
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΤΜΗΜΑ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ & ΑΕΡΟΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

«ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΡΝΕΥΣΗΣ»

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
«ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ»

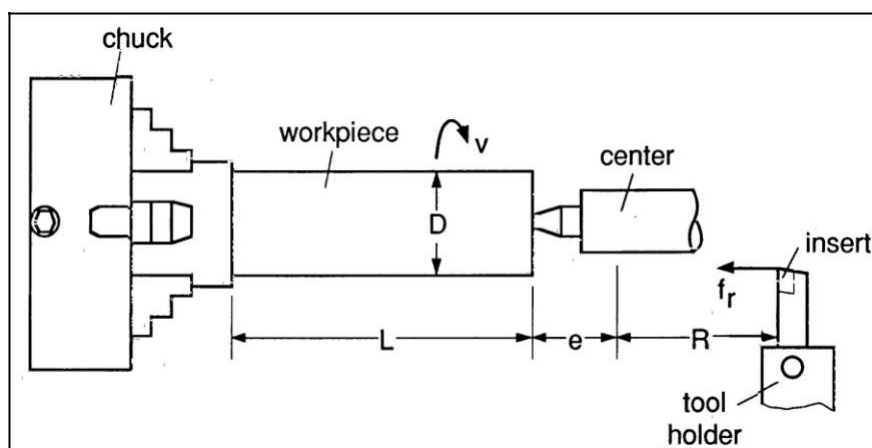
Δίνεται το παρακάτω τεχνοοικονομικό μοντέλο της διεργασίας της τόνρευσης ενός κυλινδρικού εξαρτήματος¹:

$$\text{Cost Per Workpiece} = \left[\frac{\text{Machining Rate} + \text{Labor Rate} + \text{Overhead Rate}}{\text{Machine Rate}} \right] \times \left[\text{Feeding Time} + \text{Rapid Feeding Time} + \frac{\text{Portion of Tool Insert Replacement Time}}{\text{Per Workpiece}} \right] + \frac{1}{\text{No. of Workpieces Bet. Tool Insert Changes}} \times \left[\frac{\text{Cost Per Tool insert}}{\text{Tool insert}} \right]$$

όπου:

- *Cost per Workpiece* = Κόστος ανά κατεργαζόμενο κομμάτι
- *Machine Rate* = Ρυθμός εργαλειομηχανής
- *Labor Rate* = Ρυθμός εργατών
- *Overhead Rate* = Ρυθμός γενικών εξόδων
- *Feeding Time* = Χρόνος τροφοδοσίας
- *Rapid Feeding Time* = Χρόνος ταχυτροφοδοσίας
- *Portion of Tool Insert Replacement Time per Workpiece* = Μερίδιο του χρόνου αντικατάστασης κοπτικού ανά κατεργαζόμενο κομμάτι
- *Operating Time per Workpiece* = Χρόνος λειτουργίας ανά κατεργαζόμενο κομμάτι
- *No. of Workpieces bet. Tool Insert Changes* = Αριθμός κατεργαζόμενων κομματιών μεταξύ δύο αλλαγών κοπτικού
- *Cost per Tool Insert* = Κόστος ανά κοπτικό εργαλείο

Το συγκεκριμένο «τεχνοοικονομικό μοντέλο» χρησιμοποιεί την μηχανική της κοπής και την γεωμετρία της διεργασίας τόνρευσης. Το υλικό αφαιρείται από το προς κατεργασία κομμάτι, το οποίο περιστρέφεται γύρω από τον άξονα συμμετρίας του. Η αφαίρεση υλικού γίνεται από το κοπτικό εργαλείο, που μετακινείται κατά μήκος της αξονικής και ακτινικής διεύθυνσης του κατεργαζόμενου κομματιού.



Σχήμα 1: Γεωμετρία διεργασίας τόνρευσης.

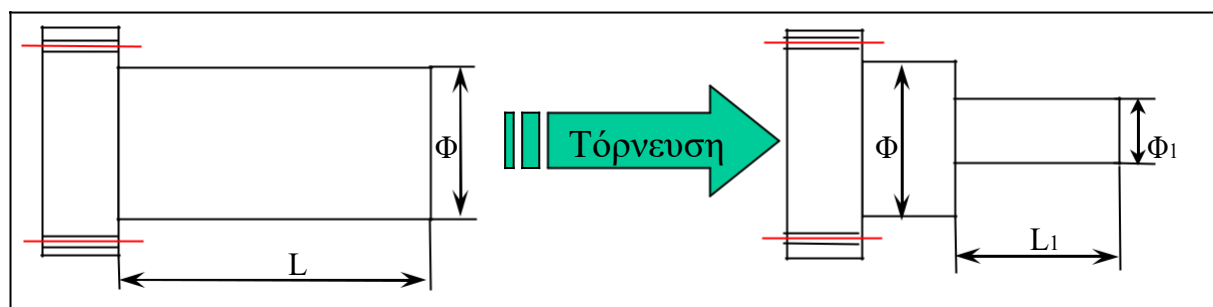
¹ Χρυσολούρης Γεώργιος, «Συστήματα Παραγωγής – θεωρία και Πράξη, Μέρος Ι», Σελ. 10-14.

Η μαθηματική διατύπωση του παραπάνω τεχνοοικονομικού μοντέλου έχει την ακόλουθη μορφή:

$$C = M \times \left[\frac{D(L + e)}{318 f_r v} + \frac{R}{r} + \frac{DLtd}{318 f_r vT} \right] + \frac{DL}{318 f_r vT} \times [C_i]$$

Όπου:

- C = Κόστος τόννευσης ενός κατεργαζόμενου κομματιού [€]
- f_r = Πρόωση ανά περιστροφή [mm/περιστροφή]
- v = Ταχύτητα κοπής [m/min]
- M = Μηχανή & εργασία & γενικά έξοδα (κόστος) του τόρνου [€/min]
- T_F = Χρόνος πρόωσης ανά κατεργαζόμενο κομμάτι [min]
- T_{RF} = Χρόνος ταχείας πρόωσης ανά κατεργαζόμενο κομμάτι [min]
- T_{IR} = Χρόνος αντικατάστασης πλακιδίου (στο εργαλείο) ανά κατεργαζόμενο κομμάτι υπό την προϋπόθεση ότι ο χρόνος αντικατάστασης μοιράζεται εξ' ίσου στα κατεργαζόμενα κομμάτια [min]
- N_{IR} = Αριθμός των κατεργαζόμενων κομματιών ανάμεσα σε διαδοχικές αντικαταστάσεις πλακιδίου
- C_l = Κόστος πλακιδίου κοπής [€]
- D = Διάμετρος του κατεργαζόμενου κομματιού [mm]
- L = Μήκος του κατεργαζόμενου κομματιού [mm]
- e = Επιπλέον μήκος μεταφοράς εργαλείου με πρόωση f_r [mm]
- R = Συνολική εγκάρσια απόσταση ταχυκίνησης εργαλείου ανά κομμάτι [mm]
- r = Ταχύτητα εγκάρσιας ταχυκίνησης [mm/min]
- td = Χρόνος αντικατάστασης πλακιδίου στο εργαλείο [min]
- T = Χρόνος ζωής εργαλείου [min]

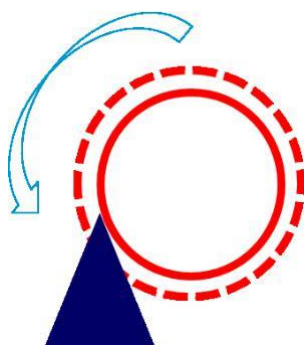


Η πρώτη ύλη είναι κύλινδρος αρχικής διαμέτρου 10mm και μήκους 200mm με μια διαβάθμιση στην αριστερή πλευρά. Μετά από την διεργασία αφαίρεσης υλικού μέσω τόννευσης, το τελικό κομμάτι είναι κυλινδρικό με διαβαθμίσεις όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα

Αρχικό Μήκος	L= 200 mm	Αρχική Διάμετρος	Φ= 10 mm
Μήκος Τόννευσης	L ₁ = 150 mm	Τελική Διάμετρος	Φ ₁ = 6 mm

Πίνακας 1: Αρχικές και τελικές διαστάσεις κομματιού.

Ζητούμενα:



1. Δεδομένου ότι οι όροι στο τεχνο-οικονομικό μοντέλο έχουν να κάνουν με τη “διαδρομή” του κοπτικού, και του ότι η αφαίρεση υλικού γίνεται σε ένα πάσο (βάθος κοπής = συνολική αφαίρεση υλικού), να αιτιολογηθεί αν το D στον τύπο αντιστοιχίζεται στην αρχική ή στην τελική διάμετρο.
2. Να γίνει το γράφημα «Κόστους – Ταχύτητας Κοπής», χρησιμοποιώντας τις πέντε διαφορετικές ταχύτητες.

Δεδομένα:

Μηχανή & εργασία & γενικά έξοδα (κόστος) του τόρνου	$M = 15€/min$
Κόστος πλακιδίου κοπής	$C_1 = 5€$
Χρόνος αντικατάστασης πλακιδίου στο εργαλείο	$ta = 5 min$
Χρόνος ζωής κοπτικού εργαλείου κάθε μια από τις ταχύτητες V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 ,	$T_1 = (a+b) * 10^5$ $T_2 = (a+b) * 10^3$ $T_3 = (a+b) * 10^2$ $T_4 = (a+b) * 10$ $T_5 = 10 / (a+b)$

Πίνακας 2: Γεωμετρικά δεδομένα διεργασίας

Πρόωση ανά περιστροφή	$fr = 0,1mm$
-----------------------	--------------

Επιπλέον μήκος μεταφοράς εργαλείου με πρόωση fr	$e = 5mm$
Συνολική εγκάρσια απόσταση ταχυσκίνησης εργαλείου ανά κομμάτι	$R = 10mm$
Ταχύτητα εγκάρσιας ταχυσκίνησης	$r = 20mm/min$
Ταχύτητα Κοπής	V_1, V_2, V_3, V_4, V_5

Πίνακας 3: Δεδομένα διεργασίας

1	$V_1=(a+b) \text{ m/min}$	<u>Όπου a και b είναι το τελευταίο</u> <u>και το προτελευταίο ψηφίο του</u> <u>A.M., αντίστοιχα.</u>
2	$V_2=2*(a+b) \text{ m/min}$	
3	$V_3=4*(a+b) \text{ m/min}$	
4	$V_4=8*(a+b) \text{ m/min}$	
5	$V_5=12*(a+b) \text{ m/min}$	

Πίνακας 4: Ταχύτητες κοπής

Σημείωση: Σε περίπτωση που $a = b = 0$ τότε να θεωρηθεί ότι οι a, b είναι το πρώτο και το δεύτερο ψηφίο του A.M., αντίστοιχα.

Οδηγίες:

- Υποθέστε ότι η αφαίρεση υλικού γίνεται με ένα μόνο πάσο.
- Υποθέστε ότι το βάθος κοπής δεν επηρεάζει την διάρκεια ζωής του εργαλείου.