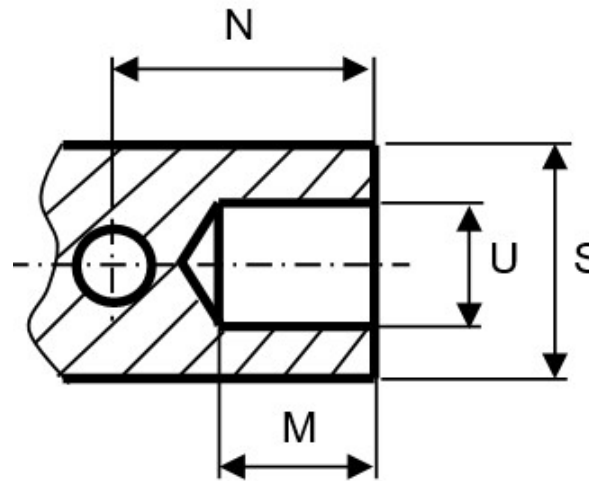


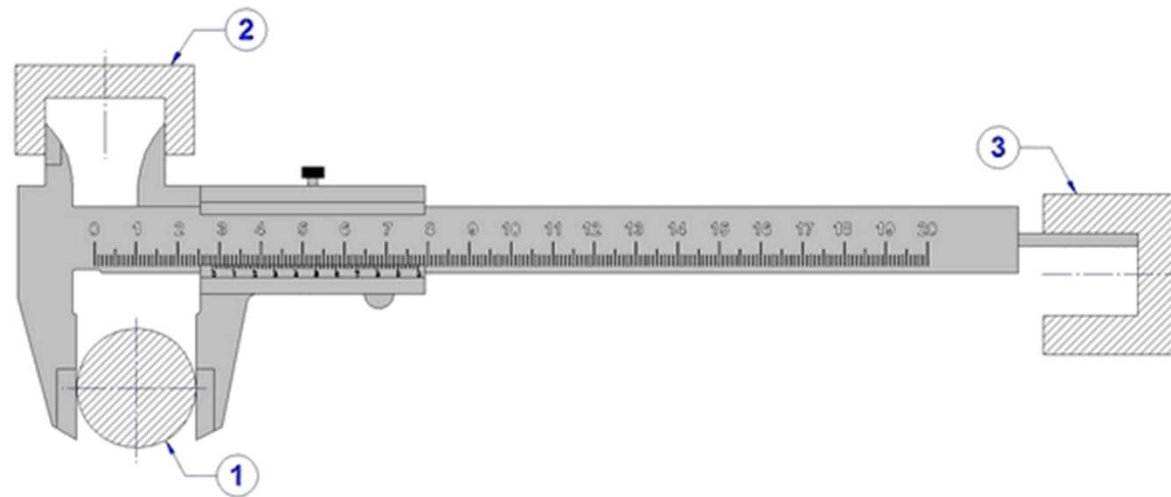
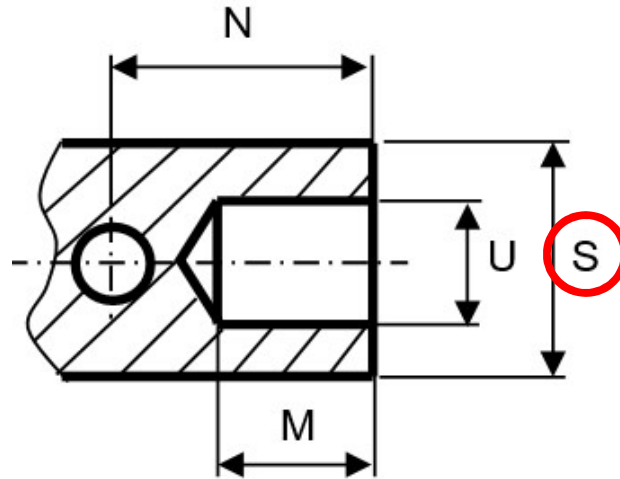
- При изради машинских делова долази до извесног одступања прописаних мера услед нетачности алатних машина, хабања резног, стезног и мерног алата, недовољне пажње непосредних извршилаца, еластичности материјала и сл.
- Ретко има потребе да мера (кота) буде идеално тачна, односно тачно она вредност која стоји на цртежу. Идеална мера нема практични значај.

- Дозвољена су мања или већа одступања од задате вредности мера (кота) (оних која су на цртежу), која се назива **номинална вредност**.
- Дозвољено одступање од номиналне вредности назива се **толеранција**, односно толеранција представља разлику између максималне и минималне дозвољене димензије. Толеранције делова у склопу обезбеђују функцију тих делова и склопа.
- Толеранција утиче на **цену**, што је мања (ужа) производ је скупљи и обрнуто.

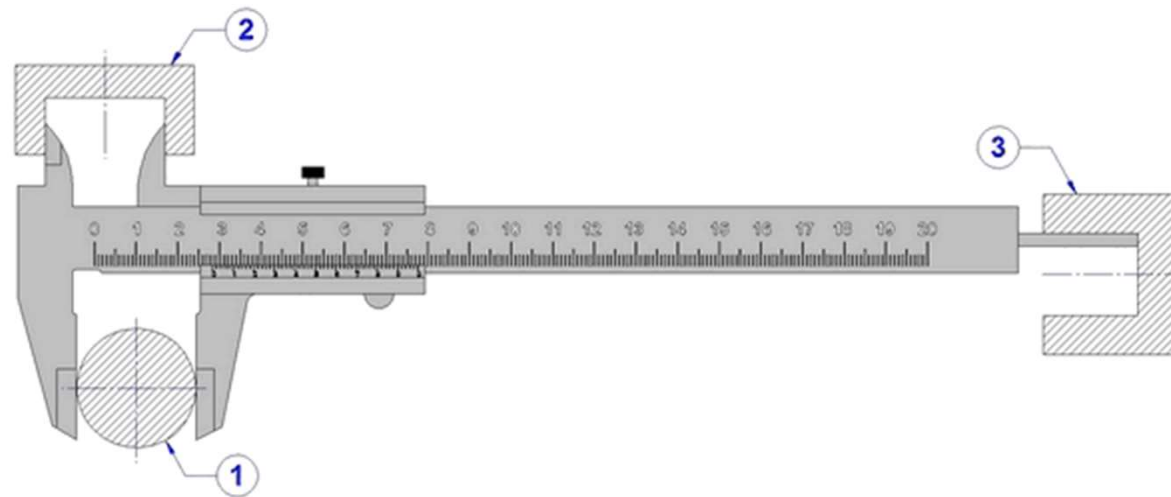
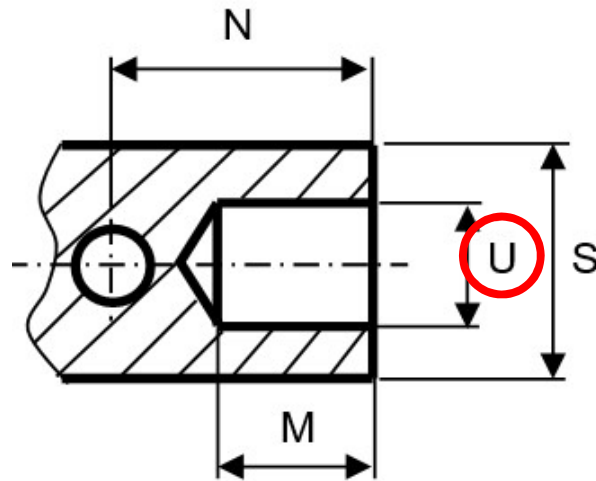
- Стандард прави разлику између спољњих и унутрашњих мера. **Спољне мере** су оне мере које се обухватају мерним прибором са спољне стране (S). **Унутрашње мере** су оне мере које се обухватају мерним прибором са унутрашње стране (U). Мере које садрже и спољне и унутрашње мере називају се **мешовите** (M), а мере које се не могу сврстати ни у спољне ни у унутрашње називају се **неизвесне мере** (N).



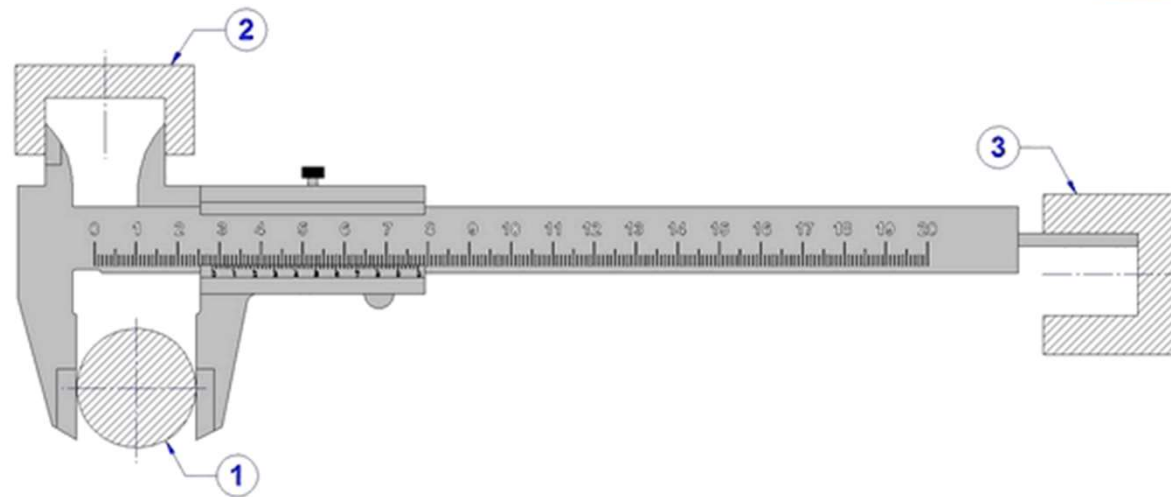
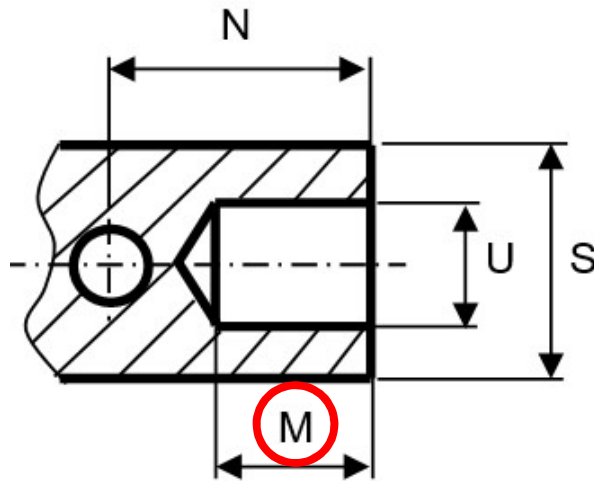
■ Спољне мере (S)

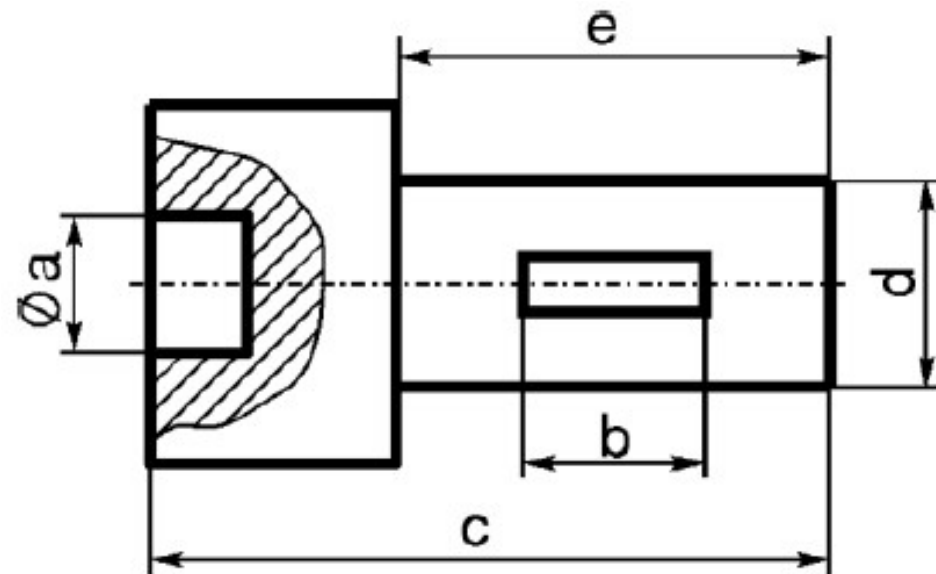


■ Унутрашње мере (U)

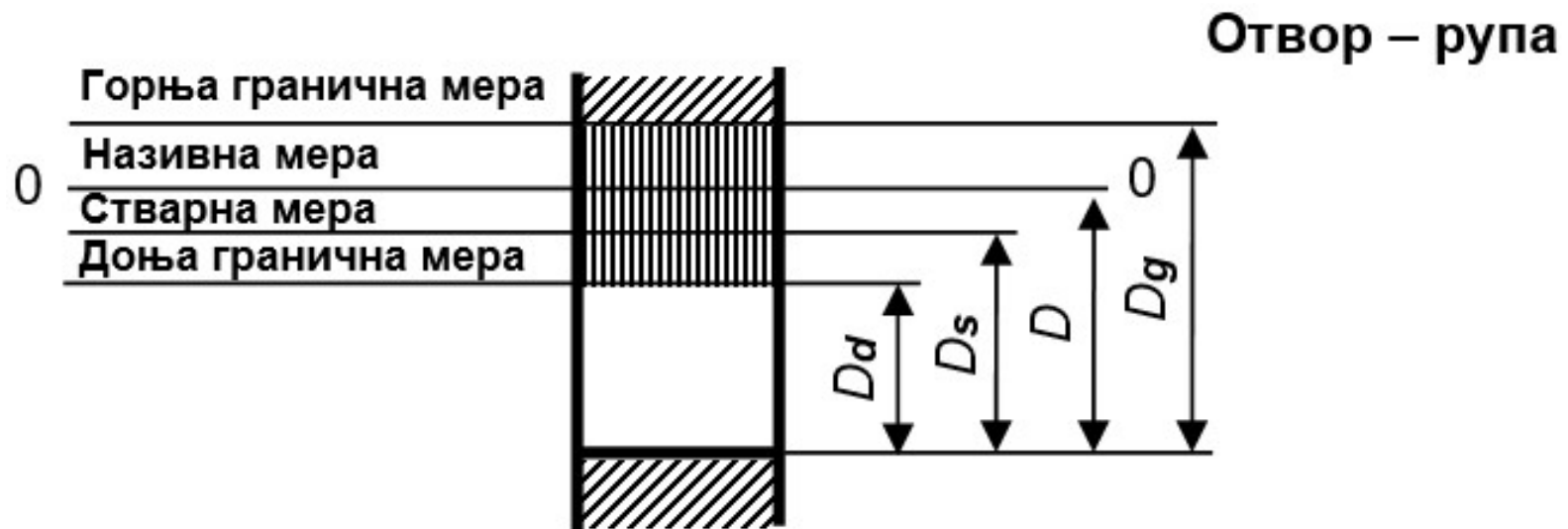


■ Мешовите мере (M)

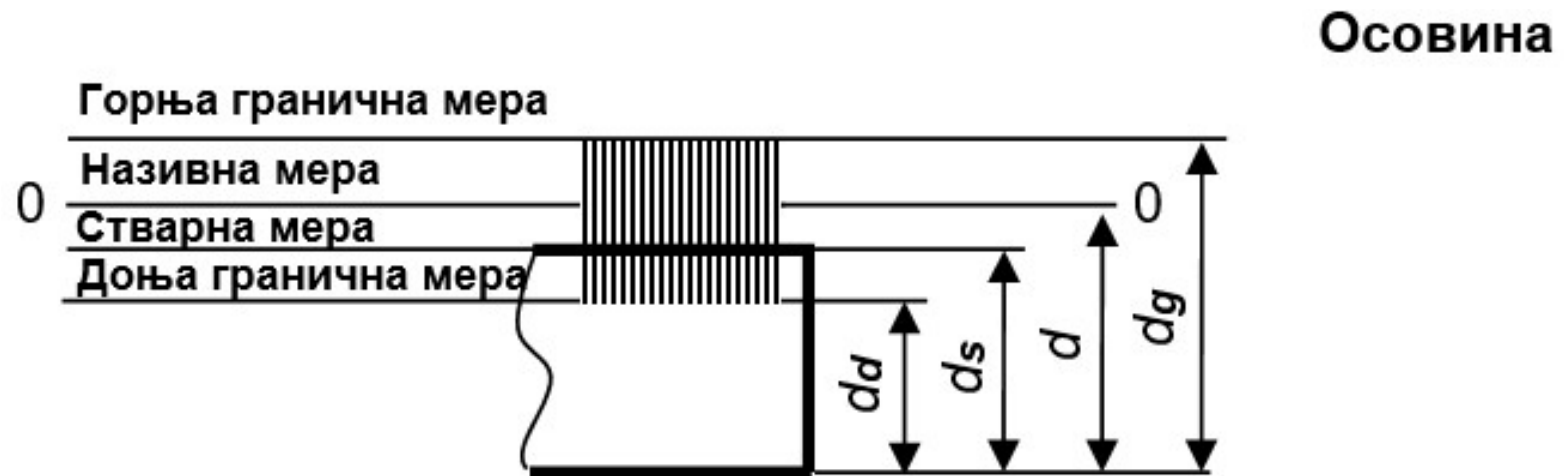




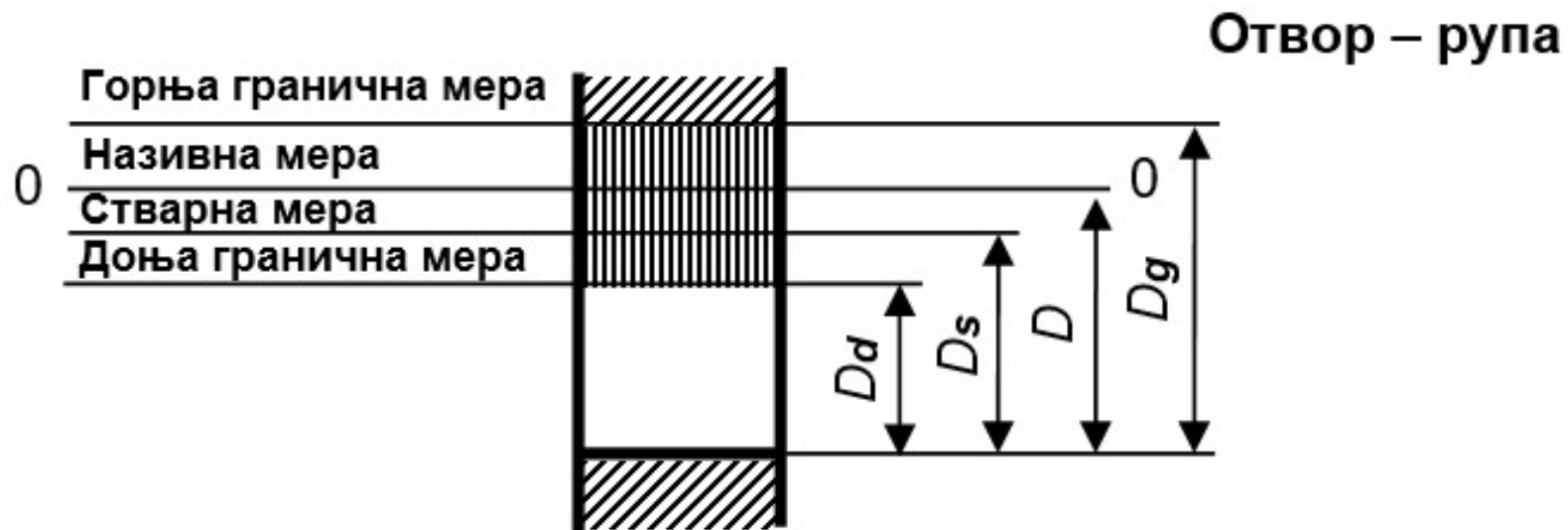
- **Мера** је број који изражава бројчану вредност неке дужине. Мера уписана на радионичком цртежу, или неком другом цртежу, назива се "кота". Све мере и њихова одступања односе се на вредности измерене на температури од 20 °С.



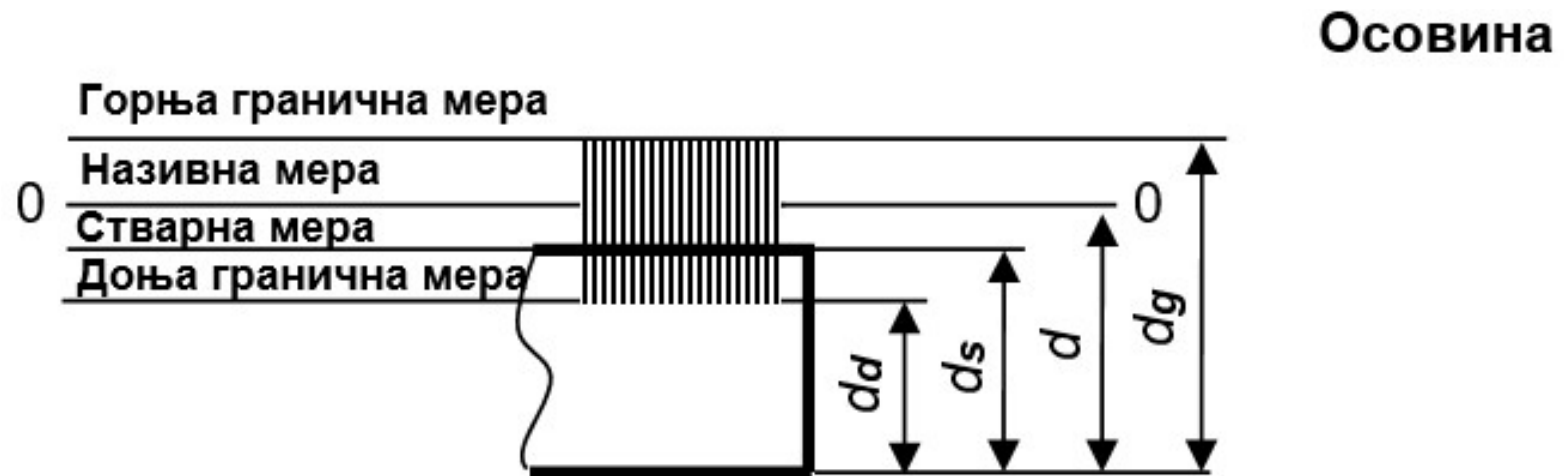
- **Мера** је број који изражава бројчану вредност неке дужине. Мера уписана на радионичком цртежу, или неком другом цртежу, назива се "кота". Све мере и њихова одступања односе се на вредности измерене на температури од 20 °С.



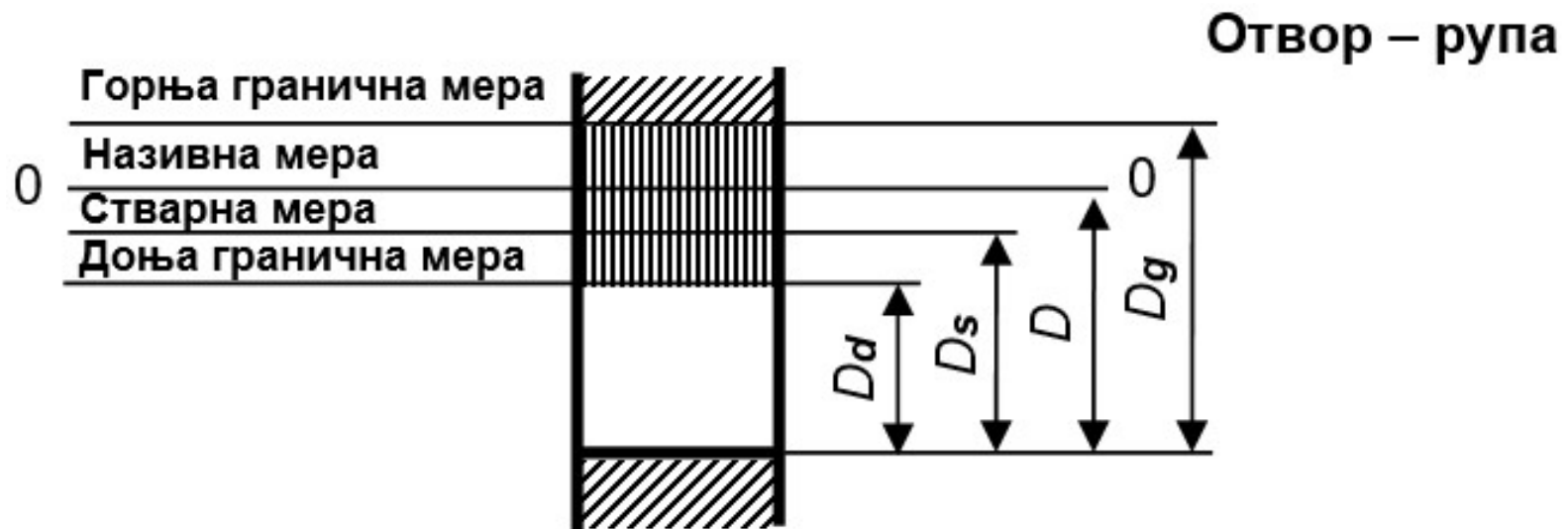
- **Називна мера (D, d)** или номинална мера је она мера која служи као основа за одређивање одступања и она се уписује на цртеже и другу техничку документацију.



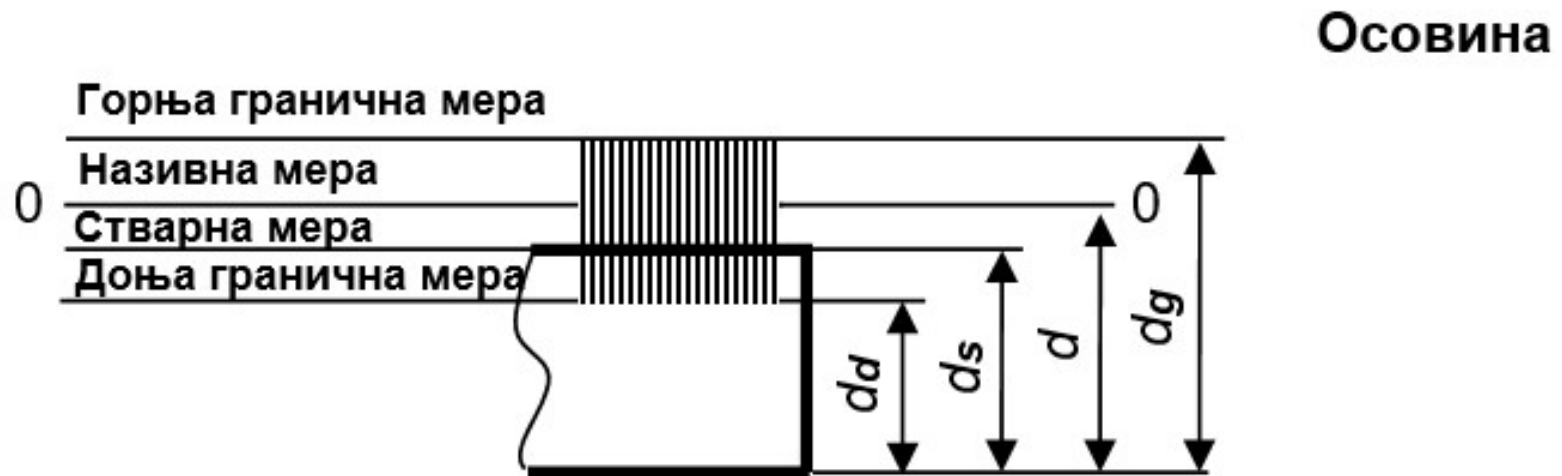
- Називна мера (D, d) или номинална мера је она мера која служи као основа за одређивање одступања и она се уписује на цртеже и другу техничку документацију.



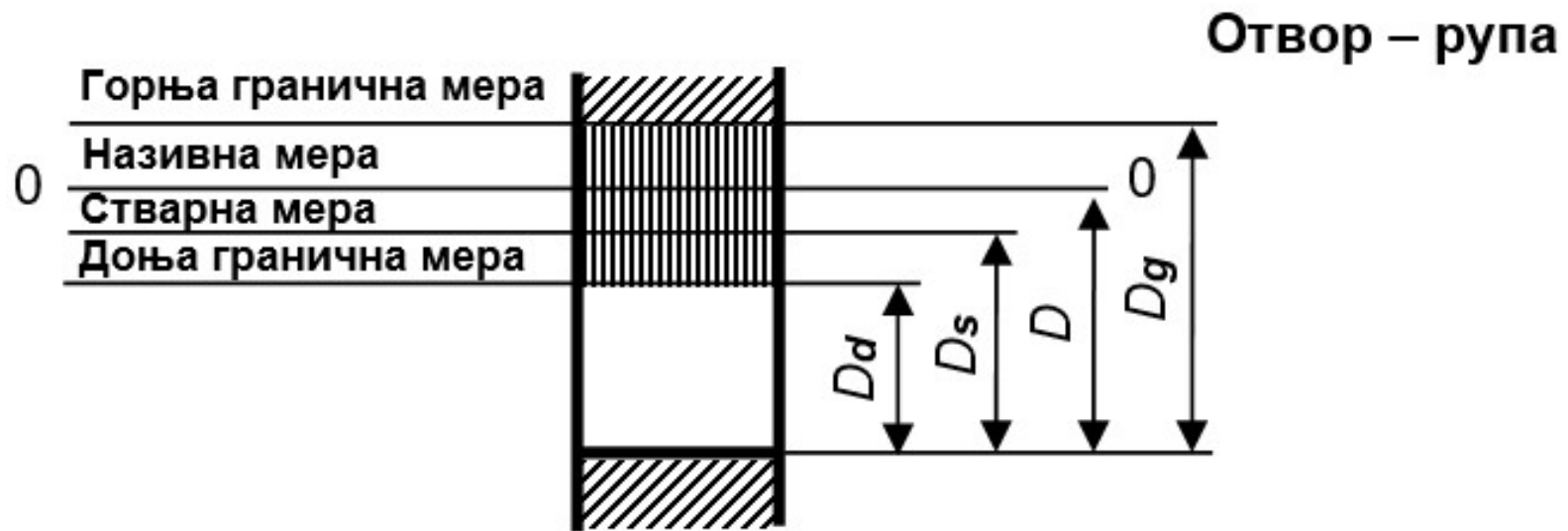
- **Стварна мера (D_s, d_s)** је она мера која је установљена мерењем израђеног предмета. Ова мера обухвата и нетачност мерења.



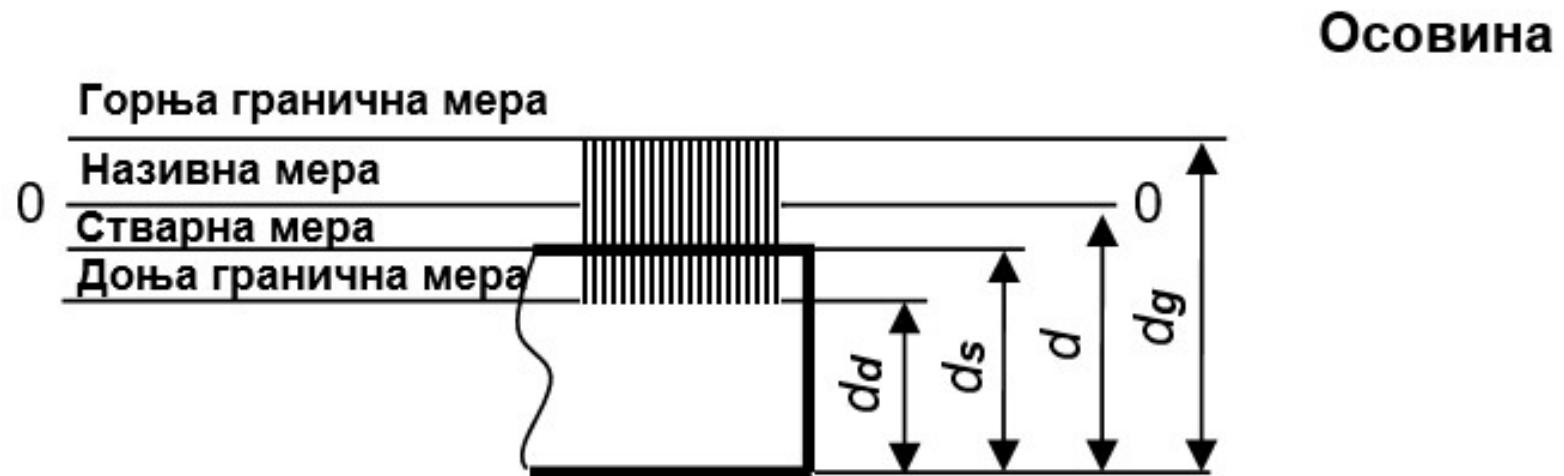
- **Стварна мера (D_s, d_s)** је она мера која је установљена мерењем израђеног предмета. Ова мера обухвата и нетачност мерења.



- **Граничне мере** су оне мере које ограничавају област у којој се сме кретати стварна мера исправно урађеног предмета. Ове мере обухватају и утицај нетачности мерења.
- **Горња гранична мера (D_g, d_g)** је највећа дозвољена мера.
- **Доња гранична мера (D_d, d_d)** је најмања дозвољена мера.



- **Граничне мере** су оне мере које ограничавају област у којој се сме кретати стварна мера исправно урађеног предмета. Ове мере обухватају и утицај нетачности мерења.
- **Горња гранична мера (D_g, d_g)** је највећа дозвољена мера.
- **Доња гранична мера (D_d, d_d)** је најмања дозвољена мера.



- **Добра гранична мера** је она гранична мера која се добије прва при обради резањем, тако да се даљим скидањем струготине добијају мере између граничних мера. Иначе, ова мера, за део који се мери, одговара максималној вредности материјала.
- Код спољних мера добра мера је горња гранична мера (d_g) док је код унутрашњих мера добра мера доња гранична мера (D_d).
- При серијској производњи ова мера се проверава граничним мерилом у виду рачве или чепа и то страном „ИДЕ“.



Loša mera

Dobra mera



Dobra mera

Loša mera

Приказ начина мерења граничним мерилем

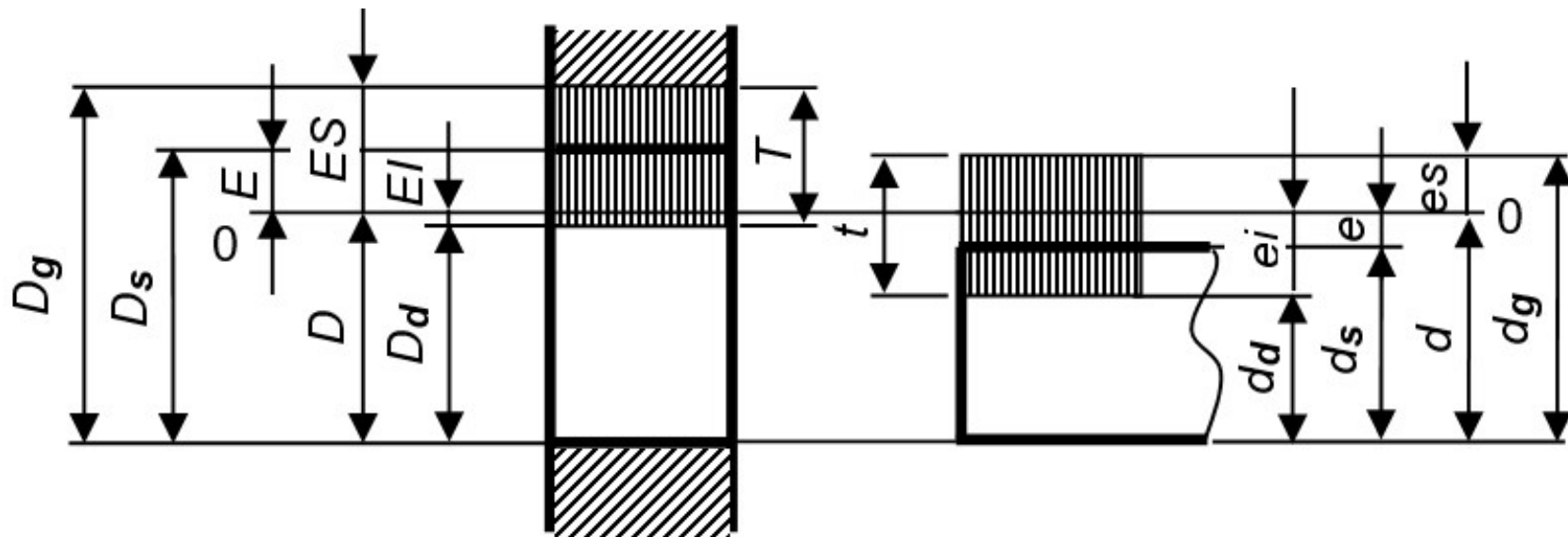
- **Лоша гранична мера** је она гранична мера која се налази на граници употребљивости предмета, тако да се даљим скидањем струготине добијају мере изван граничних мера. Иначе, ова мера, за део који се мери, одговара мери минималне вредности материјала.
- Код спољних мера лоша мера је доња гранична мера (d_d) док је код унутрашњих мера лоша мера горња гранична мера (D_g).
- При серијској производњи ова мера се проверава граничним мерилом у виду рачве или чепа и то страном „НЕ ИДЕ“.

- **Одступање** је алгебарска разлика одређене мере и називне мере. Одступање је позитивно ако је дотична мера већа од називне, а негативно, ако је дотична мера мања од називне мере.
- **Називно одступање** је алгебарска разлика граничне мере и називне мере.

■ **Горње гранично одступање (ES, es)**, или скраћено горње одступање, је алгебарска разлика горње граничне мере и називне мере:

$$ES = D_g - D$$

$$es = d_g - d$$

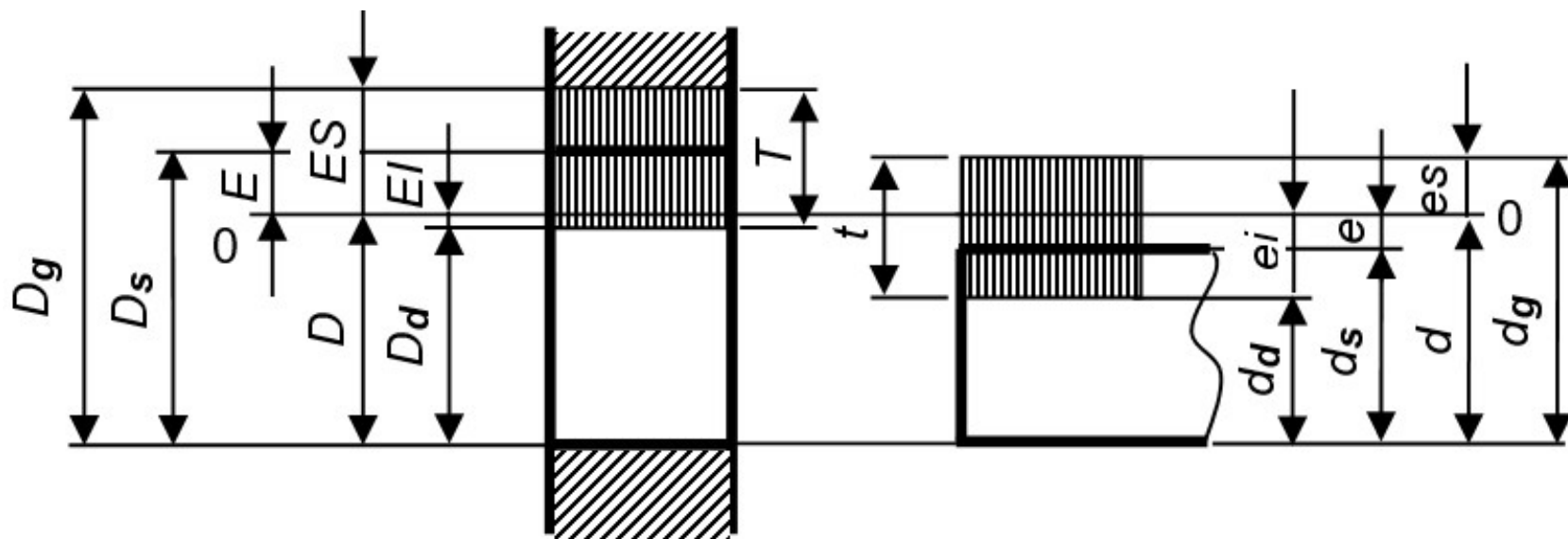


Графички приказ граничних мера

- Доње називно одступање (EI , ei), или скраћено доње одступање, је алгебарска разлика доње граничне мере и називне мере:

$$EI = D_d - D$$

$$ei = d_d - d$$

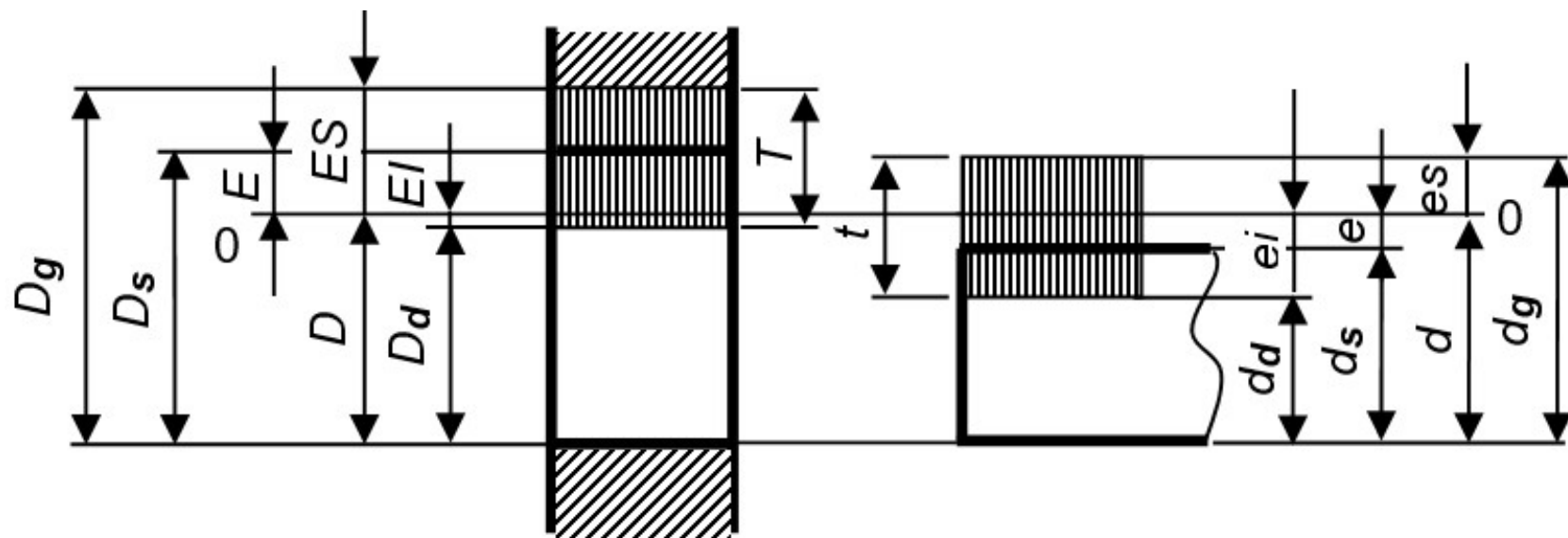


Графички приказ граничних мера

- **Стварно одступање (E, e)**, је разлика стварне мере и називне мере:

$$E = D_s - D$$

$$e = d_s - d$$

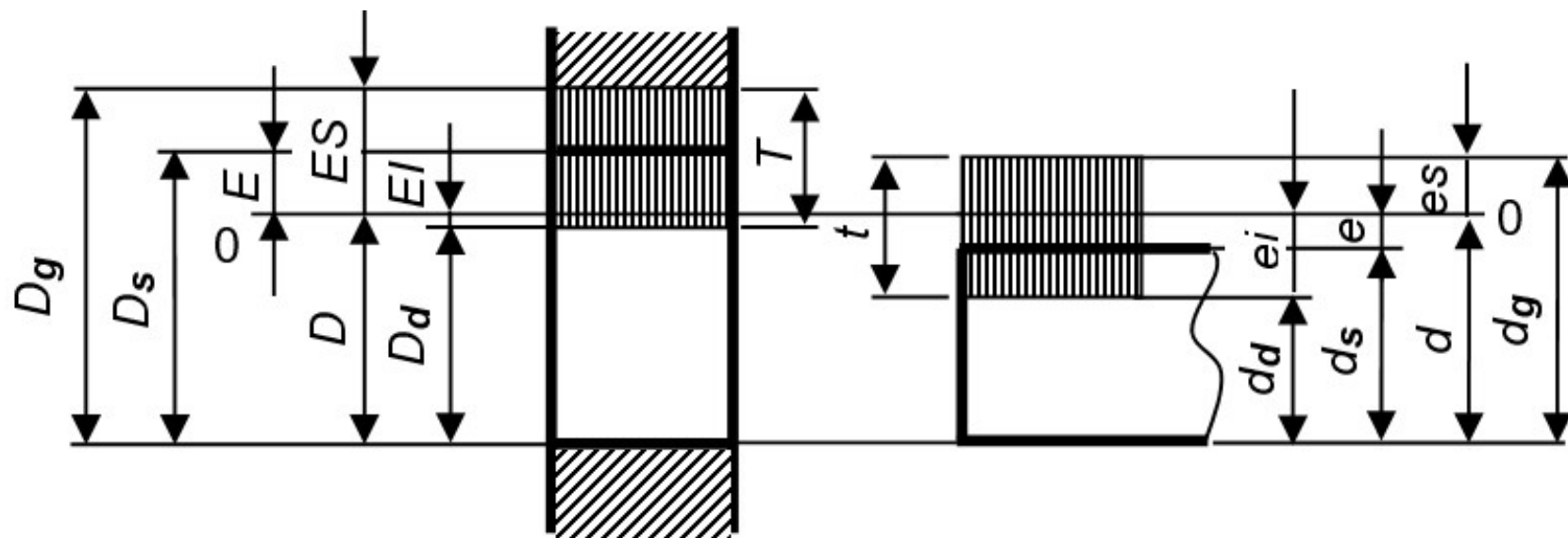


Графички приказ граничних мера

- **Толеранција (T, t)** је разлика између горње граничне мере и доње граничне мере. Подручје ограничено горњим и доњим одступањем назива се **толеранцијским пољем**:

$$T = ES - EI$$

$$t = es - ei$$



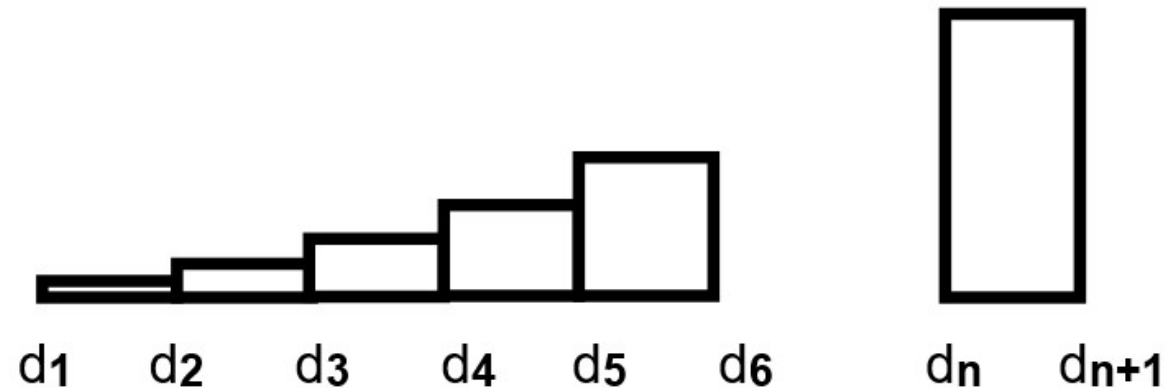
Графички приказ граничних мера

- Величина толеранције, тј. висина толеранцијског поља изражава се преко **квалитета толеранцијског поља**.
- То значи да квалитет толеранције представља **мерило тачности израде**.
- Квалитет толеранције се означава словном и бројчаном ознаком IT01, IT0, IT1, IT2, IT3, ... IT18. Наш стандард предвиђа 20 квалитета док ISO предвиђа само 18. Са порастом бројчане ознаке расте и висина толеранцијског поља.



Графички приказ висине толеранцијског поља у зависности од квалитета толеранције

- Треба посебно истаћи да у оквиру истог квалитета висина толеранцијског поља није иста, она зависи од величине називне мере.



Графички приказ висине толеранцијског поља у зависности од величине називне мере

■ Величина толеранцијског поља се одређује посредством тзв. **јединичне толеранције (i)** која се рачуна по обрасцу, за квалитете од IT5 до IT16:

■ за све називне мере до 500 mm

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001D \text{ у } \mu\text{m}$$

■ за називне мере од 500 до 3150 mm

$$i = 0,004D + 2,1D \text{ у } \mu\text{m}$$

при чему се рачуна да је

$$D = \sqrt{D_{\min} D_{\max}} \text{ у } \mu\text{m}$$

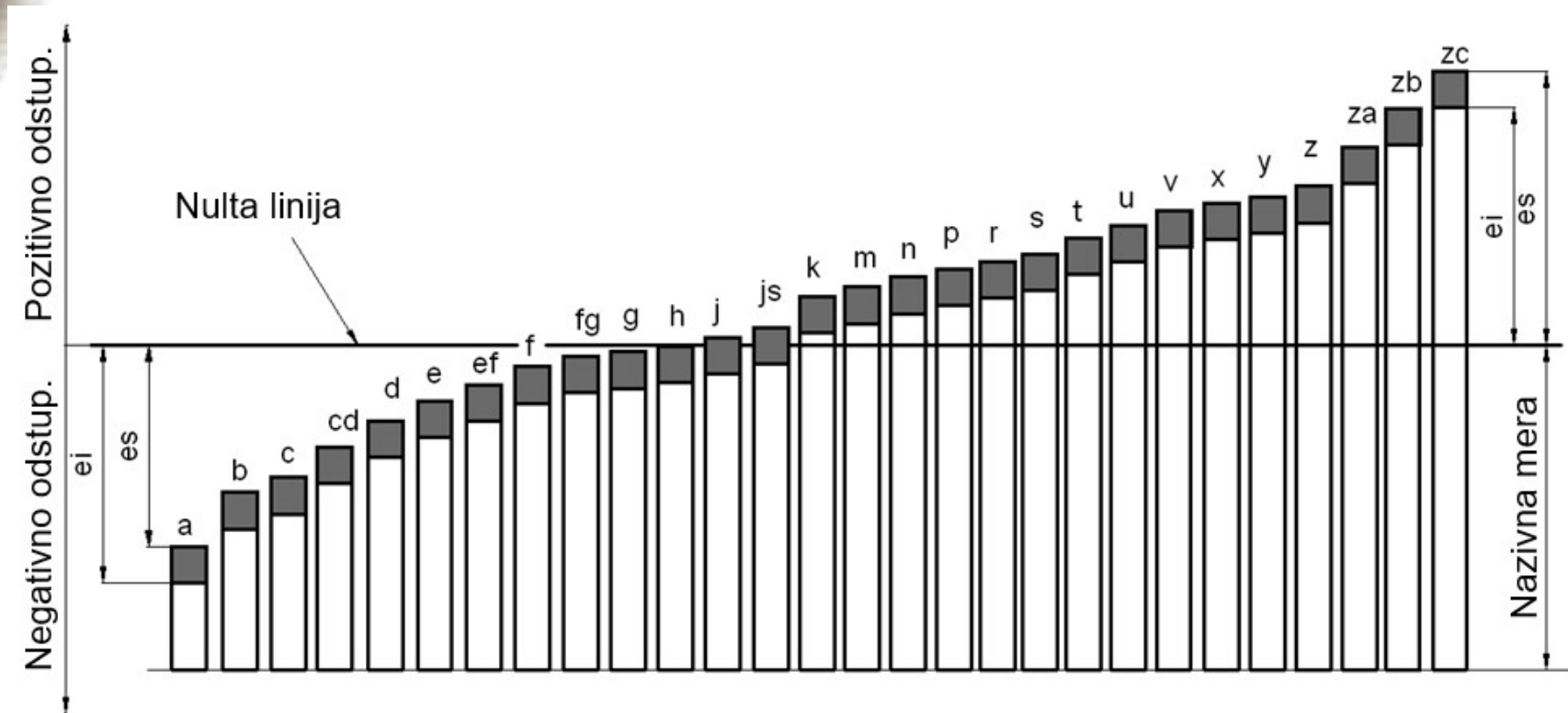
- Бројчане вредности основних толеранција одређују се на основу табеле која је дефинисана стандардом.

Табела: Утицај квалитета толеранције на висину толерацијског поља

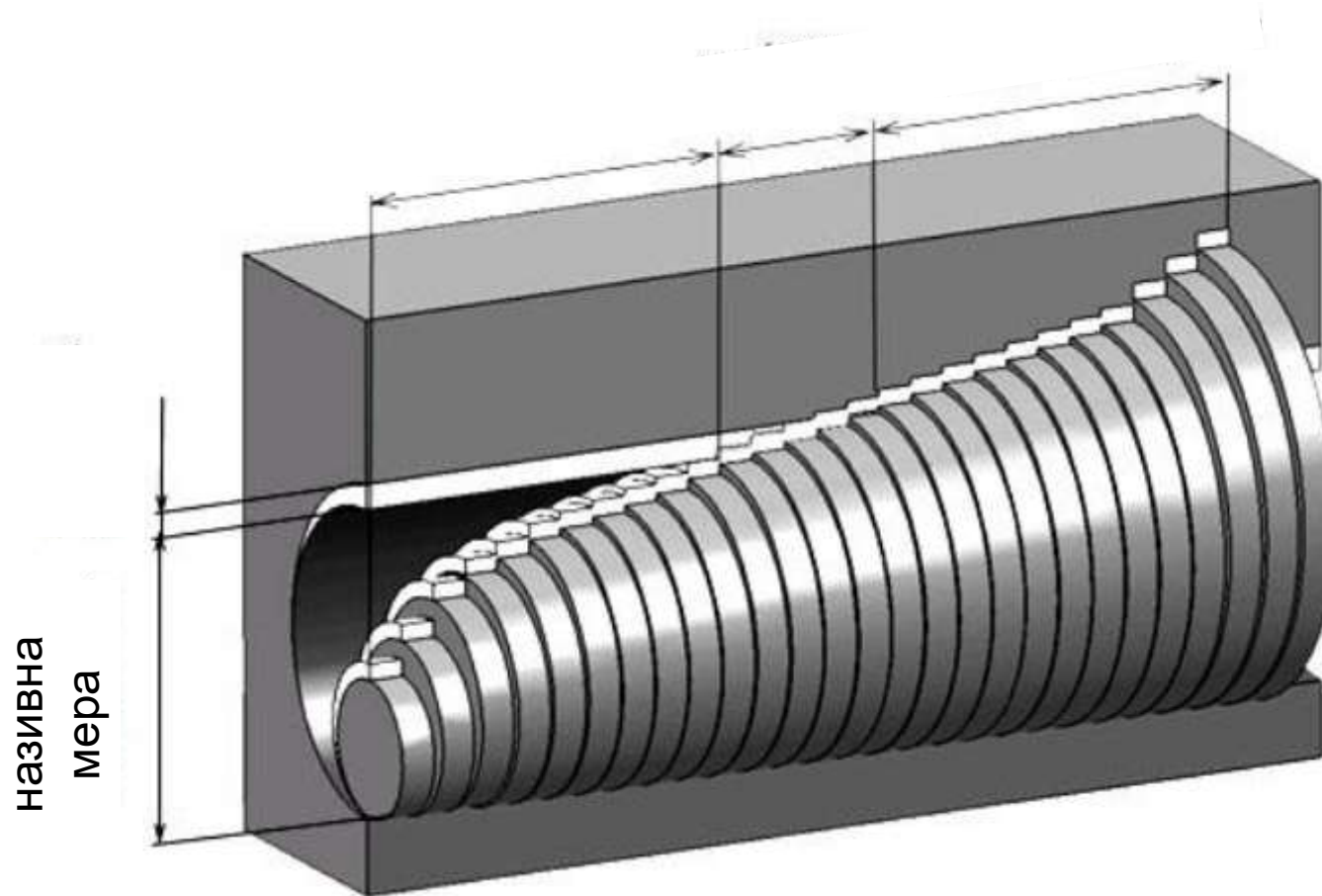
Квалитет	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11
Број јединица	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i

Сви ови подаци су израчунати и дати у виду табеле.

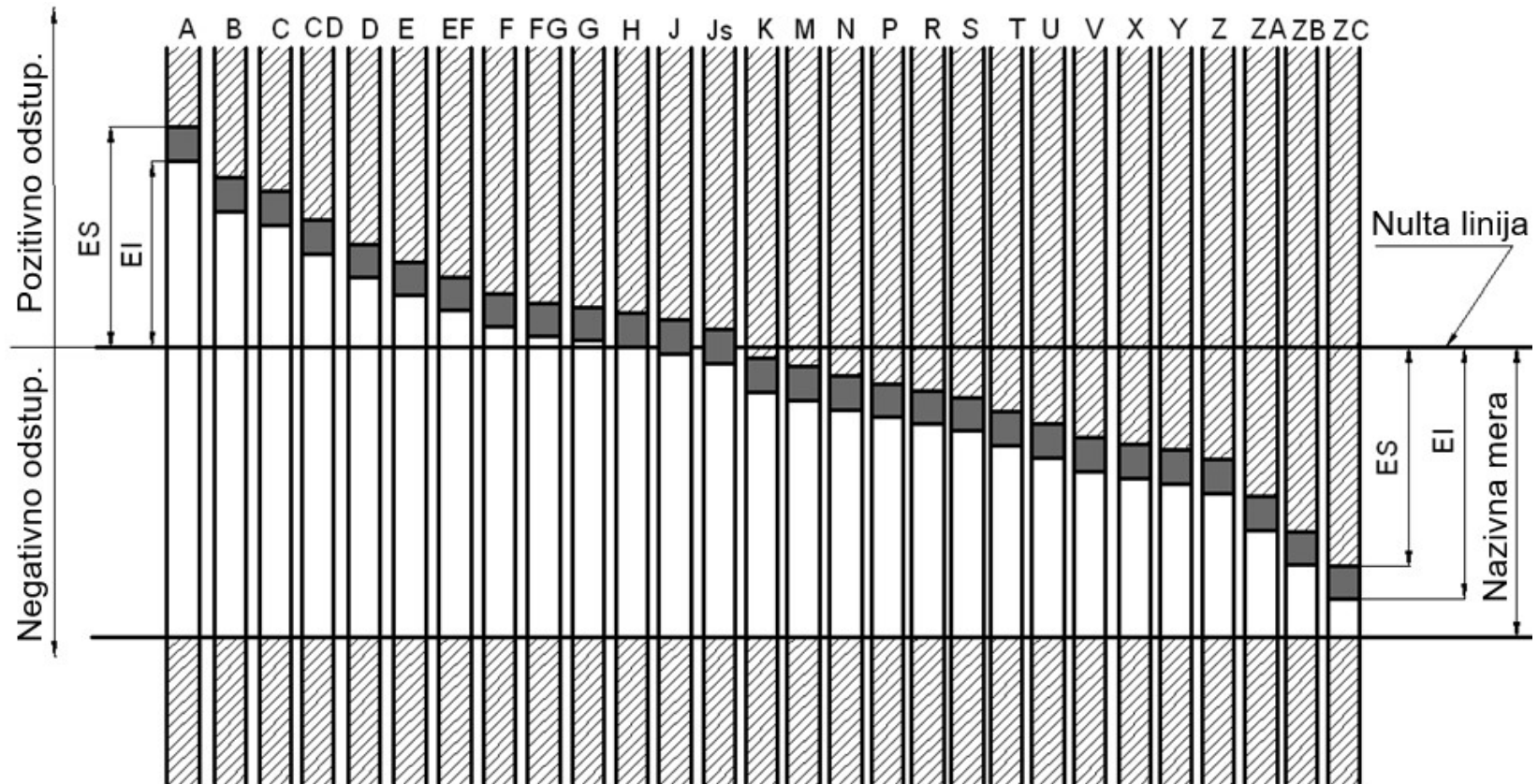
- Положај толеранцијског поља, у односу на нулту линију, означава се словним ознакама, са једним или два слова. За рупе се користе **велика слова**, а за осовине **мала слова** абецедне, с тим што су нека слова изостављена.
- Стандардом су дефинисане ознаке за 28 положаја.



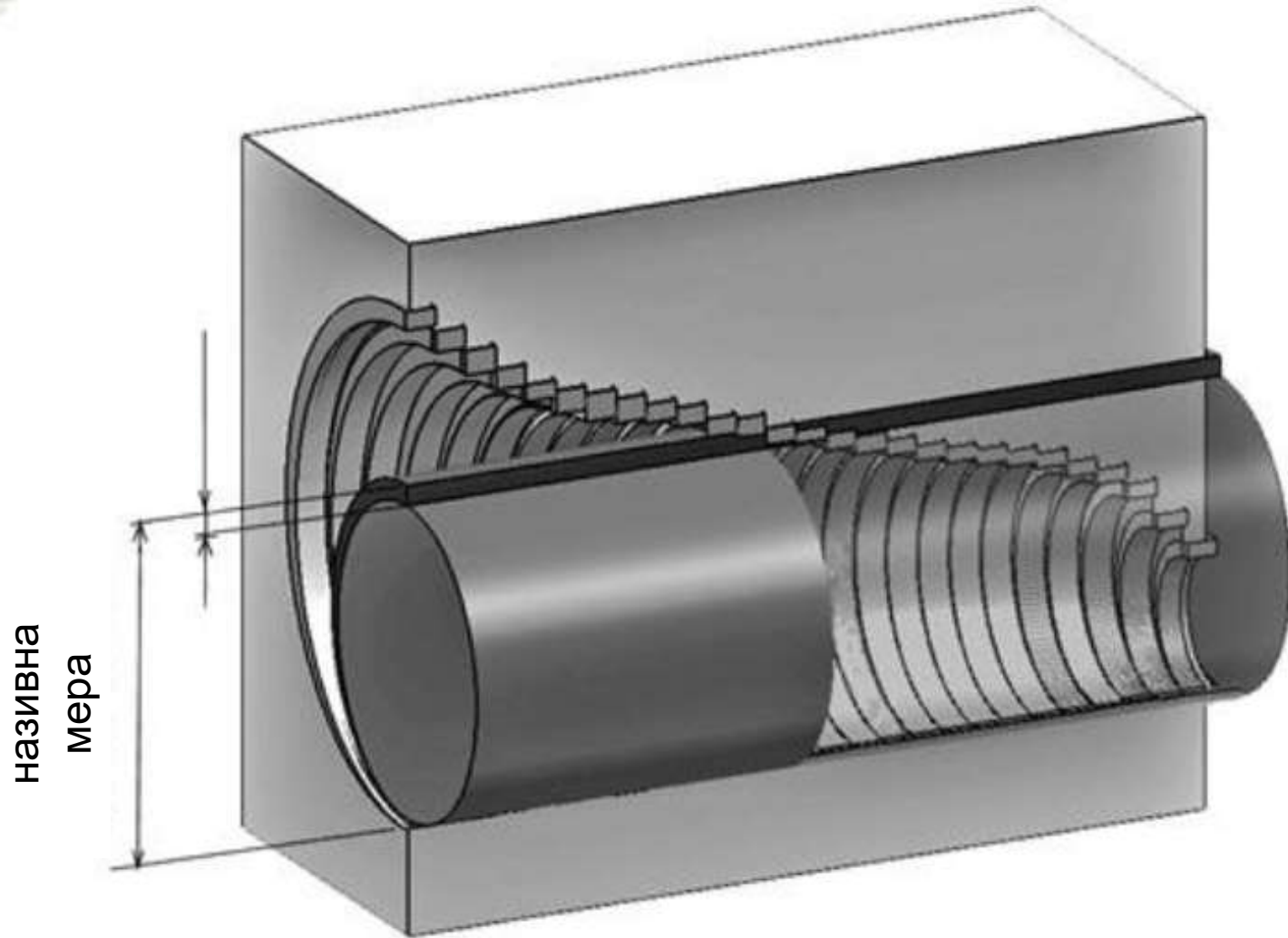
Графички приказ висине толеранцијског поља у зависности од величине називне мере, за спољашњу меру



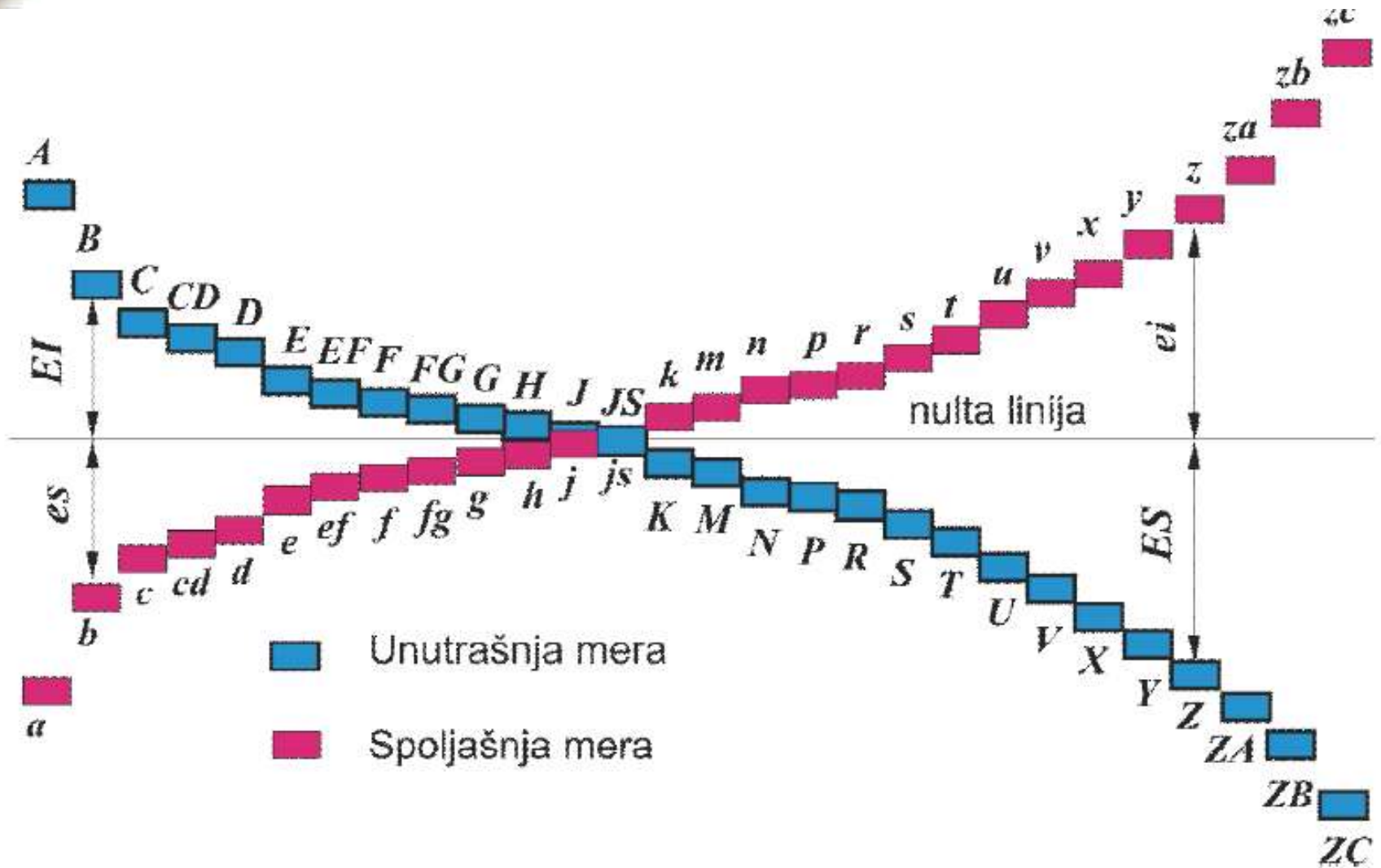
Графички приказ висине толеранцијског поља у зависности од величине називне мере, за спољашњу меру



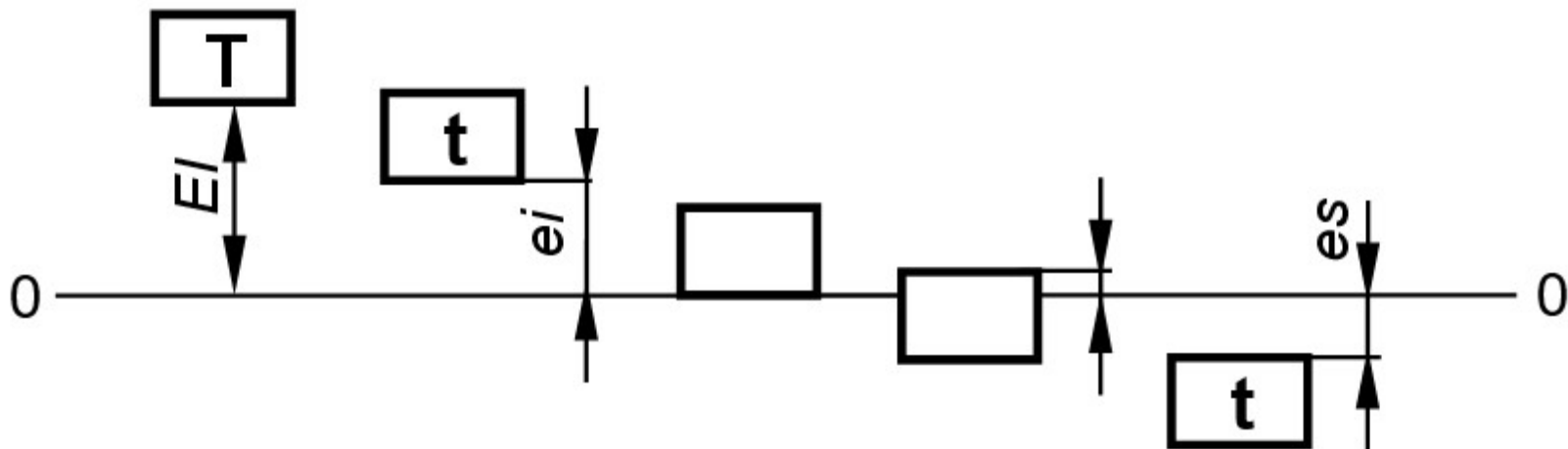
Графички приказ висине толеранцијског поља у зависности од величине називне мере, за унутрашњу меру



Графички приказ висине толеранцијског поља у зависности од величине називне мере, за унутрашњу меру



- Основна одступања толеранцијских поља се дају у виду табеле и у принципу у табели се дају она одступања која су ближа нултој линији. Треба имати у виду да у појединим случајевима величина одступања зависи од квалитета толеранције.



Приказ одступања која се дају у табели

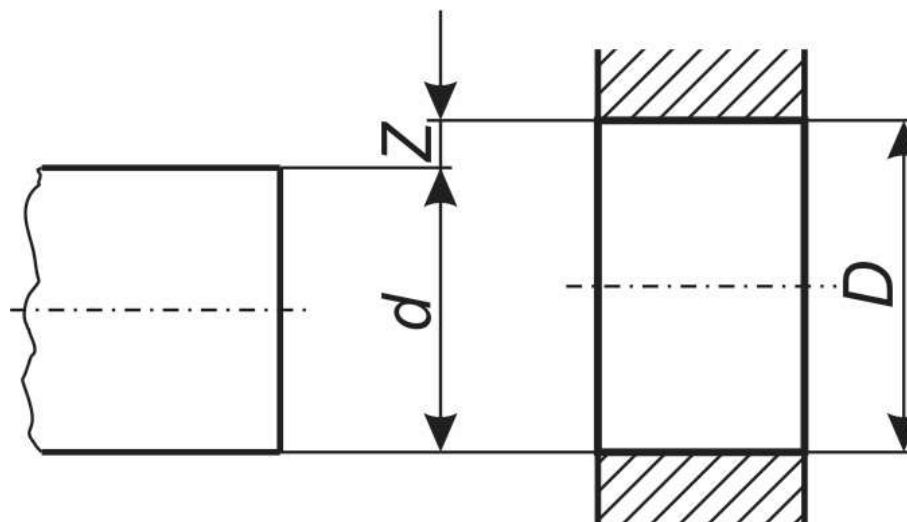
Налегања

- Под налегањем се подразумева однос два склопљена дела, **истих називних мера** - од којих је једна **спољашња**, а друга **унутрашња**, који проистиче на основу разлике њихових стварних мера пре склапања.
- Налегања се обично анализирају на склопу "**осовина - рупа**", пошто је таква врста склопа најједноставнија за разматрање, а и најчешће се среће у пракси.
- При налегању могу да се јаве два случаја: да је склоп **померљив**, када је реч о склопу "са зазором", или да је **непомерљив**, када је реч о склопу "са преклопом".

- **Под зазором** се подразумева разлика између мере рупе и осовине, пре склапања. Зазор се јавља само у случају да је пречник рупе већи од пречника осовине:

$$D > d$$

- при чему је вредност зазора: $Z = D - d > 0$

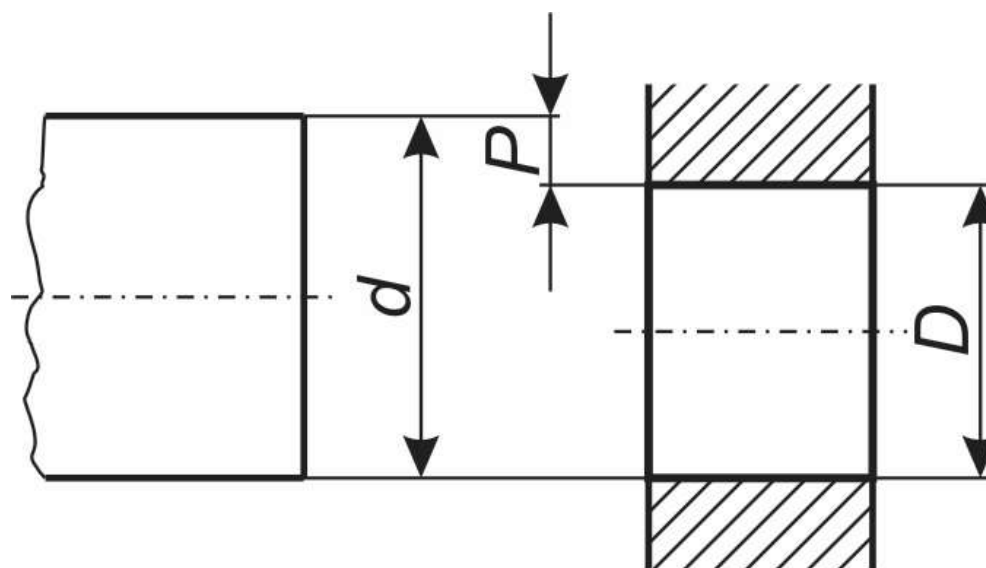


Графички приказ налегања са зазором

- **Под преклопом** се подразумева негативна разлика између пречника рупе и осовине, пре склапања (сл. 11.10). Преклоп се може јавити само у случају да је:

$$D < d$$

- при чему је вредност преклопа: $P = D - d < 0$



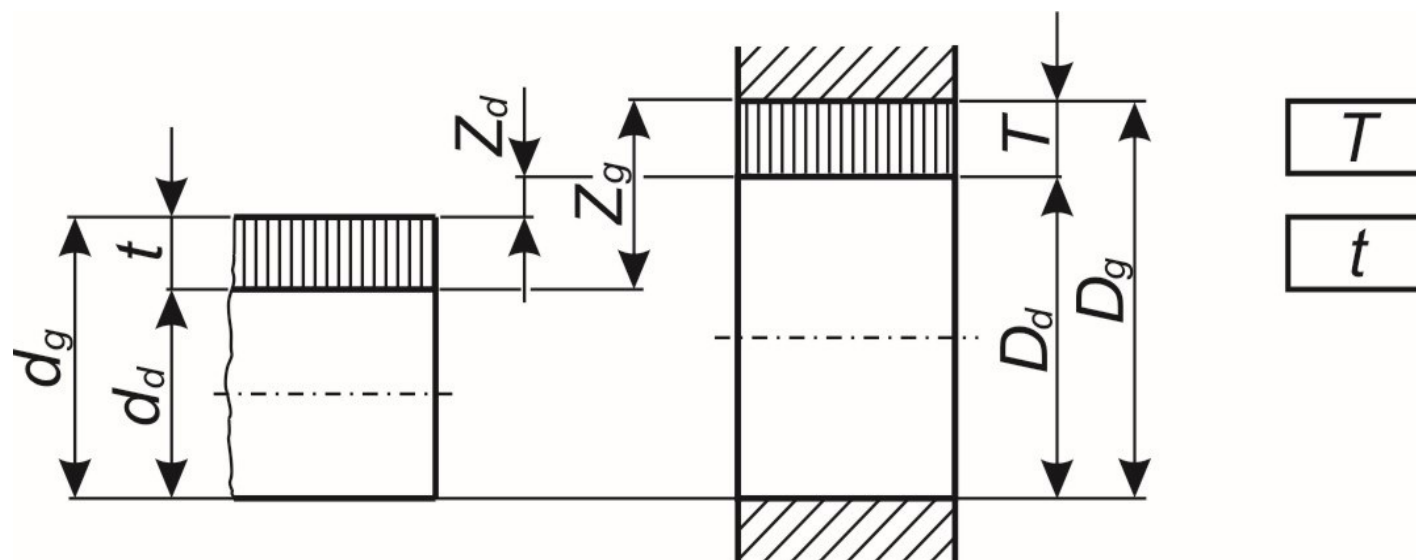
Графички приказ налегања са преклопом

■ Овако дефинисани зазор (Z) и преклоп (P) односе се на идеалне елементе називних пречника (D) и (d). **Стварне мере рупе и осовине се остварују у одређеним (прописаним) толеранцијама**, па је због тога потребно установити најмању и највећу вредност зазора, односно, најмању и највећу вредност преклопа. Имајући у виду да се зазори и преклопи крећу у одређеним границама, могу се јавити следећа налегања:

- налегања са зазором - лабава налегања,
- налегања са преклопом - чврста налегања и
- неизвесна налегања, када се унапред не зна да ли ће се појавити зазор или преклоп.

Налегања са зазором

- Налегање са зазором је такво налегање код којег се увек обезбеђује зазор, тј. код којег је толеранцијско поље рупе увек изнад толеранцијског поља осовине.

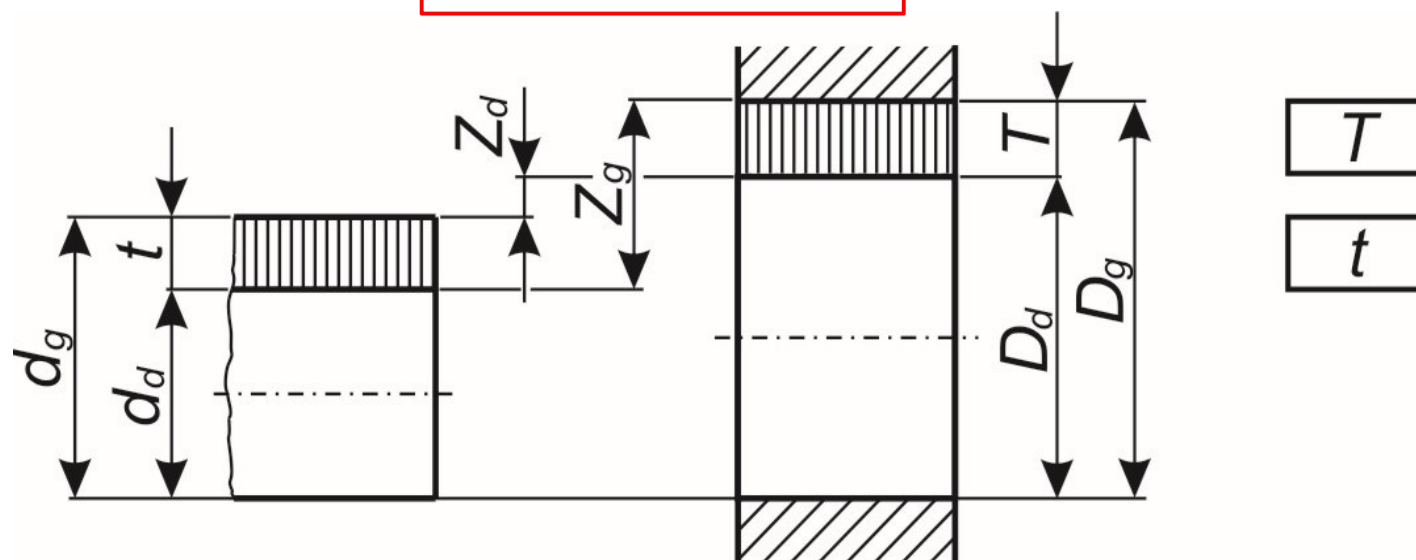


Налегање са зазором

Налегања са зазором

- Најмањи зазор - **доњи зазор (Z_d)** је позитивна разлика између најмање мере рупе (D_d) и највеће мере осовине (d_g) пре склапања, тј:

$$Z_d = D_d - d_g > 0$$

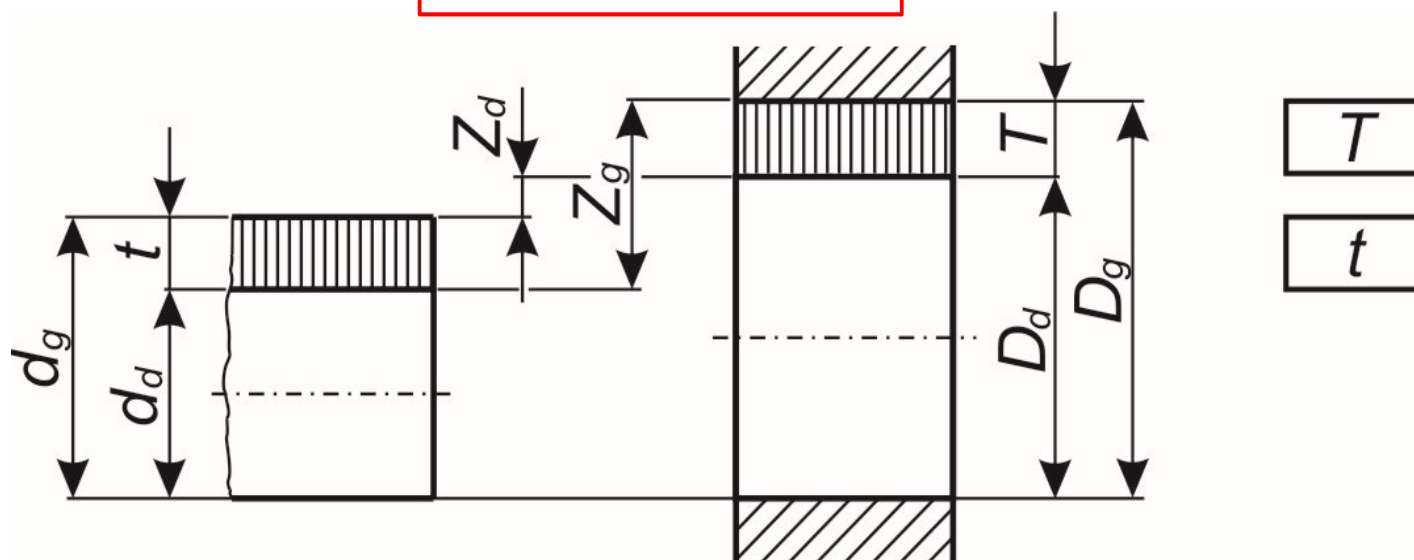


Налегање са зазором

Налегања са зазором

- Највећи зазор - **горњи зазор (Z_g)** је позитивна разлика између највеће мере рупе (D_g) и најмање мере осовине (d_d) пре склапања, тј:

$$Z_g = D_g - d_d > 0$$



Налегање са зазором

Налегања са зазором

- Толеранција налегања је збир толеранција рупе и осовине:

$$T_n = T + t$$

знајући да је:

$$T = D_g - D_d$$

$$t = d_g - d_d$$

следи да је:

$$T_n = D_g - D_d + d_g - d_d = D_g - d_d - (D_d - d_g) = Z_g - Z_d$$

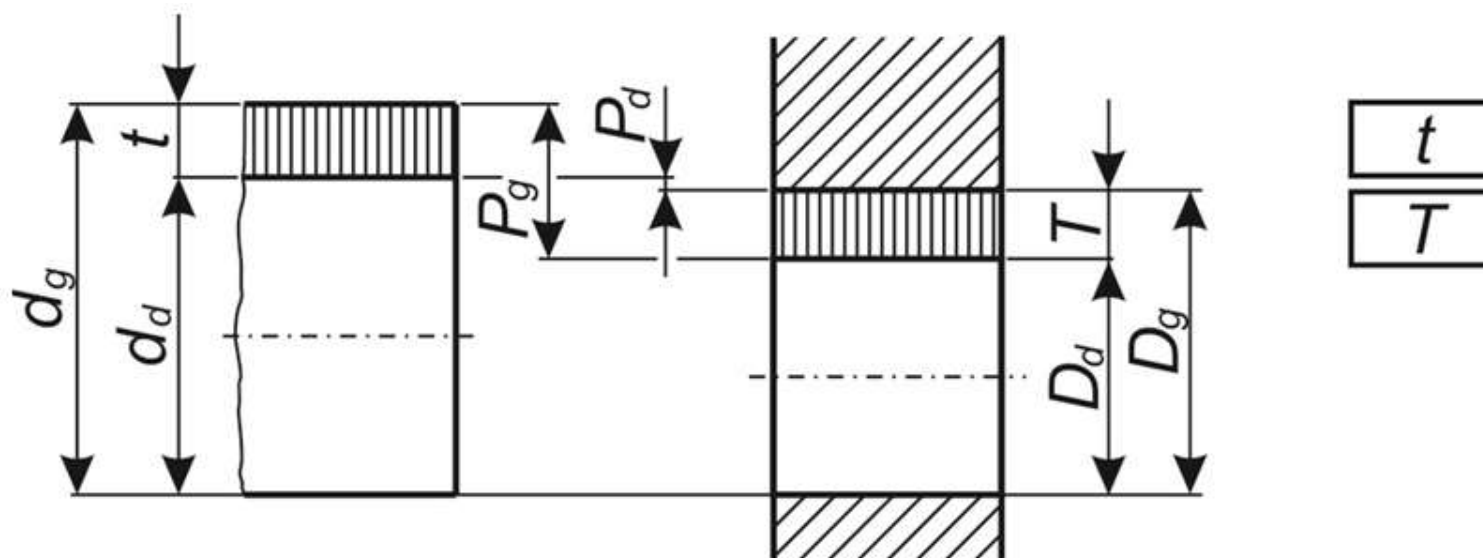
Налегања са зазором

- Толеранција налегања је увек позитиван број. Због једнообразности практикује се да се толеранција налегања пише у облику разлике апсолутних вредности горњег и доњег зазора и означава се са:

$$T'_n = |Z_g| - |Z_d| \quad \text{и уколико је} \quad T_n = T'_n \quad \text{прорачун је тачан.}$$

Налегања са преклопом

- Налегање са преклопом је такво налегање код којег се увек обезбеђује преклоп, тј. код којег је толеранцијско поље рупе увек испод толеранцијског поља осовине.

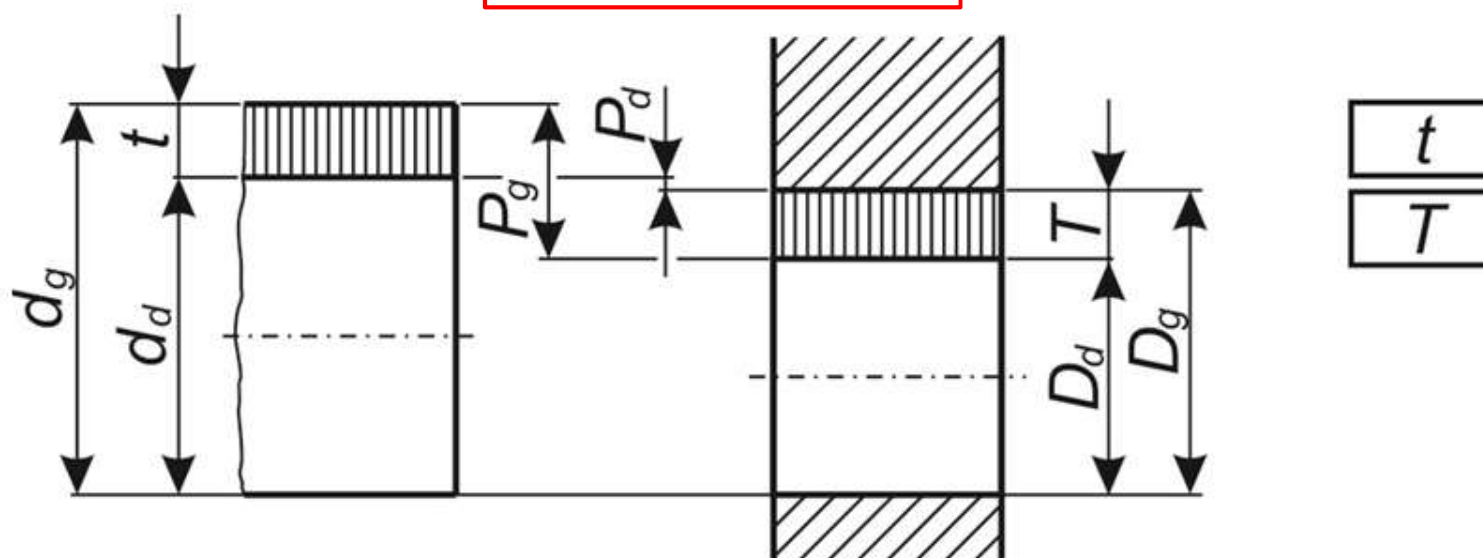


Налегање са преклопом

Налегања са преклопом

- Најмањи преклоп - **доњи преклоп** (P_d) је негативна разлика између највеће мере рупе (D_g) и најмање мере осовине (d_d) пре склапања, тј:

$$P_d = D_g - d_d < 0$$

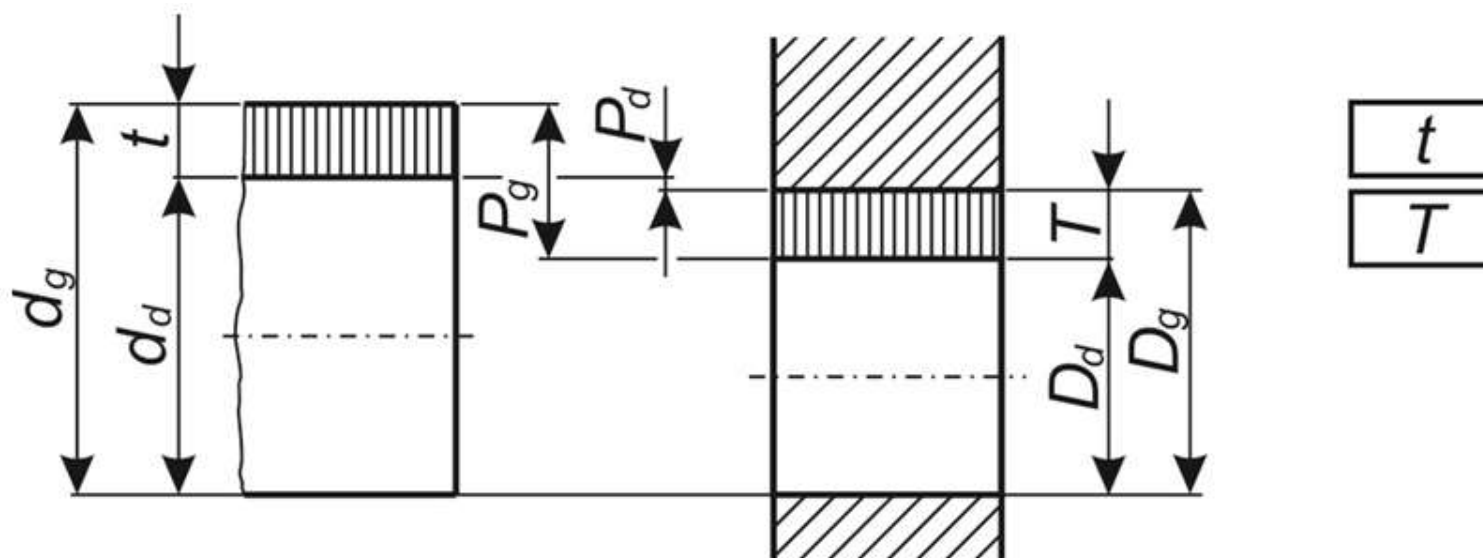


Налегање са преклопом

Налегања са преклопом

- Највећи преклоп - **горњи преклоп (P_g)** је негативна разлика између најмање мере рупе (D_d) и највеће мере осовине (d_g) пре склапања, тј:

$$P_g = D_d - d_g < 0$$



Налегање са преклопом

Налегања са преклопом

- Толеранција налегања је збир толеранција рупе и осовине:

$$T_n = T + t$$

знајући да је:

$$T = D_g - D_d$$

$$t = d_g - d_d$$

следи да је:

$$T_n = D_g - D_d + d_g - d_d = D_g - d_d - (D_d - d_g) = P_d - P_g$$

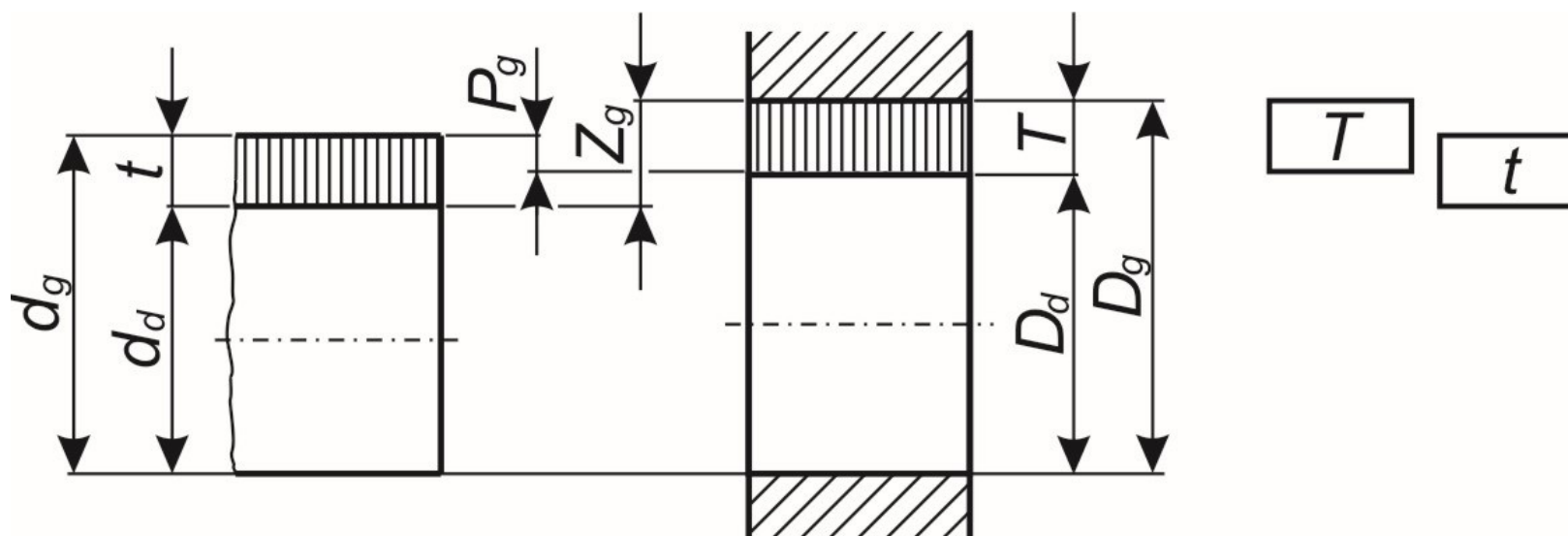
Налегања са преклопом

- Толеранција налегања је увек позитиван број. Због једнообразности практикује се да се толеранција налегања пише у облику разлике апсолутних вредности горњег и доњег преклопа и означава се са:

$$T'_n = |P_g| - |P_d| \quad \text{и уколико је} \quad T_n = T'_n \quad \text{прорачун је тачан.}$$

Неизвесна налегања

- Неизвесно налегање је такво налегање код којег се унапред не зна да ли ће се јавити зазор или преклоп, тј. код којег се толеранцијска поља рупе и осовине преклапају.

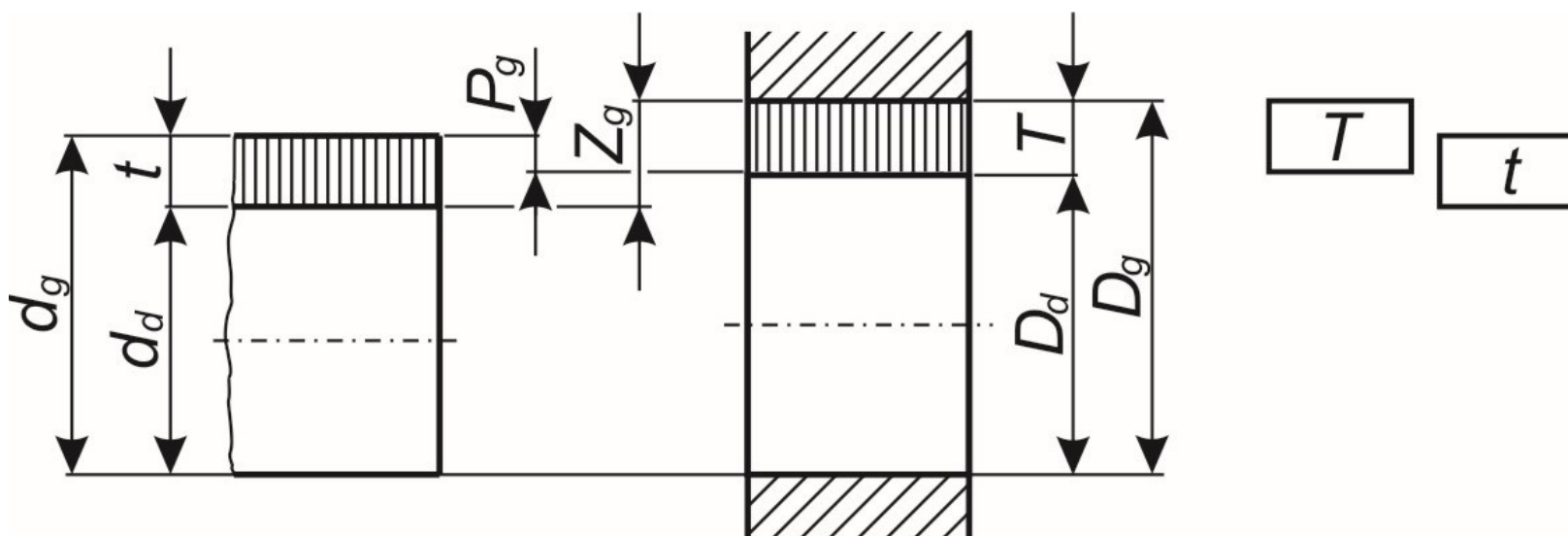


Неизвесно налегање

Неизвесна налегања

- Највећи зазор - горњи зазор (Z_g) је позитивна разлика између највеће мере рупе (D_g) и најмање мере осовине (d_d) пре склапања, тј:

$$Z_g = D_g - d_d > 0$$

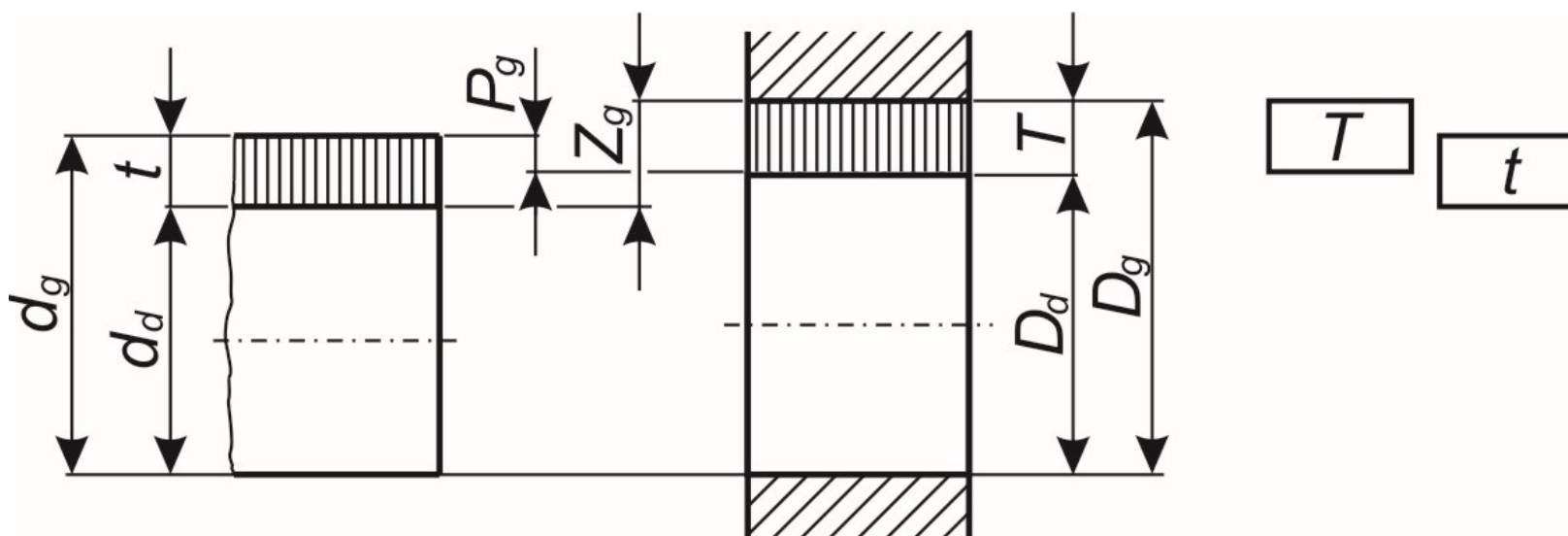


Неизвесно налегање

Неизвесна налегања

- Највећи преклоп - горњи преклоп (P_g) је негативна разлика између најмање мере рупе (D_d) и највеће мере осовине (d_g) пре склапања, тј:

$$P_g = D_d - d_g < 0$$



Неизвесно налегање

Неизвесна налегања

- Толеранција налегања је збир толеранција рупе и осовине:

$$T_n = T + t$$

знајући да је:

$$T = D_g - D_d$$

$$t = d_g - d_d$$

следи да је:

$$T_n = D_g - D_d + d_g - d_d = D_g - d_d - (D_d - d_g) = Z_g - P_g$$

Неизвесна налегања

- Толеранција налегања је увек позитиван број. Због једнообразности практикује се да се толеранција налегања пише у облику збира апсолутних вредности зазора и преклопа и означава се са:

$$T'_n = |Z_g| + |P_g| \quad \text{и уколико је} \quad T_n = T'_n \quad \text{прорачун је тачан.}$$

Налегања у односу на нулту линију

- Све димензије дефинисане су називним мерама и њиховим толеранцијама. При графичком приказу толеранција и налегања, **нулта линија представља називну меру.**
- Ако се нулта линија повуче хоризонтално, позитивна одступања се налазе изнад нулте линије, а негативна испод нулте линије. Толеранцијска поља и толеранције налегања се приказују у виду правоугаоника.

Налегање са зазором

- Да би налегање било са зазором потребно је да је испуњен услов:

$$D_d > d_g \quad \text{тј.} \quad EI > es$$

- Вредности зазора су:

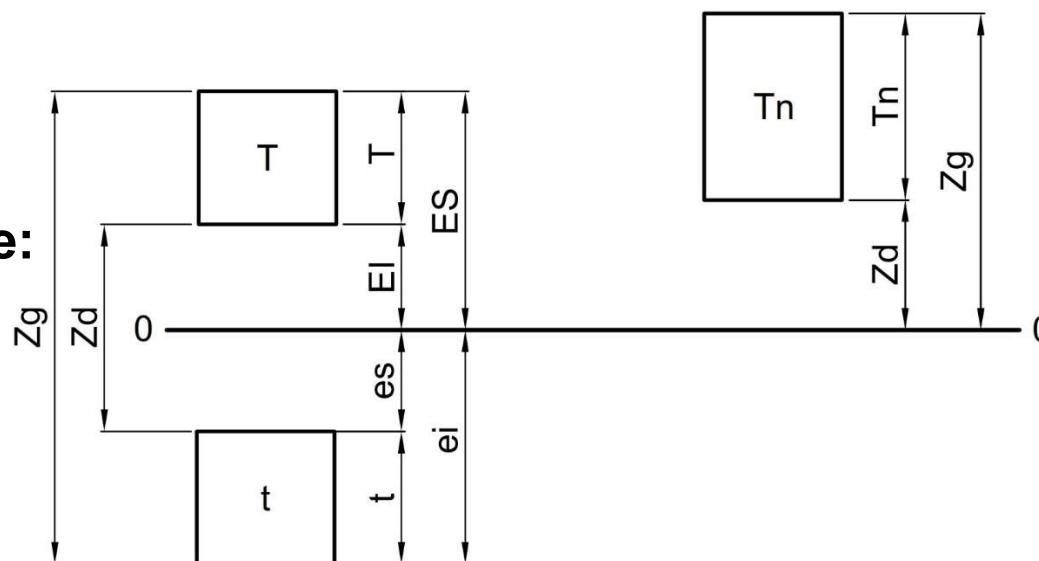
$$Z_d = D_d - d_g = EI - es$$

$$Z_g = D_g - d_d = ES - ei$$

- Толеранција налегања је:

$$T'_n = |Z_g| - |Z_d|$$

$$T_n = T + t$$



Налегање са преклопом

- Да би налегање било са преклопом потребно је да је испуњен услов:

$$D_g < d_d \quad \text{тј.} \quad ES < ei$$

- Вредности преклопа су:

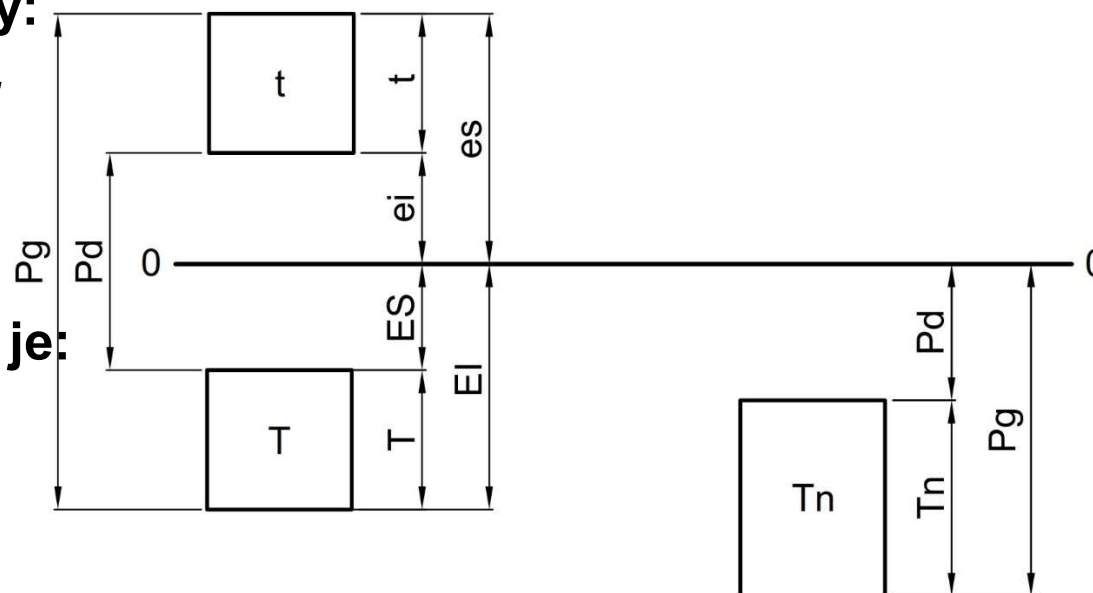
$$P_d = D_g - d_d = ES - ei$$

$$P_g = D_d - d_g = EI - es$$

- Толеранција налегања је:

$$T'_n = |P_g| - |P_d|$$

$$T_n = T + t$$



Неизвесно налегање

- Да би налегање било неизвесно потребно је да је испуњен услов:

$$D_g > d_d \quad \text{тј.} \quad ES > ei$$

$$D_d < d_g \quad \text{тј.} \quad EI < es$$

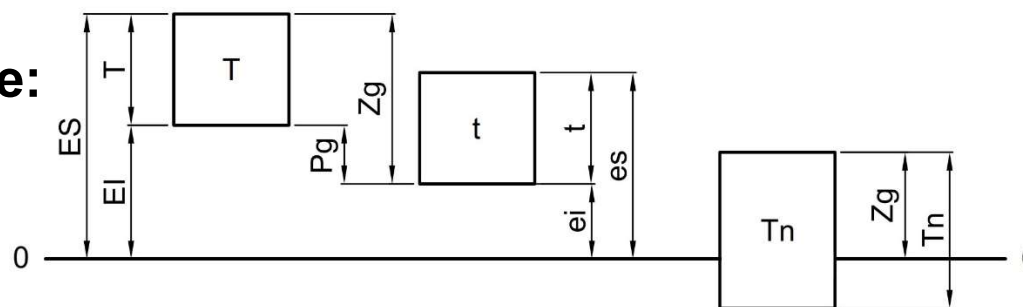
- Највећи зазор је: $Z_g = D_g - d_d = ES - ei$

- Највећи преклоп је: $P_g = D_d - d_g = EI - es$

- Толеранција налегања је:

$$T'_n = |Z_g| + |P_g|$$

$$T_n = T + t$$



Налегање између рупа и осовина је систематизовано и то на:

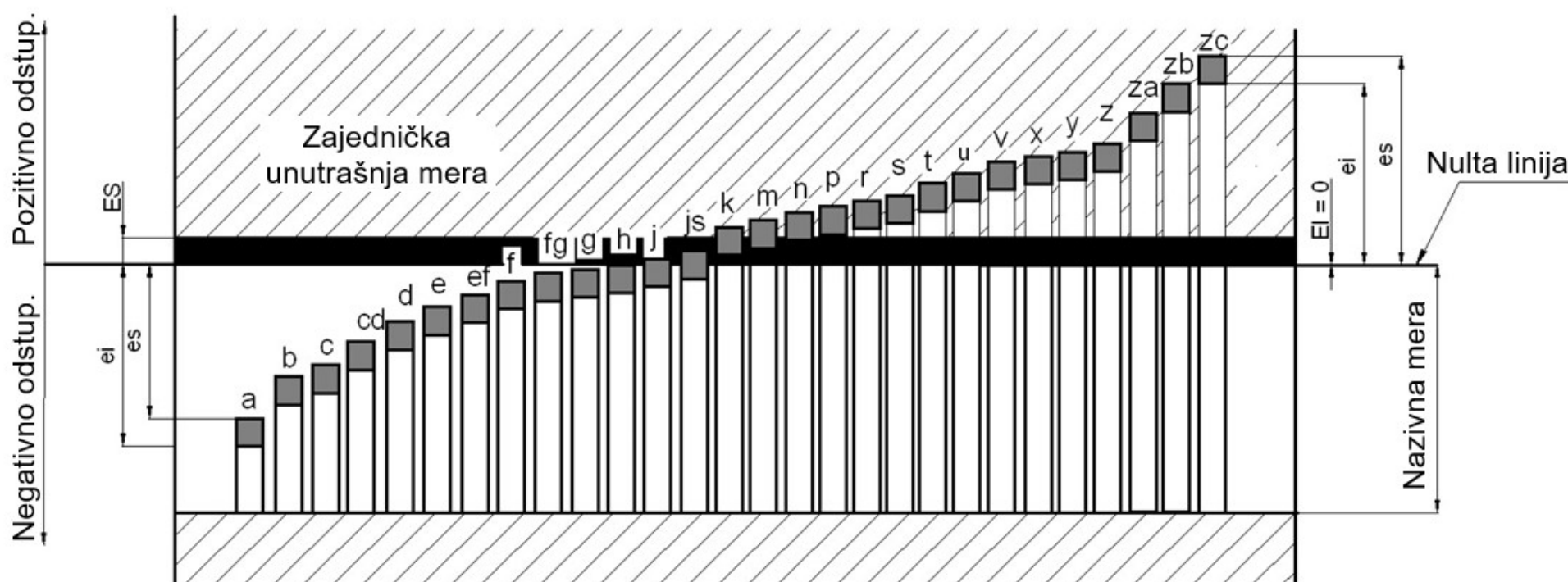
- систем налегања са основном рупом (систем заједничке рупе) и
- систем налегања са основном осовином (систем заједничке осовине).

У сваком од ових система утврђен је низ налегања са зазором, преклопом и неизвесних налегања.

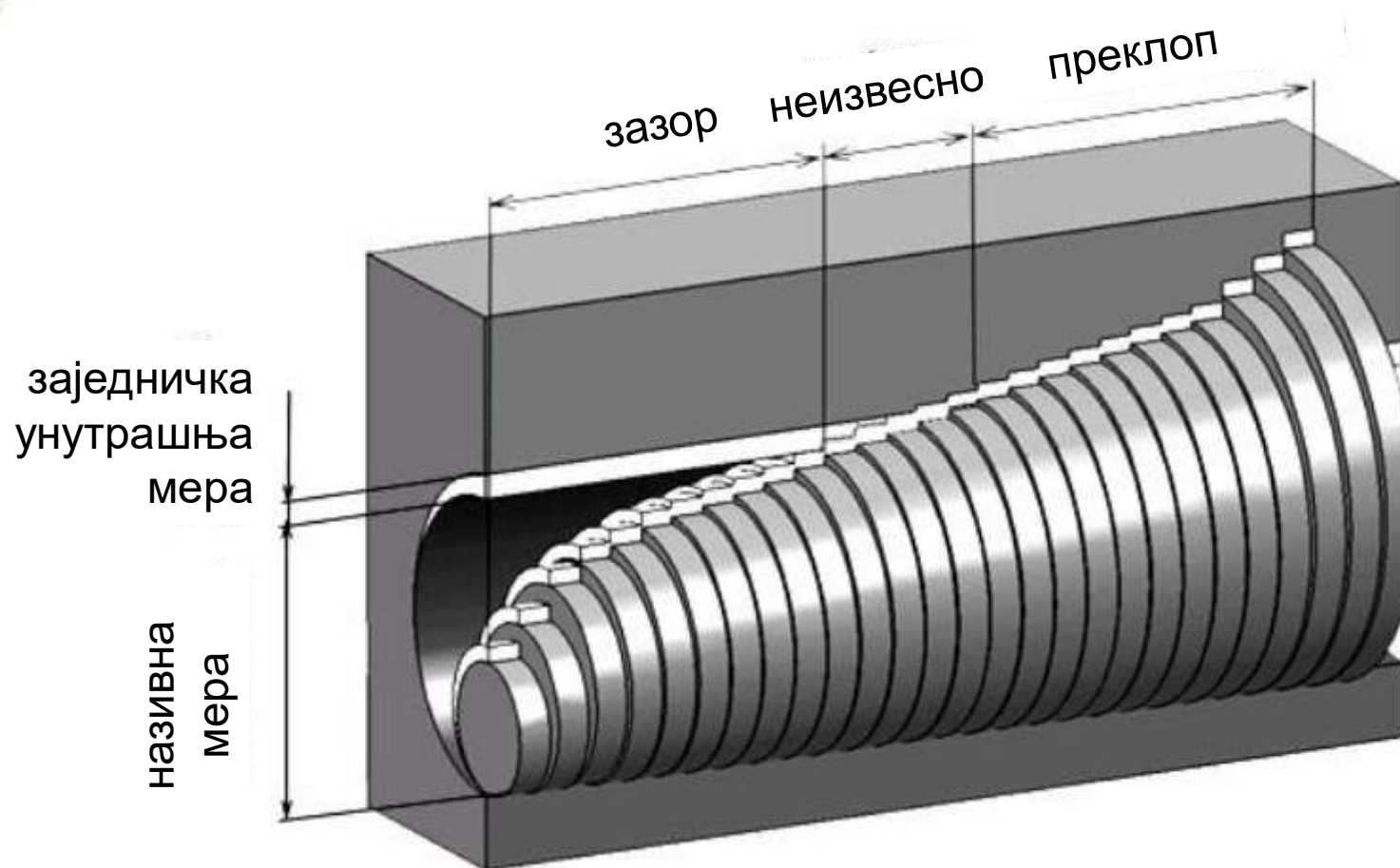
Систем налегања са заједничком унутрашњом мером (систем заједничке рупе)

- Основна (заједничка) рупа је она рупа чије је **доње гранично одступање једнако нули, тј. $EI=0$** и она је изабрана за основу система налегања са основном рупом.
- Систем налегања са основном рупом представља систематизовани скуп толеранцијских поља осовине (од "а" до "zc") са заједничким толеранцијским пољем рупе "H".
Међусобним односима основне рупе и осовина остварују се различити зазори и преклопи.

**Систем налегања са заједничком унутрашњом мером
(систем заједничке рупе)**



**Систем налегања са заједничком унутрашњом мером
(систем заједничке рупе)**

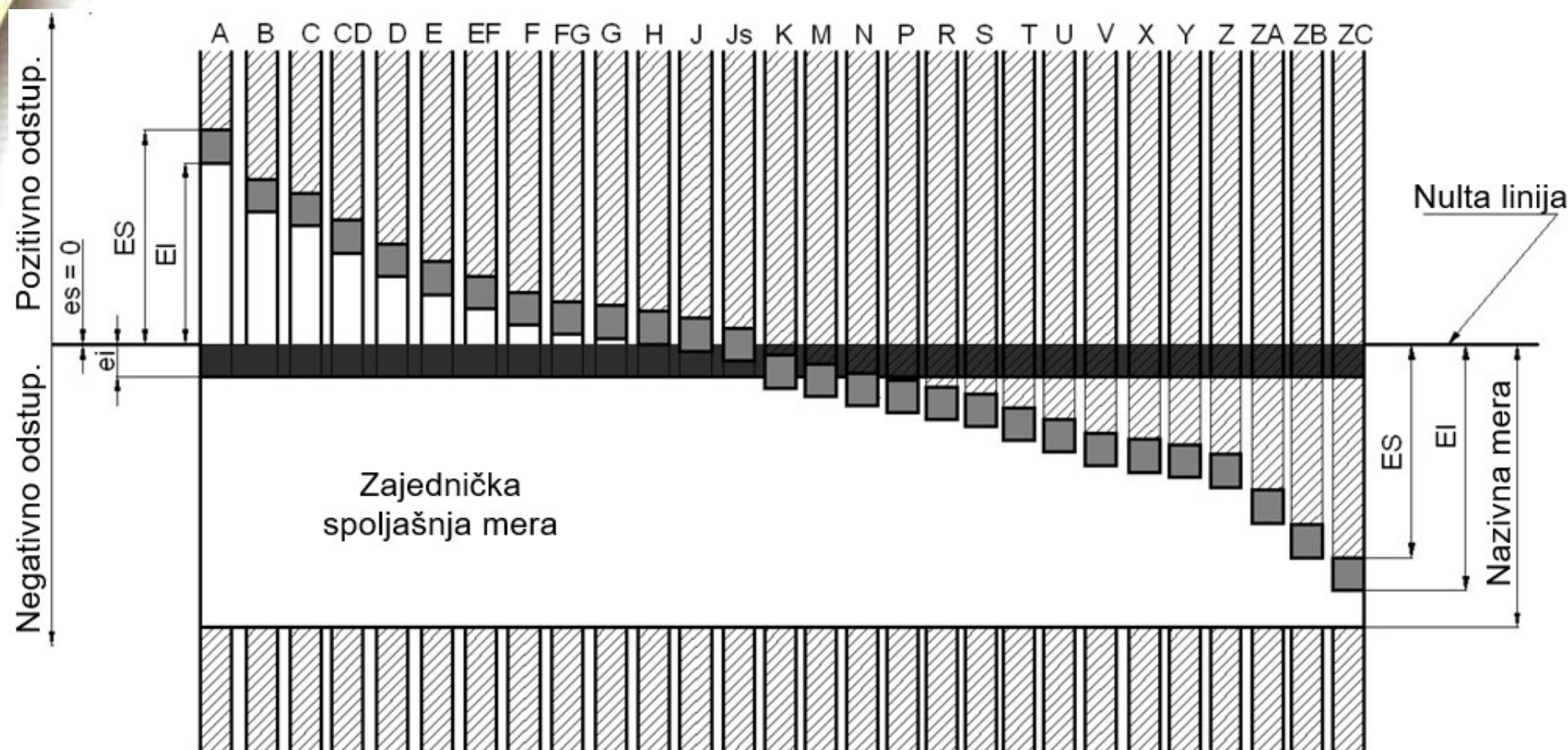


Sistem osnovne rupe	NALEGANJA													
	Stepen prioriteta									Za ograničena polja nazivnih mera u mm				
	1 ♥			2 ♣			3			Z	N	P	izmad	do
	Z	N	P	Z	N	P	Z	N	P					
H6					j6 k6		g5 h5	j5 k5 m5 n5	n5 p5 r5			s5		100
												t5	24	65
												u5		24
H7 ♥	f7 h6	n6	r6	g6	j6 k6	s6	f6	m6 p6	p6			t6	24	200
												u6		140
												x6		65
												z6		40
												za6		10
H8 ♥	f7 h9			d9 e8			c9 f9 h8		x8			u8♥	24	
												x8♥♣	24	385*
												zb8 zc8		10
H9	h9			c11 h11			d10 e9 f8 h8							
H11 ♣	h9			a11 c11 d9 h11			b11 d11							

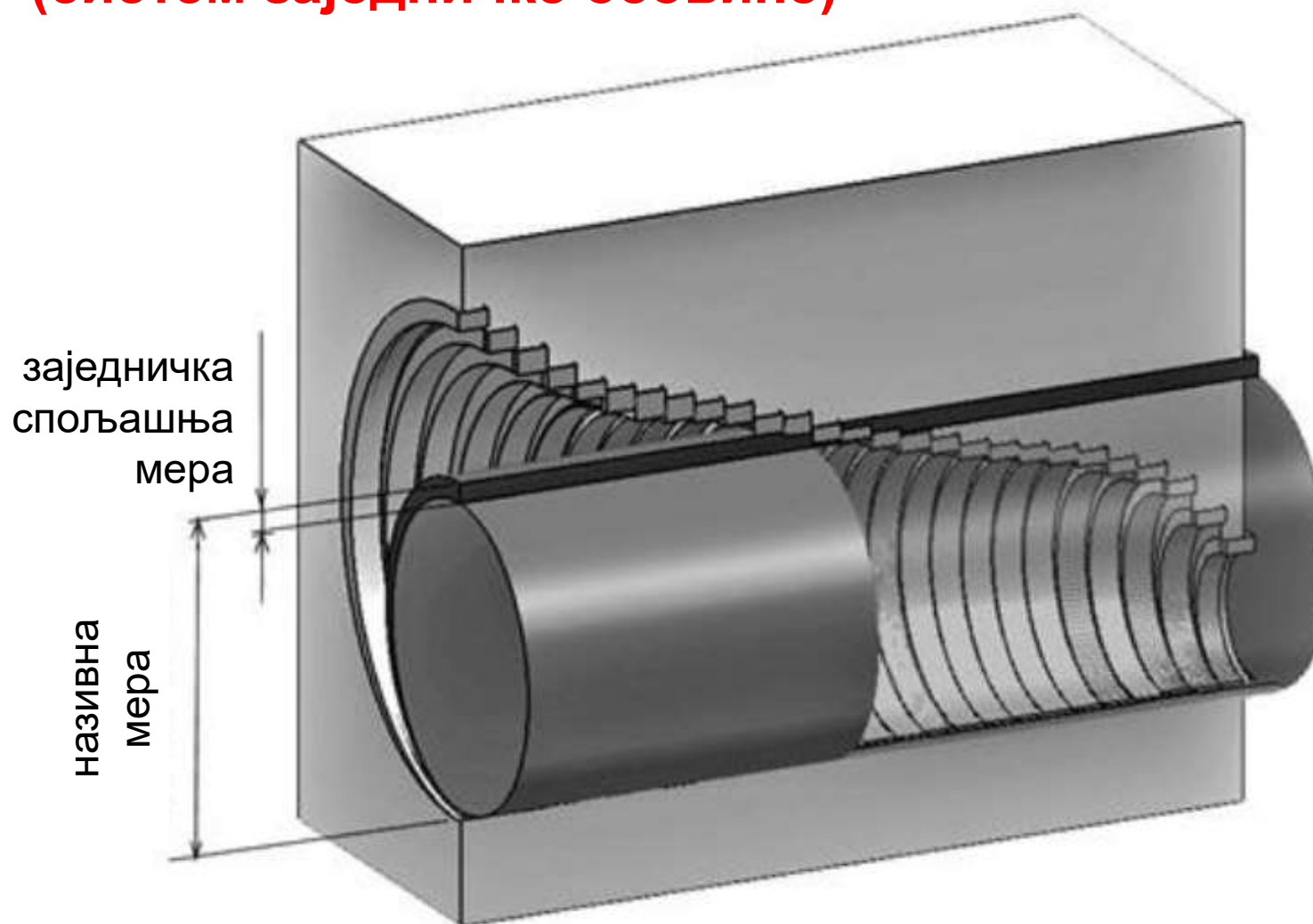
Систем налегања са заједничком спољашњом мером (систем заједничке осовине)

- Основна (заједничка) осовина је она осовина чије је **горње гранично одступање једнако нули, тј. $e_s=0$** и она је изабрана за основу система налегања са основном осовином.
- Систем налегања са основном осовином представља систематизовани скуп толеранцијских поља рупе (од "А" до "ZC") са заједничким толеранцијским пољем осовине "h".
Међусобним односима основне осовине и рупа остварују се различити зазори и преклопи.

Систем налегања са заједничком спољашњом мером (систем заједничке осовине)



**Систем налегања са заједничком спољашњом мером
(систем заједничке осовине)**



Sistem osnovne rupe	NALEGANJA													
	Stepen prioriteta									Za ograničena polja nazivnih mera u mm				
	1 ♥			2 ♣			3							
	Z	N	P	Z	N	P	Z	N	P	Z	N	P	iznad	do
h5							G6 H6	J6 K6 M6	N6 P6 R6			S8		100
												T6	24	80
												U6		24
h6 ♥	F7 H7			G7			F7	J7 K7 M7 N7	P7 R7 S7			T7	24	200
												U7		140
												X7		65
												Z7		40
												ZA7		10
h8	F8 H8						B9 C9 D9 E8 F7 H9					Z8		160
												ZA8 ZB8 ZC8		10
h9 ♥	C11 D11 E9 F8 H8			H11			H9					ZB9 ZC9		
h11 ♣	C11 D11			A11 H11			B11 D9 D11 H9							

Означавање налегања

■ Налегање се означава тако што се иза заједничке називне мере исписује толеранција рупе, а затим толеранција осовине, на један од следећих начина:

■ $50H6/g7$ или $50\frac{H6}{g7}$ или $50H6-g7$

У случају да је реч о кружној мери испред називне мере исписује се знак "Ø", на пример:

■ $\text{Ø}50H6/g7$ или $\text{Ø}50\frac{H6}{g7}$ или $\text{Ø}50H6-g7$

Толеранције слободних мера

- Под слободним (или општим) мерама подразумевају се све оне мере уз коју није исписана никаква толеранција. У слободне мере се не убрајају мере исписане у загради (информативне мере) као ни мере уписане у правоугаоном оквиру (идеално тачне геометријске мере).

■ Толеранције слободних мера, сходно SRPS ISO 2768-1,2, важе само у случају када су на цртежу посебно назначене. Наиме, у заглављу цртежа, у рубрици “**толеранције слободних мера**” или у његовој непосредној близини, мора бити исписана ознака стандарда и предвиђени степен тачности. Поменути стандард предвиђа следеће степене тачности:

- f - фини,
- m - средњи,
- c - груби и
- v - врло груби.

- Начин исписивања на цртежу, на пример, за средњи степен тачности је следећи: ISO 2768-m.
- Избор величине толеранције врши се на основу одговарајућих табела у зависности од, степена тачности и карактеристичних димензија које треба толерисати. Степен тачности толеранције усваја се у зависности од уобичајене радионичке тачности, која се може постићи у дотичној радионици.

Табела: Дозвољена одступања дужинских мера (изузев спољашњих заобљења и закошења) Мере у mm

Класа толеранције		Дозвољена одступања за основна подручја мера						
Ознака	Опис	од 0,5 ⁺ до 3	изнад 3 до 6	изнад 6 до 30	изнад 30 до 120	изнад 120 до 400	изнад 400 до 1000	изнад 1000 до 2000
f	фина	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5
m	средња	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2
c	груба	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3
v	врло груба	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6

Напомена: + - За називне мере испод 0,5 mm, дозвољена одступања морају бити означена у близини мере

Табела: Дозвољена одступања радијуса заобљења и закошења спољашњих ивица

Мере у mm

Класа толеранције		Дозвољена одступања за основна подручја мера		
Ознака	Опис	од 0,5 ⁺ до 3	од 3 до 6	изнад 6
f	фина	± 0,2	± 0,5	± 1
m	средња	± 0,2	± 0,5	± 1
c	груба	± 0,4	± 1	± 2
v	врло груба	± 0,4	± 1	± 2

Напомена: + - За називне мере испод 0,5 mm, дозвољена одступања морају бити означена у близини мере

Табела: Дозвољена одступања угловних мера

Мере у mm

Класа толеранције		Дозвољена одступања за подручја дужина, у mm, за краћи крак одговарајућег угла				
Ознака	Опис	до 10	изнад 10 до 50	изнад 50 до 120	изнад 120 до 400	изнад 400
f	фина	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
m	средња	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
c	груба	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 15'$	$\pm 0^\circ 10'$
v	врло груба	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$

Питања ...

