

KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO  
UPRAVLJANJE KVALITETOM PROIZVODA (0109)  
UPRAVLJANJE KVALITETOM PROIZVODA I (0117)

APRIL 2005. god.

I grupa

## PISMENI ISPIT

1. Spoljašnjim struganjem se na CNC strugu obrađuje površina prečnika  $\varnothing 37_{-0.02}^{+0.10}$  mm i dužine  $L = 60$  mm. Alat je regulisan na radnu meru  $x_r = 37$  mm. Tehnološkom analizom utvrđeno je da postoje dva režima koji obezbeđuju propisani nivo kvaliteta:

- prvi:  $v_1 = 60$  m/min,  $s_1 = 0.15$  mm/o,  $a_1 = 2$  mm, i
- drugi:  $v_2 = 40$  m/min,  $s_2 = 0.10$  mm/o,  $a_2 = 2$  mm.

pri čemu se kriva habanja alata za prvi režim pokorava zakonu:  $B_{L1} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot t^n$ , a za drugi režim važi:  $B_{L1}(t)/B_{L2}(t) = 1.4 = \text{const}$ , gde je  $B_L$  [mm] širina pojasa habanja na leđnoj površini noža i  $t$  [min] vreme rezanja.

Dati su još i sledeći uslovi obrade, koji su jednaki za oba režima:

- otpor prodiranju noža:  $F_2 = 280 \cdot a \cdot s^{0.6}$  [N],
- krutost obradnog sistema  $u$ , sa stanovišta tačnosti, kritičnom preseku:  $K_S = 2.8 \cdot 10^4$  [N/mm],
- leđni ugao noža:  $\alpha = 6^\circ 50'$ ,
- slučajna greška:  $\Delta_{sl} = 0.03 = \text{const.}$ ,
- temperaturna dilatacija noža:  $\Delta L = 0.02$  mm,
- ostale greške se mogu zanemariti.

Za date uslove obrade potrebno je da se:

- a) skicira kriva habanja alata, ako se pri prvom režimu obrade obradi  $N_1 = 130$  komada, i
- b) utvrdi veličina porasta/pada proizvodnosti [kom/min] u odnosu na prvi režim, ukoliko se obrada obavlja pri drugom režimu.

2. Prilikom ispitivanja postojanosti jedne serije alata utvrđeno je  $\bar{T} = 32$  min i  $s = 1.03$  min. Odrediti veličinu uzorka, pod uslovom da se srednja postojanost alata nalazi u granicama poverenja [31.5÷32.5] min, uz pouzdanost 97%.

3. Dva preduzeća zaključila su ugovor o isporuci određene količine proizvoda. Ugovorom je precizirano da u isporuci proizvoda sme da bude najviše 1.5% neusaglašenih proizvoda. Prijemna kontrola fabrike je našla 173 neusaglašenih proizvoda u uzorku od 4227 proizvoda. Utvrditi da li je isporučilac ispunio ugovor u pogledu nivoa škarta.

**PRVA GRUPA - REŠENJA****1. ZADATAK – Analitički metod**

a) Parametar habanja upravan na obrađenu površinu dobija se prema obrascu:

$$B_r = B_L \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

a greška usled habanja noža:

$$\Delta h = 2 \cdot B_r.$$

Tekstom zadatka dati su sledeći podaci:

- $K_{S(1)} = K_{S(2)} = K_S = 3 \cdot 10^4 \text{ N/mm}$ ,
- $\alpha_{(1)} = \alpha_{(2)} = \alpha = 6^\circ 50' = 6.833^\circ$ ,
- $\Delta_{sl(1)} = \Delta_{sl(2)} = \Delta_{sl} = 0.03 \text{ mm}$
- $\Delta_{L(1)} = \Delta_{L(2)} = \Delta_L = 0.02 \text{ mm}$ .

Ukupna greška obrade mora biti manja od raspoloživog dela tolerancijskog polja  $T_{ras}$ :

$$\Delta e + \Delta h - \Delta \Theta + \Delta_{II} \leq T_{ras}.$$

**Za 1. režim:**

Greška usled elastičnih deformacija noža iznosi:

$$\Delta_{e(1)} = \frac{2 \cdot F_{2(1)}}{K_S} = \frac{2 \cdot 280 \cdot a_{(1)} \cdot s_{(1)}^{0.6}}{K_S} = \frac{2 \cdot 280 \cdot 2 \cdot 0.15^{0.6}}{28000} = 0.0128 \text{ mm}.$$

Pošto se radi o spoljašnjem struganju, raspoloživi deo tolerancijskog polja se dobija prema obrascu:

$$T_{ras} = x_g - x_r = 37 + 0.10 - 37 = 0.10 \text{ mm}.$$

Greška usled toplotnih deformacija iznosi:

$$\Delta_{\Theta(1)} = \Delta_{\Theta(1)} = 2 \cdot \Delta L = 2 \cdot 0.02 = 0.04 \text{ mm}.$$

Ukupna slučajna greška, s obzirom na to da se, prema tekstu zadatka, sve parcijalne slučajne greške osim  $\Delta_{sl}$  mogu zanemariti, iznosi:

$$\Delta_{II} = \sqrt{\Delta_{sl}^2 + \cancel{\Delta_m^2} + \cancel{\Delta_p^2} + \cancel{\Delta_n^2}} = \Delta_{sl} = 0.03 \text{ mm}.$$

Kada ukupnu grešku uporedimo sa raspoloživim delom tolerancijskog polja, dobijamo:

$$\Delta_{e(1)} + \Delta_{h(1)} - \Delta_{\Theta(1)} + \Delta_{II} \leq T_{ras}$$

$$\Rightarrow \Delta_{e(1)} + 2 \cdot B_{L(1)} \cdot \operatorname{tg} \alpha - 2 \cdot \Delta l + \Delta_{sl} \leq T_{ras}$$

U trenutku zatupljenja alata  $t = t_{(1)}$ :

$$2 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot t_{(1)}^n \cdot \operatorname{tg} 6.833 = 2 \cdot 0.02 - 0.03 - 0.0128 + 0.010$$

$$\Rightarrow 9.5867 \cdot 10^{-6} t_{(1)}^n = 0.0972 \Rightarrow t_{(1)}^n = 10139.0468 \quad (1)$$

$$t_{(1)} = \frac{(d + 2a_{(1)}) \cdot \pi \cdot \frac{L}{s_{(1)}} \cdot N_{(1)}}{v_{(1)}} = \frac{(37 + 2 \cdot 2) \cdot \pi \cdot 60 \cdot 130}{60 \cdot 10^3 \cdot 0.15} \Rightarrow$$

$$t_{(1)} = 111.631 \text{ min} \quad (2)$$

Na osnovu jednačina (1) i (2) dobijamo:

$$(1), (2) \Rightarrow 111.631^n = 10139.0468 \Rightarrow$$

$$n \cdot \log 111.631 = \log 10139.0468 \Rightarrow$$

$$n = \frac{\log 10139.0468}{\log 111.631} = 1.956$$

$$\Rightarrow B_{L(1)} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot t^{1.956}$$

U trenutku zatupljenja alata  $t = t_{(1)}$ , parametar habanja na leđnoj površini noža, za prvi režim ima vrednost:

$$B_{L(1)} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot 111.631^{1.956} = 0.4051 \text{ mm,}$$

a za drugi režim:

$$B_{L(2)} = \frac{B_{L(1)}}{1.4} = 0.2893 \text{ mm.}$$

### Za 2. režim:

$$\Delta e_{(2)} + \Delta h_{(2)} - \Delta \Theta + \Delta_{II} \leq T_{ras},$$

$$2 \cdot \frac{280 \cdot a_{(2)} \cdot s_{(2)}^{0.6}}{K_s} + 2 \cdot \frac{4}{1.4} \cdot 10^{-5} \cdot t^{1.956} - 2 \cdot \Delta L + \Delta_{II} \leq T_{ras}.$$

U trenutku zatupljenja alata pri drugom režimu  $t = t_{(2)}$ :

$$\frac{2 \cdot 380 \cdot 2 \cdot 0.10^{0.6}}{2.8 \cdot 10^4} + 2 \cdot \frac{4}{1.4} \cdot 10^{-5} \cdot t_{(2)}^{1.956} \cdot \text{tg} 6.833 - 2 \cdot 0.02 + 0.03 = 0.10,$$

$$0.010 + \frac{8}{1.4} \cdot 10^{-5} \cdot t_{(2)}^{1.956} \cdot 0.1198 - 0.04 + 0.03 = 0.10,$$

$$\Rightarrow t_{(2)}^{1.956} = \frac{0.10 - 0.01 + 0.04 - 0.03}{8 \cdot 10^{-5} \cdot 0.1198} \cdot 1.4 = 10434.056 \cdot 1.4 = 14607.684,$$

$$\Rightarrow t_{(2)} = \sqrt[1.956]{14607.684} \Rightarrow$$

$$t_{(2)} = 134.627 \text{ min.}$$

Trenutku zatupljenja alata pri 2. režimu odgovara sledeći maksimalan broj komada:

$$t_{(2)} = \frac{\pi (d + 2a_{(2)}) \cdot L \cdot N_{(2)}}{v_{(2)} \cdot s_{(2)}} \Rightarrow$$

$$N_{(2)} = \frac{t_{(2)} \cdot v_{(2)} \cdot s_{(2)}}{(d + 2a_{(2)}) \cdot L \cdot \pi} \Rightarrow$$

$$N_{(2)} = \frac{134.627 \cdot 40000 \cdot 0.10}{(37 + 2 \cdot 2) \cdot 60 \cdot \pi} = 69.680$$

$$\Rightarrow N_{(2)\max} = 69 \text{ komada.}$$

Promenu proizvodnosti računamo pomoću sledeće tabelle:

**Tabela 1.**

Režim	t [min]	N [kom]	N/t [kom/min]
1.	111.631	130	1.16
2.	134.627	69	0.51

Zaključujemo da je u drugom režimu proizvodnost opala za  $1.16 - 0.51 = 0.65$  kom/min.

## 2. ZADATAK – Ocena aritmetičke sredine osnovnog skupa

U zadatku je nepoznat obim uzorka  $n$ . Verovatnoća da se pouzdanost nalazi u datom intervalu iznosi:

$$P(31.5 < \bar{X} < 32.5) = 0.97 = \begin{cases} 2\Phi(t) \rightarrow \text{normalna raspodela ako je } n \geq 30 \\ 2S(t_p) \rightarrow \text{Studentova raspodela ako je } n < 30 \end{cases}$$

Pošto je  $n$  nepoznat pretpostavićemo da je veći od 29, kako bismo mogli da koristimo tablicu normalne raspodele za pronalaženje parametra  $t$ . Za korišćenje Studentove raspodele (ako se ispostavi da je  $n < 30$ ) potreban nam je i broj stepeni slobode  $k$ , koji je takođe nepoznat, a nama na raspolaganju stoji samo 1 jednačina:

$$n = \frac{t^2 \cdot s^2}{\varepsilon^2}$$

$$2 \cdot \varepsilon = 32.5 - 31.5 = 1 \Rightarrow \varepsilon = 0.5$$

$$t(P = 97\%) = 2.17 \Rightarrow$$

$$n = \frac{2.17^2 \cdot 1.03^2}{0.5^2} = 19.984 \approx 20 \text{ kom.}$$

NAPOMENA: Zaokružujemo na prvi veći ceo broj, da bismo bili na „strani sigurnosti”.

Dobili smo  $n < 30$  pa moramo korigovati početnu pretpostavku da se radi o normalnoj raspodeli.

Pretpostavljamo  $n > 20$  i iterativnim postupkom nalazimo tačno rešenje:

$$n_{\text{pretp.}} = 21 \Rightarrow k = 21 - 1 = 20 \Rightarrow \overset{\text{UKP, MI, tab. 3 (interpolacijom)}}{t_p = 2.383} \Rightarrow n_{\text{rač.}} = \frac{t_p^2 \cdot s^2}{\varepsilon^2} = \frac{2.383^2 \cdot 1.03^2}{0.5^2} = 24.098 \approx 25 \perp$$

$$n_{\text{pretp.}} = 24 \Rightarrow k = 24 - 1 = 23 \Rightarrow \overset{\text{UKP, MI, tab. 3 (interpolacijom)}}{t_p = 2.357} \Rightarrow n_{\text{rač.}} = \frac{t_p^2 \cdot s^2}{\varepsilon^2} = \frac{2.357^2 \cdot 1.03^2}{0.5^2} = 23.58 \approx 24 \text{ T}$$

Na osnovu prethodne analize, vidi se da je obim uzorka bio  $n = 24$  elemenata.

## 3. ZADATAK – Provera hipoteze o proporciji osnovnog skupa na osnovu velikog uzorka

Prema tekstu zadatka, prijemna kontrola je našla  $m = 173$  neusaglašenih delova u uzorku od  $n = 4227$  elemenata. Procenat škarta u uzorku dobijamo prema:

$$p = \frac{m}{n} = \frac{173}{4227} = 0.041$$

Postavljena hipoteza o procentu škarta u čitavoj seriji (osnovnom skupu) glasi:  $p = P_0 = 1.5\%$ . Proveru hipoteze vršimo prema sledećem postupku:

$$Q_0 = 1 - P_0 = 0.985,$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{P_0 \cdot Q_0}{n}} = \sqrt{\frac{0.015 \cdot 0.985}{4227}} = 0.00187,$$

$$t_0 = \frac{|p - P_0|}{\sigma_p} = \frac{|0.041 - 0.015|}{0.00187} = 13.904 \Rightarrow t_0 > 3.$$

Razlika između  $p$  i  $P_0$  je visokosignifikantna, pa se hipoteza da je  $p = P_0 = 1.5\%$  odbacuje.