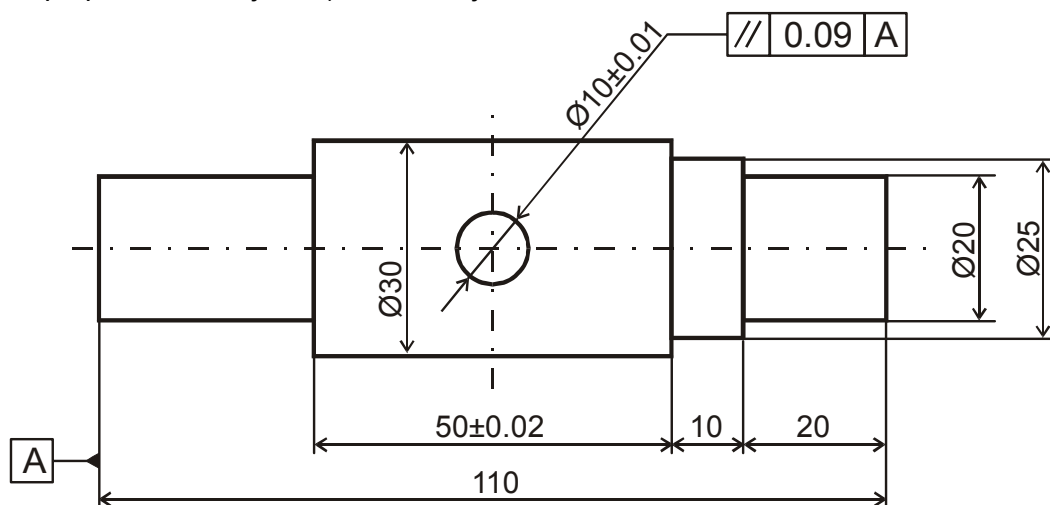


МАС 3.2.5.: МЕНАЏМЕНТ КВАЛІТЕТОМ

ПА-6: МЕРНИ ЛАНЦИ

Primer 1.Tekst:

Za deo prikazan na slici odrediti srednje vrednosti tolerancije sastavnih članova mernog lanca dobijenih metodama potpune i nepotpune zamenljivosti. Zadana je mera 50 ± 0.020 mm. Nominalne vrednosti ostalih članova lanca date su na slici. Primeniti postupak jednakih tolerancija. Kod metode nepotpune zamenljivosti stepen zamenljivosti je 98.76%, vrednosti mere završnog člana raspoređuju se po zakonu normalnog rasporeda, a sastavnih članova po Simpsonovom rasporedu. Koja od ponuđenih metoda (potpune ili nepotpune zamenljivosti) obezbeđuje niže troškove obrade?

**Slika 1.**Rešenje:

Na osnovu teksta zadatka zaključujemo (slika 2.):

- zbog zadate tolerancije paralelnosti ose otvora sa poprečnom površinom, njihovo rastojanje predstavlja funkcionalnu meru A_Δ ,
- zadata širina tolerancijskog polja završnog člana: $\delta_\Delta = 0.09$ mm,
- uvećavajući član: $A_1 = 110$ mm,
- umanjujući članovi:
 - o $A_2 = 20$ mm,
 - o $A_3 = 10$ mm,
 - o $A_4 = 50 \pm 0.020$ mm,
- broj članova mernog lanca: $m = 5$,
- broj sastavnih članova sa zadatom širinom tolerancijskog polja: $r = 1$,
- širina tolerancijskog polja sastavnog člana sa zadatom širinom tolerancijskog polja A_4 :

$$\delta_4 = A_{4g} - A_{4d} = 50.020 - 49.980 = 0.040 \text{ mm},$$
- nominalna vrednost završnog člana A_Δ :

$$A_\Delta = A_1 - A_2 - A_3 - \frac{A_4}{2} = 110 - 20 - 10 - 25 = 55 \text{ mm},$$

- prenosni odnosi sastavnih članova:

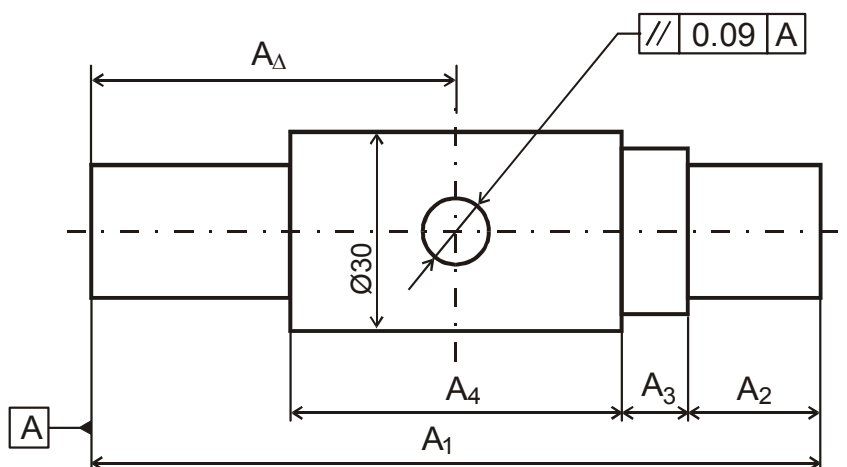
$$a_1 = 1, a_2 = a_3 = -1, a_4 = -\frac{1}{2}.$$

NAPOMENE:

1. Uvećavajući su oni sastavni članovi čijim se povećanjem uvećava i završna mera;
2. Umanjujući su oni članovi čijim se uvećanjem smanjuje završna mera;
3. Merni lanac zatvaramo najkraćim putem, tako da sadrži minimalan broj sastavnih članova,
4. Prenosni odnosi se dobijaju pomoću sledeće formule:

$$a_i = \frac{\partial A_\Delta}{\partial A_i} = \cos < (\vec{A}_\Delta, \vec{A}_i),$$

5. Ukoliko se deli neki sastavni član, deli se i širina njegovog tolerancijskog polja, kao i njegov prenosni odnos i to istim deliocem.



Slika 2.

a) Metoda potpune zamenljivosti

Srednja vrednost tolerancije sastavnih članova, prema *metodi potpune zamenljivosti i postupku jednakih tolerancija*, izračunava se prema formuli:

$$\delta_s^{(pz)} = \frac{\delta_\Delta - \frac{\delta_4}{2}}{m - r - 1} = \frac{0.09 - \frac{0.04}{2}}{5 - 1 - 1} = \frac{0.07}{3} \Rightarrow \delta_s^{(pz)} = 0.0233 \text{ mm}.$$

Ova vrednost se ne odnosi jedino na sastavni član A₄, jer je njegova tolerancija zadata tekstem zadatka, pa napokon dobijamo:

$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_s^{(pz)} = 0.0233 \text{ mm}, \quad \delta_4 = 0.04 \text{ mm}.$$

b) Metoda nepotpune zamenljivosti

Prema tekstu zadatka stepen zamenljivosti iznosi:

$$P = 98.76\%,$$

što znači da faktor rizika iznosi:

$$q = 1 - P = 1 - 0.9876 = 0.0124 = 1.24\%.$$

Na osnovu te vrednosti faktora rizika, prema OTML¹, tab.2, str.65, nalazimo vrednost parametra Gausove raspodele:

$$t = 2.5.$$

¹ OTML – Osnovi teorije mernih lanaca, Joko Stanić, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.

Vrednosti koeficijenata relativnog rasturanja k_i dobijaju se:

- za završni član, prema obrascu:

$$k_{\Delta} = \frac{3}{t} = \frac{3}{2.5} = 1.2,$$

zato što je vrednost δ_{Δ} unapred zadata (v. OTML, str.83),

- za sastavne članove, prema OTML, tab.3, str.73, za Simpsonov raspored:

$$k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 1.22.$$

Srednja vrednost tolerancije sastavnih članova, prema *metodi nepotpune zamenljivosti i postupku jednakih tolerancija*, izračunava se prema formuli:

$$\delta_s^{(nz)} = \frac{\sqrt{\delta_{\Delta}^2 \cdot k_{\Delta}^2 - \sum_{i=1}^r (a_i^2 \cdot k_i^2 \cdot \delta_i^2)}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m-r-1} a_i^2 \cdot k_i^2}} = \frac{\sqrt{\delta_{\Delta}^2 \cdot k_{\Delta}^2 - a_4^2 \cdot k_4^2 \cdot \delta_4^2}}{\sqrt{a_1^2 \cdot k_1^2 + a_2^2 \cdot k_2^2 + a_3^2 \cdot k_3^2}} \Rightarrow \dots \Rightarrow \delta_s^{(nz)} = 0.0498 \text{ mm}.$$

Ovde takođe dajemo napomenu da se dobijena vrednost srednje tolerancije sastavnih članova ne odnosi na sastavni član A_4 , jer je njegova tolerancija zadata tekstom zadatka, pa napokon dobijamo:

$$\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_s^{(nz)} = 0.0498 \text{ mm}, \quad \delta_4 = 0.04 \text{ mm}.$$

KOMENTAR: Srednja vrednost tolerancije sastavnih članova po metodi apsolutne (potpune) zamenljivosti ($\delta_s^{(pz)}$) je dosta manja od srednje vrednosti tolerancija sastavnih članova po metodi nepotpune zamenljivosti ($\delta_s^{(nz)}$), što veoma poskupljuje troškove obrade, pa je pri zadatom faktoru rizika $q = 1.24 \%$ ekonomski više opravdano projektovati merni lanac metodom nepotpune zamenljivosti.

Primer 2.

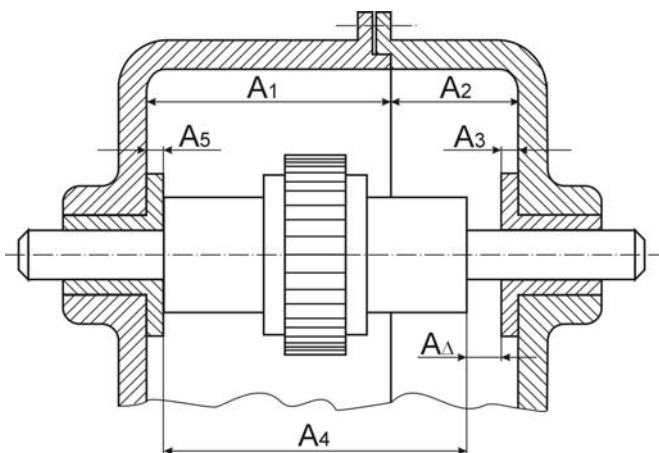
Tekst:

Na delu prikazanom na slici 3 (mehanizam menjačke kutije), dimenzionisan je merni lanac. Kroz ranije eksperimentalne analize datog tehnološkog procesa utvrđeni su zakoni rasporeda mera sastavnih članova i , zajedno sa propisanim graničnim odstupanjima, dati u tabeli 1.

Tabela 1.

i	1	2	3	4	5
A_i [mm]	90 ± 0.300	$51 - 0.200$	$5 - 0.050$	$130 + 0.100$	$5 - 0.050$
α_i	0	0	0.19	0	-0.16
k_i	1.21	1	1.03	1.1	1.21

- Odrediti meru A_{Δ} metodom potpune zamenljivosti, empirijskim postupkom.
- Pomoću metode nepotpune zamenljivosti odrediti meru A_{Δ} .
- Za podatke iz prethodne tačke i novu zadatu toleranciju $\delta_{\Delta} = 0.54 \text{ mm}$ odrediti stepen zamenljivosti, odnosno faktor rizika koji odgovara zadatoj toleranciji završnog člana mernog lanca.



Slika 3.