



# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή

Η χρήση των διαφόρων υλικών συνδέεται στενά με το ξεκίνημα του ανθρώπινου πολιτισμού. Ο άνθρωπος, από την αρχή της εμφάνισής του, άρχισε να χρησιμοποιεί διάφορα υλικά με τα οποία κατασκεύαζε εργαλεία και όπλα που ήταν απαραίτητα για την επιβίωσή του στη γη. Τα πρώτα εργαλεία και όπλα, που είχε κατασκευάσει, ήταν είτε από ξύλα, είτε από πέτρες (λίθους), είτε από κόκαλα. Για να προστατεύεται από το κρύο ντυνόταν από δέρματα ζώων. Αυτά ήταν και τα πρώτα υλικά που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος και επειδή το σημαντικότερο εξ αυτών υπήρξε η πέτρα, η εποχή αυτή ονομάστηκε **λίθινη** και διήρκεσε μέχρι περίπου τις αρχές της 5ης χιλιετηρίδας π.Χ.

Τα μέταλλα τα ανακάλυψε αργότερα (περίπου 5000 π.Χ.). Μία επικρατής θεωρία γύρω από την ανακάλυψη των μετάλλων, είναι αυτή που υποστηρίζει ότι μετά από μεγάλες πυρκαγιές έλιωναν τα μέταλλα, που υπήρχαν μέσα στα διάφορα πετρώματα, κι έτσι με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονταν η εξαγωγή τους. Με αυτό τον τρόπο ενδέχεται ο άνθρωπος να ανακάλυψε το χαλκό (Cu). Η εποχή, που ακολουθεί την τελευταία περίοδο της λίθινης εποχής, χαρακτηρίζεται από την ευρεία χρήση του χαλκού και ονομάζεται **εποχή του χαλκού** (5000-3000 π.Χ.). Εκεί όπου δεν υπήρχε αυτοφυής χαλκός εξήγαγε χαλκό με αναγωγή σε υψηλή θερμοκρασία οξειδίων του χαλκού (απόσπαση του οξυγόνου από το οξείδιο), που βρίσκονταν σε διάφορα μεταλλεύματα και παρατήρησε ότι αυτό το νέο υλικό είχε μερικές χαρακτηριστικές και ταυτόχρονα πολύ χρήσιμες ιδιότητες. Ήταν εύπλαστο, δηλαδή μπορούσε να διαμορφωθεί εύκολα με στόχο τη μορφοποίησή του σε εργαλείο ή σε όπλο (π.χ. με σφυρηλάτηση), χωρίς να παρουσιάσει ρωγμές ή να σπάσει.

Πάλι τυχαία, ίσως μετά από πυρκαγιά, έρευσε από κάποια πετρώματα (μεταλλεύματα) ένα μεταλλικό υλικό, το οποίο έμοιαζε πολύ με το χαλκό, αλλά είχε πολύ ανώτερες μηχανικές ιδιότητες. Το υλικό αυτό ήταν κράμα χαλκού-κασσιτέρου (Cu-Sn) και ονομάστηκε κρατέρωμα (μπρούντζος). Το κράμα αυτό ήταν πιο σκληρό και λιγότερο εύπλαστο από το χαλκό. Έτσι, χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο και όπλο, αντικαθιστώντας το χαλκό. Η εποχή αυτή ονομάστηκε **εποχή του κρατερώματος** (3000-1000 π.Χ.). Ο άνθρωπος έφτιαχνε τον μπρούντζο με ανάμειξη χαλκού και κασσιτέρου και κατόπιν με τήξη. Ο κασσίτερος λαμβανόταν με αναγωγή κασσιτερούχων πετρωμάτων.

Το σίδηρο (Fe) ανακαλύπτει ο άνθρωπος αργότερα από τους διάφορους μετεωρίτες, που έπεφταν στη γη. Λόγω του μεγάλου σημείου τήξεως του σιδήρου (1538°C) σε σχέση με αυτό του χαλκού (1083°C), η διαμόρφωση του σιδήρου με σφυρηλάτηση παρουσίαζε μεγάλες δυσκολίες. Αυτός ήταν και ο κύριος λόγος για τον οποίο η χρησιμοποίηση του σιδήρου αναπτύχθηκε βραδύτατα. Όμως, ο σίδηρος εκτιμήθηκε ιδιαίτερα, όταν κατά την τήξη κάποιων σιδηρούχων μεταλλευμάτων (που περιείχαν άνθρακα 0,2-0,5%) παρήχθηκε χάλυβας. Παρατηρήθηκε ότι εργαλεία ή όπλα (ξίφη), που ήταν κατασκευασμένα από χάλυβα, αποκτούσαν εξαιρετική σκληρότητα, όταν στη διάπυρη (850°-900°C) κατάσταση εμβαπτιζόνταν σε νερό (βαφή). Η εποχή που ακολουθεί χαρακτηρίζεται από ολοένα αυξανόμενη χρησιμοποίηση του σιδήρου και του χάλυβα και ονομάστηκε **εποχή του σιδήρου** (1000 π.Χ. - σήμερα). Έτσι, αναπτύχθηκε σιγά-σιγά η μεταλλουργία του σιδήρου, καθώς και άλλων μετάλλων, όπως του χρυσού (Au), του αργύρου (Ag) και του μολύβδου (Pb).

Το 13ο μ.Χ. αι. εμφανίζεται και προοδεύει σημαντικά η **Αλχημεία** μέχρι το 17ο αι., οπότε και εμφανίζονται και οι πρώτες αρχές της Χημείας και η θεμελίωσή της από τον Lavoisier. Οι Αλχημιστές προσπαθούσαν να

μετατρέψουν, με πολύπλοκες διεργασίες, ευτελέστερα μέταλλα σε χρυσό. Το αντιδραστήριο εκείνο, μέσω του οποίου θα επιτυγχανόταν τούτη η μετατροπή, το ονόμαζαν φιλοσοφική λίθο. Μέσω αυτής της πορείας έγιναν σημαντικές ανακαλύψεις από Αλχημιστές στην περιοχή της Χημείας και της Μεταλλουργίας. Μεγάλοι Αλχημιστές υπήρξαν, μεταξύ άλλων, ο Albertus Magnus, που ανακάλυψε το αρσενικό (As) περί το 1250 μ.Χ., ο Basile Valentine που έδωσε τον 17<sup>ο</sup> αιώνα οδηγίες για την Παρασκευή αλάτων του αντιμονίου (Sb) και ο Hennig Brand που απομόνωσε το φωσφόρο (P) το 1669.

Η μεταλλουργία, και ειδικότερα η σιδηρομεταλλουργία, αποτέλεσε τη βάση της στρατιωτικής ισχύος. Το 1346 κατασκευάζονται στη Φλωρεντία πυροβόλα από ορείχαλκο που χρησιμοποιούσαν σφαίρες από σφυρήλατο σίδηρο. Το 15 αι. κατασκευάζονται βόμβες από σίδηρο και σφαίρες από χυτοσίδηρο. Αλλά και η χρήση των μετάλλων για ειρηνικούς σκοπούς είναι μεγάλη (κατασκευές νομισμάτων, εργαλείων, αμαξών, δομικών κατασκευών, κ.λπ.). Έτσι, παράλληλα με τις ανακαλύψεις της Χημείας, η Μεταλλουργία από τέχνη άρχισε σιγά-σιγά να θεμελιώνεται και να αποκτά διαστάσεις επιστήμης. Τα πρώτα επιστημονικά συγγράμματα πάνω στη μεταλλουργία ήσαν το βιβλίο του Γερμανού Agricola με τίτλο "De re Metallica" και του Ιταλού Beringuccio "Pyrotechnia", στα οποία παρουσιάζονται και καταγράφονται αναλυτικά πολλές βασικές χημικές και μεταλλουργικές διεργασίες της εποχής εκείνης.

Ο 19ος αι. χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη πρόοδο της **μεταλλουργίας**. Σημαντικότερες ανακαλύψεις αυτής της περιόδου υπήρξαν η παραγωγή χάλυβα με τη μέθοδο Bessemer και κατά τα τέλη του 19ου αι. η ανακάλυψη του ελαφρού μετάλλου αλουμινίου (Al), του οποίου τα κράματα αποτέλεσαν τη βάση της Αεροναυπηγικής και της Αυτοκινητοβιομηχανίας. Τα κράματα του αλουμινίου, του τιτανίου, κάποιοι ειδικοί χάλυβες, αλλά και τα προϊόντα της κονιομεταλλουργίας οδήγησαν στα εκπληκτικά αποτελέσματα της επιστήμης και της τεχνολογίας του διαστήματος. Τέλος, υπάρχουν ακόμα πολλές τεχνικές ανάγκες τις οποίες δεν μπορούν να καλύψουν τα μέχρι τώρα μεταλλικά υλικά. Γι' αυτό και η έρευνα πάνω στον έλεγχο της δομής των υλικών για την απόκτηση των επιθυμητών ιδιοτήτων και στη σύνθεση νέων υλικών συνεχίζεται.

## 1.2 Οι βασικές κατηγορίες υλικών

Τα υλικά χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες με βάση τη δομή τους :

- (α) **Μέταλλα - Κράματα**. Τέτοια υλικά είναι ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο σίδηρος, ο χάλυβας, κ.λπ..
- (β) **Κεραμικά - Γυαλιά**. Παραδείγματα τεχνικών κεραμικών είναι η αλουμίνα ( $Al_2O_3$ ), το οξειδίο του τιτανίου ( $TiO_2$ ), το καρβίδιο του πυριτίου ( $SiC$ ), το καρβίδιο του βολφραμίου (WC), το νιτρίδιο του βορίου (BN), το νιτρίδιο του πυριτίου ( $Si_3N_4$ ), το διαμάντι, κ.λπ..
- (γ) **Πολυμερή ή Πλαστικά**. Παραδείγματα τεχνικών πολυμερών είναι το πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE ή Teflon), το πολυαιθυλένιο (PE), το πολυστυρένιο (PS), το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), το πολυμεθακρυλικό μεθύλιο (PMMA), οι εποξικές ρητίνες, ο βακελίτης, κ.λπ..
- (δ) **Σύνθετα υλικά**. Αυτά αποτελούνται από δύο ή περισσότερες κατηγορίες υλικών. Παραδείγματα σύνθετων υλικών αποτελούν το οπλισμένο σκυρόδεμα (τσιμέντο + χαλίκια + βέργες σιδήρου), το fiberglass (πολυμερές ενισχυμένο με ίνες γυαλιού), τα πολυμερή ενισχυμένα με ίνες γραφίτη (άνθρακα). Τα σύνθετα υλικά, εκτός του ότι είναι πολύ ελαφρά, έχουν μεγάλη μηχανική αντοχή.

Για να επιτύχουμε κάποιες επιθυμητές ιδιότητες σε ένα υλικό, πρέπει να επέμβουμε στη δομή του. Τις αλλαγές αυτές στη δομή τις προκαλούμε με τις κατάλληλες κατεργασίες (π.χ., όταν θέλουμε να αυξήσουμε τη σκληρότητα ενός χάλυβα, πρέπει να προκαλέσουμε κάποιες συγκεκριμένες αλλαγές στη δομή του).

## 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Διαφόρων τύπων μηχανήματα, κατασκευές, εργαλεία κλπ., αποτελούνται κατά κανόνα από μηχανολογικά εξαρτήματα όπως άξονες, οδοντωτοί τροχοί, κοχλίες κ.ά. Κάθε τέτοιο ξεχωριστό τεμάχιο, έχει πάρει την τελική του μορφή με κάποια ή με συνδυασμό κάποιων κατεργασιών μορφοποίησης. Τέτοιες κατεργασίες μορφοποίησης είναι :

- η αρχέγονη μορφοποίηση (χύτευση ή κονιομεταλλουργία),
- η μορφοποίηση με αφαίρεση υλικού (τόρνευση, φραιζάρισμα, διάτρηση, πλάνιση, λείανση, κ.ά),
- η μορφοποίηση με παραμόρφωση (απότμηση, εξέλαση, κ.ά),
- η μορφοποίηση με προσθήκη (συγκόλληση, επικάλυψη, κ.ά).

Στο σχήμα 1.1 παρουσιάζεται η δομή των δυνατοτήτων μορφοποίησης των τεμαχίων. Τα διάφορα μηχανολογικά εξαρτήματα παίρνουν την αρχική τους μορφή κατά κανόνα με μεθόδους μορφοποίησης χωρίς αφαίρεση υλικού (ιδιαίτερα χύτευση), αφήνοντας μικρή ποσότητα υλικού για την τελική κατεργασία. Η τελική κατεργασία στην διαμόρφωση ενός εξαρτήματος μπορεί να επιτευχθεί κυρίως με μεθόδους με αφαίρεση υλικού, μια και γενικά μεγαλύτερη διαστατική ακρίβεια και ποιότητα επιφανείας προκύπτουν με τέτοιες κατεργασίες. Η αφαίρεση υλικού σαν κατεργασία μπορεί να γίνεται χειροκίνητα με την χρήση εργαλείων όπως η λίμα, το πριόνι κ.ά, ή με κατάλληλες εργαλειομηχανές όπως είναι ο τόρνος, η φραιζα, η πλάνη, ο δράπανος κλπ. Οι εργαλειομηχανές αυτές δίνουν την δυνατότητα, εκτός της παραγωγής απλών κυλινδρικών ή επίπεδων τεμαχίων και για κατεργασία ειδικών διαμορφώσεων όπως το σπείρωμα, η οδόντωση και γενικά διαφόρων μορφών επιφανειών.



Σχήμα 1.1 : Δυνατότητες μορφοποίησης τεμαχίων

Η επιθυμητή μορφή και διάσταση στο τεμάχιο δίνεται, αφαιρώντας υλικό από αυτό με την χρήση κοπτικών εργαλείων ή εργαλειομηχανών σε μορφή απολίπτων (γρεζιών). Το κοπτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται είναι δυνατόν να έχει **συγκεκριμένη γεωμετρία**, όπως είναι το μαχαίρι του τόρνου, το τρυπάνι κλπ, ή να έχει **ακαθόριστη γεωμετρία**, πράγμα που συμβαίνει στον λειαντικό τροχό. Το κοπτικό εργαλείο επίσης, μπορεί να διαθέτει μία κύρια κόψη, όπως είναι το εργαλείο του τόρνου, ή και περισσότερες από μία, όπως το τρυπάνι, ο κοπήρας της φραιζας κλπ.

Κάθε κατεργασία με αφαίρεση υλικού μπορεί να διαιρεθεί σε τρία κύρια στάδια :

- **αρχική κατεργασία** : αποτελεί το πρώτο "πέρασμα" του κοπτικού εργαλείου για την απομάκρυνση άχρηστων στρωμάτων υλικού από την προηγηθείσα διαμόρφωσή του,
- **βασική κατεργασία** : αποτελείται από μια σειρά "περασμάτων" του κοπτικού εργαλείου ώστε να δοθεί το επιθυμητό σχήμα στο κατεργαζόμενο τεμάχιο,
- **κατεργασία αποπερατώσεως** (φινίρισμα) : είναι το τελικό πέρασμα του κοπτικού εργαλείου ώστε να επιτευχθούν οι προδιαγραφές για διαστατική ακρίβεια και ποιότητα επιφάνειας.

Το κόστος των κατεργασιών με αφαίρεση υλικού είναι μεγαλύτερο, συγκριτικά με το αντίστοιχο κόστος των κατεργασιών διαμορφώσεως και το κόστος των άλλων μεθόδων μορφοποιήσεως τεμαχίων. Η ελαχιστοποίηση του κόστους στην κατεργασία σημαίνει οικονομικότερη κατεργασία, η οποία επιτυγχάνεται με :

- *ελαχιστοποίηση του χρόνου κατεργασίας,*
- *βέλτιστη χρησιμοποίηση των κοπτικών εργαλείων ώστε να αυξάνεται ο χρόνος ζωής τους,*
- *ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας για την κατεργασία,*
- *κατάλληλες συνθήκες κοπής, για αξιοποίηση των δυνατοτήτων των υλικών των κοπτικών εργαλείων, σε συνδυασμό με το υλικό του κατεργαζόμενου τεμαχίου και την μέθοδο κατεργασίας.*

## 2.1 Κατεργασιμότητα των υλικών

Η **κατεργασιμότητα**, ως ιδιότητα υλικών, είναι μία σύνθετη έννοια, η οποία ορίζεται ως η δυνατότητα (ευκολία ή δυσκολία) κατεργασίας, που παρουσιάζει ένα υλικό, προκειμένου από αυτό να κατασκευασθούν εξαρτήματα συγκεκριμένης γεωμετρίας. Η κατεργασία αυτή μπορεί να είναι κατεργασία διαμόρφωσης, κοπής, συγκόλλησης ή χύτευσης. Η παραπάνω έννοια της κατεργασιμότητας, ως γενική, μπορεί να διαιρεθεί σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με το είδος της κατεργασίας που μας ενδιαφέρει :

- **Διαμορφωσιμότητα** καλείται η δυνατότητα ενός υλικού να διαμορφωθεί σε μία συγκεκριμένη γεωμετρία (έλασμα, φύλλο, σύρμα, κ.λπ.), μέσω κατεργασίας πλαστικής παραμόρφωσης. Όταν η κατεργασία αυτή αποβλέπει στη διαμόρφωση ελάσματος, τότε η δυνατότητα αυτή λέγεται ελατότητα, ενώ όταν αποβλέπει στη διαμόρφωση σύρματος, τότε λέγεται ολκιμότητα. Ειδικότερα, όσο μαλακό είναι ένα μέταλλο, τόσο πιο εύκολα μπορεί να διαμορφωθεί σε ελάσματα ή σε σύρματα, δηλαδή αυξάνεται η ελατότητα και η ολκιμότητά του αντίστοιχα.
- **Ευχυτότητα** ή χυτευσιμότητα καλείται η δυνατότητα ενός υλικού να διαμορφωθεί, μέσω χύτευσης, σε εξάρτημα συγκεκριμένης γεωμετρίας. Το σημείο τήξεως του μετάλλου, το ιξώδες και η επιφανειακή τάση του τήγματος του μετάλλου, καθώς και οι διάφορες προσμείξεις είναι παράγοντες, που επηρεάζουν σημαντικά την ευχυτότητα του μετάλλου.
- **Συγκολλησιμότητα** καλείται η δυνατότητα συγκόλλησης ενός υλικού. Η καθαρότητα του μετάλλου και η χημική σύσταση του κράματος προς συγκόλληση είναι παράγοντες που άλλοτε επηρεάζουν θετικά και άλλοτε αρνητικά τη συγκολλησιμότητα. Π.χ. χάλυβες με μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα (> 0,3%) εμφανίζουν ρωγμές κατά τη συγκόλληση και έτσι χαρακτηρίζονται από μικρή συγκολλησιμότητα, ενώ αντίθετα προσθήκες σε μαγγάνιο (Mn) έως 1% και πυρίτιο (Si) έως 0,3% αυξάνουν τη ρευστότητα του τήγματος, καθώς και την αντίστασή του σε οξειδωση υψηλών θερμοκρασιών, αυξάνοντας έτσι τη συγκολλησιμότητα των χαλύβων.
- **Κατεργασιμότητα στην κοπή** καλείται η δυνατότητα διαμόρφωσης, που παρουσιάζει ένα υλικό, μέσω κατεργασιών αφαίρεσης υλικού (π.χ. τórνευση, φρεζάρισμα, πλάνιση, λείανση, κ.λπ.). Και σε αυτή την κατηγορία η χημική σύσταση και η δομή του υλικού παίζουν πρωτεύοντα ρόλο. Οι χάλυβες ελευθέρας κοπής (δηλαδή υψηλής κατεργασιμότητας στην κοπή), που περιέχουν μαγγάνιο (Mn) και θείο (S), παρουσιάζουν μεγάλη ευκολία κατά την κοπή, λόγω της ύπαρξης απομονωμένων σωματιδίων (εγκλεισμάτων) σουλφιδίου του μαγγανίου (MnS).

## 2.2 Μηχανουργείο

Το Μηχανουργείο αποτελεί τη βάση για οποιαδήποτε παραγωγή βασισμένη σε μηχανολογικά εξαρτήματα. Είναι δυνατόν να υφίσταται σαν ανεξάρτητη παραγωγική μονάδα ή σαν τμήμα μιας ολοκληρωμένης παραγωγικής μονάδας σε ένα εργοστάσιο. Οι κύριες δραστηριότητες με τις οποίες ένα μηχανουργείο ενασχολείται συνήθως, είναι επιγραμματικά οι παρακάτω :

- *μελέτη - σχεδίαση προϊόντων,*
- *προγραμματισμός παραγωγής,*
- *σχεδίαση εργαλείων - ιδιοσυσκευών,*
- *διακίνηση υλικών,*
- *παραγωγή,*
- *έλεγχος ποιότητας.*

Για να ανταποκρίνεται ένα μηχανουργείο στους σκοπούς του, θα πρέπει εκτός από το κύριο χώρο του να περιλαμβάνει ιδιαίτερα τμήματα για επιμέρους αποστολές. Τέτοια τμήματα είναι :

- *Τμήμα συναρμολογήσεως*
- *Εφαρμοστήριο - Καμινευτήριο - Σιδηρουργείο - Χυτήριο*
- *Εργαλειοκατασκευαστήριο*
- *Τμήμα θερμικών κατεργασιών*
- *Τμήμα μηχανικών δοκιμών, χημικών αναλύσεων και μεταλλογνωσιακών ελέγχων*
- *Αποθήκη υλικών*
- *Αποθήκη εργαλείων και μετρητικών οργάνων*

Τα προϊόντα που παράγονται από τα μηχανουργεία της περιοχής της Βόρειας Ελλάδας, είναι κυρίως μηχανικά εξαρτήματα όπως οδοντωτοί τροχοί, πείροι, ανταλλακτικά διαφόρων τύπων, κλπ. Οι βασικοί πελάτες τους είναι βιομηχανίες της ευρύτερης περιοχής, ιδιωτικοί ή δημόσιοι φορείς σαν την Δ.Ε.Η. τον Ο.Σ.Ε. ή και τον Ελληνικό Στρατό. Συνήθως το κόστος παραγωγής είναι αρκετά υψηλό, λόγω του κόστους των κατεργασιών κοπής, του κόστους των πρώτων υλών και της χαμηλής παραγωγικότητας, η οποία δυστυχώς υπολογίζεται στο 1/3 της παραγωγικότητας της Ε.Ο.Κ.. Οι λόγοι που οδηγούν το κόστος παραγωγής σε υψηλά επίπεδα, είναι πολλοί με κυριώτερους τους παρακάτω :

- *Δεν γίνεται κατάλληλη εκλογή της εργαλειομηχανής που θα χρησιμοποιηθεί και των συνθηκών κατεργασίας για τις κατεργασίες κοπής. Τα μηχανουργεία λειτουργούν σε αυτόν τον τομέα κυρίως εμπειρικά.*
- *Το μέγεθος των μηχανουργείων είναι συνήθως μικρό, με αποτέλεσμα να γίνονται απαγορευτικές οι παραγγελίες μεγάλων παρτίδων πρώτων υλών και έτσι δεν επιτυγχάνονται χαμηλές τιμές στην αγορά της πρώτης ύλης.*
- *Η χαμηλή εξειδίκευση σε επίπεδο παραγωγής.*
- *Η χαμηλή εξειδίκευση σε επίπεδο προσωπικού.*
- *Η παλαιά τεχνολογία μεθόδων παραγωγής σε συνδυασμό με την δυσπιστία εκ μέρους των μηχανουργών για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών.*

Εκτός των προαναφερομένων προβλημάτων, η μικρή δυναμικότητα των περισσότερων μηχανουργείων, έχει σαν αποτέλεσμα την ανυπαρξία μόνιμου τμήματος συντήρησης. Έτσι δεν υπάρχει κατά κανόνα προγραμματισμένη προληπτική συντήρηση, με επακόλουθο την εμφάνιση βλαβών των εργαλειομηχανών κατά την λειτουργία τους. Η διαχείριση των υλικών επίσης, παρουσιάζει αρκετά προβλήματα μια και η σωστή λειτουργία ενός μηχανουργείου εξαρτάται κατά πολύ από την ύπαρξη αποθηκευτικού χώρου πρώτων υλών και προϊόντων, με δυνατότητα γρήγορης και εύκολης διακίνησής τους.

### 2.2.1 Χωροταξική τοποθέτηση μηχανημάτων

Ο τρόπος με τον οποίο είναι διατεταγμένες οι εργαλειομηχανές και τα διάφορα άλλα μηχανήματα ενός μηχανουργείου, έχει ιδιαίτερη σημασία μια και επηρεάζει άμεσα την αποδοτικότητά του. Η χωροταξική τοποθέτηση των μηχανημάτων περιλαμβάνει τις θέσεις που παίρνουν τα μηχανήματα, οι θέσεις εργασίας και τα διάφορα τμήματα, μέσα στον διαθέσιμο χώρο του μηχανουργείου. Η διάταξη ενός μηχανουργείου μπορεί να ακολουθεί δύο τεχνολογίες :

- **Διάταξη ανάλογα με το είδος της εργαλειομηχανής.** Με αυτόν τον τρόπο οι ομοειδείς εργαλειομηχανές τοποθετούνται σε ομάδες οι οποίες συγκροτούνται σε τμήματα.
- **Διάταξη ανάλογα τις φάσεις κατεργασίας ενός προϊόντος.** Με την μέθοδο αυτή, οι απαραίτητες εργαλειομηχανές για την παραγωγή ενός συγκεκριμένου προϊόντος, διατάσσονται κατά την σειρά των φάσεων κατεργασίας τους. Η μεθοδολογία αυτή είναι δύσκολο να εφαρμοστεί σε μηχανουργεία που δέχονται πολλών ειδών παραγγελίες, λόγω της ποικιλομορφίας των προϊόντων τους.

Ο καθοριστικός παράγοντας, από τον οποίο εξαρτάται η επιτυχημένη χωροταξική τοποθέτηση - διάταξη των μηχανημάτων, είναι η αναγνώριση του ζωτικού χώρου κάθε εργαλειομηχανής. Σαν **ζωτικός χώρος** μιας εργαλειομηχανής νοείται ο απαραίτητος χώρος για την μηχανή, τον περιβάλλοντα εξοπλισμό και τις αναγκαίες επιφάνειες για μετακινήσεις κλπ. Μια αποτυχής και ανοργάνωτη διάταξη των μηχανών, έχει σαν συνέπεια την μη καλή λειτουργικότητα και το χάσιμο χρόνου, με συνέπεια την αύξηση του κόστους παραγωγής.

### 2.2.2 Αυτοματοποιημένες εργαλειομηχανές

Η αύξηση της παραγωγής στη μεταπολεμική περίοδο βασίστηκε έντονα στις τεράστιες εξελίξεις σε τομείς της επιστήμης, της εκπαίδευσης και της οργάνωσης. Η μικροηλεκτρονική αποτελεί και τη βασική αιτία για τη δημιουργία των νέων συστημάτων αυτοματοποίησης της μηχανουργικής παραγωγής (NC, CNC, DNC, FMS,...). Η προμήθεια και η λειτουργία αυτοματοποιημένων μηχανημάτων, συνδέθηκε με προβλήματα για τα μικρά και μεγάλα μηχανουργεία, προβλήματα που έχουν σχέση με :

- τον **προγραμματισμό** μια και απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό και εκπαίδευση στην συγκεκριμένη εργαλειομηχανή και τον κώδικα καθοδήγησής της,
- το **υψηλό κόστος** κτήσης τους,
- την **ανάγκη εξειδικευμένου προσωπικού** υψηλής στάθμης, όχι μόνον για τον προγραμματισμό, αλλά και για άλλες εργασίες όπως ρυθμίσεις της εργαλειομηχανής, προετοιμασία και έλεγχος εργαλείων, συντήρηση κλπ.

Τα πλεονεκτήματα των εργαλειομηχανών με ψηφιακή καθοδήγηση έναντι των συμβατικών εργαλειομηχανών, συνοψίζονται στα παρακάτω :

- Υψηλή διασταστική ακρίβεια και ακρίβεια μορφής και θέσης.
- Η σύγχρονη κίνηση σε πολλούς άξονες, επιτρέπει την κατεργασία σύνθετων επιφανειών στο χώρο.
- Μείωση των σκάρτων κομματιών και περιορισμός του έλεγχου ποιότητας.
- Ελάχιστοι νεκροί χρόνοι ενώ ο χρόνος παραμονής του τεμαχίου στην εργαλειομηχανή μειώνεται σημαντικά.
- Δεν απαιτούνται κατασκευαστικά σχέδια για τεμάχια με μορφή που μπορεί να περιγραφεί από μαθηματικές σχέσεις.
- Εύκολος προγραμματισμός και χειρισμός.
- Σαφής έλεγχος της παραγωγής μια και ο χρόνος κατεργασίας είναι με ακρίβεια καθορισμένος.
- Μεγάλη ευελιξία στις κατεργασίες που εκτελούνται.
- Αύξηση της παραγωγικότητας, της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών και κατά συνέπεια της ανταγωνιστικότητας.

Η προμήθεια εργαλειομηχανών με ψηφιακή καθοδήγηση γίνεται ολοένα και πιο σημαντική στα μηχανουργεία, επηρεάζοντας :

- **την παραγωγική διαδικασία** : Στις παραδοσιακές εργαλειομηχανές ο τεχνίτης-χειριστής με βάση τα τεχνικά σχέδια ρυθμίζει την μηχανή, την θέτει σε λειτουργία και τέλος ελέγχει το αποτέλεσμα. Στις ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές το πρόγραμμα εργασίας μεταβιβάζεται στη μηχανή συνήθως μέσω διάτρητων ταινιών, καρτελλών, μέσω συνδεδεμένου ηλεκτρονικού υπολογιστή ή στην χειρότερη περίπτωση πληκτρολογείται κατευθείαν στην οθόνη της ίδιας της μηχανής. Με αυτόν τον τρόπο, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο προγραμματιστής-χειριστής μπορεί να ελέγχει διαδοχικά το πρόγραμμά του μέσω κοπής στον "αέρα" ή με την βοήθεια προσομοιωτών, μειώνονται αισθητά οι πιθανότητες λαθών και ο χρόνος προετοιμασίας της εργαλειομηχανής. Επίσης η χρήση των NC και CNC εργαλειομηχανών συμβάλλει στην συντονισμένη συνεργασία ανάμεσα σε τομείς της επιχείρησης (σχεδιασμός - προγραμματισμός - παραγωγή - ποιοτικός έλεγχος - διάθεση προϊόντων).
- **την οργάνωση εργασίας** : Τα απαιτούμενα, για την χρήση των παραδοσιακών εργαλειομηχανών προσόντα, είναι σε δεύτερη μοίρα. Με τις ψηφιακά καθοδηγούμενες εργαλειομηχανές, δεν απαιτούνται

ιδιαίτερες ικανότητες σε συγκεκριμένες δεξιότητες, αλλά γενικότερες γνώσεις όπως μαθηματικά, γνώσεις δομής και οργάνωσης εργασιών κλπ.

- **την δομή των επαγγελμάτων** : Η αγορά προσανατολίζεται στην αναγκαιότητα χρησιμοποίησης ενός ειδικευμένου τεχνικού, καταρτισμένου και ικανού να προγραμματίζει, να χρησιμοποιεί και να ελέγχει σε όλες τις φάσεις λειτουργίας της μια εργαλειομηχανή με ψηφιακή καθοδήγηση. Ο τεχνικός αυτός θα πρέπει απαραίτητως να διαθέτει γνώσεις ηλεκτρονικού υπολογιστή, γενικών μαθηματικών και ξένης γλώσσας. Σήμερα οι περισσότεροι χρήστες τέτοιων εργαλειομηχανών είναι απλοί επιτηρητές των μηχανών κατά την λειτουργία τους, ενώ ο προγραμματισμός τους γίνεται από ελάχιστους ειδικούς.
- **τα προϊόντα** : Παρέχεται η δυνατότητα κατεργασίας ποικιλίας παραγομένων προϊόντων με υψηλή διαστατική ακρίβεια και ακρίβεια μορφής. Αυτό έχει σαν άμεσο αποτέλεσμα τον μεγαλύτερο βαθμό ανταγωνιστικότητας της επιχείρησης, την αύξηση της παραγωγικότητας και του όγκου παραγωγής και αντίστοιχα την μείωση του κόστους παραγωγής.