

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ-ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 500 ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ ΜΕΙΩΤΗΡΑ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΥ  
ΑΤΡΑΚΤΩΝ (ΚΟΠΛΕΡ)

**Σπουδαστές:**

Κορωνάρχης Κυριάκος

Κουβάρας Γεώργιος

Λουλακάκης Ευάγγελος

**Εισηγητής:**

Ευθυμίου Ανδρέας

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	7
1 Η λειτουργία της παραγωγής.....	7
2 Σκοπός .....	8
3 Στοιχεία κατασκευής .....	11
ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΑΤΡΑΚΤΩΝ (COUPLING)-ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ .....	13
1 Σύνδεσμοι αξόνων (coupling) .....	13
2 Παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί.....	14
3 Συντήρηση οδοντωτών τροχών .....	17
4 Τύποι κινητών ή εύκαμπτων συνδέσμων (coupling).....	19
5 Προβλήματα μειωτήρων.....	26
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	31
1 Οργάνωση παραγωγής.....	31
2 Εργασιακή πορεία.....	35
3 Διαμόρφωση της εξέλιξης .....	40
4 Αυτοματοποιημένη παραγωγή (σύνθετα συστήματα παραγωγής).....	42
5 Μελέτη εργασίας.....	43
6 Επιλογή της εργασίας που θα μελετηθεί.....	48
7 Διαγράμματα διαδικασίας .....	54
8 Μελέτες για το χρόνο .....	58
ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ISO 9000.....	69
1 Διεθνή πρότυπα .....	69
ΜΕΛΕΤΗ ΚΟΠΛΕΡ .....	79
1 Υπολογισμός coupling.....	79
2 Υπολογισμοί στον κοχλία.....	88
3 Τρόπος κατασκευής εξαρτημάτων coupler .....	95
4 Μελέτη χρόνου κατεργασίας.....	99
ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΙΩΤΗΡΑ.....	115
1 Υπολογισμοί μειωτήρα.....	115
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ .....	126
1 Πορεία οργάνωσης .....	126
2 Υπολογισμός και παραγγελία όλων των Ά υλών .....	126
3 Κοπή στο πριόνι .....	129
4 Κατεργασία στον τόρνο.....	130
5 Κατεργασία στη φρέζα .....	133
6 Κατεργασία στην πλάνη .....	134
7 Συνολικοί χρόνοι .....	135
8 Προγραμματισμός εργασιών. ....	136
9 Μέθοδος Pert .....	141
10 Εφαρμογή μεθόδου PERT στην κατασκευή μας.....	145
11 Διάγραμμα ροής εργασιών .....	147
ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ-ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ .....	149
1 Ποιότητα.....	149
2 Κόστος ποιότητας.....	153
3 Στοιχεία ποιοτικού ελέγχου .....	160
4 Σχεδιασμός και παραγωγή ποιοτικών προϊόντων.....	165

5 Αξιοπιστία-ολικός ποιοτικός έλεγχος .....	168
6 Συστήματα διασφάλισης ποιότητας.....	174
ΣΥΝΟΨΗ .....	182
1 Συμπεράσματα.....	182
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	187
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 ΣΧΕΔΙΑ.....	188
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΑ-ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	0

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1	τιμές επιτρεπόμενης αξονικής μετατόπισης.....	30
Πίνακας 4.1	παρεκκλίνουσες προϋποθέσεις εργασίας .....	37
Πίνακας 6.1	εύρεση συντελεστού ασφαλείας συνδέσμου ατράκτων.....	80
Πίνακας 6.2	πίνακας επιλογής συνδέσμων με ελαστικό δίσκο .....	81
Πίνακας 6.3	τυποποιημένοι κοχλίες κατά DIN 609.8.8 .....	84
Πίνακας 6.4	πίνακας για την επιλογή της κατάλληλης ροδέλας.....	85
Πίνακας 6.5	στοιχεία για ροδέλα M10 .....	85
Πίνακας 6.6	εκλογή σφήνας βάση διαμέτρου του άξονα.....	86
Πίνακας 6.7	επιτρεπόμενες πιέσεις .....	87
Πίνακας 6.8	τυποποιημένα μήκη για σφήνες .....	88
Πίνακας 6.9	τάση σύσφιξης.....	90
Πίνακας 6.10	Διαστάσεις κοχλία με κανονικό μετρικό σπείρωμα κατά DIN 13.....	91
Πίνακας 5.11	επιλογή τρυπανιού, βάση του υλικού διάτρησης.....	100
Πίνακας 6.12	επιλογή στροφών για την διάτρηση .....	101
Πίνακας 6.13	προσδιορισμός μηκών για την τόννευση .....	103
Πίνακας 6.14	αριθμός στροφών για τόννους με κλιμακούμενες προώσεις .....	104
Πίνακας 6.15	τιμές για ελικοειδή τρυπάνια απόHSS .....	106
Πίνακας 6.16	στοιχεία κοπής για τρυπάνι HSS.....	107
Πίνακας 6.17	στροφές στο κιβώτιο ταχυτήτων του τόννου.....	108
Πίνακας 6.18	ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής στο πλάνισμα .....	112
Πίνακας 7.1	τιμή σταθεράς C βάση του υλικού.....	117
Πίνακας 7.2	υπολογισμός συντελεστή $y_D$ .....	118
Πίνακας 7.3	υπολογισμός συντελεστή .....	119
Πίνακας 7.4	υπολογισμός συντελεστή οδόντωσης ( $q_k$ ) .....	120
Πίνακας 7.5	στρεπτική τάση $T_{επ}$ .....	121
Πίνακας 7.6	αντοχή για τροχούς από χυτοσίδηρο GG18.....	122
Πίνακας 7.7	συντελεστής υλικών $Y_w$ .....	123
Πίνακας 8.1	εξαρτήματα που θα χρειαστούμε .....	127
Πίνακας 8.2	πρόγραμμα εργαζόμενου Επρ .....	136
Πίνακας 8.3	πρόγραμμα εργαζόμενου Ετ .....	137
Πίνακας 8.4	πρόγραμμα εργαζόμενου Εφ.....	138
Πίνακας 8.5	πρόγραμμα εργαζόμενου Επλ .....	139
Πίνακας 8.6	πρόγραμμα εργαζόμενου Εμο .....	140
Πίνακας 8.7	πρόγραμμα εργαζόμενου Ες.....	140
Πίνακας 8.8	περιγραφή εργασιών για το διάγραμμα PERT.....	145
Πίνακας 8.9	Διάγραμμα Pert για ην κατασκευή του κόπλερ .....	146
Πίνακας 8.10	Διάγραμμα Ροής για ην κατασκευή του κόπλερ.....	147
Πίνακας 8.11	Διάγραμμα Διαδικασίας για ην κατασκευή του κόπλερ .....	148
Πίνακας 9.1	διαστάσεις ποιότητας .....	151

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1	Κάτοψη μονάδας παραγωγής.....	10
Σχήμα 2.2	Σύστημα κόπλερ μειωτήρα .....	11
Σχήμα 3.2	κανονικός οδοντωτός τροχός .....	15
Σχήμα 3.3	τιμές που καθορίζουν το είδος του οδοντωτού τροχού.....	16
Σχήμα 3.4	καμπύλη της εξελιγμένης.....	17
Σχήμα 3.5	σηματική απεικόνιση φορτίων για εύκαμπτους συνδέσμους.....	22
Σχήμα 3.6	διαμόρφωση οδοντωτών τροχών.....	25
Σχήμα 4.1	Μέθοδοι και γνώσεις διαφόρων επιστημονικών κλάδων .....	33
Σχήμα 4.2	διαμερισμός με παράδειγμα την κατασκευής παπαγάλου .....	36
Εικόνα 4.1	μηχανουργείο κατά την επεξήγηση της εργασίας.....	44
Εικόνα 4.2	χειριστής τόννου κατά τη διάρκεια της εργασίας του.....	45
Εικόνα 4.3	σχεδιασμός κινήσεων προσωπικού σε ΡΙΤ αγώνων.....	47
Εικόνα 4.4	κινήσεις προσωπικού στην πράξη στα ΡΙΤ .....	47
Εικόνα 4.5	τόννος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του .....	50
Εικόνα 4.6	διάγραμμα εργασίας.....	51
Εικόνα 4.7	μέσα που χρησιμοποιούνται για τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας .....	51
Εικόνα 4.8	διαρρύθμιση του χώρου εργασίας του εργαζομένου.....	56
Σχήμα 4.3	υπολογισμός συνολικού χρόνου μιας εργασίας .....	62
Σχήμα 4.4	χρόνος καταπόνησης μιας μηχανής.....	63
Σχήμα 4.5	διάγραμμα ροής.....	67
Σχήμα 5.1	πρότυπα ποιότητας και τομείς εφαρμογής τους.....	71
Σχήμα 6.1	κατανομή δυνάμεων στον κοχλία .....	89
Σχήμα 6.2	σηματική απεικόνιση διάτρησης .....	99
Σχήμα 6.3	διαστάσεις που καθορίζουν το είδος του τρυπανιού.....	102
Σχήμα 8.1	τρόποι παράστασης κόμβων σε δίκτυο PERT .....	142
Σχήμα 9.1	γραφική παράσταση κόστους σε σχέση με την ποιότητα κατασκευής.....	155
Σχήμα 9.2	τμήματα υπεύθυνα για την ποιότητα .....	157
Σχήμα 9.3	τρόπος λειτουργίας ΣΠΕ .....	159
Σχήμα 9.4	ελεγκτής μήκους.....	162
Σχήμα 9.5	αξιοπιστία εξαρτημάτων συνδεδεμένων σε σειρά .....	172
Σχήμα 9.6	αξιοπιστία εξαρτημάτων συνδεδεμένων παράλληλα .....	172
Σχήμα 10.1	η πορεία που ακολουθήσαμε σχηματικά.....	185

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## 1 Περίληψη

Η εργασία που ακολουθεί, έχει σαν αντικείμενο το θέμα της κατασκευής ενός συστήματος κόπλερ-μειωτήρα, για την τοποθέτηση του σε ένα ανυψωτικό βαρούλκο με συγκεκριμένη ονομαστική ισχύ (8HP). Το θέμα αυτό το εξετάζουμε από τη φάση του σχεδιασμού του προϊόντος (κόπλερ-μειωτήρα).

Στο ξεκίνημα της εργασίας υπάρχει μία θεωρητική αναφορά τόσο στο κόπλερ και το μειωτήρα (τι είναι και που χρησιμεύουν), όσο και στην οργάνωση παραγωγής στις συνθήκες που επικρατούν αυτή τη στιγμή στην παγκόσμια βιομηχανία.

Έπειτα εκλέγεται το είδος του κόπλερ και του μειωτήρα που θα χρησιμοποιηθεί. Η επιλογή αυτή, γίνεται με κριτήριο τη κάλυψη της υπάρχουσας ανάγκης με όσο το δυνατόν χαμηλότερο κόστος. Στη συνέχεια γίνεται η διαστασιολόγηση του κόπλερ και του μειωτήρα, με κριτήριο την αξιοπιστία, την ασφάλεια και το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Μετά τη φάση των υπολογισμών, περνάμε στην κατασκευή των σχεδίων που αφορούν το σύστημά μας (παράρτημα). Σχέδια υπάρχουν επίσης και στα φασεολόγια (παράρτημα).

Το επόμενο θέμα είναι οργάνωση παραγωγής του κόπλερ και του μειωτήρα. Αναφέρουμε λοιπόν τι έγινε στον τομέα της οργάνωσης παραγωγής του συστήματός μας και γιατί. Κατασκευάζονται τα απαραίτητα διαγράμματα ροής για τα εξαρτήματά μας. Βέβαια στο θέμα της οργάνωσης παραγωγής συμπεριλαμβάνεται και ο ποιοτικός έλεγχος, που παρατίθεται αμέσως μετά. Ο σωστός ποιοτικός έλεγχος μπορεί να σώσει μια επιχείρηση ακόμα και από τη χρεοκοπία.

Φυσικά στο τέλος της εργασίας εκτός από τα συμπεράσματα και τις προτάσεις, υπάρχει και το παράρτημα στο οποίο συμπεριλαμβάνονται τα σχέδια, τα φασεολόγια και η πορεία εργασίας.

## **2 Ευχαριστίες**

Από τη σύνταξη μιας πτυχιακής εργασίας αυτό που μπορείς να πάρεις, πέρα από το αντικείμενο που εξετάζει η εργασία, είναι εμπειρία στη σύνταξη ενός προσεγμένου εγγράφου. Το σημαντικότερο όμως που αποκομίσαμε από την εργασία αυτή, είναι η εμπειρία της μεταξύ μας συνεργασίας. Μάθαμε να λειτουργούμε σαν ομάδα. Να προσφέρουμε καθένας σύμφωνα με τις δυνατότητές του.

Σαν ομάδα, οφείλουμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στον άνθρωπο, που η βοήθειά του ήταν καθοριστικής σημασίας για την περάτωση της πτυχιακής εργασίας. Αυτός δεν είναι άλλος από τον εισηγητή της πτυχιακής μας εργασίας κ. Ευθυμίου Ανδρέα. Η συνεργασία μας ήταν άκρως εποικοδομητική. Παρόλο που οι συνθήκες δεν ήταν και οι καλύτερες, αφού καθένας από εμάς είχε υποχρεώσεις και η επικοινωνία μας ήταν τις περισσότερες φορές είτε τηλεφωνική, είτε μέσω του διαδικτύου.

Ανεξάρτητα από τις δυσκολίες που υπήρχαν, πάνω απ όλα υπήρχε καλή διάθεση, εργατικότητα και πνεύμα συνεργασίας απ όλους. Που είναι και οι αιτίες για το ακόλουθο αποτέλεσμα. Σίγουρα η εμπειρία που αποκομίσαμε από την εργασία αυτή, είναι ιδιαίτερα πολύτιμη για την μετέπειτα εργασιακή μας πορεία.

# ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

## 1 Η λειτουργία της παραγωγής

Η λειτουργία της παραγωγής σε μια επιχείρηση ασχολείται:

- ü Με τον σχεδιασμό των προϊόντων
- ü Τον ρυθμό ροής των υλικών
- ü Την δυναμικότητα των μηχανών
- ü Την στάθμη εκπαίδευσης των εργαζομένων

Δεν ασχολείται όμως με καθέναν ξεχωριστά αλλά σαν ένα σύστημα παραγωγής. Το σύστημα παραγωγής ορίζεται ως ο συνδυασμός φυσικών πόρων που συνεργάζονται για την παραγωγή προϊόντων, υπηρεσιών ή έργων. Οι φυσικοί πόροι είναι:

- ü Υλικά
- ü Κεφαλαιουχικός εξοπλισμός (μηχανές & εγκαταστάσεις)
- ü Προσωπικό

Η λειτουργία της Οργάνωσης και Διοίκησης Παραγωγής σε μια επιχείρηση είναι υπεύθυνη για την διαχείριση των πόρων αυτών, δηλαδή:

- ü Για την σύνταξη των προδιαγραφών
- ü Την προμήθεια
- ü Την εγκατάσταση και λειτουργία
- ü Την συντήρηση και την αντικατάσταση των πόρων



Προφανώς ένα σύστημα παραγωγής με ένα δίκτυο πληροφοριών και ελέγχου κατά τρόπο προγραμματισμένο, σαφώς καθορισμένο και εύκολα αντιληπτό, θα προσεγγίσει περισσότερο την αποτελεσματικότερη χρήση όλων των πόρων, παρά ένα σύστημα που χρησιμοποιεί έναν άτυπο, διαισθητικό έλεγχο. Η οργάνωση λοιπόν έφερε:

- Û Μείωση του κόστους
- Û Ελάττωση της χειρωνακτικής εργασίας
- Û Αυτοματισμό
- Û Αλλά και μεγαλύτερες ανάγκες για προγραμματισμό
- Û Συγκέντρωση μεγάλης ευθύνης σε μεμονωμένα άτομα
- Û Αύξηση της ψυχολογικής πίεσης

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πόσο σημαντική πλέον είναι σε κάθε επιχείρηση η οργάνωση, η μελέτη και ο σχεδιασμός παραγωγής τόσο για την αποπεράτωση ενός έργου όσο και για την οικονομική του βιωσιμότητα αλλά και την απόδοση κέρδους.

## **2 Σκοπός**

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη, ο σχεδιασμός και η οργάνωση παραγωγής, για την κατασκευή 500 συστημάτων μηχανισμών μειωτήρα στροφών και συνδέσμου ατράκτου στροφών (κόπλερ). Το συγκεκριμένο σύστημα θα παίρνει κίνηση από έναν ηλεκτροκινητήρα και θα την μεταδίδει σε ένα βαρούλκο.

Είναι σημαντικό να πούμε ότι για την συγκεκριμένη κατασκευή δεν έχει γίνει έρευνα αγοράς ούτε έλεγχος της βιωσιμότητας της (προϋπολογισμός κόστους,

χρηματορροές, κτλ). Στόχος μας είναι να παρουσιάσουμε όλα τα βήματα που ακολουθεί ένα προϊόν από την στιγμή που θα ανατεθεί η κατασκευή του. Έτσι θα δώσουμε βάση στην μελέτη-σχεδιασμό και οργάνωση παραγωγής για την κατασκευή ενός ευρέως διαδεδομένου μηχανολογικού συστήματος, τηρώντας επίσης όλες της διαδικασίες που επιτάσσει μια σύγχρονη μονάδα παραγωγής. Αφού γίνουν όλοι οι αναγκαίοι υπολογισμοί, στην συνέχεια διαθέτοντας συγκεκριμένες εργαλειομηχανές και προσωπικό, θα προσπαθήσουμε να φέρουμε σε πέρας με τον καλύτερο δυνατό τρόπο και την σωστότερη οργάνωση το συγκεκριμένο έργο. Συχνές θα είναι οι αναφορές μας στον σωστό και γρήγορο τρόπο κατεργασίας, τηρώντας όλους τους κανονισμούς που επιβάλλει το σύστημα διαχείρισης μιας επιχείρησης και το ISO.

Πιο συγκεκριμένα, θα θεωρήσουμε ότι έχουμε στην διάθεσή μας την μονάδα παραγωγής που απεικονίζεται στο σχήμα 2.1 και περιλαμβάνει μια φρέζα CNC, έναν συμβατικό τόρνο, μια πλάνη, ένα πριόνι, έναν χώρο συναρμολόγησης(μοντάζ) και μια αποθήκη. Στην συγκεκριμένη μονάδα θα εργάζονται έξι εργαζόμενοι τους οποίους για λόγους ευκολίας θα κωδικοποιήσουμε. Αντίστοιχα λοιπόν έχουμε :

$E_{\phi}$  = ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ CNC ΦΡΕΖΑΣ

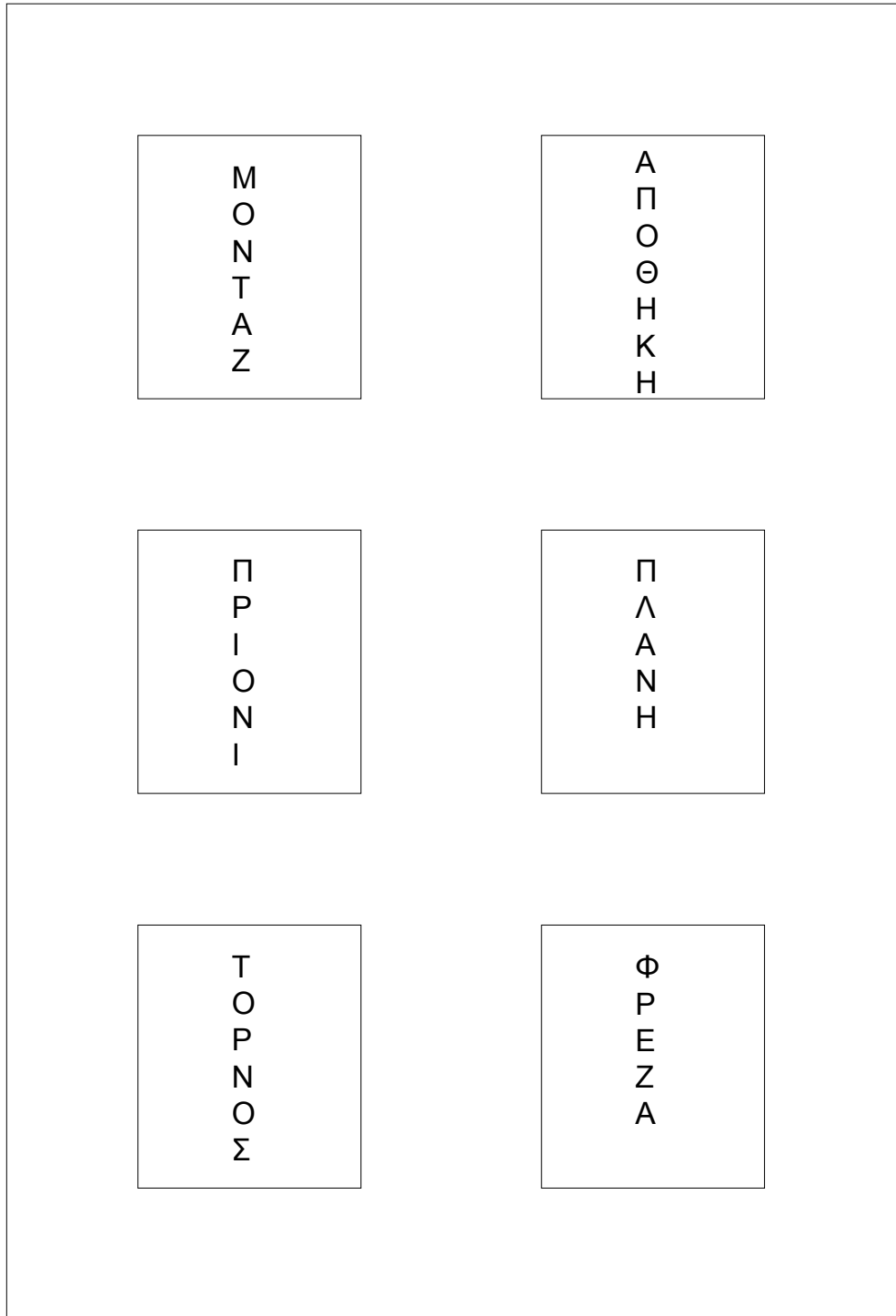
$E_{\tau}$  = ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΤΟΡΝΟΥ

$E_{\pi\lambda}$  = ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΠΛΑΝΗΣ

$E_{\pi\rho}$  = ΧΕΙΡΙΣΤΗΣ ΠΡΙΟΝΙΟΥ

$E_{\mu\omicron}$  = ΕΦΑΡΜΟΣΤΗΣ (ΜΟΝΤΑΔΟΡΟΣ)

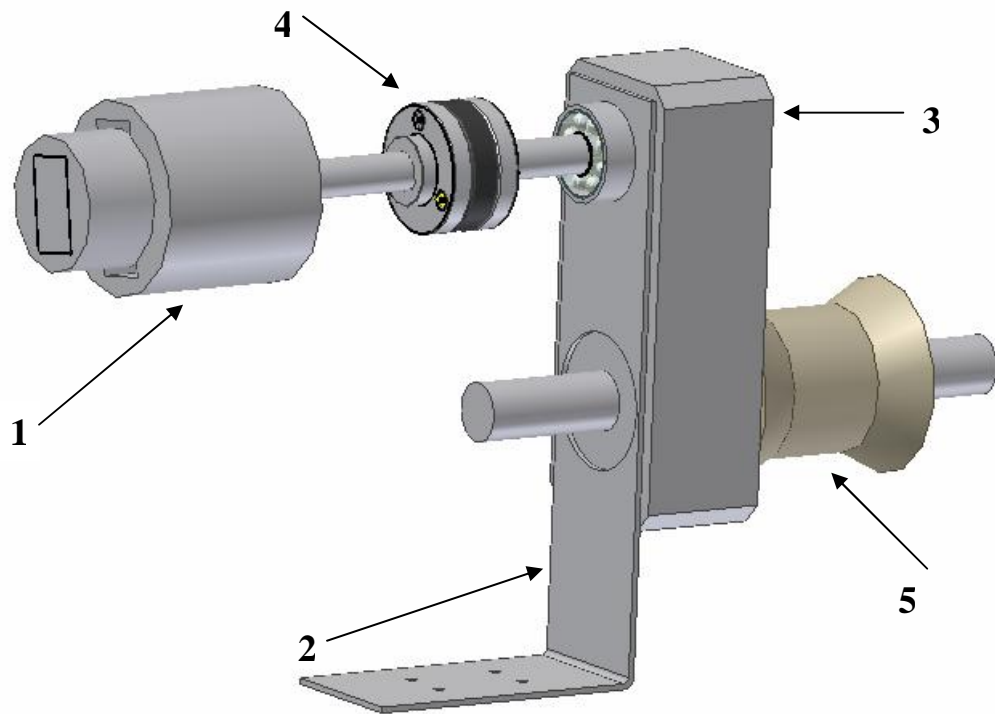
$E_{\alpha}$  = ΑΠΟΘΗΚΑΡΙΟΣ



Σχήμα 2.1 Κάτοψη μονάδας παραγωγής

### 3 Στοιχεία κατασκευής

Η κατασκευή μας απεικονίζεται στο σχήμα 2.2.



Σχήμα 2.2 Σύστημα κόπλερ μειωτήρα.

Όπου :

- 1 = Ηλεκτροκινητήρας
- 2 = Βάση στήριξης
- 3 = Μειωτήρας
- 4 = Κόπλερ
- 5 = Βαρούλκο

Το σύστημα μας, αποτελείται από ένα ηλεκτροκινητήρα, ένα μειωτήρα, ένα κόπλερ, μια βάση στήριξης και καταλήγει στο βαρούλκο. Στοιχεία συστήματος:

Βάρος ανύψωσης	=	500	kg
Διάμετρος τυμπάνου	=	200	mm
Ταχύτητα ανύψωσης	=	60	m/min
Βαθμός απόδοσης οδοντοκίνησης	=	0,90	
Σχέση μείωσης	=	5	

Τα βαρούλκα χρησιμεύουν για την ανύψωση βαρών κατακόρυφα. Το απλό βαρούλκο αποτελείται από έναν άξονα στηριζόμενο σε δύο έδρανα, πάνω στον άξονα βρίσκεται το τύμπανο περιφερειακά του οποίου τυλίγεται το καλώδιο.

Στα απλά βαρούλκα προσαρμόζεται στον άξονα ένα στροφέιο έτσι ώστε να περιστρέφονται με χειρωνακτική δύναμη. Ο βαθμός απόδοσης σε αυτού του τύπου τα βαρούλκα είναι συνήθως  $n = 0,93$  έως  $n = 0,94$ .

Σήμερα το στροφέιο έχει αντικατασταθεί από ηλεκτροκινητήρα και ένα σύστημα μειωτήρα-κόπλερ. Ο βαθμός απόδοσης αυτών των συστημάτων είναι μικρότερος γιατί προσθέτονται και οι τριβείς του ενδιάμεσου άξονα και των οδοντωτών τροχών.

Για βάρη ανύψωσης:

Από 400 Kg έως 1000 Kg απαιτείται μια μετάδοση

Από 1000 Kg έως 3000 Kg απαιτούνται δύο μεταδόσεις

Πάνω από τρεις τόνους απαιτούνται τρεις μεταδόσεις.

# ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΑΤΡΑΚΤΩΝ (COUPLING)-ΜΕΙΩΤΗΡΕΣ

## 1 Σύνδεσμοι αξόνων (coupling)

Οι σύνδεσμοι αξόνων χρησιμοποιούνται κυρίως για την ένωση δύο ατράκτων, της κινητήριας και της κινούμενης. Χρησιμοποιούμε τον ορισμό άτρακτος και όχι άξονας διότι οι άτρακτοι μεταφέρουν ροπή στρέψης. Αυτή η ροπή στρέψης είναι μάλιστα και το βασικότερο στοιχείο υπολογισμού των συνδέσμων.

*Τα πλεονεκτήματα που έχουμε από τη χρήση του κόπλερ είναι τα εξής:*

- ü Η θέση της επερχόμενης θραύσης είναι γνωστή.
- ü Το κόστος αντικατάστασης είναι χαμηλό.
- ü Απαιτείται λίγος χρόνος για την αντικατάσταση του.
- ü Αποφεύγουμε τις περαιτέρω καταστροφές που θα προκαλούσε η θραύση του υλικού σε ένα τυχαίο σημείο.

*Τα μειονεκτήματα που έχουμε από τη χρήση του κόπλερ είναι τα εξής:*

- ü Περισσότερος χρόνος κατεργασίας της ατράκτου.
- ü Δυσκολότερη κατασκευή της ατράκτου.
- ü Δυσκολότερη συναρμογή της ατράκτου.
- ü Υψηλότερο κόστος κατασκευής.

Από τα παραπάνω, φαίνεται ότι η χρήση του κόπλερ στις διάφορες μηχανολογικές κατασκευές, όπου μπορεί να βρει εφαρμογή, είναι απαραίτητη. Το κόστος τοποθέτησης ενός κόπλερ είναι υψηλότερο από το κόστος κατασκευής ενός απλού άξονα, όμως σε περίπτωση θραύσης του, έχουμε απόσβεση του κόστους αυτού λόγω του χαμηλότερου κόστους επιδιόρθωσης.

## 2 Παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί

Μειωτήρα, ονομάζουμε την τοποθέτηση σε διάταξη δύο ή περισσότερων οδοντωτών τροχών. Τα πλεονεκτήματα που έχουμε στην περίπτωση αυτή είναι η επίτευξη της επιθυμητής σχέσης μείωσης των στροφών. Καθώς επίσης και την τροποποίηση της μέγιστης ισχύς του κινητήρα που μπορούμε να έχουμε στον άξονα εισόδου.

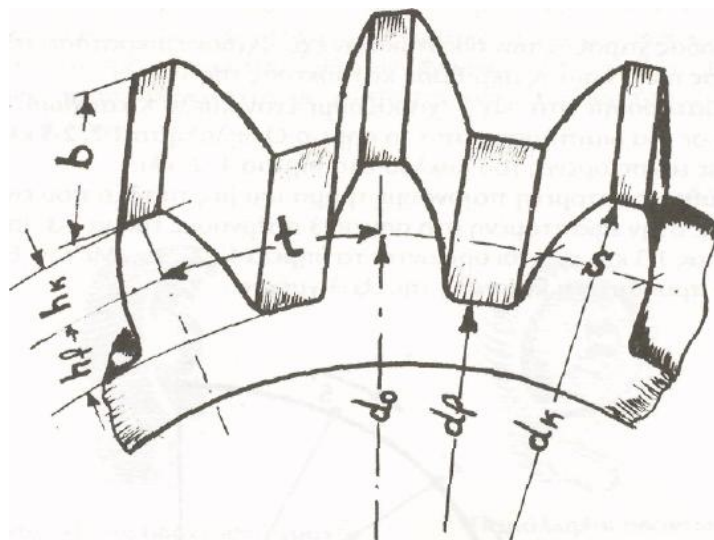
Οι μειωτήρες, χρησιμοποιούνται σε κάθε είδους κινητήρα, καθώς και σε πολλές άλλες μηχανολογικές εφαρμογές. Το γεγονός αυτό οφείλεται στην τεράστια ευκολία που μας παρέχουν, μέσω των επιλογών που έχουμε. Οι παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί, είναι μια απλή περίπτωση οδοντωτών τροχών.

Οι παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί χρησιμοποιούνται για την μετάδοση κίνησης μεταξύ παράλληλων αξόνων, με σχετικά μικρές περιφερειακές ταχύτητες. Κάθε παράλληλος οδοντωτός τροχός με κατατομή εξελιγμένης βήματος  $t$  και οποιουδήποτε αριθμού δοντιών  $T$  μπορεί να συνεργαστεί με οποιονδήποτε άλλο παράλληλο οδοντωτό τροχό του ίδιου βήματος.

Η μετάδοση της κίνησης πραγματοποιείται με την εμπλοκή των δοντιών των οδοντωτών τροχών κινητήριου και κινούμενου με την τριβή χωρίς ολίσθηση, δηλαδή με την ίδια περιφερειακή ταχύτητα ( $V = p g l_0 g l$ ).

## Χαρακτηριστικά παράλληλων οδοντωτών τροχών με ευθεία οδόντωση

Για να χαρακτηρίσουμε έναν οδοντωτό τροχό κανονικό, θα πρέπει να έχει τις ακόλουθες διαστάσεις (σχήμα 3.2):



Σχήμα 3.2 κανονικός οδοντωτός τροχός

$$\text{Διάμετρος κύκλου κεφαλής: } d_k = d_0 + 2gn$$

$$\text{Διάμετρος αρχικού κύκλου: } d_0 = mgZ$$

$$\text{Διάμετρος κύκλου ποδός: } d_f = d_0 - 2,32gn$$

$$\text{Διάμετρος βασικού κύκλου: } d_b$$

$$\text{Βήμα: } mgp = pg \frac{d_0}{Z}$$

$$\text{Ύψος κεφαλής: } h_k = M$$

$$\text{Ύψος ποδιού: } h_f = 1,17gn$$

$$\text{Μήκος δοντιού: } b = 0,75gd_0 \text{ (για έδραση προβόλου)}$$



Και:  $b = 1,25gl_0$  (για αμφίπλευρη έδραση)

Πάχος δοντιού:  $S = 0,487g$  (για κατεργασμένους οδόντες)

Και:  $S = 0,45g$  (για χυτούς)

Γωνία επαφής:  $\alpha^0 = 15^0 \div 20^0$

Pinion: Ο μικρός οδοντωτός τροχός

Σχέση μετάδοσης κίνησης:  $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{d_{02}}{d_{01}}$

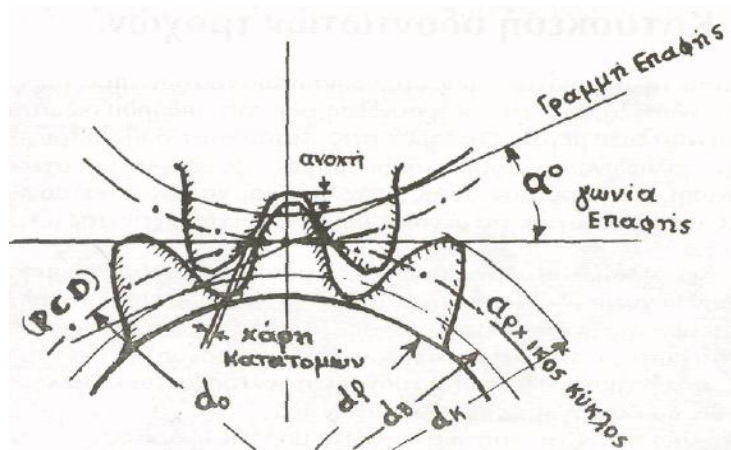
Απόσταση αξόνων:  $a = \frac{(d_{01} + d_{02})}{2}$

Και όπου  $m$  ( μετρικό διαμετρικό βήμα )

Modul:  $m = \frac{t}{p} = \frac{d_0}{Z}$

PCD(=  $pgn$ ) και βήμα

$a = \frac{(d_{01} + d_{02})}{2}$  η απόσταση μεταξύ 2 δοντιών μετρημένη σαν τόξο στον αρχικό κύκλο.

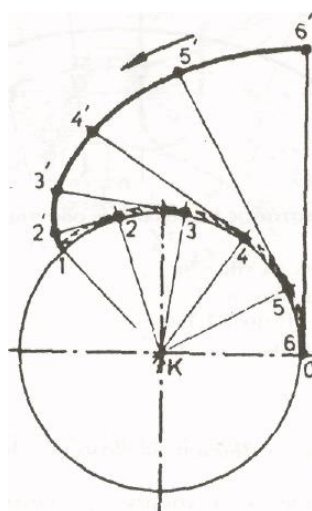


Σχήμα 3.3 τιμές που καθορίζουν το είδος του οδοντωτού τροχού

### **Κατασκευή της εξελιγμένης**

Αυτή η μέθοδος χάραξης των οδοντώσεων έχει σχεδόν επικρατήσει πλήρως. Λόγω της απλότητας αλλά και της ακρίβειας της κατασκευής της. Όπως παρατηρούμε στο παρακάτω σχήμα, σχεδιάζουμε έναν κύκλο Κ και χωρίζουμε την περιφέρειά του σε ίσα διαστήματα από το σημείο Ο ( δηλαδή τα 1-2,2-3 κλπ ).

Πάνω σε κάθε εφαπτομένη παίρνουμε τμήμα ίσο μες το τόξο που είναι πριν από αυτήν. Δηλαδή, στην εφαπτομένη στο σημείο 3 παίρνουμε τμήμα 3-3' ίσο με το τόξο της περιφέρειας 1-3 κ.ο.κ. Έτσι ορίζονται τα σημεία 1',2',3'.....Με την ένωση αυτών των σημείων προκύπτει η καμπύλη της εξελιγμένης ( σχήμα 3.4 ).



Σχήμα 3.4 καμπύλη της εξελιγμένης

### **3 Συντήρηση οδοντωτών τροχών**

Η σωστή επιλογή των υλικών και η καλή κατασκευή των οδοντωτών τροχών αποτελούν μεν το βασικότερο παράγοντα ομαλής λειτουργίας μιας οδοντοκίνησης όχι όμως και το μοναδικό. Πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και ο συντηρητής του μηχανήματος. Αυτός οφείλει να διατηρήσει ότι έχει κατασκευασθεί σωστά και να διορθώσει ότι έχει κατασκευασθεί λάθος.

## **Βλάβες δοντιών**

Οι βλάβες των δοντιών προκαλούνται κυρίως από τα παρακάτω αίτια:

- Û Από την τραχύτητα της επιφάνειάς τους μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής τους.
- Û Από την παρουσία ξένου σώματος μέσα στο λιπαντικό.
- Û Από μηχανική βλάβη.
- Û Από αποτυχημένη επιλογή υλικού κατασκευής.
- Û Από κακή λίπανση.

## **Τραχύτητα επιφάνειας**

Τα δόντια ενός καινούργιου τροχού, συχνά παρουσιάζουν μικρές διαφορές στη λείανση και στη σκληρότητα της επιφάνειάς τους. Τα δύο αυτά στοιχεία έχουν σαν αποτέλεσμα την τοπική κούραση του δοντιού (στα ασθενή του σημεία) κατά τη λειτουργία του τροχού, και τη δημιουργία μικρών πυρήνων (σκασιμάτων-λάκκων). Αυτοί όμως οι πυρήνες μπορούν να λάβουν τέτοιες διαστάσεις, σε κάποια υπερφόρτιση του τροχού, ώστε να προκαλέσουν το σπάσιμο του δοντιού ή απλά την ανάγκη αντικατάστασης του τροχού.

## **Απόξεση**

Η παρουσία ξένου σώματος στο λιπαντικό, έχει σαν αποτέλεσμα την απόξεση της επιφάνειας των δοντιών. Τέτοια υλικά μπορεί να είναι οι σκόνες, η άμμος, τα ρινίσματα σιδήρου κλπ. Εάν το μέγεθος αυτών των υλικών είναι μεγαλύτερο από το πάχος της μεμβράνης του λιπαντικού (περίπου 0,0127mm/0,0005 in), τότε η μεμβράνη καταστρέφεται και η επιφάνεια του δοντιού ξύνεται από τη βάση προς την κορυφή της.

## **Μηχανική βλάβη**

Είναι παρόμοια με την απόξεση μόνο που αλλάζουν τα αίτια που την προκαλούν. Εδώ τα αίτια είναι η συνεργασία ενός κακοεπισκευασμένου τροχού με κάποιον άλλον ή η συνεργασία ενός καινούργιου τροχού με κάποιον πολύ παλιό.

## **Αποτυχημένη επιλογή υλικού**

Έχει άμεση σχέση με την υπερκόπωση του δοντιού και συνήθως τοποθετείται κάτω από την αρχική περιφέρεια. Ως γνωστόν τοποθετείται κάτω από τη μερική (τοπική) ή κακή θερμική επεξεργασία (βαφή-σκληρότητα) του δοντιού, τη λανθασμένη επιλογή υλικού, σε σχέση με το μέγεθος και το χρόνο παραμονής της υπερφόρτωσης των δοντιών και την κακή ευθυγράμμιση.

## **Κακή λίπανση**

Αναφέρεται στη λανθασμένη επιλογή του ιξώδους του λιπαντικού (ικανό πάχος της μεμβράνης για αντοχή σε συγκεκριμένη φόρτιση), στην κακή ποιότητα του και τέλος στην ανεπαρκή λίπανση των τροχών. Τα ίχνη κακής λίπανσης εμφανίζονται στην περιοχή του δοντιού που περιβάλλει τον αρχικό κύκλο.

## **4 Τύποι κινητών ή εύκαμπτων συνδέσμων (coupling).**

Οι κινητοί ή εύκαμπτοι σύνδεσμοι χωρίζονται και σε κάποιες επιμέρους κατηγορίες (τύπους). Ανάλογα με τον τύπο, προκύπτουν και οι τεχνικές προδιαγραφές των κατασκευαστών αλλά και οι διαστάσεις. Ενδεικτικά λοιπόν, έχουμε τους παρακάτω τύπους:

Ü Κινητοί σύνδεσμοι από ελαστικό ύφασμα ή από χαλύβδινα ελατήρια (παραμορφώσιμα ενδιάμεσα μέλη). Περιλαμβάνουν:

Ø ελαστικούς συνδέσμους με αστερίσκο.

- ∅ συνδέσμους με ελαστικούς δακτύλιους.
- ∅ συνδέσμους με ελαστικό δίσκο.
- ∅ συνδέσμους με ελατήρια.
- ∅ συνδέσμους με ελαστικό κέλυφος.

Û Κινητοί σύνδεσμοι με μη παραμορφώσιμα ενδιάμεσα μέλη (αλυσίδα – ζεύγους οδοντωτών τροχών). Περιλαμβάνουν:

- ∅ Σύνδεσμοι με διπλή αλυσίδα που συνδέει δύο μονούς αλυσοτροχούς κίνησης .
- ∅ Σύνδεσμοι με εσωτερική οδόντωση (δεν είναι ευρέως διαδεδομένοι λόγω του υψηλού κόστους).
- ∅ Σύνδεσμοι ασφάλειας (με πείρο προστασίας).
- ∅ Σύνδεσμοι πίεσης (με έγχυση λαδιού).
- ∅ Αρθρωτοί σύνδεσμοι.

Û Σταθεροί ή άκαμπτοι σύνδεσμοι

Οι σύνδεσμοι αυτής της κατηγορίας χρησιμοποιούνται κυρίως για την ένωση δύο παράλληλων και ομόκεντρων ατράκτων. Χαρακτηριστικό τους λοιπόν γνώρισμα είναι η σταθερότητα (ακαμψία) της σύνδεσης καθώς και η απόλυτη ευθυγράμμιση των ατράκτων που συνδέουν. Οι πιο διαδεδομένοι τύποι αυτής της κατηγορίας είναι οι δισκοειδείς και οι κελυφοειδείς.

Û Δισκοειδείς ή φλαντζωτοί σύνδεσμοι

Κατασκευάζονται συνήθως από χυτοσίδηρο ή σε ειδικές περιπτώσεις από χυτοχάλυβα και φέρουν περιφερειακά κάποιον αριθμό κοχλιών από καλής

ποιότητας χάλυβα. Οι κοχλίες για τους οποίους γίνεται λόγος συνδέουν τις δύο φλάντζες που αποτελούν το κόπλερ και συντελούν στην μεταφορά της ροπής είτε μέσω της τριβής (όταν οι κοχλίες είναι περαστοί), είτε μέσω διάτμησης (όταν οι κοχλίες εφαρμόζουν με ακρίβεια στις οπές).

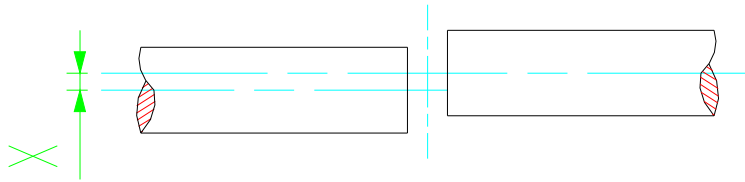
#### Û Κελυφοειδείς σύνδεσμοι

Οι κελυφοειδείς σταθεροί σύνδεσμοι έχουν σαν βασικό πλεονέκτημα σε σύγκριση με τους δισκοειδείς, την ευκολότερη και χωρίς μετακίνηση των ατράκτων τοποθέτηση ή αφαίρεσή τους. Αντίστοιχα έχουν το μειονέκτημα των μεγαλύτερων φυσικών διαστάσεων για την ίδια μεταφερόμενη ροπή και ακόμη θεωρούνται λιγότερο κατάλληλοι για κρουστικά φορτία. Στην πράξη δεν χρησιμοποιούνται τόσο όσο οι αντίστοιχοι φλαντζωτοί γι' αυτό και η τοποθέτηση τους είναι σχετικά περιορισμένη.

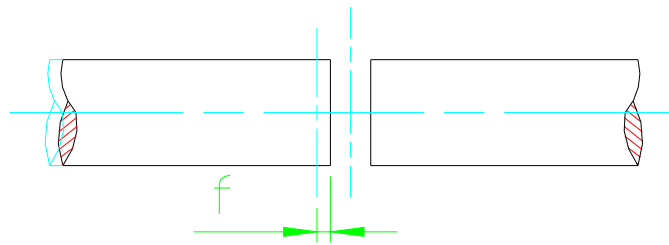
#### Û Κινητοί ή εύκαμπτοι σύνδεσμοι

Οι εύκαμπτοι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται κυρίως όπου η κινητήρια άτρακτος είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον άξονα ενός μειωτήρα στροφών ή τον άξονα κάποιου κινούμενου μηχανήματος. Οι εύκαμπτοι σύνδεσμοι έχουν το πλεονέκτημα να επιτρέπουν μεταξύ των τεμαχίων που συνδέουν μια ορισμένη αξονική, ακτινική ή γωνιώδη μετατόπιση. Επίσης μπορούν να δεχτούν στρεπτικές κρούσεις ή στρεπτικές ταλαντώσεις σε περίπτωση κρουστικών μεταφερόμενων φορτίων (σχήμα 3.5).

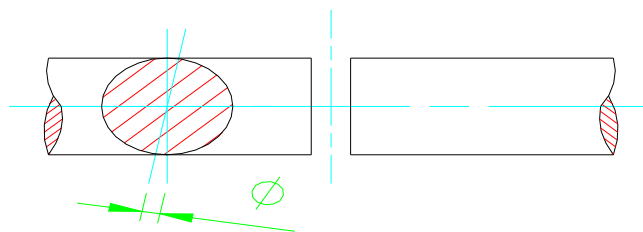
### Αξονική μετατόπιση



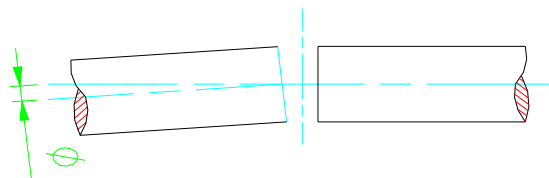
### Ακτινική μετατόπιση



### Ευκαμψία σε στρεπτικές κρούσεις ή ταλαντώσεις



### Γωνιακή μετατόπιση



Σχήμα 3.5 σχηματική απεικόνιση φορτίων που μπορεί να δεχτούν οι εύκαμπτοι

σύνδεσμοι

Παρατηρούμε λοιπόν ότι υπάρχει μια αρκετά μεγάλη ποικιλία συνδέσμων αξόνων που καλύπτουν όλο το φάσμα των κατασκευών και υπό ειδικές συνθήκες εξυπηρετούν ακόμα και εξαιρετικά εξειδικευμένους μηχανισμούς. Ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής αλλά και λαμβάνοντας υπ' όψιν τα συνεργαζόμενα εξαρτήματα, γίνεται η κατάλληλη επιλογή. Η καταπονήσεις που θα δέχεται, η άτρακτος με την οποία θα συνεργάζεται, οι διαστάσεις που επιβάλλονται (το βάρος του μπορεί να καταπονή την άτρακτο), το κόστος κ.τ.λ. είναι οι βασικότεροι παράγοντες επιλογής τους.

Η κατηγορία η οποία έχει επιλεγεί για να κατασκευαστεί, είναι αυτή του συνδέσμου με ελαστικό δίσκο.

### **Υλικά κατασκευής οδοντωτών τροχών**

Πρωταρχικό παράγοντα επιλογής του υλικού κατασκευής ενός συγκεκριμένου ζεύγους οδοντωτών τροχών, αποτελούν το είδος του μηχανήματος που κινούν, οι συνθήκες λειτουργίας του και φυσικά το κόστος κατασκευής του. Με άλλα λόγια φροντίζουμε πάντα για την επιλογή του κατά το δυνατόν φθηνότερου υλικού, ικανού όμως να εκπληρώσει τις εκάστοτε ανάγκες.

Όπως γνωρίζουμε στους οδοντωτούς τροχούς η ισχύς μεταφέρεται από τον κινητήριο προς τον κινούμενο τροχό με την τριβή. Αυτό λοιπόν σημαίνει ότι τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να μας παρέχουν ένα μικρό συντελεστή τριβής

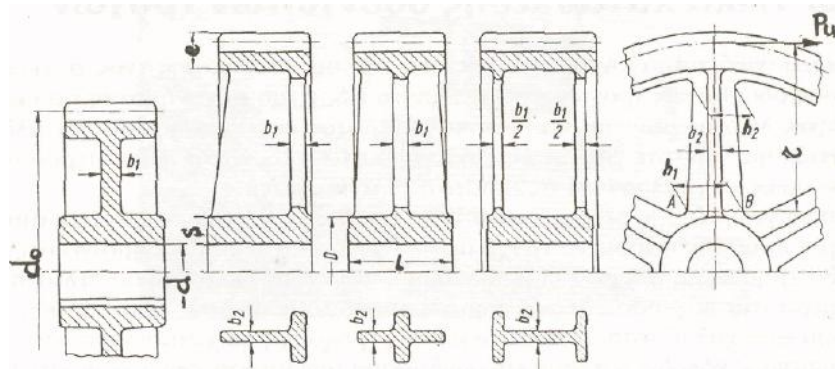
Σήμερα στις περισσότερες εφαρμογές συναντάμε μικρούς οδοντωτούς τροχούς από χαλυβοκράματα και μεγάλους τροχούς από χυτοσίδηρο, χυτοχάλυβα, βελτιωμένους χάλυβες ή ακόμη και συνδυασμό των παραπάνω υλικών κατασκευής.

Μερικές όμως ουσιώδεις παρατηρήσεις που πρέπει να κάνουμε σχετικά με χημική σύνθεση των υλικών για οδοντωτούς τροχούς είναι οι ακόλουθες:



- Û Σε ότι αφορά τους μεγάλους τροχούς ένας από τους πλέον διαδεδομένους σήμερα συνδυασμούς, είναι οι τροχοί από ανθρακούχους χυτοχάλυβες με περιεκτικότητα σε άνθρακα 0,35% μέχρι 0,4%.
- Û Μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άνθρακα, ιδιαίτερα πάνω από 0,60% δυσκολεύει αφενός τη μηχανουργική τους κατεργασία (υψηλής αντοχής κοπτικά εργαλεία άρα υψηλό κόστος κατασκευής) αφετέρου συντελεί αρνητικά στην ακρίβεια κατασκευής τους.
- Û Για τους μικρούς συνεργαζόμενους τροχούς (pinion) τα πλέον διαδεδομένα υλικά κατασκευής τους είναι οι χρωμονικελλιούχοι χάλυβες με διάφορες περιεκτικότητες σε χρώμιο (Cr) και νικέλιο (Ni). Εμπειρικά έχει αποδειχθεί ότι οι χάλυβες με επιφανειακή βαφή και περιεκτικότητα σε  $Cr = 1,5 \div 2(\%)$  και  $Ni = 4 - 5(\%)$  επιτρέπουν τις μικρότερες δυνατές διαστάσεις των οδοντωτών τροχών για κάθε φορτίο, λόγω της μεγάλης αντοχής τους στη φθορά.
- Û Τέλος ο καταλληλότερος συνδυασμός υλικών για την κατασκευή ατέρμονα και κορώνας είναι ο επιφανειακά σκληρυμένος (βαμμένος) νικελιούχος χάλυβας για τον ατέρμονα και διάφορα κράματα φωσφορούχου ορείχαλκου για την κορώνα ή έστω τη στεφάνη της κορώνας.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να τονίσουμε ότι ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής των οδοντωτών τροχών, που θα προκύψει από τους υπολογισμούς αντοχής των δοντιών, ένα επίσης σοβαρό κριτήριο κατασκευής τους αποτελεί και η διαμόρφωση τους (σχήμα 3.6)



Όπου πάχος πλήμνης  $S = 0,4gd + 1$  για χυτοσίδηρο  $S = 0,3gd + 1$  για χυτοχάλυβα.

Μήκος πλήμνης  $L > (1,2 \div 1,5)gd [Cm]$

Σχήμα 3.6 διαμόρφωση οδοντωτών τροχών

Η τυποποίηση των μειωτήρων βασίζεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά. Το ένα είναι η μέγιστη ισχύς του κινητήρα που μπορούν να δεχτούν στον άξονα της εισόδου τους και το άλλο η σχέση μείωσης που έχουν.

Βέβαια αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι οι κατασκευαστές ακολουθούν τις ίδιες σχέσεις μείωσης γιατί απλούστατα δεν χρησιμοποιούν όλοι τα ίδια υλικά και φυσικά η ποιότητα κατασκευής δεν είναι η ίδια. Όμως οι διαφορές στις δύο παραπάνω κατηγορίες δεν είναι μεγάλες συνεπώς ή διαφορά ποιότητας των προϊόντων περιορίζεται στον βαθμό απόδοσής και στον χρόνο ζωής.

### **Γενικές οδηγίες επιλογής μειωτήρα στροφών**

Κάθε συγκεκριμένη εφαρμογή μείωσης στροφών, επιβάλλεται να εξεταστεί μεμονωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να καθοριστεί η καλύτερη τεχνικοοικονομική λύση. Η πλειονότητα των συστημάτων μετάδοσης κίνησης χρησιμοποιεί τους κλασσικούς ηλεκτροκινητήρες των 1440 RPM/220-380 Ω/50 HZ (απλούστεροι και οικονομικότεροι).

Σύμφωνα με τα παραπάνω και αφού καταλήξουμε στις τελικές απαιτούμενες στροφές του μειωτήρα, για την σχέση μείωσης ισχύουν τα εξής:

- ü Για σχέση μείωσης έως και 6/1, η χρησιμοποίηση αλυσοκίνησης ή ιμαντοκίνησης θεωρείται η οικονομικότερη λύση.
- ü Για σχέση μείωσης από 4/1 έως και 70/1, η χρησιμοποίηση μειωτήρων στροφών με παράλληλα δόντια ή γωνιακών μειωτήρων (ατέρμονα κοχλία) θεωρείται η οικονομικότερη λύση. Ελικοειδής ή κωνικοί οδοντωτοί τροχοί χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες ισχύς.
- ü Για σχέση μείωσης από 30/1 έως και 300/1, εάν η θέση των αξόνων είναι 90°, τότε ο συνδυασμός μειωτήρα με ελικοειδή οδόντωση και μειωτήρα ατέρμονα - κοχλία θεωρείται η πιο προσιτή λύση.
- ü Για σχέση μείωσης από 65/1 έως και 1320/1, ο συνδυασμός γωνιακών μειωτήρων (ατέρμονα–κοχλία) σε σετ διπλής μείωσης με άξονες εισόδου–εξόδου παράλληλους θεωρείται ο καταλληλότερος.
- ü Για σχέση μείωσης από 71/1 έως και 4900/1, ο συνδυασμός σετ μειωτήρων (ατέρμονα–κοχλία), διπλής μείωσης με άξονες εισόδου–εξόδου είναι γενικά αποδεκτός.

## **5 Προβλήματα μειωτήρων**

- ü *Θόρυβος μειωτήρων:* Ένα από τα προβλήματα των μειωτήρων είναι και ο θόρυβος που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Τα αίτια αυτού του θορύβου θα μπορούσαμε να τα αποδώσουμε σε τρία κύρια φαινόμενα:

- Ø Το πρώτο είναι η διακύμανση της φόρτισης των δοντιών των τροχών, όπου μέσω των αξόνων και των ρουλεμάν του μειωτήρα, μεταφέρεται ο θόρυβος στο κέλυφος του.
- Ø Το δεύτερο είναι το είδος και η ποιότητα των ρουλεμάν του μειωτήρα. Για ειδικές κατασκευές όπου επιβάλλεται να είναι σχετικά αθόρυβες, συνίσταται η χρήση ειδικών ρουλεμάν.
- Ø Και τέλος το τρίτο φαινόμενο εντοπίζεται στα χτυπήματα του λιπαντικού στο εσωτερικό μέρος του κελύφους του μειωτήρα, ειδικότερα σε μεγάλες ταχύτητες λειτουργίας της εγκατάστασης.

Το μέγεθος αυτών των θορύβων θα μπορούσαμε να το προσδιορίσουμε για τις συνηθισμένες κατασκευές στα 80 dB για τις παράλληλες και ελικοειδείς οδοντώσεις και στα 75 dB για τους γωνιακούς μειωτήρες (ατέρμονα – κορώνα).

ü *Υπερθέρμανση μειωτήρων:* Το φαινόμενο της υπερθέρμανσης των μειωτήρων (ιδιαίτερα του μειωτήρα ατέρμονα – κορώνας) δεν είναι ασυνήθιστο. Τα αίτια που το προκαλούν εντοπίζονται κυρίως στην απώλεια της μεταφερόμενης από τον μειωτήρα ισχύος, λόγω της τριβής που αναπτύσσεται κατά την εμπλοκή των δοντιών, της τριβής από τα ρουλεμάν και τις τσιμούχες καθώς και της ανάδευσης του λιπαντικού από την περιστροφή των οδοντωτών τροχών του μειωτήρα.

Η υπερθέρμανση των μειωτήρων αποτελεί ένα φαινόμενο που δεν μπορεί εύκολα να υπολογιστεί, διότι εξαρτάται από πολλούς συντελεστές όπως η επιφάνεια του κελύφους του μειωτήρα, το είδος της ψύξης του (με ή χωρίς ανεμιστήρα), η ποσότητα του λιπαντικού και η μορφή της κυκλοφορίας του στο εσωτερικό μειωτήρα.

Για τον λόγο αυτό, η υπερθέρμανση των μειωτήρων εκτιμάται μόνο εμπειρικά από δοκιμές. Έτσι παρατηρούμε στους πίνακες επιλογής των μειωτήρων, ότι τόσο η ισχύς εισόδου όσο και ο βαθμός απόδοσης τους αναφέρονται σε κάποια μέγιστη θερμοκρασία. Ο χρόνος ανόδου της θερμοκρασίας είναι αντιστρόφως ανάλογος του μεγέθους του μειωτήρα.

Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η θερμοκρασία λειτουργίας του μειωτήρα είναι ένα βασικότατο στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται πάντοτε υπόψη μας στην επιλογή του είδους και του μεγέθους του μειωτήρα που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε. Εάν μάλιστα πρόκειται να ξεπεράσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία περιβάλλοντος για κάποιον μειωτήρα, τότε κρίνεται προτιμότερη η χρήση κάποιου άλλου συστήματος μείωσης στροφών.

ü *Περιβάλλον λειτουργίας μειωτήρων:* Όπως είδαμε πριν η υπερθέρμανση των μειωτήρων αποτελεί ένα βασικότατο παράγοντα λειτουργίας τους, αλλά από την άλλη μεριά και η ψύξη των μειωτήρων πρέπει να ερευνάται. Ειδικότερα σε εφαρμογές με θερμοκρασία περιβάλλοντος κάτω των 30°C παρουσιάζονται μεγάλα προβλήματα στην αντοχή των υλικών κατασκευής του. Συγκεκριμένα το κέλυφος των μειωτήρων, συνήθως χυτοσίδηρο, γίνεται υπερβολικά εύθραυστο στην θερμοκρασία των -30°C.

Επίσης οι ανθρακούχοι χάλυβες τείνουν να χάνουν τις ιδιότητες της αντοχής τους και γίνονται εύθραυστοι και αυτοί. Γι' αυτό επιβάλλεται η χρήση κραμάτων χάλυβα. Μερικά ακόμη στοιχεία στο περιβάλλον λειτουργίας που πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας και να μελετάμε την αντιμετώπιση τους είναι η υπερβολική σκόνη και η υγρασία.

ü *Εξωτερική φόρτιση μειωτήρων:* Το είδος της εξωτερικής φόρτισης των μειωτήρων αποτελεί ένα σοβαρό στοιχείο ελέγχου, με σκοπό την αποφυγή τυχόν προβλημάτων λειτουργίας τους. Έτσι στην επιλογή των μειωτήρων, τα επιβαλλόμενα καμπτικά και κρουστικά φορτία πρέπει να ελέγχονται σχολαστικά, ώστε να αποφεύγονται οι συχνές φθορές στα ρουλεμάν στήριξης των αξόνων (εισόδου–εξόδου) του μειωτήρα, στις τσιμούχες αλλά και στις οδοντώσεις των γραναζιών του.

Για παράδειγμα, εάν κάποιο φορτίο εφαρμόζεται κοντά στα ρουλεμάν του άξονα εξόδου, τότε οι επιδράσεις του στην φθορά των ρουλεμάν θα είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες με φόρτιση του άξονα σε κάποια απόσταση από τα ρουλεμάν του. Επίσης και η κάμψη του άξονα μεγαλώνει ανάλογα με την απόσταση φόρτισης. Εδώ μάλιστα διατρέχουμε τον κίνδυνο της απόκλισης της εμπλοκής των δοντιών των οδοντωτών τροχών, με φυσική συνέπεια την συγκέντρωση τάσεων σε κάποιο τμήμα της οδόντωσης και επακόλουθο την μείωση του χρόνου ζωής των τροχών.

ü *Ανοχές κατασκευής εξαρτημάτων–μετατοπίσεις αξόνων:* Οι ανοχές κατασκευής ενός εξαρτήματος κρίνουν κατά κάποιο τρόπο και την ποιότητα του. Από την άλλη μεριά, δεν κρίνεται σκόπιμη η σπατάλη χρημάτων για την ακρίβεια κατασκευής ενός εξαρτήματος, χωρίς αυτό να είναι απόλυτα αναγκαίο. Έτσι και στην περίπτωση των μειωτήρων στροφών ο κάθε κατασκευαστής παράγει και κοστολογεί τα προϊόντα του σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Υπάρχουν όμως και μερικά πράγματα που θα μπορούσαμε να τα χαρακτηρίσουμε σαν γενικό κανόνα για όλους σχεδόν τους κατασκευαστές μειωτήρων. Η τήρηση αυτών των κανόνων αποτελεί σοβαρό κριτήριο ομαλής και μακρόχρονης λειτουργίας των μειωτήρων.

Έτσι λοιπόν

Η απόσταση των αξόνων εισόδου εξόδου ( $\alpha$ ) συνίσταται να κυμαίνεται μεταξύ 0,00 mm και +0,05 mm.

Επίσης επιβάλλεται η δυνατότητα ρύθμισης της αξονικής μετατόπισης των αξόνων ατέρμονα και κοχλία μέσα στα επιτρεπόμενα όρια. Εάν δεν δίνεται από τον κατασκευαστή συνίσταται να ακολουθεί η αξονική μετατόπιση του ατέρμονα τις τιμές του παρακάτω πίνακα 3.1

<b>ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΞΟΝΩΝ ( <math>\alpha</math> )</b> <b>(m)</b>	<b>ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ</b> <b>(mm)</b>
1,125 μέχρι 2,675	0,05 ÷ 0,10
3 ÷ 9	0,07 ÷ 0,12
10 ÷ 12	0,10 ÷ 0,15
14 ( in )	0,15 ÷ 0,20

Πίνακας 3.1 τιμές επιτρεπόμενης αξονικής μετατόπισης (αν δε δίνεται από τον κατασκευαστή)

Για την μετατόπιση του άξονα της κορώνας, θα πρέπει πρακτικά να την θεωρήσουμε κοντά στο μηδέν.

# ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

## 1 Οργάνωση παραγωγής

Πολλές φορές τα διοικητικά στελέχη στον τεχνικό τομέα αντιμετωπίζουν προβλήματα, που για τη λύση τους δεν αρκούν μόνο οι ειδικές γνώσεις. Η χρήση επιστημονικού υλικού στο χώρο εργασίας καθώς και η συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για μια διαρκή ανάπτυξη στην τεχνική παραγωγής, απαιτούν επιπρόσθετες γνώσεις απαραίτητες για την επίλυση προβλημάτων στην τεχνική παραγωγής και στην επίλυση προβλημάτων.

Στο σημείο αυτό, μπαίνει το θέμα της οργάνωσης παραγωγής μιας εργοστασιακής μονάδας.

Την ανάγκη για μια περιεκτική, με τα πιο βασικά στοιχεία παρουσίαση, υποδεικνύει η ακόλουθη σύνοψη πάνω στα θέματα της εργασίας, του χρόνου, της κατανομής των δραστηριοτήτων και ευθυνών στη βιομηχανία, στο σχεδιασμό και στην εκτέλεση της κατασκευής, την ποιοτική εξασφάλιση των προϊόντων, την αξιολόγηση και αμοιβή της εργασίας, την αξιολόγηση των οικονομικών μεγεθών στην κοστολόγηση και των υπολογισμό των εξόδων.

Τα παραπάνω στοιχεία, με τα οποία και θα ασχοληθούμε είναι μέγιστης σημασίας, και μπορούν να μας βοηθήσουν να βελτιώσουμε το κόστος παραγωγής καθώς και το χρόνο κατασκευής ενός εξαρτήματος ή ενός ολόκληρου μηχανισμού.

### **Συστήματα οργάνωσης εργασίας**

Στόχος της συνεργασίας των τεχνικών και των οικονομικών στελεχών σε μία βιομηχανική μονάδα, είναι η ολοκλήρωση των μεθόδων για την επίλυση τεχνικών προβλημάτων λαμβάνοντας υπόψη την οικονομική πλευρά, τις ιδιαίτερες ανάγκες,



καθώς και την ικανότητα απόδοσης των εργαζομένων. Στο επίκεντρο των επιστημονικών εργασιακών ερευνών βρίσκεται ο εργαζόμενος, με τις ατομικές και κοινωνικές του σχέσεις προς τα τεχνικά στοιχεία του εργασιακού συστήματος.

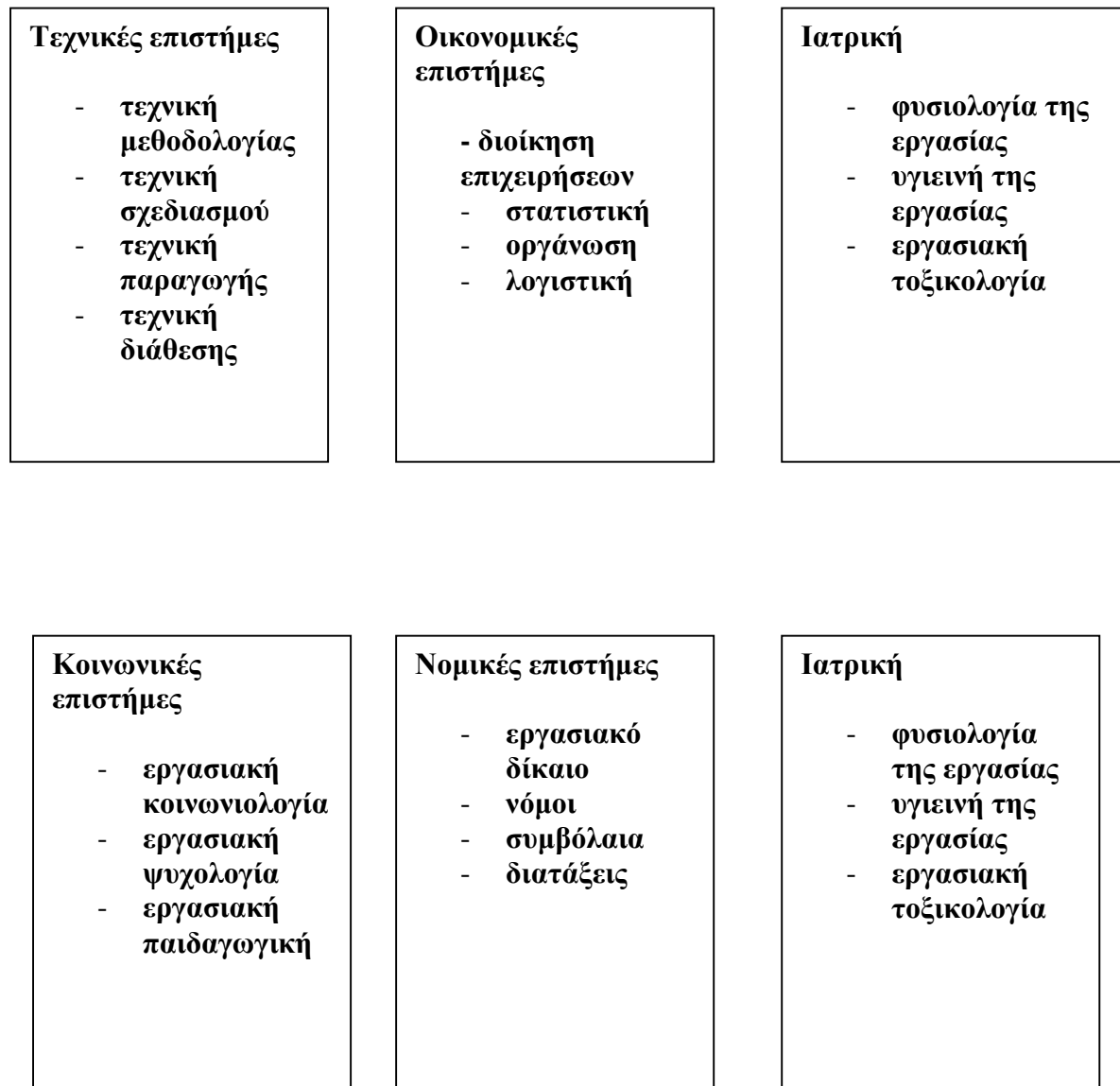
### **Σημασία και σκοπός της μελέτης εργασίας**

Η μελέτη εργασίας, χρησιμοποιεί τις μεθόδους και τις γνώσεις διαφόρων επιστημονικών κλάδων (σχήμα 4.1).

Σημαντικά σημεία είναι η συνεργασία των ανθρώπων στο εργοστάσιο, τα βιομηχανικά μέσα και εργαλεία, οι συνθήκες και οι προϋποθέσεις με τις οποίες ολοκληρώνεται μία εργασία, καθώς και οι επιδράσεις των συνθηκών εργασίας στον άνθρωπο. Η διαμόρφωση εργασίας περιλαμβάνει όλα τα κατάλληλα μέτρα για μία πάρα πολύ καλή συνεργασία.

### **Συστήματα εργασίας**

Ο στόχος της μελέτης εργασίας βρίσκεται στη βελτίωση της οργάνωσης με σκοπό την αποτελεσματικότητα. Αυτό συμβαίνει με τη βοήθεια αναλυτικής έρευνας, τα αποτελέσματα της οποίας οδηγούν σε μία καινούρια διαμόρφωση ή αλλαγή του συστήματος εργασίας.



Σχήμα 4.1 Μέθοδοι και γνώσεις διαφόρων επιστημονικών κλάδων

## **Τεχνική συστημάτων**

Η τεχνική συστημάτων, καθιστά σήμερα δυνατή μία ξεκάθαρη παρουσίαση αλληλεξαρτήσεων.

Σύστημα ονομάζεται ένα σύνολο στοιχείων, των οποίων οι σχέσεις εξυπηρετούν ένα καθορισμένο σκοπό. Έτσι παρουσιάζονται σαν συστήματα οι επιχειρήσεις, τα εργοστάσια, τα τμήματα, οι ομάδες μηχανών, και η κάθε θέση εργασίας. Μια εκπαίδευση ή συνεδρίαση αποτελεί ένα κοινωνικό σύστημα, μία μηχανή με εντελώς αυτοματοποιημένη λειτουργία. Με την κοινή συμμετοχή του ανθρώπου και των μέσων εργασίας, δημιουργείται ένα σύστημα εργασίας (κοινωνικοτεχνικό σύστημα). Τα συστήματα εργασίας αποτελούν το βασικό αντικείμενο της εργασιακής μελέτης. Χαρακτηρίζονται από τη συμμετοχή των ανθρώπων και των μέσων εργασίας για την επίλυση εργασιακών προβλημάτων στον τομέα της κατασκευής αλλά και σε άλλους τομείς της επιχείρησης.

## **Στοιχεία συστήματος**

Τα στοιχεία ενός συστήματος εργασίας, συνοπτικά είναι τα εξής: ο σκοπός της εργασίας ή είσοδος, το δυναμικό (άνθρωποι, τα μέσα εργασίας), η διαδικασία, οι παράγοντες διακοπής και η έξοδος. Ο σκοπός της εργασίας αναφέρεται στα υλικά αντικείμενα καθώς και στις πνευματικές δραστηριότητες. Τα αποτελέσματα της εργασίας μπορεί να είναι προϊόντα ή υπηρεσίες. Στα συστήματα εργασίας ενεργούν εσωτερικές και εξωτερικές συνθήκες, οι οποίες επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την πορεία της εργασίας.

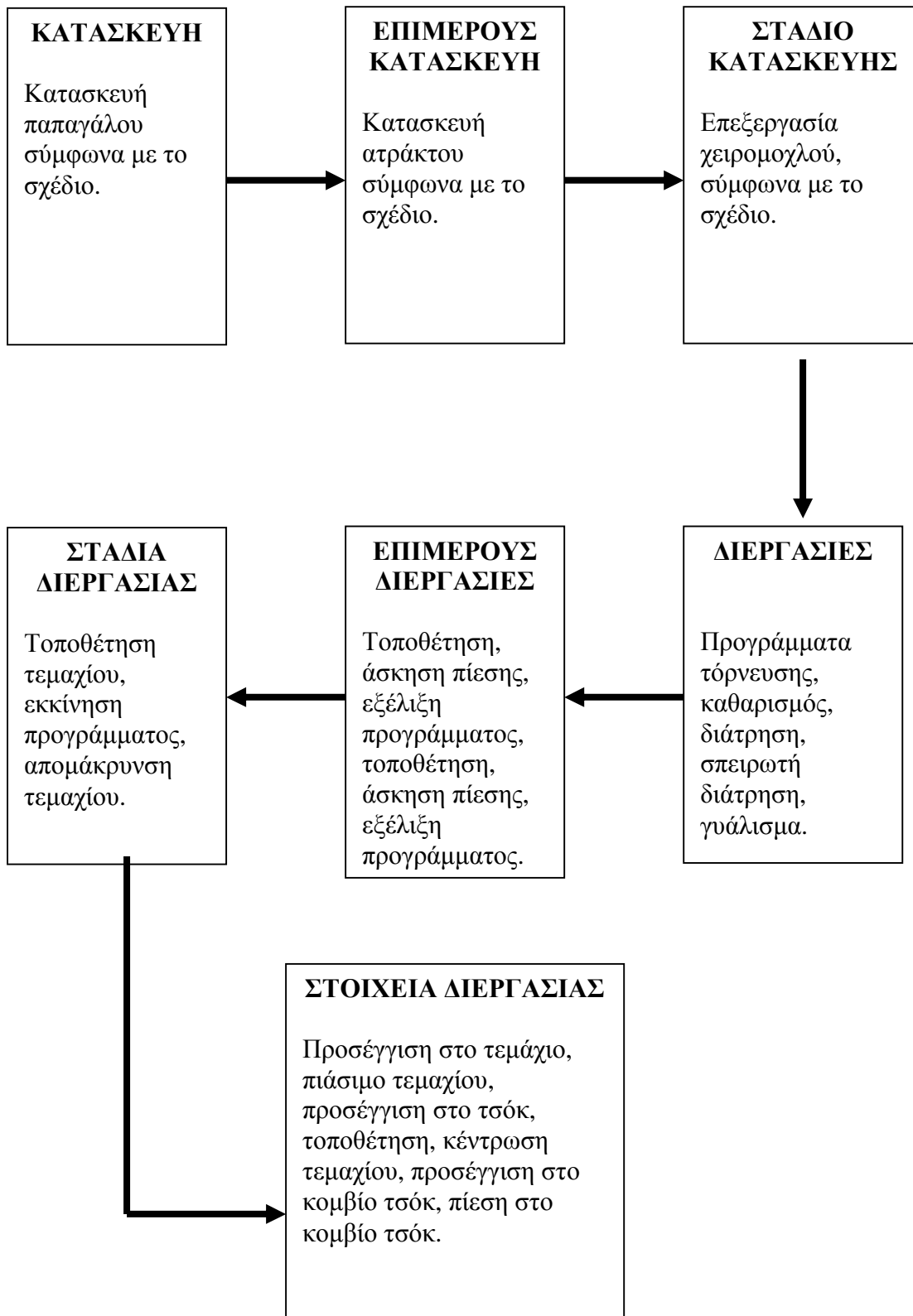
Ανάλογα με το μέγεθος διαχωρίζει κανείς μικροσυστήματα (θέση εργασίας, ομάδα μηχανικών, τομέας) και μακροσύστημα (εργοστάσιο, επιχείρηση).

## **2 Εργασιακή πορεία**

Στην πορεία και εξέλιξη της εργασίας ανήκουν ο τρόπος εργασίας (στη μηχανολογία οι τρόποι παραγωγής σύμφωνα με την προδιαγραφή DIN 8580), η μέθοδος εργασίας, όπως και οι αποκλίνοντες όροι εργασίας, οι οποίοι επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την εξέλιξη της εργασίας. Η πορεία της εργασίας, χαρακτηρίζει τον τρόπο επίτευξης του στόχου της εργασίας.

### **Διαμερισμός πορείας**

Οι μέθοδοι της διαμορφωτικής εργασίας, επιζητούν την καλύτερη δυνατή λύση των προβλημάτων. Μια σημαντική προϋπόθεση είναι ο διαμερισμός της εργασιακής πορείας σε στάδια. Όσο πιο λεπτομερέστερος είναι ο διαμερισμός, τόσο ακριβέστερα είναι τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Η παρακάτω απεικόνιση (σχήμα 4.2) δείχνει το μέγεθος του διαμερισμού με το παράδειγμα της κατασκευής παπαγάλου, για την επί μέρους κατασκευή ατράκτου.



Σχήμα 4.2 διαμερισμός με παράδειγμα την κατασκευής παπαγάλου.

### Παρεκκλίνουσες προϋποθέσεις εργασίας.

Στον πίνακα 4.1 φαίνεται καθαρά η επιρροή των παρεκκλιουσών προϋποθέσεων εργασίας στα στοιχεία του εργασιακού συστήματος και οι επιδράσεις στην πορεία της εργασίας.

Στοιχεία συστήματος	Επιρροές	Επιδράσεις
Είσοδος	Προσαρμογή από υλικό ελάσματος σε τεμάχια ελάσματος.	Προσαρμογή μηχανών και τεχνίτη στη διαδικασία σύσφιξης.
Είσοδος και έξοδος	Προσαρμογή από τα έντυπα στην οθόνη του Η/Υ.	Γρηγορότερη, ορθότερη και περιεκτικότερη πληροφορία, βελτιώνει την αποδοτικότητα.
Δυναμικότητα	Αλλαγή του εργαζομένου, αλλαγή των πληροφοριών της μηχανής, φθορά των εργαλείων.	Αποκλίσεις χρόνου ή ποιότητας. Μεταβολή του ρυθμού ποιότητας.
Έξοδος	Αλλαγή του υλικού	Υψηλή ή χαμηλή παραγωγικότητα.
Έξοδος	Μεταβολή σχημάτων, διαστάσεων ή ποιότητας.	Αλλαγή εργαλείων ή εργασιακών διαδικασιών.
Συνθήκες περιβάλλοντος	Θερμοκρασίες, δονήσεις.	Αποκλίσεις ποιότητας.
Συνθήκες περιβάλλοντος	Κοινωνικά προβλήματα.	Πτώση απόδοσης.

Πίνακας 4.1 παρεκκλίνουσες προϋποθέσεις εργασίας.

### **Καταμερισμός της εργασίας.**

Διαχωρίζει την βιομηχανική παραγωγή από τη χειρωνακτική και είναι προϋπόθεση για τη μηχανοποίηση και την αυτοματοποίηση.

*Ο καταμερισμός είδους εργασίας*, είναι η εν σειρά σύνδεση συστημάτων εργασίας.

*Ο καταμερισμός ποσότητας*, είναι η παράλληλη σύνδεση ενός συστήματος εργασίας.

### **Εργονομία**

Η εργονομία ερευνά την ανθρώπινη συμπεριφορά στις διάφορες θέσεις εργασίας. Η αξιολόγηση των στοιχείων οδηγεί σε σημαντικές γνώσεις και κανόνες σχετικά με τη σωστή διαμόρφωση των εργασιακών συστημάτων.

### **Ο άνθρωπος στο σύστημα εργασίας.**

Σαν στοιχείο του συστήματος εργασίας, ο άνθρωπος απαιτεί την ιδιαίτερη προσοχή των φυσικών του δυνατοτήτων και χαρισμάτων. Ο προσανατολισμός στην εργονομία κατά τη δημιουργία θέσεων εργασίας, κατά την επιλογή, πληροφόρηση και καθοδήγηση του προσωπικού, δημιουργεί τις προϋποθέσεις μιας πλήρους εναρμόνισης των στοιχείων του συστήματος. Από το βαθμό της εναρμόνισης και συνεργασίας, εξαρτάται και η επιτυχία ενός συστήματος εργασίας.

Οι γνώσεις πάνω στην εργονομία, χρησιμοποιούνται επίσης κατά το σχεδιασμό συσκευών για τον αθλητισμό, το νοικοκυριό και σε άλλους τομείς της ζωής μας.

## **Οι βασικές απαιτήσεις της εργονομίας είναι οι εξής:**

### **Û Ανθρωπομετρικές απαιτήσεις.**

Προσαρμογή των βιομηχανικών μέσων στο σχήμα και το μέγεθος του σώματος, απαιτούμενος χώρος, ακτίνα δράσης, μορφή του χειριστηρίου, προσοχή στις βασικές μετρήσεις.

### **Û Φυσιολογικές απαιτήσεις.**

Αξιόσιμη σωματική δύναμη, περίοδος κόπωσης και ανάκαμψης, στατική και δυναμική μυϊκή εργασία, μονόπλευρη ή εναλλασσόμενη επιβάρυνση, επιρροές από το περιβάλλον (κλίμα, θόρυβος, σκόνη, δονήσεις)

### **Û Ψυχολογικές απαιτήσεις.**

Ψυχική ικανότητα απόδοσης, προσοχή, αυτοσυγκέντρωση, ψυχική κόπωση, κίνητρα (κίνητρα απόδοσης κατά Kunze: απλοϊκά κίνητρα, στοιχειώδη κίνητρα – δημιουργικά κίνητρα), προβλήματα συνεργασίας και διοίκησης (διαφωνίες, πρόληψη, υπερνίκηση).

### **Û Οργανωτικές απαιτήσεις.**

Στο πρόγραμμα εργασίας (προσαρμογή στο φυσικό ημερήσιο ρυθμό με έμφαση στις περιοδικές διακυμάνσεις της απόδοσης, ιδιαίτερες προϋποθέσεις στις βραδινές εργασίες και στις εργασίες με βάρδιες), στο συγχρονισμό της τρέχουσας εργασίας, στους κανονισμούς για τα διαλείμματα, στην πορεία της εργασίας (αύξηση καθηκόντων – job enlargement, αλλαγή καθηκόντων – job rotation, εν μέρει αυτοδύναμες ομάδες – job enrichment).



Û Απαιτήσεις τεχνικής πληροφοριών.

Στους φορείς πληροφοριών (σχέδια, μέσα απεικόνισης, εντολές, πίνακες σημάτων κινδύνου, οθόνες), στις συσκευές ελέγχου, στα ηχητικά και οπτικά σήματα.

Û Απαιτήσεις τεχνικής ασφάλειας.

Γνώση των διατάξεων προστασίας ατυχημάτων, γνώση των εργασιακών διατάξεων, ασφαλή συστήματα εργασίας (προστασία από επικίνδυνα αντικείμενα, ασφαλή μέσα παραγωγής, ευσυνείδητη επιλογή και ενημέρωση προσωπικού), σίγουρο περιβάλλον (μέσα προώθησης και μεταφοράς, τάξη και καθαριότητα, φόρμα προστασίας), διαρκής επιτήρηση (τήρηση των διατάξεων, εξάλειψη ελλείψεων και βλαβών).

### **3 Διαμόρφωση της εξέλιξης**

Το είδος, και η ποσότητα των προϊόντων, ο διακανονισμός των παραγγελιών και οι δυνατότητες παραγωγής καθορίζουν την εξέλιξη της εργασίας.

#### **Αρχές εξέλιξης**

Για την αλληλοταξινόμηση των συστημάτων εργασίας και το συνδυασμό τους σε γραμμές παραγωγής, καθιερώθηκαν στη βιομηχανία μετάλλων οι ακόλουθες αρχές και είδη οργάνωσης:

Û Εργαστηριακή κατασκευή: Μηχανές όμοιας λειτουργίας σχηματίζουν ομάδες ή εργαστήρια (τόρνου, φρέζας, τροχού). Από εκεί και προέρχεται και η ονομασία εργαστηριακή κατασκευή.

Û Αρχή της ροής: Η διάταξη και η λειτουργία των βιομηχανικών μέσων αναλογεί με την εξέλιξη παραγωγής ενός ορισμένου αντικειμένου.

Ū Παραγωγή εν σειρά: Το πέρασμα του αντικειμένου γίνεται χωρίς πίεση και χωρίς άμεση χρονική δέσμευση. Ανάλογες συσκευές λειτουργούν ανάμεσα στους χώρους εργασίας σαν ρυθμιστές.

Ū Παραγωγή εν ροή: Η ταχύτητα του μιάντα τρέχουσας εργασίας ανάλογα με τον προκαθορισμένο χρονικό ρυθμό, καθορίζει την σειρά των διαδικασιών κατά την πορεία της εργασίας χωρίς διακοπή και χωρίς να εξαρτάται από τον εργαζόμενο. Η παραγωγή αυτή με άμεση χρονική δέσμευση δεν αναφέρεται μόνο στην επεξεργασία αλλά και στη συγκρότηση.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε μίας από τις προαναφερθείσες αρχές εξέλιξης είναι τα εξής :

### **Παραγωγή με την αρχή της εργαστηριακής κατασκευής**

*Πλεονεκτήματα:* Μεγάλη ευελιξία των προγραμμάτων παραγωγής, της αξιοποίησης των βιομηχανικών μέσων και των μισθολογικών κινήτρων. Καλή προσαρμογή στις αγορές. Το δοκιμασμένο σύστημα για μεμονωμένη κατασκευή, μικρός αριθμός παραγωγής και εργασίες αποκατάστασης.

*Μειονεκτήματα:* Μεγάλη διαδρομή των υλικών, μεγάλος χρόνος περάτωσης, υψηλό κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης, πολυέξοδο στάδιο προετοιμασίας, υψηλές απαιτήσεις από το προσωπικό και ανάλογες αμοιβές.

### **Παραγωγή με την αρχή της ροής**

Η αρχή εν σειρά παραγωγής χρησιμοποιείται για τη συνεχή παραγωγή τυποποιημένων εξαρτημάτων, κυρίως για εργαλειομηχανές μιας εργασίας.

*Πλεονεκτήματα:* Σαφώς ταξινομημένη ροή υλικών, μικρή διαδρομή, ανειδίκευτο προσωπικό σε χαμηλές μισθολογικές κατηγορίες. Εξισορρόπηση των χρονικών διαφορών με τους ενδιάμεσους ρυθμιστές, κίνητρα απόδοσης με ομαδικά πριμ.

*Μειονεκτήματα:* Προβλήματα προσαρμογής μηχανών και προσωπικού σε απαιτούμενη αλλαγή κατασκευής, υψηλό κόστος σεταρίσματος και δοκιμής μηχανημάτων.

### **Αρχή της παραγωγής εν ροή**

Σύμφωνα με την αρχή της ροής, η επεξεργασία και η συγκρότηση επιτυγχάνονται κατά την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων.

*Πλεονεκτήματα:* Σύντομη διαδρομή προώθησης και χρόνοι περάτωσης, υψηλές αποδόσεις μέσα από ποσότητες και ποιότητες. Η βελτιστοποίηση του καταμερισμού εργασίας επιτρέπει την προσαρμογή των βιομηχανικών μέσων και τη χρησιμοποίηση των εργαζομένων ανάλογα με τις ικανότητές τους. Σύντομος χρόνος εκμάθησης, πολύ χαμηλό ημερομίσθιο και κόστος ανά τεμάχιο, υψηλός βαθμός ασφαλείας κατά την εργασία.

*Μειονεκτήματα:* Μεγάλη ανάγκη για επενδύσεις, μεγάλο ρίσκο από της αλλαγές της αγοράς, κίνδυνοι από τις αρνητικές επιδράσεις μονότονου και στενού εργασιακού κύκλου στους εργαζομένους. Προβλήματα με τον καθορισμό του χρόνου, και σε περίπτωση βλάβης, απαίτηση για πιο ανθρώπινη διαμόρφωση της εργασίας.

## **4 Αυτοματοποιημένη παραγωγή (σύνθετα συστήματα παραγωγής).**

Οι αυτοματοποιημένες εγκαταστάσεις συμπεριλαμβάνονται στις πατροπαράδοτες αρχές εξέλιξης μιας εργασίας.

Η εποχή των συμβατικών εργαλειομηχανών τελείωσε με τη χρήση έξυπνων συστημάτων παραγωγής. Αποφασιστικό κριτήριο είναι η μείωση του κόστους που συνδέεται με τους μισθούς. Η μικροηλεκτρονική προσφέρει τη δυνατότητα να σπάσει η «στεγνή» σχέση ανθρώπου και μηχανής. Προϋποθέσεις είναι η ασφαλής τροφοδοσία της μηχανής με υλικό και η απρόσκοπτη απομάκρυνση των

αποτορνευμάτων και των ψυκτικών λιπαντικών ουσιών, όπως και ο αυτόματος έλεγχος των μηχανών, των εργαλείων και των προς κατασκευή τεμαχίων.

Αποτελέσματα είναι η μείωση του κόστους παραγωγής, η γρήγορη διάθεση των έτοιμων τεμαχίων, μειωμένος χρόνος αποθήκευσης, διαρκής ακρίβεια και σωστή χρησιμοποίηση του ανθρώπου.

Η διάταξη των αυτόματων μηχανών σύμφωνα με την αρχή της ροής χαρακτηρίζεται σαν αλυσίδα παραγωγής (αλυσωτές εγκαταστάσεις κατασκευής). Κρίκοι της αλυσίδας είναι οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας, εργαλείων, προς επεξεργασία τεμαχίων, εγκαταστάσεις χειρισμού, ρύθμισης, ελέγχου και συναρμολόγησης.

Για τα συστήματα αυτά (αυτόματα συστήματα) θα αναφερθούμε εκτενέστερα στη συνέχεια.

Πολύ σημαντικό κεφάλαιο για την οργάνωση παραγωγής είναι να έχουμε ακριβή ή με μικρή απόκλιση, μελέτη για το χρόνο.

## **5 Μελέτη εργασίας**

### **Επιδιωκόμενοι στόχοι:**

- ü Να γνωρίζουμε τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την εξέταση της ανθρώπινης εργασίας.
- ü Να συντάξουμε διαγράμματα διαδικασίας που χρησιμεύουν στην καταγραφή της μεθόδου εργασίας.
- ü Να εξετάσουμε τις διάφορες φάσεις που συνθέτουν τη μέθοδο εργασίας βάσει των στοιχείων που έχουν καταγραφεί.
- ü Να εκτιμήσουμε προτύπους χρόνους βάσει μιας σειράς μελετών χρόνων

σε αλληλοσύνδεση με τη μελέτη μεθόδων.

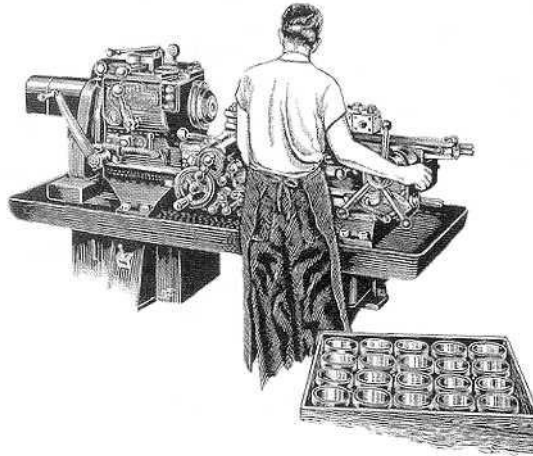
Μελέτη της εργασίας είναι ο γενικός όρος για όλες τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται με σκοπό την εξέταση της ανθρώπινης εργασίας ερευνώντας όλους τους παράγοντες που επιδρούν στην απόδοση και στην οικονομία με σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας. Η μελέτη εργασίας συνήθως έχει έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους στόχους:

- Τον καθορισμό του πιο καλού τρόπου εργασίας, για να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις, ώστε να εκτελείται αυτή η εργασία σε ελάχιστο χρόνο. Με αυτόν τον τρόπο θα καταγραφεί ένας «*πρότυπος χρόνος*», στον οποίο το προσωπικό θα καθοδηγείται έτσι, ώστε να τον τηρεί. Στην εικόνα 4.1 ο προϊστάμενος του μηχανουργείου εξηγεί στους χειριστές και προγραμματιστές των εργαλειομηχανών CNC πώς πρέπει να εκτελείται μια συγκεκριμένη κατεργασία ενός κομματιού.



Εικόνα 4.1 μηχανουργείο κατά τη διάρκεια επεξήγησης της εργασίας.

Û Τον καθορισμό της δυνατότητας παραγωγής από ένα συγκεκριμένο μηχάνημα ή άτομο ή γενικότερα από μια συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής. Δηλαδή τι δυνατότητα έχει να παράγει ένας τόννος CNC ή πόσα κομμάτια μπορεί να κατασκευάζει ένας προγραμματιστής CNC με μια συγκεκριμένη εργαλειομηχανή (εικόνα 4.2).



Εικόνα 4.2 χειριστής τόννου κατά τη διάρκεια της εργασίας του.

Û Τον καθορισμό του προτύπου χρόνου μιας εργασίας, για να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την αμοιβή του εργαζομένου (σε σύστημα αμοιβής ανάλογο προς την απόδοση). Ο πρότυπος χρόνος είναι ο "ιδανικότερος" χρόνος που απαιτείται, για να ολοκληρωθεί μια εργασία. Υπολογίζεται από ειδικούς μελετητές και λαμβάνει υπόψη του διαφόρους παράγοντες, όπως τη δεξιοτεχνία του εργαζομένου, την προσπάθεια που κατέβαλε αυτός κτλ.

Η μελέτη της εργασίας περιλαμβάνει βασικά δυο κατηγορίες:

Û τη μελέτη μεθόδων και

Û τη μέτρηση της εργασίας

Μελέτη μεθόδων είναι η συστηματική καταγραφή, ανάλυση και εξέταση της ακολουθούμενης μεθόδου εργασίας και η ανάπτυξη και εφαρμογή μιας νέας βελτιωμένης μεθόδου εργασίας.

Η κριτική εξέταση των απλών εργασιών ή των απλών κινήσεων, στις οποίες έχει αναλυθεί μια σύνθετη εργασία, θα βοηθήσει στη συνέχεια να καθορισθεί ποιες από τις εργασίες αυτές είναι απαραίτητες και συνεπώς πρέπει να παραμείνουν στη νέα βελτιωμένη μέθοδο και ποιες είναι δυνατόν να παραλειφθούν. Η μελέτη μεθόδων περιλαμβάνει ορισμένες διαδικασίες που μπορούν να περιληφθούν σε έξι κατηγορίες. Οι διαδοχικές αυτές φάσεις της μελέτης είναι:

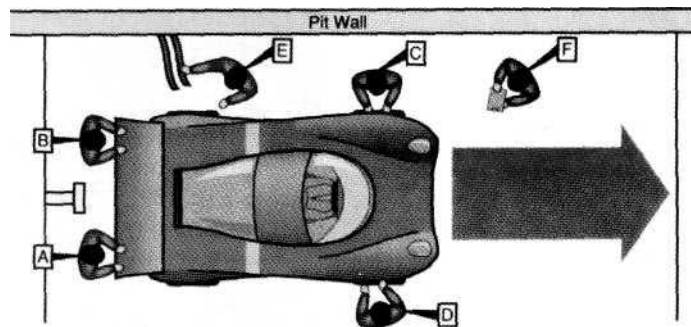
- Επιλογή της εργασίας που θα μελετηθεί (select).
- Û Περιγραφή της μεθόδου που χρησιμοποιεί ήδη το εργοστάσιο (record).
- Û Χωρισμός σε μικρότερες εργασίες και κριτική εξέταση καθεμιάς από τις απλές εργασίες (examine).
- Û Ανάπτυξη της νέας βελτιωμένης μεθόδου (develop).
- Û Εφαρμογή της νέας βελτιωμένης μεθόδου (implement).
- Û Έλεγχος /συντήρηση της ορθής εφαρμογής της νέας μεθόδου (maintain).

Στη συνέχεια, θα αναπτυχθεί ο τρόπος εργασίας σε καθεμιά από τις τέσσερις βασικές πρώτες διαδοχικές αυτές φάσεις της μελέτης.

Η μελέτη εργασίας γίνεται ευκολότερα και ασφαλέστερα, όταν ακολουθηθούν κατά τη διάρκεια αυτής οι προηγούμενες φάσεις.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της εφαρμογής της μελέτης μεθόδων και της μέτρησης της εργασίας είναι η αλλαγή των ελαστικών των αυτοκινήτων

αγωνιστικού τύπου στα ΡΙΤ. Πρώτα γίνεται σχεδιασμός των κινήσεων του προσωπικού στα ΡΙΤ, όπως δείχνει η εικόνα 4.3 και μετά εφαρμόζεται στην πράξη, όπως δείχνει η εικόνα 4.4. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα δευτερόλεπτα μπορεί να παίζουν καθοριστικό ρόλο στην τελική κατάταξη του οδηγού στην κούρσα.



Εικόνα 4.3 σχεδιασμός κινήσεων προσωπικού σε ΡΙΤ αγώνων



Εικόνα 4.4 κινήσεις προσωπικού στην πράξη



Από την απλότητα των διαδικασιών ίσως θεωρηθεί, εσφαλμένα βέβαια, ότι η μελέτη μεθόδων είναι απλή και συνεπώς χωρίς σημασία. Αντίθετα, η μελέτη μεθόδων μπορεί να είναι αρκετά δύσκολη και πολύπλοκη.

## **6 Επιλογή της εργασίας που θα μελετηθεί.**

Πρώτη φάση της μελέτης της εργασίας σε μια επιχείρηση είναι η επιλογή των εργασιών που θα εξετασθούν στην αρχή. Σε μια επιχείρηση εκτελούνται πολλές εργασίες και δεν είναι δυνατόν η μελέτη να τις περιλάβει όλες μαζί.

Χρειάζεται:

- η καταγραφή των εργασιών ή των ομάδων εργασιών.
- η ιεράρχηση αυτών.

Για τον καθορισμό της προτεραιότητας εξετάζονται:

- ο οικονομικός παράγοντας.
- ο τεχνικός παράγοντας.
- ο ανθρώπινος παράγοντας.
- η διάρκεια της μελέτης.
- τα έξοδα της μελέτης.
- η προβλεπόμενη οικονομία που θα προκύψει από την εφαρμογή των αποτελεσμάτων της μελέτης.

Για να επιλεγεί μια εργασία προς μελέτη, πρέπει να έχει αρκετά μεγάλη χρονική διάρκεια και το προβλεπόμενο οικονομικό όφελος από την εφαρμογή των αποτελεσμάτων της να υπερκαλύπτει τα έξοδα της μελέτης.

Η βελτίωση μιας εργασίας είναι δυνατό να συντελέσει στην αύξηση της παραγωγικότητας ολόκληρης της επιχείρησης. Αυτό συμβαίνει π.χ. στην παραγωγή σε σειρά, στη φάση που παρατηρείται καθυστέρηση λόγω «στενώματος», δηλαδή συσσώρευσης εξαρτημάτων (bottleneck). Παραγωγή σε σειρά έχουμε, όταν τα αντικείμενα ή τα συναρμολογημένα κομμάτια που αποτελούν το τελικό προϊόν περνούν στην επόμενη κατεργασία, μόλις τελειώσει η παρούσα κατεργασία στην οποία υπόκεινται.

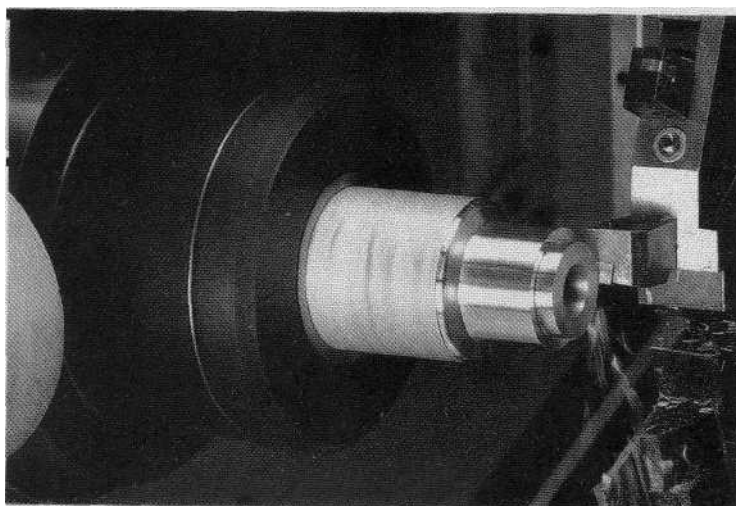
*Στένωμα* π.χ. είναι ένας κλίβανος τήξης. Πριν από αυτόν υπάρχουν ίσως άλλες διεργασίες που υποχρεωτικά περνούν από αυτόν. Αν δεν είναι δυνατή η επιτάχυνση της διεργασίας στο στένωμα, δεν έχει νόημα η επιτάχυνση των εργασιών πριν από αυτό.

Βελτίωση της εργασίας στο στένωμα πιθανόν να μετατοπίσει το στένωμα σε άλλη φάση της σειράς παραγωγής. Αυτό το γεγονός λοιπόν δημιουργεί μόνο του για το μελετητή ένα πρόβλημα προς επίλυση. Από τη μελέτη και επίλυση του στενώματος, που (πιθανόν να) έχει η παραγωγή μας, δημιουργούνται οικονομικά οφέλη για την επιχείρηση, όχι μόνο από την άποψη της βελτίωσης της παραγωγικής φάσης για την οποία θα γίνει η μελέτη αλλά και ολόκληρης της σειράς παραγωγής.

Η μελέτη της εργασίας σε μια φάση ή ομάδα φάσεων κατεργασίας ή διεργασίας στο εργοστάσιο μας, θα απασχολήσει ένα μέρος του προσωπικού της εταιρείας που έχει οριστεί από το διευθυντή, για να ασχοληθεί με τη μελέτη και συνεπώς θα κοστίσει στην επιχείρηση. Η επιχείρηση βέβαια, όπως και στις άλλες δραστηριότητες της, κάνει την εργασία αυτή, διότι αναμένει οικονομικά οφέλη. Μάλιστα συμφέρει να γίνει η μελέτη, όταν τα αναμενόμενα οφέλη υπερκαλύπτουν τη δαπάνη αυτής.

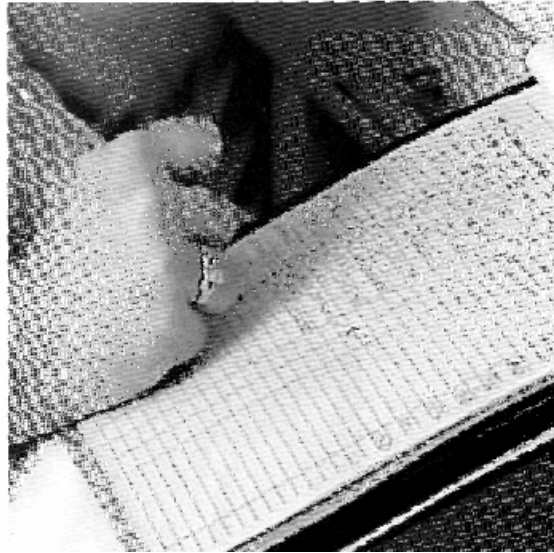
Πριν από την έναρξη της μελέτης εξετάζονται επίσης τα τεχνικά προβλήματα, τα σχετικά με την εργασία που θα μελετηθεί, και οι ενδεχόμενοι περιορισμοί που αυτά θα δημιουργήσουν στην παραγωγή. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που μια μηχανή, π.χ. εργαλειομηχανή CNC, «κόβει» με ταχύτητα μικρότερη της ανώτατης που επιτρέπεται, εξετάζουμε τη δυνατότητα αύξησης της ταχύτητας, διότι πιθανόν άλλοι παράγοντες να αποκλείουν τη μεγαλύτερη ταχύτητα. Πολλές φορές από την τεχνική και μόνο εξέταση του προβλήματος προκύπτουν ικανοποιητικές βελτιώσεις και δεν απαιτείται στη συνέχεια μελέτη της μεθόδου εργασίας.

Στην εικόνα 4.5 εάν η ταχύτητα της ατράκτου και η ταχύτητα της πρόωση του κοπτικού εργαλείου ήταν μεγαλύτερες (πάντα μέσα σε επιτρεπτά όρια) ο τόρνος θα μπορούσε ίσως να παράγει περισσότερα τεμάχια μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα που ερευνούμε την απόδοση του συγκεκριμένου τόρνου. Υπάρχει όμως πιθανότητα να μη συμφέρει στην εταιρεία να παράγει περισσότερα τεμάχια ο τόρνος, διότι δε θα μπορεί να τα απορροφήσει η υπόλοιπη παραγωγή και θα δημιουργηθεί στένωμα σε κάποιο άλλο σημείο του εργοστασίου.

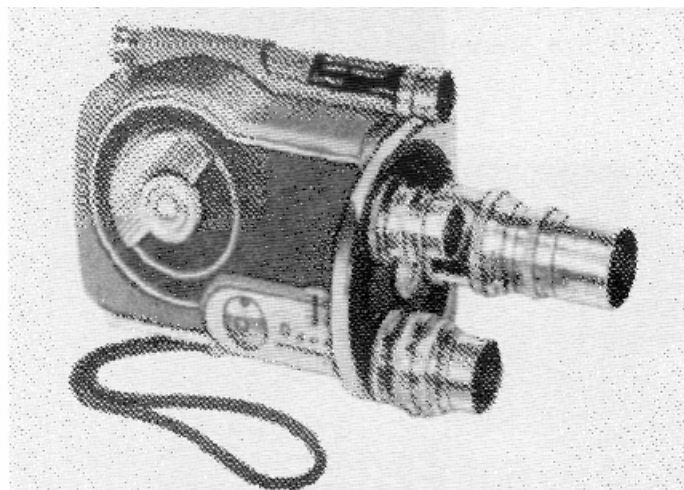


Εικόνα 4.5 τόρνος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του

Για την επιλογή των εργασιών που θα μελετηθούν υπολογίζεται ο παράγοντας άνθρωπος, αφού η επιτυχία της μελέτης εξαρτάται σημαντικά από αυτόν. Στους βασικούς στόχους της διεύθυνσης της επιχείρησης περιλαμβάνεται η δημιουργία ενός ευνοϊκού κλίματος και ευνοϊκού περιβάλλοντος εργασίας στην επιχείρηση για την αναζήτηση των βελτιώσεων και την εφαρμογή τους.



Εικόνα 4.6 διάγραμμα εργασίας



Εικόνα 4.7 μέσα που χρησιμοποιούνται για τη βιντεοσκόπηση της διαδικασίας

Αφού καθορισθεί η εργασία που θα μελετηθεί, γίνεται περιγραφή όλων των στοιχείων που αποτελούν τη διαδικασία που ακολουθείται. Πολλές φορές γίνεται

και η κινηματογράφηση ή βιντεοσκόπηση της διαδικασίας που ακολουθείται για λεπτομερέστερη ανάλυση.

Βέβαια είναι δυνατόν με το γραπτό λόγο να περιγραφούν όλες οι λεπτομέρειες της μεθόδου αυτής. Ο τρόπος αυτός όμως απαιτεί πολύ χρόνο και δεν ελέγχεται αρκετά, ώστε να επιλύσει το πρόβλημα. Γι' αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά διαγράμματα, στα οποία, εκτός από τη σύντομη περιγραφή των φάσεων, υπάρχουν και σύμβολα που χαρακτηρίζουν το είδος της εργασία που γίνεται. Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα διαγράμματα είναι :

- Απλό διάγραμμα διαδικασίας, (operation process chart).
- Διάγραμμα ροής της εργασίας, (flow process chart).
- Διάγραμμα "δεξιού-αριστερού χεριού. (two-handed process chart).

Βασικά σύμβολα φάσεων εργασίας :

Στα διαγράμματα χρησιμοποιούνται τα εξής πέντε βασικά σύμβολα ή συνδυασμοί αυτών :

### **Λειτουργία (operation) (O)**

Λειτουργία είναι η φάση κατά την οποία αλλάζουν τα χαρακτηριστικά ή οι ιδιότητες του κατεργαζόμενου αντικειμένου. Αλλάζουν οι φυσικές ή χημικές του ιδιότητες.

Λειτουργία είναι επίσης η φάση κατά την οποία παρέχονται ή λαμβάνονται πληροφορίες, όπως π.χ. από εκτελούμενους υπολογισμούς από το σχεδιασμό μιας εργασίας, από τη συμπλήρωση ενός εγγράφου κ.α.

### **Έλεγχος (inspection) (I)**

Έλεγχος είναι η φάση κατά την οποία το αντικείμενο εξετάζεται ποιοτικά ή ποσοτικά. Ελέγχεται αν έχει σωστά συναρμολογηθεί ή έχει κατεργασθεί ένα εξάρτημα και αν έχει σωστά συμπληρωθεί ένα έντυπο (έλεγχος της ποιότητας). Ακόμη, ελέγχεται η φάση κατά την οποία γίνεται καταμέτρηση της παραγωγής του υλικού, των εξαρτημάτων κλπ. Είναι η φάση ελέγχου.

### **Μεταφορά (transport) (T)**

Μεταφορά είναι η φάση κατά την οποία το αντικείμενο μετακινείται από μια θέση σε άλλη και η κίνηση αυτή δεν είναι μέρος λειτουργίας ή ελέγχου.

### **Αναμονή ή καθυστέρηση (delay) (D)**

Αναμονή είναι η φάση κατά την οποία το αντικείμενο καθυστερεί αναμένοντας να πραγματοποιηθεί η επόμενη φάση. Οι συνθήκες π.χ. δεν επιτρέπουν την εκτέλεση της επόμενης λειτουργίας ή κατεργασίας που έχει προγραμματιστεί, π.χ. ένα έγγραφο περιμένει για υπογραφή κ.α.

### **Αποθήκευση (storage) (V)**

Αποθήκευση είναι η φάση κατά την οποία το αντικείμενο φυλάσσεται μέχρι να εγκριθεί η απομάκρυνση του. Αυτό σημαίνει ότι για να απομακρυνθεί το αντικείμενο από την αποθήκη θα πρέπει να υπάρχει έγγραφη άδεια από τον προϊστάμενο του εργοστασίου.

Η διαφορά της αποθήκευσης από την αναμονή είναι ότι, για να παραληφθεί το αντικείμενο από την αποθήκευση, χρειάζεται θεώρηση ή έγκριση του προϊσταμένου, ενώ, στην αναμονή, το αντικείμενο περνά στην επομένη φάση χωρίς έγκριση, όταν δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες.

## 7 Διαγράμματα διαδικασίας

Τα διαγράμματα διαδικασίας ή διεργασίας χρησιμεύουν για την καταγραφή της μεθόδου εργασίας. Σ' αυτά καταγράφουμε τις ενέργειες και τις λοιπές φάσεις ταξινομημένες και χαρακτηρισμένες με τα σύμβολα που περιγράψαμε στην προηγούμενη παράγραφο. Για την ίδια εργασία μπορεί να γίνουν διάφορα διαγράμματα, ανάλογα με το αντικείμενο της μελέτης. Όταν το αντικείμενο της μελέτης είναι το προϊόν, το διάγραμμα περιγράφει τις φάσεις από τις οποίες διέρχεται αυτό. Όταν το αντικείμενο είναι ο εργαζόμενος, το διάγραμμα περιγράφει τις διαδοχικές εργασίες που κάνει αυτός.

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες χρειάζεται να μελετήσουμε τις φάσεις των διαφόρων παραγόντων που παίρνουν μέρος στη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος σε χρονικό συσχετισμό. Τότε χρησιμοποιούμε τα διαγράμματα πολλαπλών δραστηριοτήτων, στα οποία περιγράφουμε τις φάσεις διαφόρων στοιχείων στο ίδιο διάγραμμα, π.χ. χρησιμοποιούμε το διάγραμμα πολλαπλής δραστηριότητας Ανθρώπου-Μηχανής, για να περιγράψουμε τον αλληλοσυσχετισμό των δραστηριοτήτων του τεχνίτη και της μηχανής που χειρίζεται αυτός. Τα διαγράμματα που αναφέρονται παρακάτω είναι τα πιο συνηθισμένα σε χρήση, όμως δεν είναι τα μοναδικά. Σε πολλές ειδικές περιπτώσεις σχεδιάζονται και χρησιμοποιούνται ειδικά διαγράμματα.

**Ü Στο διάγραμμα ροής της εργασίας** απεικονίζονται οι διαδοχικές φάσεις που συνθέτουν αυτήν. Στο διάγραμμα αυτό:

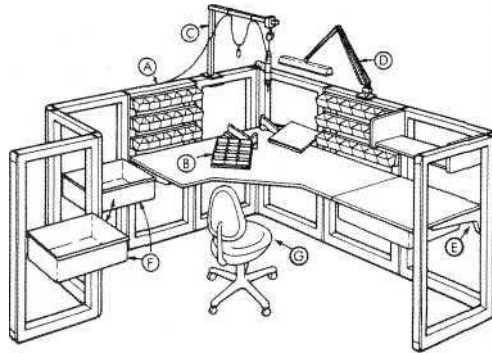
- i. χρησιμοποιούνται και τα πέντε βασικά σύμβολα.
- ii. περιγράφεται κάθε φάση.

- iii. αναγράφεται ο απαιτούμενος χρόνος και η απόσταση, αν πρόκειται μεταφορά.

Ü Διάγραμμα πολλαπλών δραστηριοτήτων: Το διάγραμμα πολλαπλών δραστηριοτήτων είναι ένας τύπος διαγράμματος στον οποίο σημειώνεται η εργασία περισσοτέρων στοιχείων που συμμετέχουν στη διαδικασία, π.χ. τόνος CNC και προγραμματιστής CNC. Επίσης, σημειώνονται με διαγράμμιση οι χρόνοι απασχόλησης του εργαζομένου, ώστε να διαχωρίζονται από τους χρόνους μη απασχόλησης του. Έτσι ο υπολογισμός του χρόνου απασχόλησης των εργαζομένων και των μηχανών απλουστεύεται σημαντικά.

Ü Διάγραμμα δεξιού και αριστερού χεριού: Στο διάγραμμα δεξιού-αριστερού χεριού καταγράφονται χωριστά οι κινήσεις του δεξιού και του αριστερού χεριού που απαιτούνται για την εκτέλεση τής εργασίας. Στο διάγραμμα αυτό χρησιμοποιούνται τα ίδια βασικά σύμβολα. Τα βασικά αυτά σύμβολα αντιστοιχούν τώρα σε κινήσεις των χεριών. Οι χρόνοι απασχόλησης κάθε χεριού σημειώνονται με διαγράμμιση, ώστε να υπολογίζεται ο χρόνος κίνησης και ο χρόνος ακινησίας, καθώς επίσης και το ποσοστό αυτών προς το συνολικό χρόνο. Το διάγραμμα αυτό χρησιμεύει ιδιαίτερα σε εργασίες συναρμολόγησης και γραφείου. Η κατάλληλη διαρρύθμιση του χώρου εργασίας, που επιτυγχάνεται με τη χρήση του διαγράμματος, αυξάνει σημαντικά την παραγωγικότητα του εργαζομένου. Εικόνα 4.8, η κατάλληλη διαρρύθμιση του χώρου εργασίας, που επιτυγχάνεται με τη χρήση του διαγράμματος δεξιού και αριστερού χεριού, αυξάνει σημαντικά την παραγωγικότητα των εργαζομένων.





Εικόνα 4.8 διαρρύθμιση του χώρου εργασίας του εργαζομένου

Οι φάσεις της πρώτης ομάδας μπορούν να χωριστούν σε :

- *Φάσεις προετοιμασίας.* Σ' αυτές γίνεται η απαραίτητη προετοιμασία για την κύρια φάση που ακολουθεί π.χ. μεταφέρονται τα αντικείμενα στη θέση εργασίας.
- *Κύριες φάσεις λειτουργίας.* Σ' αυτές γίνεται η απαραίτητη αλλαγή των ιδιοτήτων του αντικειμένου.
- *Φάσεις απομάκρυνσης.* Σ αυτές το αντικείμενο απομακρύνεται από τη θέση εργασίας. Η φάση αυτή είναι δυνατόν να είναι και φάση προετοιμασίας για την επομένη λειτουργία.

Οι φάσεις αναμονής και αποθήκευσης δε δίνουν ιδιότητες στα αντικείμενα ή δεν αλλάζουν τα χαρακτηριστικά τους, συνεπώς μπορούν να χαρακτηρισθούν ως μη παραγωγικές φάσεις. Γενικά οι φάσεις αυτές προβλέπονται επιβάλλονται από τη διαδικασία παραγωγής του προϊόντος και το κόστος τους αυξάνει με τη διάρκεια τους. Για τον περιορισμό του αριθμού τους εξετάζονται οι λόγοι που τις δημιουργούν.

Από τις φάσεις λειτουργίας ελέγχου και μεταφοράς, εκείνες της προετοιμασίας και της απομάκρυνσης μπορούν να χαρακτηριστούν ως μη παραγωγικές φάσεις, δηλαδή δε συμβάλλουν άμεσα στην αλλαγή των χαρακτηριστικών του παραγόμενου προϊόντος ούτε και στην αλλαγή των ιδιοτήτων του. Ο περιορισμός του αριθμού και της διάρκειας των φάσεων αυτών είναι συνήθως βασικό και κύριο έργο του μελετητή της εργασίας. Οι κύριες φάσεις λειτουργίας ελέγχου και μεταφοράς είναι εκείνες που δίνουν τις επιθυμητές ιδιότητες στο αντικείμενο και χαρακτηρίζονται ως παραγωγικές φάσεις.

Μετά από το διαχωρισμό των φάσεων σε παραγωγικές και μη παραγωγικές, ο σκοπός της μελέτης είναι να βρει τρόπους να αυξήσει τους παραγωγικούς χρόνους και να μειώσει τους μη παραγωγικούς. Ο περιορισμός του αριθμού και της διάρκειας των μη παραγωγικών φάσεων θα έχει ως αποτέλεσμα να βελτιωθεί η διαδικασία παραγωγής.

Για την κριτική εξέταση των φάσεων έχει τυποποιηθεί μια σειρά ερωτήσεων που οι απαντήσεις τους αποσκοπούν στον περιορισμό, στην απλούστευση, στο συνδυασμό ή στην αναδιάρθρωση των φάσεων. Οι ερωτήσεις αυτές αφορούν:

- στο σκοπό της φάσης.
- στο χώρο στον οποίο εκτελείται η φάση.
- στη χρονική στιγμή κατά την οποία εκτελείται η φάση.
- στο άτομο από το οποίο εκτελείται η φάση.
- στο μέσο με το οποίο εκτελείται η φάση.

Κατά την εξέταση ενός διαγράμματος γενικά παρατηρείται μια σημαντική αύξηση των μη παραγωγικών φάσεων. Υπάρχουν λίγες παραγωγικές φάσεις. Από αυτό μπορεί κανείς να καταλάβει πόσες είναι οι δυνατότητες από τη μείωση των μη

παραγωγικών φάσεων για τη βελτίωση των διαδικασιών και την αύξηση της παραγωγικότητας. Εάν σε αυτές τις δυνατότητες προστεθούν και εκείνες που βελτιώνουν τις παραγωγικές φάσεις που προέκυψαν από την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την αναλυτική τους μελέτη με βάση τις αρχές της μελέτης της εργασίας, οι δυνατότητες αύξησης της παραγωγικότητας είναι απεριόριστες.

Η νέα βελτιωμένη μέθοδος καθορίζεται από τις απαντήσεις στις ερωτήσεις:

- Τι πρέπει να εκτελείται;
- Πού πρέπει να εκτελείται;
- Πότε πρέπει να εκτελείται;
- Ποιος πρέπει να εκτελεί;
- Πώς πρέπει να εκτελείται;

Από τη σύγκριση θα προκύψουν τα στοιχεία για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης που θα επιτευχθεί από την εφαρμογή της νέας βελτιωμένης μεθόδου.

## **8 Μελέτες για το χρόνο**

Η ξεκάθαρη παρουσίαση και η εξακρίβωση των απαιτούμενων για την κατασκευή χρόνων, είναι βασικές προϋποθέσεις για ένα αξιόπιστο σχεδιασμό και μια σωστή καθοδήγηση της παραγωγής. Οι μελέτες για το χρόνο δίνουν τα απαραίτητα μεγέθη για την αξιολόγηση και ανταμοιβή της εργασίας, τη λογιστική και την οικονομική πολιτική.

### **Καθορισμός των προβλεπόμενων χρόνων**

Οι προβλεπόμενοι χρόνοι σαν ενδεικτικά στοιχεία αποτελούν το κλειδί για το σχεδιασμό της εργασίας. Ο καθορισμός τους προϋποθέτει την ύπαρξη χρονικών

τιμών οι οποίες προκύπτουν από την αξιολόγηση των πραγματικών τιμών, τον υπολογισμό των χρόνων διεργασίας, και τη δημιουργία σχεδιαζόμενων χρόνων.

### **Προβλεπόμενοι χρόνοι μέσω της χρήσης πραγματικών χρόνων και αξιολόγησης της απόδοσης**

Οι προβλεπόμενοι χρόνοι αναφέρονται σε ένα σύστημα εργασίας σε προβλεπόμενη κατάσταση. Η πορεία της εργασίας καθορίζεται από τον τρόπο εργασίας, τη μέθοδο εργασίας, και τους όρους εργασίας.

Σημαντικό κομμάτι των όρων εργασίας είναι μια καθορισμένη απόδοση σαν σημείο αναφοράς.

Οι επηρεαζόμενοι πραγματικοί χρόνοι εξαρτώνται από τις διαφορετικές αποδόσεις του εργαζομένου. Αιτία των διακυμάνσεων απόδοσης είναι οι ιδιαίτερες ικανότητες, τα κίνητρα απόδοσης όπως και η διάθεση του εργαζομένου. Ο προβλεπόμενος χρόνος θα πρέπει λοιπόν να έχει σημείο αναφοράς μια συγκεκριμένα καθορισμένη απόδοση.

Η *μέγιστη απόδοση* σαν μέτρο σύγκρισης για τη αξιολόγηση της απόδοσης εργασίας εισήχθη ήδη από τον Taylor. Υιοθετήθηκε αργότερα από τα σοσιαλιστικά οικονομικά συστήματα (Stachanow, Hennecke).

Μπορεί το *ρεκόρ απόδοσης* να επηρεάζει θετικά ορισμένα άτομα οι κανονικοί άνθρωποι αντιδρούν αντίθετα. Μαζί με τους ψυχολογικούς και φυσιολογικούς λόγους η αναφορά στο μέγιστο της απόδοσης κρίνεται ακατάλληλη και σε σχέση με τα μειονεκτήματα για την ποιότητα εργασίας (σκάρτα = μεγαλύτερη κατανάλωση).

Η *ελάχιστη απόδοση* δεν μπορεί να μετρηθεί. Η κατώτερη περιοχή απόδοσης δεν μπορεί να οριοθετηθεί. Σαν βάση χρησιμοποιείται ο μέσος όρος από ένα

αντιπροσωπευτικό αριθμό μετρήσεων. Το κόστος για τέτοιες μελέτες χρόνου θα πρέπει να βρίσκεται σε οικονομική ισορροπία με το αποτέλεσμα.

Η πιο απλή δυνατότητα να παρουσιάσει κανείς την απόδοση εργασίας με αριθμούς, είναι η ανεύρεση της ποσότητας (αποτέλεσμα εργασίας) ανά μονάδα χρόνου.

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ} = \frac{\text{Pragmatik\acute{h} pos\acute{o}thta ana mon\acute{a}da cr\acute{o}nou}}{\text{Probl ep\acute{o}menh pos\acute{o}thta ana mon\acute{a}da cr\acute{o}nou}} \cdot 100(\%)$$

Η απόδοση αναφοράς είναι μια καθορισμένη προβλεπόμενη ποσότητα ανά μονάδα χρόνου.

Η ποσοστιαία σχέση της πραγματικής ποσότητας προς την ποσότητα αναφοράς δίνει τον αριθμό απόδοσης.

$$\text{ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ} = \frac{\text{Pragmatik\acute{h} pos\acute{o}thta ana mon\acute{a}da cr\acute{o}nou}}{\text{Probl ep\acute{o}menh pos\acute{o}thta ana mon\acute{a}da cr\acute{o}nou}} \cdot 100(\%)$$

Ισχύει ότι:

Πραγματική ποσότητα ανά μονάδα χρόνου=απόδοση εργασίας

Και

Προβλεπόμενη ποσότητα ανα μονάδα χρόνου=απόδοση αναφοράς

Ακόμα,

$$\text{Probl ep\acute{o}meno}V \text{ cr\acute{o}no}V = \text{Pragmatik\acute{o}}V \text{ cr\acute{o}no}Vg \frac{\text{Baqm\acute{o}}V \text{ ap\acute{o}dosh}V}{100} (\%)$$

## Προκαθορισμένοι χρόνοι

Οι προκαθορισμένοι χρόνοι για την εκτέλεση εργασιών σχετίζονται ή με τον εργαζόμενο ή με την εργαλειομηχανή ή με το αντικείμενο εργασίας.

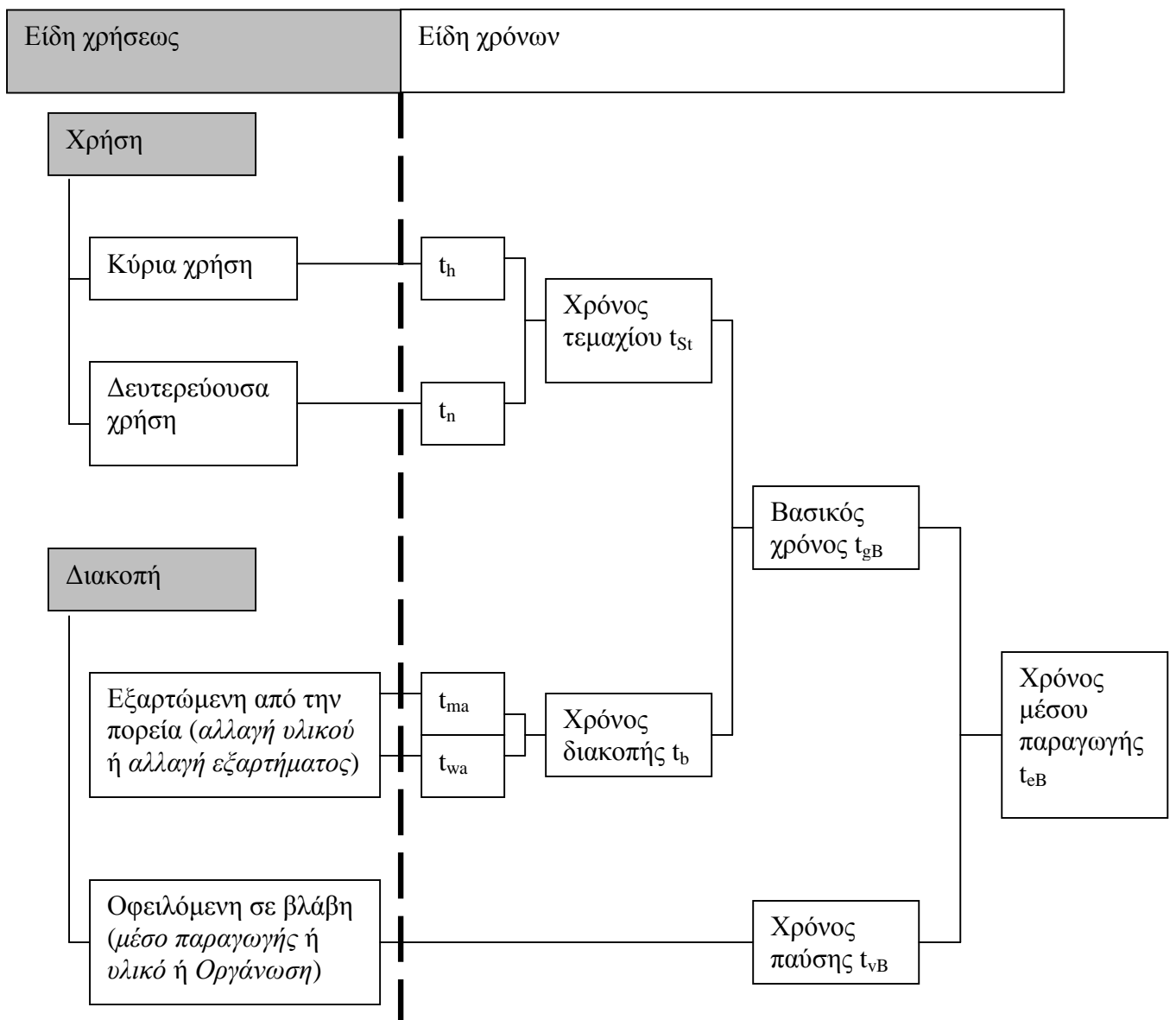
Τα είδη των χρόνων αφορούν το σύνολο των χρόνων για όμοιες φάσεις εργασίας, αναφερόμενες στη μονάδα ποσότητας  $m=1$ . Ο χαρακτηρισμός τους γίνεται με μικρά γράμματα της αλφαβήτου. Για τα μέρη της εργασίας που σχετίζονται με τον εργαζόμενο προκύπτουν σαν προκαθορισμένοι χρόνοι, ο βασικός χρόνος  $t_g$ , ο χρόνος ανάπαυσης  $t_{er}$ , και ο χρόνος διανομής (παύσης)  $t_v$ .

Τα τρία αυτά είδη χρόνων σχηματίζουν τον χρόνο ανά μονάδα  $t_e$ . Ο χρόνος εκτέλεσης  $t_a$  είναι προκαθορισμένος χρόνος, εξαρτώμενος από την ποσότητα.

Οι απαραίτητοι για τον εργαζόμενο χρόνοι για την εκτέλεση  $t_a$  και την προπαρασκευή (προετοιμασία)  $t_r$ , δίνουν το χρόνο παραγωγής  $T$ . Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 4.3), βλέπουμε πως υπολογίζεται ο συνολικός χρόνος μίας εργασίας.



Ο χρόνος καταπόνησης της μηχανής από μια παραγγελία ονομάζεται χρόνος κάλυψης και αποτελείται από το χρόνο παραγωγής της μηχανής  $t_{aB}$  και το χρόνο προπαρασκευής της μηχανής  $t_{rB}$ , όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 4.4):



σχήμα 4.4 χρόνος καταπόνησης μιας μηχανής



Όπως φαίνεται και από το σχήμα 4.4, οι σχέσεις που μας ενδιαφέρουν είναι οι εξής:

$$\text{Μέσα παραγωγής: } t_{eB} = t_{gB} + t_{vB}$$

$$\text{Χρόνος εκτελέσεως: } t_{aB} = t_{eB} gn$$

$$\text{Χρόνος απασχόλησης: } T_{bB} = t_{aB} + t_{rB}$$

Ο κύριος χρόνος χρησιμοποίησης συμπεριλαμβάνει τους χρόνους για τους δρόμους πρόωσης (διαστάσεις σχεδίασης και προσαύξησης ασφαλείας). Ο δευτερεύων χρόνος χρήσης, αναφέρεται στον απαιτούμενο χρόνο για τις συνδεσμολογίες του μηχανισμού (αλλαγή των στροφών), για τη συνδεσμολογία των εργαλειοφορέων (ρεβόλβερ) του φορέα των τεμαχίων (τύμπανο ατράκτου, τανάλιες, σφικτήρες), εμπρόσθιες και επιστρεφόμενες κινήσεις των εργαλείων.

Στην πράξη το σύνολο του κύριου και του δευτερεύοντα χρόνου ονομάζεται χρόνος τεμαχίου ή χρόνος εξέλιξης προγράμματος. Αυτή η ονομασία, μπορεί να αναφέρεται και στο βασικό χρόνο, αν ο χειρισμός του προς κατασκευή τεμαχίου και των εργαλείων συμπεριλαμβάνεται στην αυτόματη εξέλιξη της διεργασίας.

### **Χρόνοι σχεδιασμού**

Και οι χρόνοι που επηρεάζονται από τον εργαζόμενο, εξαρτώνται αντικειμενικά από καθορισμένους παράγοντες. Η καταγραφή τους και η επεξεργασία τους, δίνουν τους χρόνους σχεδιασμού σε διάφορα μεγέθη και μορφές παρουσίασης.

Οι χρόνοι αυτοί αναφέρονται σε επιμέρους εργασίες, οι οποίες επαναλαμβάνονται σε διάφορες εργασίες με την ίδια ή παρόμοια μορφή. Είναι μια λογική ακολουθία να καταγραφούν αυτές οι επαναλαμβανόμενες επιμέρους εργασίες,

να ταξινομηθούν και να αποθηκευτούν, έτσι ώστε ανά πάσα στιγμή να είναι διαθέσιμες για τη δημιουργία των καθορισμένων χρόνων.

Χαρακτηριστικό ταξινόμησης είναι η εξάρτηση του χρόνου από διάφορα μεγέθη (συσχέτιση=βαθμός εξάρτησης). Σταθερές επιρροές προκύπτουν από τις συνθήκες εργασίας (μέθοδος εργασίας, εργαλειομηχανή), μεταβλητές επιρροές είναι σχήματα, βάρη, ποσότητες, διαστήματα κ.λ.π.

Η συνάρτηση του χρόνου με ένα ή περισσότερα μεγέθη επιρροής μπορεί να παρουσιαστεί με διάφορες μορφές: τύπους, πίνακες, νομογράμματα.

Οι χρόνοι αυτής της μορφής ονομάζονται χρόνοι σχεδιασμού. Άλλες ονομασίες είναι: κατευθυντήριοι χρόνοι, κανονικοί χρόνοι, στάνταρ χρόνοι κ.λ.π.

Επαναλαμβανόμενες επιμέρους εργασίες παρουσιάζονται σε όλα τα μεγέθη. Όσο μικρότερη είναι η επιμέρους εργασία, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα επανάληψής της. Πάνω σε αυτό βασίζονται οι μέθοδοι προκαθορισμένων χρόνων (π.χ. μέθοδος SvZ). Ταξινομούν τα στοιχεία κίνησης σύμφωνα με τα είδη και τα μεγέθη επιρροής.

Μεγαλύτερες επιμέρους εργασίες περιλαμβάνουν διεργασίες, στάδια κατασκευής και ολόκληρες κατασκευές.

Η δημιουργία εμπειρικών συναρτήσεων και ο σχηματισμός τύπων κατά προσέγγιση είναι απαραίτητος, σε αντίθεση με τις ακριβείς εξαρτήσεις των χρόνων διεργασίας οι οποίοι καθορίζονται με μαθηματικούς τύπους. Η λύση είναι η καταγραφή των χρόνων και η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων.

## Συστήματα προκαθορισμένων χρόνων SvZ

Παρόλη τη μηχανοποίηση, την αυτοματοποίηση και τη χρησιμοποίηση ρομπότ, υπάρχουν εκατομμύρια θέσεις εργασίας που απαιτούν χειροκίνητες δραστηριότητες.

Ο ορθολογισμός αυτών των εργασιών με τη χρήση των μεθόδων SvZ είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία μιας επιχείρησης.

Ο πρωταρχικός σκοπός της μεθόδου αυτής είναι να εξετάζει κάθε εργασία για περιττή σπατάλη δύναμης και να σταματάει κάθε μη παραγωγικό κόπο. Αποφασιστικά πλεονεκτήματα προκύπτουν από το ότι τα έξοδα και η αξία κάθε μέτρου μπορούν να υπολογιστούν επακριβώς εκ των προτέρων. Έτσι, καθορίζεται έγκαιρα και με ακρίβεια η αξία ενός μέτρου και σε περίπτωση διαφόρων παραλλαγών να αποδειχθεί ποια είναι η επιτυχέστερη. Οι υπολογισμοί δίνουν ένα χρόνο αξιόπιστο χωρίς να έχουν γίνει χρονικές καταγραφές και άλλες μελέτες.

Το πρώτο σύστημα SvZ δημοσιεύτηκε από τον αμερικανό A.B Segur το 1924. η θεμελιώδης αρχή του στηρίζεται στην αναγνώριση ότι: *ο απαραίτητος χρόνος κάθε εξασκημένου εργαζόμενου για την εκτέλεση μιας πραγματικής βασικής κίνησης είναι σταθερός, ανεξάρτητα από το σύστημα εργασίας και το φύλο.*

Από μια σειρά ανεπτυγμένων συστημάτων επικράτησαν τελικά δύο μέθοδοι: WF (Work-Factor) και MTM (Method-Time-Measurement).

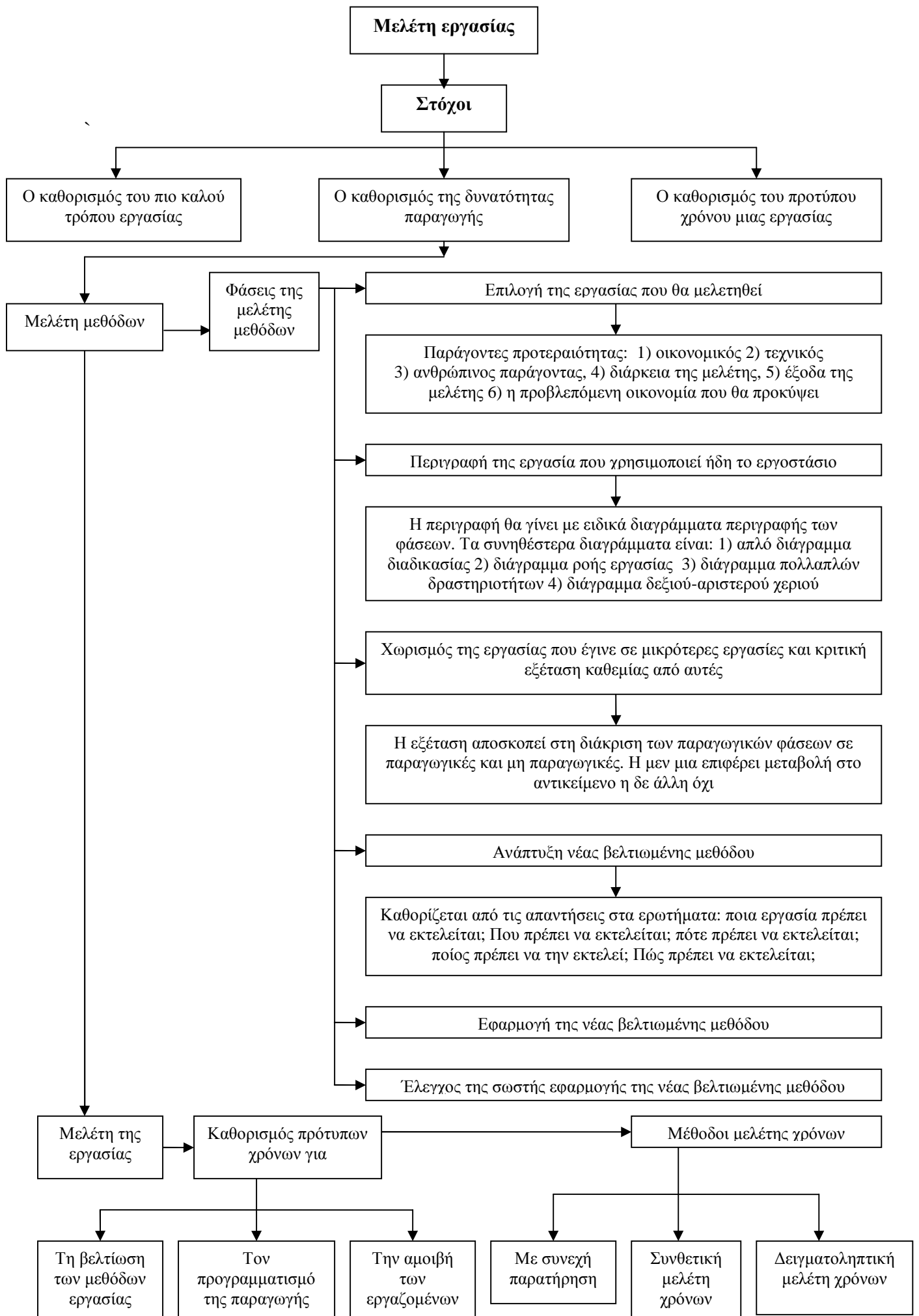
Και οι δύο βασικές μέθοδοι βασίζονται στην ίδια αρχή: Μία εργασία διαχωρίζεται σε πολύ μικρά στοιχεία κίνησης, τις βασικές κινήσεις (MTM) ή τα στάνταρ στοιχεία (WF). Για τα επακριβώς καθορισμένα στοιχεία κίνησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο χρόνος από ένα πίνακα χρόνων σχεδιασμού. Η σύνθεση των μεμονωμένων χρόνων δίνει τον προκαθορισμένο χρόνο για της συγκεκριμένη διαδικασία.

Ο απαραίτητος χρόνος των στοιχείων κίνησης καθορίζεται από διάφορα μεγέθη επιρροής.

Ο αριθμός και τα είδη των μεγεθών επιρροής όπως και οι εφαρμοσμένες μονάδες χρόνου, είναι τα σημαντικά χαρακτηριστικά διαφοροποίησης μεταξύ της μεθόδου MTM και WF.

Κάθε φάση εργασίας αποτελείται από μια σειρά βασικών κινήσεων, που εκτελούνται μεμονωμένα ή με συνδυασμό μεταξύ τους.

Το παρακάτω σχήμα 4.5 ονομάζεται διάγραμμα ροής (flow chart). Το διάγραμμα αυτό παρουσιάζει τη λογική πορεία των σταδίων εργασίας από την μελέτη της εργασίας για το προϊόν έως των υπολογισμό του συνολικού χρόνου κατασκευής για την βέλτιστη λύση.



# ΤΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΤΗΣ ΣΕΙΡΑΣ ISO 9000

## 1 Διεθνή πρότυπα

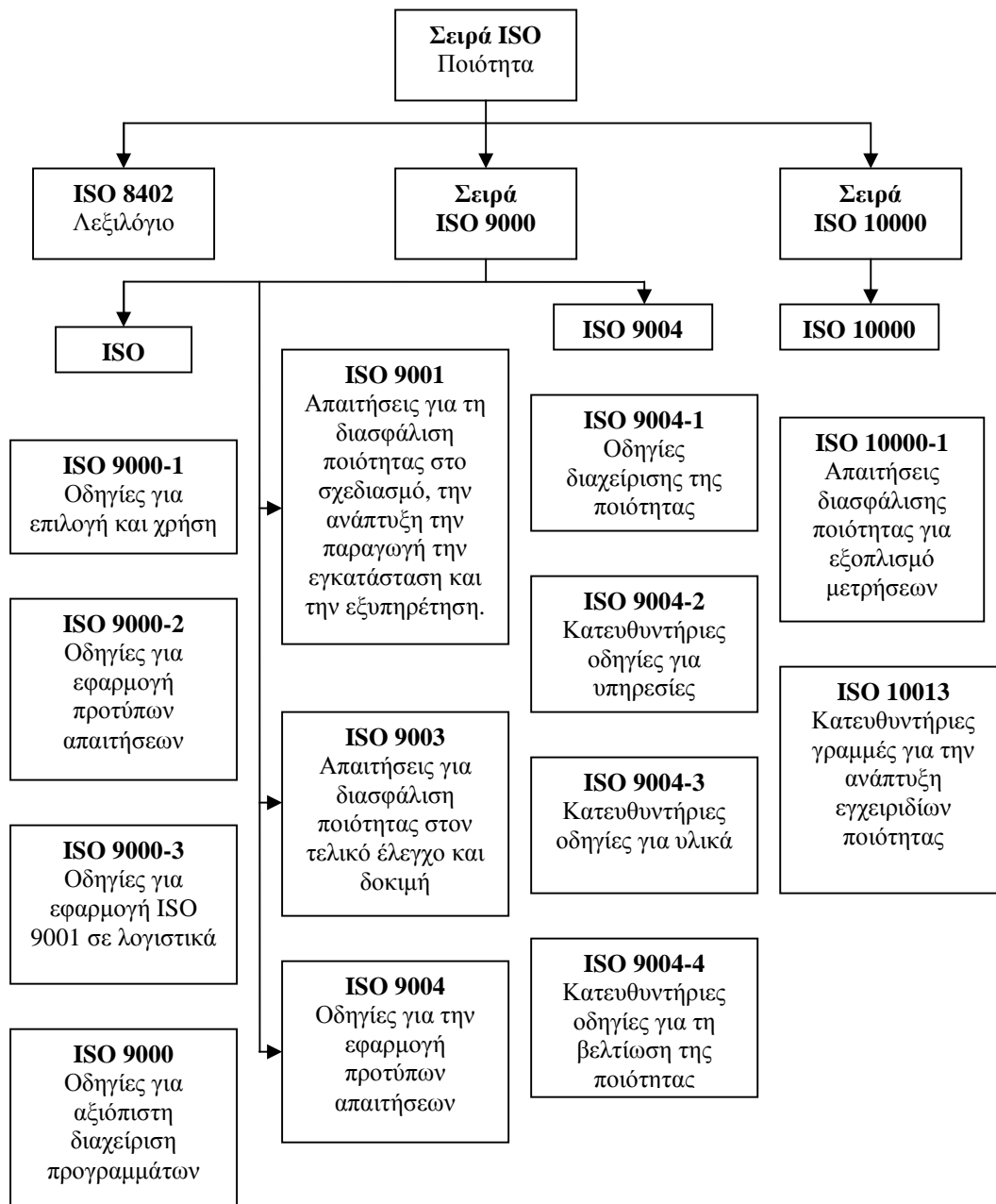
Τα πρώτα πέντε διεθνή πρότυπα διασφάλισης ποιότητας της σειράς ISO εκδόθηκαν το 1987. Μερικά από τα πρότυπα της σειράς ISO περιλαμβάνουν απαιτήσεις (requirements), ενώ άλλα περιλαμβάνουν οδηγίες (guidelines). Τα πρότυπα ISO 9001 και ISO 9003 είναι πρότυπα απαιτήσεων. Τα πρότυπα αναθεωρούνται συνεχώς και ήδη το πρότυπο ISO 9002 έχει καταργηθεί. Υπεύθυνη για την έκδοση και την αναθεώρηση των προτύπων είναι η τεχνική επιτροπή ISO/TC 176.

Πρόκειται για μοντέλα ποιότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λόγους διασφάλισης της ποιότητας της παραγωγής. Η εφαρμογή των παραπάνω προτύπων καθίσταται αναγκαία όταν οι πελάτες της επιχείρησης απαιτούν την ύπαρξη σχετικής διεθνούς πιστοποίησης της ποιότητας, ή η ίδια η επιχείρηση χρειάζεται την πιστοποίηση ποιότητας από έναν ανεξάρτητο οργανισμό για ανταγωνιστικούς λόγους.

Το πρότυπο ISO 9004 είναι πρότυπο οδηγιών. Περιλαμβάνει συστάσεις και οδηγίες τις οποίες θα πρέπει να ακολουθούν οι επιχειρήσεις για τη διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων και των υπηρεσιών τους. Ο σκοπός του προτύπου ISO 9004 είναι γενικότερος εκείνου των προηγούμενων προτύπων, διότι καλύπτει όχι μόνο τα χαρακτηριστικά ποιότητας του προς εξέταση συστήματος, ώστε οι πελάτες να έχουν εμπιστοσύνη στα προϊόντα ή τις υπηρεσίες, αλλά και την αποδοτικότερη οργάνωση της επιχείρησης.

Η υφιστάμενη κατάσταση της σειράς ISO για την ποιότητα περιλαμβάνει πλήθος προτύπων που φέρουν αριθμούς όπως ISO 8402, ISO 9000-1, ISO 10012-

1 κ.λπ. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει υιοθετήσει πλήρως τα πρότυπα της σειράς ISO για την ποιότητα. Στο σχήμα 5.1 παρουσιάζονται τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα πρότυπα της σειράς και οι τομείς εφαρμογής τους



Σχήμα 5.1 πρότυπα ποιότητας και τομείς εφαρμογής τους

*Ποιότητα:* ορίζεται ως το σύνολο των χαρακτηριστικών μίας οντότητας που την καθιστούν ικανή να ικανοποιεί εκφρασμένες ανάγκες και ανάγκες που προκύπτουν.

*Προϊόν:* αποτέλεσμα δραστηριοτήτων ή διεργασιών.



*Υπηρεσία:* αποτέλεσμα που προκύπτει από δραστηριότητες στο σημείο επαφής τον προμηθευτή και τον πελάτη και από εσωτερικές δραστηριότητες τον προμηθευτή, ώστε να ικανοποιηθούν οι ανάγκες τον πελάτη.

*Πελάτης:* παραλήπτης ενός προϊόντος που παράγεται από τον προμηθευτή.

*Προμηθευτής:* οργανισμός που παρέχει ένα προϊόν στον πελάτη.

*Οντότητα:* αυτό το οποίο μπορεί να περιγραφεί και να θεωρηθεί εξατομικευμένο.

*Διεργασία:* σύνολο αλληλοσυσχετιζόμενων μέσων και δραστηριοτήτων που μετασχηματίζουν εισερχόμενα στοιχεία σε εξερχόμενα στοιχεία.

*Συμμόρφωση:* η εκπλήρωση προδιαγεγραμμένων απαιτήσεων.

*Ελάττωμα:* η μη εκπλήρωση απαιτήσεων ή λογικών προσδοκιών ως προς την προβλεπόμενη χρήση, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που αφορούν στην ασφάλεια.

*Διασφάλιση ποιότητας:* όλες οι σχεδιασμένες και συστηματικές δραστηριότητες που εφαρμόζονται μέσα στα πλαίσια του συστήματος για τη διασφάλιση της ποιότητας και αποδεικνύονται στο βαθμό που απαιτείται, προκειμένου να παρέχεται επαρκής εμπιστοσύνη ότι μία οντότητα ικανοποιεί τις απαιτήσεις ποιότητας.

*Εγχειρίδιο ποιότητας:* έγγραφο στο οποίο δηλώνεται η πολιτική που ακολουθείται για την ποιότητα και περιγράφεται το σύστημα για την ποιότητα ενός οργανισμού.

*Προδιαγραφή:* έγγραφο στο οποίο δηλώνονται οι απαιτήσεις.

*Ιχνηλασιμότητα:* η ικανότητα να ιχνηλατείτε το ιστορικό, η χρήση ή η θέση μίας οντότητας με τη βοήθεια εγγεγραμμένων αναγνωρίσεων ταυτότητας.

*Ολική διαχείριση της ποιότητας:* τρόπος διοίκησης ενός οργανισμού, με έμφαση στην ποιότητα, ο οποίος βασίζεται στη συμμετοχή όλων των μελών του και στοχεύει στη μακροπρόθεσμη επιτυχία μέσω της ικανοποίησης του πελάτη και στην παροχή οφελών σε όλα τα μέλη του οργανισμού και της κοινωνίας.

## **ISO 9000:1994**

Σ' αυτό το πρότυπο περιλαμβάνονται τέσσερα πρότυπα, το ISO 9000-1, ISO 9000-2, το ISO 9000-3 και το ISO 9000-4. Παρακάτω δίνονται κάποια στοιχεία από τα επιμέρους πρότυπα.

Παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες για την επιλογή και τη χρήση των διεθνών προτύπων της σειράς ISO 9000 σχετικά με θέματα διαχείρισης και διασφάλισης ποιότητας. Δίνει επεξηγήσεις για τις βασικές έννοιες που έχουν σχέση με την ποιότητα, για την αποτελεσματική κατανόηση και εφαρμογή των προτύπων, καθώς και για τις διαφορές και τις αλληλοσυνδέσεις τους.

Το πρότυπο αυτό περιέχει μία γενική εισαγωγή, χρησιμοποιώντας όρους από το πρότυπο ISO 8402. Αναλύονται οι διάφοροι όροι και γίνεται σαφής διάκριση μεταξύ των απαιτήσεων του συστήματος για την ποιότητα και των απαιτήσεων για το προϊόν. Τα προϊόντα κατατάσσονται σε τέσσερις γενικές κατηγορίες :

- Υλικός εξοπλισμός.
- Λογισμικό.
- Υλικά από διεργασίες συνεχούς χαρακτήρα.
- Υπηρεσίες.

Επίσης, προσδιορίζεται η έννοια της ποιότητας απ' όλες τις οπτικές γωνίες, καθώς και η έννοια της διεργασίας. Εξηγείται ο ρόλος της τεκμηρίωσης και δίνονται οι βασικές αρχές για την επιλογή και τη χρήση των προτύπων της σειράς ISO 9000 σε διάφορους τομείς, όπως λογισμικό, διαχείριση ποιότητας, εξωτερική διασφάλιση ποιότητας κ.λ.π.

### **ISO 9000-2**

Δίνει κατευθυντήριες οδηγίες στους χρήστες με στόχο τη συνοχή, την ακρίβεια, την αποσαφήνιση και την κατανόηση των απαιτήσεων των προτύπων ISO 9001, ISO 9002 και ISO 9003.

### **ISO 9000-3**

Παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες στις επιχειρήσεις που αναπτύσσουν, διαθέτουν και συντηρούν λογισμικό, καθώς και στους αγοραστές, σχετικά με την εφαρμογή των απαιτήσεων του ISO 9001 για συστήματα ποιότητας, όπως αυτά έχουν εφαρμογή στο λογισμικό. Δίνονται αναλυτικές εξηγήσεις για κάθε τομέα εφαρμογής του συστήματος διασφάλισης ποιότητας, για τους είκοσι τομείς τους οποίους περιέχει το πρότυπο ISO 2001.

### **ISO 9000-4**

Περιέχονται οδηγίες για την αξιόπιστη διοίκηση προγραμμάτων και την ασφαλή λειτουργία.

### **ISO 9004:1994**

Το πρότυπο αυτό αποτελείται από τέσσερα μέρη, ISO 9004-1, ISO 9004-2, ISO 9004-3 και ISO 9004-4, τα οποία περιέχουν τις κατευθυντήριες οδηγίες του συστήματος διαχείρισης ποιότητας και τα στοιχεία του συστήματος για την ποιότητα. Το πρότυπο αφορά σε ενέργειες και οδηγίες που έχουν εφαρμογή στο

εσωτερικό της επιχείρησης και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συμβάσεις μεταξύ του παραγωγού και του καταναλωτή. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να κατανοήσει τις λειτουργίες που απαιτούν πιστοποίηση ποιότητας έτσι, ώστε να επιλέξει τα κατάλληλα στοιχεία που θα του χρειαστούν.

Ειδικότερα:

### **ISO 9004-1**

Παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες για τη διαχείριση της ποιότητας, για να χρησιμοποιηθεί από έναν οργανισμό για την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός περιεκτικού και αποτελεσματικού συστήματος ποιότητας, σχεδιασμένου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες και τις προσδοκίες των καταναλωτών, ενώ παράλληλα να συμβάλλει στην προστασία των συμφερόντων του οργανισμού.

### **ISO 9004-2**

Παρέχει κατευθυντήριες οδηγίες για την εφαρμογή συστημάτων ποιότητας στον τομέα των υπηρεσιών, με πρωταρχικό στόχο την αποφυγή της παροχής μη ικανοποιητικών υπηρεσιών.

### **ISO 9004-3**

Αποτελεί οδηγό για τα στοιχεία των συστημάτων ποιότητας που έχουν εφαρμογή σε συστήματα κατεργασμένων υλικών, όπως είναι τα χύμα προϊόντα, και παραθέτει τα μέσα για την εξασφάλιση της αποτελεσματικής διαχείρισης της ποιότητας.

## **ISO 9004-4**

Παρέχει μία σειρά οδηγιών διαχείρισης για τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας σ' έναν οργανισμό. Περιγράφει τα εργαλεία και τις τεχνικές καθώς και τη μεθοδολογία για τη βελτίωση της ποιότητας που βασίζεται σε συλλογή και ανάλυση δεδομένων.

## **ISO 9001:1994**

Αποτελεί το κορυφαίο και πλέον αυστηρό πρότυπο της σειράς ISO 9000. Το ιδανικό για μία εταιρεία είναι να επιτύχει συμμόρφωση στις απαιτήσεις του προτύπου σ' όλες τις φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας, που περιλαμβάνουν το σχεδιασμό, την ανάπτυξη, την παραγωγή, την εγκατάσταση τη συντήρηση, την επισκευή και την παροχή υπηρεσιών προς τους πελάτες.

Το πρότυπο χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις όσον αφορά στην απόδοση του προϊόντος. Το πρότυπο αυτό περιέχει όλες τις απαιτήσεις των υπόλοιπων προτύπων της σειράς ISO 9000.

## **ISO 9002:1994**

Καταργήθηκε

## **ISO 9003**

Το πρότυπο αυτό εφαρμόζεται στις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες η ποιότητα του προϊόντος διασφαλίζεται στον πελάτη με τον έλεγχο και την επιθεώρηση του τελικού προϊόντος. Το πρότυπο περιλαμβάνει έγγραφα ελέγχου, ταυτότητα προϊόντος, εξέταση των προϊόντων που δεν περνούν βασικούς ελέγχους, σύστημα διαχείρισης και αποθήκευσης, έλεγχο εξοπλισμού, στατιστικές τεχνικές και εκπαίδευση.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι τα πρότυπα διασφάλισης ποιότητας που αναφέρθηκαν περιλαμβάνουν γενικές οδηγίες για την πορεία την οποία θα πρέπει να ακολουθήσει μία επιχείρηση για την εφαρμογή ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας. Έτσι, δεν υπάρχουν εξειδικευμένες οδηγίες για συγκεκριμένους κλάδους, αλλά η εφαρμογή των γενικών κανόνων στους συγκεκριμένους τομείς εναπόκειται στους υπευθύνους ποιοτικού ελέγχου και στη Διοίκηση της επιχείρησης.

Από την άλλη πλευρά, η εφαρμογή ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας, ενώ προβλέπει τη διατήρηση της ποιότητας σε ορισμένο επίπεδο, δεν προβλέπει τίποτα για τη βελτίωση της. Γι' αυτό το σκοπό, θα πρέπει να εφαρμοσθούν άλλες τεχνικές, όπως ο σχεδιασμός πειραμάτων ή η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας.

### **ISO 10012-1:1992**

Καθορίζει τις απαιτήσεις ποιότητας, ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι μετρήσεις πραγματοποιούνται με την απαιτούμενη ακρίβεια. Περιέχει, επίσης, οδηγίες για την εφαρμογή και τον καθορισμό των κυρίων σημείων ενός συστήματος επιβεβαίωσης του εξοπλισμού μετρήσεων.

### **ISO 10013**

Το πρότυπο αυτό περιλαμβάνει οδηγίες για την ανάπτυξη, την προετοιμασία και τον έλεγχο εγχειριδίων ποιότητας, βάσει των προτύπων τής σειράς ISO 9000.

### **Βήματα για την εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας.**

Η εφαρμογή ενός συστήματος διασφάλισης ποιότητας και η πιστοποίησή του σύμφωνα με τα πρότυπα της σειράς ISO 9000, ακολουθεί μία ορισμένη διαδικασία, τα στάδια της οποίας περιλαμβάνουν τρεις ενότητες :

ü Θεώρηση και καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης στην επιχείρηση.

ü Εφαρμογή του συστήματος διασφάλισης ποιότητας.

ü Βελτίωση του συστήματος ποιότητας και πιστοποίηση.

Σε κάθε ενότητα εκτελούνται καθορισμένες εργασίες, οι οποίες για κάθε ενότητα περιγράφονται υπό μορφή βημάτων τα οποία αριθμούνται κατάλληλα.

# ΜΕΛΕΤΗ ΚΟΠΛΕΡ

## 1 Υπολογισμός coupling

Το βασικότερο στοιχείο υπολογισμού είναι η ικανότητα των κοχλιών του φλαντζωτού συνδέσμου να μεταφέρουν την απαιτούμενη ροπή στρέψης ( $M_t$ ). Οι κοχλίες για τους οποίους γίνεται λόγος συνδέουν τις δύο φλάντζες που αποτελούν το κόπλερ και συντελούν στην μεταφορά της ροπής είτε μέσω της τριβής (όταν είναι περαστοί), είτε μέσω διάτμησης (όταν εφαρμόζουν με ακρίβεια στις οπές).



Εικόνα 6.1 παράδειγμα συνδέσμου ατράκτων (coupling)



Η Ισχύς υπολογισμού του κόπλερ = Μεταφερόμενη ισχύς  $\xi$  Συντελεστή ασφαλείας.

$N=8HP$   $g_1=8HP$  ή 5.884 KW (ο συντελεστής ασφαλείας προκύπτει από τον πίνακα 6.1)

Άρα η ισχύς του κόπλερ είναι 5.884KW στις 480 RPM

ΑΡΧΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΙΝΟΥΜΕΝΟΥ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ		
	ΟΜΑΛΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΜΕΝΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΡΟΥΣΤΙΚΗΣ ΦΥΣΕΩΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	1,00	1,50	2,50
ΠΟΛΥΚΥΛΙΝΔΡΗ ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ	1,50	2,00	3,00
ΜΟΝΟΚΥΛΙΝΔΡΗ ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ	2,00	2,50	3,50

Πίνακας 6.1 εύρεση συντελεστού ασφαλείας συνδέσμου ατράκτων

$$(Η \text{ ισχύς υπολογισμού} * 100) / \text{στροφές λειτουργίας} = \frac{5,884 \text{g} 100}{480} = 1,226 (W / 100rev)$$

$$\text{Γνωρίζουμε ότι } Mt_1 = 71620 \frac{N_1}{n_1} \text{ (σχέση 6.1)}$$

$$Mt_1 = 71620 \frac{N_1}{n_1} = 71620 \frac{8}{480} = \boxed{1193,66 (Kp \text{g}m)}$$

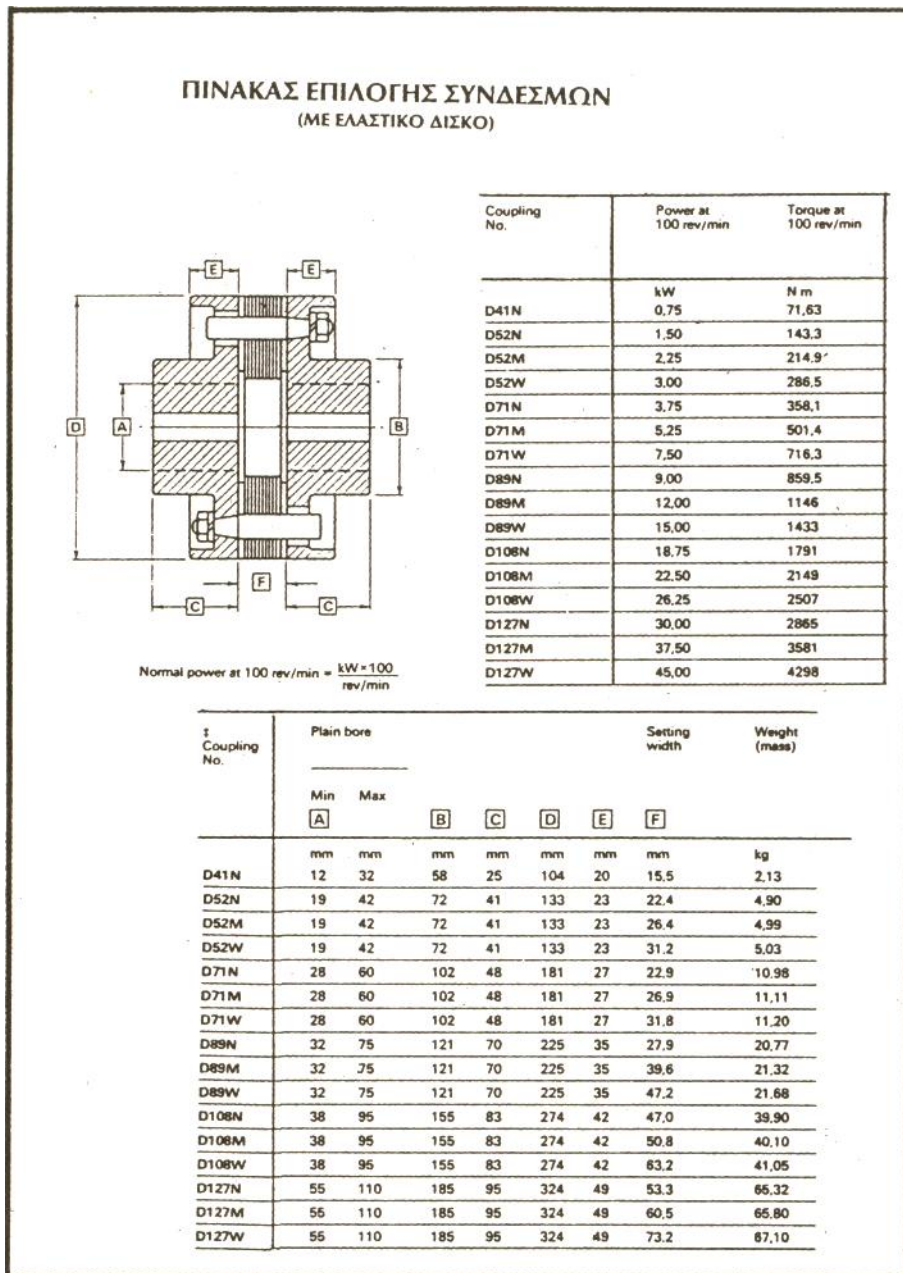
$$\text{Η } Mt_1 = \boxed{11706,629 N \text{g}n}$$

Οπότε για 100 στροφές έχω:

Με βάση τον πίνακα 6.2 και γνωρίζοντας ότι διάμετρος *pinion* = 40mm έχουμε

$$\text{ισχύς στις } 100\text{rpm} = \boxed{1,226\text{KW}}$$

$$\text{Και ροπή στον άξονα στις } 100\text{rpm} = \boxed{243,88 \frac{\text{Nm}}{100\text{rpm}}}$$



Πίνακας 6.2 πίνακας επιλογής συνδέσμων με ελαστικό δίσκο

Από τον πίνακα 6.2 επιλέγουμε το κόπλερ: D52W για το οποίο

$$D = 133mm$$

$$B = 72mm$$

$$C = 41mm$$

$$E = 23mm$$

$$F = 31,2mm$$

$$A = 40mm$$

$$W = 5,03Kg$$

Για τον υπολογισμό των κοχλιών σύνδεσης του κόπλερ, θα ακολουθήσουμε την παρακάτω διαδικασία :

$Z$  = αριθμός των κοχλιών

$d_3$  = διάμετρος πυρήνα ενός κοχλία σε (cm)

$D_L$  = διάμετρος κύκλου κοχλιών σε (cm)

$\mu$  = Συντελεστής τριβής δίσκων. Για χυτοσίδηρο με χυτοσίδηρο  $\mu = 0,2 \div 0,25$

$\sigma_{επ}$  = Επιτρεπόμενη τάση εφελκυσμού κοχλιών (kp/cm<sup>2</sup>)

$T_{επ}$  = Επιτρεπόμενη τάση διάτμησης κοχλιών (kp/cm<sup>2</sup>)

Έτσι έχουμε:

$$U = \frac{2gM_t}{D_L} \text{ (Kp)} \text{ (σχέση 6.2)} \text{ (όπου U η διάμετρος του κύκλου των κοχλιών)}$$

και συνολική δύναμη συμπίεσης:

$$F = \frac{U}{m} = \frac{240}{0,225} = Zgd^3 \frac{p}{4} g s_{ep} \text{ (Kp)} \text{ (σχέση 6.3)}$$

Απαιτούμενη διατομή πυρήνα κοχλία (για μεταφορά ισχύος μέσω τριβής):

$$A = \frac{p g d^2}{4} = \frac{12 g M_t}{D_L g m g z g s_{ep}} \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (σχέση 6.4)}$$

και αντίστοιχα (για μεταφορά ισχύος μέσω διάτμησης):

$$A = \frac{p g d^2}{4} = \frac{2 g M_t}{D_L g z g \Gamma_{ep}} \text{ (cm}^2\text{)} \text{ (σχέση 6.5)}$$

Επομένως για τα στοιχεία της κατασκευής μας έχουμε από τη (σχέση 6.2):

$$U = \frac{2g200}{10} \Rightarrow \boxed{U = 240Kp}$$

Και από τη (σχέση 6.3)

$$F = \frac{U}{m} = \frac{240}{0,225} = Zgd^3 \frac{p}{4} g s_{ep} \Rightarrow 1067 = 3gd^3 \frac{p}{4} g s_{ep}$$

$$\Rightarrow 453 = d^3 g s_{ep} \Rightarrow \boxed{s_{ep} = 453 \frac{kp}{cm^2}}$$

$$\text{ή } \boxed{s_{ep} = 4,53 \frac{kp}{mm^2} \rangle s_{\max}}$$

Εξάλλου από τον τυποποιημένο πίνακα και για τις υπάρχουσες διαστάσεις του κόπλερ, συμπεραίνουμε ότι η επιλογή μας είναι σωστή. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε τρεις κοχλίες M10.

Μέγεθος	Διαστάσεις σε mm						Κοιλίες εφαρμογής DIN 609..8.8		Μέγιστος αριθμός στροφών	Ροπή στρέψης	Ροπή αδράνειας μορφή B	Βάρος Μορφή B
	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>6</sub>	Αριθμός				
25	58	125	101	110	50	31	3	M10x60	2120	46,2	0,0104	5,5
30	58	125	101	110	50	31	3	M10x60	2120	87,5	0,0104	5,3
35	72	140	121	130	60	31	3	M10x60	2000	150	0,0167	7,3
40	72	140	121	130	60	31	3	M10x60	2000	236	0,0167	7
45	95	160	141	150	70	34	3	M10x65	1900	355	0,0297	11,4
50	95	160	141	150	70	34	3	M10x65	1900	515	0,0323	11
55	110	180	171	180	85	37	4	M12x70	1800	730	0,0572	16
60	110	180	171	180	85	37	4	M12x70	1800	975	0,0569	15,4
70	130	200	201	210	100	41	6	M12x80	1700	1700	0,108	23,6
80	145	224	221	230	110	41	8	M12x80	1600	2650	0,179	31,2
90	164	250	281	290	120	54	8	M16x100	1500	4120	0,332	45
100	180	280	261	270	130	54	8	M16x100	1400	5800	0,516	57,5
110	200	300	281	290	140	60	8	M16x105	1320	8250	0,760	72,9
120	225	335	311	320	155	60	10	M16x105	1250	12500	1,254	99,5
140	250	375	341	350	170	70	10	M20x125	1180	19000	2,181	135
160	290	425	401	410	200	75	10	M24x125	1120	30700	4,036	199
180	325	450	451	460	225	80	12	M24x140	1060	4500	6,115	262
200	360	500	501	510	250	80	16	M24x140	1000	61500	9,870	348
220	400	560	541	550	270	95	14	M30x160	950	82500	17,00	478
250	450	630	601	610	300	95	16	M30x160	900	118000	28,47	645

Πίνακας 6.3 τυποποιημένοι κοιλίες κατά DIN 609.8.8 για συνδέσμους ατράκτων

### Υπολογισμός ροδέλας

Για τον κοιλία M10 που επιλέξαμε, διαλέγουμε την κατάλληλη ροδέλα από τον παρακάτω πίνακα:

WASHERS All dimensions in mm

Nom Size	HARD WASHER				MACHINED WASHER				SPRING WASHER							
	d	D	S	r	d	D	S	r	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	b	r	k			
M6					6.6	12	+0 -0.4	1.6	+0.2	0.5	+0.4	11.1	±0.15	±0.1	0.5	0.2
M8	8.4	18	4	0.5	9	18	"	2	"	"	+0.4	14.2	±0.15	±0.1	0.8	0.3
M10	10.5	22	"	"	11	22	0 -0.5	2.5	"	"	+0.6	17.2	±0.15	±0.15	"	"
M12	12	24	4	"	14	24	"	2	±0.2	"	+0.8	20.2	±0.2	±0.15	1.2	0.4
M16	17	34	"	"	18	34	"	"	"	"	+1.0	24.2	±0.2	±0.2	"	"
M20	21	40	6	1	22	40	0 -0.8	4	"	1	+1.0	28.2	±0.2	±0.2	"	"
M24	25	48	"	"	26	48	"	"	"	"	+1.0	34.5	±0.25	±0.2	2	0.5
M30	31	58	7	"	32	58	0 -1.0	5	±0.6	"	+1.2	40.5	±0.25	±0.2	"	0.8

IS : 2014 - 1962      IS : 2003 - 1961

Πίνακας 6.4 πίνακας για την επιλογή της κατάλληλης ροδέλας για το σύνδεσμο ατράκτων

Οπότε από τα στοιχεία του πίνακα προκύπτει ο παρακάτω πίνακας 6.5 για τη ροδέλα που αντιστοιχεί σε κοχλία M10:

d (mm)	D(mm)	S(mm)
11	22	2,5

Πίνακας 6.5 στοιχεία για ροδέλα M10

## Υπολογισμός σφήνας

Για τον υπολογισμό της σφήνας του κόπλερ, ακολουθούμε την παρακάτω

διαδικασία:

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΛΟΓΗΣ ΣΦΗΝΑΣ ΒΑΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ</b>			
<b>Διάμετρος ατράκτου d(mm) (από-έως)</b>	<b>Πλάτος χ Ύψος</b>	<b>Βάθος σφηνοδρόμου στην άτρακτο t<sub>1</sub>(mm)</b>	<b>Βάθος σφηνοδρόμου στην πλύμνη t<sub>2</sub> (mm)</b>
10--12	4x4	2,4	1,7
12--17	5x5	2,9	2,2
17--22	6x6	3,5	2,6
22--30	8x7	4,1	3
30--38	10x8	4,7	3,2
38--44	12x8	4,9	3,4
44--50	14x9	5,5	3,6
50--58	16x10	6,2	3,9
58--65	18x11	6,8	4,3
65--75	20x12	7,4	4,7
75--85	22x14	8,5	5,4
85--95	25x14	8,7	5,6
95--110	28x16	9,9	6,2
110--130	32x18	11,1	7,1
130--150	36x20	12,3	7,9
150--170	40x22	13,5	8,7
170--200	45x25	15,3	9,9

Πίνακας 6.6 εκλογή σφήνας βάση διαμέτρου του άξονα

Γνωρίζουμε ότι η διάμετρος της ατράκτου είναι  $d = 40 \text{ mm}$ . Από τον πίνακα 6.6 μπορούμε να επιλέξουμε το μήκος και το πλάτος της οδηγού σφήνας κατά DIN6885. Έτσι, για διάμετρο ατράκτου από 38 – 44mm και με χρήση του πίνακα 6.6 προκύπτει:

πλάτος x ύψος σφήνας = 12 x 8 mm. Επίσης

βάθος σφηνόδρομου στην άτρακτο  $(t_1) = 4,9\text{mm}$

βάθος σφηνόδρομου στην πλήμνη  $(t_2) = 3,4\text{mm}$

Βρίσκω το  $R_{ep}$  από τον πίνακα 6.7

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ <math>p_{ep}</math> (kp/cm<sup>2</sup>)</b>			
<b>ΥΛΙΚΟ</b>	<b>ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΠΙΕΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (kp/cm<sup>2</sup>)</b>		
	<b>ΣΤΑΤΙΚΗ</b>	<b>ΕΠΑΝΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΗ</b>	<b>ΚΡΟΥΣΤΙΚΗ</b>
Χάλυβας	1000-1500	700-1200	400-600
Χάλυβας εσκληρωμένος	1500-1800	1000-1200	500-700
Χυτοχάλυβας	800-1000	600-800	300-400
Χυτοσίδηρος, λευκός χυτοσίδηρος	700-800	500-600	200-300
Κράματα χαλκού (μπρούντζο, ορείχαλκος)	300-400	200-300	100-200
AlCuMg εσκληρωμένο	800-1100	600-900	300-500
AlCuMg, AlMn, AlMgSi εσκληρωμένο	700-1000	500-800	250-400
G-AlSi, G-AlSiMg	500-600	300-400	150-250
Για πίεση δύο σωμάτων από διαφορετικά υλικά λαμβάνεται πάντα η τιμή για το ασθενέστερο υλικό από άποψη αντοχής.			

Πίνακας 6.7 επιτρεπόμενες πιέσεις



Στην συνέχεια υπολογίζουμε το μήκος της σφήνας από την παρακάτω σχέση:

$$l \geq \frac{4gMt}{dghg_{ep}} \quad (\text{σχέση 6.6})$$

$$l \geq \frac{4gMt}{dghg_{ep}} = \frac{4800}{4g0,8g50} \Rightarrow \boxed{l \geq 2,73cm}$$

οπότε από τον πίνακα 6.8 διαλέγουμε το τυποποιημένο μήκος οδηγού σφήνας

$$l = 28 \text{ mm.}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΜΗΚΩΝ ΓΙΑ ΣΦΗΝΕΣ											
L (mm)	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	110
	125	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400

Πίνακας 6.8 τυποποιημένα μήκη για σφήνες

Με βάση τα παραπάνω καταλέγουμε σε οδηγό σφήνα κατά DIN6885 με χαρακτηριστικά:

ΠΛΑΤΟΣ	=	12 mm
ΥΨΟΣ	=	8 mm
ΜΗΚΟΣ	=	28 mm

## 2 Υπολογισμοί στον κοχλία

Για τους υπολογισμούς στον κοχλία έχουμε:

$$F_v = \frac{2gMt_1}{d_{o1}} \quad (\text{σχέση 6.7}) \quad (\text{όπου } F_v \text{ η περιφερειακή δύναμη})$$

$Mt_1$  : Η ροπή στρέψης που μεταφέρει ο άξονας του pinion,

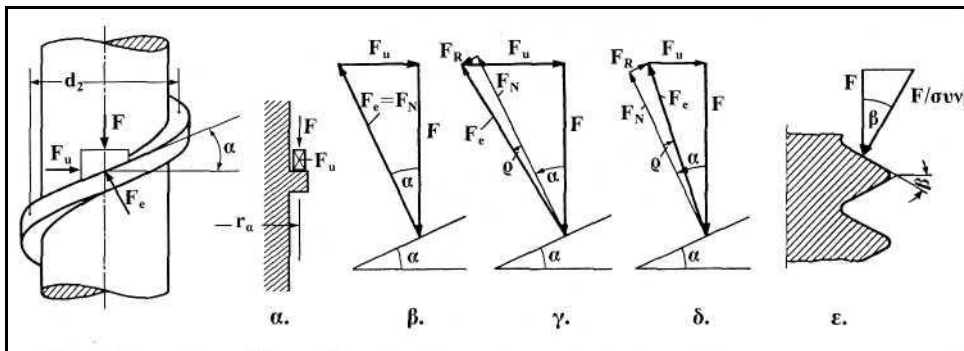
$$Mt_1 = 1200 \text{ kgm} = \boxed{1176,84 \text{ Nm}}$$

$d_{01}$  : η διάμετρος του κύκλου πάνω στον οποίο τοποθετούνται τα κέντρα των κοχλιών  $d_{01} = 100 \text{ mm} = \boxed{0,1 \text{ m}}$ .

Από τη σχέση 6.7 έχουμε:

$$F_U = \frac{2gMt_1}{d_{01}} = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 1176,84}{0,1} = \boxed{23536,8 \text{ N}}$$

Στην πραγματικότητα οι δυνάμεις κατανέμονται όπως φαίνεται παρακάτω:



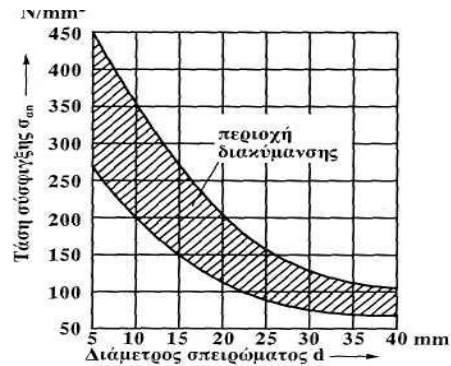
Σχήμα 6.1 κατανομή δυνάμεων στον κοχλία.

Στη συγκεκριμένη κατασκευή χρησιμοποιήσαμε 3 κοχλίες. Η εγκάρσια δύναμη η οποία καλείται να μεταφέρει κάθε κοχλίας είναι:

$$F_U = \frac{23536,8}{3} = \boxed{7845,6 \text{ N}}$$

Υπολογίζουμε τη δύναμη πρότασης του κοχλία ( $F_n$ ) που είναι:

$$F_n = s_{an} g A_K \text{ (σχέση 6.8)}$$



Πίνακας 6.9 τάση σύσφιξης

Λαμβάνουμε την τάση σύσφιξης  $s_{an}$ , από το Πίνακας 6.9.

$$\text{Με } s_{an} = \boxed{275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \text{ (από τον πίνακα 6.9)}$$

Επίσης έχουμε τη διατομή του πυρήνα  $A_K$  από τον πίνακα 6.10

$$\text{Με } \boxed{A_K = 52,30 \text{mm}^2}$$

$$\text{Συνεπώς και } F_n = 275 \cdot 52,3 = \boxed{14382,25 \text{N}}$$

Επομένως αν ο κοχλίας συσφιχθεί με πρόταση  $F_n = 14382,25 \text{N}$ , μπορεί να μεταφέρει μέσο τριβής μπορεί να μεταφέρει μια περιφερειακή εγκάρσια δύναμη μόνο.

Η οποία δίνεται από τη σχέση:

$$F = F_n \cdot m \text{ (σχέση 6.9)}$$

$m$ : συντελεστής τριβής, για χυτοσίδηρο πάνω σε χυτοσίδηρο (υλικά τμημάτων σύσφιξης) έχω  $\boxed{m = 0,15}$ .

Και από τη (σχέση 6.9) έχουμε:

$$F = F_n \text{ gm} = 14382,25g,15 = \boxed{2157,24\text{N}} . \text{ Ενώ η υπάρχουσα } \boxed{F_n = 7845,6\text{N}}$$

Αφού συσφίξουμε λοιπόν τον κοχλία μας με ροπόκλειδο μέχρι το επιτρεπτό όριο του που φαίνεται στον πίνακα 6.10. προκύπτει:

$H = 0,86603 P$   
 $H_1 = 0,54127 P$   
 $h_3 = 0,61343 P$   
 $R = 0,14434 P$   
 $d_2 = d - 0,64953 P$   
 $d_3 = d - 1,22687 P$   
 $A_k = \frac{\pi}{4} d_2^2$   
 $A_s = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$

Ονομαστική διάμετρος d = D mm		Βήμα P mm	Μέση διάμετρος d <sub>2</sub> = D <sub>2</sub> mm	Διάμετρος πηρήνα		Βάθος σπειρώματος		Διατομή τάσης A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	Διατομή πηρήνα A <sub>k</sub> mm <sup>2</sup>
σειρά 1	σειρά 2			d <sub>3</sub> mm	D <sub>1</sub> mm	h <sub>3</sub> mm	H <sub>1</sub> mm		
1		0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,460	0,377
1,2		0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,732	0,626
1,6		0,35	1,373	1,170	1,221	0,215	0,189	1,27	1,075
2		0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	2,07	1,788
2,5		0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	3,39	2,980
3		0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	5,03	4,475
	3,5	0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325	6,78	6,000
4		0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	8,78	7,749
	4,5	0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406	11,3	10,07
5		0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	14,2	12,69
6		1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	20,1	17,89
8		1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	36,6	32,84
	(9)	1,25	8,188	7,466	7,647	0,767	0,677	48,1	43,78
10		1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	58,0	52,30
	(11)	1,5	10,026	9,160	9,376	0,920	0,812	72,3	65,90
12		1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	84,3	76,25
	14	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	115	104,7
16		2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	157	144,1
	18	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353	193	175,1
20		2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	245	225,2
	22	2,5	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	303	281,5
24		3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	353	324,3
	27	3	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	459	427,1
30		3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	561	519,0
	33	3,5	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894	694	647,2
36		4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	817	759,3
	39	4	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165	976	913,0
42		4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	1121	1045
	45	4,5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436	1306	1224
48		5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	1473	1377
	52	5	48,752	45,866	46,587	3,067	2,706	1758	1652
56		5,5	52,428	49,252	50,046	3,374	2,977	2030	1905
	60	5,5	56,428	53,252	54,046	3,374	2,977	2362	2227
64		6	60,103	56,639	57,505	3,681	3,248	2676	2520
	68	6	64,103	60,639	61,505	3,681	3,248	3055	2888

Να προτιμώνται τα σπειρώματα της σειράς 1

Βοηθητικά στοιχεία								
Σπειρώμα	d mm	P mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>3</sub> mm	R mm	d/R	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	A <sub>k</sub> mm <sup>2</sup>
M 3	3	0,5	2,675	2,387	0,072	42	5,03	4,48
M 4	4	0,7	3,545	3,141	0,101	40	8,78	7,75
M 5	5	0,8	4,480	4,019	0,115	43	14,2	12,7
M 6	6	1,0	5,350	4,773	0,144	42	20,1	17,9
M 8	8	1,25	7,188	6,466	0,180	44	36,6	32,8
M 10	10	1,5	9,026	8,160	0,217	46	58,0	52,3
M 12	12	1,75	10,863	9,853	0,253	47	84,3	76,3
M 16	16	2,0	14,701	13,546	0,289	55	157	144
M 20	20	2,5	18,376	16,933	0,361	55	245	225
M 24	24	3,0	22,051	20,319	0,433	56	353	324
M 30	30	3,5	27,727	25,706	0,505	59	561	519
M 36	36	4,0	33,402	31,093	0,577	62	817	759
M 42	42	4,5	39,077	36,479	0,650	65	1121	1045
M 48	48	5,0	44,752	41,866	0,722	66	1473	1377
M 56	56	5,5	52,428	49,252	0,794	71	2030	1906
M 64	64	6,0	60,103	56,639	0,866	74	2676	2520

Πίνακας 6-1. Κανονικό μετρικό σπειρώμα κατά ISO (DIN 13)

Πίνακας 6.10 Διαστάσεις κοχλία με κανονικό μετρικό σπειρώμα κατά DIN 13

Αφού έχουμε επιλέξει κοχλίες τύπου DIN 609 κατηγορίας 8.8

όπου  $R_e = 1088 = \boxed{640 \text{ N/mm}^2}$  (όπου  $R_e$  είναι το όριο διαρροής)

προκύπτει η πρόταση (σχέση 6.10)  $F_n = s g A_k = 51252,3 = \boxed{26777,6 \text{ N}}$ .

Και περιφερειακή δύναμη  $F_{Re}$ , για σύσφιξη στο όριο  $0,8R_e$ ,

$$F_{Re} = F_n g m = 26777,6 g 0,15 = \boxed{4016,64 \text{ N}}.$$

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη ένα συντελεστή ασφαλείας 30% έναντι ολίσθησης

$$\text{θα πρέπει : } \frac{F_{Re}}{F} > 1,3, \frac{F_{Re}}{F} = \frac{4016,64}{7845,6} = \boxed{0,52 < 1,3}.$$

Συνεπώς οι υπολογισμοί μας είναι ασφαλείς.

Στη συνέχεια υπολογίζεται η αξονική δύναμη  $F$  που ασκείται στον κοχλία μέσω της περιφερειακής δύναμης  $F_u$ . Από τον πίνακα 6.9 που παραθέσαμε παραπάνω, και από τη σχέση:

$$F_u = F g f(a + r) \text{ (σχέση 6.11)}$$

υπολογίζω την αξονική δύναμη στον κοχλία.

Όπου :  $a$  είναι η γωνία κλίσης του σπειρώματος, που για μετρικό σπείρωμα έως M30 είναι  $a \approx 2,3^\circ \dots 3,5^\circ$ .

Με ακρίβεια υπολογίζεται από τη σχέση:

$$efa = \frac{P}{2 g r} \text{ (σχέση 6.12)}$$

Με  $P = bhma \text{ speirómatov}$  και  $r = aktína \text{ koclía}$

Συνεπώς από τη (σχέση 6.12)  $efa = \frac{P}{2\mu g} = \frac{1,5}{2 \cdot 0,047746} = \boxed{0,047746}$

Οπότε και  $a = 2,73^0$

$r \approx 8^0 - 10^0$  (για ξηρά λίπανση) και

$r \approx 7,5^0 - 8^0$  (για τριβή με λίπανση).

Επιστρέφοντας στη (σχέση 6.11) θα έχουμε:

$F_u = F g f(a + r)$  και:

$F_u = F g f(a + r) = 7845,6 g f(2,73^0 + 9^0) = \boxed{1629,544\text{N}}$

### Ροπή τριβής στο σπείρωμα

Όταν κατά τη σύσφιξη επιτευχθεί η αξονική δύναμη στον κοχλία, με το μοχλοβραχίονα  $r_2$ , η ροπή τριβής  $M_G$ , στο σπείρωμα θα είναι:

$M_G = F_u g_2 g f(a + r)$  (σχέση 6.13)

Όπου  $F_u = 1629,544$

$r_2 = \frac{d_2}{2}$  ακτίνα κατατομής του σπειρώματος σε  $mm$  από τον πίνακα 6.3.

Και  $r_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{9,026}{2} = \boxed{4,513\text{mm}}$ .

Οπότε και  $M_G = F_u g_2 g f(a + r) = 1629,544 g 4,513 g f(2,73 + 9)$

$= 1526,98 ; \boxed{1527\text{Ngnm}}$ .

### Ροπή σύσφιξης

Λαμβάνουμε σαν ροπή σύσφιξης την:  $M_{an} = 0,2 g F g l_2$  (σχέση 6.14)

$$M_{an} = 0,2gFgl_2 = 0,2g7845,6g \cdot 0,026 = 14162,877N \cdot gmm ; \boxed{14163N \cdot gmm}$$

### Βαθμός απόδοσης κοχλία

Στην περίπτωση ανύψωσης του βάρους, σε μία περιστροφή του περικοχλίου θα παραχθεί ωφέλιμο έργο.

$$FgP \text{ (σχέση 6.15)}$$

ενώ το έργο που θα καταβληθεί θα είναι:

$$F_u gl_2 gP \text{ (σχέση 6.16).}$$

Ο βαθμός απόδοσης του κοχλία (στην περίπτωση της ανόδου) δίνεται από τη

$$\text{σχέση: } n_h = \frac{FgP}{F_u gl_2 gP} = \frac{efa}{ef(a+r)} \text{ (σχέση 6.17)}$$

(προκύπτει από τις σχέσεις 6.13 και 6.11).

$$\text{Και τελικά: } n_h = \frac{efa}{ef(a+r)} = \frac{ef2,73^0}{ef(2,73^0 + 9^0)} = \boxed{0,23}$$

Στην περίπτωση καθόδου του βάρους θα είναι αντίστροφα το ωφέλιμο έργο  $F_u gl_2 gP$ , ενώ το έργο που θα καταβληθεί θα είναι  $FgP$ . Επομένως ο βαθμός

απόδοσης του κοχλία θα είναι:  $n_s = \frac{F_u gl_2 gP}{FgP} = \frac{ef(a-r)}{efa}$ . Παρατηρούμε ότι  $r > a$ ,

οπότε και  $a - r < 0$ . Αυτό σημαίνει ότι ο κοχλίας είναι «αφ εαυτού σταθερός», και οποιαδήποτε αξονική δύναμη δεν μπορεί να περιστρέψει τον κοχλία για την κάθοδο του βάρους. Αυτό είναι δυνατό μόνο αν εφαρμόσουμε μια ροπή αντίθετη από αυτή που απαιτείται για την άνοδο του βάρους.

Η αφ εαυτού σταθερότης χρησιμοποιείται συχνά σαν ασφάλεια για να μην κατέρχεται το βάρος μόνο του.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η θέση του κοχλία (κατακόρυφη, οριζόντια, κεκλιμένη) δεν έχει ουσιαστική σημασία. Με τον όρο άνοδος του βάρους εννοούμε την κατά μήκος κίνηση που έχει αντίθετη διεύθυνση από αυτήν της επενέργειας της δύναμης. Με τον όρο κάθοδος του βάρους εννοούμε την κατά μήκος κίνηση που έχει ίδια διεύθυνση τη διεύθυνση επενέργειας της δύναμης.

### **3 Τρόπος κατασκευής εξαρτημάτων coupler**

#### **Στερέωση των αντικειμένων με τσόκ τόννου**

Τα αντικείμενα πρέπει να στερεοποιούνται με ασφάλεια, γρήγορα, με μικρά κατά το δυνατό σφάλματα εκκεντρότητας και με ελάχιστη παραμόρφωση. Για αυτό τον σκοπό υπάρχουν τα τσόκ. Τα τσόκ τόννου χρησιμεύουν για την ταχεία, ασφαλή και κεντρική στερέωση των αντικειμένων ανεξάρτητα από την μορφή που έχουν.

Για την στερέωση κυκλικών αντικειμένων ή τετράγωνων χρησιμοποιούνται τα τσόκ τεσσάρων σφιγκτήρων. Οι σφιγκτήρες των τσόκ είναι συνήθως βαμμένοι με βαθμίδες και ανταλλάξιμοι. Υπάρχουν ακόμη σφιγκτήρες, οι οποίοι έχουν βασικό υπόβαθρο και ανταλλάξιμους σφιγκτήρες. Έτσι μπορούν τα αντικείμενα να στερεωθούν εξωτερικά ή μέσα από μία οπή. Με τους ανταλλάξιμους αυτούς σφιγκτήρες από μη βαμμένο υλικό, οι οποίοι торνεύονται στην αναγκαία διάμετρο, εξασφαλίζεται υψηλή ακρίβεια κυκλικότητας, προστασία των αντικειμένων και ελάττωση της παραμορφώσεως των από την σύσφιξη στο τσόκ.

Η δύναμη συσφίξεως του τσόκ πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη, για να μπορεί να αντισταθμίζει την ροπή της δυνάμεως κατεργασίας. Αν τα αντικείμενα έχουν μήκος και η διατομή των αποβλήτων μεγάλη, τότε καθίσταται αναγκαία η πρόσθετη στήριξη στην πόντα του κεντροφορέα. Η δύναμη συσφίξεως πρέπει να είναι σε αντιστοιχία με την μορφή του αντικειμένου, την ευστάθεια του και το μέγεθος της δυνάμεως κοπής.



Στα ταχύστροφα τσόκ η φυγόκεντρος δύναμη ελαττώνει σημαντικά την δύναμη συσφίξεως. Για αυτό τον λόγο τα πολύστροφα τσόκ έχουν διάταξη αντισταθμίσεως της φυγόκεντρον δυνάμεως.

### **Κεντροτρύπανα (κεντραδῶροι)**

Με τα κεντροτρύπανα διανοίγονται τυφλές οπές κεντρώσεως, σε μία φάση, σε συμπαγές υλικό. Οι οπές αυτές είναι αναγκαίες για αντικείμενα που θα κατεργαστούν με κόντρα πόντα.

Για το κεντράρισμα του αντικειμένου χρησιμοποιούνται οι οπές κεντρώσεως. Η οπή αποτελείται από το κυλινδρικό μέρος και ένα κωνικό βύθισμα συνήθως 60°.

Οι οπές κεντρώσεως έχουν ένα προστατευτικό βύθισμα, αν θέλουμε να τις προστατεύσουμε από κακώσεις ή αν θα γίνει επίπεδη τórνευση. Το άνοιγμα των οπών γίνεται με μεγάλες στροφές, μικρή πρόωση και αρκετή ψύξη.

Για το ακριβές σημάδεμα στο συμπαγές υλικό στις μηχανές NC χρησιμοποιούνται ειδικά κεντροτρύπανα NC. Αυτά τα τρυπάνια κατασκευάζονται με γωνία κορυφής 90° ή 120° και μικρότερη πλευρική γωνία αποβλήτου από τα κανονικά ελικοειδή τρυπάνια. Με αυτά τα κεντροτρύπανα υλοποιούνται τα κέντρα οπών, οι οποίες αργότερα θα διανοιχτούν με ελικοειδή τρυπάνια. Τα κεντροτρύπανα NC δεν έχουν ελικοειδείς οδηγούς, διότι με τις κόψεις τους δημιουργούν μόνο ένα βύθισμα. Δεν είναι κατάλληλα για την διάνοιξη οπών σε κάποιο βάθος. Η διάμετρος του πυρήνα τους και συνεπώς το μήκος της εγκάρσιας κόψης, είναι πολύ μικρότερο, για να μπορεί έτσι να κεντρώνεται με ακρίβεια ένα σπειροειδές τρυπάνι. Είναι μικρού μήκους και έχουν κυλινδρική ουρά.

## Εργαλεία διατρήσεως

Το πλέον χρησιμοποιούμενο εργαλείο για διάτρηση σε συμπαγές υλικό είναι το ελικοειδές τρυπάνι.

Τα πλεονεκτήματα του ελικοειδούς τρυπανιού είναι τα εξής:

- Ευνοϊκές γωνίες κατά την κοπή.
- Σταθερή διάμετρος στα εκάστοτε τροχίσματα.
- Καλή δυνατότητα στερεώσεως.
- Καλή οδήγηση μέσα στο αντικείμενο.
- Αυτοτελής απαγωγή αποβλήτων από την οπή.
- Καλή προσαγωγή του ψυκτικού υγρού .

Ως υλικό για τα ελικοειδή τρυπάνια χρησιμοποιείται ταχυχάλυβας και σκληρομέταλλα. Τα σκληρομέταλλα είναι υλικό κονιομεταλλουργίας, τα οποία αποτελούνται από μεταλλικά σκληρά υλικά. και ένα συνδετικό μέσο. Ως σκληρά υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως καρβίδια Βολφραμίου, Τιτανίου και τανταλίου και ως συνδετικό μέσο κοβάλτιο. Έχουν μεγάλη αντοχή στην φθορά, επιτρέπουν θερμοκρασίες κατά την κατεργασία έως περίπου 900°C και χρησιμοποιούνται συνήθως με την μορφή αντιστρέψιμων πλακιδίων.

Η σκληρότητα και ελαστικότητα των σκληρομετάλλων μπορούν να επηρεαστούν από την αναλογία των συστατικών τους. Με εργαλεία από σκληρομέταλλα μπορούν εκτός από χάλυβα και χυτοσίδηρο, να κατεργαστούν και σκληρά υλικά, όπως σκληρός χυτοσίδηρος, χρωμονικελιούχοι χάλυβες, αντικείμενα με επιφανειακή βαφή, ύαλος γρανίτης και πορσελάνη. Επίσης ενισχυμένα πλαστικά

και σκληρό ελαστικό. Τα πλακίδια κοπής συνήθως στερεώνονται σύσφιξη και σπανιότερα με συγκόλληση.

Ελικοειδή τρυπάνια τύπου N (συνήθης περίπτωση), για μεταλλικά υλικά συνήθους αντοχής και σκληρότητας. Με γωνία κορυφής  $118^\circ$  και πλευρική γωνία αποβλήτου  $g = 19^\circ \div 40^\circ$ .

### **Στερέωση του τρυπανιού**

Για την στερέωση τους, τα τρυπάνια με διάμετρο έως περίπου 12mm έχουν κυλινδρική ουρά, τα μεγαλύτερα έχουν κωνική ουρά. Τα τρυπάνια με κυλινδρική ουρά στερεώνονται σε τσόκ τριών σιαγόνων τρυπανιού. Το τρυπάνι πρέπει να ακουμπά στον πυθμένα του τσόκ, για να μην μετακινηθεί βαθύτερα κατά το τρύπημα.

Αν στην μαζική παραγωγή πρέπει να διανοιχτούν οπές διαφορετικής διαμέτρου, τότε χρησιμοποιούμε τσόκ ταχείας σύσφιξης. Αυτά τα τσόκ κλείνουν και ανοίγουν χωρίς κλειδί, όμως η δύναμη σύσφιξης είναι υψηλή.

Τα μεγαλύτερα τρυπάνια έχουν κατά κανόνα κωνική ουρά με κώνο εργαλείων, οι μικροί κώνοι προσαρμόζονται στον εσωτερικό κώνο με την βοήθεια ενδιάμεσων δακτυλίων. Η μεταφορά της δύναμης γίνεται με την τριβή στην κωνική επιφάνεια εδράσεως. Για να εξασφαλιστεί η (απρόσκοπτη) περιστροφή του τρυπανιού, πρέπει η ουρά του να είναι σε καλή κατάσταση και να καθορίζεται πριν την τοποθέτηση στην άτρακτο. Για την απομάκρυνση του τρυπανιού από την άτρακτο ή τον δακτύλιο, πρέπει να χρησιμοποιηθεί εξολκέας. Η γλώσσα αποσφηνώσεως στο τέλος της ουράς προστατεύει τον κώνο από τον εξολκέα.

Μπορούμε να πραγματοποιήσουμε διανοίξεις οπών στον τόρνο με την βοήθεια του κεντροφορέα (κουκουβάγια) του τόρνου. Ο κεντροφορέας μπορεί να δεχθεί εργαλεία διατρήσεως. Έτσι μπορούμε να τοποθετήσουμε σε αυτόν π.χ. ένα τρυπάνι

μεγάλης διαμέτρου με κωνικό περίβλημα για διάνοιξη οπής μεγάλης διαμέτρου, είτε ένα τσόκ τριών σιαγόνων τρυπανιού, τοποθετώντας παράλληλα στο τσόκ αυτό ένα τρυπάνι μικρής διαμέτρου, για την διάνοιξη οπής μικρής διαμέτρου.

#### **4 Μελέτη χρόνου κατεργασίας**

##### **Κύριος χρόνος κοπής για διάτρηση**

$$t_h = \frac{Lg}{ngf} \text{ (σχέση 6.18) όπου:}$$

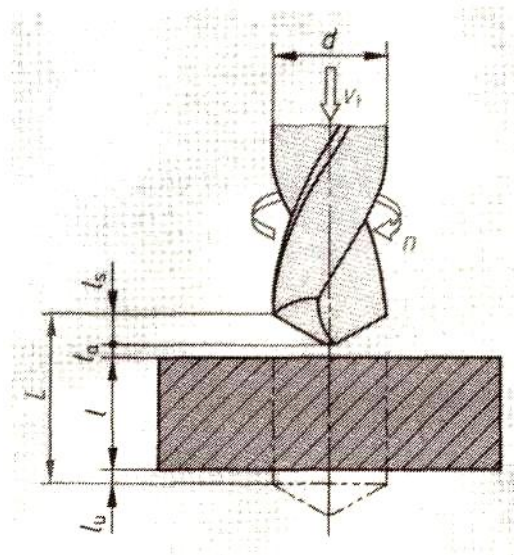
$t_h$  : Κύριος χρόνος κοπής.

$L$  : Διαδρομή με πρόωση.

$i$  : Αριθμός οπών.

$n$  : Αριθμός στροφών.

$f$  : Πρόωση.



Σχήμα 6.2 σχηματική απεικόνιση διάτρησης

Το μήκος της διαδρομής με πρόωση  $L$  υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

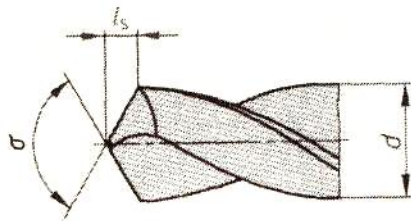
$$L = l + l_s + l_a + l_u \text{ (σχέση 6.19)}$$

Όπου  $l$ : Το βάθος της οπής.

$l_a$ : Το μήκος προσεγγίσεως.

$l_u$ : το μήκος υπερβάσεως.

$l_s$ : το ύψος του κωνικού μέρους του εργαλείου και καθορίζεται από τον τύπο του τρυπανιού (σχήμα 6.3).



Σχήμα 6.3 διαστάσεις που καθορίζουν το είδος του τρυπανιού

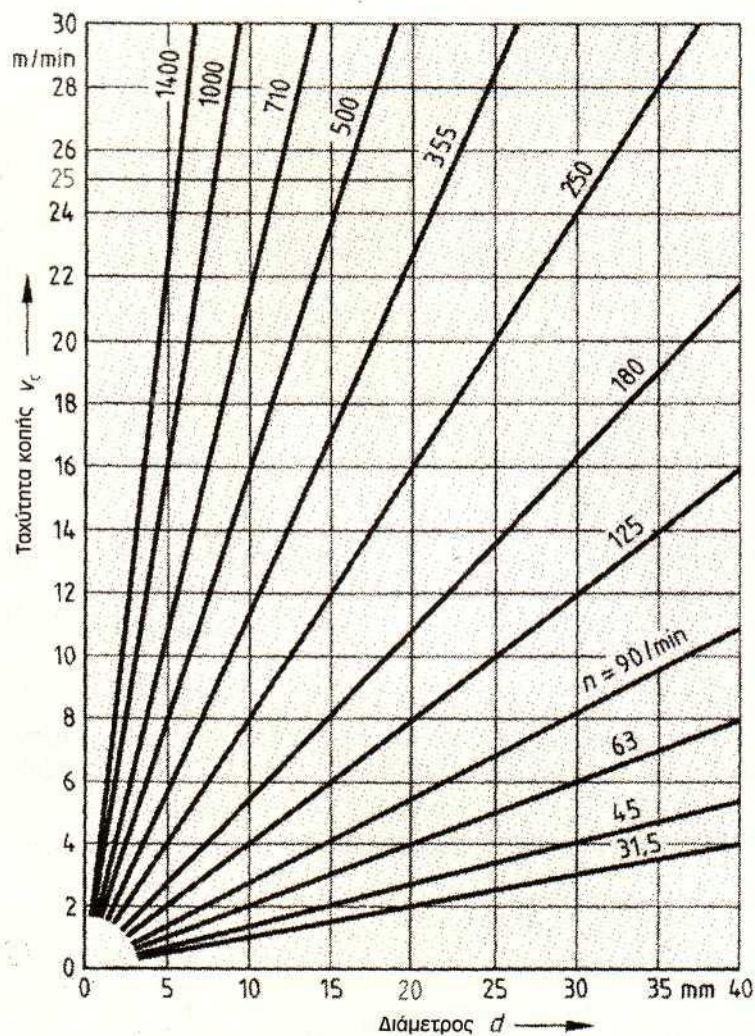
Γωνία κορυφής $\sigma$		
80°	118°	140°
Θερμοπλαστικά π.χ.:PA, PE, PP, PC, PMMA, PS	Καθαρός χάλυβας και κραματοχάλυβας, χυτοσίδηρος, σκληροκράματα Al και Cu	Χαλκός, κράματα Al με έως 10% πυρίτιο, πλαστικά PF, υλικά διαμορφώσεως PF
$l_s = 0,6gl$	$l_s = 0,3gl$	$l_s = 0,2gl$

Πίνακας 5.11 επιλογή τρυπανιού, βάση του υλικού διάτρησης

Ο αριθμός στροφών  $n$  του εργαλείου υπολογίζεται συμφωνά με τον τύπο:

$$n = \frac{V_c}{\pi d l} \quad (\text{σχέση 6.20}).$$

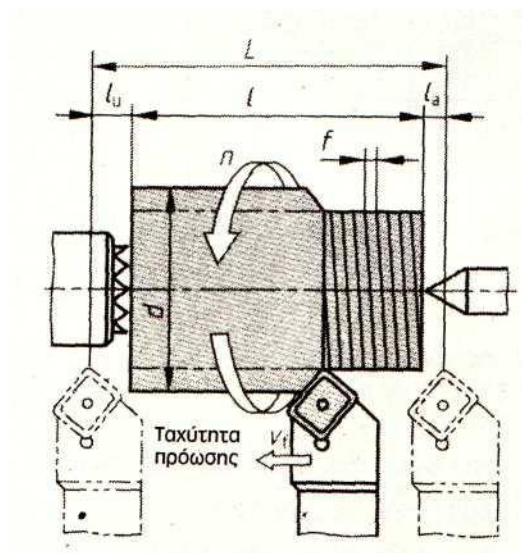
Αν η μηχανή έχει κλιμακούμενο κιβώτιο ταχυτήτων, τότε στους τύπους θα τεθεί ο εφικτός αριθμός στροφών. Αυτές οι στροφές μπορούν να ληφθούν από διαγράμματα (πίνακας 6.12). Εάν το αποτέλεσμα βρίσκεται μεταξύ δύο εφικτών στροφών, τότε επιλέγεται η αμέσως μικρότερη.



Πίνακας 6.12 επιλογή στροφών για την διάτρηση

## Κύριος χρόνος κοπής για τόννευση με σταθερές στροφές

Αν σε μία τόννευση ο αριθμός των στροφών  $n$  και η πρόωση  $f$  είναι σταθερά, τότε για τον υπολογισμό του κύριου χρόνου κοπής  $t_n$ , ισχύουν οι νόμοι της ομαλής κινήσεως (Σχήμα 6.4).



Σχήμα 6.4 σχηματική απεικόνιση τόννευσης

Ο χρόνος κοπής δίνεται στη σχέση :  $t = \frac{L}{V_f}$  (σχέση 6.21)

Όπου :  $t$  : Χρόνος κοπής.

$L$  : Μήκος διαδρομής με πρόωση.

$V_f$  : ταχύτητα προώσεως.

Η ταχύτητα προώσεως υπολογίζεται με το γινόμενο της πρόωσης  $f$  επί τον αριθμό των στροφών  $n$ :

$V_f = n f$  (σχέση 6.22).



$$\text{Συνεπώς } t = \frac{L}{ngf}$$

Στην περίπτωση που η κοπή γίνεται σε  $i$  φάσεις (πάσσα) ισχύει:

$$T_h = \frac{Lg}{ngf} \text{ (σχέση 5.23)}$$

Όπου  $T_h$ : Κύριος χρόνος κοπής.

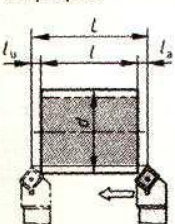
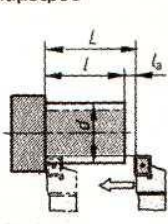
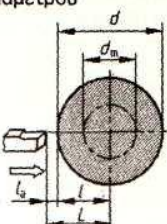
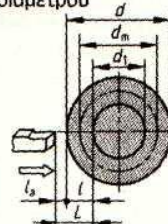
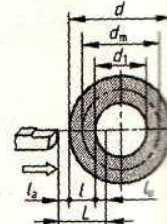
$L$ : Διαδρομή με πρόωση.

$i$ : Αριθμός φάσεων.

$n$ : Αριθμός στροφών.

$f$ : Πρόωση.

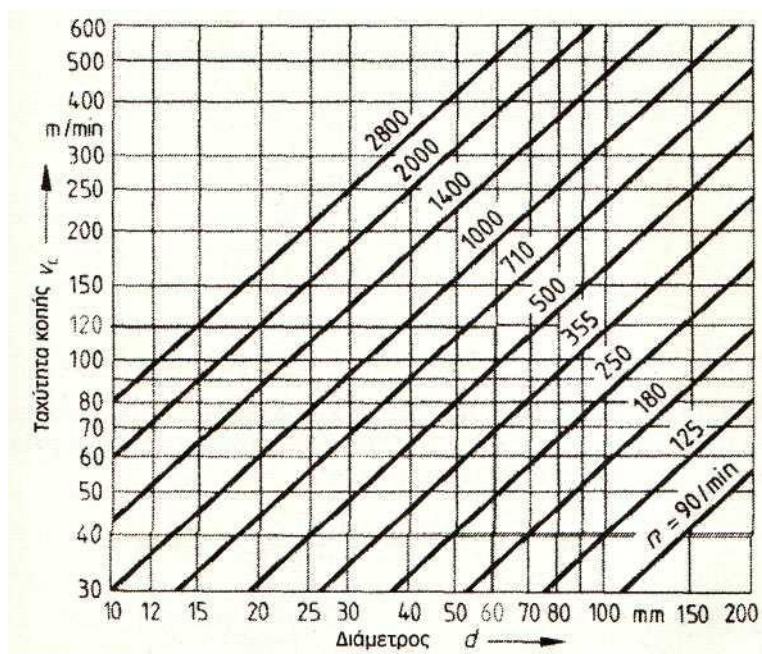
Η διαδρομή  $L$  απαρτίζεται από το μήκος του τεμαχίου  $l$ , το μήκος προσεγγίσεως  $l_u$  και το μήκος υπερβάσεως  $l_a$ . Κατά τον υπολογισμό του αριθμού των στροφών  $n$ , στην κατά μήκος τόννευση κυλινδρικών τεμαχίων, λαμβάνεται υπόψη η διάμετρος  $d$  προ της κατεργασίας, ενώ στην εγκάρσια επίπεδη τόννευση η μέση διάμετρος  $d_m$ . Ο προσδιορισμός του μήκους τόννευσης  $L$ , των στροφών  $n$  και της μέσης διαμέτρου  $d_m$  γίνεται σύμφωνα με τον πίνακα 6.13.

Κατά μήκος τόννευση κυλινδρικών		Εγκάρσια επίπεδη τόννευση			
Χωρίς διαβάθμιση διαμέτρου	Με διαβάθμιση διαμέτρου	Πλήρης κύλινδρος			
		Χωρίς διαβάθμιση διαμέτρου	Με διαβάθμιση διαμέτρου	Κοίλος κύλινδρος	
			$L = \frac{d}{2} + l_a$	$L = \frac{d - d_1}{2} + l_a$	$L = \frac{d - d_1}{2} + l_a + l_u$
$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d}$		$d_m = \frac{d}{2}; n = \frac{v_c}{\pi \cdot d_m}$			
		$d_m = \frac{d + d_1}{2}; n = \frac{v_c}{\pi \cdot d_m}$			

Πίνακας 6.13 προσδιορισμός μηκών για την τόννευση



Στους υπολογισμούς για τόνους με κλιμακούμενες προώσεις λαμβάνεται υπόψη ο αριθμός στροφών που μπορεί να τοποθετηθεί. Αυτές οι στροφές προσδιορίζονται από πίνακες όπως τον πίνακα 6.14. Αν το αποτέλεσμα του υπολογισμού στροφών βρίσκεται μεταξύ δύο υπαρκτών στροφών, τότε επιλέγεται η αμέσως μικρότερη.



Πίνακας 6.14 αριθμός στροφών για τόνους με κλιμακούμενες προώσεις

### Υπολογισμός χρόνου κοπής 1<sup>ης</sup> φάσης

Για τον χρόνο κοπής της πρώτης φάσης, χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο της χρονομέτρησης. Έτσι ο μέσος όρος για την κοπή στο πριόνι όπως φαίνεται και στο φασεολόγιο κόπλερ 001 (βλέπε σχετικό παράρτημα) είναι:

$$t_1 = 2 \text{ min}$$

## Υπολογισμός χρόνου κοπής 2<sup>ης</sup> φάσης

Για την 2<sup>η</sup> φάση πρέπει να υπολογίσουμε δύο χρόνους. Ένα για την διάτρηση της οπής Φ38 ( $t_{2.1}$ ) και έναν για την διάτρηση της οπής Φ40 ( $t_{2.2}$ ). Ο συνολικός χρόνος θα προκύψει από το άθροισμά τους (φασεολόγιο κόπλερ 001).

$$t_2 = t_{2.1} + t_{2.2}$$

Σύμφωνα με το σχέδιο του κόπλερ:

Η εξωτερική διάμετρος του κομματιού είναι  $\Phi 135$

Η εσωτερική διάμετρος είναι  $38\text{mm}$

Και το πάχος της είναι  $l_u = 2\text{mm}$

Συνεπώς το βάθος οπής  $l = b = 44\text{mm}$

Κύριος χρόνος κοπής για διάτρηση  $t_h = \frac{Lg}{ngf}$ .

$$L = l + l_s + l_a + l_u$$

Θεωρούμε  $l_a = 1\text{mm}$

και  $l_u = 2\text{mm}$

από τον πίνακα 6.12 έχουμε ότι:

$$l_s = 0,3gl = 0,3g38 = 11,4\text{mm}$$

$$\text{Άρα και } L = 44 + 11,4 + 1 + 2 = 58,4\text{mm}.$$

Με την βοήθεια του παρακάτω πίνακα θα υπολογίσουμε την ταχύτητα κοπής

$V_c$ .

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΕΛΙΚΟΕΙΔΗ ΤΡΥΠΑΝΙΑ ΑΠΟ ΗSS				
ΥΛΙΚΟ	ΒΑΘΟΣ ΔΙΑΤΡΗ ΣΕΩΣ	Vc (m/min)	f (σε min ανά στροφή)	
			d = 4 έως 10 mm	d = 10 έως 25 mm
Καθαρός χάλυβας έως Rm = 700 N/mm <sup>2</sup>	Εώς 5.d	32	0,08 – 0,16	0,2 – 0,31
	5 - 10.d	25	0,06 – 0,12	0,16 – 0,25
Καθαρός χάλυβας άνω Rm = 700 N/mm <sup>2</sup>	Εώς 5.d	20	0,08 – 0,16	0,2 – 0,31
	5 - 10.d	16	0,06 – 0,12	0,16 – 0,25
Κραματοχάλυβας άνω Rm = 1000 N/mm <sup>2</sup>	Εώς 5.d	12	0,05 – 0,1	0,12 – 0,2
	5 - 10.d	10	0,04 – 0,08	0,1 – 0,16
Χυτοσίδηρος άνω Rm = 250 N/mm <sup>2</sup>	Εώς 5.d	16	0,1 – 0,2	0,25 – 0,4
	5 - 10.d	12.5	0,08 – 0,16	0,2 – 0,31
Ελατός χυτοσίδηρος και χυτοσίδηρος με σφαιροειδή γραφίτη.	Εώς 5.d	20	0,1 – 0,2	0,25 – 0,4
	5 - 10.d	16	0,08 – 0,16	0,2 – 0,31
Κράματα αλουμινίου	Εώς 5.d	63	0,12 – 0,25	0,25 – 0,5
	5 - 10.d	50	0,1 – 0,2	0,25 – 0,4

Πίνακας 6.15 τιμές για ελικοειδή τρυπάνια από ΗSS

Το υλικό που χρησιμοποιούμε είναι χυτοσίδηρος GG18 με όριο θραύσης  
 $R_m = 180 \text{ N/mm}^2$ .

$$5gl = 5 \cdot 38 = \boxed{190}$$

$$\boxed{L = 58,4} \text{ με } L < 5gl$$

Συνεπώς  $\boxed{V_c = 20 \text{ m/min}}$  (από τον πίνακα 6.14)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΡΥΠΑΝΙ ΗSS							
ΥΛΙΚΟ	Αντοχή σε εφελκυσμό σε N/mm <sup>2</sup>	Ταχύτητα κοπής σε m/min	Πρόωση σε mm ανά στροφή για διάμετρο τρυπανιού σε mm				
			4	6,3	10	16	25
Χάλυβες	έως 600	30 – 35	0,08	0,12	0,18	0,25	0,32
	άνω 700	30 – 35					
	έως 1000	20 – 25					
Χυτοσίδηρος	έως 250	15 – 25	0,12	0,2	0,28	0,38	0,5
	άνω 250	10 – 20	0,1	0,16	0,22	0,3	0,4

Πίνακας 6.16 στοιχεία κοπής για τρυπάνι ΗSS

και καθώς  $d = 38$  δηλαδή  $d = 12,5 \div 25mm$  (αφού για  $d > 25$  ισχύει ο ίδιος πίνακας).

$$f = 0,5 \text{ min/rev} .$$

Άρα οι στροφές  $n$  (από τον πίνακα 6.16) θα είναι  $n = 250rpm$

Η μηχανή έχει κλιμακούμενο κιβώτιο ταχυτήτων, άρα στους τύπους θα τεθεί ο εφικτός αριθμός στροφών. Οι στροφές θα ληφθούν από τον παρακάτω πίνακα. Το αποτέλεσμα βρίσκεται μεταξύ δύο εφικτών στροφών, για αριστερόστροφη κίνηση 160 και 310 στροφές, οπότε επιλέγεται η αμέσως μικρότερη 160 / min. Οι μοχλοί του τόννου, ρυθμίζονται στον συνδυασμό F I .

	I		II	
E	46	65	280	390
F	110	160	650	940
G	230	310	1300	1750
	<b>Κίνηση Δεξιόστροφα</b>	<b>Κίνηση Αριστερόστροφα</b>	<b>Κίνηση Δεξιόστροφα</b>	<b>Κίνηση Αριστερόστροφα</b>

Πίνακας 6.17 στροφές στο κιβώτιο ταχυτήτων του τόνου

Πίνακας στροφών  $n$ , ημιαυτόματου τόνου LABOR 160S.

Συνεπώς Κύριος χρόνος κοπής για διάτρηση  $t_h = \frac{Lg}{ngf}$

$$t_{2,1} = \frac{58,4g}{160g0,5} = \boxed{0,73 \text{ min}}$$

και

$$L_2 = 44 + 12 + 1 + 2 = \boxed{59mm}$$

$$t_{2,2} = \frac{59g}{160g0,5} = \boxed{0,74 \text{ min}}$$

Επομένως:

$$t_2 = 0,73 + 0,74 = \boxed{1,47 \text{ min}}$$

### Υπολογισμός χρόνου κοπής 3<sup>ης</sup> φάσης

Κύριος χρόνος κοπής για κατά μήκος τórνευση με διαβάθμιση της διαμέτρου δίνεται από τον τύπο:

$$t_h = \frac{Lg^i}{n_m g f} \text{ Όπου:}$$

$L$ : Μήκος διαδρομής με πρόωση.

$i$ : Αριθμός φάσεων (πάσων)

$f$ : πρόωση

$n_m$ : μέσος αριθμός στροφών

Το μήκος  $L$  της διαδρομής με πρόωση για κοίλο κύλινδρο, δίνεται από τον τύπο:

$$L = l + l_a$$

όπου  $l$ : το μήκος του τεμαχίου

και  $l_a$ : το μήκος προσεγγίσεως

θεωρούμε το  $l_a = 2mm$

Συνεπώς το  $L$  ισούται:

$$L = 18 + 2 = 20$$

Κατά τα γνωστά έχουμε:

$$V_c = 200m / \text{min}$$

$$f = 0,5mm$$

άρα:

$n = 710 / \text{min}$  και από τις διαθέσιμες στροφές διαλέγουμε  $n = 390 / \text{min}$

$$i = \frac{d - d_1}{2g_1} = \frac{135 - 72}{2g_1,5} = \boxed{21 \text{ fάσειV}}$$

Υπολογίζουμε τον κύριο χρόνο κοπής από την παρακάτω σχέση:

$$t_h = \frac{Lg}{n_m g f} = \frac{20g_1}{390g_1,5} = \boxed{2,15 \text{ min}} \text{ άρα:}$$

$t_3 = 2,15 \text{ min}$  (φασεολόγιο κόπλερ 001)

#### Υπολογισμός χρόνου κοπής 4<sup>ης</sup> φάσης

Για την 4<sup>η</sup> φάση πρέπει να υπολογίσουμε δύο χρόνους. Ένα για την εγκάρσια ( $t_{4.1}$ ) τόννευση και έναν για την κατά μήκος ( $t_{4.2}$ ). Ο συνολικός χρόνος θα προκύψει από το άθροισμά τους.

$$t_4 = t_{4.1} + t_{4.2}$$

Έτσι σύμφωνα με τους προηγούμενους υπολογισμούς έχουμε:

$$t_{4.1} = \frac{71,5g_25}{1750g} = \boxed{1,02 \text{ min}}$$

και

$$t_{4.2} = \frac{5g_2}{160g_1,1} = \boxed{0,63 \text{ min}}$$

άρα:

$$t_4 = 1,02 + 0,63 = \boxed{1,65 \text{ min}} \text{ (φασεολόγιο κόπλερ 001)}$$

### Υπολογισμός χρόνου κοπής 5<sup>ης</sup> φάσης

Για την 5<sup>η</sup> φάση πρέπει να υπολογίσουμε δύο χρόνους. Ένα για την διάτρηση των οπών Φ10( $t_{5.1}$ ) και έναν για την διάτρηση των αυλακώσεων ( $t_{5.2}$ ). Ο συνολικός χρόνος θα προκύψει από το άθροισμά τους.

$$t_5 = t_{5.1} + t_{5.2}$$

Αν εργαστούμε όπως πριν έχουμε:

$$L_{5.1} = 23 + 3 + 1 + 2 = \boxed{29mm}$$

$$t_{5.1} = \frac{29g}{160g/0,5} = \boxed{1,09 \text{ min}}$$

και

$$L_{5.2} = 23 + 6,6 + 2 = \boxed{31,6mm}$$

$$t_{5.2} = \frac{31,6g}{160g/0,5} = \boxed{1,19 \text{ min}}$$

Επομένως:

$$t_5 = 1,09 + 1,16 = \boxed{2,25 \text{ min}}$$

### Υπολογισμός χρόνου κοπής 6<sup>ης</sup> φάσης

#### Ταχύτητα κοπής

Το εργαλείο κατά το πλάνισμα, αυξάνει σιγά, φθάνει σε μια μέγιστη τιμή στο μέσο ακριβώς της διαδρομής και κατόπιν ελαττώνεται πάλι, για να γίνει βαθμιαία πάλι μηδέν στο τέλος της διαδρομής. Γι αυτό σαν ταχύτητα κοπής στη μηχανική πλάνη λαμβάνεται η μέση ταχύτητα ( $V_k$ ) της διαδρομής κοπής η οποία είναι:



$$V_k = \frac{\Delta g n}{1000 g m} \text{ m/min}$$

όπου:

$\Delta$  Η διαδρομή σε mm

$n$  Ο αριθμός που δείχνει τις πλήρεις περιστροφές στο λεπτό

$\mu$  Ο συντελεστής με τιμή 0,6-0,7

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής για πλάνισμα με εργαλεία ταχυχάλυβα (SS) και σκληρομέταλλο (HM).

<b>ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΚΟΠΗΣ ΓΙΑ ΠΛΑΝΙΣΜΑ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΑΧΥΧΑΛΥΒΑ (SS) ΚΑΙ ΣΚΛΗΡΟΜΕΤΑΛΛΟ (HM)</b>				
Α/Α	Κατεργαζόμενο υλικό	Αντοχή kp/mm	Ταχύτητα κοπής mm/min	
			Εργαλεία SS	Εργαλεία HM
1	Χάλυβας μαλακός	30-45	30-35	70-100
2	Χάλυβας	50-60	25-30	60-80
3	Χάλυβας	65-75	20-25	50-75
4	Χάλυβας	75-90	15-20	25-35
5	Χυτοσίδηρος μαλακός	15-20	12-18	40-75
6	Χυτοσίδηρος	20-30		30-40
7	Ορείχαλκος		30-40	200-300

Πίνακας 6.18 ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής στο πλάνισμα

### **Βάθος κοπής και πρόωση**

Σε εργασίες ξεχονδρίσματος στην πλάνη, το βάθος κοπής και η πρόωση επιδιώκεται να έχουν μεγάλες τιμές για να γίνεται η κατεργασία συντομότερα. Τα δύο αυτά μεγέθη εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Το μέγεθος του κομματιού.
- Το μέγεθος, την ισχύ και την κατάσταση της πλάνης.
- Το περιθώριο κατεργασίας, δηλαδή το πάχος του υλικού που θα αφαιρεθεί.
- Την ασφαλή ή όχι συγκράτηση του κομματιού στην πλάνη.
- Το υλικό του κοπτικού.

Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά, το βάθος κοπής κατά το ξεχόνδρισμα στην πλάνη ρυθμίζεται κατά περίπτωση έως 10 mm. Η πρόωση για ξεχόνδρισμα λαμβάνεται ίση με το 1/3 έως 1/5 του βάθους κοπής. Στις βαρύτερες περιπτώσεις δεν ξεπερνά το 1 mm ανά παλινδρόμηση. Το βάθος κοπής για τελική κατεργασία λαμβάνεται 0,5 έως 1 mm και η πρόωση 0,1 έως 0,25 mm ανά παλινδρόμηση.

### **Χρόνος κατεργασίας**

Ας πούμε ότι η πλάνη εργάζεται με  $n$  παλινδρομήσεις στο λεπτό και ότι το πλάτος για πλάνισμα είναι 1mm. Σε ένα λεπτό το κομμάτι θα μετακινηθεί κατά διάστημα:

$$t_{5,1} = \frac{31,6g}{160g,5} = \boxed{1,19 \text{ min}} \text{ mm/min}$$

Άρα ο χρόνος που θα χρειαστεί για να γίνει ένα πάσο σε όλη την επιφάνεια με μήκος  $l$  είναι:

$$t = \frac{l}{S} = \frac{l}{sgn} \text{ min}$$

## Μήκος διαδρομής της πλάνης

Το κοπτικό εργαλείο πρέπει κατά την διαδρομή του να ξεθυμαίνει, δηλαδή να ξεπερνά το κομμάτι και από τα δύο άκρα. Έτσι η συνολική διαδρομή είναι:

$$\Delta = l + l_1 + l_2 \text{ mm}$$

Όπου  $l_1$  και  $l_2$  οι επιπρόσθετες διαδρομές του εργαλείου.

## Υπολογισμοί

Από τον πίνακα 6.18 Διαλέγουμε για μαλακό χυτοσίδηρο και για εργαλείο από ταχυχάλυβα SS την ταχύτητα  $V_k = \boxed{14 \text{ mm/min}}$

Επίσης:

$$\Delta = 41 + 5 + 5 = 51 \text{ mm}$$

Οπότε έχουμε:

$$n = \frac{1000 V_k}{\Delta} = \frac{1000 \cdot 14}{51} = \boxed{165 \text{ rpm}}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω επιλέγουμε πρόωση 0,25 mm/ παλινδρόμηση και βάθος κοπής 1 mm. Άρα σε ένα λεπτό το κομμάτι θα έχει μετακινηθεί κατά διάστημα

$$S = 0,25 \cdot 65 = \boxed{41,25 \text{ mm/min}}$$

και ο χρόνος που θα χρειαστεί για να γίνει ένα πάσο σε όλη την επιφάνεια, θα είναι:

$$t = \frac{51}{41,25} = \boxed{1,24 \text{ min}}$$

και ο συνολικός χρόνος για βάθος 4,2 mm:

$$t_5 = 4,2 \cdot 1,24 = \boxed{5,02} \text{ (φασεολόγιο κόπλερ 001)}$$

# ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΙΩΤΗΡΑ

## 1 Υπολογισμοί μειωτήρα

Για την εύρεση των στροφών του άξονα του τυμπάνου, χρησιμοποιούμε την παρακάτω εξίσωση:

$$V_a = p g D g n_2 \rightarrow n_2 = \frac{V_a}{p g D} \text{ (σχέση 7.1)}$$

όπου

$n_2$ : οι στροφές του άξονα του τυμπάνου

$V_a$ : η ταχύτητα ανυψώσεως

και  $D$ : η διάμετρος του τυμπάνου

Έτσι, από τη (σχέση 7.1) έχουμε:

$$n_2 = \frac{60}{3.14 \cdot 0.20} = \boxed{96RPM}$$

Έχει αποδειχθεί εμπειρικά ότι ο αριθμός των δοντιών του pinion ( $z_1$ ) δεν πρέπει να είναι μικρότερος από κάποιους οριακούς αριθμούς και εξαρτάται από την περιφερειακή ταχύτητα του pinion.

Έτσι για μικρές περιφερειακές ταχύτητες  $< 1m/sec$   $z_1 > 16$   $> 7m/sec$   $Z_1 > 20$

για μεσαίες περιφερειακές ταχύτητες  $< 6m/sec$   $Z_1 > 18$

για μεγάλες περιφερειακές ταχύτητες  $> 7m/sec$   $Z_1 > 20$

Σύμφωνα με αυτό δεχόμαστε ότι ο αριθμός των δοντιών του άξονα pinion

$$Z_1 = 17.$$

Από τη σχέση μετάδοσης κίνησης

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (\text{σχέση 7.2})$$

προκύπτουν:

$$Z_2 = i z_1 = 5 \cdot 17 = 85$$

$$n_1 = i n_2 = 5 \cdot 96 = 480 \text{ RPM}$$

Η απαιτούμενη ροπή ανύψωσης του φορτίου είναι:

$$M_{t_2} = B \frac{D}{2} \rightarrow M_{t_2} = 500 \cdot 0,10 = 50 \text{ Kpm}$$

Η δε ισχύς ανυψώσεως προκύπτει από τους τύπους της ροπής δηλαδή:

$$HP = \frac{M_{t_2} n_2}{716} = \frac{50 \cdot 96}{716} = 6,70 \text{ HP}$$

Λαμβάνοντας υπόψη το βαθμός αποδόσεως της οδοντοκίνησης καταλήγουμε στην ισχύ εξόδου του ηλεκτρομειωτήρα, που είναι:

$$N = \frac{6,70}{0,9} = 7,45 ; \quad 8 \text{ HP}$$

Για τον προσδιορισμό του βήματος των οδοντωτών τροχών  $t$  έχουμε:

$$t = 100 \sqrt[3]{\frac{450 \text{ gN}}{y \cdot z_1 \cdot z_2}} \quad (\text{σχέση 7.3})$$

Ο συντελεστής  $y= 2$  για ακατέργαστα δόντια

$y= 3$  για κατεργασμένα ευθύγραμμα δόντια

$y= 4-5$  για κεκλιμένα και γωνιώδη δόντια

Στην περίπτωση αυτή, πρόκειται για κατεργασμένα ευθύγραμμα δόντια, συνεπώς ο συντελεστής  $y= 3$

Η τιμή της σταθεράς αντοχής υλικού  $c$  προκύπτει από τον πίνακα 7.1

ΥΛΙΚΟ	C
Χυτοσίδηρος	25-32
Χυτοχάλυβας	35-65
Κοινός χάλυβας	55-100
Ειδικοί χάλυβες	70-100
Βαμμένοι χάλυβες	100-200
Ορείχαλκος	35-43
Φωσφορούχος ορείχαλκος	50-55

Πίνακας 7.1 τιμή σταθεράς C βάση του υλικού

Στην περίπτωση αυτή θα θεωρήσουμε την σταθερά  $C = 30$ .

Αρα από τη (σχέση 7.3) θα έχουμε:

$$t = 100g \sqrt{\frac{450g}{3g30g7g480}} = \boxed{17mm}$$

Έτσι μπορούμε να προσδιορίσουμε όλες τις διαστάσεις των δυο οδοντωτών τροχών.

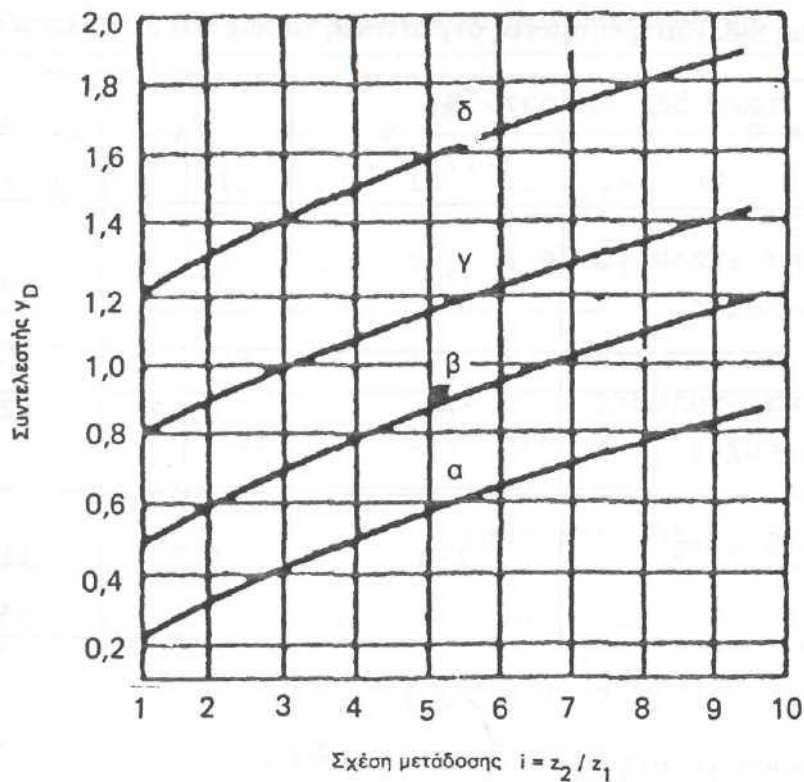
$$\text{Modul } m = \frac{t}{p} = \frac{17}{3,14} = 5,42 \text{ εκλέγεται } \boxed{m=5,5}$$

$$d_{o1} = mgZ_1 = 5,5g7 = \boxed{93,5mm}$$

$$d_{k1} = d_{o1} + 2gn = 93,5 + 2g5,5 = \boxed{104,5mm}$$

$$d_{f1} = d_{o1} - 2g,16gn = 93,5 - 2g,16g5,5 = \boxed{80,74mm}$$

$$b_1 = 1,25gd_{o1} = 1,25g93,5 = 116,8 ; \boxed{115mm}$$



Πίνακας 7.2 υπολογισμός συντελεστή  $y_D$

Ο συντελεστής  $y_D$  υπολογίζεται από τον πίνακα 7.2 μέσω της σχέσης μετάδοσης κίνησης.

Καμπύλη (α): Τροχοί κιβωτίων με μικρό αριθμό στροφών. Οδόντωση και έδραση μέσης ποιότητας. Μονόπλευρη έδραση pinion (πρόβολος)

Καμπύλη (β): Τροχοί μεσαίων ταχυτήτων. Ποιότητα οδόντωσης και έδραση η συνήθης του εμπορίου.

Καμπύλη (γ): Τροχοί μεγάλων ταχυτήτων. Η οδόντωση και η έδραση αυτών είναι υψηλής ακρίβειας.

Καμπύλη (δ): Τροχοί πολύ μεγάλων ταχυτήτων και μεγάλης διάρκειας ζωής. Οδόντωση και έδραση κατασκευασμένες με μέγιστη ακρίβεια.

$$d_{02} = m g Z_2 = 5,5 g 85 = \boxed{467,5mm}$$

$$d_{k2} = d_{02} + 2 g n = 467,5 + 2 g 5,5 = \boxed{478,5mm}$$

$$d_{f2} = d_{02} - 2 g 1,16 g n = 467,5 - 2 g 1,16 g 5,5 = \boxed{454,74mm}$$

$$b_2 = y_m g n \text{ (σχέση 7.4)}$$

ο συντελεστής  $y_m$  λαμβάνεται από τον πίνακα 7.3:

$$b_2 = 20 g 5,5 = \boxed{110mm}$$

$y_m$	
8 ÷ 10	Για χυτά ακατέργαστα δόντια
10 ÷ 15	Για κατεργασμένα δόντια και κανονική ή μονόπλευρη έδραση
15 ÷ 30	Για κατεργασμένα δόντια και προσεγμένη έδραση
> 30	Για άριστη ποιότητα οδοντώσεως και έδραση σταθερή μεγάλης ακρίβειας

Πίνακας 7.3 υπολογισμός συντελεστή  $y_m$

$$\text{Απόσταση αξόνων } a = \frac{d_{01} + d_{02}}{2} = \frac{93,5 + 467,5}{2} = \boxed{280,5mm}$$

### **Υπολογισμός σε αντοχή**

Για τον υπολογισμό της αντοχής, ελέγχουμε μόνο το pinion, όταν πρόκειται για τροχούς από το ίδιο υλικό κατασκευής.



Άρα για το pinion (οδοντωτός τροχός (1)) :

$$s_{\max} = \frac{P_u}{b g m g} g l_k \leq s_{\text{bep}} k p / \text{mm}^2 \text{ (σχέση 7.5)}$$

ο συντελεστής C δεν λαμβάνεται υπόψη για μεγαλύτερη ασφάλεια

ο συντελεστής οδόντωσης  $q_k$  για εξωτερική οδόντωση επιλέγεται από τον

πίνακα 7.4:

<b>Αριθμός δοντιών</b>	14	15	16	17	18	21	24	28	34	40	50	65	80	$\infty$
$q_k$	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	3	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5

Πίνακας 7.4 υπολογισμός συντελεστή οδόντωσης ( $q_k$ )

Έτσι για οδοντωτό άξονα 17 δοντιών  $q_k = 3,6$

$$P_u = \frac{2 g M_{t1}}{d_{o1}}$$

$$M_{t1} = \frac{M_{t2}}{i g n_{od}} = \frac{50 k p g n}{5 g 0,9} ; 12 k p m = \boxed{1200 k p c m}$$

$$d_{o1} \geq \frac{1,8 g l g Z_1}{Z_1 - 2,5} \text{ mm}$$

για  $d_1 = a_1 g^3 \sqrt{M_{t1}}$  (σχέση 7.6)

έχουμε:

$$d_1 = a_1 g^3 \sqrt{M_{t1}} = 0,32 g \sqrt{1200} = 40 \text{ mm} , \text{ και } \boxed{a_1 = 0,32}$$

Υλικό	Επιτρεπόμενη στρεπτική τάση Τεπ (Κρ/cm <sup>2</sup> )	α <sub>1</sub>	α <sub>2</sub>
Χάλυβες αντοχής St37, St42 (ή παρόμοιοι)	150	0,32	13,4
Χάλυβες αντοχής St50, St60 (ή παρόμοιοι)	200	0,29	12
Χάλυβες μεγαλύτερης αντοχής	250	0,27	11,3

Πίνακας 7.5 στρεπτική τάση Τεπ

Ο άξονας του μεγάλου τροχού υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$d_2 = a_2 \sqrt[3]{\frac{N}{n_2}} (cm) \text{ (σχέση 7.7)}$$

$$d_2 = a_2 \sqrt[3]{\frac{N}{n_2}} (cm) = 13,4 \sqrt[3]{\frac{8}{96}} = 58,529mm ; \boxed{60mm}$$

$$d_{o1} \geq \frac{1,8 \sqrt[3]{40 \cdot 7}}{17 - 2,5} = \boxed{85mm}$$

και  $m = \frac{d_{o1}}{Z_1} = \frac{85}{17} = 5$  (τυποποιημένο άρα διατηρώ  $d_{o1} = 85mm$ ).

Πλάτος pinion  $b_1 = 1,25 d_{o1} = \boxed{106mm}$

Με βάση τα προηγούμενα είναι πλέον εύκολη η εύρεση της μέγιστης τάσης παραμόρφωσης.

$$s_{\max} = \frac{283}{106 \sqrt[3]{5}} \sqrt[3]{6} = \boxed{2kpgmm^2}$$

Για μικρή περιφερειακή ταχύτητα ( $V_a = 1m/sec$ ) και τροχούς από χυτοσίδηρο, (GG-8) που επιλέξαμε (οικονομική λύση), προκύπτει από τον Πίνακα 7.6

Υλικό			Δοκίμιο σε τελική κατάσταση		Στον οδοντωτό τροχό					
No	Είδος και θερμική επεξεργασία	Σύμβολο υλικού	Αντοχή σε εφελκυσμό $\sigma_B$ (Kp/mm <sup>2</sup> )	Αντοχή σε εναλασσόμενη κάμψη $\sigma_{bw}$ (Kp/mm <sup>2</sup> )	Σκληρότητα HB		Δυναμική αντοχή		Στατική αντοχή $\Sigma_{0B}$ (Kp/mm <sup>2</sup> )	Αντοχή της κατατομής σε πίεση επιφάνειας $P_0$ (Kp/mm <sup>2</sup> )
					Πυρήνας	Επιφάνεια	Κατατομής $K_F$ (Kp/mm <sup>2</sup> )	Πόδα $\sigma_0$ (Kp/mm <sup>2</sup> )		
1	Χυτοσίδηρος	GG18	18	9	170		0,19	4,5	18	32
2		GG26	26	12	210		0,33	6,0	26	42
3	Χυτοχάλυβας	GS52	52	21	150		0,21	15,0	47	39
4		GS60	60	24	175		0,30	17,5	52	47
5	Κοινός χάλυβας χωρίς θερμική επεξεργασία	St42	42-50	20-24	125		0,25	16,0	45	43
6		St50	50-60	23-28	150		0,26	19,0	55	51
7		St60	60-70	28-33	180		0,52	21,0	65	62
8		St70	70-85	33-40	208		0,70	24,0	80	72
9	Βελτιωμένος χάλυβας	C22	50-60	22-27	140		0,23	19,3	60	41
10		C45	65-80	30-34	185		0,40	23,0	80	54
11		Cr60	75-90	34-41	210		0,51	25,6	90	61
12		34Cr4	75-90	36-41	260		0,80	30,0	90	76
13		37MnSiS	70-80	38-42	230		0,55	30,5	90	73
14		42CrMo4	95-110	46-54	300		0,80	31,5	110	76
15	Χάλυβας επιφανειακά επισκληρημένος με βαφή σε λάδι ή σε νερό	C10	45-60	25	170	590	4,20	20,0	90	175
16		C15	50-65	27	190	736	4,90	22,0	95	190
17		16MnCrS	80-110	-	270	650	5,00	42,0	140	190
18		20MnCrS	100-130	-	360	650	5,00	47,0	160	190
19		15CrNi5	90-120	-	310	650	5,00	44,0	160	190
20		18CrNi8	120-145	-	400	650	5,00	47,0	170	190
21	Χάλυβας επιφανειακά επισκληρημένος με φλόγα ή επαγωγή	Ck45	65-80	-	220	595	4,30	31,5	140	175
22		37MnSi5	90-105	-	270	560	3,70	34,0	125	165
23		53MnSi4	90-110	-	275	615	4,50	35,0	110	180
24		41Cr4	90-110	-	275	587	4,20	35,0	110	165
25	Χάλυβας επιφανειακά επισκληρημένος σε λουτρό κυανίου	41Cr4	140-180	-	460	595	4,30	32,0	190	175
26		37MnSiS	150-190	-	470	550	3,60	35,0	200	160

Πίνακας 7.6 αντοχή για τροχούς από χυτοσίδηρο GG18

$$s_{bep} = \frac{S_B}{2 \div 3} = \frac{18}{2,5} = \boxed{7,2 \text{kp/mm}^2 > s_{\max} = 2}$$

## Υπολογισμός σε πίεση επιφάνειας

$$P_T = \sqrt{\frac{P_u}{b} \frac{i+1}{g_{01} i}} g_w g_c g_L \leq P_{ep} [Kp/mm^2] \text{ (σχέση 7.8)}$$

και

$$P_{ep} = \frac{P_0 g_1 g_2}{S} \text{ (σχέση 7.9)}$$

όπου:

$Y_w$ : ο συντελεστής υλικών ( πίνακα 7.7).

Υλικό πινιόν	Υλικό συνεργαζόμενου τροχού	Τιμές συντελεστή υλικού $y_w$
Χάλυβας St	Χάλυβας St	86
	Χυτοχάλυβας GS	85
	Σφαιρ.χυτοσίδηρος GGG	82
	Χυτό κασσίτ.ορείχ. G-SnBz	70
	Χυτοσίδηρος GG	74
Χυτοχάλυβας GS	Χυτοχάλυβας GS	35
	Σφαιρ.χυτοσίδηρος GGG	81
	Χυτοσίδηρος GG	73
Σφαιρ.χυτοσίδηρος GGG	Σφαιρ.χυτοσίδηρος GGG	78
	Χυτοσίδηρος GG	71
Χυτοσίδηρος GG	Χυτοσίδηρος GG	65

Πίνακας 7.7 συντελεστής υλικών  $Y_w$

$Y_c$  = ο συντελεστής κύλισης ; 1,76 για κανονική οδόντωση.

$Y_L$  = ο συντελεστής επικάλυψης ; 1 (για normal οδοντώσεις και μεταφερόμενα φορτία).

$P_0$  = Αντοχή της κατατομής (πίνακα 7.6).

$Y_1$  = Παράμετρος υλικού  $Y_1 = 1$  για τροχούς από ίδιο υλικό και  $Y_1 = 1,5$  για τροχούς από διαφορετικό υλικό.

$Y_2$  = Παράμετρος λίπανσης. Για ιξώδες μεταξύ  $50 \div 200 \text{ cst}$  κυμαίνεται από  $0,8 \div 0,12$ .

$S = 1,25 \div 1,5$  (Συντελεστής ασφάλειας) (για τροχούς από χυτοσίδηρο).

$Y_w = 65$  για χυτοσίδηρο σε χυτοσίδηρο όπως φαίνεται στον πίνακα 6.7:

$Y_C = 1,76$ ,  $Y_L = 1$  και  $b = b_2$  (δηλαδή το μικρότερο πλάτος)

$P_0 = 32$  (πίνακα 7.6 για GG18)

$Y_1 = 1$ , τροχοί από ίδιο υλικό.

$Y_2 = 1$ , για λίπανση με γράσο, αργόστροφη κίνηση.

$S = 1,4$

$$P_{ep} = \frac{32 \text{ ggl}}{1,4} = 22,85 \text{ Kp} / \text{mm}^2$$

$$P_T = \sqrt{\frac{283}{101 \text{ g}^5} \frac{5+1}{5}} \text{ g} 65 \text{ g}, 76 \text{ g} = \boxed{21 [\text{Kp} / \text{mm}^2]}$$

Συγκρίνοντας τις παραπάνω σχέσεις  $P_T$  και  $P_{ep}$  διαπιστώνουμε ότι:

$P_{ep} = 22,85 > P_T = 21$ . Συνεπώς δεν χρειάζεται καμία απολύτως αλλαγή στο υλικό κατασκευής των οδοντωτών τροχών.

Τις υπόλοιπες διαστάσεις των τροχών, τις υπολογίζουμε ξανά με βάση τις γνωστές σχέσεις.

$$Z_1 = \frac{d_{01}}{m} = \frac{85}{5} = \boxed{17d\acute{o}ntia}$$

$$d_{k1} = d_{01} + 2gn = 85 + 2\text{g}5 = \boxed{95mm}$$

$$d_{f1} = d_{01} - 2\text{g},16gn = 85 - 2\text{g},16\text{g}5 = \boxed{73,4mm}$$

$$b_1 = 1,25\text{g}d_{01} = 1,25\text{g}85 = \boxed{106mm}$$

$$d_{02} = m\text{g}Z_2 = 5\text{g}85 = \boxed{425mm}$$

$$d_{k2} = d_{02} + 2gn = 425 + 2\text{g}5 = \boxed{435mm}$$

$$d_{f2} = d_{02} - 2\text{g},16gn = 425 - 2\text{g},16\text{g}5 = \boxed{413,4mm}$$

$$b_2 = 106 - 5 = \boxed{101mm}$$

$$\text{Απόσταση αξόνων } a = \frac{d_{01} + d_{02}}{2} = \frac{85 + 425}{2} = \boxed{255mm}.$$

# ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

## 1 Πορεία οργάνωσης

Για την παραγωγή 500 τεμαχίων για το σύστημα που έχουμε αναφερθεί, πρέπει να γίνουν οι εξής ενέργειες.

- ü Υπολογισμός και παραγγελία όλων των α' υλών
- ü Παραγγελία των αναγκαίων υλικών εμπορίου
- ü Οργάνωση παραγωγής, κατασκευή και συναρμολόγηση όλων των επιμέρους απαρτίων σύμφωνα με τα φασεολόγια και τις περιγραφές εργασίας.
- ü Ποιοτικός έλεγχος
- ü Συσκευασία

## 2 Υπολογισμός και παραγγελία όλων των Α υλών

Για την κάθε φλάντζα του κόπλερ χρειαζόμαστε άξονα GG18 Φ135X44 mm. Αν υπολογίσουμε ότι σε κάθε κοπή το πριόνι έχει φύρα υλικού λόγω της λάμας του 3 mm, τότε για κάθε φλάντζα χρειαζόμαστε  $44+3=47$  mm μήκος. Σε κάθε κόπλερ τοποθετούνται δύο φλάντζες, οπότε για σύνολο 500 κόπλερ, το συνολικό μήκος του άξονα που θα χρειαστούμε είναι:

$$\text{Συνολικό μήκος άξονα } 47 \times 500 = \boxed{47000 \text{ mm}} \quad \text{Άρα}$$

$$\text{Συνολικό μήκος άξονα GG19 } \Phi 135 = \boxed{47 \text{ m}}$$

Όπως είναι γνωστό, στο εμπόριο οι άξονες πωλούνται στο τυποποιημένο μήκος των 6 m. Επομένως θα χρειαστούμε  $47 / 6 = 7,8$  δηλαδή 8 εξάμετρους άξονες GG18 Φ135. Για να επαληθεύσουμε αν είναι σωστός ο υπολογισμός μας εργαζόμαστε ως

εξής: Από κάθε εξάμετρο άξονα προκύπτουν  $6000mm / 47mm = 127,7$  φλάντζες, άρα 127 ολοκληρωμένες. Αν λοιπόν πολλαπλασιάσουμε τις ολοκληρωμένες φλάντζες ανά άξονα με τους οκτώ άξονες τότε προκύπτουν 1016 φλάντζες, οι οποίες καλύπτουν τον αριθμό που χρειαζόμαστε και αφήνουν υπόλοιπο 16 φλάντζες για περίπτωση ανάγκης. Αυτή είναι η ελάχιστη δυνατή ποσότητα που μπορούμε να εξασφαλίσουμε έτσι ώστε το κόστος να είναι το μικρότερο δυνατό.

### **Παραγγελία υλικών εμπορίου**

Για το κάθε κόπλερ χρειαζόμαστε τρεις κοχλίες σύνδεσης M10 DIN609, τρία περικόχλια M10 DIN609, τρεις ροδέλες Φ22X5,5X0,5 και έναν ελαστικό δακτύλιο.

Επομένως για όλο το σύστημα θα χρειαστούμε:

Κοχλίες σύνδεσης M10 DIN609	=	3 X 500	=	1500	τεμάχια
Περικόχλια M10 DIN609	=	3 X 500	=	1500	τεμάχια
Ροδέλες Φ22X5,5X0,5	=	3 X 500	=	1500	τεμάχια
Ελαστικό δακτύλιο	=	1 X 500	=	500	τεμάχια

#### Πίνακας 8.1 εξαρτήματα που θα χρειαστούμε

Επίσης, σύμφωνα με τους υπολογισμούς που κάναμε στο κεφάλαιο 6, θα πρέπει να παραγγείλουμε πεντακόσιους τυποποιημένους μειωτήρες.

**Û** *Οργάνωση παραγωγής και παραλαβή των απαρτίων.*

**Û** *Παραλαβή και αποθήκευση.*

Αφού παραγγελθούν οι παραπάνω α ύλες και τα υλικά εμπορίου, πριν γίνει η παραλαβή τους θα πρέπει να γίνει ποσοτικός και ποιοτικός έλεγχος. Κατόπιν και αφού δεν διαπιστωθεί κανένα πρόβλημα, θα πρέπει να κωδικοποιηθεί το καθένα ξεχωριστά και να αποθηκευτεί στην αποθήκη. Η αποθήκη θα πρέπει να είναι σε θέση, ανά πάσα στιγμή να τροφοδοτεί τα υπόλοιπα τμήματα αν αυτό ζητηθεί, αλλά και να γνωρίζει το υπόλοιπο της ποσότητας που είναι διαθέσιμη.



### *Û Έκδοση εντολών εργασίας – πλάνο παραγωγής – προγραμματισμός.*

Το τεχνικό τμήμα και ο αρμόδιος μηχανικός είναι υπεύθυνοι για την έκδοση των εντολών κατασκευής. Πριν εκδοθεί οποιαδήποτε εντολή, θα πρέπει να είναι έτοιμο το πλάνο παραγωγής και ο προγραμματισμός, λαμβάνοντας υπ όψιν την διαθεσιμότητα των μηχανών, τους εργαζόμενους, την σειρά των εργασιών και φυσικά την ημερομηνία παράδοσης.

### *Û Πλάνο παραγωγής-προγραμματισμός.*

Κατά την διάρκεια μιας παραγωγικής διαδικασίας η σωστή κατανομή των εργασιών μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο που συνεπάγεται μικρότερο κόστος αλλά και ταχύτερη παράδοση του τελικού προϊόντος. Πολλές εργασίες για να πραγματοποιηθούν προαπαιτούν κάποιες άλλες, άλλες εργασίες είναι ανεξάρτητες ενώ άλλες μπορούν να πραγματοποιούνται παράλληλα. Στην δική μας παραγωγή οι εργασίες που πρέπει να γίνουν κατά σειρά για να πραγματοποιηθεί το έργο είναι οι εξής:

Û Μεταφορά των αξόνων στο πριόνι

Û Κοπή των αξόνων

Û Μεταφορά των κομμένων τεμαχίων στο μηχανουργείο

Û Κατεργασία στον τόρνο

Û Κατεργασία στην φρέζα

Û Κατεργασία στην πλάνη

Û Περισυλλογή των τεμαχίων και των υλικών εμπορίου και μεταφορά στο μοντάζ

Û Συναρμολόγηση του τελικού προϊόντος

## Ϊ Συσκευασία

Βέβαια σε καθένα από τα παραπάνω στάδια είναι αναγκαίος ο ποιοτικός έλεγχος, ο οποίος εκδίδει την άδεια να προχωρήσει το κάθε στάδιο.

Ο πιο απλός τρόπος για να πραγματοποιηθεί η παραπάνω παραγωγή, είναι να πραγματοποιηθεί το καθένα από τα παραπάνω βήματα, με την σειρά που υποδείχτηκε. Η έναρξη του κάθε βήματος με αυτόν τον τρόπο ορίζεται από την ολοκλήρωση του προηγούμενου βήματος. Με αυτόν τον τρόπο όμως αυξάνεται ο τελικός χρόνος παράδοσης καθώς και η αναμονή των μηχανών και των εργαζομένων. Για την αποφυγή όλων αυτών θα πρέπει να συνδυάσουμε την σειρά παραγωγής έτσι ώστε μέρος των τεμαχίων να φεύγει από το ένα τμήμα για το άλλο χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η παραγωγή ολόκληρης της παρτίδας. Βέβαια με αυτήν την μέθοδο εγκυμονεί ο κίνδυνος κάποιο τμήμα να μην είναι σε θέση να τροφοδοτεί συνέχεια το επόμενο ή να το επόμενο να μην είναι σε θέση να διαχειριστεί την παραγωγή του προηγούμενου. Γι αυτό η μελέτη θα πρέπει να είναι προσεκτική. Για την εκπόνηση της μελέτης θα βασιστούμε στους χρόνους που υπολογίσαμε σε προηγούμενα κεφάλαια. Στις περιπτώσεις που ο υπολογισμός των χρόνων είναι δύσκολος ή αδύνατος, οι χρόνοι που θα χρησιμοποιηθούν, θεωρούμε ότι έχουν προέλθει από χρονομέτρηση και εξαγωγή μέσου όρου από προηγούμενες παρόμοιες εργασίες.

### **3 Κοπή στο πριόνι**

Για την κοπή στο πριόνι ο καθαρός χρόνος κοπή για ένα τεμάχιο έχει υπολογιστεί ότι είναι 2 min. Ο χρόνος σεταρίσματος του πριονιού είναι 5 min ενώ ο χρόνος τοποθέτησης και μηδενίσματος του κάθε εξάμετρου άξονα είναι 3 min. Για να βρούμε τον συνολικό χρόνο θα πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε τον χρόνο για ένα εξάμετρο άξονα. Έτσι:

Χρόνος τοποθέτησης	=	3	min
Χρόνος κοπής / άξονα	=	354	min
Συνολικός χρόνος / άξονα	=	357	min

Επομένως ο συνολικός χρόνος θα είναι:

$$t_{\text{πρ}} = \text{Χρόνος προετοιμασίας} + (\text{χρόνος/άξονα}) \times 8 = 5 + 357 \times 8 = \boxed{2861 \text{ min}}$$

Αν θεωρήσουμε σαν χρόνο ανάπαυσης του εργαζομένου 5 min για κάθε ώρα εργασίας, τότε για κάθε οκτάωρο εργασίας οι καθαρές ώρες εργασίας για έναν εργαζόμενο είναι 7 h και 20min. Δηλαδή 440 min ημερησίως είναι ο καθαρός χρόνος εργασίας για έναν εργαζόμενο χωρίς να υπολογίσουμε τυχόν βλάβες οι καθυστερήσεις. Από την στιγμή λοιπόν που θα ξεκινήσει η εργασία στο πριόνι, θα χρειαστούν  $2861/440 = 6,5$  εργάσιμες ημέρες για να τελειώσει.

#### **4 Κατεργασία στον τόρνο**

Η πρώτη φάση στον τόρνο χωρίζεται σε δύο υποφάσεις. Επειδή διαθέτουμε μόνο έναν τόρνο και έναν εργαζόμενο, είναι κατανοητό ότι θα πρέπει πρώτα να τελειώσει η πρώτη υποφάση και στην συνέχεια να αρχίσει η δεύτερη. Εξάλλου η δεύτερη υποφάση απαιτεί αλλαγή εργαλείου και μεγαλύτερη ακρίβεια. Για την κατεργασία της πρώτης υποφάσης στον τόρνο ο καθαρός χρόνος κατεργασίας για ένα τεμάχιο έχει υπολογιστεί ότι είναι 0,73 min. Ο χρόνος σεταρίσματος του τόρνου είναι 5 min ενώ ο χρόνος τοποθέτησης και μηδενίσματος του κάθε τεμαχίου είναι 0,5 min.

Έτσι για την πρώτη υποφάση έχουμε:

Χρόνος τοποθέτησης	=	0,5	min
Χρόνος κατεργασίας / τεμάχιο	=	0,73	min
Συνολικός χρόνος / τεμάχιο	=	1,23	min

Επομένως ο συνολικός χρόνος για την πρώτη υποφάση θα είναι:

$$\begin{aligned}t_{1.1} &= \text{Χρόνος προετοιμασίας} + (\text{Συνολικός χρόνος} / \text{τεμάχιο}) \times 1000 \\ &= 5 + 1,23 \times 1000 = \boxed{1235 \text{ min}}\end{aligned}$$

Από την στιγμή λοιπόν που θα ξεκινήσει η εργασία στον τόρνο, θα χρειαστούν  $1235/440 = 2,81$  εργάσιμες ημέρες για να τελειώσει την πρώτη υποφάση και θα παράγονται ημερησίως 357 τεμάχια.

Για την κατεργασία της δεύτερης υποφάσης στον τόρνο ο καθαρός χρόνος κατεργασίας για ένα τεμάχιο έχει υπολογιστεί ότι είναι 0,74 min. Ο χρόνος σεταρίσματος του τόρνου είναι 5 min ενώ ο χρόνος τοποθέτησης και μηδενίσματος του κάθε τεμαχίου παραμένει 0,5 min.

Έτσι για την δεύτερη υποφάση έχουμε:

Χρόνος τοποθέτησης	=	0,5	min
Χρόνος κατεργασίας / τεμάχιο	=	0,74	min
Συνολικός χρόνος / τεμάχιο	=	1,24	min

Επομένως ο συνολικός χρόνος για την δεύτερη υποφάση θα είναι:

$$\begin{aligned}t_{1.2} &= \text{Χρόνος προετοιμασίας} + (\text{Συνολικός χρόνος} / \text{τεμάχιο}) \times 1000 \\ &= 5 + 1,24 \times 1000 = \boxed{1245 \text{ min}}\end{aligned}$$

Από την στιγμή λοιπόν που θα ξεκινήσει η εργασία στον τόρνο, θα χρειαστούν  $1245/440 = 2,83$  εργάσιμες ημέρες για να τελειώσει την πρώτη υποφάση και θα παράγονται ημερησίως 354 τεμάχια.

Επομένως ο συνολικός χρόνος για την πρώτη φάση θα είναι:

$$t_{1} = t_{1.1} + t_{1.2} = 2,81 + 2,84 = \boxed{5,65} \text{ εργάσιμες ημέρες.}$$

Στο τέλος του κεφαλαίου θα δούμε ποια είναι η κατάλληλη χρονική στιγμή για να αρχίζουν να εισρέουν στον τόρνο κομμάτια από την εν εξελίξει παραγωγή στο πριόνι, καθώς και πότε θα πρέπει να φεύγουν κομμάτια από τον πριόνι για την φρέζα. Γνώμονας είναι η ταχύτερη και οικονομικότερη ολοκλήρωση της παραγωγής.

Για την κατεργασία της δεύτερης φάσης στον τόρνο ο καθαρός χρόνος κατεργασίας για ένα τεμάχιο έχει υπολογιστεί ότι είναι 2,3min. Ο χρόνος σεταρίσματος του τόρνου είναι 7 min ενώ ο χρόνος τοποθέτησης και μηδενίσματος του κάθε τεμαχίου είναι 0,5 min.

Έτσι για την δεύτερη φάση έχουμε:

Χρόνος τοποθέτησης	=	0,5	min
Χρόνος κατεργασίας / τεμάχιο	=	2,3	min
Συνολικός χρόνος / τεμάχιο	=	2,8	min

Επομένως ο συνολικός χρόνος για την δεύτερη φάση θα είναι:

$$t_{t2} = \text{Χρόνος προετοιμασίας} + (\text{Συνολικός χρόνος κατεργασίας} / \text{τεμάχιο}) \times 1000$$
$$= 7 + 2,8 \times 1000 = \boxed{2807 \text{ min}}$$

Από την στιγμή λοιπόν που θα ξεκινήσει η εργασία στον τόρνο, θα χρειαστούν  $2807/440 = 6,4$  εργάσιμες ημέρες για να τελειώσει την δεύτερη φάση και θα παράγονται ημερησίως 157 τεμάχια.

Για την κατεργασία της τρίτης φάσης στον τόρνο ο καθαρός χρόνος κατεργασίας για ένα τεμάχιο έχει υπολογιστεί ότι είναι 1,65min. Ο χρόνος σεταρίσματος του τόρνου είναι 3 min ενώ ο χρόνος τοποθέτησης και μηδενίσματος του κάθε τεμαχίου είναι 0,4 min.

Έτσι για την τρίτη φάση έχουμε:

Χρόνος τοποθέτησης	=	0,4	min
Χρόνος κατεργασίας / τεμάχιο	=	1,65	min
Συνολικός χρόνος / τεμάχιο	=	2,05	min

Επομένως ο συνολικός χρόνος για την τρίτη φάση θα είναι:

$$t_{\tau 3} = \text{Χρόνος προετοιμασίας} + (\text{Συνολικός χρόνος κατεργασίας} / \text{τεμάχιο}) \times 1000$$
$$= 3 + 2,05 \times 1000 = \boxed{2053 \text{ min}}$$

Από την στιγμή λοιπόν που θα ξεκινήσει η εργασία στον τόρνο, θα χρειαστούν  $2053/440 = 4,7$  εργάσιμες ημέρες για να τελειώσει την τρίτη φάση και θα παράγονται ημερησίως 214 τεμάχια.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, για τις κατεργασίες στον τόρνο θα χρειαστούν συνολικά

$$t_{\tau} = t_{\tau 1} + t_{\tau 2} + t_{\tau 3} = 2480 + 2807 + 2053 = \boxed{7340 \text{ min}}$$

## **5 Κατεργασία στη φρέζα**

Ο καθαρός χρόνος κατεργασίας για ένα τεμάχιο στην φρέζα έχει υπολογιστεί ότι είναι 2,25 min. Ο χρόνος σεταρίσματος του φρέζας είναι 30 min ενώ ο χρόνος τοποθέτησης και μηδενίσματος του κάθε τεμαχίου είναι 0,5 min.

Έτσι για την φρέζα έχουμε:

Χρόνος τοποθέτησης	=	0,5	min
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	=	2,25	min
Συνολικός χρόνος/τεμάχιο	=	2,75	min

Επομένως ο συνολικός χρόνος για την φρέζα θα είναι:

$$t_{\varphi} = \text{Χρόνος προετοιμασίας} + (\text{Συνολικός χρόνος κατεργασίας} / \text{τεμάχιο}) \times 1000$$

$$= 30 + 2,75 \times 1000 = \boxed{2780 \text{ min}}$$

Από την στιγμή λοιπόν που θα ξεκινήσει η εργασία στον φρέζα, θα χρειαστούν  $2780/440 = 6,32$  εργάσιμες ημέρες για να τελειώσει η κατεργασία και θα παράγονται ημερησίως 160 τεμάχια.

## **6 Κατεργασία στην πλάνη**

Ο καθαρός χρόνος κατεργασίας για ένα τεμάχιο στην πλάνη έχει υπολογιστεί ότι είναι 5,02 min. Ο χρόνος σεταρίσματος του της πλάνης είναι 5 min ενώ ο χρόνος τοποθέτησης και μηδενίσματος του κάθε τεμαχίου είναι 0,5 min.

Έτσι για την πλάνη έχουμε:

Χρόνος τοποθέτησης	=	0,5	min
Χρόνος κατεργασίας/τεμάχιο	=	5,02	min
Συνολικός χρόνος/τεμάχιο	=	5,52	min

Επομένως ο συνολικός χρόνος για την πλάνη θα είναι:

$$t_{\pi} = \text{Χρόνος προετοιμασίας} + (\text{Συνολικός χρόνος κατεργασίας} / \text{τεμάχιο}) \times 1000$$

$$= 5 + 5,52 \times 1000 = \boxed{5525 \text{ min}}$$

Από την στιγμή λοιπόν που θα ξεκινήσει η εργασία στον πλάνη, θα χρειαστούν  $5525/440 = 12,6$  εργάσιμες ημέρες για να τελειώσει η κατεργασία και θα παράγονται ημερησίως 79 τεμάχια.

## 7 Συνολικοί χρόνοι

### **Χρόνος συναρμολόγησης**

Για την συναρμολόγηση του συστήματος χρειάζονται 2 min ανά συγκρότημα. Επίσης η διάρκεια περισυλλογής των τεμαχίων του κάθε συγκροτήματος είναι 0,5 min. Έτσι για το σύνολο της παραγωγής χρειάζονται

Χρόνος περισυλλογής /σετ	=	0,5	min
Χρόνος συναρμολόγησης /σετ	=	2	min
Συνολικός χρόνος/ σετ	=	2,5	min

Άρα για 500 σετ ο συνολικός χρόνος είναι  $500 \times 2,5 = \boxed{1250 \text{ min}}$

### **Χρόνος συσκευασίας**

Για την συσκευασία του συστήματος χρειάζονται 1 min ανά συγκρότημα. Επίσης η διάρκεια περισυλλογής των τεμαχίων του κάθε συγκροτήματος είναι 0,5 min. Έτσι για το σύνολο της παραγωγής χρειάζονται

Χρόνος περισυλλογής /σετ	=	0,5	min
Χρόνος συσκευασίας /σετ	=	1	min
Συνολικός χρόνος/ σετ	=	1,5	min

Άρα για 500 σετ ο συνολικός χρόνος είναι  $500 \times 1,5 = \boxed{750 \text{ mi}}$

Συνολικά θα έχουμε:

Χρόνος πριονιού	=	2861	min
Χρόνος τόρνου	=	7340	min
Χρόνος φρέζας	=	2780	min
Χρόνος πλάνης	=	5525	min
Χρόνος συναρμολόγησης	=	1250	min
Χρόνος συσκευασίας	=	750	min



## 8 Προγραμματισμός εργασιών.

Για τον εργαζόμενο Επρ στο πριόνι, τα πράγματα είναι απλά αφού η εργασία του δεν προϋποθέτει κάποια άλλη από την στιγμή που οι πρώτες ύλες έχουν μεταφερθεί στον χώρο του. Έτσι το πρόγραμμά του διαμορφώνεται ως εξής:

ΗΜΕΡΑ	ΕΡΓ/ΝΟΣ	ΤΜΗΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ (MIN)	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΡ.ΣΧΕΛΙΟΥ	ΦΑΣΗ	ΤΕΜ
1	Επρ	ΠΡΙΟΝΙ	440	ΚΟΠΗ	KOPLER001	1	156
2	Επρ	ΠΡΙΟΝΙ	440	ΚΟΠΗ	KOPLER001	1	156
2	Επρ	ΠΡΙΟΝΙ	440	ΚΟΠΗ	KOPLER001	1	156
4	Επρ	ΠΡΙΟΝΙ	440	ΚΟΠΗ	KOPLER001	1	156
5	Επρ	ΠΡΙΟΝΙ	440	ΚΟΠΗ	KOPLER001	1	156
6	Επρ	ΠΡΙΟΝΙ	440	ΚΟΠΗ	KOPLER001	1	156
7	Επρ	ΠΡΙΟΝΙ	220	ΚΟΠΗ	KOPLER001	1	80

Πίνακας 8.2 πρόγραμμα εργαζόμενου Επρ

Ο εργαζόμενος Ετ στον τόρνο μπορεί την ημέρα να κατασκευάζει 357 για την δεύτερη φάση (υποφάση 1). Απαραίτητη προϋπόθεση όμως για να αρχίσει την κατεργασία, είναι να υπάρχουν κομμένα τεμάχια από το πριόνι. Ο εργαζόμενος όμως στο πριόνι μπορεί να παράγει 156 τεμάχια την ημέρα και για να ολοκληρώσει την παραγωγή χρειάζεται 6,5 εργάσιμες ημέρες. Επομένως ο Ετ στον τόρνο μπορεί να ξεκινήσει την κατασκευή την τέταρτη κατά σειρά εργάσιμη ημέρα. Σε διαφορετική περίπτωση θα πρέπει αν οι περιστάσεις το απαιτούν, ο εργαζόμενος στο πριόνι να ακολουθήσει υπερωριακή εργασία. Ο εργαζόμενος Ετ στον τόρνο λοιπόν θα ξεκινήσει την τέταρτη εργάσιμη μέρα και θα προχωράει όπως δείχνει το παρακάτω πρόγραμμα ολοκληρώνοντας την παραγωγή την 19<sup>η</sup> εργάσιμη. Και σε αυτή την περίπτωση η υπερωριακή εργασία θα μπορούσε να μειώσει την τελική ημερομηνία.

ΗΜΕΡΑ	ΕΡΓ/ΝΟΣ	ΤΜΗΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ (MIN)	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ	ΦΑΣΗ	ΤΕΜ
4	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	2.1	357
5	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	2.1	357
6	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	352	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	2.1	286
6	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	88	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	2.2	70
7	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	2.2	354
8	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	2.2	354
9	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	274	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	2.2	222
9	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	166	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	3	58
10	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	3	157
11	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	3	157
12	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	3	157
13	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	3	157
14	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	3	157
15	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	3	157
16	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	4	214
17	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	4	214
18	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	4	214
19	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	4	214
20	Ετ	ΤΟΡΝΟΣ	296	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	4	144

Πίνακας 8.3 πρόγραμμα εργαζομένου Ετ

Μετά τον τόρνο τα εξαρτήματα που κατεργάστηκαν πρέπει να περάσουν στην φρέζα. Για να κατεργαστούν στην φρέζα από τον εργαζόμενο ΕΦ, θα πρέπει υποχρεωτικά να έχει τελειώσει η φάση 4 του σχεδίου KOPLER 001. Ο εργαζόμενος Εφ στην φρέζα μπορεί να παράγει 160 τεμάχια ημερησίως και ο Ετ στον τόρνο την πρώτη ημέρα παραγωγής της φάσης 4 μπορεί να ολοκληρώσει 214 τεμάχια. Επομένως ο ρυθμός παραγωγής στον τόρνο είναι μεγαλύτερος από την φρέζα. Κατά το διάστημα της πρώτης μισής ώρας που χρειάζεται για τον εργαζόμενο στην φρέζα να κάνει το setup του μηχανήματος, ο εργαζόμενος στον τόρνο θα έχει

ολοκληρώσει 14 τεμάχια. Επομένως η φάση 4 και η φάση 5 μπορούν να ξεκινήσουν παράλληλα. Έτσι θα μειωθεί η τελική ημερομηνία παράδοσης. Το πρόγραμμα του εργαζόμενου στην φρέζα θα αρχίσει την 16<sup>η</sup> εργάσιμη ημέρα και θα ολοκληρωθεί στις αρχές τις 22<sup>ης</sup> εργάσιμης. Σχεδόν μια μέρα παραπάνω δηλαδή από την ολοκλήρωση της φάσης 4.

ΗΜΕΡΑ	ΕΡΓ/ΝΟΣ	ΤΜΗΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ (MIN)	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ	ΦΑΣΗ	ΤΕΜ
16	Εφ	ΦΡΕΖΑ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	5	160
17	Εφ	ΦΡΕΖΑ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	5	160
18	Εφ	ΦΡΕΖΑ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	5	160
19	Εφ	ΦΡΕΖΑ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	5	160
20	Εφ	ΦΡΕΖΑ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	5	160
21	Εφ	ΦΡΕΖΑ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	5	160
22	Εφ	ΦΡΕΖΑ	110	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	5	40

Πίνακας 8.4 πρόγραμμα εργαζομένου Εφ

Μετά την φρέζα τα εξαρτήματα που κατεργάστηκαν πρέπει να περάσουν στην πλάνη. Για να κατεργαστούν στην πλάνη από τον εργαζόμενο ΕΠΛ, θα πρέπει υποχρεωτικά να έχει τελειώσει η φάση του σχεδίου KOPLER 001. Ο εργαζόμενος Επλ στην πλάνη μπορεί να παράγει 79 τεμάχια ημερησίως και ο Εφ στην φρέζα την πρώτη ημέρα παραγωγής της φάσης 5 μπορεί να ολοκληρώσει 160 τεμάχια. Ο ρυθμός παραγωγής στην φρέζα λοιπόν είναι πολύ μεγαλύτερος από τον ρυθμό παραγωγής στην πλάνη, άρα σύμφωνα με τα προηγούμενα ο εργαζόμενος στην πλάνη μπορεί να ξεκινήσει την φάση 6 την ίδια ημέρα με τον εργαζόμενο την φρέζα με 40 min διαφορά όμως, που είναι αναγκαία για την κατασκευή του πρώτου τεμαχίου. Αυτή η τροποποίηση είναι πολύ σημαντική γιατί ο συνολικός χρόνος στην πλάνη είναι 12,6 εργάσιμες.

ΗΜΕΡΑ	ΕΡΓ/ΝΟΣ	ΤΜΗΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ (MIN)	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ	ΦΑΣΗ	ΤΕΜ
16	Επλ	ΠΛΑΝΗ	400	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	71
17	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
18	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
19	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
20	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
21	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
22	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
23	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
24	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
25	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
26	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
27	Επλ	ΠΛΑΝΗ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	79
28	Επλ	ΠΛΑΝΗ	334	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	KOPLER001	6	60

Πίνακας 8.5 πρόγραμμα εργαζόμενου Επλ

Το τελευταίο στάδιο είναι η συναρμολόγηση και η συσκευασία. Ο εργαζόμενος στο μοντάζ Εμο μπορεί να συναρμολογεί την ημέρα 176 συγκροτήματα και χρειάζεται συνολικά 2, 85 ημέρες. Άρα ο ρυθμός παραγωγής του είναι πολύ μεγαλύτερος από αυτόν της πλάνης. Υπάρχει λοιπόν ο κίνδυνος να μην μπορεί να τροφοδοτηθεί το τμήμα συναρμολόγησης και να υπάρχει έλλειψη εργασίας. Γι αυτό η συναρμολόγηση θα πρέπει να ξεκινήσει την 26<sup>η</sup> ημέρα όπου θα είναι διαθέσιμα 391 συγκροτήματα και θα τελειώσει την ίδια ημέρα με το τέλος της φάσης 6.

ΗΜΕΡΑ	ΕΡΓ/ΝΟΣ	ΤΜΗΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ (MIN)	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ	ΦΑΣΗ	ΤΕΜ
26	Εμο	ΜΟΝΤΑΖ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ Α	ΚΟΠΛΕΡ000		176
27	Εμο	ΜΟΝΤΑΖ	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ Α	ΚΟΠΛΕΡ000		176
28	Εμο	ΜΟΝΤΑΖ	370	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ Α	ΚΟΠΛΕΡ000		148

Πίνακας 8.6 πρόγραμμα εργαζομένου Εμο

Ο εργαζόμενος Εσ που κάνει την συσκευασία. Μπορεί να συσκευάζει 293 συγκροτήματα την ημέρα και για την συνολική συσκευασία χρειάζεται 1,7 εργάσιμες ημέρες. Επομένως για να τελειώσει την συσκευασία την ίδια ημέρα με τους υπόλοιπους χωρίς να έχει έλλειμμα τροφοδοσία πρέπει να ξεκινήσει την εργασία του την 27<sup>η</sup> ημέρα.

ΗΜΕΡΑ	ΕΡΓ/ΝΟΣ	ΤΜΗΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ (MIN)	ΕΡΓΑΣΙΑ	ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ	ΦΑΣΗ	ΤΕΜ
27	Εσ	ΑΠΟΘ.	311	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΟΠΛΕΡ000		207
28	Εσ	ΑΠΟΘ.	440	ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ	ΚΟΠΛΕΡ000		293

Πίνακας 8.7 πρόγραμμα εργαζομένου Εσ

Συνοψίζοντας και αξιολογώντας τα παραπάνω, παρατηρούμε τα εξής. Πρώτα απ' όλα η όλη παραγωγή θα έχει ολοκληρωθεί σε 28 εργάσιμες ημέρες από την στιγμή που θα καταφθάσουν οι πρώτες ύλες. Αν η σύμβαση προβλέπει συντομότερο χρόνο παράδοσης, τότε θα χρειαστεί υπερωριακή εργασία. Η λύση της δεύτερης βάρδιας δεν είναι εφικτή, αφού δεν κρίνεται σκόπιμη η πρόσληψη νέου προσωπικού για μια παραγωγή που θα διαρκέσει λίγες μέρες.

Οι φάσεις 4-5-6 καθώς και η συναρμολόγηση και η συσκευασία, εξελίσσονται παράλληλα. Έτσι θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή από τον ποιοτικό έλεγχο αφού ενδεχόμενο λάθος στην παραγωγική διαδικασία θα προκαλέσει αλυσιδωτές καθυστερήσεις.

## **9 Μέθοδος Pert**

Οι σύνθετες διαδικασίες απαιτούν μια σειρά ενεργειών για την υλοποίησή τους, μερικές από τις οποίες μπορεί να γίνουν σειριακά και άλλες είναι δυνατόν να γίνουν παράλληλα με άλλες επιμέρους εργασίες. Αυτό το σύνολο των επιμέρους σειριακών και παράλληλα εκτελούμενων εργασιών, μπορεί να μοντελοποιηθεί σε δίκτυο. Η μέθοδος PERT (Program Evaluation and Review Technique), είναι μια μέθοδος ανάλυσης δικτύου.

### **Ανάλυση της μεθόδου Pert**

Η μέθοδος PERT αποτελεί ένα μοντέλο δικτύου. Πρόκειται για μια τεχνική που εκτιμά με ευελιξία τους χρόνους ολοκλήρωσης επιμέρους δραστηριοτήτων και δεν βασίζεται σε υποκειμενικές εκτιμήσεις ή εκτιμήσεις μιας τιμής για την κάθε επιμέρους χρονική διάρκεια. Θεωρεί ότι οι διάρκειες των επιμέρους εργασιών εμπεριέχουν ένα ποσοστό αβεβαιότητας, οπότε δεν έχουν μια συγκεκριμένη τιμή. Η αβεβαιότητα αυτή μπορεί να οφείλεται σε εμφάνιση απρόβλεπτων γεγονότων κατά την υλοποίηση ενός έργου ή στο γεγονός ότι το υπό υλοποίηση έργο περιέχει επιμέρους εργασίες ερευνητικού περιεχομένου, οπότε δεν είναι σίγουρο πότε αυτές θα ολοκληρωθούν.

Για την εφαρμογή της μεθόδου PERT απαιτούνται για την κάθε δραστηριότητα τρεις εκτιμήσεις για τη συνολική της διάρκεια:

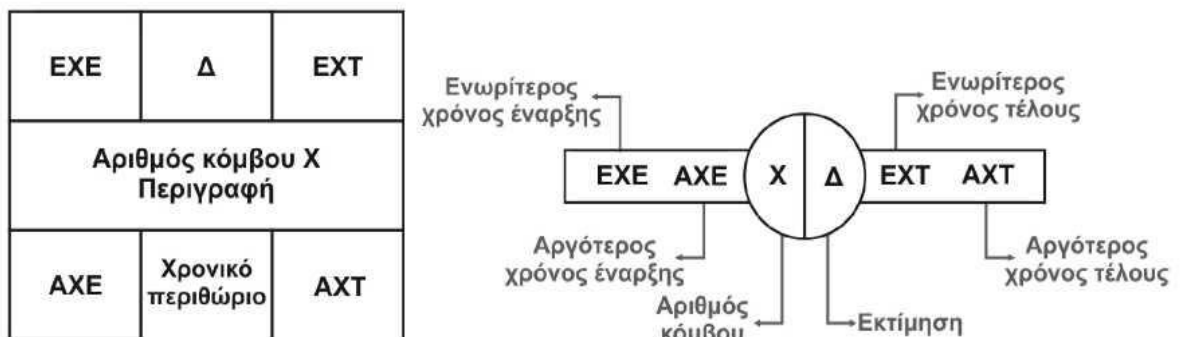
Ū μια αισιόδοξη εκτίμηση, που είναι ο χρόνος υλοποίησης σε περίπτωση που η συγκεκριμένη δραστηριότητα υλοποιείται χωρίς προβλήματα ή καθυστερήσεις.

Ū μια αναμενόμενη εκτίμηση.

Ū μια απαισιόδοξη εκτίμηση, που είναι ο μέγιστος εκτιμώμενος χρόνος για την υλοποίηση της συγκεκριμένης δραστηριότητας όταν υπάρχουν προβλήματα και τίποτα δεν γίνεται όπως είχε προβλεφθεί αρχικά.

### Εφαρμογή της μεθόδου

Η μέθοδος PERT εφαρμόζεται κυρίως σε μεγάλα έργα. Για το λόγο αυτό αποτελεί μια τεχνική όπου τα αποτελέσματα της χρησιμοποιούνται συχνά. Πολλά σύγχρονα υπολογιστικά προγράμματα χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό τεχνικών και συνήθως δεν γνωρίζει με λεπτομέρεια ο υπεύθυνος υλοποίησης ενός έργου ή τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας εργασίας, τι ακριβώς περιλαμβάνουν οι συγκεκριμένες τεχνικές. Χαρακτηριστικό της μεθόδου PERT πάντως είναι ότι η περισσότερη πληροφορία περιέχεται στους κόμβους και όχι στις γραμμές του δικτύου. Στο σχήμα 8.1 που ακολουθεί, παρουσιάζονται δύο πιθανοί τρόποι παράστασης κόμβων, όπως είναι δυνατόν να συναντηθούν σε ένα δίκτυο PERT.



Σχήμα 8.1 τρόποι παράστασης κόμβων σε δίκτυο PERT

Όπου:

Ελεύθερος χρόνος ανάμεσα σε μια εργασία και την επόμενη της =  $EXE(X+1) - EXT(X)$

Ελεύθερος χρόνος που δεν καθυστερεί την τελική ολοκλήρωση ενός έργου =  $AXE(X) - EXE(X)$

### **Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μεθόδου PERT**

Η μέθοδος PERT είναι μια χρήσιμη μέθοδος, αφού παρέχει σημαντικές πληροφορίες, αλλά παρουσιάζει ταυτόχρονα σημαντικά μειονεκτήματα:

- τον αναμενόμενο χρόνο ολοκλήρωσης ενός έργου.
- την τιμή της πιθανότητας ολοκλήρωσης ενός έργου, πριν από μια συγκεκριμένη ημερομηνία.
- τις επιμέρους εργασίες που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή και οι οποίες επηρεάζουν άμεσα το συνολικό χρόνο ολοκλήρωσης ενός έργου.
- τις επιμέρους εργασίες που έχουν χρονικό περιθώριο για την υλοποίησή τους και έτσι, εφόσον είναι απαραίτητο, είναι δυνατόν να γίνει ο καλύτερος δυνατός προγραμματισμός και καταμερισμός των διαθέσιμων πόρων, ικανοποιώντας πρώτα τις δραστηριότητες που ανήκουν στην κρίσιμη διαδρομή.
- τους χρόνους έναρξης και λήξης της κάθε επιμέρους δραστηριότητας.

Οι εκτιμήσεις για τις χρονικές διάρκειες των επιμέρους εργασιών είναι υποκειμενικές και εξαρτώνται από την κρίση του υπεύθυνου του έργου ή όποιου άλλου μέλους τις καθορίζει. Σε περιπτώσεις όπου υπάρχει μικρή εμπειρία από την



ομάδα εργασίας για την υλοποίηση επιμέρους ενεργειών ενός έργου, οι παραπάνω διάρκειες μπορεί να είναι και τυχαίες εκτιμήσεις. Σε άλλες περιπτώσεις, είναι δυνατό να γίνει υπολογισμός των παραπάνω χρονικών εκτιμήσεων με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα, όπου όμως και πάλι όσο καλοί και αναλυτικοί και να είναι οι υπολογισμοί, υπάρχει κάποια αβεβαιότητα στις εκτιμήσεις που προκύπτουν.

Άλλες σχεδιαστικές μέθοδοι

Οι μέθοδοι CPM και PERT εφαρμόζονται στη σχεδίαση μη επαναληπτικών εργασιών που συνήθως συναντά κάποιος στα πρώτα στάδια υλοποίησης ενός έργου. Η σχεδίαση και παρακολούθηση επαναλαμβανόμενων εργασιών, όπως για παράδειγμα είναι η εργασία σε μια γραμμή παραγωγής, κατά την παραγωγή ενός προϊόντος, γίνεται μέσα από το χειρισμό και την επίλυση τυποποιημένων προβλημάτων που είναι δυνατόν να συναντήσει κάποιος, για παράδειγμα στην επιχειρησιακή έρευνα. Τέτοια προβλήματα μπορεί να είναι:

- Πώς είναι δυνατόν να γίνει η σχεδίαση της ελαχιστοποίησης του αριθμού των παραγόμενων εργασιών πέρα από το υπάρχον χρονοδιάγραμμα;
- Πως είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος αναμονής και πως γίνεται η σχεδίαση διαφορετικών επιμέρους εργασιών που έχουν διαφορετικό βαθμό σημαντικότητας για την τελική επιτυχία ενός έργου;
- Τι συμβαίνει όταν υπάρχουν πολλοί σταθμοί παρακολούθησης και υλοποίησης ενός έργου;

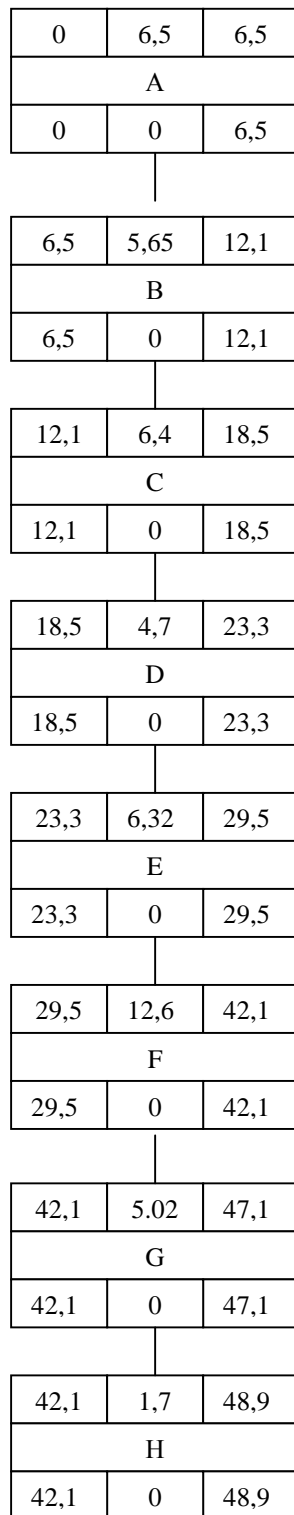
Τα παραπάνω ερωτήματα και πολλά άλλα μπορεί να αποδειχθούν στην πράξη αρκετά δύσκολα στο χειρισμό τους.

## 10 Εφαρμογή μεθόδου PERT στην κατασκευή μας

Πριν εφαρμόσουμε το διάγραμμα PERT για την κατασκευή των εξαρτημάτων μας πρέπει να κάνουμε ορισμένες παρατηρήσεις. Πρώτα απ'όλα θα πρέπει να προσέξουμε ότι θεωρούμε σειριακή παραγωγή και ότι η μία εργασία αρχίζει μετά το τέλος της άλλης. Σκοπός μας είναι η απεικόνιση του έργου με ένα διάγραμμα PERT περισσότερο για να τονίσουμε την σειρά των εργασιών παρά για την διεξαγωγή συμπερασμάτων για τους χρόνους κατασκευής που έτσι κι αλλιώς έχουμε υπολογίσει. Χαρακτηριστικό είναι ότι στα περισσότερα διαγράμματα PERT ο υπολογισμός των χρόνων είναι υποκειμενικός, καθώς επίσης και αλλαγές στους χρόνους κατασκευών μπορεί να αλλάξουν όλων τον σχεδιασμό. Η πορεία των εργασιών φαίνεται στον πίνακα 8.8.

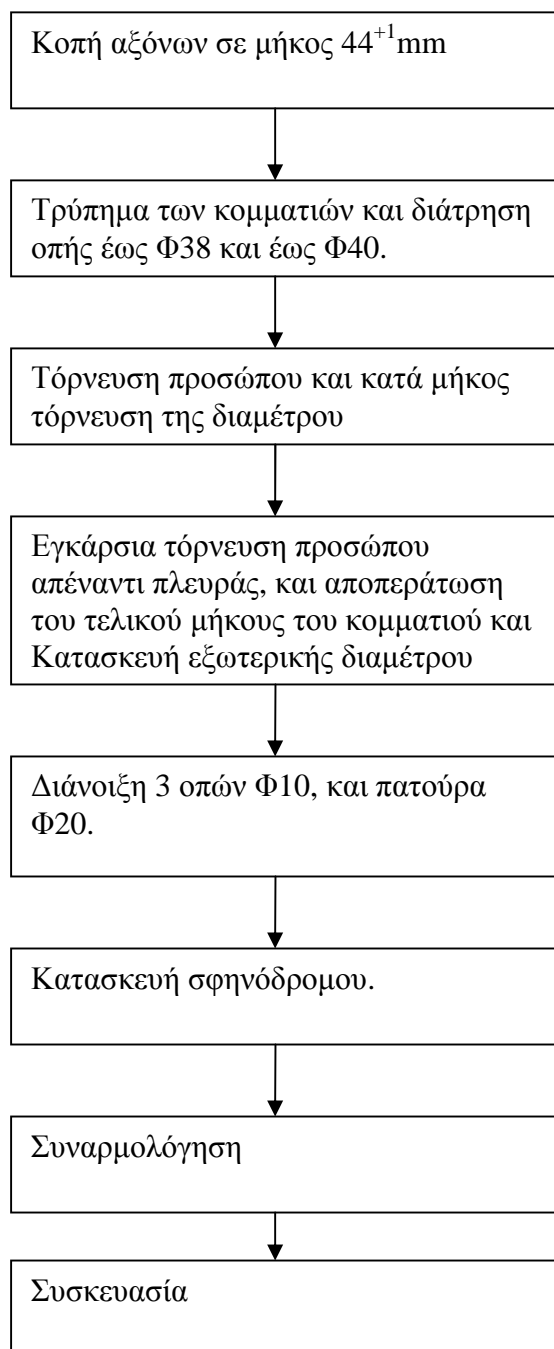
Εργασίες	Περιγραφή	Εκτιμώμενη διάρκεια (ημέρες)	Προηγούμενες εργασίες	Επόμενες εργασίες
A	Κοπή σε μήκος $44^{+1}$ mm	6,5	-	B
B	Τρύπημα των κομματιών και διάτρηση οπής έως Φ38 και έως Φ40.	5,65	A	C
C	Τόρνευση προσώπου και κατά μήκος τόρνευση της διαμέτρου	6,4	B	D
D	Εγκάρσια τόρνευση προσώπου απέναντι πλευράς, και αποπεράτωση του τελικού μήκους του κομματιού και Κατασκευή εξωτερικής διαμέτρου	4,7	C	E
E	Διάνοιξη 3 οπών Φ10, και πατούρα Φ20.	6,32	D	F
F	Κατασκευή σφηνόδρομου.	12,6	E	G
G	Συναρμολόγηση	2,84	F	H
H	Συσκευασία	1,7	H	-

Πίνακας 8.8 περιγραφή εργασιών για το διάγραμμα PERT



Πίνακας 8.9 Διάγραμμα Pert για την κατασκευή του κόπλερ

## 11 Διάγραμμα ροής εργασιών



---

Πίνακας 8.10 Διάγραμμα Ροής για την κατασκευή του κόπλερ



# ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ-ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

## 1 Ποιότητα

Ο ορισμός του όρου ποιότητα (quality) μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Συνήθως όταν αναφερόμαστε στον όρο ποιότητα έχουμε στο μυαλό μας ένα προϊόν ή μια υπηρεσία με τόσο άριστα χαρακτηριστικά, που ικανοποιούν ή υπερβαίνουν τις προσδοκίες των καταναλωτών.

Σύμφωνα με τον προηγούμενο ορισμό, για να γίνουν άριστα τα χαρακτηριστικά του προϊόντος ή της υπηρεσίας απαιτείται αυξημένο κόστος παραγωγής. Έτσι, υψηλή ποιότητα συνεπάγεται υψηλό κόστος. Από την άλλη πλευρά, μπορούμε να πούμε ότι ποιότητα σημαίνει παροχή προϊόντων και υπηρεσιών χωρίς ελαττώματα. Αυτό σημαίνει ότι δεν θα έχουμε επιστροφές και απαιτήσεις αποζημιώσεων από τους πελάτες συνεπώς, υψηλή ποιότητα σημαίνει μικρότερο κόστος.

Η τιμή ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας έχει άμεση σχέση με την ποιότητα του προϊόντος ή της υπηρεσίας.

Μία άλλη παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι ο χρόνος παράδοσης του προϊόντος ή της υπηρεσίας. Προϊόντα ή υπηρεσίες που παραδίδονται στον πελάτη έπειτα από τη χρονική στιγμή που τα χρειάζεται είναι εντελώς άχρηστα, όσο κι αν συμφωνούν με τις απαιτήσεις του. Έτσι, για να μπορεί να διατεθεί ένα προϊόν στην αγορά και να συναγωνιστεί με άλλα ομοειδή προϊόντα, θα πρέπει:

- Να ικανοποιεί τις απαιτήσεις των καταναλωτών.
- Να είναι όσο το δυνατόν φτηνότερο.
- Να παραδίδεται τη στιγμή που ζητείται.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι το επίπεδο ποιότητας δεν καθορίζεται από την ικανότητα του συστήματος παραγωγής να την προσφέρει αλλά από τις απαιτήσεις της αγοράς και της τιμής που οι καταναλωτές είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν.

Η ποιότητα μπορεί να οριστεί ποσοτικά μέσα από την παρακάτω σχέση ως εξής:

$$Q = \frac{P}{E}.$$

όπου  $Q$  είναι η ποιότητα,  $P$  είναι η απόδοση και  $E$  οι προσδοκίες.

Εάν η ποιότητα είναι μεγαλύτερη της μονάδας, τότε ο καταναλωτής είναι ικανοποιημένος. Βέβαια η αξιολόγηση της ποιότητας έχει υποκειμενικά χαρακτηριστικά, διότι η απόδοση καθορίζεται από τον κατασκευαστή, ενώ οι προσδοκίες καθορίζονται από τον καταναλωτή. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 8402, ποιότητα είναι το σύνολο των χαρακτηριστικών μίας οντότητας στην οποία αποδίδεται η ικανότητα να ικανοποιεί εκφρασμένες και συνεπαγόμενες ανάγκες.

Η ποιότητα ενός προϊόντος θα πρέπει να ελέγχεται. Έτσι, θα πρέπει να υπάρχει ένας μηχανισμός ελέγχου ποιότητας (quality control) που περιλαμβάνει όλες εκείνες τις ενέργειες που στοχεύουν στον έλεγχο της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων ή των προσφερόμενων υπηρεσιών. Κατά ΕΛΟΤ EN ISO 8402, ο έλεγχος ποιότητας ορίζεται ως, οι τεχνικές και οι δραστηριότητες λειτουργικού χαρακτήρα οι οποίες χρησιμοποιούνται, προκειμένου να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις που σχετίζονται με την ποιότητα. Στόχος βέβαια κάθε επιχείρησης δεν είναι μόνο η διατήρηση αλλά και η βελτίωση της ποιότητας

(quality improvement) που παρέχεται. Η βελτίωση της ποιότητας περιλαμβάνει τις ενέργειες που αναλαμβάνονται μέσα σε όλο τον οργανισμό, για να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και την απόδοση των δραστηριοτήτων και των διεργασιών προκειμένου να αποκομιστούν πρόσθετα οφέλη τόσο για τον οργανισμό όσο και για τους πελάτες του.

Στον πίνακα 9.1 μπορούμε να δούμε τις διαστάσεις της ποιότητας:

<u>Διάσταση</u>	<u>Εξήγηση και παράδειγμα</u>
Απόδοση, συμπεριφορά (performance)	Η ικανότητα του προϊόντος ή της υπηρεσίας να εκτελεί την εργασία ή τα καθήκοντα για τα οποία προορίζεται, όπως η παροχή νερού από μία αντλία στην παροχή και μανομετρικό ύψος που απαιτείται
Χαρακτηριστικά (features)	Τα δευτερεύοντα χαρακτηριστικά που διαθέτει το προϊόν, για παράδειγμα η ύπαρξη ηλεκτρικών παραθύρων και κλιματιστικού σε ένα αυτοκίνητο
Συμμόρφωση προς τις προδιαγραφές (conformance to)	Διάθεση του προϊόντος συμφωνά με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και τις προθέσεις του σχεδιαστή.
Αξιοπιστία (reliability)	Λειτουργία σύμφωνα με τις προδιαγραφές για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς την πρόκληση βλαβών. Ένα καινούργιο αυτοκίνητο δεν εμφανίζει βλάβες για αρκετά χιλιόμετρα λειτουργίας.
Διάρκεια ζωής (durability)	Η χρονική περίοδος στην οποία το προϊόν βρίσκεται σε λειτουργία προσφέροντας τις υπηρεσίες για τις οποίες αγοράστηκε, ακόμη και μετά από επιδιορθώσεις. Η διάρκεια ζωής ενός ρουλεμάν είναι 15.000 ώρες.
Παροχή υπηρεσιών επισκευής   serviceability)	Ικανοποιητική και άμεση παροχή υπηρεσιών επισκευής και διάθεσης ανταλλακτικών. Πολλές φορές, η επιλογή αυτοκινήτου καθορίζεται ή περιορίζεται από την ύπαρξη υπηρεσιών επισκευής κατάλληλου επιπέδου.
Αισθητική (aesthetics)	Η εξωτερική μορφή και η εμφάνιση του προϊόντος συμπεριλαμβανομένης της μορφής, του σχήματος του χρώματος, της συσκευασίας κλπ.
Φήμη (reputation)	Η φήμη που έχει αποκτηθεί από το παρελθόν της εταιρείας σε σχέση με τη διάθεση προϊόντων της.

Πίνακας 9.1 διαστάσεις ποιότητας



Κάθε σύστημα ποιοτικού ελέγχου βρίσκει εφαρμογή σε ένα συγκεκριμένο σύστημα παραγωγής και δεν μπορεί να έχει γενική ισχύ. Εντούτοις τα γενικά χαρακτηριστικά όλων των συστημάτων ποιοτικού ελέγχου είναι τα ίδια. Έτσι, για την εγκατάσταση ενός συστήματος ποιοτικού ελέγχου ακολουθούνται πάντοτε έξι βασικά στάδια:

- Û Καθορισμός των προδιαγραφών κατασκευής.
- Û Σχεδιασμό του προϊόντος ή της υπηρεσίας και επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού.
- Û Παραγωγή και τοποθέτηση του προϊόντος σύμφωνα με τις προδιαγραφές.
- Û Έλεγχος του προϊόντος για την εύρεση λαθών ή ελαττωμάτων και συμμόρφωση του προς τις προδιαγραφές.
- Û Ανασκόπηση της πορείας για την κατασκευή του συγκεκριμένου προϊόντος και αναθεώρηση των προδιαγραφών ή χρησιμοποίηση της γνώσης που αποκτήθηκε για την κατασκευή περισσότερο πολύπλοκων προϊόντων και υπηρεσιών.
- Û Βελτίωση της ποιότητας.

*Μηχανική ποιότητας* (quality engineering) είναι το σύνολο των λειτουργικών, των διοικητικών και των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων που στοχεύουν στην επίτευξη των χαρακτηριστικών ποιότητας σύμφωνα με τις προδιαγραφές.

*Στατιστικός ποιοτικός έλεγχος* (Statistical quality control) είναι ένας κλάδος του ποιοτικού ελέγχου. Περιλαμβάνει τη συλλογή, την ανάλυση και την ερμηνεία των δεδομένων που σχετίζονται με τις δραστηριότητες ποιοτικού ελέγχου.

*Διοίκηση ολικής ποιότητας* (total quality management) ορίζεται το σύνολο των ενεργειών που στοχεύουν στη συνεχή βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και υπηρεσιών. Είναι η εφαρμογή ποσοτικών μεθόδων και η χρησιμοποίηση όλου του εμπλεκόμενου εργατικού δυναμικού με στόχο τη συνεχή βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος έτσι, ώστε αυτό να υπερβαίνει τις ανάγκες και τις απαιτήσεις του καταναλωτή όχι μόνο στο παρόν αλλά και στο μέλλον.

Με τον όρο διεργασία ή *διαδικασία* (process) εννοούμε το σύνολο των δραστηριοτήτων που από καθορισμένες εισροές παράγουν καθορισμένες εκροές ή κατά το ΕΛΟΤ EN ISO 8402, το σύνολο αλληλοσχετιζόμενων μέσων και δραστηριοτήτων που μετασχηματίζουν τα εισερχόμενα στοιχεία σε εξερχόμενα. Πελάτης (customer) είναι οποιοσδήποτε που επηρεάζεται, από παραγόμενα προϊόντα μιας διεργασίας, δηλαδή ο παραλήπτης ενός προϊόντος που παρέχεται από τον προμηθευτή. Ο πελάτης μπορεί να είναι εσωτερικός ή εξωτερικός σε σχέση με το σύστημα παραγωγής. Οι προμηθευτές (suppliers), δηλαδή ο οργανισμός που παρέχει ένα προϊόν στον πελάτη, μπορεί να είναι τόσο εσωτερικοί όσο και εξωτερικοί.

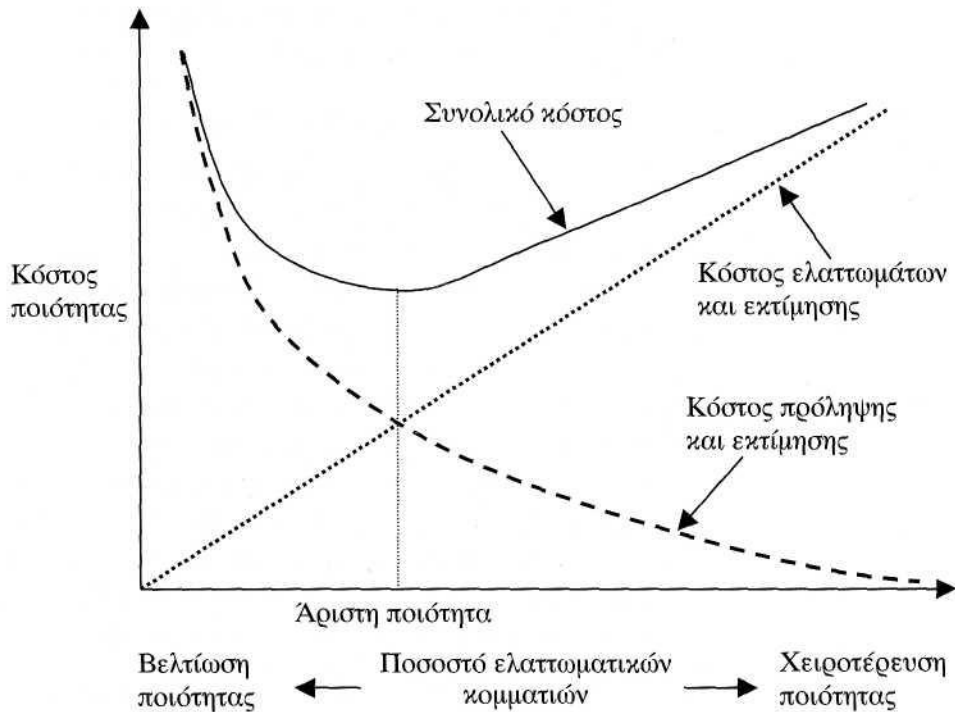
## **2 Κόστος ποιότητας**

Όπως έχει αναφερθεί, το κόστος είναι άμεσα συνδεδεμένο με την ποιότητα. Μη ικανοποιητική ποιότητα και χρόνος παράδοσης σε μη αποδεκτή τιμή από τους πελάτες εκμηδενίζει την πιθανότητα που έχει το προϊόν να γίνει αποδεκτό στην αγορά. Ο ισχυρός ανταγωνισμός που υπάρχει από ανταγωνιστικά προϊόντα στην ελεύθερη αγορά θα εκμηδενίσει την πιθανότητα διάθεσης του. Με τον όρο *κόστος ποιότητας* (quality cost) εννοούμε κάθε δαπάνη που έχει σχέση με την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος ή της υπηρεσίας. Επειδή κάθε ενέργεια προς παραγωγή

του προϊόντος σχετίζεται με την ποιότητα αυτού, τελικά κάθε δαπάνη είναι δαπάνη που έχει σχέση με το κόστος ποιότητας. Για λόγους απλότητας, το κόστος ποιότητας μπορεί να διακριθεί στις εξής κατηγορίες:

- *Κόστος ελαττωμάτων (failure cost)*. Περιλαμβάνει το κόστος της παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων λόγω κακής σχεδίασης, κακής παραγωγής ή κακής διάθεσης του προϊόντος.
- *Κόστος εκτίμησης (appraisal cost)*. Είναι το κόστος που απαιτείται για τον έλεγχο και την εξέταση των προϊόντων με στόχο την ανεύρεση ελαττωματικών τεμαχίων καθώς και τον έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας για την εξακρίβωση της ομαλότητας της λειτουργία της.
- *Κόστος πρόληψης (prevention cost)*. Αναφέρεται σε όλες τις ενέργειες και στα έξοδα που δαπανώνται για την πρόληψη της παραγωγής ελαττωματικών τεμαχίων και αφορούν στο κόστος συντήρησης του εξοπλισμού προμήθειας κατάλληλων υλικών, εκπαίδευσης προσωπικού, εγκατάστασης κατάλληλου συστήματος ποιοτικού ελέγχου κλπ..

Στο σχήμα 9.1 παρουσιάζεται η γραφική παράσταση του κόστους σε σχέση με την ποιότητα παραγωγής που δίνεται ως ποσοστό επί της παραγωγής ελαττωματικών τεμαχίων. Από τη γραφική παράσταση φαίνεται ότι καθώς αυξάνεται ο αριθμός των ελαττωματικών τεμαχίων, αυξάνεται το κόστος των ελαττωμάτων και το κόστος εκτίμησης για τον διαχωρισμό των ελαττωματικών από τα υπόλοιπα τεμάχια. Η αύξηση του κόστους είναι περίπου ανάλογη με το ποσοστό των ελαττωματικών τεμαχίων.



Σχήμα 9.1 γραφική παράσταση κόστους σε σχέση με την ποιότητα κατασκευής

Προκειμένου να επιτύχουμε μείωση των ελαττωματικών τεμαχίων, θα πρέπει να αυξηθεί το κόστος πρόληψης και εκτίμησης. Έτσι, το συνολικό κόστος ξεκινά από μία πολύ υψηλή τιμή, με στόχο την ελαχιστοποίηση των ελαττωματικών τεμαχίων και μειώνεται, καθώς τα ελαττωματικά τεμάχια αυξάνουν, καταλήγοντας σε μία ελαχίστη τιμή που αντιστοιχεί και στην άριστη ποιότητα παραγωγής.

### **Σχέση ποιότητας και παραγωγικότητας**

Η διεύθυνση κάθε παραγωγικού συστήματος πρέπει να προσπαθεί να βελτιστοποιεί την διεργασία που επιτελείται διαμέσου της αριστοποίησης της οικονομίας, της αποδοτικότητας της παραγωγικότητας και της ποιότητας. Η επίτευξη ενός υψηλού επιπέδου ποιότητας σε όλες τις διαστάσεις της συνεισφέρει αποφασιστικά στην αύξηση της παραγωγικότητας της επιχείρησης και στη μείωση του κόστους. Έτσι, η διαπίστωση ενός μεγάλου αριθμού ελαττωματικών τεμαχίων θα πρέπει να μας οδηγήσει στην ανεύρεση των αιτιών που οδήγησαν στο γεγονός

αυτό, οι οποίες μπορεί να είναι εξωτερικές, όπως η κακή ποιότητα των πρώτων υλών, ή εσωτερικές, όπως η κακή λειτουργία των μηχανημάτων, η ελλιπής εκπαίδευση προσωπικού κλπ. Οι παρεμβάσεις που θα γίνουν για τον περιορισμό των ελαττωματικών τεμαχίων και την εξάλειψη των αιτιών που προκάλεσαν το πρόβλημα προκαλούν και τα εξής αποτελέσματα:

- Μείωση του κόστους παραγωγής λόγω έλλειψης άχρηστων ελαττωματικών προϊόντων.
- Σταθερό ρυθμό παραγωγής, διότι δεν υπάρχει ανάγκη διακοπών λόγω παραγωγής ελαττωματικών τεμαχίων και μείωση του νεκρού χρόνου.
- Μείωση του χρόνου και του προσωπικού εργασίας εξαιτίας της μείωσης των ελαττωματικών τεμαχίων.
- Μείωση της χρήσης πρώτων υλών, οι οποίες δεν δαπανώνται πλέον για την παραγωγή ελαττωματικών τεμαχίων.

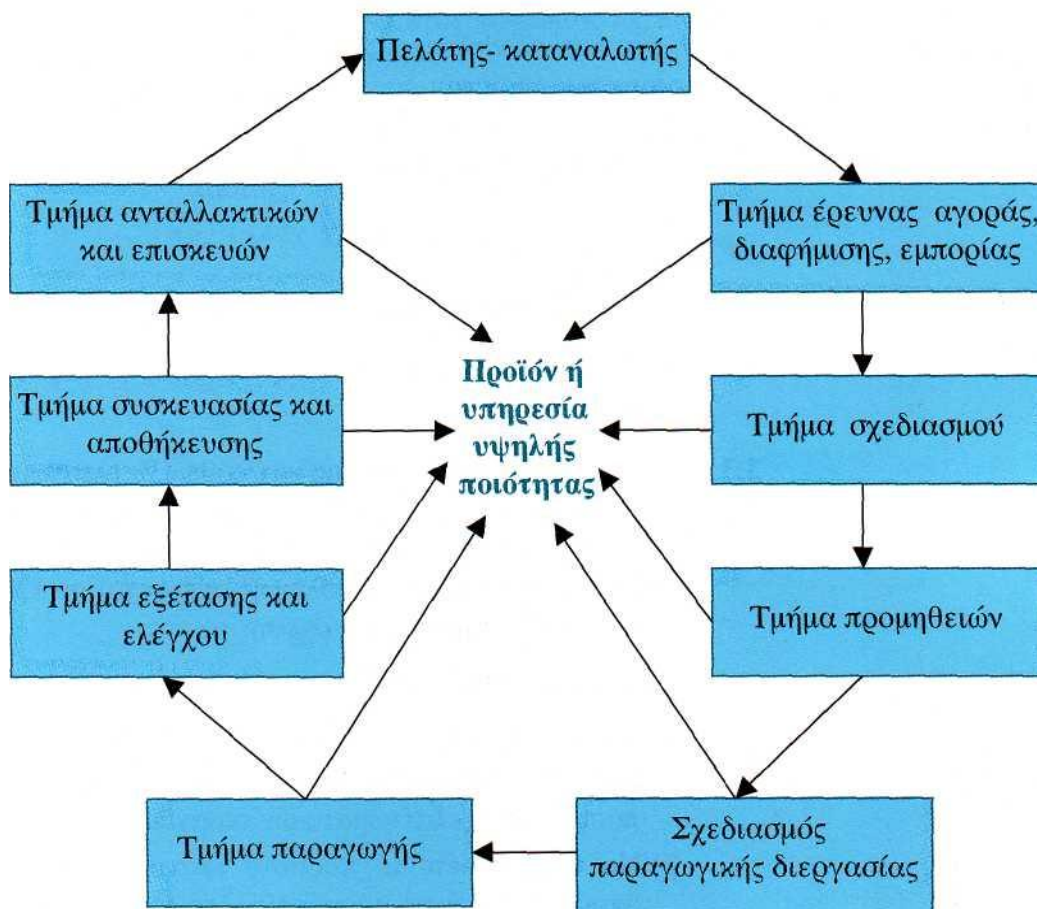
Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο επιτυχής ποιοτικός έλεγχος έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την αύξηση της ποιότητας αλλά και την αύξηση της παραγωγικότητας. Συνεπώς, τα παραγόμενα προϊόντα καθίστανται πλέον ανταγωνιστικά έτσι, ώστε να κατακτούν νέες αγορές και νέους πελάτες.

### **Υπεύθυνοι ποιότητας**

Η ποιότητα ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας δεν αποτελεί ευθύνη κάποιου συγκεκριμένου ανθρώπου ή κάποιου τομέα της επιχείρησης. Όλοι οι εργαζόμενοι εντός της επιχείρησης αλλά και εκτός αυτής μπορούν να συνεισφέρουν στη βελτίωση της ποιότητας. Η ευθύνη για την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων ξεκινά από τη στιγμή που το τμήμα έρευνας της αγοράς προσδιορίζει τις απαιτήσεις του

πιθανού καταναλωτή και τελειώνει τη στιγμή που ο καταναλωτής που θα χρησιμοποιήσει το προϊόν ή την υπηρεσία θα μείνει απόλυτα ικανοποιημένος.

Στο σχήμα 9.2, μπορούμε να δούμε ποια τμήματα είναι υπεύθυνα για την ποιότητα.



Σχήμα 9.2 τμήματα υπεύθυνα για την ποιότητα

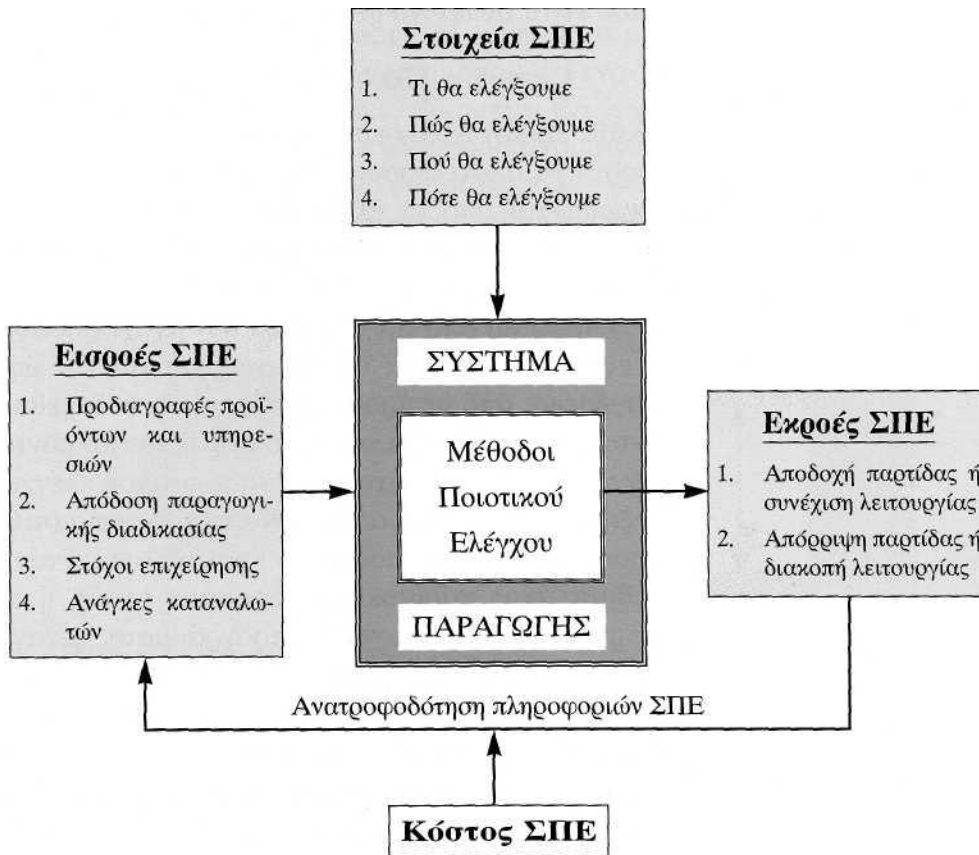
Τα διάφορα τμήματα της επιχείρησης τα οποία έχουν και πρέπει να έχουν γνώμη και να συνεισφέρουν στη βελτίωση της ποιότητας παρουσιάζονται στο σχήμα 9.2. Τα διάφορα τμήματα τοποθετούνται με τη σειρά που βρίσκονται στην παραγωγική διαδικασία με τον πελάτη-καταναλωτή στην κορυφή σε σχήμα κλειστού κύκλου. Ο πελάτης-καταναλωτής είναι ο τελικός αποδέκτης του προϊόντος -

υπηρεσίας αλλά και εκείνος που θα τροφοδοτήσει το σύστημα με τις κατάλληλες πληροφορίες σε σχέση με τις απαιτήσεις ποιότητας που έχει θέσει για το συγκεκριμένο προϊόν ή υπηρεσία.

Τη συνολική ευθύνη όλων των τμημάτων ενός παραγωγικού συστήματος κατέχει ο διευθυντής παραγωγής. Έτσι, αυτός ασκεί και τη συνολική εποπτεία του ελέγχου ποιότητας. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να διαθέτει γνώση των τεχνικών ελέγχου και βελτίωσης ποιότητας. Ένα μεγάλο μέρος των δραστηριοτήτων του διευθυντή παραγωγής θα πρέπει να είναι αφιερωμένο στον έλεγχο και στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων και των προσφερόμενων υπηρεσιών.

### **Συστήματα ποιοτικού ελέγχου**

Το σύστημα ποιοτικού ελέγχου (ΣΠΕ) θα εξεταστεί ως ένα απαραίτητο τμήμα του συστήματος παραγωγής. Στο σχήμα 9.3 παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας του ΣΠΕ στο σύστημα παραγωγής.



Σχήμα 9.3 τρόπος λειτουργίας ΣΠΕ

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να καθοριστεί σε ένα σύστημα ποιοτικού ελέγχου είναι ο τρόπος λειτουργίας του, δηλαδή εκείνα τα στοιχεία του ΣΠΕ που καθορίζουν τις ιδιότητες, τα σημεία, τον τρόπο και το χρόνο στον οποίο θα γίνει ο έλεγχος σε ένα σύστημα παραγωγής. Κατόπιν, θα πρέπει να γίνει η σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις ισχύουσες προδιαγραφές και θα καταλήξουμε είτε στην απόρριψη ή είτε στην αποδοχή της παρτίδας, στη διακοπή ή στη συνέχιση της λειτουργίας της παραγωγικής διαδικασίας.

Μία σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι και το κόστος του ΣΠΕ το οποίο θα πρέπει να ελαχιστοποιείται, εξασφαλίζοντας την επιθυμητή ποιότητα. Οι εκροές του ΣΠΕ και οι πληροφορίες κόστους θα πρέπει



να βρίσκονται σε συνεχή ανατροφοδότηση (feedback) έτσι, ώστε να τροποποιούν τις εισροές, επιτυγχάνοντας την ποιότητα εκείνη που είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές, με το ελάχιστο κόστος.

### **3 Στοιχεία ποιοτικού ελέγχου**

Κάθε προϊόν ή υπηρεσία διαθέτει ένα πλήθος χαρακτηριστικών τα οποία μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενα ποιοτικού ελέγχου. Έτσι μία αντλία περιγράφεται από τα υλικά κατασκευής, από την ισχύ του κινητήρα, το μανομετρικό ύψος που προσφέρει, το είδος των υγρών που μπορεί να αντλήσει κλπ. Επίσης, η υπηρεσία που προσφέρεται από ένα γραφείο ταξιδιών χαρακτηρίζεται από την ακρίβεια των αναχωρήσεων και των αφίξεων, από την εξυπηρέτηση κατά την αναχώρηση και την άφιξη, από το είδος των ξεναγήσεων, από τις προδιαγραφές του ξενοδοχείου διαμονής κλπ. Καθένα από τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες του προϊόντος ή της υπηρεσίας μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενα ποιοτικού ελέγχου. Η επιλογή του τι *θα ελέγξουμε* καθορίζεται από εκείνα τα χαρακτηριστικά τα οποία θεωρούνται κρίσιμα για την ικανοποίηση του καταναλωτή ή του πελάτη. Έτσι, η περιεκτικότητα ενός φάρμακου σε δραστική ουσία, η διάμετρος των εμβόλων μίας μηχανής, η εφαρμογή του προγράμματος ξεναγήσεων κλπ. είναι χαρακτηριστικά τα οποία θα πρέπει να εμπίπτουν εντός σαφώς καθορισμένων ορίων. Εάν το προϊόν βρίσκεται εντός των ορίων, κρίνεται αποδεκτό, ενώ εάν βρίσκεται εκτός, θεωρείται απαράδεκτο και απορρίπτεται.

Έχοντας επιλέξει εκείνα τα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες που κρίνονται βασικά για τον προσδιορισμό της ποιότητας του προϊόντος και της

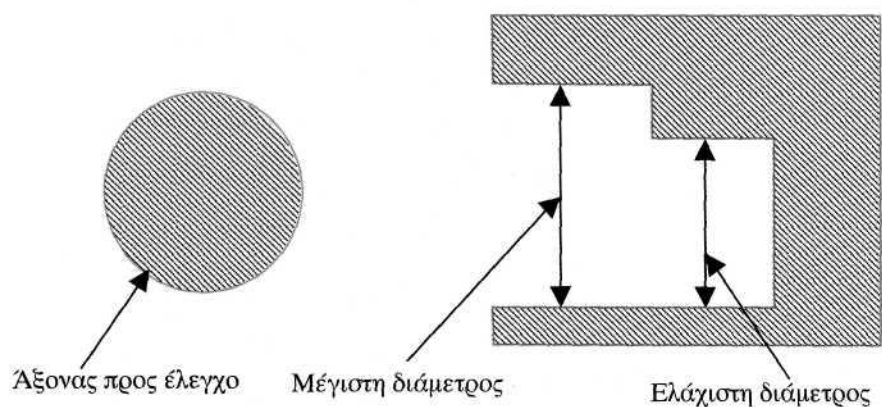
υπηρεσίας θα πρέπει να επιλεγεί το είδος και η μέθοδος με την οποία θα γίνει ο έλεγχος. Τα χαρακτηριστικά που εξετάζουμε είναι δυο ειδών.

• Χαρακτηριστικά τα οποία λαμβάνουν διάφορες τιμές και ονομάζονται μεταβλητές (variables), όπως είναι το βάρος ενός εξαρτήματος ή η διάμετρος ενός άξονα.

• Χαρακτηριστικά που είτε ενυπάρχουν στα προϊόντα είτε όχι και τα οποία ονομάζονται ιδιότητες (attributes). Για παράδειγμα, μία λάμπα φωτισμού ή ένα δρόπανο είτε λειτουργεί είτε όχι.

Είναι εύκολα κατανοητό ότι ο έλεγχος με μεταβλητές είναι πλέον δαπανηρός και απαιτεί λεπτομερή έλεγχο και ακρίβεια σε σχέση με τον έλεγχο με ιδιότητες. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις, παρά το γεγονός ότι τα χαρακτηριστικά μπορούν να μετρηθούν με μεταβλητές επιλέγεται ο τρόπος μέτρησης με ιδιότητες.

Έτσι, αν για παράδειγμα θέλουμε να μετρήσουμε τη διάμετρο ενός εξαρτήματος, η οποία μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης τιμής, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας ελεγκτής μήκους ο οποίος θα ελέγχει το αν το εξάρτημα βρίσκεται εντός των προδιαγραφών, (σχήμα 9.4). Εάν βρίσκεται εντός προδιαγραφών, θα περνά τον έλεγχο, ενώ αν όχι, θα απορρίπτεται. Τέτοιοι ελεγκτές είναι συνήθως ιδιοσυσκευές που κατασκευάζονται για τον συγκεκριμένο έλεγχο.



Σχήμα 9.4 ελεγκτής μήκους

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να εφαρμόσουμε έλεγχο ιδιοτήτων για μετρήσεις ελέγχου ποιότητας στον τομέα υπηρεσιών. Για παράδειγμα, μπορούμε να θέσουμε ένα όριο ικανοποιητικής προσφοράς μίας υπηρεσίας έναν ορισμένο χρόνο. Έτσι, εάν η υπηρεσία εκτελείται μέσα σε μικρότερο από το όριο χρόνο, θα θεωρείται ικανοποιητική διαφορετικά θα θεωρείται μη ικανοποιητική.

Ο τρόπος τώρα με τον οποίο θα διεξαχθεί η μέτρηση εξαρτάται από το προς μέτρηση χαρακτηριστικό, την ακρίβεια που επιθυμούμε και το κόστος που είμαστε διατεθειμένοι να διαθέσουμε.

Το πότε θα ελέγξουμε ένα προϊόν θεωρείται πολύ σημαντικό, διότι καθορίζει τη μέθοδο ποιοτικού ελέγχου που θα χρησιμοποιηθεί. Ο έλεγχος μπορεί να γίνει είτε κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, οπότε έχουμε έλεγχο παραγωγικής διαδικασίας (process control), είτε κατά την ολοκλήρωση της παραγωγής μίας συγκεκριμένης παρτίδας, οπότε έχουμε δειγματοληψία αποδοχής (acceptance sampling).

Γενικά, η διαδικασία ελέγχου παραγωγής προτιμάται, όταν:

- Το κόστος ελέγχου ανά μονάδα είναι χαμηλό.
- Ο έλεγχος δεν αλλοιώνει ούτε καταστρέφει το προϊόν.
- Η προώθηση στην αγορά ελαττωματικών προϊόντων προκαλεί σοβαρές συνέπειες για την επιχείρηση.
- Η παραγωγική διαδικασία μπορεί να διακοπεί και να τροποποιηθεί χωρίς μεγάλο κόστος.

Εάν δεν συντρέχουν οι παραπάνω λόγοι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαδικασία της δειγματοληψίας αποδοχής. Η μέθοδος εφαρμόζεται, όταν:

- Το κόστος ελέγχου ανά μονάδα είναι υψηλό.
- Η διάθεση ελαττωματικών προϊόντων στην αγορά δεν προκαλεί σοβαρές συνέπειες για την επιχείρηση και τους καταναλωτές.
- Η διαδικασία ελέγχου είναι καταστρεπτική.

Η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει ένα σύνολο μετασχηματισμών σε διαφορετικές θέσεις στο ίδιο ή σε διαφορετικά κτίρια. Έτσι τίθεται το εξής ερώτημα: σε ποιο σημείο ή σημεία θα γίνει ο έλεγχος ποιότητας;

Οι εισερχόμενες πρώτες ύλες μπορούν να ελεγχθούν στα σημεία αποθήκευσης τους ή στα σημεία εισαγωγής τους. Από τη στιγμή, όμως, που αυτές θα εισέλθουν στο σύστημα παραγωγής και θα αρχίσουν να υφίστανται τους διάφορους μετασχηματισμούς και επεξεργασίες, οι θέσεις ποιοτικού ελέγχου εξαρτώνται από τη χωροταξική διάταξη του συστήματος παραγωγή και το είδος του ελέγχου που θα εφαρμοστεί.

Έτσι, σε συστήματα παραγωγής συνεχούς ροής οι σταθμοί ελέγχου τοποθετούνται κατά μήκος της γραμμής παραγωγής και η εξέταση γίνεται έπειτα από επεξεργασίες που θεωρούνται καθοριστικές για την ποιότητα του προϊόντος. Για παράδειγμα, σε μία βιομηχανία παραγωγής αυτοκινήτων ο ποιοτικός έλεγχος θα γίνει έπειτα από τη συναρμολόγηση βασικών τμημάτων του αυτοκινήτου έτσι, ώστε το προϊόν να είναι λειτουργικό.

Σε συστήματα παραγωγής κατά παραγγελία, ο έλεγχος γίνεται σε διαφορετικές θέσεις κατά τη διάρκεια της παραγωγής του προϊόντος από ελεγκτές που μετακινούνται. Τέλος, σε συστήματα παραγωγής έργου, ο έλεγχος γίνεται στο σημείο που κατασκευάζεται το έργο.

Οι έλεγχοι των δειγμάτων μπορούν να γίνουν μέσα στο ίδιο το σύστημα παραγωγής, εφόσον διατίθεται ο σχετικός εξοπλισμός, ή σε εξειδικευμένα εργαστήρια. Πάντως θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος επένδυσης για την αγορά εξοπλισμού για την εκτέλεση των ελέγχων. Ίσως, να συμφέρει περισσότερο, όσον αφορά το κόστος, οι έλεγχοι να γίνονται σε εξωτερικά εξειδικευμένα εργαστήρια, τα οποία προσφέρουν την πιστοποίηση της ποιότητας του προϊόντος .

Οι θέσεις ελέγχου επιλέγονται γενικά πριν από διεργασίες οι οποίες δεν μπορούν να αντιστραφούν έτσι, ώστε το πρόβλημα να επιλυθεί πριν την παραγωγή προϊόντος που θα είναι άχρηστο και δεν θα επιδέχεται επιδιόρθωση.

Γενικά, οι θέσεις ελέγχου αποτελούν ένα ακόμη οικονομικό πρόβλημα αριστοποίησης κόστους ελέγχων και κόστους παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων.

#### **4 Σχεδιασμός και παραγωγή ποιοτικών προϊόντων**

Ο σχεδιαστής ενός προϊόντος θα πρέπει να αποφασίσει σχετικά με τις απαιτήσεις ποιότητας του τελικού προϊόντος. Για μία ορθή εκτίμηση πρέπει να γνωρίζει τα εξής:

- Û Την ποιότητα που απαιτεί ο καταναλωτής και η αγορά τόσο ως προς τα φυσικά χαρακτηριστικά του προϊόντος όσο και ως προς τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του.
- Û Την τιμή στην οποία θα διατίθεται το προϊόν, προκειμένου να παρουσιάζει ικανοποιητικές πωλήσεις.
- Û Τον χρόνο διάθεσης του προϊόντος.
- Û Την ικανότητα της παραγωγικής διαδικασίας να παράγει το συγκεκριμένο προϊόν.
- Û Την ικανότητα αξιολόγησης και ελέγχου της ποιότητας του προϊόντος.

Με βάση τις προηγούμενες πληροφορίες ο σχεδιαστής θα σχεδιάσει το προϊόν, θα απαιτήσει τις απαραίτητες εγκαταστάσεις, τον κατάλληλο εξοπλισμό και θα ορίσει τις πρώτες ύλες που θα χρησιμοποιηθούν.

Ακολούθως, ο κατασκευαστής θα πρέπει να ακολουθήσει την παρακάτω πορεία:

- Û Επιλογή της κατάλληλης μεθόδου παραγωγής του προϊόντος. Η παραγωγή θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν απλή και γρήγορη, χωρίς αυτό να αποβαίνει εις βάρος της ποιότητας του προϊόντος.
- Û Προμήθεια του κατάλληλου εξοπλισμού για την παραγωγή του προϊόντος.
- Û Προμήθεια των κατάλληλων πρώτων υλών.

Û Πρόσληψη του απαιτούμενου εκπαιδευμένου εργατικού δυναμικού.

Û Εγκατάσταση του κατάλληλου συστήματος ποιοτικού ελέγχου. Είναι αδύνατη η 100% παραγωγή ποιοτικών προϊόντων, όσο καλά και αν έχει σχεδιαστεί και παραχθεί το προϊόν. Τυχαία σφάλματα οδηγούν στην παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων, τα οποία θα πρέπει να εντοπιστούν και να αποσυρθούν, πριν φτάσουν στον καταναλωτή.

Έτσι, ο ρόλος του συστήματος και των μεθόδων ποιοτικού ελέγχου γίνεται κυρίαρχος για τη διάθεση ποιοτικών προϊόντων στην αγορά.

### **Συχνότητα ποιοτικού ελέγχου**

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω σχετικά με το κόστος ποιοτικού ελέγχου, η συχνότητα των ελέγχων συνιστά άλλο ένα πρόβλημα αριστοποίησης του κόστους των ελέγχων και του κόστους παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων. Έτσι, αν οι έλεγχοι γίνονται συχνά, περιορίζεται το κόστος παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων, αλλά αυξάνεται το κόστος ελέγχου. Αν οι έλεγχοι διεξάγονται κατά αραιά χρονικά διαστήματα το κόστος παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων αυξάνεται και το κόστος ελέγχου ελαττώνεται. Έτσι το ζητούμενο είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους που προκύπτει από τον έλεγχο και τα ελαττωματικά προϊόντα.

Συνεπώς το συνολικό κόστος (total cost)  $TQ$ , θα είναι το κόστος ελέγχου (inspection cost)  $Q_i$  και το κόστος ελαττωματικών  $Q_d$ . Δηλαδή:

$$TQ = Q_i + Q_d$$

Το κόστος ελέγχου που γίνεται σε ορισμένο χρόνο λειτουργίας του συστήματος καθορίζεται από το κόστος ανά μονάδα προϊόντος που ελέγχεται" καθορίζεται, δηλαδή, από τη χρονική διάρκεια που απαιτείται για κάθε

παρέμβαση και τον αριθμό τεμαχίων που ελέγχονται κάθε φορά, έστω  $C_i(t_i)$  το κόστος ελέγχου ανά εξέταση σε χρόνο  $t_i$ .

Το συνολικό κόστος ελαττωματικών επηρεάζεται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- ü Από το χρόνο αξιοπιστίας  $T$ , δηλαδή το χρόνο ομαλής λειτουργίας του συστήματος παραγωγής· με άλλα λόγια, από χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών βλαβών.
- ü Από το χρόνο αντίδρασης  $t_A$ , δηλαδή το χρόνο που μεσολαβούν από την ανακάλυψη του προβλήματος που προκαλεί τα ελαττώματα μέχρι την επίλυση του προβλήματος.
- ü Από το κόστος ελέγχου  $C_i$ .
- ü Από το κόστος παραγωγής, δηλαδή το κόστος που δημιουργεί η παραγωγή των ελαττωματικών προϊόντων το οποίο εκφράζεται σε κόστος ανά ώρα  $C_d$ .

Ο αναλυτικός προσδιορισμός του συνολικού κόστους ποιότητας μπορεί να γίνει με τις εξής παραδοχές:

- ü Ο χρόνος ανακάλυψης ενός ελαττωματικού προϊόντος θα είναι  $t_i/2$ .
- ü Για το χρονικό διάστημα που ακολουθεί την εμφάνιση του ελαττωματικού  $t_i/2$  και το χρόνο αντίδρασης  $t_A$ , δηλαδή  $t_i/2+t_A$ , θα παράγονται ελαττωματικά κομμάτια.



Σύμφωνα με τα παραπάνω, θα ισχύει:

Κόστος ελέγχου για χρόνο  $T$ ,

$$Q_i = (\text{κόστος ελέγχου ανά εξέταση}) \times (\text{αριθμός εξετάσεων})$$

$$\text{δηλαδή } Q_i = C_i \frac{T}{t_i}$$

Κόστος ελαττωματικών για χρόνο  $T$ :

$T = (\text{κόστος παραγωγής ανά ώρα}) \times (\text{χρόνος παραγωγής ελαττωματικών})$  ή

$$Q_d = C_d \left( \frac{t_i}{2} + t_A \right)$$

Εάν θέλουμε να υπολογίσουμε τον άριστο χρόνο ελέγχου  $t_{opt}$  οποίος καθιστά τη συνάρτηση του ολικού κόστους ποιοτικού ελέγχου ελάχιστη, αρκεί να θέσουμε την πρώτη παράγωγο της συνάρτησης ίση με το μηδέν.

$$\text{Συνεπώς θα ισχύει: } \frac{d(TQ)}{dt_i} = 0 \Rightarrow \frac{d \left( c_i \frac{T}{t_i} + c_d \frac{t_i}{2} + c_d g_A \right)}{d g_i} = 0$$

$$\Rightarrow -c_i \frac{T}{t_i^2} + \frac{c_d}{2} = 0 \Rightarrow t_{opt} = \sqrt{\frac{2g_i g T}{c_d}}$$

## 5 Αξιοπιστία-ολικός ποιοτικός έλεγχος

Τα προϊόντα ενός συστήματος παραγωγής πρέπει να λειτουργούν σωστά και να αποδίδουν στις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται, όχι μόνο στα αρχικά στάδια της λειτουργίας τους αλλά και σε μία μεγάλη διάρκεια χρόνου, ώστε να ικανοποιούν το λογικό καταναλωτή. Με απλά λόγια, αξιοπιστία (reliability) είναι η ικανότητα ενός προϊόντος να διατηρεί την ποιότητα του για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Όλα τα προϊόντα, όσο αξιόπιστα και αν είναι, θα εμφανίσουν βλάβη κάποια χρονική

στιγμή. Έτσι ο όρος αξιοπιστία έχει στατιστική σημασία. Συνεπώς, η αξιοπιστία μπορεί να οριστεί και ως η πιθανότητα ένα προϊόν να εκτελεί τις λειτουργίες τον ικανοποιητικά για ένα συγκεκριμένο, προκαθορισμένο χρονικό διάστημα κάτω από ορισμένες συνθήκες περιβάλλοντος. Απ' αυτόν τον ορισμό προκύπτει ότι η αξιοπιστία συνδέεται με τέσσερις παραμέτρους, την τιμή της αξιοπιστίας, τις λειτουργίες του προϊόντος, τη χρονική διάρκεια κατά την οποία λειτουργεί αξιόπιστα, και το περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί το προϊόν.

Ας εξετάσουμε αυτές τις παραμέτρους αναλυτικότερα. Η τιμή της αξιοπιστίας, όπως αναφέρθηκε, εκφράζει πιθανότητα. Έτσι, λαμβάνει τιμές από 0,0-1,0. Αξιοπιστία 0,987 για μία τηλεόραση που παράγεται από μία μονάδα παραγωγής σημαίνει ότι από τις 1000 τηλεοράσεις που παράγονται οι 987 θα λειτουργούν για την προκαθορισμένη χρονική περίοδο σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους, ενώ οι 13 τηλεοράσεις θα παρουσιάσουν βλάβη πριν από την προκαθορισμένη χρονική περίοδο, δηλαδή:

$$Axiopistia = R(t) = \frac{AriqmoV\ proion\ twn\ meta\ apo\ cronos\ t}{\Sigma unol\ ikoV\ ariqmoV\ proiontwn\ pou\ el\ egqhkan}$$

Η δεύτερη παράμετρος αναφέρεται στη λειτουργία ή τις λειτουργίες, τις οποίες προορίζεται να εκτελέσει το παραγόμενο προϊόν. Κάθε προϊόν κατασκευάζεται, για να έχει συγκεκριμένες εφαρμογές. Για παράδειγμα, ένα δρόπανο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία οπών και όχι για την κοπή σιδερών. Ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας χρησιμοποιείται για το φωτισμό ενός χώρου και όχι για τη θέρμανση του.

Η διάρκεια αξιόπιστης λειτουργίας είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο το προϊόν λειτουργεί συμφωνά με τις προδιαγραφές του. Ένας τροχός

λείανσης λειτουργεί αξιόπιστα για ορισμένες ώρες λειτουργίας. Ένας λαμπτήρας έχει μία ορισμένη διάρκεια ζωής σε ώρες κλπ.

Η τελευταία παράμετρος αναφέρεται στις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο λειτουργεί το προϊόν. Κάθε προϊόν είναι κατασκευασμένο, έτσι ώστε να λειτουργεί σε ορισμένες συνθήκες. Ένας τροχός κοπής που λειτουργεί στα 220 V δε θα λειτουργήσει ικανοποιητικά σε δίκτυο με 110 V. Μία αντλία από χυτοσίδηρο, που μεταφέρει πόσιμο νερό δε θα εξακολουθήσει, να λειτουργεί για πολύ εάν μεταφέρεται μ' αυτή θαλασσινό νερό.

### **Παράγοντες που επιδρούν στην αξιοπιστία του προϊόντος**

Ο σχεδιασμός και η παραγωγή ενός αξιόπιστου προϊόντος δεν είναι κάτι που γίνεται στην τύχη. Έχει συγκεκριμένες πρακτικές και διαστάσεις, τις οποίες θα πρέπει να λαμβάνουν υπ όψιν τους ο σχεδιαστής και ο παραγωγός στο στάδιο του σχεδιασμού αλλά και στην κατασκευή του συγκεκριμένου προϊόντος. Η ποικιλία των προϊόντων είναι τόσο μεγάλη και οι επιλογές του καταναλωτή τόσο πολλές, ώστε για να μπορέσει ένα προϊόν να επικρατήσει στην ανταγωνιστική αγορά, θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλή αξιοπιστία. Η πολυπλοκότητα και η αυτοματοποίηση των λειτουργιών των παραγόμενων προϊόντων απαιτούν υψηλή αξιοπιστία. Οι παράμετροι που θα πρέπει να λαμβάνονται υπ'όψιν κατά το σχεδιασμό και την παραγωγή του προϊόντος είναι :

- Χρησιμοποίηση αξιόπιστων εξαρτημάτων. Τα προϊόντα αποτελούνται από εξαρτήματα τα οποία είτε παράγονται από την ίδια εταιρεία είτε η εταιρεία τα προμηθεύεται από άλλους κατασκευαστές. Θα πρέπει να διεξάγεται αυστηρός έλεγχος της ποιότητας των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται και θα πρέπει να επιλέγονται τα πλέον αξιόπιστα απ'

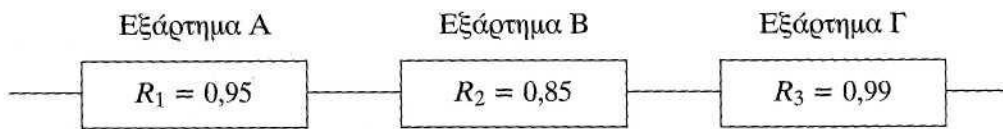
αυτά. Πολλές φορές, για την αύξηση της αξιοπιστίας του προϊόντος μπορεί να χρησιμοποιηθούν εξαρτήματα με διαφορετικές ονομαστικές τιμές ιδιοτήτων και χαρακτηριστικών απ' αυτά που απαιτούνται. Για παράδειγμα, ένα αντλητικό συγκρότημα που λειτουργεί ικανοποιητικά αλλά κοντά στα όρια του με κινητήρα ισχύος 74 KW, αναμένεται να έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αν χρησιμοποιηθεί κινητήρας μεγαλύτερης ισχύος που δε θα λειτουργεί στα όρια της ονομαστικής του ισχύος. Αν χρησιμοποιηθεί π.χ. κινητήρας με ονομαστική ισχύ 85 KW.

Ü Χρησιμοποίηση όσο το δυνατό λιγότερων εξαρτημάτων. Είναι λογικό ένα προϊόν να λειτουργεί ικανοποιητικά, στο βαθμό που όλα τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται λειτουργούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους. Όσο περισσότερα είναι τα εξαρτήματα, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα κάποιο απ' αυτά να υποστεί βλάβη και συνεπώς το προϊόν να πάψει να λειτουργεί. Ο τρόπος με τον οποίο διατάσσονται τα εξαρτήματα καθορίζει και την αξιοπιστία του προϊόντος, του συστήματος. Τα εξαρτήματα μπορούν να διαταχθούν σε σειρά, παράλληλα ή συνδυαστικά από τα οποία αποτελείται λειτουργούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές τους.

Όταν τα εξαρτήματα διατάσσονται σε σειρά, η αξιοπιστία του συστήματος  $R_s$  είναι το γινόμενο της αξιοπιστίας των επιμέρους εξαρτημάτων. Έτσι, η αξιοπιστία του συστήματος που αποτελείται από τα τρία εξαρτήματα, σχήμα 9.5, η αξιοπιστία του είναι.

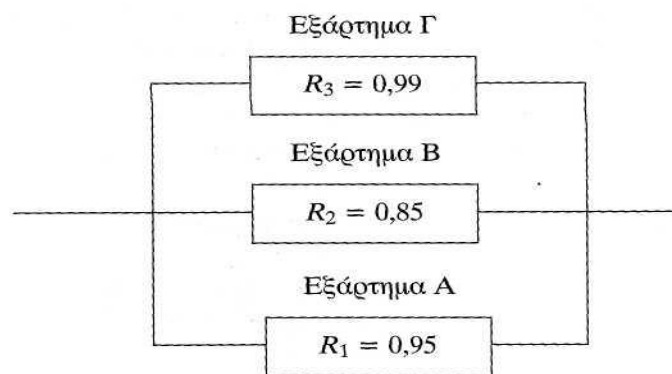
$$R_s = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 = 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,99 = 0,80 \quad (\text{σχέση 9.1})$$

Όσο αυξάνει ο αριθμός των εξαρτημάτων που είναι στη σειρά συνδεδεμένα, η αξιοπιστία του συστήματος ελαττώνεται όπως φαίνεται και στο σχήμα 9.5.



Σχήμα 9.5 αξιοπιστία εξαρτημάτων συνδεδεμένων σε σειρά

Εάν τα εξαρτήματα είναι συνδεδεμένα παράλληλα, (σχήμα 9.5), τότε μία βλάβη στο ένα εξάρτημα δε σημαίνει ότι το σύστημα θα σταματήσει να λειτουργεί. Για να διακοπεί η λειτουργία του συστήματος, θα πρέπει όλα τα παράλληλα εξαρτήματα να σταματήσουν να λειτουργούν. Αν ορίσουμε  $I-R$  την πιθανότητα μη ομαλής λειτουργίας, τότε η πιθανότητα μη ομαλής λειτουργίας τού συστήματος είναι ίση με το γινόμενο των πιθανοτήτων της ομαλής λειτουργίας των εξαρτημάτων.



Σχήμα 9.6 αξιοπιστία εξαρτημάτων συνδεδεμένων παράλληλα

Για το σχήμα 9.5 ισχύει από τη σχέση 8.1 ότι:

$$(1 - R_s) = (1 - R_1)g(1 - R_2)g(1 - R_3) = (1 - 0,95)g(1 - 0,85)g(1 - 0,99) = \boxed{7,5g10^{-5}}$$

$$\text{Άρα και } R_s = 1 - 7,5 \times 10^{-5} = \boxed{0,999925}.$$

Από το αποτέλεσμα διαπιστώνεται ότι η αξιοπιστία του είναι μεγαλύτερη από την αξιοπιστία των εξαρτημάτων.

Εάν έχουμε συνδυασμό εξαρτημάτων παράλληλων και σε σειρά, τότε πρώτα υπολογίζουμε την αξιοπιστία των παράλληλων εξαρτήματα και μετά όλων των υπόλοιπων σε σειρά.

**Ϊ Σχεδιασμός:** Ο σχεδιασμός ενός προϊόντος αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο καθορισμού της αξιοπιστίας του. Ο σχεδιασμός ενός πολύπλοκου προϊόντος με πλήθος εξαρτημάτων σε σειρά μειώνει την αξιοπιστία του, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Αντίθετα η χρησιμοποίηση παράλληλων εξαρτημάτων αυξάνει την αξιοπιστία του προϊόντος. Πολλές φορές, κρίνεται σκόπιμη η χρησιμοποίηση φτηνών παράλληλων εξαρτημάτων παρά ενός μοναδικού ακριβού εξαρτήματος. Η χρησιμοποίηση, επίσης, εξαρτημάτων με μεγάλο συντελεστή ασφαλείας αυξάνει την αξιοπιστία του προϊόντος, στο βαθμό που αυτό δεν έχει σημαντική επιβάρυνση στο κόστος παραγωγής του. Κατά το στάδιο του σχεδιασμού, πάντα θα πρέπει να λαμβάνονται υπ όψιν οι απαιτήσεις συντήρησης και αλλαγής εξαρτημάτων που πιθανώς θα προκύψουν κατά τη διάρκεια ζωής του προϊόντος.

**Ϋ Συντήρηση:** Η σωστή συντήρηση που πραγματοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή αυξάνει το χρόνο αξιόπιστης λειτουργίας του συγκεκριμένου προϊόντος. Εάν η συντήρηση γίνεται από τον καταναλωτή και όχι από εξειδικευμένους τεχνίτες, θα πρέπει να είναι απλή και να υπάρχουν σαφείς ενδείξεις του χρόνου κατά τον οποίο απαιτείται να γίνει, όπως ενεργοποίηση μίας ένδειξης κ.λ.π.

- Ποιοτικός έλεγχος: Η εγκατάσταση ενός ικανοποιητικού συστήματος ποιοτικού ελέγχου κατά τη διάρκεια της παραγωγής του προϊόντος καθορίζει την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και συνεπώς την αξιοπιστία τους.
- Συσκευασία και μεταφορά: Όσο καλής ποιότητας και αν είναι ένα προϊόν, εάν δε συσκευασθεί κατάλληλα και δε μεταφερθεί με ασφαλή τρόπο από το σημείο παραγωγής στον καταναλωτή, υπάρχει κίνδυνος να υποστεί σοβαρές ζημιές, οι οποίες θα περιορίσουν σημαντικά την αξιοπιστία της λειτουργίας του.

## **6 Συστήματα διασφάλισης ποιότητας**

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναφέρθηκαν οι τρόποι με τους οποίους διεξάγεται ο έλεγχος της ποιότητας των προϊόντων ή των υπηρεσιών. Εκτός του ποιοτικού ελέγχου που πραγματοποιείται για την εξέταση της ποιότητας των προϊόντων, όταν αυτά έχουν παραχθεί, αναφέρθηκαν και οι μέθοδοι που εφαρμόζονται για την πρόληψη της παραγωγής προϊόντων και της προσφοράς υπηρεσιών κακής ποιότητας, όπως η μέθοδος Taguchi ή ο σχεδιασμός πειραμάτων. Όμως, κάθε επιχείρηση που στοχεύει στην παραγωγή ανταγωνιστικών προϊόντων ποιότητας, θα πρέπει να διασφαλίζει την ποιότητα τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη διασφάλιση της ποιότητας (quality assurance). Η διασφάλιση ποιότητας περιλαμβάνει όλες εκείνες τις προγραμματισμένες και συστηματικές ενέργειες που έχουν στόχο την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων και υπηρεσιών. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι σύστημα διασφάλισης ποιότητας είναι κάθε οργανωμένο σύστημα που περιλαμβάνει το

αναγκαίο προσωπικό, τον εξοπλισμό και την οργάνωση για τη διασφάλιση της ποιότητας.

Πολλές φορές, τίθεται το ερώτημα γιατί θα πρέπει να εφαρμοστεί σε μία επιχείρηση ένα σύστημα διασφάλισης ποιότητας. Στο σημείο αυτό, εκτός από την αυτονόητη απάντηση ότι αυτό μπορεί να αποτελεί απαίτηση των πελατών μας, μπορούν να αναφερθούν και άλλοι λόγοι, όπως :

- βελτίωση της απόδοσης, του συντονισμού και της αποδοτικότητας της επιχείρησης.
- Επίτευξη και διατήρηση της ποιότητας των προϊόντων.
- Αυτοπεποίθηση και άνεση στις διαπραγματεύσεις με πιθανούς πελάτες.
- Διατήρηση και ανεύρεση νέων πελατών.
- Ισότιμος ανταγωνισμός με ομοειδείς επιχειρήσεις.

### **Έλεγχος ποιότητας**

Όταν οι παράμετροι ποιότητας λάβουν ποσοτική μορφή, τότε καθίσταται εύκολος ο έλεγχος της ποιότητας με τη βοήθεια Η/Υ. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης Η/Υ για τον έλεγχο της ποιότητας είναι τα εξής:

- Αξιοπιστία ελέγχου.
- Χαμηλό κόστος ελέγχου.
- Άμεση συλλογή αποτελέσματος.
- Μεγάλη ακρίβεια.
- Αυτόματη διακρίβωση των οργάνων.



Ύ Ικανότητα διάγνωσης σε συνδυασμό με παρέμβαση στην παραγωγική διαδικασία.

Βέβαια θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η χρήση Η/Υ στον έλεγχο ποιότητας απαιτεί υψηλό κόστος επένδυσης.

### **Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής.**

Όπως έχει αναφερθεί, η παραγωγή ποιοτικώς κατάλληλων προϊόντων ξεκινά από τον κατάλληλο σχεδιασμό του προϊόντος και της παραγωγικής διαδικασίας. Όσο ο σχεδιασμός των προϊόντων και της διαδικασίας γίνεται πιο πολύπλοκος, τόσο η χρήση των Η/Υ καθίσταται απαραίτητη. Γι αυτό υπάρχουν λογισμικά πακέτα που βοηθούν στο σχεδιασμό προϊόντων και διαδικασιών. Τα συστήματα CAD, CAM, CIM, CAPP είναι μερικά από τα προγράμματα που βοηθούν σ' αυτόν τον τομέα.

Σημαντικές παράμετροι όσον αφορά στη χρήση Η/Υ στον ποιοτικό έλεγχο είναι το κόστος επένδυσης για την αγορά του εξοπλισμού και το κόστος λειτουργίας του συστήματος, προσωπικό κλπ. Έτσι, πριν από οποιαδήποτε ενέργεια, θα πρέπει να διεξαχθεί μία μελέτη σκοπιμότητας, ώστε να διασφαλιστεί η οικονομική ωφέλεια για την επιχείρηση. Ταυτόχρονα θα πρέπει να επιλεγεί ο απαιτούμενος εξοπλισμός με βάση τις μελλοντικές ανάγκες της επιχείρησης, καθώς και τα κατάλληλα λογισμικά προγράμματα. Τέλος, θα πρέπει να υπάρχει η απαιτούμενη τεχνική υποστήριξη, τόσο για τον εξοπλισμό όσο και για το λογισμικό.

Το σύστημα διασφάλισης της ποιότητας δεν οδηγεί από μόνο του στη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος της επιχείρησης. Αποτελεί το μέσο για μία συστηματική εξέταση των δραστηριοτήτων της επιχείρησης.

Κρίνεται σκόπιμο να τονιστεί η διαφορά μεταξύ των προτύπων των Συστημάτων Διασφάλισης Ποιότητας, που έχουν σχέση με τη διαχείριση της ποιότητας, και των προτύπων ποιότητας του τελικού προϊόντος, που έχουν σχέση με τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά τού συγκεκριμένου προϊόντος.

Για την ορθή και αποδοτική εφαρμογή ενός συστήματος διασφάλισης της ποιότητας, απαιτείται αποφασιστικότητα και επιμονή από τη Διοίκηση της επιχείρησης στην εφαρμογή του. Θα πρέπει να γίνει κατανοητό απ' όλους τους εμπλεκόμενους στην εφαρμογή του συστήματος, ότι η διασφάλιση της ποιότητας αποτελεί μονόδρομο για την επιβίωση της επιχείρησης. Από τη στιγμή που αυτό θα γίνει κατανοητό, θα πρέπει να συγκεντρωθούν όλες οι πληροφορίες που αφορούν στις προδιαγραφές και τα χαρακτηριστικά ποιότητας των προϊόντων, και να γίνουν γνωστές και απόλυτα κατανοητές σε αυτούς που πρόκειται να τις εφαρμόσουν. Επίσης, θα πρέπει να σχεδιασθούν όλες οι απαραίτητες ενέργειες που θα πρέπει να γίνουν από τους εμπλεκόμενους, χωρίς να υπάρχει επικάλυψη των αρμοδιοτήτων και ασάφεια στον τομέα ευθύνης κάθε τμήματος αλλά και κάθε εργαζομένου.

Οι ενέργειες διασφάλισης της ποιότητας δε γίνονται κατά τυχαίο τρόπο ούτε με το συστηματικό τρόπο τον οποίο κάθε επιχείρηση θεωρεί ως τον ορθό, αλλά καθορίζονται από κανόνες, οι οποίοι περιλαμβάνονται σε διεθνώς αποδεκτά πρότυπα, ISO 9000 κ.λ.π. Εάν δεν ακολουθηθούν οι συγκεκριμένοι κανόνες, κινδυνεύει να αποτύχει το όλο σύστημα διασφάλισης της ποιότητας, με αρνητικές οικονομικές συνέπειες για την επιχείρηση και τους ανθρώπους που εργάστηκαν για την εφαρμογή του.

Πάντως, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η εφαρμογή ενός προτύπου διασφάλισης της ποιότητας σε μία επιχείρηση δεν πρόκειται να λύσει όλα τα

προβλήματα της, ούτε απαιτεί υψηλό κόστος για την εφαρμογή του. Είναι μία ενέργεια της Διοίκησης που είναι αυτονόητη για νέες επιχειρήσεις και απαραίτητη για τη λειτουργία της στις συνθήκες έντονου ανταγωνισμού που επικρατούν στην αγορά. Η εφαρμογή των συστημάτων Διασφάλισης Ποιότητας δε θα πρέπει βέβαια να οδηγεί σε υπερβολική γραφειοκρατία και σε μειωμένη ευελιξία. Κάτι τέτοιο όχι μόνο θα περιελάμβανε υψηλό κόστος, αλλά θα οδηγούσε και σε απογοήτευση των εργαζομένων με αποτέλεσμα τη μη ορθή εφαρμογή του συστήματος.

### **Τα πρότυπα διασφάλισης ποιότητας**

Η ανάγκη υιοθέτησης κοινώς αποδεκτών προτύπων διασφάλισης ποιότητας, κυρίως για τις χώρες της Ευρώπης, και η πιστοποίηση των επιχειρήσεων με ενιαίο τρόπο, οδήγησαν στη δημιουργία των προτύπων της σειράς ISO 9000. Αυτή η σειρά των προτύπων δημιουργήθηκε από το Διεθνή Οργανισμό Προτύπων ή Τυποποίησης (International Standard Organization), του οποίου μέλη είναι εθνικοί φορείς προτύπων και τυποποίησης, και περιλαμβάνει διάφορους τομείς που έχουν ως στόχο τη δημιουργία διεθνών προτύπων, ώστε να είναι δυνατές οι διακρατικές συναλλαγές προϊόντων και υπηρεσιών.

### **Τυποποίηση**

Υπήρχε μία περίοδος, όπου δεν υπήρχαν standards για τις βίδες, τα παξιμάδια και τα σπειρώματα των βιδών. Ένας κατασκευαστής θα παρήγαγε, για παράδειγμα, βίδα με διάμετρο  $\frac{1}{2}$  της ίντσας και με 9 σπείρες ανά ίντσα, κάποιος άλλος θα χρησιμοποιούσε βίδα με 12 σπείρες ανά ίντσα. Κάποιοι σύνδεσμοι, είχαν αριστερόστροφα σπειρώματα και κάποιες φορές το προφίλ του σπειρώματος ήταν διαφορετικό. Δεν ήταν ασυνήθιστο, τα πρώτα χρόνια που ξεκίνησαν οι

αυτοκινητοβιομηχανίες, να δούμε ένα μηχανικό να βγάζει τους συνδέσμους και να τούς τοποθετεί κάπου σύμφωνα με τη σειρά που είχαν αποσυντεθεί, για να αποφύγει να τους μπερδέψει κατά τη συναρμολόγηση. Η έλλειψη των standards και της ομοιομορφίας ήταν δαπανηρή και ανεπαρκής για πολλούς λόγους. Δεν είναι παράξενο ότι κάποιοι άνθρωποι, αφού συζήτησαν και δεν κατάφερναν να βρουν ανταλλακτικό για ένα κατεστραμμένο σύνδεσμο, κάποιες φορές χρησιμοποιούσαν καλώδιο συσκευασίας για να δένουν τα εξαρτήματα μεταξύ τους.

Το standard είναι μια κατηγορία χαρακτηριστικών για εξαρτήματα, υλικά ή για μία διαδικασία. Βάση των παραπάνω, επιτυγχάνεται εφαρμογή, αποδοτικότητα και καθορισμένη ποιότητα. Ένα από τα σημαντικά οφέλη που έχουμε θέτοντας standards είναι ότι θέτουμε ένα όριο στον αριθμό των αντικειμένων με τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τέτοιο ώστε να παρέχουμε ένα φυσιολογικό κατάλογος σχεδίων, σχημάτων, μεγεθών και ποικιλίας.

Η κωδικοποίηση είναι η θέσπιση χαρακτηριστικών για την ανάλυση, το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αντικειμένου. Η πρόθεση της κωδικοποίησης είναι να επιτύχει ένα συγκεκριμένο βαθμό ασφαλείας, αξιοπιστίας και ποιότητας απόδοσης. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι οι κωδικοί ασφαλείας δεν είναι καθορισμένοι πάντα στα πλαίσια απόλυτης ασφάλειας. Για την ακρίβεια, είναι αδύνατον να επιτύχουμε την απόλυτη ασφάλεια. Κάποιες φορές συμβαίνει το απροσδόκητο. Σχεδιάζοντας ένας σχεδιαστής ένα κτίριο, ούτως ώστε να έχει αντοχή στον άνεμο μέχρι 120μίλια/ώρα, δεν σημαίνει ότι ο σχεδιαστής θεωρεί την ταχύτητα του ανέμου 140μίλια/ώρα αδύνατη να παρουσιαστεί, απλά σημαίνει ότι η συγκεκριμένη τιμή είναι αρκετά υψηλή και μας καλύπτει.

Όλοι οι οργανισμοί που παραθέτουμε παρακάτω, έχουν καθιερώσει χαρακτηριστικά για standards και ασφάλεια ή κώδικες σχεδιασμού. Το όνομα του

οργανισμού μας παρέχει στοιχεία για τη φύση του κώδικα ή των standards. Κάποια από τα standards και τους κώδικες, όπως και τις διευθύνσεις μπορούν να εντοπιστούν στις περισσότερες τεχνικές βιβλιοθήκες. Οι οργανισμοί που μας ενδιαφέρουν είναι:

- Û ΕΛ.Ο.Τ. (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης)
- Û American society for metals (ASM). Αμερικανική κοινότητα για τα μέταλλα.
- Û American society of testing and materials (ASTM). Αμερικανική κοινότητα δοκιμών και υλικών.
- Û Institute of mechanical engineers (I.Mech.E.). Ινστιτούτο μηχανικών.
- Û International standards organization (ISO). Διεθνής οργανισμός των standards.

### **Μεγέθη με βάση την τυποποίηση**

Η χρήση standard ή διαθέσιμων μεγεθών, είναι βασικός παράγοντας της μείωσης του κόστους. Ένας μηχανικός που διευκρινίζει ένα τυποποιημένο μέγεθος χαλύβδινης ράβδου τετραγωνικής διατομής 53 χιλιοστών, με βάση τα πρότυπα AISI 1020, έχει προσθέσει κάποιο κόστος παραπάνω στο προϊόν. Οι ράβδοι αυτοί, παρέχονται σε μεγέθη 50 ή 60 χιλιοστών, τα οποία είναι και τα προτεινόμενα μεγέθη αυτών, τα οποία είναι επίσης κατάλληλα για τη χρήση. Το μέγεθος των 53 χιλιοστών, μπορεί να επιτευχθεί με ειδική κατεργασία, ξεκινώντας από μία βέργα τετραγωνικής διατομής με διάμετρο 60 χιλιοστών, αλλά αυτή η προσέγγιση, αυξάνει αισθητά το κόστος κατασκευής. Για να διασφαλίσουμε ότι τηρούνται τα προκαθορισμένα μεγέθη, οι μηχανικοί σχεδιασμού πρέπει να έχουν λίστες με τα διαθέσιμα μεγέθη των συγκεκριμένων υλικών που κατεργάζονται. Αυτές οι λίστες είναι διαθέσιμες σε βιβλιοθήκες ή μπορούν να βρεθούν, άμεσα από τους προμηθευτές.

Μία περαιτέρω έρευνα, όσον αφορά την επιλογή των βέλτιστων μεγεθών, είναι απαραίτητη. Αν και συνήθως παρατίθεται μεγάλη ποικιλία μεγεθών στους

καταλόγους, συνήθως τα προϊόντα δεν είναι ετοιμοπαράδοτα σε όλες τις διαστάσεις που αναγράφονται. Κάποια προϊόντα, χρησιμοποιούνται τόσο σπάνια, σε ορισμένες διαστάσεις, που δεν συμφέρει τις εταιρίες κατασκευής να έχουν αποθεματικό, στις συγκεκριμένες διαστάσεις. Μία μαζική παραγγελία στην κατηγορία ενός από αυτά τα προϊόντα, θα έχει σαν αποτέλεσμα παραπάνω χρόνο και κόστος.

Υπάρχουν πολλά εξαρτήματα που μπορούμε να παραγγείλουμε, όπως κινητήρες, αντλίες, ρουλεμάν και σύνδεσμοι, που είναι καθορισμένα από τους σχεδιαστές. Και στην περίπτωση αυτή, πρέπει να κάνουμε μία προσπάθεια να καθορίσουμε τα εξαρτήματα που είναι ήδη διαθέσιμα. Εξαρτήματα που κατασκευάζονται και πωλούνται σε μεγάλες ποσότητες, συνήθως κοστίζουν λιγότερο από ότι αυτά που κατασκευάζονται σε ειδικές διαστάσεις. Το κόστος των ρουλεμάν, για παράδειγμα, εξαρτάται περισσότερο από την ποσότητα την παραγωγής τους από τον εκάστοτε κατασκευαστή, παρά από το μέγεθος αυτού καθεαυτού του ρουλεμάν.

# ΣΥΝΟΨΗ

## 1 Συμπεράσματα

Το βασικότερο συμπέρασμα που προκύπτει μετά την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας είναι ότι κατασκευή κάποιου εξαρτήματος σε μια παραγωγική μονάδα, είναι ένα πολύπλοκο γεγονός που απαιτεί μια σειρά διαδικασιών για την γρηγορότερη και ποιοτικότερη κατασκευή του. Οι αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς, η συνεχής αύξηση της ποιότητας, οι νέες μέθοδοι κατασκευών και η αυξανόμενη ζήτηση, επιβάλλουν ένα ευέλικτο σύστημα οργάνωσης.

Το εύρος της οργάνωσης παραγωγής το καθορίζει το είδος του έργου και οι απαιτήσεις της επιχείρησης. Σε καμιά περίπτωση όμως το κόστος της οργάνωσης παραγωγής δεν θα πρέπει να επιβαρύνει υπερβολικά το κόστος του συνολικού έργου. Η πορεία της ολυμπιακής φλόγας στην Ατλάντα στους Ολυμπιακούς του 1996 παραδείγματος χάριν ήταν ένα σημαντικό έργο. Δέκα χιλιάδες δρομείς μετέφεραν τη φλόγα για 15.000 μίλια διασχίζοντας 42 χώρες σε 84 μέρες. Χρειάστηκε πολύς χρόνος σχεδίασης του έργου αυτού, ώστε να ολοκληρωθεί με επιτυχία και χωρίς προβλήματα λαμβάνοντας υπόψη πιθανούς αστάθμητους παράγοντες. Για παράδειγμα, τα σχέδια που είχαν γίνει χρειαζόταν σε κάθε περίπτωση να συντονιστούν με τις αντίστοιχες 2.970 αστυνομικές διευθύνσεις που έπρεπε να εμπλακούν. Επιπρόσθετα, έπρεπε να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό και θέματα, όπως ο χειρισμός των ωρών υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου, τις περιπτώσεις δηλωμένων δρομέων που δεν εμφανίστηκαν όταν ήταν η σειρά τους να τρέξουν, ή οι περιπτώσεις δρομέων που δεν ήταν δυνατό να ολοκληρώσουν τη διαδρομή που είχαν να διασχίσουν. Συνολικά, εκτιμάται ότι το κόστος μεταφοράς της Ολυμπιακής Φλόγας ήταν της τάξης των \$20 εκατομμυρίων, χωρίς να περιλαμβάνονται σε αυτό το

ποσό η μεταφορά, οι υπολογιστές και ο επικοινωνιακός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την υποστήριξη του έργου.

Η πορεία που ακολουθήθηκε μπορεί να περιγραφεί σχηματικά, στο σχήμα 10.1.

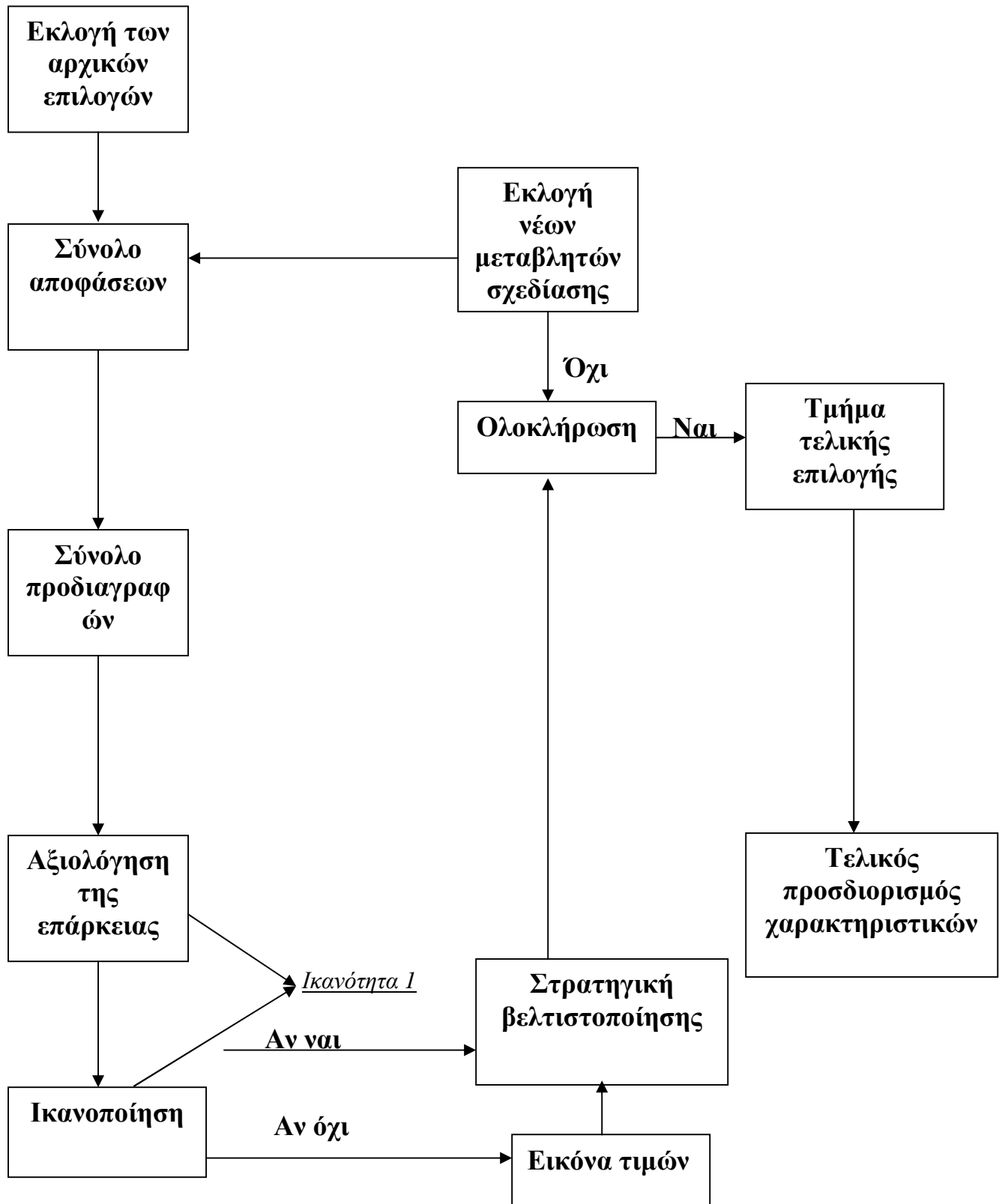
Στο σχήμα αυτό, φαίνεται πώς πρέπει να είναι η διαδικασία μέσα από την οποία θα επιλεγεί η βέλτιστη σχεδιαστικά λύση για την οποιαδήποτε κατασκευή. Στο θέμα των τμημάτων της κατασκευής μας, όπως οι κοχλίες, των οποίων η κατασκευή είναι ιδιαίτερα δαπανηρή, επιλέξαμε την αγορά τους. Βέβαια η επιλογή των κοχλιών που θα αγοραστούν, έγινε με βάση την τυποποίηση, η οποία χρησιμοποιήθηκε όπου ήταν δυνατό στα αγοραζόμενα τμήματα, για την μείωση του τελικού κόστους. Η τυποποίηση αυτή, αφορά διεθνή standards για την διασφάλιση της αξιοπιστίας της κατασκευής.

Μέσω της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας, γνωρίσαμε τη διαδικασία που ακολουθείται από το σχεδιασμό μέχρι και την οργάνωση παραγωγής, δύο εξαρτημάτων. Διαπιστώσαμε λοιπόν πόσο σημασία έχουν κάποια τμήματα στη διαδικασία.

Ξεκινήσαμε με δεδομένη την ανάγκη για την κατασκευή των δύο εξαρτημάτων μας και με δεδομένα την ισχύ του βαρούλκου.

Στη φάση του σχεδιασμού των εξαρτημάτων εκλέξαμε τις διαστάσεις με βάση την βέλτιστη λύση από πλευράς κόστους αλλά και μεγέθους έτσι ώστε να είναι χρηστικά. Επιλέξαμε τα υλικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για να είναι ασφαλής, αξιόπιστη, κατασκευάσιμη (για να μπορεί να βγει σε μαζική παραγωγή) αλλά και συμφέρουσα η κατασκευή των εξαρτημάτων αυτών.





Σχήμα 10.1 η πορεία που ακολουθήσαμε σχηματικά

Στον τομέα της κατασκευής των εξαρτημάτων, χρησιμοποιούνται σύγχρονα μέσα έτσι ώστε να έχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στην κατασκευή μας. Επίσης κατασκευάζονται φασεολόγια, για την ακριβή σειρά την οποία πρέπει να ακολουθήσει ο εκάστοτε χειριστής της εργαλειομηχανής. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, την αποφυγή σύγχυσης του χειριστή, τη μείωση του χρόνου κατασκευής του επί μέρους εξαρτήματος αλλά και την αποφυγή κατασκευής ελαττωματικών εξαρτημάτων. Που έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του κόστους (μείωση της σπατάλης του υλικού, αύξηση παραγωγικότητας, αποφυγή άσκοπων φθορών στις εργαλειομηχανές).

Τα εξαρτήματα λοιπόν που κατασκευάζονται στις εργαλειομηχανές της μονάδας παραγωγής, κατασκευάστηκαν κάτω από αυστηρές προδιαγραφές ποιότητας, έτσι ώστε να ικανοποιεί της απαιτήσεις των πελατών, να έχει ανταγωνιστικό κόστος και να παραδίδεται τη στιγμή που ζητείται.

Μεγάλη έμφαση δόθηκε στο θέμα της οργάνωσης παραγωγής. Στον τομέα αυτό μας ζητήματα, όπως η μείωση του χρόνου κατασκευής των εξαρτημάτων, ο υπολογισμός του απαιτούμενου χρόνου παραγωγής για κάθε εξάρτημα βρήκαν απαντήσεις. Οι υπολογισμοί αυτοί είναι απαραίτητοι για την επίτευξη της επιθυμητή παραγωγή. Για τον υπολογισμό του χρόνου κατασκευής, χρησιμοποιήθηκε και ο τρόπος της χρονομέτρησης, που παρέχει την πιο ρεαλιστική εικόνα του χρόνου που χρειάζεται.

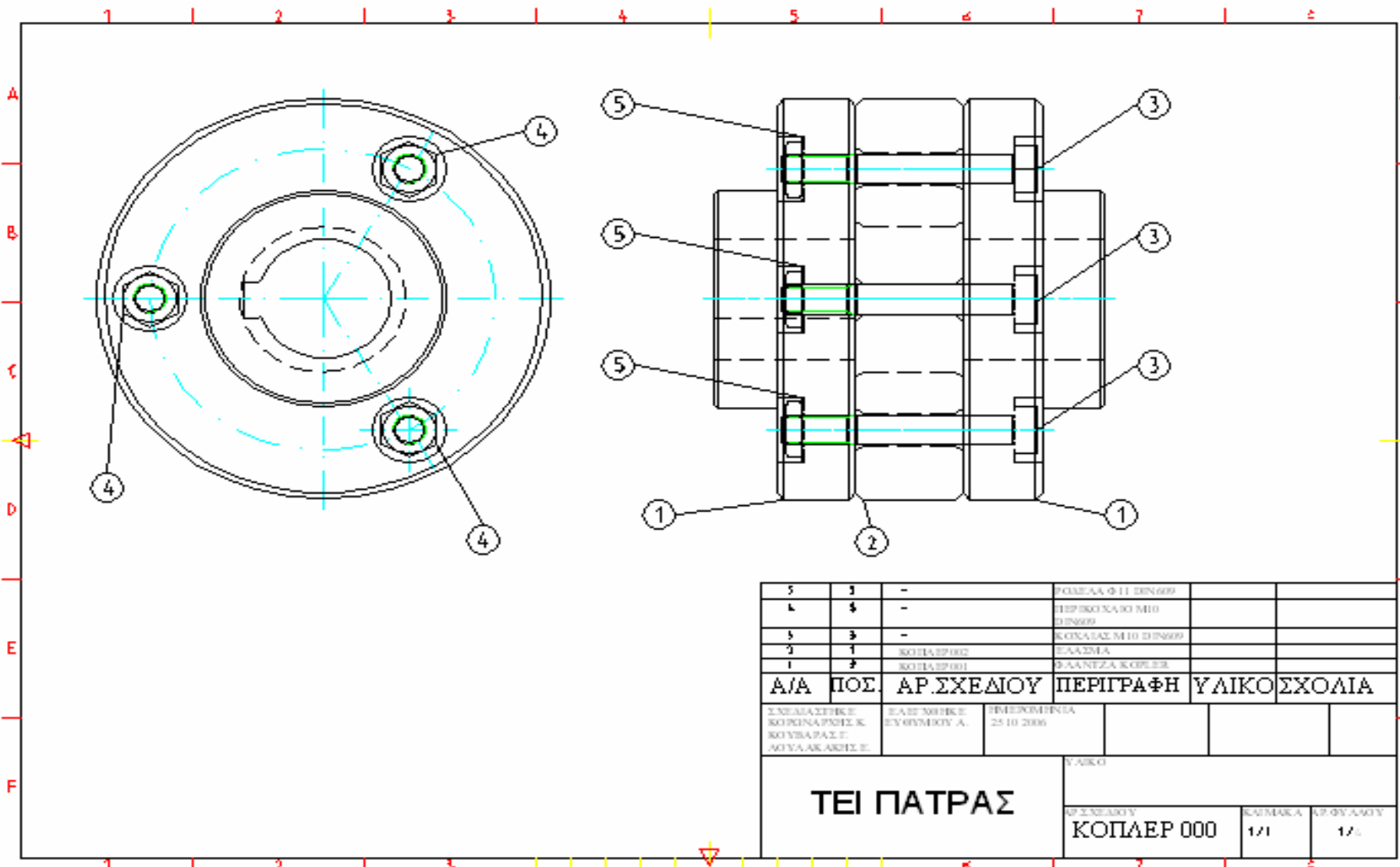
Το κεφάλαιο της οργάνωσης παραγωγής δίνει μία σαφή εικόνα του κόστους της κατασκευής. Το τμήμα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και περιλαμβάνει πάρα πολλούς τομείς σε μια εργοστασιακή μονάδα. Τα σημαντικά στοιχεία στον τομέα της οργάνωσης είναι ο καταμερισμός εργασίας, ο χρόνος, η εργασιακή πορεία, η ποιοτική εξασφάλιση του τελικού προϊόντος και ο υπολογισμός του κόστους.

Τα παραπάνω θέματα, έχουν άμεση σχέση μεταξύ τους, αφού αφορούν τη βιωσιμότητα της επιχείρησης και μετά από αυτό, την αύξηση του συνολικού κέρδους.

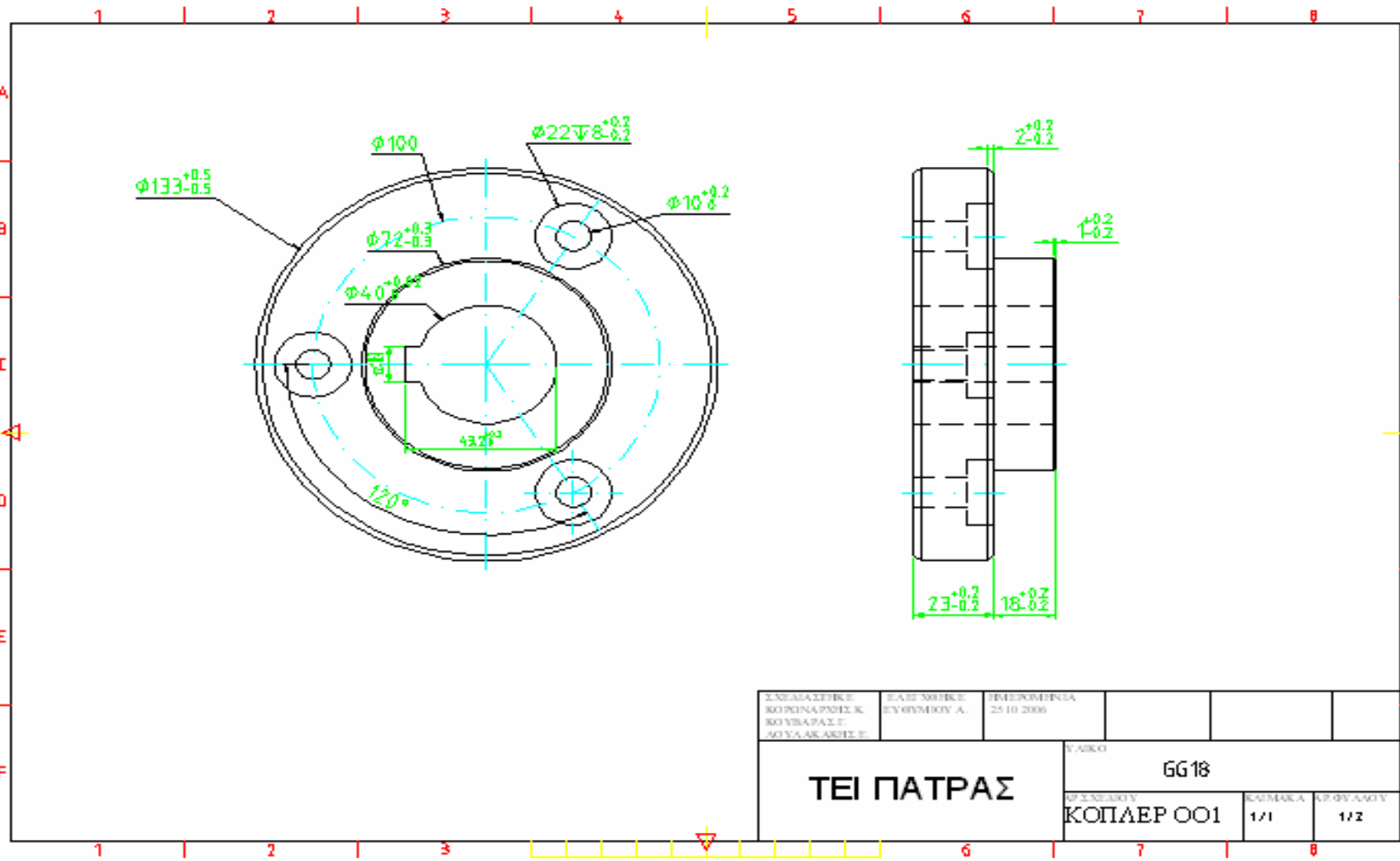
## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- [01] ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ – Α. ΧΟΝΔΡΟΓΙΑΝΝΗ (1985)
  
- [02] ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΝΥΨΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΣ ΥΛΙΚΩΝ –  
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
  
- [03] ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ – ΣΓΟΥΡΟΥ/ΠΑΝΤΟΥ/ΦΟΥΝΤΑ  
(ISBN 960-330-452) ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΦΟΥΝΤΑ
  
- [04] ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ 1– ΣΤΕΡΓΙΟΥ (ISBN 960-8165-46-6)  
ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ
  
- [05] ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΕΣ – ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΕΤΕ  
(ISBN 960-331-132-4) ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ
  
- [06] ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ – ΓΕΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΕΤΕ (ISBN 960-331-263-0) ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ
  
- [07] ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ – Φ.ΣΚΙΤΙΔΗ  
(ISBN 960-8165-03-2) ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΚΔΟΤΙΚΗ
  
- [08] ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ – Ε.ΜΠΟΥΖΑΚΗΣ  
(ISBN 960-431-881-0) ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ
  
- [09] ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ – Μ.Δ.ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ  
(ISBN 960-411-143-4) ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ
  
- [10] ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ – ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
  
  
- [11] MECHANICAL DESIGN OF MACHINE ELEMENTS – J. COLLINS  
(ISBN 0-471-03307-3) WILEY
  
- [12] MECHANICAL ENGINEERING DESIGN – J. SHIGLEY  
(ISBN 007-252036-1) MC GRAW HILL
  
- [13] MITSUBISHI CARBIDE – MITSUBISHI CATALOGUE
  
  
- [14] ΕΙΔΙΚΟΙ ΧΑΛΥΒΕΣ – ΙΝΤΕΡΣΤΑΛ Α.Ε.
  
  
- [15] ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ – ΣΤΑΜΑΤΗΣ Α. ΑΥΛΩΝΙΤΗΣ

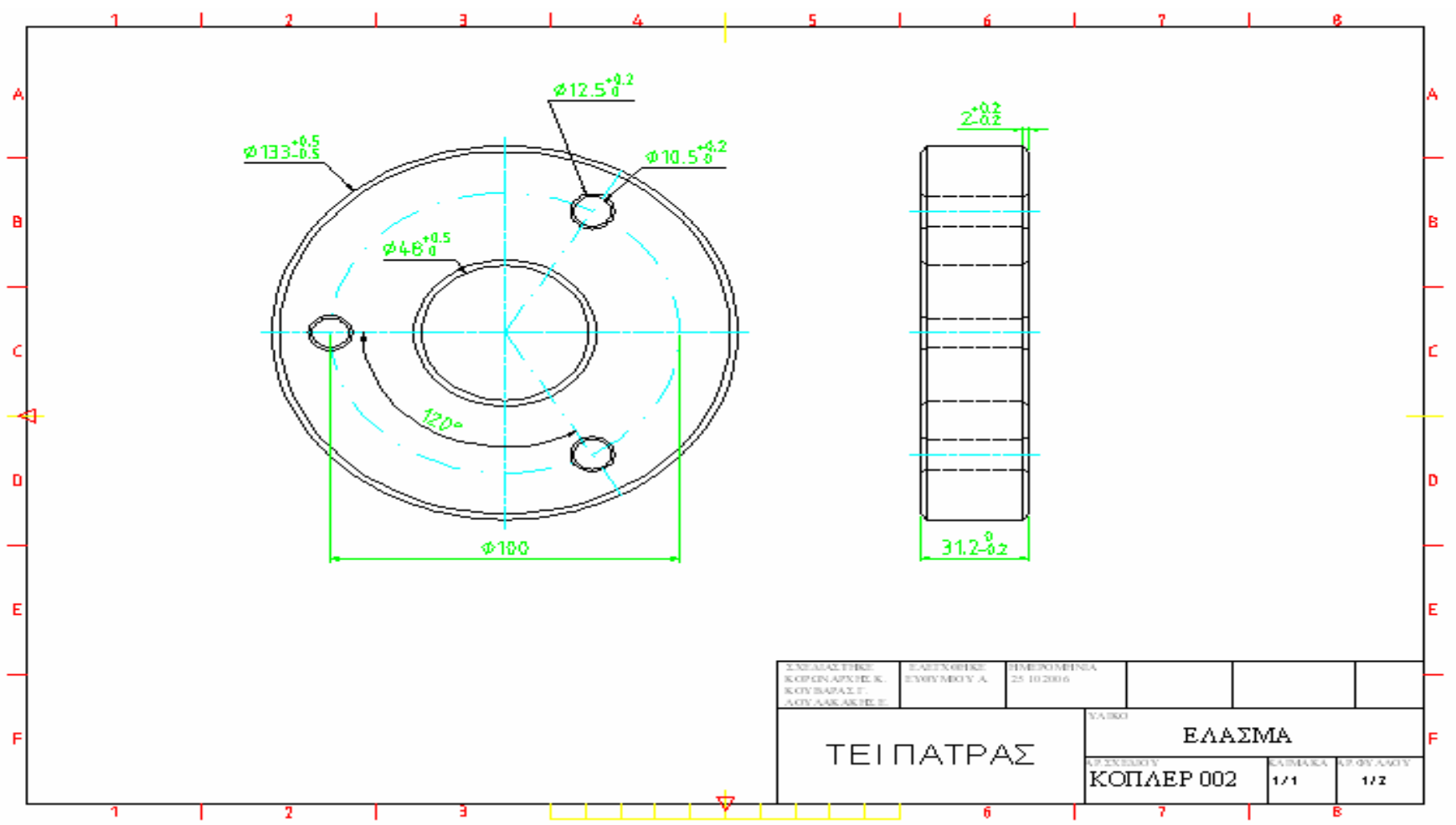
## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 ΣΧΕΔΙΑ**



3	3	-	ΡΟΛΟΔΑ Φ11 DIN609		
4	4	-	ΠΕΡΙΦΟΝΑΧΟ Μ10 DIN909		
5	3	-	ΚΟΝΟΛΑΣ Μ10 DIN909		
2	1	ΚΟΠΑΕΡ002	ΕΛΑΣΤΙΑ		
1	2	ΚΟΠΑΕΡ001	ΕΛΑΝΤΕΣ ΚΟΡΔΕΣ		
Α/Α	ΠΟΣ.	ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΥΛΙΚΟ	ΣΧΟΛΙΑ
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ: ΚΟΥΝΑΡΗΣ Κ. ΚΟΥΝΑΡΑΣ Γ. ΑΟΥΛΑΚΑΚΗΣ Ε.			ΕΛΑΣΤΟΜΕΡΕΣ ΕΥΘΥΜΙΟΥ Α.	ΠΡΟΕΡΟΜΗΝΙΑ 25.10.2006	
<b>ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ</b>			ΥΛΙΚΟ		
			ΑΡ.ΣΧΕΔΙΟΥ <b>ΚΟΠΑΕΡ 000</b>	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ <b>1/1</b>	ΑΡ.ΦΥΛΛΟΥ <b>1/1</b>



ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΣ: ΚΟΡΙΝΑΡΗΣ Κ. ΚΟΥΒΑΡΑΣ Γ. ΔΟΥΛΑΚΑΚΗΣ Ε.	ΕΛΕΓΧΤΗΣ: ΕΥΦΡΑΣΙΟΥ Α.	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: 25.10.2006					
<b>ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ</b>			ΥΛΙΚΟ <b>GG18</b>				
			ΚΩΔΙΚΟΣ <b>ΚΟΠΑΕΡ 001</b>	ΣΕΙΡΑΚΑ <b>1/1</b>	ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ <b>1/2</b>		



Σ. ΝΕΟΔΑΣΤΡΗΣ Κ. ΚΟΡΩΝΑΡΗΣ Κ. Κ. ΟΥΒΑΡΑΣ Γ. Α. ΟΥΔΑΣΤΡΗΣ	ΕΛΑΣΤΟΤΕΚ ΕΣΦΟΝΙΟΥ Α.	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 25.10.2006			
ΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ		ΕΛΑΣΜΑ			
		ΚΟΠΛΕΡ 002	1/1	1/2	



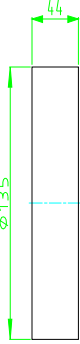
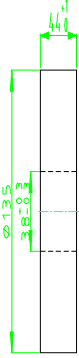


## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΑ-ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΚΟPLER 001

Κωδικός	Αριθμός σχεδίου	Πρώτη ύλη	Ημερομηνία

ΑΡ.ΦΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
<b>1</b>	Κόβουμε τους 6m άξονες με Φ135, σε κομμάτια με μήκος 44mm.		
<b>ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΦΑΣΗΣ</b>			
Δισκοπρίονο			
ΑΡ.ΦΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
<b>2</b>	Προτού τρυπήσουμε με το τρυπάνι, θα χρησιμοποιήσουμε ένα κεντροτρύπανο για να δημιουργήσουμε μια οπή κεντρώσεως το οποίο θα τοποθετηθεί σε τσοκ τριών σιαγώνων και στη συνέχεια στον κεντροφορέα. Στη συνέχεια θα διανοίξουμε οπή με το τρυπάνι. Το τρυπάνι θα τοποθετηθεί ομοίως με το κεντροτρύπανο στον κεντροφορέα, ο οποίος θα κινηθεί κατά μήκος, με πρόωση, κατά την διάρκεια της διάτρησης. Πραγματοποιούμε εσωτερική τόννευση για την αποπεράτωση της εσωτερικής διαμέτρου από Φ38 σε Φ40. Με ανοχές H7.		Μόλις τοποθετήσουμε το κοπτικό εργαλείο στον εργαλειοφορέα, Κεντράρουμε το κοπτικό εργαλείο με την βοήθεια πόντας στον κεντροφορέα..
<b>ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΦΑΣΗΣ</b>			
Κεντροτρύπανο NC Ελικοειδές τρυπάνι διαμέτρου Φ38&Φ40 από σκληρομέταλλα με γωνία κορυφής 118°			

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

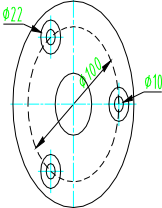
## ΚΟPLER 001

Κωδικός	Αριθμός σχεδίου	Πρώτη ύλη	Ημερομηνία

ΑΡ.ΦΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
<b>3</b>	<p>Προσδένουμε το κομμάτι των 44mm στο τσοκ του τόννου έτσι ώστε να προεξέχει, περίπου 20mm από τις σιαγόνες του τσοκ. Πραγματοποιούμε εγκάρσια τόννευση του προσώπου του κομματιού. Στη συνέχεια γίνεται τόννευση της εξωτερικής διαμέτρου, έτσι ώστε το κομμάτι να αποκτήσει μια διάμετρο <math>\Phi 72^{+0,3}_{-0,3}</math> σε μήκος <math>18^{+0,2}_{-0,2}</math> mm.</p>		<p>Μόλις τοποθετήσουμε το κοπτικό εργαλείο στον εργαλειοφορέα, Κεντράρουμε το κοπτικό εργαλείο με την βοήθεια πόντας στον κεντροφορέα.</p>
<b>ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΦΑΣΗΣ</b>			
<p>Κοπτικό εργαλείο για εγκάρσια και κατά μήκος τόννευση, με πλακίδιο τύπου UC5015 για κατεργασία χυτοσιδήρου.</p>			
<b>4</b>	<p>Αντιστρέφουμε το κομμάτι και το συγκρατούμε και πάλι στο τσοκ. Πραγματοποιούμε εγκάρσια τόννευση του προσώπου του κομματιού, μέχρι το μήκος του να φθάσει στο τελικό μήκος του <math>41^{+0,3}_{-0,3}</math> mm..Πραγματοποιούμε κατά μήκος τόννευση της εξωτερικής διαμέτρου. Έτσι ώστε το κομμάτι να αποκτήσει μια διάμετρο <math>\Phi 133^{+0,5}_{-0,5}</math> σε μήκος <math>23^{+0,2}_{-0,2}</math> mm.</p>		
<b>ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΦΑΣΗΣ</b>			
<p>Κοπτικό εργαλείο για εγκάρσια και κατά μήκος τόννευση, με πλακίδιο τύπου UC5015 για κατεργασία χυτοσιδήρου</p>			

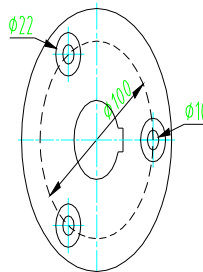
# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΚΟΠΛΕΡ 001

Κωδικός	Αριθμός σχεδίου	Πρώτη ύλη	Ημερομηνία
<b>ΑΡ.ΦΑΣΗΣ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ</b>	<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>
<b>5</b>	Εδραιώνουμε ένα τσοκ στο τραπέζι της φρέζας, με τις απαραίτητες στηρίξεις. Προσδένουμε το κομμάτι στο τσοκ. Κεντράρουμε το κομμάτι, έτσι ώστε το Χ0,Υ0 των αξόνων της φρέζας να βρίσκονται στο κέντρο του κομματιού. Στη συνέχεια τοποθετούμε στέλεχος με τσοκ στην κεφαλή της φρέζας. Πραγματοποιούμε κύκλο κατεργασίας τριών οπών, οι οποίες βρίσκονται σε ακτίνα R=50mm από το κέντρο του κομματιού. Τοποθετούμε κατά σειρά τα εργαλεία, το κεντροτρύπανο και στη συνέχεια το τρυπάνι, έτσι ώστε να κατασκευάσουμε τις οπές των 10mm του κομματιού. Τέλος τοποθετούμε στέλεχος με το κονδύλι στην κεφαλή της φρέζας για να κατασκευάσουμε την πατούρα με Φ20mm σε βάθος 8mm.		<p>Προτού ξεκινήσουμε την κατεργασία ,με οποιοδήποτε εργαλείο, το φέρνουμε να ακουμπήσει στην επιφάνεια του κομματιού και ορίζουμε τον άξονα Z της φρέζας στο σημείο εκείνο ίσο με 0.</p> <p>Η κάθε οπή πραγματοποιείται ανά 120 μοίρες. Με αρχική γωνία 0 μοίρες.</p>
<b>ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΦΑΣΗΣ</b>			
Κεντροτρύπανο NC Ελικοειδές τρυπάνι διαμέτρου Φ10 από σκληρομέταλλα με γωνία κορυφής 118° Κονδύλι ίσο δίφτερο ή τρίφτερο Φ20 από σκληρομέταλλα.			

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΚΟΠΛΕΡ 001

Κωδικός	Αριθμός σχεδίου	Πρώτη ύλη	Ημερομηνία	
<b>ΑΡ.ΦΑΣΗΣ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ</b>	<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</b>	
6	<p>Τοποθετούμε το κομμάτι στην μέγγενη και η οποία στερεώνεται με τέσσερις βίδες στην πλάνη έτσι ώστε το εργαλείο της πλάνης να βρίσκεται κοντά στην επιθυμητή επιφάνεια προς κατεργασία. Σφίγγουμε το κομμάτι και μηδενίζουμε με την βοήθεια μετρητικού ρολογιού. Ρυθμίζουμε την πλάνη κατάλληλα.</p>		.	
<b>ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΦΑΣΗΣ</b>				
Κοινό εργαλείο πλάνης				

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## KOPLER 001

<b>Κωδικός φασεολογίου</b>	<b>Αριθμός σχεδίου</b>	<b>Πρώτη ύλη</b>	<b>Ημερομηνία</b>
	Kopler 001	GG-18 (χυτοσίδηρος) Άξονας Φ135	

ΑΡ. ΦΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓ/ΟΥ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΠΡΟΒΛ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΡΑΓΜ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Κοπή σε μήκος 44 <sup>+1</sup> mm	ΠΡΙΟΝΙ	E4	-	2		
2	Τρύπημα των κομματιών με κεντροτρύπανο με τη βοήθεια του κεντροφορέα, διάτρηση οπής με τρυπάνι έως Φ38 <sup>+0,3</sup> <sub>-0,3</sub> και έως Φ40 με ανοχές H7	ΤΟΡΝΟΣ	E2	Κεντροτρύπανο NC Ελικοειδές τρυπάνια διαμέτρου Φ38&Φ40 από σκληρομέταλλα με γωνία κορυφής 118°	1,47		

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## KOPLER 001

<b>Κωδικός φασεολογίου</b>	<b>Αριθμός σχεδίου</b>	<b>Πρώτη ύλη</b>	<b>Ημερομηνία</b>
	Kopler 001	GG-18 (χυτοσίδηρος) Άξονας Φ135	

ΑΡ. ΦΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓ/ΟΥ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΠΡΟΒΛ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΡΑΓΜ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
3	Εγκάρσια τόννευση προσώπου, κατά μήκος τόννευση της διαμέτρου $\Phi 72_{-0,3}^{+0,3}$ σε μήκος $18_{-0,2}^{+0,2}$ mm.	ΤΟΡΝΟΣ	E2	Κοπτικό εργαλείο για εγκάρσια και κατά μήκος τόννευση, με πλακίδιο τύπου UC5015 για κατεργασία χυτοσιδήρου	2,15		Γίνεται κατά μήκος τόννευση της εξωτερικής διαμέτρου έτσι ώστε η $\Phi 135$ να γίνει $\Phi 132$ , για μήκος 18mm.
4	Εγκάρσια τόννευση προσώπου απέναντι πλευράς, και αποπεράτωση του τελικού μήκους του κομματιού $41_{-0,3}^{+0,3}$ . Κατασκευάζουμε εξωτερική διάμετρο $\Phi 133_{-0,5}^{+0,5}$ με μήκος $23_{-0,2}^{+0,2}$ mm.	ΤΟΡΝΟΣ	E2	Κοπτικό εργαλείο για εγκάρσια και κατά μήκος τόννευση, με πλακίδιο τύπου UC5015 για κατεργασία χυτοσιδήρου	1,65		



# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## KOPLER 001

<b>Κωδικός φασεολογίου</b>	<b>Αριθμός σχεδίου</b>	<b>Πρώτη ύλη</b>	<b>Ημερομηνία</b>
	Kopler 001	GG-18 (χυτοσίδηρος) Άξονας Φ135	

ΑΡ. ΦΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓ/ΟΥ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΠΡΟΒΛ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΡΑΓΜ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
5	Διάνοιξη 3 οπών Φ10, και πατούρα Φ20.	ΦΡΕΖΑ	E1	Κεντροτρύπανο NC Ελικοειδές τρυπάνι διαμέτρου Φ10 από σκληρομέταλλα με γωνία κορυφής 118° Κονδύλι ίσο δίφτερο ή τρίφτερο Φ20 από σκληρομέταλλα	2,25		Βάση σχεδίου φάσης
6	Κατασκευή σφηνόδρομου.	ΠΛΑΝΗ	E3	Κοινό	5,02		Βάση σχεδίου φάσης

# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

## ΚΟPLER 001

<b>Κωδικός φασεολογίου</b>	<b>Αριθμός σχεδίου</b>	<b>Πρώτη ύλη</b>	<b>Ημερομηνία</b>

ΑΡ. ΦΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΕΡΓ/ΟΥ	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	ΠΡΟΒΛ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΡΑΓΜ. ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	ΠΕΡΙΣΥΛΛΟΓΗ ΤΩΝ ΤΕΜΑΧΙΩΝ	ΜΟΝΤΑΖ	Ε6	-	0,5		
2	ΜΟΝΤΑΖ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΕΔΙΟ ΚΟPLER 000	ΜΟΝΤΑΖ	Ε5	ΚΛΕΙΔΙ ΣΥΣΦΙΞΕΩΣ ΜΕ ΚΑΣΤΑΝΙΑ Μ10	2		