

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

FEBRUAR 2002. god.

I grupa

PISMENI ISPIT

1. Na mašinskom delu obrađuje se struganjem na automatu cilindrična površina prečnika $d = \varnothing 25 \pm 0.06$ mm i dužine $L = 60$ mm. Alat je regulisan na radnu meru $x_r = 25$ mm. Analizom tehnologije kontrole kvaliteta 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: $F_2 = 300 \cdot a \cdot s^{0.6}$ [N],
- krutost obrad. sistema u (sa stanovišta tačnosti) kritič. preseku: $K_S = 3 \cdot 10^4$ [N/mm],
- leđni ugao noža: $\alpha = 6^\circ 50'$,
- slučajna greška: $\Delta_{sl} = 0.03 = \text{const.}$,
- temperaturska 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. Iz jedne serije delova izrađenih livenjem u pesku izvučen je uzorak od n delova, pri čemu je izmereno aritmetička sredina njihovih masa 19.5 kg i standardna devijacija 0.51 kg. Odrediti potrebnu veličinu uzorka da bi se uz pouzdanost od 95% moglo tvrditi da masa svakog izlivenog dela nije manja od 19.2 kg i nije veća od 19.8 kg.

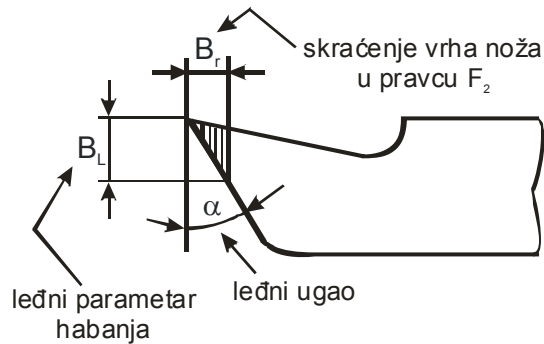
3. Između dve fabrike zaključen je ugovor o isporuci određene količine proizvoda. Ugovorom je precizirano da u isporuci proizvoda sme da bude najviše 5% neusaglašenih proizvoda. Prijemna kontrola fabrike je našla 18 neusaglašenih proizvoda u uzorku od 200 proizvoda. Utvrditi da li je isporučilac ispunio ugovor u pogledu nivoa škarta.

PRVA GRUPA - REŠENJA**1. ZADATAK (Analitički metod)**

a) Greška usled habanja vrha noža određuje se prema obrascima:

$$B_r = B_L \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad \Delta h = 2B_r,$$

što je ilustrovano slikom 1.



Slika 1: Parametri habanja strugarskog noža.

Ukupna greška obrade mora biti manja od „raspoloživog” dela tolerancijskog polja T_{ras} (slika 2):

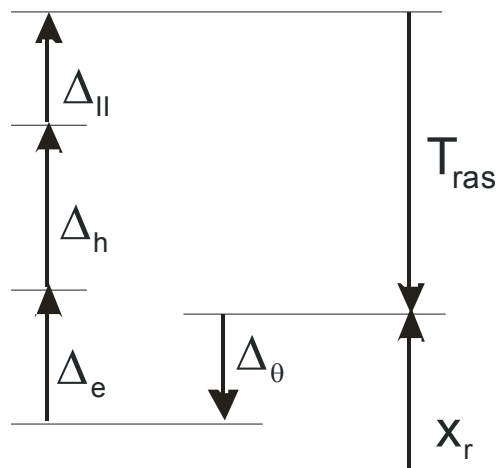
$$\Delta e + \Delta h - \Delta \theta + \Delta_{II} \leq T_{\text{ras}}$$

$$K_{S(1)} = K_{S(2)} = K_S = 3 \cdot 10^4$$

$$\alpha_{(1)} = \alpha_{(2)} = \alpha = 6^\circ 50'$$

$$\Delta_{sl(1)} = \Delta_{sl(2)} = \Delta_{sl} = 0.03$$

$$\Delta_{L(1)} = \Delta_{L(2)} = \Delta_L = 0.02$$



Slika 2: Ilustracija raspoloživog dela širine tolerancijskog polja

Za 1. režim:

$$\Delta_{e(1)} = \frac{2F_{2(1)}}{K_S} = \frac{2 \cdot 300 \cdot a_{(1)} \cdot s_{(1)}^{0.6}}{K_S} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 2 \cdot 0.15^{0.6}}{30000}$$

$$\Delta_{e(1)} = 0.0128 \text{ mm}$$

U tekstu zadatka nije rečeno da li se radi o spoljašnjem ili unutrašnjem struganju, ali pošto je prečnik označen sa d , a ne D , zaključujemo da se radi o spoljašnjem struganju, pa sledi da je veličina „raspoloživog” dela širine tolerancijskog polja:

$$T_{\text{ras}} = x_g - x_r = 25 + 0.06 - 25 = 0.06 \text{ mm}.$$

$$\Delta_{e(1)} + \Delta h_{(1)} - \underset{=2\Delta L}{\Delta_{\ominus}} + \underset{=\Delta_{sl} \leftarrow}{\Delta_{\parallel}} \leq T_{\text{ras}}$$

pošto je:

$$\Delta_m = \Delta_p \cong 0$$

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

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

$$2 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot t_{(1)}^n \cdot \text{tg}6^\circ 50' = 2 \cdot 0.02 - 0.03 - 0.0128 + 0.06$$

$$\Rightarrow 9.5867 \cdot 10^{-6} t_{(1)}^n = 0.0572 \Rightarrow t_{(1)}^n = 5966.5996 \text{ mm}$$

$$t_{(1)} = \frac{(d + 2a_{(1)}) \cdot \pi \cdot \frac{L}{s_{(1)}} \cdot N_{(1)}}{v_{(1)}} = \frac{(25 + 2 \cdot 2) \cdot \pi \cdot 60 \cdot 130}{60 \cdot 10^3 \cdot 0.015}$$

$$\Rightarrow t_{(1)} = 78.959 \text{ mm} \quad (2)$$

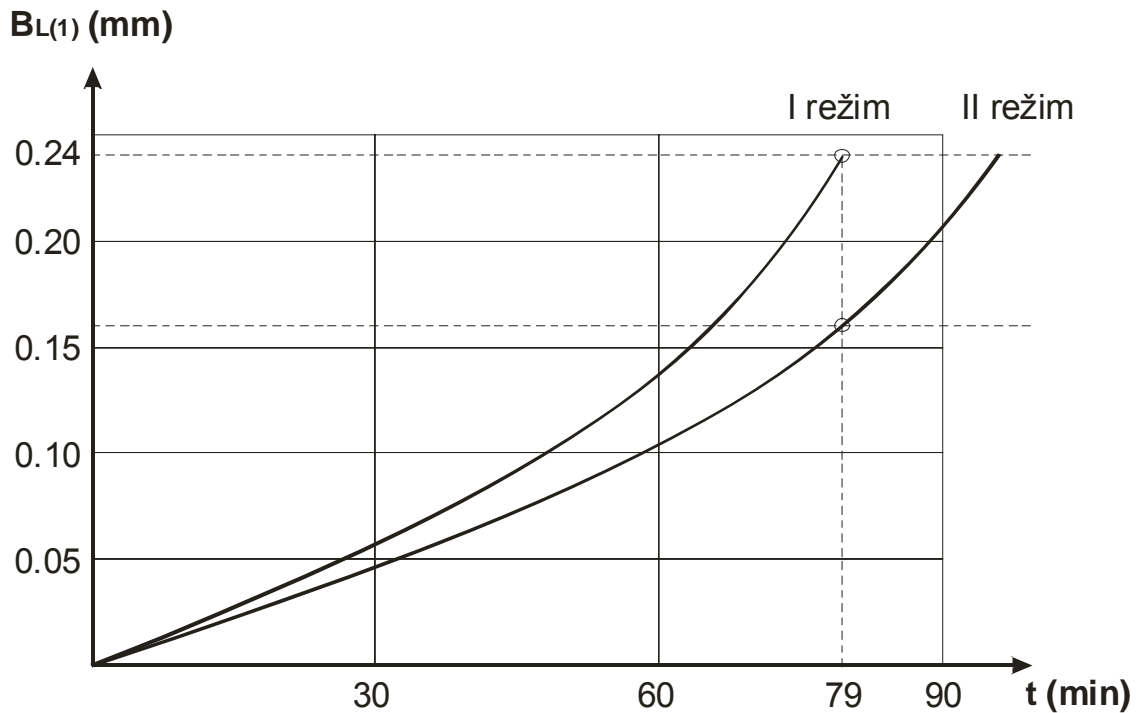
$$(1), (2) \Rightarrow 78.959^n = 5966.5996 \Rightarrow n \cdot \log 78.959 = \log 5966.5996 \Rightarrow n = \frac{\log 5966.5996}{\log 78.959}$$

$$\Rightarrow n = 1.99 \Rightarrow B_{L(1)} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot t^{1.99}$$

U trenutku zatupljenja alata $t = t_{(1)}$ (slika 3):

$$B_{L(1)} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot 78.959^{1.99} = 0.2387 \text{ mm}$$

$$B_{L(2)} = \frac{B_{L(1)}}{1.4} = 0.1705 \text{ mm}$$



Slika 3: Uporedan prikaz krive habanja alata u prvom i drugom režimu.

b) **Za 2. režim:**

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

$$2 \cdot \frac{300 \cdot a_{(2)} \cdot s_{(2)}^{0.6}}{K_s} + 2 \cdot \frac{4}{1.4} \cdot 10^{-5} \cdot t^{1.99} - 2 \cdot \Delta L + \Delta_{II} \leq T_{ras}$$

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

$$\frac{600 \cdot 2 \cdot 0.10^{0.6}}{3 \cdot 10^4} + 2 \cdot \frac{4}{1.4} \cdot 10^{-5} \cdot t_{(2)}^{1.99} \cdot \text{tg}6,833 - 2 \cdot 0.02 + 0.03 = 0.060$$

$$0.010 + \frac{8}{1.4} \cdot 10^{-5} \cdot t_{(2)}^{1.99} \cdot 0.1198 - 0.04 + 0.03 = 0.060$$

$$\Rightarrow t_{(2)}^{1.99} = \frac{0.06 - 0.01 + 0.04 - 0.03}{8 \cdot 10^{-5} \cdot 0.1198} \cdot 1.4 = 12518.05 \cdot 1.4 = 8762.204$$

$$\Rightarrow t_{(2)} = \sqrt[1.99]{8762.204} \Rightarrow t_{(2)} = 95.766 \text{ min}$$

Trenutku zatupljenja alata pri II režimu odgovara sledeći maksimalan broj komada:

$$t_{(2)} = \frac{\pi(d + 2a_{(2)}) \cdot L \cdot N_{(2)}}{v_{(2)} \cdot s_{(2)}} \Rightarrow N_{(2)} = \frac{t_{(2)} \cdot v_{(2)} \cdot s_{(2)}}{(d + 2a_{(2)}) \cdot L \cdot \pi} \Rightarrow N_{(2)} = \frac{95.766 \cdot 40000 \cdot 0.10}{(25 + 2 \cdot 2) \cdot 60 \cdot \pi} = 70.076$$

$$\Rightarrow N_{(2)max} = 70 \text{ komada.}$$

Tabela 1: Pad proizvodnosti.

Režim	t	N	N/t
I	78.959	130	1.65 kom/min
II	95.766	70.076	0.73 kom/min

Zaključujemo da je u drugom režimu proizvodnost opala za $1.65 - 0.73 = \underline{0.92 \text{ kom/min}}$.

2. ZADATAK (Ocena aritmetičke sredine osnovnog skupa)

$$n = ?; P(19.2 < \bar{X} < 19.8) = 0.95 = 2\Phi(t) \Rightarrow t \rightarrow \text{normalna raspodela ako je } n \geq 31$$

$$\bar{x} = 19.5 \text{ kg}; s = 0.51 \text{ kg}; t_p \rightarrow \text{Studentova raspodela ako je } n < 31$$

Pošto je n nepoznat pretpostavićemo da je veći od 30, kako bismo mogli da koristimo tablicu normalne raspodele za pronalaženje parametra t . Za korišćenje Studentove raspodele (ako se ispostavi da je $n < 31$) potreban nam je i broj stepeni slobode k , koji je takođe nepoznat, a nama na raspolaganju stoji samo 1 jednačina:

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

$$2\varepsilon = 19.8 - 19.2 = 0.6 \text{ kg} \Rightarrow \varepsilon = 0.3 \text{ kg},$$

$$t(P = 95\%) = 1.96 \text{ (UKP, M1, tab.1)} \Rightarrow n = \frac{1.96^2 \cdot 0.51^2}{0.3^2} = 11.1 \approx 12 \text{ kom.}$$

Dobili smo $n < 31$ pa moramo korigovati početnu pretpostavku da se radi o normalnoj raspodeli.

Pretpostavljamo $n > 12$ i iterativnim postupkom nalazimo tačno rešenje:

$$n_{\text{pretp.}} = 13 \Rightarrow k = 13 - 1 = 12 \Rightarrow t_p = 2.18 \text{ (UKP, M1, tab.3)} \Rightarrow n_{\text{rač.}} = \frac{t_p^2 \cdot s^2}{\varepsilon^2} = \frac{2.18^2 \cdot 0.51^2}{0.3^2} = 13.7 \approx 14 \perp$$

$$n_{\text{pretp.}} = 14 \Rightarrow k = 14 - 1 = 13 \Rightarrow t_p = 2.16 \text{ (UKP, M1, tab.3)} \Rightarrow n_{\text{rač.}} = \frac{t_p^2 \cdot s^2}{\varepsilon^2} = \frac{2.16^2 \cdot 0.51^2}{0.3^2} = 13.48 \approx 14 \text{ T}$$

Dakle, tačno rešenje za obim uzorka iznosi $n = 14$ elemenata.

3. ZADATAK (Provera hipoteze o proporciji osnovnog skupa na osnovu velikog uzorka)

Broj neusaglašenosti iznosi $m = 18$ komada u uzorku veličine $n = 200$ komada.

Procenat škarta u uzorku dobijamo prema obrascu:

$$p = \frac{m}{n} = \frac{18}{200} = 0.09$$

Postavljena je hipoteza o procentu škarta u čitavoj seriji (osnovnom skupu): $P_0 = 5\%$. Na osnovu prethodnog dobijamo:

$$Q_0 = 1 - P_0 = 0.95$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{P_0 \cdot Q_0}{n}} = \sqrt{\frac{0.05 \cdot 0.95}{200}} = 0.0154$$

$$t_0 = \frac{|p - P_0|}{\sigma_p} = \frac{|0.09 - 0.05|}{0.0154} = 2.5974 \Rightarrow \boxed{2 < t_0 < 3}$$

Dobijeni rezultati nalaze se u oblasti nesigurnosti pa se kupcu preporučuje, ili da odbaci hipotezu isporučilaca o kvalitetu proizvoda, ili da ponovi ispitivanje pa tek onda donese zaključak.