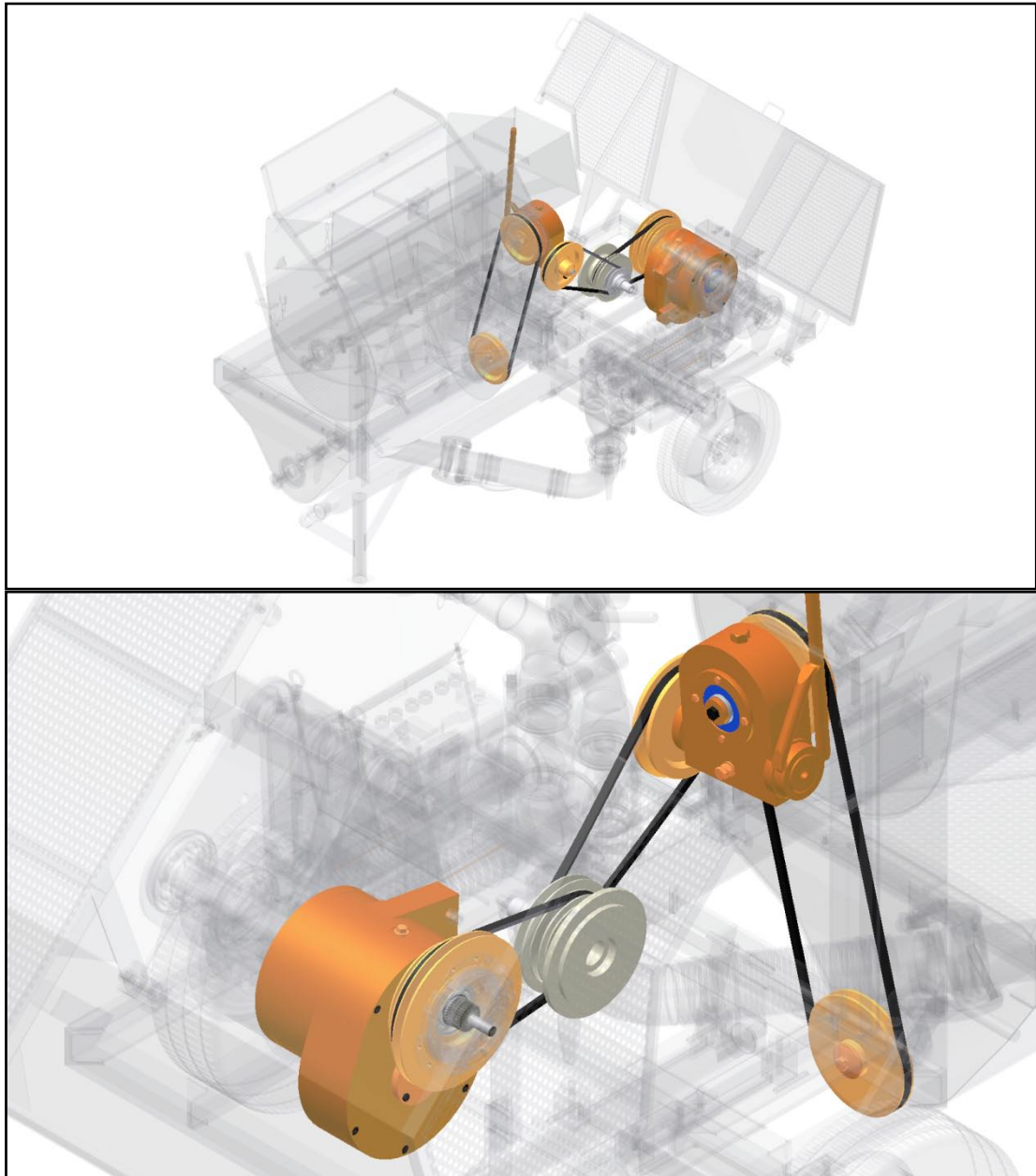
Πίνακας 2.2: Κέλυφος αντλίας

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Εξωτερική πλευρά κελύφους αντλίας	Λαμαρίνα
2	Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας	Λαμαρίνα
3	Κάτω βάση ενσωμάτωσης αντλίας	Λαμαρίνα
4	Άνω πλάκα ενσωμάτωσης πλευρών κελύφους αντλίας	Λαμαρίνα
5	Προστατευτικό κάλυμμα κελύφους αντλίας	Λαμαρίνα
6	Κέλυφος ελαιολεκάνης	Κουλοδοκός
7	Πλευρά ελαιολεκάνης	Λαμαρίνα
8	Δακτύλιος ένσφαιρου τριβέα άξονα εκκέντρων αντλίας	Τούμπο
9	Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας	Τούμπο
10	Εσωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας	Τούμπο
11	Αυτάκι συγκράτησης κοχλία στερέωσης συστήματος βαλβίδων	Λάμα
12	Πέλμα έδρασης καλύμματος	Γωνία
13	Δακτύλιοι στερέωσης καθρέπτη κυλίνδρων	Τούμπο
14	Λάμα στερέωσης μπαταρίας	Λάμα
15	Λάμα στερέωσης κόρνας	Λάμα
16	Περικόχλιο	
17	Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας και στερέωσης εντατήρα ιμάντα διβάθμιου μειωτήρα	Τούμπο
18	Αντηρίδα – νεύρο ελαιολεκάνης	Λάμα
19	Δακτύλιος με σπείρωμα	Τούμπο
20	Δακτύλιος με σπείρωμα	Τούμπο

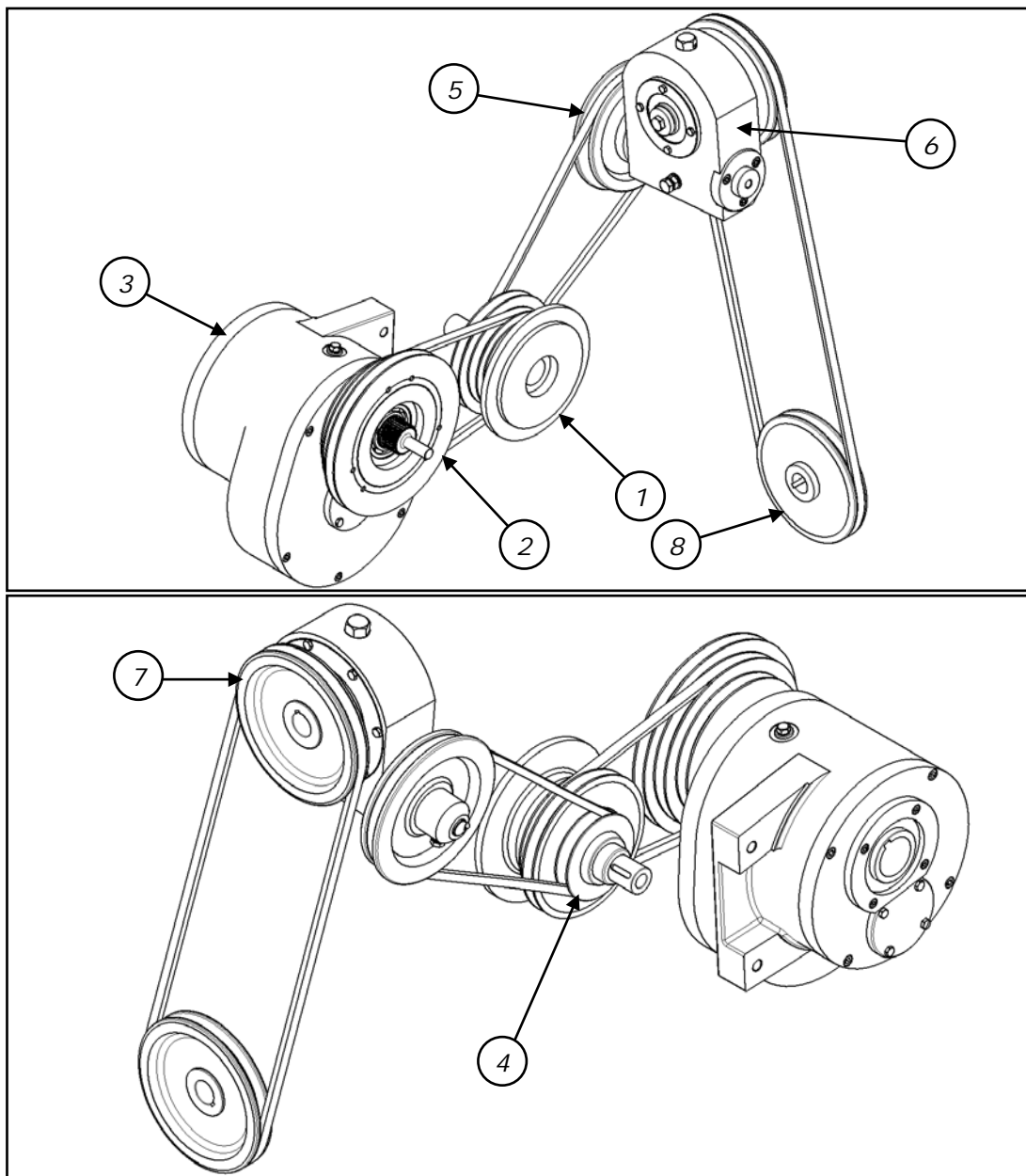
2.1.2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης

Η μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στους άξονες των αναδευτήρων και στον άξονα των εκκέντρων του υποσυστήματος άντλησης πραγματοποιείται μέσω μιας διάταξης τροχαλιών και μειωτήρων στροφών. Αναλυτικότερα:

Στον στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα είναι προσαρμοσμένη η τροχαλία κινητήρα και μέσω ιμάντα μεταδίδεται η κίνηση στην τροχαλία του διβάθμιου μειωτήρα στροφών και στη συνέχεια μέσω του τελευταίου στον άξονα των εκκέντρων του υποσυστήματος άντλησης. Ταυτόχρονα, μέσω της τροχαλίας της φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή, η οποία είναι προσαρμοσμένη στην τροχαλία κινητήρα, μεταδίδεται μέσω ιμάντα η κίνηση στην τροχαλία του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας και στη συνέχεια μέσω του τελευταίου στον άξονα του άνω αναδευτήρα. Στον άξονα του άνω αναδευτήρα είναι προσαρμοσμένη μια τροχαλία. Η κίνηση από την τροχαλία του άξονα του άνω αναδευτήρα μεταδίδεται μέσω ιμάντα στην τροχαλία του άξονα του κάτω αναδευτήρα και έτσι ολοκληρώνεται η μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στα επιμέρους υποσυστήματα.



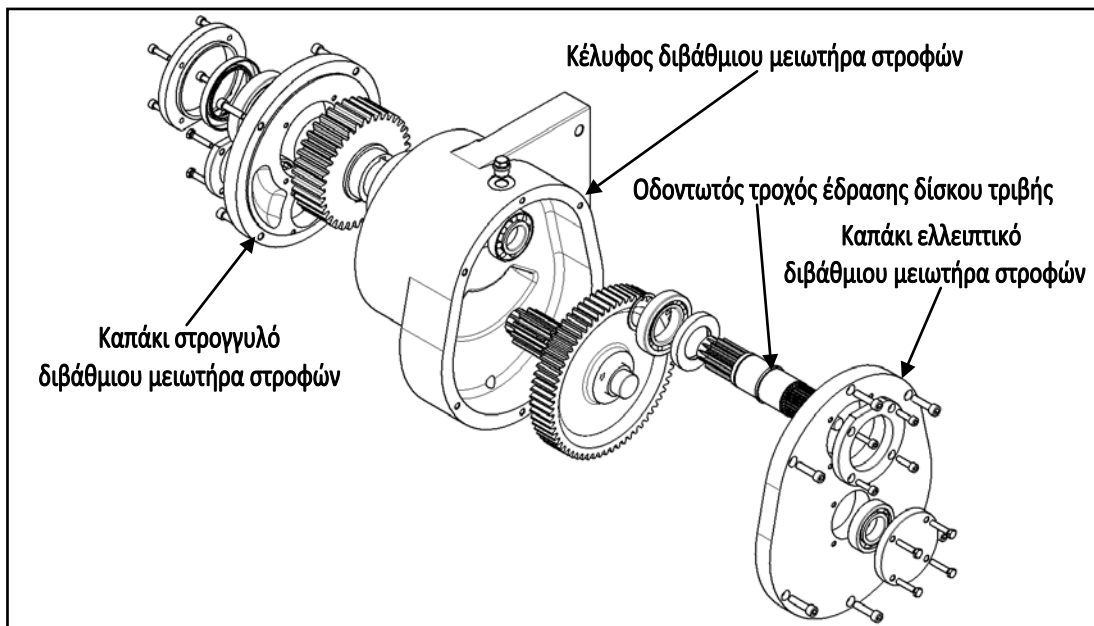
Σχήμα 2.6α, β: Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης



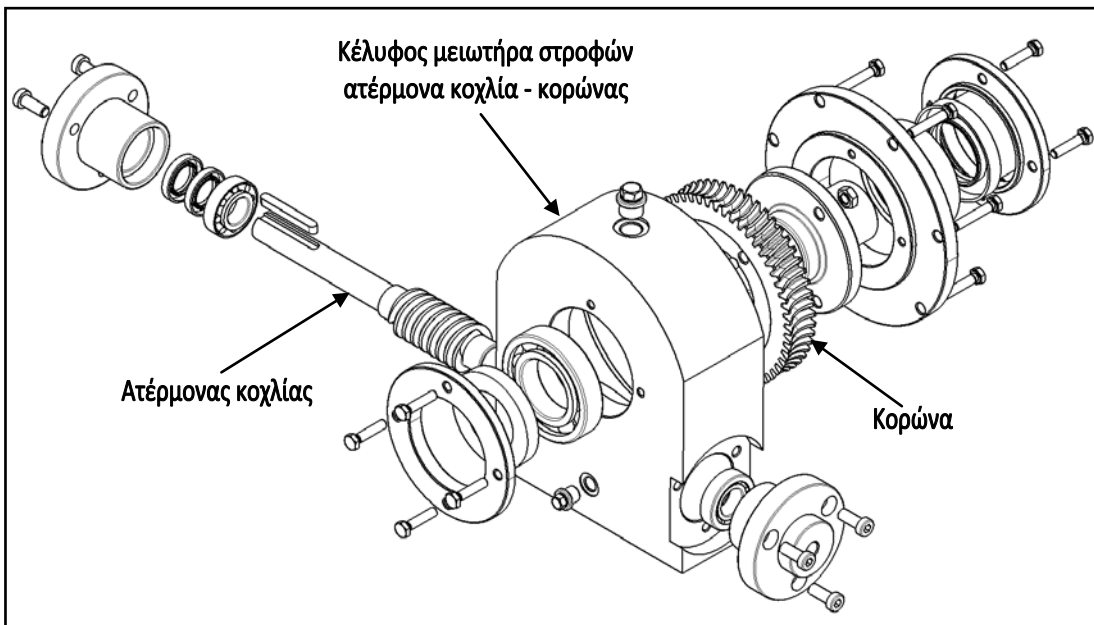
Σχήμα 2.7α, β: Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης - Εξαρτήματα

Πίνακας 2.3: Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Τροχαλία κινητήρα	Αλουμίνιο - Χυτό
2	Τροχαλία διβάθμιου μειωτήρα στροφών	Χυτοσίδηρος
3	Διβάθμιος μειωτήρας στροφών	
4	Τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή	Χυτοσίδηρος
5	Τροχαλία μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας	Αλουμίνιο - Χυτό
6	Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας	
7	Τροχαλία άξονα άνω αναδευτήρα	Χυτοσίδηρος
8	Τροχαλία άξονα κάτω αναδευτήρα	Χυτοσίδηρος



Σχήμα 2.8: Διβάθμιος μειωτήρας



Σχήμα 2.9: Μειωτήρας ατέρμονα κοχλία - κορώνας

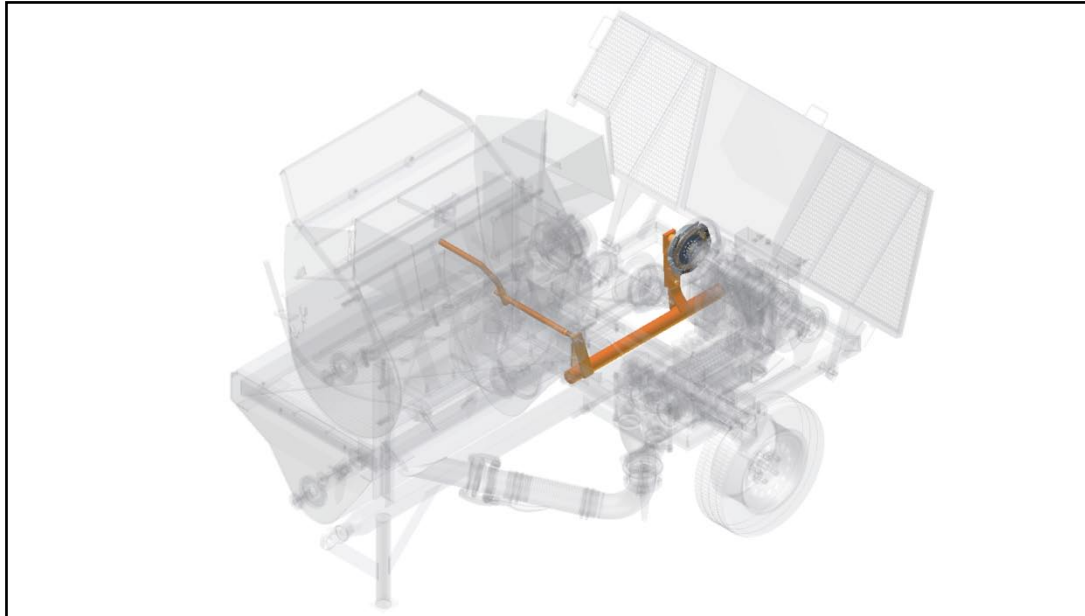
2.1.3. Υποσύστημα σύμπλεξης - αποσύμπλεξης.

Κατά την λειτουργία του συστήματος είναι δυνατή η αποσύμπλεξη της κίνησης του άξονα των εκκέντρων του υποσυστήματος άντλησης από την κίνηση της τροχαλίας κινητήρα. Έτσι ο κινητήρας βρίσκεται σε συνεχή λειτουργία, ενώ η λειτουργία του υποσυστήματος άντλησης καθορίζεται από τον χειριστή του συστήματος.

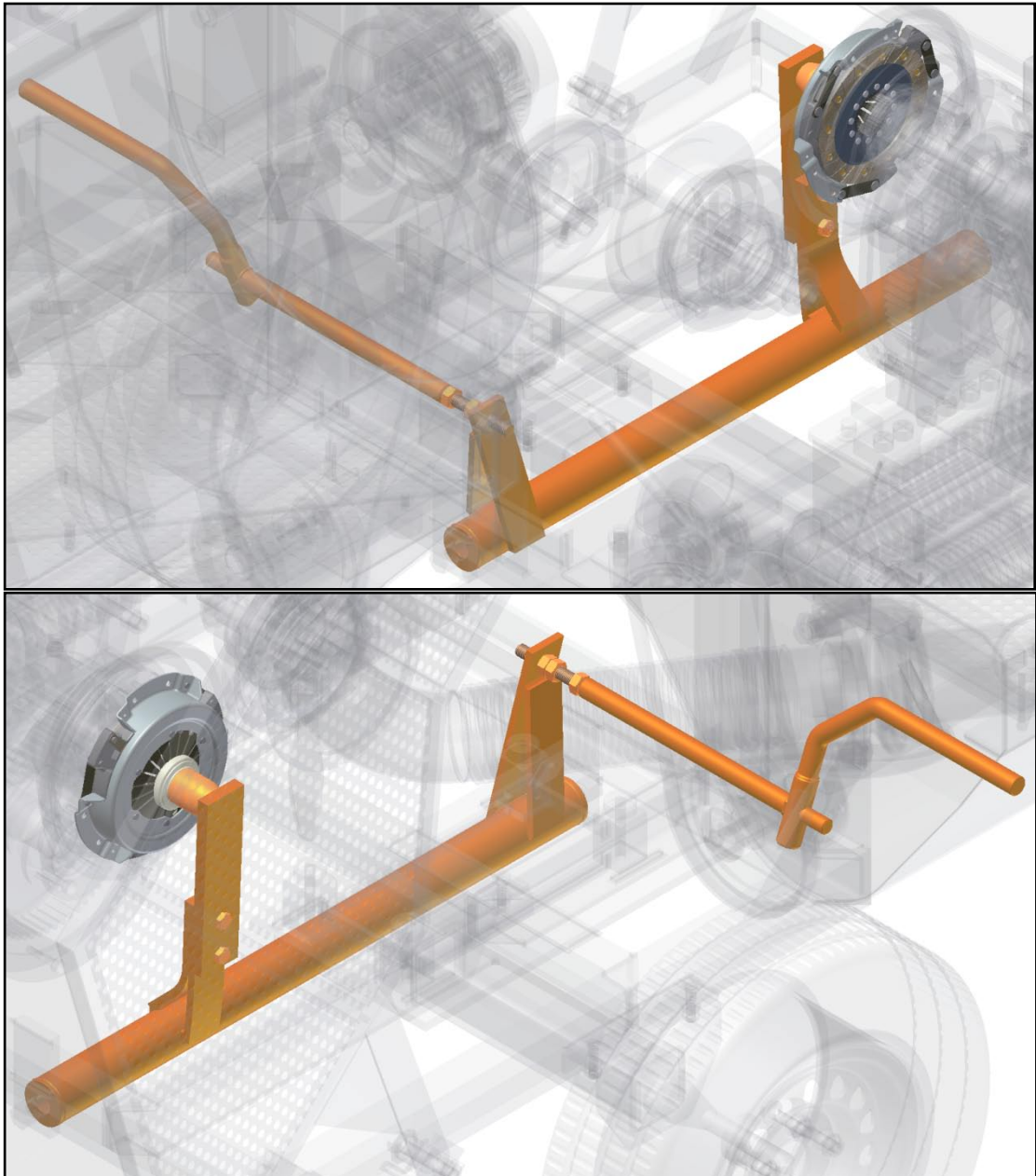
Ένας ακόμη βασικός λόγος της ύπαρξης αυτού του υποσυστήματος είναι η ελαχιστοποίηση του φορτίου κατά την εκκίνηση του κινητήρα. Ο κινητήρας εκκινεί χωρίς το φορτίο του υποσυστήματος άντλησης, οπότε δεν επιβαρύνεται ο

στροφαλοφόρος άξονας του και κατά συνέπεια δεν μειώνεται η διάρκεια ζωής του κινητήρα.

Επίσης, σε περιπτώσεις βλαβών του συστήματος άντλησης ή σε ανεπιθύμητες αυξήσεις πιέσεων, δεν καταστρέφονται εξαρτήματα εφόσον τεθεί σε λειτουργία το υποσύστημα σύμπλεξης – αποσύμπλεξης.

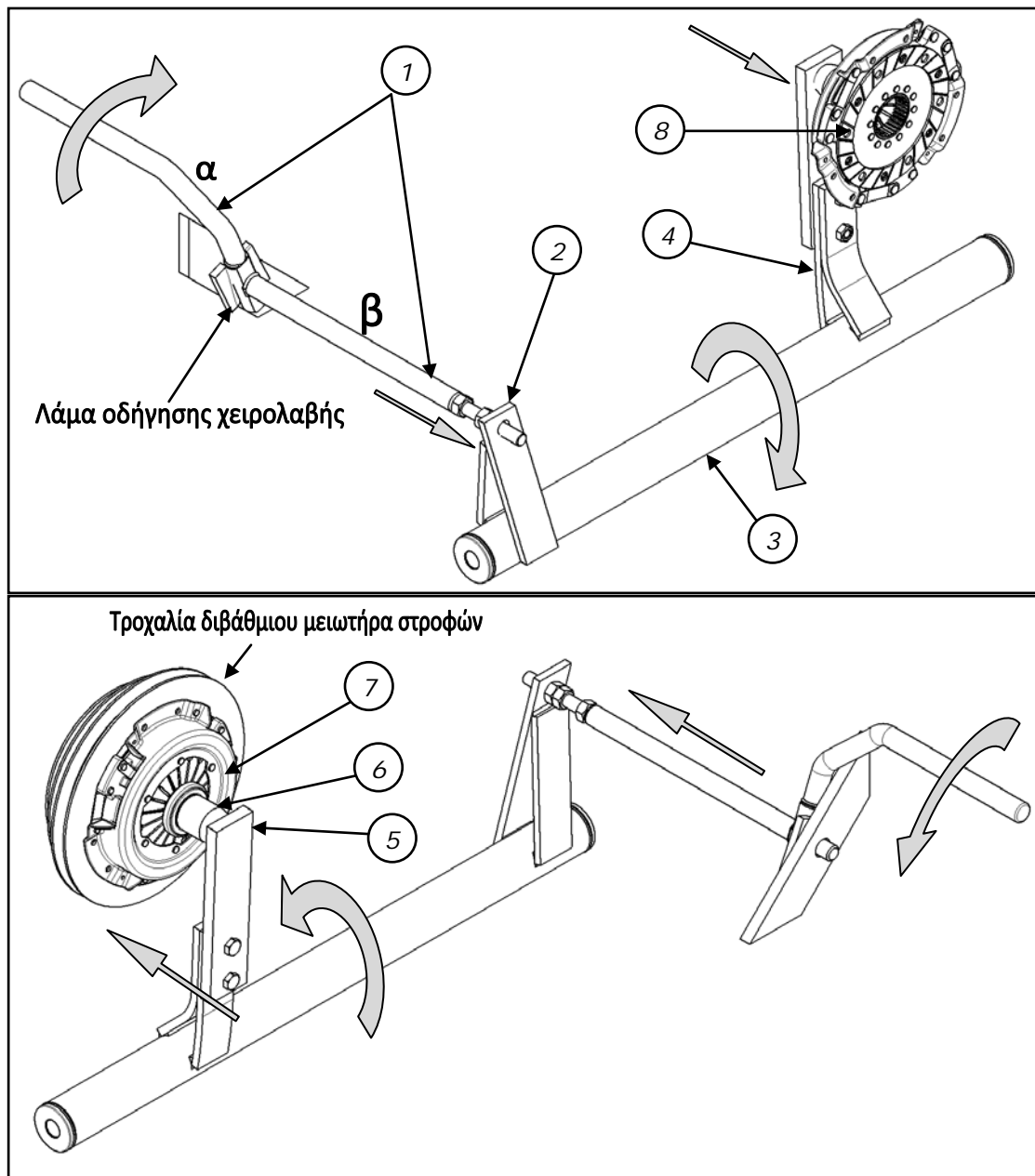


Σχήμα 2.10: Υποσύστημα σύμπλεξης – αποσύμπλεξης



Σχήμα 2.11α, β: Υποσύστημα σύμπλεξης – αποσύμπλεξης σε μεγέθυνση

Στη συνέχεια περιγράφονται τα κυριότερα τμήματα του υποσυστήματος σύμπλεξης – αποσύμπλεξης και περιγράφεται η λειτουργία του υποσυστήματος.



Σχήμα 2.12α, β: Υποσύστημα σύμπλεξης – αποσύμπλεξης, εξαρτήματα

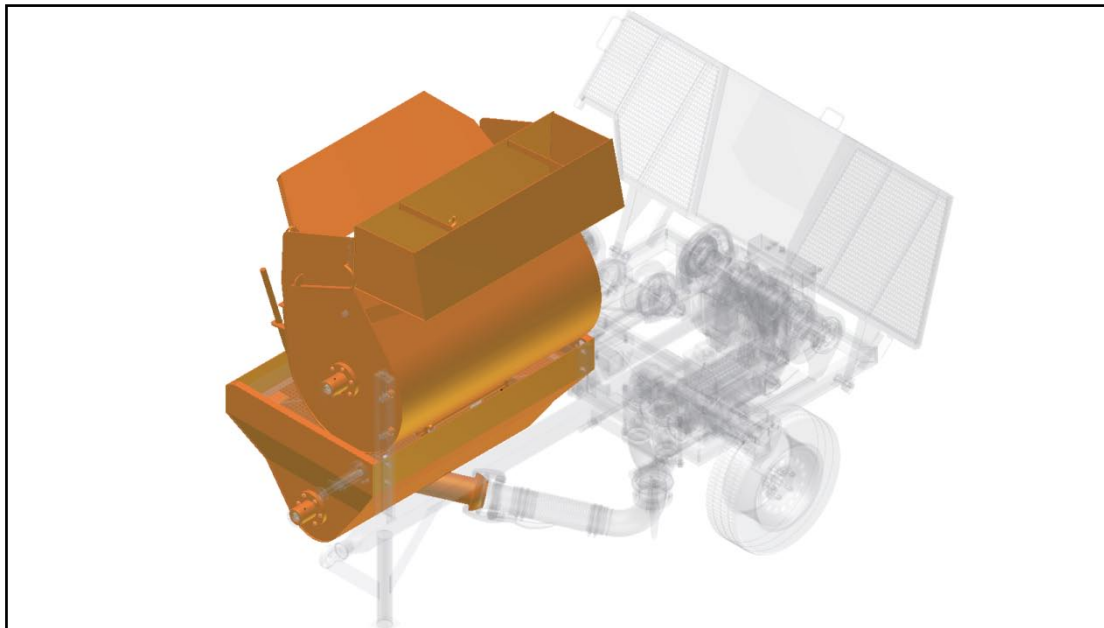
Κατά την περιστροφή του στελέχους α της χειρολαβής (1) στη φορά που δείχνει το σχήμα, το στέλεχος β της χειρολαβής (1) ωθεί τη λάμα στήριξης της χειρολαβής (2) κατά τη φορά που υποδεικνύει το βέλος. Η ώθηση αυτή προκαλείται από της λάμες οδήγησης της χειρολαβής, οι οποίες βρίσκονται ενσωματωμένες στο πλαίσιο του σκελετού όπως έχει προαναφερθεί. Η ώθηση της λάμας στήριξης της χειρολαβής (2) προκαλεί την περιστροφή του σωλήνα έδρασης λάμας στήριξης χειρολαβής και λάμας στήριξης της λάμας ώσεως τριβέα (3). Στη συνέχεια η λάμα ώσεως τριβέα (5), η οποία εδράζεται στις λάμες στήριξης λάμας ώσεως τριβέα (4), ωθεί τον τριβέα – εξάρτημα συμπλέκτη (6), ο οποίος με τη σειρά του πιέζει τις λάμες του πλατώ (7) και το τελευταίο αποσυμπλέκει τον δίσκο τριβής (8) από την τροχαλία του διβάθμιου μειωτήρα. Ο δίσκος τριβής (8) εδράζεται στον οδοντωτό τροχό έδρασης δίσκου τριβής.

Πίνακας 2.4: Πίνακας εξαρτημάτων υποσυστήματος σύμπλεξης - αποσύμπλεξης

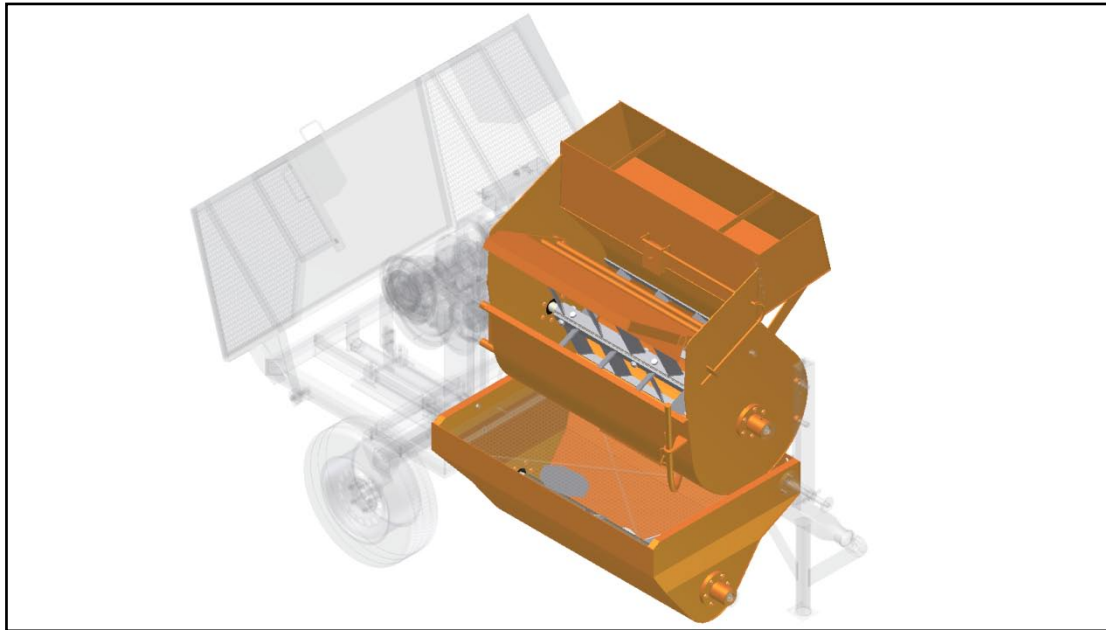
α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Χειρολαβή υποσυστήματος σύμπλεξης - αποσύμπλεξης	
2	Λάμα στήριξης χειρολαβής	Λάμα
3	Σωλήνας έδρασης λάμας στήριξης χειρολαβής και λάμας στήριξης λάμας ώσεως τριβέα	Σωλήνας
4	Λάμες στήριξης λάμας ώσεως τριβέα	Λάμα
5	Λάμα ώσεως τριβέα	Λάμα
6	Τριβέας – εξάρτημα συμπλέκτη	
7	Πλατώ	
8	Δίσκος τριβής	

2.1.4. Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού.

Στο υποσύστημα ανάδευσης του υλικού πραγματοποιείται η μίξη και η ανάδευση των απαιτούμενων υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την επίστρωση κάποιας επιφάνειας. Η χωρητικότητα του άνω και του κάτω αναδευτήρα είναι ίδια και ίση με $0,343\text{m}^3$. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα μέρη από τα οποία αποτελείται το υποσύστημα ανάδευσης του υλικού.

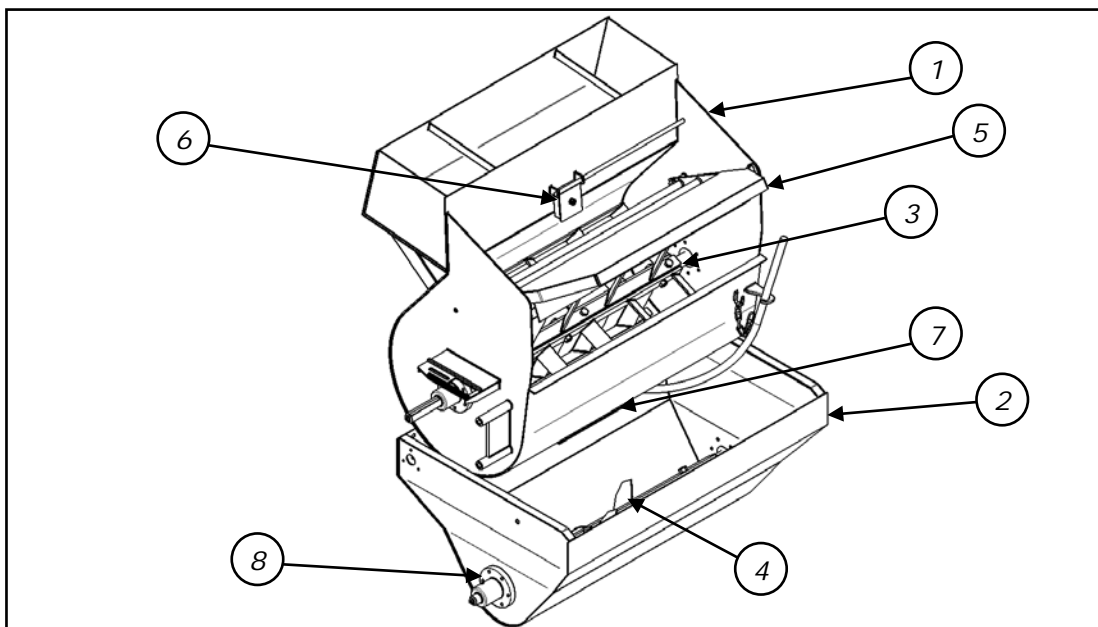


2.13α: Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού



2.13β: Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού

Το μίγμα των υλικών π.χ. τσιμεντοκονία, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την επίστρωση κάποιας επιφάνειας, εισέρχεται πρώτα στον *άνω αναδευτήρα*. Στη συνέχεια αφού αναμιχθεί, μέσω της *θυρίδας του άνω αναδευτήρα* εξέρχεται από αυτόν και εισέρχεται στον *κάτω αναδευτήρα*, αφού πρώτα περάσει από το *κόσκινο* (βλέπε υποσύστημα δόνησης). Από τον *κάτω αναδευτήρα* το υλικό οδηγείται στην αναρρόφηση του υποσυστήματος άντλησης (βλέπε σχήμα 2.14 και πίνακα 2.5).



Σχήμα 2.14: Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού

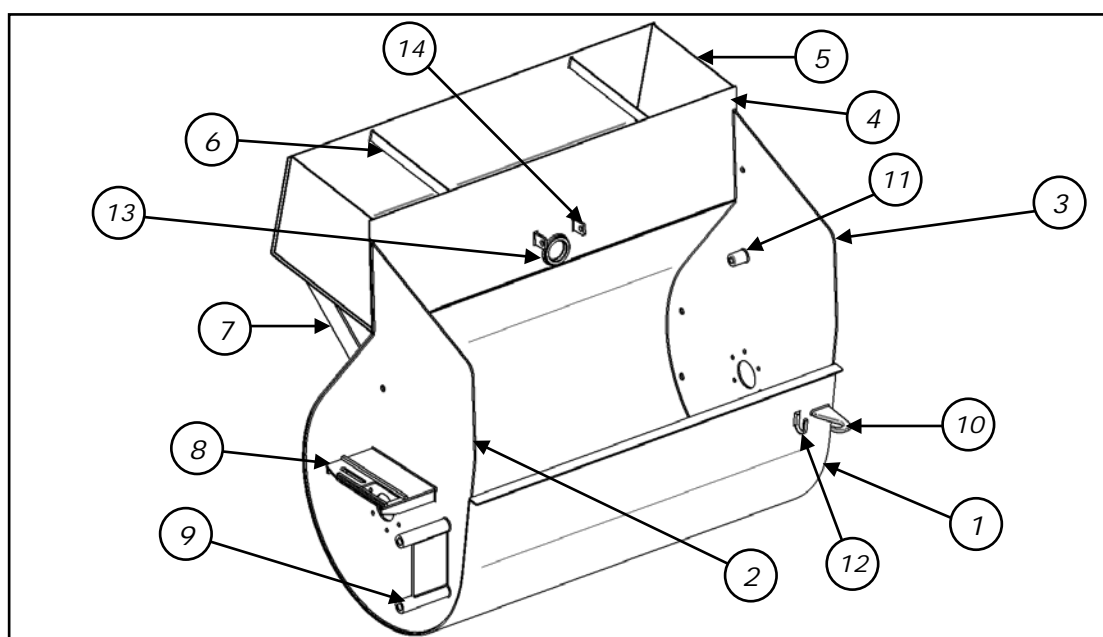
Πίνακας 2.5: Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Κέλυφος άνω αναδευτήρα	Λαμαρίνα
2	Κέλυφος κάτω αναδευτήρα	Λαμαρίνα
3	Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα	
4	Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα	
5	Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα	
6	Θυρίδα δεξαμενής νερού	
7	Θυρίδα άνω αναδευτήρα	
8	Έδρανο ολίσθησης	Χυτό

Στη συνέχεια αναλύονται τα κυριότερα μέρη του υποσυστήματος ανάδευσης του υλικού.

2.1.4.1. Κέλυφος άνω αναδευτήρα.

Το κέλυφος του άνω αναδευτήρα διαιρείται σε δύο δεξαμενές: τη δεξαμενή του νερού και τη δεξαμενή ανάμιξης του υλικού.

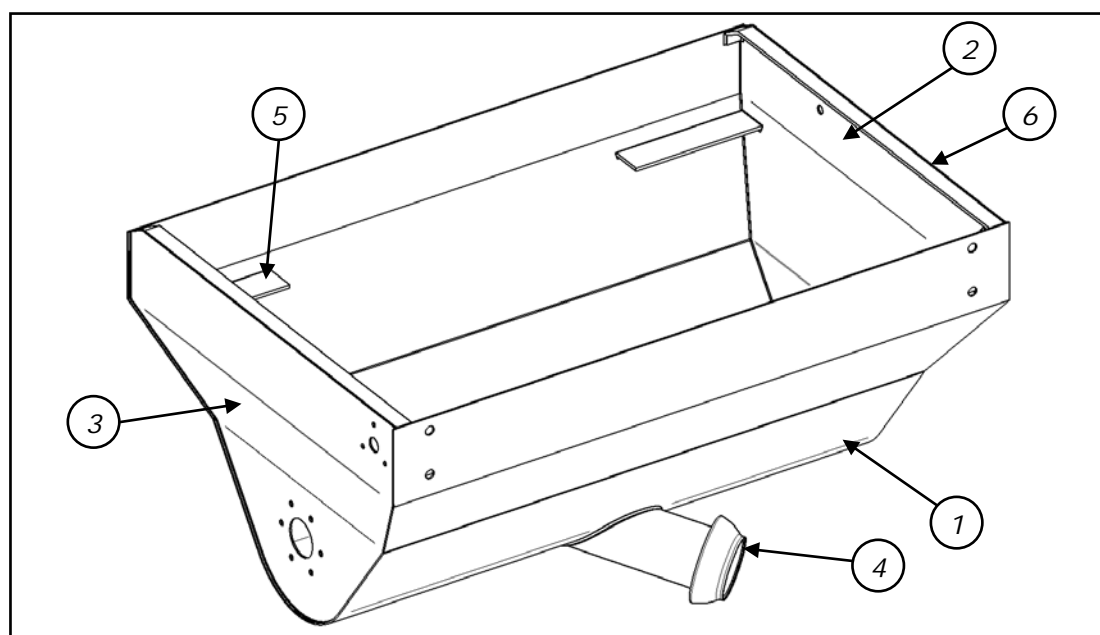


Σχήμα 2.15: Κέλυφος άνω αναδευτήρα

Πίνακας 2.6: Κέλυφος άνω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Παράπλευρη επιφάνεια δεξαμενής ανάμιξης του υλικού	Λαμαρίνα
2	Εσωτερική πλευρά δεξαμενής ανάμιξης του υλικού	Λαμαρίνα
3	Εξωτερική πλευρά δεξαμενής ανάμιξης του υλικού	Λαμαρίνα
4	Παράπλευρη επιφάνεια δεξαμενής νερού	Λαμαρίνα
5	Πλευρά δεξαμενής νερού	Λαμαρίνα
6	Νεύρο δεξαμενής νερού	Λάμα
7	Αντηρίδα	Λάμα
8	Βάση οδηγού τάνυσης ιμάντα τροχαλίας μειωτήρα ατέρμονα κοχλία – κορώνας	Λάμα
9	Αποστατικός δακτύλιος στήριξης κελύφους άνω αναδευτήρα στο πλαίσιο σκελετού	Σωλήνας
10	Γάντζος στήριξης θυρίδας άνω αναδευτήρα	Λαμαρίνα
11	Δακτύλιος στήριξης προστατευτικής εσχάρας άνω αναδευτήρα	Σωλήνας
12	Γάντζος στήριξης αλυσίδας	Τετράγωνη ράβδος
13	Στόμιο εξαγωγής νερού δεξαμενής νερού	Σωλήνας
14	Στήριγμα θυρίδας δεξαμενής νερού	Λάμα

2.1.4.2. Κέλυφος κάτω αναδευτήρα.

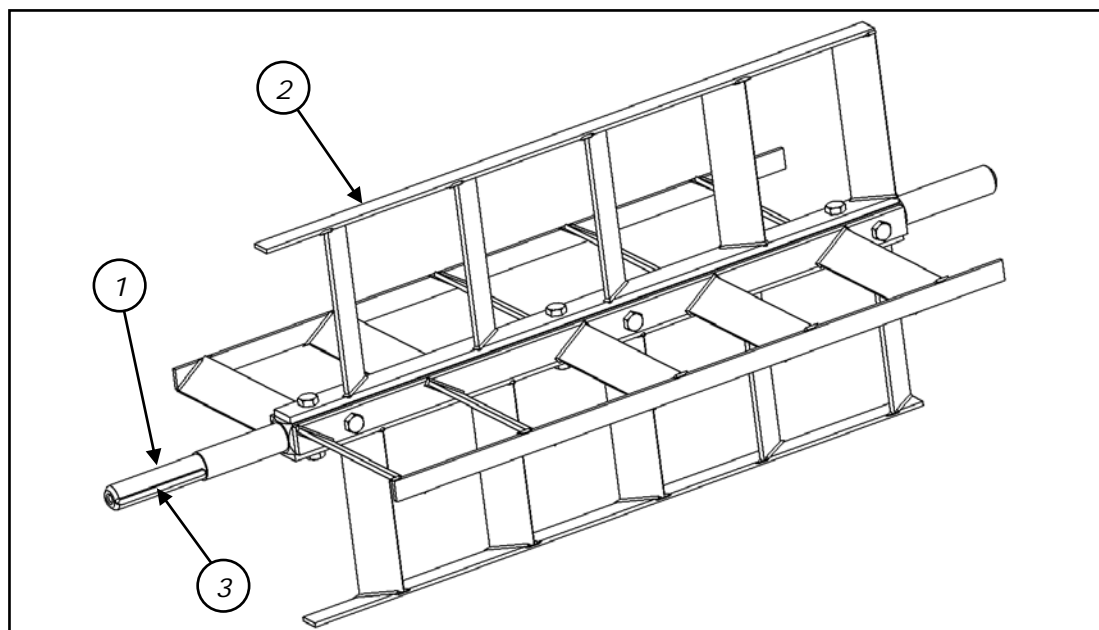


Σχήμα 2.16: Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

Πίνακας 2.7: Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Παράπλευρη επιφάνεια κελύφους κάτω αναδευτήρα	Λαμαρίνα
2	Εσωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα	Λαμαρίνα
3	Εξωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα	Λαμαρίνα
4	Στόμιο εξαγωγής μίγματος υλικών	Σωλήνας
5	Πέλμα έδρασης κόσκινου	Λάμα
6	Προστατευτική λάμα	Λάμα

2.1.4.3. Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα.



Σχήμα 2.17: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα

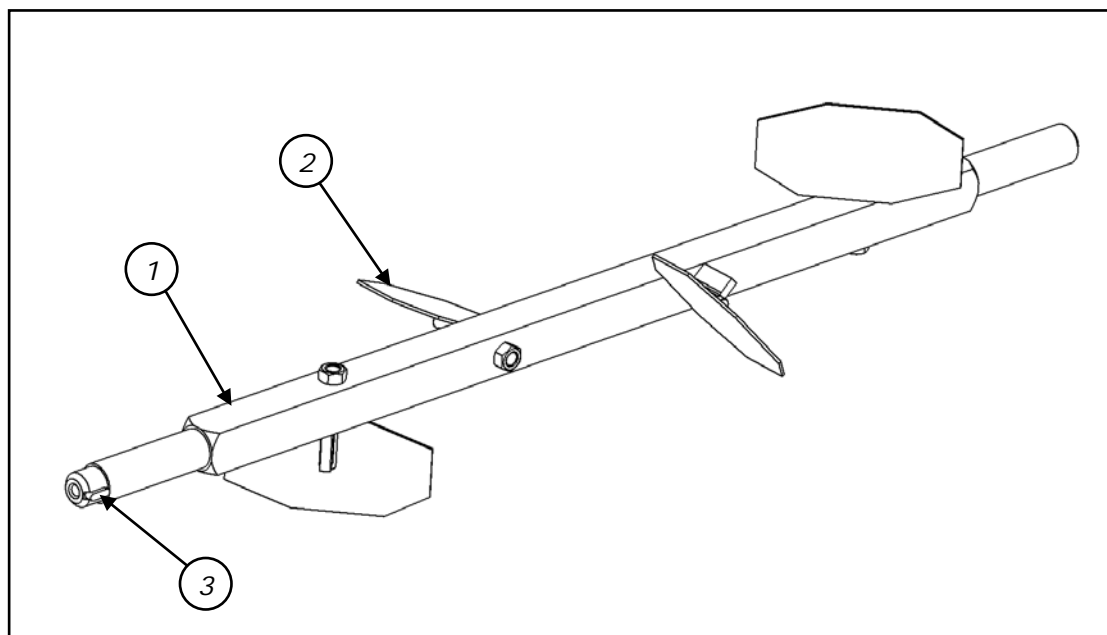
Πίνακας 2.8: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Άξονας άνω αναδευτήρα	Τετράγωνη ράβδος
2	Πτερύγιο ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα	4 πτερύγια στον άξονα – Λάμες
3	Σφήνα άξονα άνω αναδευτήρα	

Στον άξονα του άνω αναδευτήρα είναι προσαρμοσμένη η κορώνα του μειωτήρα ατέρμονα κοχλία – κορώνας και η τροχαλία του άνω αναδευτήρα η οποία μέσω ιμάντα μεταδίδει την κίνηση στον άξονα του κάτω αναδευτήρα, όπως έχει ήδη προαναφερθεί².

² Βλέπε παράγραφο 2.1.2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης

2.1.4.4. Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα.



Σχήμα 2.18: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα

Πίνακας 2.9: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Άξονας άνω αναδευτήρα	Τετράγωνη ράβδος
2	Πτερύγιο ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα	4 πτερύγια στον άξονα – Λάμες
3	Σφήνα άξονα κάτω αναδευτήρα	

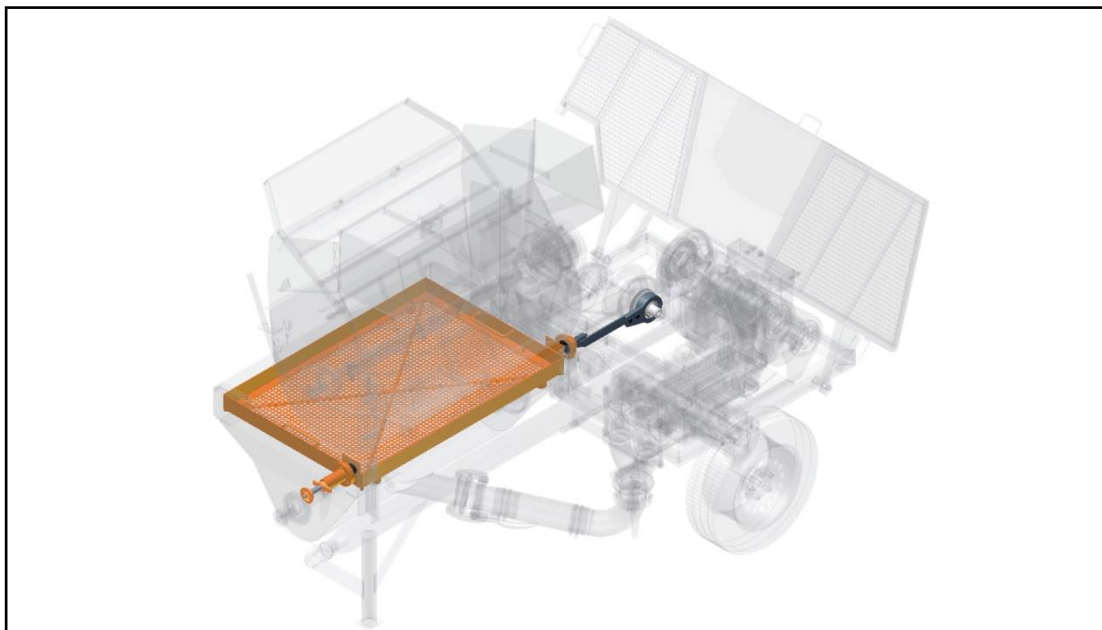
2.1.5. Υποσύστημα δόνησης

Μέσω του υποσυστήματος δόνησης πραγματοποιείται παλινδρομική κίνηση του κόσκινου το οποίο εδράζεται σε 4 πέλματα³ στον κάτω αναδευτήρα του υποσυστήματος ανάδευσης του υλικού. Το κόσκινο επιτρέπει να περάσουν σωματίδια του μίγματος μέγιστης διαμέτρου 5mm. Με την παλινδρομική αυτή κίνηση διαχωρίζονται τα τυχόν μεγαλύτερης διαμέτρου σωματίδια, τα οποία αργότερα απομακρύνονται από το κόσκινο. Το μίγμα των υλικών το οποίο διαπερνά το κόσκινο οδηγείται στον κάτω αναδευτήρα του υποσυστήματος και κατόπιν στο υποσύστημα άντλησης του υλικού.

Τι θα συνέβαινε εάν ένα ή περισσότερα σωματίδια διαμέτρου μεγαλύτερης των 5mm οδηγούνταν στο υποσύστημα άντλησης του υλικού; Η απάντηση είναι απλή. Έμφραξη στου υλικού στο σύστημα των βαλβίδων του υποσυστήματος άντλησης του υλικού με αποτέλεσμα αύξηση της πίεσης στις βαλβίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης, υπολειτουργία του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ, χαμηλή έως και μηδενική απόδοση της αντλίας και ίσως καταστροφή κάποιου εξαρτήματος. Η

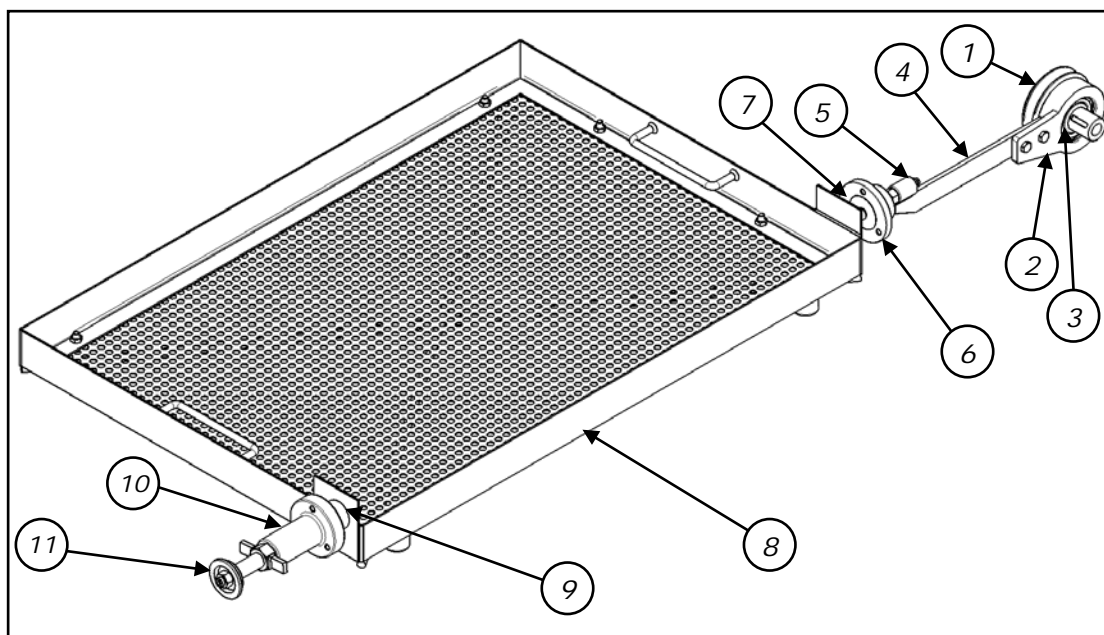
³ Βλέπε παράγραφο 2.1.4.2. Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

ύπαρξη του υποσυστήματος δόνησης και κατ' επέκταση του «κοσκινίσματος» του μίγματος αποτρέπει τις παραπάνω συνέπειες επιτρέποντας την ομαλή λειτουργία του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.



Σχήμα 2.19: Υποσύστημα δόνησης

Στο σχήμα 2.20 και στον πίνακα 2.10 περιγράφονται τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το υποσύστημα της δόνησης.



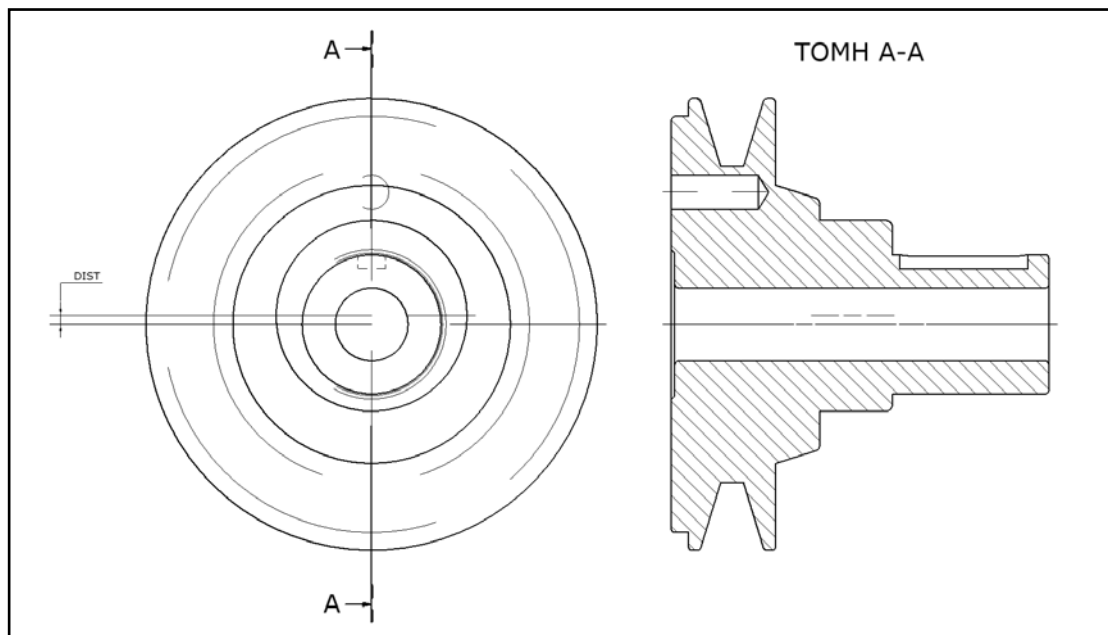
Σχήμα 2.20: Υποσύστημα δόνησης

Πίνακας 2.10: Υποσύστημα δόνησης

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή ⁴	Χυτοσίδηρος
2	Φωλιά ένσφαιρου τριβέα δονητή	Χυτοσίδηρος
3	Ένσφαιρος τριβέας	
4	Λάμα δονητή	Λάμα, σωλήνας
5	Κοχλίας δονητή	
6	Φωλιά κωνικού ελαστικού παλινδρόμησης λάμας δονητή	
7	Κωνικό ελαστικό παλινδρόμησης λάμας δονητή	Ελαστικό
8	Κόσκινο	
9	Κυλινδρικό ελαστικό εντατήρα κόσκινου	Ελαστικό
10	Φωλιά εντατήρα κόσκινου	
11	Κοχλίας εντατήρα κόσκινου	

Η τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή έχει διπλό ρόλο:

1. Στο υποσύστημα μετάδοσης κίνησης μεταδίδει την κίνηση, μέσω μάντα στην τροχαλία του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας και
2. Στο υποσύστημα δόνησης προκαλεί έκκεντρη κίνηση του ένσφαιρου τριβέα και κατ' επέκταση έκκεντρη κίνηση της φωλιάς του ένσφαιρου τριβέα δονητή. Η έκκεντρη κίνηση οφείλεται στην γεωμετρία της τροχαλίας.



Σχήμα 2.21: Τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή

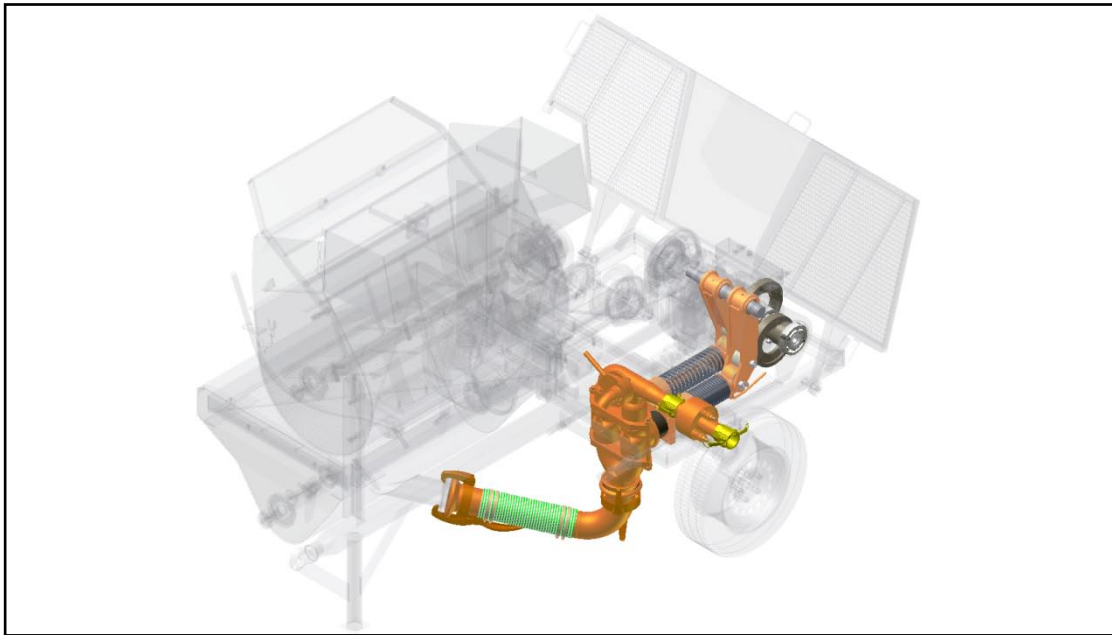
Στο σχήμα 2.21 φαίνεται η απόσταση (DIST) του άξονα περιστροφής της τροχαλίας από τον άξονα περιστροφής του ένσφαιρου τριβέα. Η απόσταση αυτή προκαλεί την έκκεντρη κίνηση του ένσφαιρου τριβέα και κατ' επέκταση την παλινδρόμηση του κόσκινου.

⁴ Βλέπε παράγραφο 2.1.2 . Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης

2.1.6. Υποσύστημα άντλησης

Το μίγμα του υλικού αφού αναδευθεί στον άνω αναδευτήρα του υποσυστήματος ανάδευσης του υλικού εισέρχεται στον κάτω αναδευτήρα μέσω του κόσκινου (υποσύστημα δόνησης) και κατόπιν αναρροφάται από το υποσύστημα άντλησης. Το υποσύστημα άντλησης διαιρείται και αυτό σε τρία **βασικά** υποσυστήματα:

1. Το σωλήνα αναρρόφησης
2. Το υποσύστημα των βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης
3. Το υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων
4. Την ασφαλιστική βαλβίδα

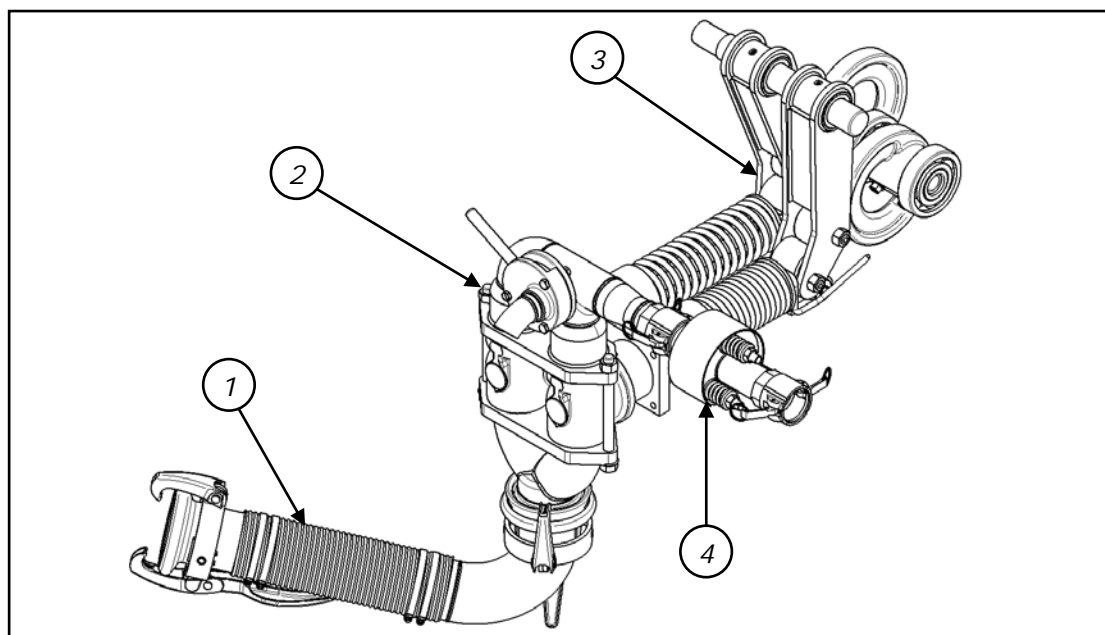


Σχήμα 2.22: Υποσύστημα άντλησης

Ιδιαίτερο ρόλο έχει η πρώτη εκκίνηση του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ και η πρώτη άντληση. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

Καταρχάς αποσυνδέεται το υποσύστημα άντλησης στρέφοντας τη χειρολαβή του υποσυστήματος σύμπλεξης – αποσύμπλεξης αριστερά. Μόλις τεθεί σε λειτουργία ο κινητήρας, ετοιμάζεται ένα σχετικά πυκνό μίγμα ασβεστόνευρου στον άνω αναδευτήρα του υποσυστήματος ανάδευσης, το οποίο ανοίγοντας τη θυρίδα του άνω αναδευτήρα, δια μέσου του κόσκινου, εισέρχεται στον κάτω αναδευτήρα του υποσυστήματος ανάδευσης. Στη συνέχεια αφού κλείσει η θυρίδα του άνω αναδευτήρα ετοιμάζεται το μίγμα υλικών που θα χρησιμοποιηθεί για επίστρωση επιφάνειας. Κατόπιν, γίνεται σύμπλεξη του υποσυστήματος άντλησης στρέφοντας τη χειρολαβή του συστήματος σύμπλεξης – αποσύμπλεξης δεξιά. Ενώ το υποσύστημα άντλησης αρχίζει να απορροφά το ασβεστόνευρο, ο χειριστής του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ανοίγει την βάνα εξαέρωσης, την οποία κλείνει μόλις περάσει από την εξαγωγή της το ασβεστόνευρο.

Στη συνέχεια και λίγο πριν φανεί η τρύπα της εξαγωγής του κάτω αναδευτήρα, ο χειριστής ανοίγει τη θυρίδα του άνω αναδευτήρα, αδειάζοντας έτσι το υλικό δια μέσου του κόσκινου στον κάτω αναδευτήρα του υποσυστήματος ανάδευσης. Κατόπιν, αφού κλείσει η θυρίδα του άνω αναδευτήρα ετοιμάζεται νέο μίγμα και η διαδικασία επαναλαμβάνεται φροντίζοντας, όμως, ο κάτω αναδευτήρας να περιέχει πάντοτε υλικό. Διαφορετικά, εάν αδειάσει ο κάτω αναδευτήρας και απορροφήσει αέρα το υποσύστημα άντλησης, θα πρέπει να γίνει εξαέρωση ανοίγοντας την ανακουφιστική βαλβίδα, αφού πρώτα γεμίσει με το μίγμα ο κάτω αναδευτήρας.



Σχήμα 2.23: Υποσύστημα άντλησης

Πίνακας 2.11: Υποσύστημα άντλησης

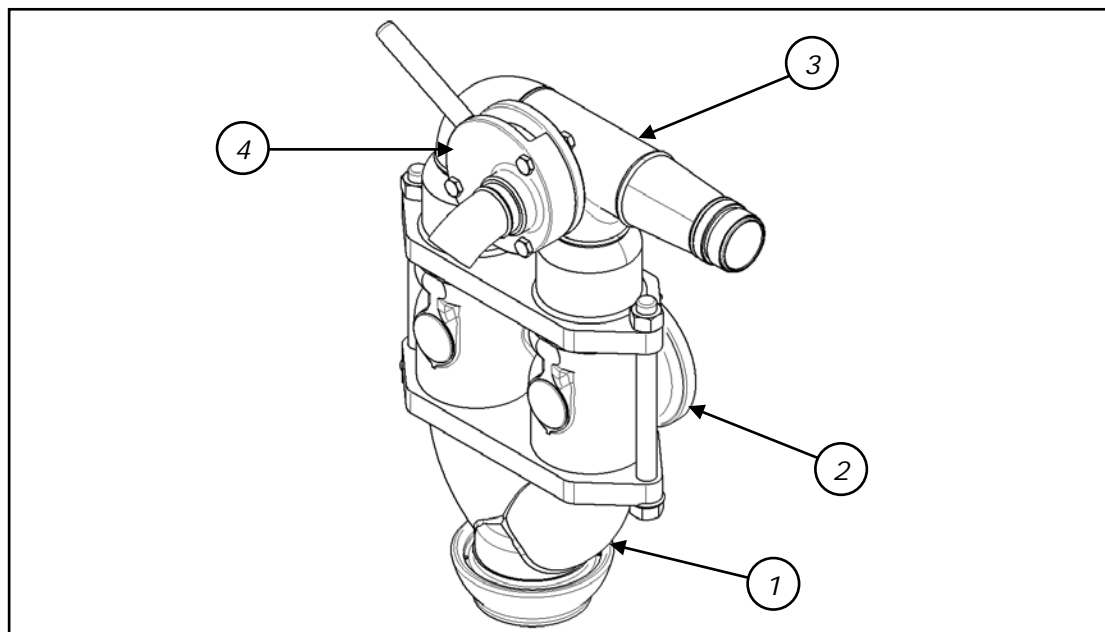
α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Σωλήνας αναρρόφησης	
2	Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης	
3	Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων	
4	Ασφαλιστική βαλβίδα	

2.1.6.1 Σωλήνας αναρρόφησης

Ο σωλήνας αναρρόφησης φαίνεται στο σχήμα 2.23. Κατά την τοποθέτηση του είναι σημαντικό να εφαρμόζουν απόλυτα τα στόμια, ώστε να μην απορροφά αέρα το υποσύστημα άντλησης και υπολειπურγεί το ΣΥΣΤΗΜΑ.

2.1.6.2. Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης

Το υποσύστημα των βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης περιγράφεται στο σχήμα 2.24 και στον πίνακα 2.12.

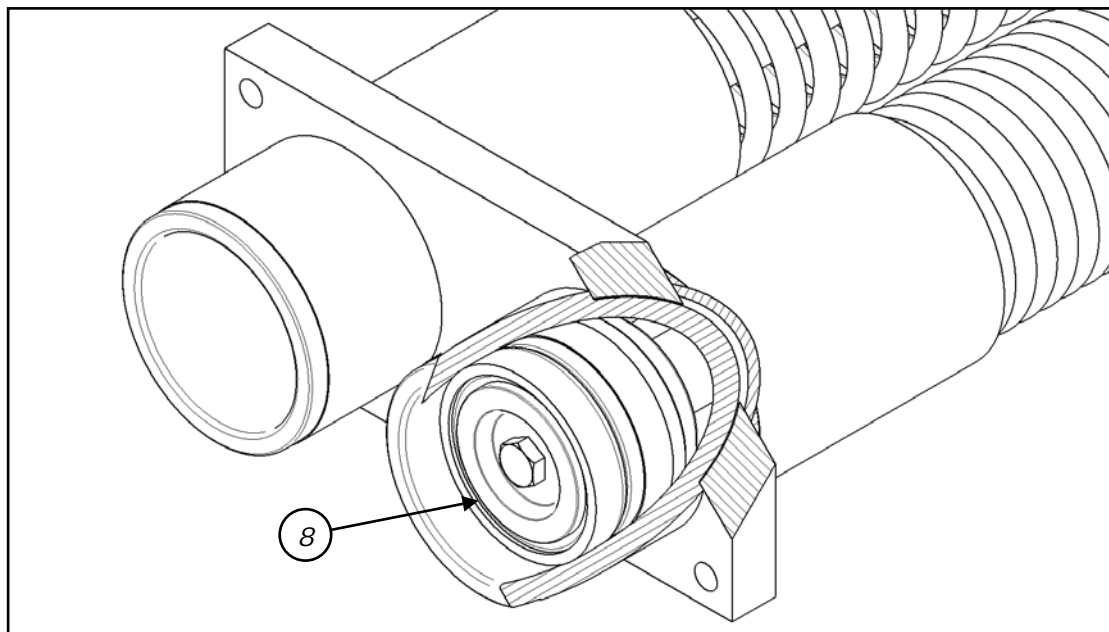
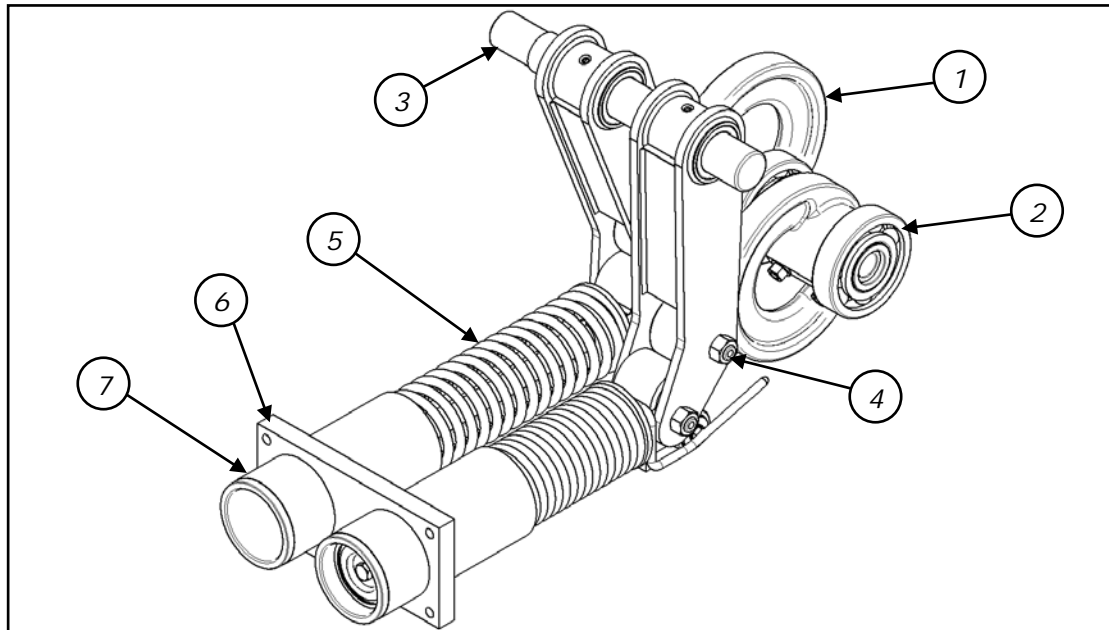


Σχήμα 2.24: Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης

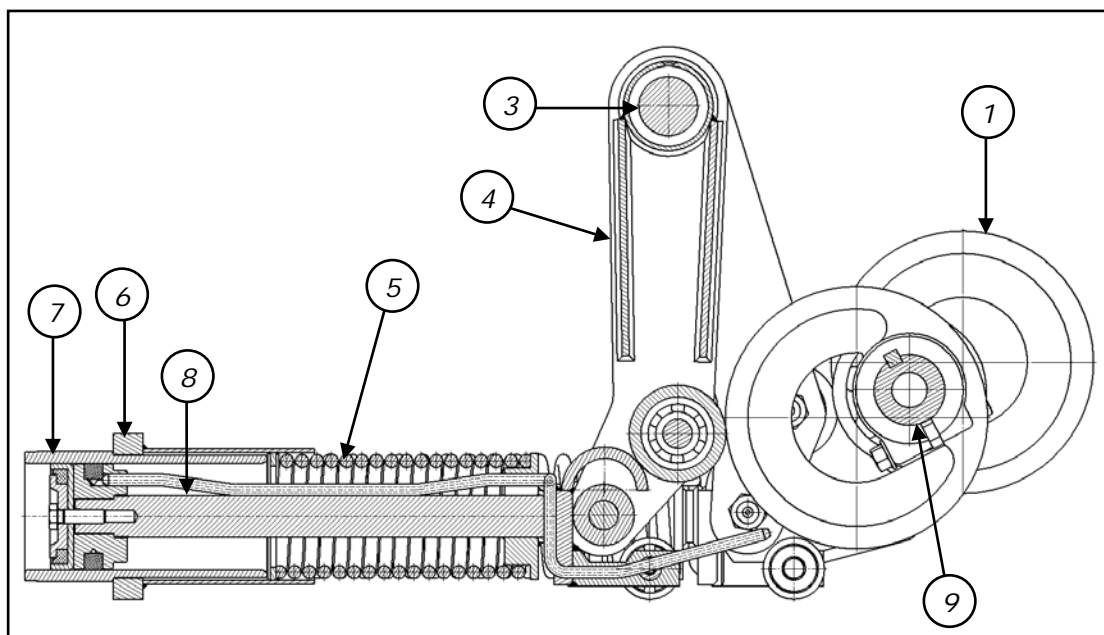
Πίνακας 2.12: Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Αναρρόφηση (Υ)	
2	Βαλβίδα αναρρόφησης	Χυτοχάλυβας
3	Υποσύστημα βαλβίδων κατάθλιψης	Χυτοχάλυβας
4	Βάνα εξαέρωσης	

2.1.6.3. Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων



Σχήμα 2.25α,β: Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων.

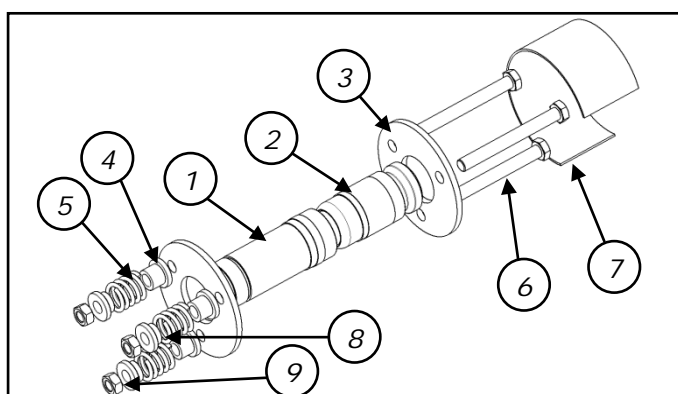


Σχήμα 2.26: Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων σε τομή

Πίνακας 2.13: Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων - διωστήρων

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Έκκεντρο	Χυτοχάλυβας
2	Ένσφαιρος τριβέας	
3	Άξονας ωστηρίων	
4	Ωστήριο	
5	Ελατήριο	
6	Πλάκα και κύλινδροι ελατηρίων	
7	Χιτώνιο	
8	Έμβολο - διωστήρας	
9	Άξονας εκκέντρων	

2.1.6.4. Ασφαλιστική βαλβίδα



Κατά τη λειτουργία του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ είναι δυνατό να προκληθεί έμφραξη του μίγματος στους ελαστικούς σωλήνες, οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με την ασφαλιστική βαλβίδα. Όταν προκληθεί η έμφραξη αυξάνεται η εσωτερική πίεση στο ΣΥΣΤΗΜΑ και

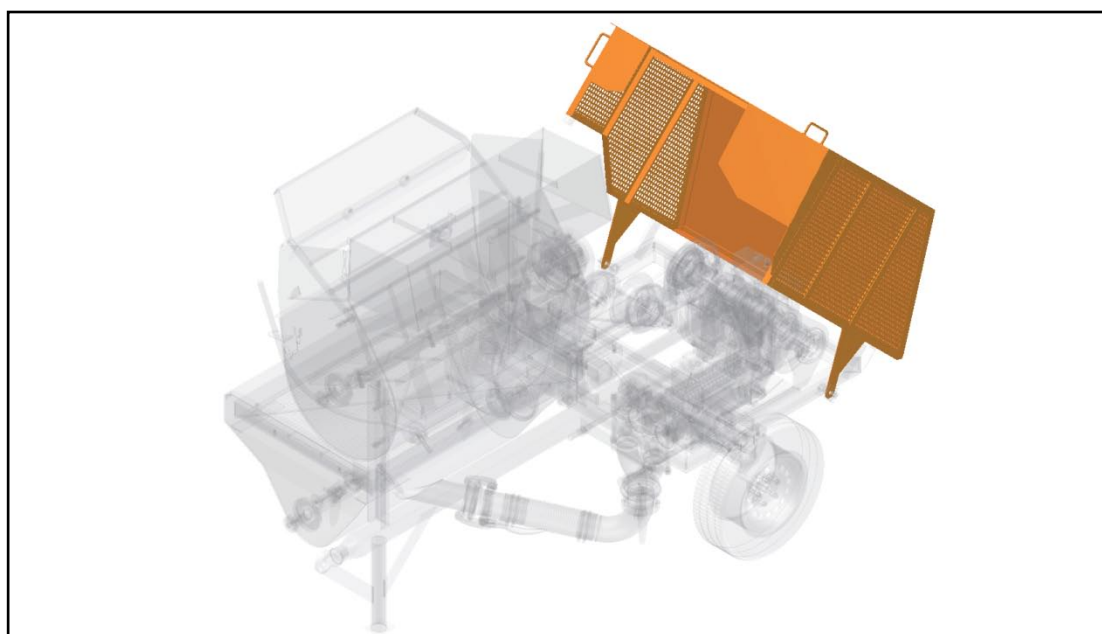
μόλις φτάσει την τιμή των 4 bar πραγματοποιείται εκτόνωση της ασφαλιστικής βαλβίδας. Ο χειριστής αποσυμπλέκει το υποσύστημα άντλησης από τον κινητήρα και στη συνέχεια αποκαθιστά την έμφραξη. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται η ασφαλιστική βαλβίδα.

Πίνακας 2.14: Ασφαλιστική βαλβίδα

α/α	Ονομασία	Παρατηρήσεις
1	Σωλήνας εκτόνωσης (θηλυκό)	
2	Σωλήνας εκτόνωσης (αρσενικό)	
3	Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης	
4	Δακτύλιος έδρασης ελατηρίου	
5	Ελατήριο ασφαλιστικής βαλβίδας	
6	Κοχλίας	
7	Προστατευτικό κάλυμμα	
8	Δακτύλιος σύσφιξης ελατηρίου	
9	Περικόχλιο	

2.1.7. Κάλυμμα.

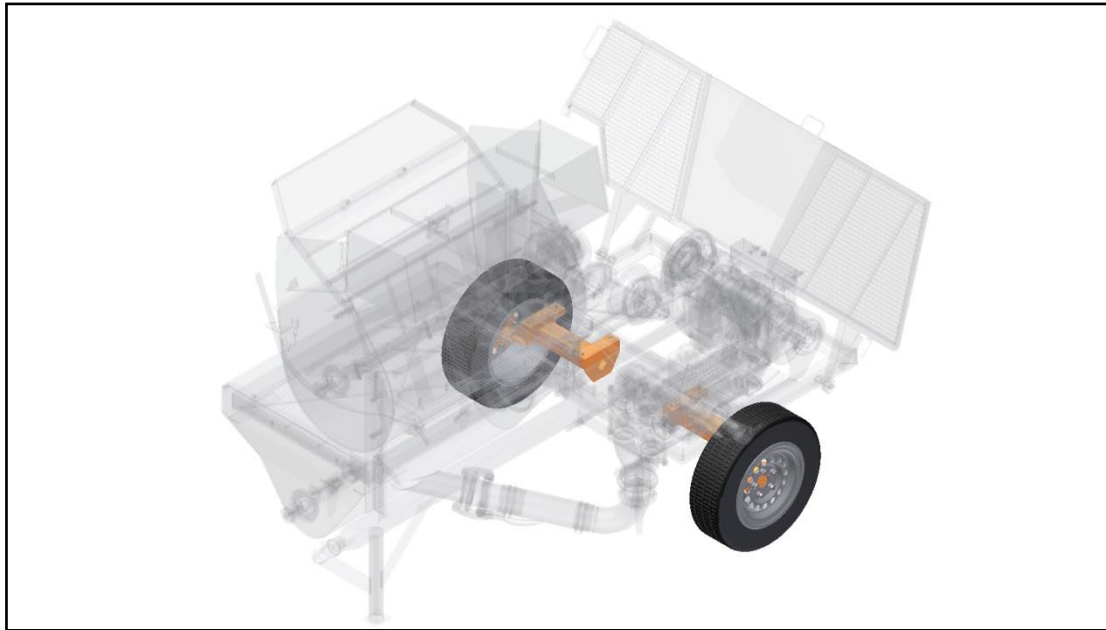
Το κάλυμμα παρουσιάζεται ξεχωριστά, αν και θα μπορούσε ίσως να αναφέρεται στην παράγραφο 2.1.1 Σκελετός. Παρόλα αυτά είναι ξεχωριστό τμήμα και ο ρόλος του είναι καθαρά για την προστασία του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ. Οι συνθήκες στις οποίες λειτουργεί το ΣΥΣΤΗΜΑ είναι αρκετά επίπονες και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, όπως για παράδειγμα ασβέστης, τσιμέντο, άμμος, καταστρέφουν τα υποσυστήματα (εάν δεν πραγματοποιείται τακτικός έλεγχος και συντήρηση), γι αυτό και η χρήση καλύμματος κρίνεται απαραίτητη.



Σχήμα 2.28: Κάλυμμα

2.1.8. Διαιρούμενος άξονας και τροχοί.

Το τελευταίο βασικό υποσύστημα είναι ο διαιρούμενος άξονας και οι ελαστικοφόροι τροχοί. Ο διαιρούμενος άξονας εδράζεται στον σκελετό και είναι προφανές ότι το υποσύστημα αυτό είναι απαραίτητο για τη μεταφορά του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.



Σχήμα 2.29: Διαιρούμενος άξονας και τροχοί

2.2. Περί κατεργασιών...

(α) Εξέλιξη

Το μηχάνημα ανάδευσης, ανύψωσης και εκτόξευσης αμμοκονιάματος και συναφών υλικών κατασκευάζεται στην Ελλάδα από το έτος 1974. Η κατασκευή του πραγματοποιούταν εξ ολοκλήρου με συμβατικά μέσα, όπως συμβατικοί τόρνοι, φρέζες, δράπανα κλπ. Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη των εργαλειομηχανών πολλές από τις κατεργασίες που πραγματοποιούνταν με συμβατικά μέσα, πλέον πραγματοποιούνται με σύγχρονα, αυτόματα μηχανήματα. Η κατασκευαστική τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια και έχει επιτύχει σημαντικές βελτιώσεις τόσο στην ποιότητα των κατασκευών, όσο και στην παραγωγικότητα των κατεργασιών. Η αυτοματοποίηση στις εργαλειομηχανές που ξεκίνησε πριν από μερικές δεκαετίες με τα συστήματα CNC, έχει προχωρήσει πολύ με την ανάπτυξη ειδικού λογισμικού CNC και την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών ελέγχου, όπως ο οπτικός έλεγχος.

Ξεκινώντας από την πιο κλασική εργαλειομηχανή που είναι ο τόρνος, σημειώνουμε ότι η τεχνολογία NC εξακολουθεί να έχει ενδιαφέρον και στους μονοαξονικούς τόρνους. Μπορεί να ελέγξει πολλαπλούς γραμμικοί άξονες, πολλαπλές θέσεις εργαλείων με υψηλό επίπεδο εναλλαγής για την παραγωγή και των πλέον σύνθετων εξαρτημάτων. Δίνει επίσης τη δυνατότητα όλοι οι συγκρατητές εργαλείων και τα εργαλεία να εναλλάσσονται ανάμεσα στα 2 συστήματα εργαλείων (άξονα & υποάξονα) με ταυτόχρονη κοπή από 2 εργαλεία. Μπορεί ακόμα να υποστηρίξει σύστημα απορρόφησης κραδασμών και να ελέγχει την επαρκή ροή και εκκένωση γρεζιού.

Οι σύγχρονοι τόννοι αριθμητικού ελέγχου επιτυγχάνουν κατεργασίες αξόνων και φλαντζών μεγάλων ακριβειών και επαναληψιμότητας. Η τεχνολογία CNC τους δίνει τη δυνατότητα να έχουν εναλλακτικούς controllers με μύλο αυτόματης αλλαγής πολλών θέσεων καθώς επίσης και γρεζομεταφορέα.

Αναφορικά με τις φρέζες το αποτέλεσμα της εξέλιξης των συστημάτων CNC είναι να είναι πιο συμφέρουσα η ένταξη στην παραγωγική διαδικασία του φρεζαρίσματος σε σχέση με παλιότερα. καθώς είναι δυνατή η κατασκευή με ακρίβεια και χαμηλό κόστος πολύ δύσκολων γεωμετρικά μορφών, πράγμα αδύνατο για τις κλασικές φρέζες.

Είναι αξιοσημείωτο ότι σήμερα υπάρχουν στην αγορά φρέζες CNC με παρόμοια μορφή με τις κλασικές φρέζες αλλά και μηχανές που κάνουν φρεζάρισμα αλλά δεν μοιάζουν καθόλου με φρέζες. Η εφαρμογή της φιλοσοφίας των συστημάτων CNC στις φρέζες επηρέασε σημαντικά τις παραγωγικές παραμέτρους. Συγκεκριμένα:

- Έφερε στο προσκήνιο καινούργιες μηχανές που δουλεύουν με μεγάλες ταχύτητες.

- Έδωσε τη δυνατότητα αυτόματης τροφοδότησης αλλά και ποιοτικού ελέγχου επί της μηχανής, η φρέζα από εργαλείο υποστήριξης γίνεται εργαλείο γραμμής παραγωγής.

- Περιορίσε την τεράστια ποικιλία των εργαλείων φρέζας (και το αντίστοιχο κόστος προμήθειας ή κατασκευής τους).

- Τα κοπτικά εργαλεία των φρεζών προτιμάται να είναι εναλλάξιμα πλακίδια από σκληρομέταλλο προκειμένου να εκμεταλλευτεί η σύγχρονη παραγωγική διαδικασία τις αυξημένες δυνατότητες των καινούργιων φρεζών.

Από την άλλη πλευρά στο επίπεδο της μηχανολογίας σημαντικές εξελίξεις έχουν υπάρξει στην τεχνολογία των υλικών και των κοπτικών εργαλείων. Το τοπίο στο πεδίο των εργαλειομηχανών CNC έχει αλλάξει σε όλους τους τομείς των κατασκευών, είτε αυτοί αφορούν στη διαμόρφωση τεμαχίων είτε στην κατεργασία ελασμάτων.

(β) Αριθμητικός έλεγχος

Ο αριθμητικός έλεγχος είναι ένας τύπος ελέγχου των μηχανών βασιζόμενος σε ψηφιακές πληροφορίες. Οι εργαλειομηχανές αριθμητικού ελέγχου είναι κατάλληλες για μικρούς και μεσαίους όγκους παραγωγής, για πολύπλοκες μορφές, διαστάσεις, κατεργασίες και μεθόδους παραγωγής αντικειμένων. Στους τόννους (αλλά και στις άλλες εργαλειομηχανές) αριθμητικού ελέγχου οι διάφορες

πληροφορίες που απαιτούνται για την κατεργασία, η κίνηση της μηχανής, οι συνθήκες κατεργασίας, η πορεία των εργαλείων, η χρήση των ψυκτικών κλπ παρέχονται υπό τη μορφή αριθμητικών πληροφοριών που αποτυπώνονται στη μνήμη του υπολογιστή. Η κίνηση των εργαλείων ή του αντικειμένου εξαρτάται από ψηφιακά σήματα που δίνονται στο σερβομηχανισμό, και που οδηγούν το φορέα της μηχανής ή του εργαλείου.

Ο αριθμητικός έλεγχος είναι μια τεχνολογία που έχει πρωτοπαρουσιαστεί πριν από πενήντα περίπου χρόνια, όταν ακόμα η τεχνολογία των υπολογιστών βρισκόταν σε νηπιακό στάδιο. Οι τύποι αριθμητικού ελέγχου που αναπτύχθηκαν αφορούσαν κατά κύριο λόγο τρία συστήματα, το σύστημα κατεργασίας θέσεων, το σύστημα ευθυγράμμου κοπής και το σύστημα συνεχούς γραμμής. Το σύστημα κατεργασίας θέσεων ελέγχει την τοποθέτηση του φορέα σε ένα προκαθορισμένο σημείο, όπου πρόκειται να γίνει η κατεργασία χωρίς να ελέγχει την πορεία κατά τη μετάβαση από το ένα σημείο στο επόμενο, ενώ το σύστημα ευθυγράμμου κοπής μπορεί πέρα από τα παραπάνω να κινεί το εργαλείο σε μια ευθεία γραμμή από τη μια θέση στην άλλη. Στους τόνους αριθμητικού ελέγχου εφαρμόζεται κατεξοχήν το σύστημα συνεχούς γραμμής, το οποίο ελέγχει συνεχώς την πορεία της κοπής.

Εκτός από τους τύπους του αριθμητικού ελέγχου καθοριστικό ρόλο έπαιζαν από τα πρώτα βήματα αυτής της τεχνολογίας και ορισμένοι κανονισμοί που κωδικοποιούσαν τις βασικές παραμέτρους της κοπής, οι οποίες προφανώς έπρεπε να ελεγχθούν. Οι κανονισμοί αυτοί ξεκίνησαν να εφαρμόζονται στις ΗΠΑ, οι οποίες και σ' αυτόν τον τομέα της τεχνολογίας βρίσκονταν στην πρωτοπορία πολλές δεκαετίες πριν. Οι κανονισμοί αυτοί αφορούν κατ' αρχήν τους άξονες και τις κινήσεις της μηχανής. Αναφορικά με τις κινήσεις της μηχανής το πρόβλημα που έπρεπε να λυθεί είχε να κάνει κατ' αρχήν με την επιλογή του άξονα (X ή Ψ ή Z) που χαρακτηρίσει τη συγκεκριμένη κίνηση (π.χ. πρόωση του τόνου) και κατά δεύτερο λόγο με το ποια κατεύθυνση θα έπρεπε να χαρακτηριστεί θετική και ποια αρνητική.

Το θεμελιώδες αυτό πρόβλημα- τουλάχιστον όσον αφορά το μαθηματικό και συνεπώς και ψηφιακό προγραμματισμό – των κινήσεων του τόνου λύθηκε με τη χρήση του συμβατικού μαθηματικού συστήματος συντεταγμένων της δεξιάς χειρός. Αντίστοιχη αντιμετώπιση έγινε και στην κωδικοποίηση των αξόνων, όπου οι κανονισμοί καθόρισαν με διαγράμματα την ονομασία των αξόνων του τόνου. Πάντως ο προγραμματισμός της λειτουργίας του τόνου (αλλά και κάθε εργαλειομηχανής) μέσω αριθμητικού ελέγχου επέβαλλε τη δημιουργία κανονισμών και ως προς τις μεθόδους αναφοράς του αριθμητικού ελέγχου. Έτσι αναπτύχθηκε η βηματική μέθοδος, όπου η αναφορά γίνεται συσχετίζοντας το προηγούμενο σημείο της διαδικασίας με μια σειρά επόμενων σημείων και η απόλυτη μέθοδος, το οποίο αναφέρεται πάντα ως προς το μηδενικό σημείο του συστήματος συντεταγμένων της μηχανής.

(γ) Λογισμικό CNC

Ο αριθμητικός έλεγχος και τα συστήματα CNC έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται πριν από αρκετές δεκαετίες. Η εφαρμογή τους έδωσε την πρώτη ιδέα για τη χρήση λογισμικού στον προγραμματισμό και τον έλεγχο της παραγωγής. Στα τελευταία είκοσι χρόνια οι υπολογιστές εξελίχθηκαν πάρα πολύ και έδωσαν ώθηση και στο λογισμικό που υποστηρίζει τις κατεργασίες. Η τεχνολογική εξέλιξη στο αντικείμενο του λογισμικού συστημάτων CNC είναι πολύ μεγάλη και πολύπλευρη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τομείς ελέγχου των κατασκευαστικών ανοχών και υποστήριξης φασεολογιών καθώς και η μετάφραση των σχεδιαστικών πακέτων σε εύχρηστη γλώσσα λογισμικού. Ξεχωριστό ενδιαφέρον παρουσιάζει βέβαια και η τεχνολογία της «αντίστροφης μηχανολογίας» (reverse engineering), που επιτρέπει πια την ακριβή αντιγραφή ενός τεμαχίου, είτε αυτό είναι πρωτότυπο είτε ένα πρότυπο καλούπι.

Η μέτρηση ανοχών μέσω προηγμένων λογισμικών προέκυψε από τη δημιουργία παραμετρικών προγραμμάτων με σκοπό τη μέτρηση γεωμετρικών ανοχών ενός τεμαχίου σε ένα κέντρο κατεργασιών, κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας της κατεργασίας του. Έχει αναπτυχθεί η δυνατότητα για μέτρηση πολλαπλών κατασκευαστικών παραμέτρων ενός τεμαχίου όπως η ευθύτητα, η επιπεδότητα, η παραλληλία, η κυκλικότητα και η καθετότητα. Για κάθε περίπτωση αναπτύχθηκε και μια ιδιαίτερη διαδικασία μέτρησης. Για την επιπεδότητα για παράδειγμα η συγκεκριμένη διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής στάδια: α) Τη διαμόρφωση ενός επιπέδου από ένα πεπερασμένο αριθμό σημείων μιας επιφάνειας, β) τη διαμόρφωση δύο ακόμα επιπέδων παράλληλων προς το πρώτο τα οποία θα διέρχονται από τα δύο ακραία σημεία εκατέρωθεν του πρώτου, γ) τη σύγκριση της απόστασης των δύο αυτών επιπέδων με την ανοχή.

Προχωρώντας στην περίπτωση της υποστήριξης φασεολογιών με ηλεκτρονικό υπολογιστή έχουν αναπτυχθεί έμπειρα συστήματα για την κωδικοποίηση της λογικής του έμπειρου γνώστη. Αυτά καλύπτουν μια ευρεία γκάμα κατεργασιών, όπως κοπή, διάτρηση ελάσματος, σφυρηλάτηση, συναρμολόγηση, κλπ. Η υποστήριξη των φασεολογιών συμπληρώνεται με την κωδικοποίηση οικογενειών τεμαχίων και την ανάπτυξη αλγορίθμων ομοιότητας καθώς και με την κοστολόγηση των φασεολογιών.

Αναφορικά με την εύκολη ανάγνωση των κατασκευαστικών σχεδίων ώστε να είναι ευχερέστερη και ασφαλέστερη η εισαγωγή των κατασκευαστικών παραμέτρων οποιασδήποτε κατασκευής η οποία εκτελείται από μια CNC εργαλειομηχανή έχουν γίνει προσπάθειες προσαρμογής των εισαγόμενων στο λογισμικό στοιχείων με τα μηχανολογικά σχεδιαστικά πακέτα που διατίθενται στην αγορά (CAD/CAM). Έτσι λοιπόν το σχέδιο του προς επεξεργασία προϊόντος δημιουργείται σε ανάλογο κοινό σχεδιαστικό πακέτο της αγοράς και μεταφράζεται αυτόματα από το λογισμικό CNC σε εντολές του Servo-Controller. Σε μερικές

περιπτώσεις το πρόγραμμα που συνοδεύει το μηχάνημα όχι μόνο δέχεται CAM προγράμματα, αλλά και αρχεία εικόνας καθώς και αρχεία HPGL από ποικίλα σχεδιαστικά προγράμματα τα οποία δεν περιορίζονται στο AutoCAD, αλλά επεκτείνονται στο Corel και στο Photoshop. Βλέπουμε λοιπόν ότι μπαίνουμε σε μια νέα εποχή που στις κατασκευές δεν θα αποτυπώνεται τα περιεχόμενα μόνο των «γραμμικών» μηχανολογικών σχεδίων αλλά και «εποπτικότερων» σχεδίων. Όλες αυτές οι εξελίξεις οδηγούν στο να μην απαιτείται πλέον εξειδικευμένος χειριστής εργαλειομηχανής CNC για την λειτουργία της.

Τέλος η τεχνική της αντίστροφης μηχανολογίας (reverse engineering) ασχολείται με το πρόβλημα της ανακατασκευής της τρισδιάστατης μορφής ενός αντικειμένου, χρησιμοποιώντας μηχανικά μοντέλα 1,5 διάστασης των οποίων η γεωμετρία θεωρείται εκ των προτέρων άγνωστη. Το «σκανάρισμα» της άγνωστης μορφής πραγματοποιείται σε ένα κέντρο κατεργασίας μεγάλης ακρίβειας με τη βοήθεια ενός ψηφιακού ειδικού αισθητηρίου. Αυτό οδηγείται με βάση έναν αλγόριθμο κι εργάζεται πάνω στο επίπεδο XZ με σκοπό να ελαχιστοποιήσει τον αριθμό των σημείων μέτρησης. Στην εφαρμογή χρησιμοποιούνται on – line δύο τύποι «ακτινικής αντιστάθμισης» του αισθητηρίου. Ο ένας καλύπτει τις επιφάνειες που δεν είναι κάθετες στο επίπεδο XZ και ο άλλος για κάθετο προσανατολισμό στο επίπεδο XY. Ο αλγόριθμος σκαναρίσματος συνιστά ένα παραμετρικό πρόγραμμα CNC. Οι καμπύλες και οι επιφάνειες ανακατασκευάζονται σε ένα σύστημα CAD, το οποίο στην τελική φάση αποδίδει εξαιρετικής πιστότητας αντίγραφα του αρχικού αντικειμένου.

(δ) Τόρνοι αριθμητικού ελέγχου

Στηριζόμενοι πάνω στις βάσεις της τεχνολογίας του αριθμητικού ελέγχου αναπτύχθηκαν οι τόρνοι αριθμητικού ελέγχου, οι οποίοι διεύρυναν τις δυνατότητες των συμβατικών τόρνων. Η διαφορά τους κυρίως βρίσκεται στον αριθμό των εργαλείων που φέρουν στο εργαλειοφορείο, και αυτό οδήγησε σε διαφορετικό σχεδιασμό τους. Η ανάλυση των τεμαχίων εκ περιστροφής που χρειάζονται ένα τόρνο συνήθως για την κατεργασία τους, έχει δείξει ότι απαιτούνται μόνο 6-12 εργαλεία για την πλήρη κατεργασία τους. Συνεπώς ο αριθμός των εργαλείων σε ένα αυτόματο τόρνο δεν χρειάζεται να είναι μεγαλύτερος. Τα εργαλεία τοποθετούνται ακτινικά γύρω από ένα turret head και φέρονται στη θέση εργασίας με περιστροφή του εργαλειοφορείου. Το εργαλειοφορείο μπορεί να φέρει 6, 9, 12 ή 18 εργαλεία στις περισσότερες των μηχανών τέτοιου τύπου. Οι περισσότερες πάντως φέρουν 6 εργαλεία.

Εξελισσόμενα αυτά τα μηχανήματα χρησιμοποίησαν πρόσθετα εργαλειοφορεία τα οποία τοποθετούνταν κοντά στις εργαλειομηχανές ή αποτελούσαν μέρος αυτών και η αλλαγή των εργαλείων γινόταν αυτόματα με

μηχανισμό που αποτελούσε τμήμα της εργαλειομηχανής ή με robot. Στο πλέον σύνηθες σύστημα αλλαγής εργαλείων αλλάζει μόνο το κοπτικό εργαλείο και η βάση του εργαλείου στο turret head παραμένει σταθερή. Πάντως τα συστήματα αλλαγής εργαλείων απαιτούν πολύπλοκα προγράμματα ελέγχου με πρόσθετες πληροφορίες για τα εργαλεία που απαιτούνται για το κάθε αντικείμενο που παρασκευάζεται, και η χρησιμοποίησή τους ενδείκνυται σε παραγωγή που χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλη ποικιλία αντικειμένων σε πολύ μικρές ποσότητες.

Οι τόννοι CNC χρησιμοποιούν την τεχνολογία CNC, η οποία ορίζεται σαν ο αριθμητικός έλεγχος που περιέχει ένα προγραμματιζόμενο υπολογιστή και που τα χαρακτηριστικά λειτουργίας αυτού του αριθμητικού ελέγχου προσδιορίζονται μέσω προγραμματισμού αυτού του υπολογιστή. Ένα σύστημα κεντρικού ελέγχου CNC περιέχει μια κεντρική μνήμη υπολογιστή στην οποία διαβιβάζονται όλα τα δεδομένα της κατεργασίας. Αυτή η μνήμη παρέχει τη δυνατότητα βελτίωσης των συνθηκών μιας πραγματικής κατεργασίας μέσω δεδομένων με τα οποία τροφοδοτεί ο χρήστης το σύστημα κατεργασίας μέσω ενός απλού πληκτρολογίου, έχοντας πάντα και την εποπτεία του κάθε τμήματος της κατεργασίας μέσω μιας οθόνης.

Με τη χρήση ειδικού προγράμματος τα διάφορα λάθη της παραγωγικής διαδικασίας μπορούν να εξομοιωθούν και συνεπώς να προσδιοριστούν τα σφάλματα του συνολικού συστήματος. Ο διατιθέμενος με αυτόν τον τρόπο όγκος πληροφοριών μπορεί να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία των «έμπειρων συστημάτων κατεργασιών» που αποτελούν μια σύγχρονη εξέλιξη του λογισμικού που υποστηρίζει τις κατεργασίες.

(ε) Φρέζες CNC

Από τότε που έγινε δυνατή η κίνηση των διαφόρων μερών των εργαλειομηχανών μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών, ξεκίνησαν μεγάλες αλλαγές στις φρέζες. Το αποτέλεσμα είναι να συναντάμε σήμερα φρέζες CNC με παρόμοια μορφή με τις κλασικές αλλά και μηχανές που κάνουν φρεζάρισμα αλλά δεν μοιάζουν καθόλου με φρέζες. Κάποια από τα επακόλουθα αυτών των αλλαγών είναι:

- να απαιτείται σήμερα από τον χειριστή της φρέζας να έχει γνώσεις CNC.
- να περιορίζεται η τεράστια ποικιλία των εργαλείων φρέζας (και το αντίστοιχο κόστος προμήθειας ή κατασκευής τους).
- να αναζητούνται λύσεις για εργαλεία με εναλλάξιμα πλακίδια από σκληρομέταλλο για να εκμεταλλευτούν τις αυξημένες δυνατότητες των καινούργιων μηχανών.

- να τρέχουν οι καινούργιες μηχανές με μεγάλες ταχύτητες- να είναι δυνατή η κατασκευή με ακρίβεια και χαμηλό κόστος πολύ δύσκολων γεωμετρικά μορφών, πράγμα αδύνατο για τις κλασικές φρέζες.
- να είναι πιο συμφέρουσα η ένταξη στην παραγωγική διαδικασία του φρεζαρίσματος σε σχέση με παλιότερα. Ειδικά με την εκμετάλλευση της δυνατότητας αυτόματης τροφοδότησης αλλά και ποιοτικού ελέγχου επί της μηχανής, η φρέζα από εργαλείο υποστήριξης γίνεται εργαλείο γραμμής παραγωγής.
- Τελικά το φρεζάρισμα να γίνεται δυνατότητα πολλών εργαλειομηχανών που δεν θεωρούνται αποκλειστικά μηχανές φρεζαρίσματος.

(στ) Κέντρα κατεργασίας

Σε σύγχρονα συστήματα εργαλειομηχανών έχουν αναπτυχθεί κέντρα κατεργασίας με δυνατότητα ταυτόχρονης επεξεργασίας πολλών αξόνων και πλευρών (π.χ. 5 αξόνων και 5 πλευρών). Τα συστήματα αυτά διατίθενται με πολλαπλές εκδόσεις ατράκτων οι οποίες έχουν διάφορες "αποδόσεις", ξεκινώντας π.χ. από μια άτρακτο με ενδεικτικές τιμές λειτουργικών παραμέτρων 10000 grm και ροπή 200 Nm, προχωρώντας σε μια "άτρακτο γενικής χρήσης" με ενδεικτική λειτουργία 18000 grm και ροπή 130 Nm, και συνεχίζοντας σε "ατράκτους υψηλής απόδοσης" με 28000 grm και ροπή 79 Nm και "ατράκτους πολύ υψηλής ταχύτητας" με ενδεικτικές τιμές λειτουργικών παραμέτρων 40000 grm και ροπή 17 Nm. Στις ατράκτους των 10000 και 18000 grm δεν λείπει και το στόπερ. Οι ταχύτητες επεξεργασίας για τους γραμμικούς άξονες X-Y-Z μπορούν να φτάσουν 60 m/min με επιταχύνσεις 106 m/s² αντίστοιχα. Ωστόσο σε τελευταίας τεχνολογίας κέντρα κατεργασίας στα οποία επίσης η κίνηση των αξόνων γίνεται με γραμμικά μοτέρ, επιτυγχάνονται ταχύτητες της τάξεως των 300 μέτρων/λεπτό και επιταχύνσεις άνω των 2G.

Ένα κέντρο κατεργασίας πολλαπλών αξόνων και πλευρών μπορεί να φέρει δύο περιστρεφόμενα φορεία NC τα οποία να έχουν ενσωματωθεί στα πλευρικά τοιχώματα του τραπεζιού. Ένα τέτοιο σύγχρονο κέντρο κατεργασίας προσφέρει μεγάλη δυναμικότητα με γραμμική μετάδοση κίνησης και άξονα NC στρογγυλού φορείου.

Μπορεί να διαθέτει περιστρεφόμενο στρογγυλό φορείο NC το οποίο να ξεχωρίζει με τη δυναμικότητα των αξόνων C και A. Οι υψηλές στροφές στον άξονα C μπορούν να εξασφαλίζονται από έναν γραμμικό κινητήρα (κινητήρας Torque). Οι υψηλές στροφές στον άξονα A μπορούν να εξασφαλίζονται από ένα δίδυμο σύστημα μετάδοσης. Μια περιοχή περιστροφής από +25° έως -100° εξασφαλίζει τη μέγιστη ελευθερία επεξεργασίας στο χώρο εργασίας. Η μεγάλη ικανότητα φορτίου

του τραπεζιού (της τάξεως ενός τόνου) ενός τέτοιου κέντρου κατεργασίας επιτρέπει τη στερέωση ακόμη και τεμαχίων κατεργασίας με μεγάλες διαστάσεις ή βάρους.

Ενδεικτικός σχεδιασμός ενός τέτοιου σταθερού τραπεζιού είναι ένα τραπέζι με διαστάσεις στερέωσης 900 x 650 mm με 10 εγκοπές τύπου T και μέγιστο φορτίου 1500 kg. Το σταθερό κρεβάτι μπορεί να συνδυασθεί με ένα περιστρεφόμενο φορείο NC. Με το κατάλληλο τσοκ μπορεί να γίνει επεξεργασία κυματοειδών τεμαχίων σε πολλαπλούς άξονες και με αρκετά μεγάλη συχνότητα περιστροφής τους (π.χ. 55 rpm).

Πολύ ενδιαφέρουσα περίπτωση αποτελούν και τα κάθετα κέντρα κατεργασίας. Αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως τα τελευταία χρόνια στις μηχανολογικές κατασκευές διότι παρέχουν τη δυνατότητα αυξημένης παραγωγικότητας σε ευνοϊκές εργονομικά συνθήκες. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή τους είναι στα δράπανα (runching), ωστόσο συναντώνται εφαρμογές τους και σε άλλες εργαλειομηχανές, όπως οι φρέζες. Η τεχνολογία των δραπάνων εξελίσσεται συνεχώς. Σήμερα τα τρυπάνια καρβιδίου, αξιοποιώντας πολύ ισχυρούς κινητήρες και μια συμπαγή κατασκευή επιτυγχάνουν ταχύτατους χρόνους διάτρησης, συγκρίσιμους με τους χρόνους διάτρησης με ζουμπά. Η χρησιμοποίηση σύγχρονων συστημάτων όπως το σύστημα Scribing επιτρέπει στα κάθετα κέντρα κατεργασίας με δράπανα να επιτυγχάνουν το σημάδεμα των οπών σε ελάχιστο χρόνο.

Υπάρχουν πάντως και κέντρα κατεργασίας που συνδυάζουν διάτρηση και κοπή λαμαρίνας Ένα τέτοιο μηχάνημα μπορεί να παρέχει αποκλειστικά σταθερό μήκος γέφυρας για ομογενοποιημένη και υψηλής ακρίβειας κοπή οπουδήποτε στο τραπέζι. Μπορεί επίσης να διαθέτει κεφαλές διάτρησης, δαυλούς οξυγονοκοπής και κεφαλές κοπής plasma και μπορεί να κατεργαστεί λαμαρίνα πλάτους μέχρι 2500 mm, μήκους 6000 mm και πάχους μέχρι 60 ή 100 mm.

Οι σύγχρονες κεφαλές διάτρησης μπορούν να έχουν μεγάλη ισχύ μέχρι 26 kw, με σύστημα αυτόματης αλλαγής πολλών εργαλείων και με δυνατότητες κοχλιοτόμησης και φρεζαρίσματος οπών. Η τεχνολογία CNC με τη χρήση κατάλληλων software προσφέρει δυνατότητα ομαδοποίησης και φωλιάσματος τεμαχίων όπως και διαχείρισης λαμαρίνας και ρεταλιών. Μια πολύ εξελιγμένη τεχνολογία ενός CNC πολλαπλού κέντρου κατεργασίας μπορεί να εγγυάται non – stop κοπή διαφορετικών τύπων υλικών και κυρίως διαφορετικών παχών χωρίς αλλαγή ρυθμίσεων.

Ένα κέντρο κατεργασίας πολλαπλής χρήσης όπως το περιγραφόμενο εκτός από την πολλαπλή κατεργασία λαμαρίνας μπορεί να είναι κατάλληλο για την κοπή και διάτρηση δοκαριών πλάτους από 600 ως 2000 mm και απεριόριστου μήκους. Η εξέλιξη των κέντρων κατεργασίας έχει φέρει στο προσκήνιο πολλές καινοτόμες εφαρμογές. Μια από αυτές είναι το CNC κέντρο κατεργασίας πολλαπλών σεπόρτ. Πρόκειται για ένα μηχάνημα κατασκευής εξαρτημάτων υψηλής ακρίβειας.

Διαθέτει compact design με ευρεία επιφάνεια εργασίας- πολλαπλούς CNC άξονες κατεργασίας, ταυτόχρονη κατεργασία πολλαπλών εργαλείων- Δυο κάθετα σεπόρτ (V1 ,V2), φόρμας – κοπής- CNC διατμημένο σεπόρτ (X1 /Z1) , πλήρως παρεμβολικό. Το παρεμβολικό μπορεί να συμπεριλαμβάνει μύλο κινούμενο με σερβομοτέρ, οκτώ θέσεις εργαλείων, εργαλείο για τρύπα – φρέζα, άξονα pick-off ,κινούμενο από μοτέρ και άξονα pick-off. ηλεκτρονικά συγχρονισμένο με τον κυρίως άξονα. Όλα τα παραπάνω για να λειτουργήσουν επιτυχώς χρειάζονται ένα σύγχρονο CNC σύστημα με εξελιγμένο λογισμικό.

Στις επόμενες ενότητες πραγματοποιείται μια περιγραφή των κατεργασιών που πραγματοποιούνται για την κατασκευή του προϊόντος – ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ που αναλύεται στην παρούσα μελέτη. Οι κατεργασίες αυτές είναι:

1. Χύτευση
2. Διάτρηση
3. Κατασκευή εσωτερικού σπειρώματος
4. Τόρνευση
5. Πλάνισμα
6. Φρεζάρισμα
7. Λείανση
8. Κοπή οδοντωτών τροχών
9. Ενανθράκωση
10. Εναζώτωση
11. Ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση
12. Κοπή μετάλλων – μεταλλικών ελασμάτων
13. Κάμψη ελασμάτων
14. Συγκόλληση μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο (ηλεκτροσυγκόλληση τόξου)

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η πολυπλοκότητα της κατασκευής του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ απαιτεί πλήθος κατεργασιών, για την ολοκλήρωση του.

2.2.1. Χύτευση

Η χύτευση αποτελεί κατεργασία διατήρησης της μάζας, κατά την οποία το υλικό, που βρίσκεται σε τετηκυία κατάσταση, διοχετεύεται (αποχέεται), μέσω αγωγών, σε κατάλληλα προετοιμασμένη κοιλότητα υποδοχής (τύπος, καλούπι), όπου και στερεοποιείται.

Η χύτευση επιτρέπει την κατασκευή αντικειμένων διαφόρων γεωμετριών, διαστάσεων και βάρους. Με την ορθή επιλογή τύπου είναι δυνατή η κατασκευή τεμαχίων μερικών χιλιοστών, ή μερικών γραμμαρίων, π.χ. φερμουάρ, ως και ελίκων

πλοίων, πολλών τόνων, με κοιλότητες ή καμπυλότητες, οι οποίες με άλλο τρόπο θα ήταν δύσκολο να δημιουργηθούν. Ως τεχνική μορφοποίησης, η χύτευση δε χρησιμοποιείται μόνο για μεταλλικές κατασκευές, π.χ. από χυτοσίδηρο, αλουμίνιο, χαλκό, ψευδάργυρο, μόλυβδο, κλπ, αλλά και για μη μεταλλικά χυτά αντικείμενα, π.χ. πολυμερικά, γυάλινα, κεραμικά.

Οι εγκαταστάσεις όπου γίνεται η χύτευση ονομάζονται χυτήρια. Τα καλούπια όπου στερεοποιείται το τήγμένο μέταλλο και τα οποία καθορίζουν το τελικό σχήμα του αντικειμένου καλούνται τύποι. Τα στερεοποιημένα τμήματα μετάλλων που λαμβάνονται με την απλή απόχυση του τήγματος λέγονται πλινθώματα ή χελώνες.

Η ποιότητα ενός χυτού, κύρια η μηχανική του αντοχή, εξαρτάται τόσο από τις ιδιότητες του τήγματος, όσο και από τις συνθήκες χύτευσης. Η ικανότητα του τήγματος να πληροί με ακρίβεια τον τύπο της χύτευσης, καλείται εύροια ή χυτευσιμότητα. Οι ιδιότητες του τήγματος που επηρεάζουν την εύροια του, επομένως, και τη δυνατότητα καλής χύτευσης, είναι: το ιξώδες, η επιφανειακή τάση, η δημιουργία επιφανειακής μεμβράνης οξειδίων, τα διαλελυμένα αέρια, οι αιωρούμενες σκουριές και τα μη μεταλλικά εγκλείσματα, και τέλος, ο τρόπος στερεοποίησης και κρυστάλλωσης. Οι κύριες παράμετροι χύτευσης που επηρεάζουν την εύροια είναι: το σχήμα του τεμαχίου, η πίεση υπό την οποία γίνεται η έγχυση του τήγματος, η κατάσταση των παρειών του αποτυπώματος, ο ρυθμός χύτευσης, καθώς κι ο βαθμός υπερθέρμανσης.

Οι προαναφερθέντες παράγοντες επιδρούν στη μικροδομή του χυτού και στην ανάπτυξη του ιστού στερεοποίησης, προκαλώντας ταυτόχρονα φαινόμενα μικρο- και μακροδιαφορισμού. Εκτός από τη μικροδομή, από τους παραπάνω παράγοντες εξαρτώνται, επίσης, το μέγεθος των παραμενουσών τάσεων στο χυτό, η έκταση της συστολής του τήγματος κατά τη στερεοποίηση του και εμφάνιση διακενώσεων

2.2.2. Διάτρηση

Διάτρηση είναι η κατεργασία κοπής για τη δημιουργία κυλινδρικών οπών σε μεταλλικά τεμάχια με ειδικό εργαλείο κοπής (τρυπάνι). Οι βασικές κινήσεις κατά την διάτρηση (εργαλείου και κατεργάσιμου τεμαχίου) είναι η περιστροφή και η πρόωση.

Στη διάτρηση διακρίνει κανείς κυρίως διάτρηση συμπαγούς υλικού, διεύρυνση οπής, διάτρηση μορφής.

Στη διάτρηση το εργαλείο εκτελεί περιστροφική κίνηση κοπής και ταυτόχρονα μια πρόωση κατά τη διεύθυνση του άξονα περιστροφής. Η ταχύτητα

κοπής V_c εξαρτάται κυρίως από το υλικό του εργαλείου και το υλικό του αντικειμένου. Εκφράζεται σε m/min. Η πρόωση f σε mm/rev, εξαρτάται κυρίως από την διάμετρο του εργαλείου και από την μέθοδο διάτρησης.

Από την άποψη της κινηματικής υπάρχουν οι παρακάτω δυνατότητες για την πραγματοποίηση της διάτρησης:

- Το κοπτικό εργαλείο (τρυπάνι) περιστρέφεται γύρω από τον άξονα του και ταυτόχρονα προωθείται κατά μήκος του άξονα, ενώ το κατεργάσιμο τεμάχιο παραμένει σταθερό. Η κατεργασία αυτή καλείται κάθετη διάτρηση, πραγματοποιείται σε εργαλειομηχανή διάτρησης (δράπανο, ακτινωτό δράπανο radial) και είναι αυτή που χρησιμοποιείται κυρίως στην πράξη.

- Το κατεργάσιμο τεμάχιο περιστρέφεται ενώ το εργαλείο προωθείται παράλληλα προς τον άξονα περιστροφής του τεμαχίου. Η κατεργασία αυτή καλείται οριζόντια διάτρηση και μπορεί να πραγματοποιηθεί σε φρεζοδράπανο (Boring) και σε τόρνο. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή μεγάλου μήκους οπών με μεγαλύτερη ακρίβεια διαστάσεων και τραχύτητα επιφανείας.

2.2.3. Κατασκευή Εσωτερικού Σπειρώματος

Τα εσωτερικά σπειρώματα μπορούν να κατασκευαστούν με σπειροτόμους με το χέρι ή σε μηχανές. Ανάλογα με τον αριθμό των τεμαχίων, την επιθυμητή ακρίβεια και ποιότητα επιφανείας εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι κατασκευής.

Για την κοπή εσωτερικών σπειρωμάτων πρέπει πρώτα να κατασκευαστεί μια οπή με διάμετρο την εσωτερική διάμετρο του σπειρώματος (διάμετρος πυρήνα). Για μετρικά σπειρώματα κατά ISO, αυτή η διάμετρος του πυρήνα αντιστοιχεί προς την διάμετρο του σπειρώματος μείον το βήμα του σπειρώματος.

Ο σπειροτόμος εκτελεί την κίνηση κοπής και την κίνηση πρόωσης. Η πρόωση καθορίζεται από το βήμα του σπειρώματος. Το εργαλείο κοχλιώνεται στην οπή του πυρήνα. Ο σπειροτόμος κατά την κοπή πιέζει το υλικό προς τα μέσα, έτσι ώστε η οπή να γίνεται μικρότερη.

Με την κατασκευή ενός κωνικού βυθίσματος με φρεζοτρύπανο, κωνικό 90° στην αρχή της οπής επιτυγχάνεται καλύτερη έναρξη κοπής και δεν υπάρχει ο κίνδυνος, τα πρώτα σπειρώματα να συμπιεστούν προς τα έξω.

Για σπειρώματα, τα οποία θα κατασκευαστούν σε τυφλές οπές, το βάθος της οπής είναι μεγαλύτερο από το ωφέλιμο μήκος κοχλιώσεως, διότι το σπείρωμα δεν επιτρέπεται να κοπεί έως τον πυθμένα της οπής. Τέλος, οι οπές πυρήνα πρέπει να ανοίγονται τόσο μεγάλες όσο επιτρέπεται. Αυτό διευκολύνει την κοπή του σπειρώματος και αποτρέπει την θραύση του σπειροτόμου.

2.2.4. Τόρνευση

Η τόρνευση είναι μια κατεργασία με κόψη εργαλείου γεωμετρικά καθορισμένη και με κυκλική κίνηση κοπής. Συνήθως την κυκλική κίνηση εκτελεί το αντικείμενο. Το εργαλείο με μια κόψη είναι σταθεροποιημένο και εκτελεί την κίνηση κατά μήκος της επιφάνειας προς κατεργασία. Σε ιδιαίτερες περιπτώσεις μπορεί επίσης το εργαλείο να εκτελεί την περιστροφική κίνηση.

Ανάλογα με την θέση ως προς το εργαλείο του σημείου τόρνευσης διακρίνουμε εσωτερική και εξωτερική τόρνευση. Ανάλογα με τη διεύθυνση πρόωσης διακρίνουμε κατά μήκος τόρνευση και εγκάρσια τόρνευση. Ανάλογα με την επιφάνεια που θα παραχθεί οι μέθοδοι τόρνευσης διακρίνονται σε κυκλική τόρνευση, επίπεδη τόρνευση, σπειροτόμηση, έκκεντρο τόρνευση, τόρνευση προφίλ και αντιγραφή.

Στην κυκλική τόρνευση παράγεται μια κυλινδρική επιφάνεια. Η κίνηση της πρόωσης μπορεί να γίνεται κατά την διεύθυνση του άξονα περιστροφής (κυκλική-κατά μήκος τόρνευση) ή εγκάρσια προς τον άξονα (κυκλική-εγκάρσια τόρνευση). Ιδιαίτερες κυκλικές τριβές είναι εκείνες, στις οποίες η κατεργασία γίνεται με μεγάλη πρόωση και μικρή γωνία θέσεως.

Στην επίπεδη τόρνευση παράγεται μια επιφάνεια, η οποία είναι κάθετη προς τον άξονα περιστροφής. Εδώ, το εργαλείο μπορεί να κινείται παράλληλα ή εγκάρσια προς τον άξονα. Διακρίνουμε εγκάρσια επίπεδη τόρνευση, κατά μήκος επίπεδη τόρνευση και εγκάρσια τόρνευση αποκοπής.

Η σπειροτόμηση είναι τόρνευση με ειδικό εργαλείο για την δημιουργία ελικοειδών επιφανειών, όπου η πρόωση ανά στροφή είναι ίση με το βήμα της έλικας.

Στην έκκεντρο τόρνευση, κατά τη διάρκεια μιας περιστροφής του αντικειμένου, ρυθμίζεται η πρόωση ανάλογα με την διατομή που θα παραχθεί.

Στην τόρνευση προφίλ μεταφέρεται η μορφή του εργαλείου στο αντικείμενο. Η πρόωση μπορεί να είναι παράλληλη ή κάθετη στον άξονα περιστροφής.

Στην τόρνευση αντιγραφής, με τον κατάλληλο έλεγχο των κινήσεων της πρόωσης, αντιγράφεται η μορφή του αντικειμένου. Στην ελεύθερη αντιγραφή η πρόωση πραγματοποιείται με ταυτόχρονη ενεργοποίηση, με το χέρι, της κατά μήκος και της εγκάρσιας πρόωσης. Στην αντιγραφή από πρότυπο, παρακολουθείται η μορφή του προτύπου από την πρόωση. Στην αντιγραφή NC, η μορφή κατασκευάζεται με αριθμητικό έλεγχο (NC) της πρόωσης.

Πρέπει να τονιστεί ότι η γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου έχει ουσιώδη σημασία για την κοπή. Το κοπτικό εργαλείο χαρακτηρίζεται από ορισμένα

χαρακτηριστικά γεωμετρικά μεγέθη. Σε ένα κοπτικό εργαλείο μπορεί να διακρίνει κανείς δύο κοπτικές πλευρές την κύρια και τη δευτερεύουσα. Οι τρεις κυριότερες γωνίες του κοπτικού εργαλείου είναι:

1. Η γωνία ελευθερίας (α), που επιτρέπει τη μείωση της τριβής μεταξύ του κατεργάσιμου τεμαχίου και του εργαλείου στις περιοχές του εργαλείου που πρόσκεινται στις δύο κόψεις του. Στην πράξη η γωνία ελευθερίας κυμαίνεται μεταξύ 5 και 15 μοιρών.

2. Η γωνία αποβλήτου (γ), που ελέγχει αποτελεσματικά την κοπή. Αύξηση της γωνίας αποβλήτου έχει σα συνέπεια τη μείωση των δυνάμεων κοπής. Ωστόσο σε μεγάλες γωνίες αποβλήτου το κοπτικό εργαλείο γίνεται πιο αιχμηρό με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση και φθορά της αιχμής και την ελάττωση της αντοχής του. Στην πράξη η γωνία αποβλήτου κυμαίνεται μεταξύ μηδέν και είκοσι μοιρών. Σε μεγάλες ταχύτητες κοπής και μικρή διατομή αποβλήτου η γωνία γ λαμβάνει αρνητικές τιμές.

3. Η γωνία τοποθέτησης (κ) που επηρεάζει τη διάρκεια ζωής του εργαλείου και το μέγεθος της δύναμης κοπής. Με την αύξηση της γωνίας κ αυξάνεται και το πάχος του αποβλήτου και συνεπώς μειώνεται το μέγεθος της δύναμης κοπής. Με τη μείωση της γωνίας κ αυξάνεται το μήκος της κόψης και η επιφάνεια απαγωγής της θερμότητας κοπής, με συνέπεια την αύξηση της διάρκειας ζωής του εργαλείου.

Οι βασικές συνθήκες κατεργασίας κατά την τόννευση είναι:

α) Η ταχύτητα κοπής, δηλαδή η σχετική ταχύτητα μεταξύ του κοπτικού εργαλείου και του κατεργάσιμου τεμαχίου. Η ταχύτητα κοπής αναφέρεται στην κύρια κίνηση του εργαλείου που είναι η γραμμική ταχύτητα του περιστρεφόμενου τεμαχίου.

β) Το βάθος κοπής δηλαδή το βάθος διείδυσης του κοπτικού εργαλείου.

γ) Η πρόωση δηλαδή η σχετική κίνηση μεταξύ εργαλείου και τεμαχίου η οποία προσφέρει σταθερά στο εργαλείο νέο υλικό προς κοπή. Στους τόννους η πρόωση γίνεται από το κοπτικό εργαλείο και είναι η κατά την έννοια του άξονα περιστροφής μετακίνηση του κοπτικού εργαλείου ανά στροφή του αντικειμένου.

2.2.5. Πλάνισμα

Οι πλάνες είναι δύο ειδών:

- Οι ταχυπλάνες (βραχείες πλάνες)
- Οι τραπεζοπλάνες (γεφυροπλάνες)

Στην οριζόντια ταχυπλάνη διαμορφώνουμε επιφάνειες οριζόντιες, κατακόρυφες ή υπό κλίση σε μικρά ή μεσαίου μεγέθους κομμάτια.

Στην κατακόρυφη ταχυπλάνη διαμορφώνουμε συνήθως αυλάκια σφηνών σε μεγάλες τροχαλίες ή τροχούς.

Οι ταχυπλάνες λειτουργούν μηχανικά ή υδραυλικά

Οι τραπεζοπλάνες χρησιμοποιούνται για την κατεργασία μεγάλων επιφανειών που το μήκος τους μπορεί να φθάσει τα 20 m. Το κομμάτι παλινδρομεί πάνω στο τραπέζι, ενώ το εργαλείο μένει σταθερό και κάνει μόνο την κίνηση για την πρόωση.

2.2.6. Φρεζάρισμα

Το φρεζάρισμα είναι κοπή με περιστροφική κίνηση του κοπτικού εργαλείου και ανεξάρτητη κάθετη προς τον άξονα περιστροφής του εργαλείου προωθητική κίνηση του κατεργάσιμου τεμαχίου. Διακρίνονται δύο είδη φρεζαρίσματος, το περιφερικό φρεζάρισμα, όπου το εργαλείο περιστρέφεται οριζόντια και το μετωπικό φρεζάρισμα, όπου ο άξονας περιστροφής του κοπτικού εργαλείου είναι κατακόρυφος.

Οι βασικές συνθήκες κοπής κατά το φρεζάρισμα είναι:

- Η πρόωση f ανά στροφή του κοπτικού εργαλείου και η πρόωση ανά οδόντα f_z , δηλαδή το μήκος της πρόωσης μεταξύ δύο επιφανειών κοπής που η μία δημιουργείται αμέσως μετά την άλλη. Εάν z είναι ο αριθμός των οδόντων του κοπτικού εργαλείου, $f = f_z \cdot z$.

- Η ταχύτητα κοπής $v = \pi Dn$, όπου D η εξωτερική διάμετρος του κοπτικού εργαλείου και n ο αριθμός στροφών του.

- Το βάθος (ή πλάτος) κοπής t , δηλαδή το μήκος της εισόδου της κύριας κόψης του εργαλείου στο κατεργάσιμο τεμάχιο. Στο περιφερικό φρεζάρισμα αντιστοιχεί στο πλάτος κοπής, ενώ στο μετωπικό φρεζάρισμα στο βάθος κοπής.

- Το μέγεθος επαφής e , που αντιστοιχεί στην ανά περιστροφή επαφή του κοπτικού εργαλείου πάνω στην κατεργασμένη επιφάνεια και κάθετα προς την κατεύθυνση της πρόωσης. Κατά το περιφερικό φρεζάρισμα χαλύβων είναι δυνατές ταχύτητες κοπής μέχρι 80 m/min ενώ η πρόωση f_z δεν υπερβαίνει εν γένει την τιμή 0,25 mm/οδόντα.

Αντίθετα προς τις άλλες συμβατικές κατεργασίες κοπής, στο φρεζάρισμα το απόβλητο έχει διατομή μεταβαλλόμενου πάχους που είναι συνέπεια της επαλληλίας της περιστροφής του κοπτικού εργαλείου και της πρόωσης του

τεμαχίου. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού του αποβλήτου, το περιφερικό φρεζάρισμα διακρίνεται σε αντίρροπο και ομόρροπο. Είναι προφανές ότι στο αντίρροπο φρεζάρισμα το πάχος της διατομής του αποβλήτου μεταβάλλεται από μηδενική σε μια μέγιστη τιμή ενώ στο ομόρροπο φρεζάρισμα από τη μέγιστη τιμή του στη μηδενική.

2.2.7. Λείανση

Η λείανση είναι κατεργασία αποπεράτωσης και αποτελεί τις περισσότερες φορές την τελική φάση της κατασκευαστικής διαδικασίας του τεμαχίου. Καθορίζει έτσι την ακρίβεια των διαστάσεων και της μορφής και την ποιότητα της επιφάνειας του τεμαχίου.

Το κοπτικό εργαλείο, ο λειαντικός τροχός, αποτελείται από πολλές κοπτικές αιχμές με μη καθορισμένη γεωμετρία. Οι κοπτικές αυτές αιχμές κατασκευάζονται από μεγάλο αριθμό συνδεδεμένων μεταξύ τους κόκκων από συνθετικά και σε ορισμένες περιπτώσεις φυσικά λειαντικά μέσα, που αφαιρούν υλικό με μεγάλη ταχύτητα. Το κατεργάσιμο τεμάχιο και ο λειαντικός κόκκος, συνήθως, δεν βρίσκονται σε συνεχή επαφή.

Ανάλογα με τις γεωμετρικές και κινηματικές συνθήκες του λειαντικού τροχού και του κατεργάσιμου τεμαχίου, διακρίνονται τα εξής βασικά είδη λείανσης:

- Λείανση επίπεδων επιφανειών. Ανάλογα με τον προσανατολισμό του άξονα περιστροφής του λειαντικού τροχού, η επίπεδη λείανση χωρίζεται σε περιφερική λείανση (άξονας οριζόντιος) και σε μετωπική λείανση (άξονας κατακόρυφος).

- Λείανση εξωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.

- Λείανση εσωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.

- Άκεντρη λείανση. Με την άκεντρη λείανση κατεργάζονται επιφάνειες εκ περιστροφής χωρίς το κατεργάσιμο τεμάχιο να στερεώνεται με τη βοήθεια ενός κεντροφορέα. Η διάμετρος καθορίζεται από τρεις περιβάλλουσες γραμμές επάνω στην επιφάνεια του κατεργάσιμου τεμαχίου, η μια από το υποστήριγμα της οδήγησης και οι άλλες δύο από τον τροχό της πρόωσης και τον λειαντικό τροχό. Ο λειαντικός και ο προωθητικός τροχός έχουν την ίδια φορά περιστροφής. Κατά την είσοδο στο διάκενο κατεργασίας το κατεργάσιμο τεμάχιο αποκτά μια περιφερειακή ταχύτητα από τον προωθητικό τροχό που περιστρέφεται, σχετικά αργά, εξαιτίας μιας επαπτομενικής δύναμης πέδησης. Η δύναμη αυτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη κίνησης του λειαντικού τροχού που περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα. Κατ' αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η απαιτούμενη διαφορά περιφερειακών ταχυτήτων που είναι αναγκαία για την αφαίρεση υλικού. Ιδιαίτερη

σημασία στην άκεντρη κυλινδρική λείανση έχει το κεντράρισμα του τεμαχίου για τη διατήρηση της κυκλικής μορφής του στις απαιτούμενες ανοχές διαστάσεων.

2.2.8. Κοπή οδοντωτών τροχών

Οι βασικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την κοπή οδοντωτών τροχών εξετάζονται παρακάτω συνοπτικά. Δίδονται επίσης τα πλεονεκτήματα και οι δυνατότητες κάθε μεθόδου σχετικά με την ποιότητα, την ευκαμψία και το κατασκευαστικό κόστος.

(α) Κοπή με 'διαμόρφωση'. Το κοπτικό εργαλείο έχει την ίδια μορφή με τον χώρο μεταξύ γειτονικών οδόντων. Συνήθως χρησιμοποιείται κοπτικό εργαλείο πολλαπλής σημειακής επαφής που περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα, π.χ. σε περιφερικό φρεζάρισμα.

Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιείται κοπτικό εργαλείο απλής σημειακής επαφής. Το εργαλείο τροφοδοτείται αξονικά προς το κέντρο του αρχικού ακατέργαστου τροχού για την απόκτηση του επιθυμητού βάθους οδόντος και κατόπιν κινείται κατά μήκος του προσώπου του τροχού για την επίτευξη του απαιτούμενου πλάτους οδόντος. Μετά την κοπή το εργαλείο αποσύρεται, ο τροχός περιστρέφεται και αρχίζει η κοπή του επόμενου χώρου της οδοντώσεως. Είναι δυνατόν να κοπούν όλοι οι οδόντες ταυτόχρονα με τη χρησιμοποίηση ενός αριθμού κοπτικών εργαλείων ίσου με τον αριθμό των οδόντων στον τροχό.

Βασικά η μέθοδος αυτή είναι απλή και εύχρηστη, απαιτούνται σχετικά απλά κοπτικά εργαλεία και χρησιμοποιούνται τυποποιημένες εργαλειομηχανές (φρεζομηχανές). Πλην όμως η παραγωγική διαδικασία στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αργή και χρησιμοποιείται συνήθως στην κατασκευή μικρού αριθμού οδοντωτών τροχών.

(β) Για την κατασκευή υψηλής ποιότητας οδοντωτών τροχών χρησιμοποιείται η μέθοδος "αναπαραγωγής". Το κοπτικό εργαλείο (κοπτικός τροχός) και το κατεργάσιμο τεμάχιο στερεώνονται στους άξονες τους που αλληλοσυνδέονται με κατάλληλη οδόντωση, ώστε το κοπτικό εργαλείο και το κατεργάσιμο τεμάχιο να περιστρέφονται θετικά το ένα σε σχέση με το άλλο με την ίδια περιφερειακή ταχύτητα (ίδια διάμετρος του κύκλου κυλίσεως). Για να αρχίσει η κοπή ενός οδόντος, ο κοπτικός τροχός παλινδρομεί και ωθείται ακτινικά στο τεμάχιο μεταξύ δύο διαδοχικών διαδρομών μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό βάθος οδοντώσεως.

(γ) Η κατεργασία κοπής επιπέδων οδοντώσεων που χρησιμοποιείται πιο συχνά είναι η κοπή με γριναζοκόπτη (Hob). Το κοπτικό εργαλείο αποτελείται από

μια σειρά απλών κοπτικών εργαλείων τοποθετημένων σε μια ελικοειδή μορφή, ώστε να κατασκευάζεται ταυτόχρονα ένας αριθμός οδόντων.

Η κοπή ενός τροχού με γριναζοκόπτη είναι συνεχής, με το εργαλείο και το κατεργάσιμο τεμάχιο να περιστρέφονται σε συγχρονισμό. Για να αρχίσει η κοπή ενός οδόντος το εργαλείο τοποθετείται σε ορισμένη απόσταση από το προς κοπή αντικείμενο και μετά κινείται προς το κέντρο μέχρι να επιτευχθεί το κατάλληλο βάθος οδοντώσεως. Στη συνέχεια το εργαλείο ωθείται προς το τεμάχιο παράλληλα προς τον άξονα περιστροφής αυτού, για την απόκτηση του επιθυμητού πλάτους της οδοντώσεως.

Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- μεγάλη ακρίβεια διαστάσεων
- υψηλή παραγωγική ικανότητα
- χαμηλό κόστος
- δυνατότητα επεξεργασίας μετάλλων με μεγάλη σκληρότητα

(δ) Κοπή ευθέων ή ελικοειδών οδοντώσεων στο σύστημα κορώνας – πινιόν. Το κατεργάσιμο τεμάχιο και ένας συνδετικός οδοντωτός τροχός με την ίδια κωνική γωνία οδοντώσεως και διάμετρο επαφής τοποθετούνται σε κοινό άξονα. Ο συνδετικός τροχός εμπλέκεται με τις οδοντώσεις τις κορώνας που περιλαμβάνει ένα κοπτικό εργαλείο, το οποίο παλινδρομεί και κόβει μια οδόντωση στο τεμάχιο. Με τη χρήση ενός διπλού κοπτικού εργαλείου (δύο μισοί οδόντες) επιτυγχάνεται η αύξηση της παραγωγικής ικανότητας της μεθόδου.

Στη μαζική βιομηχανική παραγωγή οδοντωτών τροχών με κοπή ακολουθείται τις περισσότερες φορές η παρακάτω διαδικασία:

- Η αρχική μορφή του κατεργάσιμου τεμαχίου επιτυγχάνεται με σφυρηλάτηση.

- Τα τεμάχια αυτά κατεργάζονται με κοπή στις επιθυμητές διαστάσεις και στη συνέχεια κόβονται οι οδοντώσεις με μία από τις παραπάνω μεθόδους με ακρίβεια ανοχών 0-3 mm σε σχέση με την επιθυμητή τελική διάσταση.

- Οι οδοντωτοί τροχοί κατεργάζονται στις τελικές τους διαστάσεις είτε με κοπή, είτε με έλαση.

- Γίνεται, όπου απαιτείται, η θερμική κατεργασία των οδοντώσεων.

Σημειώνεται ότι στην πράξη οδοντωτοί τροχοί μέχρι 1 ½ " διαμέτρου επαφής (κυλίσεως) κατασκευάζονται συνήθως με έλαση, ενώ για μεγαλύτερες διαμέτρους

χρησιμοποιούνται κυρίως κατεργασίες κοπής. Τα πλεονεκτήματα της έλασης οδοντωτών τροχών σε σχέση με τις κατεργασίες κοπής είναι:

- καλύτερες φυσικές ιδιότητες από την περιφερική ροή του πλαστικά παραμορφώσιμου υλικού,

- μικρή απώλεια υλικού,

- μεγάλη παραγωγικότητα.

(ε) Η τελική κατεργασία οδοντωτών τροχών που έχουν υποστεί σκλήρυνση με θερμική κατεργασία επιτυγχάνεται με λείανση του οδοντωτού τροχού με ειδικούς λειαντικούς τροχούς.

2.2.9. Ενανθράκωση

Κατά την ενανθράκωση, χάλυβας με χαμηλό ποσοστό άνθρακα (0,10-0,25%) θερμαίνεται, παρουσία ενανθρακωτικού μέσου, σε θερμοκρασία πλήρους ωστενιτοποίησης (900-950°C). Άτομα άνθρακα του περιβάλλοντος, διαχέονται στο πλέγμα του ωστενίτη, μέχρι την τιμή της μέγιστης διαλυτότητας του σε αυτόν (περίπου 1,5% C, για θερμοκρασία 950°C), σε ένα επιφανειακό στρώμα του χάλυβα. Ακολουθεί βραδεία απόψυξη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κατά το στάδιο αυτό, στον πυρήνα του υποευτηκτοειδούς χάλυβα, συναντάμε φερρίτη και περλίτη, ενώ στην ενανθρακωμένη επιφάνεια, ευτηκτοειδούς ή υπερευτηκτοειδούς σύστασης, συναντάμε σεμεντίτη και περλίτη. Στο τέλος αυτού του σταδίου, δεν έχει επιτευχθεί η επιθυμητή σκλήρυνση. Λόγω της παρατεταμένης θέρμανσης σε υψηλή θερμοκρασία, τόσο στον πυρήνα, όσο και στην επιφάνεια παρατηρούνται κόκκοι μεγάλου μεγέθους και γι' αυτό το λόγο, είναι αναγκαία η περαιτέρω θερμική κατεργασία του αντικειμένου (βαφή).

Κατά τη βαφή, σε πρώτη φάση, το αντικείμενο θερμαίνεται σε θερμοκρασία υψηλότερη της A_{C3} , με αποτέλεσμα το σχηματισμό του χονδρόκοκκου ωστενίτη του πυρήνα σε λεπτόκοκκο ωστενίτη, ο οποίος μετά από βαφή σε νερό, μετασχηματίζεται σε λεπτόκοκκο φερρίτη και μαρτενσίτη. Ωστόσο, η μαρτενιτική επιφάνεια εξακολουθεί να είναι χονδρόκοκκη. Γι' αυτό το λόγο, σε δεύτερη φάση, το χαλύβδινο αντικείμενο θερμαίνεται στους 760°C, ώστε να επιτευχθεί ο σχηματισμός λεπτόκοκκου ωστενίτη, ευτηκτοειδούς σύστασης, ο οποίος μετά από βαφή σε λάδι μετασχηματίζεται σε λεπτόκοκκο, σκληρό μαρτενσίτη. Κατά τη δεύτερη αυτή φάση, ο μαρτενσίτης του πυρήνα υφίσταται επαναφορά στην ίδια θερμοκρασία.

Ως ενανθρακωτικά μέσα χρησιμοποιούνται:

(α) Σκόνη μίγματος ξυλάνθρακα και ανθρακούχων ενώσεων (π.χ. BaCO_3), οι οποίες καλύπτουν την προς κατεργασία επιφάνεια. Με τη θέρμανση, οι σκόνες αυτές διασπώνται προς CO και CO_2 , που αποτελούν τους φορείς του άνθρακα ο οποίος διαχέεται στο επιφανειακό στρώμα του χάλυβα.

(β) Λουτρά τηγμάτων ανθρακούχων ενώσεων (π.χ. Ba(CN)_2 , NaCN , NaCl , Na_2CO_3), οι οποίες με τη θέρμανση διασπώνται στην επιφάνεια του χάλυβα, όπου και διαχέονται. Ως ενεργοποιητές της διεργασίας χρησιμοποιούνται χλωρίδια του βαρίου και του στροντίου, τα οποία είναι τοξικά και γι' αυτό το λόγο, η χρήση λουτρών τηγμάτων ανθρακούχων ενώσεων έχει περιοριστεί.

(γ) Αέρια μίγματα H_2 , CO , CO_2 και υδρογονανθράκων (μεθάνιο, προπάνιο), τα συστατικά των οποίων κατά τη θέρμανση αντιδρούν μεταξύ τους, παρέχοντας τον απαιτούμενο άνθρακα για την ενανθράκωση. Τα λοιπά προϊόντα των αντιδράσεων αυτών απομακρύνονται από την κατεργαζόμενη επιφάνεια με ρεύμα αερίου.

Εάν κάποια τμήματα της επιφάνειας του χάλυβα δεν πρέπει να ενανθρακωθούν, τότε αυτά επικαλύπτονται με ηλεκτρολυτικό χαλκό, ο οποίος αφαιρείται μετά την ολοκλήρωση της κατεργασίας.

Ο χρόνος ενανθράκωσης είναι, συνήθως, 4-5 ώρες, ενώ το βάθος εμποτισμού επιλέγεται μικρότερο ή ίσο με το 10% της μέγιστης διάστασης της διατομής του χαλύβδινου αντικειμένου.

Πολλές φορές, λόγω της παρατεταμένης θέρμανσης σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία, είναι αναπόφευκτη η μεγέθυνση των κόκκων του χάλυβα και σε τέτοιες περιπτώσεις, απαιτούνται ειδικές θερμικές κατεργασίες σκλήρυνσης του χάλυβα (διπλή ή κλιμακωτή βαφή), με στόχο την εκλέπτυνση των κόκκων του, τη μείωση του ποσοστού του υπολειπόμενου ωστενίτη και την ελάττωση των εσωτερικών τάσεων, που διαφορετικά θα οδηγήσουν στη ρωγμάτωση του υλικού.

Σε περιπτώσεις αντικειμένων πολύπλοκης γεωμετρίας, η κατεργασία της ενανθράκωσης μπορεί να αποβεί μοιραία για την κατασκευή. Σε σημεία μεγάλης καμπυλότητας, για παράδειγμα, πιθανόν το βάθος κατεργασίας να είναι μεγαλύτερο από το πάχος του αντικειμένου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία καρβιδίων στα όρια των κόκκων, τα οποία ψαθυροποιούν το υλικό.

Σε ενανθράκωση υποβάλλονται κοινοί χάλυβες με ποσοστό άνθρακα μικρότερο του 0,25%. Εάν απαιτείται η επιφανειακή σκλήρυνση χαλύβων με μεγαλύτερο ποσοστό άνθρακα (έως 0,3%), τότε χρησιμοποιούνται κραματωμένοι χάλυβες. Η παρουσία Mg (έως 8%) προκαλεί αύξηση της επιτυγχανόμενης σκλήρυνσης, αλλά συγχρόνως, αυξάνεται και η τάση επιφανειακής ρωγμάτωσης, λόγω της βαφής. Η παρουσία Ni (έως 5%) παρεμποδίζει τη μεγέθυνση των κόκκων, κατά την ενανθράκωση. Το Cr προκαλεί αύξηση της σκληρότητας και της αντοχής σε

φθορά από τριβή, αλλά ταυτόχρονα, ευνοεί τη μεγέθυνση των κόκκων. Το Mo ενέχει τον κίνδυνο δημιουργίας ψαθυρών καρβιδίων στα όρια των κόκκων και γι' αυτό το ποσοστό του πρέπει να περιορίζεται στο 1%. Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, ένας συνήθης χάλυβας ενανθράκωσης εμπεριέχει 4% Ni, 1,1% Cr και 0,2-0,3% Mo.

2.2.10. Εναζώτωση

Η εναζώτωση είναι μια θερμοχημική κατεργασία εμπλουτισμού με άζωτο, μιας επιφανειακής ζώνης χάλυβα, βάθους έως 1 mm. Η επιφανειακή σκλήρυνση επιτυγχάνεται χωρίς περαιτέρω βαφή του υλικού. Η διάχυση του αζώτου στο πλέγμα της α-φάσης του σιδήρου οδηγεί στο σχηματισμό κατακρημνισμάτων ή συνεχούς στρώματος νιτριδίων (Fe_4N), ή καρβονιτριδίων, στα οποία οφείλεται η αυξημένη επιφανειακή σκληρότητα.

Συνήθως, το απαιτούμενο για την κατεργασία άζωτο προέρχεται από τη διάσπαση αμμωνίας, σε αεροστεγές δοχείο, όπου τοποθετείται το προς κατεργασία υλικό.

Η κατεργασία πραγματοποιείται σε θερμοκρασία χαμηλότερη της ευκτητικής του συστήματος Fe-N (590°C), και συνεπώς, χωρίς την εμφάνιση ωστενίτη στη ζώνη κατεργασίας. Ο σχηματισμός νιτριδίων προκαλεί διόγκωση και στρέβλωση του κρυσταλλικού πλέγματος του σιδήρου, εισάγοντας έτσι στη ζώνη κατεργασίας θλιπτικές τάσεις, οι οποίες βελτιώνουν την αντοχή του χάλυβα σε κόπωση. Λόγω του χαμηλού συντελεστή τριβής των νιτριδίων, με την εναζώτωση βελτιώνεται, επίσης, η αντοχή του χάλυβα σε φθορά.

Σε εναζώτωση μπορούν να υποβληθούν όλα τα είδη των χαλύβων, όπως οι χυτοσίδηροι, χωρίς περιορισμούς από τη χημική τους σύσταση. Ωστόσο, η παρουσία Al, Cr και V, τα οποία σχηματίζουν επίσης νιτρίδια, προκαλεί επιπρόσθετη σκλήρυνση της επιφανειακής ζώνης.

Η αποκτηθείσα επιφανειακή σκληρότητα, διατηρείται μέχρι και θερμοκρασία 500°C , περίπου.

Λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας στην οποία πραγματοποιείται η κατεργασία, η ταχύτητα διάχυσης του αζώτου είναι σχετικά μικρή, η ζώνη εναζώτωσης μικρότερη και ο χρόνος κατεργασίας μεγαλύτερος, από τα αντίστοιχα μεγέθη της ενανθράκωσης.

2.2.11. Ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση

Η δημιουργία ηλεκτρολυτικών επιμεταλλώσεων στηρίζεται στο νόμο του Faraday (σχέση 2.1), σύμφωνα με τον οποίο το βάρος (m), σε g, του μετάλλου που αποτίθεται στην προς επικάλυψη επιφάνεια, εξαρτάται από την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (I), σε A, που χρησιμοποιείται, το χρόνο της ηλεκτραπόθεσης (t), σε s, τον αριθμό οξειδωσης (n) και το ατομικό βάρος (AB) του στοιχείου:

$$m = a \cdot \frac{I \cdot t \cdot AB}{n \cdot F} \quad (2.1)$$

όπου a η απόδοση του ρεύματος και

F η σταθερά Faraday: 96500 Cb.

Στο κελί της ηλεκτρόλυσης ο προς επικάλυψη χάλυβας αποτελεί την κάθοδο. Το υλικό της επικάλυψης εισάγεται στο κελί ως καταναλισκόμενη άνοδος, ή/και μέσω του ηλεκτρολύτη, με τη μορφή υδατικού διαλύματος κάποιου άλατος του μετάλλου επικάλυψης. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στις συνθήκες ηλεκτρόλυσης, ώστε να αποφεύγεται η συναπόθεση υδρογόνου, το οποίο προκαλεί ψαθυροποίηση της επένδυσης.

Στο ΠΡΟΪΟΝ, που εξετάζεται στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιείται **σκληρή επιχρωμίσωση**, η οποία πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 50-55°C, με πυκνότητα ρεύματος 25-50 A/dm² και με πάχος επικάλυψης 150-200 μm.

2.2.12. Κοπή μετάλλων – μεταλλικών ελασμάτων

Όλα τα μέταλλα πριν τη συγκόλληση πρέπει να προετοιμαστούν με διάφορες μεθόδους. Για την κοπή των μετάλλων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα μεταλλοπρίονο χειρός, μια πριονοκορδέλα μετάλλων, ένας δίσκος κοπής μετάλλων, ή ένα ψαλίδι κοπής μεταλλικών ελασμάτων.

Ένα μεταλλοπρίονο χειρός μπορεί να κόψει ευθύγραμμο ένα κομμάτι πάχους 50 mm, αλλά εάν απαιτείται μεγαλύτερη ευθυγράμμιση, μεγαλύτερη ταχύτητα και λιγότερος κόπος, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πριονοκορδέλα μετάλλων ή ένας δίσκος κοπής μετάλλων.

Παρ' όλα αυτά, αυτά τα μέσα δεν χρησιμοποιούνται εάν απαιτείται κοπή χαλύβδινων ελασμάτων στη μέση. Το ηλεκτρικό ψαλίδι έχει τη δυνατότητα κοπής μεταλλικών ελασμάτων μέχρι 1 in πάχος. Εάν ένα ψαλίδι κοπής μεταλλικών ελασμάτων δεν έχει τη δυνατότητα κοπής ενός ελάσματος σε διάφορα σχήματα, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία από τις μεθόδους κοπής οι οποίες αναπτύσσονται σε αυτήν την ενότητα.

(α) Κοπή με φλόγα οξυγόνο – ασετυλίνης

Η μέθοδος κοπής με φλόγα οξυγονοασετυλίνης είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος για την κοπή των σιδηρούχων μετάλλων, όταν δεν υπάρχει διαθέσιμη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο απαιτείται για άλλες διαδικασίες κοπής. Υπάρχουν και άλλα αέρια, όπως είναι το προπάνιο και το φυσικό αέριο, τα οποία είναι φθηνότερα από την ασετυλίνη και τα οποία μπορούν επίσης να αναμειχθούν με οξυγόνο για την παραγωγή της απαιτούμενης χημικής αντίδρασης για την κοπή των σιδηρούχων μετάλλων. Αυτά τα αέρια όμως, δηλαδή το προπάνιο και το φυσικό αέριο απαιτούν διαφορετικό εξοπλισμό. Επίσης, αυτά τα δύο αέρια χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να φτάσουν στη θερμοκρασία προθέρμανσης του μετάλλου για κοπή, επειδή η θερμοκρασία της φλόγας τους είναι μικρότερη από αυτήν της φλόγας ασετυλίνης. Η διαδικασία κοπής με φλόγα οξυγονοασετυλίνης είναι ταχύτερη και καλύτερη, σε σύγκριση με τις άλλες διαδικασίες κοπής με τη φλόγα.

Η χρησιμοποιούμενη φλόγα οξυγονοασετυλίνης για την κοπή των σιδηρούχων μετάλλων, στην πραγματικότητα δεν παρέχει τέλεια κοπή. Η φλόγα επιδρά χημικά και επιταχύνει την οξειδωση του μετάλλου. Το φλόγιστρο συγκεντρώνει την οξειδωτική δράση της φλόγας σε ένα συγκεκριμένο σημείο, έως ότου φτάσει στη θερμοκρασία τήξης. Σε θερμοκρασία τήξης 760°C έως 870°C, υπάρχει μια χημική αντίδραση η οποία επιτρέπει την ταχεία οξειδωση του μετάλλου. Σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να φυσήξουμε με ένα ρεύμα οξυγόνου το οξειδωμένο μέταλλο, ώστε να αφαιρέσουμε τη σκουριά από οποιαδήποτε εγκοπή του μετάλλου.

(β) Κοπή μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο αέρος – άνθρακα.

Η κοπή μετάλλων με τόξο αέρα – άνθρακα (ηλεκτρόδιο άνθρακος και ρεύμα αέρος) δεν απαιτεί οξυγόνο και μπορούμε με αυτή τη μέθοδο να κόψουμε οποιοδήποτε μέταλλο. Συνήθως χρησιμοποιείται για την αφαίρεση της κόλλησης από ένα μέταλλο ή για την διόρθωση ελαττωματικών χυτών αντικειμένων τα οποία πρέπει να συγκολληθούν.

Ο εξοπλισμός ο οποίος χρειάζεται για αυτή τη μέθοδο είναι ο εξής: μια πηγή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, πεπιεσμένος αέρας, μια ειδικά σχεδιασμένη λαβίδα (η οποία να έχει τη δυνατότητα συγκράτησης ηλεκτροδίου), και ηλεκτρόδια άνθρακα – γραφίτη. Το ηλεκτρόδιο είναι αναλώσιμο ή μη αναλώσιμο, και δια μέσου αυτού ρέει το ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο δημιουργεί τόξο για το λιώσιμο του μετάλλου. Η λαβίδα είναι συνδεδεμένη με τον πεπιεσμένο αέρα με ένα δεύτερο εξάρτημα σύνδεσης, το οποίο συνδέει τον πεπιεσμένο αέρα με το μέσο συγκράτησης του ηλεκτροδίου. Η λαβίδα έχει ένα κουμπί για τον έλεγχο της ροής του αέρα προς τους σιαγόνες συγκράτησης του ηλεκτροδίου.

(γ) Κοπή τόξου (AC)

Η κοπή με τόξο είναι μία διαδικασία κοπής ενός μετάλλου με την παραγωγή θερμότητας μεταξύ ενός ηλεκτροδίου και του βασικού μετάλλου. Η κοπή τόξου είναι μία εύκολη μέθοδος κοπής του μετάλλου όταν δεν υπάρχει άλλη διαθέσιμη μέθοδος. Οι μέθοδοι συγκόλλησης μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο αερίου και με τόξο βολφραμίου, χρησιμοποιούνται και για κοπή με τόξο με τη βοήθεια ειδικών ηλεκτροδίων από άνθρακα.

Τα επενδεδυμένα ηλεκτρόδια τα οποία χρησιμοποιούνται για την συγκόλληση μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την κοπή μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο. Αυτό όμως δε σημαίνει ότι ένα τέτοιο ηλεκτρόδιο, μπορεί να θεωρηθεί ως το πρωταρχικό μέσο κοπής του χάλυβα. Αυξάνοντας την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος πάνω από την απαιτούμενη ένταση για συγκόλληση μπορούμε να μετατρέψουμε τα επενδεδυμένα ηλεκτρόδια συγκόλλησης σε ηλεκτρόδια κοπής. Ο συγκολλητής χρησιμοποιώντας τη δύναμη του τόξου και χειριζόμενος σωστά το ηλεκτρόδιο, μπορεί να απομακρύνει το λιωμένο μέταλλο από τη γραμμή κοπής.

Επίσης, όταν χρησιμοποιείται για την κοπή μετάλλων ο εξοπλισμός συγκόλλησης με τόξο αερίου ή με τόξο βολφραμίου, πρέπει να αυξάνεται η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και η ροή του αερίου. Ειδικά το τόξο κοπής με αέριο βολφράμιο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κοπή ανοξειδωτού χάλυβα και αλουμινίου, όταν χρησιμοποιηθεί ένα φλόγιστρο έντασης 200 amperes και πάνω.

(δ) Κοπή με πλάσμα

Η κοπή με πλάσμα είναι μια μέθοδος που έδωσε λύση σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις κοπών, όπως η κοπή μη σιδηρούχων και υψηλής κραμάτωσης ελασμάτων και γενικά η κοπή ελασμάτων από δύστηκτα υλικά, για την οποία απαιτείται ιδιαίτερα καλή ποιότητα επιφάνειας.

Η κοπή επιτυγχάνεται με την ταχεία τοπική τήξη και εξάτμιση του σημείου εκείνου της επιφάνειας του ελάσματος στο οποίο θα γίνεται η εκάστοτε αφαίρεση υλικού, από μια δέσμη αερίου κοπής που διαμορφώνεται μεταξύ του ακροφυσίου της μηχανής πλάσματος. Η δέσμη αυτή προκύπτει από την υπερθέρμανση του αερίου στην περιοχή του ηλεκτρικού τόξου που παράγεται μεταξύ του ακροφυσίου της μηχανής πλάσματος και της προς κοπή επιφάνειας του ελάσματος. Το αέριο κοπής μέσα στη μηχανή πλάσματος διοχετεύεται στην περιοχή που περιβάλλει το ηλεκτρόδιο από το οποίο παράγεται το τόξο και καταλήγει στο ακροφύσιο. Το ακροφύσιο της μηχανής πλάσματος έχει μια ειδική διαμόρφωση τέτοια ώστε να αυξάνεται τοπικά στην περιοχή του τόξου η πυκνότητα ενέργειας κι έτσι δημιουργείται η δέσμη αερίου πολύ υψηλής ενέργειας.

Βλέπουμε λοιπόν ότι στις κατεργασίες «θερμικής» κοπής, η κοπή δεν γίνεται με μηχανική αποβολή υλικού, αλλά με τήξη μια μικρής ποσότητας υλικού και εξάτμιση ενός μέρους αυτής. Η υψηλή ενέργεια της δέσμης κοπής επιτυγχάνει μια εντοπισμένη σχεδόν σημειακή τήξη του μετάλλου και η υψηλή ταχύτητα ροής πλάσματος διαμορφώνει κατάλληλη μηχανική συνθήκη διαχωρισμού του υλικού από τη μη προσβαλλόμενη από τη δέσμη επιφάνεια. Ο διαχωρισμός αυτός συνιστά μια σημειακή κοπή πολύ καλύτερης ποιότητας από αυτήν που επιτυγχάνεται με τη μηχανική αποβολή υλικού.

Μια εγκατάσταση μηχανής πλάσματος περιλαμβάνει βασικά μια μηχανή συνεχούς ρεύματος από την οποία παράγεται η αναγκαία για το ηλεκτρικό τόξο ηλεκτρική τάση, το ηλεκτρόδιο χάρη στο οποίο διαμορφώνεται σε συγκεκριμένη περιοχή το ηλεκτρικό τόξο και το ακροφύσιο χάρη στο οποίο διαμορφώνεται το πλάσμα αερίου που υλοποιεί και την κοπή. Αναγκαίες για τη λειτουργία της μηχανής πλάσματος είναι μια σειρά διατάξεων, όπως η διάταξη έναυσης ενός βοηθητικού τόξου που χρησιμοποιεί μια παλμογεννήτρια, μιας διάταξη αντίστασης για τον περιορισμό του ρεύματος στο βοηθητικό τόξο, ένα πηνίο προστασίας και μια διάταξη που διοχετεύει νερό ψύξης στο σώμα της τσιμπίδας.

(ε) Κοπή με laser

Η τεχνολογία κοπής με laser είναι από τις πιο σύγχρονες σε εφαρμογές μετάλλου, plexiglass, ξύλου και άλλων υλικών και έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων που έχει σε σχέση με τις παλαιές μεθόδους. Συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγικότητας αλλά και στη βελτίωση του σχεδιασμού των προϊόντων που παράγονται. Η τεχνολογία laser έφερε εδώ και μερικά χρόνια μια νέα εποχή στην κατεργασία των υλικών, καθώς αντικατέστησε μεγάλο αριθμό συμβατικών κατεργασιών και απάλλαξε την κατασκευαστική διαδικασία από διάφορες επιβαρύνσεις.

Η τεχνολογία αυτή αξιοποιεί την πολύ μεγάλη πυκνότητα ενέργειας που έχει μια δέσμη laser. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας αυτής μιας δέσμης laser κοπής ελασμάτων μετατρέπεται σε θερμότητα με συνέπεια να προκαλεί τοπική τήξη. Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι δεσμών laser, η δέσμη διοξειδίου του άνθρακα, η δέσμη νεοδυμίου και η δέσμη που παράγεται από μια σειρά μικροσκοπικών διόδων.

Η δέσμη διοξειδίου άνθρακα είναι αυτή που χρησιμοποιείται κατεξοχήν στις μηχανές κοπής με laser και παράγεται εντός αερίου μίγματος, το οποίο αποτελείται κατά κύριο λόγο από ήλιο και δευτερευόντως από διοξείδιο του άνθρακα και άζωτο. Μόλις το 10% της ενέργειας της δέσμης μετατρέπεται σε φως με μήκος κύματος περίπου 10 μικρά, ενώ το υπόλοιπο 90% περίπου μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Η δέσμη νεοδυμίου παράγεται από ποσότητα του ομώνυμου χημικού στοιχείου, η οποία βρίσκεται μέσα σε ένα στερεό κυλινδρικού συνήθως σχήματος.

Ο στερεός κύλινδρος ακτινοβολείται από λάμπες κρυπτού ή από ένα laser διόδων. Το παραγόμενο φως έχει μήκος κύματος περίπου 1 μικρό και η δέσμη νεοδυμίου μπορεί να μεταφερθεί σε οπτική ίνα. Η δέσμη διόδων έχει περιορισμένο ενδιαφέρον γιατί έχει πολύ χειρότερη ποιότητα από τις δύο προηγούμενες.

Μια μηχανή κοπής με laser χρησιμοποιεί μια δέσμη διοξειδίου του άνθρακα με διάμετρο δύο χιλιοστά στην εστία της. Η δέσμη οδηγείται στην περιοχή του ελάσματος, όπου θα γίνει η κοπή και εστιάζεται με φακό. Προτιμάται η εστίαση να γίνεται λίγο κάτω από την επιφάνεια του ελάσματος στην περιοχή της κοπής. Σε μια μηχανή κοπής με laser όπως ακριβώς και σε μια μηχανή πλάσματος το ακραίο σημείο εκτόξευσης της δέσμης προς το έλασμα είναι ένα κατάλληλα διαμορφωμένο ακροφύσιο. Το μέρος της ενέργειας της δέσμης που έχει μετατραπεί σε φως (περίπου 10%) ανακλάται από την επιφάνεια του μετάλλου.

Η υπόλοιπη ενέργεια της δέσμης όπως είδαμε μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Ένα μικρό μέρος από αυτήν μεταδίδεται μέσα στο μεταλλικό τεμάχιο δια της θερμικής αγωγιμότητας αυξάνοντας τη συνολική θερμοκρασία του τεμαχίου. Ωστόσο το συντριπτικά μεγαλύτερο μέρος της δέσμης αξιοποιείται για την τοπική τήξη του μετάλλου. Οι μηχανές κοπής με laser διαθέτουν μια διάταξη προσαγωγής αερίου στο σημείο εστίασης της δέσμης. Το αέριο αυτό βοηθάει στην απομάκρυνση του τηγμένου μετάλλου και προστατεύει τους φακούς εστίασης από τους παραγόμενους ατμούς. Το αέριο κοπής παίζει λοιπόν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα της επιφάνειας κοπής.

Βλέπουμε λοιπόν ότι η κοπή ελασμάτων με laser όπως ακριβώς συμβαίνει και στη μέθοδο κοπής με πλάσμα αερίου έχει σαν πρώτο και βασικό βήμα της διαδικασίας κοπής την τοπική τήξη. Ωστόσο κατά τα λοιπά η μέθοδος είναι τελείως διαφορετική από τη μέθοδο κοπής με πλάσμα και οι δυνατότητές της είναι αφενός μεν βελτιωμένες σε σχέση με τη μέθοδο του πλάσματος, αφετέρου δε είναι και περισσότερες. Γιατί αναφορικά με τις διαδικασίες κοπής, η κοπή με laser προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια κατεργασίας και ποιότητα επιφάνειας, αλλά παράλληλα η τοπική τήξη του μετάλλου από την πρόσπτωση μιας δέσμης laser πάνω σε αυτό, μπορεί να αξιοποιηθεί και για να εκτελεστεί μια συγκόλληση στη συγκεκριμένη περιοχή του μεταλλικού τεμαχίου.

Πλεονεκτήματα κοπής με laser

Η μέθοδος κοπής με laser προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, τα οποία συμπυκνώνονται στο χαμηλό κόστος, στην ποιότητα κατασκευής και στην ευελιξία σχεδιασμού.

α) Μείωση του κόστους: Επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του κόστους κατασκευής, η οποία οφείλεται στις παρακάτω παραμέτρους.

- Στην υψηλή ταχύτητα κοπής.

- Στην ταυτόχρονη εκτέλεση όλων των φάσεων που απαιτούνται.
- Στο ότι δεν απαιτείται οποιοδήποτε τρόχισμα των επιφανειών που προκύπτουν μετά την κοπή.
- Στην κατάργηση των μοντέλων και των καλουπιών.
- Στην κατάργηση των χαράξεων.
- Στην πολύ αυξημένη εκμετάλλευση του υλικού. Είναι χαρακτηριστικό ότι το σκραπ μπορεί να μειωθεί μέχρι και 80%.

β) Ποιότητα κατασκευής: Έχουμε υψηλό επίπεδο ποιότητας λόγω της μεγάλης ακρίβειας κοπής και της τέλει επιφάνειας κοπής.

γ) Ευελιξία σχεδιασμού: Η μέθοδος προσφέρει μεγάλη ευελιξία στις αλλαγές σχεδιασμού, διότι λόγω της σχεδίασης σε υπολογιστή, η οποιαδήποτε αλλαγή στο σχέδιο κοπής μπορεί να γίνει ευκολότατα και ταχύτατα. Η μέθοδος κοπής με laser έχει απεριόριστες ουσιαστικά δυνατότητες και ανοίγει νέους ορίζοντες στη σχεδίαση κατασκευών. Στην πράξη δεν υπάρχουν όρια για τη σχεδίαση οποιασδήποτε κατασκευής. Πρέπει να σημειωθεί πως το εύρος εφαρμογής των συστημάτων που χρησιμοποιούν laser επεκτείνεται από την κοπή στις διατρήσεις και στη χάραξη.

δ) Αντικατάσταση των περισσότερων μεθόδων κοπής και για ένα πολύ μεγάλο εύρος εφαρμογών κοπής ελασμάτων. Αυτό σημαίνει ότι η επένδυση μιας κατασκευαστικής μονάδας ή εργαστηρίου σε μια μηχανή με laser τους επιτρέπει να καλύπτουν μεγάλο εύρος παραγωγικών αναγκών. Συγκεκριμένα η κοπή με laser μπορεί να αντικαταστήσει τις παρακάτω μεθόδους κοπής:

- Την κοπή με παντογράφο οξυγόνου.
- Την κοπή με παντογράφο πλάσματος.
- Την κοπή με ψαλίδι, ζουμποψάλιδο (punching, nibbling).
- Την κοπή με πρέσα.
- Την κοπή με τροχό.
- Τη διάτρηση με δράπανο.
- Τις εργασίες φρέζας.
- Τις εργασίες τόννου.

ε) Διευκόλυνση των κατεργασιών των υλικών. Η κοπή με laser διευκολύνει τις κατεργασίες των υλικών διότι τις απαλλάσσει από:

- Πολυδάπανα καλούπια.
- Μη αποδεκτές επιφάνειες από οξυγονοπέδες.
- Χρονοβόρες διατρήσεις με δράπανα.
- Μεγάλο όγκο σκραπ.
- Μη ακριβείς κοπές με πρέσες και ψαλίδια.

Εφαρμογές κοπής με laser

Οι μηχανές που χρησιμοποιούν laser μπορούν να επιτύχουν πολύ καλής ποιότητας κατεργασίες κοπής, διάτρησης και χάραξης ελασμάτων.

1) Κοπές: Η μέθοδος μπορεί να κατεργαστεί μια πληθώρα υλικών όπως:

- Λαμαρίνες από χάλυβα πάχους από 0,7 ως 20 χιλιοστά.
- Λαμαρίνες από ανοξείδωτο χάλυβα πάχους από 0,7 ως 15 χιλιοστά.
- Λαμαρίνες από κράματα αλουμινίου πάχους από 0,7 ως 10 χιλιοστά.
- Κράματα τιτανίου πάχους από 0,7 ως 10 χιλιοστά.
- Λαμαρίνες χαλκού πάχους από 0,7 ως 3 χιλιοστά.
- Φύλλα πλεξιγκλάς πάχους από 0,7 ως 8 χιλιοστά.

Οι διαστάσεις των φύλλων κοπής κυμαίνονται συνήθως από 2,0 ως 4,0 μέτρα. Οι σωλήνες που μπορούν να κοπούν φτάνουν σε διαμέτρους μέχρι 400 χιλιοστά. Εκτός από τα παραπάνω υλικά και άλλα υλικά όπως ξύλο, κεραμικά, γραφίτης λάστιχο κλπ από μικρά ως μεγάλα πάχη κόβονται με ακρίβεια χωρίς κανέναν απολύτως περιορισμό στο μέγεθος και στο σχήμα τους. Οι ακμές των κατεργασμένων κομματιών παραμένουν ποιοτικά τέλειες και χωρίς θερμική ή μηχανική ζώνη καταπόνησης.

2)Διατρήσεις: Υπάρχει η δυνατότητα διατρήσεων στα παραπάνω υλικά με πολύ μεγάλη ακρίβεια (από 0,08 χιλιοστά), χωρίς οι οπές να χρειάζονται περαιτέρω κατεργασία.

3)Χάραξη: Υπάρχει δυνατότητα αποτύπωσης πάνω στα κομμάτια ανεξίτηλων σημάτων, κωδικών ή ακόμα και χάραξη μονάδων πάνω σε μετρητικά όργανα με μεγάλη ακρίβεια. Με τη χρήση της τεχνολογίας αυτής είναι δυνατό να γίνει σχεδίαση των αντικειμένων σε Η/Υ και προκοστολόγηση των προϊόντων.

Τα σύγχρονα μηχανήματα κοπής με laser έχουν αναπτύξει ξεχωριστές δυνατότητες. Για παράδειγμα μηχανήματα κατηγορίας High Speed προσφέρουν ιδανικό συνδυασμό πηγής ισχύος, τεχνολογίας “flying optic”, ταχύτατου υπολογιστή

(Control), ταχύτητας μετακίνησης(170 m/min ταχύτητα ελεύθερης μετακίνησης) και κοπής καθώς και διαχείρισης - αποθήκευσης εργοτεμαχίων. Ο υπολογιστής μέσω του οποίου γίνεται ο έλεγχος της κατεργασίας ελέγχει την πηγή, τους ενισχυτές, κατ' επέκταση τους ψηφιακούς κινητήρες και τέλος το αυτόματο σύστημα διαχείρισης λαμαρίνας. Η ακρίβεια τοποθέτησης των αξόνων μπορεί να φτάσει στα 0,015 μm και η ακρίβεια κοπής με την μέγιστη επιτρεπτή ταχύτητα κοπής μπορεί να φτάσει στα $\pm 0,02$ mm. Μεγάλη είναι η εξέλιξη στον τομέα των πηγών laser. Στις πηγές τελευταίας τεχνολογίας είναι δυνατόν κάθε kw να είναι αυτόνομο και ανεξάρτητο από τα άλλα. Υπάρχουν ειδικές διατάξεις πηγών στις οποίες τα Ηλεκτρόδια της πηγής βρίσκονται στην περιφέρεια της σωλήνας σε ελικοειδή μορφή και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την ομοιόμορφη κατανομή ενέργειας, ο συντελεστής της οποίας αγγίζει την μονάδα.

(στ) Υδροκοπή

Εκτός από τις «θερμικές» μεθόδους κοπής ελασμάτων υπάρχει και μια μηχανική μέθοδος για κοπές ελασμάτων υψηλών απαιτήσεων και αυτή είναι η υδροκοπή. Η μέθοδος αυτή επιτυγχάνει ακριβείς και ποιοτικές κοπές σε περιπτώσεις κοπής δύσκολα κατεργάσιμων υλικών αλλά και ελασμάτων ιδιαίτερα μεγάλου πάχους.

Η κοπή του περιγράμματος του ελάσματος που επιδιώκεται να αφαιρεθεί με την υδροκοπή γίνεται με την εκτόξευση μιας πολύ λεπτής δέσμης νερού με πολύ μεγάλη ταχύτητα στα σημεία του υλικού που θέλουμε να κόψουμε. Για να μπορέσει όμως να διαμορφωθεί αυτή η δέσμη αλλά και να εφαρμοστεί με ακρίβεια στο υπό κοπή περίγραμμα, χρειάζεται αφενός μεν το νερό που θα εκτοξευθεί να βρεθεί σε συνθήκες πολύ υψηλής πίεσης (της τάξεως χιλιάδων ατμοσφαιρών), αφετέρου δε να υποχρεωθεί να διέλθει μέσα από ένα κατάλληλα διαμορφωμένο ακροφύσιο.

Η υψηλή πίεση εξασφαλίζει την πολύ μεγάλη ταχύτητα που είναι μια από τις προϋποθέσεις για να αναπτυχθεί τοπικά η αναγκαία δύναμη αποβολής του υλικού. Το ακροφύσιο εξασφαλίζει τη διαμόρφωση της δέσμης που είναι αφενός μεν είναι κι αυτή απαραίτητη συνιστώσα του μηχανικού σχεδιασμού της κοπής, αφετέρου δε εξασφαλίζει μια πολύ μεγάλη ακρίβεια κοπής.

Για να μπορέσει να λειτουργήσει σωστά μια μηχανή υδροκοπής πρέπει να διαθέτει παράλληλα διάταξη ασφαλούς απορρόφησης και διασκορπισμού της ενέργειας της δέσμης του νερού, μετά την αφαίρεση τμήματος του ελάσματος.

Η υψηλή πίεση του νερού επιτυγχάνεται με αντλίες υψηλής πίεσης, οι οποίες είναι πάντοτε αντλίες θετικού εκτοπίσματος. Συνήθως είναι εμβολοφόρες και λειτουργούν με πίεση λαδιού και μπορούν να επιτύχουν πιέσεις μέχρι 4000 ατμόσφαιρες. Ο έλεγχος της πίεσης του νερού γίνεται μέσω του ελέγχου της πίεσης

του λαδιού. Οι μηχανές υδροκοπής όταν πρέπει να κατεργαστούν σκληρά υλικά, συχνά χρειάζεται να χρησιμοποιήσουν μια δέσμη νερού εμπλουτισμένη με λειαντικό υλικό σε κόκκους.

Εφαρμογές υδροκοπής

Οι μηχανές υδροκοπής είναι κατάλληλες για κοπή πολλών υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός ευρύτατου φάσματος τελικών προϊόντων, όπως χάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, αλλά και γυαλί, μάρμαρο, ξύλο, ελαστικό κλπ. Η τεχνολογία μηχανών υδροκοπής έχει εξελιχθεί σημαντικά ώστε να προσφέρει ποιότητα κατασκευής σε συνδυασμό με αυξημένη λειτουργικότητα. Οι διαστάσεις των μηχανών μπορούν να κατασκευάζονται κατά παραγγελία και η δυναμικότητα τους να προσαρμόζεται στην εκάστοτε ζητούμενη κατεργασία. Οι διαστάσεις του τραπεζιού κοπής μπορούν διαμορφώνονται ανάλογα με τη ζήτηση, η αντλία υψηλής πίεσης που διαθέτουν μπορεί να έχει μεγάλη ιπποδύναμη (30 ίππων ή και μεγαλύτερη), ενώ η καθοδήγηση του τραπεζιού μπορεί να γίνεται ψηφιακά από εξωτερικό control (CNC).

Η ακρίβεια θέσης που επιτυγχάνεται μπορεί να φτάσει τα +/- 0,035 mm, η ταχύτητα κίνησης τα 25 m/min και το πάχος κοπής τα 300mm. Οι σύγχρονες μηχανές υδροκοπής επιτυγχάνουν κοπές με δέσμη νερού σε συνδυασμό με ειδική πούδρα (abrasive), καθώς και κοπές τριών αξόνων ψηφιακά καθοδηγούμενες από CNC control.

Στις σύγχρονες μηχανές υδροκοπής έχουν δοθεί πρωτοπόρες λύσεις, τόσο στο σύστημα κίνησης και οδήγησης των μηχανών, όσο και στις κεφαλές κοπής και τις πνευματικές βαλβίδες. Σε ειδικές πατέντες μηχανών υδροκοπής έχουμε υψηλής απόδοσης κεφαλές κοπής που αποτελούνται συνολικά από 3 στοιχεία. Αυτό έχει σαν συνέπεια να υπάρχουν λιγότερα υλικά εκτεθειμένα σε φθορά, μικρότεροι χρόνοι καθυστέρησης για αλλαγές, αλλά και υψηλότερη ποιότητα κοπής.

2.2.13. Κάμψη ελασμάτων

Η τεχνολογία κάμψης των ελασμάτων περιλαμβάνει βασικά δύο τύπους εργαλειομηχανών, τις στραντζόπρεσες και τα μηχανήματα καμπύλωσης των ελασμάτων. Η κάμψη των λαμαρινών αποτελεί μια δύσκολη κατασκευαστική διαδικασία γιατί στην πράξη θέτει σημαντικές απαιτήσεις που επηρεάζουν την παραγωγική διαδικασία σε ένα μηχανουργείο ή σε ένα εργοστάσιο. Η προσέγγιση της μηχανικής της κάμψης έχει δύο πλευρές. Η μια έχει να κάνει με την ανάλυση των καταπονήσεων που υφίσταται το υλικό και η άλλη με τον υπολογισμό των εσωτερικών τάσεων που αναπτύσσονται εντός του καμπτόμενου ελάσματος.

Αναφορικά με τη σειρά των φάσεων σε μια παραγωγική διαδικασία στραντζαρίσματος αυτά που κυρίως απατούνται είναι εκτός από τους θεωρητικούς υπολογισμούς των δυνάμεων και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών, η εκτίμηση της συμπεριφοράς του υλικού, του οποίου οι ιδιότητες όπως είδαμε δεν μπορούν να προκαθορισθούν πάρα μόνο με κάποιες ανοχές.

Βέβαια οι μηχανές αριθμητικού ελέγχου που καλύπτουν πλέον και τον τομέα των σύγχρονων στραντζοπρεσών έχουν δώσει νέες δυνατότητες αυτοματοποίησης και είναι εφοδιασμένες με ειδικό λογισμικό προετοιμασίας της εργασίας. Οι σύγχρονες στραντζόπρεσες που υποστηρίζονται από την τεχνολογία CNC έχουν εξαιρετικά τεχνικά χαρακτηριστικά όπως ισχυρό πλαίσιο, πολύ μικρές ανάγκες συντήρησης, η δε σφυρηλάτηση γίνεται με μια ειδικά σχεδιασμένη ηλεκτρομηχανική λειτουργία η οποία επιτρέπει να έχουμε ταχύτητα σφυριού μέχρι 900 H/min. Επιτρέπει επίσης ταχύτητα αξόνων (X,Y) 100m/min.

Από τη σκοπιά των αυστηρά μηχανικών χαρακτηριστικών της κατεργασίας πρέπει να σημειωθεί ότι μια σύγχρονη στραντζόπρεσα μπορεί ενδεικτικά να επιτύχει μέγιστη πίεση 28 τόνους και να παρέχει δυνατότητες στραντζαρίσματος έως 25mm. και φαρμαρίσματος μέχρι 12mm. Παράλληλα η τεχνολογία CNC της δίνει τη δυνατότητα να έχει σύστημα αυτόματης λίπανσης των εργαλείων.

Μολονότι πάντως οι σύγχρονες στραντζόπρεσες που χρησιμοποιούν τεχνολογία CNC έχουν κάνει τεράστια βήματα ως προς τις δυνατότητες και τη λειτουργικότητά τους η ιδιαιτερότητα που έχει το στραντζάρισμα ως κατασκευαστική διαδικασία δεν έχει επιτρέψει να εξαλειφθεί ο αστάθμητος ανθρώπινος παράγοντας. Έτσι λοιπόν ακόμα και σήμερα μια σωστή κατασκευή απαιτεί έμπειρο χειριστή και χρονοβόρο σχεδιασμό.

Πάντως η τεχνολογία CNC έχει βελτιώσει τις δυνατότητες και των μηχανημάτων κάμψης και κυλίνδρωσης. Έτσι λοιπόν ένα μηχάνημα κάμψης και κυλίνδρωσης με τρία ράουλα διαμόρφωσης, μπορεί να διαθέτει τη δυνατότητα σημαντικών ρυθμίσεων κατά τη λειτουργία. Για παράδειγμα μπορεί να έχει ράουλα απεριόριστα ρυθμιζόμενα από 1 – 16 rpm της ονομαστικής ταχύτητας και το μεσαίο ράουλο ρυθμιζόμενο ανεξάρτητα της ονομαστικής ταχύτητας στο βέλτιστο. Μπορεί επίσης να επιτυγχάνει ρύθμιση άξονα X (διαδρομή) απεριόριστα μεταβαλλόμενη και συνεχή έλεγχο διαδρομής 2 αξόνων.

2.2.14. Συγκόλληση μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο (ηλεκτροσυγκόλληση τόξου)

Η συγκόλληση μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο είναι μία μέθοδος συγκόλλησης κατά την οποία ένα εύτηκτο επενδεδυμένο ηλεκτρόδιο λιώνει στο σημείο σύνδεσης των μετάλλων, τα οποία βρίσκονται σε ρευστή κατάσταση. Ένα τόξο το οποίο αποδίδει αρκετή ενέργεια για το λιώσιμο του μετάλλου, παράγεται από το ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο εξέρχεται από ένα άνοιγμα. Ο αέρας ο οποίος υπάρχει μέσα σε αυτό το άνοιγμα προσφέρει υψηλή αντίσταση προς το τόξο, προκαλώντας την υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας. Οι θερμοκρασίες στο σημείο όπου υπάρχει ρευστοποιημένο μέταλλο μπορεί να φτάσουν από 3300 °C έως 5500 °C. Το μέταλλο του ηλεκτροδίου λιώνει μαζί με τα προς συγκόλληση μέταλλα, για να σχηματιστεί η συγκόλληση.

Η συγκόλληση με ηλεκτρικό τόξο απαιτεί ηλεκτρόδια. Το ηλεκτρόδιο είναι το μέταλλο γεμίσματος το οποίο προστίθεται κατά τη συγκόλληση. Τα πρώτα ηλεκτρόδια που παρουσιάστηκαν ήταν υπό τη μορφή ράβδων, αλλά δεν ήταν πολύ αποτελεσματικά για πολλές εφαρμογές συγκόλλησης μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο. Αυτά τα ηλεκτρόδια δημιουργούν ένα ασταθές τόξο, το οποίο είναι δύσκολο να ξεκινήσει και να κρατηθεί σταθερό, ενώ συγχρόνως αλλοιώνεται από το οξυγόνο και το άζωτο του αέρα, δημιουργώντας μια ανίσχυρη και εύθραυστη συγκόλληση. Ο αέρας ο οποίος επηρεάζει μια απροστάτευτη συγκόλληση, συνίσταται από 21% οξυγόνο και από 78% άζωτο. Το υπόλοιπο 1% αποτελείται από μερικά άλλα αέρια τα οποία αναμιγνύονται με τα διάφορα αιωρούμενα σωματίδια του αέρα. Σε μερικές εφαρμογές ακόμη και σήμερα, χρησιμοποιούνται τα ηλεκτρόδια υπό μορφή ράβδων.

Το μεταλλικό σύρμα του ηλεκτροδίου καλύπτεται με μια εύτηκτη επένδυση, η οποία παρέχει προστασία κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης. Αυτή η εύτηκτη επένδυση καίγεται και παράγει διάφορα αέρια κατά τη συγκόλληση, τα οποία προστατεύουν το σημείο συγκόλλησης από τον αέρα, προφυλάσσοντας έτσι τη λιωμένη κόλληση από την οξείδωση. Επίσης, η επένδυση του ηλεκτροδίου βοηθάει στο άναμμα και στη διατήρηση σταθερού τόξου, κάνοντας έτσι τη συγκόλληση ευκολότερη. Η λιωμένη επένδυση επίσης, διευκολύνει το λιωμένο μέταλλο να επικάθεται στο αντικείμενο, ενώ συγχρόνως αφαιρεί από το λιωμένο μέταλλο τυχόν ακαθαρσίες ή οξείδια τα οποία ανέρχονται στην επιφάνεια της συγκολλητικής ραφής, δημιουργώντας έτσι μια επιφανειακή κρούστα, η οποία προστατεύει την κόλληση από την οξείδωση έως ότου ψυχθεί. Αυτή η κρούστα στη συνέχεια αφαιρείται και απομακρύνεται με ένα σφυρί και με μία συρματοβουρτσα. Εάν δεν αφαιρεθεί αυτή η κρούστα, τότε θα έχουμε πρόβλημα στη συγκόλληση, ειδικά όταν απαιτείται και μια δεύτερη ραφή πάνω από την ήδη υπάρχουσα.

2.3. Κατεργασίες: Παλαιότερη κατάσταση

Κατά την πάροδο των ετών πολλά εξαρτήματα του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ έχουν υποστεί αλλαγές, βελτιώσεις όσον αφορά τον τρόπο κατασκευής τους και άλλα εξαρτήματα καταργήθηκαν ή αντικαταστήθηκαν από άλλα.

Στις επόμενες ενότητες θα περιγραφούν οι κατεργασίες επιλεγμένων εξαρτημάτων από τα υποσυστήματα που προαναφέρθηκαν, όπως πραγματοποιούνταν πριν τη χρήση εργαλειομηχανών αριθμητικού ελέγχου. Στα υπόλοιπα εξαρτήματα ο τρόπος κατεργασίας έχει παραμείνει ίδιος.

Η σειρά των κατεργασιών των επιμέρους εξαρτημάτων των υποσυστημάτων περιγράφεται στους πίνακες στις ενότητες που ακολουθούν. Κάθε πίνακας περιγράφει τη σειρά των κατεργασιών, τις εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται (αν χρησιμοποιούνται) και το συνολικό χρόνο της κατεργασίας. Στις περιπτώσεις όπου δεν χρησιμοποιείται εργαλειομηχανή σε κάποια φάση κατεργασίας, γράφεται η λέξη "Όχι" και αναφέρεται η μέθοδος που χρησιμοποιείται.

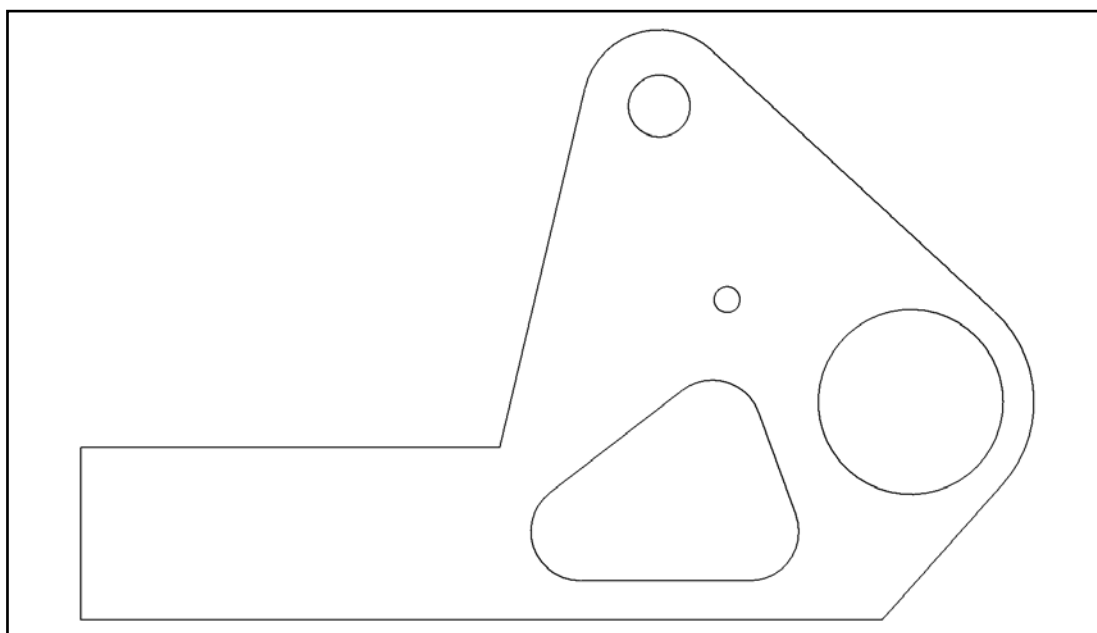
2.3.1. Σκελετός

Ο σκελετός είναι συγκολλητή κατασκευή. Η μέθοδος συγκόλλησης που χρησιμοποιείται είναι η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου.

Τα τμήματα που θα μας απασχολήσουν βρίσκονται στο κέλυφος της αντλίας και είναι:

1. Η εξωτερική πλευρά του κελύφους αντλίας.
2. Το ενδιάμεσο τοίχωμα του κελύφους αντλίας.

1. Εξωτερική πλευρά κελύφους αντλίας.

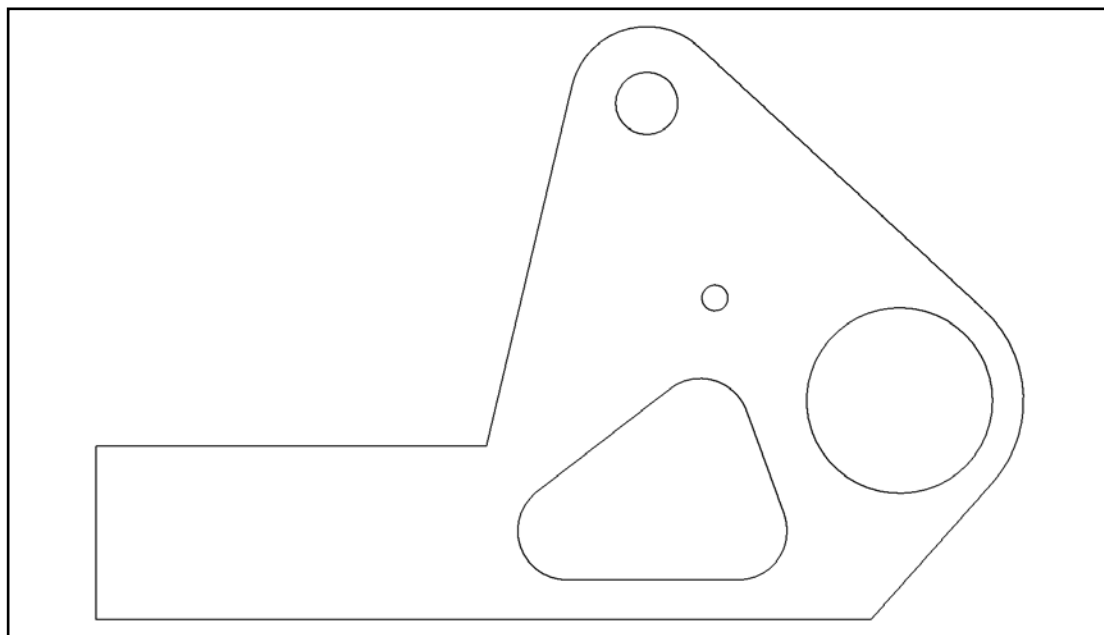


Σχήμα 2.30: Προφίλ εξωτερικής πλευράς κελύφους αντλίας

Πίνακας 2.15: Εξωτερική πλευρά κελύφους αντλίας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι - Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι - Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι - Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 60 min		

2. Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας.



Σχήμα 2.31: Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας

Πίνακας 2.16: Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι - Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι - Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι - Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 60 min		

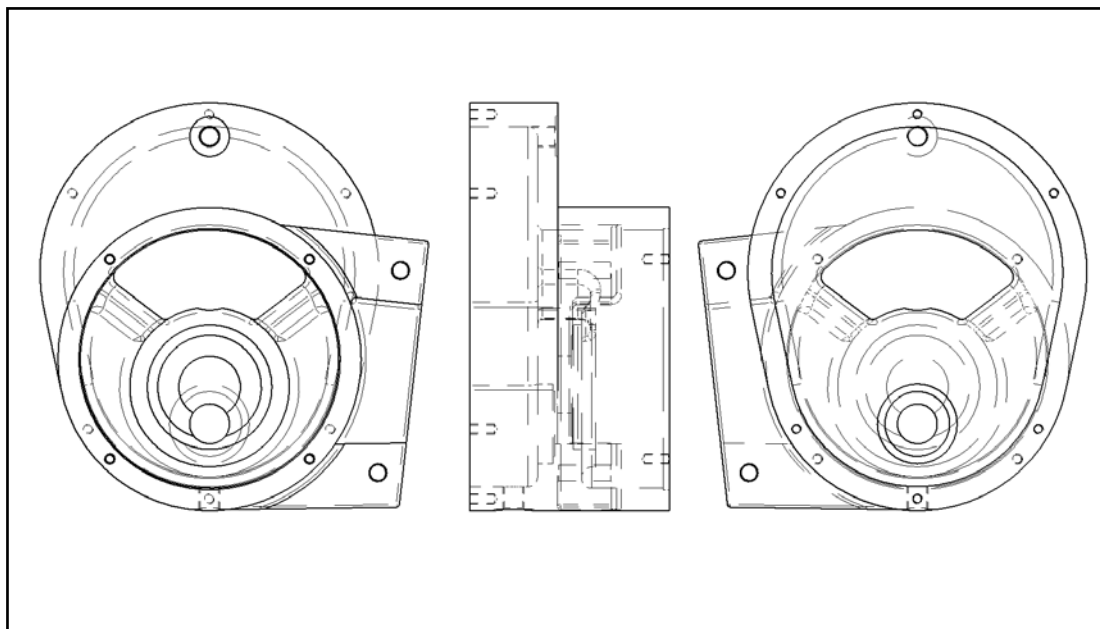
2.3.2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης

Τα εξαρτήματα που θα μας απασχολήσουν από το υποσύστημα μετάδοσης κίνησης είναι:

1. Το κέλυφος του διβάθμιου μειωτήρα στροφών.
2. Το στρογγυλό καπάκι του διβάθμιου μειωτήρα στροφών.
3. Το ελλειπτικό καπάκι του διβάθμιου μειωτήρα στροφών.
4. Το κέλυφος του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.

1. Κέλυφος διβάθμιου μειωτήρα στροφών.

Το κέλυφος του διβάθμιου μειωτήρα στροφών είναι χυτό εξάρτημα από χυτοσίδηρο το οποίο κατεργάζεται και αποκτά την επιθυμητή μορφή και διαστάσεις. Η τελική μορφή του (μετά και την κατεργασία) φαίνεται στο σχήμα 2.32.



Σχήμα 2.32: Κέλυφος διβάθμιου μειωτήρα στροφών

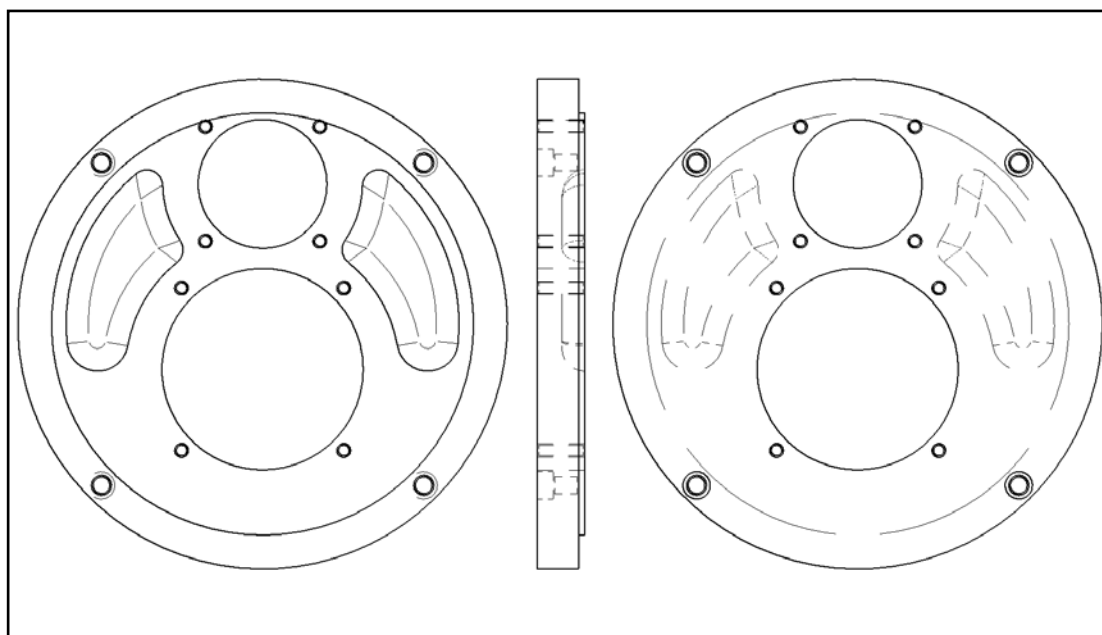
Πίνακας 2.17: Κέλυφος διβάθμιου μειωτήρα στροφών

α/α	Κατεργασίες - Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπα	Τόρνος
2	Διάτρηση	Δράπανο
3	Σπειροτόμηση	Όχι – Σπειροτόμος χειρός
4	Διαμόρφωση οπών	Τόρνος

Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 8 h = 480 min

2. Στρογγυλό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών.

Το στρογγυλό καπάκι του διβάθμιου μειωτήρα στροφών προέρχεται από χύτευση. Το υλικό κατασκευής του είναι χυτοσίδηρος. Στη συνέχεια κατεργάζεται μέχρις ότου αποκτήσει την επιθυμητή μορφή. Στο σχήμα 2.33 φαίνεται η τελική του μορφή.



Σχήμα 2.33: Στρογγυλό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών

Πίνακας 2.18: Στρογγυλό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών

α/α	Κατεργασίες - Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπα	Τόρνος
2	Διάτρηση	Δράπανο
3	Σπειροτόμηση	Όχι – Σπειροτόμος χειρός
4	Διαμόρφωση οπών	Τόρνος
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 2 h = 120 min		

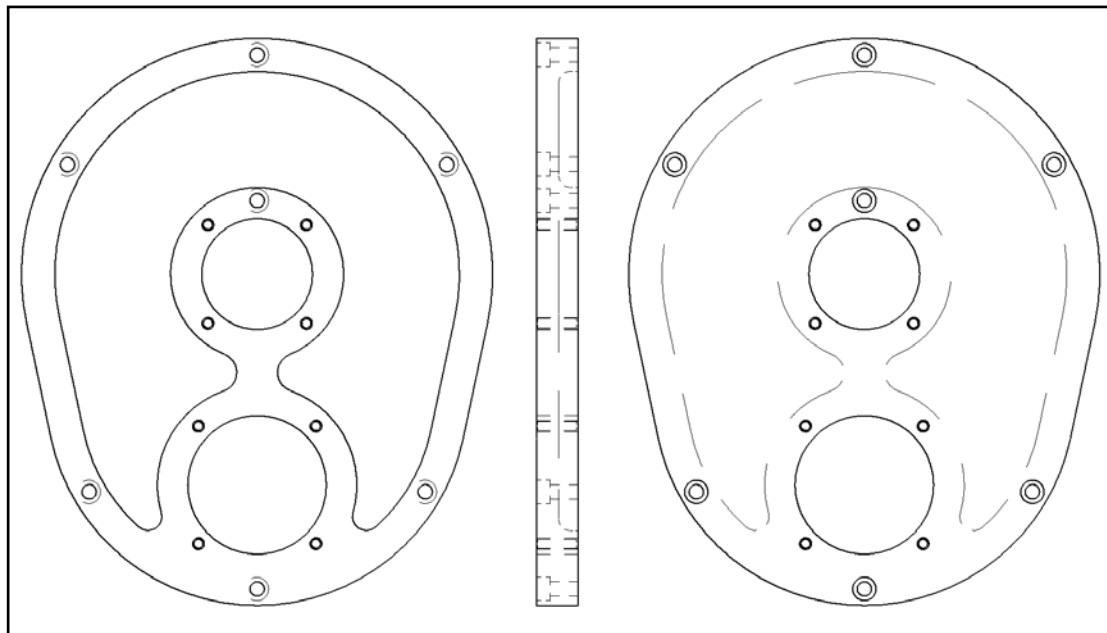
3. Ελλειπτικό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών.

Το ελλειπτικό καπάκι του διβάθμιου μειωτήρα στροφών, όπως το στρογγυλό καπάκι και το κέλυφος είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο. Μετά τη χύτευση, διαμορφώνονται οι επιφάνειες μέχρις ότου αποκτήσουν την τελική μορφή.

Η κατασκευή των τριών αυτών εξαρτημάτων είναι χρονοβόρα και αρκετά δύσκολη. Αυτό συμβαίνει, διότι υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά τις ανοχές θέσεως και μορφής (παραλληλότητες, εκκεντρότητες, ευθυγραμμίες, ομοκυκλικότητες κλπ.). Έτσι, η κατασκευή τους, παλαιότερα, δε γινόταν ανεξάρτητη, όπως πραγματοποιείται σήμερα⁵ με τη χρήση εργαλειομηχανών CNC. Έτσι, κάποιες φάσεις κατεργασίας έπρεπε να πραγματοποιηθούν συγχρόνως στα εξαρτήματα, όπως π.χ. η διάνοιξη των οπών του κελύφους και η διάνοιξη των αντίστοιχων οπών του ενός καπακιού, για την επίτευξη ομοκυκλικότητας και ομοκεντρικότητας.

Το ελλειπτικό καπάκι φαίνεται στο σχήμα 2.34.

⁵ Βλέπε ενότητα 2.4. Κατεργασίες: Νέα κατάσταση



Σχήμα 2.34: Ελλειπτικό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών

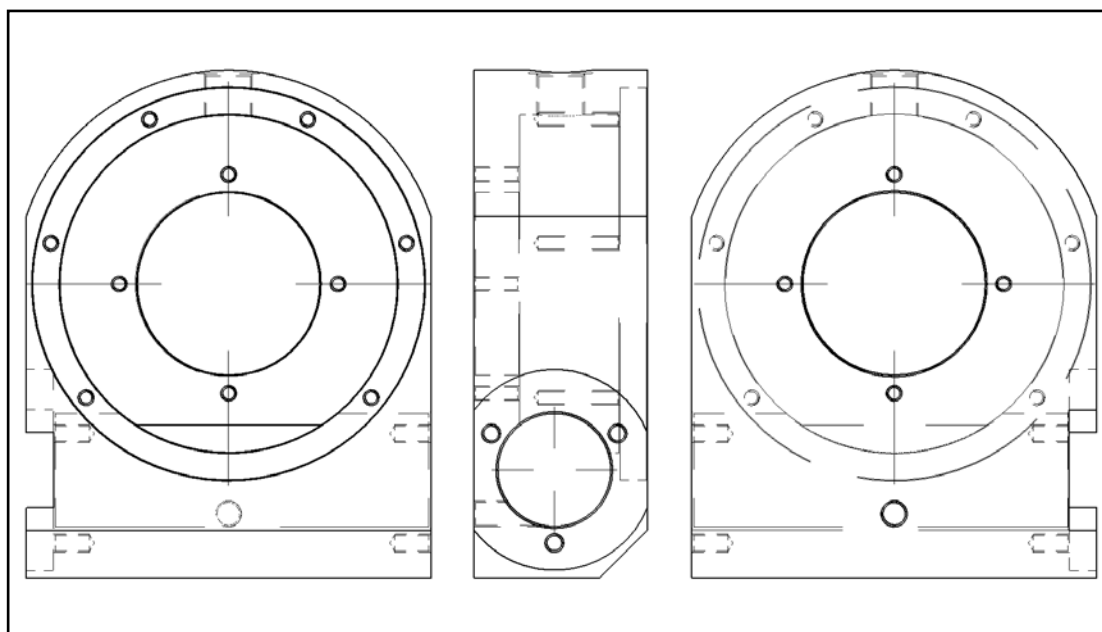
Πίνακας 2.19: Ελλειπτικό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών

α/α	Κατεργασίες - Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπο	Τόρνος - φρέζα
2	Διάτρηση	Δράπανο
3	Σπειροτόμηση	Όχι – Σπειροτόμος χειρός
4	Διαμόρφωση οπών	Τόρνος
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 3 h = 180 min		

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο συνολικός χρόνος κατεργασίας κελύφους και καπακιών είναι περίπου 13 h = 780 min.

4. Κέλυφος μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.

Το κέλυφος του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο και προέρχεται από χύτευση. Το χυτό στη συνέχεια κατεργάζεται μέχρις ότου αποκτήσει την τελική μορφή. Η τελική του μορφή φαίνεται στο σχήμα 2.35 της επόμενης σελίδας.



Σχήμα 2.35: Κέλυφος μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.

Πίνακας 2.20: Κέλυφος μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπα	Τόρνος
2	Διάτρηση	Δράπανο
3	Διαμόρφωση οπών	Τόρνος
4	Σπειροτόμηση	Όχι – Σπειροτόμος χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 8 h = 480 min		

2.3.3. Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού.

2.3.3.1. Κέλυφος άνω αναδευτήρα.

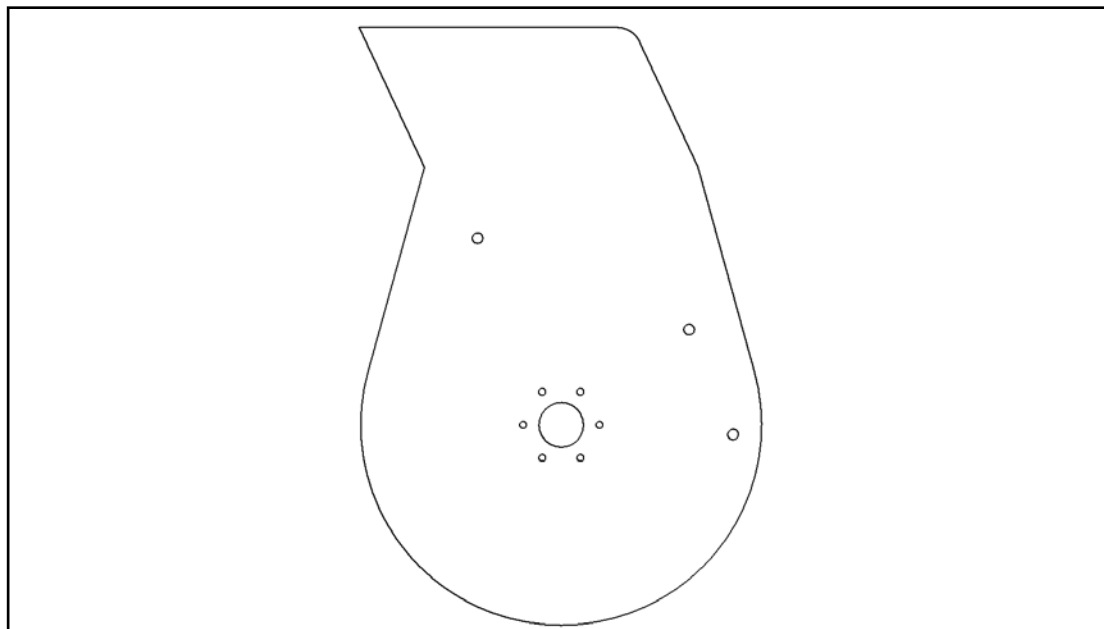
Από το κέλυφος του άνω αναδευτήρα τα τμήματα που θα μας απασχολήσουν είναι:

1. Εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.
2. Εξωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.
3. Βάση οδηγού τάνυσης μάντα τροχαλίας μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.
4. Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

1. Εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

Η εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού είναι κατασκευασμένη από μεταλλικό έλασμα πάχους 5 mm. Η διαμόρφωση του σχήματος με συμβατικά μέσα έχει δύο βασικά μειονεκτήματα: α. Είναι αρκετά χρονοβόρα. Αυτό έχει ως συνέπεια την αύξηση του κόστους παραγωγής.

β. Το τελικό προϊόν δεν αποκτά την επιθυμητή ακρίβεια στις διαστάσεις του με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συναρμολόγηση του αναδευτήρα. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η μορφή της εσωτερικής πλευράς της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού και στον πίνακα 2.21 οι φάσεις κατεργασίας.



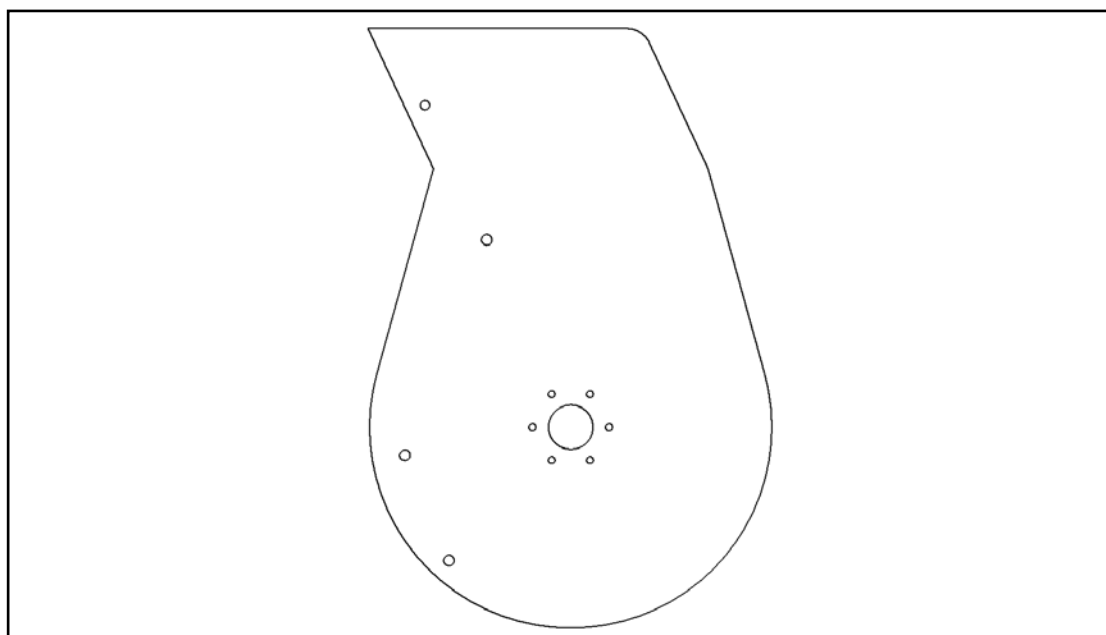
Σχήμα 2.36: Εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

Πίνακας 2.21: Εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι - Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι - Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 1 h = 60 min		

2. Εξωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

Η εξωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού είναι όμοια με την εσωτερική πλευρά. Κατασκευάζεται και αυτή από μεταλλικό έλασμα πάχους 5 mm. Η κατασκευή της περιγράφεται στον πίνακα 2.22 της επόμενης σελίδας.



Σχήμα 2.37: Εξωτερική πλευρά δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

Πίνακας 2.22: Εξωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

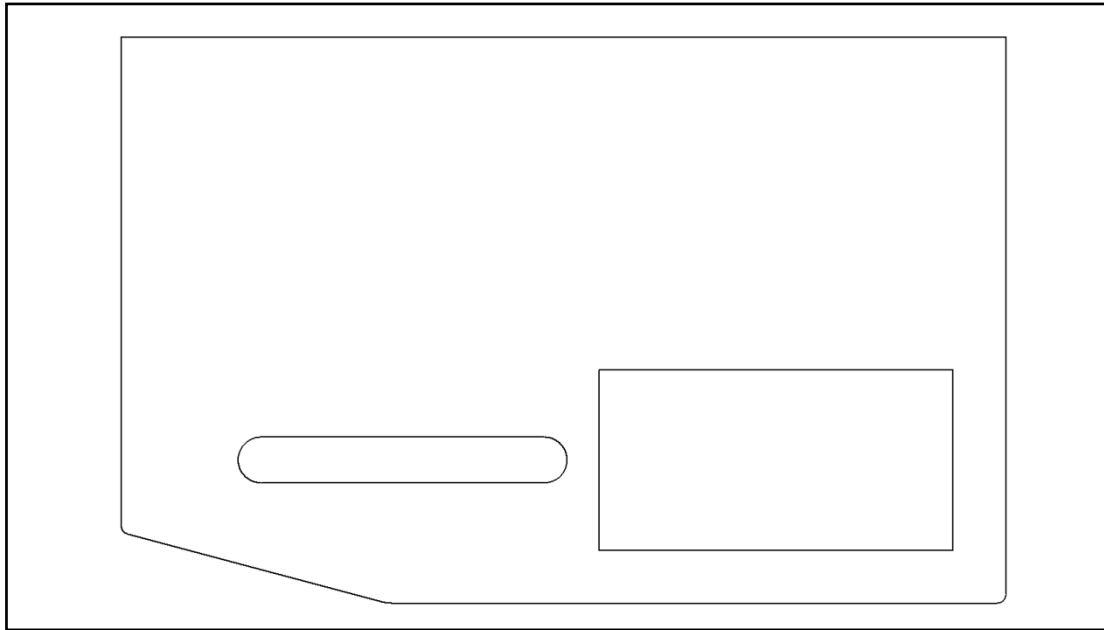
α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 1 h = 60 min		

3. Βάση οδηγού τάνυσης του ιμάντα τροχαλίας του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.

Η βάση οδηγού τάνυσης του ιμάντα τροχαλίας του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας είναι κατασκευασμένη από μεταλλικό έλασμα πάχους 5 mm. Στον πίνακα 2.23 περιγράφονται οι φάσεις κατεργασίας και στο σχήμα 2.38 η τελική μορφή της βάσης.

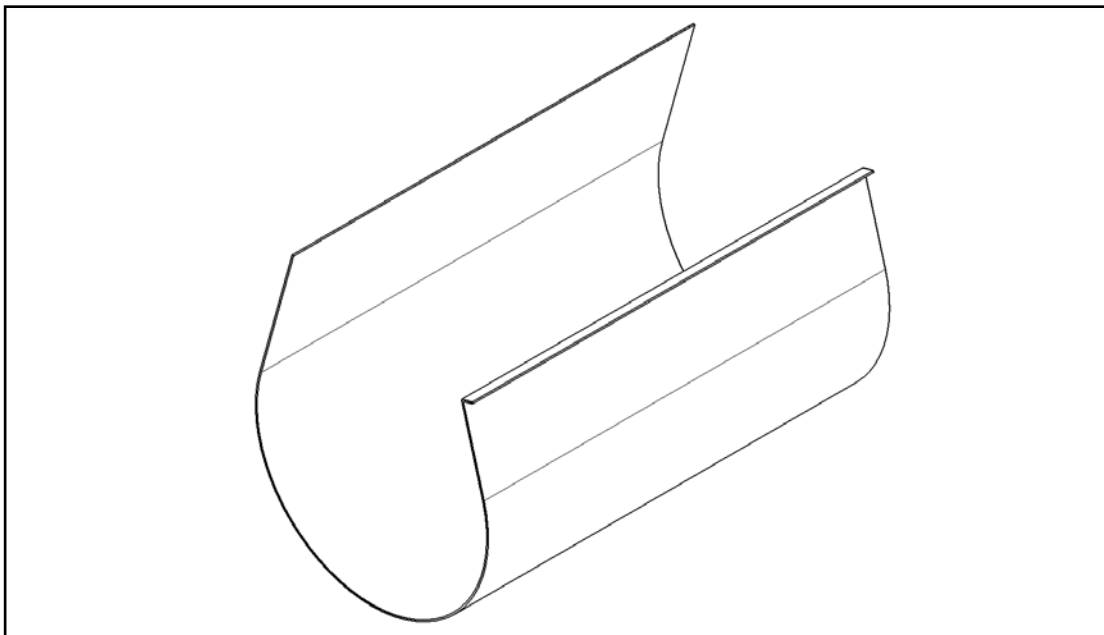
Πίνακας 2.23: Βάση οδηγού τάνυσης ιμάντα τροχαλίας μειωτήρα ατέρμονα κοχλία – κορώνας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 15 min		



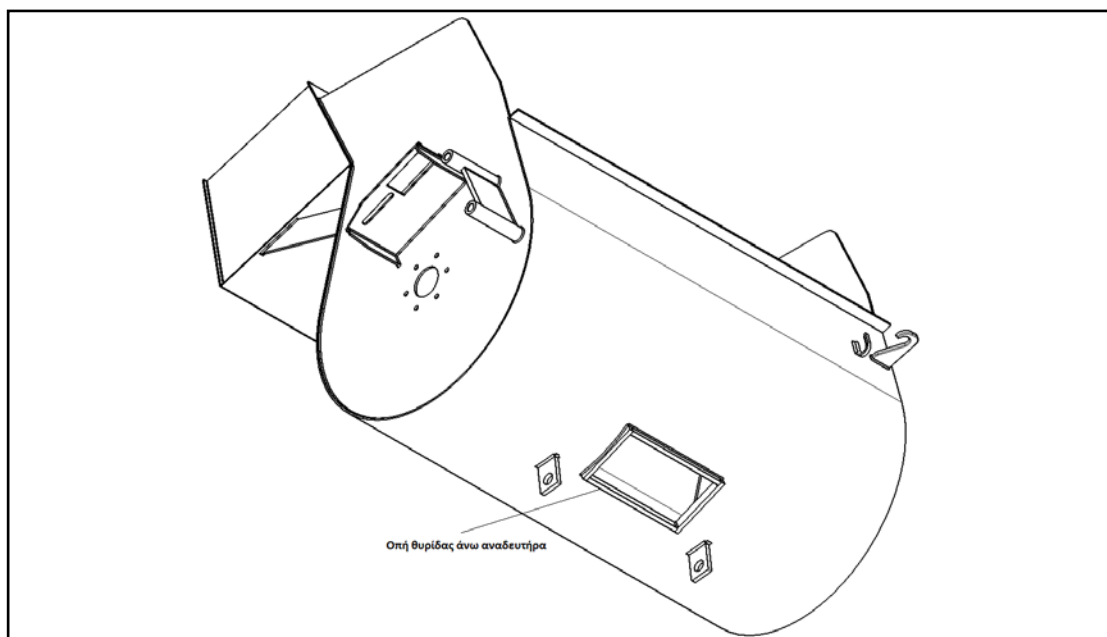
Σχήμα 2.38: Βάση οδηγού τάνυσης του ιμάντα τροχαλίας του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.

4. Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.



Σχήμα 2.39: Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

Η παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού είναι κατασκευασμένη από μεταλλικό έλασμα πάχους 3 mm . Στον πίνακα 2.24 περιγράφονται οι φάσεις κατασκευής της.



Σχήμα 2.40: Άνω αναδευτήρας

Πίνακας 2.24: Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Ηλεκτρικό ψαλίδι
2	Διαμόρφωση επιφάνειας	Μηχανή καμπύλωσης + Στραντζόπρεσσα
4	Διάνοιξη οπής θυρίδας άνω αναδευτήρα	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετιλίνης
5	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
6	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 35-45 min		

2.3.3.2. Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

Από το κέλυφος του άνω αναδευτήρα τα τμήματα που θα μας απασχολήσουν είναι:

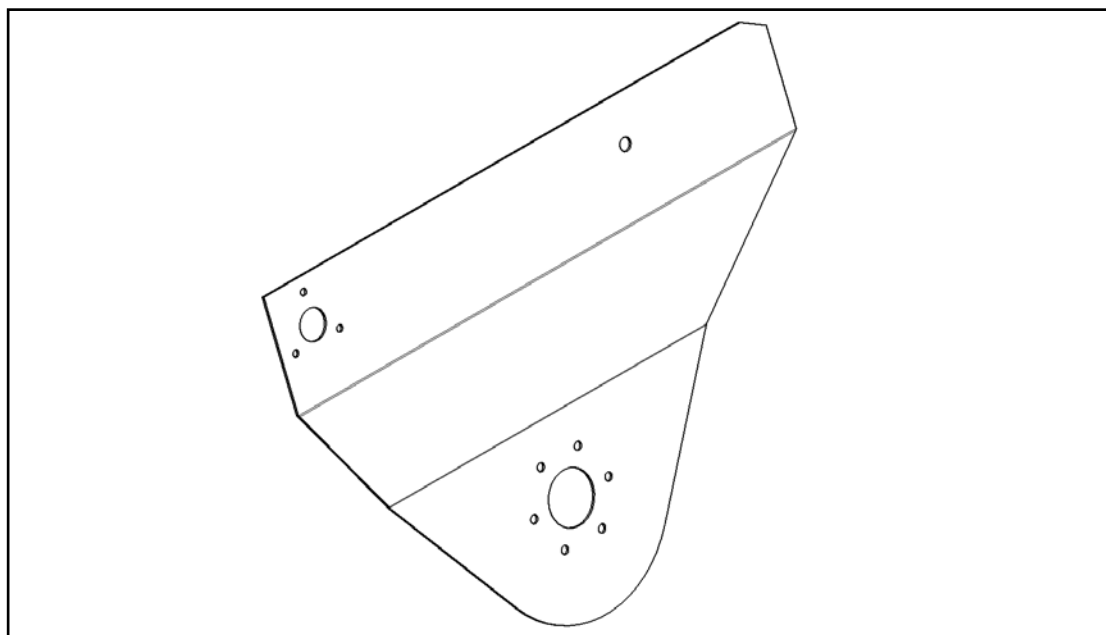
1. Εσωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.
2. Εξωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.
3. Παράπλευρη επιφάνεια του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

1. Εσωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

Η εσωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα είναι κατασκευασμένη από μεταλλικό έλασμα πάχους 3 mm. Στον πίνακα 2.25 περιγράφονται οι φάσεις κατασκευής της και στο σχήμα 2.41 φαίνεται η τελική μορφή της.

Πίνακας 2.25: Εσωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Ηλεκτρικό ψαλίδι
2	Διαμόρφωση επιφάνειας	Στραντζόπρεσσα
3	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – κοπίδι
5	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
6	Διάτρηση	Δράπανο
7	Λείανση	Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 30 min		



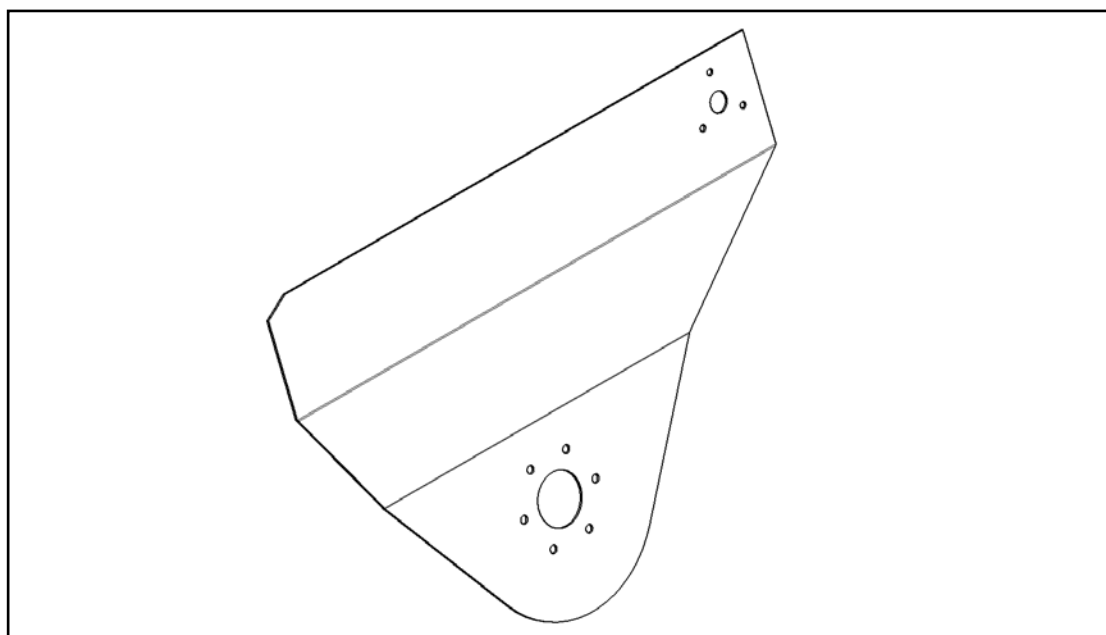
Σχήμα 2.41: Εσωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

2. Εξωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

Η εσωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα είναι κατασκευασμένη από μεταλλικό έλασμα πάχους 3 mm. Στον πίνακα 2.25 περιγράφονται οι φάσεις κατασκευής της και στο σχήμα 2.42 φαίνεται η τελική μορφή της.

Πίνακας 2.26: Εξωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Ηλεκτρικό ψαλίδι
2	Διαμόρφωση επιφάνειας	Στραντζόπρεσσα
3	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – κοπίδι
5	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
6	Διάτρηση	Δράπανο
7	Λείανση	Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 30 min		



Σχήμα 2.42: Εξωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα

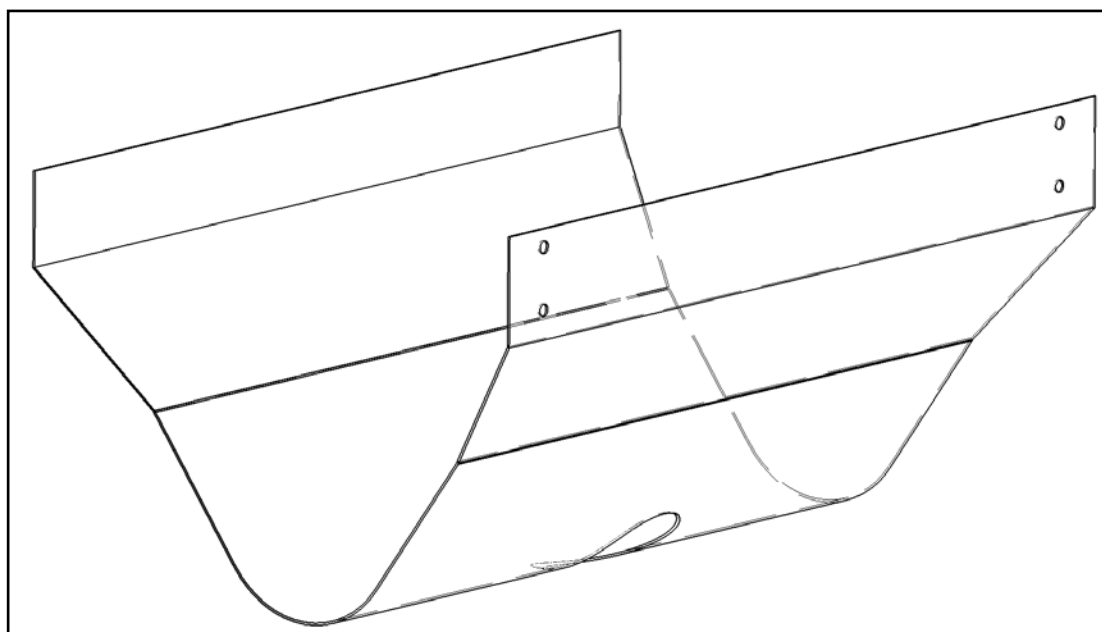
3. Παράπλευρη επιφάνεια του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

Η παράπλευρη επιφάνεια του κελύφους του κάτω αναδευτήρα είναι κατασκευασμένη από μεταλλικό έλασμα πάχους 3 mm. Στον πίνακα 2.27 περιγράφονται οι φάσεις για την κατασκευή της. Στο σχήμα 2.43 φαίνεται η τελική μορφή της επιφάνειας και στο σχήμα 2.44 περιγράφεται η φάση 6 της κατασκευής της. Παρατηρούμε ότι, παλαιότερα, η κατασκευή της παράπλευρης επιφάνειας, όπως και των πλευρών του κελύφους ήταν μια διαδικασία αρκετά χρονοβόρα και επίπονη.

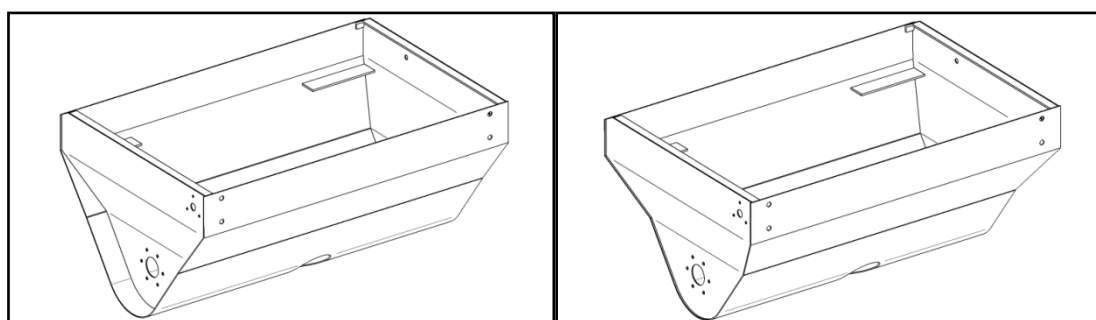
Πίνακας 2.27: Παράπλευρη επιφάνεια κελύφους κάτω αναδευτήρα

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Ηλεκτρικό ψαλίδι
2	Διαμόρφωση επιφάνειας	Μηχανή καμπύλωσης + Στραντζόπρεσσα
3	Διάνοιξη οπής στομίου εξαγωγής μίγματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
5	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
6	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος ⁶	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
7	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
8	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 45 min		

⁶ Μετά τη συγκόλληση της παράπλευρης επιφάνειας με τις πλευρές του κελύφους του κάτω αναδευτήρα αφαιρείται το τμήμα της επιφάνειας που περισεύει εκτός των πλευρών.



Σχήμα 2.43: Παράπλευρη επιφάνεια κελύφους κάτω αναδευτήρα.



Σχήμα 2.44: Κέλυφος κάτω αναδευτήρα – φάση 6 καταργασίας.

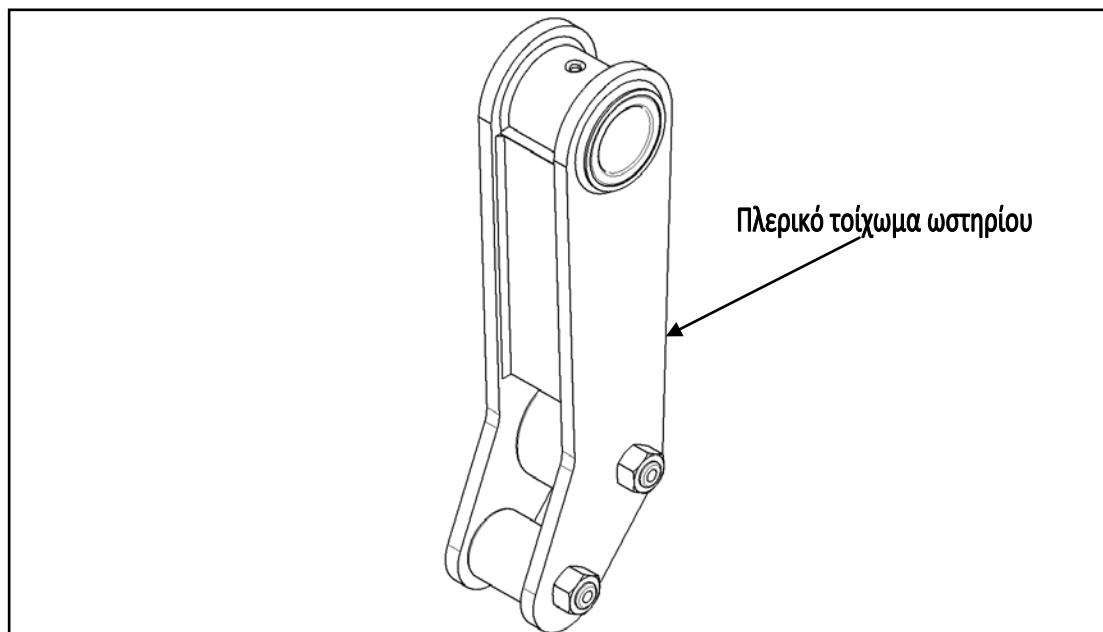
2.3.4. Υποσύστημα άντλησης

2.3.4.1. Ωστήριο

Από την κατασκευή του ωστηρίου θα μας απασχολήσει μόνο το **πλευρικό τοίχωμα ωστηρίου**, το οποίο φαίνεται και στο σχήμα 2.45. Το πλευρικό τοίχωμα του ωστηρίου είναι κατασκευασμένο από μεταλλικό έλασμα πάχους *12 mm*. Η κοπή του προφίλ πραγματοποιούταν, παλαιότερα, με φλόγα οξυγονοασετυλίνης από φλόγιστρο χειρός, με αποτέλεσμα να μην επιτυγχάνεται η επιθυμητή ακρίβεια. Ο πίνακας 2.28 περιγράφει τις φάσεις καταργασίας για την κατασκευή του πλευρικού τοιχώματος του ωστηρίου.

Πίνακας 2.28: Πλευρικό τοίχωμα ωστηρίου

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι – τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 20 min		



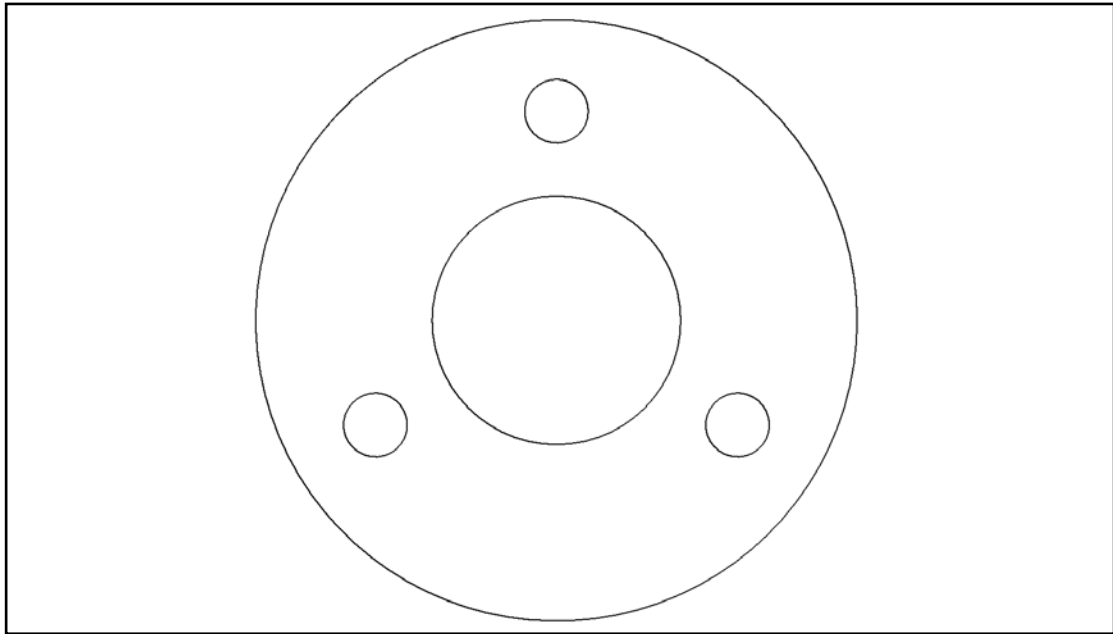
Σχήμα 2.45: Ωστήριο

2.3.4.2. Ασφαλιστική βαλβίδα

Από την ασφαλιστική βαλβίδα θα μας απασχολήσει η φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης. Είναι κατασκευασμένη από μεταλλικό έλασμα πάχους 8 mm. Στον πίνακα 2.29 περιγράφονται οι φάσεις κατεργασίας για την κατασκευή της φλάντζας και στο σχήμα 2.46 η τελική μορφή της φλάντζας.

Πίνακας 2.29: Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι – τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 20 min.		



Σχήμα 2.46: Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης.

2.4. Κατεργασίες: Νέα κατάσταση

Στην παρούσα παράγραφο θα περιγραφούν οι κατεργασίες των παραπάνω εξαρτημάτων όπως πραγματοποιούνται σήμερα με τη χρήση εργαλειομηχανών CNC. Η περιγραφή αυτή θα γίνει με τη μορφή πινάκων, στους οποίους θα αναφέρονται και οι κατεργασίες της παλαιότερης κατάστασης. Οι κατεργασίες - φάσεις οι οποίες θα διαφέρουν ή δεν θα υφίστανται στη νέα κατάσταση διαγράφονται με διακριτή διαγραφή και δίπλα αναγράφεται η νέα μέθοδος κατεργασίας. Με αυτό τον τρόπο θα πραγματοποιηθεί και μία σύγκριση μεταξύ της παλαιότερης και της νέας κατάστασης. Στο τέλος κάθε πίνακα αναγράφεται και ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος της κατεργασίας.

2.4.1. Σκελετός

Ο σκελετός είναι συγκολλητή κατασκευή. Η μέθοδος συγκόλλησης που χρησιμοποιείται είναι η ηλεκτροσυγκόλληση τόξου.

Τα τμήματα που θα μας απασχολήσουν βρίσκονται στο κέλυφος της αντλίας και είναι:

1. Η εξωτερική πλευρά του κελύφους αντλίας.
2. Το ενδιάμεσο τοίχωμα του κελύφους αντλίας.

1. Εξωτερική πλευρά του κελύφους της αντλίας.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 3481,514 \text{ mm}$. Στον πίνακα 2.30 δίνονται οι τιμές της πρόωσης f_z σε mm/min για διάφορα πάχη σε mm μεταλλικού ελάσματος.

Πίνακας 2.30: Τιμές πρόωσης f_z (mm/min)

Πάχος μεταλλικού ελάσματος (mm)	Πρόωση f_z (mm/min)
3	3500
4	3000
5	2200
8	1200
12	1000

Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 12 mm προκύπτει:

$$t = \frac{S}{f_z} = \frac{3481,514}{1000} \text{ min} = 3,48 \text{ min}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80.
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις 1250×2500 mm. Κάθε φύλλο παράγει 10 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 8 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $8 \times 5 = 40 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας: $80 \times 3,5 = 280 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 280 + 40}{80} = 4,25 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.31: Εξωτερική πλευρά κελύφους αντλίας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι – Φλόγα εξυγνοασετυλίνης Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Αείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 60 min		4,25 min

2. Ενδιάμεσο τοίχωμα του κελύφους της αντλίας.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 3431,514 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 12 mm προκύπτει:

$$t = \frac{S}{f_z} = \frac{3431,514}{1000} \text{ min} = 3,43 \text{ min}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις 1250×2500 mm. Κάθε φύλλο παράγει 10 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 8 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: 8×5=40 min.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: 80×3,43=274,4 min.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 274,4 + 40}{80} \cong 4 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.32: Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοαετολίνης Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 60 min 4 min		

2.4.2. Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης

Τα εξαρτήματα που θα μας απασχολήσουν από το υποσύστημα μετάδοσης κίνησης είναι:

1. Το κέλυφος του διβάθμιου μειωτήρα στροφών.
2. Το στρογγυλό καπάκι του διβάθμιου μειωτήρα στροφών.
3. Το ελλειπτικό καπάκι του διβάθμιου μειωτήρα στροφών.
4. Το κέλυφος του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.

1. Κέλυφος διβάθμιου μειωτήρα στροφών.

Για τον υπολογισμό του χρόνου κατεργασίας θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80.
- Χρόνος προετοιμασίας κέντρου κατεργασίας CNC: 120 min.
- Νεκροί χρόνοι: 15·80=1200 min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: 45×80=3600 min.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{120 + 1200 + 3600}{80} \cong 62 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.33: Κέλυφος διβάθμιου μειωτήρα στροφών

α/α	Κατεργασίες - Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπα	Τόρνος Κέντρο κατεργασίας CNC
2	Διάτρηση	Δράπανο Κέντρο κατεργασίας CNC
3	Σπειροτόμηση	Όχι - Σπειροτόμος χειρός Κέντρο κατεργασίας CNC
4	Διαμόρφωση οπών	Τόρνος Κέντρο κατεργασίας CNC
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 8 h = 480 min 62 min		

2. Στρογγυλό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών.

Για τον υπολογισμό του χρόνου κατεργασίας θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80.
- Χρόνος προετοιμασίας κέντρου κατεργασίας CNC: 120 min.
- Νεκροί χρόνοι: $5 \cdot 80 = 400$ min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: $25 \cdot 80 = 2000$ min.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{120 + 400 + 2000}{80} \cong 32 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.34: Στρογγυλό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών

α/α	Κατεργασίες - Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπο	Τόρνος Κέντρο κατεργασίας CNC
2	Διάτρηση	Δράπανο Κέντρο κατεργασίας CNC
3	Σπειροτόμηση	Όχι - Σπειροτόμος χειρός Κέντρο κατεργασίας CNC
4	Διαμόρφωση οπών	Τόρνος Κέντρο κατεργασίας CNC
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 2 h = 120 min 32 min		

3. Ελλειπτικό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών.

Για τον υπολογισμό του χρόνου κατεργασίας θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80.
- Χρόνος προετοιμασίας κέντρου κατεργασίας CNC: 120 min.
- Νεκροί χρόνοι: $5 \cdot 80 = 400$ min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: $25 \cdot 80 = 2000$ min.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{120 + 400 + 2000}{80} \cong 32 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.35: Ελλειπτικό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών

α/α	Κατεργασίες - Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπο	Τόρνος Κέντρο κατεργασίας CNC
2	Διάτρηση	Δράπανο Κέντρο κατεργασίας CNC
3	Σπειροτόμηση	Όχι - Σπειροτόμος χειρός Κέντρο κατεργασίας CNC
4	Διαμόρφωση οπών	Τόρνος Κέντρο κατεργασίας CNC
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 3 h = 180 min 32 min		

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο συνολικός χρόνος κατεργασίας κελύφους και καπακιών είναι περίπου 126 min . Για την κατασκευή 80 τεμαχίων από το καθένα θα χρειαστούν: $80 \times 126 = 10800 \text{ min} \cong 168 \text{ h} \cong \mathbf{21 \text{ ημέρες}}$ (1 ημέρα κατεργασίας = 8 h).

Παλαιότερα, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, ο χρόνος κατεργασίας ενός σετ κελύφους – καπακιών ανερχόταν στις 13 h . Επομένως, για την κατασκευή 80 τέτοιων σετ απαιτούνται τουλάχιστον $80 \times 13 = 1040 \text{ h} = \mathbf{130 \text{ ημέρες}}$ (1 ημέρα κατεργασίας = 8 h).

4. Κέλυφος μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώννας.

Για τον υπολογισμό του χρόνου κατεργασίας θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80.
- Χρόνος προετοιμασίας κέντρου κατεργασίας CNC: 120 min.
- Νεκροί χρόνοι: $15 \cdot 80 = 1200 \text{ min}$.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: $45 \cdot 80 = 3600 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{120 + 1200 + 3600}{80} \cong 62 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.36: Κέλυφος μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώννας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Πρόσωπα	Χρόνος Κέντρο κατεργασίας CNC
2	Διάτρηση	Δράπανο Κέντρο κατεργασίας CNC
3	Διαμόρφωση οπών	Χρόνος Κέντρο κατεργασίας CNC
4	Σπειροτόμηση	Όχι Σπειροτόμος χειρός Κέντρο κατεργασίας CNC
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 8 h = 480 min 62 min		

2.4.3. Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού

2.4.3.1. Κέλυφος άνω αναδευτήρα

Από το κέλυφος του άνω αναδευτήρα τα τμήματα που θα μας απασχολήσουν είναι:

1. Εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.
2. Εξωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.
3. Βάση οδηγού τάνυσης του ιμάντα τροχαλίας του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώννας.
4. Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

1. Εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 2978,926 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 5 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 2200 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{2978,926}{2200} \cong 1,35 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις $1250 \times 2500 \text{ mm}$. Κάθε φύλλο παράγει 4 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 20 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $20 \times 5 = 100 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: $80 \times 1,35 = 108 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 100 + 108}{80} = 2,85 \text{ min} \cong 3 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.37: Εσωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετολίνης Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 1 h = 60 min 3 min		

2. Εξωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 3032,333 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 5 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 2200 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{3032,333}{2200} = 1,4 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις $1250 \times 2500 \text{ mm}$. Κάθε φύλλο παράγει 4 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 20 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $20 \times 5 = 100 \text{ min}$.

- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: $80 \times 1,4 = 112$ min.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 100 + 112}{80} = 2,9 \text{ min} \cong 3 \text{ min.}$$

Στον πίνακα 2.38 περιγράφονται οι φάσεις κατεργασίας της εσωτερικής πλευράς της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

Πίνακας 2.38: Εξωτερική πλευρά της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι Φλόγα οξυγόνου ασετυλίνης Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 1 h = 60 min 3 min		

3. Βάση οδηγού τάνυσης του μάντα τροχαλίας του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 1290,218 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 5 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 2200 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{1290,218}{2200} = 0,586 \text{ min.}\Delta$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις $1250 \times 2500 \text{ mm}$. Κάθε φύλλο παράγει 67 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 2 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $2 \times 5 = 10 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: $80 \times 0,586 = 47 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 10 + 47}{80} \cong 1 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.39: Βάση οδηγού τάνυσης του μάντα τροχαλίας του μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ μεταλλικού ελάσματος	Όχι Φλόγα οξυγονοασετυλίνης Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 15 min 1 min		

4. Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 6760 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 4 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 3000 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{6760}{3000} = 2,25 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις $1250 \times 2500 \text{ mm}$. Κάθε φύλλο παράγει 1 τεμάχιο. Επομένως, χρειάζονται 80 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $80 \times 5 = 400 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής κοπής με δέσμη laser: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας στη μηχανή κοπής με δέσμη laser για 80 τεμάχια: $80 \times 2,25 = 180 \text{ min}$.
- Χρόνος διαμόρφωσης της επιφάνειας στη μηχανή καμπύλωσης και στη στραντζόπρεσσα για 80 τεμάχια: $5 \times 80 = 400 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 400 + 180 + 400}{80} = 12,5 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.40: Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος Κοπή προφίλ	Ηλεκτρικό ψαλίδι Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Διαμόρφωση επιφάνειας	Μηχανή καμπύλωσης + Στραντζόπρεσσα
3	Διάνοξη οπής θυρίδας άνω αναδευτήρα	Όχι Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι Κοπίδι
5	Λείανση	Όχι Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 30 min 12,5 min		

Παρατηρούμε ότι ο χρόνος για την κατασκευή της παράπλευρης επιφάνειας μειώθηκε σημαντικά, όμως η κοπή εξ ολοκλήρου του προφίλ στη μηχανή κοπής με δέσμη laser δεν είναι η βέλτιστη λύση. Στην περίπτωση επιφανειών απλής γεωμετρίας ακολουθείται διαφορετική μέθοδος.

Στην περίπτωση αυτή προτιμάται η κοπή του περιγράμματος στο ηλεκτρικό ψαλίδι, στη συνέχεια η διάνοιξη της οπής της θυρίδας στη μηχανή κοπής με δέσμη laser και τέλος η διαμόρφωση της επιφάνειας στη μηχανή καμπύλωσης και στη στραντζόπρεσσα. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται σημαντικά ο χρόνος και το κόστος κατασκευής της παράπλευρης επιφάνειας. Πραγματικά:

Οι ακμές κοπής της θυρίδας έχουν μήκος $S = 880 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 4 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 3000 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{880}{3000} = 0,3 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80.
- Χρόνος κοπής του περιγράμματος στο ηλεκτρικό ψαλίδι: 1 min. Για 80 τεμάχια: $1 \times 80 = 80 \text{ min}$.
- Νεκροί χρόνοι: $7 \times 80 = 560 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής κοπής με δέσμη laser: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας στη μηχανή κοπής με δέσμη laser για 80 τεμάχια: $80 \times 0,3 = 24 \text{ min}$.
- Χρόνος διαμόρφωσης της επιφάνειας στη μηχανή καμπύλωσης και στη στραντζόπρεσσα για 80 τεμάχια: $5 \times 80 = 400 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 80 + 24 + 400}{80} = 6,5 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.41: Παράπλευρη επιφάνεια της δεξαμενής ανάμιξης του υλικού

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Ηλεκτρικό ψαλίδι
2	Διαμόρφωση επιφάνειας Διάνοιξη οπής θυρίδας άνω αναδευτήρα	Μηχανή καμπύλωσης + Στραντζόπρεσσα Μηχανή κοπής με δέσμη laser
3	Διάνοιξη οπής θυρίδας άνω αναδευτήρα Διαμόρφωση επιφάνειας	Όχι — Φλόγα οξυγονοασετιλίνης Μηχανή καμπύλωσης + Στραντζόπρεσσα
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι — Κοπίδι
5	Λείανση	Όχι — Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 30 min 6,5 min		

2.4.3.2. Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

1. Εσωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.
2. Εξωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.
3. Παράπλευρη επιφάνεια του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

1. Εσωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

Αρχικά, κόβεται στη μηχανή κοπής με δέσμη laser το ανάπτυγμα και στη συνέχεια αυτό τοποθετείται στη στραντζόπρεσσα όπου και λαμβάνει την τελική του μορφή.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 2923,138 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 3 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 3500 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{2923,138}{3500} = 0,835 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις $1250 \times 2500 \text{ mm}$. Κάθε φύλλο παράγει 5 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 16 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $16 \times 5 = 80 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής κοπής με δέσμη laser: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας στη μηχανή κοπής με δέσμη laser για 80 τεμάχια: $80 \times 0,835 = 67 \text{ min}$.
- Χρόνος διαμόρφωσης της επιφάνειας στη στραντζόπρεσσα για 80 τεμάχια: $0,5 \times 80 = 40 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 80 + 67 + 40}{80} \cong 2,6 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.42: Εσωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος Κοπή προφίλ	Ηλεκτρικό ψαλίδι Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Διαμόρφωση επιφάνειας	Στραντζόπρεσσα
3	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Όχι – Φλόγα οξυγονοαετολίνης
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – κοπίδι
5	Αείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
6	Διάτρηση	Δράπανο
7	Αείανση	Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 20 min 2,6 min		

2. Εξωτερική πλευρά του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

Αρχικά, κόβεται στη μηχανή κοπής με δέσμη laser το ανάπτυγμα και στη συνέχεια αυτό τοποθετείται στη στραντζόπρεσσα όπου και λαμβάνει την τελική του μορφή.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 2963,978 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 3 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 3500 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{2963,978}{3500} = 0,847 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις $1250 \times 2500 \text{ mm}$. Κάθε φύλλο παράγει 5 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 16 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $16 \times 5 = 80 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής κοπής με δέσμη laser: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας στη μηχανή κοπής με δέσμη laser για 80 τεμάχια: $80 \times 0,847 = 68 \text{ min}$.
- Χρόνος διαμόρφωσης της επιφάνειας στη στραντζόπρεσσα για 80 τεμάχια: $0,5 \times 80 = 40 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 80 + 68 + 40}{80} \cong 2,6 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.43: Εξωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος Κοπή προφίλ	Ηλεκτρικό ψαλίδι Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Διαμόρφωση επιφάνειας	Στραντζόπρεσσα
3	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Όχι Φλόγα οξυγονοαετολίνης
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι κοπίδι
5	Λείανση	Όχι Τροχός λείανσης χειρός
6	Διάτρηση	Δράπανο
7	Λείανση	Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 20 min 2,6 min		

3. Παράπλευρη επιφάνεια του κελύφους του κάτω αναδευτήρα.

Αρχικά στο ηλεκτρικό ψαλίδι τοποθετείται μεταλλικό έλασμα πάχους 3 mm και κόβεται το περίγραμμα εντός του οποίου περιλαμβάνεται το τελικό προφίλ. Στη συνέχεια το ορθογώνιο μεταλλικό έλασμα που προέκυψε τοποθετείται στη μηχανή κοπής με δέσμη laser και προκύπτει η τελική μορφή του αναπτύγματος της

παράπλευρης επιφάνειας του κελύφους του άνω αναδευτήρα. Το ανάπτυγμα τοποθετείται στη μηχανή καμπύλωσης και στη στραντζόπρεσσα όπου και λαμβάνει την τελική του μορφή.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 2916 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 3 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 3500 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{2916}{3500} = 0,83 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: $80 \times 2 = 160 \text{ min}$.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής κοπής με δέσμη laser: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας στη μηχανή κοπής με δέσμη laser για 80 τεμάχια: $80 \times 0,83 = 66 \text{ min}$.
- Χρόνος διαμόρφωσης της επιφάνειας στη στραντζόπρεσσα για 80 τεμάχια: $0,5 \times 80 = 40 \text{ min}$.
- Χρόνος διαμόρφωσης της επιφάνειας στη μηχανή καμπύλωσης για 80 τεμάχια: $0,5 \times 80 = 40 \text{ min}$.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 160 + 66 + 40 + 40}{80} \cong 4 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.44: Παράπλευρη επιφάνεια του κελύφους του κάτω αναδευτήρα

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Ηλεκτρικό ψαλίδι
2	Διαμόρφωση επιφάνειας Κοπή προφίλ	Μηχανή καμπύλωσης + Στραντζόπρεσσα Μηχανή κοπής με δέσμη laser
3	Διάνοιξη οπής στομίου εξαγωγής μίγματος Διαμόρφωση επιφάνειας	Όχι— Φλόγα οξυγονοασετυλίνης Μηχανή καμπύλωσης + Στραντζόπρεσσα
4	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι— Κοπίδι
5	Λείανση	Όχι— Τροχός λείανσης χειρός
6	Κοπή εξωτερικού περιγράμματος	Όχι— Φλόγα οξυγονοασετυλίνης
7	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι— Κοπίδι
8	Λείανση	Όχι— Τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 30 min 4 min		

2.4.4. Υποσύστημα άντλησης

2.4.4.1. Πλευρικό τοίχωμα ωστηρίου

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 1385,481 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 12 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 1000 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{1385,481}{1000} = 1,385 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις 1250×2500 mm. Κάθε φύλλο παράγει 56 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 2 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: 2×5=10 min.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής: 20 min.
- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: 80×1,385=111 min.

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 10 + 111}{80} \cong 1,8 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.45: Πλευρικό τοίχωμα ωστηρίου

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ	Όχι – Φλόγα οξυγόνου ασετυλίνης Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι – τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 20 min 1,8 min		

2.4.4.2. Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης ασφαλιστικής βαλβίδας.

Οι ακμές κοπής έχουν συνολικό μήκος $S = 821,212 \text{ mm}$. Για πάχος μεταλλικού ελάσματος 8 mm η πρόωση της δέσμης laser είναι 1200 mm/min . Ο χρόνος κατεργασίας είναι:

$$t_{total} = \frac{S}{f_z} = \frac{821,212}{1200} = 0,684 \text{ min.}$$

Για τον υπολογισμό του συνολικού εκτιμώμενου χρόνου κατεργασίας ανά τεμάχιο θεωρούμε:

- Αριθμός τεμαχίων: 80 ζεύγη=160 τεμάχια
- Κάθε φύλλο μεταλλικού ελάσματος έχει διαστάσεις 1250×2500 mm. Κάθε φύλλο παράγει 128 τεμάχια. Επομένως, χρειάζονται 2 φύλλα. Οι νεκροί χρόνοι υπολογίζονται περίπου: 2×5=10 min.
- Χρόνος προετοιμασίας μηχανής: 20 min.

- Χρόνος κατεργασίας για 80 τεμάχια: $160 \times 0,684 = 110 \text{ min.}$

Επομένως, ο συνολικός εκτιμώμενος χρόνος κατεργασίας ανά τεμάχιο θα είναι:

$$t_{total} = \frac{20 + 10 + 110}{160} \cong 1 \text{ min.}$$

Πίνακας 2.46: Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης

α/α	Κατεργασίες – Φάσεις	Εργαλειομηχανή
1	Κοπή προφίλ	Όχι – Φλόγα οξυγονοασετυλίνης Μηχανή κοπής με δέσμη laser
2	Αφαίρεση υπολειμμάτων	Όχι – Κοπίδι
3	Λείανση	Όχι – Τροχός λείανσης χειρός
4	Διάτρηση	Δράπανο
5	Λείανση	Όχι – τροχός λείανσης χειρός
Συνολικός χρόνος κατεργασίας: 20 min 1 min		

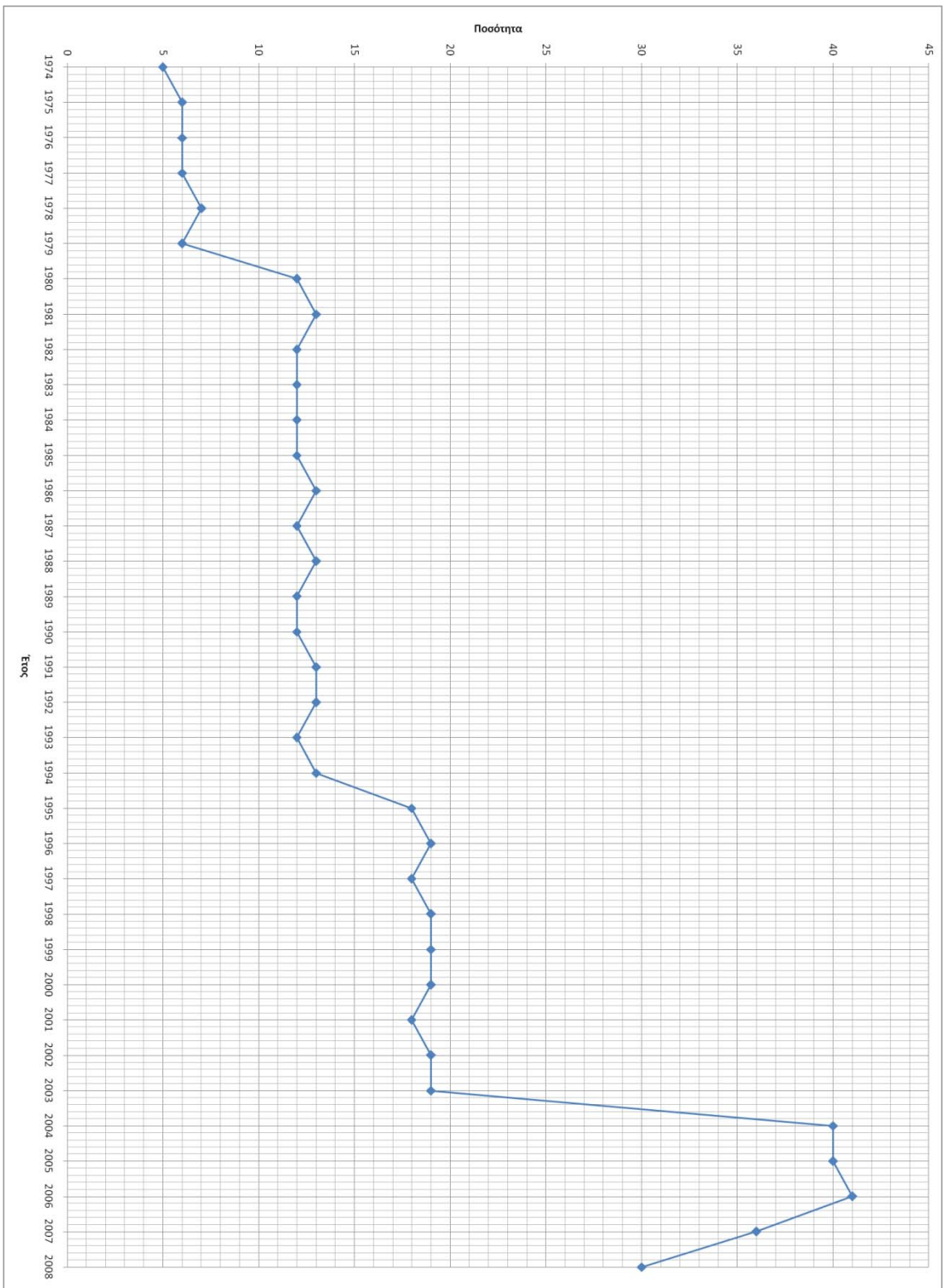
2.5. Συμπεράσματα.

Είδαμε, λοιπόν, πως η χρήση των εργαλειομηχανών CNC μείωσε σημαντικά το χρόνο κατασκευής των παραπάνω τμημάτων – εξαρτημάτων του ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ - ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των εργαλειομηχανών CNC για την κατασκευή του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ συνοψίζονται παρακάτω:

- Μείωση του χρόνου κατασκευής του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ. Στον ίδιο χρόνο με παλαιότερα κατασκευάζονται, πλέον, τουλάχιστον τα διπλάσια σε αριθμό ΠΡΟΪΟΝΤΑ.
- Μείωση του κόστους κατασκευής του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.
- Μεγαλύτερη ακρίβεια στην κατασκευή.
- Ευκολότερη συναρμολόγηση του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

Στο σχήμα 2.47 παρουσιάζεται η ετήσια παραγωγή του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ για την χρονική περίοδο 1974 έως και 2007. Τα έτη 1980, 1995 και 2006 ήταν καθοριστικά για την αύξηση της ετήσιας παραγωγής:

- 1980: Κατασκευή μοντέλων για χύτευση.
- 1995: Κατασκευή εξαρτημάτων σε κέντρο κατεργασίας CNC.
- 2004: Κοπή μεταλλικών ελασμάτων σε μηχανή κοπής με δέσμη laser.



Σχήμα 2.47: Ετήσια παραγωγή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

3.1. Παρουσίαση του προβλήματος και της εφαρμογής – λύσης.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε μια συνοπτική περιγραφή των υποσυστημάτων που αποτελούν το ΠΡΟΪΟΝ. Όπως διαπιστώνεται, το ΠΡΟΪΟΝ αυτό είναι αρκετά πολύπλοκο και απαιτεί πληθώρα εξαρτημάτων και κατεργασιών των τελευταίων για την κατασκευή του. Οι κατεργασίες αυτές είναι αναφορικά: Χύτευση, διάτρηση, κατασκευή εσωτερικού σπειρώματος, τόννευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα, λείανση, κοπή οδοντωτών τροχών, ενανθράκωση, εναζώτωση, ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση, κοπή μετάλλων – μεταλλικών ελασμάτων, κάμψη ελασμάτων, συγκόλληση. Οι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ είναι αναφορικά: Τόρνος, φρέζα, πλάνη, δράπανο, γραναζοκόπτης, κάθετο κέντρο κατεργασίας, μηχανήμα ρεκτιφιέ, μηχανή κοπής NC μεταλλικών ελασμάτων, στραντζόπρεσσα, μηχανήμα καμπύλωσης ελασμάτων, ηλεκτρικό ψαλίδι, ηλεκτρικό πριόνι.

Υποθέτουμε ότι θέλουμε άμεσα να διαχωρίσουμε τα εξαρτήματα με βάση μια κατεργασία π.χ. την τόννευση ή θέλουμε να διαχωρίσουμε τα εξαρτήματα με βάση μια εργαλειομηχανή π.χ. το δράπανο. Μια τέτοια διαδικασία, όμως, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα. Πρέπει να γίνει καταγραφή όλων των κατεργασμένων εξαρτημάτων και στη συνέχεια καταγραφή των κατεργασιών που απαιτούνται για την κατασκευή τους. Κατόπιν, πραγματοποιείται διαχωρισμός των εξαρτημάτων με βάση τις κατεργασίες και τις εργαλειομηχανές και τελικά ομαδοποίηση τους με βάση τη ζητούμενη κατεργασία ή εργαλειομηχανή.

Η ομαδοποίηση των εξαρτημάτων βάσει κατεργασιών ή εργαλειομηχανών μπορεί να πραγματοποιηθεί ευκολότερα εφόσον δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων με τη μορφή πινάκων. Κάθε πίνακας θα αναφέρει την ονομασία του κάθε εξαρτήματος, τις κατεργασίες που υπόκειται, την ή τις εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται, το υποσύστημα στο οποίο βρίσκεται, το υλικό κατασκευής του κλπ. Επίσης, σε κάθε εξάρτημα θα αντιστοιχεί και ένας κωδικός, η μορφή του οποίου θα περιγραφεί σε επόμενη ενότητα. Η ομαδοποίηση αυτή είναι γνωστή και ως *κωδικοποίηση*. Έτσι, μπορούμε εύκολα να αναζητήσουμε όλα τα εξαρτήματα τα οποία κατεργάζονται π.χ. σε ένα τόρνο ή τα εξαρτήματα στα οποία πραγματοποιείται π.χ. διάτρηση. Επίσης, ανάλογα με τη μορφή του κωδικού θα μπορούμε να γνωρίζουμε λεπτομέρειες για την κατασκευή του εξαρτήματος στο οποίο αντιστοιχεί ο κωδικός. Είναι πολύ σημαντικό, βέβαια, η σχέση κωδικού –

εξαρτήματος να είναι μονοσήμαντη, δηλαδή ο συγκεκριμένος κωδικός να αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο, και μόνο σε αυτό, εξάρτημα.

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα της κωδικοποίησης; Συνοπτικά αναφέρουμε τα εξής:

- Εποπτεία του συνόλου των εξαρτημάτων και ακριβής έλεγχος των ποσοτήτων τους.
- Εύκολη ομαδοποίηση των εξαρτημάτων.
- Αύξηση της παραγωγής.
- Μείωση του κόστους παραγωγής.

Η κωδικοποίηση θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση της εφαρμογής Microsoft Access.

3.2. Διαχωρισμός των εξαρτημάτων με βάση τις κατεργασίες.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε μια συνοπτική περιγραφή των κατεργασιών που πραγματοποιούνται για την κατασκευή του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ⁷. Οι κατεργασίες αυτές είναι:

- Χύτευση.
- Διάτρηση.
- Κατασκευή εσωτερικού σπειρώματος.
- Τόρνευση.
- Πλάνισμα.
- Φρεζάρισμα.
- Λείανση.
- Κοπή οδοντωτών τροχών.
- Ενανθράκωση.
- Εναζώτωση.
- Ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση.
- Κοπή μετάλλων – μεταλλικών ελασμάτων.
- Κάμψη ελασμάτων.
- Συγκόλληση μετάλλων με ηλεκτρικό τόξο (ηλεκτροσυγκόλληση τόξου).

⁷ Βλέπε ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2, παράγραφο 2.2: Περί κατεργασιών...

Στις επόμενες παραγράφους θα πραγματοποιηθεί αντιστοίχιση των εξαρτημάτων – τμημάτων του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ με τις παραπάνω κατεργασίες. Για συντομία οι παραπάνω κατεργασίες θα συμβολίζονται ως εξής:

- Χύτευση = CA
- Διάτρηση = DR
- Κατασκευή εσωτερικού σπειρώματος = TH
- Τόρνευση = TU
- Πλάνισμα = PN
- Φρεζάρισμα = MI
- Λείανση = FG
- Κοπή οδοντωτών τροχών = TC
- Ενανθράκωση = CB
- Εναζώτωση = AZ
- Ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση = AN
- Κοπή μετάλλων και μεταλλικών ελασμάτων σε συμβατικές μηχανές = MC
- Κοπή μεταλλικών ελασμάτων σε μηχανές κοπής NC = NC
- Κάμψη ελασμάτων = BE
- Ηλεκτροσυγκόλληση τόξου (γενικά η συγκόλληση μετάλλων) = WE

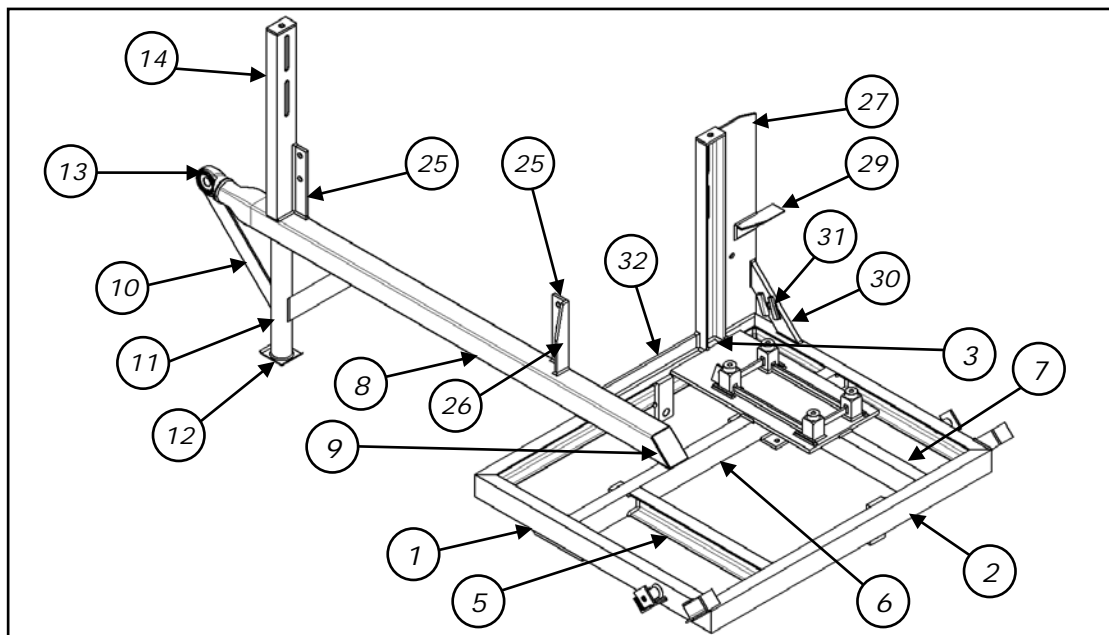
Η αντιστοίχιση εξαρτημάτων – κατεργασιών πραγματοποιείται με τη μορφή πινάκων και τη χρήση του συμβόλου ‘•’. Στους πίνακες θα αναφέρεται μόνο ο αντίστοιχος συμβολισμός της κάθε κατεργασίας και μόνο τα κατεργασμένα εξαρτήματα – τμήματα του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ και όχι τα εξαρτήματα εμπορίου, όπως π.χ. τριβείς (ρουλεμάν), κοχλίες, περικόχλια, δακτύλιοι στεγανότητας, κλπ.

3.2.1. Υποσύστημα 1 – Σκελετός - 01

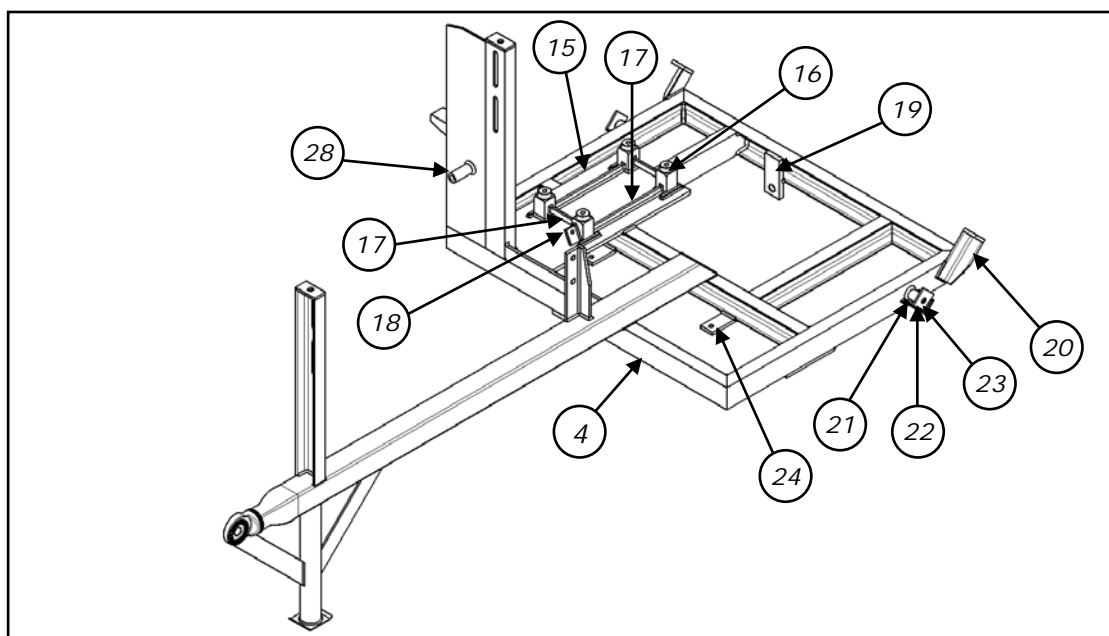
3.2.1.1. Υποσύστημα 2 - Πλαίσιο σκελετού - 01

Τα τμήματα από τα οποία αποτελείται το πλαίσιο του σκελετού και οι αντίστοιχες κατεργασίες περιγράφονται στον πίνακα 3.1⁸.

⁸ Στο κεφάλαιο 2, ενότητα 2.1.1.1. Πλαίσιο σκελετού αναφέρθηκαν τα κυριότερα τμήματα του πλαισίου του σκελετού. Στον Πίνακα 3.1 πραγματοποιείται λεπτομερής ανάλυση.



Σχήμα 3.1α: Πλαίσιο σκελετού



Σχήμα 3.1β: Πλαίσιο σκελετού

Πίνακας 3.1: Πλαίσιο σκελετού

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01-07	Δοκοί Πι πλαisiού έδρασης βάσης κινητήρα και κελύφους αντλίας												•			•
08	Κεντρικός δοκός - Κουλοδοκός												•			•
09	Τάπα κεντρικής δοκού												•			•
10	Αντηρίδα ποδιού												•			•
11	Πόδι στήριξης σκελετού												•			•

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
12	Πέλμα												•		•	•
13	Οδοντωτός σύνδεσμος															•
14	Κολώνα στήριξης άνω αναδευτήρα												•			•
15	Πλάκα βάσης κινητήρα												•			•
16	Πέλμα έδρασης κινητήρα		•		•								•			•
17	Νεύρο βάσης κινητήρα												•			•
18	Λάμα στήριξης εξάτμισης κινητήρα		•										•			•
19	Λάμα στήριξης σωλήνα περιστροφής λάμας ώσεως τριβέα ⁹		•										•			•
20	Αντιστήριξη καλύμματος												•			•
21	Τακάκι στήριξης καλύμματος		•										•			•
22	Λάμα στήριξης καλύμματος		•										•			•
23	Γωνία έδρασης λάμας στήριξης καλύμματος												•			•
24	Έδραση διαιρούμενου άξονα τροχών		•										•			•
25	Στήριγμα κάτω αναδευτήρα		•										•			•
26	Νεύρο στηρίγματος												•			•
27	Μεταλλικό έλασμα στήριξης κάτω αναδευτήρα		•										•			•
28	Αποστατικός δακτύλιος στήριξης κάτω αναδευτήρα		•		•								•			•
29	Πέλμα έδρασης καλύμματος												•			•
30	Λάμα στήριξης χειρολαβής		•										•			•
31	Λάμα οδήγησης χειρολαβής							•					•			•
32	Νεύρο – ενίσχυση πλαισίου												•			•

3.2.1.2. Υποσύστημα 2 - Κέλυφος αντλίας - 02

Τα τμήματα από τα οποία αποτελείται το κέλυφος της αντλίας και οι αντίστοιχες κατεργασίες περιγράφονται στον πίνακα 3.2.

⁹ Βλέπε Κεφάλαιο 2: 2.1.3. Υποσύστημα σύμπλεξης - αποσύμπλεξης

Πίνακας 3.2: Κέλυφος αντλίας

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Εξωτερική πλευρά κελύφους αντλίας													•		•
02	Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας													•		•
03	Κάτω βάση ενσωμάτωσης αντλίας													•		•
04	Άνω πλάκα ενσωμάτωσης πλευρών κελύφους αντλίας												•			•
05	Προστατευτικό κάλυμμα κελύφους αντλίας		•										•		•	•
06	Κέλυφος ελαιολεκάνης												•			•
07	Πλευρά ελαιολεκάνης												•			•
08	Δακτύλιος ένσφαιρου τριβέα άξονα εκκέντρων αντλίας				•								•			•
09	Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας				•								•			•
10	Εσωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας				•								•			•
11	Αυτάκι συγκράτησης κοχλία στερέωσης συστήματος βαλβίδων		•										•			•
12	Πέλμα έδρασης καλύμματος												•			•
13	Δακτύλιοι στερέωσης καθρέπτη κυλίνδρων				•								•			•
14	Λάμα στερέωσης μπαταρίας		•										•		•	•
15	Λάμα στερέωσης κόρνας		•										•			•
16	Περικόχλιο															•
17	Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας και στερέωσης εντατήρα ιμάντα διβάθμιου μειωτήρα				•								•			•
18	Αντηρίδα – νεύρο ελαιολεκάνης												•			•
19	Δακτύλιος με σπείρωμα εισόδου του λιπαντικού												•			•
20	Δακτύλιος με σπείρωμα εξόδου του λιπαντικού				•								•			•

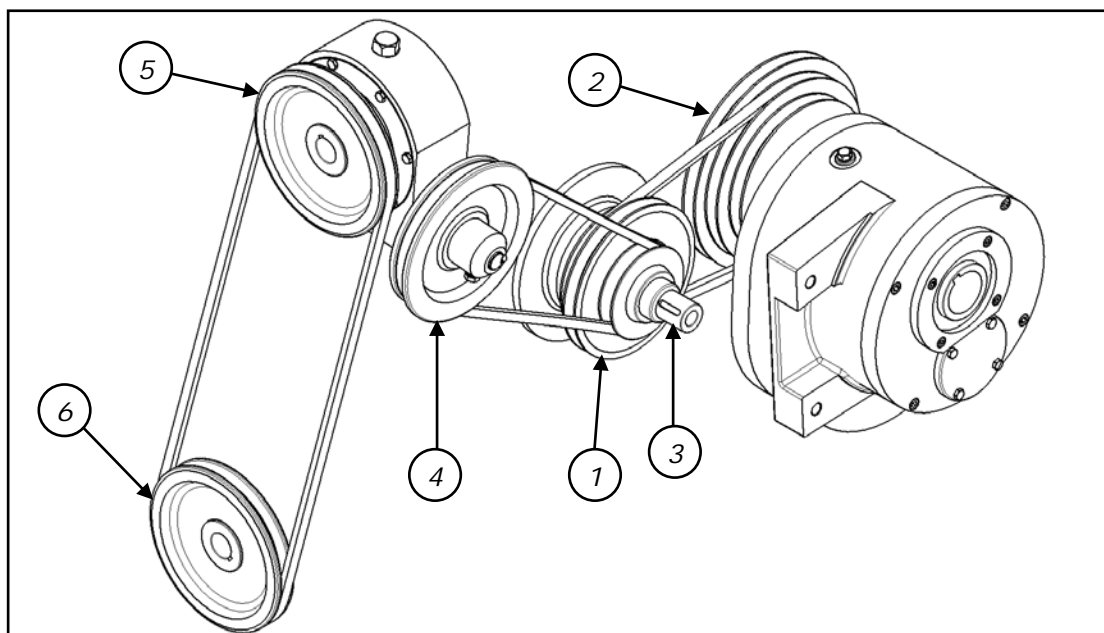
3.2.2. Υποσύστημα 1 - Μετάδοσης κίνησης - 02

Τα υποσυστήματα από τα οποία αποτελείται το υποσύστημα μετάδοσης κίνησης περιγράφονται στον πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3: Υποσύστημα 1 - Μετάδοσης κίνησης

α/α	Υποσύστημα 2
01	Διβάθμιος μειωτήρας στροφών
02	Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας
03	Κανένα

Από τα τμήματα του υποσυστήματος που αναφέρονται στον πίνακα 3.3 θα αναλυθούν σε ξεχωριστούς πίνακες οι τροχαλίες, ο διβάθμιος μειωτήρας στροφών και ο μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας. Στον πίνακα 3.4 περιγράφονται οι κατεργασίες των τροχαλιών του υποσυστήματος.



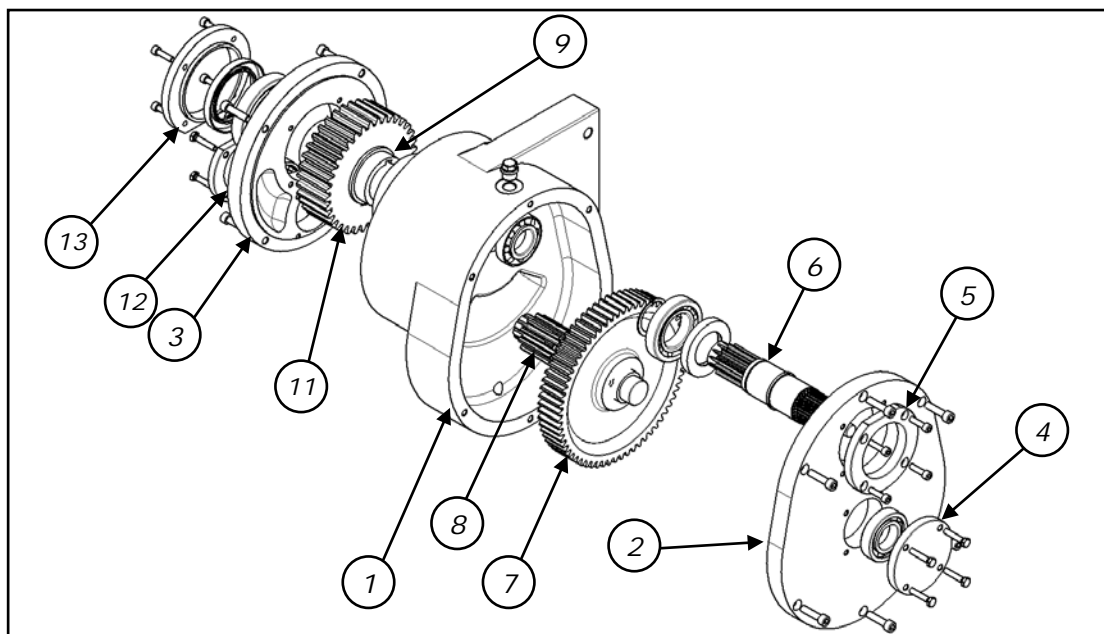
Σχήμα 3.2: Τροχαλίες

Πίνακας 3.4: Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης - τροχαλίες

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Τροχαλία κινητήρα	•	•	•	•											
02	Τροχαλία διβάθμιου μειωτήρα στροφών	•	•	•	•											
03	Τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή	•	•		•											
04	Τροχαλία μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας	•	•	•	•											
05	Τροχαλία άξονα άνω αναδευτήρα	•	•	•	•	•										
06	Τροχαλία άξονα κάτω αναδευτήρα	•	•	•	•	•										

3.2.2.1. Υποσύστημα 2 - Διβάθμιος μειωτήρας στροφών - 01

Τα εξαρτήματα που αποτελούν το διβάθμιο μειωτήρα στροφών φαίνονται στο σχήμα 3.3α και περιγράφονται στον πίνακα 3.5. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία εξαρτήματος – κατεργασιών.

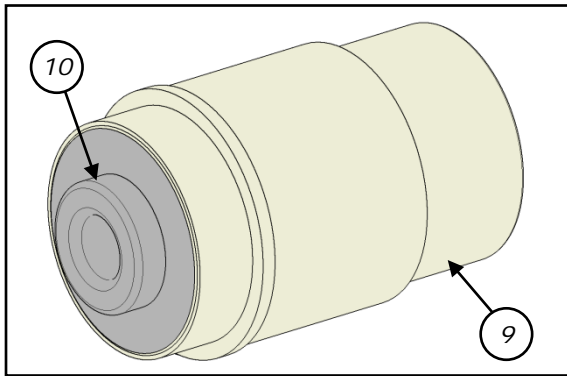


Σχήμα 3.3α: Διβάθμιος μειωτήρας στροφών

Πίνακας 3.5: Διβάθμιος μειωτήρας στροφών

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	PC	BE	WE
Υποσύστημα 3 – Κανένα - 00																
01	Κέλυφος	•	•	•			•									
02	Ελλειπτικό καπάκι	•	•	•			•									
03	Στρογγυλό καπάκι	•	•	•			•									
04	Φλάντζα τυφλή στρογγυλή Φ121 στήριξης ένοσφαιρου τριβέα	•	•		•											
05	Φλάντζα Φ140 στήριξης ένοσφαιρου τριβέα	•	•		•											
06	Οδοντωτός τροχός έδρασης δίσκου τριβής z11				•		•	•	•		•		•			
07	Οδοντωτός τροχός z65				•	•		•	•		•		•			•
08	Οδοντωτός τροχός z10				•		•	•	•		•		•			•
	Ομφαλός οδοντωτού τροχού z36				•											
Υποσύστημα 3 – Ομφαλός οδοντωτού τροχού - 01																
09	Κύλινδρος ομφαλού				•		•						•			•

10	Τακάκι με σπείρωμα			•	•	•								•			•
Υποσύστημα 3 – Κανένα - 00																	
11	Οδοντωτός τροχός z36					•	•		•	•				•			•
12	Φλάντζα τυφλή Φ121 στήριξης ένοσφαιρου τριβέα	•	•			•											
13	Φλάντζα Φ170 στήριξης ένοσφαιρου τριβέα	•	•			•											



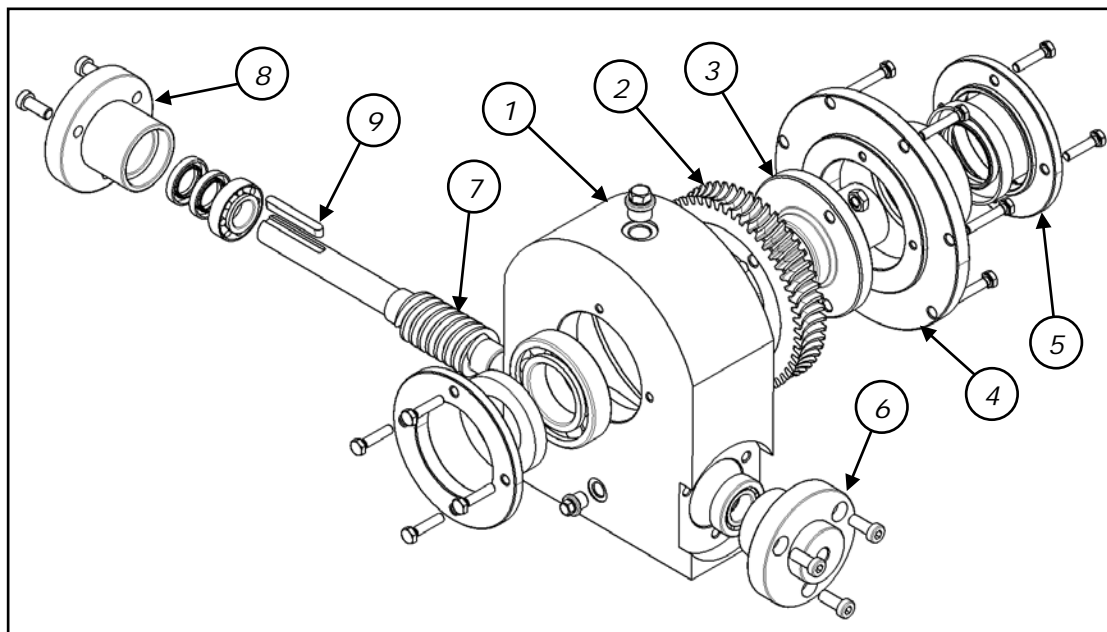
Σχήμα 3.3β: Ομφαλός οδοντωτού τροχού z36

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ο ομφαλός του οδοντωτού τροχού z36 και τα εξαρτήματα που τον αποτελούν. Εφόσον κατασκευαστούν τα εξαρτήματα αυτά ξεχωριστά στη συνέχεια συγκολλούνται και το σύνολο κατεργάζεται εκ νέου.

3.2.2.2. Υποσύστημα 2 - Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας

- 02

Τα εξαρτήματα που αποτελούν το μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας φαίνονται στο σχήμα 3.4 και περιγράφονται στον πίνακα 3.6. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία εξαρτήματος – κατεργασιών.



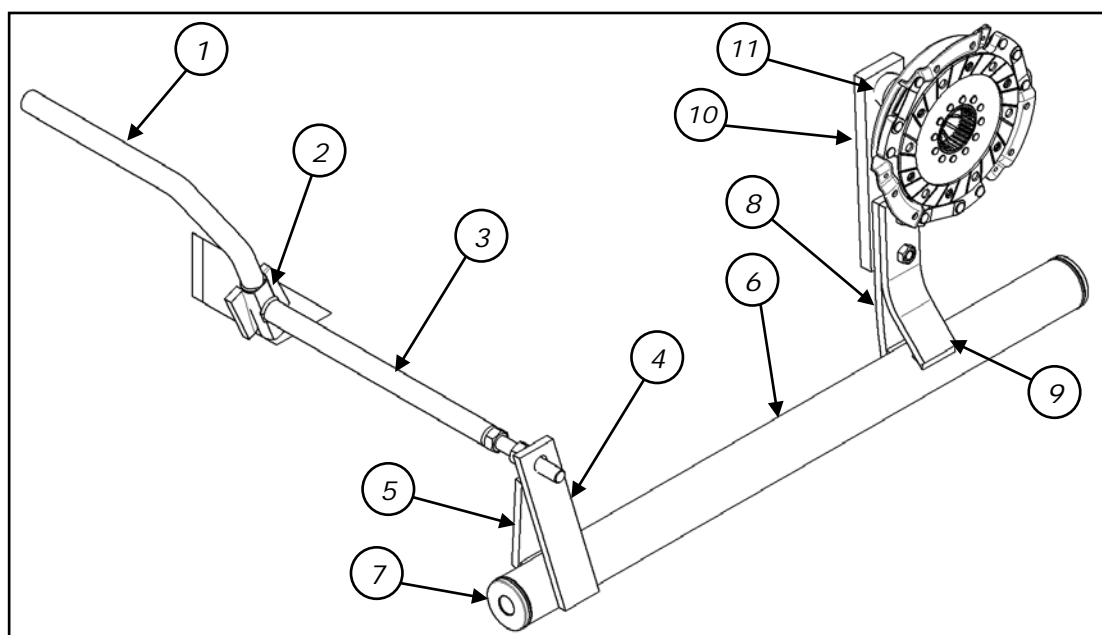
Σχήμα 3.4: Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας

Πίνακας 3.6: Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	PC	BE	WE
01	Κέλυφος	•	•	•			•									
02	Κορώνα	•	•		•				•							
03	Ομφαλός κορώνας	•	•		•											
04	Καπάκι	•	•	•	•											
05	Φλάντζα στήριξης ένσφαιρου τριβέα	•	•		•											
06	Φωλιά ένσφαιρου τριβέα δεξιά	•	•		•											
07	Ατέρμονας κοχλίας				•		•	•	•				•			
08	Φωλιά ένσφαιρου τριβέα αριστερή	•	•		•											
09	Σφήνα ατέρμονα κοχλία												•			

3.2.3. Υποσύστημα 1 - Σύμπλεξης – αποσύμπλεξης - 03

Τα εξαρτήματα που αποτελούν το υποσύστημα σύμπλεξης - αποσύμπλεξης φαίνονται στο σχήμα 3.5 και περιγράφονται στον πίνακα 3.7. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία εξαρτήματος – κατεργασιών.



Σχήμα 3.5: Υποσύστημα σύμπλεξης – αποσύμπλεξης

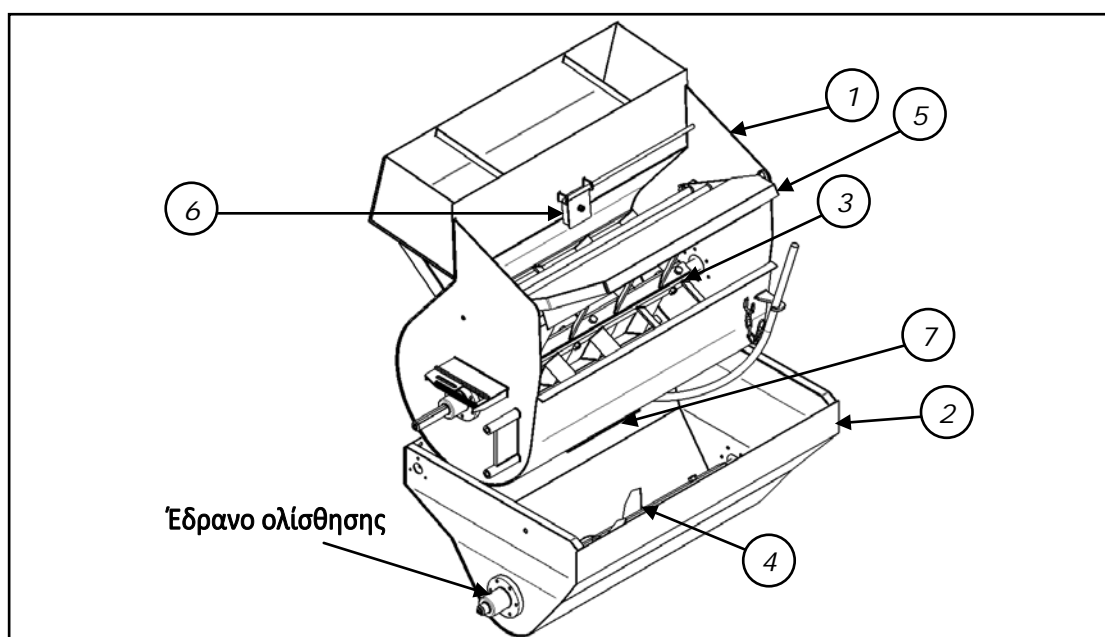
Πίνακας 3.7: Υποσύστημα σύμπλεξης - αποσύμπλεξης

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
Υποσύστημα 2 - Χειρολαβή σύμπλεξης – αποσύμπλεξης - 01																
01	Χειρολαβή												•		•	•
02	Οδηγός χειρολαβής					•							•			•
03	Προέκταση χειρολαβής												•			•
Υποσύστημα 2 - Σωλήνας με λάμες ώσεως τριβέα - 02																
04	Λάμα στήριξης προέκτασης χειρολαβής		•										•			•

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
Υποσύστημα 2 - Σωλήνας με λάμες ώσεως τριβέα - 02																
05	Αντηρίδα												•			•
06	Σωλήνας περιστροφής λάμας ώσεως τριβέα												•			•
07	Δακτύλιος έδρασης σωλήνα περιστροφής λάμας ώσεως τριβέα		•		•								•			•
08	Λάμα στήριξης λάμας ώσεως τριβέα		•										•			•
09	Αντηρίδα		•										•		•	•
Υποσύστημα 2 – Κανένα – 00																
10	Λάμα ώσεως τριβέα		•										•			•
11	Τριβέας – εξάρτημα συμπλέκτη		•		•								•			

3.2.4. Υποσύστημα 1 - Ανάδευσης του υλικού - 04.

Τα τμήματα που αποτελούν το υποσύστημα ανάδευσης του υλικού φαίνονται στο σχήμα 3.6 και περιγράφονται στον πίνακα 3.8.



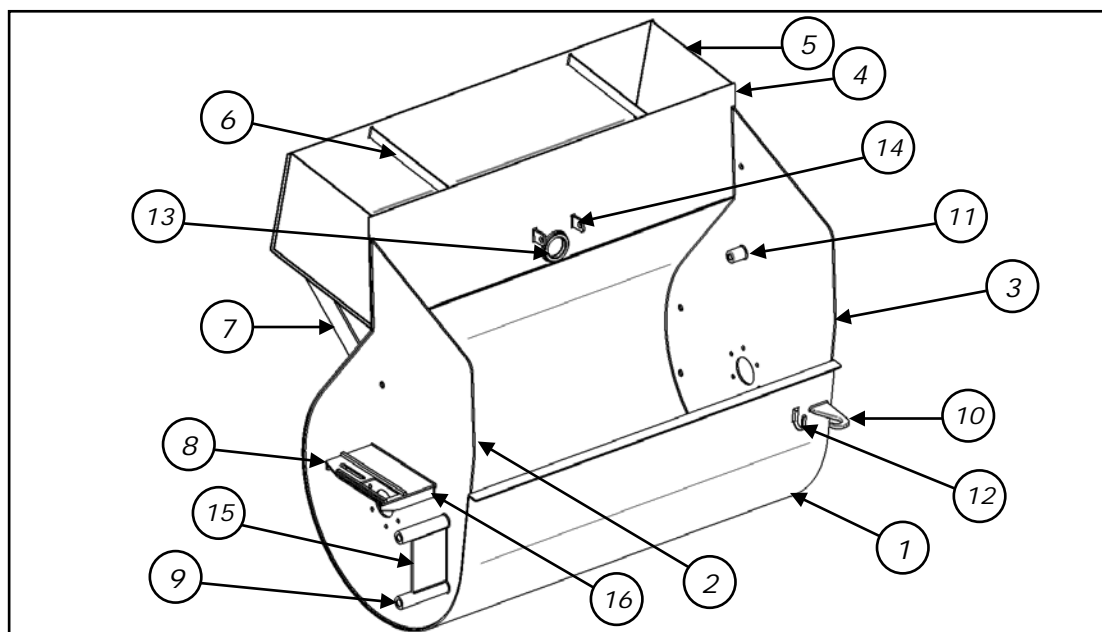
Σχήμα 3.6: Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού

Πίνακας 3.8: Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού

α/α	Υποσύστημα 2
01	Κέλυφος άνω αναδευτήρα
02	Κέλυφος κάτω αναδευτήρα
03	Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα
04	Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα
05	Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα
06	Θυρίδα δεξαμενής νερού
07	Θυρίδα άνω αναδευτήρα
00	Κανένα

3.2.4.1. Υποσύστημα 2 - Κέλυφος άνω αναδευτήρα - 01.

Το κέλυφος του άνω αναδευτήρα διαιρείται σε δύο δεξαμενές: τη δεξαμενή του νερού και τη δεξαμενή ανάμιξης του υλικού. Τα τμήματα που αποτελούν το κέλυφος του άνω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.5 και περιγράφονται στον πίνακα 3.9. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών.



Σχήμα 3.7: Κέλυφος άνω αναδευτήρα

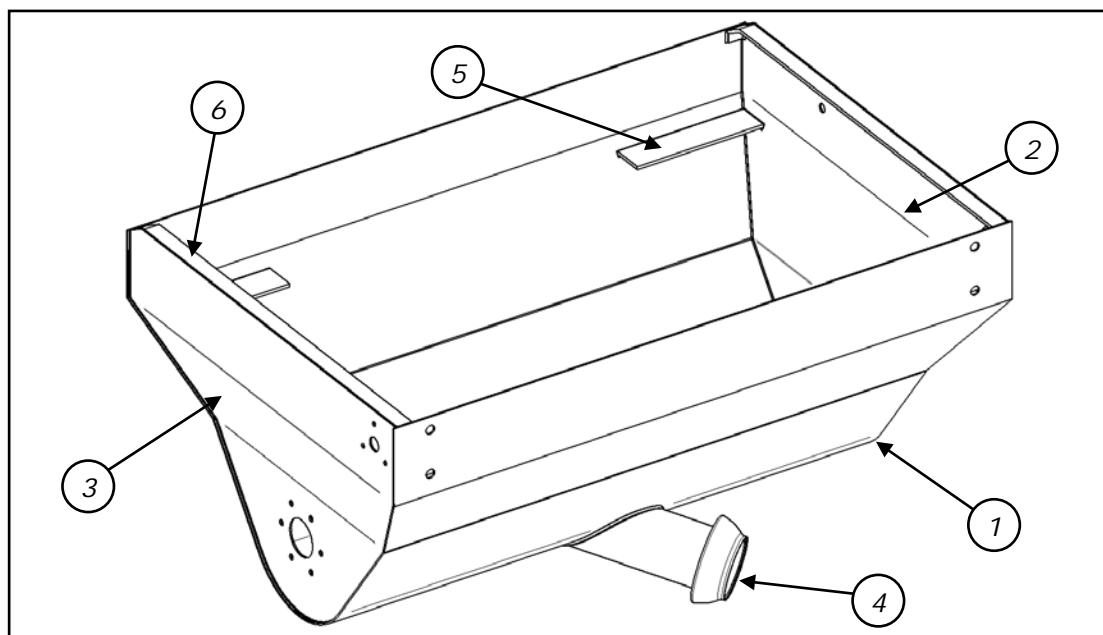
Πίνακας 3.9: Κέλυφος άνω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Καμπύλη επιφάνεια δεξαμενής ανάμιξης του υλικού													•	•	•
02	Εσωτερική πλευρά δεξαμενής ανάμιξης του υλικού													•		•
03	Εξωτερική πλευρά δεξαμενής ανάμιξης του υλικού													•		•

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
04	Παράπλευρη επιφάνεια δεξαμενής νερού												•		•	•
05	Πλευρά δεξαμενής νερού												•			•
06	Νεύρο δεξαμενής νερού												•			•
07	Αντηρίδα												•			•
08	Βάση οδηγού τάνυσης ιμάντα τροχαλίας μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας													•		•
09	Αποστατικός δακτύλιος στήριξης κελύφους άνω αναδευτήρα στο πλαίσιο σκελετού												•			•
10	Γάντζος στήριξης θυρίδας άνω αναδευτήρα													•		•
11	Δακτύλιος στήριξης προστατευτικής εσχάρας άνω αναδευτήρα													•		•
12	Γάντζος στήριξης αλυσίδας												•		•	•
13	Στόμιο εξαγωγής νερού δεξαμενής νερού												•			•
14	Στήριγμα θυρίδας δεξαμενής νερού		•										•			•
15	Νεύρο αποστατικών δακτυλίων												•			•
16	Νεύρο βάσης οδηγού τάνυσης ιμάντα τροχαλίας μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας												•			•

3.2.4.2. Υποσύστημα 2 - Κέλυφος κάτω αναδευτήρα - 02.

Τα τμήματα που αποτελούν το κέλυφος του κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.8 και περιγράφονται στον πίνακα 3.10. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών.



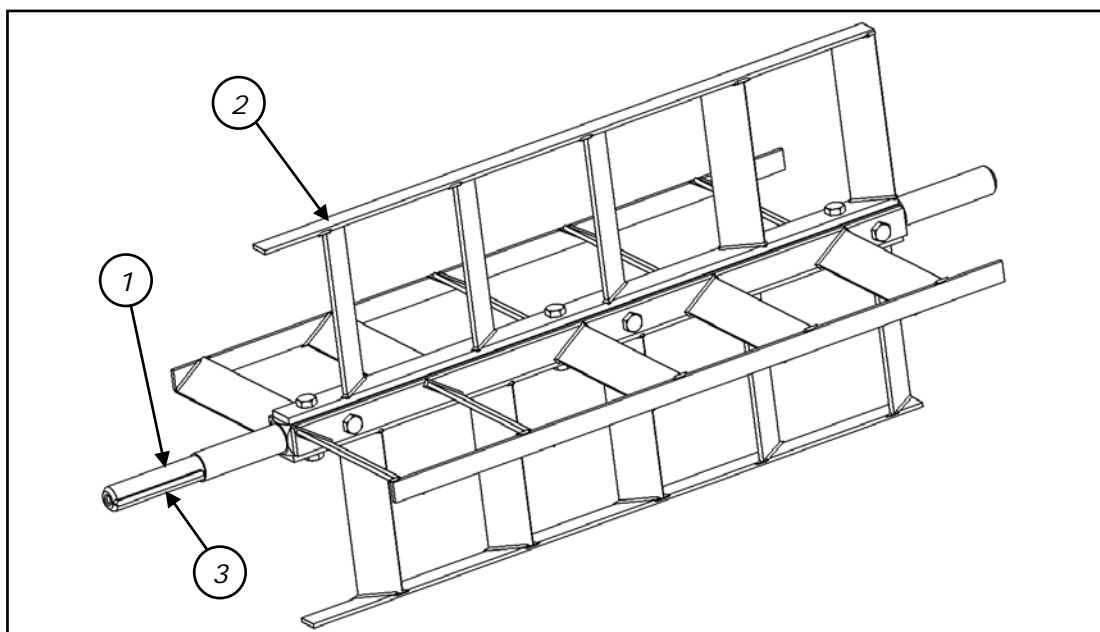
Σχήμα 3.8: Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

Πίνακας 3.10: Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Παράπλευρη επιφάνεια κελύφους κάτω αναδευτήρα													•	•	•
02	Εσωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα													•	•	•
03	Εξωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα													•	•	•
04	Στόμιο εξαγωγής μίγματος υλικών												•			•
05	Πέλμα έδρασης κόσκινου												•			•
06	Προστατευτική λάμα												•		•	•

3.2.4.3. Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα - 03.

Τα τμήματα που αποτελούν τον άξονα με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.9 και περιγράφονται στον πίνακα 3.11. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών.



Σχήμα 3.9: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα

Πίνακας 3.11: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα

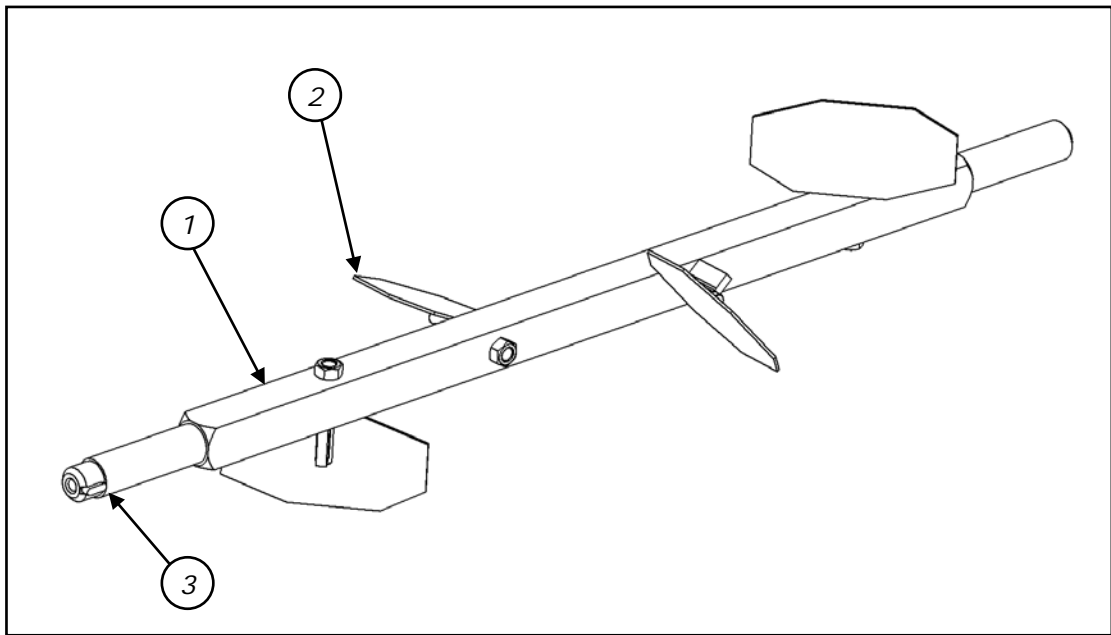
α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Άξονας		•	•	•		•	•				•				
02	Πτερύγια ανάδευσης μίγματος												•			•
03	Σφήνα άξονα												•			

3.2.4.4. Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα - 04.

Τα τμήματα που αποτελούν τον άξονα με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.10 και περιγράφονται στον πίνακα 3.12. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών.

Πίνακας 3.12: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα

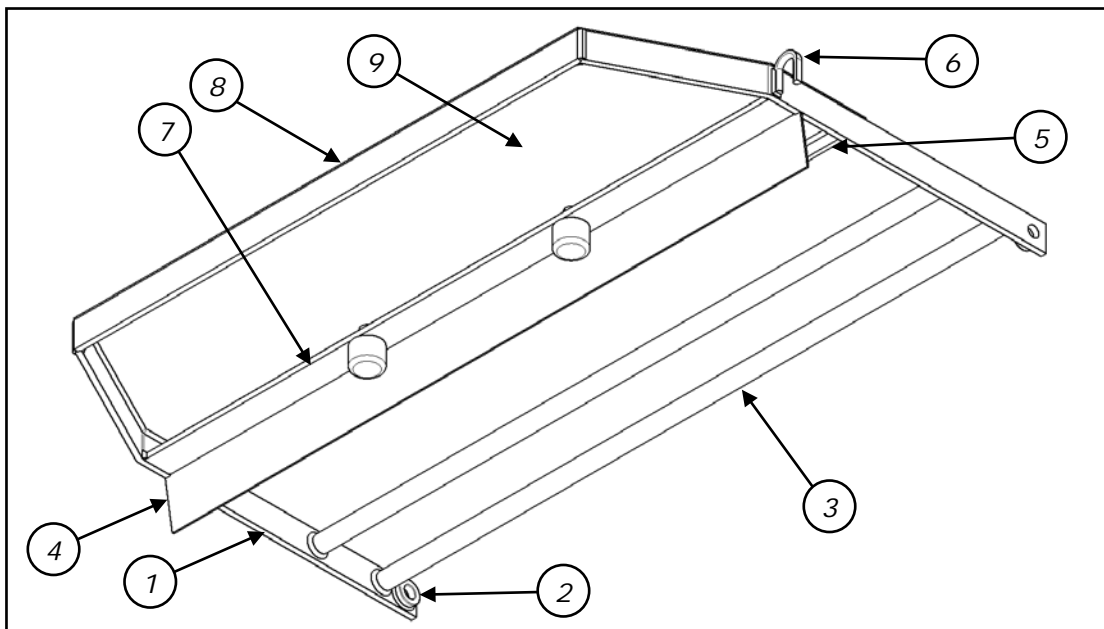
α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Άξονας		•	•	•		•	•				•				
02	Πτερύγιο ανάδευσης μίγματος												•			•
03	Σφήνα άξονα												•			



Σχήμα 3.10: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα

3.2.4.5. Υποσύστημα 2 - Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα - 05.

Τα τμήματα που αποτελούν την προστατευτική εσχάρα του άνω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.11 και περιγράφονται στον πίνακα 3.13. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών.



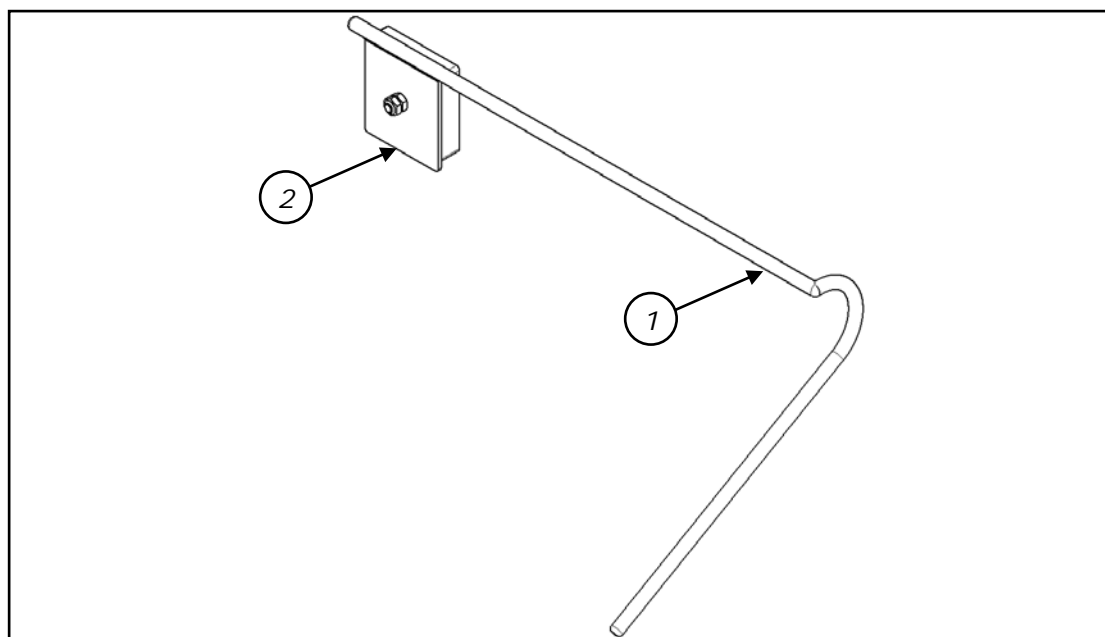
Σχήμα 3.11: Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα

Πίνακας 3.13: Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Πλευρικό τοίχωμα												•		•	•
02	Δακτύλιος περιστροφής εσχάρας												•			•
03	Κιγκλίδωμα												•			•
04	Προστατευτική λάμα												•			•
05	Νεύρο												•			•
06	Γάντζος												•		•	•
07	Λάμα έδρασης ελαστικών πελμάτων												•			•
08	Εμπρόσθιο τοίχωμα												•			•
09	Κάλυμμα												•			•

3.2.4.6. Υποσύστημα 2 - Θυρίδα δεξαμενής νερού - 06.

Τα τμήματα που αποτελούν την θυρίδα δεξαμενής νερού του άνω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.12 και περιγράφονται στον πίνακα 3.14. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών.



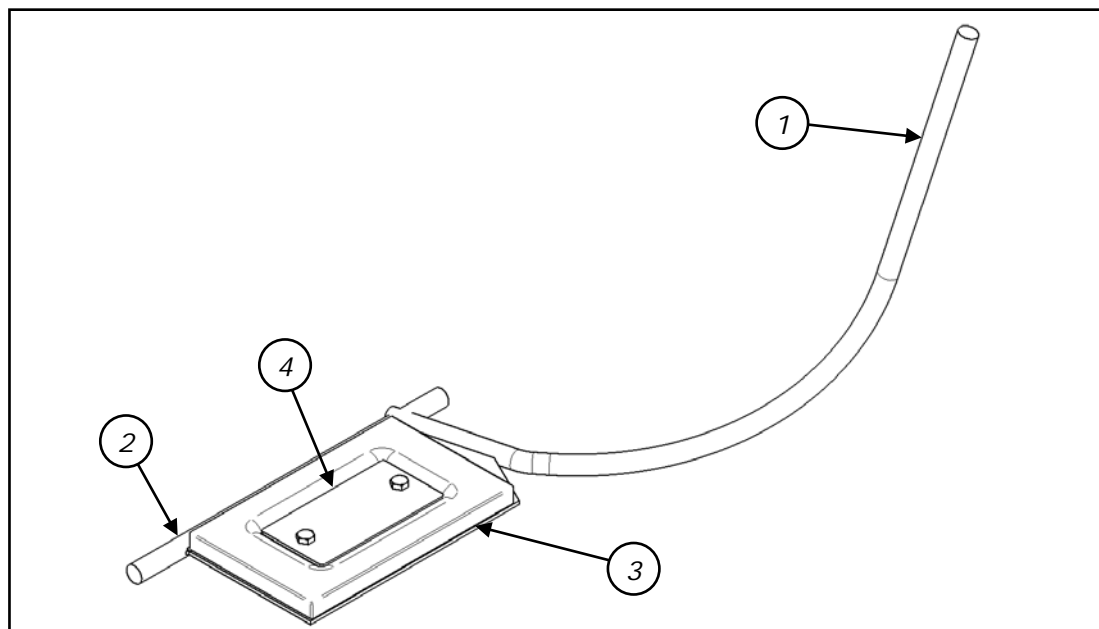
Σχήμα 3.12: Θυρίδα δεξαμενής νερού

Πίνακας 3.14: Θυρίδα δεξαμενής νερού

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Χειρολαβή												•		•	•
02	Λάμα έδρασης ελαστικής φλάντζας												•			•

3.2.4.7. Υποσύστημα 2 - Θυρίδα άνω αναδευτήρα - 07.

Τα τμήματα που αποτελούν την θυρίδα του άνω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.13 και περιγράφονται στον πίνακα 3.15. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών.



Σχήμα 3.13: Θυρίδα άνω αναδευτήρα

Πίνακας 3.15: Θυρίδα άνω αναδευτήρα

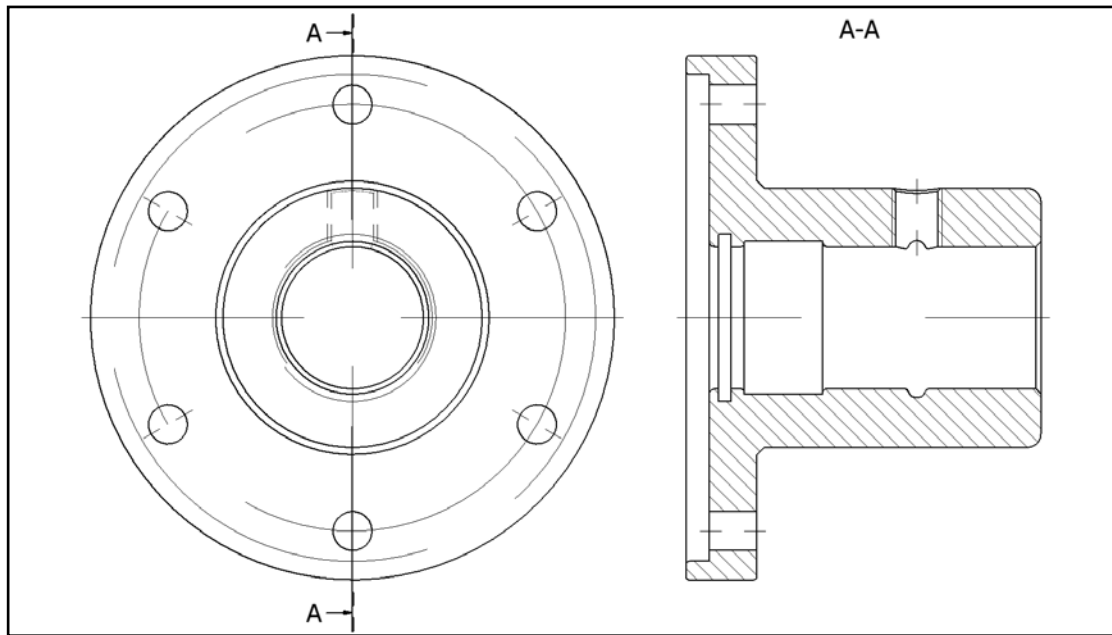
α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Χειρολαβή												•		•	•
02	Άξονας περιστροφής θυρίδας												•			•
03	Λάμα έδρασης της ελαστικής φλάντζας												•			•
04	Λάμα στερέωσης και σύσφιξης της ελαστικής φλάντζας		•										•			

3.2.4.8. Έδρανο ολίσθησης.

Στον πίνακα 3.16 περιγράφονται οι κατεργασίες του εδράνου ολίσθησης και στο σχήμα 3.14 φαίνεται η τομή του.

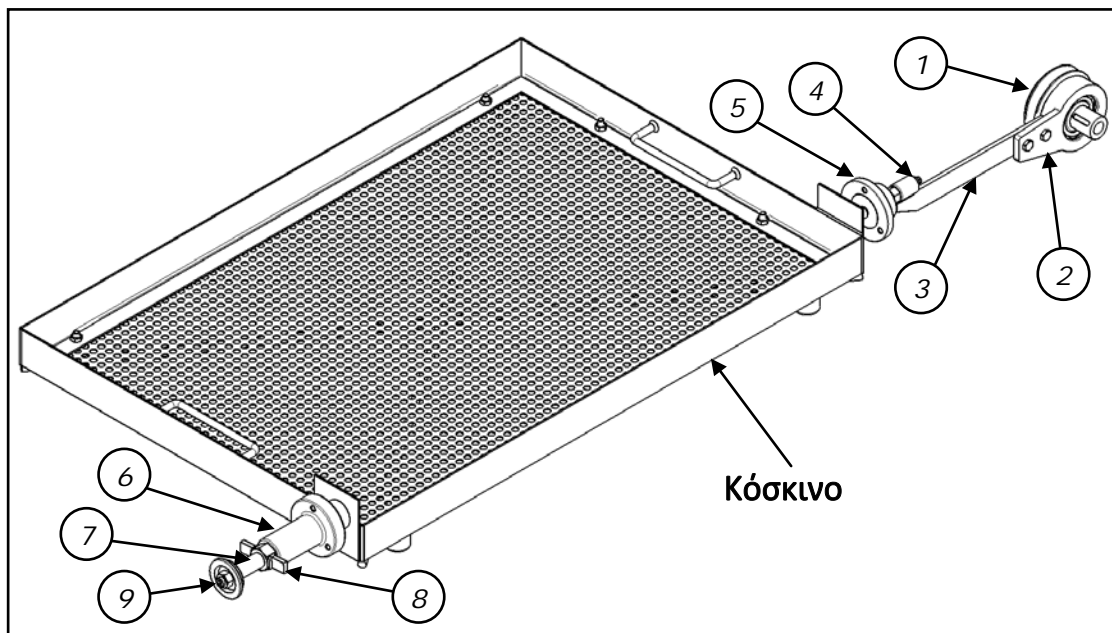
Πίνακας 3.16: Έδρανο ολίσθησης

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Έδρανο ολίσθησης	•	•		•											



Σχήμα 3.14: Έδρανο ολίσθησης

3.2.5. Υποσύστημα 1 – Δόνησης - 05.



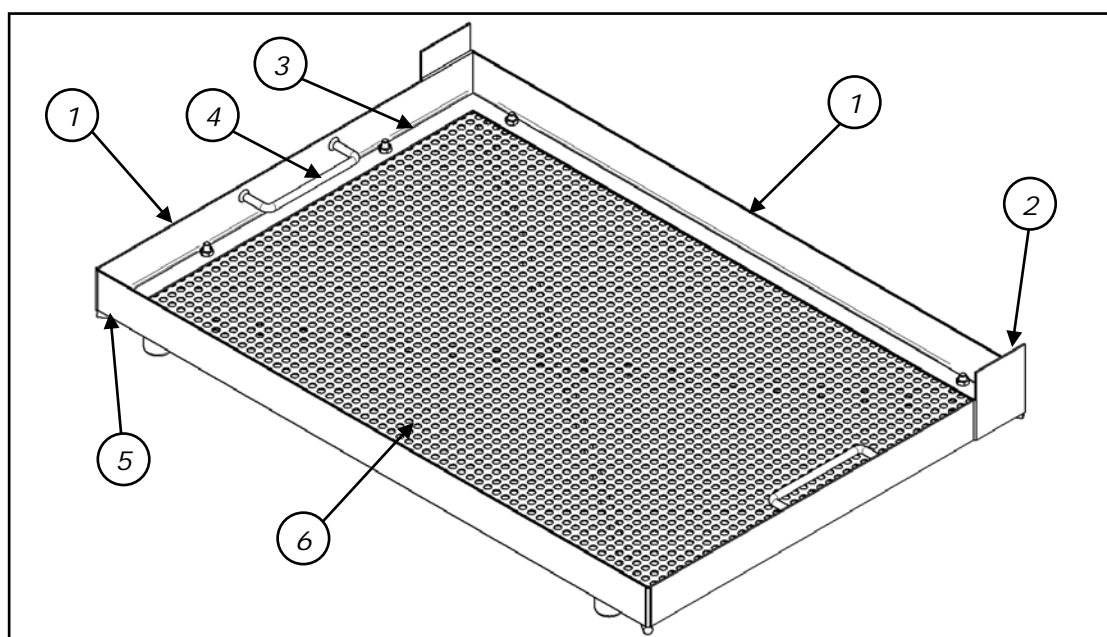
Σχήμα 3.15: Υποσύστημα δόνησης

Τα εξαρτήματα που αποτελούν το υποσύστημα δόνησης φαίνονται στο σχήμα 3.15 και περιγράφονται στον πίνακα 3.17. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοιχία τμήματος – κατεργασιών. Το κόσκινο αναλύεται ξεχωριστά στον πίνακα 3.18.

Πίνακας 3.17: Υποσύστημα δόνησης - εξαρτήματα

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή	•	•		•		•									
02	Φωλιά ένσφαιρου τριβέα δονητή	•	•		•											
03	Λάμα δονητή		•	•	•								•			•
04	Κοχλίας δονητή				•								•			
05	Φωλιά κωνικού ελαστικού παλινδρόμησης λάμας δονητή	•	•		•											
06	Φωλιά εντατήρα κόσκινου	•	•	•	•											
07	Κοχλίας εντατήρα κόσκινου				•								•			
08	Περικόχλιο												•			•
09	Στρογγυλό περικόχλιο	•	•	•	•											

3.2.5.1. Υποσύστημα 2 – Κόσκινο - 01.



Σχήμα 3.16: Κόσκινο

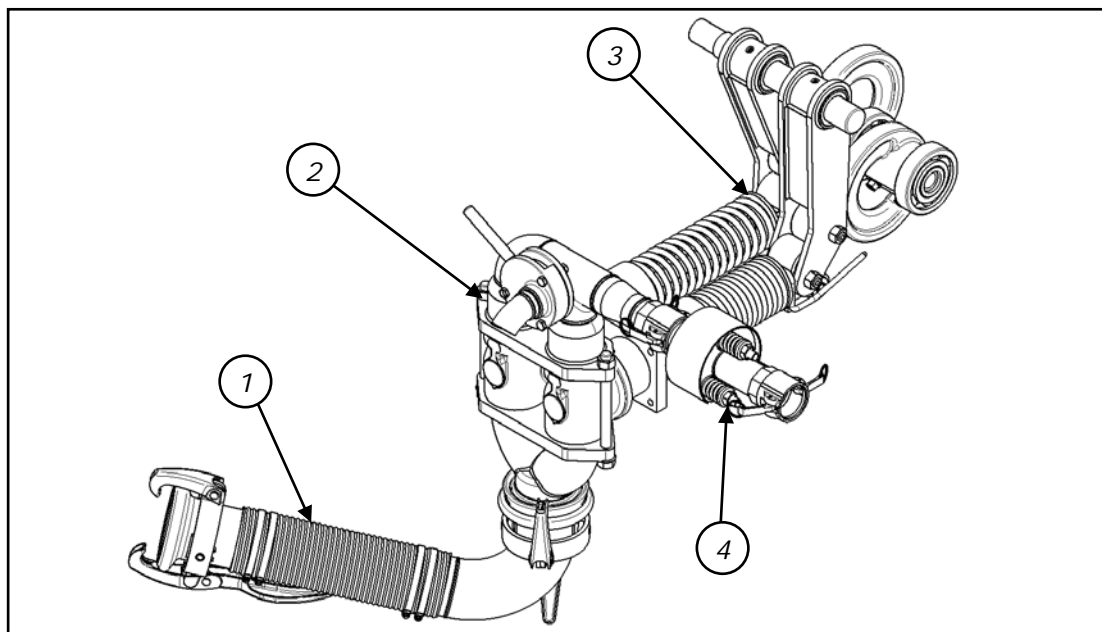
Πίνακας 3.18: Κόσκινο

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Πλαίσιο κοσκίνου												•			•
02	Λάμα (ενίσχυση)												•			•
03	Πλαίσιο στήριξης πλέγματος		•										•			•
04	Χειρολαβή												•		•	•
05	Ράβδοι ενίσχυσης κόσκινου												•			•
06	Πλέγμα		• ¹⁰													

¹⁰ Για τη στερέωση, με κοχλίες – περικόχλια, του πλέγματος

3.2.6. Υποσύστημα 1 – Άντλησης - 06.

Το υποσύστημα άντλησης διαιρείται σε 4 μέρη-υποσυστήματα, τα οποία περιγράφονται στον πίνακα 3.19.



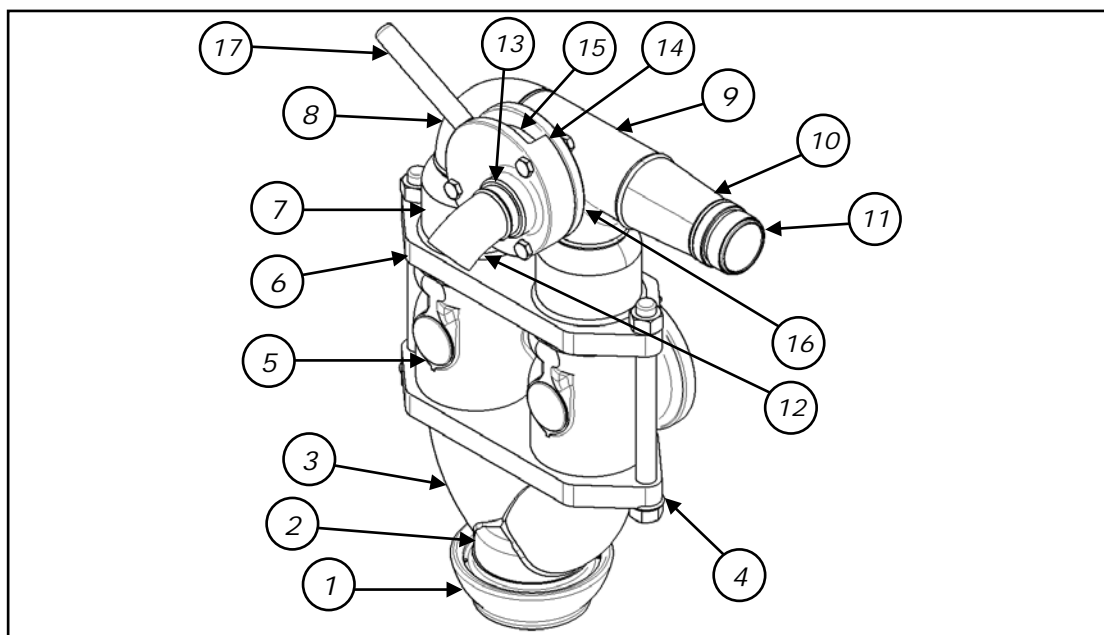
Σχήμα 3.17: Υποσύστημα άντλησης

Πίνακας 3.19: Υποσύστημα άντλησης

α/α	Ονομασία
01	Σωλήνας αναρρόφησης
02	Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης
03	Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων
04	Ασφαλιστική βαλβίδα

3.2.6.1. Υποσύστημα 2 - Βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης – 02.

Τα τμήματα που αποτελούν το υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης φαίνονται στο σχήμα 3.18 και περιγράφονται στον πίνακα 3.20. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοίχιση τμήματος – κατεργασιών.



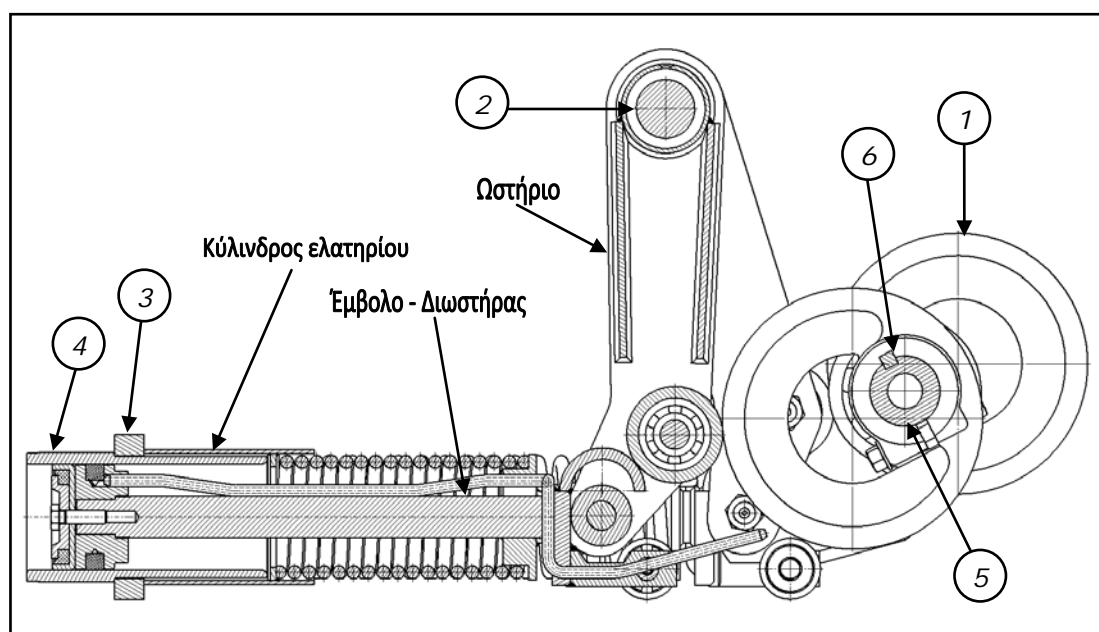
Σχήμα 3.18: Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης

Πίνακας 3.20: Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
Υποσύστημα 3 - Αναρρόφηση Y - 01																
01	Στόμιο αναρρόφησης	•	•										•			•
02	Σωλήνας αναρρόφησης (Y)												•			•
03	Καμπύλη αναρρόφησης (Y)												•			•
04	Πλάκα έδρασης βαλβίδων αναρρόφησης		•		•								•			•
Υποσύστημα 3 - Κανένα - 00																
05	Βαλβίδα αναρρόφησης	•			•											
Υποσύστημα 3 - Κατάθλιψη - 02																
06	Πλάκα έδρασης βαλβίδων κατάθλιψης		•		•								•			•
07	Βαλβίδα κατάθλιψης	•			•											•
08	Καμπύλη 90°	•														•
09	Ταυ	•	•		•											•
10	Συστολή	•														•
11	Σωλήνας με σπείρωμα				•								•			•
Υποσύστημα 3 - Βάνα εξαέρωσης - 03																
12	Καμπύλη 45° βάνας εξαέρωσης	•														•
13	Σωλήνας με σπείρωμα βάνας εξαέρωσης				•								•			•
14	Φωλιά βάνας εξαέρωσης	•	•		•											
15	Γλώσσα βάνας εξαέρωσης		•	•	•								•			

Υποσύστημα 3 – Βάνα εξαέρωσης - 03																
16	Φλάντζα έδρασης της φωλιάς της βάνας εξαέρωσης														•	•
17	Χειρολαβή βάνας εξαέρωσης				•										•	

3.2.6.2. Υποσύστημα 2 - Εκκέντρων – ωστηρίων - διωστήρων – 03.



Σχήμα 3.19: Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων - διωστήρων σε τομή.

Τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το υποσύστημα εκκέντρων – διωστήρων – εμβόλων περιγράφονται στον πίνακα 3.21¹¹. Τα τμήματα ωστήριο, έμβολο – διωστήρας και κύλινδρος ελατηρίου αναλύονται ξεχωριστά σε επόμενους πίνακες.

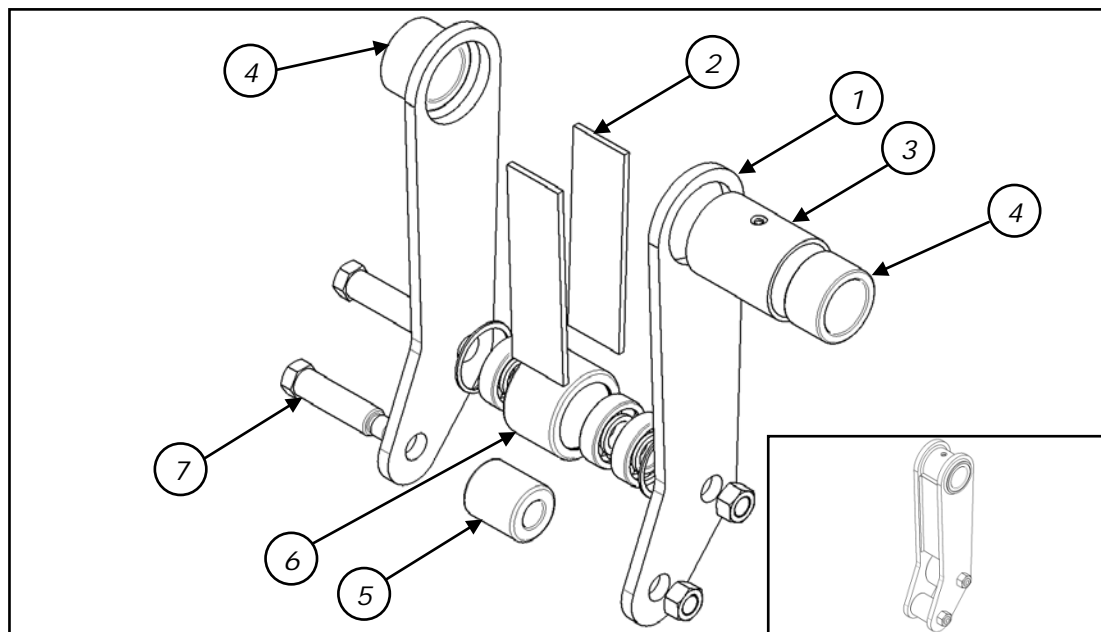
Πίνακας 3.21: Υποσύστημα εκκέντρων/ωστηρίων/διωστήρων - εξαρτήματα

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Έκκεντρο	•	•		•	•										
02	Άξονας ωστηρίων		•	•	•								•			
03	Πλάκα έδρασης κυλίνδρων		•		•								•			
04	Χιτώνιο				•			•				•	•			
05	Άξονας εκκέντρων		•		•		•						•			
06	Σφήνα άξονα εκκέντρων												•			•
07	Μπάρα σύσφιξης άξονα εκκέντρων με ομφαλό οδοντωτού τροχού z36				•								•			

¹¹ Δεν αναφέρονται τα εξαρτήματα εμπορίου, όπως π.χ. οι ένσφαιροι τριβείς, στεγανωτικά, κοχλίες, περικόχλια κλπ.

3.2.6.2.1. Υποσύστημα 3 – Ωστήριο – 01.

Τα τμήματα που αποτελούν το ωστήριο περιγράφονται στο σχήμα 3.20 και στον πίνακα 3.22, όπου πραγματοποιείται και αντιστοίχιση τμήματος – κατεργασιών.

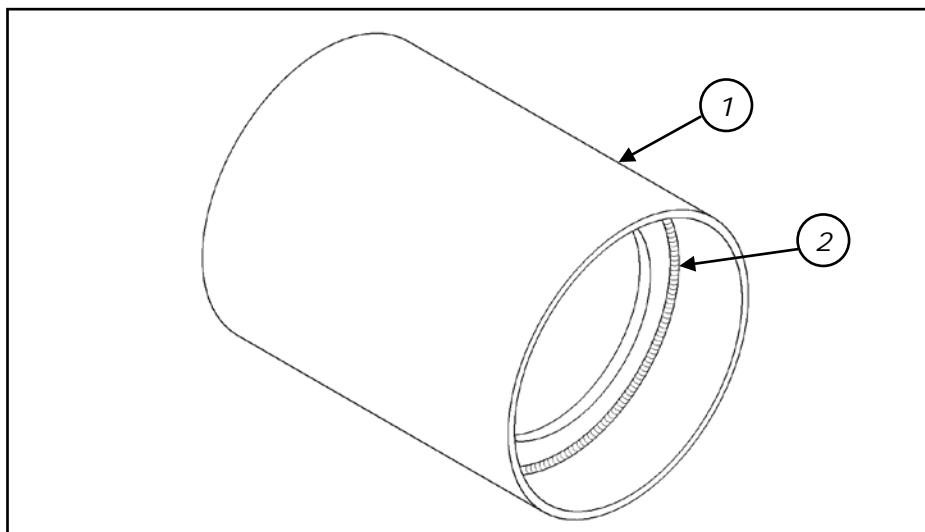


Σχήμα 3.20: Ωστήριο.

Πίνακας 3.22: Ωστήριο

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
Υποσύστημα 4 – Κέλυφος ωστηρίου - 01																
01	Πλευρικό τοίχωμα													•		•
02	Νεύρο												•			•
03	Κύλινδρος εφαρμογής δακτυλίων ολίσθησης		•		•								•			•
Υποσύστημα 4 – Κανένα - 00																
04	Δακτύλιος ολίσθησης				•								•			
05	Κύλινδρος ώσεως διωστήρα		•		•								•			
06	Κύλινδρος επαφής ωστηρίου - εκκέντρου				•					•			•			
07	Πείρος				•								•			

3.2.6.2.2. Υποσύστημα 3 - Κύλινδρος ελατηρίου – 02.

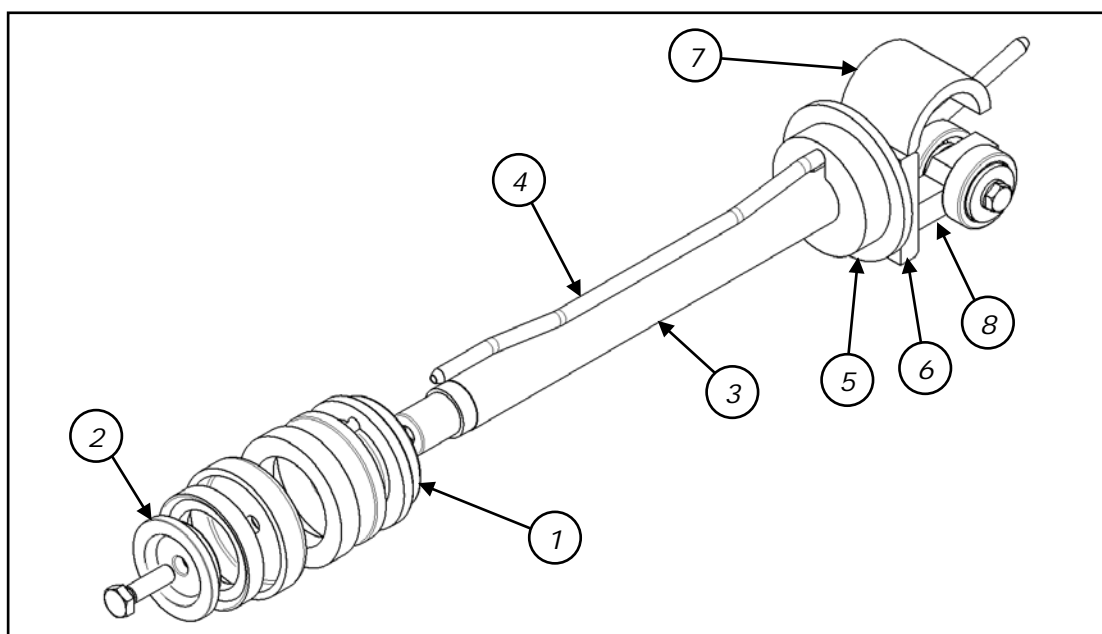


Σχήμα 3.21: Κύλινδρος ελατηρίου.

Πίνακας 3.23: Κύλινδρος ελατηρίου

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Κύλινδρος ελατηρίου				•								•			•
02	Δακτύλιος έδρασης ελατηρίου													•		•

3.2.6.2.3. Υποσύστημα 3 - Έμβολο – διωστήρας – 03.



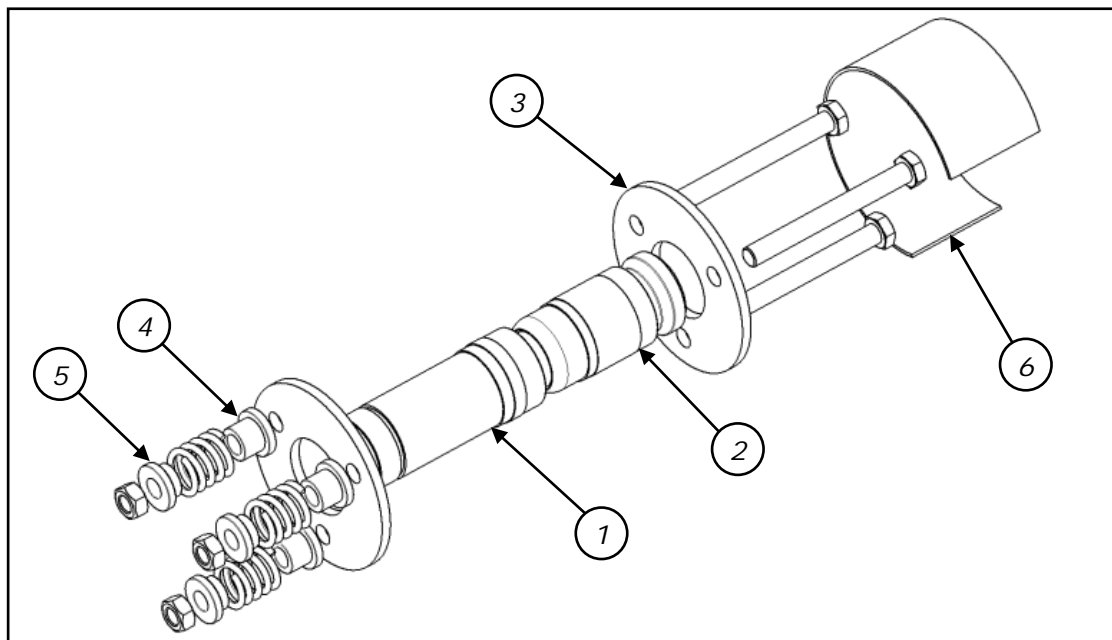
Σχήμα 3.22: Έμβολο – διωστήρας

Πίνακας 3.24: Έμβολο - διωστήρας

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
Υποσύστημα 4 – Κανένα - 00																
01	Έμβολο	•	•		•											
02	Φλαντζάκι σύσφιξης υδραυλικού παρεμβύσματος	•	•		•											
Υποσύστημα 4 – Διωστήρας - 01																
03	Ράβδος διωστήρα		•	•	•								•			
04	Σωληνάκι ελαίου λίπανσης χιτωνίου				•								•		•	•
05	Έδρα ελατηρίου		•		•								•			•
06	Λάμα στήριξης έδρας ελατηρίου					•							•			•
07	Σκέπαστρο				•								•			•
08	Λάμα στήριξης εδράνων κύλισης		•			•							•			•

3.2.6.3. Υποσύστημα 2 - Ασφαλιστική βαλβίδα - 04.

Τα τμήματα που αποτελούν την ασφαλιστική βαλβίδα φαίνονται στο σχήμα 3.23 και περιγράφονται στον πίνακα 3.25. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοίχιση τμήματος – κατεργασιών.



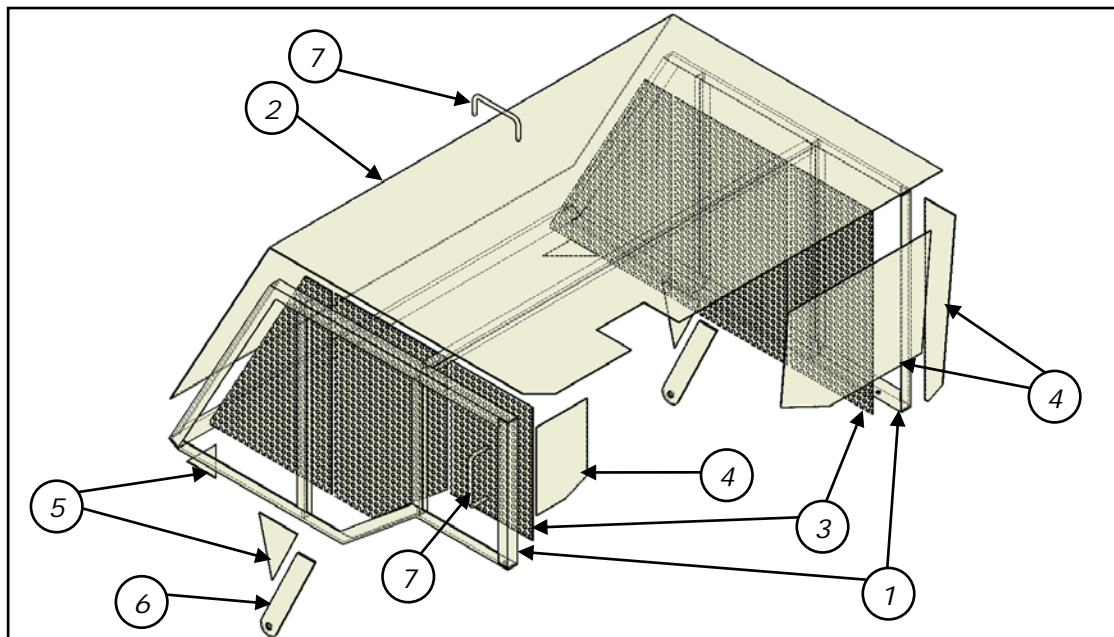
Σχήμα 3.23: Ασφαλιστική βαλβίδα

Πίνακας 3.25: Ασφαλιστική βαλβίδα

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Σωλήνας εκτόνωσης (θηλυκό)				•							•	•			•
02	Σωλήνας εκτόνωσης (αρσενικό)				•							•	•			•
03	Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης													•		•
04	Δακτύλιος έδρασης ελατηρίου		•		•								•			•
05	Δακτύλιος σύσφιξης ελατηρίου		•		•								•			
06	Προστατευτικό κάλυμμα												•		•	•

3.2.7. Υποσύστημα 1 – Κάλυμμα - 07.

Τα τμήματα που αποτελούν το κάλυμμα φαίνονται στο σχήμα 3.24 και περιγράφονται στον πίνακα 3.26. Στον ίδιο πίνακα πραγματοποιείται και αντιστοίχιση τμήματος – κατεργασιών.



Σχήμα 3.24: Κάλυμμα

Πίνακας 3.26: Κάλυμμα

α/α	Ονομασία	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
01	Σκελετός καλύμματος												•			•
02	Σκέπαστρο												•		•	•
03	Πλέγμα προστασίας												•			•
04	Προστατευτικό έλασμα												•			•
05	Νεύρο												•			•
06	Λάμα –βραχίονας		•										•			•
07	Χερούλι												•		•	•

3.3. Διαχωρισμός των εξαρτημάτων με βάση τις εργαλειομηχανές.

Στην προηγούμενη ενότητα είδαμε ότι ένα εξάρτημα για να κατασκευαστεί χρειάζεται συνήθως παραπάνω από μια κατεργασίες. Όπως, επίσης, και πολλά εξαρτήματα αναφέρονται σε μια κατεργασία. Η σχέση, δηλαδή, εξαρτήματα – κατεργασίες δεν είναι μονοσήμαντη, αλλά είναι σχέση "πολλά προς πολλά" (πολλές κατεργασίες αναφέρονται σε πολλά εξαρτήματα).

Πολλές από τις κατεργασίες αυτές είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν σε μία εργαλειομηχανή, όπως π.χ. η τόννευση, η διάτρηση, η διάνοιξη σπειρώματος μπορούν να πραγματοποιηθούν υπό κατάλληλες συνθήκες σε ένα τόρνο.

Στις επόμενες παραγράφους θα πραγματοποιηθεί αντιστοίχιση εξαρτήματος – εργαλειομηχανών με τον ίδιο τρόπο που έγινε η αντιστοίχιση εξαρτήματος – κατεργασιών. Οι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ είναι οι εξής:

- Τόρνος = LA
- Φρέζα = ML
- Πλάνη = PL
- Δράπανο = DR
- Γραναζοκόπτης = HO
- Κάθετο κέντρο κατεργασίας = VM
- Μηχανή ρεκτιφιέ = FG
- Μηχανή κοπής NC μεταλλικών ελασμάτων = NC
- Στραντζόπρεσσα = PB
- Μηχάνημα καμπύλωσης ελασμάτων = BM
- Ηλεκτρικό ψαλίδι = SH
- Ηλεκτρικό πριόνι = ES

Η αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών πραγματοποιείται με τη μορφή πινάκων και τη χρήση του συμβόλου '•'. Στους πίνακες θα αναφέρεται μόνο ο αντίστοιχος συμβολισμός της κάθε εργαλειομηχανής π.χ. αντί για "Στραντζόπρεσσα" θα αναγράφεται ο συμβολισμός "PB" και μόνο τα κατεργασμένα εξαρτήματα – τμήματα του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ και όχι τα εξαρτήματα εμπορίου, όπως π.χ. τριβείς (ρουλεμάν), κοχλίες, περικόχλια, δακτύλιοι στεγανότητας, κλπ.

3.3.1. Υποσύστημα 1 – Σκελετός – 01.

3.3.1.1. Υποσύστημα 2 - Πλαίσιο σκελετού - 01.

Στον πίνακα 3.27 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το πλαίσιο του σκελετού φαίνονται στο σχήμα 3.1.

Πίνακας 3.27: Πλαίσιο σκελετού

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01-07	Δοκοί Πι πλαισίου έδρασης βάσης κινητήρα και κελύφους αντλίας												•
08	Κεντρικός δοκός - Κοιλοδοκός												•
09	Τάπα κεντρικής δοκού												•
10	Αντηρίδα ποδιού												•
11	Πόδι στήριξης σκελετού												•
12	Πέλμα												•
13	Οδοντωτός σύνδεσμος	-											
14	Κολώνα στήριξης άνω αναδευτήρα												•
15	Πλάκα βάσης κινητήρα								•				
16	Πέλμα έδρασης κινητήρα	•											•
17	Νεύρο βάσης κινητήρα												•
18	Λάμα στήριξης εξάτμισης κινητήρα				•								•
19	Λάμα στήριξης σωλήνα περιστροφής λάμας ώσεως τριβέα				•								•
20	Αντιστήριξη καλύμματος												•
21	Τακάκι στήριξης καλύμματος	•											
22	Λάμα στήριξης καλύμματος				•								•
23	Γωνία έδρασης λάμας στήριξης καλύμματος												•
24	Έδραση διαιρούμενου άξονα τροχών				•								•
25	Στήριγμα κάτω αναδευτήρα				•								•
26	Νεύρο												•
27	Μεταλλικό έλασμα στήριξης κάτω αναδευτήρα				•								•
28	Αποστατικός δακτύλιος στήριξης κάτω αναδευτήρα	•											•
29	Πέλμα έδρασης καλύμματος												•
30	Νεύρο				•								•
31	Λάμα οδήγησης χειρολαβής												•
32	Νεύρο												•

3.3.1.2. Υποσύστημα 2 - Κέλυφος αντλίας - 02.

Στον πίνακα 3.28 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το κέλυφος της αντλίας φαίνονται στο σχήμα 2.5.

Πίνακας 3.28: Κέλυφος αντλίας

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Εξωτερική πλευρά κελύφους αντλίας								•				
02	Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας								•				
03	Κάτω βάση ενσωμάτωσης αντλίας								•				
04	Άνω πλάκα ενσωμάτωσης πλευρών κελύφους αντλίας											•	
05	Προστατευτικό κάλυμμα κελύφους αντλίας										•	•	
06	Κέλυφος ελαιολεκάνης												•
07	Πλευρά ελαιολεκάνης											•	
08	Δακτύλιος ένσφαιρου τριβέα άξονα εκκέντρων αντλίας	•											•
09	Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας	•											•
10	Εσωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας	•											•
11	Αυτάκι συγκράτησης κοχλία στερέωσης συστήματος βαλβίδων				•							•	
12	Πέλμα έδρασης καλύμματος												•
13	Δακτύλιοι στερέωσης καθρέπτη κυλίνδρων	•											
14	Λάμα στερέωσης μπαταρίας				•								•
15	Λάμα στερέωσης κόρνας				•								•
16	Περικόχλιο												
17	Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας και στερέωσης εντατήρα ιμάντα διβάθμιου μειωτήρα	•											•
18	Αντηρίδα – νεύρο ελαιολεκάνης											•	
19	Δακτύλιος με σπείρωμα	•											
20	Δακτύλιος με σπείρωμα	•											

3.3.2. Υποσύστημα 1 - Μετάδοσης κίνησης - 02.

3.3.2.1. Τροχαλίες.

Στον πίνακα 3.29 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Οι τροχαλίες του υποσυστήματος μετάδοσης κίνησης φαίνονται στο σχήμα 3.2.

Πίνακας 3.29: Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης - Τροχαλίες

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Τροχαλία κινητήρα	•			•								
02	Τροχαλία διβάθμιου μειωτήρα στροφών	•			•								
03	Τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή	•	•										
04	Τροχαλία μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας	•			•								
05	Τροχαλία άξονα άνω αναδευτήρα	•		•									
06	Τροχαλία άξονα κάτω αναδευτήρα	•		•									

3.3.2.2. Υποσύστημα 2 - Διβάθμιος μειωτήρας στροφών - 01.

Στον πίνακα 3.30 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον διβάθμιο μειωτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.3.

Πίνακας 3.30: Διβάθμιος μειωτήρας στροφών

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Κέλυφος						•						
02	Ελλειπτικό καπάκι						•						
03	Στρογγυλό καπάκι						•						
04	Φλάντζα στήριξης ένσφαιρου τριβέα	•			•								
05	Φλάντζα στήριξης ένσφαιρου τριβέα	•			•								
06	Οδοντωτός τροχός έδρασης δίσκου τριβής	•				•							•
07	Οδοντωτός τροχός z65	•		•		•							•
08	Οδοντωτός τροχός z10	•	•			•							•
	Ομφαλός οδοντωτού τροχού	•											•
09	Κύλινδρος ομφαλού	•	•										•
10	Τακάκι με σπείρωμα	•											•
11	Οδοντωτός τροχός z36	•		•		•							•
12	Φλάντζα στήριξης ένσφαιρου τριβέα	•			•								
13	Φλάντζα στήριξης ένσφαιρου τριβέα	•			•								

3.3.2.3. Υποσύστημα 2 - Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας - 02.

Στον πίνακα 3.31 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας φαίνονται στο σχήμα 3.4.

Πίνακας 3.31: Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Κέλυφος						•						
02	Κορώνα	•	•		•								
03	Ομφαλός κορώνας	•			•								
04	Καπάκι	•			•								
05	Φλάντζα στήριξης ένσφαιρου τριβέα	•			•								
06	Φωλιά ένσφαιρου τριβέα δεξιά	•			•								
07	Ατέρμονας κοχλίας	•	•			•							•
08	Φωλιά ένσφαιρου τριβέα αριστερή	•			•								
09	Σφήνα ατέρμονα κοχλία												•

3.3.3. Υποσύστημα 1 - σύμπλεξης – αποσύμπλεξης - 03.

Στον πίνακα 3.32 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το υποσύστημα σύμπλεξης - αποσύμπλεξης φαίνονται στο σχήμα 3.5.

Πίνακας 3.32: Υποσύστημα σύμπλεξης - αποσύμπλεξης

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
Υποσύστημα 2 - Χειρολαβή σύμπλεξης – αποσύμπλεξης - 01													
01	Χειρολαβή												•
02	Οδηγός χειρολαβής			•									•
03	Προέκταση χειρολαβής	•											•
Υποσύστημα 2 - Σωλήνας με λάμες ώσεως τριβέα - 02													
04	Λάμα στήριξης προέκτασης χειρολαβής				•								•
05	Αντηρίδα												•
06	Σωλήνας περιστροφής λάμας ώσεως τριβέα												•
07	Δακτύλιος έδρασης σωλήνα περιστροφής λάμας ώσεως τριβέα	•											•
08	Λάμα στήριξης λάμας ώσεως τριβέα				•								•
09	Αντηρίδα				•								•
10	Λάμα ώσεως τριβέα				•								•
11	Τριβέας – εξάρτημα συμπλέκτη	•											

3.3.4. Υποσύστημα 1 - Ανάδευσης του υλικού - 04.

3.3.4.1. Υποσύστημα 2 - Κέλυφος άνω αναδευτήρα - 01.

Στον πίνακα 3.33 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το κέλυφος άνω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.7.

Πίνακας 3.33: Κέλυφος άνω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Καμπύλη επιφάνεια δεξαμενής ανάμιξης του υλικού								•	•	•		
02	Εσωτερική πλευρά δεξαμενής ανάμιξης του υλικού								•	•			
03	Εξωτερική πλευρά δεξαμενής ανάμιξης του υλικού								•	•			
04	Παράπλευρη επιφάνεια δεξαμενής νερού									•		•	
05	Πλευρά δεξαμενής νερού											•	
06	Νεύρο δεξαμενής νερού												•
07	Αντηρίδα												•
08	Βάση οδηγού τάνυσης ιμάντα τροχαλίας μειωτήρα ατέρμονα κοχλία – κορώνας								•				
09	Αποστατικός δακτύλιος στήριξης κελύφους άνω αναδευτήρα στο πλαίσιο σκελετού	•											•
10	Γάντζος στήριξης θυρίδας άνω αναδευτήρα								•				
11	Δακτύλιος στήριξης προστατευτικής εσχάρας άνω αναδευτήρα	•											
12	Γάντζος στήριξης αλυσίδας												
13	Στόμιο εξαγωγής νερού δεξαμενής νερού	•											•
14	Στήριγμα θυρίδας δεξαμενής νερού				•								•
15	Νεύρο αποστατικών δακτυλίων											•	
16	Νεύρο βάσης οδηγού τάνυσης ιμάντα τροχαλίας μειωτήρα ατέρμονα κοχλία – κορώνας												

3.3.4.2. Υποσύστημα 2 - Κέλυφος κάτω αναδευτήρα - 02.

Στον πίνακα 3.34 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το κέλυφος κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.8.

Πίνακας 3.34: Κέλυφος κάτω αναδευτήρα

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Παράπλευρη επιφάνεια κελύφους κάτω αναδευτήρα								•	•	•		
02	Εσωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα								•	•			
03	Εξωτερική πλευρά κελύφους κάτω αναδευτήρα								•	•			
04	Στόμιο εξαγωγής μίγματος υλικών	-											
05	Πέλμα έδρασης κόσκινου												•
06	Προστατευτική λάμα												•

3.3.4.3. Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα - 03.

Στον πίνακα 3.35 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον άξονα του άνω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.9.

Πίνακας 3.35: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Άξονας	•	•					•					
02	Πτερύγιο ανάδευσης μίγματος												•
03	Σφήνα άξονα	-											

3.3.4.4. Υποσύστημα 2 - Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα - 04.

Στον πίνακα 3.36 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον άξονα του κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.10.

Πίνακας 3.36: Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Άξονας	•	•					•					
02	Πτερύγιο ανάδευσης μίγματος											•	
03	Σφήνα άξονα	-											

3.3.4.5. Υποσύστημα 2 - Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα - 05.

Στον πίνακα 3.37 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον άξονα του κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.11.

Πίνακας 3.37: Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Πλευρικό τοίχωμα												•
02	Δακτύλιος περιστροφής εσχάρας												•
03	Κιγκλίδωμα												•
04	Προστατευτική λάμα												•
05	Νεύρο												•
06	Γάντζος												•
07	Λάμα έδρασης ελαστικών πελμάτων												•
08	Εμπρόσθιο τοίχωμα												•
09	Κάλυμμα											•	

3.3.4.6. Υποσύστημα 2 - Θυρίδα δεξαμενής νερού - 06.

Στον πίνακα 3.38 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον άξονα του κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.12.

Πίνακας 3.38: Θυρίδα δεξαμενής νερού.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Χειρολαβή												•
02	Λάμα έδρασης ελαστικής φλάντζας											•	

3.3.4.7. Υποσύστημα 2 - Θυρίδα άνω αναδευτήρα - 07.

Στον πίνακα 3.39 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον άξονα του κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.13.

Πίνακας 3.39: Θυρίδα άνω αναδευτήρα.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Χειρολαβή												•
02	Άξονας περιστροφής θυρίδας												•
03	Λάμα έδρασης της ελαστικής φλάντζας											•	
04	Λάμα στερέωσης και σύσφιξης της ελαστικής φλάντζας											•	

3.3.4.8. Έδρανο ολίσθησης.

Στον πίνακα 3.40 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον άξονα του κάτω αναδευτήρα φαίνονται στο σχήμα 3.14.

Πίνακας 3.40: Έδρανο ολίσθησης

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Έδρανο ολίσθησης	•			•								

3.3.5. Υποσύστημα 1 – Δόνησης - 05.

Στον πίνακα 3.41 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν υποσύστημα δόνησης φαίνονται στο σχήμα 3.15.

Πίνακας 3.41: Υποσύστημα δόνησης – εξαρτήματα

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
1	Τροχαλία φωλιάς έσφαιρου τριβέα δονητή	•	•		•								
2	Φωλιά έσφαιρου τριβέα δονητή	•			•								
3	Λάμα δονητή	•			•								•
4	Κοχλίας δονητή	•											•
5	Φωλιά κωνικού ελαστικού παλινδρόμησης λάμας δονητή	•			•								
6	Φωλιά εντατήρα κόσκινου	•			•								
7	Κοχλίας εντατήρα κόσκινου	•											•
8	Περικόχλιο												
9	Στρογγυλό περικόχλιο	•											

3.3.5.1. Υποσύστημα 2 – Κόσκινο -01.

Στον πίνακα 3.42 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το κόσκινο φαίνονται στο σχήμα 3.16.

Πίνακας 3.42: Κόσκινο

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Πλαίσιο κόσκινου											•	
02	Λάμα (ενίσχυση)											•	
03	Πλαίσιο στήριξης πλέγματος											•	
04	Χειρολαβή												•
05	Ράβδοι ενίσχυσης κόσκινου												•
06	Πλέγμα											•	

3.3.6. Υποσύστημα 1 – Άντλησης - 06.

3.3.6.1. Υποσύστημα 2 - Βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης - 02.

Στον πίνακα 3.43 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης φαίνονται στο σχήμα 3.18.

Πίνακας 3.43: Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
Υποσύστημα 3 - Αναρρόφηση Υ - 01													
01	Στόμιο αναρρόφησης							-					
02	Σωλήνας αναρρόφησης (Υ)							-					
03	Καμπύλη αναρρόφησης (Υ)							-					
04	Πλάκα έδρασης βαλβίδων αναρρόφησης	•			•								
Υποσύστημα 3 – Κανένα - 00													
05	Βαλβίδα αναρρόφησης	•											
Υποσύστημα 3 – Κατάθλιψη - 02													
06	Πλάκα έδρασης βαλβίδων κατάθλιψης	•			•								
07	Βαλβίδα κατάθλιψης	•											
08	Καμπύλη 90°							-					
09	Ταυ				•								
10	Συστολή							-					
11	Σωλήνας με σπείρωμα	•											
Υποσύστημα 3 – Βάνα εξαέρωσης - 03													
12	Καμπύλη 45° βάνας εξαέρωσης							-					
13	Σωλήνας με σπείρωμα βάνας εξαέρωσης	•											
14	Φωλιά βάνας εξαέρωσης	•			•								
15	Γλώσσα βάνας εξαέρωσης	•			•								
16	Φλάντζα έδρασης της φωλιάς βάνας εξαέρωσης	•			•								•
17	Χειρολαβή βάνας εξαέρωσης	•											•

3.3.6.2. Υποσύστημα 2 - εκκέντρων – ωστηρίων - διωστήρων - 03.

Στον πίνακα 3.44 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το υποσύστημα εκκέντρων – διωστήρων – εμβόλων φαίνονται στο σχήμα 3.19.

Πίνακας 3.44: Υποσύστημα εκκέντρων/ωστηρίων/διωστήρων - εξαρτήματα.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Έκκεντρο	•		•	•								
02	Άξονας ωστηρίων	•											
03	Πλάκα έδρασης κυλίνδρων	•			•								
04	Χιτώνιο	•						•					
05	Άξονας εκκέντρων	•	•										
06	Σφήνα άξονα εκκέντρων							-					

3.3.6.2.1. Υποσύστημα 3 – Ωστήριο - 01.

Στον πίνακα 3.45 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το ωστήριο φαίνονται στο σχήμα 3.20.

Πίνακας 3.45: Ωστήριο.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
Υποσύστημα 4 – Κέλυφος ωστηρίου - 01													
01	Πλευρικό τοίχωμα								•				
02	Νεύρο											•	
03	Κύλινδρος εφαρμογής δακτυλίων ολίσθησης	•			•								•
Υποσύστημα 4 – Κανένα - 00													
04	Δακτύλιος ολίσθησης	•											•
05	Κύλινδρος ώσεως διωστήρα	•											•
06	Κύλινδρος επαφής ωστηρίου - εκκέντρου	•											•
07	Πείρος	•											•

3.3.6.2.2. Υποσύστημα 3 - Κύλινδρος ελατηρίου - 02.

Στον πίνακα 3.46 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν τον κύλινδρο ελατηρίου φαίνονται στο σχήμα 3.21.

Πίνακας 3.46: Κύλινδρος ελατηρίου.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Κύλινδρος ελατηρίου	•											•
02	Δακτύλιος έδρασης ελατηρίου								•				

3.3.6.2.3. Υποσύστημα 3 - Έμβολο – διωστήρας - 03.

Στον πίνακα 3.47 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το έμβολο - διωστήρα φαίνονται στο σχήμα 3.22.

Πίνακας 3.47: Έμβολο - διωστήρας.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
Υποσύστημα 4 – Κανένα - 00													
01	Έμβολο	•			•								
02	Φλαντζάκι σύσφιξης υδραυλικού παρεμβύσματος	•											
Υποσύστημα 4 – Διωστήρας - 01													
03	Ράβδος διωστήρα	•											•
04	Σωληνάκι ελαίου λίπανσης χιτωνίου												•
05	Έδρα ελατηρίου	•											
06	Λάμα στήριξης έδρας ελατηρίου			•									•
07	Σκέπαστρο	•											•
08	Λάμα στήριξης εδράνων κύλισης			•	•								•

3.3.6.3. Υποσύστημα 2 - Ασφαλιστική βαλβίδα - 04.

Στον πίνακα 3.48 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν την ασφαλιστική βαλβίδα φαίνονται στο σχήμα 3.23.

Πίνακας 3.48: Ασφαλιστική βαλβίδα.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Σωλήνας εκτόνωσης (θηλυκό)	•											•
02	Σωλήνας εκτόνωσης (αρσενικό)	•											•
03	Φλάντζα στερέωσης σωλήνα εκτόνωσης								•				
04	Δακτύλιος έδρασης ελατηρίου	•											•
05	Δακτύλιος σύσφιξης ελατηρίου	•											•
06	Προστατευτικό κάλυμμα											•	

3.3.7. Υποσύστημα 1 – Κάλυμμα - 07.

Στον πίνακα 3.49 που ακολουθεί πραγματοποιείται αντιστοίχιση εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Τα εξαρτήματα που αποτελούν το κάλυμμα φαίνονται στο σχήμα 3.24.

Πίνακας 3.49: Κάλυμμα.

α/α	Ονομασία	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
01	Σκελετός καλύμματος												•
02	Σκέπαστρο									•		•	
03	Πλέγμα προστασίας											•	
04	Προστατευτικό έλασμα											•	
05	Νεύρο											•	
06	Λάμα – βραχίονας				•								•
07	Χερούλι												

3.4. Κωδικοποίηση.

3.4.1. Κατασκευή κωδικού κατεργασμένου εξαρτήματος – βασική μορφή.

Στις προηγούμενες ενότητες πραγματοποιήθηκε αντιστοίχιση εξαρτημάτων – κατεργασιών και εξαρτημάτων – εργαλειομηχανών. Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της κωδικοποίησης είναι απαραίτητη και η εισαγωγή κωδικού σε κάθε εξάρτημα. Κάθε κωδικός πρέπει να πληροί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Η σχέση κωδικού – εξαρτήματος είναι μονοσήμαντη, σχέση "ένα προς ένα", δηλαδή σε κάθε εξάρτημα αντιστοιχεί ένας κωδικός και αντίστροφα.
- Κάθε κωδικός περιέχει το υποσύστημα στο οποίο ανήκει το αντίστοιχο **κατεργασμένο** εξάρτημα.
- Όλοι οι κωδικοί έχουν τον ίδιο αριθμό χαρακτήρων.

Η μορφή του κωδικού φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.50: Μορφή κωδικού

Κατηγορία	Υποσύστημα 1	Υποσύστημα 2	Υποσύστημα 3	Υποσύστημα 4	Εξάρτημα
3 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες
Στήλη 1	Στήλη 2	Στήλη 3	Στήλη 4	Στήλη 5	Στήλη 6

Στην πρώτη στήλη αναφέρεται η κατηγορία στην οποία ανήκει το κάθε εξάρτημα. Κάθε κατηγορία περιγράφεται με 3 λατινικούς χαρακτήρες και οι κατηγορίες των εξαρτημάτων του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ με τους αντίστοιχους συμβολισμούς τους περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.51: Κατηγορία εξαρτημάτων

Κατηγορία	Συμβολισμός
Κατεργασμένα εξάρτηματα	PCS
Εξάγωνοι κοχλίες	HEX
Κοχλίες ALLEN	ALL
Περικόχλια	NUT
Ελαστικά μέρη	RUB
Τριβείς	BEA
Ιμάντες κίνησης	BEL
Έτοιμα εξάρτηματα	FIX

Στη δεύτερη στήλη αναφέρεται το υποσύστημα στο οποίο ανήκει το κάθε εξάρτημα. Τα υποσυστήματα του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ με τους αντίστοιχους συμβολισμούς τους περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.52: Υποσυστήματα

Υποσύστημα 1	Συμβολισμός
Σκελετός	01
Μετάδοσης κίνησης	02
Σύμπλεξης – αποσύμπλεξης	03
Ανάδευσης του υλικού	04
Δόνησης	05
Άντλησης του υλικού	06
Κάλυμμα	07
Διαιρούμενος άξονας και τροχοί	08

Στην τρίτη στήλη αναφέρεται το Υποσύστημα 2, το οποίο είναι υποκατηγορία του υποσυστήματος 1. Τα υποσυστήματα 2 περιγράφονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 3.53: Σκελετός - 01.

Υποσύστημα 2	Συμβολισμός
Πλαίσιο Σκελετού	01
Κέλυφος αντλίας	02
Κανένα	00

Πίνακας 3.54: Υποσύστημα μετάδοσης κίνησης - 02.

Υποσύστημα 2	Συμβολισμός
Διβάθμιος μειωτήρας στροφών	01
Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας	02
Κανένα	00

Πίνακας 3.55: Υποσύστημα σύμπλεξης – αποσύμπλεξης – 03.

Υποσύστημα 2	Συμβολισμός
Χειρολαβή σύμπλεξης – αποσύμπλεξης	01
Σωλήνας με λάμες ώσεως τριβέα	02
Κανένα	00

Πίνακας 3.56: Υποσύστημα ανάδευσης του υλικού - 04.

Υποσύστημα 2	Συμβολισμός
Κέλυφος άνω αναδευτήρα	01
Κέλυφος κάτω αναδευτήρα	02
Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα	03
Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα	04
Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα	05
Θυρίδα δεξαμενής νερού	06
Θυρίδα άνω αναδευτήρα	07
Κανένα	00

Πίνακας 3.57: Υποσύστημα δόνησης - 05.

Υποσύστημα 2	Συμβολισμός
Κόσκινο	01
Κανένα	00

Πίνακας 3.58: Υποσύστημα άντλησης - 06.

Υποσύστημα 2	Συμβολισμός
Σωλήνας αναρρόφησης	01
Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης	02
Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων	03
Ασφαλιστική βαλβίδα	04
Κανένα	00

Στην τέταρτη και στην πέμπτη στήλη αναφέρονται οι υποκατηγορίες Υποσύστημα 3 και Υποσύστημα 4. Οι υποκατηγορίες αυτές περιγράφονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 3.59: Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης – 0602.

Υποσύστημα 3	Συμβολισμός
Αναρρόφηση Υ	01
Κατάθλιψη	02
Βάνα εξαέρωσης	03
Κανένα	00

Πίνακας 3.60: Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων - διωστήρων – 0603.

Υποσύστημα 3	Συμβολισμός
Ωστήριο	01
Κύλινδρος ελατηρίου	02
Έμβολο – διωστήρας	03
Κανένα	00

Πίνακας 3.62: Ωστήριο – 060301.

Υποσύστημα 4	Συμβολισμός
Κέλυφος ωστηρίου	01
Κανένα	00

Η τελευταία στήλη ονομάζεται εξάρτημα και είναι η μικρότερη υποκατηγορία. Η βασική μορφή του κωδικού ενός κατεργασμένου εξαρτήματος είναι λοιπόν:

PCS.01.02.03.04.05

3.4.2. Κατασκευή κωδικού κατεργασμένου εξαρτήματος – επέκταση.

Είναι δυνατόν ο κωδικός να περιέχει τις κατεργασίες που πραγματοποιούνται ή τις εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται ή και τα δύο. Στην τελευταία περίπτωση η μορφή του κωδικού φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3.63: Μορφή κωδικού - επέκταση

Κατηγορία	Υποσύστημα 1	Υποσύστημα 2	Υποσύστημα 3	Υποσύστημα 4	Εξάρτημα	Κατεργασίες	Εργαλειομηχανές
3 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	2 χαρακτήρες	30 χαρακτήρες	24 χαρακτήρες
Στήλη 1	Στήλη 2	Στήλη 3	Στήλη 4	Στήλη 5	Στήλη 6	Στήλη 7	Στήλη 8

Οι έξι πρώτες στήλες είναι ίδιες με αυτές της βασικής μορφής. Στην στήλη 7 αναφέρονται οι κατεργασίες που πραγματοποιούνται, οι οποίες περιγράφονται στον πίνακα 3.64.

Πίνακας 3.64: Κατεργασίες.

Κατεργασία	Συμβολισμός
Χύτευση	CA
Διάτρηση	DR
Κατασκευή εσωτερικού σπειρώματος	TH
Τόρνευση	TU
Πλάνισμα	PN
Φρεζάρισμα	MI
Λείανση	FG
Κοπή οδοντωτών τροχών	TC
Ενανθράκωση	CB
Εναζώτωση	AZ
Ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση	AN
Κοπή μετάλλων και μεταλλικών ελασμάτων σε συμβατικές μηχανές	MC
Κοπή μεταλλικών ελασμάτων σε μηχανές κοπής NC	NC
Κάμψη ελασμάτων	BE
Συγκόλληση μετάλλων	WE

Στην στήλη 8 αναφέρονται οι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται και οι οποίες περιγράφονται στον πίνακα 3.65 με τον αντίστοιχο συμβολισμό τους.

Πίνακας 3.65: Εργαλειομηχανές.

Εργαλειομηχανή	Συμβολισμός
Τόρνος	LA
Φρέζα	MI
Πλάνη	PN
Δράπανο	DR
Γραναζοκόπτης	HO
Κάθετο κέντρο κατεργασίας	VM
Μηχανή ρεκτιφιέ	FG
Μηχανή κοπής NC μεταλλικών ελασμάτων	NC
Στραντζόπρεσσα	PB
Μηχάνημα καμπύλωσης ελασμάτων	BM
Ηλεκτρικό ψαλίδι	SH
Ηλεκτρικό πριόνι	ES

Παράδειγμα: Ο κωδικός του δακτυλίου σύσφιγξης του ελατηρίου της ασφαλιστικής βαλβίδας κατασκευάζεται ως εξής:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

PCS	HEX	ALL	NUT	RUB	BEA	BEL	FIX
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ 1

01	02	03	04	05	06	07	08	00
----	----	----	----	----	----	----	----	----

06 = Υποσύστημα άντλησης του υλικού

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ 2

01	02	03	04	00
----	----	----	----	----

04 = Ασφαλιστική βαλβίδα

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ 3

00 = Κανένα

ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ 4

00 = Κανένα

ΕΞΑΡΤΗΜΑ

01	02	03	04	05	06
----	----	----	----	----	----

05 = Δακτύλιος σύσφιγξης ελατηρίου

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ

CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
00	DR	00	TU	00	00	00	00	00	00	00	MC	00	00	00

ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ

LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
LA	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	ES

Επομένως ο κωδικός του συγκεκριμένου εξαρτήματος είναι:

PCS.0604000005.00DR00TU00000000000000MC000000.LA000000000000000000ES

3.4.3. Κωδικοποίηση με Microsoft Access.

3.4.3.1. Εισαγωγή.

Στην εποχή που θεωρείται ως η εποχή της πληροφορίας, περιβαλλόμαστε από βουνά πληροφοριών. Για να χρησιμοποιηθούν αυτές οι πληροφορίες αποτελεσματικά, πρέπει να αποθηκευθούν και να ερμηνευθούν με ευελιξία και αποτελεσματικότητα. Η Microsoft Access είναι σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις ανάγκες διαχείρισης δεδομένων σε ένα πληροφοριακό σύστημα. Παρέχει εργαλεία, όχι μόνο για την αποτελεσματική αποθήκευση και ανάκτηση των δεδομένων, αλλά επίσης και για την δημιουργία φορμών, εκθέσεων και διαλογικών ιστοσελίδων. Το μόνο απαραίτητο είναι μια βασική εξοικείωση με τα Microsoft Windows και την επιθυμία της εξερεύνησης για την κατασκευή της βάσης.

3.4.3.2. Δημιουργία πινάκων.

Οι πίνακες που δημιουργούνται στην Access ακολουθούν τη μορφή των πινάκων των εξαρτημάτων όπως αυτοί έχουν περιγραφεί στο Κεφ. 2 και σε προηγούμενες ενότητες του Κεφ. 3.

Αρχικά δημιουργείται ο πίνακας με την ονομασία "Υποσύστημα 1". Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει 2 στήλες με τίτλους: Κωδ1 και Υποσύστημα 1, όπως φαίνεται παρακάτω:

Υποσύστημα 1	
Κωδ1	Υποσύστημα 1
01	Σκελετός
02	Μετάδοσης κίνησης
03	Σύμπλεξης - αποσύμπλεξης
04	Ανάδευσης του υλικού
05	Δόνησης
06	Αντλησης του υλικού
07	Κάλυμμα
08	Διαιρούμενος άξονας και τροχοί

Στη συνέχεια δημιουργείται ο πίνακας με την ονομασία "Υποσύστημα 2". Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει 3 στήλες με τίτλους: Κωδ2, Κωδ1 και Υποσύστημα 2, όπως φαίνεται παρακάτω:

Υποσύστημα 2		
Κωδ2	Κωδ1	Υποσύστημα 2
0101	01	Πλαίσιο σκελετού
0102	01	Κέλυφος αντλίας
0200	02	Κανένα
0201	02	Διβάθμιος μειωτήρας στροφών
0202	02	Μειωτήρας στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας
0300	03	Κανένα
0301	03	Χειρολαβή σύμπλεξης - αποσύμπλεξης
0302	03	Σωλήνας με λάμες ώσεως τριβέα
0400	04	Κανένα
0401	04	Κέλυφος άνω αναδευτήρα
0402	04	Κέλυφος κάτω αναδευτήρα
0403	04	Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος άνω αναδευτήρα
0404	04	Άξονας με πτερύγια ανάδευσης μίγματος κάτω αναδευτήρα
0405	04	Προστατευτική εσχάρα άνω αναδευτήρα
0406	04	Θυρίδα δεξαμενής νερού
0407	04	Θυρίδα άνω αναδευτήρα
0500	05	Κανένα
0501	05	Κόσκινο
0601	06	Σωλήνας αναρρόφησης
0602	06	Υποσύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης
0603	06	Υποσύστημα εκκέντρων – ωστηρίων – διωστήρων
0604	06	Ασφαλιστική βαλβίδα
0700	07	Κανένα
0800	08	Κανένα

Η στήλη "Κωδ1" περιλαμβάνει διψήφιους αριθμούς που παίρνουν τιμές από 01 έως 99. Ο πίνακας "Υποσύστημα 2" συνδέεται με τον πίνακα "Υποσύστημα 1" μέσω της στήλης με τίτλο "Κωδ1". Στη συνέχεια δημιουργείται ο πίνακας με την ονομασία "Υποσύστημα 3". Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει 3 στήλες με τίτλους: Κωδ3, Κωδ2 και Υποσύστημα 3, όπως φαίνεται παρακάτω:

Υποσύστημα 3		
Κωδ3	Κωδ2	Υποσύστημα 3
010100	0101	Κανένα
010200	0102	Κανένα
020000	0200	Κανένα
020100	0201	Κανένα
020101	0201	Ομφαλός οδοντωτού τροχού z36
020102	0201	Λαβή στερέωσης διβάθμιου μειωτήρα στροφών και τάνυσης ιμάντων
020200	0202	Κανένα
030000	0300	Κανένα
030100	0301	Κανένα

Υποσύστημα 3		
Κωδ3	Κωδ2	Υποσύστημα 3
030200	0302	Κανένα
040000	0400	Κανένα
040100	0401	Κανένα
040200	0402	Κανένα
040300	0403	Κανένα
040400	0404	Κανένα
040500	0405	Κανένα
040600	0406	Κανένα
040700	0407	Κανένα
050000	0500	Κανένα
050100	0501	Κανένα
0601	0601	Κανένα
060200	0602	Κανένα
060201	0602	Αναρρόφηση Υ
060202	0602	Κατάθλιψη
060203	0602	Βάνα εξαέρωσης
060300	0603	Κανένα
060301	0603	Ωστήριο
060302	0603	Κύλινδρος ελατηρίου
060303	0603	Έμβολο - διωστήρας
060400	0604	Κανένα
070000	0700	Κανένα

Ο πίνακας "Υποσύστημα 3" συνδέεται με τον πίνακα "Υποσύστημα 2" μέσω της στήλης με τίτλο "Κωδ2". Στη συνέχεια δημιουργείται ο πίνακας με την ονομασία "Υποσύστημα 4". Ο πίνακας αυτός περιλαμβάνει 3 στήλες με τίτλους: Κωδ4, Κωδ3 και Υποσύστημα 4, όπως φαίνεται παρακάτω:

Υποσύστημα 4		
Κωδ4	Κωδ3	Υποσύστημα 4
01010000	010100	Κανένα
01020000	010200	Κανένα
02000000	020000	Κανένα
02010000	020100	Κανένα
02010100	020101	Κανένα
02010200	020102	Κανένα
02020000	020200	Κανένα
03000000	030000	Κανένα
03010000	030100	Κανένα
03020000	030200	Κανένα
04000000	040000	Κανένα
04010000	040100	Κανένα

Υποσύστημα 4		
Κωδ4	Κωδ3	Υποσύστημα 4
04020000	040200	Κανένα
04030000	040300	Κανένα
04040000	040400	Κανένα
04050000	040500	Κανένα
04060000	040600	Κανένα
04070000	040700	Κανένα
05000000	050000	Κανένα
05010000	050100	Κανένα
060100	0601	Κανένα
06020000	060200	Κανένα
06020100	060201	Κανένα
06020200	060202	Κανένα
06020300	060203	Κανένα
06030000	060300	Κανένα
06030100	060301	Κανένα
06030101	060301	Κέλυφος ωστηρίου
06030200	060302	Κανένα
06030300	060303	Κανένα
06030301	060303	Διωστήρας
06040000	060400	Κανένα
07000000	070000	Κανένα

Ο πίνακας "Υποσύστημα 4" συνδέεται με τον πίνακα "Υποσύστημα 3" μέσω της στήλης με τίτλο "Κωδ3". Κατόπιν δημιουργείται ο "συνδετικός" πίνακας με τίτλο "Εξάρτημα", ο οποίος περιλαμβάνει 3 στήλες με τίτλους: Κωδ4, Κατηγορία, ΚωδΘέσης.

Εξάρτημα		
Κωδ4	Κατηγορία	ΚωδΘέσης
01010000	PCS	0101000001
01010000	PCS	0101000002
01010000	PCS	0101000005
01010000	PCS	0101000006
01010000	PCS	0101000007
01010000	PCS	0101000008
01010000	PCS	0101000009
01010000	PCS	0101000010
01010000	PCS	0101000011
01010000	PCS	0101000012
01010000	PCS	0101000013
01010000	PCS	0101000014
01010000	PCS	0101000015

Εξάρτημα		
Κωδ4	Κατηγορία	ΚωδΘέσης
01010000	PCS	0101000016
01010000	PCS	0101000017
01010000	PCS	0101000018
01010000	PCS	0101000019
01010000	PCS	0101000020
01010000	PCS	0101000021
01010000	PCS	0101000022
01010000	PCS	0101000023
01010000	PCS	0101000024
01010000	PCS	0101000025
01010000	PCS	0101000026
01010000	PCS	0101000027
01010000	PCS	0101000028
01010000	PCS	0101000029
01010000	PCS	0101000030
01010000	PCS	0101000031
01010000	PCS	0101000032
01020000	PCS	0102000001
01020000	PCS	0102000002
01020000	PCS	0102000003
01020000	PCS	0102000004
01020000	PCS	0102000005
01020000	PCS	0102000006
01020000	PCS	0102000007
01020000	PCS	0102000008
01020000	PCS	0102000009
01020000	PCS	0102000010
01020000	PCS	0102000011
01020000	PCS	0102000012
01020000	PCS	0102000013
01020000	PCS	0102000014
01020000	PCS	0102000015
01020000	PCS	0102000016
01020000	PCS	0102000017
01020000	PCS	0102000018
01020000	PCS	0102000019
01020000	PCS	0102000020
02000000	PCS	0200000001
02000000	PCS	0200000002
02000000	PCS	0200000003
02000000	PCS	0200000004
02000000	PCS	0200000005
02000000	PCS	0200000006
02010000	PCS	0201000001

Εξάρτημα		
Κωδ4	Κατηγορία	ΚωδΘέσης
02010000	PCS	0201000002
02010000	PCS	0201000003
02010000	PCS	0201000004
02010000	PCS	0201000005
02010000	PCS	0201000006
02010000	PCS	0201000007
02010000	PCS	0201000008
02010000	PCS	0201000011
02010000	PCS	0201000012
02010000	PCS	0201000013
02010100	PCS	0201010009
02010100	PCS	0201010010
02010200	PCS	0201020001
02010200	PCS	0201020002
02020000	PCS	0202000001
02020000	PCS	0202000002
02020000	PCS	0202000003
02020000	PCS	0202000004
02020000	PCS	0202000005
02020000	PCS	0202000006
02020000	PCS	0202000007
02020000	PCS	0202000008
02020000	PCS	0202000009
03000000	PCS	0300000010
03000000	PCS	0300000011
03010000	PCS	0301000001
03010000	PCS	0301000002
03010000	PCS	0301000003
03020000	PCS	0302000004
03020000	PCS	0302000005
03020000	PCS	0302000006
03020000	PCS	0302000007
03020000	PCS	0302000008
03020000	PCS	0302000009
04000000	PCS	0400000001
04000000	PCS	0400000002
04010000	PCS	0401000001
04010000	PCS	0401000002
04010000	PCS	0401000003
04010000	PCS	0401000004
04010000	PCS	0401000005
04010000	PCS	0401000006
04010000	PCS	0401000007
04010000	PCS	0401000008

Εξάρτημα		
Κωδ4	Κατηγορία	ΚωδΘέσης
04010000	PCS	0401000009
04010000	PCS	0401000010
04010000	PCS	0401000011
04010000	PCS	0401000012
04010000	PCS	0401000013
04010000	PCS	0401000014
04010000	PCS	0401000015
04010000	PCS	0401000016
04020000	PCS	0402000001
04020000	PCS	0402000002
04020000	PCS	0402000003
04020000	PCS	0402000004
04020000	PCS	0402000005
04020000	PCS	0402000006
04030000	PCS	0403000001
04030000	PCS	0403000002
04030000	PCS	0403000003
04040000	PCS	0404000001
04040000	PCS	0404000002
04040000	PCS	0404000003
04050000	PCS	0405000001
04050000	PCS	0405000002
04050000	PCS	0405000003
04050000	PCS	0405000004
04050000	PCS	0405000005
04050000	PCS	0405000006
04050000	PCS	0405000007
04050000	PCS	0405000008
04050000	PCS	0405000009
04060000	PCS	0406000001
04060000	PCS	0406000002
04070000	PCS	0407000001
04070000	PCS	0407000002
04070000	PCS	0407000003
04070000	PCS	0407000004
05000000	PCS	0500000002
05000000	PCS	0500000003
05000000	PCS	0500000004
05000000	PCS	0500000005
05000000	PCS	0500000006
05000000	PCS	0500000007
05000000	PCS	0500000008
05000000	PCS	0500000009
05010000	PCS	0501000001

Εξάρτημα		
Κωδ4	Κατηγορία	ΚωδΘέσης
05010000	PCS	0501000002
05010000	PCS	0501000003
05010000	PCS	0501000004
05010000	PCS	0501000005
05010000	PCS	0501000006
06020000	PCS	0602000005
06020100	PCS	0602010001
06020100	PCS	0602010002
06020100	PCS	0602010003
06020100	PCS	0602010004
06020200	PCS	0602020006
06020200	PCS	0602020007
06020200	PCS	0602020008
06020200	PCS	0602020009
06020200	PCS	0602020010
06020200	PCS	0602020011
06020300	PCS	0602030012
06020300	PCS	0602030013
06020300	PCS	0602030014
06020300	PCS	0602030015
06020300	PCS	0602030016
06020300	PCS	0602030017
06030000	PCS	0603000001
06030000	PCS	0603000002
06030000	PCS	0603000003
06030000	PCS	0603000004
06030000	PCS	0603000005
06030000	PCS	0603000006
06030000	PCS	0603000007
06030100	PCS	0603010004
06030100	PCS	0603010005
06030100	PCS	0603010006
06030100	PCS	0603010007
06030101	PCS	0603010101
06030101	PCS	0603010102
06030101	PCS	0603010103
06030200	PCS	0603020001
06030200	PCS	0603020002
06030300	PCS	0603030001
06030300	PCS	0603030002
06030301	PCS	0603030103
06030301	PCS	0603030104
06030301	PCS	0603030105
06030301	PCS	0603030106

Εξάρτημα		
Κωδ4	Κατηγορία	ΚωδΘέσης
06030301	PCS	0603030107
06030301	PCS	0603030108
06040000	PCS	0604000001
06040000	PCS	0604000002
06040000	PCS	0604000003
06040000	PCS	0604000004
06040000	PCS	0604000005
06040000	PCS	0604000006
07000000	PCS	0700000001
07000000	PCS	0700000002
07000000	PCS	0700000003
07000000	PCS	0700000004
07000000	PCS	0700000005
07000000	PCS	0700000006
07000000	PCS	0700000007

Ο πίνακας "Εξάρτημα" συνδέεται με τον πίνακα "Υποσύστημα 4" μέσω της στήλης με τίτλο "Κωδ4". Επίσης, κατασκευάζονται οι πίνακες "Κατηγορία", "Κατεργασίες", "Εργαλειομηχανές" και "Κατεργασμένα εξαρτήματα". Οι πίνακες αυτοί φαίνονται παρακάτω με τη σειρά που αναφέρθηκαν:

Κατηγορία	
Κατηγορία	Ονομασία
ALL	Κοχλίες Allen
BEA	Τριβείς
BEL	Ιμάντες κίνησης
FIX	Έτοιμα εξαρτήματα
HEX	Εξάγωνοι κοχλίες
NUT	Περικόχλια
PCS	Κατεργασμένα εξαρτήματα
RUB	Ελαστικά μέρη

Κατεργασίες															
Κωδικατ	CA	DR	TH	TU	PN	MI	FG	TC	CB	AZ	AN	MC	NC	BE	WE
00000000000000000000000000000000	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
000000000000000000000000000000WE	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
0000000000000000000000000000NC00WE	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
0000000000000000000000000000NCBEWE	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι
0000000000000000000000000000MC000000	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
0000000000000000000000000000MC0000WE	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι

Εργαλειομηχανές												
Κωδεργ	LA	MI	PN	DR	HO	VM	FG	NC	PB	BM	SH	ES
00000000000000000000BMSH00	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι
00000000000000000000NCPBBM0000	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
000000000000000000000000000000	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
0000000000000000000000000000ES	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
00000000000000000000000000SH00	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
00000000000000000000PB00SH00	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι
000000000000000000NC00000000	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
000000000000000000NCPB000000	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
0000000000VM00000000000000	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
000000DR000000000000000000	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
000000DR0000000000000000ES	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
000000DR00000000000000SH00	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
0000PN000000000000000000ES	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
0000PNDR000000000000000000	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
0000PNDR0000000000000000ES	Όχι	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
LA000000000000000000000000	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LA0000000000000000000000ES	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
LA0000000000FG0000000000	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LA000000HO00000000000000ES	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
LA0000DR000000000000000000	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LA0000DR0000000000000000ES	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
LA00PN00000000000000000000	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LA00PN00HO00000000000000ES	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
LA00PNDR000000000000000000	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LAMIO00000000000000000000	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LAMIO000000000000000000ES	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι
LAMIO000000FG000000000000	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LAMIO0000HO00000000000000ES	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
LAMIO0DR000000000000000000	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι

Κατεργασμένα εξαρτήματα				
Όνομασία	Κωδικός κατεργασμένων	ΚωδΘέσης	Κωδικατ	Κωδεργ
Δοκός ΠΙ 990	PCS0101000001000000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000000 0ES	0101000001	000000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000ES
Δοκός ΠΙ 1170	PCS0101000002000000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000000 0ES	0101000002	000000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000ES
Δοκός ΠΙ 1170 νεύρο	PCS0101000005000000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000000 0ES	0101000005	000000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000ES
Δοκός ΠΙ 600	PCS0101000006000000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000000 0ES	0101000006	000000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000ES
Δοκός ΠΙ 390	PCS0101000007000000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000000 0ES	0101000007	000000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000ES
Κεντρικός δοκός - κοιλοδοκός	PCS0101000008000000000000000000000000	0101000008	000000000000000000000000	00000000000000000000000000ES

Κατεργασμένα εξαρτήματα

Όνομασία	Κωδικός κατεργασμένων	ΚωδΘέσης	Κωδικατ	Κωδεργ
	00MC0000WE00000000000000000000		MC0000WE	
Τάπα κεντρικής δοκού	PCS0101000090000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	010100009	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Αντηρίδα ποδιού	PCS0101000010000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000010	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Πόδι στήριξης σκελετού	PCS0101000011000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000011	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Πέλμα ποδιού	PCS0101000012000000000000000000 00MC00BEWE00000000000000000000	0101000012	000000000000000000000000 MC00BEWE	000000000000000000000000ES
Οδοντωτός σύνδεσμος	PCS0101000013000000000000000000 00000000WE00000000000000000000 00	0101000013	000000000000000000000000 000000WE	000000000000000000000000
Κολώνα στήριξης άνω αναδευτήρα	PCS0101000014000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000014	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Πλάκα βάσης κινητήρα	PCS0101000015000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000NC000000 000	0101000015	000000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000NC00000000
Πέλμα έδρασης κινητήρα	PCS010100001600DR00TU000000000000 000MC0000WELA00000000000000000000	0101000016	00DR00TU0000000000000000 MC0000WE	LA0000000000000000000000ES
Νεύρο βάσης κινητήρα	PCS0101000017000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000017	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Λάμα στήριξης εξάτμισης κινητήρα	PCS010100001800DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000	0101000018	00DR00000000000000000000 MC0000WE	00000DR0000000000000000ES
Λάμα στήριξης σωλήνα περιστροφής λάμας ώσεως τριβέα	PCS010100001900DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000	0101000019	00DR00000000000000000000 MC0000WE	00000DR0000000000000000ES
Αντιστήριξη καλύμματος	PCS0101000020000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000020	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Τακάκι στήριξης καλύμματος	PCS010100002100DR0000000000000000 000MC0000WELA00000000000000000000	0101000021	00DR00000000000000000000 MC0000WE	LA000000000000000000000000
Λάμα στήριξης καλύμματος	PCS010100002200DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000	0101000022	00DR00000000000000000000 MC0000WE	00000DR0000000000000000ES
Γωνία έδρασης λάμας στήριξης καλύμματος	PCS0101000023000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000023	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Έδραση διαιρούμενου άξονα τροχών	PCS010100002400DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000	0101000024	00DR00000000000000000000 MC0000WE	00000DR0000000000000000ES
Στήριγμα κάτω αναδευτήρα	PCS010100002500DR0000000000000000 000MC0000WE00000000000000000000	0101000025	00DR00000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Νεύρο στηρίγματος κάτω αναδευτήρα	PCS0101000026000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000026	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Μεταλλικό έλασμα στήριξης κάτω αναδευτήρα	PCS010100002700DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000	0101000027	00DR00000000000000000000 MC0000WE	00000DR0000000000000000ES
Αποστατικός δακτύλιος στήριξης κάτω αναδευτήρα	PCS010100002800DR00TU000000000000 000MC0000WELA00000000000000000000	0101000028	00DR00TU0000000000000000 MC0000WE	LA000000000000000000000000ES
Πέλμα έδρασης καλύμματος	PCS0101000029000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000	0101000029	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Λάμα στήριξης χειρολαβής	PCS010100003000DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000	0101000030	00DR00000000000000000000 MC0000WE	00000DR0000000000000000ES
Λάμα οδήγησης χειρολαβής	PCS0101000031000000000000FG000000 000MC0000WE00000000000000000000	0101000031	000000000000FG00000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES

Κατεργασμένα εξαρτήματα

Όνομασία	Κωδικός κατεργασμένου	ΚωδΘέσης	Κωδικατ	Κωδεργ
Νεύρο - ενίσχυση πλαισίου	PCS0101000032000000000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000 0ES	0101000032	0000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000ES
Εξωτερική πλευρά κελύφους αντλίας	PCS01020000100000000000000000000000 0000NC00WE00000000000000NC000000 000	010200001	0000000000000000000000 00NC00WE	0000000000000000NC0000000
Ενδιάμεσο τοίχωμα κελύφους αντλίας	PCS01020000020000000000000000000000 0000NC00WE0000000000000000NC000000 000	010200002	0000000000000000000000 00NC00WE	0000000000000000NC0000000
Κάτω βάση ενσωμάτωσης αντλίας	PCS01020000030000000000000000000000 0000NC00WE0000000000000000NC000000 000	010200003	0000000000000000000000 00NC00WE	0000000000000000NC0000000
Άνω πλάκα ενσωμάτωσης πλευρών κελύφους αντλίας	PCS01020000040000000000000000000000 00MC0000WE000000000000000000000S H00	010200004	0000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000SH00
Προστατευτικό κάλυμμα κελύφους αντλίας	PCS010200000500DR0000000000000000 000MC00BEWE0000000000000000000B MSH00	010200005	00DR000000000000000000 MC00BEWE	00000000000000000000BMSH00
Κέλυφος μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας	PCS0202000001CADRTH0000MI00000000 000000000000000000000000VM00000000 000	010200006	00DR000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000ES
Πλευρά ελαιολεκάνης	PCS01020000070000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000S H00	010200007	0000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000SH00
Δακτύλιος ένοφαιρου τριβέα άξονα εκκέντρων αντλίας	PCS0102000008000000TU00000000000 000MC0000WE0000000000000000000 00ES	010200008	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA00000000000000000000ES
Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας	PCS0102000009000000TU00000000000 000MC0000WE0000000000000000000 00ES	010200009	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA00000000000000000000ES
Εσωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας	PCS0102000010000000TU00000000000 000MC0000WE0000000000000000000 00ES	010200010	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA00000000000000000000ES
Αυτάκι συγκράτησης κοχλία στερέωσης συστήματος βαλβίδων	PCS010200001100DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000 SH00	010200011	00DR000000000000000000 MC0000WE	00000DR0000000000000SH00
Πέλαμα έδρασης καλύμματος (κέλυφος αντλίας)	PCS01020000120000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000 0ES	010200012	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000ES
Δακτύλιοι στερέωσης καθρέπτη κυλινδρών	PCS0102000013000000TU00000000000 000MC0000WE0000000000000000000 0000	010200013	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA0000000000000000000000
Λάμα στερέωσης μπαταρίας	PCS010200001400DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000 00ES	010200014	00DR000000000000000000 MC0000WE	00000DR00000000000000ES
Λάμα στερέωσης κόρνας	PCS010200001500DR0000000000000000 000MC0000WE000000DR000000000000 00ES	010200015	00DR000000000000000000 MC0000WE	00000DR00000000000000ES
Περικόχλιο M8	PCS010200001600000000000000000000 0000000WE0000000000000000000000 00	010200016	0000000000000000000000 000000WE	000000000000000000000000
Εξωτερικός δακτύλιος ολίσθησης άξονα διωστήρων αντλίας και στερέωσης εντατήρα ιμάντα διβάθμιου μειωτήρα	PCS0102000017000000TU00000000000 000MC0000WE0000000000000000000 00ES	010200017	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA0000000000000000000000ES
Αντηρίδα - νεύρο ελαιολεκάνης	PCS010200001800000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000S H00	010200018	0000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000SH00
Δακτύλιος με σπείρωμα εισόδου του λυπαντικού	PCS010200001900000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000 000	010200019	0000000000000000000000 MC0000WE	LA0000000000000000000000
Δακτύλιος με σπείρωμα εξόδου του λυπαντικού	PCS0102000020000000TU00000000000 000MC0000WE0000000000000000000 0000	010200020	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA0000000000000000000000
Τροχαλία κινητήρα	PCS0200000001CADRHTU000000000000 0000000000LA0000DR000000000000 000	020000001	CADRHTU0000000000000000 00000000	LA0000DR0000000000000000
Τροχαλία διβάθμιου μειωτήρα στροφών	PCS0200000002CADRHTU000000000000 0000000000LA0000DR000000000000 000	020000002	CADRHTU0000000000000000 00000000	LA0000DR0000000000000000
Τροχαλία φωλιάς ένοφαιρου τριβέα	PCS0200000003CADR00TU000MI00000000 000000000000000000000000000000	020000003	CADR00TU0000000000000000	LAMI0000000000000000000000

Κατεργασμένα εξαρτήματα				
Όνομασία	Κωδικός κατεργασμένου	Κωδ.Θέσης	Κωδικατ	Κωδεργ
δονητή	0000000000LAMI00DR0000000000000000		00000000	
Τροχαλία μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας	PCS020000004CADRTHTU000000000000000000000000LA0000DR0000000000000000	0200000004	CADRHTTU000000000000000000000000	LA0000DR0000000000000000000000
Τροχαλία άξονα άνω αναδευτήρα	PCS020000005CADRHTUPN000000000000000000000000LA00PN00000000000000000000	0200000005	CADRHTUPN000000000000000000000000	LA00PN000000000000000000000000
Τροχαλία άξονα κάτω αναδευτήρα	PCS020000006CADRHTUPN000000000000000000000000LA00PN00000000000000000000	0200000006	CADRHTUPN000000000000000000000000	LA00PN000000000000000000000000
Κέλυφος διβάθμιου μειωτήρα στροφών	PCS020100001CADRTH0000MI000	0201000001	CADRTH0000MI000000000000000000000000	0000000000VM00000000000000000000
Ελλειπτικό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών	PCS020100002CADRTH0000MI000	0201000002	CADRTH0000MI000000000000000000000000	0000000000VM00000000000000000000
Στρογγυλό καπάκι διβάθμιου μειωτήρα στροφών	PCS020100003CADRTH0000MI000	0201000003	CADRTH0000MI000000000000000000000000	0000000000VM00000000000000000000
Φλάντζα τυφλή στρογγυλή Φ121 στήριξης ένσφαιρου τριβέα	PCS020100004CADR00TU000	0201000004	CADR00TU000000000000000000000000	LA0000DR000000000000000000000000
Φλάντζα Φ140 στήριξης ένσφαιρου τριβέα	PCS020100005CADR00TU000	0201000005	CADR00TU000000000000000000000000	LA0000DR000000000000000000000000
Οδοντωτός τροχός έδρασης δίσκου τριβής z11	PCS0201000060000000TU00MIFGTC00AZ00MC000000LA000000H000000000000000000000	0201000006	000000TU00MIFGTC00AZ00MC000000	LA000000H00000000000000000000000ES
Οδοντωτός τροχός z65	PCS0201000070000000TUPN00FGTC00AZ00MC0000WELA00PN00H0000000000000000000000000000000000	0201000007	000000TUPN00FGTC00AZ00MC0000WE	LA00PN00H00000000000000000000000ES
Οδοντωτός τροχός z10	PCS0201000080000000TU00MIFGTC00AZ00MC0000WELAMI0000H0000000000000000000000000000000000	0201000008	000000TU00MIFGTC00AZ00MC0000WE	LAMI0000H00000000000000000000000ES
Οδοντωτός τροχός z36	PCS0201000011000000TUPN00FGTC00AZ00MC0000WELA00PN00H0000000000000000000000000000000000	0201000011	000000TUPN00FGTC00AZ00MC0000WE	LA00PN00H00000000000000000000000ES
Φλάντζα τυφλή Φ121 στήριξης ένσφαιρου τριβέα	PCS0201000012CADR00TU00	0201000012	CADR00TU000000000000000000000000	LA0000DR000000000000000000000000
Φλάντζα Φ170 στήριξης ένσφαιρου τριβέα	PCS0201000013CADR00TU00	0201000013	CADR00TU000000000000000000000000	LA0000DR000000000000000000000000
Κύλινδρος ομφαλού	PCS0201010009000000TU00MI00	0201010009	000000TU00MI000000000000000000000000	LAMI0000000000000000000000000000ES
Τακάκι με σπειρώμα	PCS020101001000DRHTTU000	0201010010	00DRHTTU000000000000000000000000	LA000000000000000000000000000000ES
Βραχιόνια λαβής τάνυσης μάντων και στερέωσης διβάθμιου μειωτήρα στροφών	PCS020102000100	0201020001	00	000000000000000000000000000000000000ES
Πεταλούδα τάνυσης μάντων	PCS020102000200	0201020002	00	000000000000000000000000000000000000NC00000000
Κέλυφος ελαιολεκάνης	PCS01020000600DR00	0202000001	CADRTH0000MI000000000000000000000000	0000000000VM00000000000000000000
Κορώνας	PCS0202000002CADR00TU000000TC0000000000000000LAMI00DR0000000000000000000000000000	0202000002	CADR00TU000000TC000000000000000000000000	LAMI00DR000000000000000000000000
Ομφαλός κορώνας	PCS0202000003CADR00TU000	0202000003	CADR00TU000000000000000000000000	LA0000DR000000000000000000000000
Καπάκι μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας	PCS0202000004CADRHTTU00	0202000004	CADRHTTU000000000000000000000000	LA0000DR000000000000000000000000
Φλάντζα στήριξης ένσφαιρου τριβέα	PCS0202000005CADR00TU00	0202000005	CADR00TU000000000000000000000000	LA0000DR000000000000000000000000

Κατεργασμένα εξαρτήματα

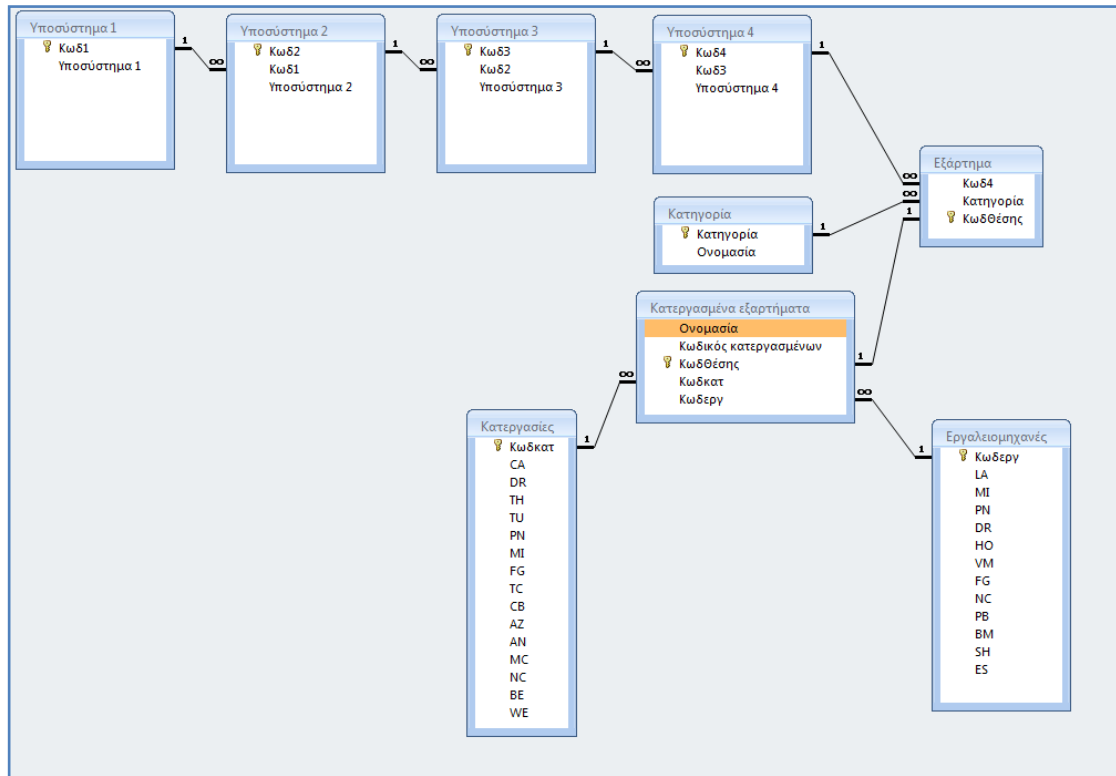
Όνομασία	Κωδικός καταργασμένων	ΚωδΘέσης	Κωδικατ	Κωδεργ
Κιγκλιδωμα	PCS040500000300000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000 0ES	0405000003	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000000ES
Προστατευτική λάμα	PCS040500000400000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000 0ES	0405000004	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000000ES
Νεύρο ωστηρίου	PCS060301010200000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000005 H00	0405000005	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000000ES
Γάντζος προστατευτικής εσχάρας άνω αναδευτήρα	PCS040500000600000000000000000000 00MC00BEWE00000000000000000000 0ES	0405000006	0000000000000000000000 MC00BEWE	0000000000000000000000000ES
Λάμα έδρασης ελαστικών πελμάτων	PCS040500000700000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000 0ES	0405000007	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000000ES
Εμπρόσθιο τοίχωμα	PCS040500000800000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000 0ES	0405000008	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000000ES
Κάλυμμα	PCS040500000900000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000005 H00	0405000009	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000SH00
Χειρολαβή	PCS040600000100000000000000000000 00MC00BEWE00000000000000000000 0ES	0406000001	0000000000000000000000 MC00BEWE	0000000000000000000000000ES
Λάμα έδρασης ελαστικής φλάντζας	PCS040600000200000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000005 H00	0406000002	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000SH00
Χειρολαβή	PCS040700000100000000000000000000 00MC00BEWE00000000000000000000 0ES	0407000001	0000000000000000000000 MC00BEWE	0000000000000000000000000ES
Άξονας περιστροφής θυρίδας	PCS040700000200000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000 0ES	0407000002	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000000ES
Λάμα έδρασης της ελαστικής φλάντζας	PCS040700000300000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000005 H00	0407000003	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000SH00
Λάμα στερέωσης και σύσφιξης της ελαστικής φλάντζας	PCS040700000400DR0000000000000000 000MC000000000000000000000005 H00	0407000004	00DR00000000000000000000 MC000000	0000000000000000000000SH00
Φωλιά ένσφαιρου τριβέα δονητή	PCS0500000002CADR00TU000000000000 0000000000LA0000DR000000000000 000	0500000002	CADR00TU0000000000000000 00000000	LA0000DR000000000000000000
Λάμα δονητή	PCS050000000300DRTHTU000000000000 000MC0000WELA0000DR000000000000 00ES	0500000003	00DRTHTU0000000000000000 MC0000WE	LA0000DR00000000000000000ES
Κοχλίας δονητή	PCS05000000040000000TU000000000000 000MC000000LA000000000000000000 0ES	0500000004	00000TU0000000000000000 MC000000	LA00000000000000000000000ES
Φωλιά κωνικού ελαστικού παλινδρόμησης λάμας δονητή	PCS0500000005CADR00TU000000000000 0000000000LA0000DR000000000000 000	0500000005	CADR00TU0000000000000000 00000000	LA0000DR000000000000000000
Φωλιά εντατήρα κοσκίνου	PCS0500000006CADRTHTU000000000000 0000000000LA0000DR000000000000 000	0500000006	CADRTHTU0000000000000000 00000000	LA0000DR000000000000000000
Κοχλίας εντατήρα κοσκίνου	PCS05000000070000000TU000000000000 000MC000000LA000000000000000000 0ES	0500000007	00000TU0000000000000000 MC000000	LA00000000000000000000000ES
Περικόχλιο	PCS050000000800000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000000 000	0500000008	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000000
Στρογγυλό περικόχλιο για την σύσφιξη του εντατήρα δόνησης	PCS0500000009CADRTHTU000000000000 0000000000LA000000000000000000 00	0500000009	CADRTHTU0000000000000000 00000000	LA000000000000000000000000
Πλαίσιο κοσκίνου	PCS050100000100000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000005 H00	0501000001	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000SH00
Λάμα για ενίσχυση	PCS050100000200000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000005 H00	0501000002	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000SH00
Πλαίσιο στήριξης πλέγματος	PCS050100000300000000000000000000 00MC0000WE00000000000000000005 H00	0501000003	0000000000000000000000 MC0000WE	0000000000000000000000SH00

Κατεργασμένα εξαρτήματα

Όνομασία	Κωδικός κατεργασμένων	ΚωδΘέσης	Κωδικατ	Κωδεργ
	H00			
Χειρολαβή	PCS0301000001000000000000000000000000 00MC00BEWE0000000000000000000000 0ES	0501000004	000000000000000000000000 MC00BEWE	000000000000000000000000ES
Ράβδοι ενίσχυσης κοσκίνου	PCS0501000005000000000000000000000000 00MC0000WE0000000000000000000000 0ES	0501000005	000000000000000000000000 MC0000WE	000000000000000000000000ES
Πλέγμα	PCS050100000600DR00000000000000000000 0000000000000000000000000000000005 H00	0501000006	00DR00000000000000000000 00000000	0000000000000000000000SH00
Βαλβίδα αναρρόφησης	PCS0602000005CA0000TU0000000000000000 000000000000LA00000000000000000000 00	0602000005	CA0000TU0000000000000000 00000000	LA000000000000000000000000
Στόμιο αναρρόφησης Y	PCS0602010001CADR00000000000000000000 000MC0000WE0000000000000000000000 0000	0602010001	CADR00000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000
Σωλήνας αναρρόφησης Y	PCS0602010002000000000000000000000000 000MC0000WE0000000000000000000000 000	0602010002	000000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000
Καμπύλη αναρρόφησης Y	PCS0602010003000000000000000000000000 000MC0000WE0000000000000000000000 000	0602010003	000000000000000000000000 MC0000WE	00000000000000000000000000
Πλάκα έδρασης βαλβίδων αναρρόφησης	PCS060201000400DR00TU0000000000000000 000MC0000WELA0000DR00000000000000 0000	0602010004	00DR00TU0000000000000000 MC0000WE	LA0000DR000000000000000000
Πλάκα έδρασης βαλβίδων κατάθλιψης	PCS060202000600DR00TU0000000000000000 000MC0000WELA0000DR00000000000000 0000	0602020006	00DR00TU0000000000000000 MC0000WE	LA0000DR000000000000000000
Βαλβίδα κατάθλιψης	PCS0602020007CA0000TU0000000000000000 0000000000WELA00000000000000000000 000	0602020007	CA0000TU0000000000000000 000000WE	LA000000000000000000000000
Καμπύλη 90 μοιρών	PCS0602020008CA00000000000000000000 0000000000WE0000000000000000000000 000	0602020008	CA0000000000000000000000 000000WE	00000000000000000000000000
Ταυ	PCS0602020009CADR00TU0000000000000000 0000000000WE000000DR00000000000000 000	0602020009	CADR00TU0000000000000000 000000WE	000000DR000000000000000000
Συστολή	PCS0602020010CA00000000000000000000 0000000000WE0000000000000000000000 000	0602020010	CA0000000000000000000000 000000WE	00000000000000000000000000
Σωλήνας με σπείρωμα	PCS0602020011000000TU0000000000000000 000MC0000WELA00000000000000000000 0000	0602020011	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA000000000000000000000000
Καμπύλη 45 μοιρών βάνας εξαέρωσης	PCS0602030012CA00000000000000000000 0000000000WE0000000000000000000000 000	0602030012	CA0000000000000000000000 000000WE	00000000000000000000000000
Σωλήνας με σπείρωμα βάνας εξαέρωσης	PCS0602030013000000TU0000000000000000 000MC0000WELA00000000000000000000 0000	0602030013	000000TU0000000000000000 MC0000WE	LA000000000000000000000000
Φωλιά βάνας εξαέρωσης	PCS0602030014CADR00TU0000000000000000 0000000000LA0000DR0000000000000000 000	0602030014	CADR00TU0000000000000000 00000000	LA0000DR000000000000000000
Γλώσσα βάνας εξαέρωσης	PCS060203001500DRTHTU0000000000000000 000MC000000LA0000DR0000000000000000 000	0602030015	00DRTHTU0000000000000000 MC000000	LA0000DR000000000000000000
Φλάντζα έδρασης της φωλιάς της βάνας εξαέρωσης	PCS0602030016000000000000000000000000 0000NC00WELA0000DR0000000000000000 0ES	0602030016	000000000000000000000000 00NC00WE	LA0000DR0000000000000000ES
Χειρολαβή βάνας εξαέρωσης	PCS0602030017000000TU0000000000000000 000MC000000LA00000000000000000000 0ES	0602030017	000000TU0000000000000000 MC000000	LA0000000000000000000000ES
Εκκεντρο	PCS0603000001CADR00TUPN0000000000000000 000000000000LA00PNDR00000000000000 000	0603000001	CADR00TUPN00000000000000 00000000	LA00PNDR000000000000000000
Αξονας ωστηρίων	PCS060300000200DRTHTU0000000000000000 000MC000000LA00000000000000000000 000	0603000002	00DRTHTU0000000000000000 MC000000	LA000000000000000000000000
Πλάκα έδρασης κυλινδρων	PCS060300000300DR00TU0000000000000000 000MC000000LA0000DR0000000000000000 000	0603000003	00DR00TU0000000000000000 MC000000	LA0000DR000000000000000000
Χιτώνιο	PCS0603000004000000TU0000FG0000000000	0603000004	000000TU0000FG000000AN	LA0000000000FG0000000000

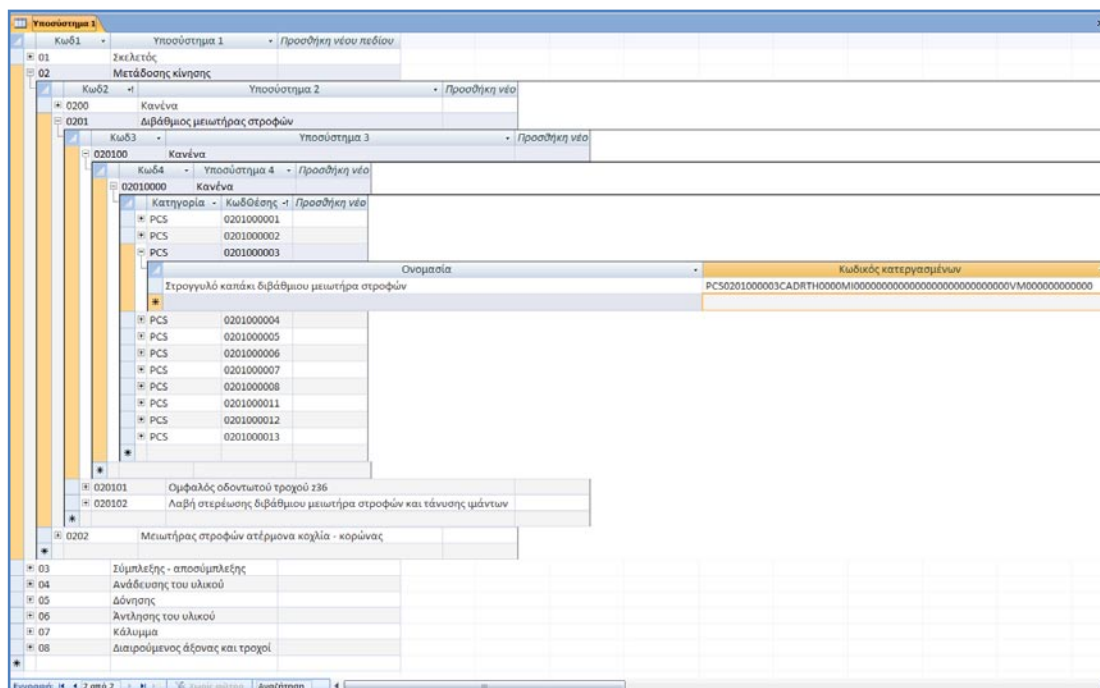
κάθε εξαρτήματος περιλαμβάνει ένα μόνο συνδυασμό κατεργασιών και εργαλειομηχανών. Έτσι, η απάντηση στο ερώτημα είναι "Όχι".

Οι σχέσεις που συνδέουν τους πίνακες μεταξύ τους φαίνονται στο επόμενο σχήμα:



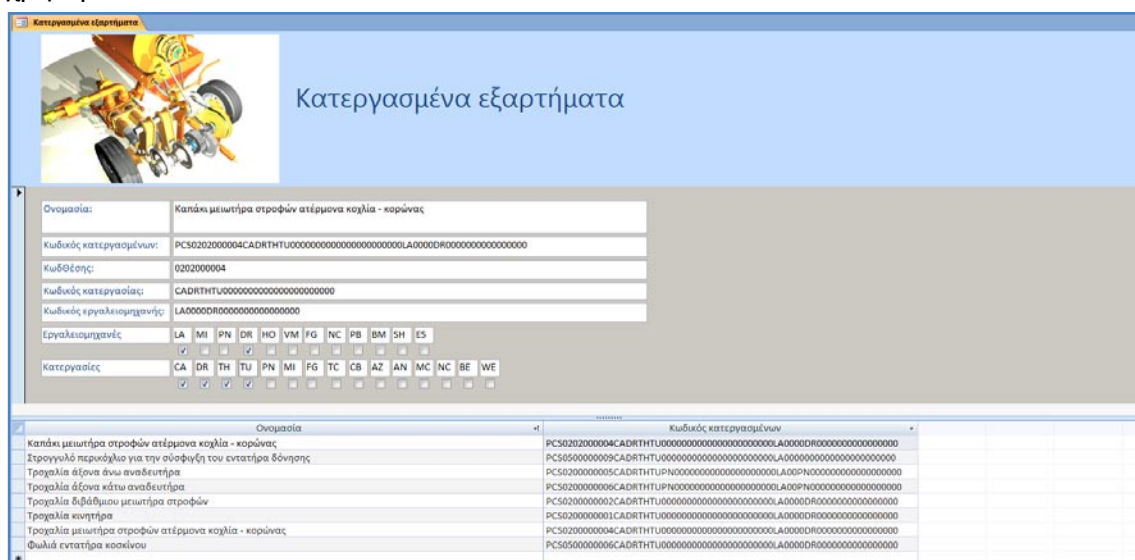
Σχήμα 3.25: Σχέσεις μεταξύ πινάκων.

Η Access δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να καταχωρεί τα δεδομένα σε πίνακες και υποπίνακες με τη μορφή δένδρου. Έτσι ο χρήστης μπορεί να έχει πλήρη εποπτεία των καταχωρήσεων του, όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα:



Σχήμα 3.26: Καταχώρηση δεδομένων σε μορφή δένδρου.

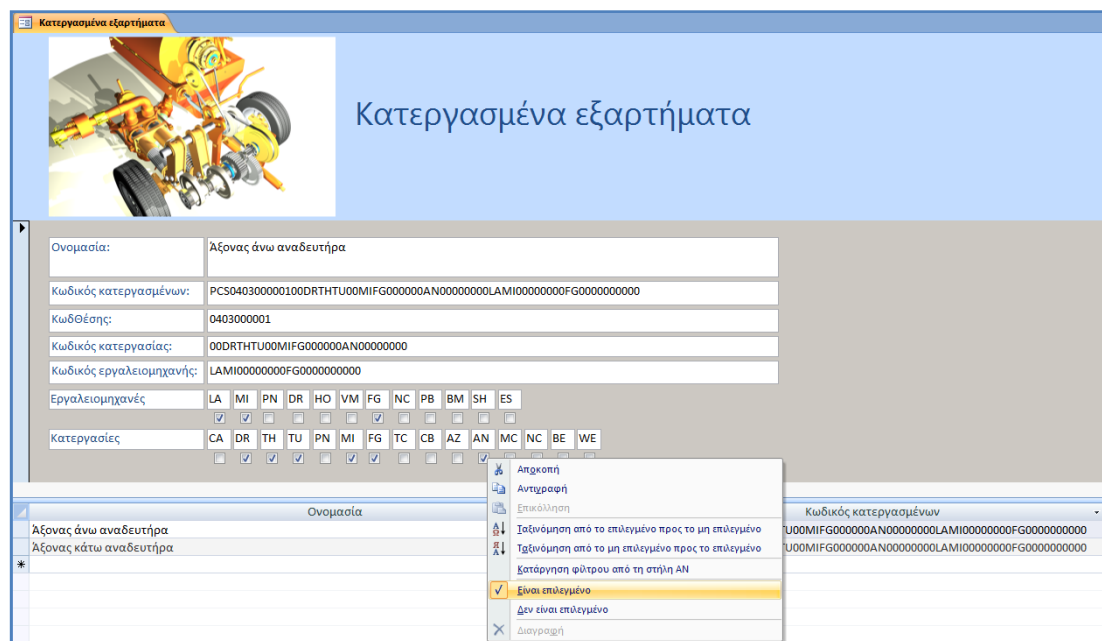
Τέλος κατασκευάζεται και μια φόρμα αναζήτησης των εξαρτημάτων με βάση τις κατεργασίες ή τις εργαλειομηχανές ή τον συνδυασμό κατεργασιών – εργαλειομηχανών. Στη φόρμα φαίνονται η ονομασία του εξαρτήματος, ο κωδικός του, ο κωδικός θέσης του, ο κωδικός κατεργασίας, ο κωδικός εργαλειομηχανής, οι κατεργασίες που πραγματοποιούνται και οι εργαλειομηχανές που χρησιμοποιούνται.



Σχήμα 3.27: Φόρμα αναζήτησης και ανάκλησης κατεργασμένων εξαρτημάτων.

Παράδειγμα: Έστω ότι αναζητούμε τα εξαρτήματα τα οποία κατεργάζονται σε τόρνο και φρέζα και υπόκεινται σε ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση (π.χ. χρωμίωση).

Ανοίγοντας στην Access τη φόρμα “Κατεργασμένα εξαρτήματα” αρχικά εμφανίζονται όλες οι εγγραφές. Επιλέγουμε LA, MI από τις εργαλειομηχανές και AN από τις κατεργασίες. Η επιλογή τους γίνεται με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα 3.28:



Σχήμα 3.28: Φιλτράροντας τα αποτελέσματα.

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας με τα ζητούμενα εξαρτήματα:

Κατεργασμένα εξαρτήματα	
Όνομασία	Κωδικός κατεργασμένων
Άξονας άνω αναδευτήρα	PCS040300000100DRTHTU00MIFG000000AN00000000LAMI00000000FG0000000000
Άξονας κάτω αναδευτήρα	PCS040400000100DRTHTU00MIFG000000AN00000000LAMI00000000FG0000000000

Εάν αναζητήσουμε τα εξαρτήματα τα οποία κατεργάζονται σε τόρνο και δράπανο τότε προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα (27 εξαρτήματα):

Κατεργασμένα εξαρτήματα	
Όνομασία	Κωδικός κατεργασμένων
Γλώσσα βάνας εξαέρωσης	PCS060203001500DRTHTU0000000000000000MC000000LA0000DR0000000000000000
Έδρανο ολίσθησης	PCS0400000001CADR00TU00000000000000000000000000000000LA0000DR0000000000000000
Έκκεντρο	PCS0603000001CADR00TUPN00000000000000000000000000000000LA00PNDR0000000000000000
Έμβολο	PCS0603030001CADR00TU00000000000000000000000000000000LA0000DR0000000000000000
Καπάκι μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία - κορώνας	PCS0202000004CADRTHTU00000000000000000000000000000000LA0000DR0000000000000000
Κορώνα	PCS0202000002CADR00TU00000000TC0000000000000000LAMI00DR0000000000000000
Κύλινδρος εφαρμογής δακτυλίων ολίσθησης	PCS060301010300DR00TU0000000000000000MC0000WELA0000DR0000000000000000ES
Λάμα δονητή	PCS050000000300DRTHTU0000000000000000MC0000WELA0000DR0000000000000000ES
Ομφαλός κορώνας	PCS0202000003CADR00TU00000000000000000000000000000000LA0000DR0000000000000000
Πλάκα έδρασης βαλβίδων αναρρόφησης	PCS060201000400DR00TU0000000000000000MC0000WELA0000DR0000000000000000
Πλάκα έδρασης βαλβίδων κατάθλιψης	PCS060202000600DR00TU0000000000000000MC0000WELA0000DR0000000000000000
Πλάκα έδρασης κυλίνδρων	PCS060300000300DR00TU0000000000000000MC000000LA0000DR0000000000000000

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ CNC

4.1. Παρουσίαση του προβλήματος και της εφαρμογής – λύσης.

Πολλές φορές ο απλός σχεδιασμός σε CAD ενός προϊόντος δεν είναι αρκετός, ώστε να βελτιώσει την παραγωγή του. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι με την πάροδο του χρόνου και τη συνεχή μελέτη πάνω στη βελτίωση του προϊόντος πραγματοποιούνται αλλαγές – τροποποιήσεις στο τελευταίο. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να αναφέρονται στο σχήμα του, στο βάρος του, στο υλικό του, κλπ.

Το ΠΡΟΪΟΝ που εξετάζει η παρούσα μελέτη αποτελείται από 1000+ εξαρτήματα εκ των οποίων τα 200+ ανήκουν στα κατεργασμένα εξαρτήματα. Από αυτά, κάποια εξαρτήματα εμφανίζουν παραλλαγές στη μορφή τους, ώστε να προσαρμόζονται κατάλληλα στον τύπο του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ. Για παράδειγμα, η τροχαλία του κινητήρα δεν είναι η ίδια για κάθε τύπο κινητήρα του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ. Εφόσον, χρησιμοποιείται παραπάνω από ένας τύπος κινητήρα κατασκευάζονται και αντίστοιχες κινητήριες τροχαλίες. Έτσι, κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία «παραμετρικών οικογενειών» των συγκεκριμένων εξαρτημάτων. Η δημιουργία αυτών των οικογενειών πραγματοποιείται με την κατασκευή ενός παραμετρικού σχεδίου – μοντέλου, αντί πολλών μη παραμετρικών. Τα εξαρτήματα για τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν παραμετρικές οικογένειες είναι τα εξής:

1. Κινητήρια τροχαλία
2. Άξονας άνω αναδευτήρα
3. Άξονας κάτω αναδευτήρα
4. Καμπύλη επιφάνεια δεξαμενής ανάμιξης του υλικού του άνω αναδευτήρα
5. Παράπλευρη επιφάνεια κελύφους κάτω αναδευτήρα

Στην παρούσα μελέτη θα ασχοληθούμε μόνο με την παραμετροποίηση της κινητήριας τροχαλίας η οποία είναι η δυσκολότερη περίπτωση, αλλά και η σημαντικότερη, διότι συνδέεται άμεσα με την απόδοση του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ.

4.2. Κινητήρια τροχαλία.

Το μηχάνημα ανάδευσης, ανύψωσης και εκτόξευσης αμμοκονιάματος και συναφών υλικών χρησιμοποιεί έναν πετρελαιοκινητήρα ή έναν ηλεκτροκινητήρα για τη λειτουργία του. Ο κινητήρας, ο οποίος λειτουργεί στις 2500 με 3000 σαλ, δίνει κίνηση, μέσω των τροχαλιών και των μειωτήρων στροφών (δηλαδή μέσω του υποσυστήματος μετάδοσης κίνησης), στον άξονα των εκκέντρων

του υποσυστήματος άντλησης και στους άξονες των αναδευτήρων του υποσυστήματος ανάδευσης του υλικού.

Κάθε κινητήρας έχει συγκεκριμένες διαστάσεις και χαρακτηριστικά, τα οποία διαφέρουν από τύπο σε τύπο. Για παράδειγμα, ο πετρελαιοκινητήρας HATZ SUPRA 1D90 έχει διαφορετικές διαστάσεις από τον πετρελαιοκινητήρα RUGGERINI - LOMBARDINI RD290 ή από έναν ηλεκτροκινητήρα. Επίσης, ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί σταθερά με 3000 σαλ, ενώ ο πετρελαιοκινητήρας με 2500 σαλ. Όμως, το ΠΡΟΪΟΝ παρέχει τη δυνατότητα της επιλογής διαφορετικού κινητήρα και η επιλογή αυτή εξαρτάται μόνο από τις απαιτήσεις του χειριστή του.

Τα διαφορετικά μεγέθη των κινητήρων έχουν ως άμεσο αποτέλεσμα και τη διαφοροποίηση εξαρτημάτων τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένα με τον εκάστοτε κινητήρα. Το βασικό εξάρτημα το οποίο είναι άμεσα συνδεδεμένο με τον τύπο του κινητήρα είναι η *κινητήρια τροχαλία*, η οποία εδράζεται στον άξονα του. Εάν, λοιπόν, το ΠΡΟΪΟΝ μπορεί να δεχθεί, για παράδειγμα, 10 διαφορετικούς τύπους κινητήρα, πρέπει να κατασκευαστούν 10 διαφορετικές κινητήριες τροχαλίες, μία για τον κάθε τύπο κινητήρα. Οι κινητήριες τροχαλίες, όμως, πρέπει να ικανοποιούν ορισμένες προϋποθέσεις:

1. Κάθε τροχαλία έχει τρεις βαθμίδες, την «μεσαία», την «αργή» και τη «γρήγορη», μέσω των οποίων αυξομειώνονται οι στροφές του άξονα των εκκέντρων του υποσυστήματος άντλησης.
2. Οι στροφές του άξονα των εκκέντρων είναι ίδιες για κάθε τύπο κινητήρα και κατ' επέκταση για κάθε κινητήρια τροχαλία, στη συγκεκριμένη βαθμίδα.
3. Ο μάντας που συνδέει την κινητήρια τροχαλία με την τροχαλία του διβάθμιου μειωτήρα στροφών, την οποία ονομάζουμε *κινούμενη τροχαλία*, είναι ο ίδιος για όλες τις κινητήριες τροχαλίες.
4. Η απόσταση των κέντρων της κινητήριας και της κινούμενης τροχαλίας είναι ίδια σε κάθε βαθμίδα.

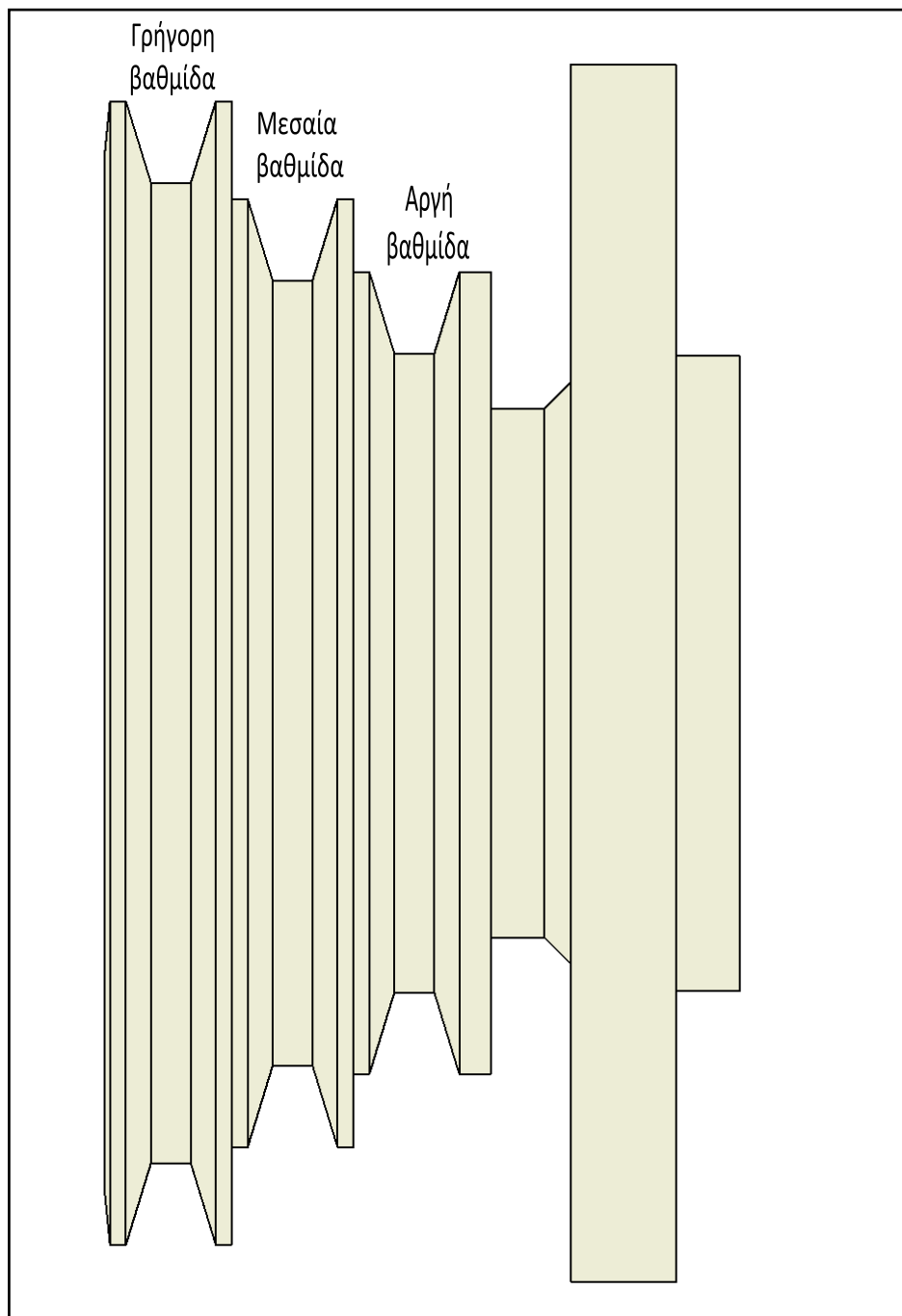
Λόγω του πλήθους των διαφορετικών τύπων κινητήρων και κατ' επέκταση των διαφορετικών κινητήριων τροχαλιών κατασκευάστηκε με τη βοήθεια των προγραμμάτων Microsoft Excel και Autodesk Inventor ένα παραμετρικό σχέδιο της κινητήριας τροχαλίας για κάθε τύπο κινητήρα. Όμως, αυτό το παραμετρικό σχέδιο από μόνο του δεν είναι αρκετό για τη μείωση του χρόνου κατασκευής.

Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να κατασκευάσουμε 30 τροχαλίες για 10 διαφορετικούς τύπους κινητήρα. Δηλαδή θέλουμε να κατασκευάσουμε 300 τροχαλίες. Σε συμβατικό τόρνο κάτι τέτοιο είναι πολύ χρονοβόρο, επομένως η κατασκευή των τροχαλιών θα πραγματοποιηθεί σε τόρνο CNC (μικρότερος χρόνος κατασκευής και μεγαλύτερη ακρίβεια¹²). Παρόλα αυτά και σε αυτή την περίπτωση πρέπει ο χειριστής του CNC να κατασκευάσει 10 διαφορετικά προγράμματα, ένα για κάθε τροχαλία. Κάλι τέτοιο είναι επίσης χρονοβόρο και αυτή η διαδικασία θα

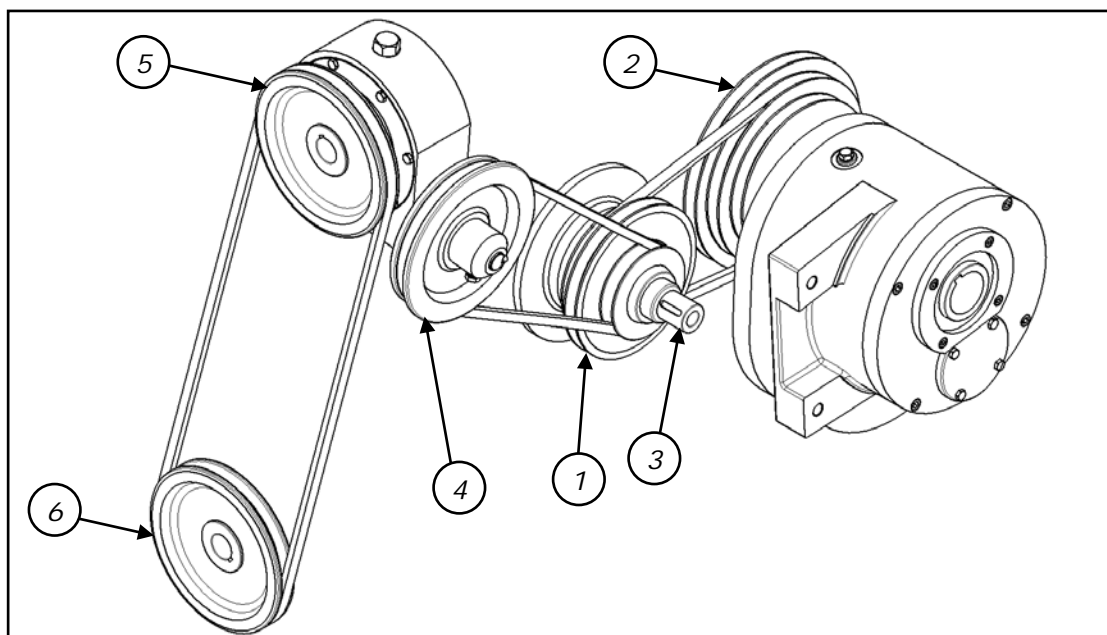
¹² Βλέπε Κεφάλαιο 2, ενότητα 2.2: Περί κατεργασιών...

επαναλαμβάνεται και για κάθε νέο τύπο κινητήρα. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκε και παραμετροποίηση της τροχιάς του κοπτικού εργαλείου σε τόρνο CNC, η οποία θα αναλυθεί σε επόμενη ενότητα.

Στο επόμενο σχήμα διακρίνονται οι τρεις βαθμίδες της κινητήριας τροχαλίας. Οι επιθυμητές στροφές του άξονα των εκκέντρων είναι: ~115 σαλ για τη γρήγορη βαθμίδα, ~78 σαλ για τη μεσαία βαθμίδα και ~50 σαλ για την αργή βαθμίδα.



Σχήμα 4.2: Κινητήρια τροχαλία



Σχήμα 4.1: Τροχαλίες

Πίνακας 4.1: Τροχαλίες

α/α	Ονομασία
1	Τροχαλία κινητήρα ή κινητήρια τροχαλία
2	Τροχαλία διβάθμιου μειωτήρα στροφών ή κινούμενη τροχαλία
3	Τροχαλία φωλιάς ένσφαιρου τριβέα δονητή
4	Τροχαλία μειωτήρα στροφών ατέρμονα κοχλία – κορώνας
5	Τροχαλία άξονα άνω αναδευτήρα
6	Τροχαλία άξονα κάτω αναδευτήρα

Για την παραμετρική μοντελοποίηση της κινητήριας τροχαλίας λαμβάνουμε ως «τροχαλία αναφοράς» την κινούμενη τροχαλία. Η κινούμενη τροχαλία είναι η ίδια για όλους τους τύπους των κινητήρων και κατ' επέκταση της κινητήριας τροχαλίας.

Οι υπολογισμοί των διαστάσεων της κινητήριας τροχαλίας πραγματοποιείται με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Excel και η παραμετρική της μοντελοποίηση με το πρόγραμμα Autodesk Inventor 2008. Στην επόμενη ενότητα υπολογίζεται αρχικά η μέση διάμετρος d_{km} και στη συνέχεια η εξωτερική διάμετρος d_k της κινητήριας τροχαλίας. Βάσει της τελευταίας θα πραγματοποιηθεί, σε επόμενη ενότητα, η παραμετροποίηση της τροχιάς του κοπτικού εργαλείου.

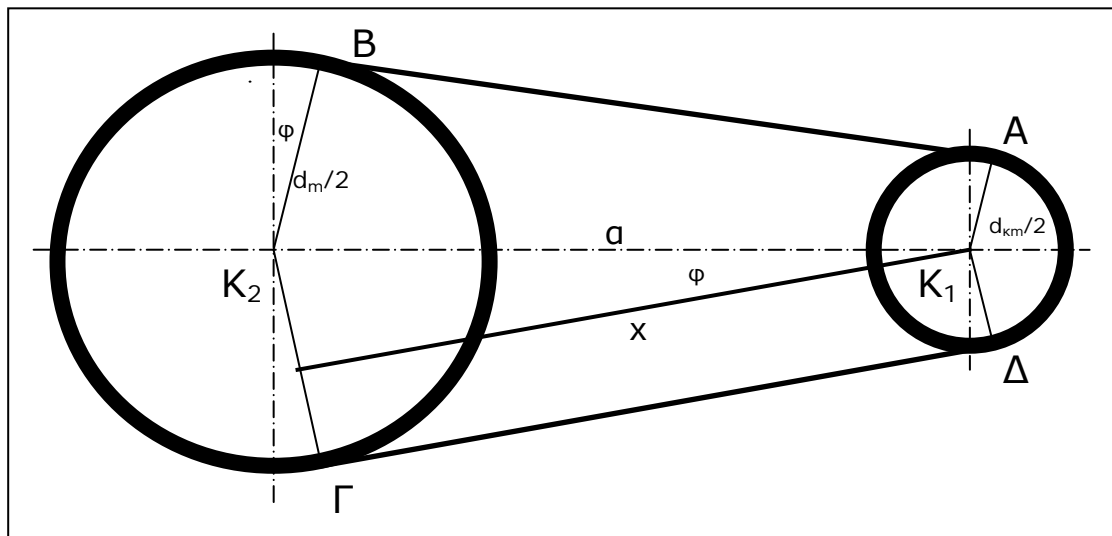
4.3. Υπολογισμός της διαμέτρου d_k της κινητήριας τροχαλίας.

Ο υπολογισμός της μέσης διαμέτρου d_{km} της κινητήριας τροχαλίας υπολογίζεται συναρτήσει των παρακάτω μεγεθών:

$$L = \text{μήκος ιμάντα} = (AB) + \widehat{B\Gamma} + (\Gamma\Delta) + \widehat{\Delta A}.$$

d_m = Η μέση διάμετρος της κινούμενης τροχαλίας.

$\alpha = K_1K_2$ = Η απόσταση των κέντρων των τροχαλιών.



Σχήμα 4.2: Μονογραμμικό διάγραμμα τροχαλιών

Το τόξο τυλίξεως του ιμάντα στην κινητήρια τροχαλία δίνεται από τη σχέση:

$$\widehat{\Delta A} = \frac{\pi d_{km}}{2} - 2 \frac{\pi r_k \phi}{180} = \frac{\pi d_{km}}{2} - \frac{\pi d_{km} \phi}{180} = \frac{\pi d_{km}}{2} \left(1 - \frac{\phi}{90} \right) \quad (4.1)$$

και αντίστοιχα για την κινούμενη τροχαλία:

$$\widehat{B\Gamma} = \frac{\pi d_m}{2} + 2 \frac{\pi r_k \phi}{180} = \frac{\pi d_m}{2} + \frac{\pi d_m \phi}{180} = \frac{\pi d_m}{2} \left(1 + \frac{\phi}{90} \right) \quad (4.2)$$

Επίσης:

$$AB = \Gamma\Delta = x = \sqrt{\alpha^2 - \frac{(d_m - d_{km})^2}{4}} = \alpha \cos \phi \quad (4.3)$$

Το μήκος του ιμάντα λόγω των (4.1), (4.2), (4.3) θα δίνεται από τη σχέση:

$$L = \hat{A}\hat{\Delta} + \hat{B}\hat{\Gamma} + 2AB = \frac{\pi d_{km}}{2} \left(1 - \frac{\phi}{90}\right) + \frac{\pi d_m}{2} \left(1 + \frac{\phi}{90}\right) + 2\alpha \cos \phi \quad (4.4)$$

Η σχέση (4.3) γράφεται:

$$\begin{aligned} \alpha^2 - \frac{(d_m - d_{km})^2}{4} &= \alpha^2 \cos^2 \phi \Rightarrow \alpha^2 (1 - \cos^2 \phi) = \frac{(d_m - d_{km})^2}{4} \Rightarrow \\ \alpha^2 \sin^2 \phi &= \frac{(d_m - d_{km})^2}{4} \Rightarrow \alpha \sin \phi = \frac{d_m - d_{km}}{2} \Rightarrow \sin \phi = \frac{d_m - d_{km}}{2\alpha} \Rightarrow \\ \phi &= \sin^{-1} \left(\frac{d_m - d_{km}}{2\alpha} \right) \quad (4.5) \end{aligned}$$

και

$$\cos \phi = \frac{\sqrt{\alpha^2 - \frac{(d_m - d_{km})^2}{4}}}{\alpha} \quad (4.6)$$

Η σχέση (4) γράφεται:

$$L = \frac{\pi d_m}{2} \left\{ 1 + \frac{\sin^{-1} \left(\frac{d_m - d_{km}}{2\alpha} \right)}{90} \right\} + \frac{\pi d_{km}}{2} \left\{ 1 - \frac{\sin^{-1} \left(\frac{d_m - d_{km}}{2\alpha} \right)}{90} \right\} + 2\sqrt{\alpha^2 - \frac{(d_m - d_{km})^2}{4}} \quad (4.7)$$

Η τελευταία σχέση συνδέει τα μεγέθη L , α , d_{km} . Για τον υπολογισμό της διαμέτρου d_{km} της κινητήριας τροχαλίας, καταρχάς, κατασκευάζουμε στο πρόγραμμα Microsoft Excel τον παρακάτω πίνακα και ονομάζουμε το φύλλο εργασίας ως «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ»:

Πίνακας 4.2: Υπολογισμός διαμέτρου d_k

j	ΒΑΘΜΙΔΑ	α_j (mm)	d_j (mm)	d_{mj} (mm)	d_{kj} (mm)	d_{kmj} (mm)
1	ΓΡΗΓΟΡΗ					
2	ΜΕΣΑΙΑ					
3	ΑΡΓΗ					

Πίνακας 4.2: Υπολογισμός διαμέτρου d_k (συνέχεια)

ΙΜΑΝΤΑΣ Β...	L_i (mm)	L_m (mm)	L_{mj} '(mm)	n_{kj} (rpm)	Ψ	n_j (rpm)	i	n_{pj} (rpm)

όπου:

a = η απόσταση των κέντρων των τροχαλιών (κινητήρια – κινούμενη).

$d = d_j$ (όπου $j = 1, 2, 3$) η εξωτερική διάμετρος της κινούμενης τροχαλίας στην κάθε βαθμίδα.

$d_m = d_{mj}$ (όπου $j = 1, 2, 3$) η μέση διάμετρος της κινούμενης τροχαλίας στην κάθε βαθμίδα.

$d_{\kappa} = d_{\kappa j}$ (όπου $j = 1, 2, 3$) η εξωτερική διάμετρος της κινητήριας τροχαλίας στην κάθε βαθμίδα.

$d_{\kappa m} = d_{\kappa m j}$ (όπου $j = 1, 2, 3$) η μέση διάμετρος της κινητήριας τροχαλίας στην κάθε βαθμίδα.

L_i = η εσωτερική περίμετρος του ιμάντα.

L_m = η μέση περίμετρος του ιμάντα.

L_m' = η μέση περίμετρος του ιμάντα.

n_{κ} = οι στροφές του κινητήρα και επομένως της κινητήριας τροχαλίας.

Ψ = ο συντελεστής απωλειών στροφών.

n = οι στροφές της κινούμενης τροχαλίας.

i = η σχέση μετάδοσης του διβάθμιου μειωτήρα στροφών, η οποία είναι ίση με 21,28.

n_p = οι στροφές του άξονα των εκκέντρων.

Ιμάντας B... = Ο τύπος του ιμάντα, ο οποίος συνήθως είναι B48.

Οι σχέσεις που συνδέουν τις παραμέτρους μεταξύ τους είναι οι παρακάτω:

- Ιμάντας B48 $\Rightarrow b = 17\text{mm}$.
- $d_m = d - 2c$ (4.8), όπου για πλάτος ιμάντα $b = 17\text{mm} \Rightarrow c = 5\text{mm}$ (DIN 2217).
- $d_{\kappa m} = \frac{d_m \cdot n}{(1 - \Psi) \cdot n_{\kappa}}$ (4.9).
- $d_{\kappa} = d_{\kappa m} + 2c$ (4.10), όπου για πλάτος ιμάντα $b = 17\text{mm} \Rightarrow c = 5\text{mm}$ (DIN 2217).
- $L_i = \left(\text{πόρος ιμάντα} \right) \cdot \text{in} \cdot 25,4 \frac{\text{mm}}{\text{in}}$ (4.11).
- $L_m = L_i + C$ (4.12), όπου ο συντελεστής C παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα 4.3:

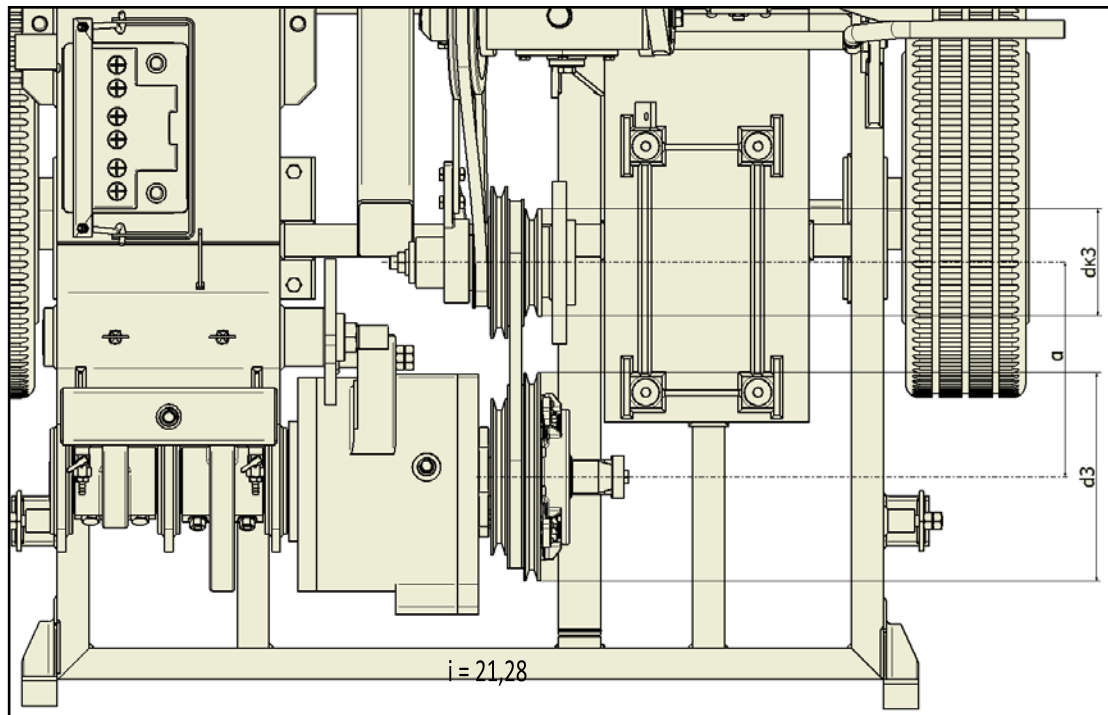
Πίνακας 4.3: Τιμές παραμέτρου C (DIN 2217)

Πλάτος διατομής b	5	6	8	10	13	17	20	25	32	40	50
C	9,5	12,5	15,5	19	25	38	41	50	63	82	100

$$\bullet L_m' = \frac{\pi d_m}{2} \left\{ 1 + \frac{\sin^{-1}\left(\frac{d_m - d_{km}}{2\alpha}\right)}{90} \right\} + \frac{\pi d_{km}}{2} \left\{ 1 - \frac{\sin^{-1}\left(\frac{d_m - d_{km}}{2\alpha}\right)}{90} \right\} + 2\sqrt{\alpha^2 - \frac{(d_m - d_{km})^2}{4}} \quad (4.13)$$

$$\bullet n = i \cdot n_p \quad (4.14)$$

Στο σχήμα 4.3, που ακολουθεί, φαίνεται η απόσταση α των κέντρων των τροχαλιών και οι εξωτερικές διαμέτροι των τροχαλιών στην 3^η – Αργή βαθμίδα.



Σχήμα 4.3: Κάτοψη τμήματος του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

4.3.1. Φύλλο εργασίας «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ».

Η διαδικασία υπολογισμού της διαμέτρου d_k είναι η εξής:

1. Αρχικά εισάγουμε στον πίνακα (και στις τρεις βαθμίδες) την εξωτερική διάμετρο της κινούμενης τροχαλίας d , τη μέση διάμετρο d_m , τον τύπο του μάντα (π.χ. B48) τον συντελεστή απωλειών στροφών ψ , την σχέση μετάδοσης i του μειωτήρα στροφών (ο οποίος παρεμβάλλεται μεταξύ της κινούμενης τροχαλίας και της αντλίας) και τις στροφές του κινητήρα n_k (για πετρελαιοκινητήρα είναι $n_k \approx 2500 \text{ rpm}$ και για ηλεκτρικό κινητήρα είναι $n_k = 3000 \text{ rpm}$). Τέλος εισάγουμε τις στροφές n_p που επιθυμούμε να πάρουμε στον άξονα των εκκέντρων της αντλίας σε μία από τις τρεις βαθμίδες, την οποία ορίζουμε ως «βαθμίδα αναφοράς». Επιλέγουμε τη 2^η – μεσαία βαθμίδα. Από τη σχέση 4.11 υπολογίζεται η εσωτερική περίμετρος του

ιμάντα L_i και από τη σχέση 4.12 η μέση περίμετρος του ιμάντα L_m . Από τη σχέση 4.14 προκύπτει:

$$n_2 = i \cdot n_{p_2} \Rightarrow n_2 = 21,28 \cdot 78 \Rightarrow n_2 = 1660 \text{ rpm}$$

Από τη σχέση 4.9 προκύπτει:

$$d_{km2} = \frac{d_{m2} \cdot n_2}{(1-\Psi) \cdot n_k} \Rightarrow d_{km2} = \frac{250 \cdot 1660}{(1-0,02) \cdot 2500} \Rightarrow d_{km2} = 169,37 \text{ mm}$$

και από τη σχέση 4.10 προκύπτει:

$$d_{k2} = d_{km2} + 2c \Rightarrow d_{k2} = 179,37 \text{ mm}$$

Στον πίνακα 4.4 φαίνονται οι παραπάνω υπολογισμοί για $n_k = 2500 \text{ rpm}$ (πετρελαιοκινητήρας):

Πίνακας 4.4: Υπολογισμός διαμέτρου d_k

j	ΒΑΘΜΙΔΑ	α_j (mm)	d_j (mm)	d_{mj} (mm)	d_{kj} (mm)	d_{kmj} (mm)
1	ΓΡΗΓΟΡΗ		220,00	210,00		
2	ΜΕΣΑΙΑ		260,00	250,00	179,37	169,37
3	ΑΡΓΗ		295,00	285,00		

Πίνακας 4.4: Υπολογισμός διαμέτρου d_k (συνέχεια)

ΙΜΑΝΤΑΣ Β...	L_i (mm)	L_m (mm)	L_{mj}' (mm)	n_k (rpm)	Ψ	n_i (rpm)	i	n_{pi} (rpm)
48	1219,20	1257,20		2500	0,02		21,28	
48	1219,20	1257,20		2500	0,02	1660	21,28	78
48	1219,20	1257,20		2500	0,02		21,28	

- Επιλέγουμε μία τυχαία τιμή για την απόσταση των κέντρων των τροχαλιών, έστω $\alpha_2 = 300 \text{ mm}$. Με την βοήθεια της 'αναζήτησης στόχου...' του προγράμματος Excel επιλέγουμε την παράμετρο L_{m2}' να λάβει την τιμή $1257,20 \text{ mm}$, μεταβάλλοντας την παράμετρο α . Στον πίνακα 4.5 φαίνονται τα αποτελέσματα.

Πίνακας 4.5: Υπολογισμός διαμέτρου d_k

j	ΒΑΘΜΙΔΑ	α_j (mm)	d_j (mm)	d_{mj} (mm)	d_{kj} (mm)	d_{kmj} (mm)
1	ΓΡΗΓΟΡΗ		220,00	210,00		
2	ΜΕΣΑΙΑ	296,48	260,00	250,00	179,37	169,37
3	ΑΡΓΗ		295,00	285,00		

Πίνακας 4.4: Υπολογισμός διαμέτρου d_k (συνέχεια)

ΙΜΑΝΤΑΣ Β...	L_i (mm)	L_m (mm)	L_{mj}' (mm)	n_k (rpm)	Ψ	n_i (rpm)	i	n_{pi} (rpm)
48	1219,20	1257,20		2500	0,02		21,28	
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	1660	21,28	78
48	1219,20	1257,20		2500	0,02		21,28	

3. Επιλέγουμε μία τυχαία τιμή για την παράμετρο d_{km1} στην πρώτη βαθμίδα, έστω $d_{km1} = 200 \text{ mm}$. Με την βοήθεια της ‘αναζήτησης στόχου...’ επιλέγουμε την παράμετρο L_{m1} να λάβει την τιμή $1257,20 \text{ mm}$, μεταβάλλοντας την παράμετρο d_{km1} για την ίδια τιμή της παραμέτρου α . Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για την 3^η – αργή βαθμίδα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 4.6:

Πίνακας 4.5: Υπολογισμός διαμέτρου d_k

j	ΒΑΘΜΙΔΑ	$\alpha_j(\text{mm})$	$d_j(\text{mm})$	$d_{mj}(\text{mm})$	$d_{kj}(\text{mm})$	$d_{kmj}(\text{mm})$
1	ΓΡΗΓΟΡΗ	296,48	220,00	210,00	222,86	212,86
2	ΜΕΣΑΙΑ	296,48	260,00	250,00	179,37	169,37
3	ΑΡΓΗ	296,48	295,00	285,00	133,84	123,84

Πίνακας 4.5: Υπολογισμός διαμέτρου d_k (συνέχεια)

ΙΜΑΝΤΑΣ Β...	$L_i(\text{mm})$	$L_m(\text{mm})$	$L_{mj}'(\text{mm})$	$n_k(\text{rpm})$	Ψ	$n_j(\text{rpm})$	i	$n_{pj}(\text{rpm})$
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	2466	21,28	117
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	1660	21,28	78
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	1065	21,28	50

Οι στροφές της κινούμενης τροχαλίας n_j και οι στροφές του άξονα των εκκέντρων n_{pj} προέκυψαν από τις σχέσεις:

$$n_j = \frac{n_{kj} \cdot d_{mj} \cdot (1 - \Psi)}{d_{mj}} \quad \text{και} \quad n_{pj} = \frac{n_j}{i} \quad \text{αντίστοιχα.}$$

4.3.2. Αποτελέσματα και συγκρίσεις.

Όπως έχει αναφερθεί οι επιθυμητές στροφές του άξονα των εκκέντρων είναι:

- Γρήγορη βαθμίδα: $n_{p1} = 115 \text{ rpm}$
- Μεσαία βαθμίδα: $n_{p2} = 78 \text{ rpm}$
- Αργή βαθμίδα: $n_{p3} = 50 \text{ rpm}$

Με βαθμίδα αναφοράς τη 2^η – μεσαία προκύπτουν τα εξής:

- Γρήγορη βαθμίδα: $n_{p1} = 117 \text{ rpm}$
- Μεσαία βαθμίδα: $n_{p2} = 78 \text{ rpm}$
- Αργή βαθμίδα: $n_{p3} = 50 \text{ rpm}$

Στην 1^η – γρήγορη βαθμίδα οι στροφές διαφέρουν κατά +2 rpm. Η διαδρομή του εμβόλου στον κύλινδρο του υποσυστήματος άντλησης είναι $L = 128 \text{ mm}$ και η εσωτερική διάμετρος του κυλίνδρου είναι $D = 90 \text{ mm}$. Επομένως, ο όγκος εμβολισμού σε κάθε κύλινδρο είναι:

$$V = L \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \Rightarrow V = 814301 \text{mm}^3$$

Άρα, σε κάθε πλήρη περιστροφή του άξονα των εκκέντρων ο συνολικός όγκος εμβολισμού είναι:

$$V_f = 2 \cdot V \Rightarrow V_f = 1628602 \text{mm}^3 \quad \text{ή } V_f = 1,628602 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$$

Για χρόνο λειτουργίας του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ $t = 8h$ προκύπτουν τα εξής:

- Στην 1^η – γρήγορη βαθμίδα για $n_{p1} = 115 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 115 \cdot 60 \cdot 8 \cong 90 \text{m}^3$ υλικού, ενώ για $n_{p1} = 117 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 117 \cdot 60 \cdot 8 \cong 91 \text{m}^3$ υλικού.
- Στην 2^η – μεσαία βαθμίδα για $n_{p2} = 78 \text{ rpm}$ παράγονται: $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 60 \cdot 8 \cong 61 \text{m}^3$ υλικού.
- Στην 3^η – αργή βαθμίδα για $n_{p3} = 50 \text{ rpm}$ παράγονται: $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 60 \cdot 8 \cong 39 \text{m}^3$ υλικού. Επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία επιλέγοντας την 1^η – γρήγορη βαθμίδα ως βαθμίδα αναφοράς. Προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.6: Υπολογισμός διαμέτρου d_k

j	ΒΑΘΜΙΔΑ	$\alpha_j(\text{mm})$	$d_j(\text{mm})$	$d_{mj}(\text{mm})$	$d_{kj}(\text{mm})$	$d_{kmj}(\text{mm})$
1	ΓΡΗΓΟΡΗ	298,92	220,00	210,00	219,76	209,76
2	ΜΕΣΑΙΑ	298,92	260,00	250,00	176,00	166,00
3	ΑΡΓΗ	298,92	295,00	285,00	130,21	120,21

Πίνακας 4.6: Υπολογισμός διαμέτρου d_k (συνέχεια)

B	$L_i(\text{mm})$	$L_m(\text{mm})$	$L'_{mj}(\text{mm})$	$n_k(\text{rpm})$	Ψ	$n_j(\text{rpm})$	i	$n_{pj}(\text{rpm})$
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	2447	21,28	115
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	1627	21,28	76
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	1033	21,28	49

Για χρόνο λειτουργίας του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ $t = 8h$ προκύπτουν τα εξής:

- Στην 1^η – γρήγορη βαθμίδα για $n_{p1} = 115 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 115 \cdot 60 \cdot 8 \cong 90 \text{m}^3$ υλικού.
- Στην 2^η – μεσαία βαθμίδα για $n_{p2} = 78 \text{ rpm}$ παράγονται: $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 60 \cdot 8 \cong 61 \text{m}^3$ υλικού, ενώ για $n_{p2} = 76 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 76 \cdot 60 \cdot 8 \cong 59 \text{m}^3$ υλικού.
- Στην 3^η – αργή βαθμίδα για $n_{p3} = 50 \text{ rpm}$ παράγονται: $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 60 \cdot 8 \cong 39 \text{m}^3$ υλικού, ενώ για $n_{p3} = 49 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 49 \cdot 60 \cdot 8 \cong 38 \text{m}^3$ υλικού.

Με βαθμίδα αναφοράς την 3^η – αργή προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.7: Υπολογισμός διαμέτρου d_k

j	ΒΑΘΜΙΔΑ	$\alpha_j(\text{mm})$	$d_j(\text{mm})$	$d_{mj}(\text{mm})$	$d_{kj}(\text{mm})$	$d_{kmj}(\text{mm})$
1	ΓΡΗΓΟΡΗ	291,52	220,00	210,00	229,14	219,14
2	ΜΕΣΑΙΑ	291,52	260,00	250,00	186,21	176,21
3	ΑΡΓΗ	291,52	295,00	285,00	141,20	131,20

Πίνακας 4.7: Υπολογισμός διαμέτρου d_k (συνέχεια)

B	$L_i(\text{mm})$	$L_m(\text{mm})$	$L'_{mj}(\text{mm})$	$n_k(\text{rpm})$	Ψ	$n_i(\text{rpm})$	i	$n_{pj}(\text{rpm})$
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	2557	21,28	120
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	1727	21,28	81
48	1219,20	1257,20	1257,20	2500	0,02	1128	21,28	53

Για χρόνο λειτουργίας του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ $t = 8h$ προκύπτουν τα εξής:

- Στην 1^η – γρήγορη βαθμίδα για $n_{p1} = 115 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 115 \cdot 60 \cdot 8 \cong 90m^3$ υλικού, ενώ για $n_{p1} = 120 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 60 \cdot 8 \cong 94m^3$ υλικού.
- Στην 2^η – μεσαία βαθμίδα για $n_{p2} = 78 \text{ rpm}$ παράγονται: $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 78 \cdot 60 \cdot 8 \cong 61m^3$ υλικού, ενώ για $n_{p2} = 81 \text{ rpm}$ παράγονται $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 81 \cdot 60 \cdot 8 \cong 63m^3$ υλικού.
- Στην 3^η – αργή βαθμίδα για $n_{p3} = 53 \text{ rpm}$ παράγονται: $1,628602 \cdot 10^{-3} \cdot 53 \cdot 60 \cdot 8 \cong 41m^3$ υλικού.

Στον πίνακα 4.8 συνοψίζονται τα παραπάνω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.8: Απόδοση ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ (πετρελαιοκινητήρας)

Βαθμίδα αναφοράς	j	$n_{pj}(\text{rpm})$	t (min)	$V_t(\text{m}^3)$	$V_{8h}(\text{m}^3)$	$V_{8h}' - V_{8h}$ ($\text{m}^3/8h$)
	1	115	480	0.001629	90	
	2	78	480	0.001629	61	
	3	50	480	0.001629	39	
					$V_{8h}'(\text{m}^3)$	
2η	1	113	480	0.001629	88	+2
	2	78	480	0.001629	61	0
	3	57	480	0.001629	39	0
1η	1	115	480	0.001629	90	0
	2	80	480	0.001629	63	+2
	3	58	480	0.001629	45	+4
3η	1	107	480	0.001629	84	-6
	2	73	480	0.001629	57	-3
	3	53	480	0.001629	41	0

Επαναλαμβάνοντας την παραπάνω διαδικασία για ηλεκτρικό κινητήρα ($n_k = 3000 \text{ rpm}$) παίρνουμε τα εξής αποτελέσματα:

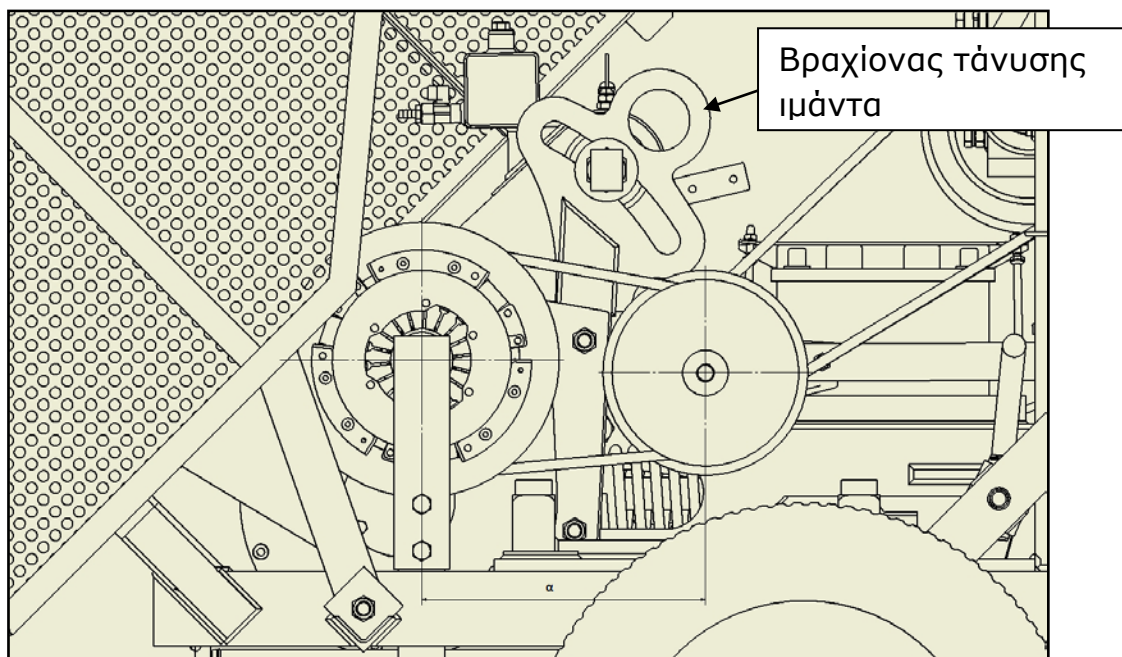
Πίνακας 4.9: Απόδοση ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ (ηλεκτρικός κινητήρας)

Βαθμίδα αναφοράς	j	n_{pj} (rpm)	t (min)	V_t (m ³)	V_{8h} (m ³)	$V_{8h}' - V_{8h}$ (m ³ /8h)
	1	115	480	0,001629	90	
	2	78	480	0,001629	61	
	3	50	480	0,001629	39	
					V_{8h}' (m ³)	
2η	1	119	480	0,001629	93	+2
	2	78	480	0,001629	61	0
	3	45	480	0,001629	35	-4
1η	1	115	480	0,001629	90	0
	2	71	480	0,001629	56	-5
	3	39	480	0,001629	30	-8
3η	1	128	480	0,001629	100	+10
	2	83	480	0,001629	65	+4
	3	50	480	0,001629	39	0

4.3.3. Επιλογή βαθμίδας αναφοράς.

Βάσει των αποδόσεων του προϊόντος στις τρεις βαθμίδες επιλέγουμε:

1. Για πετρελαιοκινητήρα και στροφές $n_k = 2500 \text{ rpm}$, η 2^η ως βαθμίδα αναφοράς και
2. Για ηλεκτρικό κινητήρα και στροφές $n_k = 3000 \text{ rpm}$, η 3^η ως βαθμίδα αναφοράς.



Σχήμα 4.4: Απόσταση α κέντρων τροχαλιών.

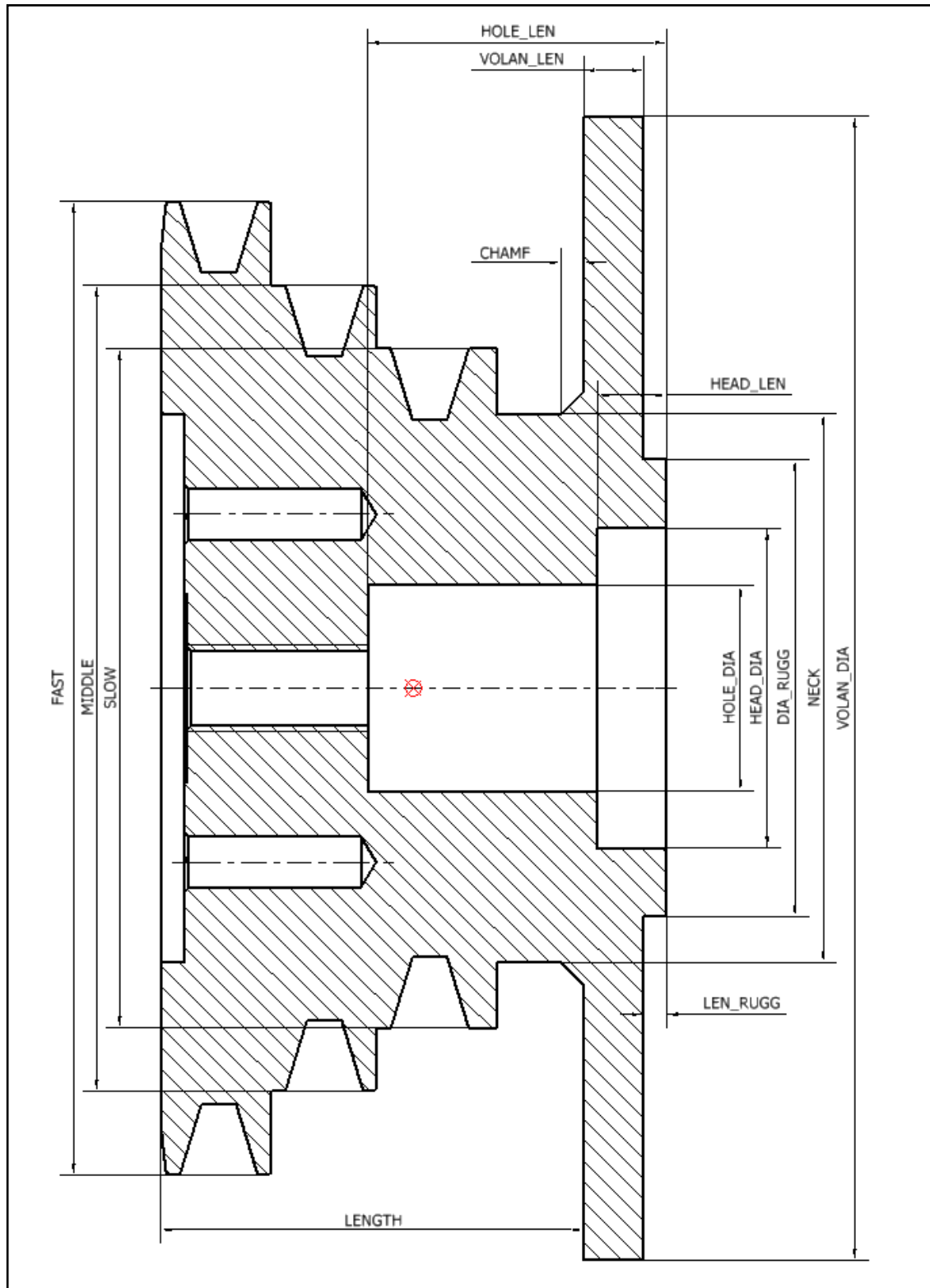
4.4. Εισαγωγή στην παραμετρική μοντελοποίηση της κινητήριας τροχαλίας.

Ο παραμετρικός σχεδιασμός της κινητήριας τροχαλίας πραγματοποιείται στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Autodesk Inventor σε συνδυασμό με το Excel.

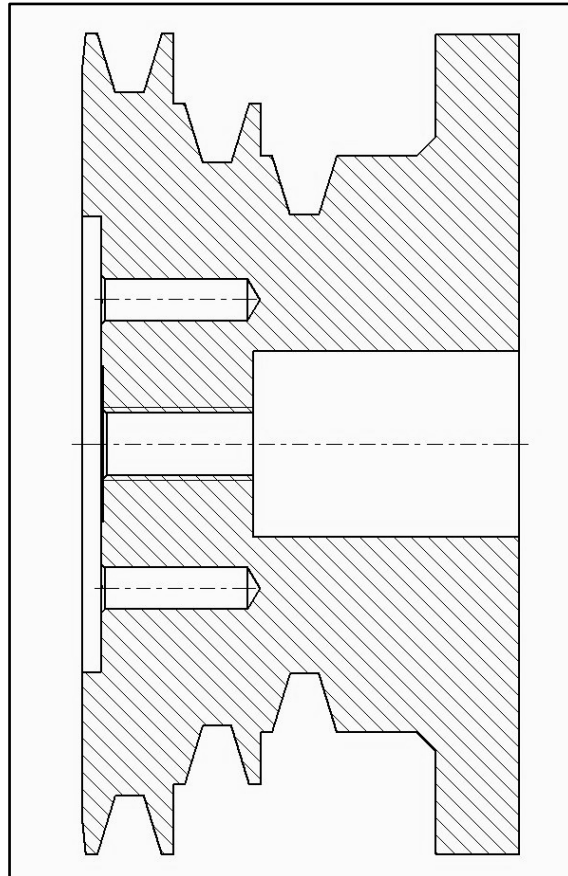
Στο σχήμα 4.4. φαίνεται η κινητήρια τροχαλία με τις διαστάσεις – παραμέτρους της. Η μορφή αυτή ονομάζεται «γενικός τύπος» και είναι η πιο πολύπλοκη από τις 5 διαφορετικές μορφές της. Οι 4 από τις 5 μορφές της τροχαλίας αναφέρονται σε συγκεκριμένους τύπους κινητήρων, οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω:

1. Κινητήρας HATZ SUPRA 1D81/90. Η μορφή της τροχαλίας του συγκεκριμένου κινητήρα φαίνεται στο σχήμα 4.5.
2. Τροχαλία κινητήρα LOMBARDINI CRD/100-RD290. Η μορφή της τροχαλίας του συγκεκριμένου κινητήρα φαίνεται στο σχήμα 4.6.
3. Τροχαλία κινητήρα PANCAR 18/21HP. Η μορφή της τροχαλίας του συγκεκριμένου κινητήρα φαίνεται στο σχήμα 4.7.
4. Τροχαλία ηλεκτροκινητήρα. Η μορφή της τροχαλίας του συγκεκριμένου κινητήρα φαίνεται στο σχήμα 4.8.

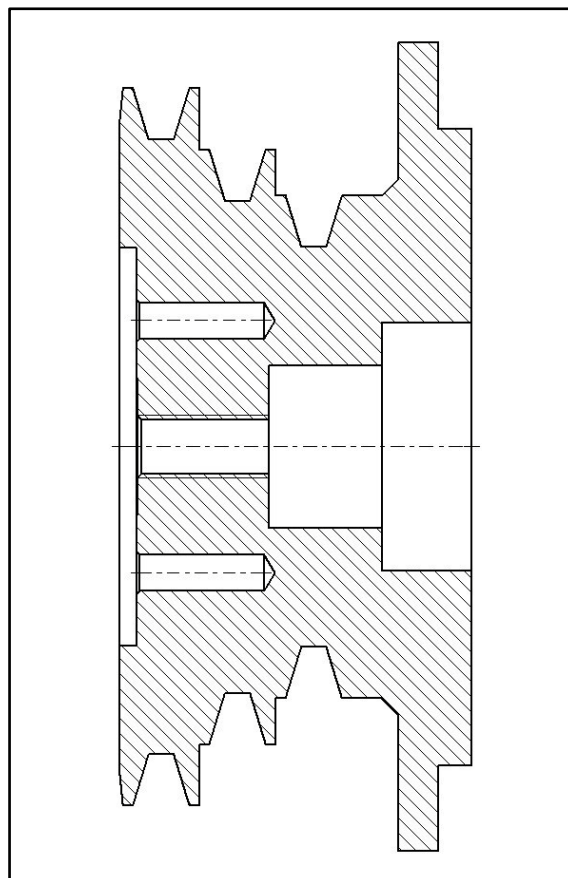
5. Άλλος τύπος κινητήρα. Εδώ, αναφερόμαστε στο γενικό τύπο της κινητήριας τροχαλίας.



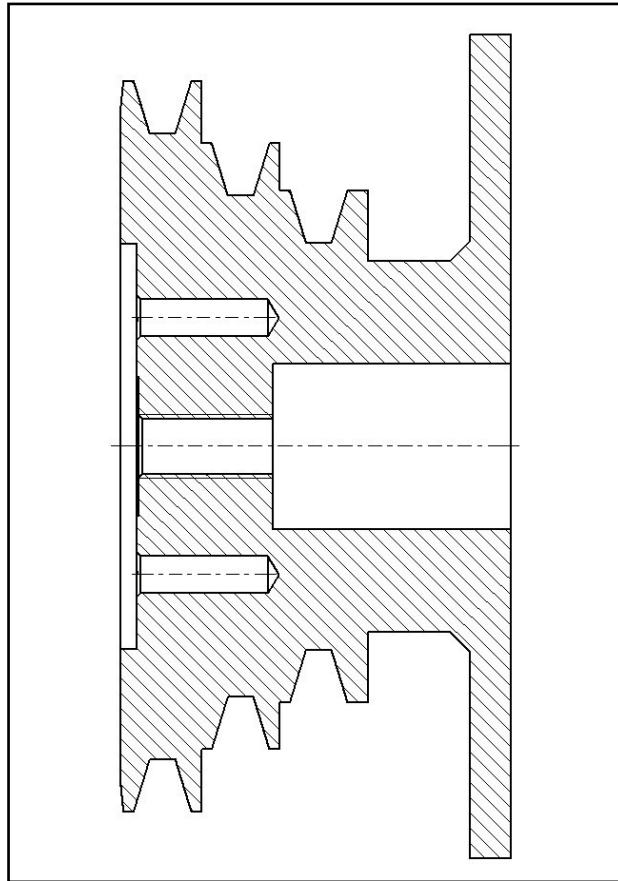
Σχήμα 4.4: Κινητήρια τροχαλία



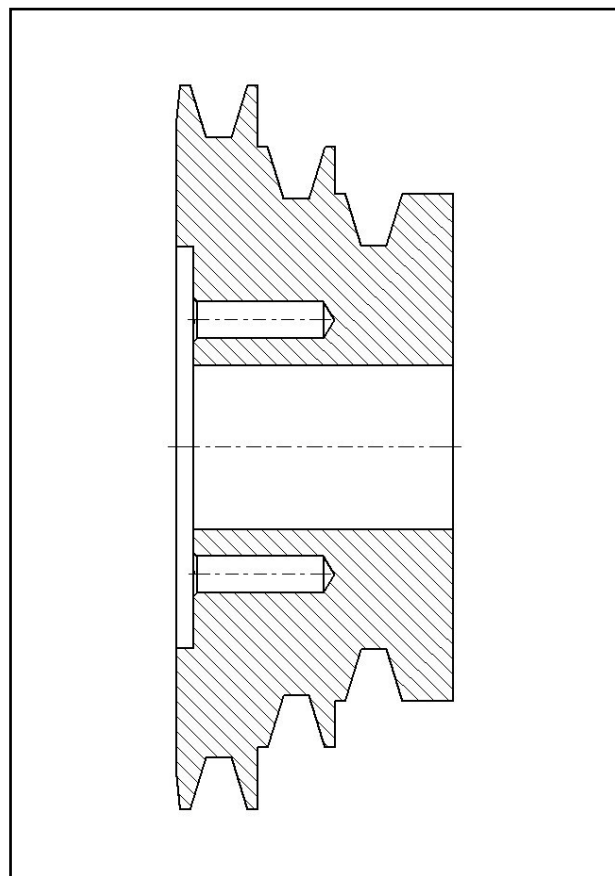
Σχήμα 4.5: Τροχαλία κινητήρα HATZ SUPRA 1D81/90



Σχήμα 4.6: Τροχαλία κινητήρα LOMBARDINI CRD100-RD290



Σχήμα 4.7: Τροχαλία κινητήρα PANCAR 18/20 HP.



Σχήμα 4.8: Τροχαλία ηλεκτροκινητήρα

Παρατηρούμε ότι ο γενικός τύπος της κινητήριας τροχαλίας είναι μια σύνθεση των παραπάνω τεσσάρων τύπων. Γι αυτό το λόγο επιλέγεται ο συγκεκριμένος τύπος για την εισαγωγή των παραμέτρων που θα καθορίζουν τη γεωμετρία του. Οι τιμές των παραμέτρων – διαστάσεων της κινητήριας τροχαλίας δίδονται από το Excel. Μεταβάλλοντας τις τιμές των παραμέτρων στο Excel μεταβάλλεται και η μορφή της κινητήριας τροχαλίας, όπως θα δούμε στη συνέχεια της μελέτης. Οι καταχωρήσεις των τιμών των παραμέτρων πραγματοποιούνται στο αρχείο «ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΤΡΟΧΑΛΙΑ.xls». Το Autodesk Inventor διαβάζει τις τιμές των παραμέτρων και αυτόματα μεταβάλλει τη μορφή της κινητήριας τροχαλίας.

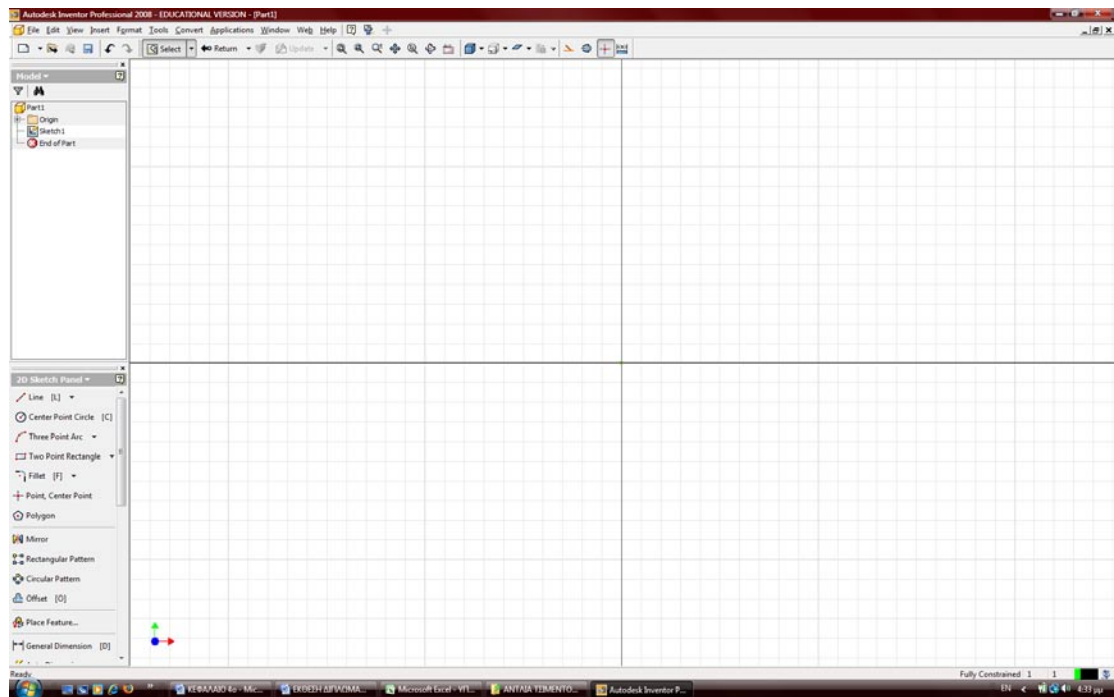
4.5. Παραμετρική μοντελοποίηση της κινητήριας τροχαλίας στο Autodesk Inventor με τη δημιουργία πίνακα σε Excel.

4.5.1. Σχεδιασμός της κινητήριας τροχαλίας στο Autodesk Inventor.

Ξεκινώντας την εφαρμογή Autodesk Inventor, επιλέγουμε New→Part (σχήμα 4.9), οπότε βρισκόμαστε σε περιβάλλον διδιάστατης σχεδίασης. Το περιβάλλον φαίνεται στο σχήμα 4.10 της επόμενης σελίδας.



Σχήμα 4.9: Ξεκινώντας...

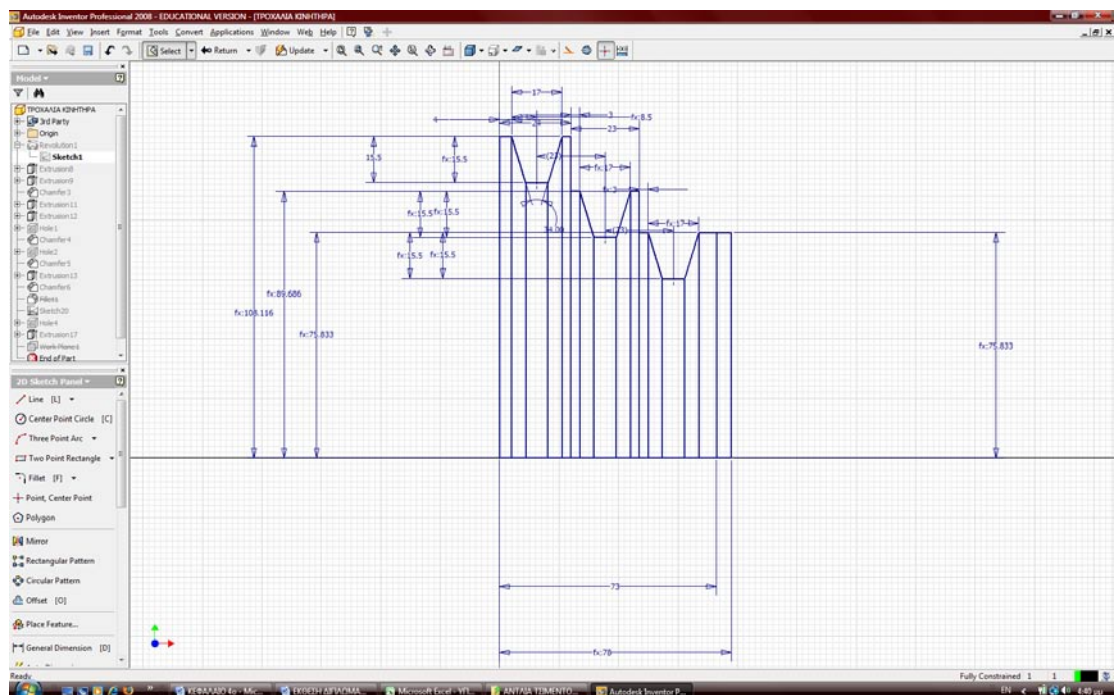


Σχήμα 4.10: Περιβάλλον 2D σχεδίασης (σχεδίαση προφίλ).

Στη συνέχεια σχεδιάζεται η μορφή της κινητήριας τροχαλίας. Αρχικά, στο σχεδιασμό της χρησιμοποιούνται συγκεκριμένες διαστάσεις, οι οποίες στη συνέχεια θα μετατραπούν σε παραμέτρους.

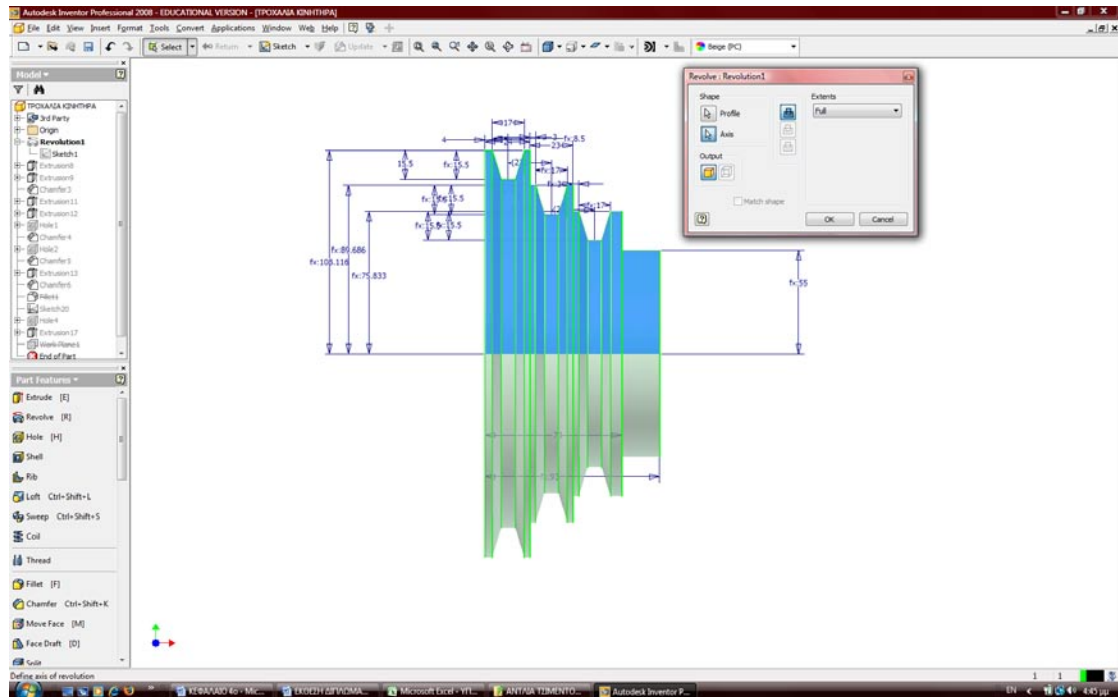
Ο σχεδιασμός της τροχαλίας περιγράφεται συνοπτικά παρακάτω:

1. Σχεδιάζονται πρώτα οι 3 βαθμίδες της τροχαλίας (βλέπε σχήμα 4.11), οι οποίες θα αντιστοιχούν στις παραμέτρους FAST, MIDDLE, SLOW:



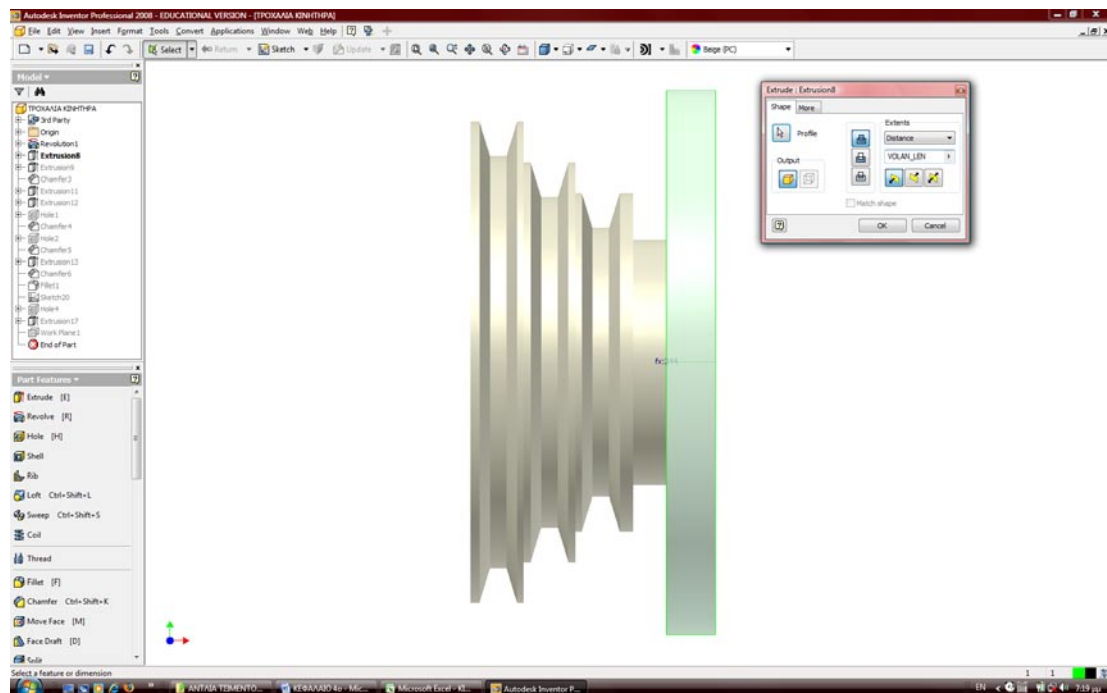
Σχήμα 4.11: Σχεδιασμός των βαθμίδων της τροχαλίας.

2. Με την εντολή Revolve δημιουργείται το στερεό.



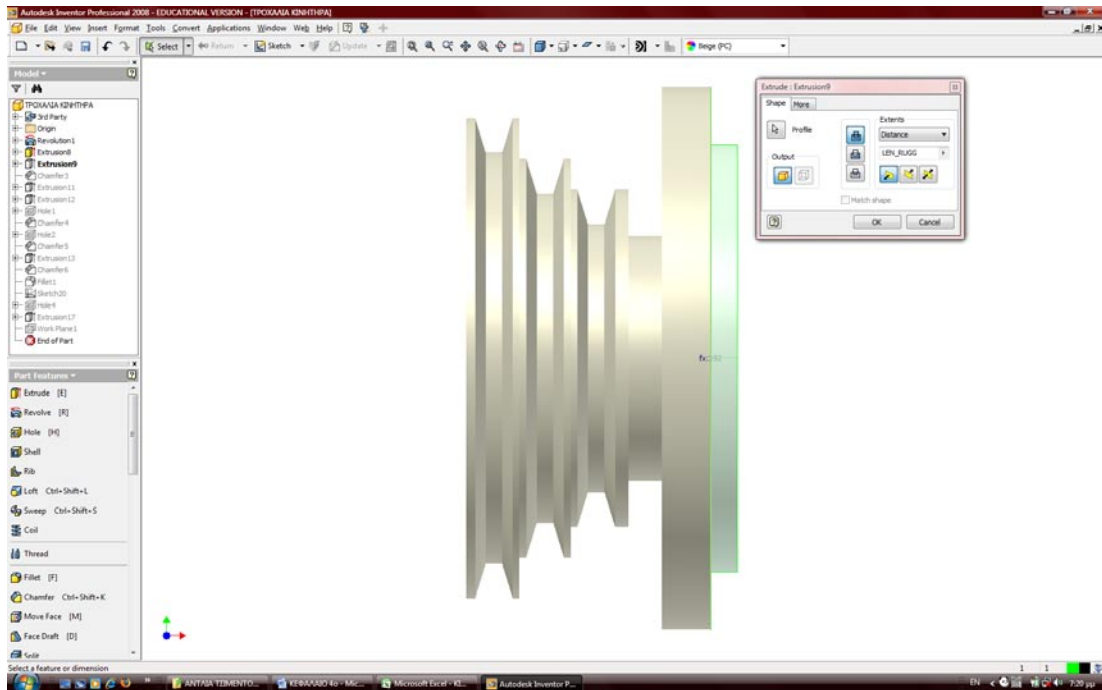
Σχήμα 4.12: Δημιουργία στερεού.

3. Στη συνέχεια σχεδιάζεται το τμήμα της τροχαλίας που «πατάει» στο βολάν του κινητήρα. Αυτό το τμήμα αναφέρεται στη συνέχεια ως «πάτημα». Αρχικά σχεδιάζεται το προφίλ του πατήματος και κατόπιν δημιουργείται το στερεό με την εντολή Extrude, η οποία θα αντιστοιχεί στην παράμετρο VOLAN_LEN(σχήμα 4.13).



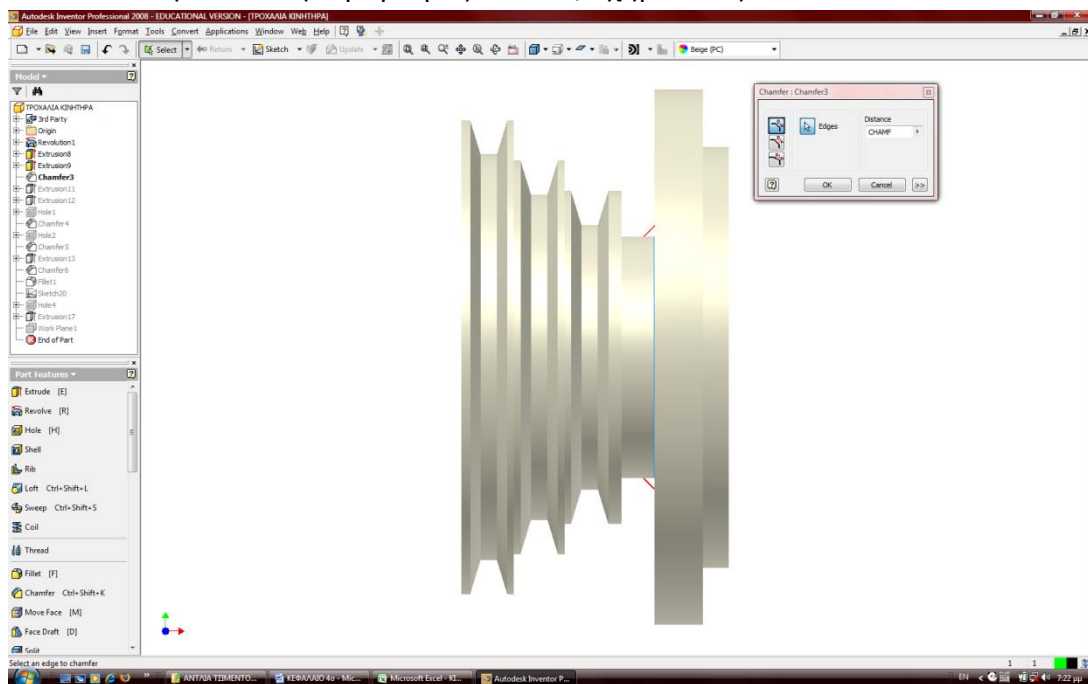
Σχήμα 4.13: Δημιουργία του πατήματος.

4. Με τον ίδιο τρόπο σχεδιάζεται και η πατούρα κεντραρίσματος της τροχαλίας (παράμετρος LEN_RUGG, σχήμα 4.14).



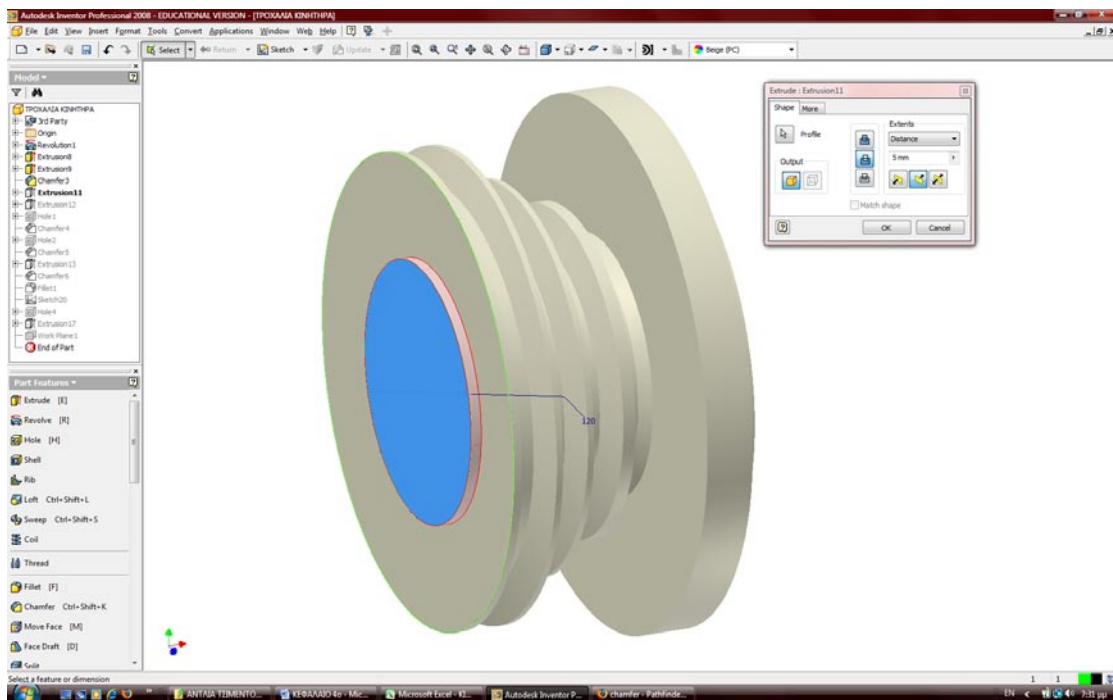
Σχήμα 4.14: Πατούρα κεντραρίσματος τροχαλίας

5. Στη συνέχεια σχεδιάζεται η λοξότμηση για την ενίσχυση του λαιμού με την εντολή Chamfer(παράμετρος CHAMF, σχήμα 4.15).



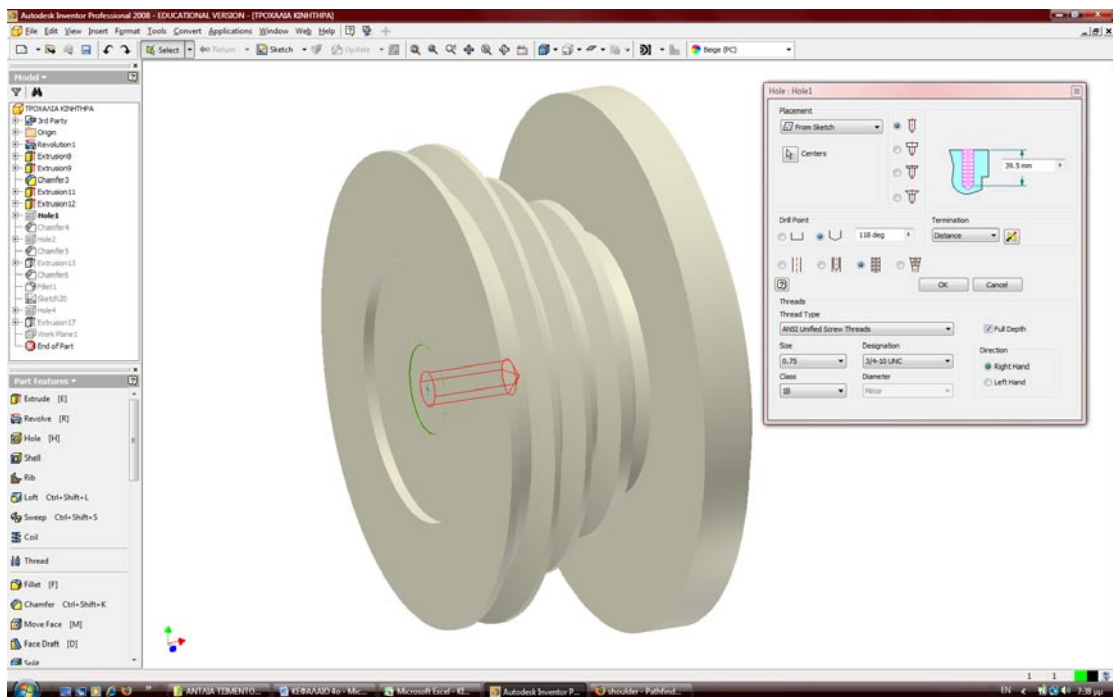
Σχήμα 4.15: Λοξότμηση λαιμού

6. Σχεδιάζεται η οπή πλάτους 5 mm (σχήμα 4.16).



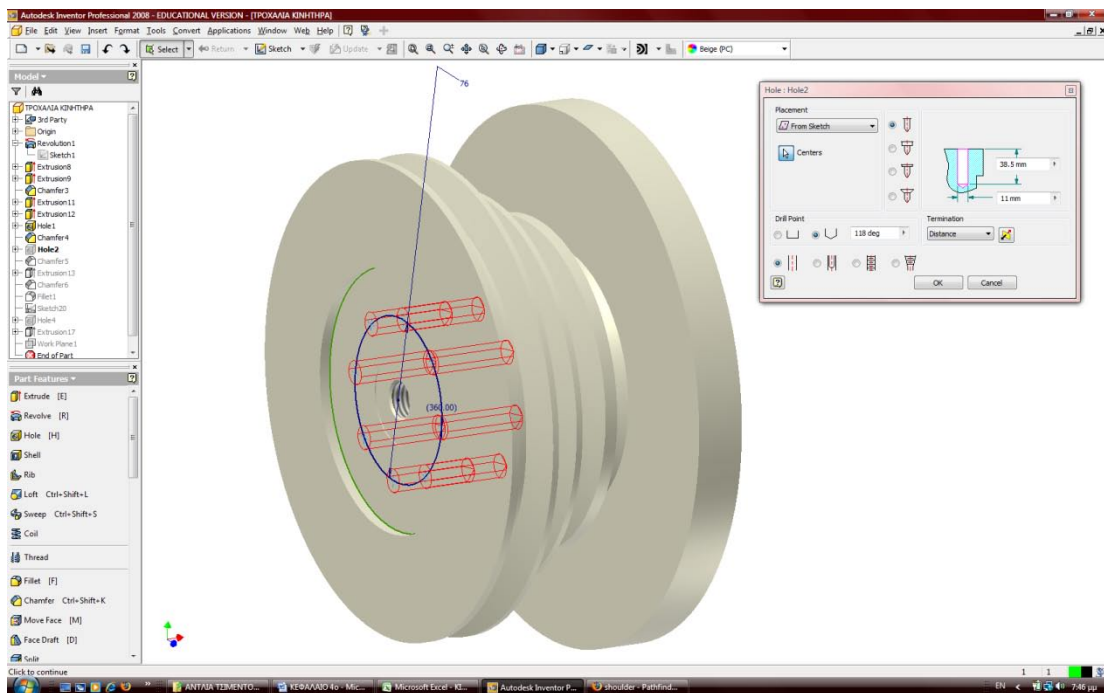
Σχήμα 4.17: Οπή πλάτους 5 mm

7. Στη συνέχεια σχεδιάζεται η οπή με σπείρωμα με την εντολή Hole (σχήμα 4.18).



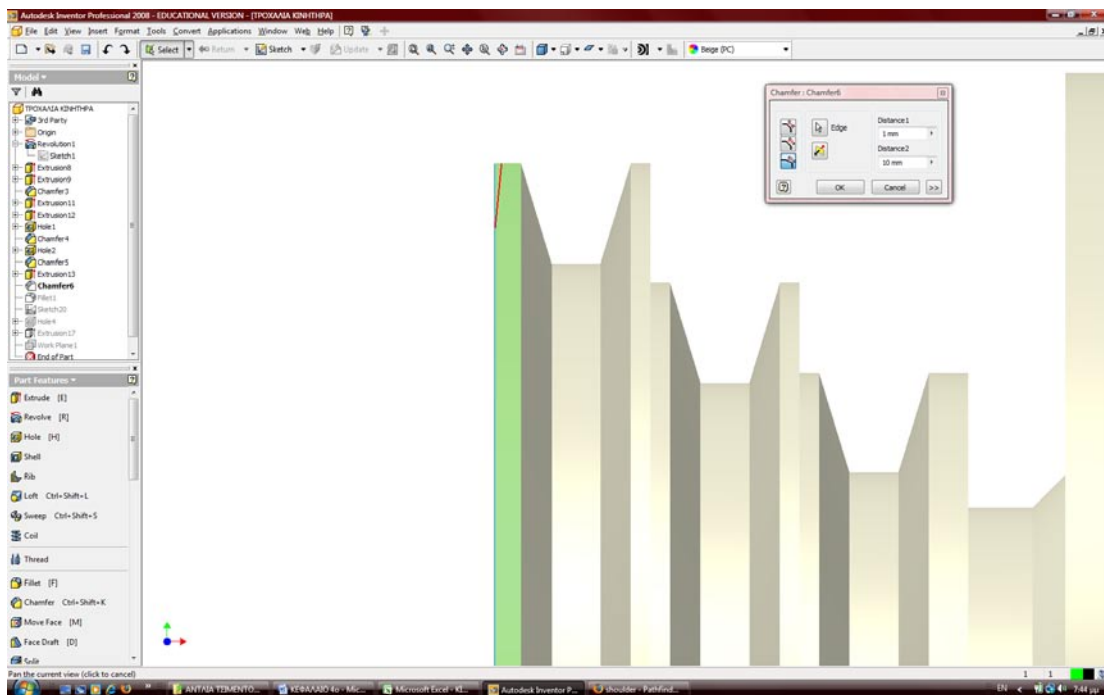
Σχήμα 4.18: Οπή με σπείρωμα

8. Δημιουργούνται κάποιες επιπλέον οπές με την εντολή Hole (σχήμα 4.19):



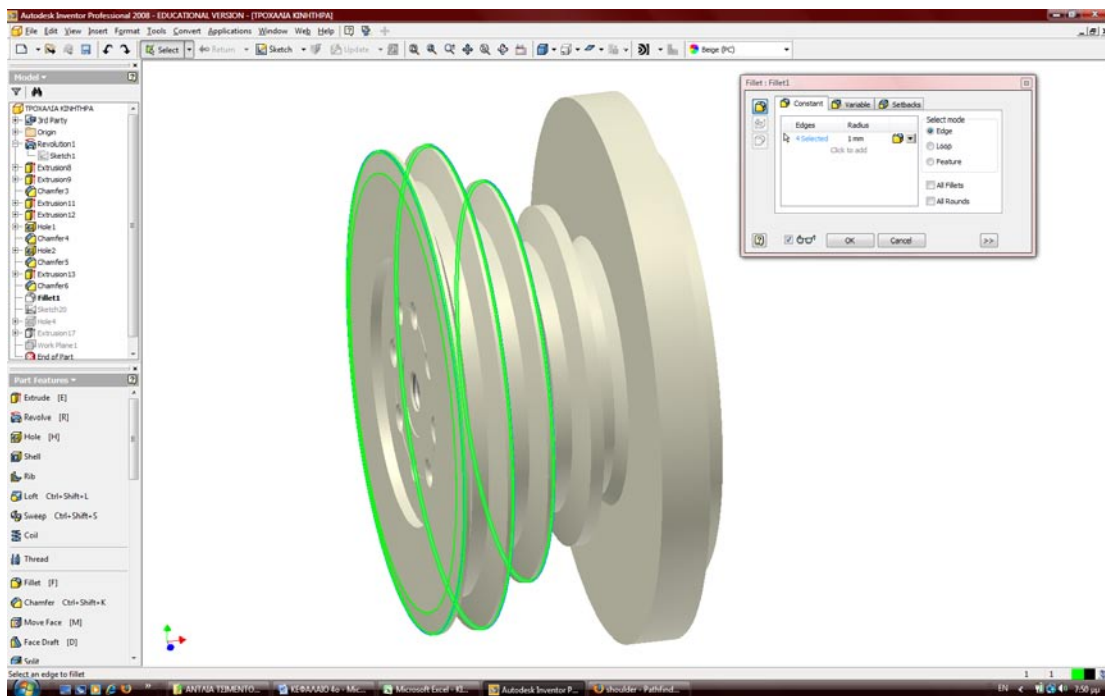
Σχήμα 4.19: Δημιουργία οπών.

9. Δημιουργείται η λοξότμηση στην γρήγορη βαθμίδα (σχήμα 4.20):



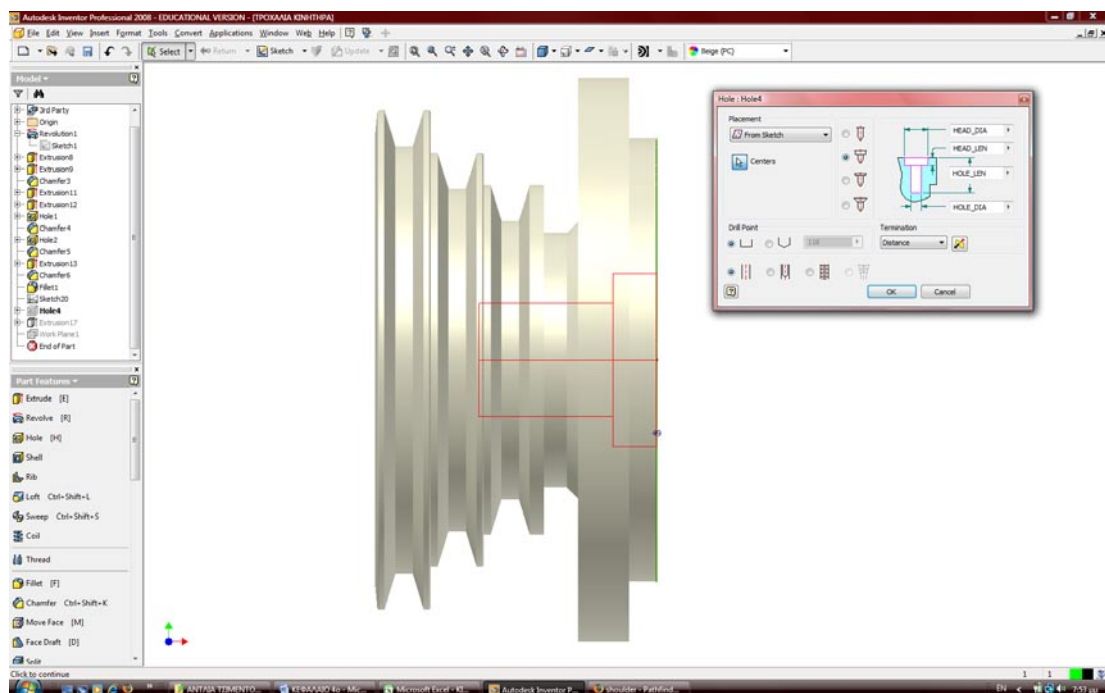
Σχήμα 4.20: Δημιουργία λοξότμησης

10. Δημιουργούνται τα απαραίτητα fillets (σχήμα 4.21):



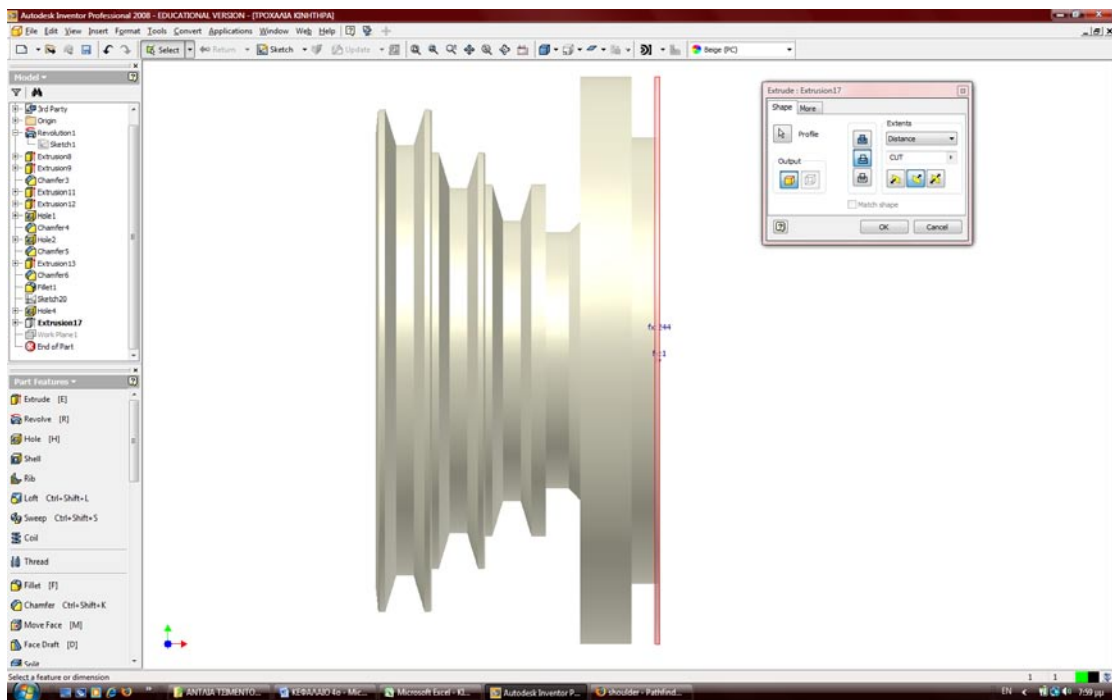
Σχήμα 4.21: Δημιουργία fillet

11. Δημιουργείται η σύνθετη οπή στην πατούρα κεντραρίσματος (παράμετροι HEAD_DIA, HEAD_LEN, HOLE_LEN, HOLE_DIA, σχήμα 4.22):



Σχήμα 4.23: Σχεδιασμός σύνθετης οπής

12. Τέλος αφαιρείται το πλεονάζον μήκος¹³ (παράμετρος CUT, σχήμα 4.24):



Σχήμα 4.24: Αφαίρεση του πλεονάζοντος μήκους

¹³ Θα αναλυθεί στη συνέχεια ο ρόλος της παραμέτρου CUT.

4.5.2. Φύλλο εργασίας «ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ».

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ							
2								
3	ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	α/α	ΣΧΟΛΙΑ					
4								
5	HATZ SUPRA 1D81/90	1	Χωρίς πατούρα κεντραρίσματος					
6	LOMBARDINI CRD/100, RD290	2	Με πάτημα και πατούρα κεντραρίσματος					
7	PANCAR 18/21HP	3	Χωρίς πατούρα κεντραρίσματος					
8	ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ 16HP	4	Χωρίς πάτημα και πατούρα κεντραρίσματος					
9	ΆΛΛΟΣ	5	Γενικός τύπος τροχαλίας					
10								
11	ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ							
12	ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΤΙΜΗ	ΣΧΟΛΙΑ					
13								
14	ΔΩΣΕ α/α ΚΙΝΗΤΗΡΑ	5	Δίνουμε τιμή από 1 έως 5					
15								
16	ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	120	Ολικό μήκος τροχαλίας					
17								
18	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ Φ	110	Δίνουμε τιμή μόνο όταν α/α = 3 ή α/α = 5 (NECK)					
19								
20	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ Φ	244	Διάμετρος σφονδύλου(βολάν) κινητήρα(VOLAN_DIA)					
21								
22	ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ	22	Μήκος πατήματος τροχαλίας στο σφόνδυλο(VOLAN_LEN)					
23								
24	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ Φ	192	Διάμετρος πατούρας κεντραρίσματος(DIA_RUGG) α/α = 2 ή 5					
25								
26	ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ	10	Μήκος πατούρας κεντραρίσματος(LEN_RUGG) α/α = 2 ή 5					
27								
28	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ	49	Παράμετρος HOLE_DIA					
29								
30	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	75	Παράμετρος HEAD_DIA για α/α = 2 ή 5					
31								
32	ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	17	Παράμετρος HEAD_LEN για α/α = 2 ή 5					
33								
34	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΥΣΤΗΡΑ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ)							
35	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΤΙΜΗ	ΣΧΟΛΙΑ					
36								
37	TOT_LENGTH	88,00	OK					
38	FAST	222,86	OK					
39	MIDDLE	179,3,7	OK					
40	SLOW	133,84	OK					
41	LENGTH	88,00	OK					
42	NECK	55,00	OK					
43	VOLAN_DIA	244,00	OK					
44	VOLAN_LEN	22,00	OK					
45	DIA_RUGG	192,00	OK					
46	LEN_RUGG	12,00	OK					
47	CUT	2,00	OK					
48	CUT_IN	1,00	OK					
49	CHAMF	5,00	OK					
50	HOLE_DIA	49,00	OK					
51	HOLE_LEN	77,00	OK					
52	HEAD_DIA	75,00	OK					
53	HEAD_LEN	19,00	OK					

Παρατηρήσεις – επεξήγηση φύλλου εργασίας:

- Αρχικά αναφέρονται οι 5 τύποι κινητήρων που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ. Ο τύπος Νο5 ουσιαστικά δεν υφίσταται, αλλά περιλαμβάνει τυχόν νέους τύπους κινητήρων. Κάθε τύπος κινητήρα αντιστοιχεί σε έναν αύξοντα αριθμό από το 1 έως το 5. Επίσης, σε κάθε κινητήρα αντιστοιχεί και ένα σχόλιο – περιγραφή της αντίστοιχης τροχαλίας.
- Στη συνέχεια καλούμαστε να εισάγουμε τις τιμές των διαστάσεων - παραμέτρων για τον σχεδιασμό της κινητήριας τροχαλίας. Εφόσον γνωρίζουμε τον τύπο του κινητήρα ή τη μορφή που θέλουμε να έχει η τροχαλία, αρχικά εισάγουμε τον α/α που αντιστοιχεί σε αυτόν και κατόπιν τις τιμές των διαστάσεων της τροχαλίας (για παράδειγμα εάν η μορφή της τροχαλίας που θα κατασκευάσουμε είναι όμοια με αυτή του κινητήρα LOMBARDINI εισάγουμε α/α = 2). Στον πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται κάποιες standard – πρότυπες τιμές των διαστάσεων των τροχαλιών για τους συγκεκριμένους κινητήρες στο συγκεκριμένο ΠΡΟΪΟΝ.

Πίνακας 4.10: Τύποι κινητήρων και αντίστοιχες τροχαλίες

ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ						
HATZ SUPRA		LOMBARDINI		PANCAR		ΗΛ. ΚΙΝΗΤ.
1D81	1D90	CRD/100	RD290	18HP	21HP	
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	115.00	115.00	106.00	106.00		82.00
NECK	-	-	-	-		-
VOLAN_DIA	215.85	215.85	244.00	244.00		-
VOLAN_LEN	22.00	22.00	12.00	12.00		-
DIA_RUGG	-	-	192.00	192.00		-
LEN_RUGG	-	-	10.00	10.00		-
HOLE_DIA	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00
HEAD_DIA	-	-	75.00	75.00		
HEAD_LEN	-	-	17.00	17.00		

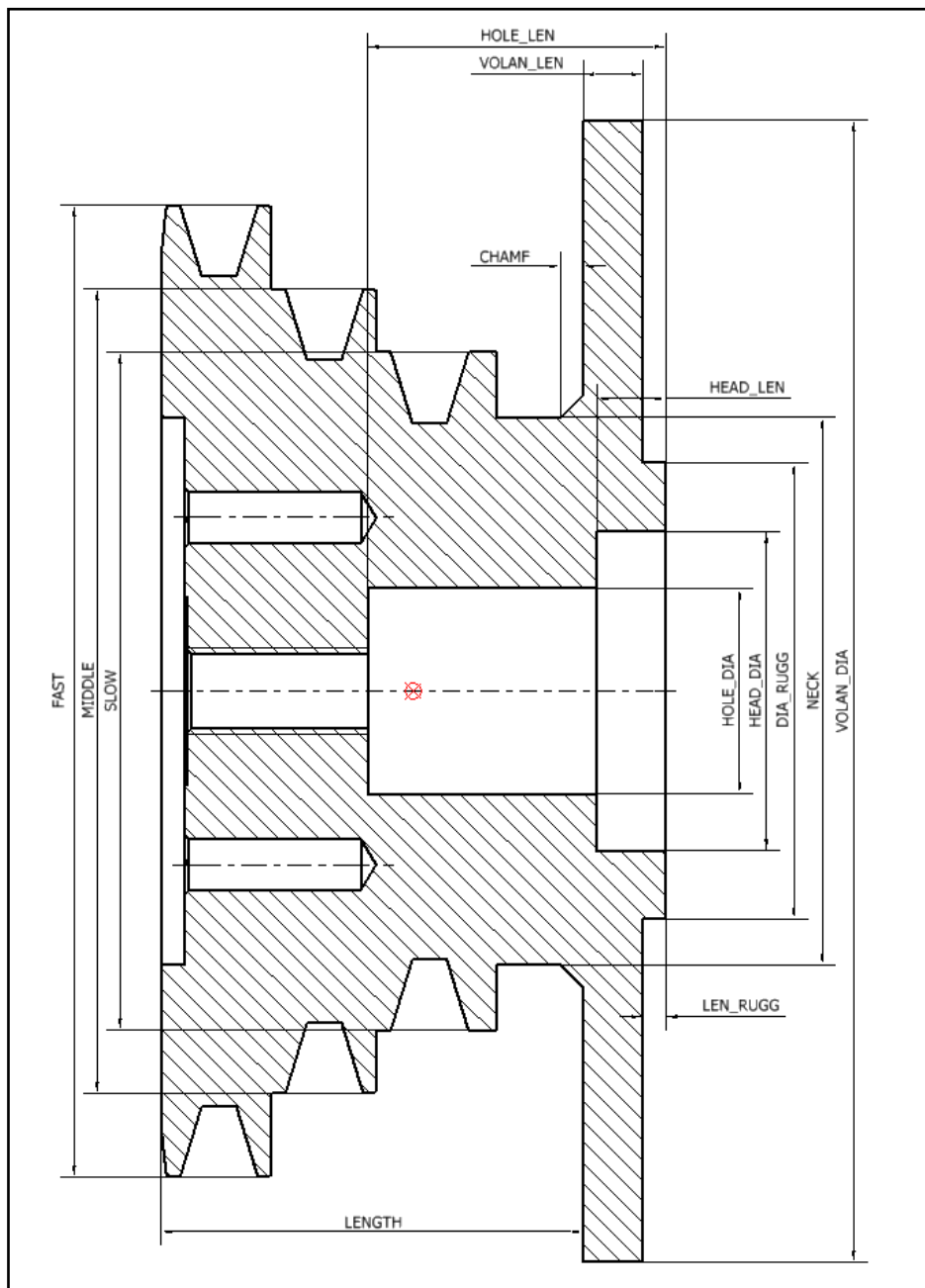
- Οι τιμές των παραμέτρων υπολογίζονται αυτόματα και φαίνονται στα κελιά B37 έως B53. Εδώ, πρέπει να αναφερθεί ότι ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ ΑΥΣΤΗΡΑ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ στις τιμές των παραμέτρων που θα προκύψουν. Κάθε παράμετρος ικανοποιεί κάποιες συνθήκες, τέτοιες ώστε το σχέδιο της τροχαλίας που θα προκύπτει να μπορεί να κατασκευαστεί¹⁴. Εφόσον εισαχθούν οι τιμές των διαστάσεων, στη συνέχεια ελέγχουμε εάν σε κάποια

¹⁴ Λέγοντας «να μπορεί να κατασκευαστεί» εννοούμε να έχει και κατασκευαστικό νόημα.

παράμετρο εμφανίζεται η ένδειξη "ERROR". Εφόσον αυτό δεν συμβαίνει, και σε όλες τις παραμέτρους εμφανίζεται η ένδειξη "OK", η τροχαλία μπορεί να κατασκευαστεί. Διαφορετικά αλλάζεται η τιμή της διάστασης που αντιστοιχεί στην παράμετρο αυτή. Οι παράμετροι και οι συνθήκες που ικανοποιούν παρουσιάζονται στη συνέχεια.

4.5.3. Παράμετροι και συνθήκες.

Ας θυμηθούμε το παραμετρικό σχέδιο της κινητήριας τροχαλίας.



Σχήμα 4.25: Τροχαλία κινητήρια με τις παραμέτρους.

Ακολουθεί αναλυτική παρουσίαση των παραμέτρων της κινητήριας τροχαλίας, όπως είναι κατασκευασμένες στο φύλλο εργασίας «ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ».

- **TOT_LENGTH** = IF(B16<=73.5;"ERROR";IF((B14=4);B16-B44-B46;IF((B14=3)+(B14=1);B16-B22;B16-B22-B26))). Βοηθητική παράμετρος για τον υπολογισμό της παραμέτρου LENGTH. Η τιμή της εξαρτάται από το ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ, το ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ και το ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ.

Εξήγηση: Εάν το ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ < 73,5 mm, τότε εμφανίζεται η ένδειξη ERROR. Διαφορετικά, εάν $\alpha/\alpha = 4$ (ηλεκτρικός κινητήρας), τότε TOT_LENGTH = ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ – VOLAN_LEN – LEN_RUGG, διαφορετικά εάν $\alpha/\alpha = 3$ (PANCAR 18/21HP) ή $\alpha/\alpha = 1$ (HATZ SUPRA 1D81/90), τότε TOT_LENGTH = ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ – ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ. Διαφορετικά TOT_LENGTH = ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ – ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ – ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ.

- **FAST** = d_{k1} = Αντιστοιχεί στην εξωτερική διάμετρο της γρήγορης βαθμίδας. Λαμβάνει τιμές από το φύλλο εργασίας «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ».

- **MIDDLE** = d_{k2} = Αντιστοιχεί στην εξωτερική διάμετρο της μεσαίας βαθμίδας. Λαμβάνει τιμές από το φύλλο εργασίας «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ».

- **SLOW** = d_{k3} = Αντιστοιχεί στην εξωτερική διάμετρο της αργής βαθμίδας. Λαμβάνει τιμές από το φύλλο εργασίας «ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ».

- **LENGTH** = IF(B37<=73;"ERROR";B37). Παράμετρος που εξαρτάται από την τιμή της βοηθητικής παραμέτρου TOT_LENGTH.

Εξήγηση: Εάν TOT_LENGTH <= 73 mm, τότε εμφανίζεται η ένδειξη ERROR. Διαφορετικά LENGTH = TOT_LENGTH.

- **NECK** = IF((B14=5)+(B14=3);IF((B18<0.7*B40)+(B16<110)+(B18>B40-5);"ERROR";B18/2);B40/2). Αντιστοιχεί στη ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΛΑΙΜΟΥ.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 5$ ή και $\alpha/\alpha = 3$ τότε, εάν ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ < 0.7 · SLOW ή και ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ < 110 mm ή και ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ > SLOW – 5, τότε εμφανίζεται η ένδειξη ERROR, διαφορετικά NECK = ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ / 2. Εάν $\alpha/\alpha = 1, 2, 4$, τότε NECK = SLOW / 2.

- **VOLAN_DIA** = IF((B14=4);B40+10;IF(B20<B40+B49+5;"ERROR";B20)). Αντιστοιχεί στη ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$, τότε $VOLAN_DIA = SLOW + 10$, διαφορετικά εάν $ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ < SLOW + CHAMF + 5$, τότε εμφανίζεται η ένδειξη ERROR. Διαφορετικά $VOLAN_DIA = ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ$.

- **VOLAN_LEN** = IF(B14=4;2;IF((B14=3)+(B14=5);IF((B16-B22-B26<88);"ERROR";B22);B22)). Αντιστοιχεί στο ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$, τότε $VOLAN_LEN = 2$ mm, διαφορετικά εάν $\alpha/\alpha = 3$ ή $\alpha/\alpha = 5$ και εάν $ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ - ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ - ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ < 88$ mm, τότε εμφανίζεται η ένδειξη ERROR, διαφορετικά $VOLAN_LEN = ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ$.

- **DIA_RUGG** = IF(B14=4;B40+10;IF((B14=1)+(B14=3);B20;B24)). Αντιστοιχεί στη ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΠΑΤΟΥΡΑΣ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$, τότε $DIA_RUGG = SLOW + 10$, διαφορετικά εάν $\alpha/\alpha = 1$ ή και $\alpha/\alpha = 3$, τότε $DIA_RUGG = ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ$, αλλιώς $DIA_RUGG = ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ$.

- **LEN_RUGG** = IF((B14=4);2;B26+2). Αντιστοιχεί στο ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$, τότε $LEN_RUGG = 2$ mm, διαφορετικά $LEN_RUGG = ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ + 2$ mm.

- **CUT** = IF(B14=4;B44+B46+B49;2+IF((B14=1)+(B14=3);B26;0)). Βοηθητική παράμετρος.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$, τότε $CUT = VOLAN_LEN + LEN_RUGG + CHAMF$, διαφορετικά $CUT = 2$ mm + ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ (εφόσον $\alpha/\alpha = 1$ ή και $\alpha/\alpha = 3$) ή $CUT = 2$ mm (εφόσον $\alpha/\alpha = 2$ ή 4 ή 5).

- **CUT_IN** = IF(B14=4;B40;1). Βοηθητική παράμετρος.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$, τότε $CUT_IN = SLOW$, διαφορετικά $CUT_IN = 1$ mm.

- **CHAMF** = IF(B41<83;0.5;IF((B41<96)+(B14=4);5;8-0.02*B18)). Παράμετρος που αντιστοιχεί στη λοξότμηση. Η τιμή της εξαρτάται κυρίως από το μήκος και τη διάμετρο του λαιμού της τροχαλίας.

Εξήγηση: Εάν $LENGTH < 83$ mm, τότε $CHAMF = 0,5$ mm. Διαφορετικά εάν $LENGTH < 96$ mm ή και $\alpha/\alpha = 4$, τότε $CHAMF = 5$ mm, αλλιώς $CHAMF = (8 - 0,02 \cdot ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ)$ mm.

- **HOLE_DIA** = IF((B14=4)+(B14=3);B28;IF(B28>B30;"ERROR";B28)). Αντιστοιχεί στη διάμετρο τρύπας.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$ ή και $\alpha/\alpha = 3$, τότε $HOLE_DIA = ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ$, διαφορετικά εάν $ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ > ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ$, τότε εμφανίζεται η ένδειξη ERROR, αλλιώς $HOLE_DIA = ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ$.

- **HOLE_LEN** = IF(B14=4;1000;B16+B47-45). Αντιστοιχεί στο μήκος της τρύπας και η τιμή της εξαρτάται από το είδος της τροχαλίας.
Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 4$, τότε HOLE_LEN = 1000 mm, διαφορετικά HOLE_LEN = ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ + CUT – 45 mm.

- **HEAD_DIA** = IF((B14=2)+(B14=5);IF(B30/2>0.75*B42;"ERROR";B30);B50). Αντιστοιχεί στη ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 2$ ή και $\alpha/\alpha = 5$, τότε εάν η ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ υπερβαίνει το 75% της διαμέτρου του ΛΑΙΜΟΥ να εμφανίζεται η ένδειξη ERROR, διαφορετικά HEAD_DIA = ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ. Εάν $\alpha/\alpha = 1$ ή 3 ή 4, τότε HEAD_DIA = HOLE_DIA.

- **HEAD_LEN**=
IF((B14=5)+(B14=2);IF(B32>0.8*(B22+B26);"ERROR";(B32+B47));17+B47).
Αντιστοιχεί στο ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ.

Εξήγηση: Εάν $\alpha/\alpha = 5$ ή και $\alpha/\alpha = 2$, τότε εάν το ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ υπερβαίνει το 80% του συνολικού μήκους ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ και ΠΑΤΟΥΡΑΣ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ, να εμφανίζεται η ένδειξη ERROR, διαφορετικά HEAD_LEN = ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ + CUT. Εάν, $\alpha/\alpha = 1$ ή 3 ή 4, τότε HEAD_LEN = 17 mm + CUT.

Στην επόμενη σελίδα ακολουθεί ένας συνοπτικός πίνακας με τις παραμέτρους και τις συνθήκες που ικανοποιούν.

Πίνακας 4.11: Παράμετροι και συνθήκες.

Παράμετρος	Συνθήκη
TOT_LENGTH	IF(B16<=73.5;"ERROR";IF((B14=4);B16-B44-B46;IF((B14=3)+(B14=1);B16-B22;B16-B22-B26)))
FAST	IF(B14=4;'ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ'!F25;'ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ'!F4)
MIDDLE	IF(B14=4;'ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ'!F26;'ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ'!F5)
SLOW	IF(B14=4;'ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ'!F27;'ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ'!F6)
LENGTH	IF(B37<=73;"ERROR";B37)
NECK	IF((B14=5)+(B14=3);IF((B18<0.7*B40)+(B16<110)+(B18>B40-5);"ERROR";B18/2);B40/2)
VOLAN_DIA	IF((B14=4);B40+10;IF(B20<B40+B49+5;"ERROR";B20))
VOLAN_LEN	IF(B14=4;2;IF((B14=3)+(B14=5);IF((B16-B22-B26<88);"ERROR";B22);B22))
DIA_RUGG	IF(B14=4;B40+10;IF((B14=1)+(B14=3);B20;B24))
LEN_RUGG	IF((B14=4);2;B26+2)
CUT	IF(B14=4;B44+B46+B49;2+IF((B14=1)+(B14=3);B26;0))
CUT_IN	IF(B14=4;B40;1)
CHAMF	IF(B41<83;0.5;IF((B41<96)+(B14=4);5;8-0.02*B18))
HOLE_DIA	IF((B14=4)+(B14=3);B28;IF(B28>B30;"ERROR";B28))
HOLE_LEN	IF(B14=4;1000;B16+B47-45)
HEAD_DIA	IF((B14=2)+(B14=5);IF(B30/2>0.75*B42;"ERROR";B30);B50)
HEAD_LEN	IF((B14=5)+(B14=2);IF(B32>0.8*(B22+B26);"ERROR";(B32+B47));17+B47)

4.5.4. Φύλλο εργασίας «INVENTOR PARAMETERS».

Το φύλλο αυτό περιέχει τον πίνακα με τις παραμέτρους που «διαβάζει» το Autodesk Inventor. Οι παράμετροι αυτοί αντιστοιχούν στις παραμέτρους του φύλλου εργασίας «ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ».

PARAMETER NAME	EQUATION
FAST	222,86
MIDDLE	179,37
SLOW	133,84
LENGTH	88,00
NECK	55,00
VOLAN_DIA	244,00
VOLAN_LEN	22,00
DIA_RUGG	192,00
LEN_RUGG	12,00
CUT	2,00
CUT_IN	1,00
CHAMF	5,00
HOLE_DIA	49,00
HOLE_LEN	77,00
HEAD_DIA	75,00
HEAD_LEN	19,00

Κάθε φορά που μεταβάλλεται η τιμή μιας ή περισσότερων διαστάσεων στο φύλλο εργασίας «ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ» μεταβάλλονται και οι τιμές κάποιων από τις παραμέτρους με αποτέλεσμα και τη μεταβολή του μοντέλου της τροχαλίας στο Autodesk inventor.

4.6. Παραμετροποίηση της τροχιάς των κοπτικών εργαλείων.

4.6.1. Εισαγωγή.

Εφόσον έχει κατασκευαστεί το παραμετρικό μοντέλο της κινητήριας τροχαλίας, επόμενο βήμα είναι η παραμετροποίηση της τροχιάς των κοπτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της. Η παραμετροποίηση πραγματοποιείται στο Excel και στα φύλλα εργασίας «ΦΑΣΗ 1», «ΦΑΣΗ 2» και «ΦΑΣΗ 3», τα οποία αποτελούν, φυσικά, και τις φάσεις κατεργασίας της κινητήριας τροχαλίας.

Η κατασκευή της τροχαλίας πραγματοποιείται σε κέντρο τόννευσης και το υλικό της είναι χυτό αλουμίνιο. Για την παραμετροποίηση της τροχιάς των κοπτικών εργαλείων θεωρούνται οι παρακάτω παραδοχές:

1. Το χυτό έχει διαστάσεις +3 με +5 mm από την τελική μορφή της τροχαλίας.
Το χυτό δεν περιλαμβάνει εγκοπές και οπές.
2. Μέγιστο βάθος κοπής εργαλείου εξωτερικής τόννευσης: 1,50 mm.
3. Μέγιστο βάθος κοπής εργαλείου εσωτερικής τόννευσης: 1,50 mm.
4. Μέγιστο βάθος κοπής εργαλείου εγκοπών: 2,00 mm.

Στο φύλλο εργασίας «ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ» της επόμενης σελίδας περιγράφονται συνοπτικά οι φάσεις κατεργασίας, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, οι ταχύτητες κοπής, οι αντίστοιχες προώσεις και οι στροφές της ατράκτου. Τα εργαλεία κοπής προέρχονται από τον κατάλογο της SECO TOOLS, και παρατίθενται στο Παράρτημα.

4.6.2. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ».

ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Φάση	Εργαλείο	α/α	Κωδικός μανέλας SECO	Κωδικός κοπτικού SECO	Ταχύτητα κοπής vc (m/min)	Πρόωση fz (mm/rev)	Στροφές n (RPM)	Μέγιστη διάμετρος κατεργ. Dc (mm)
1η ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΤΕΜΑΧΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ								
Κοπή προσώπου	Εργαλείο προσώπου	T01	SCLCR 2020K12	CCGT 120408F-AL KX	423	0,25	591	227,86
Κοπή προφίλ	Εργαλείο προσώπου	T01	SCLCR 2020K12	CCGT 120408F-AL KX	508	0,15	710	227,86
Κοπή προφίλ	Εργαλείο εγκοπών	T02	150.10-3232-25 & CFKN32-06	LCGN 160602-0600-FG CP500	325	0,20	464	222,86
Φινίρισμα προφίλ	Εργαλείο εγκοπών	T02	150.10-3232-25 & CFKN32-06	LCGN 160602-0600-FG CP500	400	0,10	571	222,86
Κοπή προφίλ	Εργαλείο εγκοπών	T02	150.10-3232-25 & CFKN32-06	LCGN 160602-0600-FG CP500	325	0,20	415	249,00
Φινίρισμα προφίλ	Εργαλείο εγκοπών	T02	150.10-3232-25 & CFKN32-06	LCGN 160602-0600-FG CP500	400	0,10	511	249,00
2η ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΤΕΜΑΧΙΟΥ ΣΤΗΝ ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ								
Κοπή προσώπου	Εργαλείο προσώπου	T01	SCLCR 2020K12	CCGT 120408F-AL KX	423	0,25	683	197,00
Φινίρισμα προσώπου	Εργαλείο προσώπου	T01	SCLCR 2020K12	CCGT 120408F-AL KX	508	0,15	821	197,00
Κοπή προφίλ	Εργαλείο προσώπου	T01	SCLCR 2020K12	CCGT 120408F-AL KX	423	0,25	541	249,00
Φινίρισμα προφίλ	Εργαλείο προσώπου	T01	SCLCR 2020K12	CCGT 120408F-AL KX	508	0,15	657	246,00
Διάτρηση οπής Φ49	Εργαλείο διάτρησης	T03	SD502-49-98-40R7	SPGX 1504-C1 & SCGX 150512-P1	310	0,26	2014	49,00
Διάνοιξη οπής	Εργαλείο εσωτερικής τόνρευσης	T04	C3-SCSLR-17090-12	CCGT 120408F-AL KX	423	0,25	1795	75,00
Φινίρισμα οπής	Εργαλείο εσωτερικής τόνρευσης	T04	C3-SCSLR-17090-12	CCGT 120408F-AL KX	508	0,15	2156	75,00
3η ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΤΕΜΑΧΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ								
Φινίρισμα προσώπου	Εργαλείο προσώπου	T01	SCLCR 2020K12	CCGT 120408F-AL KX	508	0,15	726	222,86
Διάτρηση οπής	Τρυπάνι	T05		SD205A-16.0-62-16R1	200	0,51	3979	16
Διάνοιξη οπής	Εργαλείο εσωτερικής τόνρευσης	T04	C3-SCSLR-17090-12	CCGT 120408F-AL KX	423	0,25	1122	120
Φινίρισμα οπής	Εργαλείο εσωτερικής τόνρευσης	T04	C3-SCSLR-17090-12	CCGT 120408F-AL KX	508	0,15	1348	120
Κοπή αυλακιών	Εργαλείο εγκοπών	T02	150.10-3232-25 & CFKN32-06	LCGN 160602-0600-FG CP500	400	0,10	571	222,86
Σπειροτόμηση οπής	Σπειροτόμος 3/4 10 UNC	T06	-	-	4,02	2,54	80	16

4.6.3. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΗ 1».

Στο φύλλο αυτό διακρίνουμε, καταρχάς, 5 δίστηλα, τα οποία φέρουν τους τίτλους:

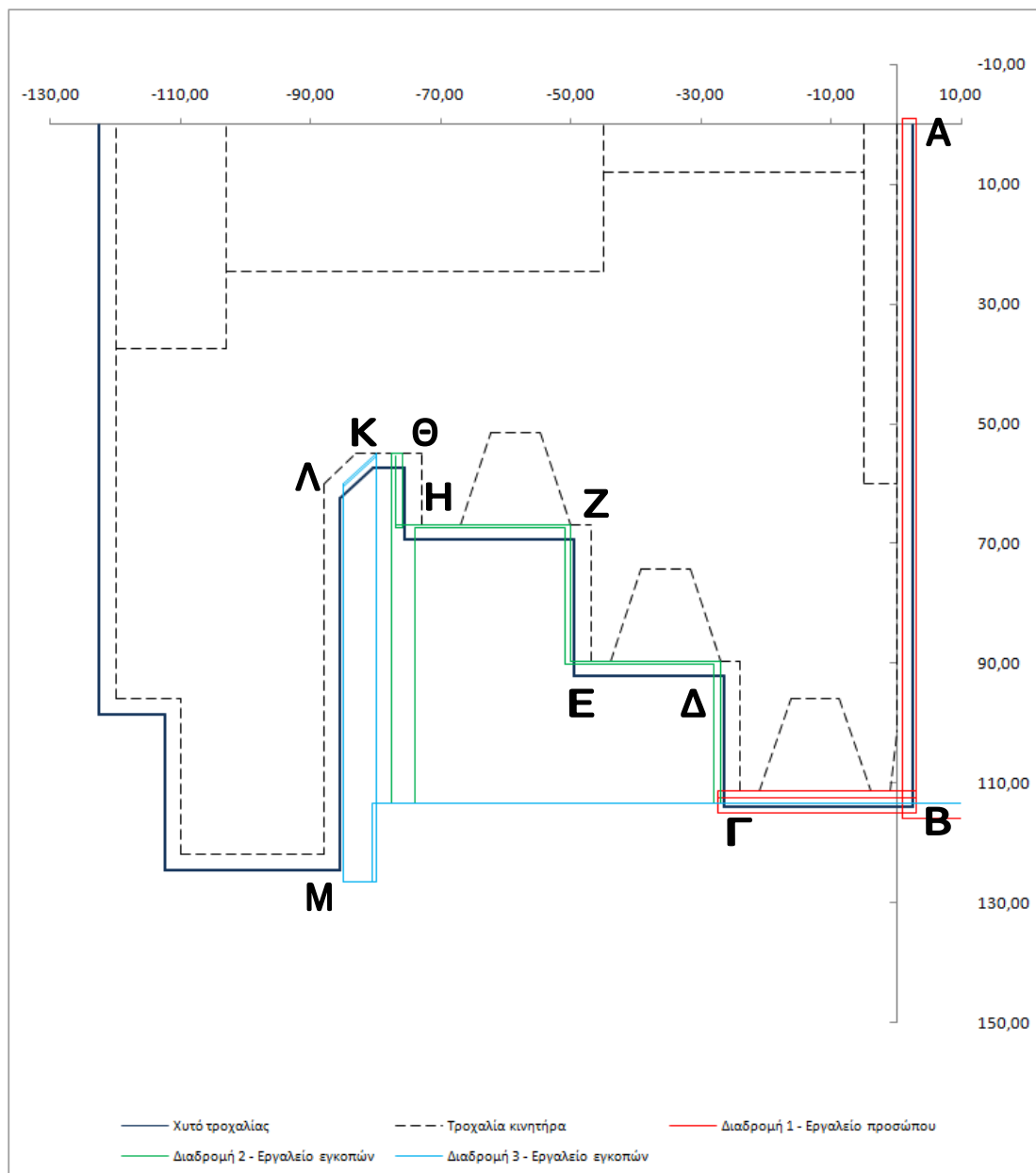
- ΧΥΤΟ: Σε αυτό το δίστηλο εμφανίζονται οι συντεταγμένες του χυτού τεμαχίου.
- ΤΕΛΙΚΟ: Σε αυτό το δίστηλο εμφανίζονται οι συντεταγμένες της τελικής μορφής της τροχαλίας.
- **ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1**: Συντεταγμένες τροχιάς του εργαλείου εξ. τόννευσης ή προσώπου.
- **ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2**: Συντεταγμένες τροχιάς του εργαλείου εγκοπών.
- **ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3**: Συντεταγμένες τροχιάς του εργαλείου εγκοπών.

Πίνακας 4.12: Συντεταγμένες τροχιάς κοπτικού εργαλείου για $\alpha/\alpha = 5$.

ΧΥΤΟ		ΤΕΛΙΚΟ		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3	
Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)
2,50	0,00	0,00	0,00	100,00	115,93	100,00	113,43	100,00	113,43
2,50	103,93	0,00	101,43	1,00	115,93	-28,00	113,43	-80,50	113,43
2,50	113,93	-1,00	111,43	1,00	-1,00	-28,00	90,19	-80,50	126,50
-26,50	113,93	-4,00	111,43	3,00	-1,00	-51,00	90,19	-85,00	126,50
-26,50	92,19	-8,74	95,93	3,00	112,43	-51,00	67,42	-85,00	60,50
-49,50	92,19	-16,26	95,93	-27,50	112,43	-74,00	67,42	-80,00	55,50
-49,50	69,42	-21,00	111,43	-27,50	114,93	-74,00	67,42	-80,00	126,50
-75,50	69,42	-24,00	111,43	3,00	114,93	-74,00	113,43	-85,00	126,50
-75,50	57,50	-24,00	89,69	3,00	111,43	-27,00	113,43	-85,00	60,00
-80,50	57,50	-27,00	89,69	-27,50	111,43	-27,00	89,69	-80,00	55,00
-85,50	62,50	-31,74	74,19	-27,50	113,43	-50,00	89,69	-80,00	113,43
-85,50	124,50	-39,26	74,19	100,00	113,43	-50,00	66,92	100,00	113,43
-112,50	124,50	-44,00	89,69			-77,00	66,92		
-112,50	98,50	-47,00	89,69			-77,00	55,50		
-122,50	98,50	-47,00	66,92			-77,00	67,42		
-122,50	0,00	-50,00	66,92			-76,00	67,42		
		-54,74	51,42			-76,00	55,00		
		-62,26	51,42			-77,50	55,00		
		-67,00	66,92			-77,50	58,00		
		-73,00	66,92			-77,50	113,43		
		-73,00	55,00			100,00	113,43		
		-83,00	55,00						
		-88,00	60,00						
		-88,00	122,00						
		-110,00	122,00						
		-110,00	96,00						
		-120,00	96,00						
		-120,00	0,00						
		-5,00	0,00						
		-5,00	60,00						
		0,00	60,00						

		-120,00	37,50						
		-103,00	37,50						
		-103,00	0,00						
		-103,00	24,50						
		-45,00	24,50						
		-45,00	0,00						
		-45,00	8,00						
		-5,00	8,00						

Ακολουθεί το διάγραμμα με την αρχική – χυτή μορφή της τροχαλίας, την τελική της μορφή και τις τροχιές των κοπτικών εργαλείων. Έχει επιλεγεί, στο φύλλο εργασίας «ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ», $\alpha/\alpha = 5$ = Άλλος τύπος τροχαλίας.



Σχήμα 4.26: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 5$

Περιγραφή ΦΑΣΗΣ 1:

1. Αρχικά επιλέγεται εργαλείο εξωτερικής τόννευσης και πραγματοποιείται κοπή του προσώπου, αφήνοντας 1 mm για το φινίρισμα. Με το ίδιο εργαλείο πραγματοποιείται και κοπή προφίλ μέχρι τη διάμετρο της «γρήγορης» βαθμίδας (Διαδρομή 1).
2. Με το εργαλείο εγκοπών πραγματοποιείται κοπή των άλλων δύο βαθμίδων και του λαιμού (Διαδρομή 2).
3. Με το εργαλείο εγκοπών πραγματοποιείται κοπή της εσωτερικής επιφάνειας του πατήματος και κοπή της λοξότμησης (Διαδρομή 3).

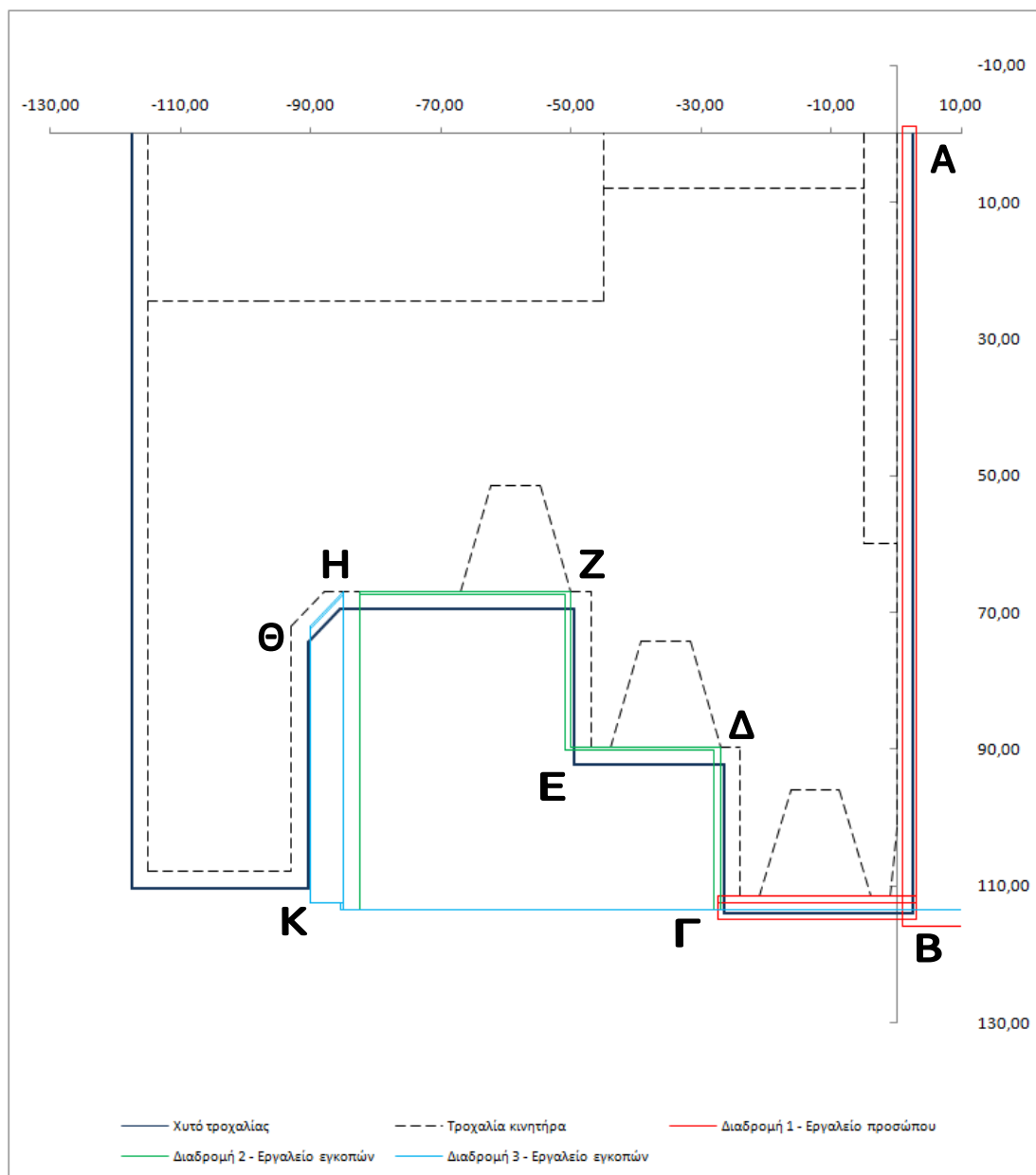
Αλλάζοντας τον τύπο κινητήρα ή τις διαστάσεις της τροχαλίας στο φύλλο εργασίας «ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ», αλλάζουν αυτόματα το χυτό, η τελική μορφή και οι τροχιές των κοπτικών εργαλείων. Για παράδειγμα, αν επιλέξουμε $\alpha/\alpha = 1$, ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ = 115 mm, ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ = 215,85 mm, ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ = 22 mm, τότε παίρνουμε τα εξής αποτελέσματα:

Πίνακας 4.13: Συντεταγμένες τροχιάς κοπτικού εργαλείου για $\alpha/\alpha = 1$.

ΧΥΤΟ		ΤΕΛΙΚΟ		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3	
Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)
2,50	0,00	0,00	0,00	100,00	115,93	100,00	113,43	100,00	113,43
2,50	103,93	0,00	101,43	1,00	115,93	-28,00	113,43	-85,50	113,43
2,50	113,93	-1,00	111,43	1,00	-1,00	-28,00	90,19	-85,50	112,43
-26,50	113,93	-4,00	111,43	3,00	-1,00	-51,00	90,19	-90,00	112,43
-26,50	92,19	-8,74	95,93	3,00	112,43	-51,00	67,42	-90,00	72,42
-49,50	92,19	-16,26	95,93	-27,50	112,43	-82,50	67,42	-85,00	67,42
-49,50	69,42	-21,00	111,43	-27,50	114,93	-82,50	71,42	-85,00	112,43
-85,50	69,42	-24,00	111,43	3,00	114,93	-82,50	113,43	-90,00	112,43
-85,50	69,42	-24,00	89,69	3,00	111,43	-27,00	113,43	-90,00	71,92
-85,50	69,42	-27,00	89,69	-27,50	111,43	-27,00	89,69	-85,00	66,92
-90,50	74,42	-31,74	74,19	-27,50	113,43	-50,00	89,69	-85,00	113,43
-90,50	110,43	-39,26	74,19	100,00	113,43	-50,00	66,92	100,00	113,43
-117,50	110,43	-44,00	89,69			-82,50	66,92		
-117,50	110,43	-47,00	89,69			-82,50	71,42		
-117,50	110,43	-47,00	66,92			-82,50	71,42		
-117,50	0,00	-50,00	66,92			-82,50	71,42		
		-54,74	51,42			-82,50	71,42		
		-62,26	51,42			-82,50	71,42		
		-67,00	66,92			-82,50	71,42		
		-73,00	66,92			-82,50	113,43		
		-73,00	66,92			100,00	113,43		
		-88,00	66,92						
		-93,00	71,92						
		-93,00	107,93						
		-115,00	107,93						
		-115,00	107,93						
		-115,00	107,93						
		-115,00	0,00						
		-5,00	0,00						

		-5,00	60,00						
		0,00	60,00						
		-115,00	24,50						
		-98,00	24,50						
		-98,00	24,50						
		-98,00	24,50						
		-45,00	24,50						
		-45,00	0,00						
		-45,00	8,00						
		-5,00	8,00						

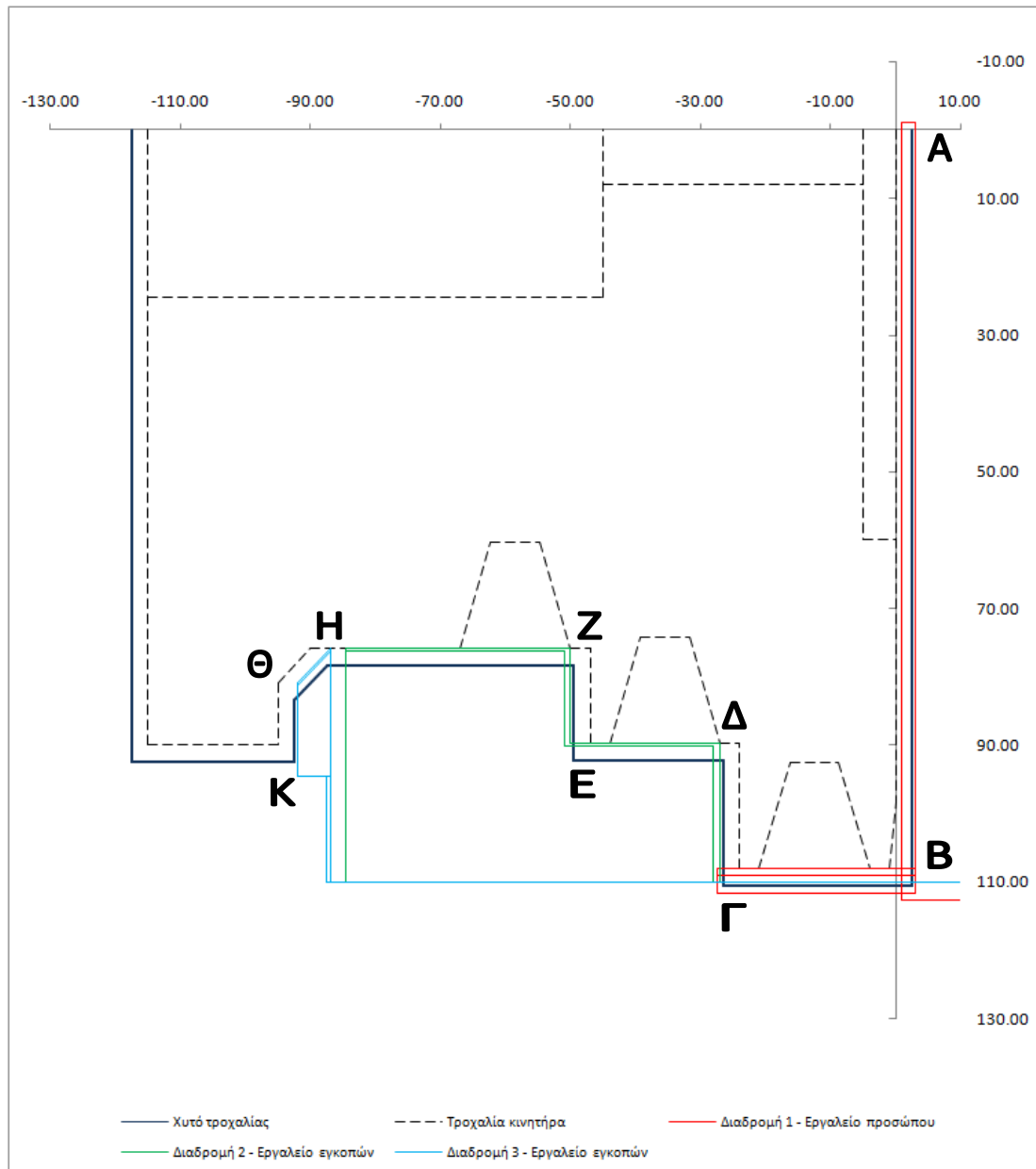
και το αντίστοιχο διάγραμμα:



Σχήμα 4.27: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 1$

Εδώ παρατηρούμε ότι σε αυτόν τον τύπο τροχαλίας δεν υπάρχει λαιμός. Αυτό, όμως, δεν επηρεάζει την τροχιά του κοπτικού, η οποία προσαρμόζεται αυτόματα στον τύπο της τροχαλίας.

Εάν μεταβληθεί η τιμή της ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ, τότε η τροχιά του εργαλείου εγκοπών στη Διαδρομή 3 προσαρμόζεται αυτόματα (σχήμα 4.28, σημείο Κ).



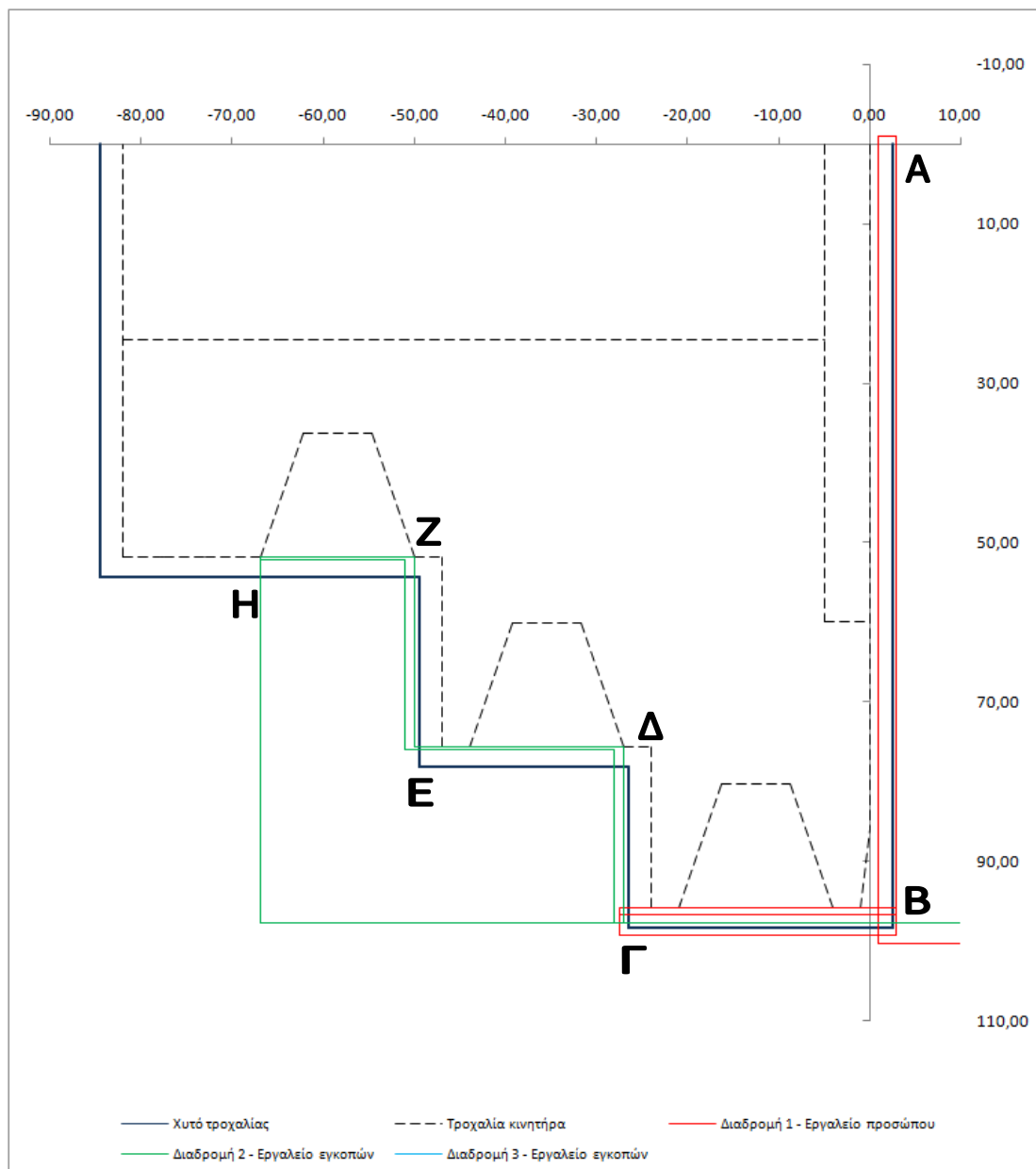
Σχήμα 4.28: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 1$

Εάν επιλέξουμε $\alpha/\alpha = 4$ και ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ = 82 mm, τότε παίρνουμε τις συντεταγμένες της τροχιάς των κοπτικών που φαίνονται στον πίνακα 4.13:

Πίνακας 4.14: Συντεταγμένες τροχιάς κοπτικού εργαλείου για $\alpha/\alpha = 4$.

ΧΥΤΟ		ΤΕΛΙΚΟ		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3	
Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)
2,50	0,00	0,00	0,00	100,00	100,28	100,00	97,78	100,00	97,78
2,50	88,28	0,00	85,78	1,00	100,28	-28,00	97,78	100,00	97,78
2,50	98,28	-1,00	95,78	1,00	-1,00	-28,00	76,07	100,00	97,78
-26,50	98,28	-4,00	95,78	3,00	-1,00	-51,00	76,07	100,00	97,78
-26,50	78,07	-8,74	80,28	3,00	96,78	-51,00	52,27	100,00	97,78
-49,50	78,07	-16,26	80,28	-27,50	96,78	-67,00	52,27	100,00	97,78
-49,50	54,27	-21,00	95,78	-27,50	99,28	-67,00	56,27	100,00	97,78
-75,50	54,27	-24,00	95,78	3,00	99,28	-67,00	97,78	100,00	97,78
-75,50	54,27	-24,00	75,57	3,00	95,78	-27,00	97,78	100,00	97,78
-75,00	54,27	-27,00	75,57	-27,50	95,78	-27,00	75,57	100,00	97,78
-75,50	54,27	-31,74	60,07	-27,50	97,78	-50,00	75,57	100,00	97,78
-75,50	54,27	-39,26	60,07	100,00	97,78	-50,00	51,77	100,00	97,78
-84,50	54,27	-44,00	75,57			-67,00	51,77		
-84,50	54,27	-47,00	75,57			-67,00	56,27		
-84,50	54,27	-47,00	51,77			-67,00	56,27		
-84,50	0,00	-50,00	51,77			-67,00	56,27		
		-54,74	36,27			-67,00	56,27		
		-62,26	36,27			-67,00	56,27		
		-67,00	51,77			-67,00	56,27		
		-73,00	51,77			-67,00	97,78		
		-73,00	51,77			100,00	97,78		
		-77,50	51,77						
		-78,00	51,77						
		-78,00	51,77						
		-82,00	51,77						
		-82,00	51,77						
		-82,00	51,77						
		-82,00	0,00						
		-5,00	0,00						
		-5,00	60,00						
		0,00	60,00						
		-82,00	24,50						
		-65,00	24,50						
		-65,00	24,50						
		-65,00	24,50						
		-45,00	24,50						
		-45,00	24,50						
		-45,00	24,50						
		-5,00	24,50						

και το αντίστοιχο διάγραμμα:



Σχήμα 4.29: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 4$

Παρατηρούμε ότι Διαδρομή 3 κοπτικού εργαλείου δεν υφίσταται. Αυτό συμβαίνει διότι ο συγκεκριμένος τύπος τροχαλίας δεν έχει ΠΑΤΗΜΑ και ΠΑΤΟΥΡΑ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ. Έτσι, το εργαλείο εγκοπών δεν εκτελεί καμία Διαδρομή 3, αλλά παραμένει μακριά από το προς κατεργασία τεμάχιο. Στον πίνακα 4.13 και στις στήλες που αντιστοιχούν στη Διαδρομή 3 βλέπουμε ότι το κοπτικό παραμένει στην αρχική του θέση.

4.6.4. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΗ 2».

Στο φύλλο αυτό διακρίνουμε, καταρχάς, 5 δίστηλα, τα οποία φέρουν τους τίτλους:

- ΧΥΤΟ ΦΑΣΗ 1: Σε αυτό το δίστηλο εμφανίζονται οι συντεταγμένες του τεμαχίου μετά το πέρας της ΦΑΣΗΣ 1.
- ΤΕΛΙΚΟ: Σε αυτό το δίστηλο εμφανίζονται οι συντεταγμένες της τελικής μορφής της τροχαλίας.
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1: Συντεταγμένες τροχιάς του εργαλείου εξ. τόννευσης ή προσώπου.
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2: Συντεταγμένες τροχιάς του εργαλείου διάτρησης.
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3: Συντεταγμένες τροχιάς του εργαλείου εσωτερικής τόννευσης ή τρύπας.

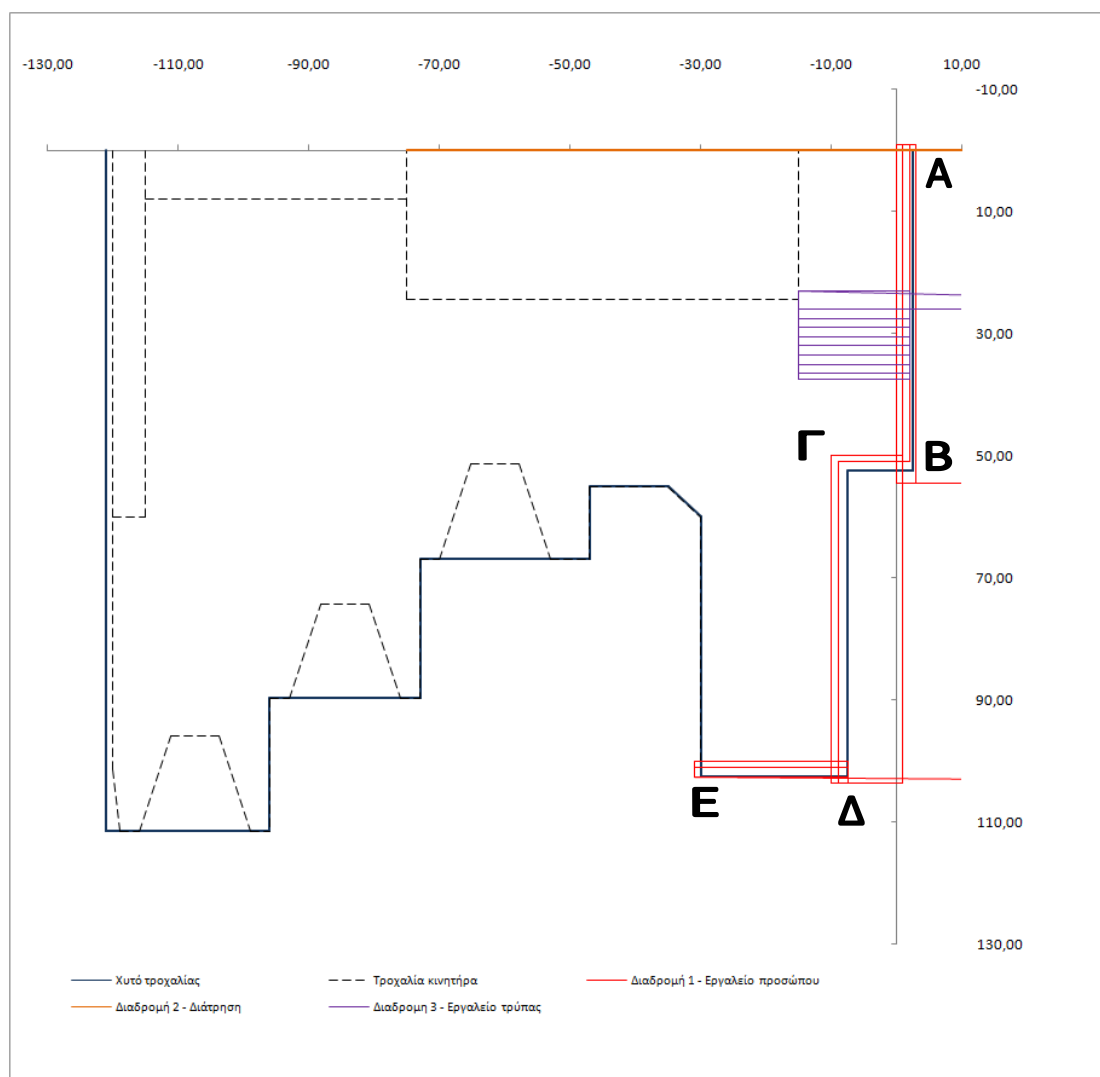
Για $\alpha/\alpha = 5$ έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

Πίνακας 4.15: Συντεταγμένες τροχιάς κοπτικών εργαλείων για $\alpha/\alpha = 5$

ΧΥΤΟ ΦΑΣΗ 1		ΤΕΛΙΚΟ		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3	
Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)
2,50	0,00	0,00	0,00	100,00	54,50	100,00	0,00	100,00	26,00
2,50	52,50	0,00	50,00	1,00	54,50	2,00	0,00	2,00	26,00
-7,50	52,50	-10,00	50,00	1,00	-1,00	-75,00	0,00	-15,00	26,00
-7,50	102,50	-10,00	100,00	3,00	-1,00	2,00	0,00	-15,00	23,00
-30,00	102,50	-30,00	100,00	3,00	54,50	100,00	0,00	2,00	23,00
-30,00	60,00	-30,00	60,00	0,00	54,50			2,00	27,50
-35,00	55,00	-35,00	55,00	0,00	-1,00			-15,00	27,50
-47,00	55,00	-47,00	55,00	2,00	-1,00			-15,00	23,00
-47,00	66,92	-47,00	66,92	2,00	51,00			2,00	23,00
-73,00	66,92	-53,00	66,92	-9,00	51,00			2,00	29,00
-73,00	89,69	-57,74	51,42	-9,00	103,50			-15,00	29,00
-96,00	89,69	-65,26	51,42	1,00	103,50			-15,00	23,00
-96,00	111,43	-70,00	66,92	1,00	50,00			2,00	23,00
-121,00	111,43	-73,00	66,92	-10,00	50,00			2,00	30,50
-121,00	0,00	-73,00	89,69	-10,00	103,50			-15,00	30,50
		-76,00	89,69	-7,50	103,50			-15,00	23,00
		-80,74	74,19	-7,50	101,00			2,00	23,00
		-88,26	74,19	-31,00	101,00			2,00	32,00
		-93,00	89,69	-31,00	102,50			-15,00	32,00
		-96,00	89,69	-7,50	102,50			-15,00	23,00
		-96,00	111,43	-7,50	100,00			2,00	23,00
		-99,00	111,43	-31,00	100,00			2,00	33,50
		-103,74	95,93	-31,00	102,50			-15,00	33,50
		-111,26	95,93	100,00	103,50			-15,00	23,00
		-116,00	111,43					2,00	23,00
		-119,00	111,43					2,00	35,00
		-120,00	101,43					-15,00	35,00
		-120,00	0,00					-15,00	23,00
								2,00	23,00

		-120,00	60,00					2,00	36,50
		-115,00	60,00					-15,00	36,50
		-115,00	0,00					-15,00	23,00
								2,00	23,00
		0,00	37,50					2,00	37,50
		-15,00	37,50					-15,00	37,50
		-15,00	0,00					-15,00	23,00
								2,00	23,00
		-15,00	24,50					2,00	37,50
		-75,00	24,50					-15,00	37,50
		-75,00	0,00					-15,00	23,00
								2,00	23,00
		-75,00	8,00					2,00	37,50
		-115,00	8,00					-15,00	37,50
								-15,00	23,00
								100,00	26,00

Ακολουθεί το διάγραμμα με τις τροχιές των κοπτικών εργαλείων:



Σχήμα 4.30: Φάση 2, $\alpha/\alpha = 5$

Περιγραφή ΦΑΣΗΣ 2:

1. Με το εργαλείο εξωτερικής τόννευσης ή προσώπου κατεργάζονται η ΠΑΤΟΥΡΑ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ και το ΠΑΤΗΜΑ μέχρι τις τελικές τους διαστάσεις (Διαδρομή 1).
2. Πραγματοποιείται διάτρηση της οπής με το εργαλείο διάτρησης (Διαδρομή 2).
3. Με το εργαλείο εσωτερικής τόννευσης ή τρύπας πραγματοποιείται διάνοιξη της κεφαλής τρύπας (Διαδρομή 3). Για να έχουμε καλύτερη εποπτεία του αριθμού των πασών που χρειάζονται για την διάνοιξη της κεφαλής έχουν κατασκευαστεί οι παρακάτω πίνακες:

ΒΑΘΟΣ ΚΟΠΗΣ (e)	
ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΠΡΟΣΩΠΟΥ ΚΑΙ ΤΡΥΠΑΣ	1.50
ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΓΚΟΠΩΝ (b=6mm)	2.00

ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3 - ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΤΡΥΠΑΣ	
ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΚΤΙΝΩΝ ΟΠΩΝ (mm)	13.00
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΣΩΝ ΜΕ ΒΑΘΟΣ ΚΟΠΗΣ e	8
ΥΠΟΛΟΙΠΟ (mm)	1.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΣΩΝ	9

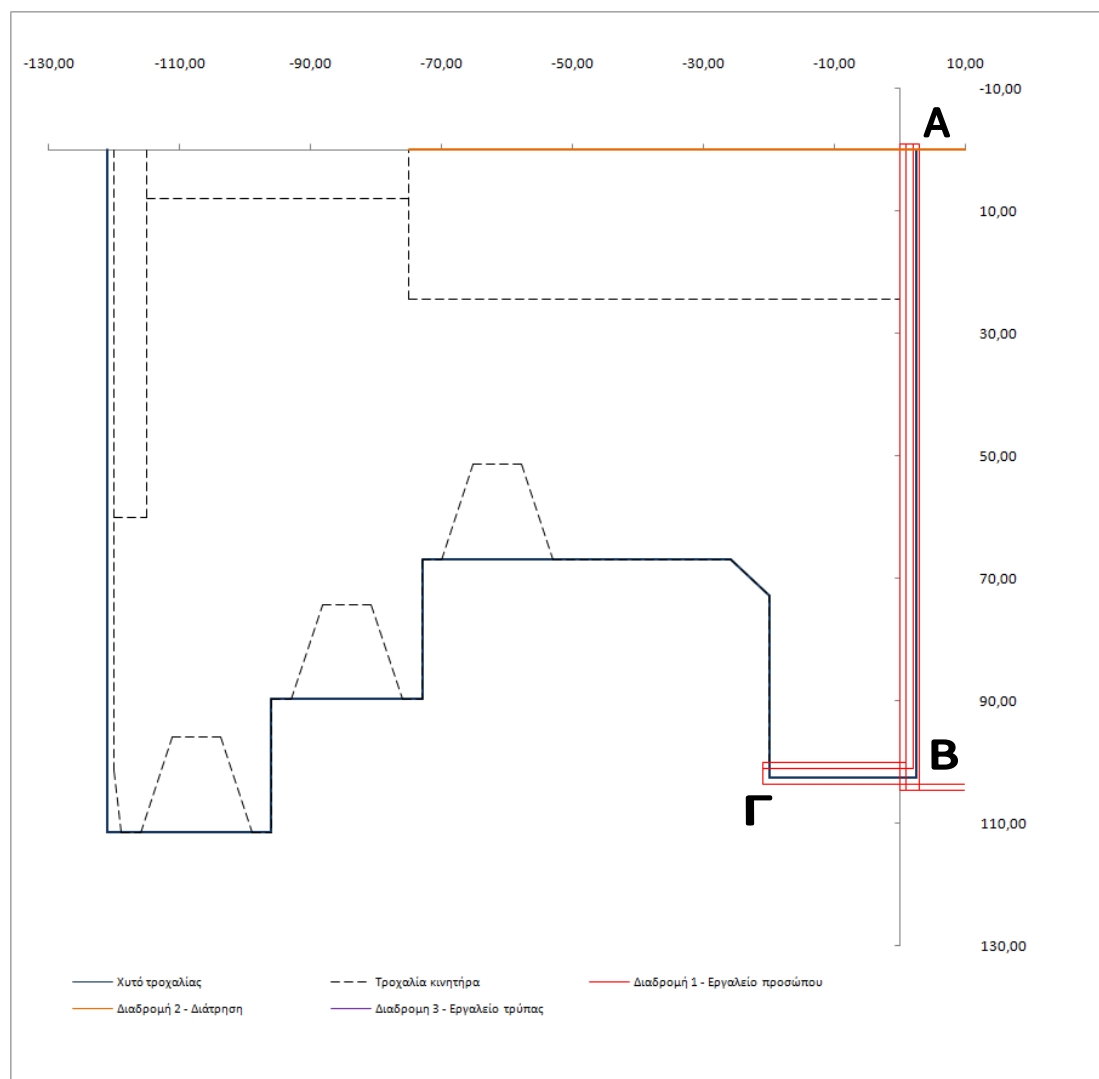
Ανάλογα με τη διαφορά των ακτινών των οπών προσαρμόζονται, επίσης, ο αριθμός των πασών με βάθος κοπής e, το υπόλοιπο για το τελευταίο πάσο και τελικά ο συνολικός αριθμός των πασών. Ο συνολικός αριθμός των πασών είναι ίσος με τον αριθμό πασών με βάθος κοπής e, όταν το υπόλοιπο είναι 0 και μεγαλύτερος κατά 1 όταν το υπόλοιπο δεν είναι 0. Για παράδειγμα, εάν η διαφορά ακτινών οπών είναι 15 mm (ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ = 49 mm και ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ = 79 mm), τότε:

ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3 - ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΤΡΥΠΑΣ	
ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΚΤΙΝΩΝ ΟΠΩΝ (mm)	15.00
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΣΩΝ ΜΕ ΒΑΘΟΣ ΚΟΠΗΣ e	10
ΥΠΟΛΟΙΠΟ (mm)	0.00
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΣΩΝ	10

Παρατηρούμε ότι η Διαδρομή 3 περιλαμβάνει το πολύ 11 πάσα (πίνακας 4.15). Επομένως, έχουν πραγματοποιηθεί υπολογισμοί στο Excel για μέγιστο αριθμό πασών = 11. Τι συμβαίνει, όμως, στην περίπτωση όπου χρειάζονται τουλάχιστον 12 πάσα για την ολοκλήρωση της κατεργασίας αυτής; Κάθε πάσο περιλαμβάνει 4 κινήσεις του κοπτικού εργαλείου και 4 γραμμές υπολογισμού των αντίστοιχων συντεταγμένων. Επομένως, στην περίπτωση π.χ. των 15 πασών πρέπει να υπολογιστούν και να γραφούν $(15-11) \cdot 4 = 12$ επιπλέον γραμμές στο Excel. Αυτή η χρονοβόρα διαδικασία μπορεί να αποφευχθεί με την εισαγωγή νέων παραμέτρων

κατά τη δημιουργία του G – Κώδικα στο κέντρο τόννευσης, όπως θα δούμε σε επόμενη ενότητα.

Εάν επιλέξουμε $\alpha/\alpha = 1$, τότε, όπως και στη ΦΑΣΗ 1, οι τροχιές των κοπτικών εργαλείων προσαρμόζονται αυτόματα στη μορφή της τροχαλίας (βλέπε σχήμα 4.31 στην επόμενη σελίδα). Το ίδιο συμβαίνει σε κάθε τύπο κινητήρα που θα επιλέξουμε και σε κάθε αλλαγή στις διαστάσεις της τροχαλίας που θα πραγματοποιήσουμε.



Σχήμα 4.31: Φάση 2, $\alpha/\alpha = 1$.

Παρατηρούμε, ότι σε αυτό τον τύπο τροχαλίας απουσιάζουν η ΠΑΤΟΥΡΑ ΚΕΝΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ και η ΚΕΦΑΛΗ ΤΡΥΠΑΣ. Γι αυτό το λόγο, απουσιάζει η Διαδρομή 3, δηλαδή το εργαλείο εσωτερικής τόννευσης δεν πραγματοποιεί καμία κοπή, αλλά παραμένει στην αρχική του θέση (βλέπε πίνακα 4.15) και η Διαδρομή 1 είναι προσαρμοσμένη βάσει της μορφής της τροχαλίας. Στην επόμενη σελίδα ακολουθεί ο πίνακας με τις συντεταγμένες των τροχιών των κοπτικών εργαλείων για $\alpha/\alpha = 1$.

Πίνακας 4.16: Συντεταγμένες τροχιάς κοπτικών εργαλείων για $\alpha/\alpha = 1$.

ΧΥΤΟ ΦΑΣΗ 1		ΤΕΛΙΚΟ		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3	
Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)
2,50	0,00	0,00	0,00	100,00	104,50	100,00	0,00	100,00	26,00
2,50	102,50	0,00	100,00	1,00	104,50	2,00	0,00	100,00	26,00
2,50	102,50	0,00	100,00	1,00	-1,00	-75,00	0,00	100,00	26,00
2,50	102,50	0,00	100,00	3,00	-1,00	2,00	0,00	100,00	26,00
-20,00	102,50	-20,00	100,00	3,00	104,50	100,00	0,00	100,00	26,00
-20,00	72,72	-20,00	72,72	0,00	104,50			100,00	26,00
-25,80	66,92	-25,80	66,92	0,00	-1,00			100,00	26,00
-47,00	66,92	-47,00	66,92	2,00	-1,00			100,00	26,00
-47,00	66,92	-47,00	66,92	2,00	101,00			100,00	26,00
-73,00	66,92	-53,00	66,92	-21,00	101,00			100,00	26,00
-73,00	89,69	-57,74	51,42	-21,00	103,50			100,00	26,00
-96,00	89,69	-65,26	51,42	1,00	103,50			100,00	26,00
-96,00	111,43	-70,00	66,92	1,00	100,00			100,00	26,00
-121,00	111,43	-73,00	66,92	-21,00	100,00			100,00	26,00
-121,00	0,00	-73,00	89,69	-21,00	103,50			100,00	26,00
		-76,00	89,69	100,00	103,50			100,00	26,00
		-80,74	74,19	100,00	103,50			100,00	26,00
		-88,26	74,19	100,00	103,50			100,00	26,00
		-93,00	89,69	100,00	103,50			100,00	26,00
		-96,00	89,69	100,00	103,50			100,00	26,00
		-96,00	111,43	100,00	103,50			100,00	26,00
		-99,00	111,43	100,00	103,50			100,00	26,00
		-103,74	95,93	100,00	103,50			100,00	26,00
		-111,26	95,93	100,00	103,50			100,00	26,00
		-116,00	111,43					100,00	26,00
		-119,00	111,43					100,00	26,00
		-120,00	101,43					100,00	26,00
		-120,00	0,00					100,00	26,00
								100,00	26,00
		-120,00	60,00					100,00	26,00
		-115,00	60,00					100,00	26,00
		-115,00	0,00					100,00	26,00
								100,00	26,00
		0,00	24,50					100,00	26,00
		-17,00	24,50					100,00	26,00
		-17,00	24,50					100,00	26,00
								100,00	26,00
		-17,00	24,50					100,00	26,00
		-75,00	24,50					100,00	26,00
		-75,00	0,00					100,00	26,00
								100,00	26,00
		-75,00	8,00					100,00	26,00
		-115,00	8,00					100,00	26,00
								100,00	26,00
								100,00	26,00

4.6.5. Φύλλο εργασίας «ΦΑΣΗ 3».

Η Φάση 3 αποτελεί και την τελευταία φάση κατεργασίας της κινητήριας τροχαλίας. Ανοίγοντας το φύλλο εργασίας αυτό διακρίνουμε 7 δίστηλα:

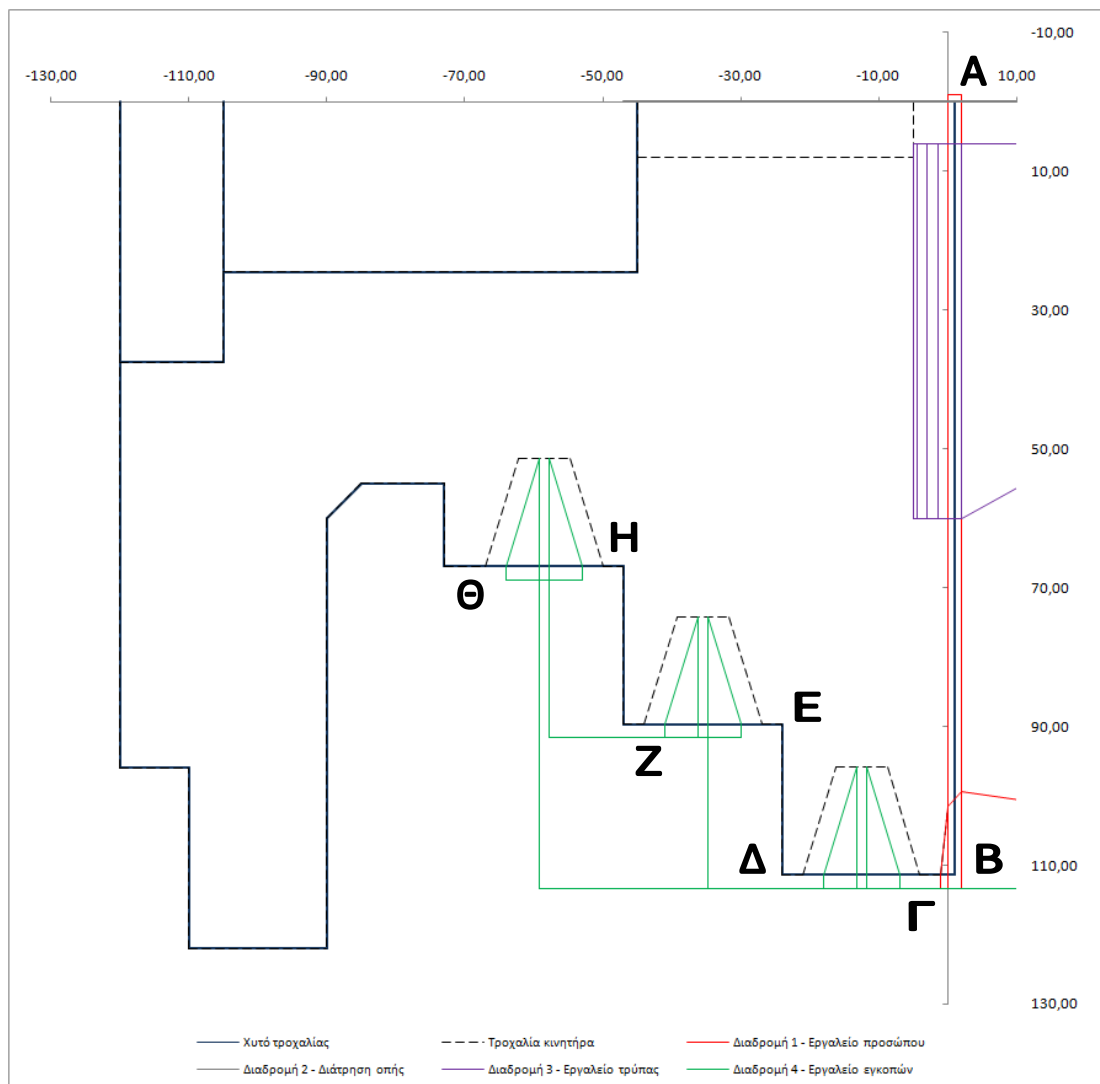
- ΧΥΤΟ ΦΑΣΗ 2: Συντεταγμένες του τεμαχίου όπως προέρχεται από τη Φάση 2.
- ΤΕΛΙΚΟ: Συντεταγμένες της τελικής μορφής της τροχαλίας.
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1: Συντεταγμένες της τροχιάς του εργαλείου εξωτερικής τόννευσης (εργαλείο προσώπου).
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2: Συντεταγμένες της τροχιάς του εργαλείου διάτρησης.
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3: Συντεταγμένες της τροχιάς του εργαλείου εσωτερικής τόννευσης (εργαλείο τρύπας).
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 4: Συντεταγμένες της τροχιάς του εργαλείου εγκοπών.
- ΔΙΑΔΡΟΜΗ 5: Συντεταγμένες της τροχιάς του σπειροτόμου.

Ακολουθεί ο πίνακας με τις συντεταγμένες της τροχιάς των κοπτικών εργαλείων και το αντίστοιχο διάγραμμα για $\alpha/\alpha = 5$.

Πίνακας 4.17: Συντεταγμένες τροχιάς κοπτικών εργαλείων για $\alpha/\alpha = 5$.

ΧΥΤΟ ΦΑΣΗ 2		ΤΕΛΙΚΟ		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 4		ΔΙΑΔΡΟΜΗ 5	
Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)	Z(mm)	X(mm)
1,00	0,00	0,00	0,00	100,00	113,43	100,00	0,00	100,00	6,00	100,00	113,43	100,00	0,00
1,00	111,43	0,00	101,43	0,00	113,43	2,00	0,00	2,00	6,00	-11,74	113,43	2,00	0,00
-24,00	111,43	-1,00	111,43	0,00	-1,00	-47,00	0,00	-1,50	6,00	-11,74	95,93	-50,00	0,00
-24,00	89,69	-4,00	111,43	2,00	-1,00	2,00	0,00	-1,50	60,00	-11,74	113,43	2,00	0,00
-47,00	89,69	-8,74	95,93	2,00	113,43	100,00	0,00	2,00	60,00	-13,26	113,43	100,00	0,00
-47,00	66,92	-16,26	95,93	-1,00	113,43			2,00	6,00	-13,26	95,93		
-73,00	66,92	-21,00	111,43	-1,00	111,43			-3,00	6,00	-13,26	113,43		
-73,00	55,00	-24,00	111,43	0,00	101,43			-3,00	60,00	-7,00	113,43		
-85,00	55,00	-24,00	89,69	2,00	99,43			2,00	60,00	-7,00	111,43		
-90,00	60,00	-27,00	89,69	100,00	113,43			2,00	6,00	-11,74	95,93		
-90,00	122,00	-31,74	74,19					-4,50	6,00	-11,74	113,43		
-110,00	122,00	-39,26	74,19					-4,50	60,00	-18,00	113,43		
-110,00	96,00	-44,00	89,69					2,00	60,00	-18,00	111,43		
-120,00	96,00	-47,00	89,69					2,00	6,00	-13,26	95,93		
-120,00	0,00	-47,00	66,92					-5,00	6,00	-13,26	113,43		
		-50,00	66,92					-5,00	60,00	-34,74	113,43		
-120,00	37,50	-54,74	51,42					2,00	60,00	-34,74	91,69		
-105,00	37,50	-62,26	51,42					100,00	6,00	-34,74	74,19		
-105,00	0,00	-67,00	66,92							-34,74	91,69		
		-73,00	66,92							-36,26	91,69		
-105,00	24,50	-73,00	55,00							-36,26	74,19		
-45,00	24,50	-85,00	55,00							-36,26	91,69		
-45,00	0,00	-90,00	60,00							-30,00	91,69		
		-90,00	122,00							-30,00	89,69		
		-110,00	122,00							-34,74	74,19		
		-110,00	96,00							-34,74	91,69		
		-120,00	96,00							-41,00	91,69		

		-120,00	0,00							-41,00	89,69		
										-36,26	74,19		
		-5,00	0,00							-36,26	91,69		
		-5,00	60,00							-57,74	91,69		
		0,00	60,00							-57,74	68,92		
										-57,74	51,42		
		-120,00	37,50							-57,74	68,92		
		-105,00	37,50							-59,26	68,92		
		-105,00	0,00							-59,26	51,42		
										-59,26	68,92		
		-105,00	24,50							-53,00	68,92		
		-45,00	24,50							-53,00	66,92		
		-45,00	0,00							-57,74	51,42		
										-57,74	68,92		
		-45,00	8,00							-64,00	68,92		
		-5,00	8,00							-64,00	66,92		
										-59,26	51,42		
										-59,26	113,43		
										100,00	113,43		



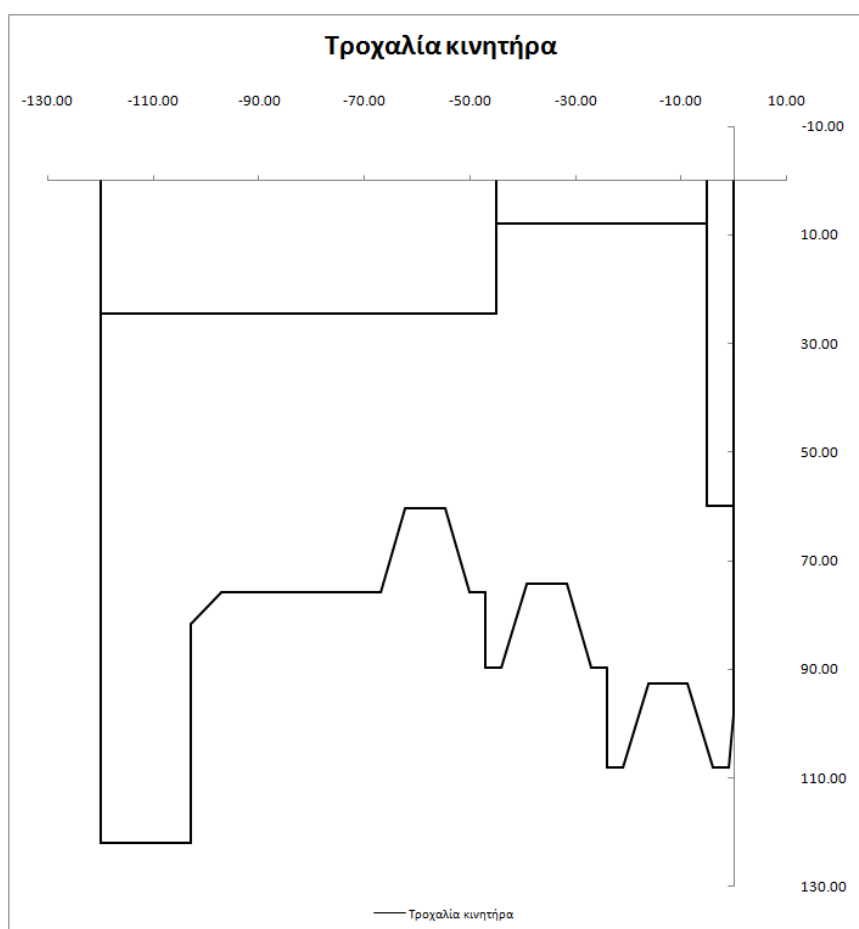
Σχήμα 4.32: Φάση 3, $\alpha/\alpha = 5$.

Περιγραφή ΦΑΣΗΣ 3:

1. Με το εργαλείο εξωτερικής τόνρευσης πραγματοποιείται φινίρισμα στο πρόσωπο και δημιουργία λοξότμησης (ΔΙΑΔΡΟΜΗ 1).
2. Με το εργαλείο διάτρησης πραγματοποιείται διάνοιξη της οπής (ΔΙΑΔΡΟΜΗ 2).
3. Με το εργαλείο εσωτερικής τόνρευσης πραγματοποιείται διάνοιξη της εσοχής (ΔΙΑΔΡΟΜΗ 3).
4. Με το εργαλείο εγκοπών πραγματοποιείται διάνοιξη των αυλακιών των 3 βαθμίδων (ΔΙΑΔΡΟΜΗ 4).
5. Τέλος, πραγματοποιείται σπειροτόμηση της οπής (ΔΙΑΔΡΟΜΗ 5).

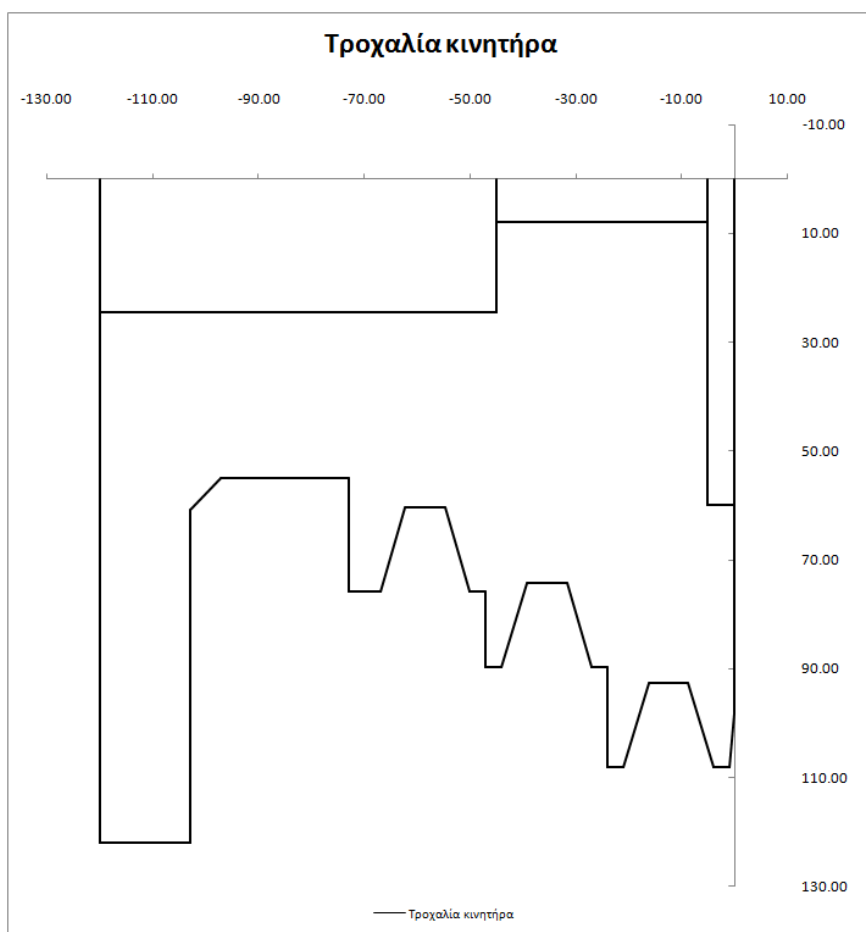
4.6.6. Φύλλο εργασίας «ΤΡΟΧΑΛΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ».

Το φύλλο εργασίας «ΤΡΟΧΑΛΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ» παρουσιάζει την τελική μορφή της κινητήριας τροχαλίας και μόνο. Για παράδειγμα, αν $a/a = 1$, τότε η μορφή της τροχαλίας θα είναι η ακόλουθη:



Σχήμα 4.33: Μορφή τροχαλίας για $a/a = 1$.

Για $a/a = 3$, η μορφή της τροχαλίας εμφανίζεται στο επόμενο σχήμα κ.ο.κ.



Σχήμα 4.34: Μορφή τροχαλίας για $\alpha/\alpha = 3$.

4.7. Παραμετρικός προγραμματισμός.

4.7.1. Εισαγωγή.

Ο παραμετρικός προγραμματισμός αποτελεί ένα ισχυρό μέσο στην κατεύθυνση της ανάπτυξης ευέλικτων προγραμμάτων, αλλά και της αποδοτικότερης αξιοποίησης των δυνατοτήτων των εργαλειομηχανών CNC. Η χρήση των παραμέτρων επιτρέπει από τη μία τη χρησιμοποίηση ενός και μόνο προγράμματος για περισσότερες κατεργασίες και από την άλλη την επέκταση των κατεργασιών σε περιγράμματα στα οποία πέραν της ευθείας και του κύκλου εμφανίζονται καμπύλες οι οποίες μπορούν να περιγραφούν με μαθηματικές εξισώσεις. Στη συνέχεια περιγράφεται ο μηχανισμός της χρήσης των παραμέτρων στο σύστημα ελέγχου Heidenhain.

4.7.2. Παραμετρικός προγραμματισμός σε Heidenhain.

Ο συμβολισμός των παραμέτρων στο πρόγραμμα κατεργασίας γίνεται με το κωδικόγραμμα Q και ένα διψήφιο αριθμό από το 0 έως το 99 (π.χ. Q08).

Η απόδοση μιας συγκεκριμένης αριθμητικής τιμής ή του αποτελέσματος μιας μαθηματικής ή λογικής σχέσης σε μια παράμετρο γίνεται στο πρόγραμμα κατεργασίας με το κωδικόγραμμα D και ένα διψήφιο αριθμό από το 0 έως το 12:

- D00 – απόδοση αριθμητικής τιμής
- D01 – πρόσθεση
- D02 – αφαίρεση
- D03 – πολλαπλασιασμός
- D04 – διαίρεση
- D05 – τετραγωνική ρίζα
- D06 – ημίτονο
- D07 – συνημίτονο
- D08 – υπολογισμός υποτείνουσας
- D09 – διακλάδωση σε ταμπέλα εάν ίσο
- D10 – διακλάδωση σε ταμπέλα εάν άνισο
- D11 – διακλάδωση σε ταμπέλα εάν μεγαλύτερο
- D12 – διακλάδωση σε ταμπέλα εάν μικρότερο

Αναλυτικά, ο τρόπος χρήσης των παραμέτρων παρουσιάζεται στον πίνακα της επόμενης σελίδας με παραδείγματα. Ο χαρακτήρας P ακολουθούμενος από έναν αύξοντα αριθμό εισάγεται αυτόματα από το σύστημα κατά την εισαγωγή του αντίστοιχου μπλοκ και ζητά ουσιαστικά από το χρήστη να δώσει κατά σειρά τα απαιτούμενα στοιχεία.

Πίνακας 4.18: Παράμετροι Heidenhain σε παραδείγματα

Κώδικας	Δομή μπλοκ	Επεξήγηση
D00	N80 D00 Q35 P01 -8	Η αριθμητική τιμή -8 αποδίδεται στην παράμετρο Q35
D01	N80 D01 Q03 P01 Q35 P02 4	Το αποτέλεσμα της πρόσθεσης της παραμέτρου Q35 και της αριθμητικής τιμής 4 αποδίδεται στην παράμετρο Q03
D02	N80 D02 Q05 P01 Q30 P02 8	Το αποτέλεσμα της αφαίρεσης της αριθμητικής 8 από την παράμετρο Q30 αποδίδεται στην παράμετρο Q05
D03	N80 D03 Q04 P01 Q11 P02 4	Το αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού της παραμέτρου Q11 και της αριθμητικής τιμής 4 αποδίδεται στην παράμετρο Q04
D04	N80 D04 Q10 P01 Q12 P02 4	Το αποτέλεσμα της διαίρεσης της παραμέτρου Q12 από την αριθμητική τιμή 4 αποδίδεται στην παράμετρο Q10
D05	N80 D05 Q01 P01 16	Το αποτέλεσμα της τετραγωνικής ρίζας του αριθμού 16 αποδίδεται στην παράμετρο Q01
D06	N80 D06 Q02 P01 Q10	Το ημίτονο της παραμέτρου Q10 αποδίδεται στην παράμετρο Q02
D07	N80 D07 Q03 P01 55	Το συνημίτονο του αριθμού 55 αποδίδεται στην παράμετρο Q03
D08	N80 D08 Q01 P01 Q02 P02 9	Η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των Q02 και 9 αποδίδεται στην παράμετρο Q01
D09	N80 D09 P01 Q01 P02 3 P03 4	Διακλάδωση στην ταμπέλα 4 εάν η παράμετρος Q01 είναι ίση με 3
D10	N80 D10 P01 Q01 P02 3 P03 4	Διακλάδωση στην ταμπέλα 4 εάν η παράμετρος Q01 δεν είναι ίση με 3
D11	N80 D11 P01 Q01 P02 3 P03 5	Διακλάδωση στην ταμπέλα 5 εάν η παράμετρος Q01 είναι μεγαλύτερη του 3
D12	N80 D12 P01 Q01 P02 3 P03 6	Διακλάδωση στην ταμπέλα 6 εάν η παράμετρος Q01 είναι μικρότερη του 3

4.7.3. Σχολιασμένο πρόγραμμα.

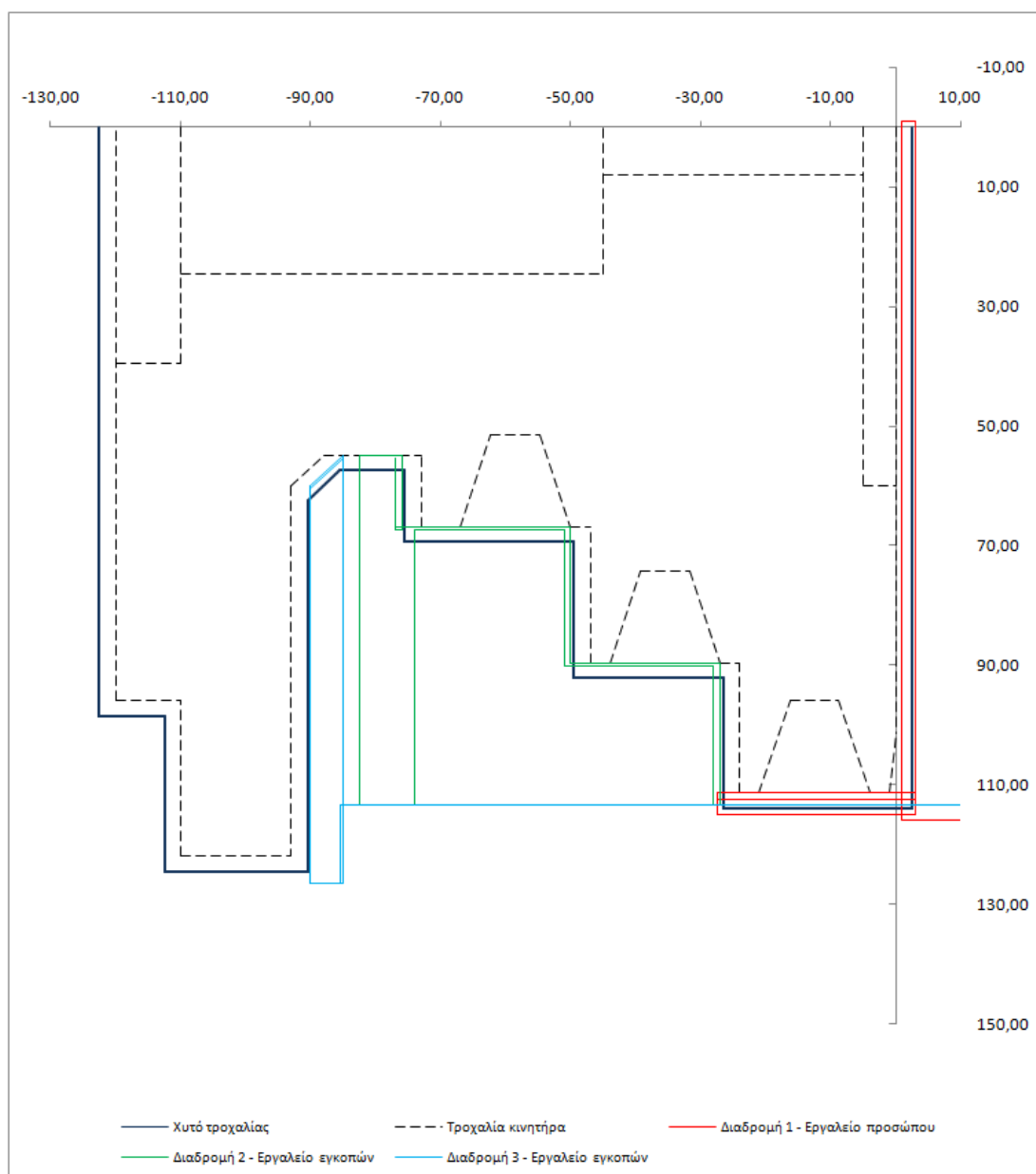
Ακολουθούν εφαρμογές του παραμετρικού προγραμματισμού σε Heidenhain για την κινητήρια τροχαλία για κάθε τύπο κινητήρα. Πριν από κάθε πρόγραμμα προηγείται ο πίνακας «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ» και στη συνέχεια το σχολιασμένο πρόγραμμα σε κάθε φάση κατεργασίας.

➤ ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ: ΑΛΛΟΣ (Γενικός τύπος τροχαλίας)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΤΙΜΗ	ΣΧΟΛΙΑ
ΔΩΣΕ α/α ΚΙΝΗΤΗΡΑ	5	Δίνουμε τιμή από 1 έως 5
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	120	Ολικό μήκος τροχαλίας
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ Φ	110	Δίνουμε τιμή μόνο όταν α/α = 3 ή α/α = 5 (NECK)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ Φ	244	Διάμετρος σφονδύλου(βολάν) κινητήρα(VOLAN_DIA)
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ	17	Μήκος πατήματος τροχαλίας στο σφόνδυλο(VOLAN_LEN)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ Φ	192	Διάμετρος πατούρας κεντραρίσματος(DIA_RUGG) α/α = 2 ή 5
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ	10	Μήκος πατούρας κεντραρίσματος(LEN_RUGG) α/α = 2 ή 5
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ	49	Παράμετρος HOLE_DIA
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	79	Παράμετρος HEAD_DIA για α/α = 2 ή 5
ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	10	Παράμετρος HEAD_LEN για α/α = 2 ή 5

ΦΑΣΗ 1:

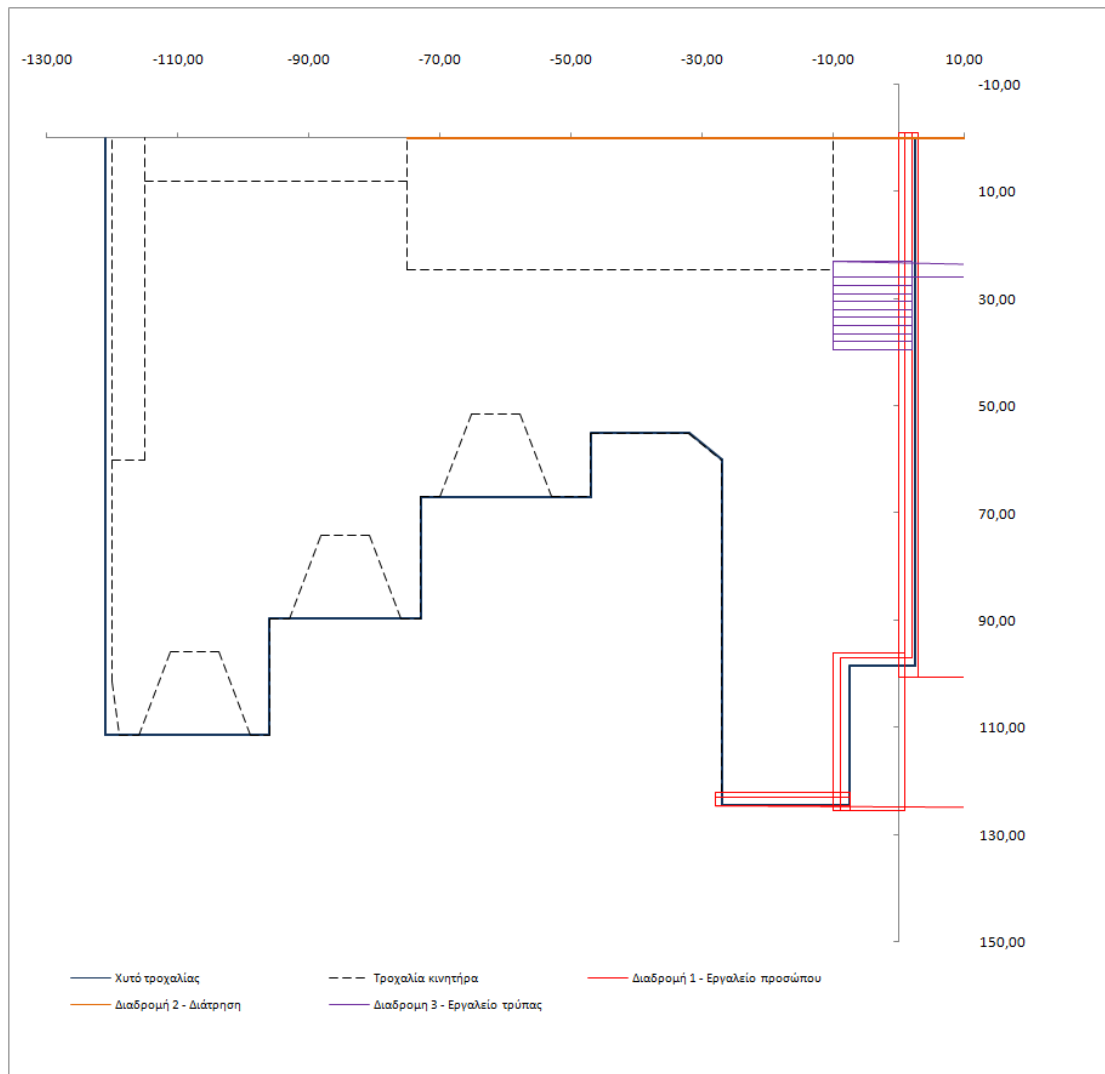


Σχήμα 4.35: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 5$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0001	G71					αριθμός προγράμματος 0001 - mm
N10	T01	G90			S 591	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τórνευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 115,93	Z 1,00		Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N16	G01		X -1,00	Z 1,00	F 0,25	κοπή προσώπου
N18				Z 3,00		
N20	G00		X 112,43	Z 3,00	S 710	ορισμός στροφών ατράκτου

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ	
N22	G01	X	112,43	Z	-27,50	F 0,15	κοπή προφίλ N22 - N30
N24	G00	X	114,93	Z	-27,50		
N26				Z	3,00		
N28		X	111,43				
N30	G01	X	111,43	Z	-27,50		
N32	G00	X	113,43	Z	-27,50		ταχεία απομάκρυνση N32 - N34
N34				Z	100,00		
N36	M06	T02					αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εγκοπών)
N38	G00	X	113,43	Z	-28,00	S 464	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N40	G01	X	90,19	Z	-28,00	F 0,20	κοπή προφίλ N40 - N48
N42				Z	-51,00		
N44		X	67,42				
N46				Z	-74,00		
N48		X	67,42				
N50	G00	X	113,43	Z	-74,00	S 571	ορισμός στροφών ατράκτου
N52				Z	-27,00		
N54	G01	X	89,69	Z	-27,00	F 0,10	φινίρισμα προφίλ N54 - N72
N56				Z	-50,00		
N58		X	66,92				
N60				Z	-77,00		
N62		X	55,50				
N64		X	67,42				
N66				Z	-76,00		
N68		X	55,00				
N70				Z	-82,50		
N72		X	58,00				
N74	G00	X	113,43	Z	-82,50		ταχεία απομάκρυνση N74 - N76
N76				Z	100,00		
N78	G00	X	113,43	Z	-85,50	S 325	ταχεία προσέγγιση N78 - N82, ορισμός στροφών ατράκτου
N80		X	126,50				
N82				Z	-90,00		
N84	G01	X	60,50	Z	-90,00	F 0,20	κοπή προφίλ N84 - N94
N86		X	55,50	Z	-85,00		
N88	G00	X	126,50	Z	-85,00		
N90				Z	-90,00		
N92	G01	X	60,00	Z	-90,00	F 0,10	
N94		X	55,00	Z	-85,00		
N96	G00	X	113,43	Z	-85,00		ταχεία απομάκρυνση N96 - N98
N98				Z	100,00		
N100	M30						τέλος προγράμματος, προετοιμασία για επανεκτέλεση

ΦΑΣΗ 2:



Σχήμα 4.36: Φάση 2, $\alpha/\alpha = 5$.

HEIDENHAIN CONTROL					ΣΧΟΛΙΑ
%0002	G71				αριθμός προγράμματος 0002 - mm
N10	T01	G90		S 683	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόννευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03				περιστροφή ατράκτου CW
N16	D00	Q01	P01	26,00	αρχική ακτίνα κεφαλής τρύπας R
N18	D00	Q02	P01	39,50	τελική ακτίνα κεφαλής τρύπας Rt
N20	D00	Q03	P01	-10,00	μήκος κεφαλής τρύπας
N22	D00	Q04	P01	15,00	διαφορά ακτίνων τρυπών
N24	D00	Q05	P01	1,50	βάθος κοπής e
N26	D00	Q06	P01	10,00	αριθμός πάσων με βάθος κοπής e

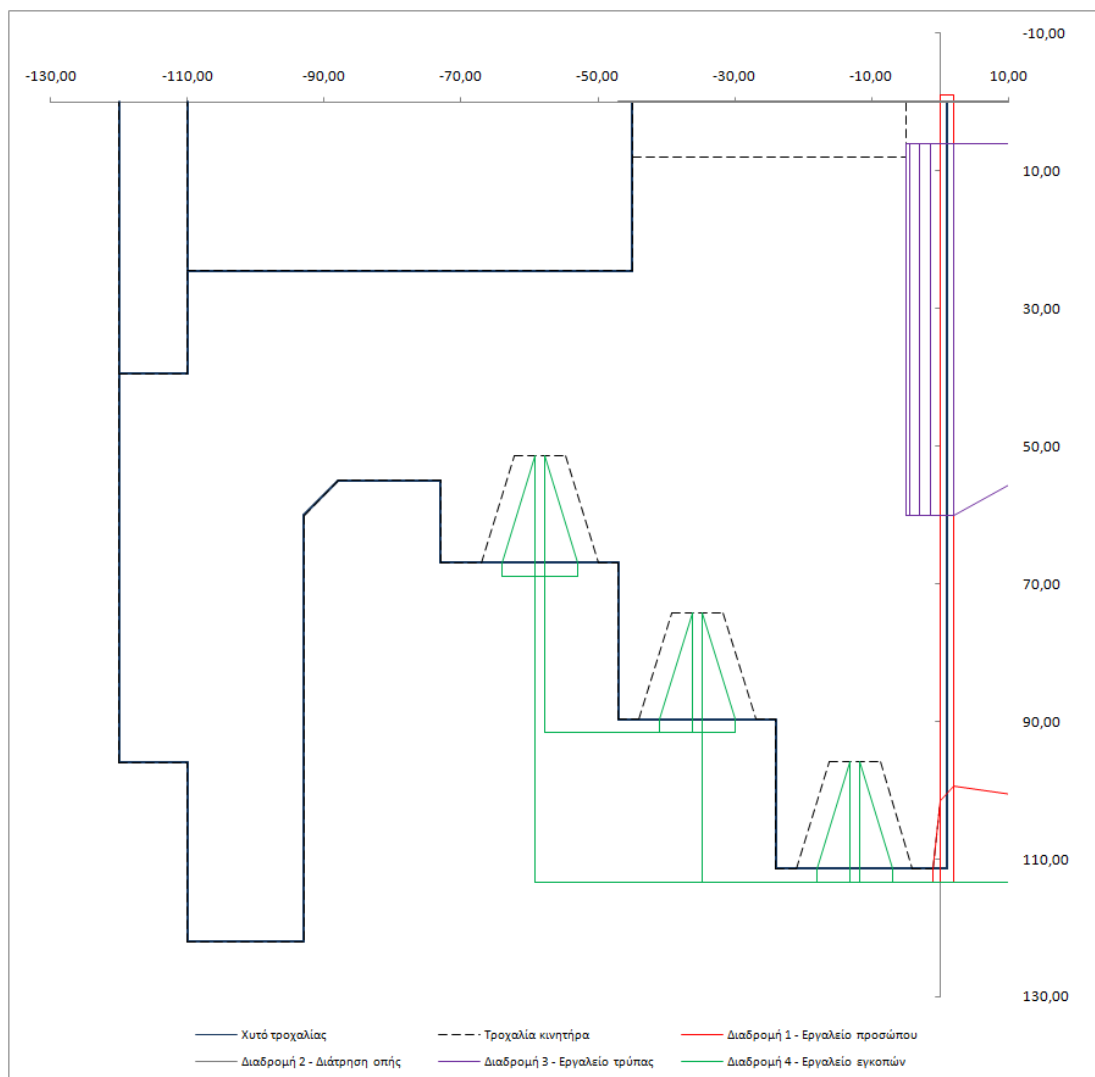
HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ
N28	D00	Q07	P01	0,00						υπόλοιπο
N30	D02	Q08	P01	Q02	P02	Q05				Q08 = R _t - e
N32	G00	G40	X	100,50	Z	1,00				Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N34	G01		X	-1,00	Z	1,00	F	0,25		κοπή προσώπου, N18 - N20
N36					Z	3,00				
N38	G00		X	100,50	Z	3,00				
N40					Z	0,00	S	821		ορισμός στροφών ατράκτου
N42	G01		X	-1,00	Z	0,00	F	0,15		φινίρισμα προσώπου, N26 - N28
N44					Z	2,00				
N46	G00		X	97,00	Z	2,00	S	541		ορισμός στροφών ατράκτου
N48	G01		X	97,00	Z	-9,00	F	0,25		κοπή προφίλ, N32 - N34
N50			X	125,50						
N52	G00		X	125,50	Z	1,00				
N54			X	96,00			S	657		ορισμός στροφών ατράκτου
N56	G01		X	96,00	Z	-10,00	F	0,15		φινίρισμα προφίλ, N40 - N42
N58			X	125,50						
N60	G00		X	125,50	Z	-7,50				
N62			X	123,00			S	541		ορισμός στροφών ατράκτου
N64	G01		X	123,00	Z	-28,00	F	0,25		κοπή προφίλ
N66	G00		X	124,50	Z	-28,00				
N68					Z	-7,50				
N70			X	122,00			S	657		ορισμός στροφών ατράκτου
N72	G01		X	122,00	Z	-28,00	F	0,15		φινίρισμα προφίλ
N74	G00		X	124,50	Z	-28,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N58 - N60
N76			X	125,50	Z	100,00				
N78	M06	T03								αλλαγή εργαλείου (εργαλείο διάτρησης)
N80	G00		X	0,00	Z	2,00	S	2014		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N82	G01		X	0,00	Z	-75,00	F	0,26		διάνοιξη οπής
N84					Z	2,00				επιστροφή με κανονική πρόωση
N86	G00		X	0,00	Z	100,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N88	M06	T04								αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εσωτερικής τόννευσης)
N90	G98	L1								αρχή υπορουτίνας 1
N92	G90	G00	X	Q01	Z	2,00	S	1704		ταχεία κίνηση σε X, Z, ορισμός στροφών ατράκτου
N94	G01				Z	Q03	F	0,25		διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο
N96			X	23,00						απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N98	G00				Z	2,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N100	D01	Q01	P01	Q01	P02	Q05				R = R + e
N102	D12		P01	Q01	P02	Q08	P03	1		εάν R < Q08 επανάλαβε 1
N104	G00		X	Q02	Z	2,00	S	2047		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου

HEIDENHAIN CONTROL				ΣΧΟΛΙΑ
N106	G01	Z Q03	F 0,15	τελευταίο πάσο
N108	X 23,00			απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N110	G00	Z 2,00		απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N110 - N112
N112	X 26,00	Z 100,00		
N114	M30			τέλος προγράμματος

Παρατηρήσεις:

- Στα μπλοκ N16 έως N30 ορίζονται οι παράμετροι για την κατεργασία της διάνοιξης της κεφαλής της οπής. Στο μπλοκ N30, το αποτέλεσμα της αφαίρεσης της παραμέτρου Q05 (βάθος κοπής e) από την παράμετρο Q02 (ακτίνα κεφαλής τρύπας) αποδίδεται στην παράμετρο Q08.
- Στο μπλοκ N100 ορίζεται ως βήμα το βάθος κοπής e.
- Μπλοκ N102: Η υπορουτίνα 1 επαναλαμβάνεται κάθε φορά που η ακτίνα κοπής είναι μικρότερη από την παράμετρο Q08 (ακτίνα κεφαλής τρύπας μείον το βάθος κοπής). Με αυτό τον τρόπο μπορούν να παραχθούν άπειροι συνδυασμοί ΤΡΥΠΑΣ – ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ!

ΦΑΣΗ 3:



Σχήμα 4.37: Φάση 3, $\alpha/\alpha = 5$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0003	G71					αριθμός προγράμματος 0003 - mm
N10	T01	G90			S 508	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τórνευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 113,43	Z 0,00		ταχεία προσέγγιση, ακύρωση αντιστάθμισης
N16	G01		X -1,00		F 0,15	κοπή προσώπου, N16 - N28
N18	G00			Z 2,00		
N20			X 113,43			
N22				Z -1,00		
N24	G01		X 111,43			
N26			X 101,43	Z 0,00		
N28			X 99,43	Z 2,00		

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
N30	G00		X 113,43	Z 100,00		ταχεία απομάκρυνση
N32	M06	T05				αλλαγή εργαλείου, εργαλείο διάτρησης
N34	G00		X 0,00	Z 2,00	S 3979	ταχεία προσέγγιση, ορισμός τροφών ατράκτου
N36	G01			Z -47,00	F 0,51	διάτρηση οπής, N36 - N38
N38				Z 2,00		
N40	G00		X 0,00	Z 100,00		ταχεία απομάκρυνση
N42	M06	T04				αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εσ. τórνευσης
N44	G00		X 6,00	Z 2,00	S 1122	ταχεία προσέγγιση, ορισμός τροφών ατράκτου
N46	G01			Z -1,50	F 0,25	διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο, N46 - N50
N48			X 60,00			
N50				Z 2,00		
N52	G00		X 6,00			ταχεία προσέγγιση
N54	G01			Z -3,00		δεύτερο πάσο, N54 - N58
N56			X 60,00			
N58				Z 2,00		
N60	G00		X 6,00			ταχεία προσέγγιση
N62	G01			Z -4,50		τρίτο πάσο, N62 - 66
N64			X 60,00			
N66				Z 2,00		
N68	G00		X 6,00		S 1348	ταχεία προσέγγιση, ορισμός τροφών ατράκτου
N70	G01			Z -5,00	F 0,15	φινίρισμα οπής, N70 - N74
N72			X 60,00			
N74				Z 2,00		
N76	G00			Z 100,00		ταχεία απομάκρυνση
N78	M06	T02				αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εγκοπών
N80	G00		X 113,43	Z -11,74	S 571	ταχεία προσέγγιση, ορισμός τροφών ατράκτου
N82	G98	L1				ορισμός ταμπέλας No.1
N84	G91	G01	X -17,50	Z 0,00	F 0,10	σχετικές συντ/νες, διάνοιξη αυλακιού, N84 - N108
N86			X 17,50	Z 0,00		
N88			X 0,00	Z -1,52		
N90			X -17,50	Z 0,00		
N92			X 17,50	Z 0,00		
N94			X 0,00	Z 6,26		
N96			X -2,00	Z 0,00		
N98			X -15,50	Z -4,74		
N100			X 17,50	Z 0,00		
N102			X 0,00	Z -6,26		
N104			X -2,00	Z 0,00		
N106			X -15,50	Z -4,74		
N108			X 17,50	Z 0,00		

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ
N110	G98	L0								τέλος υπορουτίνας
N112	G90	G00	X	113,43	Z	-34,74				απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 2ου αυλακιού
N114			X	91,69						
N116	L1									κλήση υπορουτίνας
N118	G90	G00	X	91,69	Z	-57,74				απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 3ου αυλακιού
N120			X	68,92						
N122	L1									κλήση υπορουτίνας
N124	G90	G00	X	113,43	Z	-59,26				απόλυτες συντ/νες, ταχεία απομάκρυνση, N124 - N126
N126					Z	100,00				
N128	M06	T06								αλλαγή εργαλείου, σπειροτόμος
N130	G00		X	0,00	Z	2,00	S	80		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N132	G84	P01	2,00	P02	-50,00	P03	0	P04	2,54	κύκλος κατεργασίας σπειρώματος
N134	G00				Z	100,00				ταχεία απομάκρυνση
N136	M30									τέλος προγράμματος

Παρατηρήσεις:

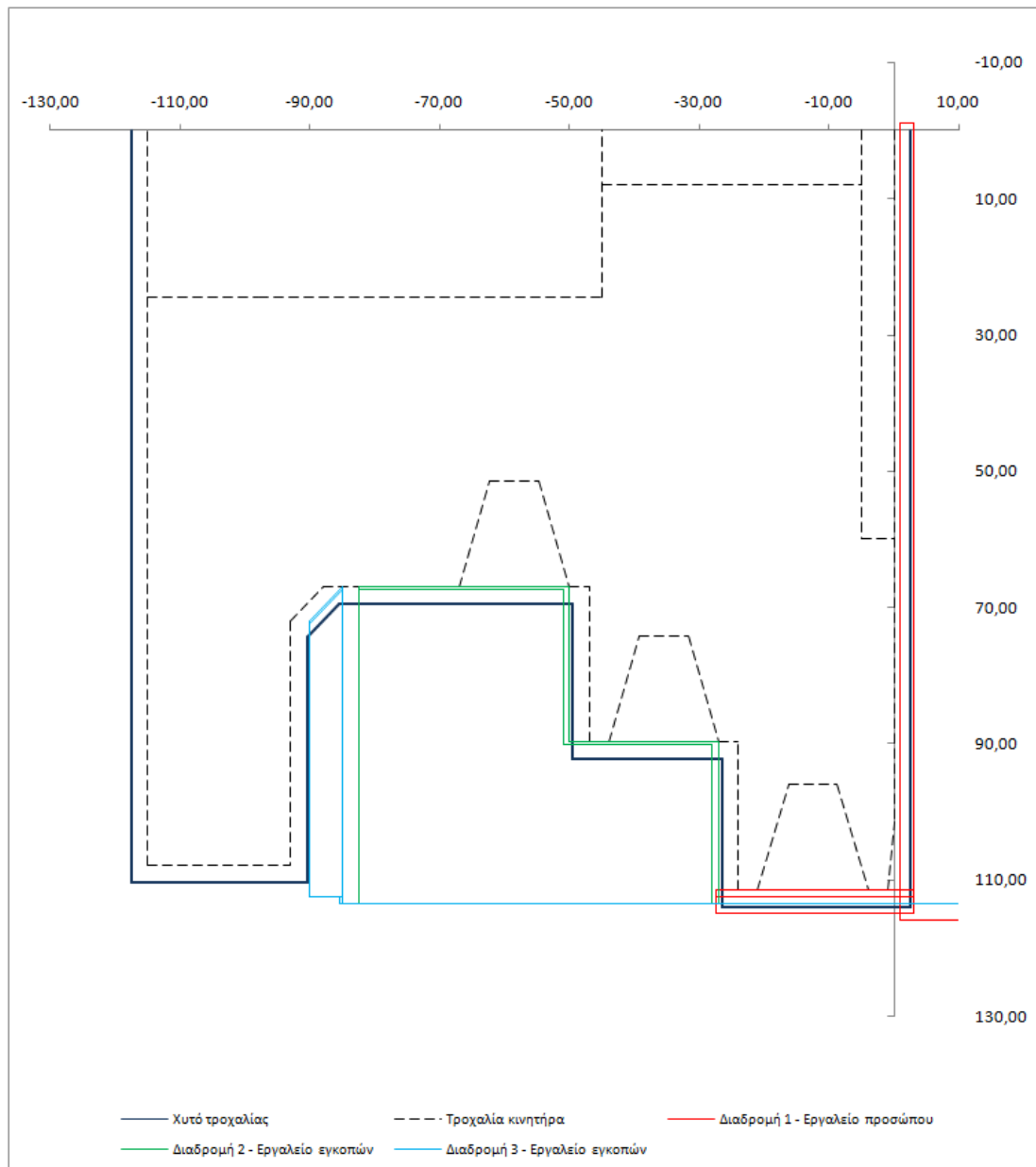
- Στα μπλοκ N84 – N108 δημιουργείται η υπορουτίνα για την διάνοιξη του πρώτου αυλακιού και στη συνέχεια αυτή καλείται σε επόμενα μπλοκ (N116, N122) για την διάνοιξη των υπολοίπων δύο.

➤ ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ: HATZ SUPRA 1D81/90

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΤΙΜΗ	ΣΧΟΛΙΑ
ΔΩΣΕ α/α ΚΙΝΗΤΗΡΑ	1	Δίνουμε τιμή από 1 έως 5
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	115	Ολικό μήκος τροχαλίας
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ Φ	110	Δίνουμε τιμή μόνο όταν $\alpha/\alpha = 3$ ή $\alpha/\alpha = 5$ (NECK)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ Φ	215.85	Διάμετρος σφονδύλου(βολάν) κινητήρα(VOLAN_DIA)
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ	22	Μήκος πατήματος τροχαλίας στο σφόνδυλο(VOLAN_LEN)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ Φ	192	Διάμετρος πατούρας κεντραρίσματος(DIA_RUGG) $\alpha/\alpha = 2$ ή 5
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ	10	Μήκος πατούρας κεντραρίσματος(LEN_RUGG) $\alpha/\alpha = 2$ ή 5
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ	49	Παράμετρος HOLE_DIA
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	79	Παράμετρος HEAD_DIA για $\alpha/\alpha = 2$ ή 5
ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	10	Παράμετρος HEAD_LEN για $\alpha/\alpha = 2$ ή 5

ΦΑΣΗ 1:



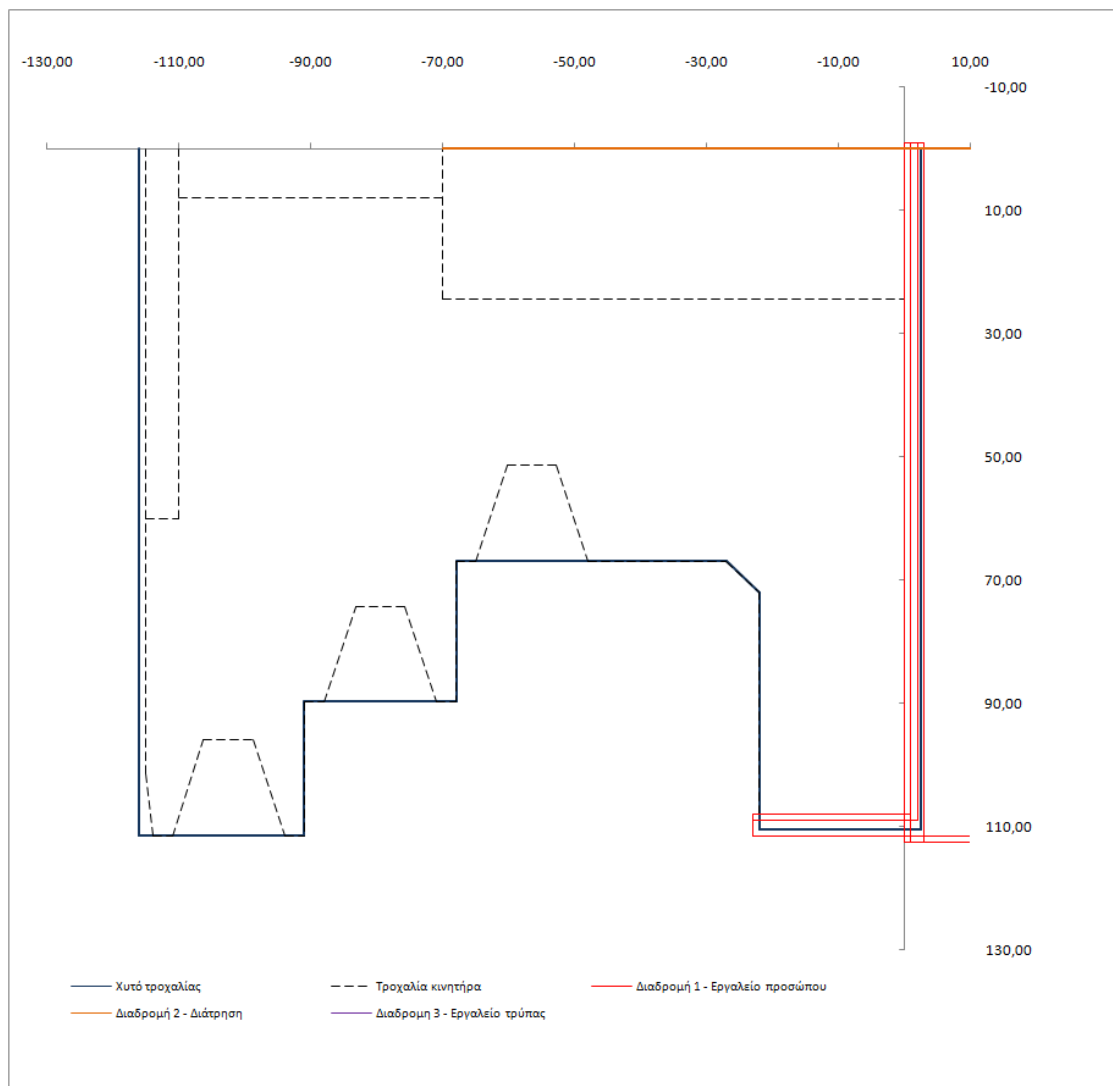
Σχήμα 4.38: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 1$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0001	G71					αριθμός προγράμματος 0001 - mm
N10	T01	G90			S 591	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόνρευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 115,93	Z 1,00		Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N16	G01		X -1,00	Z 1,00	F 0,25	κοπή προσώπου
N18				Z 3,00		

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ	
N20	G00	X	112,43	Z	3,00	S 710	ορισμός στροφών ατράκτου
N22	G01	X	112,43	Z	-27,50	F 0,15	κοπή προφίλ N22 - N30
N24	G00	X	114,93	Z	-27,50		
N26				Z	3,00		
N28		X	111,43				
N30	G01	X	111,43	Z	-27,50		
N32	G00	X	113,43	Z	-27,50		ταχεία απομάκρυνση N32 - N34
N34				Z	100,00		
N36	M06	T02					αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εγκοπών)
N38	G00	X	113,43	Z	-28,00	S 464	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N40	G01	X	90,19	Z	-28,00	F 0,20	κοπή προφίλ N40 - N48
N42				Z	-51,00		
N44		X	67,42				
N46				Z	-82,50		
N48		X	71,42				
N50	G00	X	113,43	Z	-82,50	S 571	ορισμός στροφών ατράκτου
N52				Z	-27,00		
N54	G01	X	89,69	Z	-27,00	F 0,10	φινιρίσμα προφίλ N54 - N72
N56				Z	-50,00		
N58		X	66,92				
N60				Z	-82,50		
N62		X	71,42				
N64		X	71,42				
N66				Z	-82,50		
N68		X	71,42				
N70				Z	-82,50		
N72		X	71,42				
N74	G00	X	113,43	Z	-82,50		ταχεία απομάκρυνση N74 - N76
N76				Z	100,00		
N78	G00	X	113,43	Z	-85,50	S 325	ταχεία προσέγγιση N78 - N82, ορισμός στροφών ατράκτου
N80		X	112,43				
N82				Z	-90,00		
N84	G01	X	72,42	Z	-90,00	F 0,20	κοπή προφίλ N84 - N94
N86		X	67,42	Z	-85,00		
N88	G00	X	112,43	Z	-85,00		
N90				Z	-90,00		
N92	G01	X	71,92	Z	-90,00	F 0,10	
N94		X	66,92	Z	-85,00		
N96	G00	X	113,43	Z	-85,00		ταχεία απομάκρυνση N96 - N98

HEIDENHAIN CONTROL		ΣΧΟΛΙΑ
N98	Z 100,00	
N100 M30		τέλος προγράμματος, προετοιμασία για επανεκτέλεση

ΦΑΣΗ 2:



Σχήμα 4.39: Φάση 2, $\alpha/\alpha = 1$.

HEIDENHAIN CONTROL		ΣΧΟΛΙΑ
%0002 G71		αριθμός προγράμματος 0002 - mm
N10 T01 G90	S 610	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόννευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12 M03		περιστροφή ατράκτου CW

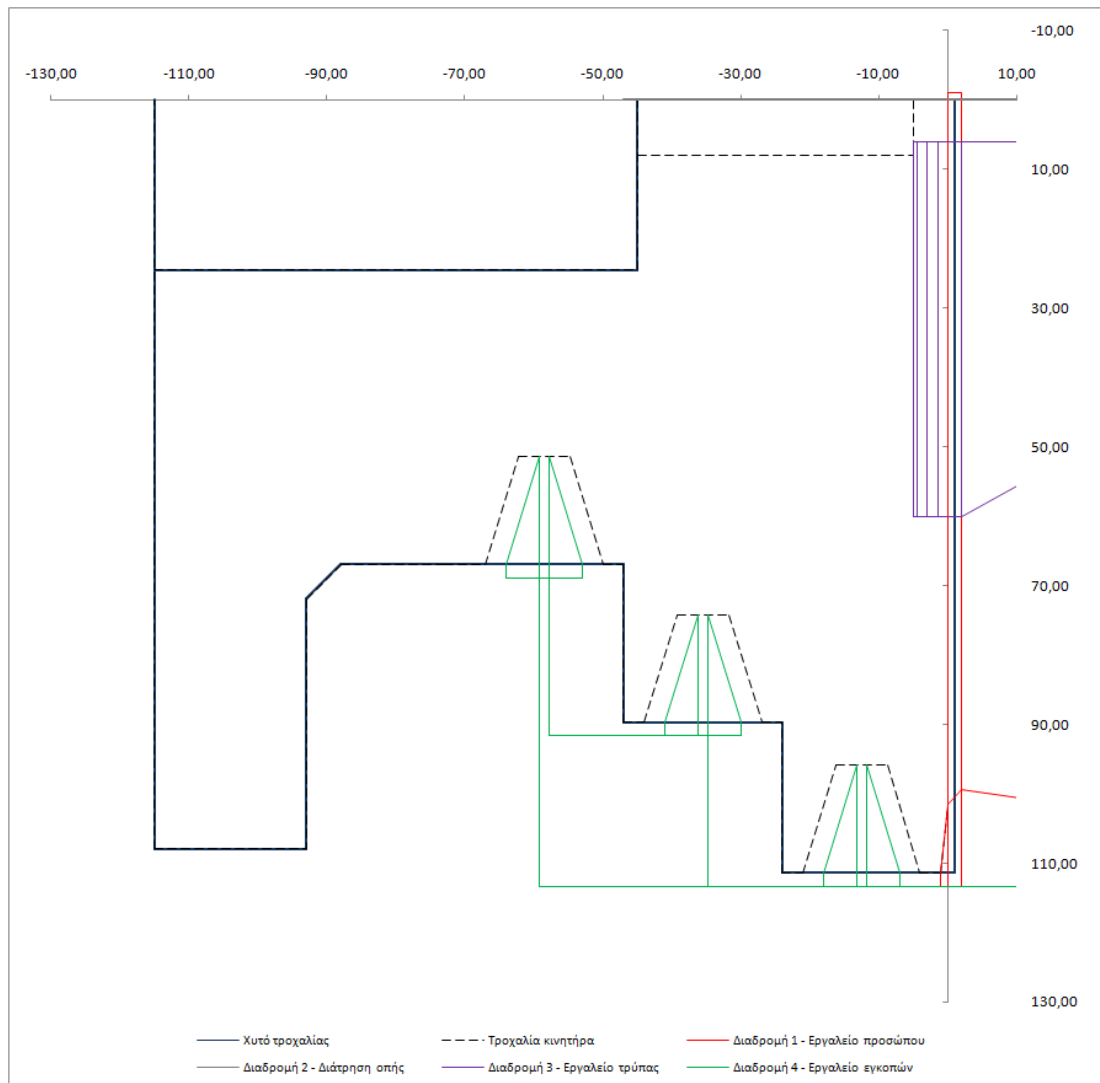
HEIDENHAIN CONTROL							ΣΧΟΛΙΑ	
N16	D00	Q01	P01	26,00			αρχική ακτίνα κεφαλής τρύπας R	
N18	D00	Q02	P01	24,50			τελική ακτίνα κεφαλής τρύπας R _t	
N20	D00	Q03	P01	100,00			μήκος κεφαλής τρύπας	
N22	D00	Q04	P01	0,00			διαφορά ακτίνων τρυπών	
N24	D00	Q05	P01	1,50			βάθος κοπής e	
N26	D00	Q06	P01	0,00			αριθμός πάσων με βάθος κοπής e	
N28	D00	Q07	P01	0,00			υπόλοιπο	
N30	D02	Q08	P01	Q02	P02	Q05	Q08 = R _t - e	
N32	G00	G40	X	112,43	Z	1,00	Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση	
N34	G01		X	-1,00	Z	1,00	F 0,25	κοπή προσώπου, N18 - N20
N36					Z	3,00		
N38	G00		X	112,43	Z	3,00		
N40					Z	0,00	S 732	ορισμός στροφών ατράκτου
N42	G01		X	-1,00	Z	0,00	F 0,15	φινίρισμα προσώπου, N26 - N28
N44					Z	2,00		
N46	G00		X	108,93	Z	2,00	S 610	ορισμός στροφών ατράκτου
N48	G01		X	108,93	Z	-23,00	F 0,25	κοπή προφίλ, N32 - N34
N50			X	111,43				
N52	G00		X	111,43	Z	1,00		
N54			X	107,93			S 742	ορισμός στροφών ατράκτου
N56	G01		X	107,93	Z	-23,00	F 0,15	φινίρισμα προφίλ, N40 - N42
N58			X	111,43				
N60	G00		X	111,43	Z	100,00		
N62			X	111,43			S 610	ορισμός στροφών ατράκτου
N64	G01		X	111,43	Z	100,00	F 0,25	κοπή προφίλ
N66	G00		X	111,43	Z	100,00		
N68					Z	100,00		
N70			X	111,43			S 742	ορισμός στροφών ατράκτου
N72	G01		X	111,43	Z	100,00	F 0,15	φινίρισμα προφίλ
N74	G00		X	111,43	Z	100,00		απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N58 - N60
N76			X	111,43	Z	100,00		
N78	M06	T03						αλλαγή εργαλείου (εργαλείο διάτρησης)
N80	G00		X	0,00	Z	2,00	S 2014	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N82	G01		X	0,00	Z	-70,00	F 0,26	διάνοιξη οπής
N84					Z	2,00		επιστροφή με κανονική πρόωση
N86	G00		X	0,00	Z	100,00		απομάκρυνση με ταχεία πρόωση

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ	
N88	M06	T04									αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εσωτερικής τόνρευσης)
N90	G98	L1									αρχή υπορουτίνας 1
N92	G90	G00	X	Q01	Z	100,00	S	2748			ταχεία κίνηση σε X, Z, ορισμός στροφών ατράκτου
N94	G01				Z	Q03	F	0,25			διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο
N96			X	26,00							απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N98	G00				Z	100,00					απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N100	D01	Q01	P01	Q01	P02	Q05					$R = R + e$
N102	D12		P01	Q01	P02	Q08	P03	1			εάν $R < Q08$ επανάλαβε 1
N104	G00		X	Q02	Z	100,00	S	3300			ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N106	G01				Z	Q03	F	0,15			τελευταίο πάσο
N108			X	26,00							απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N110	G00				Z	100,00					απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N110 - N112
N112			X	26,00	Z	100,00					
N114	M30										τέλος προγράμματος

Παρατηρήσεις:

- Σε αυτό τον τύπο τροχαλίας δεν υπάρχει «ΚΕΦΑΛΗ ΤΡΥΠΑΣ». Έτσι, η Διαδρομή 3 δεν πραγματοποιείται (βλέπε μπλοκ N92 – N110) και το εργαλείο κοπής παραμένει μακριά από το τεμάχιο.

ΦΑΣΗ 3:



Σχήμα 4.40: Φάση 3, $\alpha/\alpha = 1$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0003	G71					αριθμός προγράμματος 0003 - mm
N10	T01	G90			S 508	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τórνευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 113,43	Z 0,00		ταχεία προσέγγιση, ακύρωση αντιστάθμισης
N16	G01		X -1,00		F 0,15	κοπή προσώπου, N16 - N28
N18	G00			Z 2,00		
N20			X 113,43			
N22				Z -1,00		
N24	G01		X 111,43			

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
N26			X 101,43	Z 0,00		
N28			X 99,43	Z 2,00		
N30	G00		X 113,43	Z 100,00		ταχεία απομάκρυνση
N32	M06	T05				αλλαγή εργαλείου, εργαλείο διάτρησης
N34	G00		X 0,00	Z 2,00	S 3979	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N36	G01			Z -47,00	F 0,51	διάτρηση οπής, N36 - N38
N38				Z 2,00		
N40	G00		X 0,00	Z 100,00		ταχεία απομάκρυνση
N42	M06	T04				αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εσ. τόνρευσης
N44	G00		X 6,00	Z 2,00	S 1122	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N46	G01			Z -1,50	F 0,25	διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο, N46 - N50
N48			X 60,00			
N50				Z 2,00		
N52	G00		X 6,00			ταχεία προσέγγιση
N54	G01			Z -3,00		δεύτερο πάσο, N54 - N58
N56			X 60,00			
N58				Z 2,00		
N60	G00		X 6,00			ταχεία προσέγγιση
N62	G01			Z -4,50		τρίτο πάσο, N62 - 66
N64			X 60,00			
N66				Z 2,00		
N68	G00		X 6,00		S 1348	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N70	G01			Z -5,00	F 0,15	φινίρισμα οπής, N70 - N74
N72			X 60,00			
N74				Z 2,00		
N76	G00			Z 100,00		ταχεία απομάκρυνση
N78	M06	T02				αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εγκοπών
N80	G00		X 113,43	Z -11,74	S 571	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N82	G98	L1				ορισμός ταμπέλας No.1
N84	G91	G01	X -17,50	Z 0,00	F 0,10	σχετικές συντ/νες, διάνοιξη αυλακιού, N84 - N108
N86			X 17,50	Z 0,00		
N88			X 0,00	Z -1,52		
N90			X -17,50	Z 0,00		
N92			X 17,50	Z 0,00		
N94			X 0,00	Z 6,26		
N96			X -2,00	Z 0,00		
N98			X -15,50	Z -4,74		

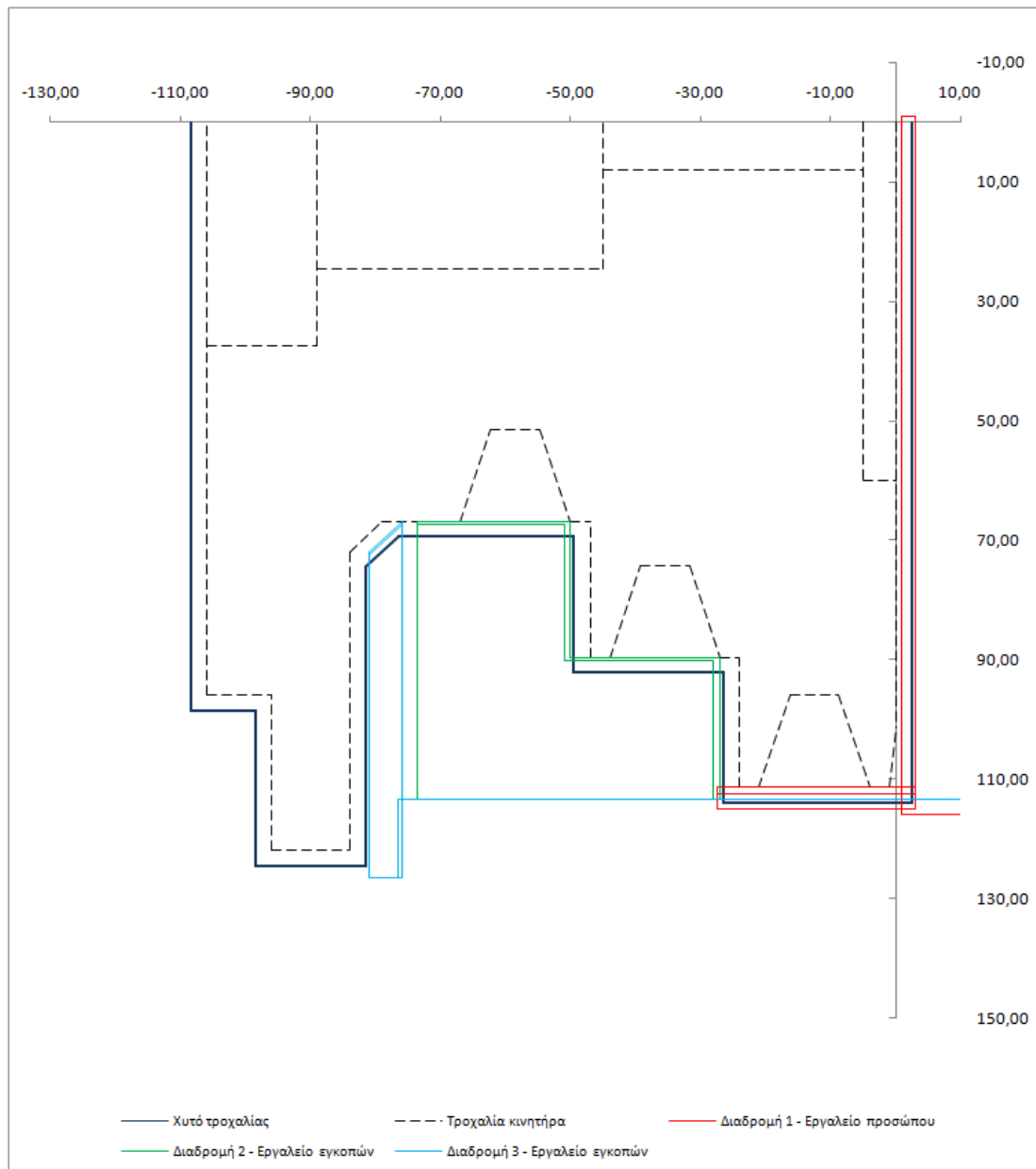
HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ
N100			X	17,50	Z	0,00				
N102			X	0,00	Z	-6,26				
N104			X	-2,00	Z	0,00				
N106			X	-15,50	Z	-4,74				
N108			X	17,50	Z	0,00				
N110	G98	L0								τέλος υπορουτίνας
N112	G90	G00	X	113,43	Z	-34,74				απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 2ου αυλακιού
N114			X	91,69						
N116	L1									κλήση υπορουτίνας
N118	G90	G00	X	91,69	Z	-57,74				απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 3ου αυλακιού
N120			X	68,92						
N122	L1									κλήση υπορουτίνας
N124	G90	G00	X	113,43	Z	-59,26				απόλυτες συντ/νες, ταχεία απομάκρυνση, N124 - N126
N126					Z	100,00				
N128	M06	T06								αλλαγή εργαλείου, σπειροτόμος
N130	G00		X	0,00	Z	2,00	S	80		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N132	G84	P01	2,00	P02	-50,00	P03	0	P04	2,54	κύκλος κατεργασίας σπειρώματος
N134	G00				Z	100,00				ταχεία απομάκρυνση
N136	M30									τέλος προγράμματος

➤ ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ: LOMBARDINI CRD/100, RD290

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΤΙΜΗ	ΣΧΟΛΙΑ
ΔΩΣΕ α/α ΚΙΝΗΤΗΡΑ	2	Δίνουμε τιμή από 1 έως 5
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	106	Ολικό μήκος τροχαλίας
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ Φ	110	Δίνουμε τιμή μόνο όταν α/α = 3 ή α/α = 5 (NECK)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ Φ	244	Διάμετρος σφονδύλου(βολάν) κινητήρα(VOLAN_DIA)
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ	12	Μήκος πατήματος τροχαλίας στο σφόνδυλο(VOLAN_LEN)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ Φ	192	Διάμετρος πατούρας κεντραρίσματος(DIA_RUGG) α/α = 2 ή 5
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ	10	Μήκος πατούρας κεντραρίσματος(LEN_RUGG) α/α = 2 ή 5
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ	49	Παράμετρος HOLE_DIA
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	75	Παράμετρος HEAD_DIA για α/α = 2 ή 5
ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	10	Παράμετρος HEAD_LEN για α/α = 2 ή 5

ΦΑΣΗ 1:



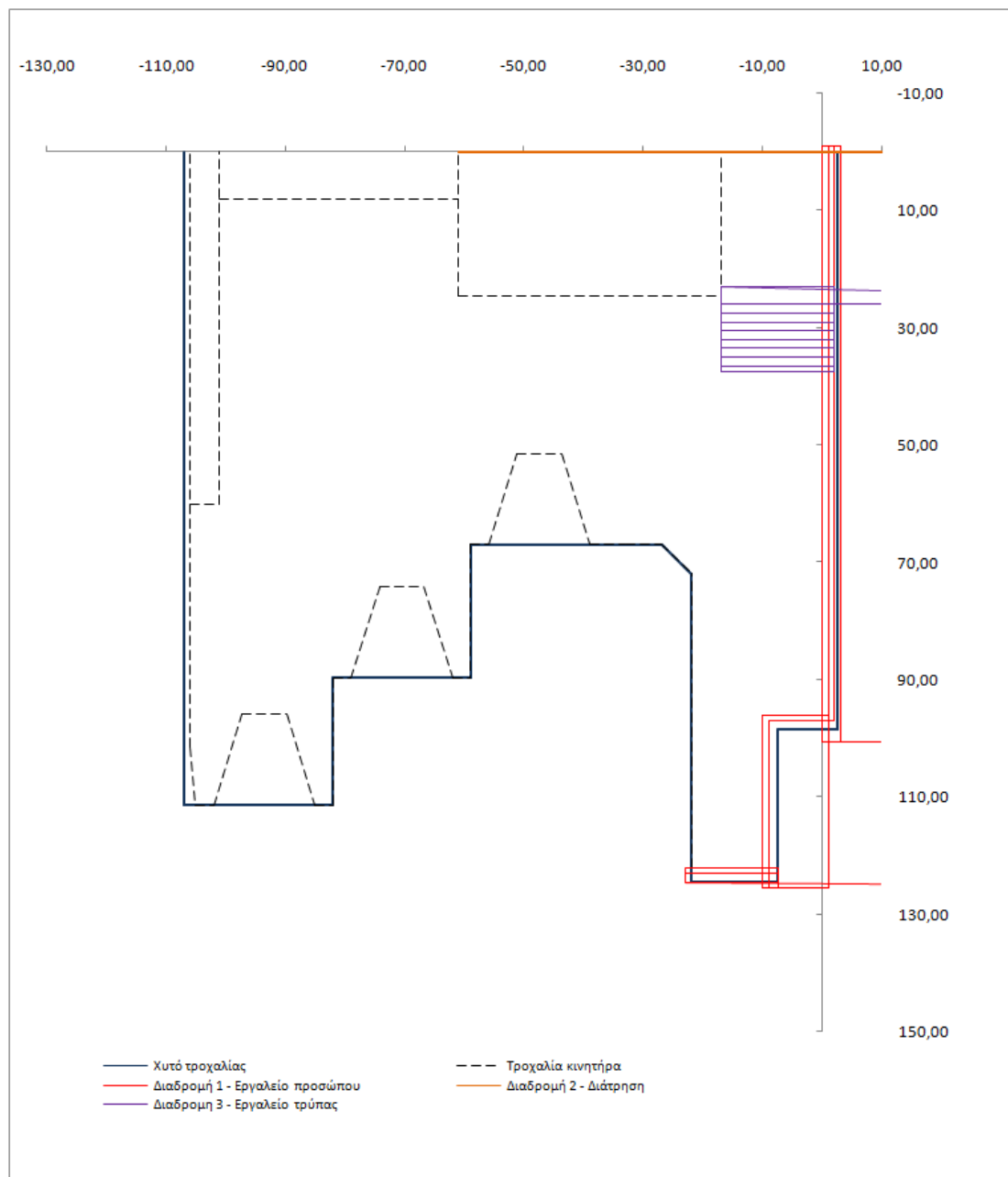
Σχήμα 4.41: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 2$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0001	G71					αριθμός προγράμματος 0001 - mm
N10	T01	G90			S 591	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόννευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 115,93	Z 1,00		Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N16	G01		X -1,00	Z 1,00	F 0,25	κοπή προσώπου

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ	
N18			Z	3,00			
N20	G00	X	112,43	Z	3,00	S 710	ορισμός στροφών ατράκτου
N22	G01	X	112,43	Z	-27,50	F 0,15	κοπή προφίλ N22 - N30
N24	G00	X	114,93	Z	-27,50		
N26				Z	3,00		
N28		X	111,43				
N30	G01	X	111,43	Z	-27,50		
N32	G00	X	113,43	Z	-27,50		ταχεία απομάκρυνση N32 - N34
N34				Z	100,00		
N36	M06 T02						αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εγκοπών)
N38	G00	X	113,43	Z	-28,00	S 464	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N40	G01	X	90,19	Z	-28,00	F 0,20	κοπή προφίλ N40 - N48
N42				Z	-51,00		
N44		X	67,42				
N46				Z	-73,50		
N48		X	71,42				
N50	G00	X	113,43	Z	-73,50	S 571	ορισμός στροφών ατράκτου
N52				Z	-27,00		
N54	G01	X	89,69	Z	-27,00	F 0,10	φινίρισμα προφίλ N54 - N72
N56				Z	-50,00		
N58		X	66,92				
N60				Z	-73,50		
N62		X	71,42				
N64		X	71,42				
N66				Z	-73,50		
N68		X	71,42				
N70				Z	-73,50		
N72		X	71,42				
N74	G00	X	113,43	Z	-73,50		ταχεία απομάκρυνση N74 - N76
N76				Z	100,00		
N78	G00	X	113,43	Z	-76,50	S 325	ταχεία προσέγγιση N78 - N82, ορισμός στροφών ατράκτου
N80		X	126,50				
N82				Z	-81,00		
N84	G01	X	72,42	Z	-81,00	F 0,20	κοπή προφίλ N84 - N94
N86		X	67,42	Z	-76,00		
N88	G00	X	126,50	Z	-76,00		
N90				Z	-81,00		
N92	G01	X	71,92	Z	-81,00	F 0,10	
N94		X	66,92	Z	-76,00		

HEIDENHAIN CONTROL					ΣΧΟΛΙΑ	
N96	G00	X	113,43	Z	-76,00	ταχεία απομάκρυνση N96 - N98
N98		Z	100,00			
N100	M30					τέλος προγράμματος, προετοιμασία για επανεκτέλεση

ΦΑΣΗ 2:

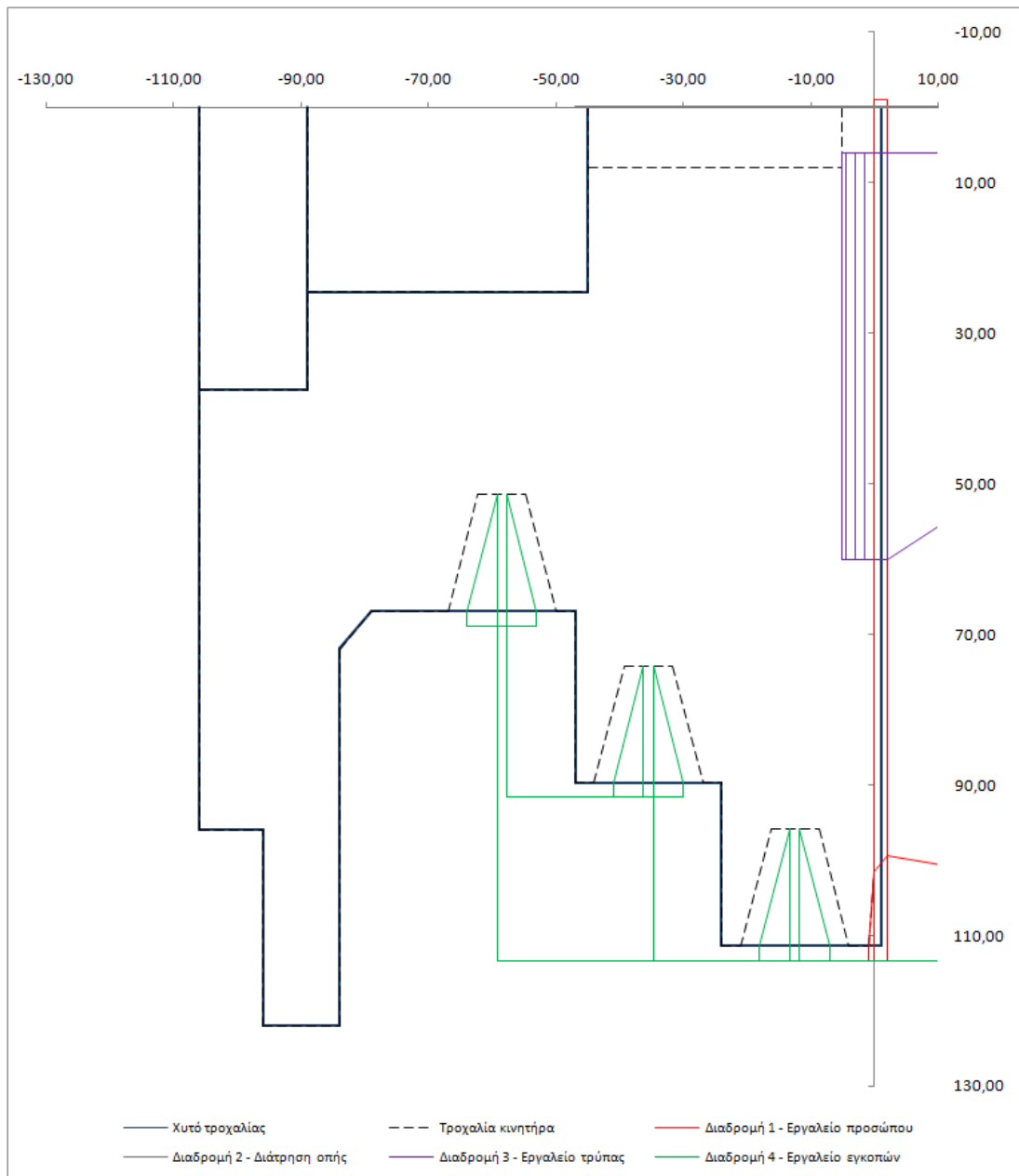


Σχήμα 4.42: Φάση 2, $\alpha/\alpha = 2$.

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ
%0002	G71									αριθμός προγράμματος 0002 - mm
N10	T01	G90							S 683	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόνρευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03									περιστροφή ατράκτου CW
N16	D00	Q01	P01	26,00						αρχική ακτίνα κεφαλής τρύπας R
N18	D00	Q02	P01	37,50						τελική ακτίνα κεφαλής τρύπας R _t
N20	D00	Q03	P01	-17,00						μήκος κεφαλής τρύπας
N22	D00	Q04	P01	13,00						διαφορά ακτίνων τρυπών
N24	D00	Q05	P01	1,50						βάθος κοπής e
N26	D00	Q06	P01	8,00						αριθμός πάσων με βάθος κοπής e
N28	D00	Q07	P01	1,00						υπόλοιπο
N30	D02	Q08	P01		Q02	P02	Q05			Q08 = R _t - e
N32	G00	G40		X 100,50		Z 1,00				Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N34	G01			X -1,00		Z 1,00	F 0,25			κοπή προσώπου, N18 - N20
N36						Z 3,00				
N38	G00			X 100,50		Z 3,00				
N40						Z 0,00	S 821			ορισμός στροφών ατράκτου
N42	G01			X -1,00		Z 0,00	F 0,15			φινίρισμα προσώπου, N26 - N28
N44						Z 2,00				
N46	G00			X 97,00		Z 2,00	S 541			ορισμός στροφών ατράκτου
N48	G01			X 97,00		Z -9,00	F 0,25			κοπή προφίλ, N32 - N34
N50				X 125,50						
N52	G00			X 125,50		Z 1,00				
N54				X 96,00			S 657			ορισμός στροφών ατράκτου
N56	G01			X 96,00		Z -10,00	F 0,15			φινίρισμα προφίλ, N40 - N42
N58				X 125,50						
N60	G00			X 125,50		Z -7,50				
N62				X 123,00			S 541			ορισμός στροφών ατράκτου
N64	G01			X 123,00		Z -23,00	F 0,25			κοπή προφίλ
N66	G00			X 124,50		Z -23,00				
N68						Z -7,50				
N70				X 122,00			S 657			ορισμός στροφών ατράκτου
N72	G01			X 122,00		Z -23,00	F 0,15			φινίρισμα προφίλ
N74	G00			X 124,50		Z -23,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N58 - N60
N76				X 125,50		Z 100,00				
N78	M06	T03								αλλαγή εργαλείου (εργαλείο διάτρησης)

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ	
N80	G00		X	0,00		Z	2,00	S	2014		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N82	G01		X	0,00		Z	-61,00	F	0,26		διάνοιξη οπής
N84						Z	2,00				επιστροφή με κανονική πρόωση
N86	G00		X	0,00		Z	100,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N88	M06	T04									αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εσωτερικής τόνρευσης)
N90	G98	L1									αρχή υπορουτίνας 1
N92	G90	G00	X	Q01		Z	2,00	S	1795		ταχεία κίνηση σε X, Z, ορισμός στροφών ατράκτου
N94	G01					Z	Q03	F	0,25		διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο
N96			X	23,00							απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N98	G00					Z	2,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N100	D01	Q01	P01	Q01	P02	Q05					$R = R + e$
N102	D12		P01	Q01	P02	Q08	P03	1			εάν $R < Q08$ επανάλαβε 1
N104	G00		X	Q02		Z	2,00	S	2156		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N106	G01					Z	Q03	F	0,15		τελευταίο πάσο
N108			X	23,00							απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N110	G00					Z	2,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N110 - N112
N112			X	26,00		Z	100,00				
N114	M30										τέλος προγράμματος

ΦΑΣΗ 3:



Σχήμα 4.43: Φάση 3, $\alpha/\alpha = 2$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0003	G71					αριθμός προγράμματος 0003 - mm
N10	T01	G90		S 508		κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τórνευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 113,43	Z 0,00		ταχεία προσέγγιση, ακύρωση αντιστάθμισης
N16	G01		X -1,00		F 0,15	κοπή προσώπου, N16 - N28

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ		
N18	G00		Z	2,00				
N20		X	113,43					
N22			Z	-1,00				
N24	G01	X	111,43					
N26		X	101,43	Z	0,00			
N28		X	99,43	Z	2,00			
N30	G00	X	113,43	Z	100,00	ταχεία απομάκρυνση		
N32	M06	T05				αλλαγή εργαλείου, εργαλείο διάτρησης		
N34	G00	X	0,00	Z	2,00	S 3979	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N36	G01			Z	-47,00	F 0,51	διάτρηση οπής, N36 - N38	
N38				Z	2,00			
N40	G00	X	0,00	Z	100,00		ταχεία απομάκρυνση	
N42	M06	T04					αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εσ. τόνρευσης	
N44	G00	X	6,00	Z	2,00	S 1122	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N46	G01			Z	-1,50	F 0,25	διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο, N46 - N50	
N48		X	60,00					
N50				Z	2,00			
N52	G00	X	6,00				ταχεία προσέγγιση	
N54	G01			Z	-3,00		δεύτερο πάσο, N54 - N58	
N56		X	60,00					
N58				Z	2,00			
N60	G00	X	6,00				ταχεία προσέγγιση	
N62	G01			Z	-4,50		τρίτο πάσο, N62 - 66	
N64		X	60,00					
N66				Z	2,00			
N68	G00	X	6,00			S 1348	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N70	G01			Z	-5,00	F 0,15	φινίρισμα οπής, N70 - N74	
N72		X	60,00					
N74				Z	2,00			
N76	G00			Z	100,00		ταχεία απομάκρυνση	
N78	M06	T02					αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εγκοπών	
N80	G00	X	113,43	Z	-11,74	S 571	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N82	G98	L1					ορισμός ταμπέλας No.1	
N84	G91	G01	X	-17,50	Z	0,00	F 0,10	σχετικές συντ/νες, διάνοιξη αυλακιού, N84 - N108
N86		X	17,50	Z	0,00			
N88		X	0,00	Z	-1,52			
N90		X	-17,50	Z	0,00			

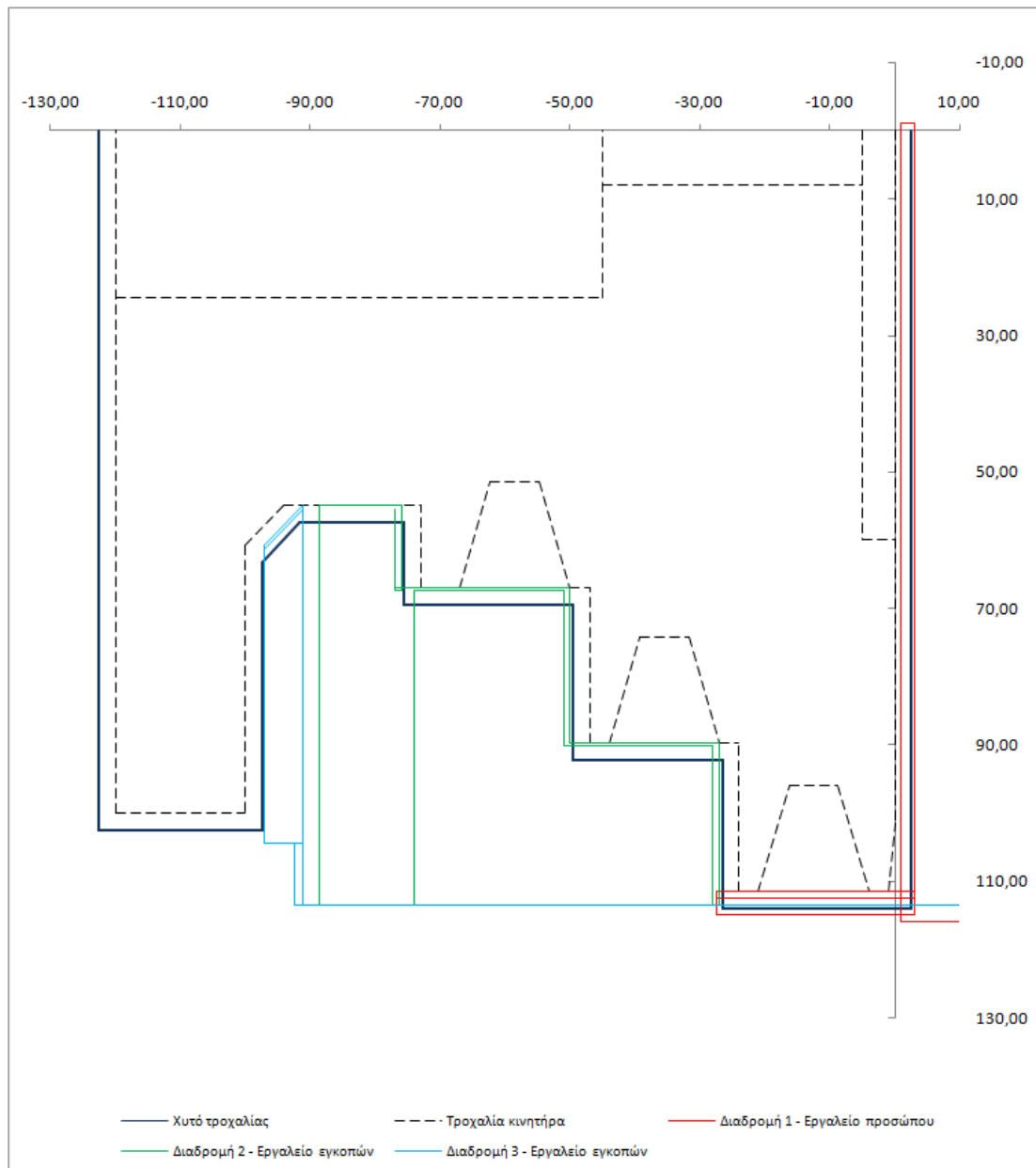
HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ		
N92			X	17,50		Z	0,00					
N94			X	0,00		Z	6,26					
N96			X	-2,00		Z	0,00					
N98			X	-15,50		Z	-4,74					
N100			X	17,50		Z	0,00					
N102			X	0,00		Z	-6,26					
N104			X	-2,00		Z	0,00					
N106			X	-15,50		Z	-4,74					
N108			X	17,50		Z	0,00					
N110	G98	L0								τέλος υπορουτίνας		
N112	G90	G00	X	113,43		Z	-34,74			απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 2ου αυλακίου		
N114			X	91,69								
N116	L1									κλήση υπορουτίνας		
N118	G90	G00	X	91,69		Z	-57,74			απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 3ου αυλακίου		
N120			X	68,92								
N122	L1									κλήση υπορουτίνας		
N124	G90	G00	X	113,43		Z	-59,26			απόλυτες συντ/νες, ταχεία απομάκρυνση, N124 - N126		
N126						Z	100,00					
N128	M06	T06								αλλαγή εργαλείου, σπειροτόμος		
N130	G00		X	0,00		Z	2,00	S	80	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου		
N132	G84	P01	2,00		P02	-50,00		P03	0	P04	2,54	κύκλος κατεργασίας σπειρώματος
N134	G00					Z	100,00				ταχεία απομάκρυνση	
N136	M30										τέλος προγράμματος	

➤ ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ: PANCAR 18/21HP

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΤΙΜΗ	ΣΧΟΛΙΑ
ΔΩΣΕ α/α ΚΙΝΗΤΗΡΑ	3	Δίνουμε τιμή από 1 έως 5
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	120	Ολικό μήκος τροχαλίας
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ Φ	110	Δίνουμε τιμή μόνο όταν α/α = 3 ή α/α = 5 (NECK)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ Φ	200	Διάμετρος σφονδύλου(βολάν) κινητήρα(VOLAN_DIA)
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ	20	Μήκος πατήματος τροχαλίας στο σφόνδυλο(VOLAN_LEN)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ Φ	100	Διάμετρος πατούρας κεντραρίσματος(DIA_RUGG) α/α = 2 ή 5
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ	10	Μήκος πατούρας κεντραρίσματος(LEN_RUGG) α/α = 2 ή 5
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ	49	Παράμετρος HOLE_DIA
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	75	Παράμετρος HEAD_DIA για α/α = 2 ή 5
ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	15	Παράμετρος HEAD_LEN για α/α = 2 ή 5

ΦΑΣΗ 1:



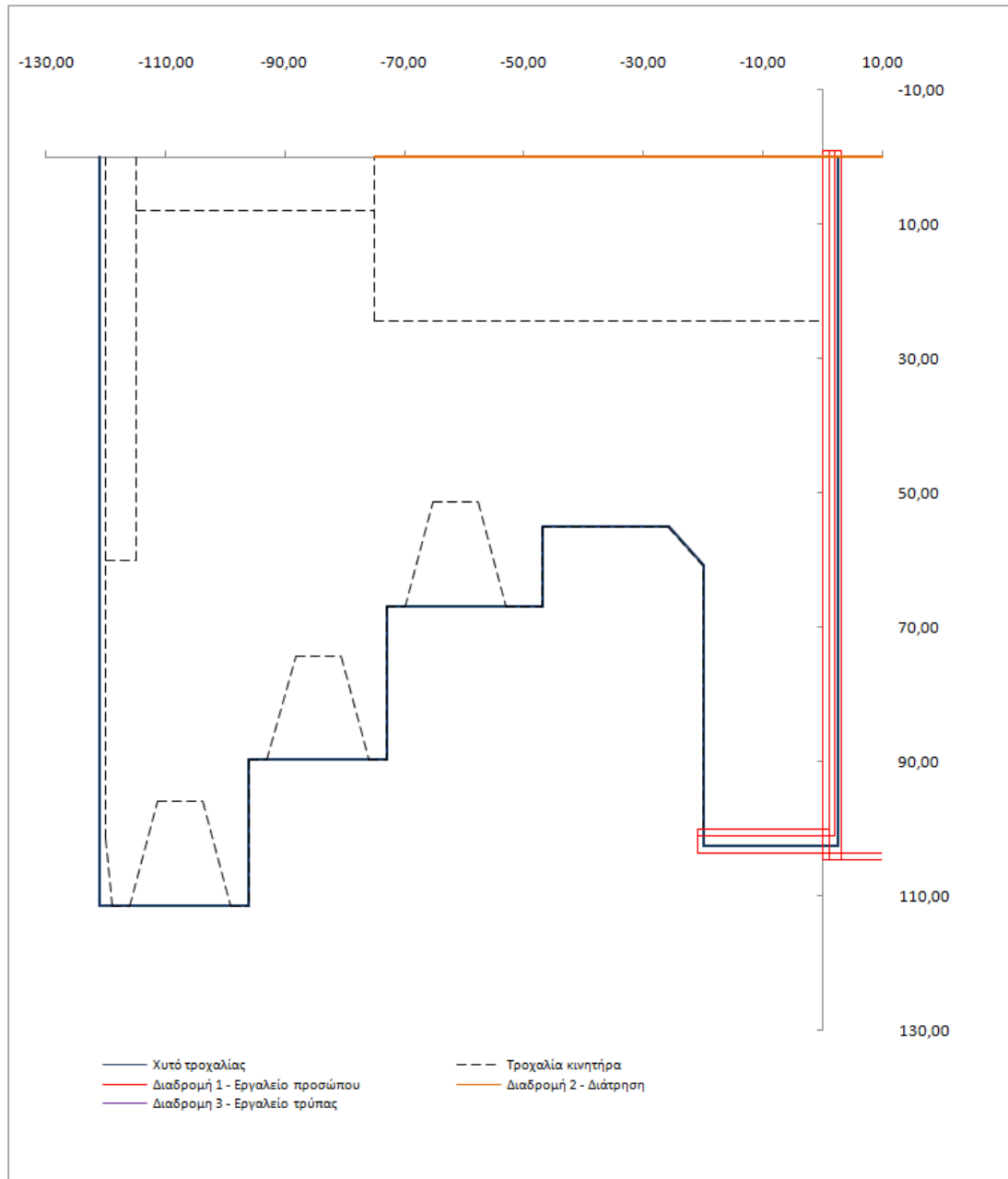
Σχήμα 4.44: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 3$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0001	G71					αριθμός προγράμματος 0001 - mm
N10	T01	G90		S 591		κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόννευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 115,93	Z 1,00		Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N16	G01		X -1,00	Z 1,00	F 0,25	κοπή προσώπου

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ	
N18			Z	3,00			
N20	G00	X	112,43	Z	3,00	S 710	ορισμός στροφών ατράκτου
N22	G01	X	112,43	Z	-27,50	F 0,15	κοπή προφίλ N22 - N30
N24	G00	X	114,93	Z	-27,50		
N26				Z	3,00		
N28		X	111,43				
N30	G01	X	111,43	Z	-27,50		
N32	G00	X	113,43	Z	-27,50		ταχεία απομάκρυνση N32 - N34
N34				Z	100,00		
N36	M06 T02						αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εγκοπών)
N38	G00	X	113,43	Z	-28,00	S 464	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N40	G01	X	90,19	Z	-28,00	F 0,20	κοπή προφίλ N40 - N48
N42				Z	-51,00		
N44		X	67,42				
N46				Z	-74,00		
N48		X	67,42				
N50	G00	X	113,43	Z	-74,00	S 571	ορισμός στροφών ατράκτου
N52				Z	-27,00		
N54	G01	X	89,69	Z	-27,00	F 0,10	φινίρισμα προφίλ N54 - N72
N56				Z	-50,00		
N58		X	66,92				
N60				Z	-77,00		
N62		X	55,50				
N64		X	67,42				
N66				Z	-76,00		
N68		X	55,00				
N70				Z	-88,70		
N72		X	58,00				
N74	G00	X	113,43	Z	-88,70		ταχεία απομάκρυνση N74 - N76
N76				Z	100,00		
N78	G00	X	113,43	Z	-92,50	S 325	ταχεία προσέγγιση N78 - N82, ορισμός στροφών ατράκτου
N80		X	104,50				
N82				Z	-97,00		
N84	G01	X	61,30	Z	-97,00	F 0,20	κοπή προφίλ N84 - N94
N86		X	55,50	Z	-91,20		
N88	G00	X	104,50	Z	-91,20		
N90				Z	-97,00		
N92	G01	X	60,80	Z	-97,00	F 0,10	
N94		X	55,00	Z	-91,20		
N96	G00	X	113,43	Z	-91,20		ταχεία απομάκρυνση N96 - N98
N98				Z	100,00		

HEIDENHAIN CONTROL		ΣΧΟΛΙΑ
N100	M30	τέλος προγράμματος, προετοιμασία για επανεκτέλεση

ΦΑΣΗ 2:

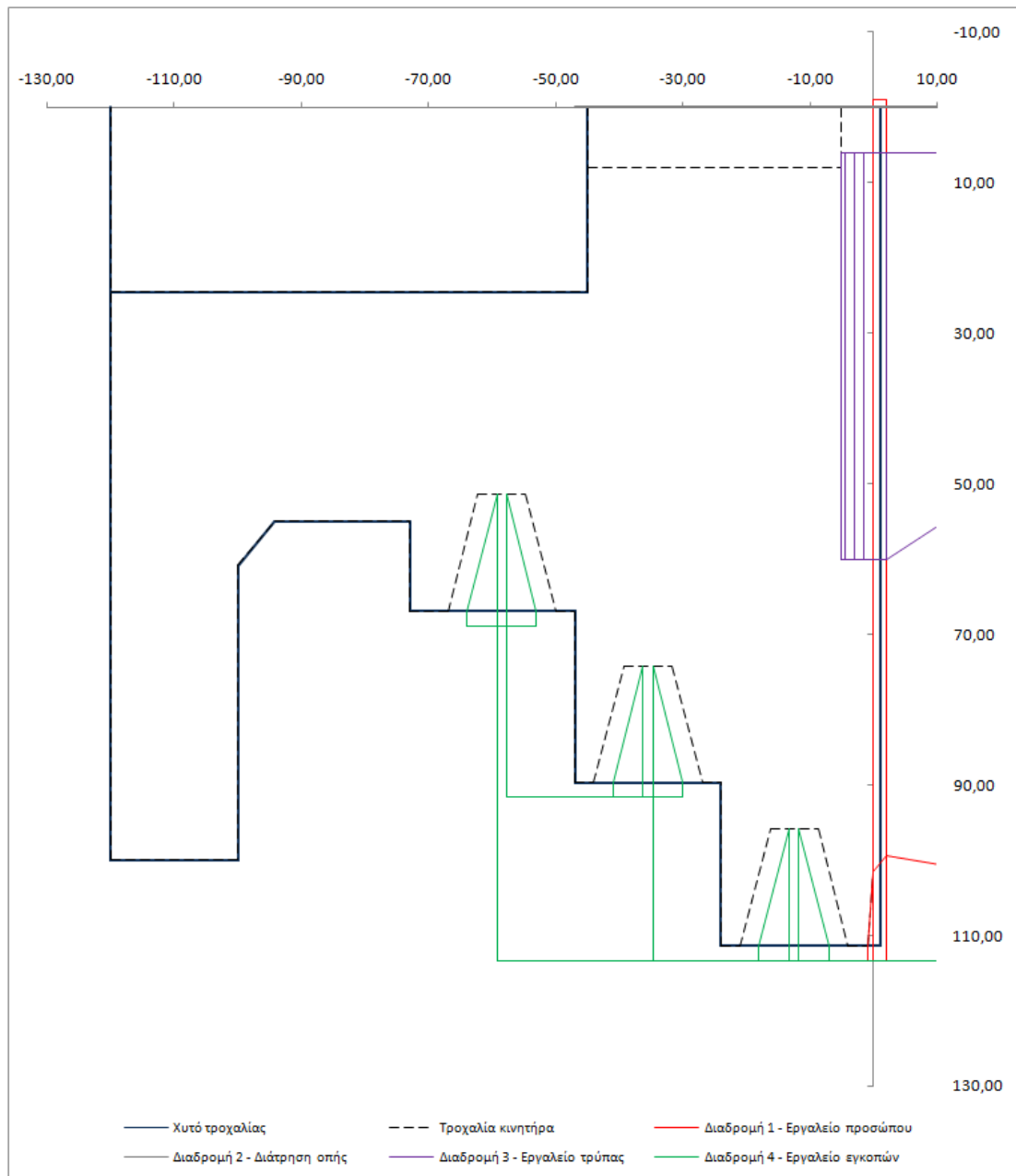


Σχήμα 4.45: Φάση 2, $\alpha/\alpha = 3$.

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ	
%0002	G71									αριθμός προγράμματος 0002 - mm	
N10	T01	G90						S	657	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόννευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου	
N12	M03									περιστροφή ατράκτου CW	
N16	D00	Q01	P01	26,00						αρχική ακτίνα κεφαλής τρύπας R	
N18	D00	Q02	P01	24,50						τελική ακτίνα κεφαλής τρύπας R _t	
N20	D00	Q03	P01	100,00						μήκος κεφαλής τρύπας	
N22	D00	Q04	P01	0,00						διαφορά ακτίνων τρυπών	
N24	D00	Q05	P01	1,50						βάθος κοπής e	
N26	D00	Q06	P01	0,00						αριθμός πάσων με βάθος κοπής e	
N28	D00	Q07	P01	0,00						υπόλοιπο	
N30	D02	Q08	P01	Q02		P02	Q05			Q08 = R _t - e	
N32	G00	G40		X	104,50		Z	1,00		Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση	
N34	G01			X	-1,00		Z	1,00	F	0,25	κοπή προσώπου, N18 - N20
N36							Z	3,00			
N38	G00			X	104,50		Z	3,00			
N40							Z	0,00	S	789	ορισμός στροφών ατράκτου
N42	G01			X	-1,00		Z	0,00	F	0,15	φινίρισμα προσώπου, N26 - N28
N44							Z	2,00			
N46	G00			X	101,00		Z	2,00	S	657	ορισμός στροφών ατράκτου
N48	G01			X	101,00		Z	-21,00	F	0,25	κοπή προφίλ, N32 - N34
N50				X	103,50						
N52	G00			X	103,50		Z	1,00			
N54				X	100,00				S	801	ορισμός στροφών ατράκτου
N56	G01			X	100,00		Z	-21,00	F	0,15	φινίρισμα προφίλ, N40 - N42
N58				X	103,50						
N60	G00			X	103,50		Z	100,00			
N62				X	103,50				S	657	ορισμός στροφών ατράκτου
N64	G01			X	103,50		Z	100,00	F	0,25	κοπή προφίλ
N66	G00			X	103,50		Z	100,00			
N68							Z	100,00			
N70				X	103,50				S	801	ορισμός στροφών ατράκτου
N72	G01			X	103,50		Z	100,00	F	0,15	φινίρισμα προφίλ
N74	G00			X	103,50		Z	100,00			απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N58 - N60
N76				X	103,50		Z	100,00			
N78	M06	T03									αλλαγή εργαλείου (εργαλείο διάτρησης)
N80	G00			X	0,00		Z	2,00	S	2014	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N82	G01			X	0,00		Z	-75,00	F	0,26	διάνοιξη οπής
N84							Z	2,00			επιστροφή με κανονική πρόωση

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ	
N86	G00		X	0,00		Z	100,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N88	M06	T04									αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εσωτερικής τόννευσης)
N90	G98	L1									αρχή υπορουτίνας 1
N92	G90	G00	X	Q01		Z	100,00	S	2748		ταχεία κίνηση σε X, Z, ορισμός στροφών ατράκτου
N94	G01					Z	Q03	F	0,25		διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο
N96			X	26,00							απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N98	G00					Z	100,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N100	D01	Q01	P01	Q01	P02	Q05					$R = R + e$
N102	D12		P01	Q01	P02	Q08	P03	1			εάν $R < Q08$ επανάλαβε 1
N104	G00		X	Q02		Z	100,00	S	3300		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N106	G01					Z	Q03	F	0,15		τελευταίο πάσο
N108			X	26,00							απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N110	G00					Z	100,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N110 - N112
N112			X	26,00		Z	100,00				
N114	M30										τέλος προγράμματος

ΦΑΣΗ 3:



Σχήμα 4.46: Φάση 3, α/α = 3.

HEIDENHAIN CONTROL		ΣΧΟΛΙΑ
%0003	G71	αριθμός προγράμματος 0003 - mm
N10	T01 G90	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόνρευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03	περιστροφή ατράκτου CW

HEIDENHAIN CONTROL							ΣΧΟΛΙΑ		
N14	G00	G40	X	113,43	Z	0,00	ταχεία προσέγγιση, ακύρωση αντιστάθμισης		
N16	G01		X	-1,00		F	0,15	κοπή προσώπου, N16 - N28	
N18	G00				Z	2,00			
N20			X	113,43					
N22					Z	-1,00			
N24	G01		X	111,43					
N26			X	101,43	Z	0,00			
N28			X	99,43	Z	2,00			
N30	G00		X	113,43	Z	100,00	ταχεία απομάκρυνση		
N32	M06	T05					αλλαγή εργαλείου, εργαλείο διάτρησης		
N34	G00		X	0,00	Z	2,00	S	3979	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N36	G01				Z	-47,00	F	0,51	διάτρηση οπής, N36 - N38
N38					Z	2,00			
N40	G00		X	0,00	Z	100,00			ταχεία απομάκρυνση
N42	M06	T04							αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εσ. τórνευσης
N44	G00		X	6,00	Z	2,00	S	1122	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N46	G01				Z	-1,50	F	0,25	διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο, N46 - N50
N48			X	60,00					
N50					Z	2,00			
N52	G00		X	6,00					ταχεία προσέγγιση
N54	G01				Z	-3,00			δεύτερο πάσο, N54 - N58
N56			X	60,00					
N58					Z	2,00			
N60	G00		X	6,00					ταχεία προσέγγιση
N62	G01				Z	-4,50			τρίτο πάσο, N62 - 66
N64			X	60,00					
N66					Z	2,00			
N68	G00		X	6,00			S	1348	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N70	G01				Z	-5,00	F	0,15	φινίρισμα οπής, N70 - N74
N72			X	60,00					
N74					Z	2,00			
N76	G00				Z	100,00			ταχεία απομάκρυνση
N78	M06	T02							αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εγκοπών
N80	G00		X	113,43	Z	-11,74	S	571	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου

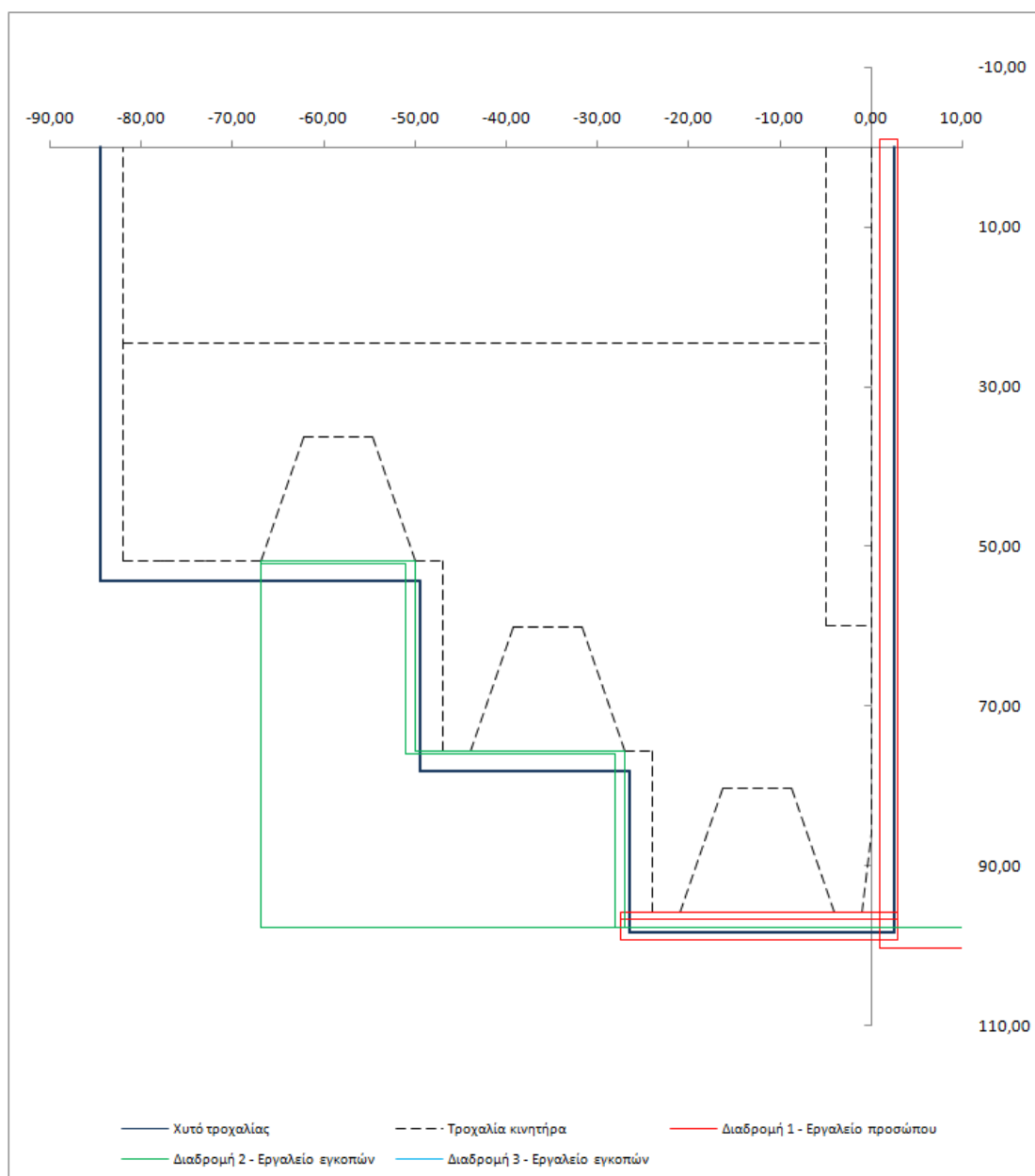
HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ
N82	G98	L1								ορισμός ταμπέλας No.1
N84	G91	G01	X	-17,50	Z	0,00	F	0,10		σχετικές συντ/νες, διάνοιξη αυλακιού, N84 - N108
N86			X	17,50	Z	0,00				
N88			X	0,00	Z	-1,52				
N90			X	-17,50	Z	0,00				
N92			X	17,50	Z	0,00				
N94			X	0,00	Z	6,26				
N96			X	-2,00	Z	0,00				
N98			X	-15,50	Z	-4,74				
N100			X	17,50	Z	0,00				
N102			X	0,00	Z	-6,26				
N104			X	-2,00	Z	0,00				
N106			X	-15,50	Z	-4,74				
N108			X	17,50	Z	0,00				
N110	G98	L0								τέλος υπορουτίνας
N112	G90	G00	X	113,43	Z	-34,74				απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 2ου αυλακιού
N114			X	91,69						
N116	L1									κλήση υπορουτίνας
N118	G90	G00	X	91,69	Z	-57,74				απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 3ου αυλακιού
N120			X	68,92						
N122	L1									κλήση υπορουτίνας
N124	G90	G00	X	113,43	Z	-59,26				απόλυτες συντ/νες, ταχεία απομάκρυνση, N124 - N126
N126					Z	100,00				
N128	M06	T06								αλλαγή εργαλείου, σπειροτόμος
N130	G00		X	0,00	Z	2,00	S	80		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N132	G84	P01	2,00	P02	-50,00	P03	0	P04	2,54	κύκλος κατεργασίας σπειρώματος
N134	G00				Z	100,00				ταχεία απομάκρυνση
N136	M30									τέλος προγράμματος

➤ ΤΥΠΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ 16ΗΡ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑΣ ΤΡΟΧΑΛΙΑΣ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	ΤΙΜΗ	ΣΧΟΛΙΑ
ΔΩΣΕ α/α ΚΙΝΗΤΗΡΑ	4	Δίνουμε τιμή από 1 έως 5
ΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ	82	Ολικό μήκος τροχαλίας
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΛΑΙΜΟΥ Φ	110	Δίνουμε τιμή μόνο όταν $\alpha/\alpha = 3$ ή $\alpha/\alpha = 5$ (NECK)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ Φ	200	Διάμετρος σφονδύλου(βολάν) κινητήρα(VOLAN_DIA)
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΗΜΑΤΟΣ	20	Μήκος πατήματος τροχαλίας στο σφόνδυλο(VOLAN_LEN)
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ Φ	100	Διάμετρος πατούρας κεντραρίσματος(DIA_RUGG) $\alpha/\alpha = 2$ ή 5
ΜΗΚΟΣ ΠΑΤΟΥΡΑΣ	10	Μήκος πατούρας κεντραρίσματος(LEN_RUGG) $\alpha/\alpha = 2$ ή 5
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΤΡΥΠΑΣ	49	Παράμετρος HOLE_DIA
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	75	Παράμετρος HEAD_DIA για $\alpha/\alpha = 2$ ή 5
ΜΗΚΟΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΤΡΥΠΑΣ	15	Παράμετρος HEAD_LEN για $\alpha/\alpha = 2$ ή 5

ΦΑΣΗ 1:



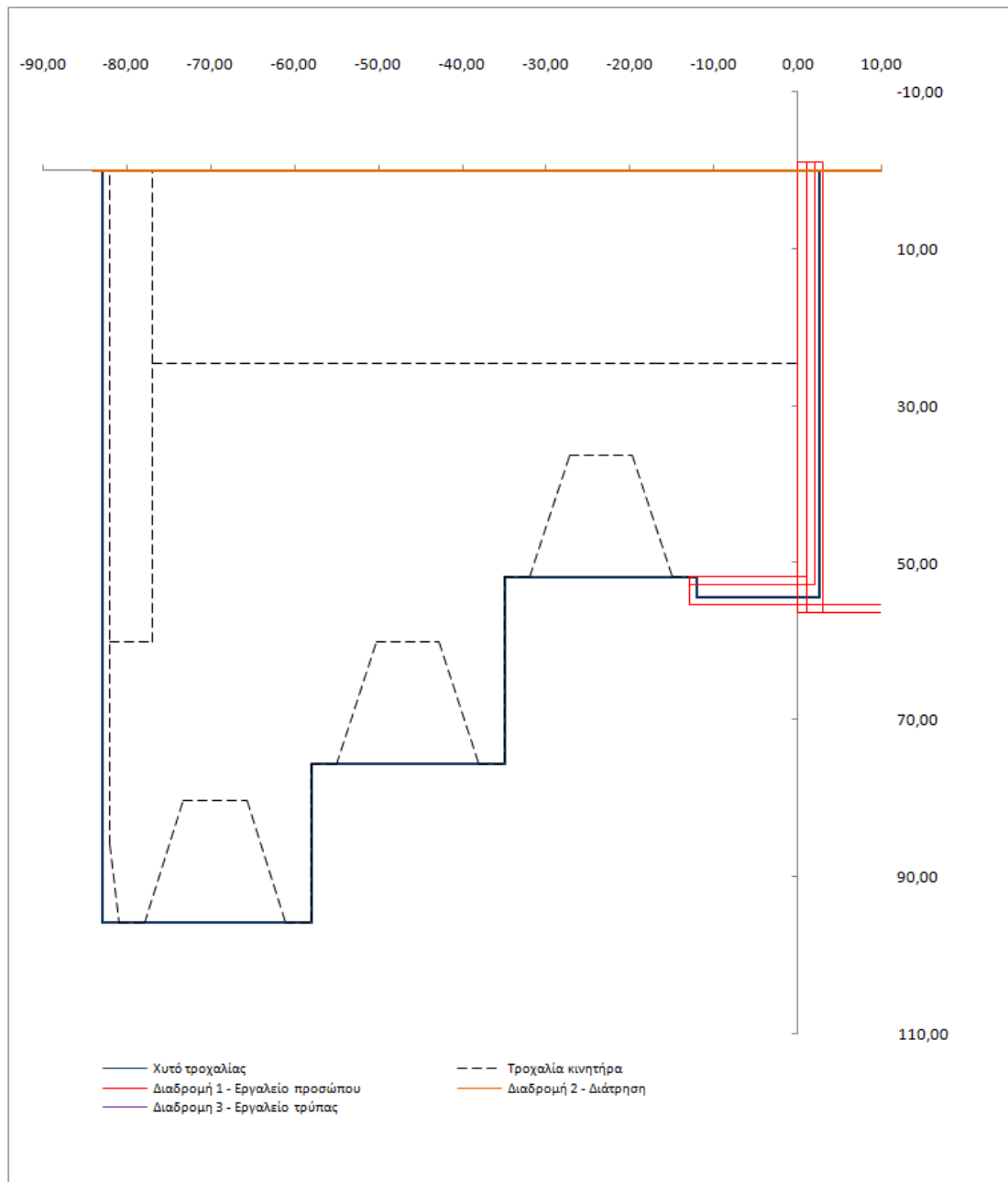
Σχήμα 4.47: Φάση 1, $\alpha/\alpha = 4$.

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ
%0001	G71					αριθμός προγράμματος 0001 - mm
N10	T01	G90		S 685		κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τórνευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03					περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00	G40	X 100,28	Z 1,00		Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N16	G01		X -1,00	Z 1,00	F 0,25	κοπή προσώπου

HEIDENHAIN CONTROL					ΣΧΟΛΙΑ
N18			Z 3,00		
N20	G00	X 96,78	Z 3,00	S 823	ορισμός στροφών ατράκτου
N22	G01	X 96,78	Z -27,50	F 0,15	κοπή προφίλ N22 - N30
N24	G00	X 99,28	Z -27,50		
N26			Z 3,00		
N28		X 95,78			
N30	G01	X 95,78	Z -27,50		
N32	G00	X 97,78	Z -27,50		ταχεία απομάκρυνση N32 - N34
N34			Z 100,00		
N36	M06 T02				αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εγκοπών)
N38	G00	X 97,78	Z -28,00	S 540	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N40	G01	X 76,07	Z -28,00	F 0,20	κοπή προφίλ N40 - N48
N42			Z -51,00		
N44		X 52,27			
N46			Z -67,00		
N48		X 56,27			
N50	G00	X 97,78	Z -67,00	S 665	ορισμός στροφών ατράκτου
N52			Z -27,00		
N54	G01	X 75,57	Z -27,00	F 0,10	φινίρισμα προφίλ N54 - N72
N56			Z -50,00		
N58		X 51,77			
N60			Z -67,00		
N62		X 56,27			
N64		X 56,27			
N66			Z -67,00		
N68		X 56,27			
N70			Z -67,00		
N72		X 56,27			
N74	G00	X 97,78	Z -67,00		ταχεία απομάκρυνση N74 - N76
N76			Z 100,00		
N78	G00	X 97,78	Z 100,00	S 325	ταχεία προσέγγιση N78 - N82, ορισμός στροφών ατράκτου
N80		X 97,78			
N82			Z 100,00		
N84	G01	X 97,78	Z 100,00	F 0,20	κοπή προφίλ N84 - N94
N86		X 97,78	Z 100,00		
N88	G00	X 97,78	Z 100,00		
N90			Z 100,00		
N92	G01	X 97,78	Z 100,00	F 0,10	
N94		X 97,78	Z 100,00		
N96	G00	X 97,78	Z 100,00		ταχεία απομάκρυνση N96 - N98
N98			Z 100,00		

HEIDENHAIN CONTROL		ΣΧΟΛΙΑ
N100	M30	τέλος προγράμματος, προετοιμασία για επανεκτέλεση

ΦΑΣΗ 2:

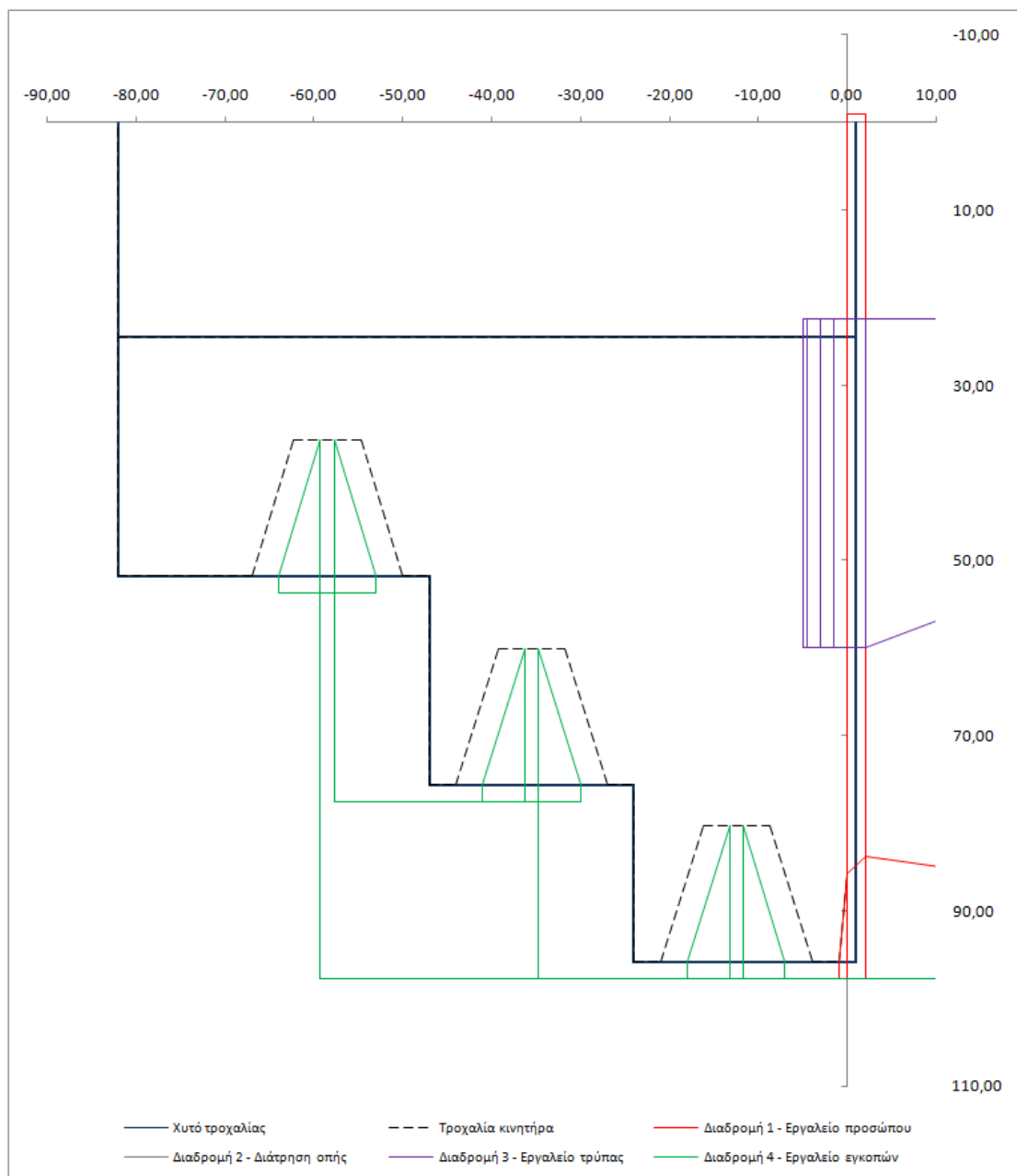


Σχήμα 4.48: Φάση 2, $\alpha/\alpha = 4$.

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ
%0002	G71									αριθμός προγράμματος 0002 - mm
N10	T01	G90							S 1136	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τórνευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03									περιστροφή ατράκτου CW
N16	D00	Q01	P01	26,00						αρχική ακτίνα κεφαλής τρύπας R
N18	D00	Q02	P01	24,50						τελική ακτίνα κεφαλής τρύπας R _t
N20	D00	Q03	P01	100,00						μήκος κεφαλής τρύπας
N22	D00	Q04	P01	0,00						διαφορά ακτίνων τρυπών
N24	D00	Q05	P01	1,50						βάθος κοπής e
N26	D00	Q06	P01	0,00						αριθμός πάσων με βάθος κοπής e
N28	D00	Q07	P01	0,00						υπόλοιπο
N30	D02	Q08	P01	Q02		P02	Q05			Q08 = R _t - e
N32	G00	G40		X 56,27		Z 1,00				Ακύρωση αντιστάθμισης, ταχεία προσέγγιση
N34	G01			X -1,00		Z 1,00		F 0,25		κοπή προσώπου, N18 - N20
N36						Z 3,00				
N38	G00			X 56,27		Z 3,00				
N40						Z 0,00		S 1364		ορισμός στροφών ατράκτου
N42	G01			X -1,00		Z 0,00		F 0,15		φινίρισμα προσώπου, N26 - N28
N44						Z 2,00				
N46	G00			X 52,77		Z 2,00		S 1136		ορισμός στροφών ατράκτου
N48	G01			X 52,77		Z -13,00		F 0,25		κοπή προφίλ, N32 - N34
N50				X 55,27						
N52	G00			X 55,27		Z 1,00				
N54				X 51,77				S 1399		ορισμός στροφών ατράκτου
N56	G01			X 51,77		Z -13,00		F 0,15		φινίρισμα προφίλ, N40 - N42
N58				X 55,27						
N60	G00			X 55,27		Z 100,00				
N62				X 55,27				S 1136		ορισμός στροφών ατράκτου
N64	G01			X 55,27		Z 100,00		F 0,25		κοπή προφίλ
N66	G00			X 55,27		Z 100,00				
N68						Z 100,00				
N70				X 55,27				S 1399		ορισμός στροφών ατράκτου
N72	G01			X 55,27		Z 100,00		F 0,15		φινίρισμα προφίλ
N74	G00			X 55,27		Z 100,00				απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N58 - N60
N76				X 55,27		Z 100,00				
N78	M06	T03								αλλαγή εργαλείου (εργαλείο διάτρησης)
N80	G00			X 0,00		Z 2,00		S 2014		ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N82	G01			X 0,00		Z -84,00		F 0,26		διάνοιξη οπής
N84						Z 2,00				επιστροφή με κανονική πρόωση

HEIDENHAIN CONTROL								ΣΧΟΛΙΑ
N86	G00		X	0,00	Z	100,00		απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N88	M06	T04						αλλαγή εργαλείου (εργαλείο εσωτερικής τόννευσης)
N90	G98	L1						αρχή υπορουτίνας 1
N92	G90	G00	X	Q01	Z	100,00	S 2748	ταχεία κίνηση σε X, Z, ορισμός στροφών ατράκτου
N94	G01				Z	Q03	F 0,25	διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο
N96			X	26,00				απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N98	G00				Z	100,00		απομάκρυνση με ταχεία πρόωση
N100	D01	Q01	P01	Q01	P02	Q05		$R = R + e$
N102	D12		P01	Q01	P02	Q08	P03 1	εάν $R < Q08$ επανάλαβε 1
N104	G00		X	Q02	Z	100,00	S 3300	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N106	G01				Z	Q03	F 0,15	τελευταίο πάσο
N108			X	26,00				απομάκρυνση με κανονική πρόωση
N110	G00				Z	100,00		απομάκρυνση με ταχεία πρόωση, N110 - N112
N112			X	26,00	Z	100,00		
N114	M30							τέλος προγράμματος

ΦΑΣΗ 3:



Σχήμα 4.49: Φάση 3, $\alpha/\alpha = 4$.

HEIDENHAIN CONTROL		ΣΧΟΛΙΑ
%0003	G71	αριθμός προγράμματος 0003 - mm
N10	T01 G90	κλήση εργαλείου (εργαλείο εξ. τόννευσης), απόλυτες συντ/νες, ορισμός στροφών ατράκτου
N12	M03	περιστροφή ατράκτου CW
N14	G00 G40	ταχεία προσέγγιση, ακύρωση αντιστάθμισης
	X 97,78	Z 0,00

HEIDENHAIN CONTROL						ΣΧΟΛΙΑ		
N16	G01	X	-1,00		F	0,15	κοπή προσώπου, N16 - N28	
N18	G00			Z		2,00		
N20		X	97,78					
N22				Z		-1,00		
N24	G01	X	95,78					
N26		X	85,78	Z		0,00		
N28		X	83,78	Z		2,00		
N30	G00	X	97,78	Z		100,00	ταχεία απομάκρυνση	
N32	M06	T05					αλλαγή εργαλείου, εργαλείο διάτρησης	
N34	G00	X	0,00	Z	100,00	S 3979	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N36	G01			Z	100,00	F 0,51	διάτρηση οπής, N36 - N38	
N38				Z	100,00			
N40	G00	X	0,00	Z	100,00		ταχεία απομάκρυνση	
N42	M06	T04					αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εσ. τόννευσης	
N44	G00	X	22,50	Z	2,00	S 1122	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N46	G01			Z	-1,50	F 0,25	διάνοιξη οπής, πρώτο πάσο, N46 - N50	
N48		X	60,00					
N50				Z	2,00			
N52	G00	X	22,50				ταχεία προσέγγιση	
N54	G01			Z	-3,00		δεύτερο πάσο, N54 - N58	
N56		X	60,00					
N58				Z	2,00			
N60	G00	X	22,50				ταχεία προσέγγιση	
N62	G01			Z	-4,50		τρίτο πάσο, N62 - 66	
N64		X	60,00					
N66				Z	2,00			
N68	G00	X	22,50			S 1348	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N70	G01			Z	-5,00	F 0,15	φινίρισμα οπής, N70 - N74	
N72		X	60,00					
N74				Z	2,00			
N76	G00			Z	100,00		ταχεία απομάκρυνση	
N78	M06	T02					αλλαγή εργαλείου, εργαλείο εγκοπών	
N80	G00	X	97,78	Z	-11,74	S 665	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου	
N82	G98	L1					ορισμός ταμπέλας No.1	
N84	G91	G01	X	-17,50	Z	0,00	F 0,10	σχετικές συντ/νες, διάνοιξη αυλακιού, N84 - N108
N86		X	17,50	Z	0,00			

HEIDENHAIN CONTROL										ΣΧΟΛΙΑ
N88			X	0,00		Z	-1,52			
N90			X	-17,50		Z	0,00			
N92			X	17,50		Z	0,00			
N94			X	0,00		Z	6,26			
N96			X	-2,00		Z	0,00			
N98			X	-15,50		Z	-4,74			
N100			X	17,50		Z	0,00			
N102			X	0,00		Z	-6,26			
N104			X	-2,00		Z	0,00			
N106			X	-15,50		Z	-4,74			
N108			X	17,50		Z	0,00			
N110	G98	L0								τέλος υπορουτίνας
N112	G90	G00	X	97,78		Z	-34,74			απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 2ου αυλακιού
N114			X	77,57						
N116	L1									κλήση υπορουτίνας
N118	G90	G00	X	77,57		Z	-57,74			απόλυτες συντ/νες, ταχεία προσέγγιση για τη διάνοιξη του 3ου αυλακιού
N120			X	53,77						
N122	L1									κλήση υπορουτίνας
N124	G90	G00	X	97,78		Z	-59,26			απόλυτες συντ/νες, ταχεία απομάκρυνση, N124 - N126
N126						Z	100,00			
N128	M06	T06								αλλαγή εργαλείου, σπειροτόμος
N130	G00		X	0,00		Z	100,00	S	80	ταχεία προσέγγιση, ορισμός στροφών ατράκτου
N132	G84	P01	100,00	P02	100,00	P03	0	P04	2,54	κύκλος κατεργασίας σπειρώματος
N134	G00					Z	100,00			ταχεία απομάκρυνση
N136	M30									τέλος προγράμματος

4.8. Ανακεφαλαίωση.

Στο παρόν κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η παραμετρική μοντελοποίηση της κινητήριας τροχαλίας και δημιουργήθηκε ένα παραμετρικό πρόγραμμα CNC για την κατεργασία της τροχαλίας σε κέντρο τόνρευσης.

Αρχικά υπολογίσθηκε η διάμετρος d_k των τριών βαθμίδων της τροχαλίας με κριτήρια την απόσταση των κέντρων κινητήριας – κινούμενης τροχαλίας, το μήκος του μάντα, τις στροφές του κινητήρα και τις επιθυμητές στροφές του άξονα των εκκέντρων της αντλίας. Βάσει των παραπάνω επιλέχθηκε η βαθμίδα αναφοράς για την κατασκευή της τροχαλίας και στη συνέχεια η τελευταία σχεδιάστηκε σε περιβάλλον Autodesk Inventor. Η παραμετρική μοντελοποίηση της τροχαλίας ολοκληρώθηκε με την εισαγωγή παραμέτρων – διαστάσεων οι τιμές των οποίων εισάγονται μέσω του φύλλου εργασίας Excel **«ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΡΟΧΑΛΙΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ»**. Το Autodesk inventor λαμβάνει τις τιμές των παραμέτρων μέσω του φύλλου εργασίας **«INVENTOR PARAMETERS»**. Τέλος με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας **"ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ"**, **"ΦΑΣΗ 1"**, **"ΦΑΣΗ 2"** και **"ΦΑΣΗ 3"** κατασκευάστηκε το παραμετρικό πρόγραμμα CNC σε σύστημα ελέγχου Heidenhain για κέντρο τόνρευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω μελέτη προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

1. Η συμβολή των εργαλειομηχανών CNC στην παράλληλη ανάπτυξη μηχανολογικών προϊόντων είναι πολύ υψηλή. Τα 3 πιο σημαντικά κριτήρια, για την ανάπτυξη ενός μηχανολογικού προϊόντος, που εξετάζει ο μηχανικός είναι (α) το κόστος της κατασκευής (β) ο χρόνος της κατασκευής και (γ) η ποιότητα της κατασκευής. Ο συνδυασμός των 3 κριτηρίων περιγράφεται από την επόμενη πρόταση: «Διατηρώντας την ποιότητα κατασκευής σταθερή ή σχεδόν σταθερή, λαμβάνουμε ως βέλτιστη λύση για την κατασκευή-ανάπτυξη ενός προϊόντος τον ελάχιστο συνδυασμό κόστους - χρόνου κατασκευής». Το παράδειγμα του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ της παρούσας μελέτης, με την αναλυτική περιγραφή του συστήματος παραγωγής πριν και μετά τη χρήση των εργαλειομηχανών CNC έδειξε ότι η χρήση των τελευταίων μείωσε σημαντικά τα 2 κριτήρια -κόστος και χρόνο κατασκευής-, διατηρώντας αναλλοίωτη την ποιότητα κατασκευής και αυξάνοντας σημαντικά την παραγωγή.
2. Η κωδικοποίηση ενός μηχανολογικού προϊόντος συντελεί στην αύξηση της παραγωγής του. Η κωδικοποίηση αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο ελέγχου στην παράλληλη ανάπτυξη μηχανολογικών προϊόντων. Στην παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε αρχικά διαχωρισμός των εξαρτημάτων του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ βάσει των κατεργασιών και βάσει των εργαλειομηχανών. Στη συνέχεια κάθε εξάρτημα «απέκτησε» έναν μοναδικό κωδικό στον οποίο περιγράφεται η κατασκευή του. Αυτός ο κωδικός εμφανίζει δύο υψηλής σημασίας πλεονεκτήματα: την πλήρη ταξινόμηση και τον πλήρη έλεγχο των εξαρτημάτων με το πάτημα ενός πλήκτρου.
3. Όπως είδαμε κάποια εξαρτήματα του ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ χρειάζονται αλλαγή στις διαστάσεις τους, στη μορφή τους γενικότερα, ώστε να προσαρμόζονται στις εκάστοτε απαιτήσεις του κατασκευαστή και κατ' επέκταση του αγοραστή. Αυτά τα εξαρτήματα δημιουργούν «οικογένειες» των οποίων τα «μέλη» έχουν ως μοναδικό κοινό γνώρισμα την ονομασία. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε αναλυτικά η «οικογένεια» με ονομασία 'κινητήρια τροχαλία'. Εφόσον το ΠΡΟΪΟΝ παρέχει τη δυνατότητα εφαρμογής διαφορετικού τύπου κινητήρα, είναι απαραίτητη και η κατασκευή της ανάλογης κινητήριας τροχαλίας. Συγκεντρώνοντας μαζί όλες τις κινητήριες τροχαλίες, δημιουργούμε την οικογένεια με ονομασία κινητήρια τροχαλία.

Κατασκευάζοντας ένα παραμετρικό σχέδιο της κινητήριας τροχαλίας και παραμετροποιώντας και την τροχιά των κοπτικών εργαλείων της εργαλειομηχανής CNC στην οποία θα κατασκευαστεί πετυχαίνουμε τα εξής: (α) ταχύ σχεδιασμό οποιασδήποτε τροχαλίας για οποιοδήποτε τύπο κινητήρα, (β) ταχύτατη κατασκευή – παραγωγή. Μην ξεχνάμε ότι, παλαιότερα, η τροχαλία κατασκευαζόταν σε συμβατικό τόρνο, ενώ τώρα σε τόρνο CNC, επομένως το τελικό αποτέλεσμα είναι πιο ακριβές με μικρότερο κόστος και σε λιγότερο χρόνο κατεργασίας. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί και σε άλλες οικογένειες εξαρτημάτων με τα ίδια πλεονεκτήματα.

B I B Λ Ι Ο Γ Ρ Α Φ Ι Α

- [B1] Edwards, K.L., Towards more strategic product design for manufacture and assembly: priorities for concurrent engineering, *Materials & Design* , Oct 2002, 23 (7), 651-656
- [B2] Silva, S., Chang, K.-H., Design parameterisation for concurrent design and manufacturing of mechanical systems, *Concurrent Engineering: Research & Applications*, Mar 2002, 10 (1), 3-14.
- [B3] Zha, X.F., Du, H., A PDES/STEP-based model and system for concurrent integrated design and assembly planning, *Computer-Aided Design*, Dec 2002, 34 (14), 1087-1110
- [B4] Fairlie-Clarke, T., Muller, M., An activity model of the product development process, *Jnl Engineering Design* , Sep 2003, 14 (3), 247-272
- [B5] Ohtomi, K., Ozawa, M., Innovative design process and information technology for electromechanical product development, *Concurrent Engineering: Research & Applications* , Dec 2002, 10 (4), 335-340.
- [B6] Danesh, M.R., Jin, Y., An agent-based decision network for concurrent engineering design, *Concurrent Engineering: Research & Applications*, 2000, 9 (1), 37-47
- [B7] Kao, H.-P., Su, E., Wang, B., I²QFD: a blackboard-based multiagent system for supporting concurrent engineering projects, *Int Jnl Production Research*, Mar 2002, 40 (5), 1235-1262.
- [B8] Boujut, J.-F., Laureillard, P., A cooperation framework for product-process integration in engineering design, *Design Studies*, Nov 2002, 23 (6), 497-513
- [B9] Hernandez, G., Allen, J.K., et al, Robust design of families of products with production modelling and evaluation, *Trans ASME Jnl Mechanical Design*, 2000, 123 (2), 183-196
- [B10] Pawar, K., Forrester, P., Glazzard, J., Value analysis: integrating product-process design, *Integrated Manufacturing Systems*, Sep 1993, 4 (3), 14-21
- [B11] Liu, X.F., Noguchi, K., Zhou, W., Requirement acquisition, analysis, and synthesis in quality function deployment, *Concurrent Engineering: Research & Applications*, 2000, 9 (1), 24-36
- [B12] Feng, C.-X., Li, P.-G., Liang, M., Fuzzy mapping of requirements onto functions in detail design, *Computer-Aided Design*, May 2001, 33 (6), 425-437
- [B13] Das, S.K., Datla, V., Gami, S., DFQM - an approach for improving the quality of assembled products, *Int Jnl Production Research*, Jan 2000, 38 (2), 457-477
- [B14] Swift, K.G., Brown, N.J., Implementation strategies for design for manufacture methodologies, *Proc Institution Mechanical Engineers-B* , 2003, 217 (B6), 827-833.
- [B15] van Vliet, H.W., van Luttervelt, K., Development and application of a mixed product/process-based DFM methodology, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing* , Apr 2004, 17 (3), 224-234
- [B16] Shehab, E., Abdalla, H., An intelligent knowledge-based system for product cost modelling, *Int Jnl Advanced Manufacturing Technology*, 2002, 19 (1), 49-65.

- [B17] Chen, Q.X., Mao, N. , Modelling manufacturing process for quality feedback in the environment of concurrent engineering, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing* , Jan 2004, 17 (11), 29-44
- [B18] Sharma, R., Gao, J.X., A progressive design and manufacturing evaluation system incorporating STEP AP224, *Computers in Industry*, Feb 2002, 47 (2), 155-167
- [B19] Jacquel, D., Salmon, J., Design for manufacturability: a feature-based agent-driven approach, *Proc Institution Mechanical Engineers-B*, Dec 2000, 214 (B10), 865-879
- [B20] Feng, S.C., Song, E.Y., A manufacturing process information model for design and process planning integration, *Jnl Manufacturing Systems* , 2003, 22 (1), 1-15
- [B21] Singh, N., Integrated product and process design: a multi-objective modelling framework, *Robotics & Computer-Integrated Manufacturing*, Apr 2002, 18 (2), 157-168
- [B22] Kiefer, S., Silverberg, L., Gonzalez, M., A case study of prototyping methods and design for manufacture: electrostatic window blinds, *Jnl Engineering Design* , Feb 2004, 15 (1), 91-106
- [B23] Martin, P., D'Acunto, A., Design of a production system: an application of integration product-process, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing* , Oct 2003, 16 (7-8), 509-516
- [B24] Adolfsson, J., Ng, A., et al, Design and simulation of component-based manufacturing machine systems, *Mechatronics*, Nov 2002, 12 (9-10), 1239-1258
- [B25] Berio, G., Vernadat, F., Enterprise modelling with CIMOSA: functional and organisational aspects, *Production Planning & Control*, Mar 2001, 12 (2), 128-136
- [B26] Bilalis, N., Schroubelos, G. et al, Visual factory: basic principles and the zoning approach, *Int Jnl Production Research* , 15 Oct 2002, 40 (15), 3575-3588
- [B27] Chryssolouris, G., Mavrikios, D., et al, A novel virtual experimentation approach to planning and training for manufacturing processes - the virtual machine shop, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing*, May 2002, 15 (3), 214-221
- [B28] Csabai, A., Stroud, I., Xirouchakis, P.C., Container spaces and functional features for top-down 3D layout design, *Computer-Aided Design*, Nov 2002, 34 (13), 1011-1035
- [B29] Cunha, P., Dionísio, J., Henriques, E., An architecture to support the manufacturing system design and planning, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing* , Oct 2003, 16 (7-8), 605-612
- [B30] Erenay, O., Hashemipour, M., Kayaligil, S, Virtual reality in requirement analysis for CIM system development suitable for SMEs , *Int Jnl Production Research* , 15 Oct 2002, 40 (15), 3693-3708
- [B31] Feng, S., Li, L.X., Cen, L., An object-oriented intelligent design tool to aid the design of manufacturing systems, *Knowledge-Based Systems*, Jul 2001, 14 (5-6), 225-232
- [B32] Hick, B.J., Culley, S.J., An integrated modelling environment for the embodiment of mechanical systems, *Computer-Aided Design*, May 2002, 34 (6), 435-451

- [B33] Jain, S., Choong, N.F., et al, Virtual factory: an integrated approach to manufacturing system modelling, *Int Jnl Operations & Production Management*, 2000, 21 (5), 594-608
- [B34] Jiang, P., Zhang, Y., Visualised part manufacturing via an online e-service platform on Web, *Concurrent Engineering: Research & Applications* , Dec 2002, 10 (4), 267-277
- [B35] Lin, M.-H., Fu, L.-C., A virtual factory based approach to on-line simulation and scheduling for an FMS and a case study, *Jnl Intelligent Manufacturing*, Jun 2001, 12 (3), 269-279
- [B36] Luo, Y.B., Ong, S.K., et al, An Internet-enabled image- and model-based virtual machining system, *Int Jnl Production Research*, 10 Jul 2002, 40 (10), 2269-2288
- [B37] McCarthy, I., Menicou, M., A classification schema of manufacturing decisions for the GRAI enterprise modelling technique, *Computers in Industry*, Mar 2002, 47 (3), 339-355
- [B38] Paquet, M., Martel, A., Desaulniers, G., Including technology selection decisions in manufacturing network design models, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing* , Mar 2004, 17 (2), 117-125
- [B39] Putnik, G.D., Part 1 - Towards an OPIM system: manufacturing SME organisation for the future, *Int Jnl Networking & Virtual Organisations* , 2002, 1 (2), 125-150
- [B40] Ranky, P.G., Lonkar, M., ChamyVelumani, S., eTransition models of collaborating design and manufacturing enterprises, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing* , Jul 2003, 16 (4-5), 255-266
- [B41] Sanchez, L.M., Nagi, R., A review of agile manufacturing systems, *Int Jnl Production Research*, Nov 2001, 39 (10), 3561-3600
- [B42] Silva, S., Chang, K.-H., Design parameterisation for concurrent design and manufacturing of mechanical systems, *Concurrent Engineering: Research & Applications*, Mar 2002, 10 (1), 3-14
- [B43] Sung W.-T., Ou, S.-C. Using virtual reality technologies for manufacturing applications, , *Int Jnl Computer Applications in Technology* , 2003, 17 (4), 213-219
- [B44] Tor, S.B., Britton, G.A., et al, Guiding functional design of mechanical products through rule-based causal behavioural reasoning, *Int Jnl Production Research*, Feb 2002, 40 (3), 667-682
- [B45] Tian, G.Y., Yin, G., Taylor, D., Internet-based manufacturing: a review and a new infrastructure for distributed intelligent manufacturing, *Jnl Intelligent Manufacturing*, Oct 2002, 13 (5), 323-338
- [B46] Ueda, K., Markus, A., et al, Emergent synthesis methodologies for manufacturing, *Annals CIRP*, 2001, 50 (2), 535-551
- [B47] Westkämper, E., von Briel, R., Continuous improvement and participative factory planning by computer systems, *Annals CIRP*, 2001, 50 (1), 347-352
- [B48] Wiendahl, H.-P., Harms, T., Fiebig, C., Virtual factory design - a new tool for a cooperative planning approach, *Int Jnl Computer Integrated Manufacturing* , Oct 2003, 16 (7-8), 535-540
- [B49] Yang, H., Xue, D. Recent research on developing Web-based manufacturing systems: a review, *Int Jnl Production Research* , 15 Oct 2003, 41 (15), 3601-3629.

- [B50] Mike Lynch, Parametric Programming for Computer Numerical Control, Machine Tools and Touch Probes.
- [B51] Mike Lynch, Computer Numerical Control for Machining.
- [B52] Peter Smid, A Comprehensive Guide to Practical CNC Programming, CNC Programming Handbook.
- [B53] Γ. Χ. Βοσνιάκος, Συστήματα Κατεργασιών.
- [B54] Γ. Χ. Βοσνιάκος, Εργαλειομηχανές CNC, CAM.
- [B55] Αθαν. Γ. Μάμαλη, Κατεργασίες των Υλικών II, IV.
- [B56] Σωτήρης Λ. Ομήρου, Προγραμματισμός Εργαλειομηχανών C.N.C.
- [B57] Γ. Παρίκος, Εργαλειομηχανές I.
- [B58] Mike Gellerman, Η Πρακτική των Συγκολλήσεων.
- [B59] Θ. Α. Διαμαντούδης, Συγκολλήσεις Μετάλλων.
- [B60] G. Niemann, Στοιχεία Μηχανών, τόμος I.
- [B61] Παναγιώτης Α. Μακρής, Στοιχεία Μηχανών I.
- [B62] John L. Viescas, Ο οδηγός της Microsoft για την Access 2003.

Η επιλογή των κοπτικών εργαλείων έγινε από τους καταλόγους της SECO TOOLS, οι οποίοι παρατίθενται στο CD.